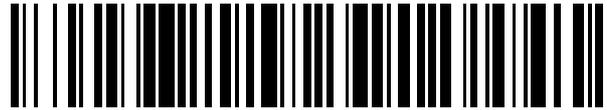


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 486 301**

51 Int. Cl.:

G01R 31/06 (2006.01)
G01R 31/00 (2006.01)
H02H 7/26 (2006.01)
H02H 3/05 (2006.01)
H02H 3/40 (2006.01)
G01R 31/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2008 E 08877027 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.05.2014 EP 2331978**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de supervisión del circuito secundario de un transformador de medida en un sistema de alimentación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.08.2014

73 Titular/es:

ABB RESEARCH LTD. (100.0%)
Affolternstrasse 44
8050 Zürich, CH

72 Inventor/es:

SU, BIN;
FAN, JIANZHONG;
JING, LEI;
LIU, QIANJIN;
WANG, JIANPING y
YANG, YING

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 486 301 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 y dispositivo de supervisión del circuito secundario de un transformador de medida en un sistema de alimentación

Campo de la invención

- 5 La presente solicitud se refiere al campo de los sistemas de alimentación, y más en particular, a un procedimiento y dispositivo de supervisión de un circuito secundario de un transformador de medida en un sistema de alimentación.

Antecedentes de la invención

Los transformadores de medida se utilizan para reducir la corriente o el voltaje a valores medibles, y son ampliamente utilizados en diferentes sistemas de alimentación. Hay dos tipos básicos de transformadores de medida, esto es, el transformador de voltaje y el transformador de corriente. Un transformador de voltaje (VT, incluyendo también en la descripción el Transformador de Voltaje Capacitivo, CVT) está diseñado para reproducir con precisión el voltaje primario en el lado secundario, mientras que un transformador de corriente (CT) es para las señales de corriente. La información correcta acerca de los valores principales de voltaje (del VT) y de corrientes (del TC) son la base para el correcto funcionamiento de un dispositivo electrónico inteligente (IED). Sin embargo, pueden producirse fallos en los circuitos secundarios entre el VT y el IED (esta condición se conoce como fallo de VT en la descripción) o entre el CT y el IED (esta condición se conoce como fallo de CT en la descripción), y produce operaciones no deseadas de varias funciones de protección del IED. Por ejemplo, un fallo de VT puede hacer que una función de protección a distancia funcione inadecuadamente. Por otro lado, en el caso de un fallo de CT, una corriente diferencial 'falsa' aparecerá en la fase de fallo de CT, y si la magnitud de esta corriente diferencial 'falsa' es mayor que un umbral de inicio, la función de protección diferencial puede funcionar defectuosamente. Además, un fallo de CT de una sola fase o de dos fases dará lugar a una corriente secuencial negativa 'falsa' o a una corriente de secuencia cero, lo que producirá operaciones no deseadas de las protecciones basadas en corriente de secuencia negativa / cero. Con el fin de evitar operaciones no deseadas que pueden ser producidas por fallo de CT o fallo de VT, siempre han sido muy importantes la Supervisión del Circuito de Corriente y la Supervisión del Circuito de Voltaje fiables, sensibles y de alta velocidad (también denominadas Supervisión de Fallo de Fusible)

Muchos procedimientos de supervisión del circuito de corriente / voltaje han sido desarrollados. Varias soluciones convencionales de supervisión de circuito de corriente / voltaje se describirán a continuación.

A) Procedimientos de supervisión de circuito de corriente

Un procedimiento de supervisión de circuito de corriente es comparar la corriente de secuencia cero de un conjunto de tres fases de los devanados del transformador de corriente con la corriente del punto neutro en una entrada independiente tomada de otro conjunto de devanados de transformador de corriente. La detección de una diferencia indica un fallo en el circuito, y se utiliza como alarma o para bloquear funciones de protección que se esperan que proporcionen un disparo no deseado. Este procedimiento necesita clientes para mezclar los circuitos de corriente de diferentes devanados o de diferentes transformadores de corriente. En consecuencia, este procedimiento aumenta la complejidad del cableado, y por lo tanto disminuye la fiabilidad del IED. Además, este procedimiento no puede detectar fallo de CT de 3 fases porque bajo tales condiciones, no habrá corriente de secuencia cero en ambos devanados o en ambos transformadores de corriente.

Otro procedimiento de supervisión de circuito de corriente se realiza mediante la comprobación de la presencia de corriente de secuencia cero y de voltaje de secuencia cero. Un valor alto de corriente residual sin la presencia de voltaje de secuencia cero indica la condición de fallo de CT. Sin embargo, este procedimiento no puede detectar fallo de CT de 3 fases porque se basa en mediciones de secuencia cero. En segundo lugar, no puede funcionar correctamente durante la condición de operación asimétrica (por ejemplo, período de reenganche monopolar), debido a que siempre están con corriente de secuencia cero así como con voltaje de secuencia cero. En tercer lugar, puede funcionar defectuosamente si la impedancia de secuencia cero del sistema es muy pequeña. Además, a veces las entradas de voltaje incluso no se encuentran disponibles.

Otro procedimiento de supervisión de circuito de corriente es detectar la desaparición repentina de una corriente de fase. Sin embargo, cuando se produce un fallo en una línea que conecta la fuente de alimentación y la carga, el IED de protección en el lado de la carga también puede detectar la desaparición repentina de la corriente de fase, por lo tanto, la función de supervisión de fallo de CT funcionará incorrectamente.

Otro procedimiento de supervisión de circuito de corriente se basa en los cambios en los flujos de corriente que conectan con la misma barra de distribución. Su teoría es que los fallos internos o externos provocarán cambios en al menos dos flujos de corriente, mientras que un fallo de CT sólo afecta a un único flujo de corriente. Este procedimiento, sin embargo, requiere que los datos muestreados de todos los componentes del sistema de alimentación (líneas, transformadores, etc.) que están conectados a la barra de distribución protegida, lo que significa una gran cantidad de tráfico de comunicación y una velocidad de funcionamiento lenta.

B) Procedimientos de supervisión del circuito de voltaje

5 Un procedimiento de supervisión de circuito de voltaje es comparar el voltaje de secuencia cero medido bajo condiciones de funcionamiento normal con un umbral preestablecido. Si el voltaje de secuencia cero es mayor que el umbral, el fallo de VT será detectado. Este procedimiento sólo es útil cuando no hay perturbación o fallo, y por lo tanto se necesita un elemento fiable de arranque que pueda detectar la perturbación o fallo. Además, no es aplicable durante condiciones de funcionamiento asimétricas (por ejemplo, período de reenganche monopolar).

10 Otro procedimiento de supervisión de circuito de voltaje se realiza mediante la comprobación de la presencia de corriente de secuencia cero / negativa y voltaje de secuencia cero / negativa. Un alto valor de voltaje de secuencia cero / negativa sin la presencia de la corriente de secuencia cero / negativa indica una condición de fallo de VT. Este procedimiento no puede detectar el fallo de VT de 3 fases. No puede funcionar correctamente durante la condición de funcionamiento asimétrico, porque siempre hay corriente de secuencia cero / negativa así como voltaje de secuencia cero / negativa.

15 Otro procedimiento de supervisión de circuito de voltaje es implementado mediante la comparación de los valores medidos de dos conjuntos separados de devanados secundarios del transformador de voltaje. Si los valores obtenidos de la misma fase de dos devanados secundarios separados del transformador de voltaje son diferentes, se puede determinar una condición de fallo de VT. Este procedimiento necesita voltajes medidos de dos conjuntos de devanados secundarios, lo que aumenta la complejidad del cableado, y por lo tanto disminuye la fiabilidad del IED.

