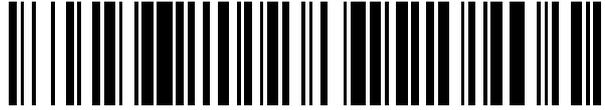


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 630**

51 Int. Cl.:

H02J 7/02 (2006.01)

H02M 1/42 (2007.01)

B60L 11/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2012 E 12722414 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2015 EP 2697886**

54 Título: **Dispositivo de carga de una batería de un vehículo automóvil a partir de una red de alimentación monofásica, y procedimiento de control del dispositivo**

30 Prioridad:

14.04.2011 FR 1101177

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

14.09.2015

73 Titular/es:

**RENAULT S.A.S. (100.0%)
13-15 quai Le Gallo
92100 Boulogne-Billancourt, FR**

72 Inventor/es:

**GATI, MEHDI;
KVIESKA, PEDRO y
KETFI-CHERIF, AHMED**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 545 630 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

- Dispositivo de carga de una batería de un vehículo automóvil a partir de una red de alimentación monofásica, y procedimiento de control del dispositivo
- 5 La invención se refiere a un dispositivo de carga de batería de alta tensión, especialmente de un vehículo automóvil de tracción eléctrica, a partir de una red de alimentación monofásica.
- 10 En sistemas de recarga de batería de alta tensión, la potencia eléctrica de la red se hace llegar a la batería sucesivamente a través de dos convertidores: un reductor de tensión ("buck") y un elevador de tensión ("boost"). Estos dos convertidores permiten, respectivamente, rebajar y elevar la relación de tensiones entre su borne de salida y su borne de entrada, abriendo y cerrando sucesivamente una serie de interruptores, a una frecuencia que está gobernada en función de la corriente de salida y/o de la tensión de salida deseada.
- 15 Tales sistemas de recarga están descritos, por ejemplo, en la solicitud de patente FR2943188, que trata de un sistema de recarga embarcado para vehículo automóvil, que permite una recarga, a partir de un circuito trifásico o monofásico, de una batería del vehículo, integrando el circuito de recarga las bobinas de una máquina eléctrica que por otro lado asume otras funciones, tal como la generación de corriente o la propulsión del vehículo.
- 20 Otro sistema de carga se encuentra descrito en el documento US20070153560. Este sistema de carga comprende en cascada una etapa de filtrado de entrada, una etapa rectificadora, una etapa boost y una etapa reductora de tensión.
- 25 El documento FR2937803 describe un sistema de carga para batería de vehículo eléctrico, que comprende una etapa rectificadora seguida de una etapa de filtrado y de un troceador de continua / elevador que reproduce elementos de la cadena de tracción, en particular el ondulador de tracción y los devanados estáticos del motor eléctrico de tracción del vehículo. La etapa rectificadora va seguida ocasionalmente de una etapa reductora / elevadora en el caso de una red de alimentación de 220 V.
- 30 El troceo de la corriente absorbida de la red de alimentación induce componentes de alta frecuencia en la corriente tomada, es decir, armónicos de orden superior al fundamental de la red de distribución, que convencionalmente está a 50 Hz.
- 35 Por la imposición normativa del distribuidor de electricidad sobre los armónicos de la corriente tomada, tal sistema de recarga incluye asimismo un filtro de tipo RLC (Resistivo-Inductivo-Capacitivo) en la entrada del reductor de tensión. Este filtro induce un desfase entre la corriente y la tensión tomadas de la red. Este desfase conlleva una potencia reactiva que transita por la red, pero no tomada por el usuario, y que igualmente se pretende minimizar.
- 40 Por otro lado, las redes de alimentación domiciliarias son principalmente redes de alimentación monofásicas. Un vehículo que comprende un dispositivo de recarga de batería a partir de una alimentación monofásica puede ser recargado de este modo en una red de alimentación domiciliaria, por ejemplo en el garaje o el aparcamiento de un particular.
- 45 Una recarga a partir de una red de alimentación monofásica presenta algunas singularidades. Dependiendo de su topología, no es posible poner en fase la corriente de entrada con la tensión de la red. Por otro lado, cuando la tensión sinusoidal de entrada se acerca a cero, el sistema se hace momentáneamente ingobernable, cosa que no es muy molesta cuando la inductancia de almacenamiento de la máquina eléctrica entre el reductor de tensión y el elevador de tensión es elevada, pues la corriente por la inductancia no tiene entonces tiempo para caer, pero presenta el inconveniente de un considerable volumen de esta inductancia.
- 50 Además, para que el flujo de potencia pueda establecerse de manera continua, debe circular una corriente no nula por la inductancia de almacenamiento de la máquina eléctrica entre el reductor de tensión y el elevador de tensión.
- 55 Es objetivo de la invención proponer un dispositivo regulador del reductor de tensión y del elevador de tensión de un dispositivo de recarga de este tipo, que permita, pese a la presencia de un filtro RLC a la entrada del dispositivo, conservar un reducido desfase entre la corriente y la tensión tomadas de la red de alimentación monofásica.
- 60 Es otra finalidad de la invención proponer un dispositivo de recarga embarcado para un vehículo automóvil, que, adaptado para poder conectarse a una red de alimentación monofásica exterior, integra en su circuito el devanado de una máquina eléctrica del vehículo.
- 65 Según un aspecto, se propone, en una forma de realización, un dispositivo de carga de una batería, especialmente de una batería de un vehículo automóvil de tracción eléctrica, a partir de una red de alimentación monofásica, que comprende una etapa de filtrado destinada a su conexionado a la red monofásica, una etapa reductora de tensión conexionada a la etapa de filtrado, una etapa elevadora de tensión destinada a su conexionado a la batería y

acoplada a la etapa reductora de tensión por intermedio de un componente inductivo tal como una bobina inductora, una unidad reguladora apta para imponer, a la etapa reductora de tensión y a la etapa elevadora de tensión, factores de trabajo de troceo.

5 Según una característica general, la unidad reguladora comprende medios de compensación del desfase entre la corriente de entrada de la etapa reductora de tensión y la tensión de entrada de la etapa reductora de tensión.

