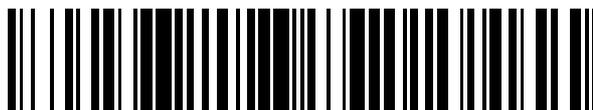


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 660 369**

51 Int. Cl.:

G06Q 50/06 (2012.01)

H02J 3/04 (2006.01)

H02J 3/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2015 E 15173462 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018 EP 2963611**

54 Título: **Procedimiento de control de la potencia eléctrica entregada en una red eléctrica por al menos dos fuentes de energía eléctrica y sistema eléctrico asociado**

30 Prioridad:

04.07.2014 FR 1456484

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

22.03.2018

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)
35 rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

AULAGNIER, VINCENT

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 660 369 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

Procedimiento de control de la potencia eléctrica entregada en una red eléctrica por al menos dos fuentes de energía eléctrica y sistema eléctrico asociado

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de control de la potencia eléctrica entregada en una red eléctrica por al menos dos fuentes de energía eléctrica, así como a un sistema eléctrico asociado que comprende al menos dos fuentes de energía eléctrica conectadas a una red eléctrica.

10 En el campo de la alimentación eléctrica de una red eléctrica a la que se conectan unas cargas, es conocido un sistema eléctrico que comprende un órgano principal de alimentación eléctrica, apropiado para alimentar eléctricamente las cargas a través de la red, así como unas fuentes de energía eléctrica, igualmente denominadas unidades de suministro de energía eléctrica, conectadas a la red eléctrica. En lo que sigue de la descripción, se considerará el ejemplo en el que las unidades de suministro de energía eléctrica corresponden a unas unidades de almacenamiento de energía eléctrica conectadas a la red eléctrica. Sin embargo, es conocido que las unidades de suministro de energía eléctrica consideradas en un sistema eléctrico de ese tipo corresponden más generalmente a unas fuentes de tensión conectadas a la red eléctrica. De ese modo, en un sistema de ese tipo, las unidades de almacenamiento son apropiadas para alimentar eléctricamente las cargas en caso de fallo del órgano principal de alimentación eléctrica, y más precisamente en caso de parada de la alimentación eléctrica de las cargas por el órgano principal de alimentación, no alimentando este ya las cargas y no asegurando ya el mantenimiento de una frecuencia y una tensión estables en la red.

20 Más precisamente, las unidades de almacenamiento de energía eléctrica comprenden cada una un órgano de almacenamiento de energía eléctrica y un módulo de control del órgano de almacenamiento. Las unidades de almacenamiento son apropiadas para funcionar como fuentes de tensión cuando el órgano principal de alimentación eléctrica está en fallo. Las unidades de almacenamiento se conectan en paralelo a la red.

25 Un problema conocido en un sistema eléctrico de ese tipo, es asegurar el reparto, entre las unidades de almacenamiento, es decir más generalmente entre las unidades de suministro de energía eléctrica, de la potencia eléctrica a entregar a las cargas. En efecto, el objetivo es que la potencia eléctrica requerida por las cargas se entregue equitativamente por las unidades de almacenamiento, en función de su potencia nominal.

Un segundo problema encontrado en un sistema de ese tipo es realizar el reparto de la potencia eléctrica entregada sin utilizar un sistema de supervisión de todas las unidades de almacenamiento, es decir disponiendo de unidades de almacenamiento independientes.

30 Se conoce así por el documento "Control of Distributed Uninterruptible Power Supply Systems" de Josep M. Guerrero, L. H. Publicado en agosto de 2008 en la revista Transactions on industrial electronics, la utilización de un procedimiento denominado control de estatismo, con el fin de repartir la potencia eléctrica a entregar a las cargas entre unas unidades de suministro de energía eléctrica, correspondientes por ejemplo a unas unidades de almacenamiento, que son independientes entre sí. Según este procedimiento, cada unidad de almacenamiento es apropiada para entregar una señal de tensión en la red con una frecuencia y una amplitud que se adapta, en función de las potencias activa y reactiva medidas en la salida de la unidad de almacenamiento. Más precisamente, en el momento de la detención de la alimentación eléctrica de las cargas por el órgano principal de alimentación eléctrica a continuación de un fallo, el módulo de control de cada unidad de almacenamiento se configura para entregar en la red una señal de tensión con una frecuencia F' y una amplitud A' máximas, que corresponden a una tensión y una amplitud a entregar en la red cuando no se conecta ninguna carga a la red. Posteriormente, cada módulo de control mide las potencias eléctricas activa y reactiva entregadas a la red, a la salida de la unidad de almacenamiento correspondiente, y hace variar el valor de la amplitud y el valor de la frecuencia de la señal de tensión según las ecuaciones siguientes:

45
$$F = F' - K_w * (P * \text{sen}(\theta) - Q * \text{cos}(\theta)) \tag{1}$$

$$A = A' - K_A * (P * \text{sen}(\theta) + Q * \text{cos}(\theta)) \tag{2}$$

en la que θ es la fase de la impedancia compleja de la red, siendo esta igual a 0° para una red resistiva y 90° para una red inductiva,

50 A es la amplitud de la señal de tensión, F es la frecuencia de la señal de tensión, P es la potencia activa, Q es la potencia reactiva, y

K_w y K_A son unos coeficientes parametrizables.

De ese modo, en el caso de una red resistiva se obtienen las ecuaciones siguientes:

$$F = F' + K_w * Q \tag{3}$$

$$A = A' - K_A * P \tag{4}$$

Un procedimiento de control de ese tipo permite compensar, en un sistema eléctrico tal como se ha presentado anteriormente, el hecho de que cuando una carga se conecta a la red, la unidad de almacenamiento, es decir más generalmente la unidad de suministro de energía eléctrica, para la que la impedancia entre ella misma y la carga es más reducida, entregará proporcionalmente a su potencia nominal una parte de la potencia eléctrica mayor sobre la red que las otras unidades de almacenamiento. Además, es conocido para cada unidad almacenamiento que la potencia entregada en la red eléctrica por la unidad de almacenamiento aumenta con la frecuencia y la amplitud de la señal de tensión entregada por la unidad almacenamiento. De ese modo, en el ejemplo de una red resistiva, el hecho de hacer variar la amplitud de la señal de tensión, a través de la ecuación (4) presentada anteriormente, permite un control retroactivo de la señal de tensión entregada por cada unidad de almacenamiento y asegurar el reparto, entre varias unidades de almacenamiento, de la potencia eléctrica a entregar a unas cargas conectadas a la red.

Sin embargo, este procedimiento de control de estatismo presenta ciertas desventajas en lo que se refiere a la duración durante la que las unidades de almacenamiento de energía eléctrica alimentan eléctricamente las cargas conectadas a la red y la gestión de la energía eléctrica almacenada en las unidades de almacenamiento, principalmente cuando las unidades de almacenamiento no almacenan la misma cantidad de energía eléctrica.

El objeto de la invención es por tanto proponer un procedimiento de control de la potencia eléctrica entregada a una red eléctrica por una pluralidad de unidades de almacenamiento, que permita un reparto de la potencia eléctrica entregada entre las diferentes unidades de almacenamiento y que permita alimentar eléctricamente unas cargas conectadas a la red durante una duración mayor y con una descarga optimizada de las unidades de almacenamiento de energía eléctrica, con el fin de utilizar al máximo la energía eléctrica almacenada en las unidades de almacenamiento.

Con este fin, la invención se refiere a un procedimiento de control de la potencia eléctrica entregada a una red eléctrica por al menos dos fuentes de energía eléctrica según la reivindicación 1.

Gracias a la invención, se mejora el reparto de la potencia eléctrica a entregar en la red por la o las fuentes de energía eléctrica, a través del control y la modificación del parámetro de la señal de tensión en función de la energía eléctrica almacenada en el órgano de almacenamiento de cada fuente de energía. Se optimiza la descarga de cada fuente de energía y, más precisamente del órgano de almacenamiento correspondiente, y se aumenta la duración durante la que cada fuente de energía es apropiada para alimentar la red. Se utiliza así al máximo la energía eléctrica almacenada en cada órgano de almacenamiento.

Según unos aspectos ventajosos de la invención, el procedimiento de control comprende además una o varias de las características opcionales de las reivindicaciones 2 a 8.

La invención se refiere igualmente a un sistema eléctrico según la reivindicación 9.

