

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 641 304**

21 Número de solicitud: 201630590

51 Int. Cl.:

H02M 1/08 (2006.01)

H02J 7/04 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

06.05.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

08.11.2017

71 Solicitantes:

INGETEA POWER TECHNOLOGY, S.A (100.0%)
Parque Tecnológico de Bizkaia, Edificio 106, 2ª
Planta
48170 ZAMUDIO (Bizkaia) ES

72 Inventor/es:

ARTIEDA EZCURRA, Iñigo;
BARRICARTE RIVAS, David;
GONZALEZ SENOSIAIN, Roberto;
MARROYO PALOMO, Luis;
SANCHIS GURPIDE, Pablo y
URTASUN ERBURU, Andoni

74 Agente/Representante:

IGARTUA IRIZAR, Ismael

54 Título: **Método y sistema de control para controlar la tensión de un convertidor electrónico conectado a una fuente de energía o sistema de almacenamiento**

57 Resumen:

Método y sistema de control para un convertidor (1) electrónico conectado a una fuente (2) de energía. Con el método se calcula una corriente de referencia para un lazo que controla la corriente intercambiada entre la fuente (2) y el convertidor (1), y para ello, se mide dicha corriente intercambiada y la tensión de la fuente (2), se calculan la tensión en una impedancia virtual serie a partir de la corriente medida, una tensión virtual como la tensión medida menos dicha tensión calculada, una corriente virtual a través de una impedancia virtual paralela a una rama formada por la impedancia virtual serie y la fuente (2), y un error como la diferencia entre la tensión virtual y una de referencia, y se aplica el error como entrada para un controlador determinado. La corriente de referencia se calcula como la suma de la salida de dicho controlador y la corriente virtual.

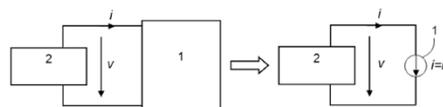


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

Método y sistema de control para controlar la tensión de un convertidor electrónico conectado a una fuente de energía o sistema de almacenamiento

5

SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se refiere a un método y sistema de control de tensión para un convertidor electrónico conectado a una fuente de energía o a un sistema de almacenamiento.

10

ESTADO ANTERIOR DE LA TÉCNICA

Las fuentes de energía o sistemas de almacenamiento están conectados a la red eléctrica, o a los consumos, a través de convertidores electrónicos. Las fuentes de energía pueden ser, por ejemplo, un generador fotovoltaico, una pila de combustible o un generador eólico. Los sistemas de almacenamiento pueden ser, por ejemplo, baterías o electrolizadores.

15

Para un correcto funcionamiento de una fuente de energía o sistema de almacenamiento, en ocasiones, es necesario controlar la tensión de funcionamiento de la fuente de energía o sistema de almacenamiento. Si este control es necesario, cuando la fuente de energía o sistema de almacenamiento se conecta a un convertidor electrónico, el control de la tensión lo realiza el convertidor. Por ejemplo, durante el proceso final de carga de una batería, es necesario controlar la tensión de la batería y dicho control lo realiza el convertidor electrónico al que se conecta. Para ello, en los convertidores es común implementar al menos un lazo de control de tensión.

20

25

Las fuentes de energía o sistemas de almacenamiento pueden presentar una impedancia variable y, en ocasiones, de valor desconocido, lo que puede modificar la dinámica del lazo de control de tensión del convertidor electrónico, haciéndose demasiado lento o rápido e incluso inestable en determinadas circunstancias. En la figura 1 se muestra el convertidor electrónico conectado a una fuente de energía o sistema de almacenamiento.

30

La impedancia de la fuente de energía o sistema de almacenamiento puede variar en un amplio rango. Entre los factores que pueden hacer variar la impedancia se encuentran los siguientes:

- 5 • La propia tecnología de la fuente o sistema de almacenamiento, por ejemplo, baterías (plomo-ácido, ion-litio, níquel-cadmio), generadores fotovoltaicos (silicio monocristalino, silicio policristalino, telururo de cadmio) o pilas de combustible (membrana de intercambio protónico, de metanol, alcalinas).
- 10 • La configuración utilizada, por ejemplo, en el caso de baterías o pilas de combustible el número de celdas en serie y en paralelo. En el caso de generadores fotovoltaicos el número de células en serie y en paralelo. En el caso de aerogeneradores los niveles de tensión y de corriente del generador eléctrico.
- 15 • El envejecimiento, que provoca en general un aumento de la impedancia de la fuente de energía o sistema de almacenamiento.
- 20 • El punto de funcionamiento, puesto que la respuesta del sistema en ocasiones depende de la tensión de funcionamiento.
- 25 • Las condiciones ambientales también pueden tener una fuerte influencia en el valor de la impedancia.

30 Para evitar el efecto de la variación de la impedancia en el control de tensión, se debe diseñar un control que sea robusto ante dichas variaciones. Las soluciones del estado de la técnica proponen un control adaptativo que, mediante complejos algoritmos, estima la impedancia de la fuente de energía o sistema de almacenamiento y utiliza este valor para actualizar los parámetros del controlador que se emplea en lazo de control (un controlador proporcional integral o PI por ejemplo). Este método de control adaptativo reduce el efecto de la variación de la impedancia pero aumenta la complejidad de la implementación del mismo, puesto que la estimación de la impedancia es complicada y además los parámetros del controlador deben ser modificados en tiempo real. Un ejemplo de este método se muestra en el documento "D. Pavkovic, M. Lobrovic, M. Hrgetic, A. Komljenovic, V. Smetko. *Battery Current and Voltage Control System Design with Charging Applications. 2014 IEEE Conference on Control Applications, 1133–1138, 2014*".

EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

El objeto de la invención es proporcionar un método y sistema de control para controlar la tensión de un convertidor electrónico conectado a una fuente de energía o sistema de almacenamiento, según se describe en las reivindicaciones.

Con el método de control se determina una corriente de referencia para un lazo de control de corriente con el que se controla la corriente intercambiada entre la fuente de energía o sistema de almacenamiento y el convertidor electrónico. Para calcular dicha corriente de referencia, el método comprende las etapas de:

- medir la corriente intercambiada entre la fuente de energía o sistema de almacenamiento y el convertidor electrónico,
- medir la tensión en bornes de la fuente de energía o sistema de almacenamiento o del convertidor electrónico,
- 15 - calcular la tensión en una impedancia virtual serie, en serie con la fuente de energía o sistema de almacenamiento, a partir de la corriente medida,
- calcular una tensión virtual como la tensión medida menos la tensión calculada en la impedancia virtual serie,
- calcular, considerado la tensión virtual, una corriente virtual a través de una impedancia virtual paralelo, paralela a una rama formada por la impedancia virtual serie y la fuente de energía o sistema de almacenamiento,
- 20 - calcular un error de tensión como la diferencia entre la tensión virtual y una tensión de referencia determinada,
- aplicar el error de tensión como entrada para un controlador que comprende unos parámetros determinados previamente, y
- 25 - calcular la corriente de referencia como la suma de la salida de dicho controlador y la corriente virtual a través de la impedancia virtual paralelo.

Con el método de la invención se mantiene la dinámica del lazo de control prácticamente invariante para todo el posible rango de variación de la impedancia de la fuente de energía o sistema de almacenamiento, además de una gran robustez ante la variación de los parámetros de dicha fuente de energía o sistema de almacenamiento. Así, con el método de la invención se obtiene un control de tensión sencillo, puesto que no requiere por ejemplo una estimación de la impedancia de la fuente de energía o sistema de almacenamiento, y a la vez robusto frente a

- grandes variaciones en la impedancia de la fuente de energía o sistema de almacenamiento. Con el control propuesto, además, las características dinámicas permanecen prácticamente constantes con independencia del valor de dicha impedancia, lo que permite garantizar la estabilidad, alargar la vida útil de los elementos (en el caso de sistemas de almacenamiento) o extraer una mayor energía (en el caso de las fuentes de energía). Además, en el caso de tratarse de una implementación analógica, ésta se simplifica en gran medida mientras que, en el caso de tratarse de una implementación digital, con el control ejecutado en un microprocesador, el coste computacional se verá considerablemente reducido.
- 5
- 10 Estas y otras ventajas y características de la invención se harán evidentes a la vista de las figuras y de la descripción detallada de la invención.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 15 La figura 1 muestra la modelización de un convertidor electrónico como una fuente de corriente controlada.
- La figura 2 muestra un diagrama de bloques que representa de forma genérica una realización de control de tensión, que incluye un lazo interno de corriente y la impedancia de la fuente de energía o sistema de almacenamiento.
- 20
- La figura 3 muestra un circuito eléctrico equivalente con las impedancias virtuales que se emulan en una realización preferida del método de la invención.
- 25
- La figura 4 muestra un diagrama de bloques representativo del circuito eléctrico de la figura 3, incluyendo el controlador.
- La figura 5 muestra un diagrama de bloques correspondiente al control de una realización preferida del método de la invención.
- 30
- La figura 6 muestra el diagrama de bloques de la figura 5, incluyendo un lazo interno de corriente y la impedancia de la fuente de energía o sistema de almacenamiento.

La figura 7 muestra un circuito eléctrico representativo del diagrama de bloques de la figura 6.

La figura 8a muestra el resultado de la simulación con un método de control sin emulación de impedancias virtuales y con un controlador de parámetros fijos, frente a un escalón en la
5 tensión de referencia para tres situaciones distintas de resistencia de una batería como sistema de almacenamiento.

La figura 8b muestra el resultado de la simulación con una realización del método de control de la invención, frente a un escalón en la tensión de referencia para tres situaciones distintas de
10 resistencia de una batería como sistema de almacenamiento.

EXPOSICIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

15 El método de control de la invención está adaptado para controlar la tensión de un convertidor electrónico 1 conectado a una fuente de energía o sistema de almacenamiento 2. La fuente de energía 2 puede ser de diferentes tipos, como por ejemplo una instalación donde se genera la energía (instalación solar o eólica por ejemplo), un sistema de almacenamiento tal como una batería, un banco de condensadores o, por ejemplo, un electrolizador.

20 El método de control incluye un control de corriente de la fuente de energía o sistema de almacenamiento 2, mediante un lazo de control de corriente determinado, y se ejecuta sobre el convertidor electrónico 1 conectado a dicha fuente de energía o sistema de almacenamiento 2. De esta forma, el convertidor electrónico 1 se comporta como una fuente de corriente controlada para dicha fuente de energía o sistema de almacenamiento 2. El método de control
25 está adaptado para controlar la tensión, por lo que incluye también un lazo de control de tensión, que determina además una corriente de referencia para el lazo de control de corriente. Así pues, el control de tensión es el lazo externo del método de control y con él se obtiene la corriente de referencia para el lazo interno de corriente.