20 Por otra parte, los procedimientos de supervisión de circuito de corriente / voltaje que se han mencionado más arriba sobre la base de los voltajes así como de las corrientes fallarán si se producen fallos simultáneamente en ambos circuitos secundarios de corriente y de voltaje.

25 El documento EP 2 159 893 A1, técnica anterior bajo el Artículo 54 (3) EPC, se refiere a un concepto de redundancia alternativo para la protección de la celda en la Automatización de Subestaciones (SA) que impide que un único Dispositivo Electrónico Inteligente (IED) que falla en el sistema de SA perjudique el funcionamiento de una celda de una subestación. Un IED de protección formalmente asignado a una celda doméstica o anfitrión de una subestación de un sistema de alimentación eléctrica realiza las funciones de protección de la celda al que está asignado, además de las funciones de protección de por lo menos una de sus celdas vecinas. De esta manera, cada celda puede ser administrada por dos IED de protección diferentes, en el que la redundancia se consigue a nivel de software en lugar de a nivel de hardware, es decir, no hay necesidad de proporcionar un IED de protección redundante dedicado para cada celda. Siempre que así lo requiera, el IED de protección recibe de los sensores adecuados, información sobre un estado o valor de una magnitud de proceso de la celda vecina, calcula o ejecuta la funcionalidad de protección tal como la sobre - corriente, el sobre - voltaje o el fallo de tierra en beneficio de la celda vecina, y emite comandos dirigidos a los actuadores de la citada celda vecina.

35 Como documentos de antecedentes adicionales se hace referencia, además, al documento GB 2 000 399 A relativo a un sistema de relés de protección de una línea de transmisión de alimentación eléctrica entre las estaciones primera y segunda, y al documento WO 2007/048045 A2 referente a un sistema y procedimiento para detectar las condiciones del sistema de alimentación.

Como se muestra en la descripción anterior, los procedimientos existentes no son fiables bajo ciertas condiciones o bien están basados en una gran cantidad de comunicación.

40 Puesto que la salida de las funciones de supervisión de circuito de corriente / voltaje se utilizan para bloquear funciones de protección relativas (por ejemplo, la detección de fallo de VT bloqueará el relé de distancia, mientras que la detección de fallo de CT bloqueará la protección diferencial de corriente) con el fin de evitar operaciones no deseadas que de otro modo pueden producirse, las funciones de supervisión deben ser fiables, sensibles y deben tener un corto tiempo de operación para evitar operaciones no deseadas de las funciones de protección sensibles de acción rápida en caso de fallos en los circuitos secundarios de corriente / voltaje.

45 **Sumario de la invención**

Un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento y dispositivo nuevos para la supervisión del circuito de corriente / voltaje con un rendimiento más fiable y sensible y una pequeña cantidad de datos que deben recogerse, evitando por lo tanto el funcionamiento no deseado de las funciones de protección relevantes.

50 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para supervisar un circuito secundario de un transformador de medida en un sistema de alimentación. El transformador de medida está conectado a un componente del sistema de alimentación. El procedimiento incluye:

detectar, por el IED de protección que está conectado al circuito secundario del transformador de medida y que protege al componente del sistema de alimentación, perturbaciones en una señal del transformador de medida; y

5 determinar si se produce un fallo en el circuito secundario del transformador de medida, de acuerdo tanto con un resultado de la detección de la perturbación del IED de protección así como otro resultado de detección de la perturbación de al menos uno de los otros IED de protección, los otros IED de protección comprenden unos IED de protección que están conectados a otros circuitos secundarios del transformador de medida o a circuitos secundarios de otro transformador de medida conectado al componente del sistema de alimentación, y unos IED de protección que están conectados a otros transformadores de medida conectados a otros componentes del sistema de alimentación conectado a la misma barra de distribución a la que el componente del sistema de alimentación está conectado.

10 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un IED de protección para supervisar un circuito secundario de un transformador de medida en un sistema de alimentación. El transformador de medida está conectado a un componente del sistema de alimentación que está protegido por el IED de protección. El IED de protección incluye:

un módulo de detección de perturbaciones, conectado al circuito secundario del transformador de medida y adaptado para detectar perturbaciones en una señal del transformador de medida;

15 un módulo de determinación al que el módulo de detección de perturbaciones está conectado, adaptado para determinar si se ha producido un fallo en el circuito secundario del transformador de medida, de acuerdo tanto por un resultado de detección de perturbaciones del módulo de detección de perturbaciones como por otro resultado de detección de perturbaciones de al menos uno de los otros IED de protección, los otros IED de protección comprenden unos IED de protección que están conectados a otros circuitos secundarios del transformador de medida o a los circuitos secundarios de otro transformador de medida conectado al componente del sistema de alimentación y los IED de protección que están conectados a otros transformadores de medida conectados a otro de los componentes del sistema de alimentación conectado a la misma barra de distribución a la que el componente del sistema de alimentación está conectado; y

20 un módulo de interfaz conectado al módulo de determinación, adaptado para enviar mensajes a y recibir mensajes de los otros IED de protección.

25 Mediante la utilización de la información integrada que está disponible por medio del estándar IEC 61850, las soluciones de supervisión del circuito de corriente / voltaje de acuerdo con las realizaciones de la presente invención proporcionan un rendimiento más fiable y sensible y se debe recoger una cantidad muy pequeña de información.

Breve descripción de los dibujos

30 Varios objetos, características y ventajas adicionales de la presente invención podrán ser apreciados más completamente con referencia a la descripción detallada y a los dibujos adjuntos que siguen. En los dibujos:

la figura 1 es un diagrama que ilustra una configuración de un sistema secundario típico;

la figura 2 es un diagrama que ilustra una configuración de un sistema secundario típico para los IED de protección doble;

35 la figura 3 es un diagrama que ilustra una configuración del sistema secundario de acuerdo con una realización de la presente invención;

la figura 4 es un diagrama que ilustra una configuración de sistema secundario para los IED de protección doble de acuerdo con otra realización de la presente invención;

40 la figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de acuerdo con una realización de la presente invención; y

la figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra un IED de protección de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción de las realizaciones preferentes

45 A lo largo de la descripción que sigue, los detalles específicos se exponen con el fin de proporcionar una comprensión más completa de la invención. Sin embargo, la invención puede practicarse sin estos detalles. En otros casos, no se han mostrado o descrito en detalle componentes bien conocidos para evitar oscurecer innecesariamente la divulgación. Por consiguiente, la especificación y los dibujos se deben considerar en un sentido ilustrativo, en lugar de uno restrictivo. Además, los mismos números de referencia designan elementos similares a lo largo de la memoria descriptiva.

50 Las realizaciones de la presente invención proponen un procedimiento y dispositivo de supervisión de circuito de corriente / voltaje nuevos mediante la utilización de información integrada que puede estar disponible con poco tráfi-

co de comunicación entre los IED de protección de acuerdo con un protocolo de comunicación común, por ejemplo, Evento de Subestación Orientado a Objeto Genérico (GOOSE) definido por el estándar IEC 61850 "Redes de comunicación y sistemas en subestaciones".

5 La "información integrada" que se ha mencionado más arriba en esta revelación puede tener dos significados, para los que se proponen dos principios.

Principio 1: "información integrada" significa los resultados de la detección de las perturbaciones desde no sólo un IED de protección que protege a uno de los componentes del sistema eléctrico, sino también de otros IED de protección que protegen a los otros componentes del sistema de alimentación, siempre que los componentes del sistema de alimentación mencionados están en condiciones de funcionamiento y conectados a la misma barra de distribución.

