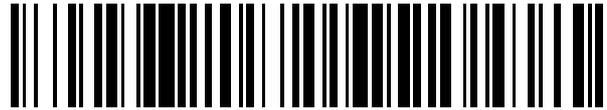


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 568 250**

51 Int. Cl.:

H02H 3/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.08.2012 E 12772145 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016 EP 2754216**

54 Título: **Coordinación de protección optimizada de disyuntor de disparo electrónico mediante monitorización de la disponibilidad de corriente de cortocircuito**

30 Prioridad:

08.09.2011 US 201113227614

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

28.04.2016

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC USA, INC. (100.0%)
200 N. Martingale Road, Suite 1000
Schaumburg, IL 60173, US**

72 Inventor/es:

SMITH, TIMOTHY, LEE

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 568 250 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

Coordinación de protección optimizada de disyuntor de disparo electrónico mediante monitorización de la disponibilidad de corriente de cortocircuito

Sector técnico de la invención

- 5 Aspectos de la presente descripción se refieren a sistemas y procedimientos para coordinar configuraciones de disparo de disyuntores electrónicos mediante la monitorización de la corriente de cortocircuito disponible (SCCA, short circuit current available).

Antecedentes

- 10 Los disyuntores de disparo electrónico se utilizan para controlar el flujo de electricidad a través de un sistema de distribución eléctrica y para proteger los equipos y al personal frente a daños o perjuicios en caso de producirse una sobrecorriente o un cortocircuito. La coordinación de la protección de disyuntores para condiciones de corriente de sobrecarga se puede aplicar de manera consistente dado que la corriente que constituye una condición de sobrecarga es relativamente baja y se puede definir según los parámetros físicos y de funcionamiento conocidos del sistema de distribución eléctrica. Sin embargo, la coordinación de la protección de disyuntores para condiciones de cortocircuito puede ser más difícil dado que la corriente de cortocircuito puede ser de estimación imprecisa o difícil. Las imprecisiones en la estimación de la corriente de cortocircuito pueden estar provocadas por una serie de factores que incluyen: estimación imprecisa de la corriente de cortocircuito proporcionada por el suministro; impedancias del transformador, del cable y de la conexión; inductancia y capacitancia de las líneas de dispersión; otras máquinas rotativas presentes en la red eléctrica local que pueden alimentar el fallo; iluminación u otras cargas que afectan al funcionamiento del sistema.

- 20 La llegada de disyuntores de disparo electrónico, tales como los disyuntores POWERPACT® disponibles en la firma Schneider Electric, proporcionó la capacidad de comunicar con otros componentes de control en el sistema de distribución eléctrica y de ser ajustados mediante sistemas de comunicación. Los disyuntores electrónicos permiten el ajuste dinámico de sus configuraciones de disparo para optimizar el rendimiento, aumentando de ese modo la fiabilidad del sistema, reduciendo el daño potencial de un cortocircuito, e impidiendo una coordinación inadecuada de dispositivos de protección contra sobre corrientes en presencia de cambios en el sistema de distribución eléctrica.

- 25 La solicitud de patente U.S.A. número 12/903.540 (US 2012/095709), presentada el 13 de octubre de 2010, titulada "Method of Estimating Short Circuit Current Available By Analysis of DC Charging Circuit", describe un procedimiento de estimación precisa, en tiempo real, de la corriente de cortocircuito disponible (SCCA, short circuit current available) examinando el contenido armónico de una carga no lineal y correlacionando la respuesta armónica con una referencia para determinar la SCCA en el punto de monitorización. Se dan a conocer otros ejemplos de procedimientos de la técnica actual para la verificación y configuración de disparo de disyuntores en las memorias US2010/0097731, US2008/0084213 y US2009/0021879.

- 30 Lo que se necesita es una manera de utilizar estimación precisa de la SCCA y sistemas de notificación para coordinar óptima y automáticamente configuraciones de disparo entre disyuntores en un sistema de distribución eléctrica utilizando estimaciones de SCCA.

Breve compendio

- 35 Aspectos de la presente descripción proporcionan un rendimiento optimizado en beneficio de una mayor fiabilidad de los sistemas de distribución eléctrica, disparando solamente aquel disyuntor o disyuntores que están alimentando un cortocircuito, mientras que todo el resto del equipamiento sigue energizado. Con estimaciones avanzadas de la corriente de cortocircuito disponible prevista, las configuraciones de disparo se ajustan dinámicamente sin acciones adicionales del usuario. Los cambios en el sistema de distribución eléctrica se pueden tener en cuenta con detalles adicionales de la configuración del sistema, que incluyen las posiciones y la disposición de los disyuntores y puntos de monitorización de SCCA en el sistema de distribución eléctrica.

- 40 En términos generales, varios aspectos de la presente descripción reciben estimaciones en tiempo real de SCCA y utilizan dichas estimaciones para cambiar y coordinar configuraciones de disparo de disyuntores electrónicos que protegen diversos circuitos en un sistema de distribución eléctrica. Se pueden tener en cuenta configuraciones adicionales definidas por usuario o información de configuración, cuando se ajustan y coordinan las configuraciones de disparo. Por ejemplo, se puede introducir y recibir información sobre cargas transitorias, para ajustar configuraciones de sobrecarga. Se puede introducir información de la posición de nodo acerca de dónde están instalados en el sistema de distribución eléctrica los puntos de monitorización de SCCA y los disyuntores electrónicos, para coordinar las configuraciones de disparo entre los disyuntores electrónicos. Por ejemplo, las configuraciones de disyuntor de alimentador se coordinan con todas las configuraciones de disyuntor de derivación, y se ajustan para dispararse por debajo de la SCCA medida en el nodo del alimentador. Normalmente, las configuraciones de disyuntor principal se coordinan con todas las configuraciones de disyuntor de alimentador, y se ajustan para dispararse por debajo de la SCCA medida en el nodo de distribución principal. Las configuraciones de disyuntor de derivación se pueden ajustar inicialmente a un valor mínimo, que puede ser anulado por un usuario de

acuerdo con tipos específicos de cargas de derivación y condiciones de funcionamiento transitorias conocidas para un circuito de derivación dado.

5 Los anteriores aspectos y realizaciones de la presente invención y otros adicionales se definen mediante las reivindicaciones adjuntas, que resultarán evidentes para los expertos en la materia en vista de la descripción detallada de diversas realizaciones y/o aspectos, que se realiza haciendo referencia a los dibujos, de los que se proporciona a continuación una breve descripción.

Breve descripción de los dibujos

Las anteriores y otras ventajas de la invención resultarán evidentes al leer la siguiente descripción detallada y al hacer referencia a los dibujos.

10 La figura 1 es un diagrama de bloques funcionales de una configuración a modo de ejemplo de sistema de distribución eléctrica que incluye un dispositivo de medición de SCCA capacitado para estimar la SCCA en varios nodos en el sistema de distribución eléctrica y ajustar configuraciones de disparo de disyuntores electrónicos correspondientes;

15 la figura 2 es un diagrama de bloques funcionales de otra configuración a modo de ejemplo de un sistema de distribución eléctrica que incluye uno o varios controladores que pueden funcionar para recibir estimaciones de SCCA desde múltiples dispositivos de SCCA, y configuraciones o entradas definidas por usuario para ajustar configuraciones de disparo de disyuntores electrónicos en el sistema de distribución eléctrica;

20 la figura 3 es un diagrama de flujo de un algoritmo a modo de ejemplo para hacer automáticamente que se ajuste una configuración de disparo de un disyuntor electrónico en un sistema de distribución eléctrica mostrada en las figuras 1 ó 2 monitorizando estimaciones de SCCA; y

la figura 4 es un diagrama de flujo de un algoritmo a modo de ejemplo para coordinar el ajuste de configuraciones de disparo entre disyuntores electrónicos instalados en nodos predeterminados de un sistema de distribución eléctrica mostrado en las figuras 1 ó 2, monitorizando estimaciones de SCCA.

