

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 645 279**

51 Int. Cl.:

H02J 3/46 (2006.01)

H02J 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2012 E 12354015 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017 EP 2515409**

54 Título: **Procedimiento de configuración de una instalación de conversión de energía eléctrica e instalación que implimenta tal procedimiento**

30 Prioridad:

11.03.2011 FR 1100750

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

04.12.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

RADU, DANIEL

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 645 279 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 configuración de una instalación de conversión de energía eléctrica e instalación que implementa tal procedimiento

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de configuración de una instalación de conversión de energía eléctrica. Se refiere, asimismo, a una instalación de conversión de energía eléctrica que aplica tal procedimiento. Se refiere, por último, a un programa informático que comprende un medio de código de programa informático adaptado a la ejecución de etapas del procedimiento.

Estado de la técnica

10 La invención se aplica en particular a la alimentación de energía eléctrica de buques atracados en puerto.
 Los buques presentan, según su tipo, unos equipos eléctricos que funcionan a 50 o a 60 Hz. De este modo, cuando un buque está en puerto y su grupo electrógeno está parado, hay que disponer en el muelle de una instalación que permita la alimentación eléctrica de sus equipos con una fuente de energía eléctrica adecuada, a una frecuencia de 50 Hz o de 60 Hz.

15 De manera conocida, los buques están equipados con redes eléctricas de baja tensión. Hoy en día, las necesidades de potencia eléctrica han aumentado considerablemente y las redes eléctricas aplicadas en los buques son por lo general del tipo de media tensión. El uso de una media tensión permite usar unos cables con una sección de menor tamaño y reducir las pérdidas energéticas en la alimentación de las redes de los buques.

20 Las instalaciones que permiten la alimentación eléctrica de los barcos en el puerto con una fuente de energía eléctrica adecuada (50 Hz o 60 Hz) se basan en la tecnología de convertidores de frecuencia. De manera preponderante, las soluciones existentes en el mercado usan una tecnología de media tensión o baja tensión con una instalación de conversión unitaria. El control (de tipo clásico en modo droop o de tipo PQ) de tal instalación se resume en la conexión entre la instalación de conversión y el buque. Con tal instalación, la redundancia no está asegurada y durante las operaciones de mantenimiento, los buques ya no pueden alimentarse, salvo que se prevean dos instalaciones de conversión.

25 Los buques alimentados en el puerto requieren potencias importantes que van, por ejemplo, de 1 MVA hasta 20 MVA en función de su tipo (buque granelero, ferry, porta-contenedores, transatlánticos, etc. ...). En función del tipo de buque, podría ser necesaria una conversión de frecuencia, en cuyo caso, la mayor problemática es la de asegurar una corriente de cortocircuito suficiente con la instalación de conversión para poder garantizar la selectividad de las protecciones, en el puerto y en el barco, en caso de cortocircuito. En las soluciones actuales, donde se utilizan unos convertidores estáticos (semiconductores), esta capacidad viene dada únicamente por las características térmicas del interruptor estático de potencia utilizado en el diseño de convertidores y no es suficiente. Esta problemática es mayor para los buques alimentados, al ser el aislamiento de la salida defectuosa una de las mayores limitaciones impuestas a los sistemas de alimentación eléctrica de los buques en puerto.

30 Además, los buques requieren una buena continuidad de la alimentación de energía eléctrica mientras están en puerto. Según el tipo de buque, las limitaciones son variables. En este contexto, es necesario suministrar arquitecturas de instalación capaces de suministrar un buen nivel de redundancia y un buen nivel de continuidad de la alimentación, incluso después de que aparezca un defecto en la instalación.

40 El documento WO 2010/066888 desvela un procedimiento de configuración de una instalación de conversión de energía eléctrica según el preámbulo de la reivindicación 1.

El documento US 2005/116541 desvela un procedimiento de configuración de una instalación de conversión de energía eléctrica, cuyo bus está alimentado por unos generadores y no por convertidores.

Descripción de la invención

45 Un objetivo de la invención consiste en suministrar un procedimiento de configuración de una instalación de conversión de energía eléctrica que permita remediar los problemas evocados anteriormente y que mejore las instalaciones conocidas de la técnica anterior. En particular, la invención propone un procedimiento de configuración simple, económico y eficaz que permite, en concreto, volver la instalación de conversión adecuada para suministrar una potencia de cortocircuito necesaria para la selectividad de las protecciones, adecuada para gestionar los defectos y que mejore el rendimiento de conversión. La invención además trata sobre una instalación de conversión
 50 que implementa tal procedimiento de configuración.

Un procedimiento de configuración de una instalación de conversión de energía eléctrica según la invención, comprendiendo la instalación varios convertidores, comprende una etapa de determinación de un conjunto de convertidores a activar y una etapa de activación de este conjunto de convertidores.

En un modo de realización particular, el procedimiento comprende una etapa de interconexión de al menos algunos de los convertidores del conjunto.

Preferentemente, en la etapa de determinación de los convertidores a activar, se utiliza:

- una información de potencia nominal de la instalación, y/o
 - 5 - una información de potencia nominal unitaria de un convertidor, y/o
 - una información de número de redes eléctricas a alimentar con la ayuda de la instalación, y/o
 - una información de potencia requerida por cada red eléctrica a alimentar, y/o
 - una información de corriente de cortocircuito nominal de un convertidor, y/o
 - una información de corriente de cortocircuito máxima requerida por una red eléctrica a alimentar.
- 10 Ventajosamente, para una red eléctrica a alimentar, puede determinarse el número de convertidores a activar según las siguientes fórmulas:

$$\text{NFC} = \text{redondeado.sup} (St / \text{SFC}) \text{ con } St = \min [m/k \times S_{\text{buque}}, S_n] \text{ y } I_{\text{sc FC}} = k \times I_n \text{ y } I_{\text{sc max}} = m \times I_n,$$

en las que,

- 15 S_n : potencia nominal máxima de la instalación de conversión;
- St : potencia nominal de la instalación de conversión después de la configuración;
- SFC : potencia nominal de los convertidores;
- NFC : número de convertidores activados;
- $S_{\text{buque } i}$: potencia nominal de la red a alimentar;
- 20 $I_{\text{sc FC}}$: corriente de cortocircuito nominal de un convertidor;
- k : factor multiplicador;
- $I_{\text{sc max}}$: corriente de cortocircuito máxima solicitada por la red a alimentar;
- m : factor multiplicador.