Este principio se puede explicar tomando como ejemplo la supervisión del circuito de voltaje.

La figura 1 es un diagrama que ilustra una configuración de un sistema secundario típico. Con propósitos de ilustración pero no de limitación, el Principio 1 se explicará utilizando la configuración del sistema secundario que se muestra en la figura 1. Para la configuración del sistema secundario de la figura 1, por ejemplo, la información integrada debe incluir los resultados de la detección de perturbaciones de los IED de protección, es decir, IED1, IED2 e IED3 que protegen los tres componentes del sistema de alimentación (no mostrados), respectivamente. Para un sistema (EHV) - Voltaje Extra Alto, por ejemplo, las señales de voltaje secundario de los IED de protección que protegen los diferentes componentes del sistema de alimentación son normalmente de diferentes transformadores de voltaje es decir VT1, VT2 y VT3. Cuando se produce un fallo o perturbación en el sistema eléctrico, una perturbación de voltaje puede ser detectada por todos los IED de protección, IED1, IED2 e IED3 simultáneamente. Cuando se produce un fallo en un circuito secundario de un VT, por ejemplo, entre VT3 e IED3, solamente el IED3 detecta una perturbación de voltaje, pero los otros IED de protección, es decir, IED1 e IED2, no detectarán ningún tipo de perturbación. Esta diferencia entre fallos en el circuito secundario y condiciones de fallo o de perturbación del sistema de alimentación se puede utilizar para detectar el fallo en el circuito secundario.

Principio 2: para un componente del sistema de alimentación con IED de protección dobles (una configuración muy común en los sistemas de 220 kV o niveles de voltaje superiores), los dos IED de protección están conectados a dos transformadores de corriente / voltaje o a dos devanados secundarios de un transformador de voltaje / corriente que conectan al componente del sistema de alimentación, respectivamente. De esta manera, "información integrada" significa los resultados de detección de perturbaciones de ambos IED de protección que protegen el mismo componente del sistema de alimentación.

Este principio también se puede explicar tomando como ejemplo al supervisión del circuito de voltaje.

La figura 2 es un diagrama que ilustra una configuración de sistema secundario típico para los IED de protección dobles. Con propósito de ilustración pero no de limitación, el Principio 2 se explicará utilizando la configuración del sistema secundario que se muestra en la figura 2. Para la configuración del sistema secundario de la figura 2, por ejemplo, la información integrada debe incluir los resultados de la detección de perturbaciones del IED A1 que se conecta a un primer devanado secundario de VT1 y los resultados de detección de la perturbación del IED B1 que se conecta a un segundo devanado secundario de VT1. Cuando se produce un fallo u otra perturbación en el sistema de alimentación, tanto el IED A1 como el IED B1 detectarán un error de voltaje de forma simultánea. La condición de que un IED de protección (IED A1) detecte una perturbación de voltaje mientras que el otro (IED B1) no lo hace, indica que se produce un fallo en el circuito secundario entre el primer devanado secundario de VT1 y el IED A1.

Se debe hacer notar que los dos principios anteriores no necesitan que cada IED de protección recoja todas las señales de voltaje / corriente. Una cantidad de información muy pequeña, es decir, los resultados de la detección de perturbaciones, intercambiados entre los IED de protección es suficiente para un proceso de supervisión de este tipo. Las implementaciones detalladas se describirán en la presente memoria descriptiva y a continuación con referencia a los dibujos que se acompañan.

Realización 1

Esta realización de la presente invención cumple con el principio 1, y se explicará tomando como ejemplo la supervisión del circuito de voltaje.

Un procedimiento de supervisión del circuito de voltaje de acuerdo con la realización de la presente invención se describirá a continuación con referencia a las figuras 3 y 5. La figura 3 es un diagrama que ilustra una configuración de sistema secundario de acuerdo con una realización de la presente invención. En la figura 3, los IED de protección, IED1, IED2 e IED3, están conectados a VT1, VT2 y VT3, respectivamente, y cada uno protege un componente del sistema de alimentación (no mostrado), respectivamente. Los tres componentes del sistema de alimentación están conectados a la misma barra de distribución y están todos en condición de funcionamiento. Los ruptores B1,

B2 y B3 están diseñados para conectar / desconectar las conexiones entre los componentes del sistema de alimentación y la barra de distribución, respectivamente. La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de acuerdo con una realización de la presente invención.

5 En las realizaciones preferidas de la presente invención, cada IED de protección tal como IED1, IED2 e IED3, puede detectar las perturbaciones de voltaje, y una vez que (por ejemplo, IED 1) detecta una perturbación de voltaje, informará a los otros IED de protección (por ejemplo, IED2 e IED3) que se detecta la perturbación y en cual fase a través de un protocolo de comunicación, por ejemplo, a través de GOOSE (con referencia "8 - 1" en la figura 3). En el siguiente ejemplo, el proceso de supervisión se describirá considerando el IED1.

10 Haciendo referencia a la figura 5 en conjunto con la figura 3, en el bloque S501, el IED1 detecta perturbaciones de voltaje.

En el bloque S502, tras la detección de una perturbación de voltaje, el IED1 emite un mensaje a los otros IED de protección, IED2 e IED3, a través de GOOSE. El mensaje indica la detección de la perturbación de voltaje. El mensaje también puede indicar en qué fase se detecta la perturbación de voltaje.

En el bloque S503, el IED1 establece un símbolo de fallo de VT y bloquea una operación de protección de IED1.

15 Si en un retardo corto preestablecido (por ejemplo t1), el IED1 recibe un mensaje desde cualquiera de los otros IED de protección (por ejemplo, el IED2) y el mensaje indica que el IED2 detecta una perturbación de voltaje correspondiente, es decir, una perturbación de voltaje en la misma fase en el bloque S504, el IED1 determina que hay un fallo o perturbación producido en el sistema de alimentación, y restablece el símbolo de fallo de VT para permitir una operación adecuada del IED de protección, IED1, en el bloque S506. A continuación, el proceso avanza hasta el bloque S501.

20 Si en el retardo corto preestablecido (por ejemplo t1), el IED1 no recibe un mensaje que indica la detección de una perturbación de voltaje en la misma fase de cualquiera de los otros IED de protección (por ejemplo, IED2, IED3) en el bloque S504, el IED1 determina que el fallo de VT se produce en el bloque S505. Tras la determinación de la ocurrencia de fallo de VT, el IED1 puede proporcionar de salida una señal de alarma de fallo de VT como se desee.

25 El retardo corto t1 preestablecido se debe establecer de acuerdo con la configuración de la comunicación (típicamente 10 ms es suficiente).

30 Después del procesamiento en el bloque S505, el símbolo de fallo de VT del IED1 puede ser restablecido manualmente por un operador, o restablecido automáticamente por el IED1 después de que la señal de voltaje medida satisfaga una lógica de reposición predefinida, por ejemplo, el voltaje se mantiene en un rango normal preestablecido durante un periodo preestablecido.

Realización 2

Esta realización de la presente invención cumple con el principio 2, y también se explicará tomando como ejemplo la supervisión del circuito de voltaje.