La invención se comprenderá mejor y surgirán otras ventajas de esta a la luz de la descripción que sigue, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo, y realizada con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una representación esquemática de un sistema eléctrico según un primer modo de realización de la invención, comprendiendo el sistema una pluralidad de fuentes de energía eléctrica conectadas a una red eléctrica de tipo resistivo;
- la figura 2 es un conjunto de dos curvas que representan cada una la variación de un valor de consigna de la amplitud de una señal de tensión entregada por una de las fuentes de energía de la figura 1, en función de la potencia eléctrica medida a la salida de dicha fuente de energía;
- la figura 3 es un organigrama de un procedimiento de control de la potencia eléctrica entregada a la red eléctrica por las fuentes de energía de la figura 1;
- la figura 4 es una representación análoga a la de la figura 1 según un segundo modo de realización de la invención;
- la figura 5 es un conjunto de dos curvas análogo al de la figura 2 según el segundo modo de realización de la invención;
- la figura 6 es un organigrama análogo al de la figura 3 según el segundo modo de realización de la invención;
- la figura 7 es un conjunto de dos curvas análogo al de las figuras 2 y 5 según un tercer modo de realización de la invención;
- la figura 8 es un conjunto de dos curvas análogo al de la figura 2 para una red eléctrica de tipo inductivo;
- la figura 9 es un conjunto de dos curvas análogo al de la figura 5 para una red eléctrica de tipo inductivo; y
- la figura 10 es un conjunto de dos curvas análogo al de la figura 7 para una red eléctrica de tipo inductivo.

Se presenta en la figura 1 un sistema 12 eléctrico según un primer modo de realización de la invención. El sistema 12 eléctrico comprende un órgano 14 principal de alimentación eléctrica, dos fuentes 16 de energía eléctrica, tales como unas unidades 16 de almacenamiento, y dos cargas 18 eléctricas conectadas a una red 20 eléctrica.

En la figura 1, el órgano 14 principal de alimentación eléctrica se desconecta de la red 20 eléctrica y no alimenta ya la red 20 eléctrica y las cargas 18.

Las unidades 16 de almacenamiento se conectan a la red 20 eléctrica y destinadas a alimentar eléctricamente las cargas 18, cuando el órgano 14 principal de alimentación eléctrica se desconecta de la red 20.

5 Las unidades 16 de almacenamiento comprenden cada una un órgano 22 de almacenamiento de energía eléctrica y un módulo 24 de control del órgano 22 de almacenamiento. Las unidades 16 de almacenamiento se configuran para entregar una señal S_{1ij} de tensión alterna local en la red 20 eléctrica, con el fin de alimentar eléctricamente las cargas 18, siendo j un índice entero correspondiente a un número de la unidad 16 de almacenamiento y siendo i un índice entero correspondiente a un instante temporal dado. Las unidades 16 de almacenamiento se conectan a la red 20 en paralelo entre sí.

10 Las cargas 18 están destinadas a ser alimentadas a través de la red 20 eléctrica y a consumir una primera potencia P_{18} eléctrica cuando se conectan a la red 20. En otros términos, las cargas 18 son apropiadas, cuando se conectan a la red 20, para requerir una primera potencia P_{18} eléctrica y las unidades 16 de almacenamiento están destinadas a entregar la potencia P_{18} eléctrica requerida. En lo que sigue, se considerará más particularmente la potencia eléctrica activa a entregar a las cargas 18, siendo positiva la potencia eléctrica activa cuando el flujo de potencia circula desde las unidades 16 de almacenamiento hacia las cargas 18.

15 La red 20 eléctrica es una red trifásica destinada a alimentar las cargas 18 eléctricas. La red 20 eléctrica es asimilable a una red de baja tensión. En lo que sigue, se considera que la red 20 eléctrica es de tipo resistivo.

Como variante, la red 20 eléctrica es una red monofásica.

20 Las cargas 18 eléctricas y la red 20 eléctrica se configuran para funcionar con unas magnitudes eléctricas mínimas de funcionamiento, es decir con una señal S_2 de tensión alterna global, cuyos parámetros son superiores a unos parámetros límites de funcionamiento. A título de ejemplo, las cargas 18 eléctricas y la red 20 eléctrica se configuran para funcionar con la señal S_2 de tensión alterna global, cuya amplitud sea superior a una amplitud A_{\min} mínima de funcionamiento y cuya frecuencia sea superior a una frecuencia F_{\min} mínima de funcionamiento e inferior a una frecuencia F_{\max} máxima de funcionamiento.

25 La señal S_2 de tensión alterna global corresponde a la tensión vista en la red 20 y resultante de la alimentación de la red por cada unidad 16 de almacenamiento, a través de la señal S_{1ij} de tensión alterna local.

Cada órgano 22 de almacenamiento de energía es apropiado para acumular, es decir para almacenar, una energía ESM_j eléctrica máxima, igualmente denominada, dicha energía ESM_j almacenable máxima, capacidad máxima. Esta energía almacenable máxima se expresa por ejemplo en vatios-hora (Wh).

30 Cada módulo 24 de control está adaptado para entregar una potencia eléctrica máxima, por ejemplo una potencia P_{nj} eléctrica activa máxima. Cada módulo 24 de control está adaptado para mandar la aplicación de la señal S_{1ij} de tensión alterna local a la red 20 eléctrica, para la alimentación eléctrica de la red y de las cargas 18.

Cada módulo 24 de control es apropiado para entregar la señal S_{1ij} de tensión local, con una amplitud superior a la amplitud A_{\min} mínima de funcionamiento y a una frecuencia superior a la frecuencia F_{\min} mínima de funcionamiento e inferior a la frecuencia F_{\max} máxima de funcionamiento.

35 Más precisamente, cada módulo 24 de control es un convertidor de tensión continua-alterna y comprende una unidad 28 de procesamiento, así como una unidad 30 de aplicación de la señal S_{1ij} de tensión local a la red 20 eléctrica. En lo que sigue, solo se describirá un módulo 24 de control, aplicándose la descripción a todos los módulos 24 de control. La aplicación de la señal S_{1ij} de tensión local corresponde a la generación de la señal S_{1ij} de tensión local, es decir a la entrega en la red 20 de la señal S_{1ij} de tensión local.

40 Los módulos 24 de control son independientes entre sí, es decir que no están conectados a un sistema de supervisión de todas las unidades de almacenamiento, lo que sería apropiado para mandar cada unidad 16 de almacenamiento en función de los datos transmitidos por otras unidades 16 de almacenamiento y/o de medidas realizadas en la proximidad de las otras unidades 16 de almacenamiento.

La unidad 28 de procesamiento comprende un procesador 32 y una memoria 34.

45 El procesador 32 está adaptado para ejecutar el software comprendido en la memoria 32, para determinar la señal S_{1ij} de tensión local y para transmitir la señal S_{1ij} de tensión local a la unidad 30 de aplicación, para que la aplique en la red 20.

50 La memoria 34 comprende un primer software 35 de memorización de un valor inicial predeterminado de frecuencia, denominada frecuencia inicial predeterminada, y de un valor inicial de amplitud predeterminada de la señal S_{1ij} de tensión local, así como un software 36 de medición de una potencia P_j eléctrica activa entregada en la red 20.

La memoria 24 comprende además un software 38 de determinación de la energía ES_j eléctrica almacenada en el órgano 22 almacenamiento y un segundo software 40 de memorización de la energía ESM_j eléctrica máxima almacenable por órgano 22 de almacenamiento.

La memoria 34 comprende igualmente un software 42 de preservación de una ecuación, es decir de una función, que da un valor de consigna A_{ij} de la amplitud de la señal $S1_{ij}$ de tensión local, un software 44 de cálculo del valor de consigna A_{ij} y un software 46 de modificación de la señal $S1_{ij}$ de tensión local. El valor de consigna A_{ij} de la amplitud se denomina igualmente en lo que sigue valor de consigna A_{ij} de amplitud.

- 5 El primer software 35 de memorización se configura para, en respuesta a la desconexión del órgano 14 principal de alimentación eléctrica de la red 20, y a la recepción de una orden de desencadenamiento de la alimentación de la red 20 por las unidades 24 de almacenamiento, transmitir a la unidad 30 de aplicación los valores iniciales de amplitud y de frecuencia predeterminados. La unidad 30 de aplicación se configura entonces para aplicar en la red la señal de tensión local en función de parámetros, tales como la amplitud y la frecuencia de la señal de tensión local.
- 10 La amplitud y la frecuencia de la señal de tensión local son iguales, por ejemplo, respectivamente al valor inicial de la amplitud predeterminada y a la frecuencia inicial predeterminada.

Ventajosamente, el primer software 35 de memorización es apropiado igualmente para memorizar la amplitud A_{min} mínima de funcionamiento y la potencia P_{nj} eléctrica activa máxima.

- 15 El software 36 de medición es apropiado para medir la potencia P_{ij} eléctrica activa entregada por la unidad 16 de almacenamiento y se asocia a unos medios, no representados, de medición de una corriente y una tensión a la salida de la unidad 16 de almacenamiento. La potencia P_{ij} eléctrica activa entregada por la unidad 16 de almacenamiento corresponde a una potencia P_{ij} eléctrica asociada a la señal $S1_{ij}$ de tensión.

- 20 El software 42 de preservación es apropiado para una ecuación que dé el valor de consigna A_{ij} de la amplitud de la señal $S1_{ij}$ de tensión local, igualmente denominada ecuación de cálculo del valor de consigna. Esta ecuación es función de la potencia P_{ij} activa medida, de la energía ES_{ij} eléctrica almacenada determinada y de la energía ESM_j máxima almacenable memorizada.