Ventajosamente, para varias redes eléctricas a alimentar, puede determinarse el número de convertidores a activar según las siguientes fórmulas:

$$\text{NFC} = \text{redondeado.sup} (St / \text{SFC})$$

con

$$S_t = \max \left[\sum_{i=1}^{N_{\text{bu } j}} S_{\text{buque } i}, \min \left[S_n, \frac{m}{k} \cdot \max [S_{\text{buque } i}] \right] \right]$$

en las que,

- 30 S_n : potencia nominal máxima de la instalación de conversión;
- St : potencia nominal de la instalación de conversión después de la configuración;
- SFC : potencia nominal de los convertidores de frecuencia;
- NFC : número de convertidores de frecuencia activados;
- $S_{\text{buque } i}$: potencia nominal de la red i a alimentar;
- 35 k : factor multiplicador;
- m : factor multiplicador.

Preferentemente, el procedimiento comprende una etapa de determinación de al menos un subconjunto de convertidores a interconectar entre el conjunto de convertidores activados y una etapa de interconexión de los convertidores de este al menos un subconjunto de convertidores.

Ventajosamente, la interconexión se realiza mediante el control de al menos un interruptor controlado.

- 40 En una instalación de conversión de energía eléctrica según la invención que comprende varios convertidores, dicha instalación comprende unos medios materiales y/o informáticos de implementación del procedimiento de configuración tal como se ha definido anteriormente.

Preferentemente, los medios materiales y/o informáticos comprenden un elemento de determinación de un conjunto de convertidores a activar y un elemento de activación de este conjunto de convertidores.

- 45 Ventajosamente, los medios materiales y/o informáticos comprenden un elemento de determinación de al menos un subconjunto de convertidores a interconectar entre el conjunto de convertidores activados y un elemento de interconexión de los convertidores de este al menos un subconjunto de convertidores.

Ventajosamente, el elemento de interconexión comprende al menos un interruptor controlado.

Ventajosamente, cada convertidor comprende un elemento de conversión de frecuencia y/o un elemento de conversión de tensión.

5 Un programa informático según la invención, comprende un medio de código de programa informático adaptado para la ejecución de etapas del procedimiento tal como las que se han definido anteriormente, cuando el programa se ejecuta en un ordenador.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos representan, a modo de ejemplos, un modo de realización de una instalación según la invención y un modo de ejecución de un procedimiento de configuración según la invención.

La figura 1 es un esquema eléctrico de un modo de realización de una instalación según la invención.

10 La figura 2 es un diagrama que representa la relación de la intensidad de cortocircuito máxima de un convertidor sobre la intensidad nominal del convertidor en función del tiempo.

La figura 3 es un diagrama que representa la evolución de la intensidad de la corriente de cortocircuito de una instalación de conversión de 20 MVA, en función de la carga que esta instalación debe suministrar.

15 La figura 4 es una tabla que da, en función de la potencia nominal de una red eléctrica a alimentar y en función de la potencia nominal de cada uno de los convertidores que componen la instalación de conversión, el número de convertidores a utilizar.

20 La figura 5 es una tabla que da, en función de la potencia nominal de una red eléctrica a alimentar y en función de la potencia nominal de cada uno de los convertidores que componen la instalación de conversión, la tasa de carga de los convertidores utilizados. Un gráfico representa esta tasa de carga en función de la potencia nominal de la red a alimentar para tres potencias diferentes de convertidores.

La figura 6A es una tabla que da, en función de la potencia nominal de una primera red eléctrica a alimentar y en función de la potencia nominal de una segunda red eléctrica a alimentar, la potencia de la instalación configurada.

25 La figura 6B es una tabla que da, en función de la potencia nominal de una primera red eléctrica a alimentar y en función de la potencia nominal de una segunda red eléctrica a alimentar, el número de convertidores utilizados en la instalación configurada.

La figura 7 es un ordinograma de un modo de ejecución de un procedimiento de configuración de una instalación según la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE MODOS DE REALIZACIÓN PREFERIDOS

30 A continuación, se describe un modo de realización de una instalación según la invención con referencia a la figura 1.

Un procedimiento según la invención permite resolver las siguientes problemáticas:

- suministrar una potencia de cortocircuito necesaria para la selectividad de las proyecciones; y/o
- gestionar los modos de defecto.

35 La instalación 1 permite convertir una primera tensión eléctrica de entrada de la instalación en una segunda tensión eléctrica de salida de la instalación. La primera tensión eléctrica la suministra una primera red eléctrica 41, concretamente, una red eléctrica comercial. La segunda tensión eléctrica está destinada a alimentar uno o varias segundas redes eléctricas 42 que comprenden unos equipos eléctricos, como unas redes eléctricas que equipan un buque.

40 Por ejemplo, la red eléctrica 41, suministra una primera fuente de media o baja tensión. Esta tensión de entrada se convierte en una tensión de salida de frecuencia y/o de tensión diferente gracias a un convertidor 2 que comprende un elemento 10 de conversión de frecuencia y/o convertida en una tensión diferente gracias a un elemento 11 de conversión de tensión. A la salida del convertidor, se obtiene una fuente de energía eléctrica de tensión y de frecuencia adaptadas a la segunda red eléctrica 42.

45 Aguas abajo de los convertidores, unos interruptores controlados 13 permiten conectar cada convertidor a unos conductores 14 de distribución de energía eléctrica o aislarlos de estos conductores.

50 Las segundas redes eléctricas están conectadas, cada una, a un punto diferente de los conductores de distribución. Por otra parte, los conductores de distribución presentan unos interruptores controlados 12 que permiten aislar unos segmentos de estos conductores. De ello se deduce que, según los estados de los interruptores controlados 13 y 12, una segunda red eléctrica 42 puede estar conectada solo a un segmento de los conductores de distribución 14 y

puede además estar conectada solo a una parte de los convertidores 2 susceptibles de estar conectados a este segmento del conductor de distribución. Como variante, los interruptores controlados 12 no están presentes y la/(las) segunda red eléctrica 42 puede conectarse al conjunto de los conductores de distribución 14.

Una unidad de control 100 permite el control de los interruptores controlados 13 y 12.