10 Ventajosamente, la unidad reguladora comprende un primer módulo controlador apto para determinar en lazo abierto un factor de trabajo de troceo de la etapa reductora de tensión en función de la tensión de la red de alimentación monofásica, de una potencia de consigna y de la intensidad de la corriente que circula por la bobina de inducción, para compensar el desfase entre la corriente de entrada de la etapa reductora de tensión y la tensión de entrada de la etapa reductora de tensión, y regular la potencia recibida por la batería a la potencia de consigna.

15 El primer módulo controlador puede comprender ventajosamente una cartografía que entrega la amplitud de la corriente de entrada de la etapa reductora de tensión en función de la amplitud de la tensión de entrada y de la potencia de consigna.

20 La unidad reguladora comprende un segundo módulo controlador apto para determinar un factor de trabajo de troceo de la etapa elevadora de tensión en función de la tensión en la salida de la etapa reductora de tensión, de la tensión de la batería y de la diferencia entre la intensidad de inducción de consigna y la intensidad de la corriente que circula por la bobina inductora, para regular en lazo cerrado la intensidad de la corriente que circula por la batería.

25 La intensidad de inducción de consigna es preferentemente siempre superior a la intensidad que circula por la batería y a la intensidad que circula por la bobina inductora.

30 Ventajosamente, el segundo módulo controlador comprende un corrector de tipo proporcional integral al que se envía la diferencia entre la intensidad de la corriente que circula por la bobina de inductancia y la intensidad de inductancia de consigna, y un medio anti-embalamiento configurado para desactivar la parte integrante del corrector si el factor de trabajo de troceo determinado por el segundo módulo es igual, con un margen de diferencia de una distancia umbral, a los valores "0" ó "1".

35 De acuerdo con otro aspecto, se propone un vehículo automóvil de tracción al menos parcialmente eléctrica, que comprende una máquina eléctrica acoplada a unas ruedas motrices y una etapa onduladora apta para alimentar la máquina eléctrica.

40 Según una característica general, dicho vehículo comprende un dispositivo de carga de una batería a partir de una red monofásica tal y como se ha descrito anteriormente, quedando comprendidos en la etapa onduladora las conexiones eléctricas y un interruptor de la etapa elevadora de tensión de dicho dispositivo, y correspondiéndose la bobina inductora de dicho dispositivo con los devanados de dicha máquina eléctrica.

45 De acuerdo con otro aspecto, se propone, en un modo de puesta en práctica, un procedimiento de control de carga de una batería, especialmente de una batería de un vehículo automóvil, a partir de una red monofásica, en el que se filtra la tensión de entrada, se hace llegar la potencia eléctrica de la red a la batería por intermedio de una etapa reductora de tensión y una etapa elevadora de tensión acoplada por intermedio de un componente inductivo, tal como una bobina inductora.

50 De acuerdo con una característica general, se compensa el desfase entre la corriente de entrada de la etapa reductora de tensión y la tensión de entrada de la etapa reductora de tensión.

55 Preferentemente, se controla la corriente de entrada de la etapa reductora de tensión, gobernando en lazo abierto un factor de trabajo de troceo de la etapa reductora de tensión en función de la tensión de la red de alimentación monofásica, de una potencia de consigna y de la intensidad de la corriente que circula por la bobina inductora, para compensar el desfase entre la corriente de entrada de la etapa reductora de tensión y la tensión de entrada de la etapa reductora de tensión y regular la potencia recibida por la batería a la potencia de consigna.

60 Se puede asimismo controlar la intensidad de la corriente que circula por la batería a una intensidad de batería de referencia, gobernando en lazo cerrado un factor de trabajo de troceo de la etapa elevadora de tensión en función de la tensión en la salida de la etapa reductora de tensión, de la tensión de la batería y de la diferencia entre la intensidad de inducción de consigna y la intensidad de la corriente que circula por la bobina inductora.

Ventajosamente, se puede desactivar la parte integrante de un corrector de tipo proporcional integral si el factor de trabajo de troceo es igual, con un margen de diferencia de una distancia umbral, a los valores "0" ó "1".

65 Otras ventajas y características de la invención se irán poniendo de manifiesto con la detenida observación de la

descripción detallada de una forma de realización de la invención, en modo alguno limitativa, y de los dibujos que se acompañan, en los cuales:

- 5
- La figura 1 ilustra un dispositivo de recarga según una forma de realización de la invención;
 - las figuras 2a y 2b ilustran respectivamente una primera y una segunda formas de realización de un primer módulo controlador;
 - la figura 3 presenta de manera esquemática una forma de realización de un segundo módulo controlador; y
 - la figura 4 presenta una representación gráfica de la corriente que circula por la bobina inductiva.

10 En la figura 1, se presenta de manera esquemática un dispositivo de carga de una batería de un vehículo automóvil de tracción eléctrica a partir de una red de alimentación monofásica, de acuerdo con una forma de realización.

15 El dispositivo de recarga 1 comprende una etapa de filtrado 2, una etapa reductora de tensión 3, acoplada a la etapa de filtrado 2, y una etapa elevadora de tensión 4, acoplada a la etapa reductora de tensión 3 por intermedio de una máquina eléctrica 5.

20 El dispositivo 1, que puede estar acoplado a una alimentación tanto trifásica como monofásica, comprende tres bornes B_1 , B_2 , B_3 acoplados a la entrada de la etapa de filtrado 2 y aptos para ser acoplados a una red de alimentación. En recarga monofásica, solo las entradas B_1 y B_2 van acopladas a una red de alimentación monofásica que entrega una tensión de entrada V_e y una corriente de entrada I_e .

25 Cada borne de entrada B_1 , B_2 y B_3 se acopla a una rama de filtrado de la etapa de filtrado 2. Cada rama de filtrado comprende dos ramas en paralelo, portadora, una de ellas, de una inductancia de valor L_2 y portadora la otra, en serie, de una inductancia de valor L_1 y de una resistencia de valor R .

30 Estas dos ramas de filtrado están acopladas cada una de ellas a la salida de un condensador de capacidad C asimismo acoplado a masa, en un punto designado respectivamente D_1 , D_2 , D_3 para cada una de las ramas de filtrado. El conjunto de las resistencias de valores R , de las inductancias de valores L_1 o L_2 y de los condensadores de capacidad C constituye un filtro de tipo RLC en la entrada del reductor de tensión 3.

