

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 429 869**

51 Int. Cl.:

**H01M 8/18** (2006.01)

**H01M 8/04** (2006.01)

**H01M 8/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.04.2003 E 03717668 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2013 EP 1536506**

54 Título: **Procedimiento para la operación de un sistema de baterías de flujo redox**

30 Prioridad:

**23.04.2002 JP 2002120162**

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

**18.11.2013**

73 Titular/es:

**SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD. (50.0%)**  
**5-33 Kitahama 4-chome, Chuo-ku**  
**Osaka-shi, Osaka 541-0041, JP y**  
**THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.**  
**(50.0%)**

72 Inventor/es:

**SHIGEMATSU, TOSHIO;**  
**KUMAMOTO, TAKAHIRO;**  
**DEGUCHI, HIROSHIGE y**  
**TOKUDA, NOBUYUKI**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 429 869 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 para la operación de un sistema de baterías de flujo redox

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la operación de un sistema de baterías de flujo redox que incluye un generador de energía eólica. En particular, la presente invención se refiere a un procedimiento de operación de un sistema de baterías de flujo redox que puede proporcionar una salida estabilizada del generador de energía eólica para mejorar la eficiencia de la batería de la batería de flujo redox.

10 En los últimos años, los generadores de energía eólica se han utilizado cada vez más. El generador de energía eólica que genera energía eléctrica a través de la utilización de viento natural es un generador favorable, dado que tiene muy poco efecto ambiental. Por otro lado, ya que el generador de energía eólica utiliza viento natural incierto como su energía motriz, la salida también depende del viento incierto, lo que conduce naturalmente a una salida inestable. Para estabilizar la salida inestable, se considera la combinación del generador de energía eólica con una  
15 batería de almacenamiento.

Sin embargo, todavía es difícil para el generador de energía eólica combinado con la batería de almacenamiento lograr la estabilización de la salida en un lado del sistema en un grado satisfactorio. Además, tal combinación no es deseable tampoco en el aspecto de la eficiencia del sistema.

20 Es común que se ajuste un límite, de modo que cuando la salida del generador de energía eólica supera el umbral, la batería de almacenamiento se carga con el excedente de electricidad, mientras que en el otro lado, cuando la salida de la generación de energía eólica es menor que el umbral, la escasez se complementa mediante la descarga de la electricidad de la batería de almacenamiento. Sin embargo, la salida real del generador de energía eólica varía tan ampliamente que la batería de almacenamiento se ve obligada a recargarse y descargarse de forma irregular e imprevisible, por lo que es difícil lograr la estabilización de la salida para el lado del sistema en un grado satisfactorio.

30 Tomar la batería de flujo redox en combinación con el generador de energía eólica, por ejemplo: es común que la batería de flujo redox preparada tenga una potencia nominal equivalente a una salida nominal del generador de energía eólica. Sin embargo, la salida del generador de energía eólica varía de forma irregular en el orden de desde segundos a minutos, por lo que a menudo equivale a decenas de porcentajes de la potencia nominal en un promedio. Por lo tanto, a pesar de que la salida de la batería que necesita ser recargada y descargada alcanza la calificación a un valor máximo, equivale a decenas en porcentaje de la potencia nominal en un promedio. La batería  
35 de flujo redox implica una pérdida de potencia resultante de una operación de bombeo para la circulación de solución electrolítica, que sufre de la desventaja de que cuando la bomba se hace funcionar a una velocidad de flujo regular todo el tiempo, se incrementa la pérdida de potencia, lo que lleva a la reducción de la eficiencia del sistema.

40 En consecuencia, es un objeto principal de la presente invención es proporcionar un procedimiento de operación de un sistema de batería de flujo redox que pueda proporcionar una salida estabilizada a un sistema desde un sistema de batería de flujo redox adjunto al generador de energía eólica, para producir una eficiencia de batería mejorada .

45 El documento US 2002/0039299 se refiere a una unidad de monitorización de fluctuación de energía que controla y detecta una fluctuación de energía. El documento WO 99/39397 se refiere a un sistema de baterías de flujo redox específico. El documento US 5648184 se refiere a un material de electrodo para un flujo a través de una celda electrolítica de tipo líquido.

50 De acuerdo con la presente invención, la batería de flujo redox se combina con el generador de energía eólica; una salida del generador de energía eólica se somete a un proceso de promediado, y se ajusta una salida de una bomba para hacer circular la solución electrolítica basándose en el resultado del proceso de promediado, por lo que se logra el objeto anterior.

