

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 661**

51 Int. Cl.:

H02J 3/36 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

H02H 7/122 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.12.2015 PCT/CN2015/096747**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2016 WO16101787**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2015 E 15871856 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019 EP 3211743**

54 Título: **Método de conmutación de isla a red**

30 Prioridad:

23.12.2014 CN 201410812231

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

20.05.2020

73 Titular/es:

**NR ELECTRIC CO., LTD. (50.0%)
No.69 Suyuan Avenue, Jiangning District
Nanjing, Jiangsu 211102, CN y
NR ENGINEERING CO., LTD (50.0%)**

72 Inventor/es:

**DONG, YUNLONG;
TIAN, JIE;
HU, ZHAOQING;
LI, HAIYING;
CAO, DONGMING;
LIU, HAIBIN y
LU, YU**

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 761 661 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

Método de conmutación de isla a red.

5 **Antecedentes****Campo técnico**

10 La presente invención se refiere al campo de la electrónica de potencia, y, en particular, a un método de conmutación de modo de isla a red activa para un sistema de transmisión de VSC-HVDC.

Técnica relacionada

15 Los convertidores de tipo fuente de tensión se usan para la transmisión en alta corriente continua, y la potencia activa y la potencia reactiva se pueden controlar independientemente y de forma rápida, con el fin de mejorar la estabilidad del sistema, inhibir las fluctuaciones de la frecuencia del sistema y del voltaje del mismo, y mejorar el rendimiento estable de un sistema de corriente alterna con conexión a red. La transmisión flexible en corriente continua presenta grandes ventajas en sectores tales como la conexión a redes eléctricas de nuevas energías, la conexión a redes eléctricas con generación de energía distribuida, el suministro de energía en modo isla, y el suministro de energía en redes de distribución urbanas. Por lo tanto, las investigaciones sobre tecnologías relacionadas con la transmisión flexible en corriente continua tienen una significación importante.

25 Cuando un sistema de transmisión flexible en corriente continua está en un estado de funcionamiento de isla, el extremo proximal de una estación de convertidor se cierra para conectarse a una red de corriente alterna o se cierra un conmutador de un extremo remoto. Una estación de convertidor flexible de corriente continua está conectada en paralelo a una red activa para su funcionamiento. El sistema flexible de corriente continua necesita conmutar de un modo de control de funcionamiento de isla en curso a un modo de control de funcionamiento con conexión a red, para mantener un funcionamiento continuo del sistema de transmisión en corriente continua.

30 Cuando un sistema de transmisión flexible en corriente continua está en un estado de funcionamiento de isla, si el sistema de transmisión flexible en corriente continua entra en un estado conectado a red debido a una operación de cierre en un conmutador, es necesario detectar de forma precisa el momento en el que el sistema de transmisión flexible en corriente continua entra en el estado conectado a red, y es necesario que el funcionamiento en curso en modo de isla conmute a un funcionamiento activo en el momento adecuado. De lo contrario, un periodo relativamente prolongado provocará que la red se sitúe fuera de sincronización, y, consecuentemente, el sistema de transmisión de VSC HVDC deja de funcionar. Al mismo tiempo, se requiere también una conmutación suave a un funcionamiento en una modalidad en línea, de manera que se evite que el sistema de transmisión de VSC HVDC ejecute una acción de protección y se sitúe fuera de servicio, lo cual viene provocado por un fenómeno de sobrecorriente o sobrevoltaje que surge en el momento de la conmutación. En la actualidad, no existe ningún informe relacionado con una modalidad de detección para detectar un cambio de una modalidad de funcionamiento de red por parte de un sistema de transmisión flexible en corriente continua en un estado de funcionamiento de isla para entrar en un estado en línea y con control de la suavidad.

45 El estado de la técnica pertinente se representa con los documentos CN 103647286 A y CN 103904676 A.

Sumario

50 La presente exposición proporciona un método según se detalla en la reivindicación 1. Se proporciona también un sistema de control de acuerdo con la reivindicación 5. En las reivindicaciones dependientes se proporcionan características ventajosas.

55 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un método para detectar un cambio de una modalidad de funcionamiento de red por parte de un sistema de transmisión flexible en corriente continua en un estado de funcionamiento de isla para entrar en un estado conectado a red, con el fin de garantizar una conmutación precisa y suave del sistema de transmisión flexible en corriente continua desde un estado de funcionamiento de isla a un estado de funcionamiento en línea.