25 Aunque la invención está sujeta a diversas modificaciones y formas alternativas, se han mostrado realizaciones específicas a modo de ejemplo en los dibujos, y se describirán en detalle en la presente memoria. Sin embargo, se debe entender que la invención no se limita a las formas particulares dadas a conocer. Por el contrario, la invención abarca todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caen dentro del espíritu y el alcance de la invención, tal como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

Descripción detallada

30 La figura 1 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema 100 de distribución eléctrica, tal como un sistema de distribución eléctrica de corriente alterna (AC, alternating current), que puede distribuir una única fase o múltiples fases (por ejemplo, dos o tres) de electricidad a conductores o buses, y piezas asociadas de equipamiento o cargas en el interior del sistema 100 de distribución eléctrica. El sistema 100 de distribución eléctrica incluye un dispositivo 35 de medición de la corriente de cortocircuito disponible (SCCA) capacitado para medir o estimar la SCCA la cual, a pesar de su denominación aparatosa, representa simplemente una medida de la cantidad de corriente que se puede extraer de un nodo particular en un circuito eléctrico de AC durante un evento de cortocircuito. El sistema 100 de distribución eléctrica incluye un disyuntor de distribución principal 104 instalado en un nodo eléctrico A. Un nodo se refiere a una conexión eléctrica entre dos o más conductores o buses en el sistema 100 de distribución eléctrica.

40 En la configuración a modo de ejemplo mostrada en la figura 1, el sistema 100 de distribución eléctrica incluye tres tipos de disyuntores: un disyuntor de distribución principal 104, dos disyuntores de alimentador 106a,b y cuatro disyuntores de derivación 108a-d. Los disyuntores de alimentador 106a,b están conectados al nodo eléctrico A, que recibe corriente eléctrica suministrada desde una entrada de servicio principal procedente de un suministro eléctrico, por medio del disyuntor de distribución principal 104. Los disyuntores de derivación 108a,b están conectados al nodo eléctrico B, que es alimentado con corriente eléctrica procedente del alimentador, protegido por el disyuntor de 45 alimentador 106a. Análogamente, los disyuntores de derivación 108c,d están conectados al nodo eléctrico C, que es alimentado con corriente eléctrica desde el alimentador, protegido por el disyuntor de alimentador 106b. Esta configuración es tan solo a modo de ejemplo, y está destinada a facilitar la descripción de diversos tipos de disyuntores encontrados en configuraciones comunes de un sistema de distribución eléctrica. La presente descripción no se limita a esta configuración particular, y los expertos en la materia apreciarán fácilmente que 50 existen muchas maneras de configurar un sistema de distribución eléctrica, que incluyen configuraciones que carecen, por ejemplo, de los disyuntores de alimentador mostrados en el sistema 100 de distribución eléctrica a modo de ejemplo que se ilustra en la figura 1.

55 Los disyuntores de derivación 108a-d están configurados normalmente para proteger circuitos de derivación. Estos circuitos de derivación terminan habitualmente en una o varias cargas o una pieza de equipamiento (por ejemplo, un motor), que están protegidas contra daños provocados por fallos eléctricos mediante los correspondientes disyuntores de derivación 108a-d. Algunas de estas cargas pueden ser de naturaleza transitoria, lo que significa que

la cantidad de corriente que absorben es transitoria o variable. Por ejemplo, los motores de inducción absorben inicialmente una sobrecarga de corriente, conocida como corriente de irrupción, que provoca la carga transitoria del circuito de derivación. Estas cargas transitorias provocan demandas impredecibles y variables sobre el circuito de derivación, que pueden hacer que la SCCA de los circuitos fluctúe con las demandas de corriente de las cargas.

5 Los disyuntores de alimentador 106a,b están configurados para proteger circuitos de alimentador. Un circuito de alimentador se encuentra entre un circuito de distribución principal y un disyuntor de derivación, mientras que un circuito de derivación se encuentra entre un disyuntor de derivación y una o varias cargas 120 que consumen corriente extraída a través del disyuntor de derivación. Aunque se hace referencia a cada carga mediante el mismo número 120, cada carga puede tener diferentes piezas de equipamiento o tipos de cargas (por ejemplo, una carga de motor o una carga de iluminación). Un circuito de alimentador incluye habitualmente conductores o buses relativamente largos para transportar la corriente eléctrica desde el circuito de distribución principal hasta conductores más pequeños que alimentan los circuitos de derivación.

10 El dispositivo de SCCA 102 tiene una entrada 110 conectada a un conductor o bus 112 de distribución principal para detectar una característica de la electricidad que fluye a través del conductor 112 y otras dos entradas 114a, 114b conectadas cada una a conductores o buses 116a, 116b de alimentador. Dado que hay un total de siete disyuntores 104, 106a-b, 108a-d mostrados en la figura 1, el dispositivo de SCCA 102 tiene una correspondiente salida conectada a cada uno de los disyuntores 104, 106a-b, 108a-d. Estas salidas están identificadas como SALIDA1 a SALIDA7 en la figura 1. El dispositivo de SCCA 102 incluye uno o varios controladores (no mostrados, pero análogos al controlador 220 descrito a continuación en la figura 2) para ejecutar instrucciones registradas en un medio o una memoria no transitoria legible por ordenador.

15 La figura 2 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema 100' de distribución eléctrica configurado con múltiples dispositivos de SCCA 102a', 102b' análogos al dispositivo SCCA 102 mostrado en la figura 1, donde los números de referencia similares se refieren a componentes similares, y uno o varios controladores 220. A diferencia de la figura 1, en la que un único dispositivo de SCCA 102 monitoriza la corriente que fluye a través del conductor 112 de distribución principal y los conductores 116a,b de alimentador, en la figura 2, dispositivos de SCCA independientes 102a', 102b' monitorizan independientemente circuitos principal y de alimentador, respectivamente, en el sistema 100' de distribución eléctrica y proporcionan sus salidas a uno o varios controladores 220. La presente descripción contempla ambas configuraciones, pero para facilitar la discusión, los aspectos de la presente descripción se describirán haciendo referencia a la configuración mostrada en la figura 2. Los mismos nodos eléctricos A, B, C serán utilizados para hacer referencia a las mismas posiciones de nodo mostradas en la figura 1, es decir, el disyuntor 102, 102' de distribución principal está conectado al nodo A, los disyuntores 106a,b, 106' de alimentador están conectados entre nodos A y B y entre nodos A y C, respectivamente, y los disyuntores 108a-d, 108a' de derivación están conectados a nodos B y C, respectivamente.