35 En esta realización, un procedimiento de supervisión del circuito de voltaje de acuerdo con la realización de la presente invención se describirá en la presente memoria descriptiva y a continuación con referencia a las figuras 4 y 5. La figura 4 es un diagrama que ilustra una configuración de un sistema secundario para los IED de protección dobles de acuerdo con otra realización de la presente invención. En la figura 4, dos IED de protección, IED A1 e IED B1 se proporcionan para proteger un componente del sistema de alimentación (no mostrado) y dos IED de protección, IED A2 e IED B2, se proporcionan para proteger otro componente del sistema de alimentación (no mostrado). Los dos componentes del sistema de alimentación están conectados a la misma barra de distribución. El IED A1 está conectado a un transformador de corriente CT11 y a un primer devanado secundario de un transformador de voltaje VT1. El IED B1 está conectado a un transformador de corriente CT12 y a un segundo devanado secundario de un transformador de voltaje VT1. El IED A2 está conectado a un transformador de corriente CT21 y a un primer devanado secundario de un transformador de voltaje VT2, y el IED B2 está conectado a un transformador de corriente CT22 y a un segundo devanado secundario del transformador de voltaje VT2. CT11, CT12 y VT1 están conectados al componente de sistema de alimentación protegido por el IED A1 y el IED B1, y CT21, CT22 y VT2 están conectados al componente del sistema de alimentación protegido por el IED A2 y por el IED B2.

En el siguiente ejemplo, el proceso de supervisión se describirá en relación con el IED A1.

50 Haciendo referencia a la figura 5 en conjunto con la figura 4, en el bloque S501, el IED A1 detecta perturbaciones de voltaje en el sistema de alimentación.

En el bloque S502, tras la detección de una perturbación de voltaje, el IED A1 emite un mensaje al otro IED de protección, IED B1, a través de GOOSE. El mensaje indica la detección de la perturbación de voltaje. El mensaje también puede indicar en qué fase se detecta la perturbación de voltaje.

En el bloque S503, el ED A1 establece un símbolo de fallo de VT y bloquea una operación de protección del IED A1.

5 Si en un retraso corto predeterminado (por ejemplo, t_1), el IED A1 recibe un mensaje del IED B1 y el mensaje indica que el IED B1 detecta una perturbación de voltaje correspondiente, es decir, una perturbación de voltaje en la misma fase, en el bloque S504, el IED A1 determina que hay un fallo o perturbación en el sistema eléctrico, y restablece el símbolo de fallo de VT para permitir un funcionamiento adecuado del IED de protección, IED A1, en el bloque S506. A continuación, el proceso avanza hasta el bloque S501.

10 Si en el retardo corto preestablecido (por ejemplo t_1), el IED A1 no recibe un mensaje que indica la detección de una perturbación de voltaje en la misma fase del IED B1 en el bloque S504, el IED A1 determina que el fallo de VT se produce en el bloque S505. Tras la determinación de la ocurrencia de fallo de VT, el IED A1 puede emitir una señal de alarma de fallo de VT en el bloque S505 como se desee.

15 Después del procesamiento en el bloque S505, el símbolo de fallo de VT del IED A1 puede ser restablecido manualmente por un operador, o puede ser restablecido automáticamente por el IED A1 después de que la señal de voltaje medida satisfaga una lógica de reposición predefinida, por ejemplo, el voltaje se mantiene en un rango normal preestablecido durante un período preestablecido.

20 Por supuesto, en la configuración de protección doble, como se muestra en la figura 4, además de IED B1, el IED A1 puede transmitir también el mensaje a otros IED de protección para otros componentes del sistema de alimentación conectados a la misma barra de distribución a la que el componente del sistema de alimentación protegido por el IED A1 está conectada, tal como el IED A2 y el IED B2. El procedimiento de procesamiento es similar al de la realización 1 y no se repetirá.

Realización 3

Esta realización de la presente invención se explicará tomando como ejemplo la supervisión del circuito de corriente.

25 Esta realización proporciona un procedimiento de supervisión del circuito de corriente en un sistema eléctrico con una configuración del sistema secundario como se muestra en la figura 3. El procedimiento de supervisión de acuerdo con esta realización es casi idéntico al de la Realización 1, excepto que en el procedimiento de esta realización para supervisar el circuito de corriente, lo que será detectado por los IED de protección es una perturbación de corriente. De acuerdo con ello, los mensajes comunicados entre los IED de protección están diseñados de forma ligeramente diferente. En consecuencia, no se repetirá el procedimiento detallado del procedimiento de supervisión.

Realización 4

35 Esta realización proporciona un procedimiento de supervisión del circuito de corriente en un sistema eléctrico con una configuración del sistema secundario como se muestra en la figura 4. El procedimiento de supervisión de acuerdo con esta realización es casi idéntico al de la realización 2, excepto que en el procedimiento de supervisión de esta realización para supervisar el circuito de corriente, lo que puede ser detectado por los IED de protección es una perturbación de corriente. De acuerdo con ello, los mensajes comunicados entre los IED de protección están diseñados de forma ligeramente diferente. En consecuencia, el procedimiento detallado del procedimiento de supervisión no se repetirá aquí.

40 Se debe hacer notar que la supervisión del circuito de voltaje propuesta y los procedimientos de supervisión del circuito de corriente se pueden cumplir en cada fase.

La supervisión del circuito de voltaje propuesta y los procedimientos de supervisión del circuito de corriente son válidos tanto para los transformadores de medida convencionales y no convencionales, y son capaces de detectar fallos de 1 fase, de 2 fases y de 3 fases en el circuito secundario, tanto bajo condiciones de funcionamiento de 3 fases como condiciones de funcionamiento de 2 fases.

45 El procedimiento propuesto no necesita un IED para recoger los datos muestreados de otros IED, sino que sólo necesita intercambiar los resultados de detección de las perturbaciones entre los IED, por lo tanto la cantidad de comunicación es muy pequeña. En consecuencia, este procedimiento posee una alta fiabilidad.

50 Como un aspecto del procedimiento propuesto, se muestra que la norma IEC 61850 puede ser usada para reducir no sólo cableados convencionales, sino también resolver los problemas convencionales y mejorar el rendimiento de la protección.

Se entiende que en los procedimientos propuestos, un IED necesita comunicarse con al menos uno de los otros IED que están conectados a uno o más de otros circuitos secundarios de los transformadores de medida conectados ya sea al mismo componente del sistema de alimentación o a otros componentes del sistema de alimentación conectados a la misma barra de distribución. De esta manera se necesita realizar una comprobación del estado periódicamente por cada IED para garantizar las condiciones anteriores. La condición anterior puede no existir cuando sólo un componente del sistema de alimentación (una o más fases) está conectado a la barra de distribución, o sólo un IED está en condiciones de funcionamiento entre todos los IED que protegen el mismo componente del sistema de alimentación o los componentes del sistema de alimentación conectados a la misma barra de distribución, o la comunicación está fuera de servicio, etc. Los procedimientos tradicionales de supervisión del circuito de corriente / voltaje también pueden ser incluidos en los IED como respaldo en caso de que la condición necesaria no exista. Sin embargo, se debe hacer notar que la posibilidad de que no exista la condición necesaria X es muy pequeña. Con el rápido desarrollo de las tecnologías de la comunicación, la comunicación dentro de una subestación es muy fiable. La comprobación de estado puede ser realizada fácilmente por los IED con una configuración adecuada por personas expertas en la técnica, y por lo tanto no se describirá aquí.

La figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra un IED de protección de acuerdo con una realización de la presente invención. En la presente memoria descriptiva y a continuación, el IED de protección de acuerdo con la realización de la presente invención se describirá tomando como ejemplo la supervisión del circuito de voltaje.