30 De una forma genérica, el lazo externo de tensión se puede representar por ejemplo mediante el esquema de la figura 2. A partir de una referencia de tensión predeterminada (consigna de tensión) y la realimentación de tensión y corriente, el método de control obtiene la referencia de corriente para el lazo interno de corriente. A partir de la referencia de corriente, hay diversas

formas de realizar el control de corriente, lo cual queda fuera del alcance de la presente invención. En todo caso, en el método se considera que la dinámica de lazo de corriente es muy superior a la del lazo de tensión, por lo que la función de transferencia del lazo de corriente se puede tomar como unitaria a la hora de analizar el lazo de tensión. La corriente provoca además un cambio de tensión. A la relación entre la corriente y la tensión de la fuente de energía o sistema de almacenamiento 2 se le denomina planta.

La relación entre la corriente y la tensión en la fuente de energía o sistema de almacenamiento 2 viene determinada por una expresión que, en general, puede ser una función implícita, no lineal y dinámica. Esta relación se puede linealizar en torno al punto de trabajo obteniendo la relación en pequeña señal, que será igual a la impedancia de la fuente de energía o sistema de almacenamiento 2 en pequeña señal, con signo negativo debido al uso del convenio generador, $v = -Z(s) \cdot i$.

Para limitar el efecto de la variabilidad de la planta, en el método de control se emula la presencia de una impedancia $Z_s(s)$ en serie con la impedancia $Z(s)$ de la fuente de energía o sistema de almacenamiento 2 y, a su vez, una impedancia $Z_p(s)$ en paralelo con el conjunto $Z_s(s)$ en serie con $Z(s)$, tal y como se muestra en el ejemplo la figura 3 (aunque podría emularse una impedancia $Z_s(s)$ en serie igual a cero).

El método, comprende un controlador $C(s)$ con unos parámetros determinados previamente, y la planta que ve el controlador $C(s)$ se modifica con respecto al caso sin emular impedancias, y la relación pasa a ser

$$v_v = -Z_{eq}(s) \cdot i_v, \text{ donde}$$

$$Z_{eq}(s) = Z_p(s) // (Z(s) + Z_s(s)) = \frac{Z_p(s) \cdot (Z(s) + Z_s(s))}{Z_p(s) + Z(s) + Z_s(s)}$$

siendo v_v la tensión virtual entre bornes de la impedancia emulada paralelo $Z_p(s)$, y siendo i_v la corriente virtual o salida del controlador.

El circuito equivalente del método de control propuesto y la modelización del lazo de control de corriente LC_i y la planta se muestra en la Figura 4.

Para frecuencias cercanas a la frecuencia de corte deseada para el lazo de tensión, eligiendo el valor de la impedancia emulada paralelo $Z_P(s)$ suficientemente menor que la suma de la mínima impedancia $Z(s) = Z_{min}(s)$ que puede llegar a tener la fuente de energía o sistema de almacenamiento 2 más la impedancia emulada serie $Z_S(s)$, se puede hacer la siguiente aproximación:

$$Z_{eq}(s) = Z_P(s) // (Z(s) + Z_S(s)) \approx Z_P(s)$$

10

De esta forma, la planta vista por el controlador será igual a la impedancia emulada paralelo $Z_P(s)$, cuyo valor es constante y conocido, y se consigue eliminar el efecto de la variabilidad y de la incertidumbre de la impedancia de la fuente de energía o sistema de almacenamiento 2 sobre el control.

15

De esta manera se puede parametrizar el controlador $C(s)$ para las características dinámicas y de margen de estabilidad deseados, teniendo en cuenta que la planta se aproxima a $Z_P(s)$. El controlador $C(s)$ puede ser un controlador sencillo, como un controlador integral, un controlador proporcional-integral PI, un controlador proporcional-integral-derivativo PID, aunque también podría ser cualquier otro tipo de controlador.

20

Por ejemplo, si una fuente de energía o sistema de almacenamiento varía su impedancia desde un valor mínimo $Z(s) = Z_{min}(s)$ hasta un valor máximo $Z(s) = 100Z_{min}(s)$, si no se utiliza el método de control de la invención, el sistema verá la anterior variación afectando de manera importante a la dinámica del control. Sin embargo, con el método de control propuesto, si se toma, por ejemplo, un valor $Z_P(s) = Z_{min}(s) + Z_S(s)$ el rango de variación de la planta será de $Z_P(s)/2$ a $Z_P(s)$, lo que reduce de manera significativa las variaciones de la dinámica del control.

25

Gracias a la emulación de al menos una impedancia virtual, el control de tensión se comporta de la forma deseada en todo el rango posible de funcionamiento.

30

La emulación de la impedancia serie $Z_S(s)$, provoca que el control se realice sobre la tensión

virtual v_v en lugar de sobre la tensión v real medida en bornes de la fuente de energía o sistema de almacenamiento 2. Por lo tanto, en régimen permanente y en función del tipo de impedancia $Z_S(s)$, es posible que la tensión v real no sea igual a la tensión de referencia. De hecho, en régimen permanente se tiene que:

5

$$v = v_v - Z_S(s) \cdot i = v^* - Z_S(s) \cdot i$$

Para que la tensión v real sea igual a la tensión de referencia v^* , se puede emular una impedancia serie $Z_S(s)$ igual a cero (que es lo mismo que no emular una impedancia serie $Z_S(s)$), o bien emular algún elemento que no tenga caída de tensión en régimen permanente, como por ejemplo una inductancia, es decir $Z_S(s) = L_S \cdot s$. Ambos casos son un caso particular de la presente invención y todo lo descrito anteriormente sigue siendo válido, con la particularidad de que la tensión v real es exactamente igual a la tensión de referencia en régimen permanente. La primera opción, con $Z_S(s) = 0$, resulta especialmente interesante en aquellas aplicaciones en las cuales el valor mínimo de la impedancia de la fuente de energía o sistema de almacenamiento 2 no es excesivamente bajo.