20 Cualquiera de los dispositivos de SCCA 102, 102a', 102b' descritos en la presente memoria están capacitados para determinar automáticamente una estimación de la SCCA en el circuito o nodo que el dispositivo de SCCA está monitorizando, y para almacenar y/o transmitir dicha estimación a otro componente en el sistema 100, 100' de distribución eléctrica, tal como el controlador 220. Cada uno de los dispositivos de SCCA 102, 102a', 102b' monitoriza una característica del circuito al que está conectado el dispositivo de SCCA 102, 102a', 102b', y determina una estimación de la SCCA en base a la característica monitorizada. La característica monitorizada puede ser la corriente eléctrica, por ejemplo. En una implementación a modo de ejemplo, el dispositivo 102, 102a', 102b' de SCCA puede determinar la SCCA a partir de la distorsión armónica total de la corriente (THDi), en base un conjunto de valores de corriente monitorizados medidos por el dispositivo 102, 102a', 102b' de SCCA. Se dan a conocer ejemplos de procedimientos y sistemas adecuados para estimar con precisión la SCCA en tiempo real, en la solicitud de patente U.S.A. número 12/903.540 (US 2012/095709), presentada el 13 de octubre de 2010, titulada "Method of Estimating Short Circuit Current Available By Analysis of DC Charging Circuit", que describe procedimientos y sistemas para una medición precisa en tiempo real de la SCCA examinando el contenido de armónicos de una carga no lineal y correlacionando la respuesta armónica con una referencia para determinar la SCCA en el punto de monitorización. Por ejemplo, la THDi determinada se puede comparar con una tabla 202a,b de valores de THDi predeterminados que corresponden a cantidades de SCCA. El dispositivo 102, 102a', 102b' de SCCA selecciona el valor de THDi más próximo o igual a la THDi determinada para llegar a una estimación de la cantidad de SCCA. Se contemplan cualesquiera otras técnicas adecuadas para estimar, almacenar y notificar SCCA en un circuito sometido a monitorización. La metodología o técnica particular aplicada para estimar la SCCA no es un objetivo de los aspectos de la presente descripción, ni es necesaria para llevar a cabo los aspectos de la presente descripción.

25 El controlador 220 está programado con instrucciones almacenadas en un medio no transitorio legible por ordenador, tal como un dispositivo electrónico de memoria. Estas instrucciones, cuando son ejecutadas por uno o varios procesadores, hacen que uno o varios dispositivos informáticos lleven a cabo operaciones de acuerdo con instrucciones para hacer automáticamente que se ajuste una configuración de disparo de un disyuntor electrónico en el sistema 100, 100' de distribución eléctrica monitorizando estimaciones de la SCCA. Se hará referencia a algunas de estas instrucciones a modo de ejemplo en las figuras 3 y 4, con paréntesis que indican los bloques funcionales que se están describiendo. Tal como se ha indicado anteriormente, el controlador 220 puede consistir en uno o varios controladores en comunicación entre sí, tal como sobre una red o en una configuración maestro/esclavo en la

- que uno o varios controladores esclavos, que responden al mando y coordinación del controlador maestro, recogen estimaciones de SCCA y transmiten cambios de configuración de ajuste de disparo a disyuntores electrónicos correspondientes 104, 104', 106a,b, 106', 108a,b,c,d, 108'. Además, el controlador 220 puede estar incorporado en el dispositivo de SCCA 102 mostrado en la figura 1. Cada disyuntor electrónico, tal como 104, 104', 106a,b, 106', 108a,b,c,d, 108', incluye datos de configuración de disparo, indicados mediante números de referencia 206a,b,c en la figura 2, almacenados en una memoria en el disyuntor electrónico. Para simplificar la descripción, cuando se haga referencia a un disyuntor electrónico, se hará referencia al disyuntor electrónico 104, aunque se debe entender que las descripciones del disyuntor electrónico 104 aplican igualmente a los otros disyuntores electrónicos 104', 106a,b, 106', 108a,b,c,d, 108' mostrados en los dibujos.
- El controlador 220 recibe una estimación de la SCCA en un nodo (por ejemplo, A, B, o C) en un circuito (por ejemplo, un circuito de distribución principal, un circuito de alimentador o un circuito de derivación) que (302) un primer disyuntor electrónico 104 está protegiendo. Las estimaciones de SCCA recibidas se almacenan como datos de estimaciones de SCCA 216 en una memoria asociada con el controlador 220. La memoria (no mostrada) puede estar integrada de manera convencional en el controlador 220 en el mismo sustrato, o conectada operativamente al controlador 220 sobre un sustrato independiente. Estas estimaciones pueden ser transmitidas por los dispositivos de SCCA periódicamente de acuerdo con un intervalo de consulta predeterminado o con un intervalo de consulta comunicado por el controlador 220. El controlador 220 determina, en base a la estimación de SCCA recibida, si ajusta la configuración de disparo del primer disyuntor electrónico (304). La configuración de disparo incluye una condición de cortocircuito que, si se excede, hace que el primer disyuntor electrónico se dispare, desconectando de ese modo el circuito respecto del nodo al que está conectado el primer disyuntor electrónico. Si el controlador 220 determina que es necesario ajustar la configuración de disparo 206a,b,c, el controlador 220 genera datos de ajuste de la configuración de disparo, indicativos de una modificación para la configuración de disparo 206a,b,c del disyuntor electrónico (308) y comunica al disyuntor electrónico una señal sobre las líneas 204a,b,c, para con ello hacer que el disyuntor electrónico ajuste la configuración de disparo 206a,b,c de acuerdo con la modificación (310).
- El disyuntor electrónico 104 incluye un controlador 208a,b,c programado para hacer que el disyuntor electrónico 104 se dispare en respuesta a una corriente (por ejemplo, una corriente de entrada de servicio, principal o de alimentador) monitorizada por el disyuntor electrónico 104 que excede un umbral almacenado en una memoria del disyuntor electrónico 104. El disyuntor 104 incluye una interfaz de comunicaciones 212a,b,c que recibe la modificación por medio de la línea de señal 204a,b,c de datos de ajuste de la configuración de disparo, y ajusta su configuración de disparo de cortocircuito 206a,b,c de tal modo que la configuración de disparo de cortocircuito 206a,b,c hace que un módulo de disparo 214a,b,c del disyuntor 104 se dispare a un nivel de corriente detectado por el disyuntor 104 por debajo de la estimación de SCCA. Las configuraciones de disparo 206a,b,c almacenadas en el disyuntor electrónico 104 pueden incluir otras configuraciones de disparo además de una configuración de disparo de cortocircuito, que incluyen una configuración de disparo de larga duración, una configuración de disparo de fallo a tierra, una configuración de disparo de corta duración, una configuración de disparo instantáneo o una configuración de disparo de sobrecarga. El disyuntor electrónico 104 puede estar basado, por ejemplo, en cualquiera de la familia POWERPACT® de disyuntores disponibles en la firma Schneider Electric con regímenes de corriente máxima comprendidos entre 15A y 3000A.
- El controlador 220 puede recibir información de configuración del sistema desde una interfaz hombre-máquina (HMI, human-machine interface) o una interfaz de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA, Supervisory Control and Data Acquisition) 210 que indica si el circuito bajo monitorización es un circuito de distribución principal, un circuito de alimentador o un circuito de derivación del sistema 100, 100' de distribución eléctrica. Habitualmente, la información de configuración del sistema se puede introducir inmediatamente después de la puesta en servicio del sistema 100, 100' de distribución eléctrica, donde los disyuntores 104, 104', 106a,b, 106', 108a,b,c,d, 108' y los dispositivos de SCCA 102, 102a', 102b' están configurados por defecto con ajustes de configuración de fábrica o por defecto. El controlador 220 interpreta la información de configuración del sistema recibida para determinar el tipo de circuito (por ejemplo, distribución principal, alimentador o derivación). Si el controlador 220 determina que el circuito es un circuito de derivación, tal como un circuito situado después del nodo B o C mostrados en la figura 1, el disyuntor 104 fija su configuración de disparo 206a,b,c a un valor mínimo, tal como un valor de configuración de disparo de cortocircuito mínimo permitido por una configuración de disparo de cortocircuito HMI para el disyuntor 104 considerado. La información de configuración del sistema puede identificar el nodo (por ejemplo, A, B o C) en el sistema 100, 100' de distribución eléctrica en el que se determina la estimación de la SCCA y la posición de nodo del disyuntor electrónico 104 en el sistema de distribución eléctrica (por ejemplo, entre los nodos A y B, o en el nodo A).
- La interfaz HMI/SCADA se puede incorporar en cualquiera de los dispositivos SCCA o disyuntores electrónicos dados a conocer en la presente memoria, o se puede incorporar en un sistema informático remoto (no mostrado) en comunicación con el controlador 220, o en una unidad o dispositivo independiente de los dispositivos de SCCA y disyuntores. Está representada en la figura 2 como un bloque funcional independiente, pero puede estar incorporada en cualquiera de los aparatos mencionados anteriormente.
- La información acerca de los tipos de circuito y de las posiciones de los disyuntores con respecto a los nodos se almacena, por ejemplo, en formato de matriz matemática, como datos de nodo 214 en una memoria en el controlador 220 o asociada con el mismo. Un ejemplo de configuración del sistema incluye información de posición de nodo de dispositivos de SCCA que indica que el dispositivo de SCCA principal 102a' está conectado al nodo A en