- 5 La instalación, concretamente, la unidad de control, comprende todos los medios materiales y/o informáticos que permiten implementar el procedimiento de configuración objeto de la invención. En particular, la instalación comprende unos medios materiales y/o informáticos que permiten implementar cada una de las etapas del procedimiento objeto de la invención y permiten articular lógica y/o temporalmente cada una de estas etapas. La unidad de control comprende, en concreto, un elemento 101 de determinación de un conjunto de convertidores a activar y un elemento 102 de activación de este conjunto de convertidores. Para ello, el elemento de activación está vinculado a los convertidores. Preferentemente, la unidad de control comprende, asimismo, un elemento 103 de determinación de al menos un subconjunto de convertidores a interconectar de entre el conjunto de los convertidores activados. Preferentemente, la instalación comprende un elemento 12, 13 de interconexión o célula de acoplamiento de los convertidores de este al menos un subconjunto de convertidores.
- 10
- 15 Un modo de ejecución de un procedimiento de configuración de tal instalación se describe a continuación con referencia a la figura 7.

En una primera etapa 105, se inicializa el procedimiento de configuración.

- En una segunda etapa 110, se introducen los datos. Esto puede realizarse gracias a unos sensores que detectan la información que se precisa o mediante una captura manual, por ejemplo, efectuada por un operador a través de una interfaz hombre-máquina. En concreto, en el transcurso de esta etapa, se recogen los siguientes datos:
- 20

- S_n : potencia nominal de la instalación, y/o
- SFC: potencia unitaria de los convertidores, y/o
- SFCB: potencia de un conjunto de convertidores, y/o
- Nbu: número de buques conectados, y/o
- 25 - Sbuque i: potencia requerida para el buque i, y/o
- $I_{sc FC}$: corriente de cortocircuito nominal de los convertidores de frecuencia, y/o
- k: factor multiplicador, y/o
- $I_{sc max}$: corriente de cortocircuito máxima solicitada por un buque, y/o
- m: factor multiplicador.

- 30 En una tercera etapa 120, se prueba si hay al menos una segunda red eléctrica 42 conectada aguas abajo de la instalación de conversión. Si este no es el caso, se pasa a una etapa 130 en la que se pone en modo de espera a la instalación de conversión y, eventualmente, se abre un interruptor principal controlado que se encuentra entre la primera red eléctrica y la instalación de conversión. Si este es el caso, se pasa a una etapa 140.

- 35 En la etapa 140, se prueba si hay una única segunda red eléctrica 42 conectada aguas abajo de la instalación de conversión. Si este es el caso, se pasa a una etapa 160 en la que se calcula o se determina la potencia S_t que debe presentar la instalación de conversión configurada, así como el número N_{FC} de convertidores que deben utilizarse en esta instalación de conversión configurada. Se determina, por tanto, cuáles de los convertidores de la instalación de conversión deben activarse para funcionar en paralelo. Así se define un conjunto de convertidores a activar. Si este no es el caso, se pasa a una etapa 150 en la que se calcula o se determina la potencia S_t que debe presentar la instalación de conversión configurada, así como el número N_{FC} de convertidores que deben utilizarse en esta instalación de conversión configurada. Se determina, por tanto, cuáles de los convertidores de la instalación de conversión deben ser activados. Así se define un conjunto de convertidores a activar. Por otra parte, se determinan los interruptores controlados 12 que deben abrirse y los interruptores controlados 12 que deben cerrarse. De este modo, se determinan los convertidores que forman unos subconjuntos interconectados y en los que los convertidores funcionan en paralelo.
- 40
- 45

- A continuación se pasa, en los dos casos, a una etapa de prueba 170 en la que se prueba si la instalación de conversión estaba activa anteriormente o inactiva anteriormente. Si la instalación de conversión estaba inactiva anteriormente, se pasa a una etapa 180 en la que se pone en funcionamiento los convertidores que han sido determinados en el transcurso de la etapa 150 o en el transcurso de la etapa 160. En una etapa subsiguiente 190, se cierra el interruptor principal que se encuentra entre la primera red eléctrica y la instalación de conversión.
- 50

- Si la instalación de conversión estaba activa anteriormente, se pasa a una etapa 200 en la que se pone en funcionamiento solo uno o varios convertidores suplementarios en caso necesario o en la que se detiene solo uno o varios convertidores inútiles. Esto se produce únicamente si se ha modificado la demanda de energía aguas abajo de la instalación de conversión. Si la demanda de energía aguas abajo de la instalación de conversión permanece inalterada, en principio no es necesario desactivar ningún convertidor o activar ningún convertidor.
- 55

En una etapa subsiguiente 210, la o las segundas redes eléctricas están conectadas a la instalación de conversión y están alimentadas por la instalación de conversión.

En una etapa subsiguiente 220, se supervisan los parámetros de funcionamiento de la instalación y las necesidades energéticas de las segundas redes.

5 En una etapa de prueba subsiguiente 230, se prueba si la necesidad de potencia al nivel de las segundas redes eléctricas se ha modificado. Si este no es el caso, se hace un bucle a la etapa 220. Si este es el caso, se hace un bucle a la etapa 120.

10 La instalación de conversión según la invención y el procedimiento de configuración según la invención permiten asegurar una corriente de cortocircuito suficiente para asegurar la selectividad de las protecciones. Por selectividad, se entiende la aptitud de un sistema de protección para detectar un defecto en una zona determinada de una red y para provocar la activación de los disyuntores apropiados para eliminar este defecto, con una perturbación mínima para la parte sana de la red.

15 De este modo, el procedimiento de configuración permite poner en funcionamiento o parar los convertidores de la instalación de conversión en función de la potencia requerida. De este modo, puede maximizarse el mantenimiento en cortocircuito de la instalación a la vez que se minimiza el coste de inversión y se evita el desmantelamiento de la instalación. Para ello, como se ha visto anteriormente, se utilizan unos convertidores de poca potencia que se conectan en paralelo. Por ejemplo, se utilizan unos convertidores, preferentemente de 0,5 MVA o de valores de potencia que oscilan entre 0,5 MVA y 5 MVA, como se muestra en la figura 4, para realizar una instalación de conversión.