Sin embargo, hay situaciones en las que puede ser interesante emular una impedancia $Z_S(s)$ serie con caída de tensión en régimen permanente, en el caso de que se pueda asumir cierto error en el seguimiento de la tensión de referencia. Un ejemplo de aplicación de este tipo es el caso en el que la impedancia mínima $Z(s) = Z_{min}(s)$ de la fuente de energía o sistema de almacenamiento 2 sea muy pequeña, por lo que con $Z_S(s) = 0$ se requeriría una impedancia paralelo $Z_P(s)$ aún menor que $Z_{min}(s)$, lo cual puede suponer problemas como por ejemplo una corriente virtual i_{Z_P} muy alta o una amplificación de armónicos. En este caso, añadir una impedancia $Z_S(s)$ serie permite aumentar el valor necesario para la impedancia $Z_P(s)$ paralelo.

Seguidamente se describe, con ayuda de las figuras 5 a 8, una descripción en detalle de una realización preferente del método de la invención. En el mismo se emula únicamente una impedancia virtual paralelo $Z_P(s)$, formada por una resistencia R_P en serie con un condensador C_P . El controlador $C(s)$ es un controlador de tipo proporcional integral PI, y comprende los parámetros K_P y K_I . La función de transferencia de esta impedancia virtual paralelo $Z_P(s)$ es la siguiente:

$$Z_p(s) = R_p + \frac{1}{C_p \cdot s} = \frac{C_p \cdot R_p \cdot s + 1}{C_p \cdot s}$$

La realización preferente se aplica, por ejemplo, a una batería (como sistema de almacenamiento 2) conectada a un convertidor electrónico 1 que tiene implementado un control de corriente. El método de control mediante la emulación de impedancias virtuales para controlar la tensión de la batería comprende las siguientes etapas:

- 5 - medir la corriente i intercambiada entre la fuente de energía o sistema de almacenamiento 2 y el convertidor electrónico,
- medir la tensión v en bornes de la fuente de energía o sistema de almacenamiento 2 o del convertidor electrónico,
- 10 - calcular, considerado la tensión medida v , una corriente virtual i_{zP} a través de una impedancia virtual paralelo $Z_p(s)$, paralela a la fuente de energía o sistema de almacenamiento 2,
- calcular un error de tensión como la diferencia entre la tensión medida v y una tensión de referencia determinada, y
- 15 - aplicar el error de tensión como entrada para un controlador $C(s)$ que comprende unos parámetros determinados previamente, y
- calcular la corriente de referencia como la suma de la salida de dicho controlador $C(s)$ y la corriente virtual i_{zP} a través de la impedancia virtual paralelo $Z_p(s)$.

20

Esta combinación de etapas se muestra esquemáticamente en la figura 5. El lazo de tensión, incluyendo tanto la propuesta de control como la planta, se muestra en la figura 6, donde se supone que la batería presenta una impedancia de carácter resistivo alrededor de la frecuencia de corte del lazo de tensión. De la misma forma, el circuito equivalente de la planta que ve el controlador se muestra en la figura 7.

25

En algunas realizaciones, como en la realización preferente por ejemplo, se filtran las medidas de tensión v y corriente i antes de considerarlas para los diferentes cálculos, para eliminar ruidos en alta frecuencia.

30

Se ha simulado un método de control sin emulación de impedancias virtuales y con un controlador de parámetros fijos (figura 8a), y el método de control propuesto (figura 8b), cada

uno de ellos para tres situaciones con una resistencia de batería muy distinta. Los resultados se muestran en las figuras 8a y 8b respectivamente, para un escalón de tensión de referencia de 130 a 132 V, para el caso de $R_{bat} = R_{min} = 10 \text{ m}\Omega$ (v1 en las figuras 8a y 8b), $R_{bat} = 100 \text{ m}\Omega$ (v2 en las figuras 8a y 8b) y $R_{bat} = R_{max} = 1 \text{ }\Omega$ (v3 en las figuras 8a y 8b),
5 siendo R_{bat} la resistencia de la batería. Se puede observar que, mientras con el método de control sin emulación de impedancias virtuales y con un controlador de parámetros fijos la dinámica del control de tensión es muy variable, con el control propuesto la dinámica es prácticamente invariante.

