

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 467**

51 Int. Cl.:

**H02M 5/458** (2006.01)

**H02M 7/797** (2006.01)

**H02M 1/36** (2007.01)

**H02P 23/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2010** **E 10000990 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2013** **EP 2214302**

54 Título: **Dispositivo de control de accionamiento de motor**

30 Prioridad:

**02.02.2009 JP 2009021369**

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

**23.10.2013**

73 Titular/es:

**AIDA ENGINEERING, LTD. (50.0%)**  
**2-10, Ohyama-cho, Midori-ku Sagamihara-shi**  
**Kanagawa 252-5181, JP y**  
**HITACHI INDUSTRIAL EQUIPMENT SYSTEMS**  
**CO., LTD. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**TANAKA, YASUHIKO;**  
**SUZUKI, KENJI;**  
**NAGASE, HIROSHI;**  
**YAMAMOTO, TOSHIHIKO y**  
**MATSUNAGA, SHUNSUKE**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 426 467 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 de control de accionamiento de motor

## 5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un dispositivo de control de accionamiento de motor que incluye un convertidor de suministro de potencia que está conectado a una fuente de suministro de potencia de corriente alterna, un inversor que está conectado a un motor, y un dispositivo de almacenamiento de energía que está conectado a un bus de corriente continua que conecta el convertidor de suministro potencia y el inversor.

10 Un dispositivo de control de accionamiento de motor que incluye un convertidor de suministro de potencia conectado a una fuente de suministro de potencia de corriente alterna, y un inversor conectado a un motor, ha venido siendo ampliamente conocido y utilizado como dispositivo que acciona un motor (es decir, una fuente de suministro de potencia) empleado para muchas máquinas industriales. Una máquina industrial no se hace funcionar, necesariamente, de tal modo que la carga o la velocidad de rotación sea constante (es decir, la carga o la velocidad de rotación puede variar en gran medida). Es más, un procedimiento (o un ciclo de procedimiento) puede incluir uno o más periodos de carga constante o periodos de cambio de carga.

20 En consecuencia, se ha propuesto (JP-A-2000-236679) un dispositivo en el que se ha proporcionado un dispositivo de almacenamiento de energía en un circuito de corriente continua, entre el convertidor de suministro de potencia y el inversor, con el fin de reducir un cambio en la potencia suministrada desde la fuente de suministro de potencia de corriente alterna con respecto a un cambio en la potencia requerida para el motor. Se ha propuesto también (JP-A-2005-204391) un dispositivo que permite un cambio en la tensión eléctrica o voltaje de corriente continua debido a un cambio en la carga durante la aceleración o deceleración del motor, al hacer que el convertidor de suministro de potencia incremente la tensión de corriente continua antes de la aceleración, y hacer que el convertidor de suministro de potencia reduzca la tensión de corriente continua antes de la aceleración.

25 De acuerdo con estos dispositivos, puesto que el estado de almacenamiento del dispositivo de almacenamiento de energía y el estado de marcha con potencia / regeneración con respecto a la fuente de suministro de potencia de corriente alterna pueden ser ajustados mediante el control de la tensión de corriente continua, el valor de pico de corriente alterna y el tamaño de la fuente de suministro de potencia de corriente alterna pueden ser reducidos.

30 Los dispositivos anteriores se han diseñado bajo la suposición de que el convertidor de suministro de potencia siempre está en funcionamiento. Ello se propone afrontar una situación en la que la carga y la velocidad de rotación de la máquina industrial y el estado operativo del motor varían en gran medida, y mejorar la capacidad de adaptación y la generalidad.

35 Cuando el convertidor de suministro de potencia está siempre funcionando, la velocidad de cesión o flujo térmico del convertidor de suministro de potencia se ha de determinar teniendo en cuenta dicho estado operativo. Por lo tanto, se ha de incrementar el tamaño de una aleta de refrigeración o elemento similar. Es más, se produce una pérdida debido a tal estado operativo.

40 El dispositivo de control de accionamiento de motor no se mejora suficientemente mediante el simple aporte del dispositivo de almacenamiento de energía para reducir el tamaño de la fuente de suministro de potencia de corriente alterna y reducir el coste. Concretamente, es importante reducir el tamaño del convertidor de suministro de potencia con el fin de mejorar el dispositivo de accionamiento de motor en su conjunto (es decir, la máquina industrial).

## COMPENDIO

45 De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo de control de accionamiento de motor que incluye un convertidor de suministro de potencia que está conectado a una fuente de suministro de potencia de corriente alterna, un detector de tensión que detecta una tensión de corriente continua del convertidor de suministro de potencia, un inversor que está conectado a un motor, y un dispositivo de almacenamiento de energía que está conectado a un bus de corriente continua que conecta el convertidor de suministro de potencia y el inversor, de tal modo que el dispositivo de control de accionamiento de motor comprende:

50 una sección de determinación de la tensión de funcionamiento, que determina si la tensión de corriente continua del convertidor de suministro de potencia es igual o menor que una tensión de funcionamiento de marcha con potencia ajustada por una sección de ajuste de tensión de funcionamiento de marcha con potencia; y

55 una sección de control de operación de ajuste de tensión, que hace que el convertidor de suministro de potencia inicie un funcionamiento de marcha con potencia cuando la tensión de corriente continua es igual o menor que la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, y hace el convertidor de suministro de potencia detenga el funcionamiento de marcha con potencia una vez que la tensión de corriente continua ha superado la tensión de funcionamiento de marcha con potencia.

65

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS DIVERSAS VISTAS DE LOS DIBUJOS

- La Figura 1 es un diagrama de circuito que ilustra un dispositivo de control de accionamiento de motor de acuerdo con una primera realización de la invención.
- 5 La Figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra una máquina de servoprensa que utiliza el dispositivo de control de accionamiento de motor de acuerdo con la primera realización de la invención.
- La Figura 3 es un diagrama de regulación de secuencia temporal que ilustra una operación de control básica de acuerdo con la primera realización de la invención.
- La Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra una operación de control básica de acuerdo con la primera realización de la invención.
- 10 La Figura 5 es un diagrama de regulación de secuencia temporal que ilustra un Ejemplo 1 de acuerdo con la primera realización de la invención.
- La Figura 6 es un diagrama de regulación de secuencia temporal que ilustra una operación de control básica de un dispositivo de control de accionamiento de motor de acuerdo con una segunda realización de la invención.
- 15 La Figura 7 es un diagrama de regulación de secuencia temporal que ilustra un Ejemplo 2 de acuerdo con la segunda realización de la invención.
- La Figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra una sección de ajuste de la tensión y una sección de control de operación de ajuste de la tensión de acuerdo con la segunda realización de la presente invención.
- 20 La Figura 9 es un diagrama de circuito que ilustra un dispositivo de control de accionamiento de motor de acuerdo con una tercera realización de la invención.
- La Figura 10 es un diagrama de regulación de secuencia temporal que ilustra una operación de detención repentina de un convertidor de suministro de potencia y otras operaciones de acuerdo con la tercera realización de la invención.
- 25 La Figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra una operación de detención repentina de un convertidor de suministro de potencia y otras operaciones de acuerdo con la tercera realización de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA REALIZACIÓN

La invención puede proporcionar un dispositivo de control de accionamiento de motor que permite una reducción del tamaño de un convertidor de suministro de potencia. La invención puede también proporcionar un dispositivo de control de accionamiento de motor que hace posible la utilización eficaz de un dispositivo de almacenamiento de energía. La invención puede proporcionar, de manera adicional, un dispositivo de control de accionamiento de motor que hace posible una reducción del tamaño de un convertidor de suministro de potencia y una utilización eficaz de un dispositivo de almacenamiento de energía, al mismo tiempo.

35 El dispositivo de control de accionamiento de motor de acuerdo con la invención tiene un intervalo de tensiones de corriente continua en el que el convertidor de suministro de potencia no se hace funcionar, de tal manera que la dependencia de la potencia transferida hacia y desde el dispositivo de almacenamiento de energía aumenta cuando se recupera la energía consumida por el motor durante el funcionamiento de marcha del motor desde el dispositivo de almacenamiento de energía, y/o se almacena la energía generada durante la operación regenerativa en el dispositivo de almacenamiento de energía. Específicamente, el convertidor de suministro de potencia funciona únicamente cuando se ha llegado a la tensión de funcionamiento.

De acuerdo con una realización de la invención, se ha proporcionado un dispositivo de control de accionamiento de motor que incluye un convertidor de suministro de potencia que está conectado a una fuente de suministro de potencia de corriente alterna, un detector de tensión que detecta una tensión de corriente continua de un convertidor de suministro de potencia, un inversor que está conectado a un motor, y un dispositivo de almacenamiento de energía que está conectado a un bus de corriente continua que conecta el convertidor de suministro de potencia y el inversor, de tal modo que el dispositivo de control de accionamiento de motor comprende:

- 50 una sección de determinación de la tensión de funcionamiento, que determina si la tensión de corriente continua del convertidor de suministro de potencia es igual o menor que una tensión de funcionamiento de marcha con potencia ajustada por una sección de ajuste de tensión de funcionamiento de marcha con potencia; y
- 55 una sección de control de operación de ajuste de tensión, que hace que el convertidor de suministro de potencia inicie un funcionamiento de marcha con potencia cuando la tensión de corriente continua es igual o menor que la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, y hace el convertidor de suministro de potencia detenga el funcionamiento de marcha con potencia una vez que la tensión de corriente continua ha superado la tensión de funcionamiento de marcha con potencia.

60 De acuerdo con el dispositivo de control de accionamiento de motor anterior, el tamaño del convertidor de suministro de potencia puede ser reducido al tiempo que se mejora la eficiencia. Además, puede optimizarse la capacidad del dispositivo de almacenamiento de energía.

65 En el anterior dispositivo de control de accionamiento de motor,

la sección de determinación de la tensión de funcionamiento puede determinar si la tensión de corriente continua del convertidor de suministro de potencia es igual o mayor que una tensión de operación regenerativa ajustada por una sección de ajuste de tensión de operación regenerativa; y

5 la sección de control de funcionamiento de ajuste de tensión puede hacer que el convertidor de suministro de potencia inicie una operación regenerativa cuando la tensión de corriente continua es igual o mayor que la tensión de operación regenerativa, y puede hacer que el convertidor de suministro de potencia detenga la operación regenerativa cuando la tensión de corriente continua es menor que la tensión de operación regenerativa.

10 De acuerdo con el anterior dispositivo de control de accionamiento de motor, el tamaño del convertidor de suministro de potencia puede ser reducido al tiempo que se mejora la eficiencia. Es más, la capacidad del dispositivo de almacenamiento de energía puede ser optimizada.

15 El anterior dispositivo de control de accionamiento de motor puede comprender, adicionalmente, al menos una de entre una sección de control de cambio en el ajuste de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, que cambia la tensión de funcionamiento de marcha con potencia dependiendo del estado operativo del motor, y una sección de control de cambio en el ajuste de la tensión de operación regenerativa, que cambia la tensión de la operación regenerativa dependiendo del estado operativo del motor.

20 De acuerdo con el anterior dispositivo de control de accionamiento de motor, el tamaño del convertidor de suministro de potencia puede ser reducido adicionalmente al tiempo que se mejora adicionalmente la eficiencia y se optimiza adicionalmente la capacidad del dispositivo de almacenamiento de energía.

25 En el anterior dispositivo de control de accionamiento de motor, la sección de ajuste de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia puede ajustar una tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia y una tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia como la tensión de funcionamiento de marcha con potencia;

la sección de ajuste de la tensión de la operación regenerativa puede ajustar una tensión de inicio de operación regenerativa y una tensión de detención de operación regenerativa como la tensión de la operación regenerativa; y

30 la sección de control de la operación de ajuste de tensión puede hacer que el convertidor de suministro de potencia inicie el funcionamiento de marcha con potencia una vez que la tensión de corriente continua ha alcanzado la tensión de inicio del funcionamiento de marcha con potencia, hacer que el convertidor de suministro de potencia detenga el funcionamiento de marcha con potencia una vez que la tensión de corriente continua ha alcanzado la tensión de detención del funcionamiento de marcha con potencia, hacer que el convertidor de suministro de potencia inicie una operación regenerativa una vez que la tensión de corriente continua ha alcanzado la tensión de inicio de la operación regenerativa, y hacer que el convertidor de suministro de potencia detenga la operación regenerativa una vez que la tensión de corriente continua ha alcanzado la tensión de detención de la operación regenerativa.

40 De acuerdo con el anterior dispositivo de control de accionamiento de motor, puede implementarse un control de funcionamiento fino de tal manera que el tamaño del convertidor de suministro de potencia puede ser reducido adicionalmente, al tiempo que se mejora adicionalmente la eficiencia y se optimiza adicionalmente la capacidad del dispositivo de almacenamiento de energía.

El anterior dispositivo de control de accionamiento de motor puede comprender, de manera adicional:

45 una sección de control de cambio en el ajuste de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, que cambia al menos una de entre la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia y la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia, dependiendo del estado operativo del motor; y

50 una sección de control de cambio en el ajuste de la tensión de la operación regenerativa, que cambia al menos una de entre la tensión de inicio de la operación regenerativa y la tensión de detención de la operación regenerativa, dependiendo del estado operativo del motor.

55 De acuerdo con el anterior dispositivo de control de accionamiento de motor, el control de operación fino puede ser implementado de un modo tal, que el tamaño del convertidor de suministro de potencia puede ser reducido adicionalmente al tiempo que se mejora adicionalmente la eficiencia y se optimiza adicionalmente la capacidad del dispositivo de almacenamiento de energía.

El anterior dispositivo de control de accionamiento de motor puede comprender, de manera adicional:

60 una sección de ajuste de referencia de corriente, que ajusta una referencia de corriente;  
una sección de determinación de corriente, que compara una corriente de carga detectada del convertidor de suministro de potencia con la referencia de corriente ajustada por la sección de ajuste de referencia de corriente, a fin de determinar si la corriente de carga detectada es o no más pequeña que la referencia de corriente; y

65 una sección de control de detención de funcionamiento repentina, que detiene repentinamente el funcionamiento del convertidor de suministro de potencia cuando la sección de determinación de corriente ha

determinado que la corriente de carga detectada es más pequeña que la referencia de corriente.

5 De acuerdo con el anterior dispositivo de control de accionamiento de motor, puesto que el funcionamiento del convertidor de suministro de potencia puede ser iniciado y detenido de manera fina, la eficiencia del convertidor de suministro de potencia puede ser adicionalmente mejorada.

En el anterior dispositivo de control de accionamiento de motor, el valor de la referencia de corriente puede ser cambiado en correspondencia con el estado operativo del motor.

10 De acuerdo con el anterior dispositivo de control de accionamiento de motor, la eficiencia del convertidor de suministro de potencia puede ser adicionalmente mejorada, de manera que aumenta la capacidad de adaptación.

15 El anterior dispositivo de control de accionamiento de motor puede ser un dispositivo de control de accionamiento de motor de una máquina de servoprensa que prensa una pieza de trabajo en una zona de tratamiento al tiempo que se desplaza una plancha arriba y abajo mediante el accionamiento del motor, en el cual el estado operativo del motor se determina dependiendo de una configuración de prensado de un procedimiento de prensado de la máquina de servoprensa.

20 De acuerdo con el anterior dispositivo de control de accionamiento de motor, el tamaño y el peso del convertidor de suministro de potencia de la máquina de servoprensa pueden ser reducidos al tiempo que se mejora la eficiencia. Es más, la capacidad del dispositivo de almacenamiento de energía puede ser optimizada.

25 El anterior dispositivo de control de accionamiento de motor puede ser un dispositivo de control de accionamiento de motor de una máquina de servoprensa que prensa una pieza de trabajo en una zona de tratamiento al tiempo que se desplaza arriba y abajo una plancha mediante el accionamiento de un motor.

30 De acuerdo con el anterior dispositivo de control de accionamiento de motor, puesto que el funcionamiento del convertidor de suministro de potencia de la máquina de servoprensa puede ser iniciado y detenido de manera fina, la eficiencia del convertidor de suministro de potencia puede ser adicionalmente mejorada.

En el anterior dispositivo de control de accionamiento de motor, el valor de la referencia de corriente puede ser modificado en correspondencia con el estado operativo de la máquina de servoprensa.

35 De acuerdo con el anterior dispositivo de control de accionamiento de motor, la eficiencia del convertidor de suministro de potencia puede ser adicionalmente mejorada, de tal manera que la capacidad de adaptación se incrementa.

En lo que sigue se describen en detalle realizaciones de la invención con referencia a los dibujos.

40 Primera realización

45 Como se muestra en las Figuras 1 a 4, un dispositivo de control 30 de accionamiento de motor de acuerdo con una realización de la invención incluye un dispositivo de almacenamiento de energía 26 que está conectado a un bus de corriente continua 24 que conecta un convertidor de suministro de potencia 31 y un inversor 41, y puede controlar un servomotor (en lo que sigue de esta memoria abreviado como "motor") 11, de tal modo que dispositivo de control 30 de accionamiento de motor incluye, adicionalmente, una sección 65 de ajuste de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, unas secciones 61 y 62 de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia, y unas secciones 61 y 62 de control de detención de funcionamiento de marcha con potencia, de tal manera que el funcionamiento de marcha con potencia del convertidor de suministro de potencia 31 puede ser iniciado cuando un voltaje o tensión de corriente continua  $V_d$  es igual o menor que una tensión  $V_m$  de funcionamiento de marcha con potencia, y puede ser detenido una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha superado la tensión  $V_m$  de funcionamiento de marcha con potencia.

55 El dispositivo de control 30 de accionamiento de motor de acuerdo con esta realización también incluye una sección 66 de ajuste de la tensión de operación regenerativa, unas secciones 61 y 62 de control de inicio de operación regenerativa, y unas secciones 61 y 62 de control de detención de operación regenerativa, de tal manera que la operación regenerativa del convertidor de suministro de potencia 31 puede ser iniciada cuando la tensión de corriente continua  $V_d$  es igual o mayor que una tensión de operación regenerativa  $V_r$ , y puede ser detenida cuando la tensión de corriente continua  $V_d$  es más pequeña que la tensión de operación regenerativa  $V_r$ .

60 En esta realización, el funcionamiento de marcha con potencia puede ser iniciado y detenido basándose en la tensión  $V_m$  de funcionamiento de marcha con potencia, y la operación regenerativa puede ser iniciada y detenida basándose en la tensión de operación regenerativa  $V_r$ .

65 La siguiente descripción se ha proporcionado tomando un ejemplo en el que el dispositivo de control 30 de accionamiento de motor controla el motor 11 de una máquina de servoprensa 10 para la que se ha producido un

cambio de carga que es relativamente grande. La máquina de servoprensa 10 es una máquina industrial que acciona un mecanismo de accionamiento de plancha que se sirve del motor 11, y prensa una pieza de trabajo en una zona de tratamiento al tiempo que se desplaza una plancha 16 arriba y abajo.