Después, la energía ES_{ij} eléctrica almacenada se denomina igualmente energía ES_{ij} eléctrica disponible y corresponde a la cantidad de energía eléctrica almacenada en el órgano 22 de almacenamiento, es decir a la capacidad del órgano 22 almacenamiento, y se expresa en vatios-hora ($W \cdot h$).

- 25 Como se ha presentado anteriormente para el estado de la técnica, en una red esencialmente resistiva, el hecho de hacer variar la amplitud de la señal de tensión local en función de la potencia P_{ij} activa medida, permite por la ecuación (2), controlar el reparto de la potencia eléctrica activa a entregar a las cargas 18, entre las unidades 24 de almacenamiento. Además, el hecho de hacer depender la ecuación, que da el valor de consigna A_{ij} de la amplitud, de la energía eléctrica disponible y de la energía eléctrica máxima almacenable permite, como se explica a continuación, mejorar el reparto de la potencia eléctrica activa entregada entre las unidades 24 de almacenamiento y aumentar la duración durante la que las unidades 16 de almacenamiento son apropiadas para alimentar la red 20, es decir para alimentar las cargas 18.
- 30

- 35 La ecuación de cálculo del valor de consigna es una función decreciente de la potencia P_{ij} eléctrica activa y creciente de la energía ES_{ij} eléctrica disponible. Preferentemente, esta ecuación es función de la potencia P_{ij} eléctrica activa medida y de una primera relación entre la energía ES_{ij} eléctrica disponible calculada y la energía ESM_j eléctrica máxima almacenable. La primera relación representa al estado de carga del órgano 22 de almacenamiento.

La ecuación de cálculo del valor de consigna es por ejemplo una primera función afín. La primera función afín depende de la potencia P_{ij} eléctrica activa medida y comprende un coeficiente director negativo, que varía por ejemplo de manera decreciente en función de la primera relación.

- 40 A título de ejemplo, la primera función afín verifica:

$$A_{ij} = A' - (K1_j - K2_j * \frac{ES_{ij}}{ESM_j}) * P_{ij} \quad (5)$$

- 45 en la que A' corresponde a un valor deseado para la amplitud de la señal $S1_{ij}$ de tensión local cuando la unidad 16 de almacenamiento se conecta a la red 20 y no está conectada ninguna carga 18 a la red 20, es decir, por ejemplo al valor inicial de amplitud predeterminada, P_{ij} , ES_{ij} , ESM_j , A_{ij} , $K1_j$ y $K2_j$ son respectivamente, para la unidad 16 de almacenamiento de índice j , la potencia medida por el software 36 de medición en el instante temporal de índice i , la energía eléctrica disponible determinada en el instante temporal de índice i , la energía eléctrica máxima almacenada, el valor de consigna de la amplitud, un primer coeficiente de valor predeterminado y un segundo coeficiente de valor predeterminado.

Preferentemente, el primer y segundo coeficientes son parametrizables.

- 50 El primer $K1_j$ y segundo $K2_j$ coeficientes verifican por ejemplo que un producto entre, por un lado, la diferencia entre el primer coeficiente $K1_j$ y el segundo coeficiente $K2_j$ y, por otro lado, la potencia P_{nj} máxima es idéntico e igual a una constante U para cada una de las unidades 16 de almacenamiento. Además, si se considera que A' y A_{min} son idénticos para todas las unidades 16 de almacenamiento, se obtiene la igualdad siguiente:

$$(K1_j - K2_j) = \frac{(A' - A_{\min})}{Pn_j} \quad (6)$$

5 En otros términos, la diferencia entre el primer coeficiente y el segundo coeficiente es igual a la relación entre, por un lado, la diferencia entre el valor deseado para la amplitud de la señal de tensión local cuando la unidad 16 de almacenamiento está conectada a la red 20 y no está conectada ninguna carga 18 a la red 20 y la amplitud mínima de funcionamiento y, por otro lado, la potencia Pn_j activa máxima.

10 La figura 2 presenta, para dos unidades 16 de almacenamiento dadas, una primera curva 50 y una segunda curva 60 que representan la primera función afín, teniendo las dos unidades de almacenamiento dos valores diferentes de la primera relación. Más precisamente, la primera curva 50 corresponde a un valor de la primera relación superior a la elegida para la segunda curva 60. En otros términos, considerando que las dos unidades 16 de almacenamiento dadas disponen de la misma energía ESM_j máxima, la primera curva 50 representa, por ejemplo, el valor de consigna de amplitud calculado a través de la primera función afín, cuando la energía ES_{ij} eléctrica disponible es sustancialmente igual a la energía ESM_j eléctrica máxima almacenable y la segunda curva 60 representa, por ejemplo, el valor de consigna de la amplitud calculada a través de la primera función afín, cuando la energía eléctrica disponible es inferior a la energía eléctrica máxima almacenada, por ejemplo dos veces más reducida. Se ve así en la figura 2 que, cuanto más reducida es la energía ES_{ij} eléctrica disponible, comparativamente con la energía ESM_j máxima almacenable, más fuertemente baja la consigna A_{ij} de amplitud en función de la potencia P_{ij} activa medida. Esto permite tener un valor de consigna A_{ij} de amplitud mayor para las unidades de almacenamiento en las que la energía ES_{ij} eléctrica disponible es más elevada comparativamente con la energía ESM_j máxima almacenable.

20 De ese modo, la unidad 16 de almacenamiento, para la que la primera relación es superior a la de otra unidad 16 de almacenamiento, tiene tendencia a entregar más potencia eléctrica activa a la red 20. Los órganos 22 de almacenamiento se descargan por tanto a velocidades diferentes en función de la primera relación, lo que permite aumentar la duración durante la que las unidades 16 de almacenamiento son apropiadas para alimentar eléctricamente las cargas, principalmente cuando sus órganos 22 de almacenamiento respectivos almacenan la misma cantidad de energía ES_{ij} .

25 El software 44 de cálculo está adaptado para calcular el valor de consigna A_{ij} de la amplitud a partir de la primera función afín. De ese modo, el software 44 de cálculo está adaptado por ejemplo para calcular periódicamente el valor de consigna A_{ij} de la amplitud.

30 El software 46 de modificación, es apropiado para modificar el valor de la amplitud de la señal $S1_{ij}$ de tensión local para que el valor de la amplitud de la señal de tensión local sea igual al valor de consigna de amplitud calculado por el software 44 de cálculo. Más precisamente, el software 46 de modificación es apropiado por ejemplo para fijar la amplitud de la señal de tensión igual al valor de consigna de amplitud calculado por el software 44 de cálculo, cada vez que se calcula un nuevo valor de consigna A_{ij} de amplitud por el software 44 de cálculo.

El software 46 de modificación es apropiado, por ejemplo, para transmitir el valor de consigna A_{ij} de amplitud a la unidad 30 de aplicación.

35 El funcionamiento del sistema 12 eléctrico se presentará en adelante con ayuda del organigrama de procedimiento de la figura 3.

40 Durante una etapa 100 inicial de adquisición, cada unidad 16 de almacenamiento adquiere, a través de la ejecución del software 42 de preservación, la ecuación que da el valor de consigna A_{ij} de amplitud, es decir la primera función afín, y memoriza esta ecuación. Ventajosamente, la ecuación se determina por un operador, y posteriormente se transmite por el operador a la memoria 34, y más precisamente al software 42 de preservación. Además, se memorizan los valores iniciales de amplitud y de frecuencia predeterminados. Ventajosamente, se memorizan igualmente la amplitud A_{\min} mínima de funcionamiento y la potencia Pn_j eléctrica activa máxima respectiva.

Durante una etapa 102 de arranque, el órgano principal de alimentación eléctrica se desconecta de la red 20 y se da la orden a las unidades 16 de almacenamiento para alimentar eléctricamente la red 20 y las cargas 18.

45 Posteriormente, durante una etapa 104 de mando, cada módulo 24 de control manda la aplicación de la señal de $S1_{ij}$ tensión alterna local a la red 20 eléctrica, para la alimentación eléctrica de las cargas 18. La señal $S1_{ij}$ de tensión local tiene una frecuencia igual al valor inicial de la frecuencia predeterminado y una amplitud igual al valor inicial de amplitud predeterminado.

50 Posteriormente, en el curso de una etapa 105 de memorización, cada unidad 16 de almacenamiento memoriza la energía ESM_j eléctrica máxima almacenada por el órgano 22 de almacenamiento correspondiente, es decir la capacidad máxima del órgano 22 de almacenamiento.

A continuación, en el curso de una etapa 106 de medida, cada unidad 16 de almacenamiento mide, a través del software 36 de medición, la potencia P_{ij} eléctrica activa que entrega en la salida a la red 20.

Durante una etapa 108 siguiente de determinación, cada módulo 24 de control, es decir cada unidad 16 de almacenamiento, calcula o mide la energía ES_{ij} eléctrica disponible en el órgano 22 de almacenamiento correspondiente, es decir la capacidad disponible del órgano 22 de almacenamiento.