20 A partir de valores característicos para un convertidor estático de frecuencia, por ejemplo, 2,25 xIn para 0,8 s (valores nominales), se obtiene una característica "Corriente de cortocircuito/Corriente nominal en función del tiempo" de un convertidor como el representado en la figura 2. A partir de esta característica, puede definirse un algoritmo de control o de configuración de la instalación para asegurar un valor de corriente de cortocircuito equivalente, por ejemplo, a 3 xIn para 0,8 s en el conjunto de la instalación de conversión.

25 El aumento de la potencia de cortocircuito se realiza en el ámbito de la instalación de conversión utilizando unos convertidores existentes en la instalación de conversión, mediante su puesta en funcionamiento. De este modo, el mantenimiento de la corriente de cortocircuito de la instalación de conversión puede evolucionar en función de la potencia total suministrada.

30 Ahora se supone que una única segunda red eléctrica debe conectarse a la instalación de conversión. Se supone, asimismo, que la potencia de la instalación de conversión es de 20 MVA. Se considera de nuevo el caso más limitante, es decir, la alimentación de una única segunda red eléctrica cuya potencia varía de 1 MVA a 20 MVA. En la figura 4, en función de la potencia solicitada por la carga, es decir, la segunda red eléctrica (primera columna de la figura 4), se pone en funcionamiento uno o varios convertidores de potencia unitaria mínima (0,5MVA o 1 MVA o 2 MVA o 3 MVA o 4 MVA o 5 MVA) para poder obtener una potencia de cortocircuito suficiente. Por razones prácticas, se limita a un sobredimensionamiento máximo del 33 %. De este modo, para el ejemplo presentado, se asegura una corriente de cortocircuito equivalente a 1 pu hasta 15 MVA (donde 1 pu significa 3 xIn durante 0,8 s). En la figura 3, la evolución de la corriente de cortocircuito se presenta en función de la carga para la instalación de conversión de 20 MVA. En el ejemplo, k=2,25, m = 3 y Sbuque= 1 a 20 MVA, el número total de convertidores en funcionamiento N_{FC} se calcula de acuerdo con las siguientes fórmulas. Se determina a partir de la potencia St (potencia necesaria a implementar o configurar en el seno de la instalación de conversión para asegurar una corriente de cortocircuito máxima).

40

$$I_{sc FC} = kxI_n$$

$$I_{sc max} = mxI_n$$

$$S_t = \min [m/k \times S_{buque}, S_n]$$

$$N_{FC} = \text{redondeado.sup} (S_t / S_{FC}) \quad \Rightarrow \quad S_t = N_{FC} \times S_{FC}$$

con

- 45
- S_n: potencia nominal de la instalación de conversión;
 - S_t: potencia de la instalación de conversión configurada;
 - S_{FC}: potencia unitaria de un convertidor;
 - S_{FCB}: potencia de un conjunto de convertidores;
 - N_{FC}: número de convertidores activados;

50

 - N_{bu}: número de segundas redes eléctricas a alimentar;
 - S_{buque i}: potencias requeridas por la segunda red eléctrica i;
 - I_{sc FC}: corriente de cortocircuito nominal de los convertidores;
 - k: factor multiplicador;
 - I_{sc max}: corriente de cortocircuito máxima solicitada por una segunda red eléctrica;

55

 - m: factor multiplicador;
 - redondeado.sup: una aplicación que redondea al entero superior.

Estas fórmulas constituyen un ejemplo de realización de la etapa 160.

La elección de los convertidores a activar o a poner en funcionamiento puede ser aleatoria.

La figura 5 presenta los resultados obtenidos para el ejemplo presentado anteriormente, donde los convertidores pueden tener potencias de 0,5 MVA, 1 MVA, 2 MVA, 3 MVA, 4 MVA o 5 MVA. En función de la potencia de los convertidores seleccionados, el rendimiento global de la instalación es diferente, ya que la tasa de carga de los convertidores varía en función de la potencia de la segunda red eléctrica conectada. De este modo, se obtiene un rendimiento muy bueno, con una tasa de carga constante en el caso en el que se usen convertidores de poca potencia, por ejemplo, 0,5 MVA o 1 MVA. Los resultados se han recopilado en la figura 5. En la tabla, cada columna representa la tasa de carga de la instalación de conversión configurada y que utiliza unos convertidores cuya potencia determina la columna de la tabla. La primera columna indica la potencia de la segunda red eléctrica. El diagrama de la figura 5 representa las variaciones de la tasa de carga de tres instalaciones configuradas, que utilizan respectivamente unos convertidores de 0,5 MVA, 3 MVA y 5 MVA, en función de la potencia de la segunda red eléctrica.

En el caso de la alimentación de varias segundas redes eléctricas al mismo tiempo a partir de la instalación de conversión, las reglas de control son similares y tienen en cuenta la potencia consumida por cada una de las segundas redes eléctricas. Se considera que no se pueden tener cortocircuitos simultáneos en dos segundas redes eléctricas. La corriente de cortocircuito requerida para la segunda red eléctrica defectuosa viene suministrada por el conjunto de la instalación de conversión configurada. El número total de convertidores en funcionamiento se calcula de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$S_i = \max \left[\sum_{r=1}^{N_{buq}} S_{buque\ i}, \min \left[S_n, \frac{m}{k} \cdot \max [S_{buque\ i}] \right] \right]$$

$$N_{FC} = \text{redondeado.sup} (S_i / S_{FC}) \quad \rightarrow \quad S_i = N_{FC} \times S_{FC}$$

Estas fórmulas constituyen un ejemplo de realización de la etapa 150.

La elección de los convertidores a activar o a poner en funcionamiento puede ser aleatoria.

Como ilustración, se presenta, en las figuras 6A y 6B, un caso en el que dos segundas redes están conectadas al mismo tiempo sobre una instalación de conversión de 20 MVA. De este modo, en función de la potencia consumida en las dos segundas redes eléctricas (Buque 1 y Buque 2), se determina el valor S_i de la potencia necesaria a implementar en el seno de la instalación de conversión para asegurar una corriente de cortocircuito máxima adecuada. El número de convertidores N_{FC} a poner en funcionamiento o a activar viene dado por la fórmula anterior.