5 En la Figura 2, que muestra esquemáticamente la configuración de la máquina de servoprensa 10, una rueda de engranaje principal 13 se engrana con una rueda de engranaje 12 que está conectada o unida a un árbol 11S de motor, perteneciente al motor 11, y un árbol 14 de cigüeñal del mecanismo de accionamiento de plancha (mecanismo de cigüeñal) y una barra de conexión 15 están conectados a la rueda de engranaje principal 13. Una  
10 pieza de trabajo puede ser prensada en la zona de tratamiento al tiempo que se desplaza la corredera 16 arriba y abajo con respecto a un soporte o sufridera 17 mediante el accionamiento del motor 11. Puesto que el árbol 14 de cigüeñal se hace rotar arbitrariamente por rotación hacia delante, rotación hacia atrás y control de velocidad variable del motor 11, pueden ajustarse arbitrariamente (esto es, pueden combinarse o intercambiarse) diversos movimientos de deslizamiento (es decir, el estado operativo del motor). Esto mejora la precisión y la productividad de los productos, de tal manera que se incrementa la capacidad de adaptación con respecto a la forma de la prensa.

15 La velocidad rotacional (posición rotacional) del motor 11 es detectada por un codificador 45 que se muestra en la Figura 1, y se suministra como entrada a una sección 43 de control de velocidad y a una sección 70 de control de accionamiento de prensa, como señal Dec. Es de destacar que puede utilizarse una sección de control de posición (43) en lugar de la sección de control de velocidad.

20 El motor 11 puede ser un motor sincrónico que utiliza un imán permanente, un motor de inducción, un motor de reluctancia o un aparato similar. En esta realización, el servomotor de CA [corriente alterna –“AC (alternating current)”] (motor 11) es un motor sincrónico. Puede utilizarse un servomotor de CC [corriente continua –“DC (direct current)”] en lugar del servomotor de CA. El mecanismo de accionamiento de plancha puede ser un mecanismo (por ejemplo, un mecanismo de ligadura, un mecanismo de rótula o un mecanismo de actuación directa) diferente del mecanismo de cigüeñal.

25 En la Figura 1, el dispositivo de control 30 de accionamiento de motor que controla el motor 11 incluye el convertidor de suministro de potencia 31, conectado a una fuente de suministro de potencia de corriente alterna 20, y el inversor 41, conectado al motor. El número de referencia 21 indica un recorrido de suministro de potencia de corriente alterna, y el número de referencia 27 indica un recorrido de suministro de potencia de corriente alterna del lado del accionamiento. Un detector de tensión 22 y un detector de corriente 23 se han proporcionado en el recorrido de suministro de potencia de corriente alterna 21, y el dispositivo de almacenamiento de energía 26 se ha conectado al bus de corriente continua (recorrido de suministro de potencia de corriente continua) 24 que conecta el convertidor de suministro de potencia 31 y el inversor 41. Se ha proporcionado un detector de corriente 28 en el recorrido de suministro de potencia de corriente alterna 27. La fuente de suministro de potencia de corriente alterna se ha indicado por el número de referencia 20. Un reactor (no mostrado) se ha proporcionado en el lado de la fuente de suministro de potencia de corriente alterna 20, teniendo en cuenta el funcionamiento del convertidor de suministro de potencia 31 (también omitido en la Figura 9).

30 El convertidor de suministro de potencia 31 puede llevar a cabo una operación regenerativa. Es de destacar que el convertidor de suministro de potencia 31 tan solo puede realizar un funcionamiento de marcha con potencia cuando no se han proporcionado las secciones 61 y 62 de control de inicio de operación regenerativa, las secciones 61 y 62 de control de detención de operación regenerativa y las secciones 71, 72, 61 y 62 de control de cambio de ajuste de la tensión de operación regenerativa.

35 Una sección de control de corriente 33 se sirve de una entrada de señal de control de corriente Sci procedente de una sección de control de corriente 35, como valor de objetivo o pretendido, y utiliza el valor de una corriente alterna la detectada por el detector de corriente 23, como valor de realimentación. La sección de control de corriente 33 genera y suministra como salida una señal de control de PWM, Spwm que se refiere al valor de una tensión de corriente alterna Va detectada por el detector de tensión 22. El convertidor de suministro de potencia 31 controla la corriente basándose en la señal de control de PWM Spwm. Es de destacar que el convertidor de suministro de potencia 31 detiene el funcionamiento (funcionamiento de marcha con potencia u operación regenerativa) cuando se ha introducido como entrada una señal de detención de funcionamiento Sstp (por ejemplo, de Nivel bajo) en el  
40 convertidor de suministro de potencia 31.

45 Específicamente, puesto que la corriente continua Id del convertidor de suministro de potencia 31 es proporcional a la corriente alterna la, la sección de control de corriente 33 controla el convertidor de suministro de potencia 31 de tal modo que la corriente alterna la procedente de la fuente de suministro de potencia de corriente alterna (20) es proporcional a la señal de control de corriente Sci suministrada como salida desde la sección de control de corriente 35. La tensión Va de la fuente de suministro de potencia de corriente alterna (20) es también detectada, de tal manera que la corriente la procedente de la fuente de suministro de potencia de corriente alterna (20) se sincroniza con la fase de la tensión. De acuerdo con esta configuración, la corriente (Ia) de la fuente de suministro de potencia puede ser controlada de manera que sea una onda senoidal, al tiempo que se consigue un factor de potencia unidad. El valor de instrucción de corriente (Sci) suministrado a la sección de control de corriente 33 puede ser  
50  
55  
60  
65

ajustado de manera tal, que el factor de potencia sea diferente de uno, mediante la utilización del control de la componente reactiva en combinación. El valor de corriente puede ser detectado desde el lado (24) del motor del convertidor 31 de suministro de potencia.

5 La sección de control de tensión 35 funciona de tal manera que la tensión de corriente continua Vd del convertidor de suministro de potencia 31 coincide con un valor dado, y controla el funcionamiento de almacenamiento de energía del dispositivo de almacenamiento de energía 26 y el funcionamiento de transferencia de potencia del convertidor de suministro de potencia 31, dependiendo de la potencia requerida para el funcionamiento de marcha con potencia o la operación regenerativa del inversor 41. Específicamente, la sección de control de tensión 35 genera y suministra como salida la señal de control de corriente Sci basándose en una señal de control de funcionamiento Scc (es decir, el valor de objetivo) suministrada como entrada desde la sección 60 de control de operación de ajuste de tensión, y en el valor de la tensión de corriente continua Vd (es decir, la señal de realimentación) detectado por un detector de tensión 25.

10  
15 La señal de control de corriente Sci es una señal que corresponde con la corriente de salida (Id) del convertidor de suministro de potencia 31. La señal de control de corriente Sci se corresponde con la corriente alterna la cuando el factor de potencia de la fuente de suministro de potencia de corriente alterna (20) es uno. La sección de control de tensión 35 también suministra como salida una señal Sstp que indica si se ha de hacer o no que el convertidor de suministro de potencia 31 lleve a cabo o detenga el funcionamiento (funcionamiento de marcha con potencia u operación regenerativa), dependiendo de la tensión de corriente continua Vd. La señal Sstp sirve como señal de detención de funcionamiento (Sstp) cuando la señal Sstp se ajusta en el Nivel bajo. La señal Sstp permite al convertidor de suministro de potencia 31 funcionar cuando la señal Sstp se ha ajustado en el Nivel alto.

20  
25 La sección de control de velocidad 43 puede llevar a cabo el control de la velocidad, el control de la corriente y el control de PWM del motor 11. La sección de control de velocidad 43 acciona el motor 11 durante una operación de prensado normal (esto es el funcionamiento normal del motor 11), al tiempo que controla la corriente por parte del control de PWM basándose en el control de velocidad. Específicamente, la sección de control de velocidad 43 genera la señal de control de velocidad Sspc basándose en una señal de instrucción de control de velocidad de prensa, Sprsc, procedente de la sección 70 de control de accionamiento de prensa, en la señal de detección Dec (esto es, una señal de realimentación) procedente del codificador 45, y una señal de detección Di (es decir, una señal de realimentación) procedente del detector de corriente 28, y suministra como salida la señal de control de velocidad Sspc al inversor 41. El inversor 41 controla la corriente suministrada al motor 11 por el control de PWM basándose en la señal de control de velocidad Sspc. El inversor 41 suministra como salida una tensión de corriente alterna trifásica, de frecuencia variable y tensión variable, al motor 11, y el motor 11 funciona (rota) basándose en la tensión de corriente alterna. Es de destacar que la corriente suministrada al motor 11 puede también ser controlada utilizando una sección de control de posición que tiene una sección de control de velocidad dentro de un pequeño bucle, en lugar de la sección de control de velocidad 43. En este caso, es deseable que la instrucción procedente de la sección 70 de control de accionamiento de prensa sea una instrucción que indique la posición de la plancha 16 de la prensa 10 o una instrucción que indique el ángulo del árbol 14 de cigüeñal.

30  
35  
40 La sección 70 de control de accionamiento de prensa incluye una sección de cálculo 71, una sección de memoria 72, una sección de funcionamiento (no mostrada), una sección de presentación visual (no mostrada), un interfaz (no mostrado), y elementos similares, y almacena una configuración de prensado seleccionada (es decir, una configuración de funcionamiento del motor), transmitida desde una sección 80 de control de instrucción de funcionamiento, contenida en la memoria 72. La sección 70 de control de accionamiento de prensa genera la señal de instrucción de control de velocidad de prensa, Sprsc, que controla el motor 11 basándose en la configuración de prensado seleccionada almacenada en la sección de memoria 72, y suministra como salida la señal de instrucción de control de velocidad de prensa, Sprsc. La sección 70 de control de accionamiento de prensa también genera una señal de instrucción de funcionamiento Ssr, y suministra como salida la señal de instrucción de funcionamiento Ssr a la sección 60 de control de operación de ajuste de tensión. Un programa de control de funcionamiento que se muestra en la Figura 4, es ejecutado basándose en la señal de instrucción de funcionamiento Ssr. Los detalles se describen más adelante.

45  
50  
55 La sección 80 de control de instrucción de funcionamiento incluye una sección de cálculo 81, una sección de memoria 82, una sección de funcionamiento 83, una sección de presentación visual 84, una interfaz (no mostrada) y elementos similares. Cuando la configuración de funcionamiento del motor (es decir, el movimiento de la plancha (la configuración de prensado del procedimiento de prensado)) ha sido establecida utilizando una sección 85 de selección de ajuste de configuración, la sección 80 de control de instrucción de funcionamiento almacena la configuración de prensado en la sección de memoria 82. Cuando se ha seleccionado una configuración de prensado arbitraria utilizando la sección 85 de selección de ajuste de configuración, la sección 80 de control de instrucción de funcionamiento extrae la configuración de prensado de una pluralidad de configuraciones de prensado almacenadas en la sección de memoria 82, y suministra como salida la configuración de prensado extraída a la sección 70 de control de accionamiento de prensa, como parte de una señal de instrucción de control de funcionamiento de prensa, Sprs.

65

5 La sección 80 de control de instrucción de funcionamiento incluye unas secciones 81, 82 y 84 de salida de determinación de especificación. Las secciones 81, 82 y 84 de salida de determinación de especificación incluyen una sección de memoria 82 que almacena un programa de control de salida de determinación de especificación, una  
 10 sección de cálculo 81 que ejecuta el programa de control de salida de determinación de especificación, y una sección de presentación visual 84 que presenta visualmente la especificación determinada. El programa de control de salida de determinación de especificación se ha formulado de tal manera que la especificación puede ser calculada (o simulada) y suministrada como salida a la sección 60 de control de operación de ajuste de tensión basándose en la capacidad de conversión de la entrada del convertidor de suministro de potencia 31, utilizando la  
 15 sección de funcionamiento 83, en la capacidad de almacenamiento del dispositivo de almacenamiento de energía 26, y en el ajuste de configuración de prensado (o seleccionado), utilizando la sección 85 de selección de ajuste de configuración. Las secciones 81, 82 y 84 de salida de determinación de especificación pueden estar formadas en la sección 70 de control de accionamiento de prensa.

15 La especificación se refiere a la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ , a la tensión de operación regenerativa,  $V_r$ , y a la información de regulación de secuencia temporal del cambio en el ajuste de la tensión. Puesto que la especificación es visualmente presentada en la sección de presentación visual 84, es posible determinar cuantitativamente la especificación. La tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ , puede ser ajustada utilizando la sección 65 de ajuste de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia que se muestra en la Figura 1, y la tensión de operación regenerativa,  $V_r$ , puede ser ajustada utilizando la sección 66 de  
 20 ajuste de la tensión de operación regenerativa. En consecuencia, el operador puede ajustar la especificación de forma rápida y precisa.

25 Es de destacar que la especificación puede ser automáticamente transmitida y ajustada en la sección 60 de control de operación de ajuste de tensión (sección de memoria 62). Las secciones 81, 82 y 84 de salida de determinación de especificación pueden estar formadas en la sección 60 de control de operación de ajuste de tensión, teniendo en cuenta la factibilidad.

30 La especificación que se utiliza en una segunda realización incluye una tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , una tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , una tensión de inicio de operación regenerativa,  $V_{rs}$ , y una tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ . La especificación también incluye información de regulación de secuencia temporal del cambio en el ajuste de la tensión. En una tercera realización, la especificación también incluye una referencia de corriente  $I_a$ .

35 El dispositivo de almacenamiento de energía 26 puede ser una batería secundaria, un condensador electrolítico de gran capacidad, un condensador eléctrico de doble capa o un elemento similar. El dispositivo de almacenamiento de energía 26 puede ser una combinación de estos dispositivos. En esta realización, el dispositivo de almacenamiento de energía 26 está directamente conectado al bus de corriente continua 24. Cuando el dispositivo de almacenamiento de energía 26 y el bus de corriente continua 24 difieren en tensión, el dispositivo de almacenamiento de energía 26 puede ser conectado al bus de corriente continua 24 a través de un convertidor de  
 40 CC/CC bidireccional o en ambos sentidos. Es de apreciar que el dispositivo de almacenamiento de energía 26 puede haberse formado utilizando un sistema de volante.

45 El dispositivo de almacenamiento de energía 26 descarga (suministra) la energía de potencia almacenada al motor 11 cuando el motor 11 requiere una gran cantidad de potencia durante la aceleración, el funcionamiento de la prensa o acciones similares. La capacidad del convertidor de suministro de potencia 31 y de la fuente de suministro de potencia de corriente alterna 20 puede ser reducida, al tiempo que se mejora la eficiencia del sistema al cargar y descargar potencia utilizando el dispositivo de almacenamiento de energía 26.

50 La sección 60 de control de la operación de ajuste de tensión que se muestra en la Figura 1 incluye una sección de cálculo 61, una sección de memoria 62, una sección de funcionamiento (no mostrada), una sección de presentación visual (no mostrada), una interfaz (no mostrada) y elementos similares, y tiene una función de ajuste de tensión, una función de cambio en el ajuste de la tensión, y una función de control de funcionamiento.

55 La función de ajuste de tensión se refiere al almacenamiento de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ , ajustada utilizando la sección 65 de ajuste de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, y de la tensión de operación regenerativa,  $V_r$ , ajustada utilizando la sección 66 de ajuste de la tensión de operación regenerativa, situada en una zona de almacenamiento de la sección de memoria 62. La sección 60 de control de operación de ajuste de tensión puede ajustar y almacenar una pluralidad de tensiones de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ , y una pluralidad de tensiones de operación regenerativa,  $V_r$ .  
 60

65 La sección 60 de control de operación de ajuste de tensión extrae la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ , y la tensión de operación regenerativa,  $V_r$ , en correspondencia con la señal de instrucción de funcionamiento  $S_{sr}$  (incluyendo una señal que especifica la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ , y una señal que especifica la tensión de operación regenerativa,  $V_r$ ), suministrada como entrada desde la sección 70 de control de accionamiento de prensa, a partir de una pluralidad de tensiones de funcionamiento de marcha con



5 potencia,  $V_m$ , y de una pluralidad de tensiones de operación regenerativa,  $V_r$ , almacenadas en la sección de memoria 62, y almacena la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ , extraída y la tensión de operación regenerativa,  $V_r$ , extraída en una zona de trabajo de la sección de memoria 62. La función de cambio en el ajuste de la tensión se describirá más adelante con referencia a las secciones 71, 72, 61 y 62 de control de los cambios en el ajuste de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, y a las secciones 71, 72, 61 y 62 de control del cambio en el ajuste de la tensión de operación regenerativa.

10 La función de control de funcionamiento se refiere a la generación de la señal de control de funcionamiento  $S_{cc}$  (incluyendo una señal de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $S_{cms}$ , una señal de control de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $S_{cmr}$ , una señal de control de inicio de operación regenerativa,  $S_{crs}$ , y una señal de control de detención de operación regenerativa,  $S_{crr}$ ), en correspondencia con la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ , y/o con la tensión de operación regenerativa,  $V_r$ , especificada por la señal de instrucción de funcionamiento  $S_{sr}$ , así como al suministro como salida de la señal de control de funcionamiento  $S_{cc}$  a la sección de control de tensión 35.

15 Las secciones 61 y 62 de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia y las secciones 61 y 62 de control de detención de funcionamiento de marcha con potencia (es decir, las características de esta realización) se describen más adelante. Las secciones 71, 72, 61 y 62 de control del cambio en el ajuste de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia se describen también más adelante.

20 Las secciones 61 y 62 de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia hacen que el convertidor de suministro de potencia 31 comience el funcionamiento de marcha con potencia cuando la tensión de corriente continua  $V_d$  del convertidor de suministro de potencia 31 es igual o menor que la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ , ajustada utilizando la sección 65 de ajuste de tensión de funcionamiento de marcha con potencia. En esta realización, las secciones 61 y 62 de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia incluyen la sección de memoria 62, que se proporciona dentro de la sección 60 de control de operación de ajuste de tensión y almacena un programa de control de salida de generación de señal de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia, y la sección de cálculo 61, que se proporciona en la sección 60 de control de operación de ajuste de tensión y ejecuta el programa de control de salida de generación de señal de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia, cuando la tensión de corriente continua  $V_d$  del convertidor de suministro de potencia 31 es igual o menor que la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ , a fin de generar y suministrar como salida la señal de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $S_{cms}$  (parte de la señal de control de funcionamiento  $S_{cc}$ ). Las secciones 61 y 62 de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia son activadas en una etapa ST14 que se muestra en la Figura 4.