10

REIVINDICACIONES

1. Método de control para controlar la tensión de un convertidor electrónico conectado a una fuente de energía o sistema de almacenamiento, con el que se calcula una corriente de referencia para un lazo de control de corriente con el que se controla la corriente intercambiada entre la fuente de energía o sistema de almacenamiento (2) y el convertidor electrónico, **caracterizado porque** para calcular dicha corriente de referencia el método comprende las etapas de:
- medir la corriente (i) intercambiada entre la fuente de energía o sistema de almacenamiento (2) y el convertidor electrónico,
 - medir la tensión (v) en bornes de la fuente de energía o sistema de almacenamiento (2) o del convertidor electrónico,
 - calcular la tensión (v_{zs}) en una impedancia virtual serie ($Z_S(s)$), dispuesta en serie con la fuente de energía o sistema de almacenamiento (2), a partir de la corriente medida (i),
 - calcular una tensión virtual (v_v) como la tensión (v) medida menos la tensión calculada (v_{zs}) en la impedancia virtual serie ($Z_S(s)$),
 - calcular, considerado la tensión virtual (v_v), una corriente virtual (i_{zP}) a través de una impedancia virtual paralelo ($Z_P(s)$), paralela a una rama formada por la impedancia virtual serie ($Z_S(s)$) y la fuente de energía o sistema de almacenamiento (2),
 - calcular un error de tensión como la diferencia entre la tensión virtual (v_v) y una tensión de referencia determinada, y
 - aplicar el error de tensión como entrada para un controlador (C(s)) que comprende unos parámetros determinados previamente,
- calculándose la corriente de referencia como la suma de la salida de dicho controlador (C(s)) y la corriente virtual (i_{zP}) a través de la impedancia virtual paralelo ($Z_P(s)$).
2. Método de control para controlar la tensión de un convertidor electrónico según la reivindicación 1, en donde la tensión en la impedancia virtual serie ($Z_S(s)$) es igual a cero.
3. Método de control para controlar la tensión de un convertidor electrónico según

cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el controlador es de tipo integral, proporcional integral (PI) o proporcional integral derivativo (PID).

- 5 4. Método de control para controlar la tensión de un convertidor electrónico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se filtran las medidas de tensión (v) y corriente (i) antes de considerarlas para los diferentes cálculos, donde el filtro utilizado es un filtro paso bajo, paso alto o una combinación de ambos.
- 10 5. Método de control para controlar la tensión de un convertidor electrónico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el cálculo de la corriente de referencia se realiza de forma analógica o digital.
- 15 6. Método de control para controlar la tensión de un convertidor electrónico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se elige una impedancia virtual paralelo ($Z_P(s)$) de manera que para frecuencias cercanas a la frecuencia de corte deseada para el lazo de tensión, dicha impedancia virtual paralelo ($Z_P(s)$) sea suficientemente menor que la suma de la mínima impedancia de la fuente de energía o sistema de almacenamiento (2) más la impedancia virtual serie ($Z_S(s)$).
- 20 7. Sistema de control para controlar la tensión de un convertidor electrónico conectado a una fuente de energía o sistema de almacenamiento, **caracterizado porque** está adaptado para soportar un método de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 25 8. Sistema de control para controlar la tensión de un convertidor electrónico conectado a una fuente de energía o sistema de almacenamiento según la reivindicación 7, en donde la fuente de energía (2) es un generador fotovoltaico, una pila de combustible, un aerogenerador o un aerogenerador conectado a un puente de diodos.
- 30 9. Sistema de control para controlar la tensión de un convertidor electrónico conectado a una fuente de energía o sistema de almacenamiento según la reivindicación 7, en donde el sistema de almacenamiento (2) es una batería, un condensador o un electrolizador.

10. Sistema de control para controlar la tensión de un convertidor electrónico conectado a una fuente de energía o sistema de almacenamiento según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en donde las impedancias virtuales ($Z_P(s)$, $Z_S(s)$) emulan resistencias, condensadores, inductancias o cualquier combinación de ellas.

5

11. Sistema de control para controlar la tensión de un convertidor electrónico conectado a una fuente de energía o sistema de almacenamiento según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en donde la fuente de energía o sistema de almacenamiento (2) es un elemento que se puede modelar con una relación entre tensión y corriente del tipo $v = -Z(s) \cdot i$, donde la impedancia $Z(s)$ de la fuente de energía o sistema de almacenamiento (2) es variable y/o no conocida con exactitud.