Haciendo referencia a la figura 6, el IED de protección 600 proporciona una función de supervisión del circuito secundario, y está adaptado para supervisar un circuito secundario de un transformador de medida 630 en un sistema de alimentación. El transformador de medida 630 está conectado a un componente del sistema de alimentación (no mostrado) que está protegido por el IED de protección 600. En vista de esta función de supervisión del circuito secundario, el IED de protección 600 incluye un módulo de detección de perturbaciones 601, un módulo de determinación 602 y un módulo de interfaz 603.

El módulo de detección de perturbaciones 601 está conectado al módulo de determinación 602, y está adaptado para detectar perturbaciones en una señal del transformador de medida 630.

El módulo de determinación 602 está adaptado para determinar si se produce un fallo en el circuito secundario del transformador de medida 630, de acuerdo con un resultado de detección de perturbaciones del módulo de detección de perturbaciones 601 así como por otro resultado de detección de la perturbación de al menos uno de otros IED de protección (por ejemplo, el IED 620). El otro tipo de IED de protección incluye IED de protección que están conectados a otros circuitos secundarios del transformador de medida 630 o a circuitos secundarios de otros transformadores de medida conectados al componente del sistema de alimentación al que está conectado el transformador de medida 630 y los IED de protección que están conectados a otro transformador de medida conectado a otros componentes del sistema de alimentación conectados a la misma barra de distribución al que está conectado el componente del sistema de alimentación.

El módulo de interfaz 603 está conectado al módulo de determinación 602 y está adaptado para enviar / recibir mensajes a / desde los otros IED de protección, por ejemplo, el IED 620.

En una realización de la presente invención, si el módulo de detección de perturbaciones 601 detecta una perturbación y el módulo de interfaz 603 no recibe un mensaje que indica la detección de una perturbación correspondiente de cualquiera de los otros IED de protección en un tiempo de retardo preseleccionado, el módulo de determinación 601 determina que el fallo se produce en el circuito secundario entre el transformador de medida 630 y el IED de protección 600.

En otra realización, si el módulo de detección de perturbaciones 601 detecta una perturbación y el módulo de interfaz 603 recibe un mensaje que indica la detección de una perturbación correspondiente de cualquiera de los otros IED de protección en el retardo seleccionado, el módulo de determinación 602 determina que se produce un fallo o una perturbación en el sistema de alimentación.

En otra realización, cuando el módulo de detección de perturbaciones 601 detecta una perturbación, el módulo de determinación 602 establece un símbolo para bloquear una operación de protección del IED de protección 600 y ordena al módulo de interfaz 603 que emita un mensaje que indica la detección de la perturbación a los otros IED de protección, por ejemplo, el IED 620. El mensaje también puede indicar en cual fase se detecta la perturbación.

En otra realización, el módulo de determinación 602 restablece el símbolo para permitir la operación de protección del IED de protección 600 cuando se determina que el fallo o la perturbación se producen en el sistema de alimentación.

El módulo de interfaz 603 puede enviar los mensajes a, y recibir los mensajes de los otros IED de protección por medio de GOOSE definido por el estándar IEC 61850.

El IED de protección 600 puede incluir, además, un módulo de configuración 605 conectado al módulo de determinación 602. El módulo de configuración 605 está adaptado para preestablecer el retraso y otros parámetros que necesitan ser establecidos. El símbolo se puede restablecer manualmente por un operador a través del módulo de configuración 605.

5 El IED de protección 600 también puede incluir un módulo de salida de alarma 604 de acuerdo con otra realización. El módulo de salida de alarma 604 está adaptado para emitir una señal de alarma bajo el control del módulo de determinación 602. Cuando se determina que se produce un fallo en el circuito secundario entre el transformador de medida 630 y el IED 600, el módulo de determinación 602 ordena al módulo de salida de alarma 604 que emita una señal de alarma que indica la ocurrencia del fallo en el circuito secundario.

10 El transformador de medida 630 puede ser un transformador de voltaje o un transformador de corriente. En el caso de que el transformador de medida 630 sea un transformador de voltaje, la perturbación es una perturbación de voltaje. En el caso de que el transformador de medida 630 sea un transformador de corriente, la perturbación es una perturbación de la corriente.

15 En una realización, el módulo de detección de perturbaciones 601 se implementa como un relé de sobre - voltaje superimpuesto para cada fase. Si el relé de sobre - voltaje superimpuesto opera, esto significa que se detecta una perturbación. El voltaje superimpuesto se debe calcularse con

$$\Delta v(x)=v(x)-2v(x-N)+v(x-2N), \quad (\text{fórmula 1})$$

en la que Δv se refiere al voltaje súper impuesto, v se refiere al voltaje medido, y N es el punto de muestreo por ciclo de frecuencia de alimentación.

20 Cuando el voltaje superimpuesto calculado es mayor que un umbral, el relé de sobre - voltaje superimpuesto funciona. El umbral del relé de sobre - voltaje puede ser un valor predeterminado, o un porcentaje preestablecido (por ejemplo, 5%) del voltaje medido un ciclo antes o el voltaje nominal, o un porcentaje preestablecido (por ejemplo, 150%) del voltaje superimpuesto medido un ciclo antes, o una combinación predefinida de dos o más de los valores anteriores.

25 Se debe hacer notar que aunque un procedimiento de detección de perturbaciones ejemplar se ha descrito más arriba, los expertos en la técnica apreciarán que hay muchos otros procedimientos de detección de perturbaciones.

De manera similar, una realización del IED de protección 600 para la supervisión del circuito de corriente podrá ser entendido también fácilmente por referencia a la figura 6, que no se describirá aquí.

30 Los módulos y los procesos que se han descrito más arriba pueden implementarse en hardware, software, firmware, middleware, o combinaciones de los mismos.

35 Por ejemplo, el procedimiento que se ha descrito más arriba puede implementarse en software e incluir el código informático para realizar los pasos del procedimiento. Este código informático puede ser almacenado en un medio legible por máquina, tal como un medio legible por el procesador o un producto de programa informático. El medio o legible por máquina o el medio legible por procesador puede incluir cualquier medio capaz de almacenar o transferir información en un formato legible y ejecutable por una máquina (por ejemplo, un procesador, un único chip de microprocesador o un ordenador, etc.)

40 Como otro ejemplo, los módulos y procesos que se han descrito más arriba pueden implementarse como programas funcionalmente en cualquiera de una variedad de circuitos, incluyendo pero no limitados a, dispositivos lógicos programables (PLD), tales como matrices de puertas programables de campo (FPGA), dispositivos de lógica de matriz programable (PAL), lógica programable eléctricamente y dispositivos de memoria y dispositivos basados en células estándar, así como circuitos integrados de aplicación específica (ASIC) y circuitos integrados completamente personalizados. Algunas otras posibilidades para implementar aspectos de la invención incluyen: micro controladores con memoria (tales como memoria programable de sólo lectura (EEPROM) borrrable electrónicamente, microprocesadores integrados, firmware, software, etc.

