

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 564 011**

51 Int. Cl.:

B66F 9/24	(2006.01) B66F 9/065	(2006.01)
B66B 1/34	(2006.01) B66F 7/06	(2006.01)
B66C 13/18	(2006.01)	
B66D 1/40	(2006.01)	
H02J 15/00	(2006.01)	
H02J 7/00	(2006.01)	
H02M 3/00	(2006.01)	
B65G 69/24	(2006.01)	
B64F 1/32	(2006.01)	
B66F 7/08	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.10.2010** **E 10858522 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.12.2015** **EP 2630073**

54 Título: **Sistema de gestión de energía**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.03.2016

73 Titular/es:

TLD (CANADA) INC. (100.0%)
800 Rue Cabana
Sherbrooke, Québec J1K 3C3, CA

72 Inventor/es:

FOLEY, MARTIN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 564 011 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

Sistema de gestión de energía

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere en general a cargadores para aeronaves para elevar cargamento y mercancías sobre y fuera de la bodega de carga de una aeronave. Más en particular, la invención concierne a un cargador de cargamento para aeronaves con un sistema de regeneración de energía.

Antecedentes de la invención

10 Los cargadores para aeronaves se usan para el mantenimiento de aeronaves y están diseñados para transferir contenedores, paletas, equipos y otros tipos de mercancías a y desde aeronaves. Por lo general, los cargadores existentes consisten en una plataforma soportada por un conjunto de tijera, el cual, a su vez, está soportado por un bastidor. Unos medios de accionamiento, que consisten en general en unos cilindros hidráulicos, se usan para subir y bajar la plataforma para cargar o descargar mercancías a y desde las aeronaves. Por lo general, un cargador está provisto con unas ruedas delanteras y traseras, y es alimentado por un motor diésel. El motor diésel acciona no solo las ruedas sino también la bomba que se requiere para que los cilindros hidráulicos suban la plataforma. El control del desplazamiento tanto del cargador como de la plataforma se lleva a cabo desde una consola de control, la cual está ubicada en general en un lado de la plataforma.

15 Con el fin de reducir los costes operativos de los cargadores debido a variaciones elevadas en los precios del crudo, y también con el objetivo de mitigar su impacto ambiental, algunos cargadores para aeronaves están usando en la actualidad baterías de CC (corriente continua) y motores eléctricos para sustituir los motores diésel que se han usado tradicionalmente. No obstante, un inconveniente de usar baterías de CC para cargadores es la necesidad de recargar las mismas con frecuencia. El tiempo que se requiere para recargar las baterías de CC no solo disminuye la disponibilidad global de los cargadores para aeronaves, sino que también complica su funcionamiento, debido a que las interrupciones de recarga se han de planear y de coordinar con la llegada y la partida de cada aeronave.

20 A pesar de que los cargadores provistos con baterías eléctricas son una gran mejora con respecto a los cargadores alimentados por motor diésel, sigue existiendo una necesidad de cargadores de cargamento mejorados provistos con un sistema de batería más eficiente que, por ejemplo, ayudarían a reducir al mínimo la longitud y el número de interrupciones que se requieren para recargar las baterías.

25 Además, debido a que una gran cantidad de energía no se usa y se pierde cuando se baja una plataforma de cargador de cargamento o cuando frenan las ruedas de la plataforma, es deseable reutilizar parte de esta energía perdida para recargar la batería.

30 Son conocidas por el solicitante de la presente invención las patentes de EE.UU. con n.º 5.649.422 (BAGINSKI), 4.690.606 (ROSS), la solicitud de patente de Japón con n.º 2008/087914 (ISHIKAWA), así como las solicitudes de patente de EE.UU. con n.º 2008/0290842 (DAVIS) y 2009/0212626 (SNYDER).

35 Es conocida por el solicitante de la presente invención la patente de EE.UU. con n.º 4.690.606 (ROSS), la cual divulga un cargador de cargamento para aeronaves que tiene una plataforma accionable en sentido vertical la cual puede ser operada por un cilindro hidráulico. Un motor - generador, que es alimentado por una batería recargable, acciona la elevación y la bajada de la plataforma por medio del cilindro hidráulico. El sistema está configurado de tal modo que, cuando el motor - generador se activa en un modo inverso, cuando se baja la plataforma, la energía regenerada se realimenta, por medio del motor - generador, para recargar la batería.

40 También es conocida por el solicitante de la presente invención la patente de EE.UU. con n.º 5.649.422 (BAGINSKI), la cual enseña un aparato de elevación para cargar camiones. El dispositivo de elevación es accionable por un sistema hidráulico el cual es alimentado por una batería recargable. De forma similar al documento de ROSS, la energía potencial que está almacenada en una posición subida del elevador da lugar a que, tras la bajada del elevador, se genere energía eléctrica, por medio de un conjunto de motor - bomba - generador, con el fin de recargar la batería.

45 También es conocida por el solicitante de la presente invención la solicitud de patente de Japón con n.º 2008/087914 (ISHIKAWA) la cual divulga un aparato de elevación que tiene un sistema hidráulico, el cual también está adaptado para convertir energía potencial en energía eléctrica, durante la bajada de una plataforma, con el fin de recargar la batería. Un acumulador tal como un condensador se puede usar en lugar de o junto con la batería.

50 Además, la patente de EE.UU. con n.º 3.512.072 (KARAZIJA), la solicitud de patente de EE.UU. con n.º 2006/00700793 (AKAO), la solicitud PCT internacional que tiene n.º de publicación WO 2007/126.310 (DE JONG), así como la solicitud de patente de Japón con n.º 2003/252588 (HARUYAMA), también enseñan dispositivos y / o mecanismos de elevación similares que funcionan con un sistema hidráulico y que están adaptados para convertir energía potencial en energía eléctrica a partir de la bajada de un elevador con el fin de recargar una batería.

La solicitud de patente de EE.UU. con n.º 2008/0290842 (DAVIS) enseña un sistema de regeneración de energía para un vehículo industrial que es accionable por un circuito hidráulico. Una bomba de motor reversible se proporciona para alimentar el sistema de elevación así como para regenerar energía durante la bajada de un cilindro hidráulico o la deceleración del vehículo. La fuente de energía comprende una batería y un condensador y el sistema está adaptado de tal modo que el condensador se descarga y se recarga de forma prioritaria con el fin de dar respuesta a altas demandas de corriente eléctrica durante cortos periodos y, por lo tanto, reducir la descarga y la recarga de la batería. El control es provisto por unos interruptores S1 y S2 los cuales se abren o se cierran con el fin de dirigir corriente a y desde unos componentes deseados.

La solicitud de patente de EE.UU. con n.º 2009/0212626 (SNYDER) enseña un sistema de gestión de energía para vehículos híbridos que están sometidos a variaciones elevadas de energía (durante la aceleración, la subida de una pendiente, etc.). El documento se dirige en particular a vehículos híbridos que tienen un sistema de frenado regenerativo. Un almacenamiento de energía rápido se usa con el fin de compensar altas demandas rápidas de energía. Durante tales periodos de alta demanda, una corriente transitoria que se va a extraer del supercondensador se calcula en base a la diferencia entre una corriente estimada que se va a extraer de la batería y la corriente que es solicitada por la carga. La corriente transitoria es provista por el supercondensador por medio de un convertidor de CC / CC (convertidor de corriente continua a corriente continua). Tras alcanzar un mínimo nivel de energía, la corriente se reduce y, por lo tanto, la corriente total que se transmite al motor - generador también se reduce. Durante los periodos estables, el supercondensador se recarga cuando la corriente que se solicita de la batería se encuentra por debajo de un determinado nivel o durante el frenado regenerativo, con el fin de preparar el supercondensador para el siguiente periodo transitorio.

La solicitud de patente de EE.UU. 2007/0068714 (BENDER) y una publicación que se titula (*Using ultra-capacitors for saving energy in regenerative braking and hybrid vehicles*) (PATIL) también enseñan unos sistemas de regeneración de energía para vehículos híbridos, de forma similar al documento de SNYDER. Más en particular, una batería y un supercondensador se usan con el fin de prolongar la vida de la batería, mediante el uso de los supercondensadores para cortas demandas intensas de energía las cuales no son toleradas por la batería y para recuperar energía a partir de un frenado regenerativo.

El documento JP2008297121 divulga un sistema de gestión de energía de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. El documento JP2008297121 también divulga un procedimiento para gestionar un flujo de corriente.

Algunos principios importantes en el área de los dispositivos accionados por batería incluyen los conceptos de la ley de Peukert, la pérdida de potencia en cables y la descarga y la recarga rápidas de una batería.

La ley de Peukert expresa en general la capacidad de una batería en términos de la tasa a la cual se descarga la misma. En base al efecto de Peukert, descargar la batería más lento o más rápido aumenta o reduce la energía disponible a partir de la batería. La siguiente fórmula muestra la relación entre la corriente de descarga medida de una batería y la energía que se retira de la batería:

$$I_{ajustada} = I^n C / (R (C / R)^n)$$

en la que

$I_{ajustada}$ es una corriente de descarga equivalente a la energía que se saca de la batería,

I es una corriente de descarga medida,

n es un exponente en relación con la edad y la construcción de la batería,

R es una característica asignada en amperios-hora de batería, y

C es una capacidad de batería.

Por lo tanto, a medida que aumenta la tasa de descarga, disminuye la capacidad disponible de la batería.

Tal como es bien sabido en la técnica, los cables y componentes electrónicos promueven una pérdida de potencia a medida que pasa corriente eléctrica a través de los mismos. Esta pérdida de potencia se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$P = RI^2$$

en la que

I es la corriente en amperios (A), y

R es la resistencia del cable o componente en ohmios.

Además, un sistema de regeneración que usa solo una batería como una fuente de energía no es deseable para un mecanismo de elevación de la plataforma en un cargador de cargamento. Más en particular, la batería se descarga para subir la plataforma y se recarga para bajar la plataforma, y en los casos en los que la plataforma se baja y se sube muy rápidamente de nuevo, la batería solo tiene un corto periodo de tiempo para recargarse. Debido a que la reacción química necesaria para recargar la batería puede no haber tenido tiempo de completarse, la batería tiende

a comportarse como una minibatería, lo cual amplifica el efecto de Peukert debido a que la capacidad de batería se percibe como que es mucho más pequeña.

Además, cuando se carga y se descarga, la batería genera calor, el cual representa una pérdida de energía. Además, el aumento en la temperatura de la batería, causado por la recarga también reduce la vida de la batería.

5 A pesar de que parte de los documentos que se han mencionado en lo que antecede enseñan unos sistemas de regeneración de energía que buscan gestionar mejor la carga y la recarga de la batería, por ejemplo, mediante el uso de un condensador o mediante la limitación de los valores de corriente superior e inferior que se extraen de la batería, sigue existiendo una necesidad de un sistema de gestión de energía mejor controlado, más en concreto para cargadores de cargamento, con el fin de optimizar la regeneración de energía y la vida de la batería en tales cargadores.

10 Por lo tanto, a la luz de lo que se ha mencionado en lo que antecede, existe una necesidad de un sistema mejorado que, en virtud de su diseño y componentes, sea capaz de superar parte de las preocupaciones de la técnica anterior que se han analizado en lo que antecede.

Sumario de la invención

15 Un objeto de la presente invención es la provisión de un dispositivo que, en virtud de su diseño y componentes, satisfaga parte de las necesidades que se han mencionado en lo que antecede y, por lo tanto, sea una mejora con respecto a otros sistemas y / o procedimientos de gestión de energías conocidos en la técnica anterior.

20 De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un sistema de gestión de energía para gestionar un flujo de corriente en una máquina que tiene un elemento de elevación que puede moverse en sentido vertical por un conjunto de motor, comprendiendo el sistema de gestión de energía:

- un bus de suministro de potencia para abastecer el conjunto de motor; una fuente de batería que está conectada con el bus de suministro de potencia;
- un dispositivo de almacenamiento de energía;
- un controlador de dispositivo de almacenamiento de energía conectado entre el dispositivo de almacenamiento de energía y el bus de suministro de potencia, para controlar un flujo de corriente entre el dispositivo de almacenamiento de energía y el bus de suministro de potencia;
- unos sensores para detectar una altura H y un movimiento del elemento de elevación, estando seleccionado dicho movimiento de entre el grupo que consiste en un movimiento de elevación, un movimiento de bajada y un movimiento inmóvil;
- un primer calculador conectado con los sensores para calcular una energía mínima E_{\min} requerida en el dispositivo de almacenamiento de energía como una función de la altura H del elemento de elevación;
- un segundo calculador conectado con el dispositivo de almacenamiento de energía para calcular una energía $E_{\text{disponible}}$ que está almacenada en el dispositivo de almacenamiento de energía en base a una tensión V_{cap} que se detecta en los terminales del dispositivo de almacenamiento de energía y en base a un parámetro del dispositivo de almacenamiento de energía;
- un comparador para calcular un **Error** en el que **Error** = $E_{\min} - E_{\text{disponible}}$;
- un tercer calculador para establecer un límite inferior I_{\min} de una corriente que se va a extraer del dispositivo de almacenamiento de energía en 0 A cuando el movimiento detectado por los sensores es el movimiento inmóvil o de bajada, y para calcular el límite inferior I_{\min} como una función de **Error** cuando el movimiento detectado por los sensores es el movimiento de elevación;
- un cuarto calculador para calcular un límite superior I_{\max} de una corriente que se va a suministrar al dispositivo de almacenamiento de energía como una función de **Error** cuando el movimiento detectado por los sensores es el movimiento inmóvil o de bajada;
- y un controlador principal para controlar el controlador de dispositivo de almacenamiento de energía como una función de I_{\min} , I_{\max} y el movimiento detectado, para ajustar el flujo de corriente entre el dispositivo de almacenamiento de energía y el bus de suministro de potencia.

50 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento de gestión de energía para gestionar un flujo de corriente en una máquina que tiene un elemento de elevación que puede ser accionado en sentido vertical por un conjunto de motor, estando abastecido el conjunto de motor con energía, a través de un bus de suministro de potencia, por una fuente de batería y por un dispositivo de almacenamiento de energía por medio de un controlador de dispositivo de almacenamiento de energía, comprendiendo el procedimiento:

- (a) detectar una altura H y un movimiento del elemento de elevación, estando seleccionado dicho movimiento de entre el grupo que consiste en un movimiento de elevación, un movimiento de bajada y un movimiento inmóvil;
- (b) calcular una energía mínima E_{\min} requerida en el dispositivo de almacenamiento de energía como una función de la altura H del elemento de elevación;
- (c) calcular una energía $E_{\text{disponible}}$ que está almacenada en el dispositivo de almacenamiento de energía en base a una tensión V_{cap} que se detecta en unos terminales del dispositivo de almacenamiento de energía y en base a un parámetro del dispositivo de almacenamiento de energía;

(d) calcular un error **Error** en el que **Error = E_{min} - E_{disponible}**;

(e) establecer un límite inferior **I_{min}** de una corriente que se va a extraer del dispositivo de almacenamiento de energía en 0 A cuando el movimiento que se detecta en (a) es el movimiento inmóvil o de bajada, y calcular el límite inferior **I_{min}** como una función de **Error** cuando el movimiento que se detecta en (a) es el movimiento de elevación;

(f) calcular un límite superior **I_{máx}** de una corriente que se va a suministrar al dispositivo de almacenamiento de energía como una función de **Error** cuando el movimiento es el movimiento inmóvil o de bajada; y

(g) controlar el controlador de dispositivo de almacenamiento de energía como una función de **I_{min}**, **I_{máx}** y el movimiento que se detecta en (a) para gestionar el flujo de corriente entre el dispositivo de almacenamiento de energía y el bus de suministro de potencia.

Otros aspectos, características, realizaciones, variantes y / o ventajas resultantes preferidas de la presente invención se resumirán en lo sucesivo en el presente documento.

De acuerdo con una realización de la presente invención, se proporciona un cargador de cargamento para aeronaves que comprende: una estructura de soporte móvil entre las posiciones bajada y subida; unos medios de accionamiento para mover la estructura de soporte de la posición bajada a la posición subida; una batería para alimentar los medios de accionamiento; unos medios de conversión para convertir energía potencial en electricidad cuando la estructura de soporte se mueve de su posición subida a su posición bajada por la fuerza gravitatoria, teniendo los medios de conversión una salida eléctrica conectada con la batería para recargar dicha batería.

Preferentemente, la estructura de soporte comprende una plataforma soportada por una tijera o un conjunto de tipo saltamontes; los medios de accionamiento comprenden unos accionadores accionados por fluido que están montados operativamente en la tijera o el conjunto de tipo saltamontes, y están provistos con válvulas controlables; los medios de accionamiento comprenden además unos conjuntos de motor eléctrico - bomba, acoplado cada uno con los accionadores accionados por fluido por medio de las válvulas controlables, para mover la estructura de soporte entre las posiciones bajada y subida; un controlador principal está conectado con las válvulas controlables y con los conjuntos de motor eléctrico - bomba, para controlar el funcionamiento de las válvulas controlables y de los conjuntos de motor eléctrico - bomba; la batería está conectada además con el controlador principal y un convertidor de corriente; y los medios de conversión comprenden unos medios de control, los cuales pueden ser un PLC, y un conjunto de supercondensador.

De acuerdo con la presente realización preferida, cuando los accionadores accionados por fluido están extendidos, y la plataforma se encuentra en una posición subida, una primera señal de control se envía desde el controlador principal hasta las válvulas controlables con el fin de permitir que el fluido salga de los accionadores, bajando de ese modo la plataforma de cargador de cargamento para aeronaves. El fluido que sale de uno dado de los accionadores se dirige hacia su conjunto de motor eléctrico - bomba asociado, preferentemente por medio de un boque lógico hidráulico. Cada conjunto de motor eléctrico - bomba transforma la energía potencial del fluido en energía eléctrica, y los medios de control dirigen la energía eléctrica hacia el conjunto de supercondensador, preferentemente por medio de un convertidor de corriente. Si el conjunto de supercondensador está completamente cargado, la energía se redirige hacia la batería.

De forma ventajosa, el sistema de regeneración de energía usa energía que se acumula dentro de los accionadores para recargar la batería y el conjunto de supercondensador (es decir, el dispositivo de almacenamiento de energía) durante la bajada de la plataforma, a través del uso de los conjuntos de motor - bomba. Una vez que se ha recargado el conjunto de supercondensador (es decir, el dispositivo de almacenamiento de energía), el exceso de energía que es generada por la bajada de la plataforma se dirige hacia la batería.

En una realización preferida del cargador para aeronaves, el cargador comprende además: unas ruedas de accionamiento conectadas con el bastidor para desplazar el cargador; unos motores de rueda que están conectados con las ruedas de accionamiento y con el boque lógico hidráulico; estando además el controlador principal conectado con el conjunto de motor eléctrico - bomba para controlar los motores de rueda.