10

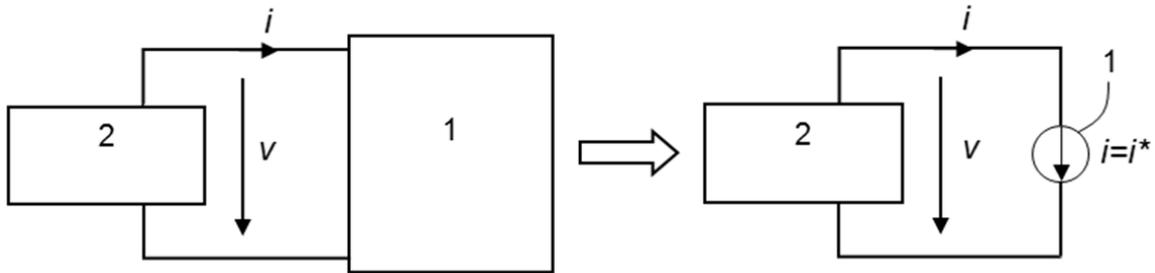


FIG. 1

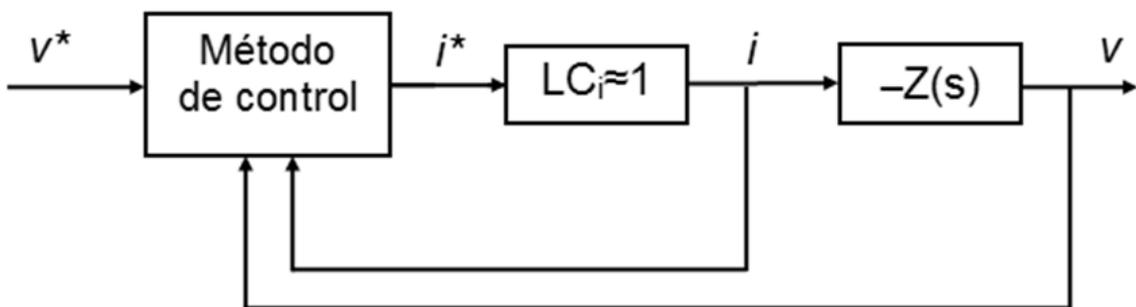


FIG. 2

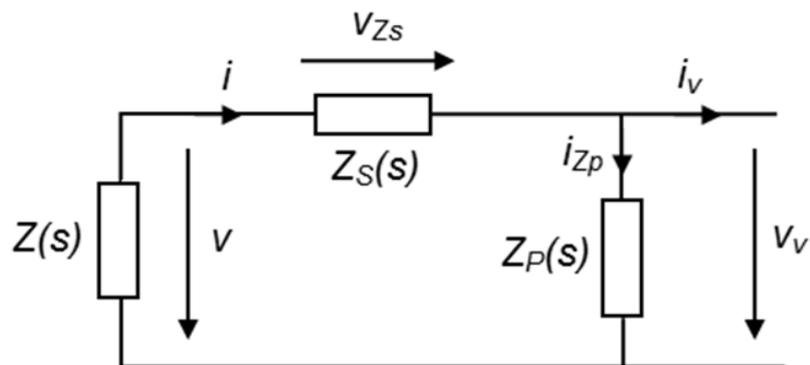


FIG. 3

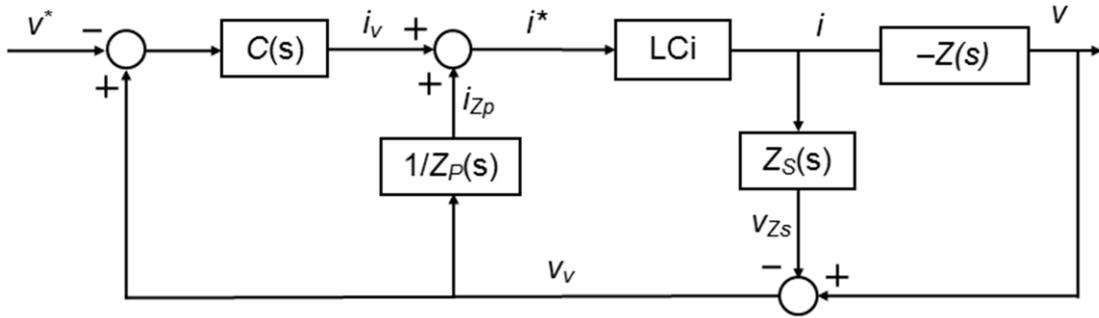


FIG. 4

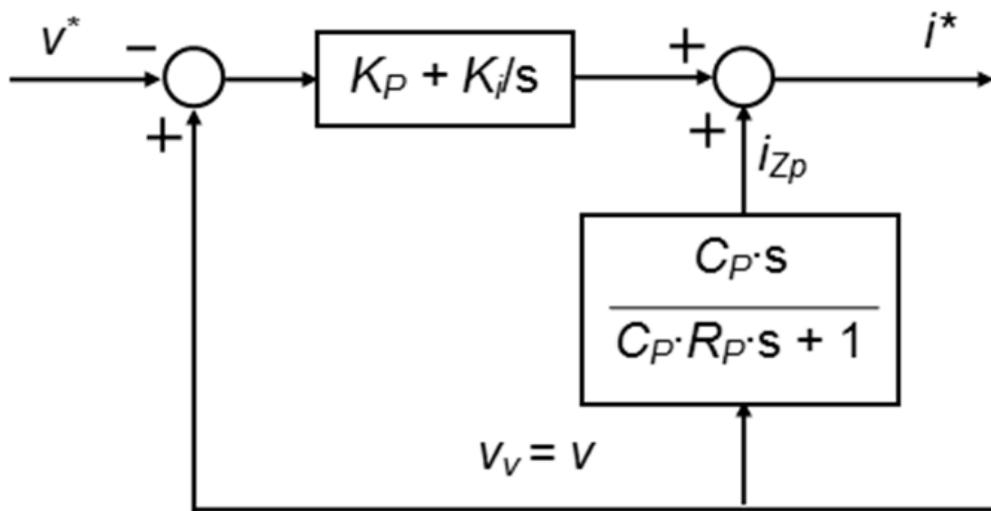


FIG. 5

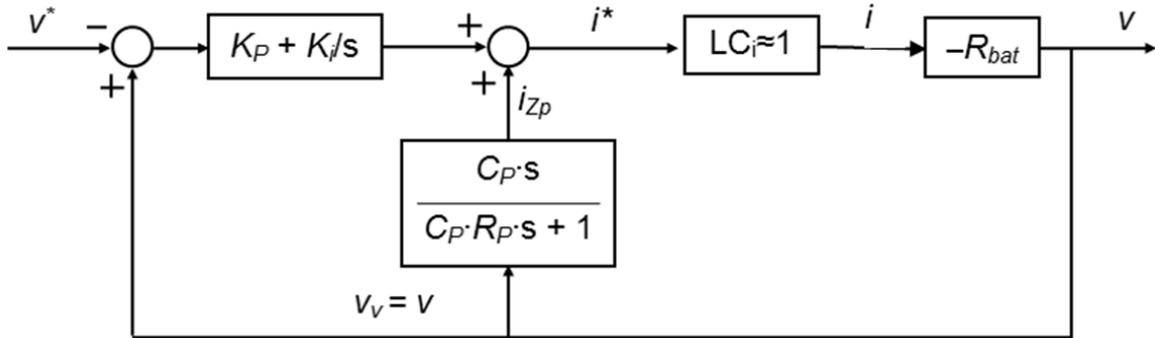


FIG. 6

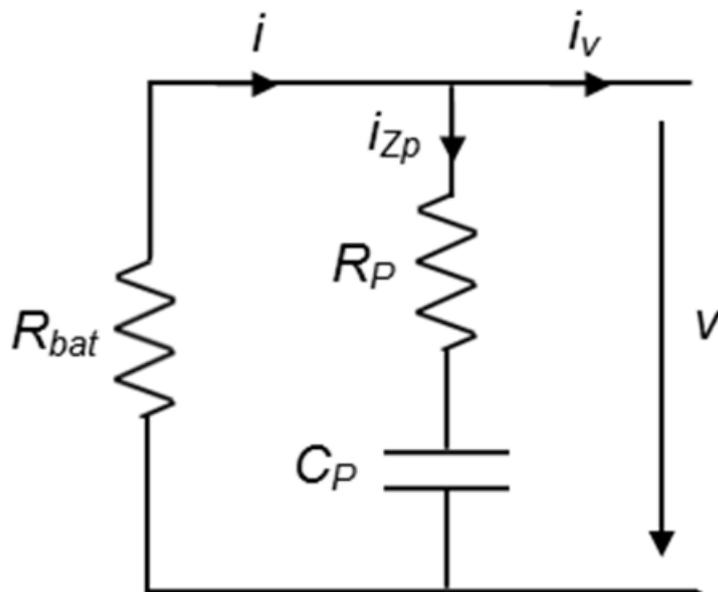


FIG. 7

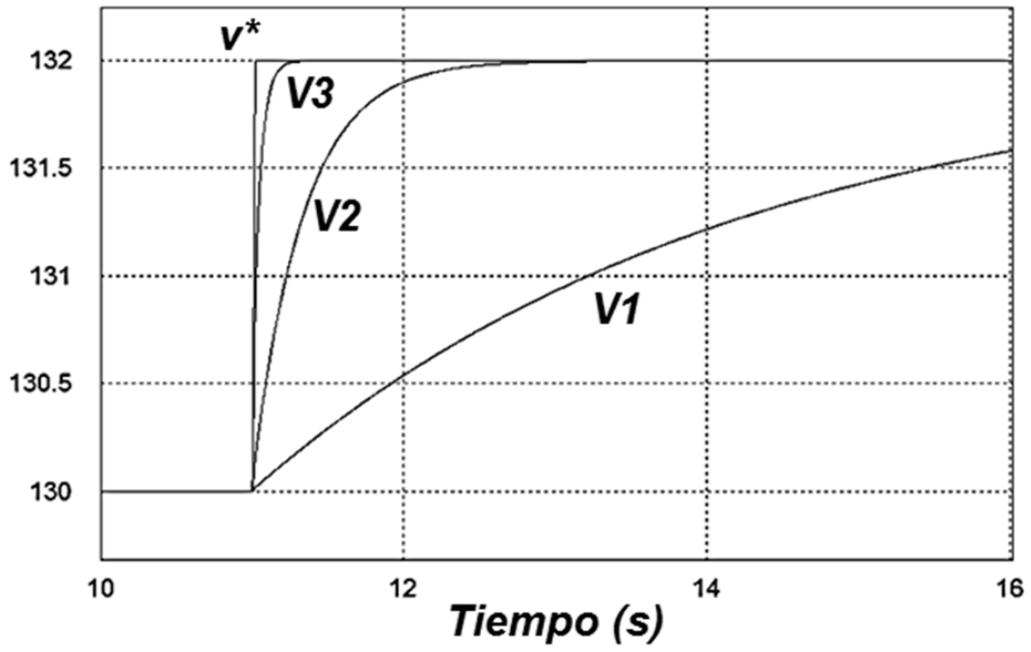


FIG. 8a

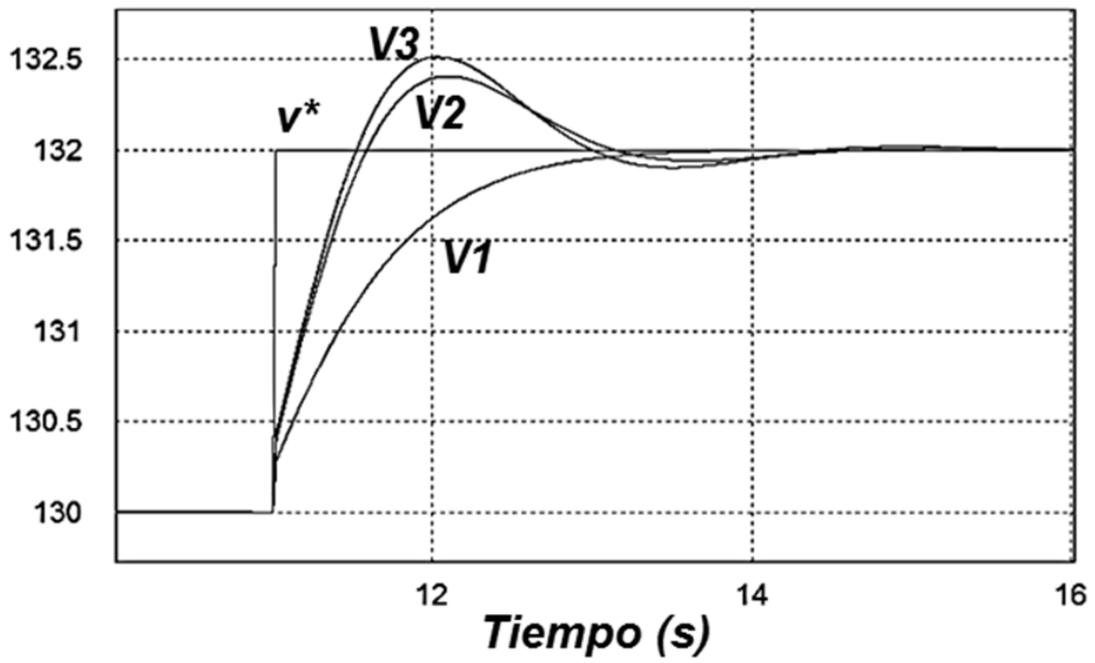


FIG. 8b



- ②① N.º solicitud: 201630590
②② Fecha de presentación de la solicitud: 06.05.2016
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **H02M1/08** (2006.01)
H02J7/04 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A X	Pavkovic Danijel et al. "BATTERY CURRENT AND VOLTAGE CONTROL SYSTEM DESIGN WITH CHARGING APPLICATION" 08/10/2014, Páginas 1133 - 1138 [en línea] [recuperado el 23/06/2017]. <DOI: doi:10.1109/CCA.2014.6981481>	1-6 7-11
A X	X. Wang, Y. et al. "VIRTUAL-IMPEDANCE-BASED CONTROL FOR VOLTAGE-SOURCE AND CURRENT-SOURCE CONVERTERS" 31/12/2015, Vol. 30, Páginas 7019-7037 [en línea] [recuperado el 26/06/2017]. Recuperado de Internet <URL: http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6990631&isnumber=7219485>, <DOI: 10.1109/TPEL.2014.2382565>	1-6 7-11
A	CN 105305410 A (STATE GRID SHANGHAI MUNICIPAL ELECTRIC POWER CO et al.) 03/02/2016, Resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE	1-11

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
30.06.2017

Examinador
M. P. López Sábater

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H02M, H02J