35 Las secciones 61 y 62 de determinación de tensión de funcionamiento determinan (ST11) si la tensión de corriente continua  $V_d$  que ha sido detectada (ST10) es igual o menor que la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ . Es de destacar que las secciones 61 y 62 de determinación de tensión de funcionamiento pueden determinar si la tensión de corriente continua  $V_d$  es igual o menor que la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ , al tiempo que se proporciona una histéresis pequeña. Esto también se aplica a la determinación de la tensión de operación regenerativa  $V_r$ .

45 Las secciones 61 y 62 de control de detención de funcionamiento de marcha con potencia hacen que el convertidor de suministro de potencia 31 detenga el funcionamiento de marcha con potencia una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha superado la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ . Las secciones 61 y 62 de control de detención de funcionamiento de marcha con potencia incluyen la sección de memoria 62, que se ha proporcionado en la sección 60 de control de operación de ajuste de tensión, y almacena un programa de control de salida de generación de señal de control de detención de funcionamiento de marcha con potencia, y la sección de cálculo 61 que se ha proporcionado en la sección 60 de control de operación de ajuste de tensión, y ejecuta el programa de control de salida de generación de señal de control de detención de funcionamiento de marcha con potencia una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  detectada ha superado la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ , a fin de generar y suministrar como salida la señal de control de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $S_{cmr}$  (parte de la señal de control de funcionamiento  $S_{cc}$ ). Las secciones 61 y 62 de control de detención de funcionamiento de marcha con potencia son activadas en la etapa ST13 que se muestra en la Figura 4. Las secciones 61 y 62 de determinación de la tensión de funcionamiento determinan (ST11) si la tensión de corriente continua  $V_d$  ha superado o no la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ .

60 Las secciones 71, 72, 61 y 62 de control del cambio en el ajuste de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia cambian la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ , dependiendo del funcionamiento del motor (esto es, de la configuración de prensado del procedimiento de prensado), e incluyen la sección de memoria 72, que se ha proporcionado dentro de la sección 70 de control de accionamiento de prensa y almacena un programa de control de salida de generación de señal de instrucción de cambio de tensión de funcionamiento de marcha con potencia, la sección de cálculo 71, que ejecuta el programa de control de salida de generación de señal de instrucción de cambio de tensión de funcionamiento de marcha con potencia, y genera / suministra como salida una señal de instrucción de cambio en el ajuste de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $S_{vm}$ .

(parte de la señal de instrucción de cambio en el ajuste de la tensión, Svg), la sección de memoria 62, que almacena un programa de control de cambio en el ajuste de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, y la sección de cálculo 61, que lleva a cabo el programa de control de cambio en el ajuste de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, y modifica la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, Vm, hasta un valor en correspondencia con la señal de instrucción de cambio en el ajuste de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, Svgm.

Específicamente, la tensión de funcionamiento de marcha con potencia (por ejemplo, Vmh) almacenada en la zona de trabajo de la sección de memoria 62, se modifica mediante la selección de una nueva tensión de funcionamiento de marcha con potencia (por ejemplo, Vml) en correspondencia con el procedimiento de prensado (configuración de prensado) seleccionado, a partir de una pluralidad de tensiones de funcionamiento de marcha con potencia, Vm, almacenadas en la zona de almacenamiento de la sección de memoria 62, y reinscribiendo la tensión de funcionamiento de marcha con potencia (Vmh) en la zona de trabajo con la nueva tensión de funcionamiento de marcha con potencia (Vml). Cuando se cambia la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, Vm, la regulación de la secuencia temporal de cambio se reinscribe también con una nueva regulación de secuencia temporal de cambio, especificada por la señal de instrucción de cambio en el ajuste de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, Svgm. En el Ejemplo 1 que se muestra en la Figura 5, la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, Vm, no es modificada.

En esta realización, la sección 60 de control de la operación de ajuste de tensión se proporciona independientemente de la sección 70 de control de accionamiento de prensa, teniendo en cuenta la eficiencia de tratamiento de señal (Dec, Vd, Scc), la consistencia con el convertidor de suministro de potencia 31 y otros elementos similares. Es de apreciar que la sección 60 de control de la operación de ajuste de tensión puede estar integrada en la sección 70 de control de accionamiento de prensa. La mayoría de los procedimientos de las secciones 61 y 62 de control de inicio de operación regenerativa, de las secciones 61 y 62 de control de detención de operación regenerativa, de las secciones 71, 72, 61 y 62 de control del cambio en el ajuste de la tensión de la operación regenerativa, y otros similares, son implementados por recursos de programación o software. Es de destacar que una parte o la totalidad de los procedimientos pueden ser implementados por una lógica de hardware. Esto también se aplica a la siguiente descripción.

Las secciones 61 y 62 de control de inicio de operación regenerativa y las secciones 61 y 62 de control de detención de operación regenerativa (esto es, las características de esta realización) se describen más adelante. Las secciones 71, 72, 61 y 62 de control del cambio en el ajuste de la tensión de la operación regenerativa también se describen más adelante.

Las secciones 61 y 62 de control de inicio de operación regenerativa hacen que el convertidor de suministro de potencia 31 inicie la operación regenerativa cuando la tensión de corriente continua Vd del convertidor de suministro de potencia 31 es igual o mayor que la tensión de operación regenerativa Vr, ajustada utilizando la sección 66 de ajuste de tensión de operación regenerativa. En esta realización, las secciones 61 y 62 de control de inicio de la operación regenerativa incluyen la sección de memoria 62, que se ha proporcionado en la sección 60 de control de la operación de ajuste de tensión, y almacena un programa de control de salida de generación de señal de control de inicio de operación regenerativa, y la sección de cálculo 61, que ejecuta el programa de control de salida de generación de señal de control de inicio de operación regenerativa, cuando la tensión de corriente continua Vd del convertidor de suministro de potencia 31 es igual o mayor que la tensión de operación regenerativa Vr ajustada utilizando la sección 66 de ajuste de tensión de la operación regenerativa, a fin de generar y suministrar como salida la señal de control de inicio de operación regenerativa, Scrs (parte de la señal de control de funcionamiento Scc). Las secciones 61 y 62 de control de inicio de la operación regenerativa son activadas en una etapa ST12 ilustrada en la Figura 4. Las secciones 61 y 62 de determinación de tensión de funcionamiento determinan (ST11) si la tensión de corriente continua Vd que se ha detectado (ST10) es igual o mayor que la tensión de operación regenerativa Vr.

Las secciones 61 y 62 de control de detención de la operación regenerativa hacen que el convertidor de suministro de potencia 31 detenga la operación regenerativa cuando la tensión de corriente continua Vd es más pequeña que la tensión de operación regenerativa Vr. Las secciones 61 y 62 de control de detención de la operación regenerativa incluyen la sección de memoria 62, que almacena un programa de control de salida de generación de señal de control de detención de operación regenerativa, y la sección de cálculo 61, que ejecuta el programa de control de salida de generación de señal de control de detención de operación regenerativa, una vez que la tensión de corriente continua Vd detectada ha superado la tensión de operación regenerativa, Vr, a fin de generar y suministrar como salida la señal de control de detención de operación regenerativa, CSR (parte de la señal de control de funcionamiento Scc). Las secciones 61 y 62 de control de detención de operación regenerativa son activadas en la etapa ST13 que se muestra en la Figura 4. Las secciones 61 y 62 de determinación de tensión de funcionamiento determinan (ST11) si la tensión de corriente continua Vd que se ha detectado (ST10) es o no menor que la tensión de operación regenerativa Vr.

Las 71, 72, 61 y 62 de control del cambio en el ajuste de la tensión de operación regenerativa cambian la tensión de

operación regenerativa  $V_r$  dependiendo del funcionamiento del motor (es decir, la configuración de prensado del procedimiento de prensado), e incluyen la sección de memoria 72, que almacena un programa de control de salida de generación de señal de instrucción de cambio de tensión de operación regenerativa, la sección de cálculo 71, que lleva a cabo el programa de control de salida de generación de señal de instrucción de cambio de tensión de operación regenerativa, y genera / suministra como salida una señal de instrucción de cambio de ajuste de tensión de operación regenerativa,  $S_{vgr}$  (parte de la señal de instrucción de cambio de ajuste de tensión,  $S_{vg}$ ), la sección de memoria 62, que almacena un programa de control del cambio en el ajuste de la tensión de operación regenerativa, y la sección de cálculo 61, que lleva a cabo el programa de control del cambio en el ajuste de la tensión de la operación regenerativa, y cambia la tensión de operación regenerativa,  $V_r$ , a un valor correspondiente a la señal de instrucción de cambio en el ajuste de la tensión de la operación regenerativa,  $S_{vgr}$ .

Específicamente, la tensión de operación regenerativa (por ejemplo,  $V_{rl}$ ) almacenada en la zona de trabajo de la sección de memoria 62 es cambiada mediante la selección de una nueva tensión de operación regenerativa (por ejemplo,  $V_{rh}$ ) correspondiente al procedimiento de prensado seleccionado (configuración de prensado), a partir de una pluralidad de tensiones de operación regenerativa  $V_r$  almacenadas en la zona de almacenamiento de la sección de memoria 62, y la reinscripción de la tensión de operación regenerativa ( $V_{rl}$ ) en la zona de trabajo con la nueva tensión de funcionamiento de marcha con potencia ( $V_{rh}$ ). Cuando se cambia la tensión de operación regenerativa  $V_r$ , la regulación de secuencia temporal del cambio se reinscribe también con una nueva regulación de secuencia temporal de cambio especificada por la señal de instrucción de cambio de ajuste de tensión de operación regenerativa,  $S_{vgr}$ . En el Ejemplo 1 que se ha mostrado en la Figura 5, la tensión de operación regenerativa  $V_r$  no se ha cambiado.

De acuerdo con la anterior configuración, la tensión de operación regenerativa,  $V_r$ , y la tensión de operación de marcha con potencia,  $V_m$ , se han ajustado basándose en la tensión de corriente continua  $V_d$  del bus de corriente continua 24 como valor de objetivo o pretendido. Específicamente, la tensión de operación regenerativa,  $V_r$ , y la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ , se han ajustado de tal manera que  $V_r > V_m$ . El convertidor de suministro de potencia 31 lleva a cabo la operación regenerativa que devuelve potencia desde el inversor 41 a la fuente de suministro de potencia de corriente alterna (20) una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha aumentado hasta un valor igual o mayor que la tensión de operación regenerativa,  $V_r$ , y detiene la operación regenerativa una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha caído hasta un valor menor que la tensión de operación regenerativa  $V_r$ . El convertidor de suministro de potencia 31 lleva a cabo el funcionamiento de marcha con potencia que suministra potencia al inversor 41 desde la fuente de suministro de potencia de corriente alterna (20) una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha caído hasta un valor que es igual o menor que la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ , y detiene el funcionamiento de marcha con potencia una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha superado la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ . Si se ha de iniciar o detener el funcionamiento es algo que puede determinarse al tiempo que se proporciona una histéresis pequeña a la tensión.

Un caso en el que la tensión de corriente continua  $V_d$  es más baja que la tensión de operación regenerativa,  $V_r$ , y es más alta que la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$  (tiempo  $t_{31}$ ) se describe en detalle más adelante con referencia a la Figura 3.

El funcionamiento del convertidor de suministro de potencia 31 es detenido en el tiempo  $t_{31}$ . Puesto que la energía de regeneración procedente del motor 11 que lleva a cabo la operación regenerativa es almacenada en el dispositivo de almacenamiento de energía 26, la tensión de corriente continua  $V_d$  se eleva. Una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha llegado hasta un valor igual o mayor que la tensión de operación regenerativa  $V_r$  en un tiempo  $t_{32}$ , la sección 60 de control de la operación de ajuste de tensión, que forma las secciones 61 y 62 de control de inicio de la operación regenerativa, suministra como salida la señal de control de funcionamiento  $S_{cc}$  (señal de control de inicio de operación regenerativa,  $S_{crs}$ ) a la sección de control de tensión 35. El convertidor de suministro de potencia 31 inicia la operación regenerativa basándose en la señal de control de PWM,  $S_{pwm}$ , procedente de la sección de control de corriente 33. Específicamente, el convertidor de suministro de potencia 31 devuelve la potencia regenerativa procedente del motor 11 a la fuente de suministro de potencia de corriente alterna (20).

La potencia regenerativa procedente del motor 11 es casi igual que la potencia regenerativa del convertidor de suministro de potencia 31 desde el tiempo  $t_{32}$  hasta un tiempo  $t_{33}$ , de tal manera que la tensión de corriente continua  $V$  se mantiene con un valor constante. La potencia regenerativa procedente del motor 11 es mayor que la potencia regenerativa del convertidor de suministro de potencia 31 desde el tiempo  $t_{33}$  hasta un tiempo  $t_{34}$ , de tal manera que la tensión de corriente continua  $V_d$  se eleva. La potencia regenerativa procedente del motor 11 es más pequeña que la potencia regenerativa del convertidor de suministro de potencia 31 desde el tiempo  $t_{34}$  hasta un tiempo  $t_{35}$ , de tal modo que la tensión de corriente continua  $V_d$  disminuye.

Puesto que la tensión de corriente continua  $V_d$  es igual o mayor que la tensión de la operación regenerativa,  $V_r$ , desde el tiempo  $t_{32}$  hasta el tiempo  $t_{35}$ , el convertidor de suministro de potencia 31 lleva a cabo la operación regenerativa. Una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha caído hasta un valor más pequeño que la tensión de la operación regenerativa,  $V_r$ , en el tiempo  $t_{35}$ , las secciones 61 y 62 de control de detención de la operación

regenerativa (sección 60 de control de la operación de ajuste de tensión) suministran como salida la señal de control de funcionamiento Scc (señal de control de detención de la operación regenerativa, Scrr) a la sección de control de tensión 35. La sección de control de tensión 35 suministra entonces como salida la señal de detención de funcionamiento, Sstp, al convertidor de suministro de potencia 31, de tal manera que el convertidor de suministro de potencia 31 detiene la operación regenerativa.

Una vez que la tensión de corriente continua Vd ha caído hasta un valor igual o menor que la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, Vm, en un tiempo t36, las secciones 61 y 62 de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia (sección 60 de control de funcionamiento de ajuste con potencia) suministran como salida la señal de control de funcionamiento Scc (señal de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia, Scms) a la sección de control de tensión 35. El convertidor de suministro de potencia 31 inicia el funcionamiento de marcha con potencia basándose en la señal de control de PWM, Spwm, procedente de la sección de control de corriente 33. Específicamente, el convertidor de suministro de potencia 31 suministra la potencia procedente de la fuente de suministro de potencia de corriente alterna (20) al bus de corriente continua 24 situado en el lado del motor 11.

La carga de prensado (es decir, la potencia requerida para el motor) es casi igual a la potencia suministrada desde el convertidor de suministro de potencia 31 desde el tiempo t36 hasta un tiempo t37, de tal manera que la tensión de corriente continua Vd es mantenida en un valor constante. La potencia requerida para el motor es mayor que la potencia suministrada desde el convertidor de suministro de potencia 31 desde el tiempo t37 hasta un tiempo t38, de tal modo que la tensión de corriente continua Vd cae. La potencia requerida para el motor es más pequeña que la potencia suministrada desde el convertidor de suministro de potencia 31 desde el tiempo t38 hasta un tiempo t39, de tal modo que la tensión de corriente continua Vd asciende.

Como se ha descrito anteriormente, el convertidor de suministro de potencia 31 lleva a cabo el funcionamiento de marcha con potencia una vez que la tensión de corriente continua Vd ha caído hasta un valor igual o menor que la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, Vm. Una vez que la tensión de corriente continua Vd ha superado la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, Vm, en el tiempo t39, las secciones 61 y 62 de control de detención del funcionamiento de marcha con potencia (sección 60 de control de la operación de ajuste de tensión) suministran como salida la señal de control de funcionamiento Scc (señal de control de detención de funcionamiento de marcha con potencia, Scmr) a la sección de control de tensión 35. La sección de control de tensión 35 suministra entonces como salida la señal de detención de funcionamiento Sstp al convertidor de suministro de potencia 31, de tal manera que el convertidor de suministro de potencia 31 detiene el funcionamiento de marcha con potencia.

El programa de control de funcionamiento (ST10 a ST14) que se muestra en la Figura 4 es ejecutado por las secciones de control de funcionamiento 61 y 62. Las secciones de control de funcionamiento 61 y 62 incluyen la sección de memoria 62 que almacena el programa de control de funcionamiento, así como la sección de cálculo 61 que ejecuta el programa de control de funcionamiento. Las secciones de control de funcionamiento 61 y 62 son activadas una vez que la señal de instrucción de funcionamiento Ssr ha sido recibida desde la sección 70 de control de accionamiento de prensa.

En la Figura 4, una sección (61, 62) de lectura de tensión de corriente continua lee y detecta la tensión de corriente continua Vd del convertidor de suministro de potencia 31, detectada por el detector de tensión 25 (ST10). Las secciones 61 y 62 de determinación de tensión de funcionamiento determinan el intervalo de la tensión (ST11). Cuando la tensión de corriente continua Vd es igual o mayor que la tensión de operación regenerativa Vr ( $Vd \geq Vr$  en la ST11), las secciones 61 y 62 de control de inicio de la operación regenerativa operan y causan que el convertidor de suministro de potencia 31 lleve a cabo la operación regenerativa de un modo tal, que la tensión de corriente continua Vd alcanza la tensión de operación regenerativa Vr (valor de objetivo) (ST12), y retornan a la etapa ST10.

Una vez que se ha determinado que la tensión de corriente continua Vd es menor que la tensión de operación regenerativa Vr y más alta que la tensión de funcionamiento de marcha con potencia Vm ( $Vr > Vd > Vm$  en la ST11), las secciones 61 y 62 de control de detención de la operación regenerativa operan y hacen que el convertidor de suministro de potencia 31 detenga la operación regenerativa (ST13), y retornan a la etapa ST10.

Una vez que se ha determinado que la tensión de corriente continua Vd es igual o menor que la tensión de funcionamiento de marcha con potencia Vm ( $Vm \geq Vd$  en la ST11), las secciones 61 y 62 de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia operan y hacen que el convertidor de suministro de potencia 31 lleve a cabo el funcionamiento de marcha con potencia de un modo tal, que la tensión de corriente continua Vd llega hasta la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, Vm (valor de objetivo) (ST14), y retornan a la etapa ST10.

Una vez que las secciones 61 y 62 de determinación de tensión de funcionamiento han determinado que la tensión de corriente continua Vd es más pequeña que la tensión de operación regenerativa, Vr, y es más alta que la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, Vm ( $Vr > Vd > Vm$  en la ST11), las secciones 61 y 62 de control de detención de funcionamiento de marcha con potencia operan y hacen que el convertidor de suministro de potencia

31 detenga el funcionamiento de marcha con potencia (ST13), y retornan a la etapa ST10.