Para poner el cargador en movimiento, el controlador principal controla el boque lógico hidráulico para encaminar el fluido desde un conjunto de motor eléctrico - bomba hasta los motores de rueda, los cuales usan la energía de fluido para rotar las ruedas de accionamiento. Si la energía que está almacenada en el conjunto de supercondensador (es decir, el dispositivo de almacenamiento de energía) es insuficiente, los medios de control dirigen energía eléctrica de la batería a la bomba de motor eléctrico, la cual bombeará fluido de vuelta al motor de rueda por medio del boque lógico hidráulico.

Preferentemente, los accionadores accionados por fluido son cilindros hidráulicos, las válvulas controlables son unas válvulas de solenoide de ENCENDIDO / APAGADO y los convertidores de corriente son convertidores de CC / CC. Los conjuntos de motor eléctrico - bomba consisten en un motor de CA conectado con una bomba de engranajes, y el conjunto de supercondensador comprende más de un supercondensador.

Aún preferentemente, el conjunto de soporte comprende un bastidor al nivel del suelo. Un resorte está conectado con el bastidor, siendo capaz el resorte de acumular energía cuando se baja la plataforma y se transfiere esta de

vuelta a la plataforma cuando se eleva la plataforma, reduciendo de ese modo la energía que se requiere para empujar fluido al interior del accionador.

Breve descripción de los dibujos

5 Otros objetos, ventajas y características de la presente invención serán más evidentes tras la lectura de la siguiente descripción no restrictiva de realizaciones preferidas de la misma, que se dan solo para fines de ejemplificación, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

La figura 1 es un diagrama esquemático de un cargador para aeronaves.

La figura 2 es un diagrama de bloques que muestra unos elementos de un sistema de gestión de energía de acuerdo con una realización de la presente invención.

10 La figura 3A es un diagrama de bloques esquemático que muestra unos elementos de un sistema de gestión de energía de acuerdo con una realización de la presente invención, en un momento dado.

La figura 3B es un diagrama de bloques esquemático que muestra unos elementos de un sistema de gestión de energía de acuerdo con la realización que se muestra en la figura 3A, en otro momento dado.

15 La figura 3C es un diagrama de bloques esquemático que muestra unos elementos de un sistema de gestión de energía de acuerdo con la realización que se muestra en la figura 3A, en otro momento dado.

La figura 3D es un diagrama de bloques esquemático que muestra unos elementos de un sistema de gestión de energía de acuerdo con la realización que se muestra en la figura 3A, en otro momento dado.

La figura 3E es un diagrama de bloques esquemático que muestra unos elementos de un sistema de gestión de energía de acuerdo con la realización que se muestra en la figura 3A, en otro momento dado.

20 La figura 3F es un diagrama de bloques esquemático que muestra unos elementos de un sistema de gestión de energía de acuerdo con la realización que se muestra en la figura 3A, en otro momento dado.

La figura 3G es un diagrama de bloques esquemático que muestra unos elementos de un sistema de gestión de energía de acuerdo con la realización que se muestra en la figura 3A, en otro momento dado.

25 La figura 4 es un diagrama de bloques que muestra cuatro sistemas de control de lazo cerrado, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 5 es un diagrama de bloques que muestra uno de los sistemas de control de lazo cerrado que se muestran en la figura 4, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 6 es una gráfica que muestra una secuencia de operaciones del sistema a lo largo de una escala de tiempos.

30 La figura 7A es un diagrama de bloques esquemático que muestra unos elementos y operaciones de un sistema de gestión de energía de acuerdo con una realización de la presente invención, en un momento dado.

La figura 7B es otro diagrama de bloques esquemático que muestra unos elementos de un sistema de gestión de energía de acuerdo con la realización que se muestra en la figura 7A, en otro momento dado.

35 La figura 7C es otro diagrama de bloques esquemático que muestra unos elementos de un sistema de gestión de energía de acuerdo con la realización que se muestra en la figura 7A, en otro momento dado.

La figura 7D es un diagrama de bloques esquemático que muestra unos elementos de un sistema de gestión de energía de acuerdo con otra realización de la presente invención, en un momento dado.

La figura 7E es otro diagrama de bloques esquemático que muestra unos elementos de un sistema de gestión de energía de acuerdo con la realización que se muestra en la figura 7D, en otro momento dado.

40 **Descripción de realizaciones preferidas**

En la siguiente descripción, las mismas referencias numéricas se refieren a elementos similares. Con el fin de preservar la claridad, puede que determinados elementos no estén identificados en algunas figuras, si estos ya están identificados en una figura previa. Las realizaciones que se mencionan y / o las dimensiones y configuraciones geométricas que se muestran en las figuras o que se describen en la presente descripción solo son realizaciones de la presente invención, que se dan solo para fines de ejemplificación.

45 En el presente contexto, a pesar de que la realización preferida de la presente invención tal como se ilustra en los dibujos adjuntos comprende componentes tales como supercondensadores, un convertidor de CC / CC, un bus de CC, un PLC, etc. y a pesar de que el procedimiento asociado incluye etapas tal como se explica y se ilustra en el

presente documento, no todos estos componentes, configuraciones y etapas son esenciales para la invención y, por lo tanto, no deberían tomarse en su sentido restrictivo. Se ha de entender, tal como también será evidente para un experto en la materia, que se pueden usar otros componentes adecuados y cooperaciones entre los mismos, así como otras configuraciones, organizaciones y / o arquitecturas adecuadas para el sistema de gestión de energía.

5 De acuerdo con una realización de la presente invención, con referencia a la figura 1, 2 y 5, se proporciona un procedimiento de gestión de energía para gestionar un flujo de corriente en una máquina, tal como un cargador de
 10 cargamento **10**, que tiene un elemento de elevación **12** que puede ser accionado en sentido vertical por un conjunto de motor **38**, estando abastecido el conjunto de motor **38** con energía, a través de un bus de suministro de potencia **110**, por una fuente de batería **42** y por un dispositivo de almacenamiento de energía por medio de un controlador de
 15 dispositivo de almacenamiento de energía, tal como se describirá adicionalmente en lo sucesivo. El dispositivo de almacenamiento de energía es preferentemente uno o más supercondensadores **40** (a los que también se hace referencia en el presente documento como "fuente de supercondensadores" o "supercondensadores"). Además, el controlador de dispositivo de almacenamiento de energía es preferentemente un convertidor de CC / CC **56**.

El procedimiento incluye:

- 15 (a) detectar **212, 201** una altura **H** y un movimiento del elemento de elevación **12**, estando seleccionado dicho movimiento de entre el grupo que consiste en un movimiento de elevación, un movimiento de bajada y un movimiento inmóvil;
 (b) calcular **214** una energía mínima E_{\min} requerida en la fuente de supercondensadores **40** como una función de la altura **H** del elemento de elevación **12**;
 20 (c) calcular **216** una energía $E_{\text{disponible}}$ que está almacenada en la fuente de supercondensadores **40** en base a una tensión V_{cap} que se detecta en unos terminales de la fuente de supercondensadores **40** y en base a un parámetro de la fuente de supercondensadores **40**;
 (d) calcular **218** un error **Error** en el que $\text{Error} = E_{\min} - E_{\text{disponible}}$;
 25 (e) establecer **208** un límite inferior I_{\min} de una corriente que se extrae de la fuente de supercondensadores **40** en 0 A cuando el movimiento que se detecta en (a) es el movimiento inmóvil o de bajada, y calcular **206** el límite inferior I_{\min} como una función de **Error** cuando el movimiento que se detecta en (a) es el movimiento de elevación;
 (f) calcular **220** un límite superior I_{\max} de una corriente que se va a suministrar a la fuente de supercondensadores **40** como una función de **Error** cuando el movimiento es el movimiento inmóvil o de bajada;
 30 y
 (g) controlar **222** el convertidor de CC / CC como una función de I_{\min} , I_{\max} y el movimiento que se detecta en (a) para gestionar el flujo de corriente entre la fuente de supercondensadores **40** y el bus de suministro de potencia **110**.

35 El procedimiento que se ha mencionado en lo que antecede es realizado por un sistema de gestión de energía que incluye:

- un bus de suministro de potencia **110** para abastecer el conjunto de motor **38**; una fuente de batería **42** que está conectada con el bus de suministro de potencia **110**;
- un dispositivo de almacenamiento de energía, preferentemente la fuente de supercondensadores **40**;
- 40 - un controlador de dispositivo de almacenamiento de energía, preferentemente un convertidor de CC / CC **56** conectado entre la fuente de supercondensadores **40** y el bus de suministro de potencia **110**, para controlar un flujo de corriente entre la fuente de supercondensadores **40** y el bus de suministro de potencia **110**;
- unos sensores para detectar una altura **H** y un movimiento del elemento de elevación **12**, estando seleccionado dicho movimiento de entre el grupo que consiste en un movimiento de elevación, un movimiento de bajada y un movimiento inmóvil;
- 45 - un primer calculador conectado con los sensores para calcular una energía mínima E_{\min} requerida en la fuente de supercondensadores como una función de la altura **H** del elemento de elevación;
- un segundo calculador conectado con la fuente de supercondensadores **40** para calcular una energía $E_{\text{disponible}}$ que está almacenada en la fuente de supercondensadores **40** en base a una tensión V_{cap} que se detecta en los terminales de la fuente de supercondensadores **40** y en base a un parámetro de la fuente de supercondensadores **40**;
- 50 - un comparador para calcular un **Error** en el que $\text{Error} = E_{\min} - E_{\text{disponible}}$;
- un tercer calculador para establecer un límite inferior I_{\min} de una corriente que se extrae de la fuente de supercondensadores **40** en 0 A cuando el movimiento detectado por los sensores es el movimiento inmóvil o de bajada, y para calcular el límite inferior I_{\min} como una función de **Error** cuando el movimiento detectado por los
 55 sensores es el movimiento de elevación;
- un cuarto calculador para calcular un límite superior I_{\max} de una corriente que se va a suministrar a la fuente de supercondensadores **40** como una función de **Error** cuando el movimiento detectado por los sensores es el movimiento inmóvil o de bajada; y
- un controlador **46** para controlar el convertidor de CC / CC **56** como una función de I_{\min} , I_{\max} y el movimiento detectado, para ajustar el flujo de corriente entre la fuente de supercondensadores **40** y el bus de suministro de potencia **110**.
- 60

Por “accionable en sentido vertical”, se pretende indicar capaz de movimiento a lo largo de cualquier trayectoria que esté sustancialmente alineada con la dirección de la fuerza de la gravedad (es decir, la dirección vertical), o capaz de un movimiento que tiene una componente vectorial la cual es vertical.

5 Por “fuente de batería”, se pretende indicar una o más baterías o fuentes de energía similares para producir electricidad.

10 Por “dispositivo de almacenamiento de energía”, se pretende indicar cualquier medio de almacenamiento de energía adecuado capaz de almacenar energía, de descargar electricidad y de recibir una corriente eléctrica con el fin de ser recargado con energía. Un dispositivo de este tipo puede incluir uno o más condensadores, supercondensadores, ultracondensadores, un volante de inercia, una batería, cualquier medio de almacenamiento de energía rápido
10 adecuado, etc. y / o una combinación de los mismos. En el presente contexto, las expresiones “supercondensador”, “supercondensadores” y “conjunto de supercondensador” se refieren a uno o más supercondensadores y se pueden usar de forma intercambiable.

15 Por “controlador de dispositivo de almacenamiento de energía” se pretende indicar cualquier controlador adecuado que esté adaptado para controlar la energía que se está descargando de o que se está recargando en el dispositivo de almacenamiento de energía. Un controlador de este tipo puede incluir a unos medios de conversión, tal como un convertidor de CC / CC. Se pueden usar uno o más convertidores de CC / CC, dependiendo del modelo de cargador. El controlador de dispositivo de almacenamiento de energía se puede hacer en una sola pieza con el dispositivo de almacenamiento de energía, de acuerdo con unas realizaciones de la presente invención, tal como puede ser entendido por un experto en la materia.

20 Además, por “sensor” se pretende indicar cualquier sensor, transductor, detector, accionador o similar de tipo convencional, incluyendo cualquier dispositivo de emisión de señales o de datos adecuado que emita una información en relación con la determinación de dicha altura H y / o movimiento de la plataforma. De hecho, de acuerdo con una realización preferida de la presente invención, el movimiento se detecta en el PLC principal **46**, en base a la entrada de indicación que se recibe por medio de una interfaz de usuario a partir de un operador. De
25 hecho, cuando el operador introduce una indicación de subida o de bajada, la indicación se detecta y se emite una información correspondiente con el fin de indicar que el movimiento de la plataforma es un movimiento de elevación o de bajada, de forma respectiva. Un sistema de este tipo preferentemente coopera con otros datos recibidos, por ejemplo después de que la plataforma haya alcanzado una altura máxima, el sistema identifica que, a pesar de que un operador introduzca una indicación de subida, la plataforma ya no presenta un movimiento de elevación, sino
30 más bien un movimiento inmóvil. Como alternativa, con el fin de detectar el movimiento de la plataforma, también se pueden usar unos sensores o transductores convencionales, por ejemplo un sensor de distancia, un sensor de velocidad, etc. El sensor que se usa para detectar la altura H también puede ser cualquier sensor adecuado. Por ejemplo, se pueden usar un inclinómetro, tal como se ejemplificará adicionalmente en lo sucesivo. Como alternativa, la altura H se puede obtener a partir de un sensor de distancia, un sensor de posición o, de forma similar a la
35 determinación del movimiento de la plataforma, la altura H se puede obtener en base a una indicación de entrada de usuario. Además, se puede proporcionar un mismo detector para detectar tanto la altura H como el movimiento de la plataforma, tal como puede ser entendido por un experto en la materia por ejemplo mediante el uso de un sensor de posición o un sensor de distancia.

40 Por la totalidad de la descripción, se debería entender que el “controlador principal” puede incluir cualquier medio o dispositivo de control adecuado, proporcionado para procesar información y, por lo menos, gobernar las operaciones del controlador de dispositivo de almacenamiento de energía de acuerdo con la información procesada, por medio de unas señales de control, datos y / o similares correspondientes que se están transmitiendo al mismo. El controlador principal se puede proporcionar en un único componente o puede incluir una pluralidad de componentes. Tales componente o componentes pueden incluir un microcontrolador, una microplaca adecuada, un controlador
45 programable, tal como un controlador lógico programable (PLC, *programmable logic controller*), un controlador de motor de CA, un bus de microcontroladores, tal como un controlador de red de área de controladores (CAN, *Controller Area Network*), etc., y / o cualquier combinación de los mismos, así como cualquier circuitería y / o software equivalente. Además, el controlador puede incluir unos medios de almacenamiento en memoria. En el presente contexto, el control principal incluye un controlador lógico programable (PLC).

50 Además, se ha de entender que parte del primer, el segundo, el tercer y el cuarto calculadores, así como el comparador se pueden proporcionar en un componente unitario. De hecho y por ejemplo, estos se pueden integrar, todos ellos, con el controlador principal en un PLC.

55 Además, el bus de suministro de potencia puede ser cualquier canal de distribución de potencia adecuado. El bus preferentemente es compartido por la fuente de batería, el controlador de dispositivo de almacenamiento de energía y el conjunto de motor eléctrico - bomba, y es preferentemente un bus de CC de 80 V. Como alternativa, se pretende que cualquier componente y / o conjunto similar o equivalente o agrupamiento de los mismos esté englobado por la expresión “bus de suministro de potencia”.

De forma ventajosa, el sistema se controla de este modo con el fin de almacenar energía regenerada, por ejemplo, a medida que se está bajando la plataforma, en los supercondensadores en primer lugar, con el fin de evitar recargar

la batería con demasiada rapidez. Además, cuando se sube la plataforma, se puede transferir energía de los supercondensadores a la línea omnibús de 80 V para reducir la demanda de potencia de batería. Unas realizaciones de la presente invención también son ventajosas para máquinas y dispositivos que tienen elevadores móviles en sentido vertical, ya que se tiene en cuenta una información acerca de la altura del elemento de elevación, así como diversos parámetros de cada componente del sistema, con el fin de optimizar la vida de la batería en un sistema de regeneración de energía para tales máquinas y dispositivos, dado que la altura del elemento de elevación tiene incidencia sobre tal sistema, tal como se explicará mejor adicionalmente en lo sucesivo. Además, el flujo de corriente y, por lo tanto, la excitación del motor, se gestiona de una forma muy controlada, con el fin de también optimizar mejor el sistema de gestión de energía según se desee, tal como también se explicará mejor adicionalmente en lo sucesivo.

Haciendo referencia a la figura 1, se dará una amplia descripción del cargador de cargamento para aeronaves **10** y el sistema. Se muestra el cargador de cargamento para aeronaves **10**, que tiene una plataforma **12**, la cual se usa para soportar un cargamento. La plataforma **12** está conectada con un conjunto de soporte **14**, tal como una tijera o un conjunto de tipo saltamontes. El conjunto de soporte **14** está conectado, a su vez, con un bastidor **16** que está ubicado al nivel del suelo. En la presente realización, el cargador está provisto con un bastidor, pero en otras realizaciones, se podría omitir el bastidor. El cargador de cargamento para aeronaves **10** está provisto con los accionadores accionados por fluido **18**, en el presente caso, unos cilindros hidráulicos, los cuales se proporcionan en ambos lados de la plataforma **12** para elevar y bajar la plataforma **12** en relación con el bastidor **16**. Uno o dos cilindros hidráulicos **16** se pueden usar a cada lado del cargador de cargamento para aeronaves **10**. Ocultas por el bastidor **16**, dos pares de ruedas **20** están ubicadas en la parte delantera y en la parte trasera del cargador de cargamento para aeronaves **10**, y están conectadas con el bastidor **16**. El bastidor **16** puede estar provisto con unas ruedas de accionamiento o bien delanteras o bien traseras **20**. El bastidor **16** también está provisto con unos resortes helicoidales **22**. De forma ventajosa, los resortes helicoidales **22** acumulan energía cuando estos se comprimen entre el bastidor **16** y la plataforma **12**, y transfieren esta de vuelta a la plataforma **12** cuando se eleva la plataforma **12**. De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, el cargador de cargamento está provisto con un sistema de regeneración de energía tal como se describirá en lo sucesivo en el presente documento.

Haciendo referencia a continuación a la figura 2, se muestra una representación esquemática de un sistema de regeneración de energía **24** de acuerdo con una realización de la presente invención. El sistema **24** comprende un accionador accionado por fluido **18**, el cual es preferentemente un cilindro hidráulico **19**. El accionador **18** es conectable entre el bastidor **14** y la plataforma de elevación **12** de un cargador de cargamento para aeronaves (tal como se muestra en la figura 1), y permite que la plataforma **12** se suba o se baje, debido a que el accionador **18** se puede mover entre una posición extendida y una retraída. Para lograr la posición extendida, el fluido **26** empuja de nuevo el pistón **28** del cilindro **19** y extiende el eje **30** del cilindro **19**. Tras la recepción de una señal de control a partir del controlador principal **46**, una válvula controlable **32**, tal como una válvula de solenoide de encendido / apagado, bloquea el paso del fluido **26** dentro del cilindro **18** y, por lo tanto, mantiene este en la posición extendida. La válvula controlable **32** también puede permitir el paso del fluido **26** fuera del cilindro **19**, lo que liberará la presión que se aplica al pistón **28** del cilindro **19**. La plataforma empuja contra el eje **30** del cilindro **18** y, por lo tanto, da lugar a que el cilindro **19** se mueva hasta su posición retraída.