Para alcanzar el objetivo anterior, en la presente invención se usa una solución técnica:

60 Detectando si se produce un fenómeno de sobrecorriente en la corriente de un brazo de puente de convertidor y estados de cambio de voltajes en el lado de la red y el lado de las válvulas, un sistema de control determina si un sistema de transmisión de VSC HVDC entra en un estado conectado a red, y se incluyen las siguientes etapas:

65 (1) cuando una estación de convertidor del sistema de transmisión de VSC HVDC está en un estado de funcionamiento de isla, detectar si se produce un fenómeno de sobrecorriente en la corriente alterna trifásica del lado de las válvulas del convertidor o en una corriente de brazo de puente del convertidor,

siendo el ajuste del valor constante de la sobrecorriente tomado como n veces la corriente nominal del lado de las válvulas del convertidor o la corriente del brazo de puente nominal; y si se produce el fenómeno de sobrecorriente y dicho fenómeno de sobrecorriente se prolonga durante una duración t_1 , llevar a cabo la etapa (2); y si no, llevar a cabo nuevamente la etapa (1);

5 (2) bloquear un convertidor, y detectar si un voltaje del lado de la corriente alterna es inferior a un umbral; si el voltaje es inferior al umbral y se prolonga durante una duración t_2 , desbloquear el convertidor y llevar a cabo nuevamente la etapa (1); y si no, llevar a cabo la etapa (3); y

10 (3) controlar el ajuste de un bucle de enganche de fase del sistema para realizar un seguimiento de la fase del voltaje del lado de la corriente alterna en curso, al mismo tiempo, iniciar la conmutación de un modo de control, conmutar de un modo de control de isla en curso de la estación de convertidor del sistema de transmisión flexible en corriente continua a un modo de control activo, y desbloquear el convertidor.

15 En la etapa (1) anterior, el ajuste del valor constante de sobrecorriente está fijado en n veces la corriente nominal del lado de las válvulas del convertidor o la corriente del brazo de puente del convertidor. Un intervalo de valores de n es de 1 a 10, un intervalo de valores de la duración t_1 es de 0 a 1s, y un intervalo de valores de t_2 es de 0 a 1s.

20 En la etapa (2) anterior, un intervalo de valores del umbral del voltaje del lado de la corriente alterna es de 0 a 0.99 pu, y un intervalo de valores de la duración t es de 0 a 1s.

En el momento de conmutación del modo de control en la etapa (3), las instrucciones de potencia activa y potencia reactiva mantienen unos valores de funcionamiento en curso de la potencia activa y la potencia reactiva. Alternativamente, la potencia activa y la potencia reactiva pueden ser 0, y se pueden incrementar gradualmente, por medio de una pendiente, a los valores de funcionamiento en curso.

25 La presente invención incluye, además, un aparato de control conectado de isla a red pasivo (del inglés, "passive islanding-to-grid connected control apparatus"), que incluye una unidad de detección de sobrecorrientes de convertidor, una unidad de detección de voltaje del lado de la corriente alterna, y una unidad de conmutación del modo de isla a en línea.

30 Cuando una estación de convertidor de un sistema de transmisión de VSC HVDC está en un estado de funcionamiento de isla, la unidad de detección de sobrecorrientes del convertidor detecta si se produce un fenómeno de sobrecorriente en la corriente alterna trifásica del lado de válvulas del convertidor o en una corriente de brazo de puente del convertidor, siendo el ajuste del valor constante de la sobrecorriente tomado como n veces la corriente nominal del lado de las válvulas del convertidor o la corriente nominal del brazo de puente; y si se produce el fenómeno de sobre corriente, y el fenómeno de sobrecorriente se prolonga durante una duración t_1 , actúa la unidad de detección de voltaje del lado de la corriente alterna; y si no, actúa nuevamente la unidad de detección de sobrecorriente del convertidor.

35 En primer lugar, la unidad de detección de voltaje del lado de la corriente alterna bloquea un convertidor, y, a continuación, detecta si el voltaje del lado de la corriente alterna es inferior a un umbral; si el voltaje es inferior al umbral y se prolonga durante una duración t_2 , el convertidor se desbloquea, y la unidad de detección de sobrecorrientes del convertidor continúa llevando a cabo la detección; y si no, actúa la unidad de conmutación del modo de isla a en línea.

40 Una de las funciones de la unidad de conmutación del modo de isla a en línea es conmutar un modo de control; en el momento de la conmutación del modo de control, las instrucciones de potencia activa y potencia reactiva mantienen los valores de funcionamiento en curso de la potencia activa y la potencia reactiva; o, después de la conmutación, la potencia activa y la potencia reactiva se convierten a 0, y se incrementan gradualmente hacia los valores de funcionamiento antes de la conmutación.