35 En recarga monofásica, el borne B_3 no está acoplado a la red de alimentación. La rama de filtrado acoplada al borne B_3 , al no utilizarse, no se considerará más adelante en la descripción y se ha representado en trazo discontinuo. Los demás elementos del circuito eléctrico representados en trazo discontinuo son elementos que tan sólo se utilizan en el contexto de un acoplamiento a una red de alimentación trifásica.

La etapa reductora de tensión 3 está acoplada a la etapa de filtrado 2 mediante los puntos D_1 y D_2 . El reductor de tensión 3, en funcionamiento con una alimentación monofásica, comprende dos ramas paralelas 6 y 7, portadoras cada una de ellas de dos interruptores S_1 y S_2 gobernados por una unidad reguladora 15.

40 Cada entrada D_1 ó D_2 del reductor de tensión está conectada, respectivamente mediante una rama F_1 y F_2 , a un punto de conexión situado entre dos interruptores S_1 ó S_2 de una misma rama 6 y 7 respectivamente.

45 Los extremos comunes de las ramas 6 y 7 constituyen dos bornes de salida del reductor de tensión 3. Uno de los bornes está unido al borne «-» de la batería 13 así como a una primera entrada 10 de un elevador de tensión 4. El otro de estos bornes está conectado a un primer borne de una máquina eléctrica 5, cuyo otro borne está conectado a una segunda entrada 11 del elevador de tensión 4.

50 El elevador de tensión 4 comprende dos interruptores S_4 y S_5 aptos para ser pilotados de manera independiente por la unidad reguladora 15. Estos dos interruptores S_4 y S_5 están situados en una rama que une la primera entrada 10 del elevador de tensión 4 y el borne «+» de la batería 13. La segunda entrada 11 del elevador de tensión 4, a la que se conecta la máquina eléctrica 5, está conectada entre los dos interruptores S_4 y S_5 , estando acoplado el interruptor S_4 entre la segunda entrada 11 y el borne «+» de la batería 13, estando acoplado el interruptor S_5 entre la primera entrada 10 y la segunda entrada 11.

55 Entre el borne de salida del reductor de tensión 3 y la segunda entrada 11 del elevador de tensión 4, está conectada una máquina eléctrica 5, equiparable a una resistencia de valor R_d dispuesta en serie con una bobina de inductancia L_d . Se puede sustituir la máquina eléctrica 5 por una bobina de inductancia no resistiva, o conectar en serie con la máquina eléctrica 5 una bobina de inductancia suplementaria, sin salirse del ámbito de la invención.

60 Entre los bornes de la batería 13, está conectado un condensador 12 destinado a mantener relativamente estable la tensión en bornes de la batería 13, así como un módulo de seguimiento de carga 19 de la batería, apto para entregar un valor de consigna I_{bat}^{ref} que refleja, en función del nivel de carga de la batería, la intensidad óptima de corriente a la que se debe dar entrada por el borne «+» de la batería 13. El módulo de seguimiento de carga 19 transmite el valor de consigna I_{bat}^{ref} a la unidad reguladora 15 mediante una conexión específica.

65

Unos medios de medida, integrados o no en el módulo 19, transmiten, por otra parte, a la unidad reguladora 15, un valor I_{bat} que refleja una intensidad de corriente medida realmente entrante en la batería, y un valor V_{bat} que refleja la tensión entre el borne «-» y el borne «+» de la batería 13.

5 Otros módulos de medida de intensidad de corriente permiten medir y transmitir a la unidad reguladora 15 el valor I_d de corriente que circula por la máquina eléctrica 5, el valor I_e de intensidad de corriente de la red de alimentación entrante a la etapa de filtrado 2 y el valor V_e de tensión de entrada de alimentación de la red.

10 La unidad reguladora 15 comprende un primer módulo controlador 16 que permite determinar el factor de trabajo a de troceo de la etapa reductora de tensión 3 y un segundo módulo controlador 17 que permite determinar una consigna de factor de trabajo a_s de troceo de la etapa elevadora de tensión 4.

15 La unidad reguladora 15 comprende al efecto dos módulos controladores (no representados), apto el primero para imponer a cada uno de los interruptores del reductor de tensión 3 un patrón temporal de apertura y de cierre, en orden a obtener el factor de trabajo a de troceo de la etapa reductora de tensión 3, y apto el segundo para imponer a cada uno de los interruptores S_4 y S_5 del elevador de tensión 4 un patrón temporal de apertura y de cierre, en orden a obtener el factor de trabajo a_s .

20 Los interruptores son, preferentemente, transistores que permiten una conmutación rápida, por ejemplo transistores de tipo IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor).

25 En el caso de una utilización únicamente en monofásica, el interruptor S_4 dispuesto entre la segunda entrada 11 del elevador de tensión 4 y el borne «+» de la batería 13 permanece constantemente cerrado, por lo que puede ser sustituido por un diodo conductor en un sentido de circulación que va de dicha segunda entrada 11 al borne «+» de la batería 13. En el caso en que el dispositivo 1 puede ser acoplado tanto a una red de alimentación monofásica como a una red de alimentación trifásica, se puede acoplar un diodo en paralelo con el interruptor S_4 acoplado entre dicha segunda entrada 11 y el borne «+» de la batería 13, siendo conductor el diodo en un sentido de circulación que va de dicha segunda entrada 11 al borne «+» de la batería 13.

30 Para evaluar los factores de trabajo a y a_s , la unidad reguladora 15 recibe a su entrada los valores de la tensión V_e de alimentación de la red, de la intensidad I_d de la corriente que circula por la máquina eléctrica 5, de la tensión V_{bat} que circula por la batería 13, la intensidad I_{bat} de la corriente que circula por la batería 13 y la intensidad de batería de referencia I_{bat}^{ref} entregada por el módulo de seguimiento de carga 19.

35 A título indicativo, los valores característicos de los elementos eléctricos del dispositivo de carga 1 se encuentran dentro de los siguientes márgenes de valores:

- las capacidades del filtro 2 representan unos cientos de μF , por ejemplo entre 100 y 500 μF cada una de ellas,
- la capacidad 12 dispuesta entre los bornes de la batería 13 con el fin de estabilizar la tensión de los bornes es del orden del mF, por ejemplo entre 1 y 10 mF,
- las resistencias de valores R del circuito de filtrado 2 son del orden del ohmio, por ejemplo entre 1 y 10 Ω ,
- la resistencia R_d del rotor de la máquina eléctrica M_e es del orden de algunas decenas de m Ω , por ejemplo entre 0,01 Ω y 0,1 Ω ,
- las inductancias L_1 , L_2 , L_d respectivamente correspondientes a las inductancias de la etapa de filtrado 2 y al devanado de la máquina eléctrica 5 tienen valores del orden de algunas decenas de μH , por ejemplo valores comprendidos entre 10 μH y 100 μH .