Ejemplo 1

5 El Ejemplo 1 ilustra un caso en el que se ha seleccionado la configuración de prensado (esto es, el funcionamiento del motor) indicada por la velocidad de rotación (a) del motor en la Figura 5, y se aplica una elevada carga de prensado (carga del motor) durante una operación de prensado (del tiempo t53 al tiempo t54).

10 En la Figura 5, la referencia (a) indica la velocidad de rotación del motor 11, la referencia (b) indica el par del motor 11, la referencia (c) indica la potencia requerida para el motor, la referencia (d) indica la tensión de corriente continua Vd del bus de corriente continua 24, la tensión de la operación regenerativa, Vr, y la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, Vm, y la referencia (e) indica la entrada de potencia al convertidor de suministro de potencia 31 (línea continua) y la salida de potencia procedente del dispositivo de almacenamiento de energía 26 (línea discontinua).

15 En el Ejemplo 1, a la hora de prensar una pieza de trabajo idéntica utilizando un dado de troquel idéntico con idéntica productividad, mediante el uso de la máquina de servoprensa 10, se aplica repetidamente una carga idéntica. En el ejemplo que se muestra en la Figura 5, se repite un procedimiento de prensado (configuración de prensado) desde un tiempo t51 hasta un tiempo t57. El periodo que va desde el tiempo t51 hasta el tiempo t52 es un periodo de aceleración, y el periodo que va desde el tiempo t52 hasta el tiempo t55 es un periodo de velocidad constante. Se aplica una carga de prensado desde el tiempo t53 hasta el tiempo t54. El periodo que va desde el tiempo t55 hasta el tiempo t56 es un periodo de deceleración, y la velocidad llega a cero en el tiempo t56. El periodo que va desde el tiempo t56 hasta el tiempo t57 es un periodo de parada en espera.

20 Como par del motor 11, se requiere un par de aceleración desde el tiempo t51 hasta el tiempo t52, se requiere un par de carga desde el tiempo t53 hasta el tiempo t54, y se requiere un par de deceleración desde el tiempo t55 hasta el tiempo t56 (véase la referencia (b) de la Figura 5). Puesto que la potencia suministrada como entrada al motor viene dada por el producto de la velocidad de rotación y el par (velocidad de rotación x par), se requiere la potencia indicada por la referencia (c). La potencia de entrada al motor indicada por la referencia (c) es suministrada por la "potencia suministrada como entrada al convertidor de potencia 31 (línea continua) + potencia suministrada como salida desde el dispositivo de almacenamiento de energía 26 (línea discontinua)" (véase la referencia (e)).

25 Puesto que el convertidor de suministro de potencia 31 no está funcionando en el tiempo t51, la potencia suministrada como entrada al motor (véase la referencia (c)) es aportada desde el dispositivo de almacenamiento de energía 26. Por lo tanto, la tensión de corriente continua Vd cae (véase la referencia (d)). Una vez que la tensión de corriente continua Vd ha caído hasta un valor que es igual o menor que la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, Vm, en el tiempo t501, el convertidor de suministro de potencia 31 inicia el funcionamiento de marcha con potencia ("comienza la marcha con potencia"). La tensión de corriente continua Vd es mantenida en el mismo valor hasta que termina la aceleración del motor 11 (tiempo t52). Concretamente, la potencia requerida por el motor 11 no es suministrada desde el dispositivo de almacenamiento de energía 26, sino que se suministra desde el convertidor de suministro de potencia 31.

35 La potencia suministrada como entrada al motor se hace cero una vez que ha finalizado la aceleración, de tal modo que la tensión de corriente continua Vd se incrementa tan solo en una pequeña medida. Específicamente, el convertidor de suministro de potencia 31 detiene el funcionamiento de marcha con potencia en el tiempo t502, inmediatamente después del tiempo t52 ("se detiene la marcha con potencia"). Puesto que la potencia requerida para el motor es cero después del tiempo t502, la tensión de corriente continua Vd se mantiene constante. Cuando se aplica un par de carga en el tiempo t53, la potencia es suministrada al motor 11 desde el bus de corriente continua 24, de tal manera que la tensión de corriente continua Vd cae hasta un valor que es inferior a la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, Vm. El convertidor de suministro de potencia 31 inicia el funcionamiento de marcha con potencia en el tiempo t503, inmediatamente después del tiempo t53 ("comienza la marcha con potencia").

40 En el Ejemplo 1, puesto que la potencia requerida para el motor 11 es más grande que la potencia que se suministra desde el convertidor de suministro de potencia 31, también se suministra potencia desde el dispositivo de almacenamiento de energía 26. En el ejemplo que se muestra en la Figura 5, cada uno del convertidor de suministro de potencia 31 y el dispositivo de almacenamiento de energía 26 suministra el 50% de la potencia requerida para el motor 11. La tensión de corriente continua Vd cae de forma continua hasta que se llega al tiempo t54. Cuando la carga se suprime en el tiempo t54, la potencia procedente del convertidor de suministro de potencia 31 es suministrada únicamente al dispositivo de almacenamiento de energía 26. La tensión de corriente continua Vd se incrementa después del tiempo t54. Una vez que la tensión de corriente continua Vd ha superado la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, Vm, en el tiempo t504, el convertidor de suministro de potencia 31 detiene el funcionamiento de marcha con potencia ("se detiene la marcha con potencia").

45 Cuando la deceleración comienza en el tiempo t55 en el que el convertidor de suministro de potencia 31 no está funcionando, la energía de regeneración procedente del motor 11 es suministrada al dispositivo de almacenamiento

de energía 26. Por lo tanto, la tensión de corriente continua  $V_d$  se incrementa. Una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha ascendido hasta un valor que es igual o más alto que la tensión de operación regenerativa,  $V_r$ , en el tiempo  $t_{505}$ , el convertidor de suministro de potencia 31 inicia la operación regenerativa (“comienza la regeneración”). La tensión de corriente continua  $V_d$  es controlada en un valor constante a partir del tiempo  $t_{505}$ , y la potencia regenerativa procedente del motor 11 es suministrada desde el convertidor de suministro de potencia 31 a la fuente de potencia de corriente alterna (20).

Cuando el motor 11 que ha sido decelerado desde el tiempo  $t_{55}$  se detiene en el tiempo  $t_{56}$ , la tensión de corriente continua  $V_d$  cae tan solo en una pequeña medida. Por lo tanto, el convertidor de suministro de potencia 31 detiene el funcionamiento en el tiempo  $t_{506}$  (“termina la regeneración”). Puesto que la potencia requerida para el motor es cero después del tiempo  $t_{56}$ , la tensión de corriente continua  $V_d$  se mantiene constante.

Como se ha descrito anteriormente, la potencia requerida para el motor 11 es suministrada desde el convertidor de suministro de potencia 31 y el dispositivo de almacenamiento de energía 26. El dispositivo de almacenamiento de energía 26 está implicado positivamente en la transferencia de la potencia requerida para el motor, y basta con hacer funcionar el convertidor de suministro de potencia 31 únicamente cuando la condición de funcionamiento indicada por la tensión de corriente continua  $V_d$  es satisfecha (el área gris indicada de la referencia (e)).

Concretamente, basta con que el convertidor de suministro de potencia 31 inicie y detenga repetidamente el funcionamiento dependiendo del valor de ajuste ( $V_m$  o  $V_r$ ) de la tensión de corriente continua ( $V_d$ ) (es decir, funcione tan solo cuando se requiere la energía (es decir, se satisface la condición)). Por tanto, la cantidad de calor generada desde el convertidor de suministro de potencia 31 (por ejemplo, el elemento de potencia) puede ser reducida de tal modo que es posible reducir el tamaño de una aleta o elemento similar que refrigere el elemento de potencia. Específicamente, la velocidad de cesión o flujo continuo del convertidor de suministro de potencia 31 puede ser incrementada. Es más, puesto que no se produce ninguna pérdida cuando el convertidor de suministro de potencia 31 detiene el funcionamiento, la eficiencia de funcionamiento del convertidor de suministro de potencia 31 se mejora.

Es de apreciar que, en la situación real, tiene lugar una pérdida de funcionamiento en el convertidor de suministro de potencia 31, el inversor 41 y el dispositivo de almacenamiento de energía 26. En consecuencia, se transfiere potencia teniendo en cuenta la pérdida de funcionamiento.

La tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ , puede ser modificada por la función de las secciones 71, 72, 61 y 62 de control del cambio en el ajuste de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, y la tensión de operación regenerativa  $V_r$  puede ser modificada por la función de las secciones 71, 72, 61 y 62 de control del cambio en el ajuste de la tensión de la operación regenerativa, durante el funcionamiento del motor. En este caso, la regulación de secuencia temporal del cambio en el ajuste (regulación de secuencia temporal de conmutación) puede ser determinada a partir de la relación con el funcionamiento del motor (es decir, las características y el modo de funcionamiento de la máquina de servoprensa 10). La potencia requerida para el motor 11 puede ser determinada por adelantado (antes del funcionamiento). El valor de ajuste de tensión y una regulación óptima de la secuencia temporal del cambio de la tensión pueden determinarse por adelantado mediante cálculos o simulaciones basados en la capacidad de conversión del convertidor de suministro de potencia 31 y en la capacidad del dispositivo de almacenamiento de energía 26.

La tensión ( $V_m$  o  $V_r$ ) se ajusta basándose en los resultados, la regulación de secuencia temporal del cambio se determina a partir del ángulo de rotación (o un ángulo correspondiente al ángulo de rotación) del árbol 14 de cigüeñal, y el valor de ajuste de tensión se modifica cuando se llega al ángulo (o una instrucción de ángulo, tiempo, o un valor que corresponde a los mismos) durante el funcionamiento. El valor de ajuste de tensión y la regulación de secuencia temporal del cambio pueden ser comprobados y corregidos durante un prensado de prueba.

En esta realización, el valor de ajuste de tensión y la regulación de secuencia temporal del cambio pueden ser determinados automáticamente por las secciones 81, 82 y 84 de salida de determinación de especificación. El valor de ajuste de tensión y la regulación de secuencia temporal del cambio determinados pueden ser suministrados como salida a la sección 60 de control de la operación de ajuste de tensión, a medida que la señal de instrucción de cambio en el ajuste de la tensión,  $S_{vg}$  ( $S_{vgm}$  y  $S_{vgr}$ ) es generada por las secciones 71, 72, 61 y 62 de control del cambio en el ajuste de la tensión y por las secciones 71, 72, 61 y 62 de control del cambio en el ajuste de la tensión de la operación regenerativa.

La capacidad del dispositivo de almacenamiento de energía 26 puede ser optimizada adicionalmente al ajustar y modificar de esta forma la tensión de operación regenerativa  $V_r$  y la tensión de funcionamiento de marcha con potencia  $V_m$ . Específicamente, la capacidad de almacenamiento del dispositivo de almacenamiento de energía 26 puede ser utilizada de manera eficiente y apropiadamente controlada. Esta es eficaz cuando se utiliza un condensador de gran capacidad (por ejemplo, un condensador electrolítico de gran capacidad o un condensador eléctrico de doble capa) o una combinación de condensadores de gran capacidad como el dispositivo de almacenamiento de energía 26 cuya cantidad de almacenamiento de energía afecta significativamente a la tensión

de corriente continua Vd.

5 Es de destacar que el tiempo de la operación regenerativa de suministro de potencia puede ser trasladado más adelante rebajando la tensión de la operación regenerativa, Vr. Esto resulta eficaz cuando la potencia regenerativa procedente del motor 11 es grande, o la capacidad del dispositivo de almacenamiento de energía 26 es pequeña.

10 De acuerdo con la primera realización, se proporcionan la sección 65 de ajuste de tensión de funcionamiento de marcha con potencia, la sección 61 y 62 de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia y las secciones 61 y 62 de control de detención de funcionamiento de marcha con potencia, y se hace que el convertidor de suministro de potencia 31 inicie el funcionamiento de marcha con potencia cuando la tensión de corriente continua es igual o menor que la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, Vm, y detenga el funcionamiento de marcha con potencia una vez que la tensión de corriente continua Vd ha superado la tensión de funcionamiento de marcha con potencia Vm. Por lo tanto, el tamaño, el peso y las pérdidas del convertidor de suministro de potencia 31 pueden ser reducidos de tal manera que puede conseguirse un incremento de la eficiencia.

20 Por otra parte, la velocidad de cesión o flujo térmico puede ser reducido en comparación con un ejemplo de la técnica relacionada que hace que el convertidor de suministro de potencia 31 esté siempre en funcionamiento. Específicamente, el tamaño de una aleta de refrigeración que refrigera el elemento de potencia del convertidor de suministro de potencia 31, puede ser reducido al tiempo que se reduce una pérdida de conmutación del elemento de potencia y su circuito periférico, por ejemplo.

25 De acuerdo con la primera realización, se han proporcionado la sección 66 de ajuste de tensión de operación regenerativa, las secciones 61 y 62 de control de inicio de la operación regenerativa, y las secciones 61 y 62 de control de detención de la operación regenerativa, y se hace que el convertidor de suministro de potencia 31 inicie la operación regenerativa cuando la tensión de corriente continua Vd es igual o mayor que la tensión de operación regenerativa Vr, y detenga la operación regenerativa cuando la tensión de corriente continua Vd es más pequeña que la tensión de operación regenerativa Vr. Por lo tanto, la capacidad del dispositivo de almacenamiento de energía 26 puede ser utilizada en una medida máxima al tiempo que se optimiza la capacidad de almacenamiento del dispositivo de almacenamiento de energía 26.

35 De acuerdo con la primera realización, el funcionamiento de marcha con potencia y la operación regenerativa del convertidor de suministro de potencia 31 pueden ser iniciados y detenidos mediante la utilización de las secciones de control de funcionamiento de marcha con potencia (la sección 65 de ajuste de tensión de funcionamiento con potencia, la sección de control de detención de funcionamiento de ajuste con potencia, y las secciones 61, 62, 71 y 72 de control del cambio del ajuste de la tensión de funcionamiento con potencia) y las secciones de control de la operación regenerativa (la sección 66 de ajuste de la tensión de la operación regenerativa, las secciones 61 y 62 de control de detención de la operación regenerativa, y las secciones 71, 72, 61 y 62 de control del cambio en el ajuste de la tensión de la operación regenerativa). Por lo tanto, pueden conseguirse al mismo tiempo una reducción del tamaño del convertidor de suministro de potencia 31, un incremento en la eficiencia del convertidor de suministro de potencia 31, y la optimización de la capacidad del dispositivo de almacenamiento de energía 26. Esto hace que sea posible reducir el tamaño y el coste del dispositivo de control 30 de accionamiento de motor.

45 De acuerdo con la primera realización, se proporcionan las secciones 71, 72, 61 y 62 de control del cambio en el ajuste de la tensión de funcionamiento con potencia, y la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia, Vm, y la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia, Vms, pueden ser modificadas dependiendo del funcionamiento del motor (por ejemplo, la configuración de prensado del procedimiento de prensado y la carga del motor). Por lo tanto, el funcionamiento del convertidor de suministro de potencia 31 puede ser controlado de forma fina dependiendo de la potencia requerida para el motor 11. Es más, el tamaño del convertidor de suministro de potencia 31 puede ser reducido adicionalmente al tiempo que se mejora de manera adicional la eficiencia del funcionamiento. Esto también se aplica a las secciones 71, 72, 61 y 62 de control del cambio en el ajuste de la tensión de la operación regenerativa. Por lo tanto, puede optimizarse adicionalmente la capacidad del dispositivo de almacenamiento de energía.

55 Puesto que el dispositivo de almacenamiento de energía 26 está formado por un condensador electrolítico de gran capacidad o un condensador eléctrico de capa doble cuya cantidad de energía almacenada afecta significativamente a la tensión de corriente continua Vd, el dispositivo de almacenamiento de energía 26 puede ser llevado fácilmente a la práctica de tal manera que el rendimiento puede ser adicionalmente mejorado.

60 De acuerdo con la primera realización, se han proporcionado las secciones 81, 82 y 84 de salida de determinación de especificación, y la especificación (tensión de funcionamiento marcha con potencia, Vm, tensión de operación regenerativa, Vr, e información acerca de la regulación de secuencia temporal del cambio en el ajuste de la tensión) puede ser automáticamente determinada mediante cálculos (o simulación, o procedimiento similar) basándose en la capacidad de conversión del convertidor de suministro de potencia 31, suministrada como entrada utilizando la sección de funcionamiento 83, la capacidad de almacenamiento del dispositivo de almacenamiento de energía 26, y

65

el ajuste (o selección) de la configuración de prensado, utilizando la sección 85 de selección de ajuste de configuración. Por lo tanto, el operador puede hacer funcionar fácilmente el dispositivo.

5 Puesto que la especificación es presentada visualmente en la sección de presentación visual 84, es posible determinar cuantitativamente la especificación. Ello permite la posibilidad de ajustar de forma rápida y precisa la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ , y la tensión de operación regenerativa,  $V_r$ . Es más, la factibilidad puede ser mejorada adicionalmente (puede ponerse en práctica un funcionamiento sin intervención humana) empleando una configuración en la que la especificación es ajustada automáticamente.

10 Segunda realización

Las Figuras 6 y 8 muestran una segunda realización de la invención. La configuración y la función básicas de esta realización son las mismas que las de la primera realización (Figura 1, la mayor parte de la Figura 2, parte de la Figura 3, y la Figura 4). En esta realización, sin embargo, la tensión de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_m$ , se divide en una tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , y una tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , y la tensión de operación regenerativa,  $V_r$ , se divide en una tensión de inicio de operación regenerativa,  $V_{rs}$ , y una tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ , de tal manera que es posible implementar un control de accionamiento fino.

20 En la Figura 8, la sección 60 de control de operación de ajuste de tensión incluye una sección de cálculo 61, una sección de memoria 61, una sección de funcionamiento (no mostrada), una sección de presentación visual (no mostrada), una interfaz (no mostrada) y elementos similares, de la misma manera que en la primera realización (Figura 1), y tiene una función de ajuste de tensión y una función de control de funcionamiento.

25 La sección 65 de ajuste de tensión de funcionamiento de marcha con potencia incluye una sección 65S de ajuste de tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia y una sección 65R de ajuste de tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia, y la sección 66 de ajuste de tensión de operación regenerativa incluye una sección 66S de ajuste de tensión de inicio de operación regenerativa y una sección 66R de ajuste de tensión de detención de operación regenerativa.