45 La presente invención incluye, además, un sistema de control de modo de isla a en línea, que incluye un convertidor, un controlador de capa superior, y un aparato controlado por válvula, donde

50 (1) cuando una estación de convertidor de un sistema de transmisión flexible en corriente continua está en un estado de funcionamiento de isla, el controlador de capa superior detecta si se produce un fenómeno de sobrecorriente en la corriente alterna trifásica del lado de las válvulas del convertidor o en una corriente de brazo de puente del convertidor, siendo el ajuste del valor constante de la sobrecorriente tomado como n veces la corriente nominal del lado de las válvulas del convertidor o la corriente nominal del brazo de puente; y si se produce el fenómeno de sobrecorriente, y el fenómeno de sobrecorriente se prolonga durante una duración t_1 , se lleva a cabo la etapa (2), si no, se lleva a cabo nuevamente la etapa (1);

60 (2) bloquear un convertidor, y se detecta si el voltaje del lado de la corriente alterna es inferior a un umbral; si el voltaje es inferior al umbral y se prolonga durante una duración t_2 , el convertidor se desbloquea, y la

etapa (1) se lleva a cabo nuevamente; y si no, se lleva a cabo la etapa (3);

- 5 (3) controlar la fijación de un bucle de enganche de fase de sistema para realizar un seguimiento de la fase en curso del voltaje del lado de la corriente alterna, al mismo tiempo, iniciar la conmutación de un modo de control, conmuta de un modo de control de isla en curso de la estación de convertidor del sistema de transmisión flexible en corriente directa a un modo de control activo, y desbloquea el convertidor.

Después de adoptarse las soluciones anteriores, la presente invención tiene los siguientes efectos beneficiosos:

- 10 En el método para detectar un cambio de una modalidad de funcionamiento de red por parte de un sistema de transmisión flexible en corriente continua en un estado de funcionamiento de isla para entrar en un estado en línea, proporcionado en la presente invención, la detección en el momento de conexión a la red es precisa, y se puede conmutar de manera suave a la modalidad de funcionamiento en línea sin provocar un impacto en una red.

15 **Breve descripción de los dibujos**

la figura 1 es un diagrama estructural esquemático de estaciones dobles de un sistema de transmisión de VSC HVDC;

- 20 la figura 2 es un diagrama esquemático de un modo de control de una estación de convertidor de detección conectado a red;

la figura 3 es un diagrama esquemático de un modo de control de una estación de control de voltaje de corriente continua constante; y

- 25 la figura 4 es un diagrama de flujo de la detección de la conexión a red de VSC HVDC en un modo de funcionamiento de isla.

30 **Descripción detallada**

Las soluciones técnicas se describen a continuación de forma detallada en referencia a los dibujos adjuntos y a formas de realización específicas.

- 35 Tal como se muestra en la figura 1, las estaciones convertidoras de transmisión flexible en corriente continua 201 y 202 se encuentran en un estado de funcionamiento de isla. El conmutador de extremo remoto 102 no está cerrado, los sistemas de transmisión de VSC HVDC 201 y 202 no están conectados a una red de corriente alterna 400, y los sistemas de transmisión de VSC HVDC 201 y 202 se encuentran en el estado de funcionamiento de isla. La referencia 202 es el lado de control de voltaje de corriente continua constante. Consúltese la figura 3 en relación con un modo de control de la referencia 202. La referencia 201 usa un modo de control en la figura 2. La figura 3 muestra un modo de control de voltaje de corriente continua constante, que permanece invariable antes y después de la conmutación. Se conmuta al modo de control activo cuando se detecta un estado en línea en una estación de detección conectado a red en la figura 2. Si el conmutador 102 está cerrado, se detecta si conmutar del funcionamiento de isla a un funcionamiento de estado en línea (véase la figura 4) de acuerdo con las siguientes etapas:

- 45 (1) cuando una estación de convertidor del sistema de transmisión flexible en corriente continua está en un estado de funcionamiento de isla, detectar si se produce un fenómeno de sobrecorriente en la corriente alterna trifásica del lado de las válvulas del convertidor o en una corriente de brazo de puente del convertidor, siendo el ajuste del valor constante de la sobrecorriente tomado como n veces la corriente nominal del lado de las válvulas del convertidor o la corriente nominal del brazo de puente; y si se produce el fenómeno de sobrecorriente y dicho fenómeno de sobrecorriente se prolonga durante una duración t1, llevar a cabo la etapa (2); y si no, llevar a cabo nuevamente la etapa (1).
- 50 (2) bloquear un convertidor, y detectar si un voltaje del lado de la corriente alterna es inferior a un umbral; si el voltaje es inferior al umbral y se prolonga durante una duración t2, desbloquear el convertidor y llevar a cabo nuevamente la etapa (1); y si no, llevar a cabo la etapa (3).
- 55 (3) controlar el ajuste de un bucle de enganche de fase del sistema para realizar un seguimiento de la fase del voltaje del lado de la corriente alterna en curso, al mismo tiempo, iniciar la conmutación de un modo de control, conmutar de un modo de control de isla en curso de la estación de convertidor del sistema de transmisión flexible en corriente continua a un modo de control activo, y desbloquear el convertidor.
- 60

Un intervalo de valores de la duración t1 es de 0 a 1s, y un intervalo de valores de t2 es de 0 a 1s.