5 En el curso de una etapa 112 de cálculo, cada unidad 16 de almacenamiento calcula el valor de la consigna A_{ij} de amplitud correspondiente a partir de la ecuación adquirida, es decir de la potencia P_{ij} activa medida, de la energía ES_{ij} eléctrica disponible determinada y de la energía ESM_j máxima almacenable memorizada. El valor de consigna A_{ij} de amplitud se calcula por tanto en función de la energía eléctrica disponible determinada y toma diferentes valores no nulos para diferentes valores no nulos de la energía ES_{ij} eléctrica disponible.

10 Posteriormente, durante una etapa 114 de modificación, cada unidad de almacenamiento modifica la señal $S1_{ij}$ de tensión local. Más precisamente, el valor de la amplitud de la señal de tensión se modifica para que sea igual al valor de la consigna A_{ij} de amplitud determinado en la etapa 112.

Finalmente, a continuación de la etapa 114 de modificación, se repite la etapa 106 de medida y, más generalmente, se repiten las etapas 106 a 114. Una periodicidad con la que se repiten estas etapas es por ejemplo igual a 10 milisegundos.

15 El valor de la consigna A_{ij} de amplitud se actualiza así regularmente en función de la potencia P_{ij} activa medida y de la energía ES_{ij} eléctrica disponible determinada, lo que permite optimizar el reparto entre las unidades 16 de almacenamiento, de la potencia eléctrica entregada a las cargas 18. En efecto, los órganos 22 de almacenamiento no se descargan todos a la misma velocidad, sino con una velocidad optimizada en función de la cantidad de energía que almacenan, es decir de la cantidad de energía restante en cada órgano 22 de almacenamiento. Se
20 aumenta así la duración durante la que las unidades de almacenamiento son apropiadas para alimentar las cargas 18, es decir principalmente para entregar la potencia eléctrica activa necesaria para el funcionamiento de las cargas 18.

25 En el segundo modo de realización presentado en la figura 4, los elementos similares a los del primer modo de realización llevan las mismas referencias y solo se presentarán en detalle en lo que sigue las diferencias entre el primer y segundo modos de realización.

30 En el sistema 12 eléctrico presentado en la figura 4, comparativamente con el primer modo de realización, la memoria 34 de cada unidad 16 de almacenamiento comprende un primer software 142 de preservación de funciones que dan cada una un valor de la consigna A_{ij} de amplitud, que sustituye al software 42 de preservación presentado en el primer modo de realización, y un software 148 de selección de una de las funciones que da el valor de la consigna A_{ij} de amplitud.

El software 142 de preservación es apropiado por ejemplo para guardar la primera función afín presentada en el primer modo de realización, así como una segunda función afín y una tercera función afín que dando cada una al valor de consigna A_{ij} de amplitud.

35 El software 142 de preservación es igualmente apropiado para memorizar unos datos específicos predeterminados, apropiados para las unidades 16 de almacenamiento. Los datos específicos son, por ejemplo, un umbral de consigna A_L de amplitud y un umbral de potencia P_L activa.

La segunda ecuación afín es por ejemplo la siguiente:

$$A_{ij} = A_{min} + K3_{ij} * (Pn_j - P_{ij}), \quad (7)$$

siendo

$$K3_{ij} = \frac{(A' - (K1_j - K2_j * \frac{ES_{ij}}{ESM_j}) * P_L - A_{min})}{Pn_j - P_L} \quad (8)$$

40

La tercera ecuación afín es la siguiente:

$$A_{ij} = A_{min} + K4_{ij} * (Pn_j - P_{ij}), \quad (9)$$

siendo

$$K4_{ij} = \frac{(A_L - A_{min})}{Pn_j - \frac{A' - A_L}{(K1_j - K2_j * \frac{ES_{ij}}{ESM_j})}} \quad (10)$$

Previamente a la selección de una de las funciones que dan el valor de la consigna A_{ij} de amplitud, correspondiente al valor de consigna de amplitud a aplicar en el instante temporal de índice i , el software 148 de selección es adecuado para memorizar un valor de consigna $A_{(i-1)j}$ de amplitud temporal, correspondiente al valor de consigna de amplitud aplicado en el instante temporal de índice $i-1$. Por omisión, el valor de consigna de amplitud temporal es, por ejemplo, igual a A' .

El software 148 de selección es adecuado para comparar el valor de consigna $A_{(i-1)j}$ temporal con el umbral de consigna A_L de amplitud, así como para comparar la potencia P_{ij} activa medida con el umbral de potencia P_L activa.

El software 148 de selección es igualmente adecuado para calcular una potencia P_{ref} activa de referencia y un valor de consigna A_{ref} de amplitud de referencia a partir de las fórmulas de cálculo siguientes:

$$P_{ref} = Pn_j - \left(\frac{Pn_j - P_L}{A_L - A_{min}} \right) * (A_{(i-1)j} - A_{min}), \quad (11)$$

$$A_{ref} = A_{min} + \left(\frac{A_L - A_{min}}{Pn_j - P_L} \right) * (Pn_j - P_{ij}), \quad (12)$$

El software 148 de selección está adaptado, además, para comparar la potencia P_{ij} activa medida con la potencia P_{ref} activa de referencia y el valor de consigna $A_{(i-1)j}$ de amplitud temporal con el valor de consigna A_{ref} de amplitud de referencia.

El software 148 de selección es así apropiado para seleccionar una función entre la primera, la segunda y la tercera funciones afines, en función del resultado de las comparaciones entre el valor de consigna $A_{(i-1)j}$ temporal y el umbral de consigna A_L de amplitud, la potencia P_{ij} activa medida por el software 36 de medición y el umbral de potencia P_L activa, la potencia P_{ij} activa medida por el software 36 de medición y la potencia P_{ref} activa de referencia, y entre el valor de consigna $A_{(i-1)j}$ temporal y el valor de consigna A_{ref} de amplitud de referencia.

Por ejemplo, si el valor de consigna $A_{(i-1)j}$ de amplitud temporal es estrictamente superior al umbral de consigna A_L de amplitud y si la potencia P_{ij} activa medida es estrictamente inferior al umbral de potencia P_L activa, entonces el software 148 de selección es apropiado para seleccionar la primera función afín.

Además, si el valor de consigna $A_{(i-1)j}$ de amplitud temporal es superior o igual al valor de consigna A_{ref} de amplitud de referencia y si la potencia P_{ij} activa medida es superior o igual al umbral de potencia P_L activa, entonces el software 148 de selección es apropiado para seleccionar la segunda función afín, en la que un coeficiente director es inferior al de la primera ecuación afín.

Si el valor de consigna $A_{(i-1)j}$ de amplitud temporal es inferior o igual al umbral de consigna A_L de amplitud y si la potencia P_{ij} activa medida es estrictamente inferior a la potencia P_{ref} activa de referencia, entonces el software 148 de selección es apropiado para seleccionar la tercera función afín, de la que un coeficiente director es superior al de la primera ecuación afín.

En otros términos, el software 148 de selección es apropiado para determinar una ecuación que da el valor de consigna A_{ij} de la amplitud de la señal $S1_{ij}$ de tensión local, correspondiente a una función lineal por tramos que dependen principalmente de la potencia P_{ij} activa medida y de la primera relación.

De ese modo, el software 148 de selección está adaptado para que, para cada unidad 16 de almacenamiento, la función seleccionada, es decir la ecuación determinada, verifique que el valor de consigna A_{ij} de amplitud es igual al amplitud A_{min} mínima de funcionamiento cuando la potencia P_{ij} eléctrica activa medida es igual a la potencia Pn_j activa máxima.

El software 44 de cálculo está adaptado para calcular el valor de consigna A_{ij} de la amplitud a partir de la función seleccionada por el software 148 de selección.

La figura 5 presenta una tercera curva 158 y una cuarta curva 160 que representan la ecuación que da el valor de consigna A_{ij} de la amplitud de la señal $S1_{ij}$ de tensión local, para dos valores diferentes de la primera relación. La tercera curva 158 es una primera función lineal por tramos determinada partir de la primera y segunda funciones. La cuarta curva 160 es una segunda función lineal por tramos determinada a partir de la primera y tercera funciones.

La primera función lineal por tramos es igual a la primera función afín en un primer intervalo de potencia activa $[0; PL]$ y la segunda función afín en un segundo intervalo de potencia activa $[PL; Pn_j]$. Siendo superior o igual el extremo inferior del segundo intervalo al extremo superior del primer intervalo y comprendiendo el segundo intervalo la potencia Pn_j activa máxima. En el ejemplo descrito, el extremo inferior del segundo intervalo es igual al extremo superior del primer intervalo.

Igualmente, la segunda función lineal por tramos es igual a la primera función afín, en un tercer intervalo de potencia activa y a la tercera ecuación afín en un cuarto intervalo de potencia activa. Siendo superior o igual el extremo inferior del cuarto intervalo al extremo superior del tercer intervalo y comprendiendo el cuarto intervalo la potencia

P_{n_j} activa máxima. En el ejemplo descrito, el extremo inferior del cuarto intervalo es igual al extremo superior del tercer intervalo.

5 Como se presenta en la figura 5, la primera y segunda funciones lineales por tramos convergen hacia la amplitud A_{\min} mínima de funcionamiento, cuando la potencia P_{ij} activa medida es igual a la potencia P_{n_j} activa máxima. La tercera curva 158 y la cuarta curva 160 se asocian cada una a una de las unidades 16 de almacenamiento.