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 30.06.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-6,11	SI
	Reivindicaciones 7-10	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-6	SI
	Reivindicaciones 7-11	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	Pavkovic Danijel et al.. BATTERY CURRENT AND VOLTAGE CONTROL SYSTEM DESIGN WITH CHARGING APPLICATION. Páginas 1133 - 1138 [en línea][recuperado el 23/06/2017]. <DOI: doi:10.1109/CCA.2014.6981481>	08.10.2014

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Reivindicación 1:

En el estado de la técnica anterior se han encontrado documentos como D01, que describen métodos de control para controlar la tensión de un convertidor electrónico conectado a una fuente de energía o sistema de almacenamiento, con el que se calcula una corriente de referencia para un lazo de control de corriente. Con este valor de referencia se controla la corriente intercambiada entre la fuente de energía o sistema de almacenamiento y el convertidor electrónico. Sin embargo, ninguno de los documentos encontrados contempla el cálculo de unas impedancias virtuales en serie y en paralelo a partir de las cuales obtener una tensión virtual. En consecuencia, tampoco se obtienen los valores de las magnitudes de control de la tensión del convertidor que se calculan en el método que se desea proteger.

En consecuencia, se considera que esta primera reivindicación independiente es nueva y tiene actividad inventiva.

Reivindicaciones 2 a 6:

Estas reivindicaciones de método son nuevas e inventivas por depender de la primera reivindicación.

Reivindicación 7

La mera indicación de que el sistema reivindicado, sin especificar sus características técnicas estructurales esenciales, está adaptado para soportar un método de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores no es suficiente para conferir novedad a esta reivindicación de la solicitud P201630590 en relación con el sistema divulgado en el documento D01.

Reivindicaciones 8 y 9:

Estas reivindicaciones no son sino particularizaciones a determinados tipos de fuente de tensión o sistema de almacenamiento. Dado que el sistema descrito en D01 se puede emplear con todos los tipos de fuente y sistemas de almacenamiento que se mencionan, se concluye que tampoco estas dos reivindicaciones dependientes son nuevas según el sentido el artículo 6 de la Ley de Patentes 11/86

Reivindicaciones 10 y 11:

Estas reivindicaciones dependen de reivindicaciones que, como se ha indicado anteriormente, carecen de características técnicas. La reivindicación número 10 solicita protección para un sistema en el que se puede utilizar cualquier tipo de impedancia, lo que incluye, por lo tanto, a cualquier sistema. Así pues, esta reivindicación también se ve anticipada por D01 y no puede considerarse nueva.

En cuanto a la reivindicación número 11, se especifica que la fuente o medio de acumulación de energía cumple un criterio que es bien conocido en el estado de la técnica. Por lo tanto, esta reivindicación carece de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes 11/86.