Para asegurar una buena continuidad de disponibilidad de la alimentación de las segundas redes eléctricas, tanto en caso de defecto en los convertidores como en las segundas redes eléctricas, la arquitectura eléctrica es preferentemente de tipo doble antena. De este modo, preferentemente, se prevé la instalación eléctrica con células de acoplamiento 12 sobre el juego de barras secundarias 14. Como variante, la arquitectura eléctrica es de tipo de antena simple. no existiendo los interruptores controlados 12.

Hay dos posibilidades de explotación en régimen nominal de funcionamiento de la instalación, en función de la potencia requerida por las diferentes segundas redes eléctricas conectadas:

- en el caso de utilización de varias segundas redes eléctricas de potencias equivalentes, los interruptores controlados 12 normalmente están abiertos. Esto permite evitar un fallo de alimentación en las otras redes eléctricas en caso de defecto en una segunda red eléctrica,
- en el caso de utilización de varias segundas redes eléctricas de potencias muy diferentes, concretamente, con una segunda red cuya potencia supera la potencia que puede obtenerse por el funcionamiento de todos los convertidores que pueden conectarse a un segmento del conductor 14 de distribución, la instalación debe configurarse con uno o varios interruptores controlados 12 normalmente cerrados. Esto permite la alimentación de segundas redes eléctricas de potencias diferentes, incluso, la alimentación de una sola segunda red eléctrica cuya potencia es equivalente o casi equivalente a la potencia total de la instalación de conversión. No obstante, para preservar la continuidad del servicio a nivel global en caso de defecto en una de las segundas redes conectadas, unos interruptores controlados 12 pueden estar abiertos. De este modo, puede efectuarse un aislamiento de las redes. La elección del interruptor controlado normalmente abierto se hace en función de la potencia de las segundas redes eléctricas conectadas. Preferentemente, la menos importante en términos de potencia solicitada se aísla.

En el caso en el que ciertos interruptores controlados estén abiertos, la elección de los convertidores a activar preferentemente no es aleatoria, sino, que se hace en función de las ubicaciones de los convertidores con respecto a los interruptores controlados 12 abiertos y a los conductores 14.

El funcionamiento descrito en los dos casos anteriores permite asegurar la potencia de cortocircuito necesaria para obtener la selectividad de protección y la no propagación de defectos en los arranques de las segundas redes eléctricas.

5 En el caso de una arquitectura eléctrica de tipo de antena simple, cuando los interruptores controlados 12 no existen, la instalación permite asegurar la potencia de cortocircuito necesaria para obtener la selectividad de protección.

10 Otra ventaja de la instalación de conversión y del procedimiento de configuración es que permite la utilización de un número mínimo de convertidores para asegurar la potencia de cortocircuito necesaria para la instalación. Se evita así un desmantelamiento demasiado importante de la instalación y el aumento de los costes de inversión. Esto permite también una buena eficacia energética de la instalación de conversión, manteniéndose la tasa de carga de los convertidores a unos valores siempre superiores al 65 %, con un muy buen rendimiento global. En efecto, mediante la puesta en funcionamiento y la parada de los convertidores, se evitan tasas de cargas débiles para las que el rendimiento de los convertidores es menos bueno.

15 El procedimiento de configuración puede usar una regla de sobredimensionamiento degresivo. Permite que la instalación configurada suministre una potencia de cortocircuito suficiente para la selectividad de las protecciones. permite también gestionar los modos de defecto (proliferación de cargas cuando todo funciona normalmente y aislamiento de los arranques en caso de cortocircuito en una red). Por otra parte, preferentemente, la instalación presenta unos medios que permiten volver a arrancarla tras un defecto.

20 Los diferentes interruptores controlados, en concreto, los interruptores controlados 12 y 13, son, por ejemplo, unos disyuntores.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de configuración de una instalación (1) de conversión de energía eléctrica, comprendiendo la instalación varios convertidores (2),

5 **caracterizado porque** comprende una etapa de determinación de un conjunto de convertidores a activar para suministrar una corriente de cortocircuito que garantice la selectividad de la protección eléctrica de la instalación y una etapa de activación de este conjunto de convertidores,

en dicha etapa de determinación, para una red eléctrica (42) a alimentar, puede determinarse el número de convertidores a activar según las siguientes fórmulas:

$$N_{FC} = \text{redondeado.sup} (S_t / S_{FC}) \text{ con } S_t = \min [m/k \times S_{buque}, S_n] \text{ y } I_{sc FC} = k \times I_n \text{ y } I_{sc max} = m \times I_n,$$

10 en las que,

- S_n: potencia nominal máxima de la instalación de conversión;
- S_t: potencia nominal de la instalación de conversión después de la configuración;
- S_{FC}: potencia nominal de los convertidores;
- N_{FC}: número de convertidores activados;
- 15 S_{buque i}: potencia nominal de la red a alimentar;
- I_{sc FC}: corriente de cortocircuito nominal de un convertidor;
- k: factor multiplicador;
- I_{sc max}: corriente de cortocircuito máxima solicitada por la red a alimentar;
- m: factor multiplicador;
- 20 I_n: corriente nominal de un convertidor.

2. Procedimiento de configuración según la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende una etapa de interconexión de al menos algunos de los convertidores del conjunto.

3. Procedimiento de configuración según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque**, en la etapa de determinación de los convertidores a activar, se utiliza:

- 25 - una información de potencia nominal de la instalación, y/o
- una información de potencia nominal unitaria de un convertidor, y/o
- una información de número de redes eléctricas a alimentar con la ayuda de la instalación, y/o
- una información de potencia requerida por cada red eléctrica a alimentar, y/o
- 30 - una información de corriente de cortocircuito nominal de un convertidor, y/o
- una información de corriente de cortocircuito máxima requerida por una red eléctrica a alimentar.