la sistema 100, 100' de distribución eléctrica, y el dispositivo de SCCA de alimentador 102b' está conectado entre los nodos A y B en el sistema 100, 100' de distribución eléctrica. Esta información se puede almacenar como datos de nodo 214 en una memoria asociada con el controlador 220. Otro ejemplo de configuración del sistema que indica la posición del disyuntor incluye que el disyuntor 106a está en un circuito de alimentador entre los nodos A y B, y es de un tipo disyuntor de caja moldeada de POWERPACT® P-frame de 1200A, disponible en la firma Schneider Electric. Esta información se puede almacenar como datos de nodo 214 en la memoria asociada con el controlador 220. El controlador 220 puede asignar a cada nodo (A, B, C) un valor único, y asociar cada dispositivo de SCCA y un disyuntor con el correspondiente valor o valores únicos para indicar la posición de estos dispositivos en el sistema 100, 100' de distribución eléctrica.

El controlador 220 puede recibir asimismo, o alternativamente, de la interfaz HMI/SCADA 210 una entrada de carga transitoria indicativa de una condición de carga transitoria asociada con una carga transitoria 120, tal como un motor de inducción polifásico, conectada al circuito, o indicativa de un tipo de carga, tal como un motor de inducción, un controlador no lineal (por ejemplo, un dispositivo de accionamiento o un lastre) o una carga lineal (por ejemplo, iluminación incandescente). El controlador 220 envía datos de ajuste de la configuración de disparo sobre una de las líneas 204a,b,c al disyuntor 104 para hacer que el disyuntor 104 ajuste una configuración de disparo de sobrecarga de acuerdo con la condición de carga transitoria introducida. La condición de carga transitoria puede incluir un perfil de corriente de irrupción de carga máxima, asociado con la carga transitoria 120, que define una corriente de irrupción máxima para la carga transitoria 120. La condición de carga transitoria se puede seleccionar mediante un perfil de curva predeterminado o mediante una curva configurada por usuario (por medio de la interfaz HMI/SCADA 210) para ajustar configuraciones de sobrecarga. Alternativamente, el usuario puede crear una curva de protección personalizada, que se introduce al controlador 220 por medio de la interfaz HMI/SCADA 210.

El controlador 220 puede generar los datos de ajuste de disparo que se envían sobre las líneas 204a,b,c en base a una o varias configuraciones de usuario recibidas desde la interfaz HMI/SCADA 210, que influyen sobre cómo se debe modificar la configuración de disparo 206a,b,c en el disyuntor 104. La configuración del usuario puede incluir un tipo de carga conectada al circuito, tal como una carga transitoria.

El controlador 220 puede facilitar asimismo la coordinación del ajuste de las configuraciones de disparo 206a,b,c entre los diversos disyuntores electrónicos 104 instalados en nodos predeterminados (por ejemplo, A, B, C) del sistema 100, 100' de distribución eléctrica mediante la monitorización de estimaciones de SCCA. El controlador recibe información de configuración del sistema que incluye información sobre qué nodos en el sistema 100, 100' de distribución eléctrica están capacitados para notificar una estimación de SCCA. La información de configuración del sistema incluye además información (por ejemplo, en formato matricial) relativa a las posiciones de nodo de los disyuntores electrónicos 104 instalados en los nodos predeterminados (por ejemplo, A, B, C) del sistema 100, 100' de distribución eléctrica (402). El controlador 220 recibe estimaciones de SCCA en cada uno de los nodos capacitados indicados en la información de configuración del sistema (404). El controlador 220 recibe opcionalmente una entrada de carga transitoria indicativa de una condición de carga transitoria asociada con una carga transitoria (tal como cualquiera de las cargas 120) conectada a uno de los disyuntores 104 (406). El controlador determina si cada uno de los disyuntores electrónicos 104 está conectado a un circuito principal, a un circuito de alimentador conectado al circuito principal, o un circuito de derivación conectado al circuito de alimentador en el sistema 100, 100' de distribución eléctrica.

Si se indica que el tipo de disyuntor es un disyuntor de derivación (408), el controlador 220 ordena que el disyuntor de derivación 108, 108', por medio de los datos de ajuste de la configuración de disparo en la línea 204a, ajuste su configuración de disparo a un valor mínimo (410). Se puede considerar uno de varios factores para establecer el valor mínimo, que incluyen: a) configuración personalizada por usuario del ajuste de la unidad de disparo, bien mediante ajuste físico del disyuntor, (b) ajuste de los parámetros de disparo del disyuntor por medio de la interfaz HMI/SCADA 210, (c) caracterización de carga facilitada previamente por el sistema SCADA, o (d) la disponibilidad de corriente de cortocircuito medida, medida en el bus de distribución de alimentador anterior. Se consideran los cuatro factores en el establecimiento de las configuraciones de protección del circuito de derivación, afectando exclusivamente el último (la medición de la SCCA) a la selección de la configuración de disparo instantáneo.

Si se indica que el tipo de disyuntor es un disyuntor de alimentador (412), el controlador 220 ordena al disyuntor de alimentador 106, 106' sobre la línea 204b que ajuste su configuración de disparo a un valor menor que la estimación de SCCA recibida para el nodo (por ejemplo, el nodo B) al que está conectado el disyuntor de alimentador en el sistema 100, 100' de distribución eléctrica (414). Se ordena al disyuntor de alimentador 106a,b, 106' que coordine sus configuraciones en primer lugar con todas las configuraciones de disyuntor de derivación y con otros disyuntores de alimentador conectados después del disyuntor de alimentador 106a,b, 106'. Se prioriza en primer lugar que el ajuste de la configuración de disparo instantáneo para los disyuntores de alimentador esté por debajo de la SCCA medida del bus de alimentador que suministra energía al disyuntor de alimentador 106a,b, 106', y a continuación que sea el régimen de disparo instantáneo máximo de cualesquiera disyuntores de alimentador o de derivación conectados después del disyuntor de alimentador 106a,b, 106'.