10 Los módulos 24 de control se configuran así para adaptarse a entregar la potencia P_{n_j} activa máxima, cuando las cargas 18 lo requieren. Más precisamente, la primera y segunda funciones lineales por tramos están adaptadas para que el reparto de la potencia a entregar a las cargas 18 se optimice y que las unidades de almacenamiento entreguen cada una en la red 20 una potencia eléctrica activa apropiada para ir hasta el valor de la potencia P_{n_j} activa máxima.

15 Como se presenta en la figura 5, cada módulo 24 de control controla eficazmente el valor de la consigna A_{ij} de amplitud y por tanto el reparto de la potencia entre las unidades 16 de almacenamiento, hasta que una de la tercera 158 y cuarta 160 curvas alcanza una ordenada igual al valor de amplitud A_{\min} mínima de funcionamiento. De ese modo, el hecho de hacer converger la tercera 158 y cuarta 160 curvas hacia la amplitud A_{\min} mínima de funcionamiento, cuando la potencia P_{ij} activa medida es igual a la potencia P_{n_j} activa máxima, permite tener un control eficaz del reparto de la potencia a entregar entre las unidades 16 de almacenamiento, para un intervalo de potencia ampliado con relación al primer modo de realización e igual a $[0; 2P_{n_j}]$ en el ejemplo de las figuras 4 y 5.

20 En otros términos, en el primer modo de realización, el conjunto de las unidades 16 de almacenamiento es apropiado para entregar en la red 20 una potencia total máxima inferior a la suma de las potencias P_{n_j} activas máximas, cuando la primera relación de al menos una de las unidades 16 de almacenamiento es diferente al 100 %, mientras que en el segundo modo de realización la potencia total máxima es igual a la suma de las potencias P_{n_j} activas máximas en tanto que la primera realización es estrictamente positiva para todas las unidades 16 de almacenamiento, y más precisamente en tanto que la primera realización es un valor suficiente para que cada unidad almacenamiento esté adaptada para entregar la potencia P_{n_j} activa máxima correspondiente.

25 Se presentará en adelante el funcionamiento del sistema 12 eléctrico según el segundo modo de realización con ayuda del organigrama del procedimiento de la figura 6.

30 Durante una primera etapa 200 de adquisición, se memorizan la primera, segunda y tercera funciones afines, el umbral de consigna A_L de amplitud y el umbral de potencia P_L activa. La primera, segunda y tercera funciones afines y los umbrales de consigna A_L de amplitud y de potencia P_L activa se introducen, por ejemplo, por un operador durante la instalación de la unidad 16 de almacenamiento en la red 20. Además, se memorizan igualmente los valores iniciales predeterminados de amplitud y frecuencia, así como la amplitud A_{\min} mínima de funcionamiento y la potencia P_{n_j} eléctrica activa máxima.

35 Posteriormente, el procedimiento comprende las etapas 202 de inicio, 204 de mando, 205 de memorización, 206 de medida y 208 de determinación similares respectivamente a las etapas 102, 104, 105, 106 y 108 presentadas para el primer modo de realización.

Posteriormente, durante una etapa 212 de selección, el software 148 de selección memoriza el valor de consigna $A_{(i-1)j}$ de amplitud temporal y calcula el valor de consigna A_{ref} de amplitud de referencia y la potencia P_{ref} activa de referencia. Durante la primera ejecución de la etapa 102 de selección, el valor de consigna $A_{(i-1)j}$ de amplitud temporal se fija por ejemplo igual a A' .

40 A continuación, se compara el valor de consigna $A_{(i-1)j}$ de amplitud temporal con el umbral de consigna A_L de amplitud y el valor de consigna A_{ref} de amplitud de referencia, mientras que la potencia P_{ij} activa medida en la etapa 208 se compara con el umbral de potencia P_L activa y la potencia P_{ref} activa de referencia. Posteriormente, el software de selección selecciona la función a utilizar para el cálculo de la consigna A_{ij} de amplitud de manera similar a lo que se ha presentado anteriormente.

45 A continuación, durante una etapa 214 de cálculo, se calcula la consigna A_{ij} de amplitud a partir de la función seleccionada en la etapa 212 y por tanto principalmente a partir de la potencia P_{ij} activa medida, de la energía ES_{ij} eléctrica disponible determinada y de la energía ES_{M_j} máxima almacenable memorizada.

Finalmente, se efectúa una etapa 216 de modificación similar a la etapa 114 presentada para el primer modo de realización. Posteriormente, a continuación de la etapa 216 de modificación, se repite la etapa 206 de medida.

50 Según un tercer modo de realización de la invención, se utiliza un sistema 12 eléctrico tal como se ha presentado en la figura 1. Sin embargo, en el tercer modo de realización, el software de preservación es diferente del software 42 de preservación presentado en el primer modo de realización.

55 De ese modo, según el tercer modo de realización, el software de preservación está adaptado para memorizar o adquirir una cuarta función que da la consigna A_{ij} de amplitud de la señal $S1_{ij}$ de tensión local, diferente de la primera función afín. La cuarta función da el valor de consigna A_{ij} de la amplitud de la señal de tensión local en función de la

potencia P_{ij} activa, de la energía ES_{ij} eléctrica disponible y de la energía ESM_j máxima almacenable.

La cuarta función es una función decreciente de la potencia eléctrica activa y creciente de la energía ES_{ij} eléctrica disponible. La cuarta función es, como se representa en la figura 7, una función continua de la potencia P_{ij} activa medida que converge hacia la amplitud A_{min} mínima de funcionamiento cuando la potencia P_{ij} activa medida es igual a la potencia Pn_j activa máxima.

La cuarta función verifica por ejemplo:

$$A_{ij} = A' - \left(\frac{A' - A_{min}}{Pn_j} \right) * P_{ij} + dk * (C_{ij} - 0,5) * P_{ij}^{1+C_{ij}} * (Pn_j - P_{ij})^{2-C_{ij}}, \quad (13)$$

Siendo $C_{ij} = \frac{ES_{ij}}{ESM_j}$ en la que dk es un parámetro de valor predeterminado, determinado de manera empírica.

La figura 7 muestra una quinta 350 y sexta 360 curvas, que representan el resultado de la cuarta función, para dos valores diferentes de la primera relación correspondiente a cada una a una de las unidades 16 de almacenamiento. La quinta 350 y sexta 360 curvas convergen hacia la amplitud A_{min} mínima de funcionamiento cuando la potencia P_{ij} activa medida es igual a la potencia Pn_j activa máxima. La quinta 350 y sexta 360 curvas presentan globalmente la forma de la tercera 158 y respectivamente cuarta 160 curvas.

Las ventajas del tercer modo de realización son similares a las del segundo modo de realización. Una ventaja suplementaria del tercer modo de realización es la simplificación de la función que permite calcular la consigna A_{ij} de amplitud que no es ya una función lineal por tramos, sino una función continua.

El funcionamiento del sistema 12 eléctrico según el tercer modo de realización es similar al presentado para el primer modo de realización y presenta el mismo organigrama que el presentado en la figura 3, quedando aparte el hecho de que durante la etapa de adquisición, la función memorizada es la cuarta función.

En los tres modos de realización presentados anteriormente, el valor de consigna A_{ij} de amplitud es función de la potencia P_{ij} activa medida, lo que es conocido en el estado de la técnica, pero igualmente según la invención, de la energía ES_{ij} eléctrica disponible. Este valor de consigna es más generalmente función de la primera relación, lo que permite aumentar la duración durante la que las unidades de almacenamiento son apropiadas para alimentar la red 20, principalmente cuando la primera relación es diferente entre las unidades 16 de almacenamiento.

Además, según el segundo y tercer modos de realización, el hecho de la que la ecuación de cálculo del valor de consigna sea asimilable a una función decreciente de la potencia P_{ij} activa medida, que converge hacia el valor mínimo de funcionamiento cuando la potencia P_{ij} activa medida es igual a la potencia Pn_j activa máxima, permite a las unidades 16 de almacenamiento entregar una potencia total elevada en la red 20 cuando las cargas requieren una gran potencia. Las unidades 16 de almacenamiento son apropiadas por ejemplo para entregar a la red una potencia total máxima igual a la suma de sus potencias Pn_j activas máximas y el reparto entre las unidades 16 de almacenamiento de la potencia eléctrica entregada a las cargas 18 es eficaz. En otros términos, en el ejemplo de las figuras 5 y 7, la potencia total máxima entregada por el conjunto de las unidades 16 de almacenamiento en la red 20 es igual a la suma de las potencias Pn_j activas máximas, mientras que la primera relación es estrictamente positiva para todas las unidades 16 de almacenamiento.

El segundo y tercer modos de realización ofrece a la vez un funcionamiento optimizado en términos de potencia total máxima entregable por las unidades 16 de almacenamiento y de duración durante la que las unidades 16 de almacenamiento son apropiadas para alimentar la red 20.