Preferentemente, el fluido **26** que sale del cilindro **19** pasa a través de la válvula de solenoide **32** abierta y se dirige hacia un boque lógico hidráulico **34**. El cilindro **19**, la válvula controlable **32** y el boque lógico hidráulico **34** están vinculados, todos ellos, con la canalización **36**, al interior de la cual puede circular el fluido **26**. Un boque lógico hidráulico **34** puede incluir varias válvulas de solenoide y un colector de distribución, y se usa para dirigir o encaminar el fluido a y desde diferentes cilindros hidráulicos, conjuntos de motor - bomba o depósito hidráulico, etc.

Preferentemente, el conjunto de motor eléctrico - bomba **38** incluye una bomba de engranajes **39** y un motor de CA **41**, que tiene un eje de accionamiento y un rotor. El conjunto de motor eléctrico - bomba también puede incluir varias bombas de engranajes y motores de CA. Con el fin de regenerar la energía potencial que se acumula dentro de un cilindro extendido **19**, el boque lógico hidráulico **34** encamina de forma prioritaria, tras la recepción de una señal de control dada, el fluido **26** que sale del cilindro **18** hacia el conjunto de motor eléctrico - bomba **38**. Los engranajes de la bomba **39** se ponen de ese modo en movimiento, y debido a que la bomba de engranajes **39** está conectada con el eje del motor **41**, el rotor del motor **41** rotará y generará una corriente. Esta corriente se enviará, por medio de los medios de control **46**, preferentemente un PLC (controlador lógico programable), a un conjunto de supercondensador **40**, de forma prioritaria y, a continuación, a una batería **42**, preferentemente una batería de CC de 80 V, para recargar esta. Los supercondensadores **40** tienen una energía de alta densidad y son capaces de acumular energía eléctrica con rapidez. Un control sobre el flujo de corriente que circula en el sistema de energía de regeneración **24** se logra con un convertidor de CC / CC **56**, los cuales son controlados por los medios de control **46**.

La energía de fluido que sale del accionador se puede almacenar para usarse más tarde para poner el cargador de cargamento en movimiento. En el presente caso, y haciendo referencia aún a la figura 2, el controlador principal **46** controla el boque lógico hidráulico **34** para encaminar el fluido **26** desde el conjunto de motor eléctrico - bomba **38** hasta los motores de rueda **50**, los cuales usan la energía de fluido para rotar las ruedas de accionamiento **20**. Si la energía que está almacenada en el conjunto de supercondensador **40** es insuficiente, el controlador principal **46** dirige energía eléctrica de la batería **42** al conjunto de motor eléctrico - bomba **38**, el cual bombeará fluido de vuelta al motor de rueda **50** por medio del boque lógico hidráulico **34**.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 2, se muestra una representación esquemática de un cargador de cargamento para aeronaves **10**, incluyendo el sistema de regeneración de energía que se ha descrito en lo que antecede. En la realización que se ilustra, se usan dos cilindros hidráulicos **18**, uno a cada lado del cargador de cargamento para aeronaves **10**. Cada uno de los cilindros hidráulicos **18** está conectado con una válvula de solenoide de encendido / apagado **32**, la cual puede o bien bloquear o bien permitir el movimiento de los cilindros hidráulicos **18**. Cada una de las válvulas de solenoide **32** es un controlador principal **46**. Cada válvula de solenoide **32** también está conectada con un boque lógico hidráulico **34**.

Cada uno de los conjuntos de motor - bomba **38**, que comprenden preferentemente unos motores de CA **41**, está conectado de forma independiente con el boque lógico hidráulico **34**. Un controlador de motor **44** está conectado con cada una de las partes de los motores de CA **41** del conjunto **38**, para controlar su funcionamiento. Los controladores **44** y un controlador principal **46** pueden estar distribuidos por el cargador **10** o como alternativa, pueden estar centralizados dentro de un controlador principal **46**. En la presente realización preferida, se puede colocar un controlador **44** a cada lado del cargador de cargamento para aeronaves en dos cajas de control principal. Por supuesto, se pueden considerar otras disposiciones. En la sección delantera del cargador **10**, una batería **42**, en el presente caso una batería de CC de 80 V, está conectada con ambas cajas de control principal que forman el controlador principal **46**. El cargador de cargamento **10**, que no se muestra en la figura, está provisto con una consola de operador y una caja eléctrica principal que está ubicada al nivel del suelo. Debido a que la consola del operador está conectada con el controlador principal **46**, por lo tanto un operador puede controlar el funcionamiento de los cilindros **18**, el motor eléctrico **38**, la válvula **32** y el boque lógico hidráulico **34**, desde la consola operativa.

Durante el funcionamiento, haciendo referencia a la figura 2, cuando el cargador de cargamento para aeronaves **10** se usa para subir un cargamento desde el nivel del suelo hasta el nivel de la bodega de carga de la aeronave, el controlador principal **46** dirige corriente de la batería de CC **42** y / o los supercondensadores **40** a cada uno de los conjuntos de motor eléctrico - bomba **38** por medio de su controlador de motor individual principal **44** (en estos controladores, la potencia de entrada es una tensión de CC mientras que la potencia de salida es una tensión de CA). Los motores de CA **41** accionan sus bombas de engranajes **39** asociadas, empujando de ese modo cada bomba **39** el fluido hidráulico **26** al interior de cada uno de los cilindros hidráulicos **18** por medio de los boques lógicos hidráulicos **34** y las válvulas de solenoide **32**. Por supuesto, unas señales de control apropiadas a partir del controlador principal **46** se han de enviar para configurar el boque lógico hidráulico **34** y la válvula de solenoide **32** en consecuencia. La fuerza hidráulica del fluido **26** que actúa sobre el pistón de cilindro hidráulico **28** eleva la plataforma **12**. La velocidad y la aceleración del movimiento de la plataforma pueden ser controladas por el controlador principal **46** a través de cada controlador de motor **44**. La velocidad estará limitada dependiendo de la corriente de batería para limitar la corriente instantánea que se extrae de la batería **42**. Una vez que se ha alcanzado la altura deseada de la plataforma **12**, una señal de control se envía desde el controlador principal **46** hasta el conjunto de motor eléctrico - bomba **38** con el fin de detener el movimiento del cilindro hidráulico **18**.

Un cargamento en la plataforma se puede descargar entonces de la plataforma y cargarse en la bodega de carga de la aeronave. Unos elementos transportadores, tales como rodillos y cadenas de transporte, que están ubicados sobre la superficie de la plataforma, se usan para mover un cargamento sobre la plataforma. El movimiento de tales elementos transportadores se puede obtener usando una bomba de CA principal **48**, también conectada con y controlada por el controlador principal **46**. La energía a partir de la batería de CC **42** se usa para alimentar la bomba de CA principal **48** por medio de su controlador de motor.

Una vez que se ha descargado el cargamento, una señal de control que es generada por el controlador principal **46** en respuesta a una entrada de indicación de usuario a partir de un operador, se envía a las válvulas de solenoide controlables de encendido / apagado **32**. Tras la recepción de la señal, las válvulas **32** se abren de tal modo que el fluido hidráulico **26** puede salir de los cilindros hidráulicos **18** para bajar la plataforma **12**. Tal como se ha explicado previamente, los boques lógicos hidráulicos **34** de forma prioritaria encaminarán el fluido hidráulico **26** a través de los conjuntos de motor de CA - bomba **38** de tal modo que la energía de fluido se puede convertir en energía eléctrica y enviarse a los supercondensadores **40** por medio de los convertidores de CC / CC **56**. La energía de fluido hidráulico a partir de la bajada de la plataforma se usará para accionar la bomba de engranajes **39** (y el motor de CA **41**, que actúa como un generador) hasta que el conjunto de supercondensador **40** está completamente cargado. Si el conjunto de supercondensador **40** ya está completamente cargado, o alcanza su plena carga durante la bajada de la plataforma, el convertidor de CC / CC **56** redirigirá la regeneración hacia la batería. Los convertidores de CC / CC **56** usan un sensor de tensión en los supercondensadores para determinar la gestión de la carga de la batería. Exactamente igual que cuando se eleva la plataforma, la velocidad y el funcionamiento de los motores eléctricos **38** se pueden controlar por medio de los controladores de motor **44** para gestionar el descenso de la plataforma.

Tal como se muestra de forma esquemática, dos resortes helicoidales **22** pueden estar conectados con el bastidor del cargador de cargamento para aeronaves **10**. Los resortes **22** se encuentran en una posición contraída cuando el cargador de cargamento para aeronaves está completamente bajado, acumulando o almacenando de este modo energía potencial. Esta energía potencial se puede transferir de vuelta a la plataforma cuando se eleva esta, reduciendo de forma ventajosa de este modo la energía que se requiere o bien de la batería **42** o bien / o de los supercondensadores **40**, para elevar la plataforma. Por supuesto, se puede usar en su lugar un número diferente de resortes helicoidales **22** o un tipo diferente de resortes.

El sistema incluye además un grupo de motobomba (controlador de motor, motor y bomba) de elevación dedicado para el elevador de plataforma posterior y la unidad de accionamiento y un grupo de motobomba de accesorios **48** para alimentar todas las funciones lo que puede incluir el elevador de plataforma posterior pero no la unidad de accionamiento.

5 Haciendo referencia aún a la figura 2, el cargador de cargamento para aeronaves **10** tal como se muestra está provisto con dos ruedas de accionamiento **20**, que están ubicadas en la sección delantera del cargador. Las ruedas de accionamiento **20** se usan para mover el cargador de cargamento **10**. Cada una de las ruedas de accionamiento **20** está montada directamente sobre un motor de rueda **50**, estando conectado el motor de rueda **50**, a su vez, con uno de los boques lógicos hidráulicos **34**. En la presente realización preferida, un motor de rueda de pistones **50** se usa como el motor de rueda **50**. Las ruedas de accionamiento **20** están conectadas con un eje dirigitivo y también están provistas, cada una de ellas, con un cubo de freno de tambor **54**. Desde la consola del operador, se puede controlar un circuito de accionamiento hidráulico principal para engranarse con o desengranarse de las ruedas de accionamiento **20** y gestionar su velocidad. Preferentemente, el circuito de accionamiento hidráulico principal se engranará con las ruedas de accionamiento **20** solo cuando la plataforma **12** está detenida y en su posición bajada.

15 Para poner el cargador **10** en movimiento, una señal de control se envía desde el controlador principal **46** hasta los boques lógicos hidráulicos **34** para encaminar el fluido **26** hacia el motor de rueda **50**. El fluido comprimido pone el motor de rueda de pistones **50** en movimiento, el cual acciona de ese modo las ruedas **20**. Las bombas de motor eléctrico **38**, en combinación con la bomba de CA principal **48**, se usan para empujar fluido hacia el motor de rueda de pistones **50** con el fin de mover el cargador de cargamento **10**. La energía a partir de los supercondensadores **40** y / o la batería **42** se puede usar para alimentar las bombas de motor eléctrico **38** en combinación con la bomba de CA principal **48**.

25 Para ralentizar o detener el cargador de cargamento para aeronaves **10**, se usan los motores de rueda de pistones **50**. Por supuesto, durante esta operación, el control del motor de rueda de pistones **50** se logra por medio del controlador principal **46**. Para la realización que se presenta en la figura 2, una bomba de CA **38**, en combinación con la bomba de CA principal **48**, se usan para alimentar los motores de rueda **50**. Otra bomba de CA **38** se usa para actuar como un limitador sobre el flujo de salida que proviene de los motores de rueda **50**. Por lo tanto, el sistema de control **46** puede enviar una señal por medio del controlador de CA **44** a las “bombas de alimentación” para que se ralenticen, al tiempo que se aumenta la resistencia en las “bombas limitadoras”. De esta forma, algo de energía se puede recuperar de las bombas limitadoras, y restaurarse a la batería **42** y / o los supercondensadores **40**.

35 Como una opción posible, en otras realizaciones de los cargadores, dos bombas de CA **38** en combinación con la bomba de CA principal **48** se pueden usar para alimentar los motores de rueda **50**. Otras dos bombas de CA **38** se usan para actuar como limitadores sobre el flujo de salida que proviene de los motores de rueda. En los casos en los que se requiere una respuesta inmediata, también se pueden usar los cubos de freno de tambor **54**, por medio de un pedal de freno de servicio.

40 Tal como ya se ha mencionado, una bomba de CA principal **48** se usa para todas las otras funciones hidráulicas que son requeridas por el cargador de cargamento para aeronaves **10**. La bomba de CA principal **48** es alimentada a partir de la batería **42** y / o los supercondensadores por medio de un controlador **44** que es controlado por el controlador principal **46**, el cual es preferentemente un controlador de CAN (red de área de controladores) **44**. Otras funciones de este tipo incluyen el movimiento de la totalidad de los elementos transportadores, así como el movimiento de los estabilizadores y correderas móviles, el cual se realiza por medio de la bomba de CA **48**. Se debería hacer notar que, a pesar de que se prefiere el uso de una bomba de CA, también se puede considerar el uso de una bomba de CC.

45 Haciendo referencia a continuación a la figura 3A a 3G, se dará una amplia descripción del funcionamiento del sistema. Se presentan las diferentes etapas implicadas en el procedimiento de energía de regeneración. Tal como se muestra en las figuras 3A y 3B, una porción de la energía que se requiere para elevar los accionadores **18** es provista por los supercondensadores **40**, mientras que el resto de la energía es suministrada por la batería de CC **42**. El flujo de corriente que proviene de los supercondensadores **40** y la batería **42** es controlado por un controlador de motor eléctrico **44**, que se proporciona en un conjunto de motor de CA - bomba **38**, y por el convertidor de CC / CC **56**. El conjunto de motor de CA - bomba **38** usa la corriente para accionar el motor **41**, el cual, a su vez, activará la bomba **39** para empujar fluido al interior de los accionadores **18**, subiendo de ese modo la plataforma **20** (véase la figura 1). Tal como se muestra en la figura 3C, los supercondensadores **40** tienen la capacidad de suministrar energía mucho más rápido que la batería de CC **42**.

55 Haciendo referencia a la figura 3D, una vez que se ha elevado la plataforma **12**, la transferencia de cargamento cargado sobre la plataforma **12** se logra mediante el uso de de la bomba **48**, la cual es alimentada por la batería de CC **42**. Otras funciones **60** tales como dirección, transferencia de cargamento, estabilización de plataforma y elevación del puente, pueden ser alimentadas, cada una de ellas, por la batería **42** y la bomba **48**, o de acuerdo con una realización alternativa, estas funciones secundarias **60** pueden ser alimentadas por los supercondensadores **40** y / o la batería **42**, de forma similar al conjunto de motor **38**.

Una vez que se ha descargado el cargamento, la plataforma se puede bajar, tal como se muestra en la figura 3E y 3F. El controlador de motor eléctrico **44** del conjunto de motor de CA - bomba **38** dirige la corriente que es generada por el conjunto de motor de CA - bomba **38** para recargar los supercondensadores **40**, por medio del convertidor de CC / CC **56** y, a continuación, a la batería **42**. La potencia hidráulica se convierte de este modo en potencia eléctrica. Los supercondensadores **40** pueden o pueden no estar completamente recargados en este punto, dependiendo de la carga presente sobre la plataforma durante su bajada.

Haciendo referencia a continuación a la figura 3G, una vez que se ha bajado la plataforma, un cargamento se puede transferir sobre esta. En esta etapa, la energía a partir de la batería **42** se usa para alimentar el conjunto de motor de CA - bomba **48**, pero también para recargar los supercondensadores **40**, hasta que esta está completamente cargada y lista para la siguiente elevación de la plataforma.

El control del flujo de corriente que circula en el sistema de energía de regeneración se logra con el convertidor de CC / CC **56**. Haciendo referencia a la figura 4, un PLC principal **46** está conectado con el convertidor de CC / CC **56** y gestiona de ese modo, en respuesta a unas señales de entrada que se reciben a partir de diferentes sensores que están ubicados en el sistema, el flujo de corriente que se intercambia entre el controlador de motor eléctrico del conjunto de motor de CA - bomba **38**, los supercondensadores **40** y la batería **42**, la totalidad de los cuales están conectados por un bus de CC **110**. De hecho, la ley de corrientes determina la corriente en cada línea, ya que la corriente en un nodo es igual a la suma de la corriente en cada rama.

Preferentemente, haciendo referencia aún a la figura 4, así como la figura 3A, el PLC principal **46** ejecuta una matriz de decisión por medio de diferentes controladores de lazo cerrado, que se corresponden en concreto con un lazo de subida de plataforma **300**, un lazo de bajada de plataforma **400**, un lazo de control de accesorios **500** y el lazo de control de supercondensador **200**. Más en particular, el lazo de subida de plataforma **300** realiza un procedimiento con el fin de generar una señal de indicación, que se corresponde por ejemplo con una velocidad de motor en rotaciones por minuto (rpm) y un sentido, que se va a enviar al conjunto de motor **38** para subir la plataforma del cargador. Además, el lazo de bajada de plataforma **400** realiza un procedimiento con el fin de generar una señal de indicación, que se corresponde por ejemplo con una velocidad de motor en rpm y un sentido, que se va a enviar al conjunto de motor **38** para bajar la plataforma del cargador. Además, el lazo de control de accesorios **500** realiza un procedimiento con el fin de generar una señal de indicación, que se corresponde por ejemplo con una velocidad de motor en rpm y un sentido, que se va a enviar al conjunto de motor **48** para suministrar funciones de accesorios. Además, el lazo de control de supercondensador **200**, realiza un procedimiento con el fin de generar una indicación para el controlador de CC / CC el cual controla a su vez el flujo de corriente entre los supercondensadores, la batería y un motor **38** (y / o **48**), tal como se explicará mejor en lo sucesivo en el presente documento.

Cada uno de esos cuatro controladores de lazo cerrado realiza un procedimiento que se puede ejecutar con independencia de los procedimientos de los otros controladores de lazo cerrado. Además, uno o más de estos controladores se pueden proporcionar en el cargador de cargamento y pueden cooperar además de forma conjunta con el fin de proporcionar una gestión más óptima de la batería en una máquina tal como un cargador de cargamento.