50 La unidad reguladora, con ayuda del primer módulo controlador 16 y del segundo módulo 17, elabora valores de consigna de factor de trabajo a y a_s de troceo para el reductor de tensión 3 y para el elevador de tensión 4, que permiten cumplir tres objetivos:

- supervisar la amplitud de la corriente I_f de entrada de la etapa reductora de tensión 3 y hacer que esta corriente I_f esté en fase con la tensión V_e de entrada (esta supervisión trae por consecuencia el minimizar el desfase entre la corriente I_f de entrada de la etapa reductora de tensión 3 y la tensión V_c de entrada de la etapa reductora de tensión 3), lo cual equivale a regular la potencia absorbida en adecuación a la red de alimentación,
- obtener una corriente medida entrante I_{bat} por el borne «+» de la batería 13 correspondiente a las necesidades de alimentación de la batería 13, necesidades estas que son determinadas por el módulo de seguimiento de carga 19 y entregadas como función I_{bat}^{ref} a la unidad reguladora 15,
- evitar una anulación de la corriente I_d que transita a través de la bobina inductora L_d de la máquina eléctrica 5 con el fin de no generar armónicos indeseables en la corriente tomada de la red.

65 Al ser despreciable la caída de tensión en la etapa de filtrado 2 para el margen de potencia de la utilización, no es necesario describir las ecuaciones del filtro de entrada.

Se considera que la tensión V_c en la entrada de la etapa reductora de tensión 3 es igual a la tensión de entrada V_e de la red de alimentación.

- 5 La tensión de salida V_{kn} de la etapa reductora de tensión 3 es igual a $a \cdot V_e$. Al ser igual a $a \cdot V_e$, podemos escribir la ecuación de la rama portadora de la máquina eléctrica 5 de la forma:

$$Rd \cdot Id + Ld \cdot s \cdot Id = a \cdot Ve - a_s \cdot V_{bat} \quad (\text{ecuación 1})$$

- 10 donde s representa el operador de derivación respecto al tiempo "t", esto es, $\frac{d}{dt} = s$,

a representa el factor de trabajo de troceo de la etapa reductora de tensión 3, a_s , el factor de trabajo de la etapa elevadora de tensión 4.

- 15 El factor de trabajo a de troceo de la etapa reductora de tensión 3 puede escribirse asimismo $a = I_f/I_d$, siendo I_f la corriente de entrada en la etapa elevadora de tensión 3, y el factor de trabajo a_s de troceo de la etapa elevadora de tensión 4 viene dado por $a_s = I_{bat}/I_d$.

- 20 Por lo tanto, la ecuación (1) puede escribirse asimismo de la forma:

$$Rd \cdot Id + Ld \cdot s \cdot Id = (I_f \cdot Ve - I_{bat} \cdot V_{bat}) / Id \quad (\text{ecuación 2})$$

o también:

- 25
$$Rd \cdot Id^2 + \frac{Ld}{2} \cdot s \cdot Id^2 = I_f \cdot Ve - I_{bat} \cdot V_{bat} \quad (\text{ecuación 3})$$

- 30 A tenor de la ecuación 3, se puede utilizar por tanto la intensidad I_f de la corriente de entrada de la etapa reductora de tensión 3 como variable de control para regular la corriente I_d que circula por la máquina eléctrica 5 a un valor de consigna I_{dref} que estará elaborado en orden a no permitir la anulación de la corriente en la bobina de inductancia L_d .

- 35 Cuando la tensión de entrada V_e se acerca a cero, el sistema, aunque esté regulado, se hace ingobernable. A tenor de las ecuaciones, durante estas fases de ingobernabilidad, la corriente I_d en la bobina L_d de la máquina eléctrica 5 no puede sino disminuir, tal y como se ilustra en la figura 4.

- 40 Dividiendo el valor de la intensidad I_f de la corriente de entrada de la etapa reductora de tensión 3 por el valor de la intensidad I_d de la corriente medida a través de la máquina eléctrica 5, se obtiene por definición el valor del factor de trabajo a de troceo de la etapa reductora de tensión 3. El pilotaje de la etapa reductora de tensión 3, con ayuda de la consigna de factor de trabajo a de troceo, permite regular la corriente I_e de alimentación de la red en una referencia nula, con el fin de anular el desfase entre la corriente y la tensión a la entrada de la etapa reductora de tensión 3, y regular la corriente I_d que circula por la máquina eléctrica 5 al valor de consigna deseado, esto es, la intensidad de inducción de consigna I_{dref} .

- 45 La tensión de entrada V_c de la etapa reductora de tensión 3, igual a la tensión de entrada V_e de la red de alimentación, es de la forma $V_c = V_e = V_m \sin(\omega t)$.

El control asegura que I_f esté en fase con la tensión de entrada. La corriente de entrada I_e viene dada por $I_e = I_f + I_c$, es decir, $I_e = I_m \sin(\omega t) + C/2 V_m \cos(\omega t)$.

- 50 Por lo tanto, la corriente I_f es un fiel reflejo de la potencia activa tomada de la red. Esta última viene dada por la relación $P_{activa} = I_m V_m / 2$, donde $I_m = 2 P_{activa} / V_m$.

- 55 Si se controla la corriente de entrada I_e mediante la corriente I_f de entrada de la etapa reductora de tensión 3 para anular el desfase, y se controla la corriente I_d que circula por la máquina eléctrica 5 mediante la corriente I_f de entrada de la etapa del reductor de tensión 3 para evitar la anulación de corriente en la bobina L_d de la máquina eléctrica 5, queda por cumplir entonces el tercer objetivo del control efectuado por la unidad reguladora 15, relativo a la regulación de la corriente entrante en la batería I_{bat} al valor de consigna I_{bat}^{ref} entregado por el módulo de seguimiento de carga 19.

- 60 Para ello, se puede, por ejemplo, imponer al elevador de tensión un factor de trabajo a_s de troceo en orden a cumplir

con la relación $a_s = I_{bat}^{ref}/I_d$.