45 Se entiende que los ejemplos y realizaciones descritos en la presente memoria descriptiva son con fines ilustrativos solamente, y diversas modificaciones o cambios a la luz de los mismos se les ocurrirá a los expertos en la técnica y están incluidos dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de supervisión de un circuito secundario de un transformador de medida (630) en un sistema de alimentación, estando conectado el transformador de medida a un componente de un sistema de alimentación, en el que el procedimiento comprende:
 - 5 detectar (S501), por medio de un Dispositivo Electrónico Inteligente de protección, IED de protección (600), que está conectado al circuito secundario del transformador de medida (630) y protege el componente del sistema de alimentación, las perturbaciones en una señal desde el transformador de medida; y
 - 10 determinar (S505, S506) si se produce un fallo en el circuito secundario del transformador de medida, de acuerdo con un resultado de la detección de la perturbación por el IED de protección (600) así como por otro resultado de la detección de perturbaciones de al menos uno de otros IED de protección (620), comprendiendo los otros IED de protección unos IED de protección que están conectados a otros circuitos secundarios del transformador de medida o a los circuitos secundarios de otro transformador de medida conectado al componente del sistema de alimentación, y los IED de protección que están conectados a otros transformadores de medida conectados a otros componentes del sistema de alimentación conectados a la misma barra de distribución a la que el componente del sistema de alimentación está conectado.
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que determinar si el fallo se produce en el circuito secundario del transformador de medida (630) comprende:
 - 20 si una perturbación es detectada por el IED de protección (600) y un mensaje que indica la detección de una perturbación correspondiente no es recibido por el IED de protección desde cualquiera de los otros IED de protección (620) en un retardo preestablecido, determinar, (S505), por el IED de protección, que el fallo se produce en el circuito secundario del transformador de medida.
3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que determinar si el fallo se produce en el circuito secundario del transformador de medida (630) comprende:
 - 25 si una perturbación es detectada por el IED de protección (600) y un mensaje que indica la detección de una perturbación correspondiente es recibido por el IED de protección desde el al menos uno de los otros IED de protección (620) en un retardo preestablecido, determinar (S506), por el IED de protección, que se produce un fallo o perturbación en el sistema de alimentación.
4. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que después de la detección, el procedimiento comprende, además:
 - 30 después de la detección de una perturbación, emitir (S502), por el IED de protección (600), un mensaje que indica la detección de la perturbación a los otros IED de protección, (620) y establecer, por el IED de protección, un símbolo para bloquear una operación de protección del IED de protección (S503).
5. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el procedimiento comprende, además:
 - 35 si se determina que el fallo o perturbación se produce en el sistema de alimentación, restablecer (S506) el símbolo para permitir la operación de protección del IED de protección (600).
6. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el IED de protección (600) envía mensajes a, y recibe mensajes de, los otros IED de protección (620) a través de Evento de Subestación Orientado a Objeto Genérico, GOOSE, definido por el estándar IEC 61850.
7. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el transformador de medida (630) es un transformador de voltaje (630) o un transformador de corriente; y en el que la perturbación es una perturbación en una señal de voltaje si el transformador de medida es un transformador de voltaje, y la perturbación es una perturbación en una señal de corriente si el transformador de medida es un transformador de corriente.
8. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el mensaje transmitido (S502) por el IED de protección indica, además, en cual fase se produce la perturbación, y la perturbación correspondiente es una perturbación que se produce en la misma fase en la que se produce la perturbación detectada por el IED de protección.
9. Un Dispositivo Electrónico Inteligente de protección, IED de protección, para supervisar un circuito secundario de un transformador de medida (630) en un sistema de alimentación, estando conectado el transformador de medida a un componente del sistema de alimentación que está protegido por el IED de protección (600), en el que el IED de protección comprende:
 - 50

un módulo de detección de perturbaciones (601), conectado al circuito secundario del transformador de medida y adaptado para detectar perturbaciones en una señal del transformador de medida;

5 un módulo de determinación (602) al que el módulo de detección de perturbaciones (601) está conectado, adaptado para determinar si se produce un fallo en el circuito secundario del transformador de medida, de acuerdo con un resultado de detección de perturbaciones desde el módulo de detección de perturbaciones así como por otro resultado de detección de perturbaciones de al menos uno de los otros IED de protección (620), comprendiendo los otros IED de protección (620) unos IED de protección que están conectados a otros circuitos secundarios del transformador de medida o a los circuitos secundarios de otro transformador de medida conectado al componente del sistema de alimentación, y los IED de protección que están conectados a otros transformadores de medida conectados a otros componentes del sistema de alimentación conectado a la misma barra de distribución a la que el componente del sistema de alimentación está conectado; y

un módulo de interfaz (603) conectado al módulo de determinación, adaptado para enviar mensajes a, y recibir mensajes desde, los otros IED de protección.

15 **10.** El IED de protección de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el módulo de determinación (602) está adaptado, además, para determinar que el fallo se produce en el circuito secundario del transformador de medida, si el módulo de detección de perturbaciones detecta una perturbación y el módulo de interfaz no recibe un mensaje que indica la detección de una perturbación correspondiente desde cualquiera de los otros IED de protección (620) en un tiempo de retardo preestablecido.

20 **11.** El IED de protección de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el módulo de determinación (602) está adaptado, además, para determinar que se produce un fallo o perturbación en el sistema de alimentación, si el módulo de detección de perturbaciones detecta una perturbación y el módulo de interfaz recibe un mensaje que indica la detección de una perturbación correspondiente desde al menos uno de los otros IED de protección (620) en el retardo preestablecido.

25 **12.** El IED de protección de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que el módulo de determinación (602) está adaptado, además, para establecer un símbolo para bloquear una operación de protección del IED de protección y ordena al módulo de interfaz que emita un mensaje que indique la detección de una perturbación a los otros IED de protección, cuando el módulo de detección de perturbaciones detecta la perturbación.

30 **13.** El IED de protección de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el módulo de determinación (602) está adaptado, además, para restablecer un símbolo para permitir la operación de protección del IED de protección, cuando se determina que el fallo o perturbación se produce en el sistema de alimentación.

35 **14.** El IED de protección de acuerdo con la reivindicación 12, en el que módulo de interfaz (603) está adaptado, además, para enviar mensajes a, y recibir mensajes de, los otros IED de protección a través del Evento de Subestación Orientado a Objeto Genérico, GOOSE, definido por el estándar IEC 61850.