55 La presente invención proporciona un procedimiento novedoso de operación de un sistema de baterías de flujo redox que comprende un generador de energía eólica, una batería de flujo redox anexada al generador de energía eólica, y un convertidor de CA/CC conectado a la batería de flujo redox. El procedimiento de operación de la presente invención se caracteriza en que una salida del generador de energía eólica dentro de un cierto período de tiempo en el pasado se somete primero a un proceso de promediado, un valor de salida actual del generador de energía eólica se resta del valor resultante del primer proceso de promediado y un valor del comando de entrada/salida para el convertidor de CA/CC se determina a partir del valor resultante, el valor del comando de  
60 entrada/salida se somete a un proceso de cálculo variación para encontrar variación sin ninguna consideración de un signo de la entrada valor/salida de comando, el valor resultante de la variación de proceso de cálculo se somete además a un segundo proceso de promediado, y se determina un valor del comando de salida de una bomba para hacer circular la solución electrolítica de la batería de flujo redox en función del valor resultante del segundo proceso de promediado.

65

La salida para el sistema puede ser estabilizada por un promedio de la salida del generador de energía eólica dentro de un cierto período de tiempo en el pasado para determinar el valor del comando de entrada/salida para el convertidor de CA/CC.

5 Además, como la batería de flujo redox es operada con un volumen de fluido óptimo de solución electrolítica en respuesta al valor de entrada/salida de comando que varía momentáneamente al convertidor de CA/CC, una potencia de bombeo innecesario se puede cortar para mejorar la eficiencia total de energía del sistema de batería. El valor del comando de salida de la bomba puede ser controlado por una variedad de procedimientos, incluyendo, por ejemplo, el control de la frecuencia de rotación de la bomba y el número de bombas a ser operadas.

10 Es preferible que el primer proceso de promediado o el segundo proceso de promediado sea una operación de promedio móvil o una operación de filtro de paso bajo.

15 Una vista explicativa del procedimiento de procesamiento de promedio se muestra en la figura. 6.

La operación de promedio móvil se lleva a cabo utilizando la siguiente ecuación (1).

$$Y(n) = Y(n - 1) + \{X(n) - X(n-N)\}/N \quad \text{Ecuación (1)}$$

20 Y (n): un valor de salida actualmente promediado  
 Y (n - 1): valor de salida promediado antes del muestreo 1  
 X (n): un valor de entrada actualmente promediado (valor de salida actual del generador de energía eólica)  
 X (n - N): valor de entrada promedió antes de N muestreos (valor de salida del generador de energía eólica antes de N muestreos)  
 25 N: Número de muestras

La operación LPF (filtro de paso bajo) se lleva a cabo utilizando la siguiente ecuación (2).

$$Y(n) = Y(n - 1) + \{X(n) - Y(n - 1)\}/N \quad \text{Ecuación (2)}$$

30 El proceso de cálculo de variación incluye (1) tomar un valor absoluto del valor del comando de entrada/salida para el convertidor de CA/CC, (2) tomar un valor cuadrado del valor del comando de entrada/salida para el convertidor de CA/CC, y (3) tomar una raíz cuadrada de un valor cuadrado del valor del comando de entrada/salida para el convertidor de CA/CC. En otras palabras, dejando que el valor del comando de entrada/salida para el convertidor de CA/CC se represente como Z(t), la variación se determina tomando los valores siguientes:

Valor Absoluto ---  $|Z(t)|$   
 Valor Cuadrado ---  $\{Z(t)\}^2$

40 Valor RMS (valor de la raíz cuadrada media)  $\sqrt{\{Z(t)\}^2}$

**Breve descripción de los dibujos**

45 La figura 1 es una ilustración esquemática que muestra un sistema de baterías de flujo redox al que se aplica un procedimiento de operación de la presente invención;  
 La figura 2 es una ilustración esquemática que muestra un procesamiento preliminar del sistema de baterías de flujo redox al que se aplica el procedimiento de operación de la presente invención;  
 La figura 3 es una ilustración esquemática que muestra un procesamiento posterior del sistema de baterías de flujo redox al que se aplica el procedimiento de operación de la presente invención;  
 50 La figura 4 es un gráfico que muestra una relación entre una salida de un convertidor de CA/CC y una velocidad de flujo de una bomba;  
 La figura 5 es un gráfico que muestra una relación entre el tiempo y la salida cuando el sistema de baterías de flujo redox es operado por el procedimiento de la invención;  
 La figura 6 es una vista explicativa que muestra un procedimiento de procesamiento de promediado.