- 65 Después de que se cierre el conmutador 102, si un lado de red 400 está en un estado activo, el convertidor 201 conmuta de un modo de control de isla a un modo de control activo de acuerdo con las etapas anteriores. En un

caso especial, el lado de red 400 es un sistema pasivo. Después de que se cierre el conmutador 102, no se produce ningún fenómeno de sobrecorriente del brazo de puente en un estado normal. Por lo tanto, el modo de control no se conmuta. Alternativamente, después de que se bloquee el convertidor, si se detecta que el voltaje del lado de la corriente alterna es inferior a un umbral, se excluye inmediatamente la condición de detección en línea durante un periodo de tiempo, se prohíbe la conmutación del funcionamiento de isla al funcionamiento en línea, y al mismo tiempo, el convertidor se libera inmediatamente para activar un impulso. El proceso de detección en línea finaliza, y el convertidor 201 sigue manteniendo el estado de funcionamiento de isla original.

La presente invención proporciona, además, un aparato de control pasivo de modo de isla a conexión de red, que incluye una unidad de detección de sobrecorrientes de convertidor, una unidad de detección de voltaje del lado de la corriente alterna, y una unidad de conmutación del modo de isla a en línea. Cuando una estación de convertidor de un sistema de transmisión de VSC HVDC está en un estado de funcionamiento de isla, la unidad de detección de sobrecorrientes del convertidor detecta si se produce un fenómeno de sobrecorriente en la corriente alterna trifásica del lado de las válvulas del convertidor o en una corriente de brazo de puente del convertidor, siendo el ajuste del valor constante de la sobrecorriente tomado como n veces la corriente nominal del lado de las válvulas del convertidor o la corriente nominal del brazo de puente; y si se produce el fenómeno de sobre corriente, y el fenómeno de sobrecorriente se prolonga durante una duración t_1 , actúa la unidad de detección de voltaje del lado de la corriente alterna; y si no, actúa nuevamente la unidad de detección de sobrecorriente del convertidor.

En primer lugar, la unidad de detección de voltaje del lado de la corriente alterna bloquea un convertidor, y, a continuación, detecta si el voltaje del lado de la corriente alterna es inferior a un umbral; si el voltaje es inferior al umbral y se prolonga durante una duración t_2 , el convertidor se desbloquea, y la unidad de detección de sobrecorrientes del convertidor continúa llevando a cabo la detección; y si no, actúa la unidad de conmutación pasiva de modo de isla a conexión de red.

Una de las funciones de la unidad de conmutación pasiva de modo de isla a conexión de red es conmutar un modo de control; en el momento de la conmutación del modo de control, las instrucciones de potencia activa y potencia reactiva mantienen los valores de funcionamiento en curso de la potencia activa y la potencia reactiva; o, después de la conmutación, la potencia activa y la potencia reactiva se convierten a 0, y se incrementan gradualmente hacia los valores de funcionamiento antes de la conmutación.

La presente invención proporciona asimismo un sistema de control pasivo de modo de isla a conexión de red, que incluye un convertidor, un controlador de capa superior, y un aparato controlado por válvula, en el que

- (1) cuando una estación de convertidor de un sistema de transmisión de VSC HVDC está en un estado de funcionamiento de isla, el controlador de capa superior detecta si se produce un fenómeno de sobrecorriente en la corriente alterna trifásica del lado de las válvulas del convertidor o en una corriente de brazo de puente del convertidor, siendo el ajuste del valor constante de la sobrecorriente tomado como n veces la corriente nominal del lado de las válvulas del convertidor o la corriente nominal del brazo de puente; y si se produce el fenómeno de sobrecorriente, y el fenómeno de sobrecorriente se prolonga durante una duración t_1 , se lleva a cabo la etapa (2), si no, se lleva a cabo nuevamente la etapa (1);
- (2) un convertidor es bloqueado, y se detecta si el voltaje del lado de la corriente alterna es inferior a un umbral; si el voltaje es inferior al umbral y se prolonga durante una duración t_2 , el convertidor se desbloquea, y la etapa (1) se lleva a cabo nuevamente; y si no, se lleva a cabo la etapa (3);
- (3) el controlador de capa superior fija un bucle de enganche de fase para realizar un seguimiento de la fase en curso del voltaje del lado de la corriente alterna, al mismo tiempo, inicia la conmutación de un modo de control, conmuta de un modo de control de isla en curso de la estación de convertidor del sistema de transmisión de VSC HVDC a un modo de control activo, y desbloquea el convertidor.