4. Procedimiento de configuración según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**, para varias redes eléctricas (42) a alimentar, puede determinarse el número de convertidores a activar según las siguientes fórmulas:

$$N_{FC} = \text{redondeado.sup} (S_t / S_{FC})$$

35 con

$$S_t = \max \left[\sum_{i=1}^{N_{buq}} S_{buque i}, \min \left[S_n, \frac{m}{k} \cdot \max [S_{buque i}] \right] \right]$$

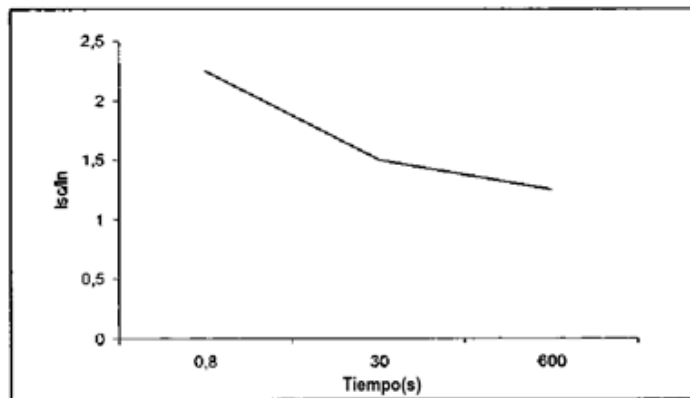
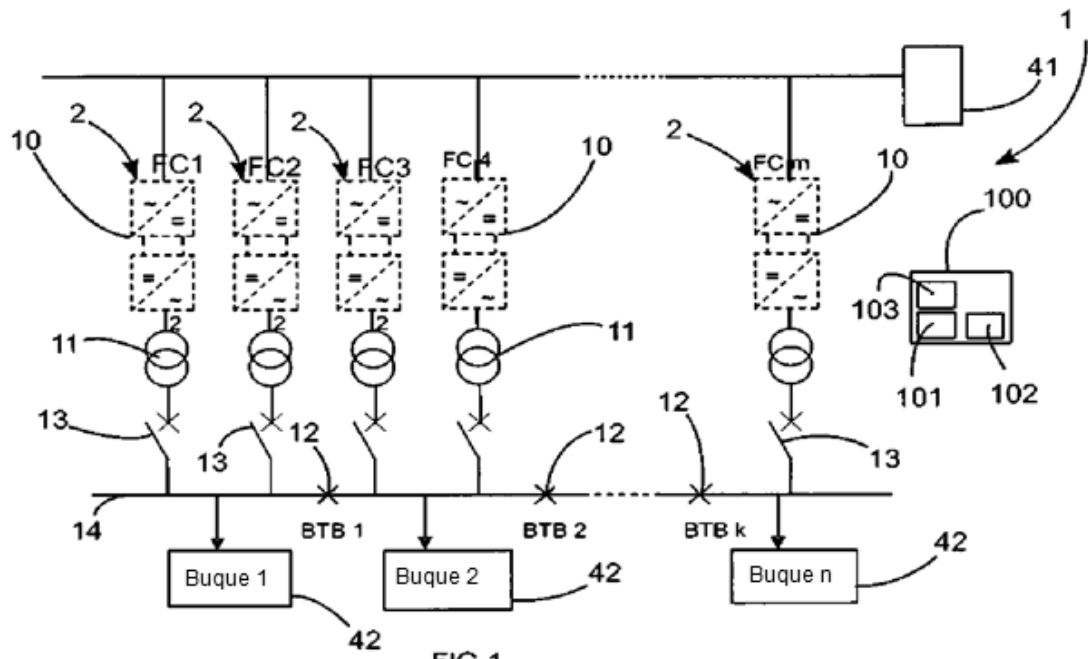
en las que,

- 40 S_n: potencia nominal máxima de la instalación de conversión;
- S_t: potencia nominal de la instalación de conversión después de la configuración;
- S_{FC}: potencia nominal de los convertidores de frecuencia;
- N_{FC}: número de convertidores de frecuencia activados;
- S_{buque i}: potencia nominal de la red i a alimentar;
- k: factor multiplicador;
- m: factor multiplicador.

45 5. Procedimiento de configuración según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende una etapa de determinación de al menos un subconjunto de convertidores a interconectar entre el conjunto de convertidores activados y una etapa de interconexión de los convertidores de este al menos un subconjunto de convertidores.

50 6. Procedimiento de configuración según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** la interconexión se realiza mediante el control de al menos un interruptor controlado (12, 13).

7. Instalación (1) de conversión de energía eléctrica que comprende varios convertidores (2), comprendiendo la instalación unos medios materiales (11, 12, 13, 100) y/o informáticos de aplicación del procedimiento de configuración según una de las reivindicaciones anteriores.
- 5 8. Instalación (1) según la reivindicación anterior, **caracterizada porque** los medios materiales y/o informáticos comprenden un elemento (101) de determinación de un conjunto de convertidores a activar y un elemento (102) de activación de este conjunto de convertidores.
- 10 9. Instalación (1) según la reivindicación 7 u 8, **caracterizada porque** los medios materiales y/o informáticos comprenden un elemento (103) de determinación de al menos un subconjunto de convertidores a interconectar entre el conjunto de convertidores activados y un elemento (12, 13, 14) de interconexión de los convertidores de este al menos un subconjunto de convertidores.
- 10 10. Instalación (1) según la reivindicación anterior, **caracterizada porque** el elemento de interconexión comprende al menos un interruptor controlado (12, 13).
11. Instalación (1) según una de las reivindicaciones 7 a 10, **caracterizada porque** cada convertidor comprende un elemento (10) de conversión de frecuencia y/o un elemento de conversión de tensión (11).
- 15 12. Programa informático que comprende un medio de código de programa informático adaptado para la ejecución de etapas del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, cuando el programa se ejecuta en un ordenador.