55 A continuación se describe una realización de la presente invención. La figura 1 es una ilustración esquemática que muestra un sistema de baterías de flujo redox al que se aplica un procedimiento de operación de la presente invención. La figura 2 es una ilustración de un procesamiento preliminar del mismo procedimiento. La figura 3 es una ilustración de un procesamiento posterior del mismo procedimiento.

60 Este sistema comprende un generador de energía eólica 10, un sistema del lado de carga 20 al que se suministra la energía eléctrica del generador de energía eólica 10, y una batería de flujo redox 30 conectada entre la generación de energía eólica 10 y el sistema a través de un convertidor de CA/CC 40. Un electrolito positivo y un electrolito negativo se hacen circular en la batería 30 y se alimentan a un electrodo positivo y un electrodo negativo, respectivamente, por una bomba P.  
 65

La batería de flujo redox 30 tiene una estructura de celda descrita en las publicaciones de patente JP de inspección pública (no examinada) N° Hei 4-4568 y No. 2001-43883, por ejemplo. En este ejemplo, la estructura de la celda está en la forma de una pila de celdas con un número de celdas estratificadas en capas.

5 La salida de la generación de energía eólica se somete a un primer proceso de promediado. En concreto, los resultados de la generación de energía eólica se controlan en un intervalo de muestreo constante, y se calculan los valores de salida obtenidos a una temperatura constante de tiempo especificado, mediante el funcionamiento del filtro de paso bajo. Entonces, el valor de salida obtenido por el proceso de promediado se resta de un valor de salida actual del generador de energía eólica, y el valor resultante se utiliza como entrada/valor del comando de salida para el convertidor de CA/CC.

10 Entonces, el valor del comando de entrada/salida se somete a un proceso de cálculo de la variación para encontrar variaciones sin ninguna consideración de un signo del valor del comando de entrada/salida. El valor absoluto de la variable de control de entrada/salida se toma aquí como la variación (un proceso de valor absoluto).

15 Secuencialmente, el valor absoluto del valor del comando de entrada/salida se somete además a un segundo proceso de promediado en una constante de tiempo especificada. Un proceso de promedio móvil se lleva a cabo aquí como el segundo proceso de promediado. Es la razón por la cual el segundo proceso de promediado se lleva a cabo, dado que el valor del comando de entrada/salida varía de forma irregular en el orden de desde unos pocos segundos a unos pocos minutos, no se puede utilizar prácticamente para el control de la bomba que requiere el tiempo de respuesta en el orden de unos pocos segundos. Por ejemplo, la bomba se controla con referencia a una relación de proporcionalidad entre una salida y una velocidad de flujo necesaria, tal como se muestra en la figura 4. Para ser más específicos, el valor absoluto del valor del comando de entrada/salida (que se toma aquí para siendo 0-170kW) es proporcional a la frecuencia de rotación de la bomba (por ejemplo, 35-50Hz), de modo que la frecuencia de rotación de la bomba se determina basándose en el valor absoluto del valor del comando de entrada/salida.

(Muestra de prueba)

30 Se utilizan un generador de energía eólica de una potencia nominal de CA de 275kW y una batería de flujo redox de la capacidad de tiempo de CA de 170kW × 6 horas. Un valor de salida se calcula a la constante de tiempo de 60 segundos, utilizando la operación de filtro de paso bajo (el primer proceso de promediado), y el valor resultante se utiliza como el valor del comando de entrada/salida para el convertidor de CA/CC.

35 A continuación se toma un valor absoluto del valor del comando de entrada/salida y el valor absoluto resultante se calcula en la constante de tiempo de 60 segundos mediante la operación de promedio móvil (el segundo proceso de promediado). Además, el valor medio resultante se convierte a la frecuencia de rotación de la bomba a partir de la correlación entre el valor absoluto del valor del comando de entrada/salida y la frecuencia de rotación de la bomba.