Como variante, la invención se aplica igualmente a una red 20 inductiva y los módulos 24 de control están adaptados entonces para controlar la frecuencia de la señal $S1_{ij}$ de tensión local en función de la potencia P_{ij} activa medida. Según esta variante, el funcionamiento es idéntico a lo que se ha presentado anteriormente, y el valor de consigna A_{ij} de amplitud se sustituye por un valor de consigna F_{ij} de frecuencia, el valor deseado A' de la amplitud de la señal de tensión local, cuando la unidad 16 de almacenamiento está conectada a la red y no está conectada ninguna carga 18 a la red, se sustituye por un valor F' deseado de la frecuencia de la señal de tensión local cuando la unidad 16 de almacenamiento está conectada a la red y no está conectada ninguna carga 18 a la red. Es por ejemplo igual a la frecuencia inicial predeterminada, y la amplitud A_{min} mínima de funcionamiento es sustituida por ejemplo por la frecuencia F_{min} mínima de funcionamiento. Además, en esta variante, el primer $K1_j$ y el segundo $K2_j$ coeficientes de valores predeterminados se sustituyen por ejemplo por un tercero $K3_j$ y cuarto $K4_j$ coeficientes de valores predeterminados, el umbral de consigna A_L de amplitud se sustituye por un umbral de consigna F_L de frecuencia y el valor de consigna A_{ref} de amplitud de referencia se sustituye por un valor de consigna F_{ref} de frecuencia de referencia.

En esta variante la primera ecuación afín es por ejemplo igual a:

$$F_{ij} = F' - (K3_j - K4_j * \frac{ES_{ij}}{ESM_j}) * P_{ij} \quad (14)$$

Además, en la variante citada anteriormente, se obtienen en el lugar de las figuras 2, 5 y 7, las figuras 8, 9 y 10 que son respectivamente análogas a las figuras 2, 5 y 7 y para las que la referencia se aumenta en 400 con relación respectivamente a las figuras 2, 5 y 7. Las figuras 8, 9 y 10 corresponden respectivamente al primer, segundo y tercer modos de realización, que se adaptan a esta variante.

En los modos de realización presentados anteriormente, la fuente de energía eléctrica, es decir la fuente de potencia eléctrica, corresponde a una unidad de almacenamiento y más generalmente a una fuente de potencia, adaptada para funcionar como un generador de tensión y adecuada para almacenar una cantidad limitada de energía eléctrica. La unidad de almacenamiento es por ejemplo una batería, una pila de combustible o un generador diésel que tiene un depósito limitado.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de control de la potencia eléctrica entregada en una red eléctrica por al menos dos fuentes (16) de energía eléctrica, estando conectada cada fuente (16) de energía a la red (20) y comprendiendo un órgano (22) de almacenamiento de energía eléctrica, comprendiendo el procedimiento para cada fuente (16) de energía las etapas siguientes:

- la aplicación (104; 204) por la fuente (16) de energía de una señal (S_{1ij}) de tensión alterna en la red (20) eléctrica para la alimentación eléctrica de la red, teniendo un parámetro de la señal (S_{1ij}) de tensión un valor inicial predeterminado,
- la medición (106; 206) de una potencia (P_{ij}) eléctrica asociada a la señal (S_{1ij}) de tensión aplicada,
- la determinación (108; 208) de una energía (ES_{ij}) eléctrica almacenada en el órgano (22) de almacenamiento,
- el cálculo (112; 214) de un valor de consigna (A_{ij} o F_{ij}) del parámetro de la señal de tensión en función de la potencia medida,
- la modificación (114; 216) de la señal de tensión, modificándose el valor del parámetro de la señal de tensión para que sea igual al valor de consigna (A_{ij}, F_{ij}) calculado,

caracterizado porque durante la etapa (112; 214) de cálculo, el valor de consigna (A_{ij}, F_{ij}) se calcula además en función de la energía (ES_{ij}) eléctrica almacenada determinada y es una función decreciente de la potencia (P_{ij}) eléctrica y una función creciente de la energía (ES_{ij}) eléctrica almacenada, **porque** cada fuente de energía está adaptada para entregar una potencia (P_{nj}) máxima a la red (20) y para que el parámetro de la señal de tensión sea superior a un valor (A_{min} o F_{min}) mínimo de funcionamiento, y **y porque**, para cada fuente (16) de energía, durante la etapa (112; 214) de cálculo, el valor de consigna (A_{ij} o F_{ij}) es igual al valor (A_{min} o F_{min}) mínimo de funcionamiento cuando la potencia (P_{ij}) eléctrica medida es igual a la potencia (P_{nj}) máxima.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el parámetro de la señal de tensión se elige entre una amplitud de la señal de tensión y una frecuencia de la señal de tensión, según el tipo de red (20).

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que, previamente a la etapa (112; 214) de cálculo, el procedimiento comprende, para cada fuente de energía, la etapa siguiente:

- memorización (105; 205) de una energía (ESM_{ij}) eléctrica máxima adecuada para ser almacenada por el órgano (22) de almacenamiento,

y en el que, durante la etapa (112; 214) de cálculo, el valor de consigna es función de una primera relación entre la energía (ES_{ij}) eléctrica almacenada y la energía (ESM_{ij}) eléctrica máxima.

4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que, durante la etapa de cálculo, el valor de consigna se determina a partir de una primera función afín, dependiendo la primera función afín de la potencia (P_{ij}) eléctrica medida y teniendo un coeficiente director negativo.

5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que la primera ecuación afín satisface la ecuación siguiente:

$$B_{ij} = B' - (K1_j - K2_j * \frac{ES_{ij}}{ESM_j}) * P_{ij},$$

en la que i, j son unos índices enteros que corresponden respectivamente a un instante temporal dado y a un identificador de la fuente de energía, B' es un valor deseado para el parámetro de la señal de tensión cuando la fuente (16) de energía está conectada a la red (20) y no está conectada ninguna carga a la red, y P_{ij}, ES_{ij}, ESM_j, B_{ij}, K1_j y K2_j son respectivamente la potencia, la energía eléctrica almacenada, la energía eléctrica máxima, el valor de consigna, un primer coeficiente de valor predeterminado y un segundo coeficiente de valor predeterminado.

6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que cada fuente (16) de energía está adaptada para entregar una potencia (P_{nj}) máxima a la red, en el que un producto entre, por un lado, la diferencia entre el primer coeficiente (K1_j) y el segundo coeficiente (K2_j) y, por otro lado, la potencia (P_{nj}) máxima es idéntico para cada una de las fuentes (16) de energía.

7. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que, durante la etapa de cálculo, el valor de consigna se calcula a partir de una función continua lineal por tramos que es igual a la primera función afín para un primer intervalo de potencia y a una segunda función afín para un segundo intervalo de potencia, comprendiendo el segundo intervalo la potencia (P_{nj}) máxima, y siendo el extremo inferior del segundo intervalo superior o igual al extremo superior del primer intervalo.

8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que cada fuente de energía está adaptada para entregar una potencia P_{n_j} máxima a la red y para que el parámetro de la señal de tensión sea superior a un valor B_{min} mínimo de funcionamiento, y en el que, durante la etapa de cálculo, el parámetro de la señal de tensión se calcula a partir de la ecuación siguiente:

$$B_{ij} = B' - \left(\frac{B' - B_{min}}{P_{n_j}} \right) * P_{ij} + dk * (C_{ij} - 0,5) * P_{ij}^{1+C_{ij}} * (P_{n_j} - P_{ij})^{2-C_{ij}},$$

siendo $C_{ij} = \frac{ES_{ij}}{ESM_j}$

en la que i, j son unos índices enteros que corresponden respectivamente a un instante temporal dado y a un identificador de la fuente de energía,

B' es un valor deseado para el parámetro de la señal de tensión cuando la fuente de energía está conectada a la red y no está conectada ninguna carga a la red;

dk es un parámetro de valor predeterminado; y

P_{ij} , ES_{ij} , ESM_j , B_{ij} , son respectivamente la potencia, la energía eléctrica almacenada, la energía eléctrica máxima, y el valor de consigna.