5 La relación que refleja la dinámica de la corriente a través de la máquina eléctrica 5, dada por la ecuación (1), relaciona directamente el factor de trabajo a_s de la etapa elevadora 4 y la corriente I_d que circula por la máquina eléctrica 5.

E posible, por tanto, pilotar a_s directamente a partir del error entre un valor de referencia $I_{d,ref}$ y el valor medido I_d que circula por la máquina eléctrica 5.

10 En la figura 2a se representa de manera esquemática una primera forma de realización del primer módulo controlador 16. El primer módulo controlador comprende un control en lazo abierto de la corriente de entrada I_f de la etapa reductora de tensión 3. El control de la corriente de entrada I_f de la etapa reductora de tensión 3 se realiza calculando el factor de trabajo a de troceo del reductor de tensión 3.

15 El factor de trabajo a de troceo de la etapa reductora de tensión 3 se determina en función de la potencia de consigna P_{bat}^{ref} , determinada a partir de la tensión de la batería V_{bat} y de la intensidad de batería de consigna I_{bat}^{ref} , de la tensión de entrada V_e de la red de alimentación monofásica y de la intensidad I_d de la corriente que circula por la bobina inductora L_d .

20 El primer módulo controlador 16 recibe en una primera entrada la consigna de intensidad de batería I_{bat}^{ref} así como, en una segunda entrada, la tensión medida en bornes de la batería V_{bat} . La intensidad de consigna de la batería I_{bat}^{ref} y la tensión V_{bat} de la batería son entregadas a la entrada de un primer multiplicador 21, el cual entrega entonces a su salida la potencia de consigna P_{bat}^{ref} .

25 En una tercera entrada, el módulo controlador 16 recibe la tensión de entrada V_e de la red de alimentación. El módulo 16 comprende un analizador de señal 22 que permite extraer la señal de amplitud normalizada V_m proporcional a la tensión de entrada V_e de la red de alimentación monofásica. La señal de amplitud V_m se entrega a un primer inversor 23 que entrega a su salida la inversa de la amplitud V_m . La inversa V_m de esta amplitud se entrega a un segundo multiplicador 24 que también recibe a su entrada la potencia de consigna P_{bat}^{ref} .

30 El segundo multiplicador 24 entrega entonces en su salida la amplitud $I_{f,m}$ de la corriente de entrada de la etapa reductora de tensión 3 a un tercer multiplicador 25, que también recibe a su entrada la señal de fase $\sin(\omega t)$ de la tensión de entrada V_e de la red de alimentación monofásica.

35 El tercer multiplicador 25 entrega entonces en su salida la corriente I_f de entrada de la etapa reductora de tensión 3, al segundo módulo controlador 17, por una parte y, por otra, a un cuarto multiplicador 26. El módulo 16 recibe en una cuarta entrada el valor I_d de la intensidad de la corriente que circula por la bobina L_d de la máquina eléctrica 5. El valor I_d de la corriente que circula por la bobina L_d se entrega a un segundo inversor 27 que entrega en su salida, al cuarto multiplicador 26, la inversa de la intensidad I_d de la corriente que circula por la bobina L_d .

40 El cuarto multiplicador 26 efectúa entonces el cálculo I_f/I_d y entrega a su salida el valor del factor de trabajo a de troceo de la etapa reductora de tensión 3, que permite la regulación de la corriente de entrada I_f de la etapa de reductor de tensión 3.

45 En la figura 2b, se ilustra una segunda forma de realización del primer módulo controlador 16.

En este módulo 16, el segundo multiplicador 24 se ha sustituido por una cartografía 28 que entrega la amplitud $I_{f,m}$ de la corriente de entrada I_f de la etapa reductora de tensión 3 en función de la amplitud V_m de la tensión de entrada V_e y de la potencia de consigna P_{bat}^{ref} .

50 La figura 3 ilustra una forma de realización del segundo módulo controlador 17.

En el dispositivo de carga 1, el control de la corriente I_{bat} que circula por la batería 13 está gobernado por la etapa elevadora de tensión 4. En efecto, la corriente I_{bat} de la batería viene dada por la relación $I_{bat} = a_s I_d$.

55 Así, para regular la corriente I_{bat} por la batería 13 a su valor de referencia, basta plantear $a_s = I_{bat}^{ref}/I_d$.

Cabe también la posibilidad de añadir un lazo de corrección si está disponible la medida de corriente de la batería. En tal caso, se obtiene:

60

$$a_s = \frac{1}{I_d} \cdot \left[I_{bat}^{ref} + \alpha \cdot (I_{batt}^{ref} - I_{bat}) \right] \quad (\text{ecuación 4})$$

donde α es un parámetro de ajuste.

El segundo módulo controlador 17 comprende un control en lazo cerrado de la intensidad I_d de la corriente que circula por la bobina inductora L_d de la máquina eléctrica 5.

5 El segundo módulo controlador 17 recibe en una primera entrada un valor I_e de la intensidad de entrada de la red de alimentación. Este valor I_e de intensidad se entrega a un módulo 31 que determina el valor de la intensidad de inducción de consigna $I_{d,ref}$. El segundo módulo controlador 17 recibe en una segunda entrada el valor I_d de la intensidad que circula por la bobina L_d de la máquina eléctrica 5. El valor I_d de la intensidad se entrega a una entrada negativa de un primer restador 32 que, en una entrada positiva, recibe el valor $I_{d,ref}$ de la intensidad de inducción de consigna.

10 El primer restador 32 entrega entonces en su salida, a un corrector 30 de tipo proporcional integral, la diferencia entre la intensidad I_d de la corriente que circula por la bobina de inductancia L_d y la intensidad de inductancia de consigna $I_{d,ref}$.

15 El corrector proporcional integral 30 comprende dos ramas en paralelo, de las cuales una primera incluye un módulo de corrección proporcional K_p y una segunda incluye un módulo de corrección integral K_i y un módulo de integración i .

20 El segundo módulo controlador 17 recibe en una tercera entrada el valor I_f de la intensidad de la corriente a la entrada de la etapa reductora de tensión 3 entregado por el primer módulo controlador 16. La intensidad I_f se entrega a un primer multiplicador 33, que también recibe a su entrada la tensión de entrada V_e de la red monofásica, recibida en una cuarta entrada del segundo módulo controlador 17.