40 La salida de la generación de energía eólica, la salida del convertidor de CA/CC (aquella de la batería de flujo redox), la salida para el sistema, y el estado de carga de la batería en la toma de muestras de ensayo se muestran en el gráfico de la figura. 5. En la salida del convertidor de CA/CC, positivo indica una descarga eléctrica y negativo indica una carga eléctrica. Como es evidente a partir de este gráfico, la salida de la generación de energía eólica varía tan ampliamente que la salida del convertidor de CA/CC se proporciona en una relación como la que se negocia con la salida del generador de energía eólica. También se encuentra a partir de ello que la salida para el sistema puede ser suavizada por el primer proceso de promediado.

45 Cuando la bomba es accionada a una velocidad de flujo constante correspondiente a la potencia nominal, la salida de la bomba es grande. En contraste con esto, cuando se realiza la salida de la bomba para que corresponda con el valor de la variable de control de entrada/salida del convertidor CA/CC (el proceso de promediado de la bomba) usando el segundo proceso de promediado, la salida de la bomba puede ser reducida de manera significativa, para producir la mejora de la eficiencia de la batería. Mientras que la bomba se acciona a una velocidad de flujo constante correspondiente a la potencia nominal, la eficiencia de la batería no era más de 50%, mientras que en el otro lado, mientras que la bomba fue impulsada por el procedimiento de la presente invención, la eficiencia de la batería no era menos de 60%.

50 Como se explicó anteriormente, de acuerdo con el procedimiento de operación de la presente invención, la salida del generador de energía eólica se somete al proceso de promediado de modo que la salida para el sistema puede ser estabilizada.

60 Además, la operación de la bomba se determina en respuesta al valor del comando de entrada/salida del convertidor de AC/DC, así como el valor obtenido por el proceso de promediado, para producir con ello una mayor eficiencia de la batería.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento de operación de un sistema de baterías de flujo redox que comprende un generador de energía eólica (10), una batería de flujo redox (30) anexada al generador de energía eólica (10), y un convertidor CA/CC (40) conectado a la batería de flujo redox (30), donde:
- 10 una salida del generador de energía eólica (10) dentro de un cierto período de tiempo en el pasado se somete primero a un proceso de promediado,
- 10 un valor de salida actual del generador de energía eólica (10) se resta del valor de salida obtenido por el primer proceso de promediado, y se determina un valor del comando de entrada/salida para el convertidor de CA/CC (40) a partir del valor resultante,
- 15 el valor del comando de entrada/salida se somete a un proceso de cálculo variación para encontrar variación, tomando la variación, por ejemplo, un valor absoluto del valor de entrada/salida de comando, un valor cuadrado del valor del comando de entrada/salida, o una raíz cuadrada de un valor eficaz de la variable de control de entrada/salida,
- 15 el valor resultante obtenido por el proceso de cálculo variación se somete además a un segundo proceso de promediado, y
- 20 se determina un valor del comando de salida para una bomba para hacer circular la solución electrolítica de la batería de flujo redox (30) basándose en el resultado del segundo proceso de promediado.
- 25 2. Procedimiento de operación de un sistema de baterías de flujo redox de acuerdo con la reivindicación 1, donde el primer proceso de promediado o el segundo proceso de promediado es una operación de promedio móvil.
- 30 3. Procedimiento de operación de un sistema de baterías de flujo redox de acuerdo con la reivindicación 1, donde el primer proceso de promediado o el segundo proceso de promediado es una operación de filtro de paso bajo.
- 35 4. Procedimiento de operación de un sistema de baterías de flujo redox de acuerdo con la reivindicación 1, donde el proceso de cálculo variación toma un valor absoluto del valor del comando de entrada/salida para el convertidor de CA/CC.
5. Procedimiento de operación de un sistema de baterías de flujo redox de acuerdo con la reivindicación 1, donde el proceso de cálculo de la variación toma un valor cuadrado del valor del comando de entrada/salida para el convertidor de CA/CC.
6. Procedimiento de operación de un sistema de baterías de flujo redox de acuerdo con la reivindicación 1, donde el proceso de cálculo de la variación toma una raíz cuadrada de un valor cuadrado del valor del comando de entrada/salida para el convertidor de CA/CC.