Si se indica que el tipo de disyuntor es un disyuntor principal (416), el controlador 220 ordena al disyuntor principal 104, 104' fijar su configuración de disparo a un valor por debajo de la estimación de SCCA recibida para el nodo A al que está conectado el disyuntor principal 104, 104' en el sistema 100, 100' de distribución eléctrica (418). Se ordena

al disyuntor principal 104, 104' coordinar sus configuraciones, en primer lugar, con las de todos los disyuntores de alimentador y de derivación conectados después del disyuntor principal 104. Se prioriza el ajuste de la configuración de disparo instantáneo del disyuntor principal, en primer lugar para que esté por debajo de la SCCA medida del bus principal que suministra energía al disyuntor principal 104, y a continuación para que sea el régimen de disparo instantáneo máximo de cualesquiera disyuntores de alimentador o de derivación conectados después del disyuntor principal 104.

Si el dispositivo de protección es de tipo fusible en lugar de un disyuntor, o es un disyuntor no compatible con el sistema de coordinación automatizado de la presente descripción, la curva de protección estática puede ser introducida manualmente incluyendo la información siguiente: posición en el interior del sistema 100, 100' de distribución eléctrica en la que se instala el dispositivo de protección; o aproximación de la curva de protección de acuerdo con información publicada por el fabricante. El HMI/SCADA 210 puede considerar estos dispositivos de protección "incompatibles" en los cálculos que se han descrito anteriormente para la configuración automatizada de disyuntores ajustables; sin embargo, no es necesario acometer o asumir cambios en los propios dispositivos de protección.

Durante las condiciones de funcionamiento habituales, el sistema 100, 100' consulta periódicamente la medición de la SCCA a todos los puntos de monitorización, realizando ajustes de la curva en primer lugar para los disyuntores de derivación, y a continuación para los disyuntores de alimentador y principal respectivamente, con el fin de mantener la coordinación adecuada de derivación/alimentador, y de respetar cualesquiera cambios en el régimen de la corriente de cortocircuito medida, observados durante la consulta periódica.

Otros eventos pueden desencadenar consultas adicionales del sistema 100, 100', incluyendo un evento de cortocircuito y disparo detectado, la conexión o la desconexión de cargas de circuito que pueden incidir sobre el sistema 100, 100', tales como batería/generación local adicional u otras máquinas rotatorias locales.

Se pueden considerar condiciones de mantenimiento y de funcionamiento especial, y éstas pueden facilitar cambios automáticos en las configuraciones de disparo del disyuntor de acuerdo con una configuración "por defecto" personalizada. Estas configuraciones son a discreción del usuario final y se basan en el tipo de condición especial o de mantenimiento a adoptar.

Tal como se muestra en la figura 2, parte o la totalidad de los disyuntores electrónicos 104', 106', 108' pueden transmitir su correspondiente estado de funcionamiento (por ejemplo, encendido, apagado o disparado) al controlador 220, que coordina los ajustes de configuraciones de disparo para todos los disyuntores en el sistema 100, 100' de distribución eléctrica, de tal modo que si se dispara uno de los disyuntores en respuesta a un evento de cortocircuito, los otros disyuntores permanecen en tensión y no se disparan. En estado encendido, un disyuntor está en tensión, permitiendo que la corriente fluya a través del disyuntor hasta un circuito o una carga posterior. En un estado apagado, el disyuntor está desconectado del circuito o carga al que se conecta. Convencionalmente, el estado apagado se desencadena desplazando manualmente una manecilla del disyuntor a una posición de desconexión, lo que separa un par de contactos eléctricos en el interior del disyuntor, interrumpiendo de ese modo el flujo de corriente a través del disyuntor. En estado disparado, el disyuntor ha detectado un fallo, tal como un fallo de cortocircuito, un fallo a tierra, un fallo por arco, un fallo de sobrecorriente o similares, y hace automáticamente que el módulo de disparo 214 dispare el disyuntor separando el par de contactos. Coordinando las configuraciones de disparo para los disyuntores en el sistema 100, 100' de distribución electrónica, el controlador 220 proporciona una fiabilidad mejorada del sistema al disparar solamente aquellos disyuntores que alimentan el cortocircuito mientras que otro equipamiento protegido por otros disyuntores permanece en tensión.

Aspectos de la presente descripción automatizan ventajosamente la configuración de un sistema 100, 100' de distribución eléctrica identificando las posiciones de disyuntores en el interior del sistema 100, 100' de distribución eléctrica para optimizar y facilitar una coordinación adecuada de las configuraciones de disparo entre los disyuntores. El controlador 220 monitoriza dinámica y periódicamente en el sistema 100, 100' de distribución eléctrica cambios en el estado de funcionamiento de los disyuntores, que puedan afectar a la coordinación adecuada de los disyuntores y a las configuraciones de disparo. El controlador 220 puede monitorizar asimismo la SCCA medida en los conductores o buses en el sistema 100, 100' de distribución eléctrica y ajustar las configuraciones de coordinación, tal como las configuraciones de cortocircuito para disparo instantáneo de los disyuntores, con el fin de minimizar los daños potenciales en el equipamiento y de maximizar la fiabilidad el sistema frente a eventos de cortocircuito eléctrico. Los algoritmos descritos en la presente memoria pueden responder a entradas definidas por usuario o a configuraciones para disyuntores específicos y ajustar parámetros de coordinación de disyuntores para contemplar las configuraciones definidas por usuario. Los algoritmos dados a conocer en la presente memoria son adaptativos y se pueden ajustar según sea necesario para la expansión del sistema 100, 100' de distribución eléctrica mediante la adición de disyuntores y/o de dispositivos de monitorización de SCCA. En algunas implementaciones, solamente un único controlador 220 proporciona una coordinación centralizada de las configuraciones de disparo de disyuntores en un sistema 100, 100' de distribución eléctrica.

Aunque se han mostrado y descrito realizaciones y aplicaciones particulares de la presente invención, se debe entender que la invención no se limita a la construcción y composiciones precisas dadas a conocer en la presente