30 La función de ajuste de tensión se lleva a la práctica ajustando la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , mostrada en la Figura 6, utilizando la sección 65S de ajuste de tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia, y ajustando la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , mediante el uso de la sección 65R de ajuste de tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia. La función de ajuste de tensión se implementa también mediante el ajuste de la tensión de funcionamiento de operación regenerativa,  $V_{rs}$ , utilizando la sección 66S de ajuste de tensión de inicio de operación regenerativa, y mediante el ajuste de la tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ , utilizando la sección 66R de ajuste de tensión de detención de operación regenerativa. Los valores ajustados son almacenados en la zona de almacenamiento de la sección de memoria 62. Es posible ajustar una pluralidad de valores  $V_{rs}$ ,  $V_{rr}$ ,  $V_{mr}$  y  $V_{ms}$ . Es de apreciar que los valores  $V_{rs}$ ,  $V_{rr}$ ,  $V_{mr}$  y  $V_{ms}$  son ajustados de tal manera que se satisface la relación " $V_{rs} > V_{rr} > V_{mr} > V_{ms}$ " (véanse las Figuras 6 y 7).

45 La sección 60 de control de operación de ajuste de tensión extrae las tensiones ( $V_{ms}$ ,  $V_{mr}$ ,  $V_{rs}$  y  $V_{rr}$ ) en correspondencia con la señal de instrucción de funcionamiento  $S_{sr}$  (incluyendo las señales que especifican, respectivamente, la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , la tensión de inicio de la operación regenerativa,  $V_{rs}$ , y la tensión de detención de la operación regenerativa,  $V_{rr}$ ) suministrada como entrada desde la sección 70 de control de accionamiento de prensa, a partir de una pluralidad de tensiones de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , tensiones de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , tensiones de inicio de operación regenerativa,  $V_{rs}$ , y tensiones de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ , almacenadas en la zona de almacenamiento de la sección de memoria 62, y almacena las tensiones extraídas en la zona de trabajo de la sección de memoria 62.

55 Las secciones 61 y 62 de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia se han configurado de la misma manera que en la primera realización, pero difieren en su función, en cierta medida. En esta realización, las secciones 61 y 62 de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia hacen que el convertidor de suministro de potencia 31 inicie el funcionamiento de marcha con potencia una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  del convertidor de suministro de potencia 31 ha alcanzado la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , que ha sido ajustada utilizando la sección 65 de ajuste de tensión de funcionamiento de marcha con potencia. Las secciones 61 y 62 de determinación de tensión de funcionamiento determinan (de la misma manera que en la etapa ST11 que se ha mostrado en la Figura 4) si la tensión de corriente continua  $V_d$  detectada ha llegado o no a la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ .

60 Las secciones 61 y 62 de control de detención de funcionamiento de marcha con potencia hacen que el convertidor 31 de suministro de potencia detenga el funcionamiento de marcha con potencia una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha alcanzado la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ . Las secciones



61 y 62 de determinación de la tensión de funcionamiento determinan (de la misma manera que en la etapa ST11 mostrada en la Figura 4) si la tensión de corriente continua  $V_d$  ha llegado o no a la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ .

5 Es de apreciar que las secciones 61 y 62 de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia hacen que el convertidor de suministro de potencia 31 lleve a cabo de forma continua el funcionamiento de marcha con potencia hasta que la tensión de corriente continua  $V_d$  llegue hasta la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ . Las secciones 61 y 62 de control de detención de funcionamiento de marcha con potencia hacen que el convertidor de suministro de potencia 31 suspenda de forma continua el funcionamiento de  
10 marcha con potencia hasta que la tensión de corriente continua  $V_d$  alcance la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ .

15 Las secciones 71, 72, 61 y 62 de control del cambio en el ajuste de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia cambian al menos una de entre la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , y la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , dependiendo del funcionamiento del motor 11 (esto es, la configuración de prensado del procedimiento de prensado). Las secciones 71, 72, 61 y 62 de control del cambio en el ajuste de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia se han configurado de la misma manera que en la primera realización.

20 Las secciones 61 y 62 de control del inicio de la operación regenerativa se han configurado de la misma manera que en la primera realización, pero difieren en su función, en cierta medida. En esta realización, las secciones 61 y 62 de control del inicio de la operación regenerativa hacen que el convertidor de suministro de potencia 31 inicie la operación regenerativa una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  del convertidor de suministro de potencia 31 ha llegado a la tensión de inicio de operación regenerativa,  $V_{rs}$ , que se ha ajustado utilizando la sección 66 de ajuste  
25 de tensión de operación regenerativa. Las secciones 61 y 62 de determinación de tensión de funcionamiento determinan (ST11) si la tensión de corriente continua  $V_d$  detectada ha alcanzado o no la tensión de inicio de operación regenerativa,  $V_{rs}$ .

30 Las secciones 61 y 62 de control de detención de operación regenerativa hacen que el convertidor de suministro de potencia 31 detenga el funcionamiento regenerativo una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha llegado a la tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ . Las secciones 61 y 62 de determinación de tensión de funcionamiento (ST11) determinan si la tensión de corriente continua  $V_d$  detectada ha llegado o no a la tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ .

35 Es de destacar que las secciones 61 y 62 de control de inicio de operación regenerativa hacen que el convertidor de suministro de potencia 31 lleve a cabo de forma continua la operación regenerativa hasta que la tensión de corriente continua  $V_d$  llega a la tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ . Las secciones 61 y 62 de control de detención de operación regenerativa hacen que el convertidor de suministro de potencia 31 suspenda de manera continua la operación regenerativa hasta que la tensión de corriente continua  $V_d$  alcance la tensión de inicio de  
40 operación regenerativa,  $V_{rs}$ .

45 Las secciones 71, 72, 61 y 62 de control del cambio en el ajuste de la tensión de la operación regenerativa cambian al menos una de entre la tensión de inicio de operación regenerativa,  $V_{rs}$ , y la tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ , dependiendo del funcionamiento del motor 11 (es decir, la configuración de prensado del procedimiento de prensado). Las secciones 71, 72, 61 y 62 de control del cambio en el ajuste de la tensión de la operación regenerativa se han configurado de la misma manera que en la primera realización.

50 En la Figura 6 (correspondiente a la Figura 3 de la primera realización), las señales que hacen que el convertidor de suministro de potencia funcione incluyen la tensión de inicio de operación regenerativa,  $V_{rs}$ , la tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ , la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , y la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , que difieren de la primera realización (Figura 3). La tensión de inicio de operación regenerativa,  $V_{rs}$ , la tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ , la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , y la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , son ajustadas de tal manera que se satisface la relación " $V_{rs} \geq V_{rr} > V_{mr} \geq V_{ms}$ ".  
55

60 El convertidor de suministro de potencia 31 inicia la operación regenerativa que retorna a la fuente de suministro de potencia de corriente alterna (20) una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  del bus de corriente continua 24 ha llegado a la tensión de inicio de operación regenerativa,  $V_{rs}$ , y detiene la operación regenerativa una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha llegado hasta la tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ . El convertidor de suministro de potencia 31 inicia el funcionamiento de marcha con potencia que recibe potencia desde la fuente de suministro de potencia de corriente alterna (20) una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha alcanzado la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , y detiene el funcionamiento de marcha con potencia una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha llegado a la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ . Puede determinarse si la tensión de corriente continua  $V_d$  ha llegado o no a una tensión dada al tiempo que se proporciona una histéresis pequeña.  
65

En lo que sigue se expone un caso en el que una tensión de corriente continua  $V_d$  es más baja que la tensión de detención de la operación regenerativa,  $V_{rr}$ , en un tiempo  $t_{611}$  (referencia (1) en la Figura 6).

5 En el tiempo  $t_{611}$ , el convertidor de suministro de potencia 31 no está funcionando, y el motor 11 lleva a cabo la operación regenerativa. Puesto que la energía de regeneración procedente del motor 11 se almacena en el dispositivo de almacenamiento de energía 26, la tensión de corriente continua  $V_d$  asciende. Cuando la tensión de corriente continua  $V_d$  ha alcanzado la tensión de inicio de operación regenerativa,  $V_{rs}$ , en un tiempo  $t_{612}$ , la sección 60 de control de la operación de ajuste de tensión, que forma las secciones 61 y 62 de control de inicio de operación regenerativa, suministra como salida la señal de control de funcionamiento,  $S_{cc}$  (señal de control de inicio de operación regenerativa,  $S_{crs}$ ), a la sección de control de tensión 35.

10 El convertidor de suministro de potencia 31 inicia la operación regenerativa basándose en la señal de control de PWM,  $S_{pwm}$ , procedente de la sección de control de corriente 33. Específicamente, el convertidor de suministro de potencia 31 devuelve la potencia regenerativa desde el motor 11 a la fuente de suministro de potencia de corriente alterna (20). Por lo tanto, la tensión de corriente continua  $V_d$  cae y casi llega hasta la tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ , en un tiempo  $t_{613}$ . La sección de control de tensión 35 controla la sección de control de corriente 33 de tal manera que la tensión ( $V_d$ ) se mantiene.

15 Cuando la tensión de corriente continua  $V_d$  ha caído hasta un valor por debajo de la tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ , en el tiempo  $t_{614}$ , las secciones 61 y 62 de control de detención de operación regenerativa (sección 60 de control de la operación de ajuste de la tensión) suministran como salida la señal de control de funcionamiento,  $S_{cc}$  (señal de control de detención de operación regenerativa,  $CSR$ ), a la sección de control de tensión 35, y la sección de control de tensión 35 suministra como salida la señal de detención de funcionamiento  $S_{stp}$  al convertidor de suministro de potencia 31. El convertidor de suministro de potencia 31 detiene entonces la operación regenerativa. El convertidor de suministro de potencia 31 lleva a cabo la operación regenerativa desde el tiempo  $t_{612}$  hasta el tiempo  $t_{614}$ , y detiene la operación en el periodo restante. Se suministra potencia desde el dispositivo de almacenamiento de energía 26 al motor 11 dependiendo de la potencia requerida para el motor 11.

20 Puesto que el motor 11 lleva a cabo secuencialmente el funcionamiento de marcha con potencia y la operación regenerativa después del tiempo  $t_{614}$ , la tensión de corriente continua  $V_d$  cae y, después, asciende.

25 La tensión de corriente continua  $V_d$  es más baja que la tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ , en el tiempo  $t_{621}$  (véase la referencia (2)), y el motor 11 lleva a cabo la operación regenerativa en un estado en el que el convertidor de suministro de potencia 31 no está funcionando.

30 La tensión de corriente continua  $V_d$  asciende en este estado. Una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha alcanzado la tensión de inicio de operación regenerativa,  $V_{rs}$ , en el tiempo  $t_{622}$ , la sección 60 de control de operación de ajuste de tensión, que forma las secciones 61 y 62 de control de inicio de operación regenerativa, suministra como salida la señal de control de funcionamiento,  $S_{cc}$  (señal de control de inicio de operación regenerativa,  $S_{crs}$ ) a la sección de control de tensión 35. El convertidor de suministro de potencia 31 inicia entonces la operación regenerativa. Específicamente, el convertidor de suministro de potencia 31 devuelve la potencia regenerativa desde el motor 11 a la fuente de suministro de corriente alterna (20). Puesto que la potencia regenerativa procedente del motor 11 es más grande que la potencia regenerativa devuelta a la fuente de suministro de corriente alterna (20) por parte del convertidor de suministro de potencia 31, el dispositivo de almacenamiento de energía 26 absorbe la potencia diferencial, de tal manera que la tensión de corriente continua  $V_d$  asciende continuamente. Sin embargo, puesto que la tensión de corriente continua  $V_d$  es más alta que la tensión de inicio de la operación regenerativa,  $V_{rs}$ , el convertidor de suministro de potencia 31 lleva a cabo la operación regenerativa.

35 En lo que sigue se expone un caso en el que la tensión de corriente continua  $V_d$  es más alta que la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , en un tiempo  $t_{631}$  (véase la referencia (3)). En este caso, el motor 11 lleva a cabo el funcionamiento de marcha con potencia y el convertidor de suministro de potencia 31 no está funcionando. Por lo tanto, puesto que la potencia requerida para el motor 11 se aporta desde el dispositivo de almacenamiento de energía 26, la tensión de corriente continua  $V_d$  cae. Una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha alcanzado la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , en un tiempo  $t_{632}$ , la sección 60 de control de operación de ajuste de tensión, que forma las secciones 61 y 62 de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia, suministra como salida la señal de control de funcionamiento  $S_{cc}$  (señal de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $S_{cms}$ ) a la sección de control de tensión 35. La sección de control de tensión 35 suministra como salida la señal de control de corriente  $S_{ci}$ , que hace que el convertidor de suministro de potencia 31 inicie el funcionamiento de marcha con potencia, a la sección de control de corriente 33. La sección de control de corriente 33 suministra entonces como salida la señal de control de PWM,  $S_{pwm}$ .

40 El convertidor de suministro de potencia 31 inicia entonces el funcionamiento de marcha con potencia y transmite

potencia desde la fuente de suministro de corriente alterna (20) al motor. Por lo tanto, la tensión de corriente continua  $V_d$  crece y casi llega a la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , en un tiempo  $t_{633}$ . La sección de control de tensión 35 controla la sección de control de corriente 33 de un modo tal, que la tensión ( $V_d$ ) se mantiene.

Una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha superado la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , en un tiempo  $t_{634}$ , la sección 60 de control de operación de ajuste de tensión, que forma las secciones 61 y 62 de control de detención de funcionamiento de marcha con potencia, suministra como salida la señal de control de funcionamiento  $S_{cc}$  (señal de control de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $S_{cmr}$ ) a la sección de control de tensión 35, y la sección de control de tensión 35 suministra como salida la señal de detención de funcionamiento  $S_{stp}$  al convertidor de suministro de potencia 31. Después del tiempo  $t_{634}$ , se suministra potencia desde el dispositivo de almacenamiento de energía 26 al motor 11, dependiendo de la potencia requerida para el motor 11. Específicamente, el convertidor de suministro de potencia 31 lleva a cabo el funcionamiento de marcha con potencia desde el tiempo  $t_{632}$  al tiempo  $t_{634}$  y detiene el funcionamiento en el periodo restante.

Puesto que el motor 11 lleva a cabo de forma secuencial la operación regenerativa y el funcionamiento de marcha con potencia después del tiempo  $t_{634}$ , la tensión de corriente continua  $V_d$  asciende y cae a continuación.

En lo que sigue se expone un caso en el que la tensión de corriente continua  $V_d$  es más baja que la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , en un tiempo  $t_{641}$  (véase la referencia (4)). En este caso, cuando se satisface la condición de que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha alcanzado la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , la sección 60 de control de la operación de ajuste de la tensión, que forma las secciones 61 y 62 de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia, suministra como salida la señal de control de funcionamiento  $S_{cc}$  (señal de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $S_{cms}$ ) a la sección de control de tensión 35. La sección de control de tensión 35 suministra como salida la señal de control de corriente  $S_{ci}$ , que hace que el convertidor de suministro de potencia 31 inicie el funcionamiento de marcha con potencia, a la sección de control de corriente 33. La sección de control de corriente 33 suministra entonces como salida la señal de control de PWM,  $S_{pwm}$ . El convertidor de suministro de potencia 31 inicia entonces el funcionamiento de marcha con potencia y transmite potencia desde la fuente de suministro de potencia de corriente alterna (20) al motor.

En este ejemplo, puesto que la potencia consumida por el motor 11 es más grande que la potencia suministrada desde el convertidor de suministro de potencia 31, la potencia diferencial es aportada desde el dispositivo de almacenamiento de energía 26. En consecuencia, la tensión de corriente continua  $V_d$  cae continuamente. La potencia consumida por el motor 11 se reduce en un tiempo  $t_{642}$  (es decir, la potencia suministrada desde el convertidor de suministro de potencia 31 se hace más grande que la potencia consumida por el motor 11), de tal manera que la tensión de corriente continua  $V_d$  crece.

Una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha llegado a la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , en un tiempo  $t_{643}$ , la sección 60 de control de operación de ajuste de tensión, que forma las secciones 61 y 62 de control de detención de funcionamiento de marcha con potencia, suministra como salida la señal de control de funcionamiento  $S_{cc}$  (señal de control de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $S_{cmr}$ ) a la sección de control de tensión 35. La señal de control de tensión 35 suministra entonces como salida la señal de detención de funcionamiento  $S_{stp}$ . El convertidor de suministro de potencia 31 detiene el funcionamiento de marcha con potencia. Después del tiempo  $t_{643}$ , se suministra potencia desde el dispositivo de almacenamiento de energía 26 al motor 11, dependiendo de la potencia requerida para el motor 11. En este ejemplo, el convertidor de suministro de potencia 31 lleva a cabo el funcionamiento de marcha con potencia desde el tiempo  $t_{641}$  hasta el tiempo  $t_{643}$ , y detiene el funcionamiento de marcha con potencia después del tiempo  $t_{643}$ .

Como se ha descrito anteriormente, el convertidor de suministro de potencia 31 inicia la operación regenerativa una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  del bus de corriente continua 24 ha superado la tensión de inicio de operación regenerativa,  $V_{rs}$ , y detiene la operación regenerativa una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha llegado hasta la tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ . El convertidor de suministro de potencia 31 inicia el funcionamiento de marcha con potencia una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha llegado a la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , y detiene el funcionamiento de marcha con potencia una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha llegado hasta la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ . Específicamente, el convertidor de suministro de potencia 31 funciona dentro del área gris mostrada en la Figura 7, y no funciona en el periodo restante.

Específicamente, el convertidor de suministro de potencia 31 repite de manera fina la operación, dependiendo de la tensión de corriente continua  $V_d$ , en comparación con la primera realización (Figura 3) (es decir, el convertidor de suministro de potencia 31 funciona solo dentro de un periodo en que se requiere energía). En consecuencia, la cantidad de calor generado por el elemento de potencia o elemento similar del convertidor de suministro de potencia 31 puede ser reducida en comparación con la primera realización, de tal manera que es posible reducir el tamaño de

una aleta o elemento similar. Es más, puede optimizarse la capacidad del dispositivo de almacenamiento de energía 26.

5 Cuando la potencia regenerativa procedente del motor 11 es pequeña y puede ser absorbida por el dispositivo de almacenamiento de energía 26, es posible ajustar únicamente la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , y la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , sin ajustar la tensión de inicio de operación regenerativa,  $V_{rs}$ , ni la tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ , de la misma manera que en la primera realización. En este caso, el convertidor de suministro de potencia 31 puede tener únicamente una función de conversión de CA/CC.

10 **Ejemplo 2**

El siguiente ejemplo ilustra un caso en el que se selecciona una configuración de prensado (es decir, la configuración de rotación del motor o el funcionamiento del motor) indicada por la velocidad de rotación del motor (a) en la Figura 7, y se aplica una carga de prensado elevada durante una operación de prensado (del tiempo  $t_{73}$  al tiempo  $t_{74}$ ).

15 En la Figura 7, la referencia (a) indica la velocidad de rotación del motor 11, la referencia (b) indica el par del motor 11, la referencia (c) indica la potencia requerida para el motor, la referencia (d) indica la tensión de corriente continua  $V$  del bus de corriente continua 24, la tensión de inicio de operación regenerativa,  $V_{rs}$ , la tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ , la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , y la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , y la referencia (e) indica la entrada de potencia al convertidor de suministro de potencia 31 (línea continua) y la salida de potencia desde el dispositivo de almacenamiento de energía 26 (línea discontinua).