25 El primer multiplicador 33 entrega así a su salida un valor P_{activa} de la potencia activa. Este valor P_{activa} se entrega a la entrada de un segundo multiplicador 34, que también recibe a su entrada la inversa de la corriente I_d , corriente I_d que previamente se ha entregado a un primer inversor 35.

30 El segundo multiplicador 34 realiza el cálculo P_{activa}/I_d y entrega a su salida un valor V_{kn} de la tensión de salida de la etapa reductora de tensión 3. La tensión V_{kn} de la etapa reductora de tensión 3 se entrega a una entrada positiva de un segundo restador 36 que recibe en una entrada negativa la salida del corrector proporcional integral 30.

35 El segundo restador 36 entrega entonces en su salida la suma de la diferencia entre la intensidad I_d de la corriente que circula por la bobina de inductancia L_d y la intensidad de inductancia de consigna $I_{d,ref}$ corregida por el corrector proporcional integral 30, con la tensión V_{kn} de salida de la etapa reductora de tensión 3 presente en la entrada de un tercer multiplicador 37. El tercer multiplicador 37 también recibe a su entrada la inversa de la tensión de batería V_{bat} , tensión de batería V_{bat} que ha sido recibida en una quinta entrada del segundo módulo controlador 17 y entregada previamente a un segundo inversor 38.

40 El tercer multiplicador 37 entrega entonces a su salida el valor de consigna del factor de trabajo a_s de troceo de la etapa elevadora de tensión 4.

45 El segundo módulo controlador 17 comprende asimismo un lazo de realimentación entre la salida del tercer multiplicador 37 y la entrada de la rama del corrector proporcional integral 30 que comprende el módulo de corrección integral K_i .

Si el valor del factor de trabajo a_s de troceo de la etapa elevadora de tensión 4 es igual a 0 ó 1, dentro del margen de un umbral, se desactiva la rama de corrección integral.

50 Este lazo de realimentación se corresponde con una técnica de anti-embalamiento utilizada para mitigar la ingobernabilidad del dispositivo cuando la tensión de entrada V_e se acerca a cero. En efecto, en fases de ingobernabilidad, el control queda saturado, es decir, los factores de trabajo de los interruptores, o transistores IGBT, están a 1, mientras que aquel no es capaz de disminuir la desviación. Para evitar que este error siga siendo integrado, se utiliza el lazo de realimentación. De esta manera, tan pronto como el dispositivo es gobernable, se devuelve la corriente I_d que circula por la bobina L_d de la máquina eléctrica 5 al valor de referencia $I_{d,ref}$.

55 La utilización de este lazo de realimentación permite gobernar asimismo un sistema que posee una bobina L_d con muy escasa inductancia. La utilización de una bobina de escasa inductancia permite reducir el volumen del cargador.

60 La invención permite proveer un dispositivo de carga embarcado para un vehículo automóvil, adaptado para poder ser conectado a una red de alimentación monofásica exterior, que integra en su circuito el devanado de una máquina eléctrica del vehículo, y que permite controlar el reductor de tensión y el elevador de tensión al objeto de conservar un reducido desfase entre la corriente y la tensión tomadas de la red de alimentación monofásica.

65

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de carga de una batería (13), especialmente una batería de un vehículo automóvil de tracción eléctrica, a partir de una red de alimentación monofásica, que comprende una etapa de filtrado (2) destinada a su conexasión con la red monofásica, una etapa reductora de tensión (3) conexasiónada a la etapa de filtrado (2), una etapa elevadora de tensión (4) destinada a su conexasiónada con la batería (13) y acoplada a la etapa reductora de tensión (3) por intermedio de un componente inductivo (Ld) tal como una bobina inductora, una unidad reguladora (15) apta para imponer, a la etapa reductora de tensión (3) y a la etapa elevadora de tensión (4), factores de trabajo (a , a_s) de troceo,
- 5 **caracterizado por que** la unidad reguladora (15) comprende medios de compensación del desfase entre la corriente de entrada (If) de la etapa reductora de tensión (3) y la tensión de entrada (Vc) de la etapa reductora de tensión (3), comprendiendo la unidad reguladora (15) un primer módulo controlador (16) apto para determinar en lazo abierto un factor de trabajo (a) de troceo de la etapa reductora de tensión (3) en función de la tensión (Ve) de la red de alimentación monofásica, de una potencia de consigna (P_{bat}^{ref}) y de la intensidad (Id) de la corriente que circula por el componente inductivo (Ld), para compensar el desfase entre la corriente de entrada (If) de la etapa reductora de tensión (3) y la tensión de entrada (Vc) de la etapa reductora de tensión (3), y regular la potencia (P_{bat}) recibida por la batería a la potencia de consigna (P_{bat}^{ref}),
- 10 comprendiendo la unidad reguladora (15) un segundo módulo controlador (17) apto para determinar un factor de trabajo (a_s) de troceo de la etapa elevadora de tensión (4) en función de la tensión (Vkn) en la salida de la etapa reductora de tensión (3), de la tensión (V_{bat}) de la batería (13) y de la diferencia entre la intensidad de inducción de consigna (I_d^{ref}) y la intensidad (Id) de la corriente que circula por el componente inductivo (Ld), para regular en lazo cerrado la intensidad (I_{bat}) de la corriente que circula por la batería (13).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el primer módulo controlador (16) comprende una cartografía que entrega la amplitud (If_m) de la corriente de entrada (If) de la etapa reductora de tensión (3) en función de la amplitud (V_m) de la tensión de entrada (Ve) y de la potencia de consigna (P_{bat}^{ref}).
- 25 3. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, en el que la intensidad de inducción de consigna (I_d^{ref}) siempre es superior a la intensidad (I_{bat}) que circula por la batería (13) y a la intensidad (Id) que circula por el componente inductivo (Ld).
- 30 4. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el segundo módulo controlador (17) comprende un corrector de tipo proporcional integral (30) al que se envía la diferencia entre la intensidad (Id) de la corriente que circula por el componente inductivo (Ld) y la intensidad de inductancia de consigna (I_d^{ref}), y un medio anti-embalamiento configurado para desactivar la parte integrante del corrector (30) si el factor de trabajo (a_s) de troceo determinado por el segundo módulo (17) es igual, con un margen de diferencia de una distancia umbral, a los valores 0 ó 1.
- 35 5. Vehículo automóvil de tracción al menos parcialmente eléctrica, que comprende una máquina eléctrica (5) acoplada a unas ruedas motrices y una etapa ondulatoria apta para alimentar la máquina eléctrica (5), caracterizado por que comprende un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, quedando comprendidos en la etapa ondulatoria las conexiones eléctricas y un interruptor de la etapa elevadora de tensión (4) de dicho dispositivo, y correspondiéndose el componente inductivo (Ld) de dicho dispositivo con los devanados de dicha máquina eléctrica (5).
- 40 45 6. Procedimiento de control de carga de una batería (13), especialmente de una batería de un vehículo automóvil, a partir de una red monofásica, en el que se filtra la tensión de entrada (Ve), se hace llegar la potencia eléctrica de la red a la batería por intermedio de una etapa reductora de tensión (3) y una etapa elevadora de tensión (4) acoplada por intermedio de un componente inductivo (Ld) tal como una bobina inductora,
- 50 **caracterizado por que** se compensa el desfase entre la corriente de entrada (If) de la etapa reductora de tensión (3) y la tensión de entrada (Vc) de la etapa reductora de tensión (3), se controla la corriente de entrada (If) de la etapa reductora de tensión (3) gobernando en lazo abierto un factor de trabajo (a) de troceo de la etapa reductora de tensión (3) en función de la tensión (Ve) de la red de alimentación monofásica, de una potencia de consigna (P_{bat}^{ref}) y de la intensidad (Id) de la corriente que circula por el componente inductivo (Ld) para compensar el desfase entre la corriente de entrada (If) de la etapa reductora de tensión (3) y la tensión de entrada (Vc) de la etapa reductora de tensión (3), y regular la potencia (P_{bat}) recibida por la batería a la potencia de consigna (P_{bat}^{ref}),
- 55 y se controla la intensidad (I_{bat}) de la corriente que circula por la batería (13) a una intensidad de batería de referencia (I_{bat}^{ref}) gobernando en lazo cerrado un factor de trabajo (a_s) de troceo de la etapa elevadora de tensión (4) en función de la tensión (Vkn) en la salida de la etapa reductora de tensión (3), de la tensión (V_{bat}) de la batería (13) y de la diferencia entre la intensidad de inducción de consigna (I_d^{ref}) y la intensidad (Id) de la corriente que circula por el componente inductivo (Ld).
- 60 65 7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que se desactiva la parte integrante de un corrector de tipo proporcional integral si el factor de trabajo (a_s) de troceo es igual, con un margen de diferencia de una distancia