memoria, y que a partir de las descripciones anteriores pueden resultar evidentes diversas modificaciones, cambios y variaciones, sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para provocar automáticamente el ajuste de una configuración de disparo de un disyuntor electrónico (104, 106, 108) en un sistema (100) de distribución eléctrica monitorizando estimaciones de corriente de cortocircuito disponible, denominada SCCA en lo que sigue, que comprende:
- 5 recibir una estimación de la SCCA en un nodo en un circuito que un primer disyuntor electrónico (104) está protegiendo;
- determinar, en base a la estimación de SCCA, si ajustar la configuración de disparo del primer disyuntor electrónico (104), incluyendo la configuración de disparo una condición de cortocircuito que si se excede hace que el primer disyuntor electrónico se dispare desconectando de ese modo el circuito respecto del nodo; y
- 10 si se determina que la configuración de disparo se ha de ajustar,
- generar datos de ajuste de la configuración de disparo indicativos de una modificación de la configuración de disparo del disyuntor electrónico y
- comunicar al disyuntor electrónico una señal para provocar de ese modo que el disyuntor electrónico ajuste la configuración de disparo de acuerdo con la modificación.
- 15 2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el primer disyuntor electrónico incluye un controlador (220) programado para hacer que el primer disyuntor electrónico se dispare en respuesta a que una corriente monitorizada por el primer disyuntor electrónico exceda un umbral almacenado en una memoria del primer disyuntor electrónico, y en el que la modificación incluye un ajuste de la configuración de disparo de cortocircuito, de tal modo que la configuración de disparo de cortocircuito hace que el disyuntor se dispare a un nivel de corriente detectado por el
- 20 disyuntor por debajo de la estimación de SCCA.
3. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, que comprende además:
- determinar si el circuito es un circuito de distribución principal, un circuito de alimentador o un circuito de derivación del sistema de distribución eléctrica; y
- si se determina que el circuito es el circuito de derivación, ajustar la configuración de disparo del primer disyuntor
- 25 electrónico a un valor mínimo.
4. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, que comprende además:
- recibir una entrada de carga transitoria indicativa de una condición de carga transitoria asociada con una carga transitoria conectada al circuito; y
- ajustar una configuración de disparo de sobrecarga del primer disyuntor electrónico de acuerdo con la condición de
- 30 carga transitoria introducida.
5. El procedimiento según la reivindicación 4, en el que la condición de carga transitoria incluye un perfil de corriente de irrupción de carga máxima asociado con la carga transitoria y que define una corriente de irrupción máxima para la carga transitoria.
6. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, que comprende además recibir una entrada indicativa de
- 35 una configuración del sistema que identifica el nodo, en el sistema de distribución eléctrica, en el que se determina la estimación de SCCA, y la posición de nodo en el primer disyuntor electrónico en el sistema de distribución eléctrica.
7. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que la generación de los datos de ajuste de disparo incluye recibir una entrada indicativa de una configuración de usuario que afecta a la modificación de la configuración de disparo.
- 40 8. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que la configuración de usuario incluye un tipo de carga conectada al circuito, en el que el tipo de carga incluye una carga transitoria.
9. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que la estimación de la SCCA se recibe desde un dispositivo de disponibilidad de corriente de cortocircuito (SCCA) configurado para monitorizar una característica del circuito al que está conectado el dispositivo de SCCA y para determinar la estimación de SCCA en base a la
- 45 característica monitorizada.
10. El procedimiento según la reivindicación 9, en el que la característica es una corriente, y la estimación de SCCA se determina a partir de una distorsión armónica total de la corriente en base a un conjunto de valores de corriente monitorizados, medidos por el dispositivo de SCCA.

11. Un procedimiento de coordinación del ajuste de configuraciones de disparo entre disyuntores electrónicos instalados en nodos predeterminados de un sistema de distribución eléctrica, monitorizando estimaciones de la corriente de cortocircuito disponible, en lo que sigue denominada SCCA, que comprende:
- 5 recibir información de configuración del sistema, indicativa de aquellos nodos en el sistema de distribución eléctrica capacitados para notificar una estimación de la SCCA y de las posiciones de nodo de los disyuntores electrónicos instalados en los nodos predeterminados del sistema de distribución eléctrica;
- recibir estimaciones de SCCA en cada uno de los nodos capacitados; y
- provocar el ajuste de una configuración de disparo de uno seleccionado de los disyuntores electrónicos en base a, por lo menos, la información de configuración del sistema y la estimación de SCCA asociada con el nodo en el que está instalado el disyuntor seleccionado.
- 10 12. El procedimiento según la reivindicación 11, que comprende además:
- recibir una entrada de carga transitoria indicativa de una condición de carga transitoria asociada con una carga transitoria conectada a dicho uno de los disyuntores, en el que el ajuste de la configuración de disparo está basado además en dicha entrada.
- 15 13. El procedimiento según la reivindicación 11 ó 12, en el que provocar incluye:
- determinar si cada uno de los disyuntores está conectado a un circuito principal, a un circuito de alimentador conectado al circuito principal, o a un circuito de derivación conectado al circuito de alimentador en el sistema de distribución eléctrica;
- 20 en función de la determinación, ajustar a un valor mínimo la configuración de disparo de uno determinado de los disyuntores conectados al circuito de derivación;
- en función de la determinación, ajustar la configuración de disparo de uno determinado de los disyuntores conectados al circuito de alimentador a un valor por debajo de la estimación de la SCCA para el nodo al que está conectado el disyuntor determinado conectado al circuito de alimentador; y
- 25 en función de la determinación, ajustar la configuración de disparo de uno determinado de los disyuntores conectados al circuito principal a un valor por debajo de la estimación de la SCCA para el nodo al que está conectado el disyuntor determinado conectado al circuito principal.
14. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, que comprende además
- 30 recibir de cada uno de los disyuntores electrónicos un estado de funcionamiento del disyuntor electrónico correspondiente, indicando el estado de funcionamiento si el estado de funcionamiento del disyuntor electrónico es encendido, apagado o disparado,
- en el que provocar el ajuste de la configuración de disparo provoca que se dispare uno cortocircuitado de los disyuntores electrónicos en respuesta a la incidencia de un cortocircuito en el circuito protegido por el disyuntor electrónico cortocircuitado, sin hacer que se disparen los otros disyuntores electrónicos.
- 35 15. Un medio no transitorio legible por ordenador que almacena instrucciones para provocar automáticamente que se ajuste una configuración de disparo de un disyuntor electrónico en un sistema de distribución eléctrica monitorizando estimaciones de corriente de cortocircuito disponible, en lo que sigue denominada SCCA, en el que las instrucciones, cuando son ejecutadas por uno o varios procesadores, hacen que uno o varios dispositivos informáticos lleven a cabo operaciones que comprenden:
- recibir una estimación de la SCCA en un nodo en un circuito que un primer disyuntor electrónico está protegiendo;
- 40 determinar, en base a la estimación de SCCA, si ajustar la configuración de disparo del primer disyuntor electrónico, incluyendo la configuración de disparo una condición de cortocircuito que si se excede hace que el primer disyuntor electrónico se dispare desconectando de ese modo el circuito respecto del nodo; y
- si se determina que la configuración de disparo debe ser ajustada,
- 45 generar datos de ajuste de la configuración de disparo indicativos de una modificación de la configuración de disparo del disyuntor electrónico y
- comunicar al disyuntor electrónico una señal para provocar de ese modo que el disyuntor electrónico ajuste la configuración de disparo de acuerdo con la modificación.