Por ejemplo, cuando se aumenta la velocidad de elevación de la plataforma, la corriente de batería aumenta y, como consecuencia, el convertidor de CC / CC interviene para bajar esta corriente de batería tanto como sea posible. Al mismo tiempo, si se activa la bomba de accesorios, la corriente de batería se aumenta. El PLC intentará bajar la velocidad de elevación de la plataforma con el fin de reducir la potencia de batería total que se requiere. Este es un procedimiento continuo en tiempo real y el sistema preferentemente se adapta a las condiciones cambiantes.

Cada uno de los lazos de control **200**, **300**, **400** y **500** funciona con el fin de controlar partes respectivas del sistema, teniendo cada una un objetivo particular hacia el cual tiende el sistema de lazo cerrado respectivo en base a unas condiciones de sistema particulares. Cuando un lazo de control cambia un valor de parámetro, este puede afectar a las otras partes y, de forma gradual, el sistema se estabiliza en un estado lo más óptimo, o por lo menos cerca del estado óptimo.

Por lo tanto, con el fin de lograr el objetivo respectivo, los lazos cerrados aplican los principios que se han introducido previamente, en concreto (1) el efecto de Peukert, (2) la pérdida de potencia en los cables y componentes, y (3) la carga / descarga de batería, con el fin de optimizar la vida de la batería.

Estos principios, se explicarán mejor a continuación, a la vista de un ejemplo de aplicación de acuerdo con una realización particular de la presente invención.

Tal como se ha mencionado previamente, en base al efecto de Peukert, descargar la batería más lento o más rápido aumenta o reduce la energía disponible a partir de la batería. La ecuación de Peukert cuantifica este fenómeno. Tal como también se explica, la siguiente fórmula muestra la relación entre la corriente de descarga de batería medida y la energía de batería que se retira:

$$I_{ajustada} = I^n C / (R (C / R)^n)$$

en la que

$I_{ajustada}$ es una corriente de descarga equivalente a la energía que se saca de la batería,
 I es una corriente de descarga medida,
 n es un exponente en relación con la edad y la construcción de la batería,
 R es una característica asignada en amperios-hora de batería, y
 C es una capacidad de batería.

La capacidad de una batería se estipula en amperios-hora (Ah). Por ejemplo, la batería que se usa de acuerdo con una realización de la presente invención puede ser de 1.000 Ah a lo largo de 6 horas. Esto quiere decir que la batería se puede descargar a una tasa de 1.000 Ah / 6 h = 167 A. El número de horas es importante debido a que este determina la energía disponible a lo largo de un determinado periodo de tiempo.

Dado que la característica asignada de batería es de 1.000 Ah a lo largo de 6 horas, la fórmula anterior se aplica tal como sigue:

$$\begin{aligned}
 I_{ajustada} &= (167 \text{ A})^n \times 1.000 \text{ Ah} / (6 \text{ h} (1.000 \text{ Ah} / 6 \text{ h})^n) \\
 &= (167 \text{ A})^n \times 1.000 \text{ Ah} / (6 \text{ h} (167 \text{ A})^n) \\
 &= 1.000 \text{ Ah} / 6 \text{ h} \\
 &= 167 \text{ A}
 \end{aligned}$$

La fórmula muestra que si la batería se descarga a una tasa de 167 A, esta durará 6 horas y se entregarán 1.000 Ah de energía. No obstante, un cargador de cargamento requiere en general mucho más de 167 A.

La siguiente tabla muestra la corriente de Peukert (véanse las columnas 2, 3 y 4) para diferentes valores de n y corriente medida (véase la columna 1). Para la aplicación actual, $C = 1.000 \text{ Ah}$ y $R = 6 \text{ horas}$.

Corriente I (A)	Exponente de Peukert (n)		
	1,1	1,2	1,3
200	204	207	211
600	682	775	881
1000	1196	1431	1712

Por ejemplo, si la corriente de batería que se mide es de 600 A, en realidad se extrae de la batería un equivalente de 775 A ($n = 1,2$) o, dicho de otra forma, se pierde un 29 % de la energía esperada. El valor de n es desconocido debido a que este es diferente para cada batería pero es por lo general de aproximadamente 1,3 para las baterías de plomo - ácido.

Por lo tanto, con el fin de reducir las pérdidas de potencia en el presente sistema, preferentemente la corriente de batería se reduce al mínimo.

Tal como también se ha mencionado en lo que antecede, la pérdida de potencia en los cables y componentes eléctricos se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$P = RI^2$$

en la que

I es la corriente en amperios (A), y
 R es la resistencia del cable o componente en ohmios.

Por lo tanto, la pérdida de potencia (el calor disipado) es proporcional al cuadrado de la corriente.

La resistencia del cobre para un cable de tamaño 2 / 0 es aproximadamente 0,261 mΩ / m. Además, la resistencia de un MOSFET en el presente controlador de motor es de 5 mΩ.

La siguiente tabla muestra el número de vatios que se pierden para un cable de tamaño 2 / 0 que tiene una resistencia de aproximadamente 0,261 mΩ / m y un MOSFET en el controlador de motor, que tiene una resistencia de aproximadamente 5 mΩ.

Corriente I (A)	Total	Pérdida de potencia (W)	
	potencia a 80 V (W)	1 m de cable 0.261 mΩ	MOSFET 5 mΩ
100	8000	3	50
250	20000	16	313
500	40000	65	1250

Para veinte (20) metros de cables para conectar el motor y la batería, la pérdida de potencia a 250 A frente a 500 A es de 320 W (o de $320 / 20.000 = 1,6 \%$) en comparación con 1.300 W (o $1.300 / 40.000 = 3,2 \%$). Por lo tanto, con el fin de reducir las pérdidas de potencia, la corriente en los componentes se ha de reducir al mínimo.

5 Tal como también se ha explicado previamente, la carga y la descarga frecuentes de una batería también tiene incidencia sobre la eficiencia. De hecho, un sistema de regeneración de energía que usa solo una batería recargable para cooperar con un elevador móvil en sentido vertical puede amplificar el efecto de Peukert, debido a que cargar la batería durante un corto periodo de tiempo y, a continuación, descargar la misma justo después, o a la inversa, da lugar a que la batería se vea como que es mucho más pequeña.

10 Tal como también se explica, la batería genera además calor cuando se carga y se descarga, lo cual representa energía perdida. El aumento de temperatura de la batería causado por la carga de la batería también reduce su vida.

Por las razones anteriores, preferentemente la batería no se recarga de forma intermitente (es decir, se descarga y se recarga demasiado rápidamente, y así sucesivamente) con el fin de reducir la pérdida de potencia.

15 Por lo tanto, el sistema de gestión de energía de acuerdo con la presente invención, preferentemente aplica los principios anteriores con el fin de proporcionar un sistema más óptimo, en concreto en virtud del convertidor de CC / CC y supercondensadores. Más en particular, con el fin de optimizar el sistema y aumentar la eficiencia y la vida de la batería, la potencia de batería se gestiona mediante el control de la corriente que es requerida por los motores, se gestiona la corriente que se extrae a través del convertidor de CC / CC, la corriente que se extrae de la batería se nivela a lo largo del tiempo, y la energía regenerada se almacena en los supercondensadores con el fin de evitar recargar la batería con demasiada rapidez durante el funcionamiento.

20 Tal como se ha mencionado previamente, el sistema en conjunto busca mantener la corriente de batería tan baja como sea posible mediante el control de la velocidad del motor y mediante el control de la corriente que fluye a través del convertidor de CC / CC. Preferentemente, el sistema también busca gestionar el flujo de energía entre la batería, los motores y los supercondensadores de tal modo que la demanda de potencia de batería es constante a lo largo del tiempo, y almacenar la energía regenerada en los supercondensadores con el fin de evitar recargar la
25 batería durante el funcionamiento, así como para mantener el nivel de energía de los supercondensadores tan alto como sea posible.

Tal como también se ha mencionado previamente, el sistema es operado por los controladores de lazo cerrado **300**, **400**, **500** y **200**, tal como se ilustra mejor en la figura 4. Los algoritmos que son realizados por cada uno de estos lazos, de acuerdo con unas realizaciones preferidas se describirán a continuación, comenzando por el controlador de lazo cerrado principal **200**.

30 Haciendo referencia a la figura 5, así como la figura 1 y 4, se muestra el procedimiento de gestión de energía el cual es realizado por el controlador de lazo cerrado principal **200** para determinar la corriente que se va a suministrar a o que se va a extraer de los supercondensadores **40** y la batería **42**, por el convertidor de CC / CC **56**, de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. Un objetivo general que se busca en el convertidor de CC / CC **56**
35 es reducir de forma conveniente la corriente de batería cuando la demanda de potencia del sistema es alta y absorber de forma conveniente la energía regenerada cuando se baja la plataforma.

1) El procedimiento preferentemente incluye, determinar una corriente de batería objetivo tal como sigue:

40 (i) Leer una tensión V_{cap} en los terminales de los supercondensadores **40**, un movimiento de la plataforma **12**, que está seleccionado de entre el grupo que comprende un movimiento hacia arriba, un movimiento hacia abajo y la ausencia de movimiento, y un estatus del cargador (10) seleccionado de entre el grupo que consiste en alimentado y de parada, y determinar **201** un modo de funcionamiento tal como sigue:

- si la tensión de supercondensador es menor que 30 V, establecer el modo de funcionamiento en el "modo de precarga";
- 45 - si la tensión de supercondensador es mayor que 30 V y el movimiento de la plataforma se corresponde con un movimiento hacia arriba, establecer el modo de funcionamiento en el "modo hacia arriba";
- si la tensión de supercondensador es mayor que 30 V y el movimiento de la plataforma se corresponde con un movimiento hacia abajo, establecer el modo de funcionamiento en el "modo hacia abajo";
- si la tensión de supercondensador es mayor que 30 V y el movimiento de la plataforma se corresponde con la ausencia de movimiento, establecer el modo de funcionamiento en el "modo de recarga"; y
- 50 - si el estatus de potencia del cargador es de parada, establecer el modo de funcionamiento en el "modo de descarga".

(ii) Determinar **202** un objetivo de corriente de batería en base al modo de funcionamiento que se ha determinado en lo que antecede, tal como sigue:

- 55 - si el modo de funcionamiento es el "modo de precarga", el objetivo de corriente de batería se establece en 50 A. De hecho, en el "modo de precarga" es un objetivo precargar los supercondensadores **40** hasta 30 V cuando el sistema de cargador acaba de ser encendido. Los supercondensadores **40** y el convertidor

de CC / CC **56** son más eficientes a unas tensiones más altas, por lo tanto es preferible una tensión de supercondensador mínima.

- Si el modo de funcionamiento es el “modo hacia arriba”, el objetivo de corriente de batería se establece en 200 A. De hecho, en el “modo hacia arriba” es un objetivo usar la energía de los supercondensadores para reducir la corriente de batería que se requiere. Debido a que 200 A es el objetivo de corriente de batería, si la corriente de batería supera 200 A debido a la demanda del sistema, el convertidor de CC / CC **56** transferirá energía a partir de los supercondensadores **40** para reducir la corriente de batería.
- Si el modo de funcionamiento es el “modo hacia abajo”, el objetivo de corriente de batería es de 150 A. De hecho, en el “modo hacia abajo” es un objetivo cargar los supercondensadores **40** con la energía regenerada. Por lo tanto, con una corriente de batería seleccionado como objetivo en 150 A, la energía regenerada se puede capturar y al mismo tiempo, los supercondensadores **40** se pueden recargar hasta un máximo nivel de energía, el cual se determina en la etapa **210** que se describe en lo sucesivo, y esto, solo cuando la corriente de batería no está demasiado elevada.
- Si el modo de funcionamiento es el “modo de recarga”, el objetivo de corriente de batería es de 150 A. De hecho, en el “modo de recarga” es un objetivo llenar los supercondensadores **40** cuando la plataforma de cargador **12** no se está moviendo. 150 A es el objetivo de corriente de batería, para recargar los supercondensadores **40**, de acuerdo con la presente realización particular.
- Si el modo de funcionamiento es el “modo de descarga”, la corriente de batería objetivo es de -150 A. De hecho, en el “modo de descarga” es un objetivo vaciar los supercondensadores **40** cuando se APAGA el cargador **10** (el estado de parada). -150 A es el objetivo de corriente de batería debido a que esta es la máxima capacidad del convertidor de CC / CC **56** para descargar los supercondensadores **40**, de acuerdo con la presente realización particular.

Si se produce otra demanda de una corriente de batería que es mayor que 150 A, entonces el sistema aguardará antes de recargar los supercondensadores.

Por lo tanto, las dos (2) subetapas anteriores se pueden resumir tal como sigue:

- detectar un movimiento del elemento de elevación, estando seleccionado dicho movimiento de entre el grupo que consiste en un movimiento de elevación, un movimiento de bajada y un movimiento inmóvil;
- proporcionar una tensión V_{cap} que se detecta en unos terminales del dispositivo de almacenamiento de energía, en concreto los supercondensadores **40**;
- calcular **202** un objetivo de corriente de batería en base a por lo menos uno de la tensión V_{cap} y el movimiento detectado, más en particular:
- detectar un estado de potencia de la máquina, en concreto el cargador de cargamento **10**, estando seleccionado dicho estado de potencia de entre el grupo que consiste en un estado alimentado y un estado de parada;

y

- si la tensión V_{cap} es menor que 30 V, establecer el objetivo de corriente de batería en 50 A (es decir, el modo de precarga);
- si la tensión V_{cap} es mayor que 30 V y el movimiento que se detecta en (a) es el movimiento de elevación, establecer el objetivo de corriente de batería en 200 A (es decir, el modo hacia arriba);
- si la tensión V_{cap} es mayor que 30 V y el movimiento que se detecta en (a) es el movimiento de bajada, establecer el objetivo de corriente de batería en 150 A (es decir, el modo hacia abajo);
- si la tensión V_{cap} es mayor que 30 V y el movimiento que se detecta en (a) es el movimiento inmóvil, establecer el objetivo de corriente de batería en 150 A (es decir, el modo de recarga); y
- si el estado de potencia que se detecta se corresponde con un estado de parada, establecer el objetivo de corriente de batería en -150 A (es decir, el modo de descarga).

El procedimiento incluye además ajustar **204**, usando un controlador PID **108**, una corriente que es extraída de la fuente de batería por el controlador de dispositivo de almacenamiento de energía, en concreto por el convertidor de CC / CC, de acuerdo con el objetivo de corriente de batería que se ha determinado en lo que antecede.

2) Otra etapa, tal como se ha mencionado previamente, comprende medir **211** un ángulo usando un sensor, tal como un inclinómetro **47**; y determinar una altura **H** de la plataforma **12** como una función del ángulo medido por el inclinómetro **47**. El inclinómetro **47** está convenientemente montado en o conectado con el conjunto de soporte **14**, por ejemplo un miembro del soporte de tipo saltamontes, y el ángulo que se mide es, por lo tanto, representativo de un ángulo correspondiente del miembro. La altura se puede determinar de este modo por medio de una tabla de correspondencia. Como alternativa, la altura se puede obtener de una serie de formas, incluyendo por ejemplo a partir de un sensor de distancia, una información que se recibe a partir del PLC o cualquier otro controlador que calcule una altura en base al funcionamiento del motor. Por ejemplo un número de rotaciones del motor en un sentido puede ser representativo de un aumento en la altura mientras que un número de rotaciones del motor en el sentido opuesto puede ser representativo de una disminución en la altura.

3) Otra etapa del procedimiento incluye, tal como se ha mencionado previamente, calcular **214** una energía mínima E_{min} requerida en los supercondensadores **40** como una función de la altura **H** del elemento de elevación

12, en concreto de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_{\min} = E_{\text{cap}_n} + (E_{\text{total}} - E_{\text{cap}_n}) / (H_{\text{total}}) \times H,$$

en la que

E_{\min} se puede proporcionar en unidades de julios (J);

n es una constante que tiene un valor en base a un parámetro del controlador de dispositivo de almacenamiento de energía, y una tensión de la batería;

E_{cap_n} representa una energía disponible en el dispositivo de almacenamiento de energía a n voltios, y se puede proporcionar en unidades de julios (J);

E_{total} representa una energía máxima que se puede almacenar en el dispositivo de almacenamiento de energía, y se puede proporcionar en unidades de julios (J); y

H_{total} es una altura máxima que puede alcanzar el elemento de elevación, y se puede proporcionar por ejemplo en milímetros (mm).

Por lo tanto, en el presente caso, la ecuación se aplica tal como sigue:

$$E_{\min} = E_{\text{cap}_{40\text{ V}}} + (E_{\text{total}} - E_{\text{cap}_{40\text{ V}}}) / (H_{\text{total}}) \times H,$$

en la que

$E_{\text{cap}_{40\text{ V}}}$ es la energía disponible en los supercondensadores **40** a 40 V y se establece en 80.000 J,

E_{total} es la energía máxima que se puede almacenar en los supercondensadores **40** y se establece en 320.000 J,

y

H_{total} se establece en 3.000 mm.

Por lo tanto,

$$\begin{aligned} E_{\min} &= 80.000 \text{ J} + (320.000 \text{ J} - 80.000 \text{ J} / 3.000 \text{ mm} \times H \\ &= 80.000 \text{ J} + 80 \text{ J} / \text{min} \end{aligned}$$

4) Otra etapa del procedimiento incluye, tal como también se ha mencionado previamente, calcular **216** una energía $E_{\text{disponible}}$ que está almacenada en el dispositivo de almacenamiento de energía en base a una tensión V_{cap} que se detecta en unos terminales del dispositivo de almacenamiento de energía y en base a un parámetro del dispositivo de almacenamiento de energía, en concreto de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_{\text{disponible}} = (\text{Capacidad} \times V_{\text{cap}} \times V_{\text{cap}}) / 2$$

Por lo tanto, en el presente caso, el parámetro que se ha mencionado en lo que antecede es una **Capacidad** de los supercondensadores **40**, la cual se proporciona en faradios y se establece en 100 F.

5) Todavía otra etapa del procedimiento incluye, tal como también se ha mencionado previamente, calcular **218** un error **Error** en el que $\text{Error} = E_{\min} - E_{\text{disponible}}$.

Por lo tanto, en el presente caso, el error **Error** se corresponde con una cantidad de energía que se puede usar para alimentar el conjunto de motor de CA - bomba **38** en el modo de funcionamiento hacia arriba, (es decir, cuando el movimiento detectado es el movimiento de elevación), o cuánta energía adicional se puede almacenar en los supercondensadores cuando el movimiento detectado es un movimiento de bajada de la plataforma.