umbral, a los valores 0 ó 1.

FIG.1

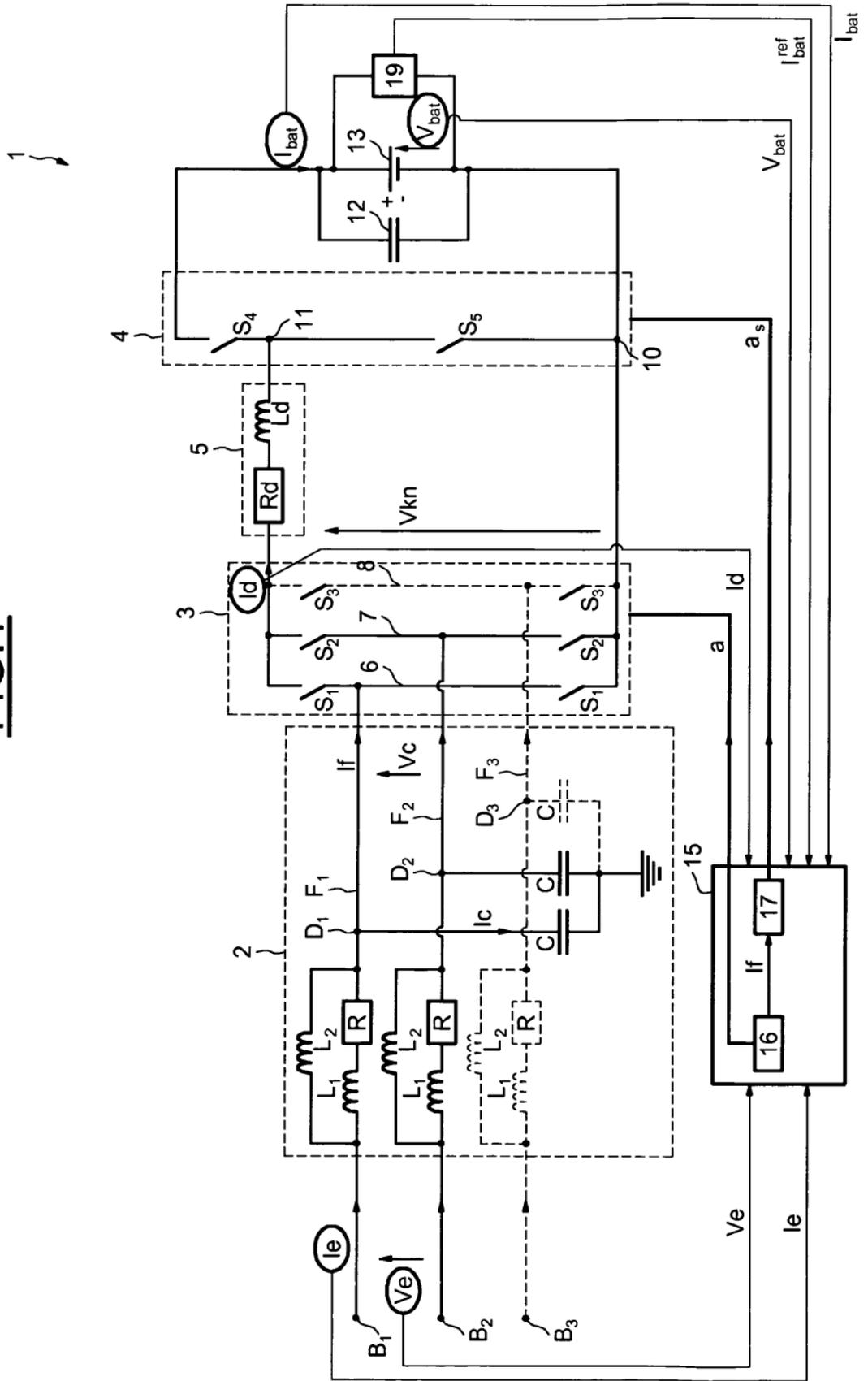


FIG.2a

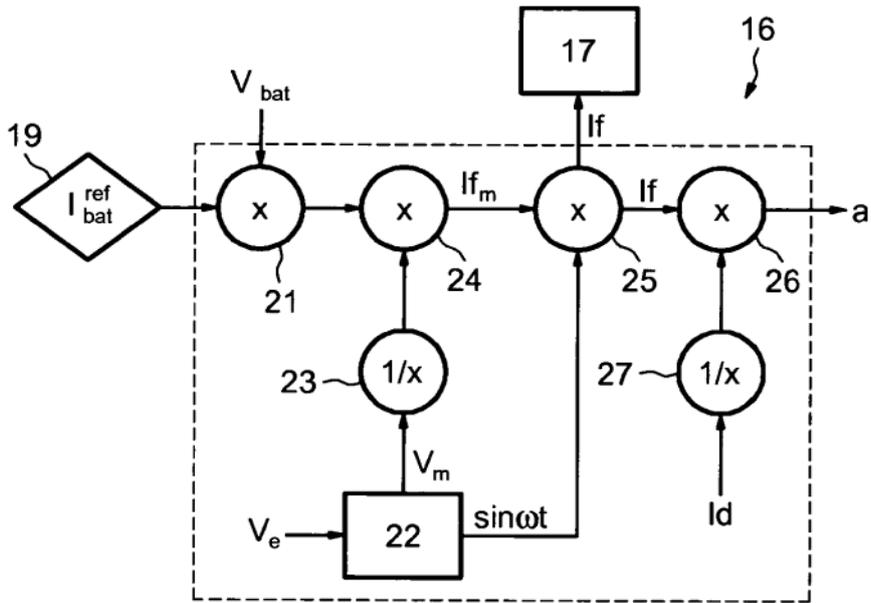