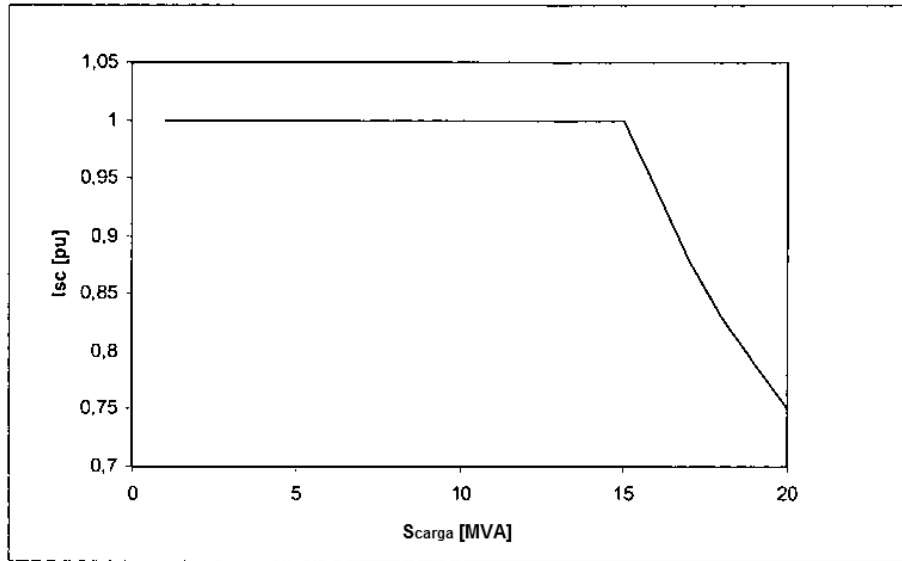


FIG.3

Sbuque [MVA]	S _t [MVA]	N _{FC} (0,5MVA)	N _{FC} (1MVA)	N _{FC} (2MVA)	N _{FC} (3MVA)	N _{FC} (4MVA)	N _{FC} (5MVA)
1	1,3	3	2	1	1	1	1
2	2,7	6	3	2	1	1	1
3	4,0	8	4	2	2	1	1
4	5,3	11	6	3	2	2	2
5	6,7	14	7	4	3	2	2
6	8,0	16	8	4	3	2	2
7	9,3	19	10	5	4	3	2
8	10,7	22	11	6	4	3	3
9	12,0	24	12	6	4	3	3
10	13,3	27	14	7	5	4	3
11	14,7	30	15	8	5	4	3
12	16,0	32	16	8	6	4	4
13	17,3	35	18	9	6	5	4
14	18,7	38	19	10	7	5	4
15	20,0	40	20	10	7	5	4
16	20,0	40	20	10	7	5	4
17	20,0	40	20	10	7	5	4
18	20,0	40	20	10	7	5	4
19	20,0	40	20	10	7	5	4
20	20,0	40	20	10	7	5	4

FIG.4

Sbuque [MVA]	S_t [MVA]	FC Carga [%] (0,5MVA)	FC Carga [%] (1MVA)	FC Carga [%] (2MVA)	FC Carga [%] (3MVA)	FC Carga [%] (4MVA)	FC Carga [%] (5MVA)
1	1,3	89	67	67	44	33	27
2	2,7	89	89	67	89	67	53
3	4,0	100	100	100	67	100	80
4	5,3	97	89	89	89	67	53
5	6,7	95	95	83	74	83	67
6	8,0	100	100	100	89	100	80
7	9,3	98	93	93	78	78	93
8	10,7	97	97	89	89	89	71
9	12,0	100	100	100	100	100	80
10	13,3	99	95	95	89	83	89
11	14,7	98	98	92	98	92	98
12	16,0	100	100	100	89	100	80
13	17,3	99	96	96	96	87	87
14	18,7	98	98	93	89	93	93
15	20,0	100	100	100	95	100	100
16	20,0	100	100	100	95	100	100
17	20,0	100	100	100	95	100	100
18	20,0	100	100	100	95	100	100
19	20,0	100	100	100	95	100	100
20	20,0	100	100	100	95	100	100