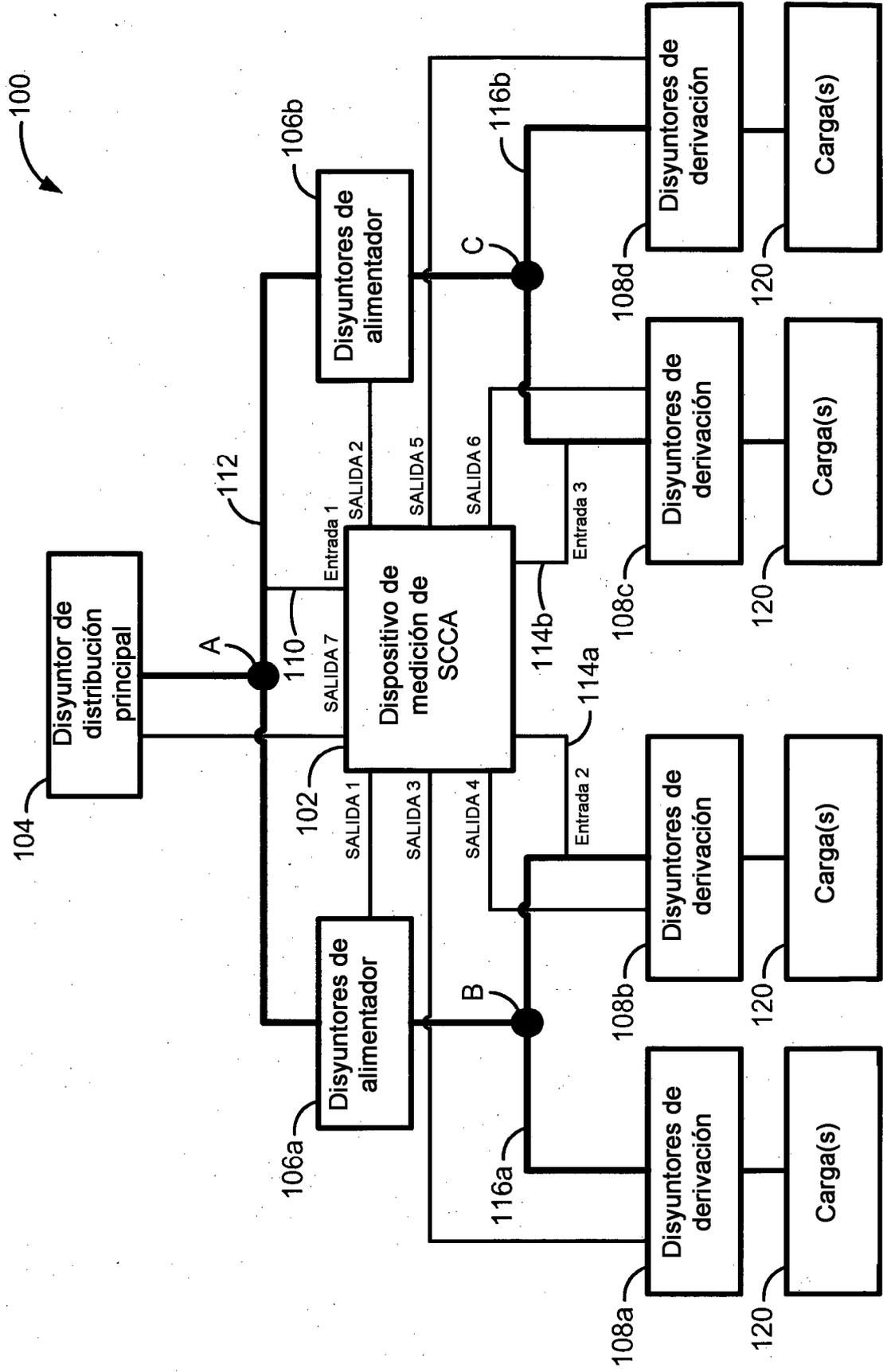


FIG. 1

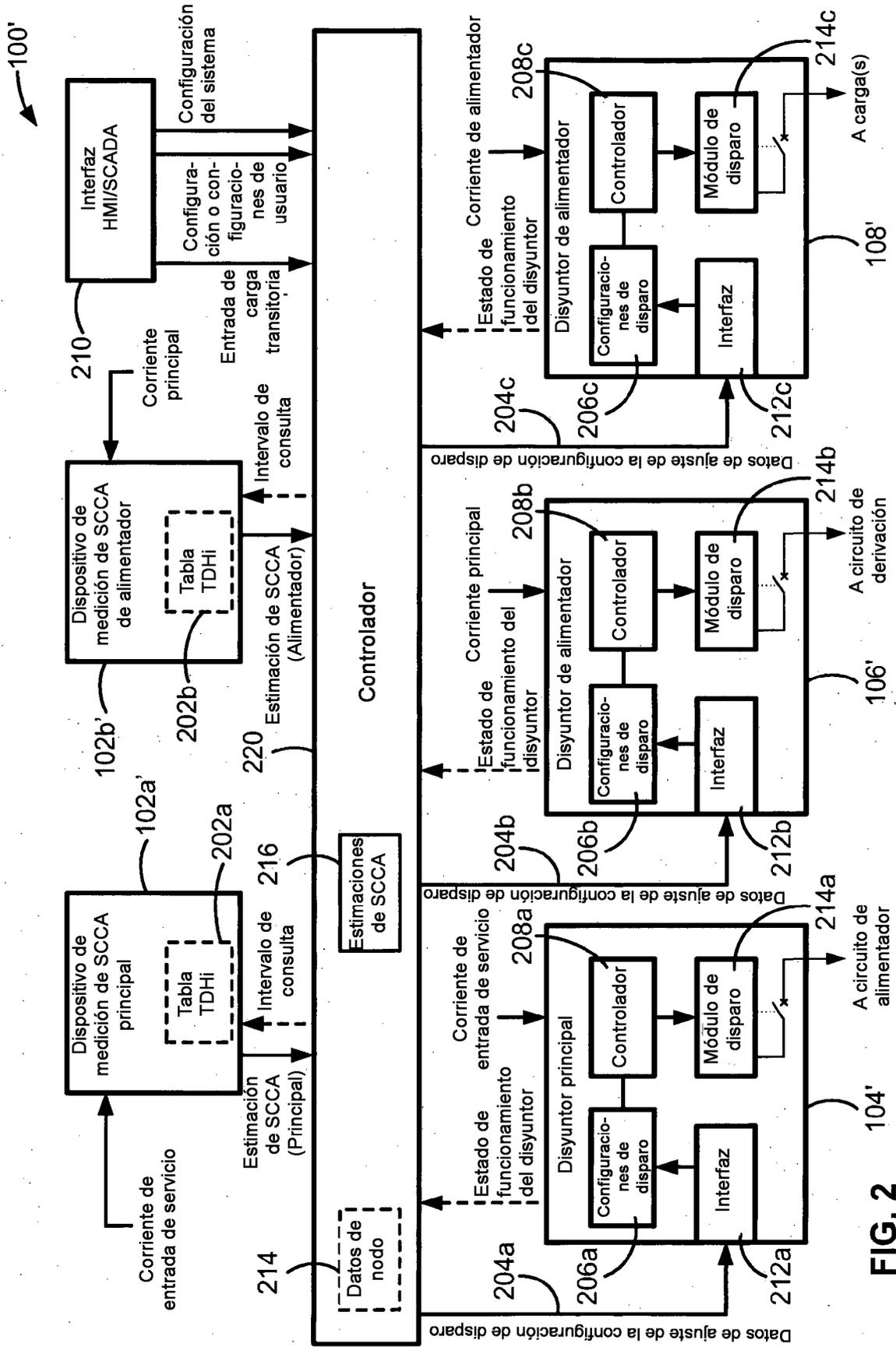


FIG. 2