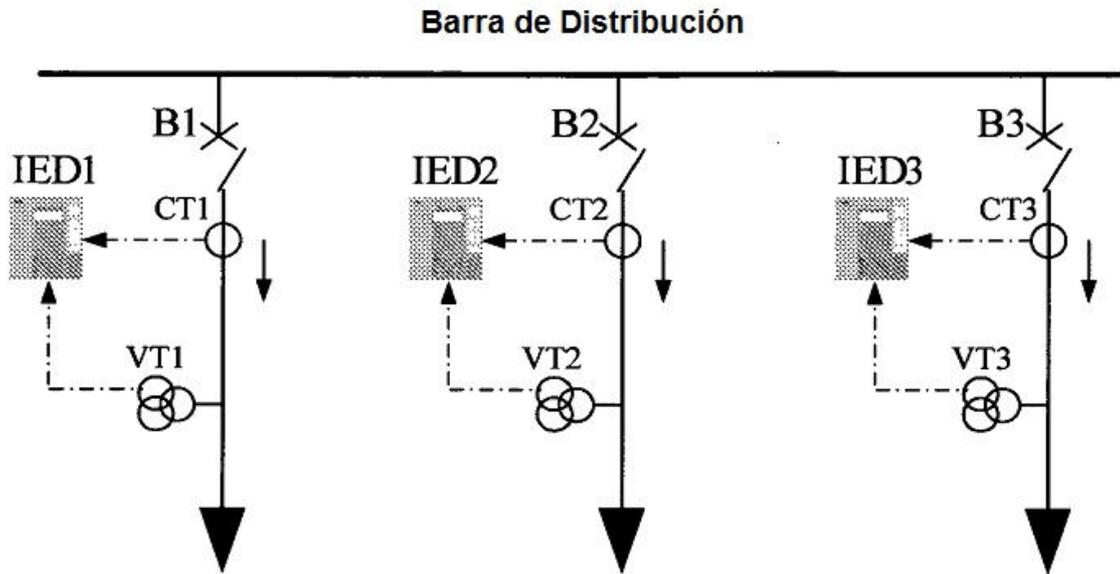


Fig. 1

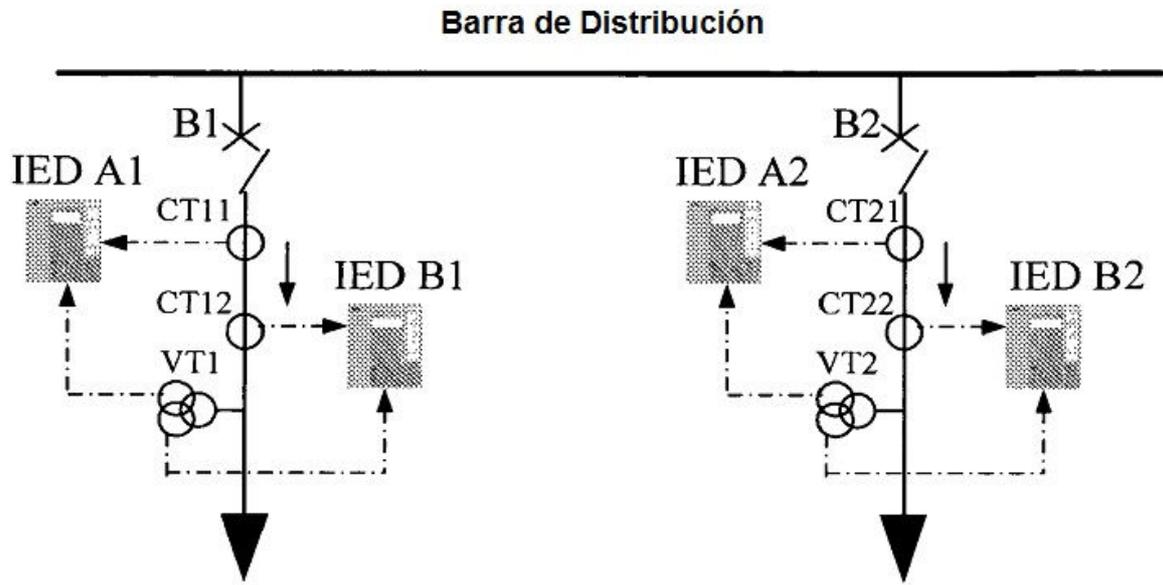


Fig. 2

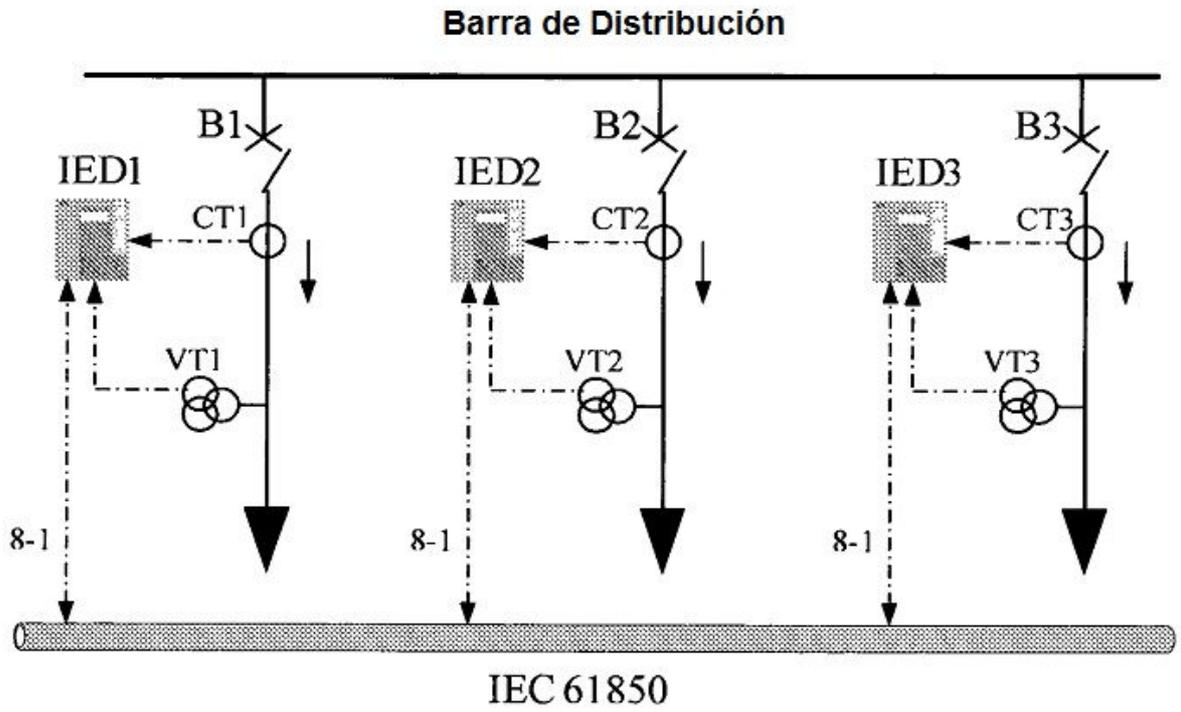


Fig. 3