20 El periodo comprendido desde el tiempo  $t_{71}$  hasta el tiempo  $t_{72}$  es un periodo de aceleración, y el periodo que va desde el tiempo  $t_{72}$  hasta el tiempo  $t_{75}$  es un periodo de velocidad constante. Se aplica una carga de prensado (motor) desde el tiempo  $t_{73}$  hasta el tiempo  $t_{74}$ . El periodo que va desde el tiempo  $t_{75}$  hasta el tiempo  $t_{76}$  es un periodo de deceleración, y la velocidad de rotación se hace cero en el tiempo  $t_{76}$ . El periodo comprendido desde el tiempo  $t_{76}$  hasta el tiempo  $t_{77}$  es un periodo de parada en espera, y el procedimiento de prensado finaliza en el tiempo  $t_{77}$ .

25 El motor 11 es accionado a la velocidad de rotación indicada por la referencia (a). Como par del motor 11, se requiere un par de aceleración desde el tiempo  $t_{71}$  hasta el tiempo  $t_{72}$ , se requiere un par de carga desde el tiempo  $t_{73}$  hasta el tiempo  $t_{74}$ , y se requiere un par de deceleración desde el tiempo  $t_{75}$  hasta el tiempo  $t_{76}$  (véase la referencia (b) en la Figura 7). Puesto que la potencia suministrada como entrada al motor viene dada por el producto de la velocidad de rotación y el par (velocidad de rotación  $\times$  par), se requiere la potencia indicada por la referencia (c). La potencia suministrada como entrada al motor (es decir, la potencia requerida para el motor) indicada por la referencia (c) es aportada por "la potencia suministrada como entrada al convertidor de suministro de potencia 31 (línea continua) + la potencia suministrada como salida desde el dispositivo de almacenamiento de energía 26 (línea discontinua)" (véase la referencia (e)).

30 Puesto que el convertidor de suministro de potencia 31 no está funcionando en el tiempo  $t_{71}$ , la potencia suministrada como entrada al motor (véase la referencia (c)) es aportada desde el dispositivo de almacenamiento de energía 26. Por lo tanto, la tensión de corriente continua  $V_d$  cae (véase la referencia (c)). Una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha alcanzado la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , en el tiempo  $t_{701}$ , el convertidor de suministro de potencia 31 inicia el funcionamiento de marcha con potencia ("comienza la marcha con potencia"). Por lo tanto, la tensión de corriente continua  $V_d$  asciende. Puesto que la tensión de corriente continua  $V_d$  no ha alcanzado la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , en el tiempo  $t_{72}$  en el que finaliza la aceleración del motor 11, el convertidor de suministro de potencia 31 lleva a cabo de forma continua el funcionamiento de marcha con potencia. Una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha llegado a la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , en el tiempo  $t_{702}$ , el convertidor de suministro de potencia 31 detiene el funcionamiento de marcha con potencia ("se detiene la marcha con potencia"). Puesto que la potencia requerida para el motor 11 es cero, la tensión ( $V_d$ ) se mantiene.

35 Cuando se aplica un par de carga en el instante  $t_{73}$ , en el que el convertidor de suministro de potencia 31 no está funcionando, la potencia requerida para el motor 11 es suministrada desde el dispositivo de almacenamiento de energía 26 (véase la referencia (e)). Por lo tanto, la tensión de corriente continua  $V_d$  cae (véase la referencia (d)). Cuando la tensión de corriente continua  $V_d$  se ha hecho más baja que (ha llegado a) la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , en el tiempo  $t_{703}$ , el convertidor de suministro de potencia 31 inicia el funcionamiento de marcha con potencia ("comienza la marcha con potencia"). En este ejemplo, puesto que la potencia requerida para el motor 11 es mayor que la potencia suministrada desde el convertidor de suministro de potencia 31, se aporta también potencia desde el dispositivo de almacenamiento de energía 26.

40 Por lo tanto, la tensión de corriente continua  $V_d$  cae de forma continua hasta que se llega al tiempo  $t_{74}$  en el que la carga de prensado es retirada. Una vez que la carga de prensado se ha retirado en el tiempo  $t_{74}$ , la potencia

procedente del convertidor de suministro de potencia 31 se suministra al dispositivo de almacenamiento de energía 26, y la tensión de corriente continua  $V_d$  asciende de forma continua hasta que se llega a un tiempo  $t_{704}$ .

Una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha alcanzado la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , en el tiempo  $t_{704}$ , el convertidor de suministro de potencia 31 detiene el funcionamiento de marcha con potencia ("termina la marcha con potencia"). El motor comienza a ser decelerado en el tiempo  $t_{75}$ . En este caso, puesto que el convertidor de suministro de potencia 31 no está funcionando, la energía de regeneración procedente del motor 11 se suministra al dispositivo de almacenamiento de energía 26. Por lo tanto, la tensión de corriente continua  $V_d$  asciende.

Una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha alcanzado la tensión de inicio de operación regenerativa,  $V_{rs}$ , en un tiempo  $t_{705}$ , el convertidor de suministro de potencia 31 inicia la operación regenerativa ("comienza la regeneración"). En consecuencia, la tensión de corriente continua  $V_d$  cae. En este ejemplo, la tensión de corriente continua  $V_d$  llega a la tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ , en un tiempo  $t_{706}$  (tiempo  $t_{76}$ ), de manera que el convertidor de suministro de potencia 31 detiene la operación regenerativa ("termina la regeneración"). Puesto que la potencia requerida para el motor es cero después del tiempo  $t_{76}$ , la tensión de corriente continua se mantiene.

Como se ha descrito anteriormente, la potencia requerida para el motor 11 es suministrada desde el convertidor de suministro de potencia 31 y el dispositivo de almacenamiento de energía 26. El dispositivo de almacenamiento de energía 26 está implicado positivamente en la transferencia de la potencia requerida para el motor. El convertidor de suministro de potencia 31 funciona (transfiere energía) únicamente cuando se satisface la condición de funcionamiento indicada por la tensión de corriente continua  $V_d$ . En el ejemplo mostrado en la Figura 7, el convertidor de suministro de potencia 31 funciona únicamente dentro de la zona gris (véase la referencia (e)).

De acuerdo con esta realización, puesto que pueden realizarse ajustes finos en comparación con la primera realización (Figuras 3 y 5), la capacidad de almacenamiento del dispositivo de almacenamiento de energía 26 puede ser utilizada de manera más eficaz. Específicamente, el dispositivo de almacenamiento de energía 26 puede estar implicado de forma más positiva en la transferencia de la potencia requerida para el motor.

En la Figura 7, la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , la tensión de inicio de operación regenerativa,  $V_{rs}$ , y la tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ , no se modifican cuando el motor está funcionando. Es de apreciar que una, algunas, o todas de entre la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , la tensión de inicio de operación regenerativa,  $V_{rs}$ , y la tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ , pueden ser modificadas. En este caso, el valor de ajuste de la tensión y la regulación de secuencia temporal del cambio de la tensión pueden ser determinadas mediante cálculos o simulaciones de la misma manera que en la primera realización. El valor de ajuste de la tensión y la regulación de secuencia temporal del cambio en la tensión pueden ser comprobados y corregidos durante un prensado de prueba.

De acuerdo con esta realización, el convertidor de suministro de potencia 31 inicia el funcionamiento de marcha con potencia una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha alcanzado la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , y detiene el funcionamiento de marcha con potencia una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha alcanzado la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ . En consecuencia, el tamaño del convertidor de suministro de potencia 31 puede ser reducido en comparación con la primera realización, al tiempo que se mejora adicionalmente la eficiencia.

De acuerdo con esta realización, el convertidor de suministro de potencia 31 inicia la operación regenerativa una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha alcanzado la tensión de inicio de operación regenerativa,  $V_{rs}$ , y detiene la operación regenerativa una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  ha llegado a la tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ . Por lo tanto, el dispositivo de almacenamiento de energía 26 puede ser optimizado adicionalmente en comparación con la primera realización.

De acuerdo con esta realización, el funcionamiento de marcha con potencia y la operación regenerativa del convertidor de suministro de potencia 31 pueden ser iniciados y detenidos mediante el uso de las secciones de control de funcionamiento de marcha con potencia (sección 65 de ajuste de tensión de funcionamiento de marcha con potencia, secciones 61 y 62 de control de inicio de funcionamiento de marcha con potencia, y secciones 61 y 62 de control de detención de funcionamiento de marcha con potencia) y de las secciones de control de operación regenerativa (sección 66 de ajuste de tensión de operación regenerativa, secciones 61 y 62 de control de inicio de operación regenerativa, y secciones 61 y 62 de control de detención de operación regenerativa). Por lo tanto, pueden conseguirse una reducción en el tamaño del convertidor de suministro de potencia 31, un incremento en la eficiencia del convertidor de suministro de potencia 31, y la optimización de la capacidad del dispositivo de almacenamiento de energía 26, en comparación con la primera realización.

De acuerdo con esta realización, se proporcionan las secciones 71, 72, 61 y 62 de control del cambio en el ajuste de

- la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, y la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , y la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{ms}$ , pueden ser modificadas dependiendo del funcionamiento del motor (por ejemplo, de la configuración de prensado del procedimiento de prensado). En consecuencia, el funcionamiento del convertidor de suministro de potencia 31 puede ser controlado de manera fina. Esto también se aplica a las secciones 71, 72, 61 y 62 de control del cambio en el ajuste de la tensión de la operación regenerativa.
- 5
- Tercera realización
- Las Figuras 9 a 11 muestran una tercera realización de la invención. La configuración y la función básicas de esta realización son las mismas que las de la segunda realización (Figuras 1, 2, 7 y 8). En esta realización, sin embargo, se han proporcionado, de manera adicional, una sección 55 de ajuste de referencia de corriente, unas secciones 51 y 52 de determinación de corriente, y unas secciones 51 y 52 de control de detención de funcionamiento obligatoria, y el funcionamiento del convertidor de suministro de potencia 31 puede ser detenido de forma obligatoria cuando se ha determinado que la corriente de carga la detectada es más pequeña que la referencia de corriente  $I_s$ .
- 10
- Específicamente, esta realización se caracteriza por el funcionamiento cuando se ha llegado a la tensión de objetivo ( $V_{rr}$  o  $V_{mr}$ ), cuando el convertidor de suministro de potencia 31 lleva a cabo el funcionamiento de suministro de potencia o la operación regenerativa.
- 15
- Una sección 50 de control de determinación de ajuste de corriente que se muestra en la Figura 9, incluye una sección de cálculo 51, una sección de memoria 52, una sección de funcionamiento (no mostrada), una sección de presentación visual (no mostrada), una interfaz (no mostrada) y otros elementos similares, y forma las secciones 51 y 52 de determinación de corriente, las secciones 51 y 52 de control de detención de funcionamiento obligatoria, y las secciones 51 y 52 de control de continuación de funcionamiento (que se describen más adelante).
- 20
- La sección 55 de ajuste de referencia de corriente está formada por una sección 55 de ajuste de corriente, mostrada en la Figura 9, y ajusta la referencia de corriente  $I_s$  de comparación / determinación en curso. Una o más referencias de corriente  $I_s$  ajustadas por la sección 55 de ajuste de referencia de corriente, son almacenadas en la sección de memoria 52. El valor de la referencia de corriente  $I_s$  que se utiliza cuando el convertidor de suministro de potencia 31 está en funcionamiento, puede ser modificado basándose en una señal de instrucción de cambio de referencia de corriente (incluyendo el valor de la referencia de corriente  $I_s$  que se cambia),  $Sig$ . La señal de instrucción de cambio de referencia de corriente,  $Sig$ , es generada por las secciones 71 y 72 de instrucción de cambio de referencia de corriente correspondientes a la configuración de prensado vigente o en curso (estado operativo del motor).
- 25
- La regulación de secuencia temporal de cambio se determina basándose en una señal de regulación de secuencia temporal de cambio,  $Stmg$ , generada por las secciones 71 y 72 de generación de señal de regulación de secuencia temporal de cambio como resultado de la evaluación de la configuración de prensado vigente o en curso. La señal de regulación de secuencia temporal,  $Stmg$ , es suministrada como entrada a la sección 50 de control de determinación de ajuste de corriente.
- 30
- Las secciones 51 y 52 de cambio de valor de referencia incluidas en la sección 50 de control de determinación de ajuste de corriente, extraen el valor de referencia de corriente  $I_s$  igual al valor ( $I_s$ ) designado por la señal de instrucción de cambio de valor de referencia,  $Sig$ , a partir de una pluralidad de valores de referencia de corriente de ajuste  $I_s$  almacenados en la sección de memoria 52, según una regulación temporal basada en la señal de regulación de secuencia temporal de cambio,  $Stmg$ , y determinan que el valor de referencia de corriente  $I_s$  extraído es la referencia de corriente utilizada para el funcionamiento. Específicamente, es posible cambiar el valor de referencia de corriente  $I_s$  en correspondencia con el estado de funcionamiento del motor (configuración de prensado).
- 35
- Es de apreciar que las secciones 71 y 72 de instrucción de cambio de referencia de corriente y las secciones 71 y 72 de generación de señal de regulación de secuencia temporal de cambio pueden estar integralmente formadas, de tal manera que las señales  $Stmg$  y  $Sig$  son suministradas como salida en combinación.
- 40
- Las secciones 51 y 52 de determinación de corriente funcionan cuando la tensión de corriente continua  $V_d$  detectada por el detector de tensión 25 casi ha llegado al valor de objetivo ( $V_{rr}$  o  $V_{mr}$ ) durante el funcionamiento. Específicamente, las secciones 51 y 52 de determinación de corriente comparan la corriente de carga la del convertidor de suministro de potencia 31 detectada por el detector de corriente 23, con la referencia de corriente  $I_s$  que ha sido establecida o cambiada para determinar si la corriente de carga la detectada es más pequeña o no que la referencia de corriente  $I_s$  (ST24 en la Figura 11).
- 45
- Las secciones 51 y 52 de control de detención de funcionamiento obligatoria detienen de forma obligatoria el funcionamiento del convertidor de suministro de potencia 31 una vez que las secciones 51 y 52 de determinación de corriente han determinado que la corriente de carga la detectada es más pequeña que la corriente de referencia  $I_s$  (ST25). Específicamente, la sección 50 de control de determinación de ajuste de corriente suministra como salida la señal de determinación de corriente  $S_{gj}$  a la sección de control de tensión 35, y la sección de control de tensión 35 suministra como salida la señal de detención de funcionamiento  $S_{stp}$  al convertidor de suministro de potencia 31, de
- 50
- 55
- 60
- 65

tal modo que el convertidor de suministro de potencia 31 detiene el funcionamiento. Nótese que el funcionamiento del convertidor de suministro de potencia 31 es detenido una vez que la tensión de corriente continua Vd ha alcanzado el valor de objetivo (Vrr o Vmr) (ST22). En este caso, el funcionamiento del convertidor de suministro de potencia 31 es detenido utilizando la señal de detención de funcionamiento Sstp.

Las secciones 51 y 52 de control de continuación de funcionamiento funcionan una vez que las secciones 51 y 52 de detención de corriente han determinado que la corriente de carga la detectada es más grande que la referencia de corriente Is (NO en la ST24), de tal manera que el convertidor de suministro de potencia 31 funciona de modo continuo. Específicamente, el procedimiento retorna a la etapa ST21 en la Figura 11.

Es de apreciar que el convertidor de suministro de potencia 31 funciona de forma continua cuando la tensión de corriente continua Vd no ha alcanzado el valor de objetivo (Vrr o Vmr) (ST22). Específicamente, el procedimiento retorna a la etapa ST21.

Las operaciones se describen en lo que sigue con referencia a la Figura 11. Un programa de tratamiento de operación de llegada a objetivo, mostrado en la Figura 11, se ejecuta cuando el convertidor de suministro de potencia 31 está funcionando. Específicamente, se detecta la tensión de corriente continua Vd (ST21), y se determina (ST22) si la tensión de corriente continua Vd ha llegado o no al valor de objetivo (tensión de detención de operación regenerativa, Vrr, o tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia, Vmr). Una vez que la tensión de corriente continua Vd ha llegado suficientemente al valor de objetivo ("alcanzado suficientemente en la ST22), el funcionamiento del convertidor de suministro de potencia 31 es detenido (ST25) (FIN). La expresión "alcanzado suficientemente" se refiere al caso en que la tensión de corriente continua Vd es suficientemente más baja que el valor de objetivo (Vrr) durante la operación regenerativa, o al caso en que la tensión de corriente continua Vd es suficientemente más alta que el valor de objetivo (Vmr) durante el funcionamiento de marcha con potencia.

Una vez que la tensión de corriente continua Vd casi ha alcanzado el valor de objetivo (Vrr o Vmr) ("casi alcanzado" en la ST22), se detecta el valor de corriente alterna Ia (ST23). Cuando el valor de corriente Ia es más pequeño que el valor de referencia de corriente Is (SI en la ST24), la operación regenerativa o el funcionamiento de marcha con potencia del convertidor de suministro de potencia 31 es detenido (ST25) (FIN). Cuando la tensión de corriente continua Vd no ha alcanzado el valor de objetivo (Vrr o Vmr) ("no alcanzado" en la ST22), o el valor de corriente Ia es más grande que el valor de referencia de corriente Is (NO en la ST24), el procedimiento retorna a la etapa ST2.

Concretamente, si se ha de detener o no el funcionamiento del convertidor de suministro de potencia 31 se determina determinando si el valor de corriente alterna Ia es más grande que el valor Is establecido alrededor del tiempo en que la tensión de corriente continua Vd casi ha alcanzado el valor de objetivo (Vrr o Vmr). Cuando el valor de corriente alterna Ia es más pequeño que el valor establecido Is (es decir, la carga del motor es baja), la corriente alterna Ia disminuye. Por lo tanto, el funcionamiento del convertidor de suministro de potencia 31 se detiene. Cuando el valor de corriente alterna Ia es más grande que el valor establecido Is (es decir, la carga del motor es alta), es necesario proseguir con la regeneración de potencia hacia la fuente de suministro de potencia de corriente alterna (20) o con el suministro de potencia desde la fuente de suministro de potencia de corriente alterna (20). Por lo tanto, el convertidor de suministro de potencia 31 funciona de manera continua.