Fig. 1

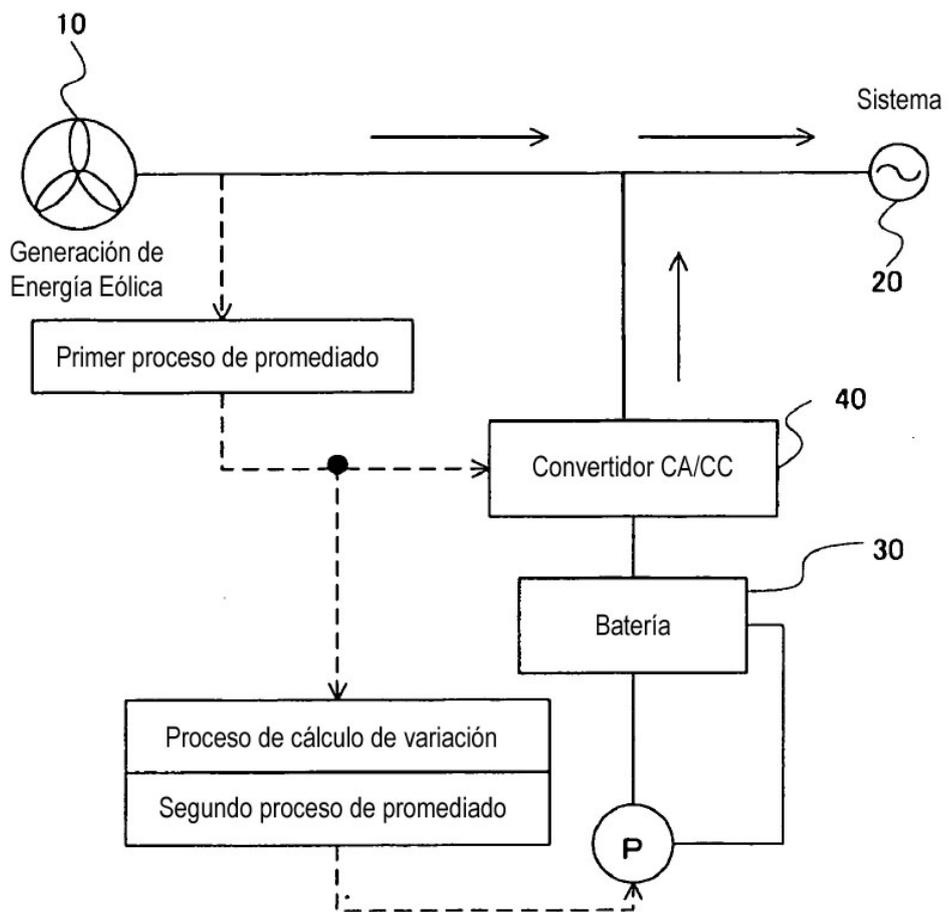


Fig. 2

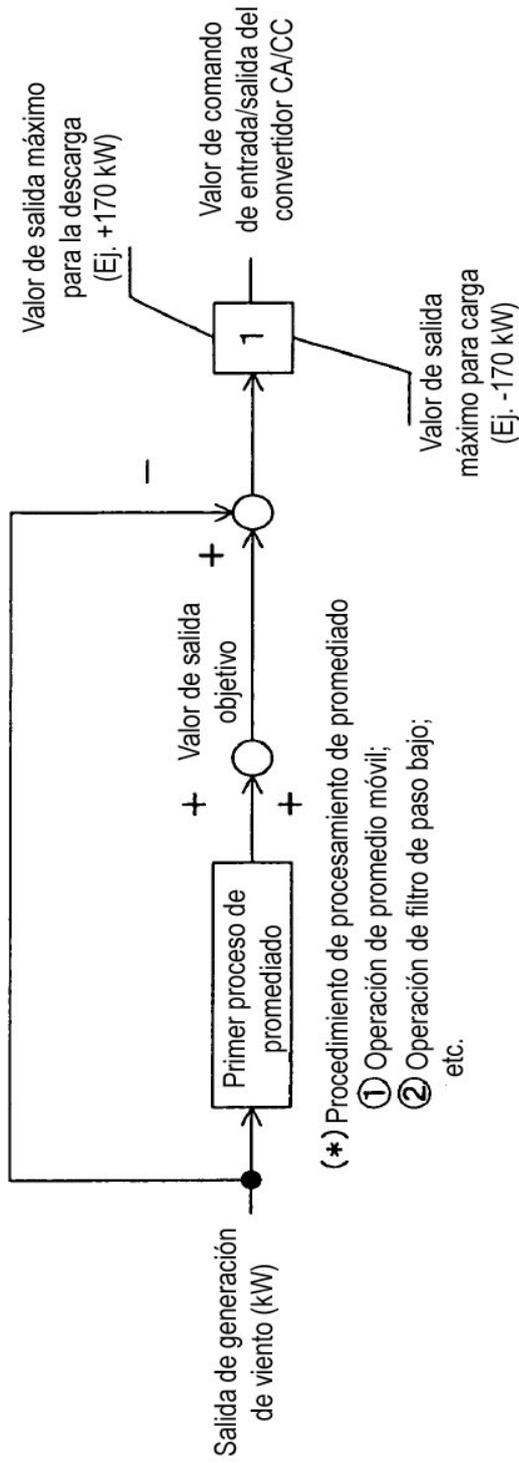