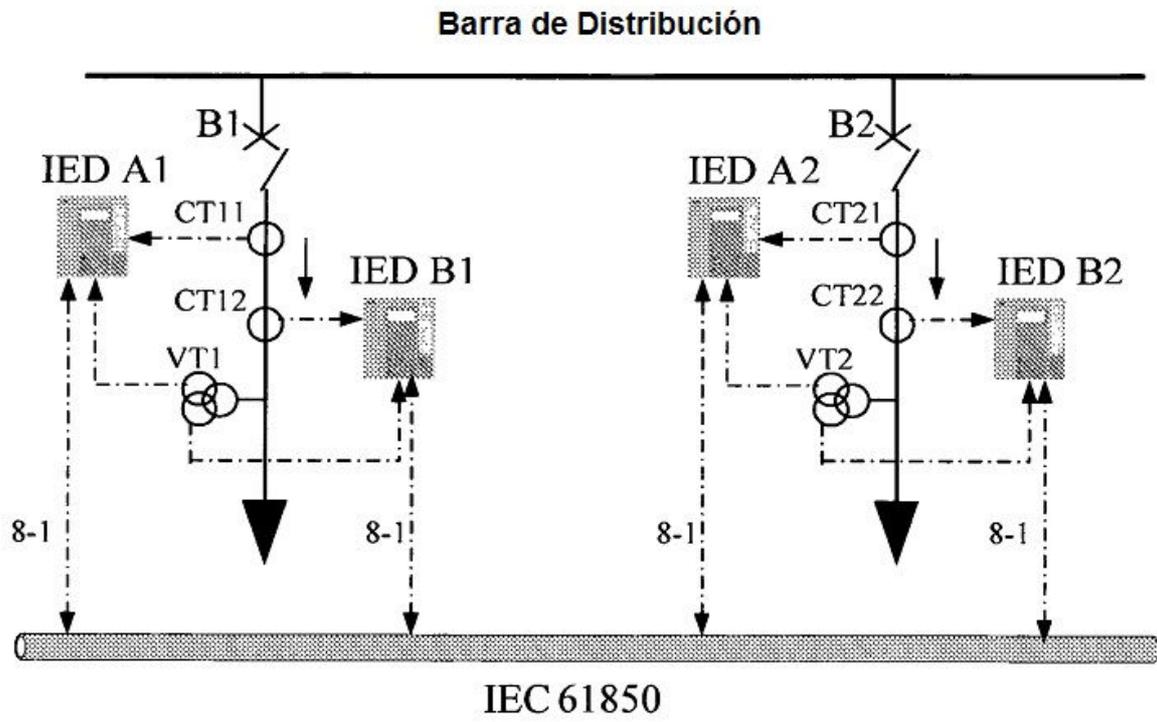


Fig. 4

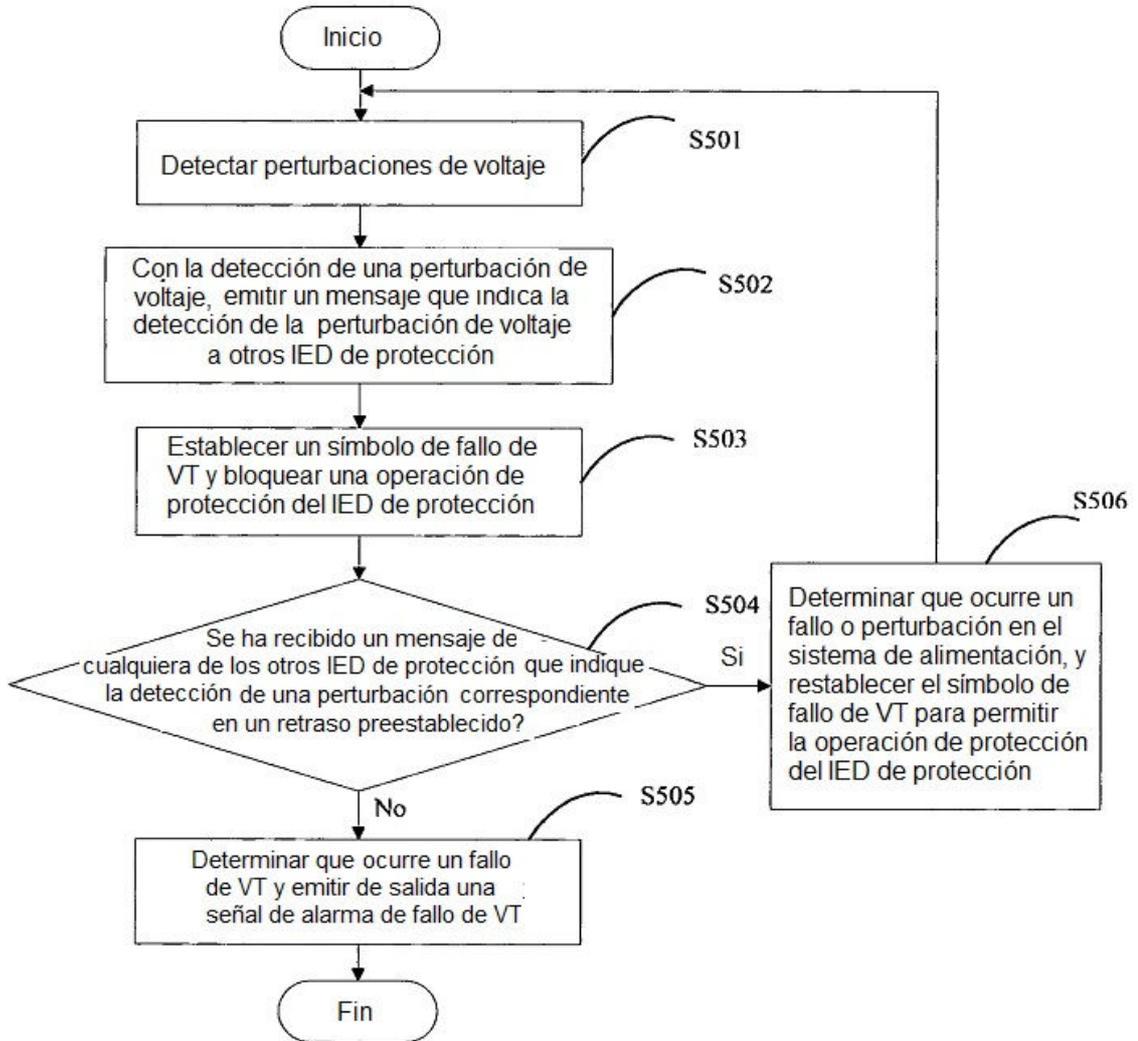


Fig. 5

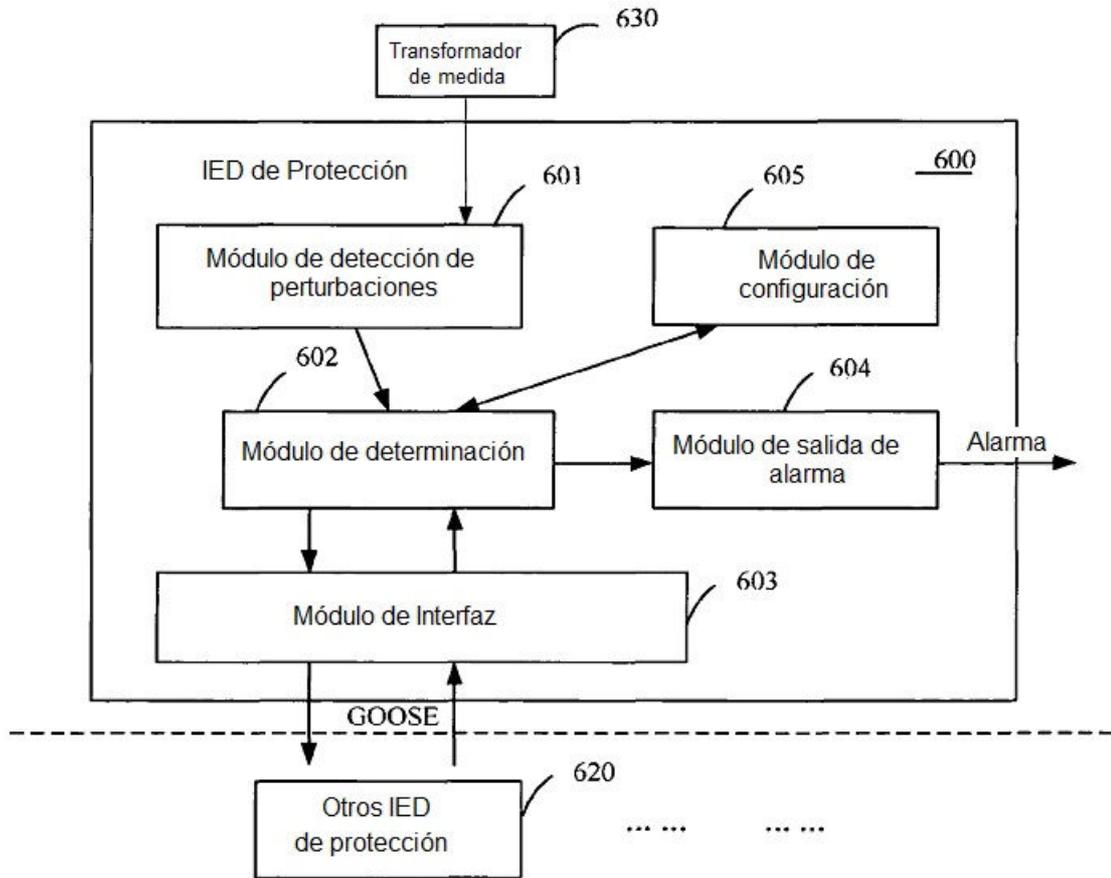


Fig. 6