La referencia (1) en la Figura 10 indica el funcionamiento cuando la tensión de corriente continua Vd casi ha llegado a la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia (Vmr) ("casi alcanzado" en la ST22 de la Figura 11), cuando el convertidor de suministro de potencia 31 lleva a cabo el funcionamiento de marcha con potencia. Una vez que la tensión de corriente continua Vd ha alcanzado la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia, Vms en un tiempo t101, el convertidor de suministro de potencia 31 inicia el funcionamiento de marcha con potencia. La tensión de corriente continua Vd casi alcanza la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia, Vmr, en un tiempo t102. En el tiempo t102, el valor de corriente Ia es casi cero, y es más pequeño que el valor establecido Is. Por lo tanto, el funcionamiento de marcha con potencia se detiene obligatoriamente. De acuerdo con ello, la tensión de corriente continua Vd disminuye gradualmente. Una vez que la tensión de corriente continua Vd ha llegado hasta la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia, Vms, en un tiempo t103, el convertidor de suministro de potencia 31 inicia el funcionamiento de marcha con potencia. El funcionamiento subsiguiente es el mismo que se ha descrito anteriormente.

Como se ha indicado por la referencia (2) en la Figura 10, una vez que la tensión de corriente continua Vd ha alcanzado la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia, Vms, en un tiempo t106, el convertidor 31 de suministro de potencia inicia el funcionamiento de marcha con potencia. La tensión de corriente continua Vd casi alcanza la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia, Vmr, en un tiempo t107. En el tiempo t107, puesto que el valor de corriente Ia indicado por una línea continua (área gris) es más grande que el valor establecido Is indicado por una línea discontinua, el convertidor de suministro de potencia 31 lleva a cabo de forma continua el funcionamiento de marcha con potencia y suministra la corriente Ia, de tal manera que se mantiene casi el valor de objetivo Vmr.

Si bien los ejemplos indicados por las referencias (1) y (2) en la Figura 10 utilizan la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia,  $V_{mr}$ , el anterior control puede también llevarse a cabo una vez que la tensión de corriente continua  $V_d$  alcanza la tensión de detención de operación regenerativa,  $V_{rr}$ .

5 Como se ha descrito anteriormente, puesto que si se ha de detener o no el funcionamiento del convertidor de suministro de potencia 31 es algo que se determina basándose en el valor de corriente la cuando la tensión de corriente continua  $V_d$  casi ha alcanzado el valor de objetivo  $V_{mr}$  (o  $V_{rr}$ ), el funcionamiento del convertidor de suministro de potencia 31 es detenido cuando no se necesita energía, y no es detenido cuando se necesita energía. Concretamente, puede seleccionarse de manera fina si se ha de detener o no el funcionamiento del convertidor de suministro de energía 31 dependiendo de si se necesita o no energía. Por lo tanto, la cantidad de calor generada por el elemento de potencia o elemento similar del convertidor de suministro de potencia 31 puede ser reducida adicionalmente. Es más, la desviación de la tensión de corriente continua  $V_d$  con respecto al valor de objetivo  $V_{mr}$  (o  $V_{rr}$ ) puede ser reducida.

10  
15 De acuerdo con esta realización, la sección 55 de ajuste de referencia de corriente, las secciones 51 y 52 de determinación de corriente y las secciones 51 y 52 de control de detención de funcionamiento obligatoria se han proporcionado además de la configuración de acuerdo con la segunda realización, y el funcionamiento del convertidor de suministro de potencia 31 puede ser detenido obligatoriamente una vez que se ha determinado que la corriente de carga la detectada es más pequeña que la referencia de corriente  $I_s$ . Por lo tanto, el convertidor de suministro de potencia 31 puede hacerse funcionar de manera fina o detenerse al tiempo que se consiguen los mismos efectos que los de la segunda realización. Como resultado de ello, el tamaño y el peso del convertidor de suministro de potencia 31 pueden ser adicionalmente reducidos, al tiempo que se mejora adicionalmente la eficiencia.

20  
25 Como el valor de referencia de corriente  $I_s$  puede ser modificado en correspondencia con el estado de funcionamiento del motor (estado de funcionamiento del prensado), es posible reducir adicionalmente el tamaño y el peso del convertidor de suministro de potencia 31 al tiempo que se mejora adicionalmente la eficiencia, de tal manera que la adaptabilidad aumenta.

30 Si bien la anterior realización se ha descrito tomando un ejemplo en que se detecta (ST23) la corriente  $I_a$  de la fuente de suministro de potencia de corriente alterna, es posible detectar la corriente de salida  $I_d$  del convertidor de suministro de potencia 41 en lugar de la corriente  $I_a$  de la fuente de suministro de potencia de corriente alterna. El valor ajustado de corriente (ST24) puede ser apropiadamente modificado en correspondencia con el valor de objetivo de la tensión ( $V_{rr}$  o  $V_{mr}$ ). En este caso, el funcionamiento del convertidor de suministro de potencia 31 puede ser controlado de manera más fina.

35 Pude también aplicarse en la primera realización el programa de tratamiento de la operación de llegada al objetivo (diagrama de flujo) que se muestra en la Figura 11. Si se ha alcanzado o no el valor de objetivo de tensión es algo que puede determinarse (ST22) proporcionando una anchura o amplitud de determinación apropiada al valor de objetivo.

40 Las primera a tercera realizaciones se han descrito tomando un ejemplo en el que el dispositivo de control 30 de accionamiento de motor es utilizado como dispositivo de accionamiento de motor de una máquina de servoprensa. Nótese que el dispositivo de control 30 de accionamiento de motor no está limitado a ello. El dispositivo de control 30 de accionamiento de motor puede ser utilizado como un dispositivo que acciona un motor del que se modifica su velocidad de rotación o su par aplicado y que se utiliza para una máquina de moldeo por inyección, un autómatas o robot, una máquina herramienta, una máquina textil, una máquina de carga, un elevador o ascensor, una máquina de construcción, una máquina de enrollamiento de acero y máquinas similares.

50 La invención resulta muy eficaz para un dispositivo cualquiera que accione máquinas industriales.

Si bien únicamente se han descrito en detalle anteriormente algunas realizaciones de esta invención, los expertos de la técnica apreciarán fácilmente que son posibles muchas modificaciones en las realizaciones sin apartarse materialmente de las novedosas enseñanzas y ventajas de esta invención. De acuerdo con ello, se pretende que todas estas modificaciones estén incluidas en el alcance de la invención.

55 Se afirma explícitamente que es la intención que todas las características divulgadas en la descripción y/o en las reivindicaciones se divulguen separada e independientemente unas de otras para el propósito de la divulgación original, así como para el propósito de limitar la invención reivindicada independientemente de la composición o combinación de las características de las realizaciones y/o las reivindicaciones. Se afirma explícitamente que todos los intervalos de valores o indicaciones de grupos de entidades divulgan todos los posibles valores intermedios o entidades intermedias para el propósito de la divulgación original así como para el propósito de limitar la invención reivindicada, en particular como límites de intervalos de valores.

65



**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Un dispositivo de control de accionamiento de motor, que incluye un convertidor de suministro de potencia (31) que está conectado a una fuente de suministro de potencia de corriente alterna (20), un detector de tensión que detecta una tensión de corriente continua (Vd) del convertidor de suministro de potencia (31), un inversor (41) que está conectado a un motor (11), y un dispositivo de almacenamiento de energía (26) que está conectado a un bus de corriente continua (24) que conecta el convertidor de suministro de potencia (31) y el inversor (41), de tal modo que el dispositivo de control de accionamiento de motor comprende:
- 10 una sección (61, 62) de determinación de tensión de funcionamiento, que determina si la tensión de corriente continua (Vd) del convertidor de suministro de potencia (31) es igual o menor que una tensión de funcionamiento de marcha con potencia (Vm) ajustada por la sección (65) de ajuste de tensión de funcionamiento de marcha con potencia; y
- 15 una sección de control (60) de operación de ajuste de tensión, que hace que el convertidor de suministro de potencia (31) inicie un funcionamiento de marcha con potencia cuando la tensión de corriente continua (Vd) es igual o menor que la tensión de funcionamiento de marcha con potencia (Vm), y hace que el convertidor de suministro de potencia (31) detenga el funcionamiento de marcha con potencia una vez que la tensión de corriente continua (Vd) ha superado la tensión de funcionamiento de marcha con potencia (Vm).
- 20 2.- El dispositivo de control de accionamiento de motor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la sección (61, 62) de determinación de tensión de funcionamiento determina si la tensión de corriente continua (Vd) del convertidor de suministro de potencia (31) es igual o más alta que la tensión de operación regenerativa (Vr) ajustada por la sección (66) de ajuste de tensión de operación regenerativa; y
- 25 en el cual la sección (60) de control de funcionamiento de ajuste de potencia hace que el convertidor de suministro de potencia (3) inicie una operación regenerativa cuando la tensión de corriente continua (Vd) es igual o más alta que la tensión de operación regenerativa (Vr), y hace que el convertidor de suministro de potencia (31) detenga la operación regenerativa cuando la tensión de corriente continua (Vd) es más baja que la tensión de operación regenerativa (Vr).
- 30 3.- El dispositivo de control de accionamiento de motor de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende adicionalmente:
- 35 al menos una de entre una sección (71, 72, 61, 62) de control de cambio en el ajuste de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, que cambia la tensión de funcionamiento de marcha con potencia (Vm) dependiendo del estado de funcionamiento del motor (11), y una sección (71, 72, 61, 62) de control de cambio en el ajuste de la tensión de operación regenerativa, que cambia la tensión de operación regenerativa (Vr) dependiendo del estado de funcionamiento del motor (11).
- 40 4.- El dispositivo de control de accionamiento de motor de acuerdo con la reivindicación 2, en el cual la sección (65) de ajuste de tensión de funcionamiento de marcha con potencia ajusta una tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia y una tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia como la tensión de funcionamiento de marcha con potencia (Vm);
- 45 en el que la sección (66) de ajuste de tensión de operación regenerativa ajusta una tensión de inicio de operación regenerativa y una tensión de detención de operación regenerativa como la tensión de operación regenerativa (Vr); y
- 50 en el cual la sección (60) de control de operación de ajuste de tensión hace que el convertidor de suministro de potencia (31) inicie la operación de marcha con potencia una vez que la tensión de corriente continua (Vd) ha alcanzado la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia, hace que el convertidor de suministro de potencia detenga el funcionamiento de marcha con potencia una vez que la tensión de corriente continua ha alcanzado la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia, hace que el convertidor de suministro de potencia (31) inicie una operación regenerativa una vez que la tensión de corriente continua (Vd) ha alcanzado la tensión de inicio de operación regenerativa, y hace que el convertidor de suministro de potencia (31) detenga la operación regenerativa una vez que la tensión de corriente continua (Vd) ha alcanzado la tensión de detención de operación regenerativa.
- 55 5.- El dispositivo de control de accionamiento de motor de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende adicionalmente:
- 60 una sección (71, 72, 61, 62) de control de cambio en el ajuste de la tensión de funcionamiento de marcha con potencia, que cambia al menos una de entre la tensión de inicio de funcionamiento de marcha con potencia (Vms) y la tensión de detención de funcionamiento de marcha con potencia (Vmr), dependiendo del estado de funcionamiento del motor (11); y
- 65 una sección (71, 72, 61, 62) de control de cambio en el ajuste de la tensión de operación regenerativa, que cambia al menos una de entre la tensión de inicio de operación regenerativa (Vrs) y la tensión de detención de operación regenerativa (Vrr), dependiendo del estado de funcionamiento del motor (11).

- 6.- El dispositivo de control de accionamiento de motor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende adicionalmente:
- 5 una sección (55) de ajuste de referencia de corriente, que ajusta una referencia de corriente;
  - una sección (51, 52) de determinación de corriente, que compara una corriente de carga detectada del convertidor de suministro de potencia (31) con la referencia de corriente ajustada por la sección (55) de ajuste de referencia de corriente, a fin de determinar si la corriente de carga detectada es o no más pequeña que la referencia de corriente; y
  - 10 una sección (51, 52) de control de detención de funcionamiento obligatoria, que detiene de forma obligatoria el funcionamiento del convertidor de suministro de potencia (31) una vez que la sección (51, 52) de determinación de corriente ha determinado que la corriente de carga detectada es más pequeña que la referencia de corriente.
- 7.- El dispositivo de control de accionamiento de motor de acuerdo con la reivindicación 6,
- 15 en el cual el valor de la referencia de corriente puede ser modificado en correspondencia con el estado de funcionamiento del motor (11).
- 8.- El dispositivo de control de accionamiento de motor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que es un dispositivo de control (30) de accionamiento de motor de una máquina de servoprensa que prensa una
- 20 pieza de trabajo en una zona de procesamiento o tratamiento al tiempo que se mueve una plancha arriba y abajo mediante el accionamiento del motor (11),
- en el cual el estado de funcionamiento del motor (11) se determina dependiendo de una configuración de prensado en un procedimiento de prensado de la máquina de servoprensa.
- 9.- El dispositivo de control de accionamiento de motor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que es un dispositivo de control (30) de accionamiento de motor de una máquina de servoprensa que prensa una
- 25 pieza de trabajo en una zona de tratamiento al tiempo que se mueve una plancha arriba y abajo mediante el accionamiento del motor (11).
- 10.- El dispositivo de control de accionamiento de motor de acuerdo con la reivindicación 9,
- 30 en el cual el valor de la referencia de corriente puede ser modificado en correspondencia con el estado de funcionamiento de la máquina de servoprensa.