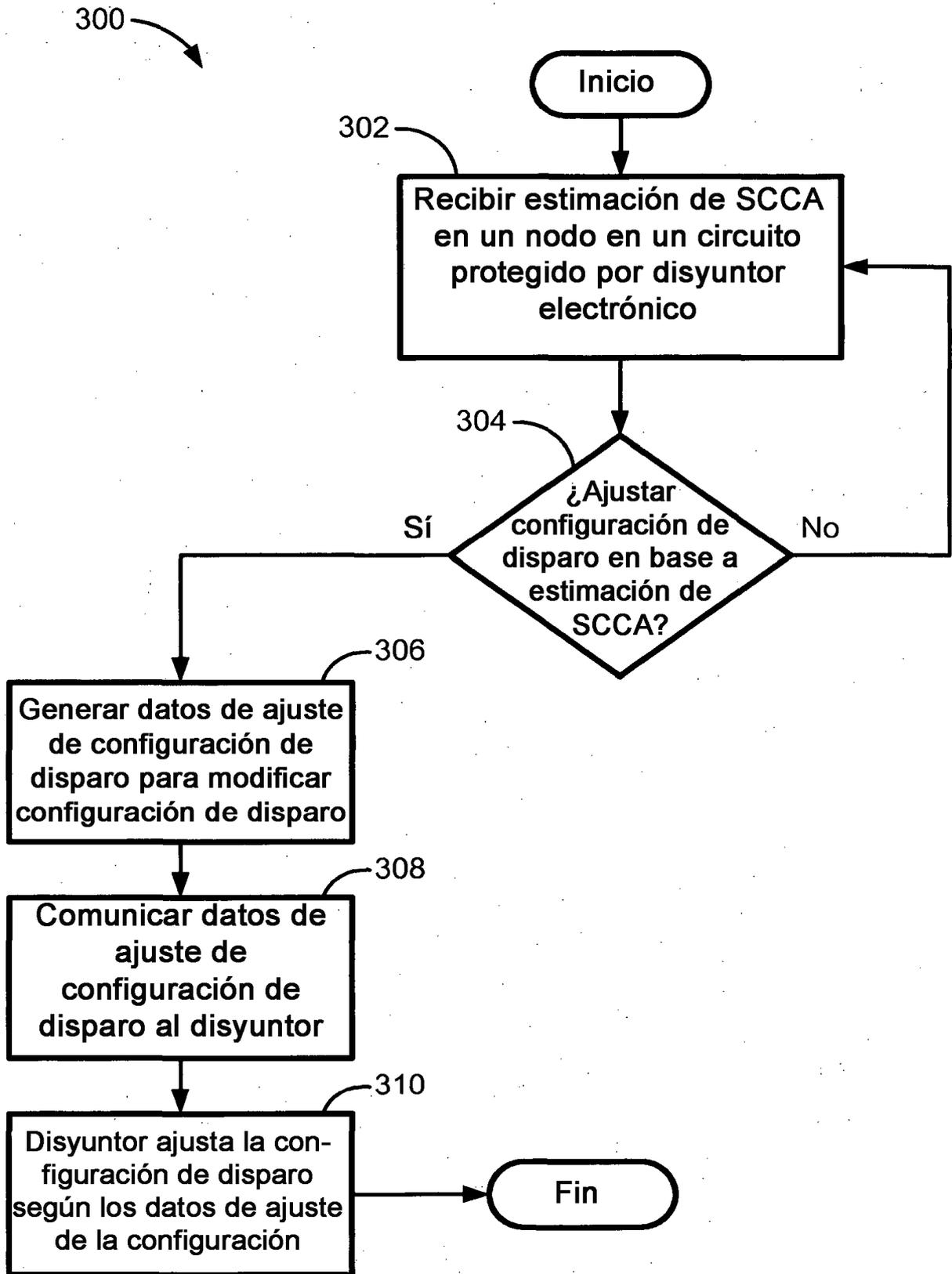


FIG. 3

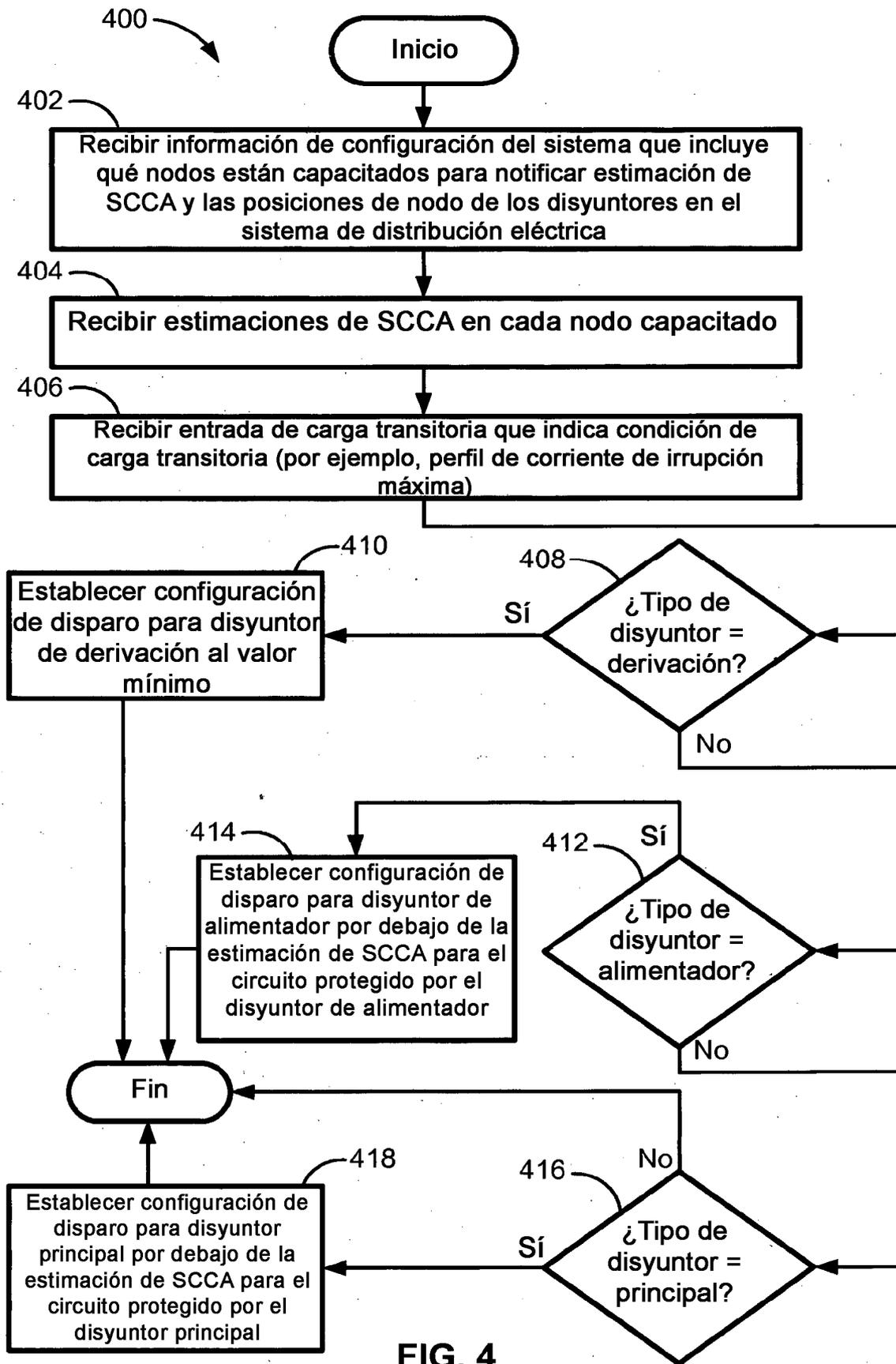


FIG. 4