Todavía otra etapa **206** del procedimiento incluye, tal como también se ha mencionado previamente, establecer un límite inferior I_{\min} de una corriente que se va a extraer del dispositivo de almacenamiento de energía en 0 A cuando el movimiento que se ha detectado previamente es el movimiento inmóvil o de bajada. Dicho de otra forma, el límite inferior I_{\min} se establece en 0 A, si el modo de funcionamiento que se ha determinado previamente es el "modo de recarga", el "modo de precarga" o el "modo hacia abajo", y esto, con el fin de asegurar que los supercondensadores **40** no se descarguen en esos modos, en concreto para mantener esta energía disponible para un movimiento de elevación de plataforma. Además, la corriente del convertidor de CC - CC está limitada a 150 A. Por lo tanto, la corriente está limitada en el lado de batería debido a que la tensión es siempre más alta que en el lado de los supercondensadores, dado que la potencia en ambos lados es aproximadamente la misma. La corriente en el lado de batería del convertidor de CC / CC está limitada a $150 \text{ A} \times V_{\text{cap}} / V_{\text{bat}}$. Por ejemplo, para una V_{cap} de 70 V y una V_{bat} de 80 V, la potencia en el lado de los supercondensadores es de $70 \text{ V} \times 150 \text{ A} = 10500 \text{ W}$, mientras que la corriente en el lado de batería es de $10500 \text{ W} / 80 \text{ V} = 131 \text{ A}$.

Tal como también se ha mencionado previamente, el límite inferior I_{\min} se calcula como una función de **Error** cuando el movimiento detectado es el movimiento de elevación, más en particular, de acuerdo con:

$$\text{si } \text{Error} < 0 \text{ y } \text{Error} > -2 \text{ entonces}$$

$$I_{\min} = \text{Error} \times 75 \times V_{\text{cap}} / V_{\text{bat}}$$

de lo contrario, si **Error** <= -2

$$I_{\min} = -150 \times V_{\text{cap}} / V_{\text{bat}}$$

de lo contrario,

5 $I_{\min} = 0,$

en la que el procedimiento incluye además detectar una tensión V_{bat} en unos terminales de la fuente de batería.

10 Preferentemente, otra etapa incluye detectar un estado de potencia de la máquina, estando seleccionado dicho estado de potencia de entre el grupo que consiste en un estado alimentado y un estado de parada; y establecer el límite inferior I_{\min} de dicha corriente que se va a extraer del dispositivo de almacenamiento de energía en -150 A cuando el estado de potencia que se detecta es un estado de parada. Dicho de otra forma, el límite inferior I_{\min} se establece en -150 A si el modo de funcionamiento que se ha determinado previamente es “descarga”.

15 En los modos de recarga, de precarga y abajo, la corriente mínima está limitada a 0 A para asegurarse de que los supercondensadores no se descargan en esos modos para mantener esta energía para el movimiento de elevación de la plataforma. La corriente en el lado de batería del convertidor de CC / CC está limitada a $150 \text{ A} \times V_{\text{cap}} / V_{\text{bat}}$.

20 Aún otra etapa **220** del procedimiento incluye, tal como también se ha mencionado previamente, calcular un límite superior I_{\max} de una corriente que se va a suministrar al dispositivo de almacenamiento de energía como una función de **Error** cuando el movimiento es el movimiento inmóvil o de bajada. Más en particular, en el presente caso, la corriente máxima I_{\max} que se va a suministrar a los supercondensadores **40** por el convertidor de CC / CC **56** se calcula de acuerdo con el siguiente algoritmo:

si **Error** > 0 y **Error** < 2 entonces

$$I_{\max} = \text{Error} \times 75 \times V_{\text{cap}} / V_{\text{bat}}$$

de lo contrario, si **Error** >= 2

$$I_{\max} = -150 \times V_{\text{cap}} / V_{\text{bat}}$$

25 de lo contrario,

$$I_{\max} = 0.$$

30 Dicho de otra forma, I_{\max} se determina en base a cuánta energía falta, en concreto cuánta energía adicional se puede almacenar en los supercondensadores **40**, de tal modo que si la energía que está almacenada en los supercondensadores **40** es igual al nivel objetivo de energía, tal como se define en el número **218**, la corriente será igual a 0 A con el fin de detener la recarga de los supercondensadores **40**.

35 7) Todavía otra etapa **222** del procedimiento incluye, tal como también se ha mencionado previamente, controlar el controlador de dispositivo de almacenamiento de energía como una función de I_{\min} , I_{\max} y el movimiento que se ha detectado previamente, con el fin de gestionar el flujo de corriente entre el dispositivo de almacenamiento de energía y el bus de suministro de potencia. Más en particular, en la presente realización, si la corriente que es extraída de la batería **42** por el convertidor de CC / CC **56** es menor que el límite inferior I_{\min} , entonces la corriente se establece en I_{\min} , y si la corriente que es extraída de la batería **42** por el convertidor de CC / CC **56** es mayor que el límite superior I_{\max} , entonces la corriente se establece en I_{\max} .

40 De forma ventajosa, el PLC ajusta el nivel de energía de los supercondensadores **40** de tal modo que en cualquier momento es posible almacenar en los supercondensadores **40** la totalidad o la mayor parte de la energía potencial que se puede regenerar, en concreto al tener en cuenta la altura H de la plataforma.

45 De hecho y por ejemplo, cuando la plataforma se encuentra al nivel del suelo, no hay energía potencial alguna que regenerar debido a que la plataforma se encuentra en la posición más baja. Cuando la plataforma se encuentra a la altura máxima, la energía potencial que se puede regenerar con una plataforma que está completamente cargada es de 133 kJ, en base a un modelo de sistema. La capacidad energética de un supercondensador de 100 F a 80 V es de 280 kJ. Por lo tanto, el máximo nivel de energía para recargar los supercondensadores en este momento en particular es de $280 \text{ kJ} - 133 \text{ kJ} = 147 \text{ kJ}$. Además, si la plataforma se mueve a continuación a 1 m del suelo, en base al modelo de sistema, la energía potencial que se puede regenerar con una plataforma completamente cargada es de 47 kJ. La capacidad energética de un supercondensador **40** de 100 F a 80 V es de 280 kJ. Por lo tanto, el máximo nivel de energía para recargar los supercondensadores en este momento es de $280 \text{ kJ} - 47 \text{ kJ} = 233 \text{ kJ}$.

50

5 En la figura 6, se muestra una gráfica que ilustra una secuencia en la que la plataforma en primer lugar se está bajando, a continuación regenerando energía, a continuación deteniéndose, y por último reanudando la bajada, durante un periodo de tiempo que varía de 0 a 25 segundos (s). Más en concreto, la gráfica representa un escenario, en el que la plataforma se está bajando entre los tiempos 0 y 8 s, aproximadamente (es decir, un movimiento de bajada detectado), entonces la plataforma permanece inmóvil entre los tiempos 8 y 15 s, aproximadamente (es decir, detectado un movimiento inmóvil), entonces la plataforma reanuda la bajada entre los tiempos 15 y 21 s, aproximadamente (es decir, un movimiento de bajada detectado) y por último, la plataforma stops de nuevo entre los tiempos 23 y 25 s, aproximadamente (es decir, detectado un movimiento inmóvil).

10 La curva que está punteada con triángulos representa la altura de la plataforma. La curva que está punteada con rombos representa el máximo nivel de energía (o nivel de energía objetivo) calcula a partir de la altura de la plataforma. La curva que está punteada con cuadrados representa el nivel de energía real de los supercondensadores (o la energía que está almacenada en los supercondensadores), la cual intente coincidir con el máximo nivel de energía calculado. La diferencia entre las dos curvas es debido a la limitación de la corriente máxima del convertidor de CC / CC y esta es la razón por la cual el nivel de energía solo se alcanza en un tiempo de 13 segundos y 25 segundos.

15 Tal como se puede ver, cuando la plataforma se está bajando, entre los tiempos y 8 s y entre los tiempos 15 y 21 s, los supercondensadores se están recargando. Los supercondensadores también se recargan durante una porción del tiempo que la plataforma está inmóvil, en concreto entre 10 y 14 s, así como entre 23 y 25 s. Además, en 13 s y 25 s, los supercondensadores dejan de cargarse debido a que, tal como se ha mencionado en lo que antecede, estos han alcanzado el nivel de energía objetivo.

20 Con referencia a continuación a la figura 7A a 7E, se ejemplifican diferentes escenarios del sistema en funcionamiento, que se muestran en unas representaciones esquemáticas simplificadas del sistema.

25 En la figura 7A, se muestra un primer escenario en el que un operador introduce una entrada de indicación para elevar o subir la plataforma. Para fines de ejemplificación, el controlador de motor **44** requiere 400 A en este momento. Los 400 A en primer lugar son alimentados por la batería **42**. El convertidor de CC / CC **56** reacciona entonces y extrae energía de los supercondensadores **40** lo cual se refleja en la línea omnibús de 80 V **110** para reducir la corriente de batería, por ejemplo en 100 A, en concreto hasta 300 A, desde (400 A = 100 A + 300 A) por ejemplo. Esta corriente está limitada por la capacidad del convertidor de CC / CC y la energía disponible en los supercondensadores **40** en este momento.

30 En la figura 7B, se muestra un segundo escenario en el que el operador introduce una entrada de indicación para bajar la plataforma. Por lo tanto, el controlador de motor **44** regenera energía y envía corriente por la línea omnibús de 80 V, por ejemplo, 80 A. Los 80 A tienden de forma natural a ir de vuelta a la batería **42**. No obstante, el convertidor de CC / CC **56** almacena energía en los supercondensadores **40** al tomar la energía de la línea omnibús de 80 V para evitar la recarga de la batería.

35 En la figura 7C, se muestra un tercer escenario en el que el operador introduce una entrada de indicación para bajar la plataforma, y no hay carga alguna sobre la plataforma. El controlador de motor regenerará energía y enviará corriente por la línea omnibús de 80 V, por ejemplo, 30 A debido a que la plataforma no porta carga alguna. El PLC determinará qué corriente es transferida por el convertidor de CC / CC **56** y dependiendo del nivel de energía almacenado de los supercondensadores **40**, esta corriente puede ser más de 30 A, por ejemplo, 100 A con el fin de recargar los supercondensadores **40** a una tasa más rápida. Por lo tanto, la batería suministra energía en este momento para recargar los supercondensadores **40**, en lugar de esperar a que la plataforma se encuentre al nivel del suelo, con el fin de prepararse para suministrar potencia al sistema cuando el operador eleve de nuevo la plataforma.

45 En la figura 7D y 7E, se muestra un cuarto escenario en el que el operador introduce una entrada de indicación para elevar o subir la plataforma.

Para fines de ejemplificación, el controlador de motor **44** para el elevador requiere 400 A en este momento para esta operación particular, tal como se ilustra mejor en la figura 7D. El PLC **46** controla el convertidor de CC / CC **56** y los supercondensadores **40** para emitir una reserva de energía con el fin de reducir la carga de potencia en la batería **42**.

50 Unos pocos segundos más tarde, el operador acciona otra función en el cargador, por ejemplo una transferencia de cargamento, al tiempo que se sigue elevando la plataforma posterior. El controlador de motor **43** para los accesorios requerirá entonces, por ejemplo 150 A, tal como se ilustra en la figura 7E.

55 El PLC **46** reduce entonces la corriente asignada para la elevación, con el fin de disminuir la demanda de potencia total a partir de la batería **42**. Como resultado, la plataforma se eleva más lentamente, es decir, se asigna menos potencia al motor **37** pero la potencia de batería que se requiere sigue siendo la misma.

Por lo tanto, el sistema que se ha descrito en lo que antecede busca aplicar los principios en relación con el efecto de Peukert sobre las baterías, la pérdida de potencia en los cables y componentes y el efecto negativo de la carga y

la descarga de batería.

5 El dispositivo de almacenamiento de energía, o los supercondensadores de acuerdo con unas realizaciones de la presente invención, proporcionan un almacenamiento intermedio energía para absorber energía cuando la plataforma se está bajando (es decir, yendo hacia abajo), al tiempo que el motor regenera la energía potencial de la plataforma para dar electricidad, y también devuelven esta energía en un instante posterior para reducir la carga de potencia de batería.

El controlador de dispositivo de almacenamiento de energía, o el convertidor de CC - CC de acuerdo con unas realizaciones de la presente invención, permite controlar el flujo de corriente entre los supercondensadores y el bus de CC de 80 V con el que están conectados el controlador o controladores de motor y la batería.

10 Como resultado, la potencia de batería promedio es baja en comparación con sistemas convencionales conocidos debido a que se regenera parte de la energía. Además, la potencia de batería que se requiere se puede distribuir a lo largo del tiempo con el fin de eliminar los tiempos muertos y las demandas de pico y, por lo tanto, reducir al mínimo el nivel global de corriente de batería en todo momento. Como una ventaja adicional, la corriente reducida atenúa la pérdida de potencia en los cables y componentes. Además, en su mayor parte la batería se descarga y, preferentemente nunca, se recarga durante el funcionamiento normal del cargador para optimizar de forma ventajosa la eficiencia y la vida de la batería.

20 De acuerdo con una realización preferida, los cuatro sistemas de lazo cerrado independientes que se han descrito en lo que antecede, en concreto el lazo de subida de plataforma **300**, el lazo de bajada de plataforma **400**, el lazo de motor de accesorios **500** y el lazo de corriente de convertidor de CC / CC **200** (véase la figura 4), se proporcionan en el sistema y cooperan con el fin de determinar en tiempo real la velocidad óptima de motores respectivos y el flujo de corriente que se suministra a o que se extrae de los supercondensadores, por medio del convertidor de CC / CC. De ese modo, el sistema está constantemente tratando de lograr un estado óptimo en el que funcionar.

25 La eficiencia de un cargador que está provisto con el sistema y procedimiento que se han descrito en lo que antecede se mejora en gran medida. Durante la aplicación, el número de ciclos de subida y de bajada del elevador de plataforma se aumentó en de aproximadamente un 30 a un 40 % dependiendo del peso promedio del cargamento, en comparación con un cargador eléctrico sin este sistema de regeneración y de gestión de energía.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de gestión de energía para gestionar un flujo de corriente en una máquina que tiene un elemento de elevación que puede moverse en sentido vertical por un conjunto de motor, comprendiendo el sistema de gestión de energía:

- 5 - un bus de suministro de potencia para abastecer el conjunto de motor;
- una fuente de batería que está conectada con el bus de suministro de potencia;
- un dispositivo de almacenamiento de energía;
- un controlador de dispositivo de almacenamiento de energía conectado entre el dispositivo de almacenamiento de energía y el bus de suministro de potencia, para controlar un flujo de corriente entre el dispositivo de almacenamiento de energía y el bus de suministro de potencia;
- 10 - unos sensores para detectar una altura **H** y un movimiento del elemento de elevación, siendo seleccionado dicho movimiento entre el grupo que consiste en un movimiento de elevación, un movimiento de bajada y un movimiento inmóvil;

caracterizado porque comprende además:

- 15 - un primer calculador conectado con los sensores para calcular una energía mínima **E_{min}** requerida en el dispositivo de almacenamiento de energía como una función de la altura **H** del elemento de elevación;
- un segundo calculador conectado con el dispositivo de almacenamiento de energía para calcular una energía **E_{disponible}** que está almacenada en el dispositivo de almacenamiento de energía en base a una tensión **V_{cap}** detectada en unos terminales del dispositivo de almacenamiento de energía y a un parámetro del dispositivo de almacenamiento de energía;
- 20 - un comparador para calcular un **Error** en el que **Error = E_{min} - E_{disponible}**;
- un tercer calculador para establecer un límite inferior **I_{min}** de una corriente a extraer del dispositivo de almacenamiento de energía a 0 A cuando el movimiento detectado por los sensores es el movimiento inmóvil o de bajada, y para calcular el límite inferior **I_{min}** como una función de **Error** cuando el movimiento detectado por los sensores es el movimiento de elevación;
- 25 - un cuarto calculador para calcular un límite superior **I_{máx}** de una corriente a suministrar al dispositivo de almacenamiento de energía como una función de **Error** cuando el movimiento detectado por los sensores es el movimiento inmóvil o de bajada; y
- 30 - un controlador principal para controlar el controlador de dispositivo de almacenamiento de energía como una función de **I_{min}**, **I_{máx}** y el movimiento detectado, para ajustar el flujo de corriente entre el dispositivo de almacenamiento de energía y el bus de suministro de potencia.

2. El sistema de gestión de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo de almacenamiento de energía comprende uno o más supercondensadores.

35 3. El sistema de gestión de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el controlador de dispositivo de almacenamiento de energía es un convertidor de CC - CC.

4. El sistema de gestión de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que uno de dichos sensores es un inclinómetro para medir un ángulo y para detectar la altura **H** con respecto al mismo.

5. El sistema de gestión de energía de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

- una unidad de almacenamiento en memoria para almacenar datos; y

40 en el que dichos primer, segundo, tercer y cuarto calculadores, dicho comparador y dicho controlador principal se proporcionan en un controlador lógico programable que está conectado con la unidad de almacenamiento en memoria.

45 6. El sistema de gestión de energía de acuerdo con la reivindicación 5, en el que uno de dichos sensores se proporciona en el controlador lógico programable para detectar el movimiento del elemento de elevación en base a una orden de operación recibida en el controlador lógico programable.

7. El sistema de gestión de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en combinación con dicha máquina, estando el sistema de gestión de energía conectado operativamente con el elemento de elevación.

8. El sistema de gestión de energía en combinación con la máquina de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende además:

- 50 - un conjunto de soporte para soportar el elemento de elevación; y

en el que uno de dichos sensores es un inclinómetro conectado con el conjunto de soporte para medir un ángulo y detectar la altura **H** con respecto al mismo.

9. Un procedimiento de gestión de energía para gestionar un flujo de corriente en una máquina que tiene un

elemento de elevación que puede ser operado en sentido vertical por un conjunto de motor, estando abastecido el conjunto de motor con energía, a través de un bus de suministro de potencia, por una fuente de batería y por un dispositivo de almacenamiento de energía por medio de un controlador de dispositivo de almacenamiento de energía, comprendiendo el procedimiento:

- 5 (a) detectar una altura **H** y un movimiento del elemento de elevación, estando seleccionado dicho movimiento entre el grupo que consiste en un movimiento de elevación, un movimiento de bajada y un movimiento inmóvil;
 (b) calcular una energía mínima **E_{min}** requerida en el dispositivo de almacenamiento de energía como una función de la altura **H** del elemento de elevación;
 10 (c) calcular una energía **E_{disponible}** que está almacenada en el dispositivo de almacenamiento de energía en base a una tensión **V_{cap}** detecta en unos terminales del dispositivo de almacenamiento de energía y a un parámetro del dispositivo de almacenamiento de energía;
 (d) calcular un error **Error** en el que **Error = E_{min} - E_{disponible}**;
 (e) establecer un límite inferior **I_{min}** de una corriente a extraer del dispositivo de almacenamiento de energía a 0 A cuando el movimiento detectado en (a) es el movimiento inmóvil o de bajada, y calcular el límite inferior **I_{min}** como
 15 una función de **Error** cuando el movimiento detectado en (a) es el movimiento de elevación;
 (f) calcular un límite superior **I_{máx}** de una corriente a suministrar al dispositivo de almacenamiento de energía como una función de **Error** cuando el movimiento es el movimiento inmóvil o de bajada; y
 (g) controlar el controlador de dispositivo de almacenamiento de energía como una función de **I_{min}**, **I_{máx}** y el
 20 movimiento detectado en (a) para gestionar el flujo de corriente entre el dispositivo de almacenamiento de energía y el bus de suministro de potencia.

10. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la determinación en (a) comprende:

- medir un ángulo por medio de un inclinómetro; y
- determinar una altura **H** de la plataforma como una función del ángulo medido por el inclinómetro.

25 11. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la altura se determina en (a) por medio de una tabla de correspondencia.

12. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además:

- proporcionar una energía **E_{capn}** disponible en el dispositivo de almacenamiento de energía a **n** voltios, una energía máxima **E_{total}** que se puede almacenar en el dispositivo de almacenamiento de energía y la altura máxima **H_{total}** del elemento de elevación; y

30 en el que **E_{min}** se calcula en (c) de acuerdo con:

$$E_{min} = E_{capn} + (E_{total} - E_{capn}) / (H_{total}) \times H,$$

en la que

n es una constante que tiene un valor en base a un parámetro del controlador de dispositivo de almacenamiento de energía y a una tensión de la batería.

35 13. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, en el que **n** = 40 V, **E_{capn}** = 80.000 J, **E_{total}** = 320.000 J y **H_{total}** = 3.000 mm.

14. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el parámetro del dispositivo de almacenamiento de energía es una **Capacidad** proporcionada en faradios y en el que la **E_{disponible}** se calcula en (c) de acuerdo con:

$$E_{disponible} = (Capacidad \times V_{cap} \times V_{cap}) / 2.$$

40 15. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además:

- detectar un estado de potencia de la máquina, siendo seleccionado dicho estado de potencia entre el grupo que consiste en un estado alimentado y un estado de parada; y
- en (f), establecer el límite inferior **I_{min}** de dicha corriente a extraer del dispositivo de almacenamiento de energía a -150 A cuando el estado de potencia detectado es un estado de parada.

45 16. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además:

- detectar una tensión **V_{bat}** en unos terminales de la fuente de batería; y

en el que, cuando el movimiento detectado en (a) es el movimiento de elevación, **I_{min}** se calcula en (f) de acuerdo con:

si **Error** < 0 y **Error** > -2 entonces

$$I_{\min} = \mathbf{Error} \times 75 \times V_{\text{cap}} / V_{\text{bat}}$$

de lo contrario, si **Error** <= -2

$$I_{\min} = -150 \times V_{\text{cap}} / V_{\text{bat}}$$

5

de lo contrario,

$$I_{\min} = 0.$$

17. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además:

- detectar una tensión V_{bat} en unos terminales de la fuente de batería; y en el que $I_{\text{máx}}$ se calcula en (g) de acuerdo con:

10

si **Error** > 0 y **Error** < 2 entonces

$$I_{\text{máx}} = \mathbf{Error} \times 75 \times V_{\text{cap}} / V_{\text{bat}}$$

de lo contrario, si **Error** >= 2

$$I_{\text{máx}} = -150 \times V_{\text{cap}} / V_{\text{bat}}$$

de lo contrario,

15

$$I_{\text{máx}} = 0.$$

18. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además antes de (a):

- calcular un objetivo de corriente de batería en base a por lo menos uno de la tensión V_{cap} y el movimiento detectado en (a); y
 - ajustar una corriente extraída de la fuente de batería por el controlador de dispositivo de almacenamiento de energía, de acuerdo con el objetivo de corriente de batería.

20

19. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 18, en el que el objetivo de corriente de batería calculado varía entre -150 A y 300 A.

20. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 19, que comprende además:

25

- detectar un estado de potencia de la máquina, estando seleccionado dicho estado de potencia entre el grupo que consiste en un estado alimentado y un estado de parada; y

en el que el objetivo de corriente de batería se calcula de acuerdo con:

- si la tensión V_{cap} es menor que 30 V, establecer el objetivo de corriente de batería en 50 A;
 - si la tensión V_{cap} es mayor que 30 V y el movimiento detectado en (a) es el movimiento de elevación, establecer el objetivo de corriente de batería en 200 A;
 - si la tensión V_{cap} es mayor que 30 V y el movimiento detectado en (a) es el movimiento de bajada, establecer el objetivo de corriente de batería en 150 A;
 - si la tensión V_{cap} es mayor que 30 V y el movimiento detectado en (a) es el movimiento inmóvil, establecer el objetivo de corriente de batería en 150 A; y
 - si el estado de potencia detectado se corresponde con un estado de parada, establecer el objetivo de corriente de batería en -150 A.