Las anteriores formas de realización se usan meramente para describir ideas técnicas de la presente invención y no definen el alcance de protección de la presente invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método de conmutación de un modo de control pasivo de isla a un modo de control conectado a red para un sistema de transmisión de HVDC con VSC, Convertidor en Fuente de Tensión, comprendiendo el método las siguientes etapas:
- 10 1) cuando una estación de convertidor (201, 202) del sistema de transmisión de VSC HVDC está en un estado de funcionamiento pasivo de isla, detectar si se produce un fenómeno de sobrecorriente en una corriente alterna trifásica del lado de las válvulas del convertidor o en una corriente de brazo de puente del convertidor de dicha estación de convertidor, siendo un ajuste del valor constante de la sobrecorriente tomado como n veces una corriente nominal del lado de las válvulas del convertidor o una corriente nominal del brazo de puente;
- 15 si se produce el fenómeno de sobrecorriente, y dicho fenómeno de sobrecorriente se prolonga durante una duración t_1 , llevar a cabo la etapa 2); y si no, llevar a cabo nuevamente la etapa 1);
- 20 2) bloquear dicho convertidor, y detectar si un voltaje del lado de la corriente alterna es inferior a un umbral; si el voltaje es inferior al umbral y se prolonga durante una duración t_2 , desbloquear dicho convertidor y llevar a cabo nuevamente la etapa 1); y si no, llevar a cabo la etapa 3); y
- 25 3) ajustar un bucle de enganche de fase para realizar un seguimiento de una fase en curso del voltaje del lado de la corriente alterna, y al mismo tiempo, iniciar la conmutación al modo de control activo conectado a red, comprendiendo el inicio de la conmutación al modo de control activo conectado a red conmutar de un modo de control pasivo en curso de isla de la estación de convertidor del sistema de transmisión de VSC HVDC al modo de control activo conectado a red, y desbloquear dicho convertidor.
- 30 2. Método de conmutación de un modo de control pasivo de isla a un modo de control de conexión de red para un sistema de transmisión de VSC HVDC según la reivindicación 1, en el que, en la etapa 1), el ajuste del valor constante de la sobrecorriente está fijado en n veces una corriente nominal del lado de las válvulas del convertidor o una corriente nominal de brazo de puente; un intervalo de valores de n es de 1 a 10, un intervalo de valores de la duración t_1 es de 0 a 1s, y un intervalo de valores de t_2 es de 0 a 1s.
- 35 3. Método de conmutación de un modo de control pasivo de isla a un modo de control conectado a red para un sistema de transmisión de VSC HVDC según la reivindicación 1, en el que, en la etapa 2), un intervalo de valores del umbral del voltaje del lado de la corriente alterna es de 0 a 0.99 pu, y un intervalo de valores de una duración t es de 0 a 1s.
- 40 4. Método de conmutación de un modo de control pasivo de isla a un modo de control conectado a red para un sistema de transmisión de VSC HVDC según la reivindicación 1, en el que, en el momento de la conmutación del modo de control en la etapa 3), las instrucciones de potencia activa y potencia reactiva mantienen los valores de funcionamiento en curso de una potencia activa y una potencia reactiva; o, después de la conmutación, la potencia activa y la potencia reactiva se convierten a 0, y se incrementan gradualmente hacia los valores de funcionamiento antes de la conmutación.
- 45 5. Sistema de control de conmutación de un modo de control pasivo de isla a un modo de control conectado a red, que comprende un convertidor, un controlador de capa superior, y un aparato controlado por válvula, en el que
- 50 1) cuando una estación de convertidor (201, 202) de un sistema de transmisión de VSC HVDC está en un estado de funcionamiento de isla, el controlador de capa superior detecta si se produce un fenómeno de sobrecorriente en la corriente alterna trifásica del lado de las válvulas del convertidor o en una corriente de brazo de puente del convertidor de dicha estación de convertidor, siendo un ajuste del valor constante de la sobrecorriente tomado como n veces una corriente nominal del lado de las válvulas del convertidor o una corriente nominal del brazo de puente;
- 55 si se produce un fenómeno de sobrecorriente, y el fenómeno de sobrecorriente se prolonga durante una duración t_1 , se lleva a cabo la etapa 2), si no, se lleva a cabo nuevamente la etapa 1);
- 60 2) dicho convertidor es bloqueado, y se detecta si el voltaje del lado de la corriente alterna es inferior a un umbral; si el voltaje es inferior al umbral y se prolonga durante una duración t_2 , dicho convertidor se desbloquea, y la etapa 1) se lleva a cabo nuevamente; y si no, se lleva a cabo la etapa 3); y
- 65 3) el controlador de capa superior fija un bucle de enganche de fase para realizar un seguimiento de una fase en curso del voltaje del lado de la corriente alterna, y al mismo tiempo, inicia la conmutación al modo de control activo conectado a red, tras el inicio de la conmutación al modo de control activo conectado a red, estando el controlador de capa superior configurado para conmutar del modo de control pasivo de isla en curso de la estación de convertidor del sistema de transmisión de VSC HVDC al modo de control activo, y