Fig. 3

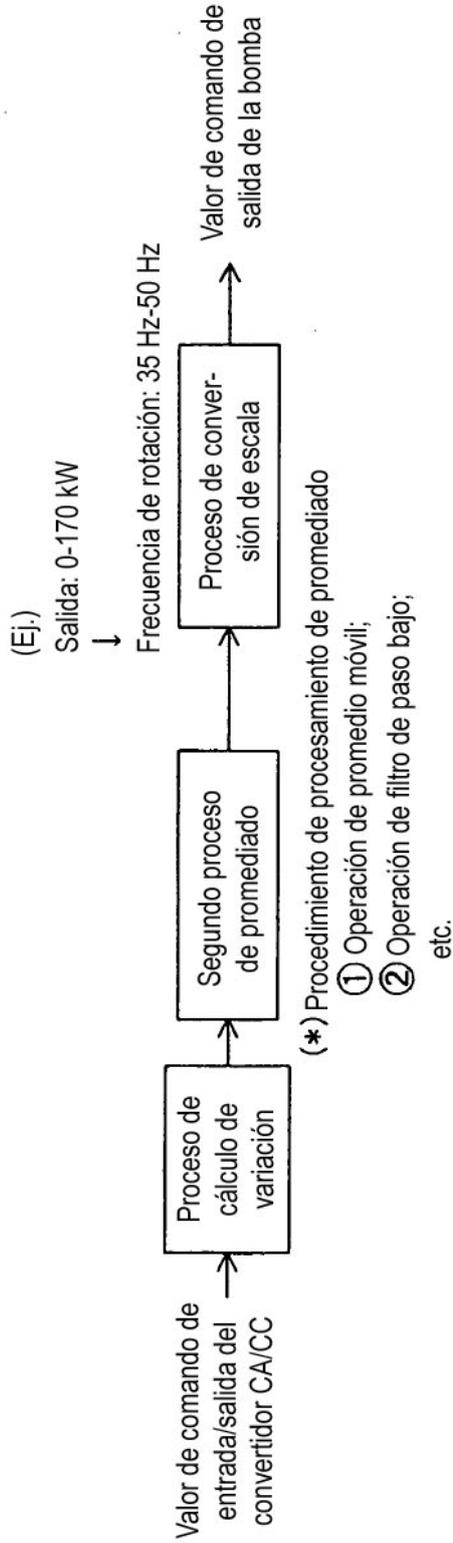


Fig. 4