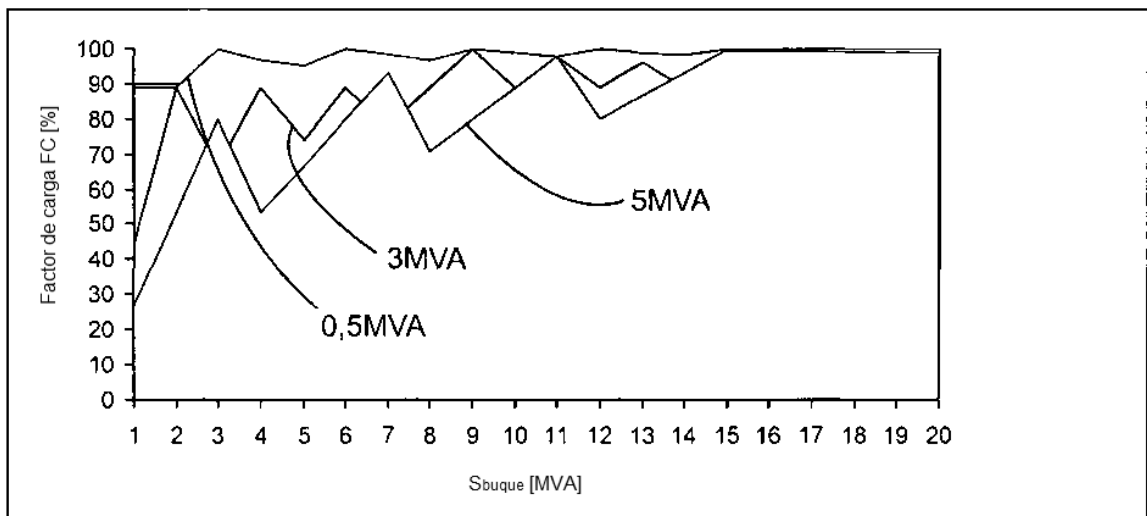


FIG.5

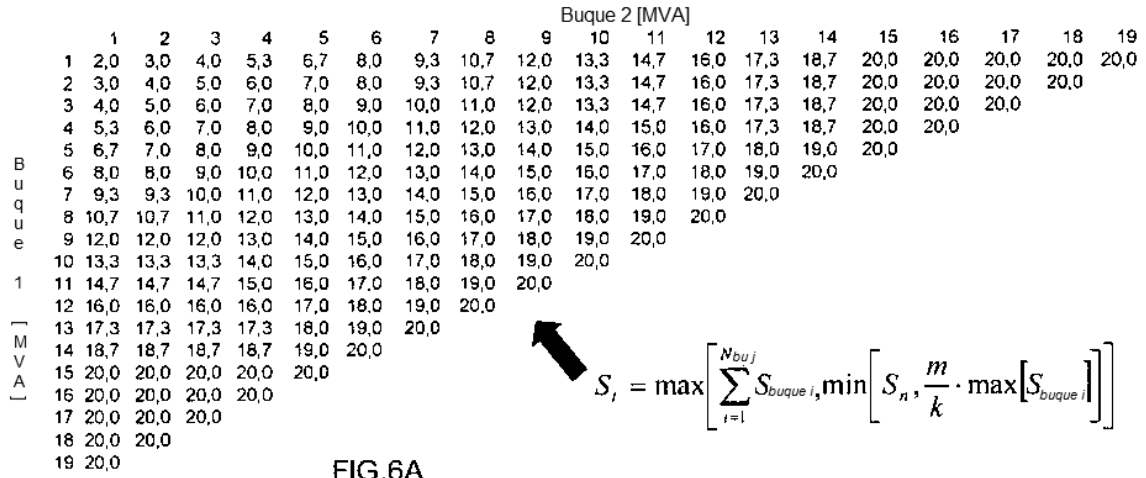


FIG.6A

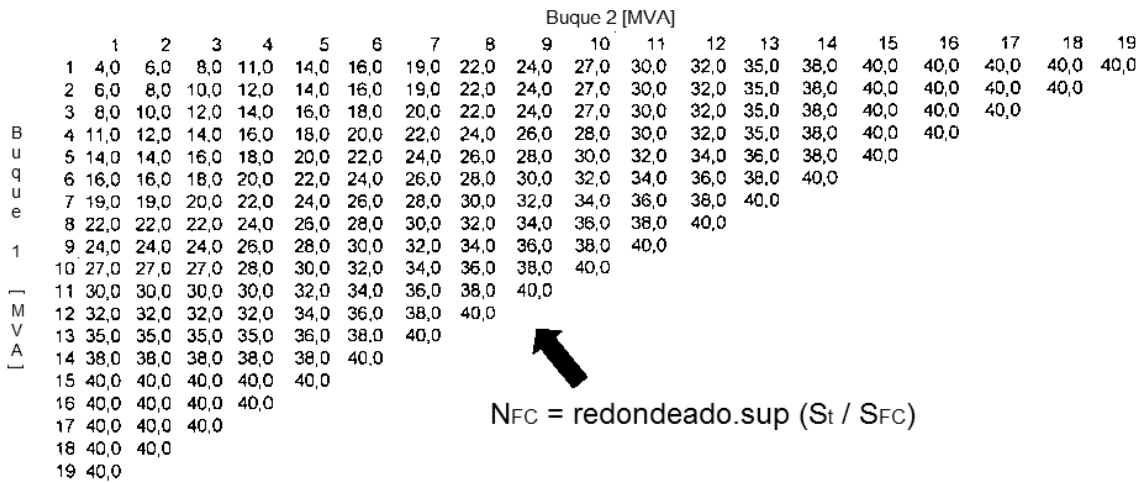


FIG.6B

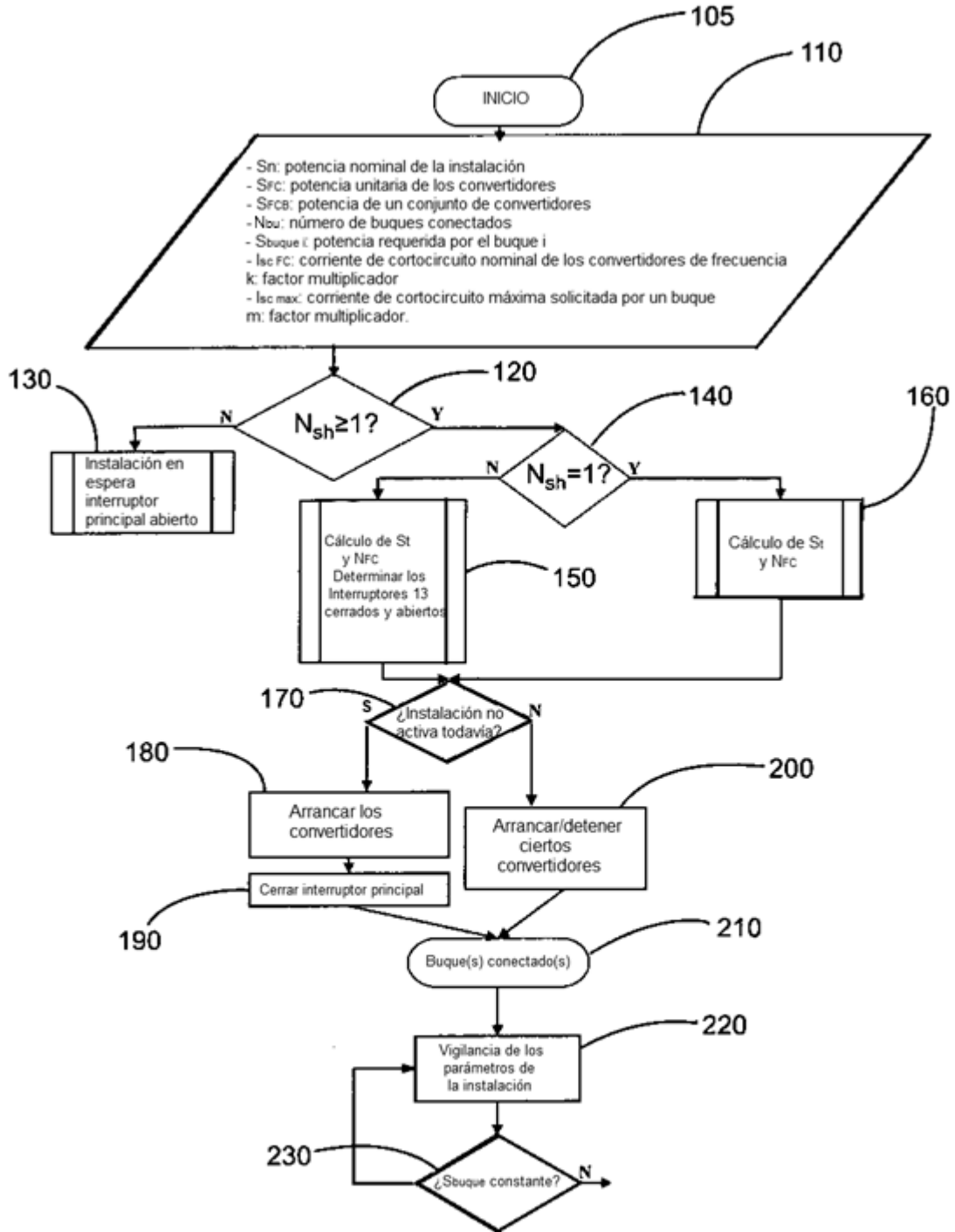


FIG.7