desbloquea dicho convertidor.

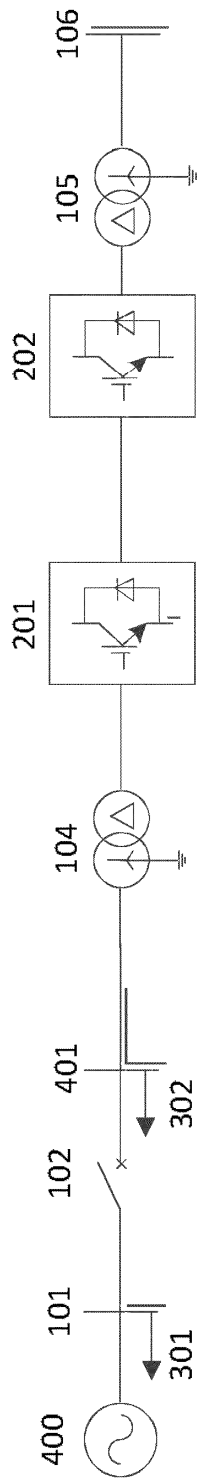


FIG. 1

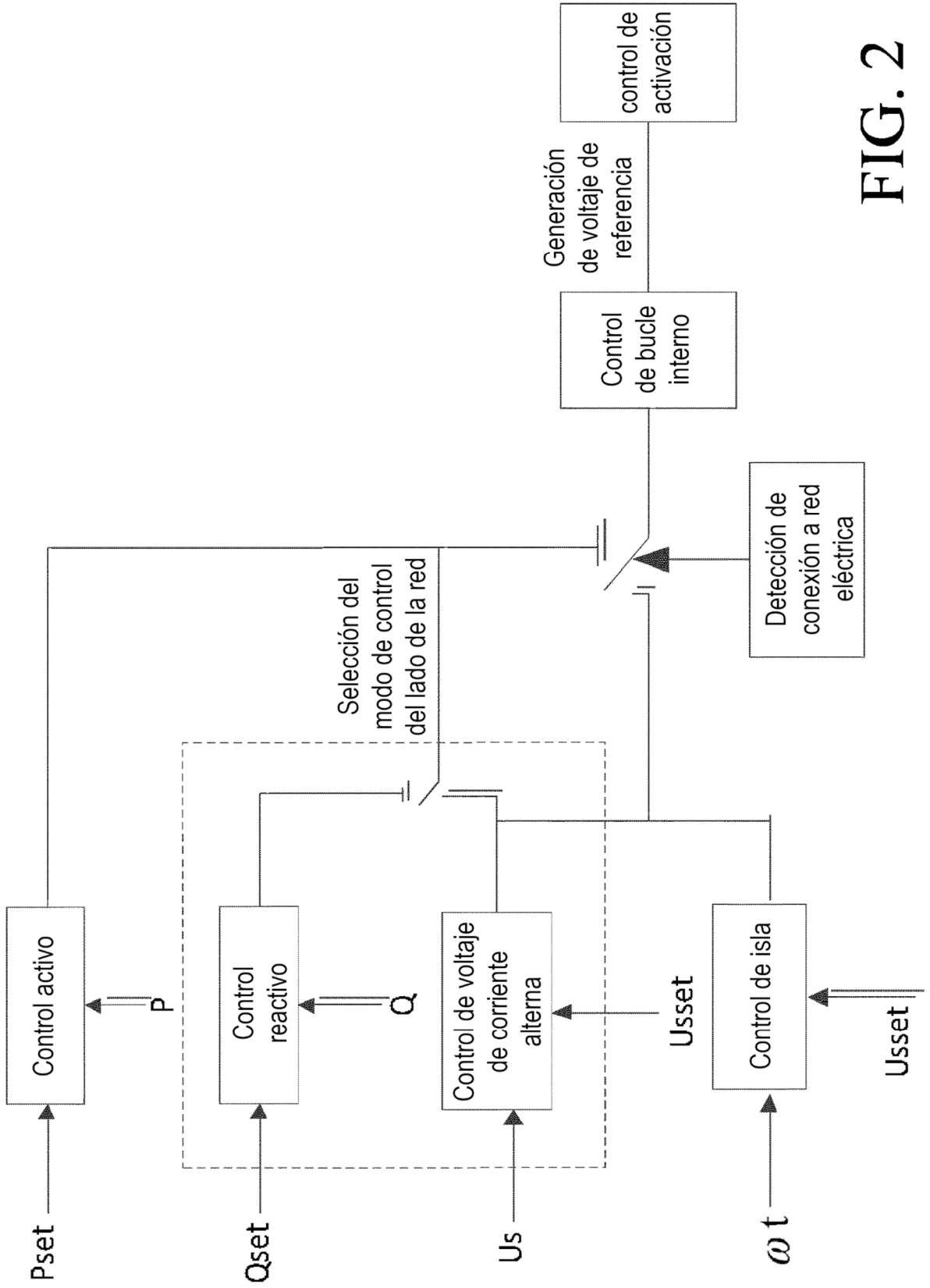


FIG. 2

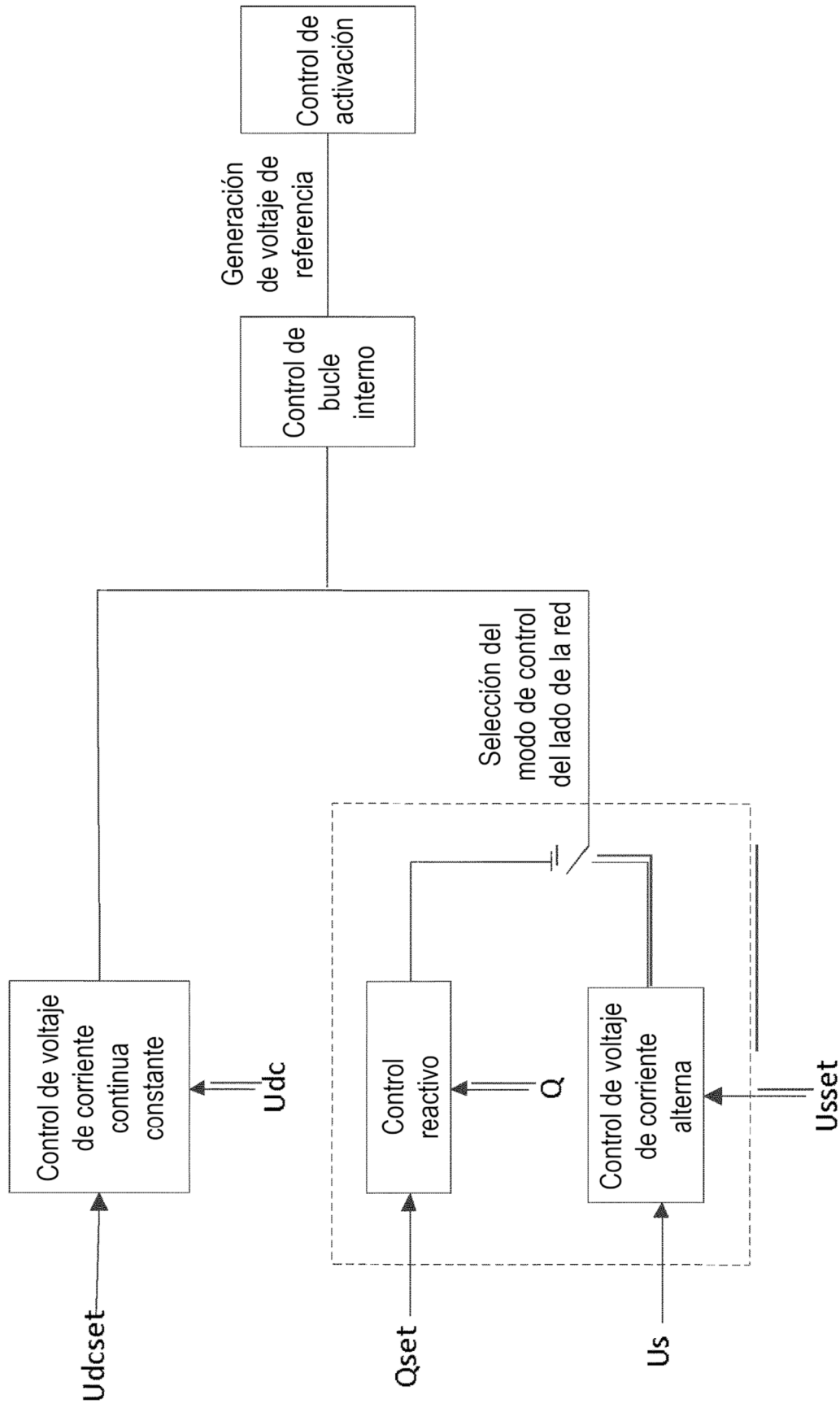