FIG.1

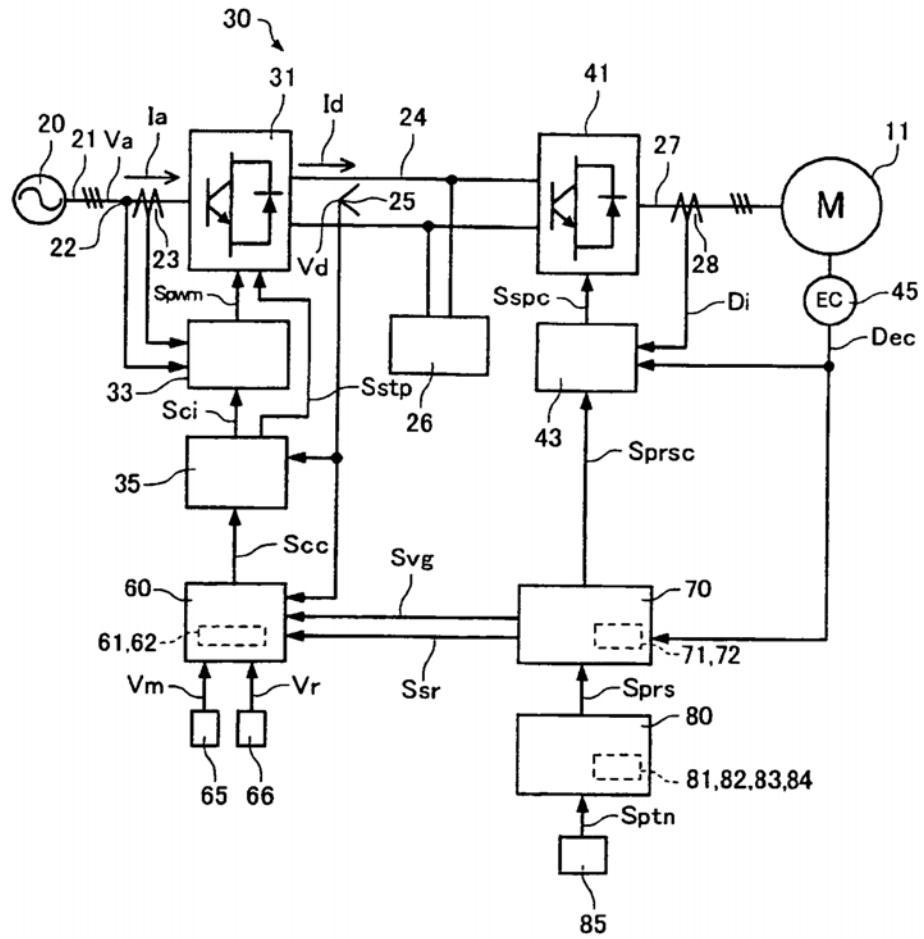


FIG. 2

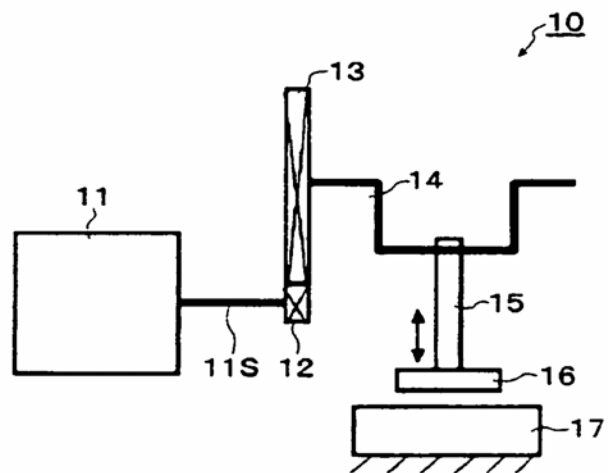


FIG. 3

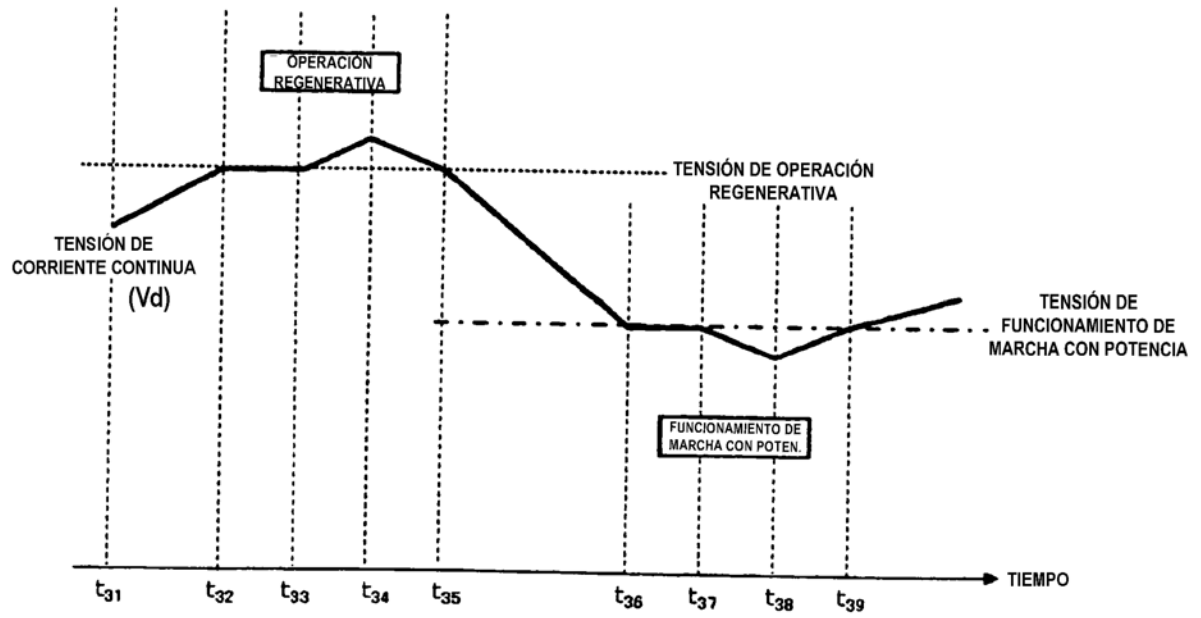


FIG.4

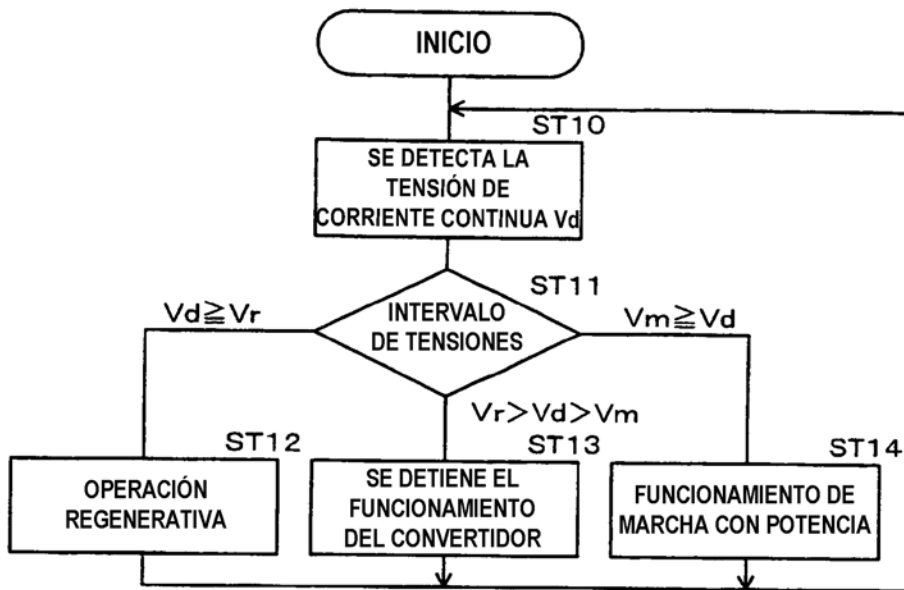


FIG. 5

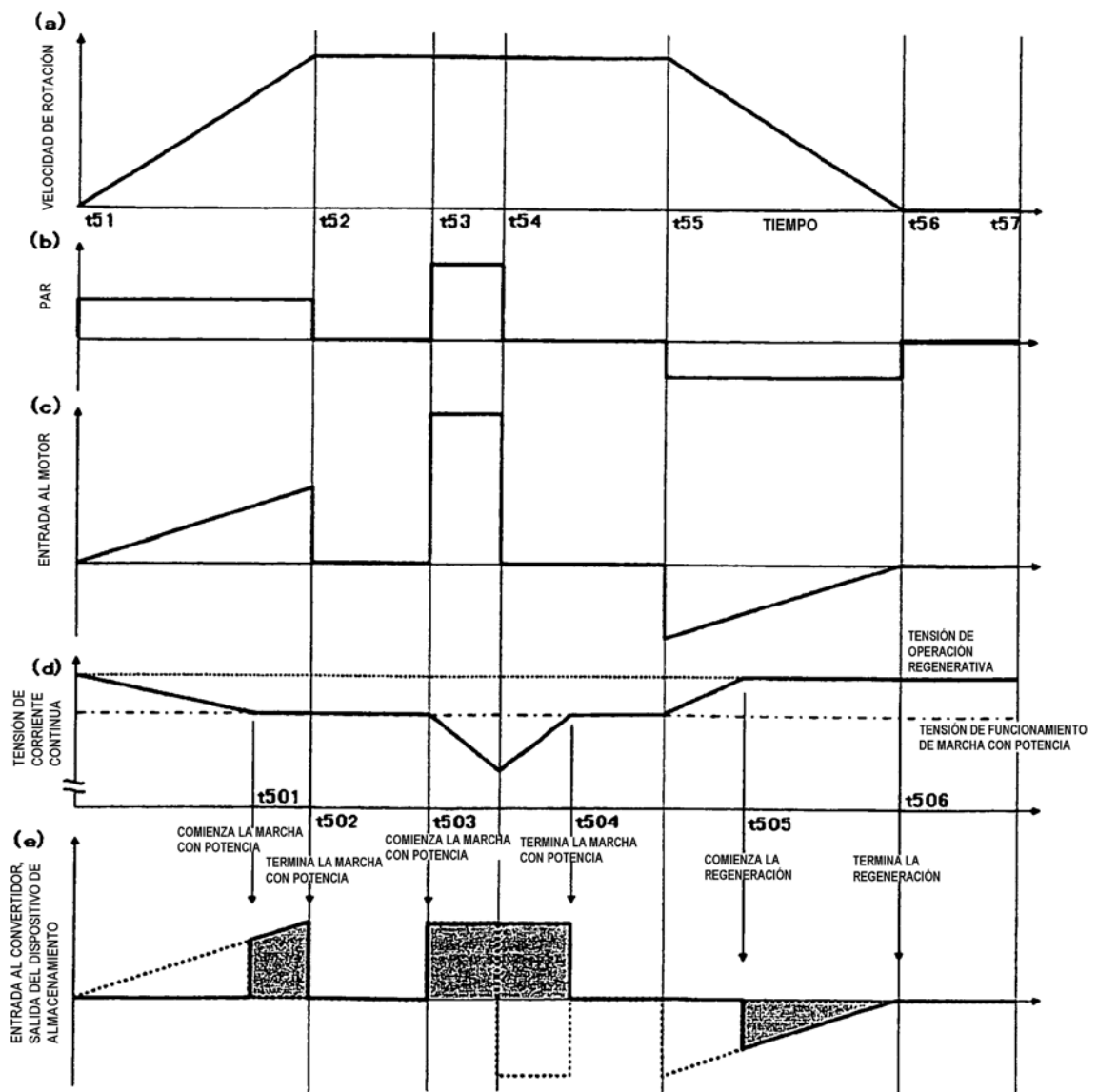


FIG. 6

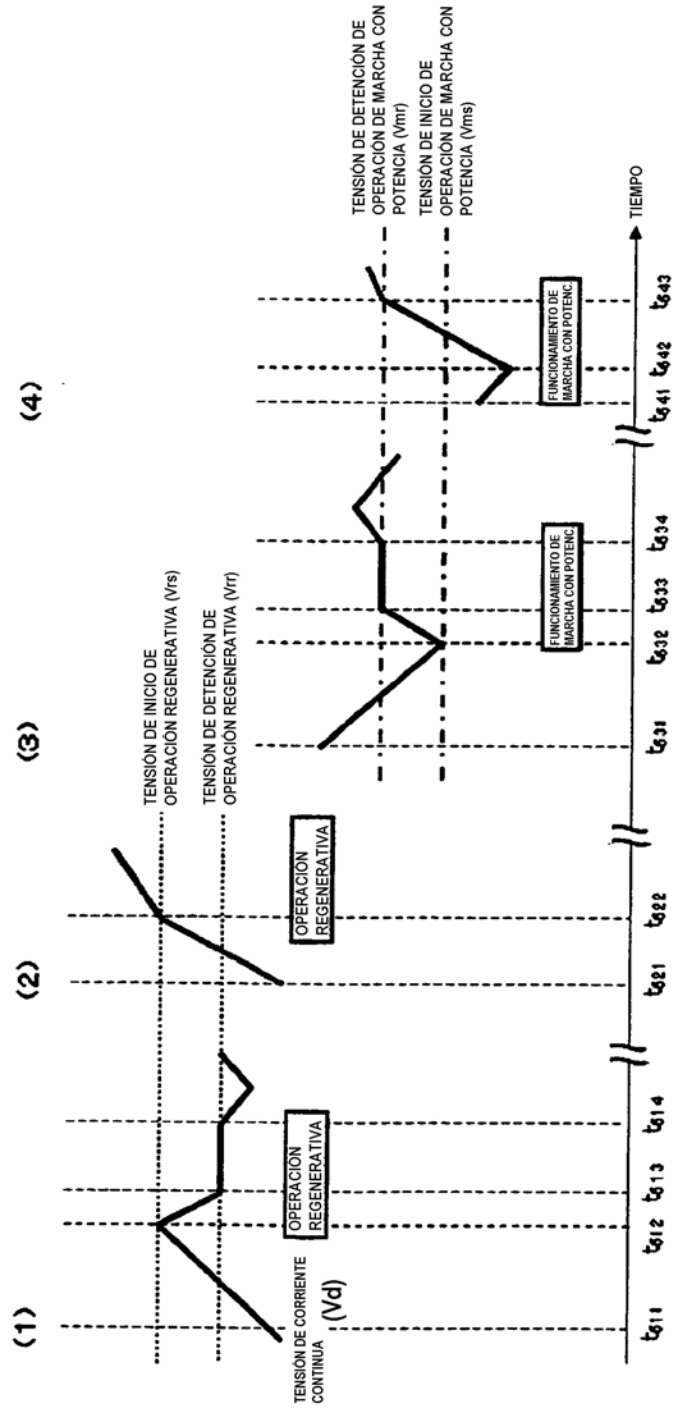




FIG. 7

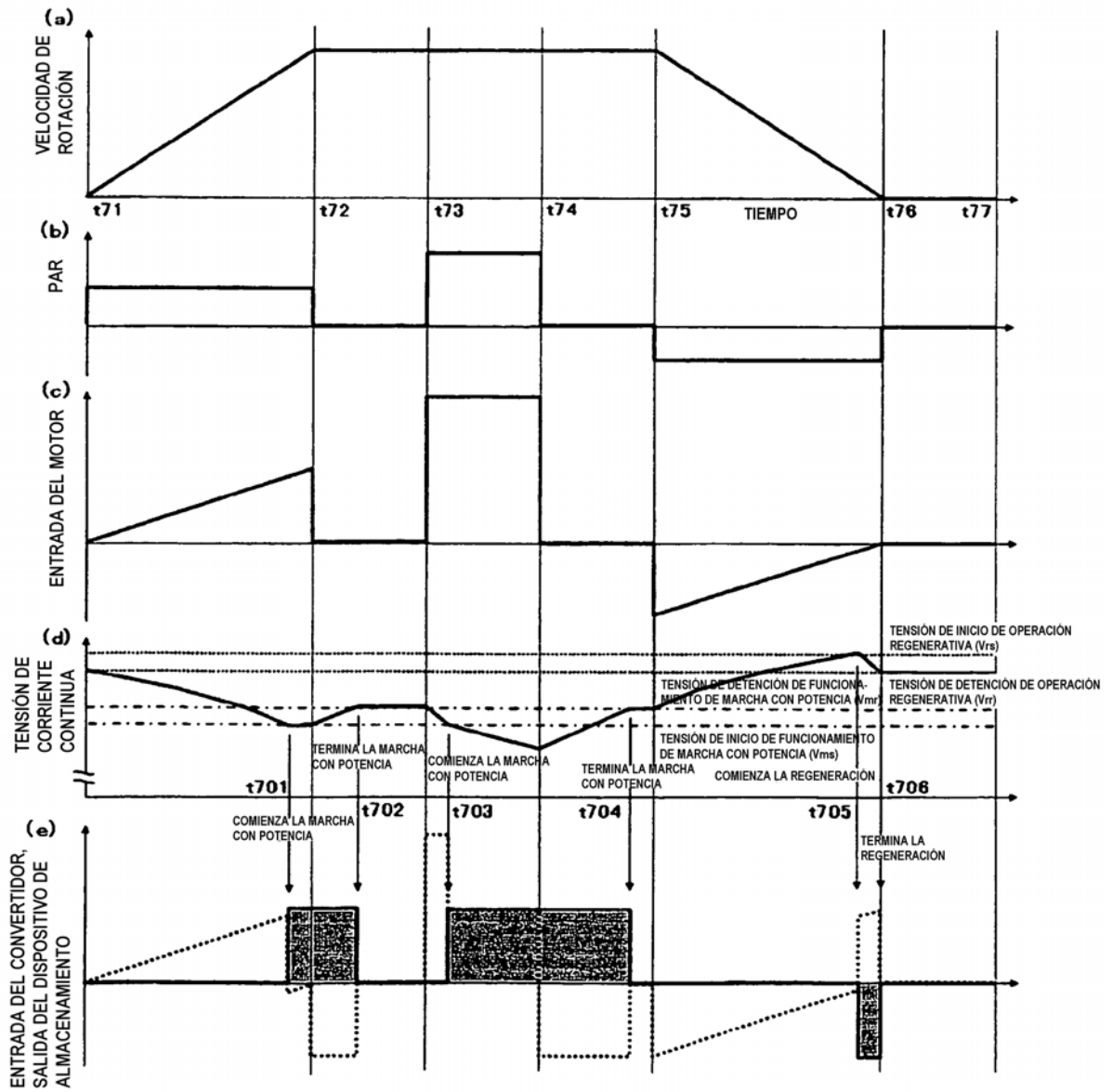


FIG. 8

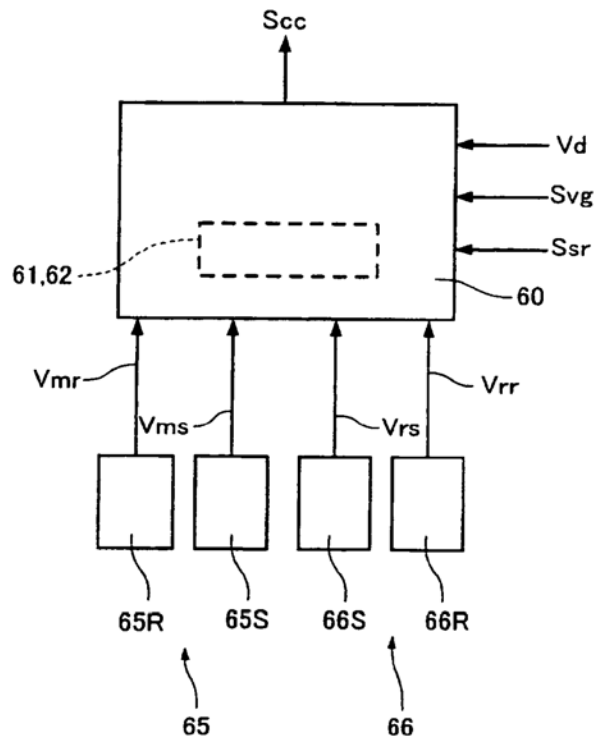


FIG.9

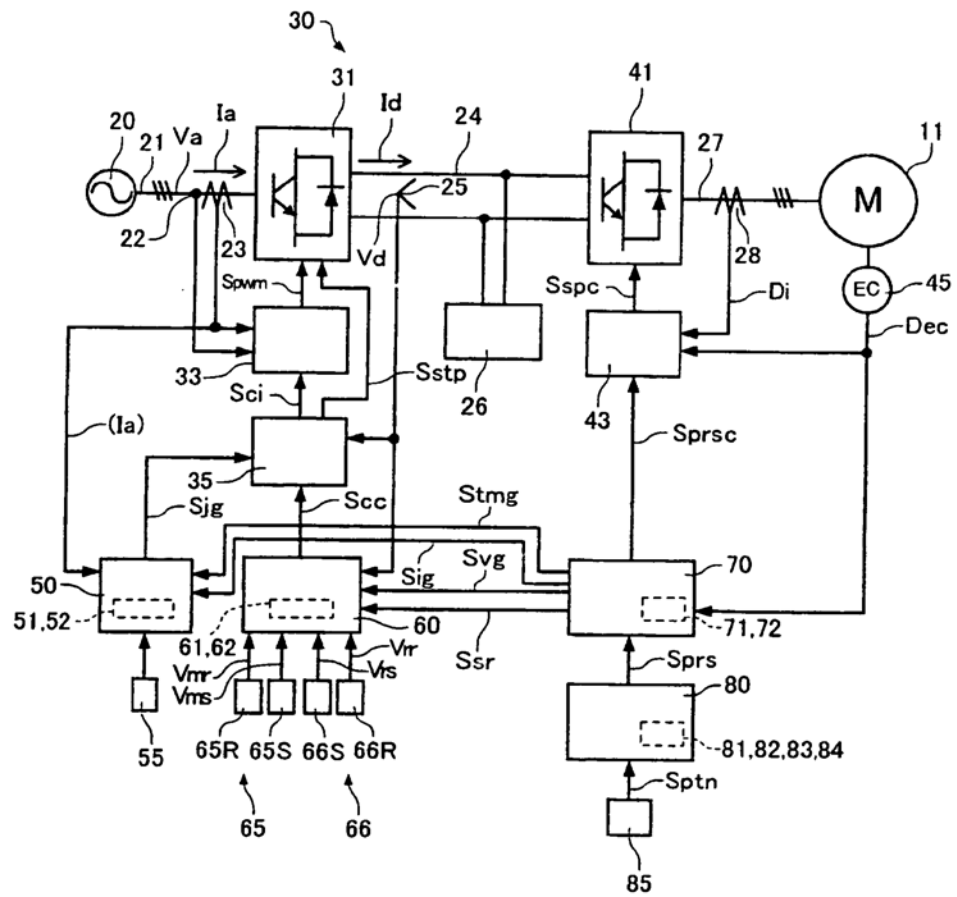


FIG. 10

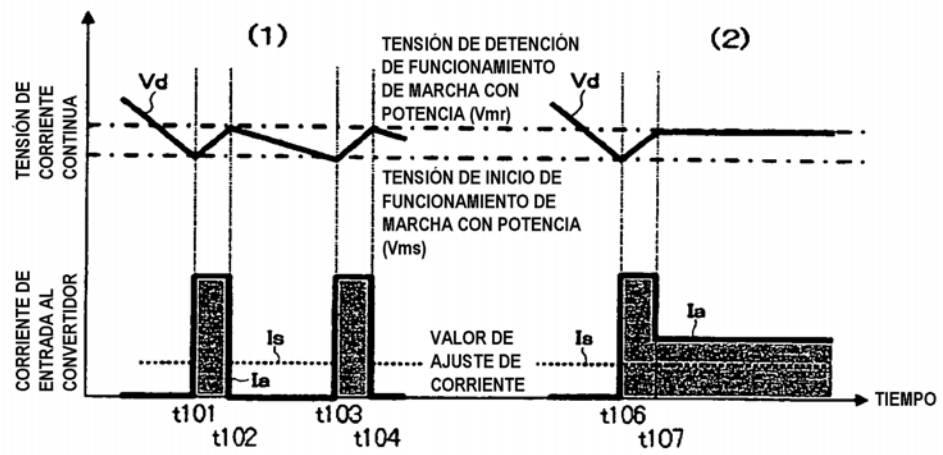


FIG.11