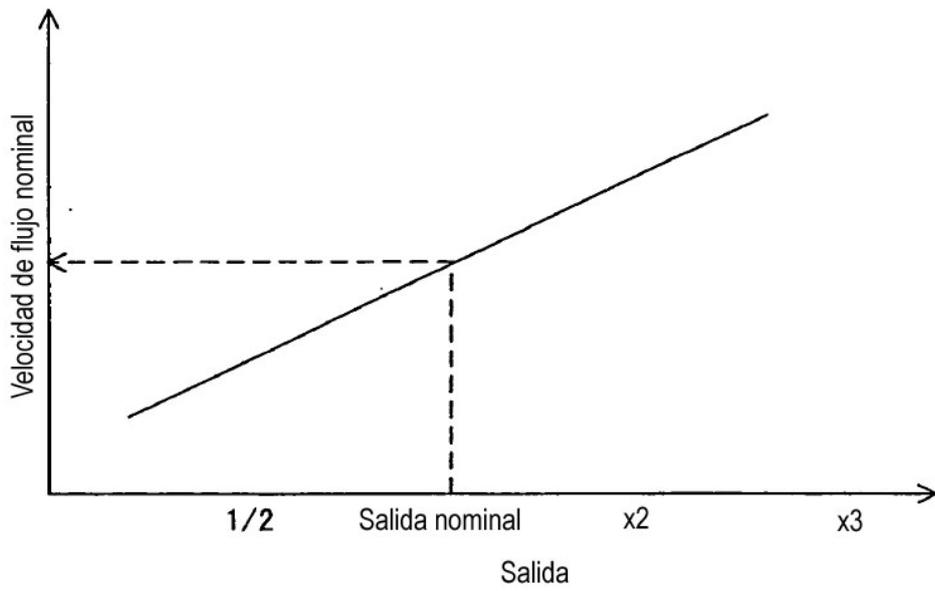
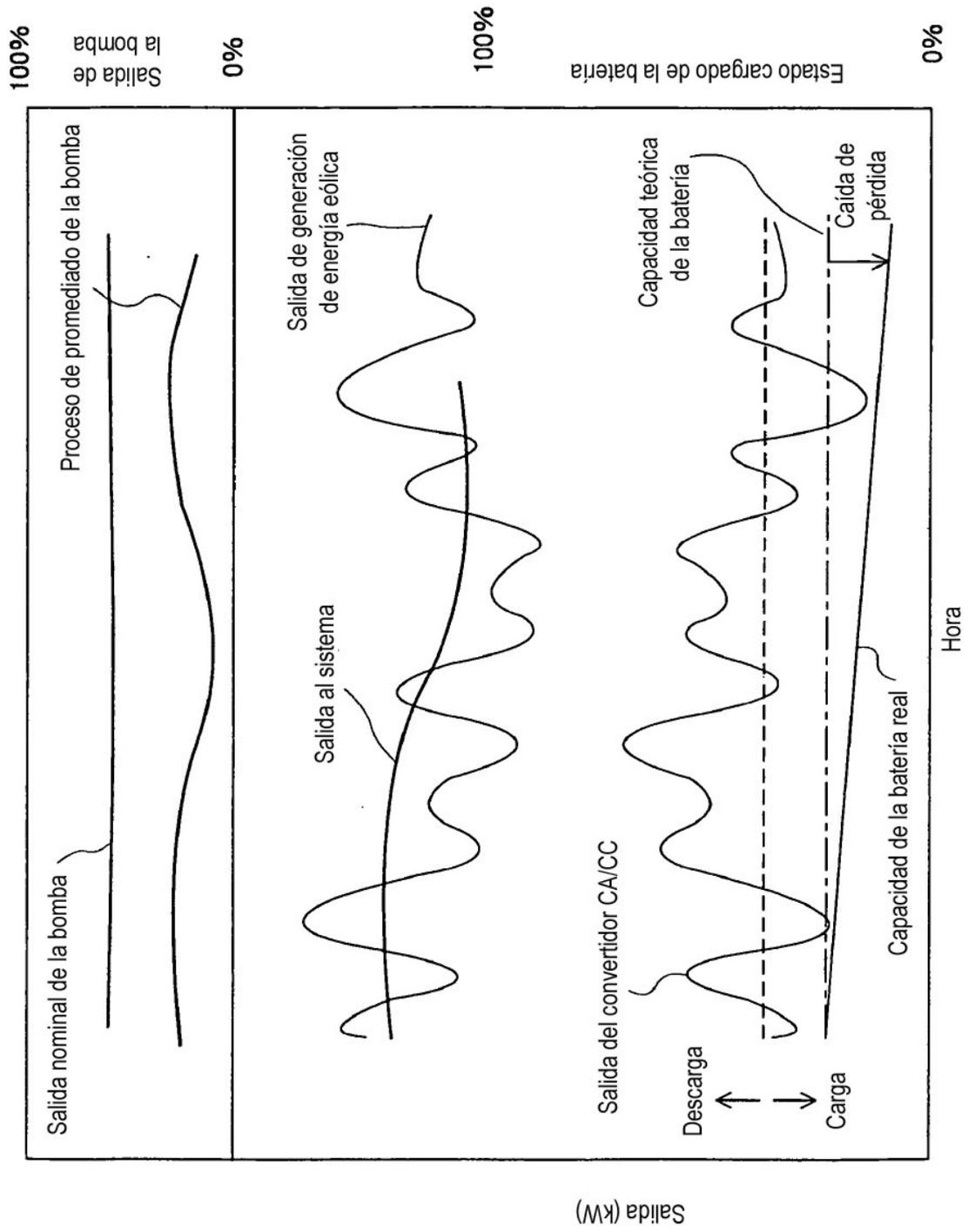


Fig. 5



F i g . 6