30

35

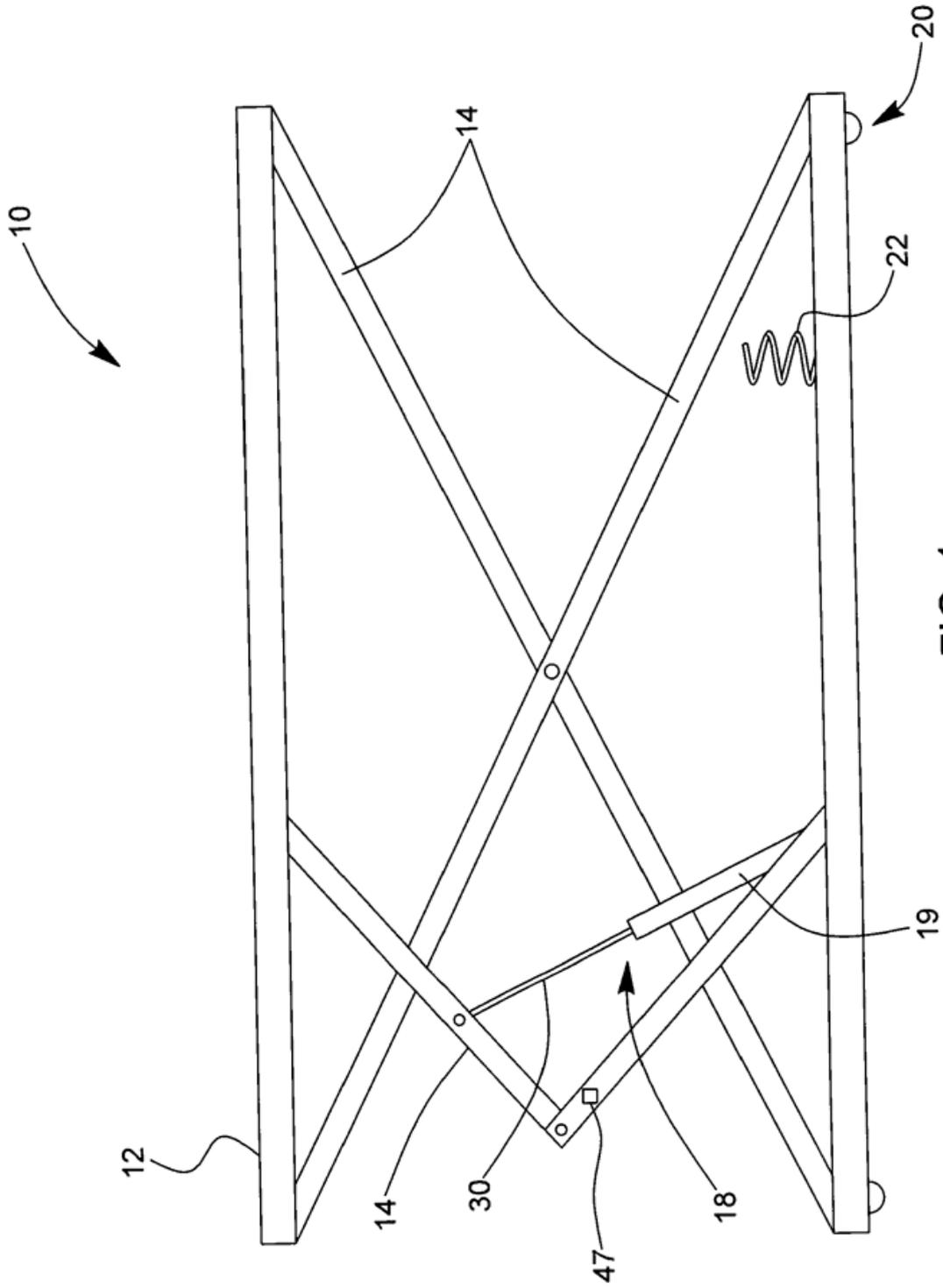


FIG. 1

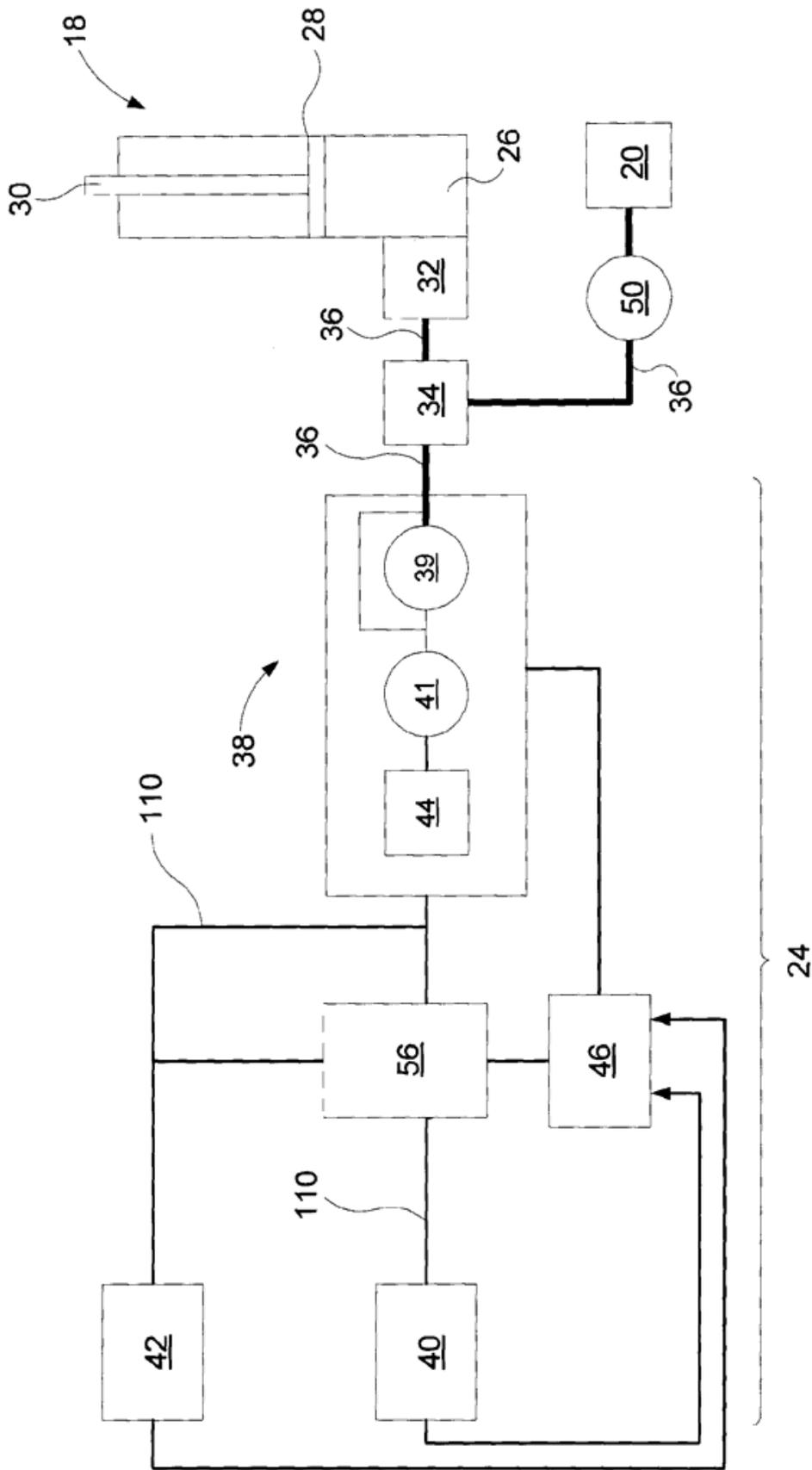


FIG. 2

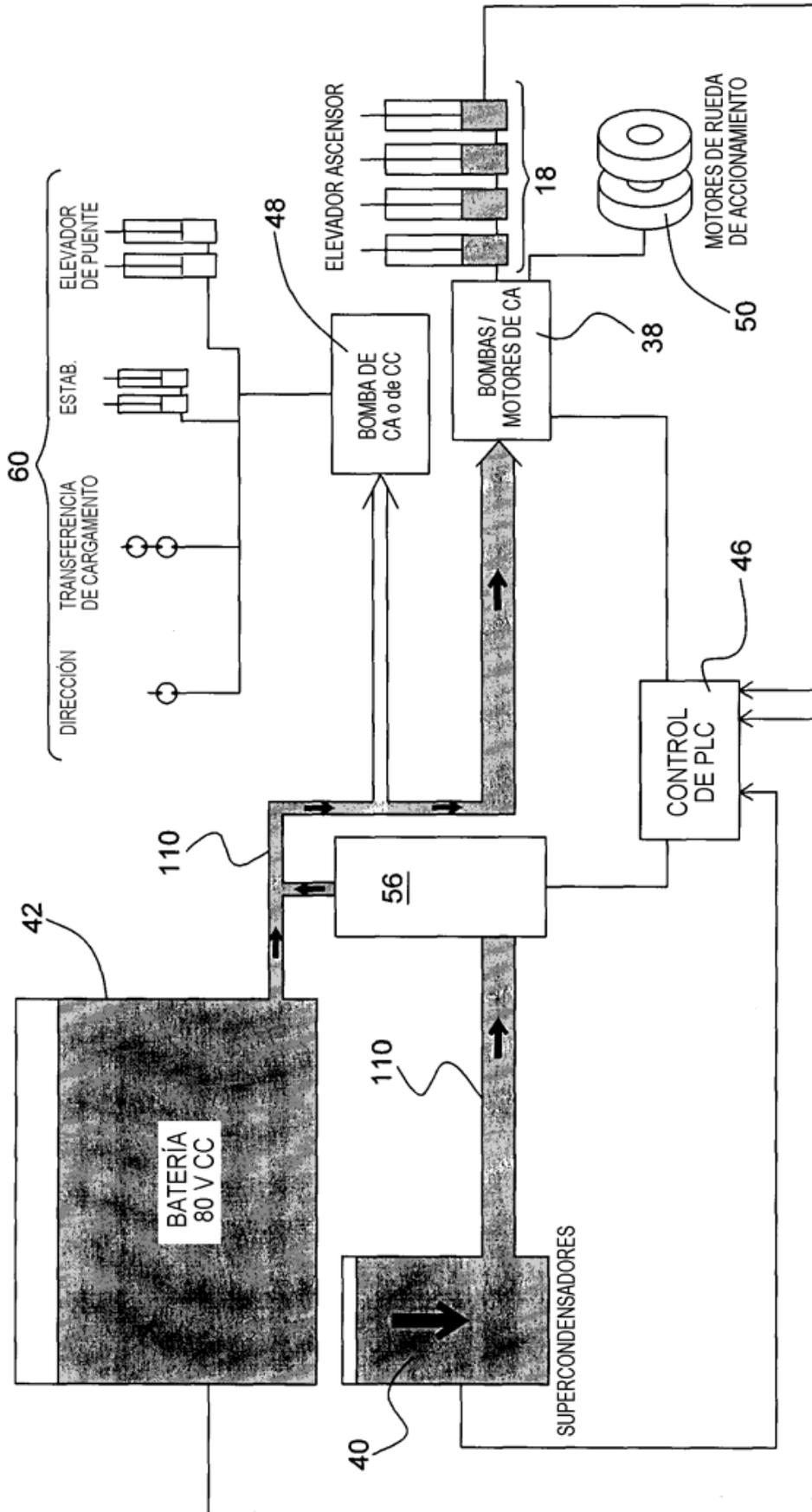


FIG. 3A

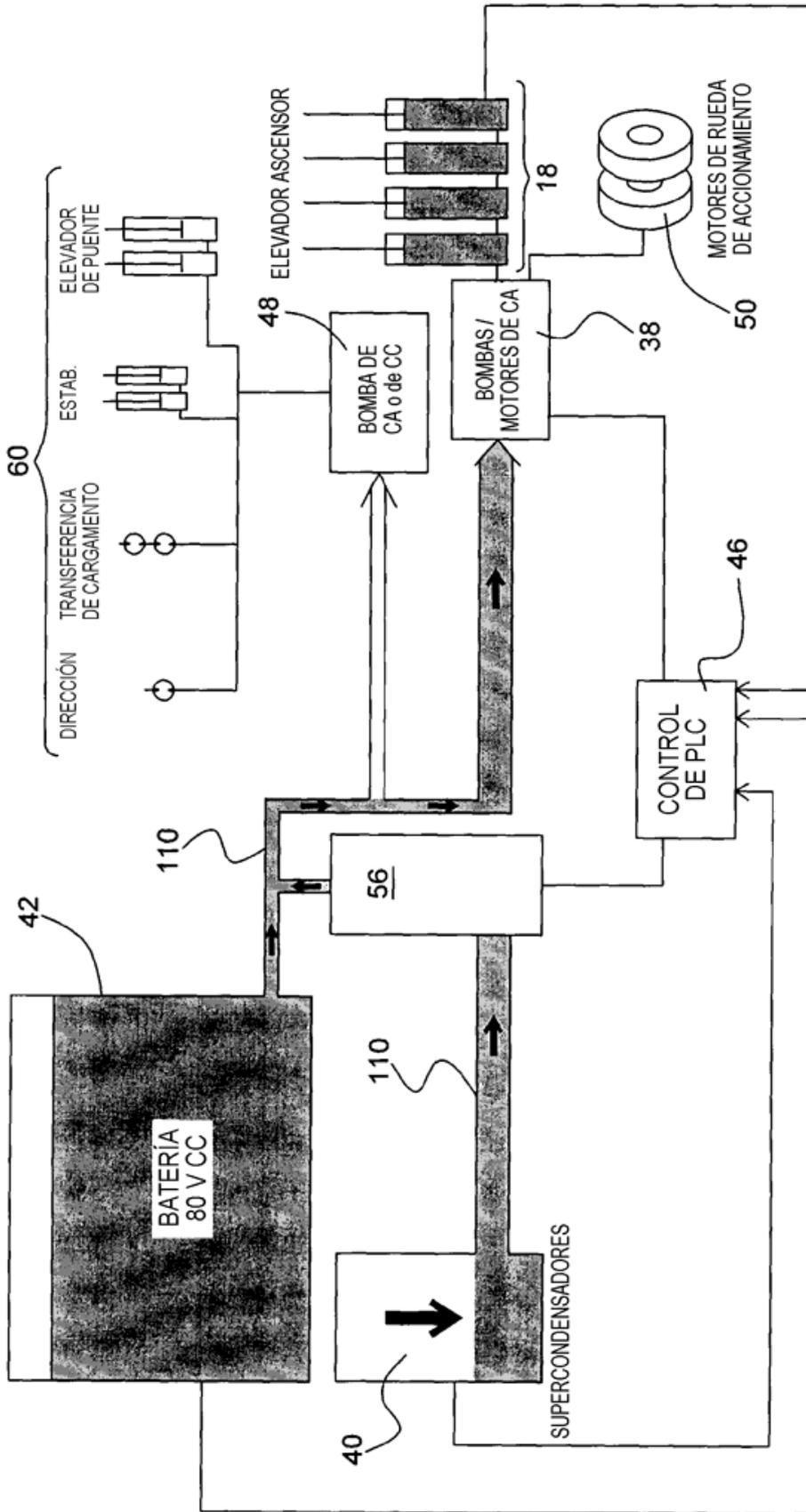


FIG. 3C

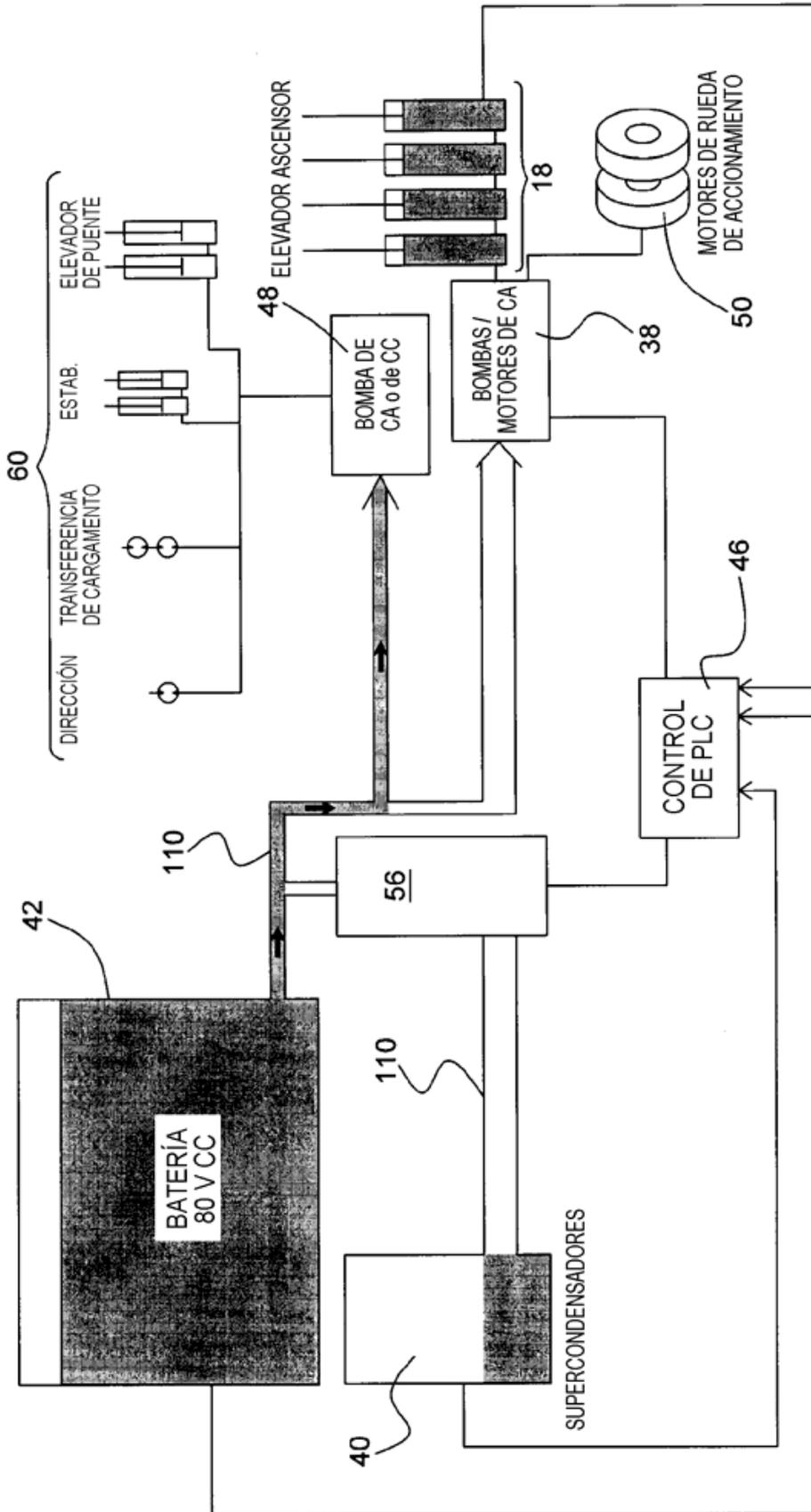


FIG. 3D

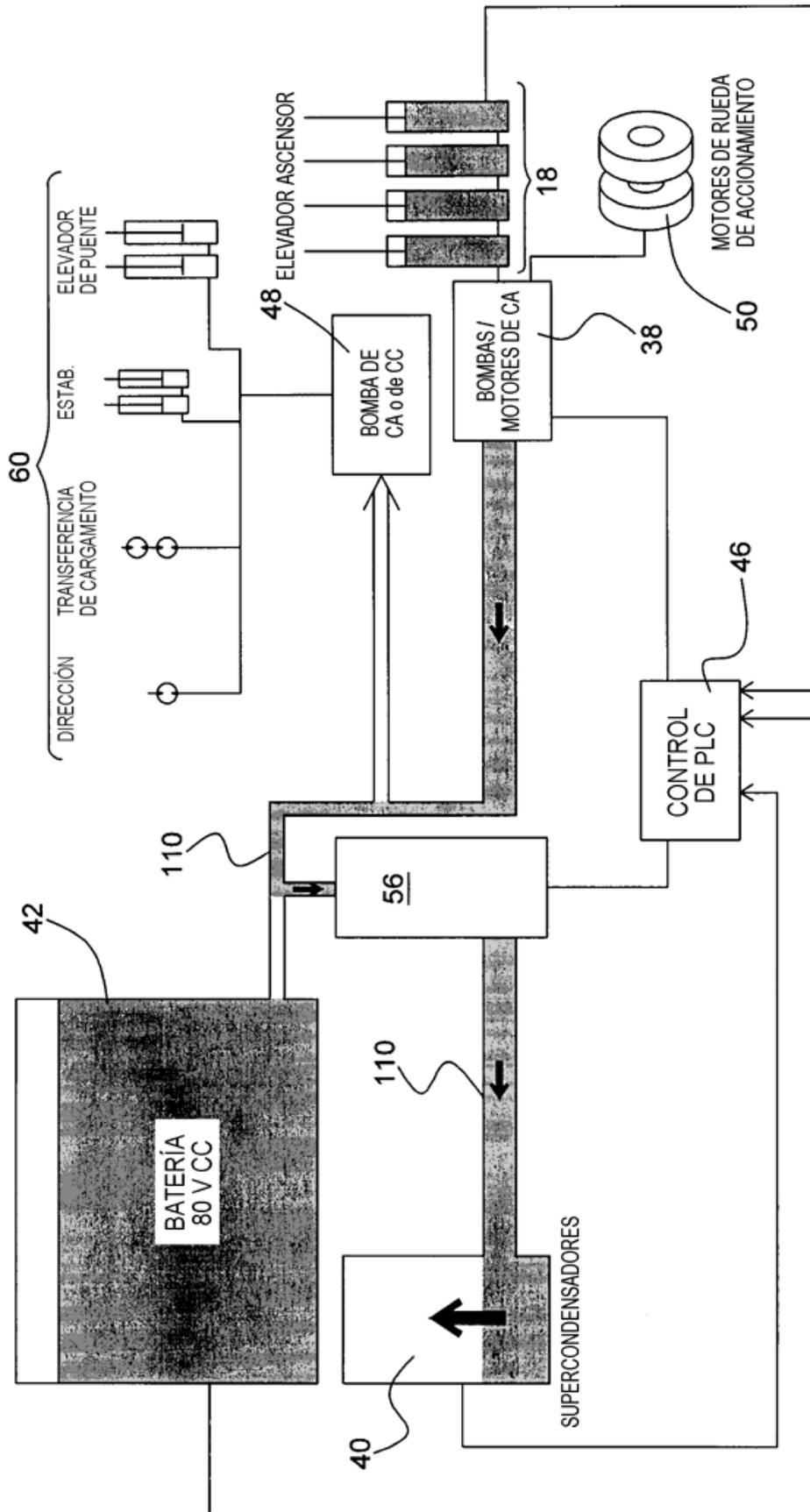


FIG. 3E

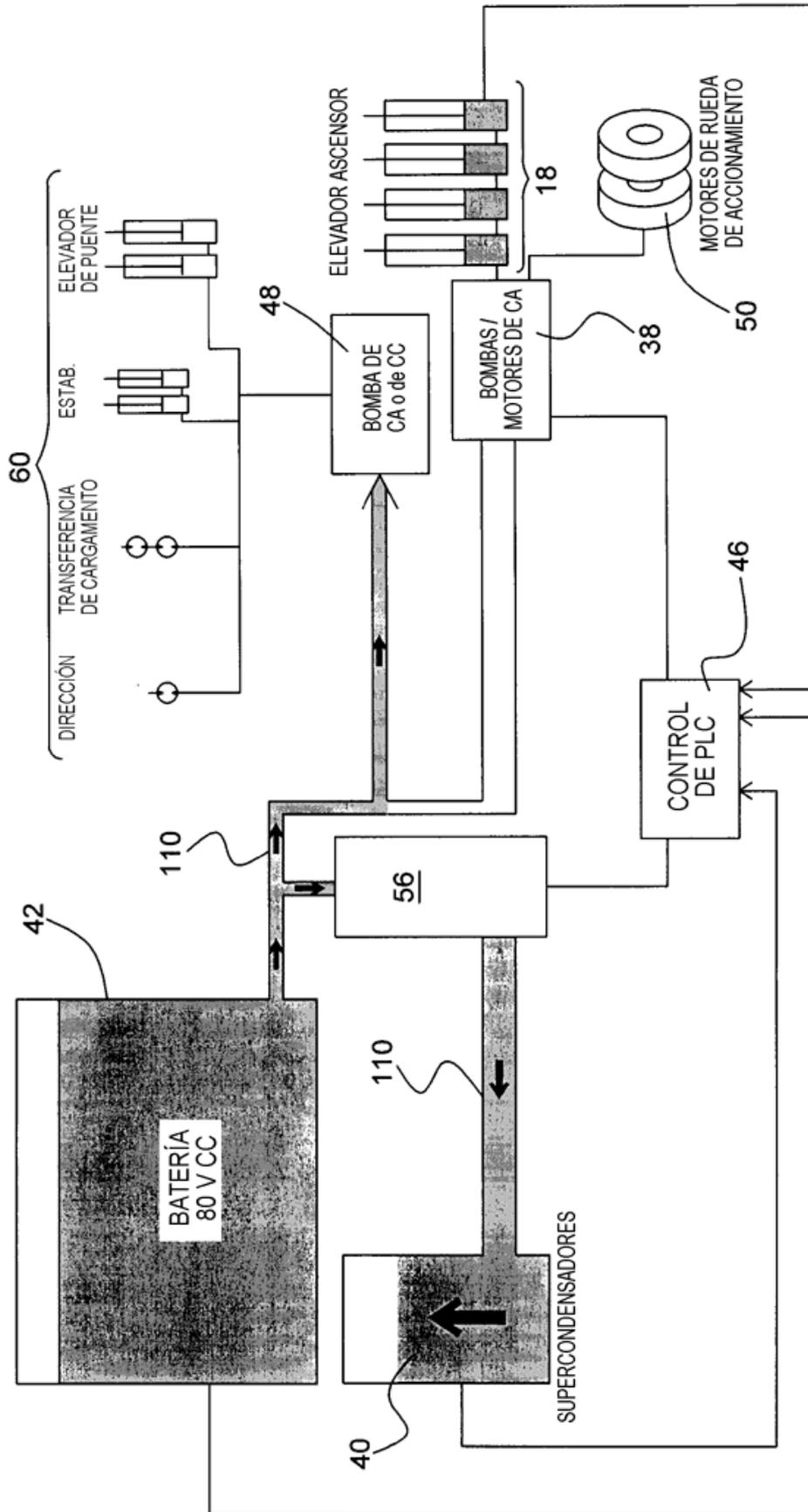
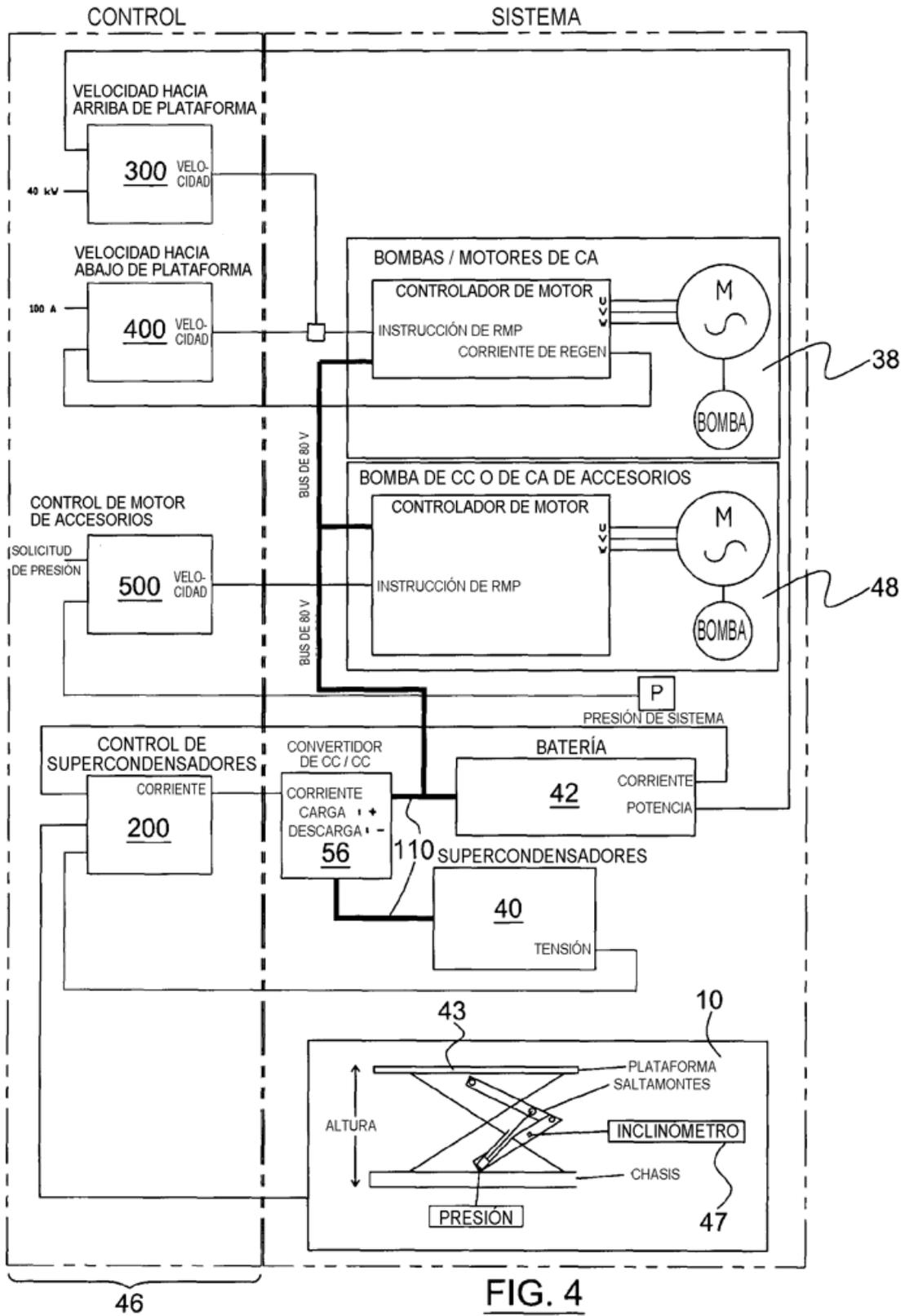