9. Sistema (12) eléctrico que comprende al menos dos fuentes (16) de energía eléctrica, estando conectada cada fuente (16) de energía a la red (20) eléctrica y comprendiendo un órgano (22) de almacenamiento de energía eléctrica y un módulo (24) de control del órgano de almacenamiento, comprendiendo cada módulo (24) de control:

- una unidad (30) de aplicación de una señal (S_{1ij}) de tensión alterna en la red (20) eléctrica para la alimentación eléctrica de la red, teniendo un parámetro de la señal de tensión un valor inicial predeterminado;

- unos medios (36) de medición de una potencia (P_{ij}) eléctrica asociada a la señal (S_{1ij}) de tensión aplicada;

- unos medios (38) de determinación de una energía (ES_{ij}) eléctrica almacenada en el órgano (22) de almacenamiento;

- unos medios (44) de cálculo de un valor de consigna (A_{ij} , F_{ij}) del parámetro de la señal de tensión en función de la potencia medida; y

- unos medios (46) de modificación de la señal (S_{1ij}) de tensión apropiados para modificar y el valor del parámetro de la señal de tensión para que el valor del parámetro de la señal de tensión sea igual al valor de consigna (A_{ij} , F_{ij}) calculado;

caracterizado porque los medios (44) de cálculo son apropiados para calcular el valor de consigna (A_{ij} , F_{ij}) en función además de la energía (ES_{ij}) eléctrica almacenada determinada, siendo el valor de consigna (A_{ij} , F_{ij}) una función decreciente de la potencia (P_{ij}) eléctrica y una función creciente de la energía (ES_{ij}) eléctrica almacenada,

porque cada fuente de energía está adaptada para entregar una potencia (P_{n_j}) máxima a la red (20) y para que el parámetro de la señal de tensión sea superior a un valor (A_{min} o F_{min}) mínimo de funcionamiento, y

y **porque**, para cada fuente (16) de energía, los medios (44) de cálculo son apropiados para fijar el valor de consigna (A_{ij} o F_{ij}) igual al valor (A_{min} o F_{min}) mínimo de funcionamiento cuando la potencia (P_{ij}) eléctrica medida es igual a la potencia (P_{n_j}) máxima.