FIG. 3

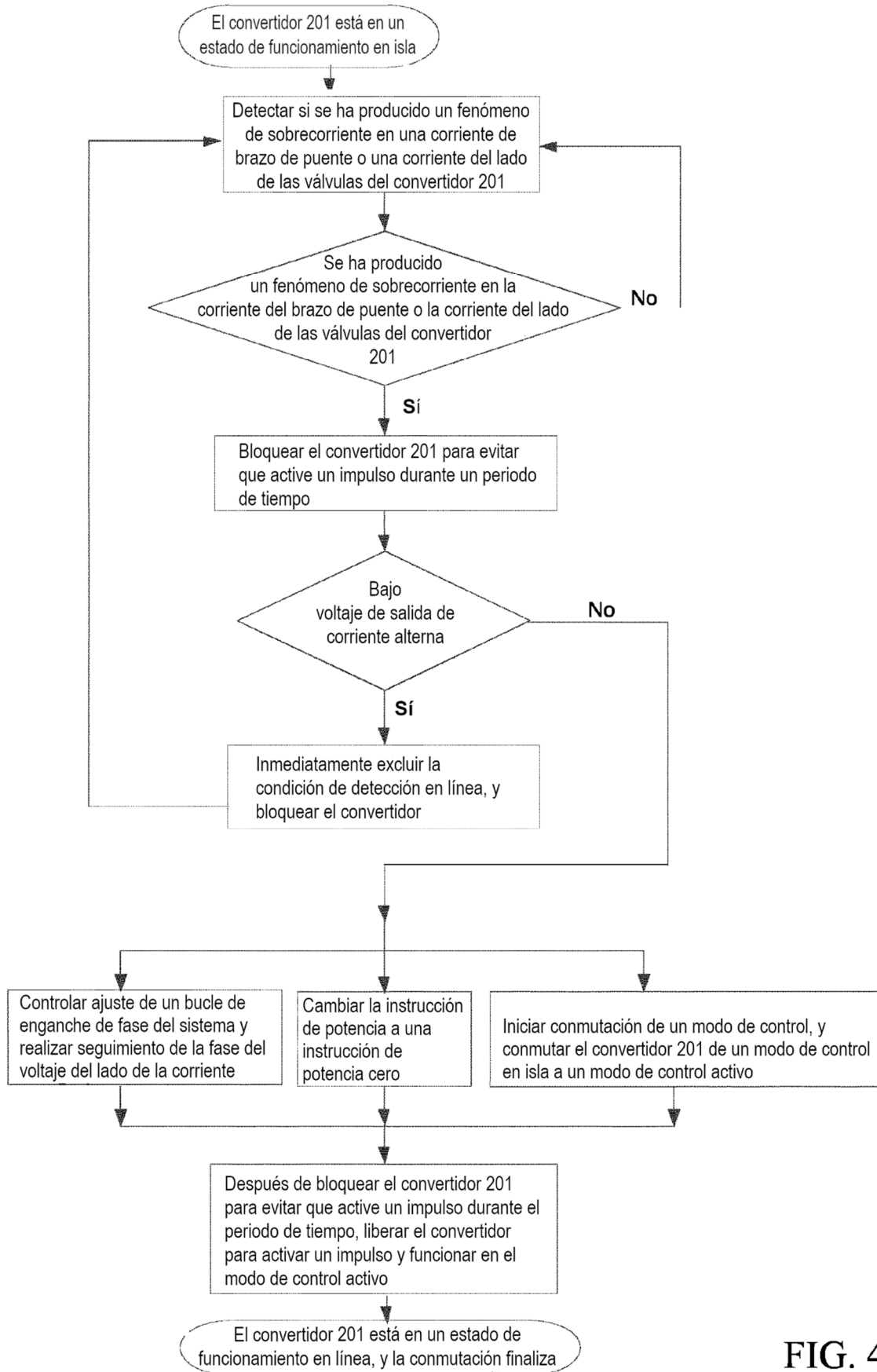


FIG. 4