FIG. 3G



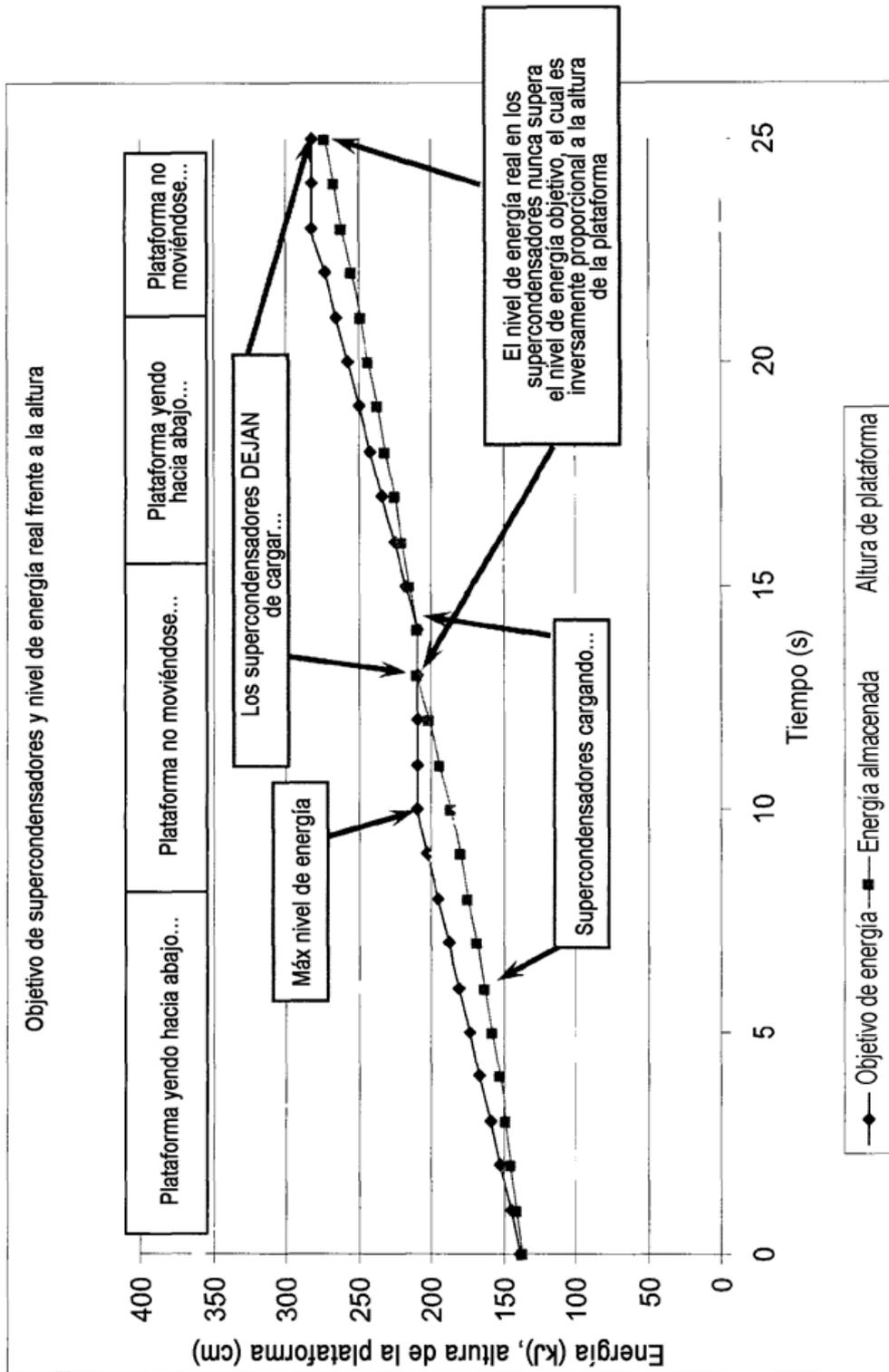


FIG. 6

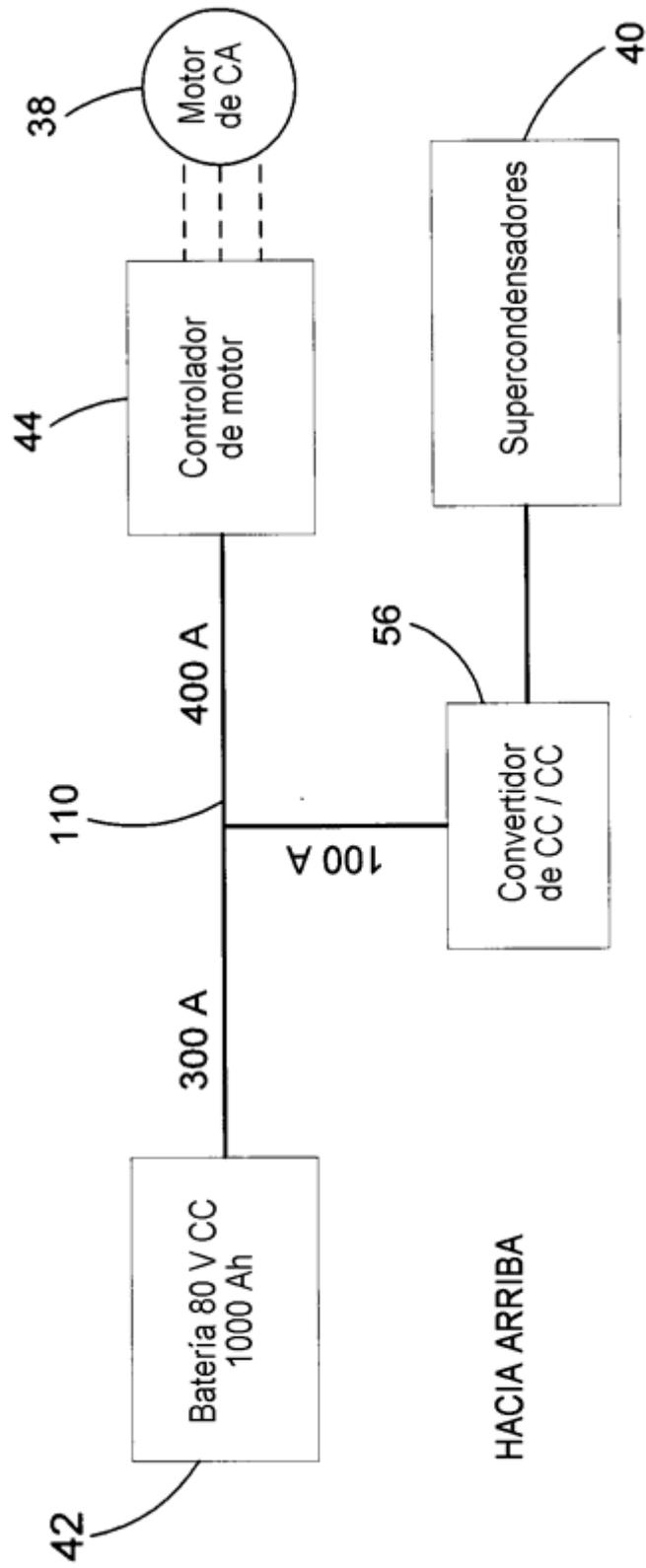
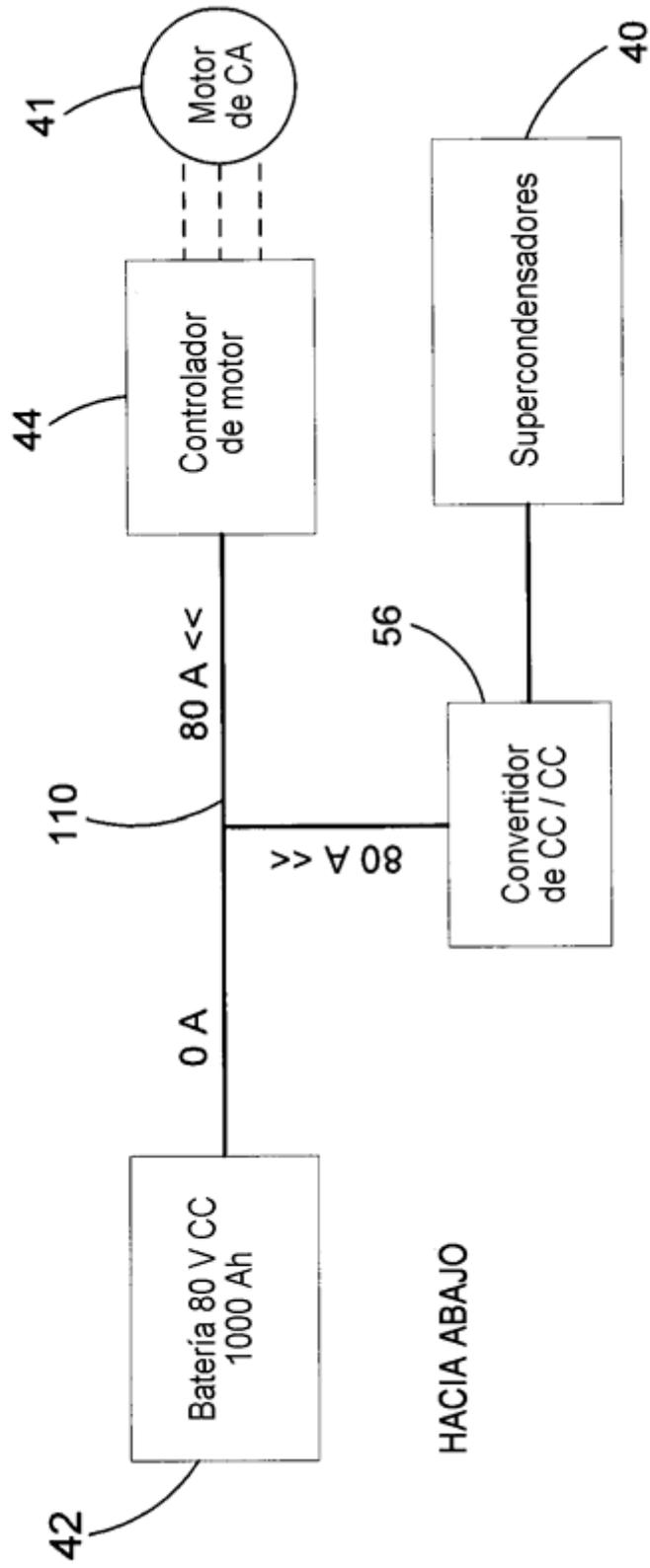


FIG. 7A



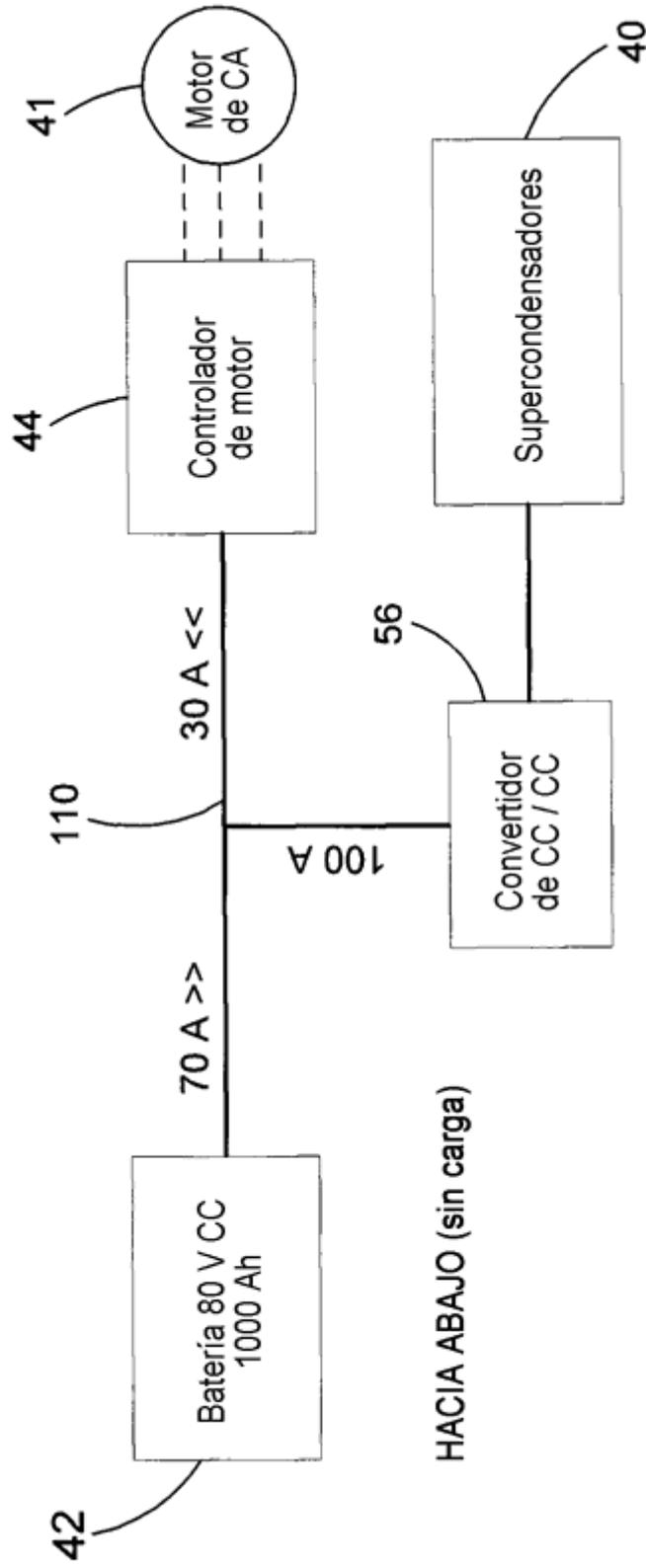


FIG. 7C

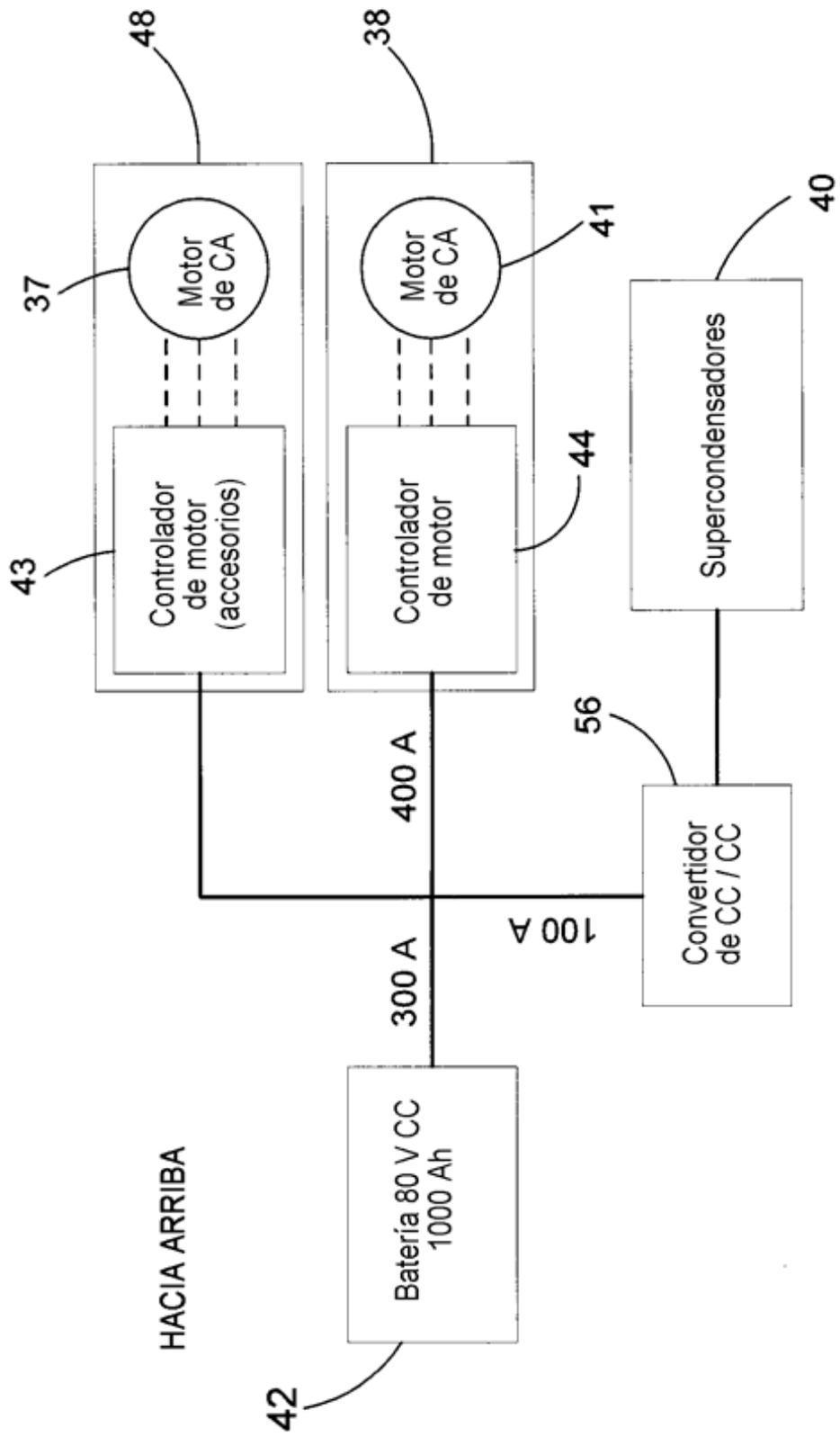


FIG. 7D

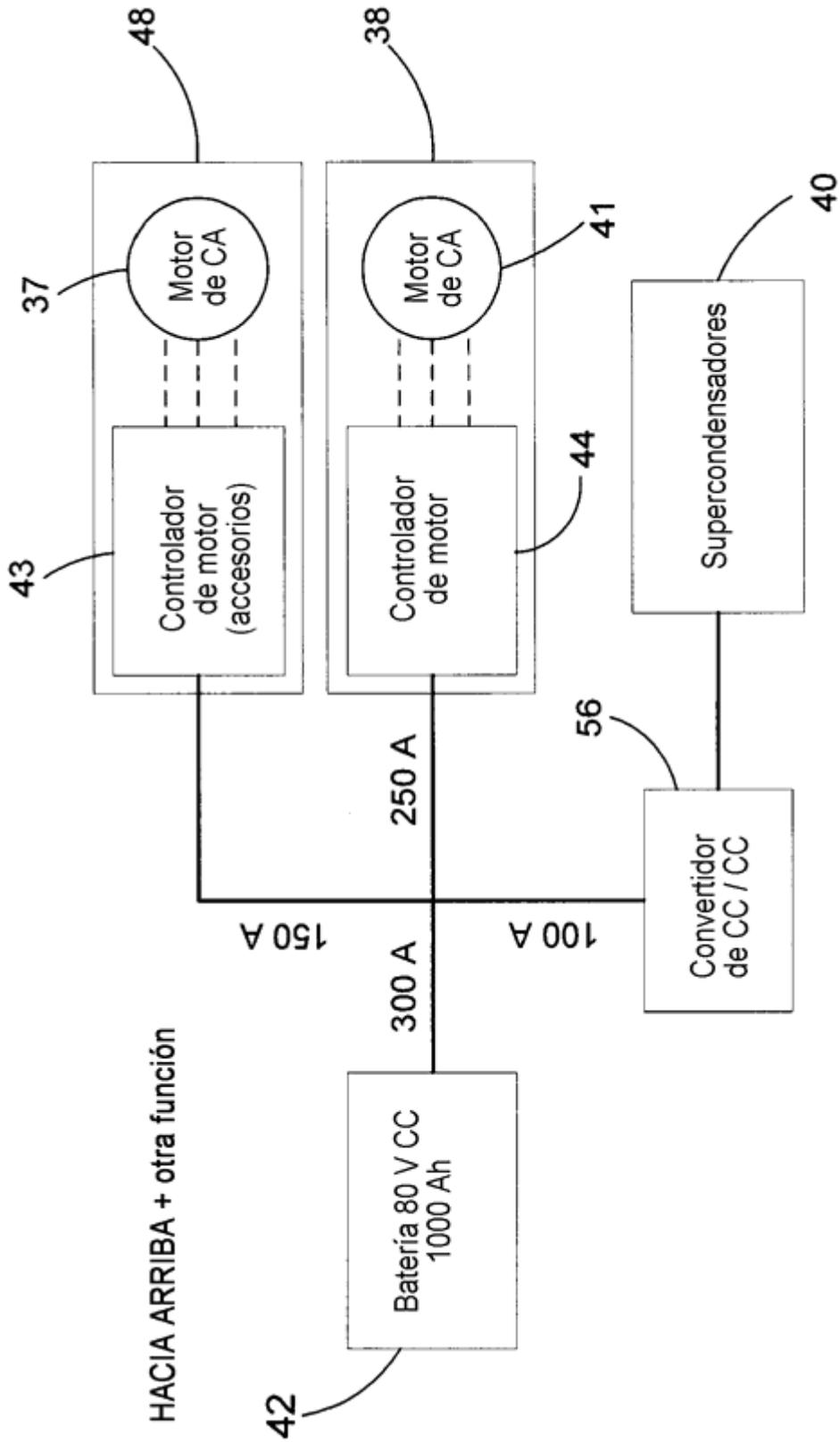


FIG. 7E