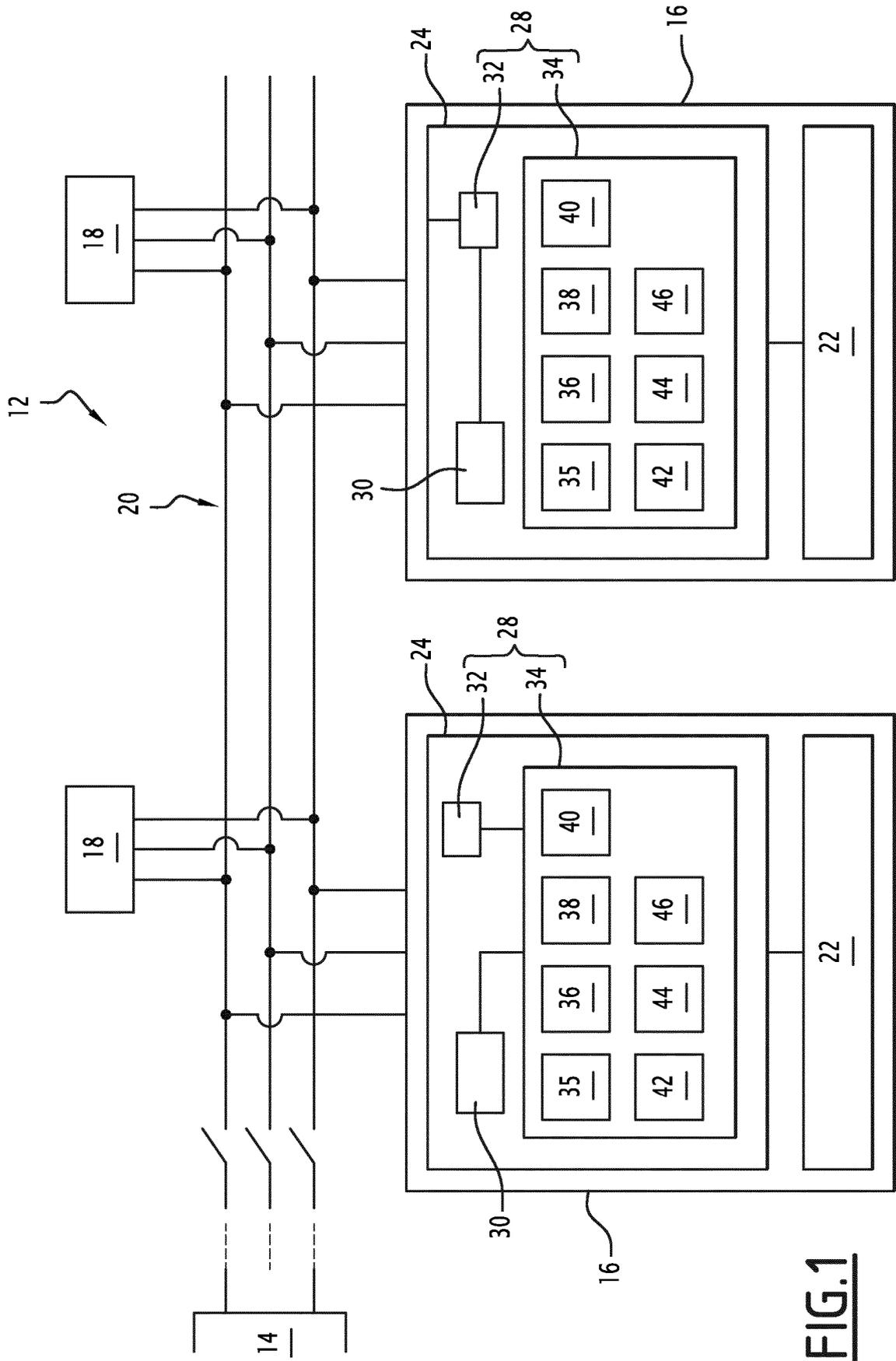


FIG.1

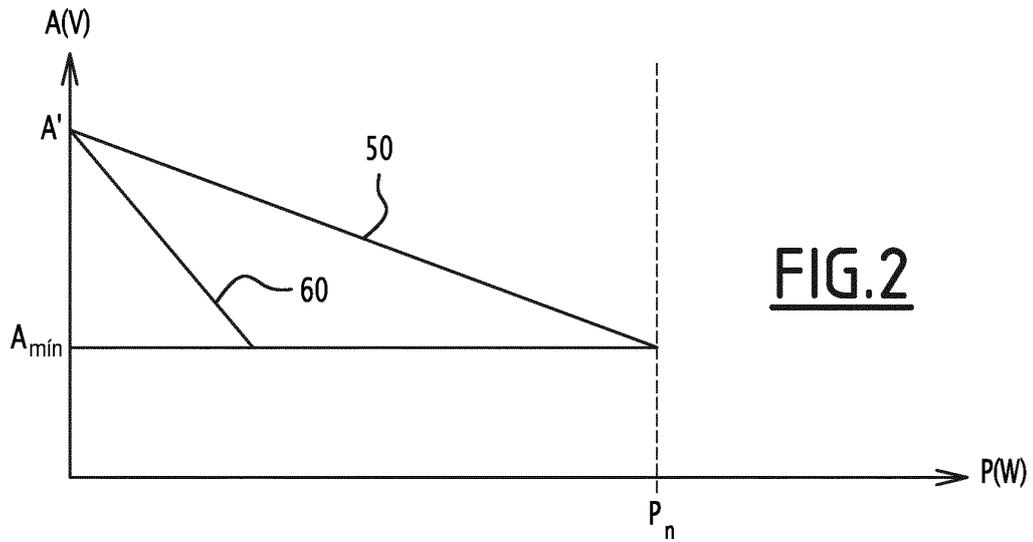


FIG.2

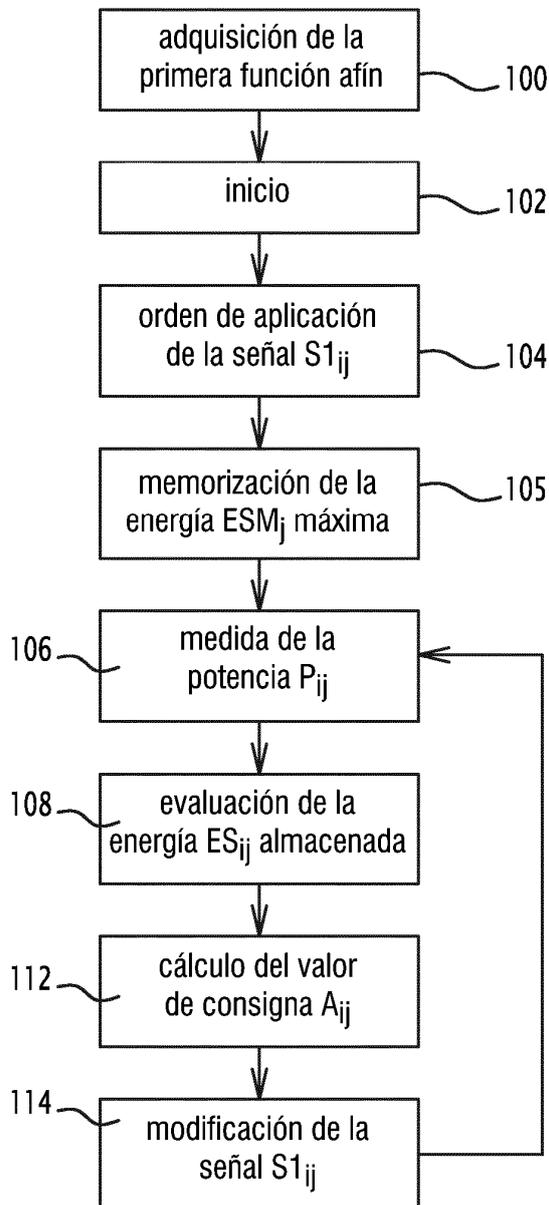


FIG.3

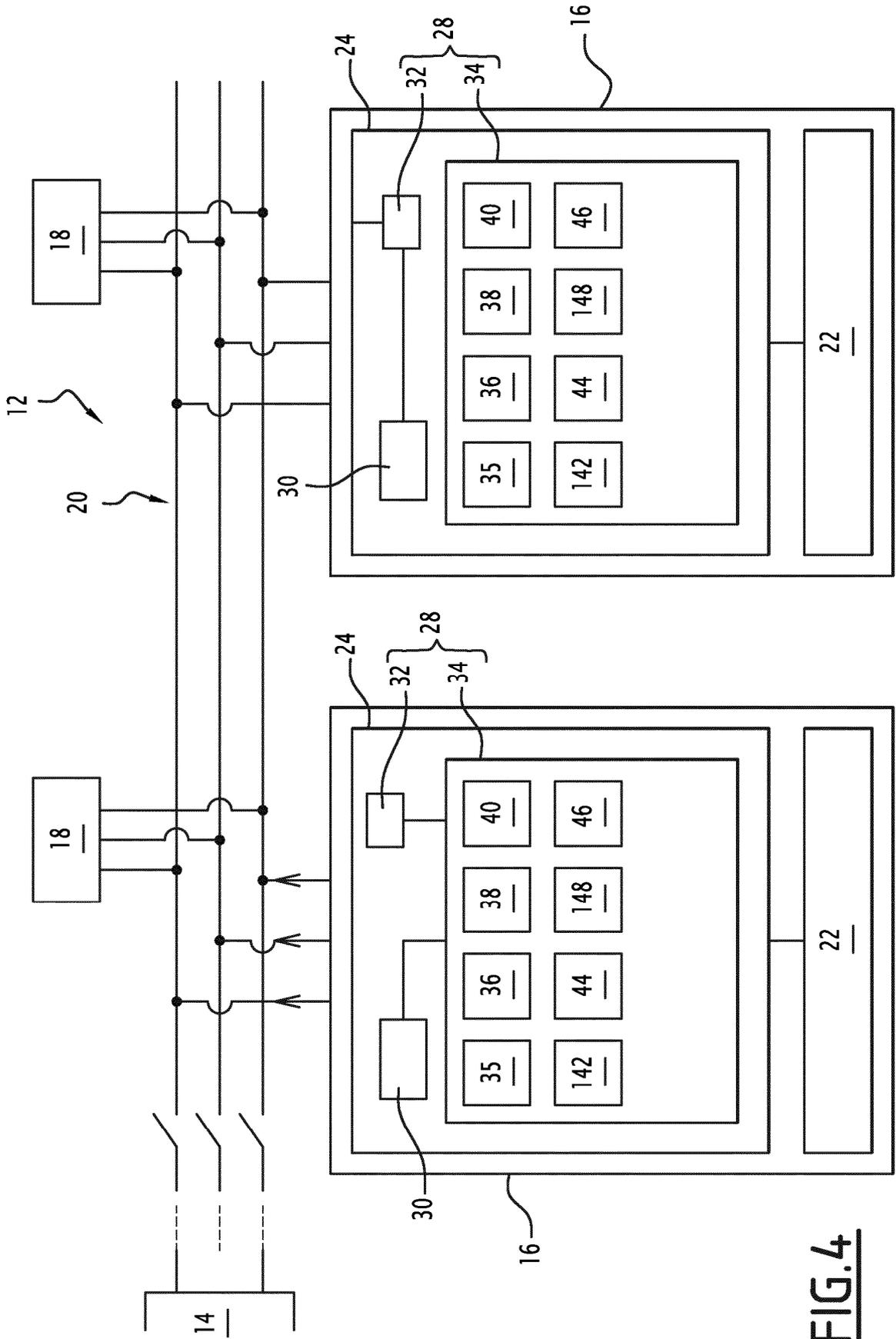


FIG.4

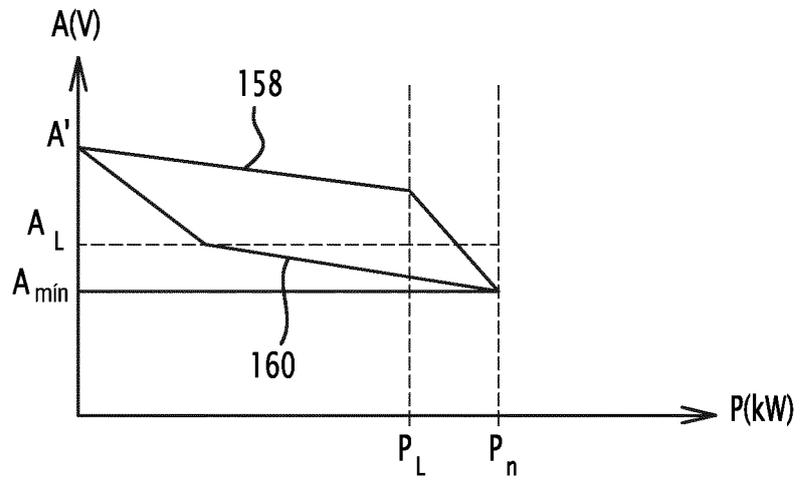


FIG.5

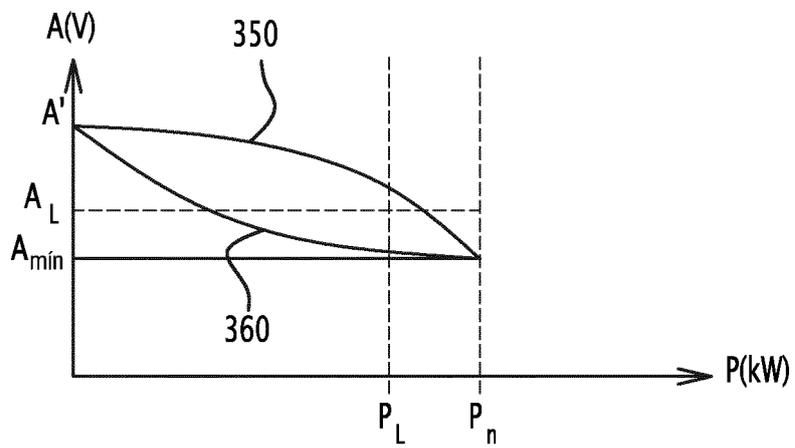


FIG.7

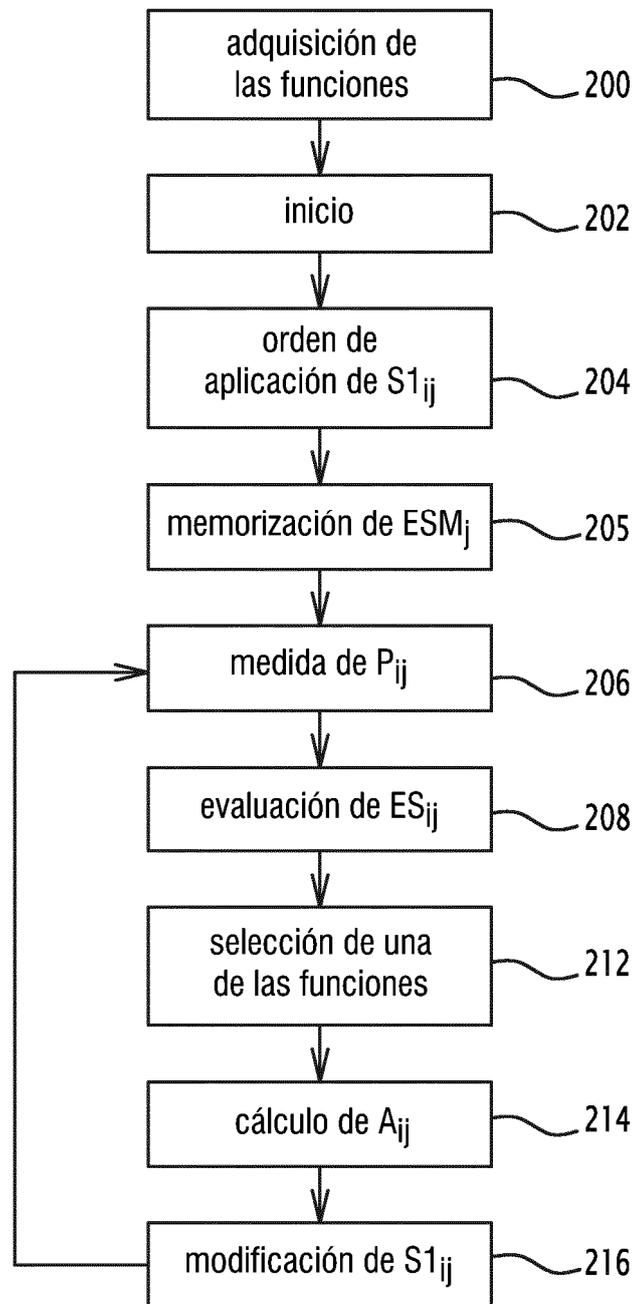


FIG.6