FIG.2b

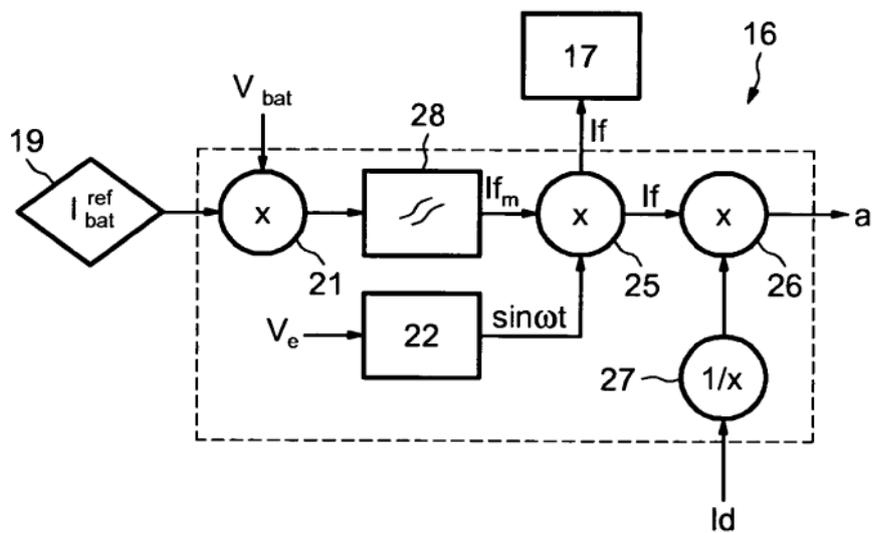


FIG.3

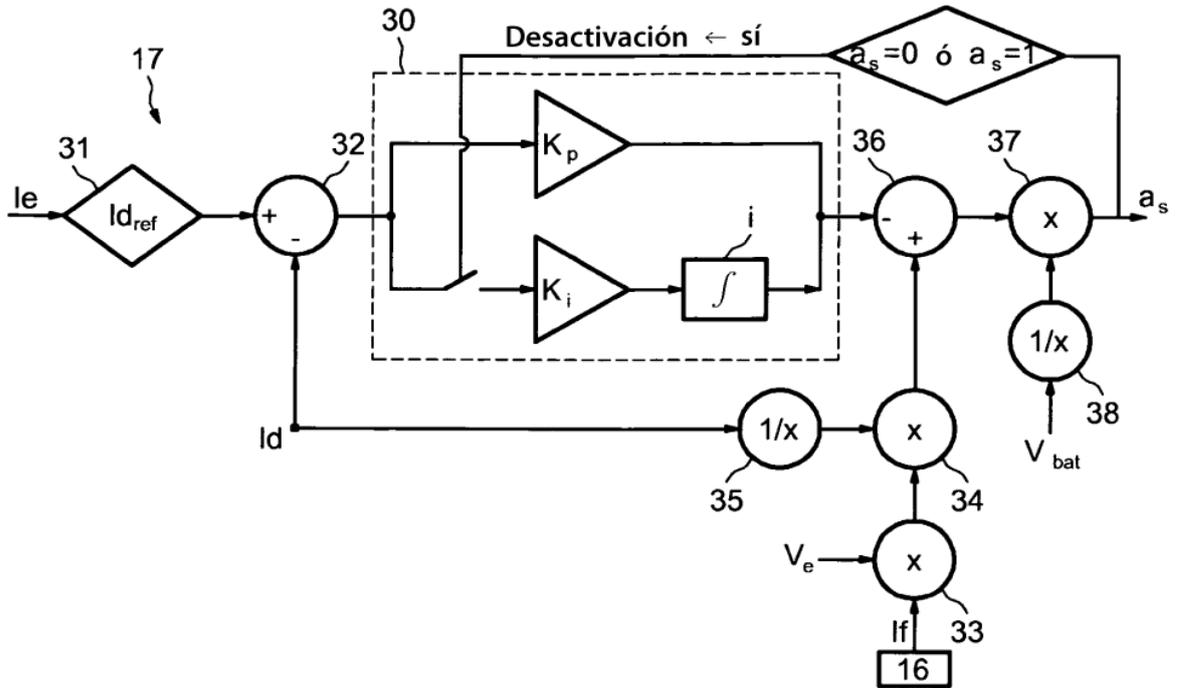


FIG.4

