

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 595 377**

51 Int. Cl.:

H02H 7/26 (2006.01)

H02H 7/30 (2006.01)

H02H 3/027 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2011** **E 11175713 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2016** **EP 2551983**

54 Título: **Sistema y método para la protección de una red eléctrica contra fallos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.12.2016

73 Titular/es:

ABB S.P.A. (100.0%)
Via Vittor Pisani 16
20124 Milano, IT

72 Inventor/es:

ANTONIAZZI, ANTONELLO y
RACITI, LUCA

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 595 377 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

Sistema y método para la protección de una red eléctrica contra fallos

- 5 [0001] La presente invención se refiere a un sistema y método para la protección de una red de energía contra los fallos eléctricos.
- 10 [0002] Como se sabe, las redes o sistemas de suministro de energía eléctrica usan dispositivos de protección, típicamente disyuntores, que desempeñan diferentes funciones que se necesitan para asegurar el correcto funcionamiento del circuito eléctrico en el que se insertan y las cargas conectadas a él.
Por ejemplo, aseguran la disponibilidad de la corriente nominal necesaria para diferentes utilidades, permiten la inserción y desconexión apropiadas de cargas del circuito y, en particular, protegen la red y las cargas instaladas en ella contra eventos de fallo tales como sobrecargas y cortocircuitos.
- 15 [0003] Existen numerosas soluciones industriales para los dispositivos anteriormente mencionados para este propósito.
La solución más típica y tradicional emplea uno o varios pares de contactos, que son acoplados o separados por medios mecánicos o electromecánicos para interrumpir o restaurar la corriente en circulación.
- 20 [0004] Otros dispositivos de protección más avanzados incluyen disyuntores automáticos provistos de una unidad de protección electrónica para activar, en caso de un fallo, una cadena cinemática que causa la separación de los contactos del disyuntor.
- 25 [0005] Se sabe que, durante un evento de fallo en la red de energía, es particularmente importante obtener una selectividad de intervención muy alta de los dispositivos de protección anteriormente mencionados.
- [0006] Se entiende que el término "selectividad de intervención" o, abreviado, "selectividad", significa la capacidad de aislar del suministro de energía partes relativamente limitadas de la red que están cerca de la ubicación del fallo.
- 30 [0007] En otras palabras, el término "selectividad" indica la capacidad para funcionar de forma coordinada y limitada, para reducir la ineficiencia provocada por el fallo, limitando la ineficiencia sólo a las partes de la red que en efecto están en riesgo y preservando así, al mismo tiempo, el estado operativo del resto del sistema o red.
- 35 [0008] Por otro lado, se sabe que la obtención de un nivel alto de selectividad es un aspecto particularmente difícil en el diseño del sistema.
De hecho, es necesario conciliar los requisitos de mejor fiabilidad de intervención con la necesidad obvia de contener los costes de la construcción y administración de la red eléctrica.
- 40 [0009] En las redes de energía tradicionales, un determinado nivel de selectividad se obtiene distribuyendo los dispositivos de protección a lo largo de niveles jerárquicos diferenciados desde el punto de vista de la energía (los niveles aguas arriba, es decir, más cercanos a la fuente de energía, son generalmente considerados como de una jerarquía más alta), y seleccionando las características de desconexión para cada dispositivo de protección según el nivel de jerarquía ocupado por el dispositivo.
- 45 [0010] Teniendo en cuenta que cada derivación de la red está dimensionada para conducir de forma segura energía eléctrica suficiente para suministrar a todos los niveles inferiores conectados a ella, la selectividad se obtiene aprovechando la diferenciación en los parámetros de desconexión (corriente de desconexión, tiempo de desconexión, inercia mecánica de contacto, etc.) existentes entre los dispositivos de protección de niveles de jerarquía diferentes.
- 50 [0011] De esta manera, la ineficiencia provocada por un evento de fallo sólo afecta a la parte de la red controlada por el dispositivo de protección que tiene el nivel de jerarquía inmediatamente sobre el nivel o posición donde ha ocurrido el propio fallo.
- 55 [0012] Algunas de las soluciones técnicas de tipo conocido proporcionan el uso de dispositivos de protección del tipo denominado EFDP (Early Fault Detection Prevention o Detección de fallo y prevención anticipadas), con capacidad para comunicarse entre sí, para coordinar las modalidades de intervención respectivas en caso de un evento de fallo.
- 60 [0013] Estas soluciones establecidas se diseñan según la lógica de selectividad e intervención del tipo abajo-arriba, es decir, cuando un dispositivo EFDP detecta un fallo, independientemente de su posición en la red, genera una señal de endavamiento que se envía a todos los otros dispositivos EFDP situados aguas arriba en la red, inhibiendo su capacidad de intervención.
- 65 [0014] Si el dispositivo EFDP en cuestión no es enclavado por otro dispositivo EFDP situado aguas abajo, funciona directamente desconectando la corriente.

[0015] La patente US 7,110,231, que se considera la técnica anterior más cercana, divulga un sistema de protección adaptativa que comprende un reconector eléctricamente conectado a una fuente de energía y uno o varios seccionalizadores que están conectados en serie con el reconector a lo largo de un alimentador radial.

5 En caso de un fallo a lo largo del alimentador, primero el reconector aísla el alimentador de la fuente de energía. El reconector y los seccionalizadores se comunican entre sí a través de una red de datos y, si el fallo es persistente, la sección del fallo es aislada aguas arriba y aguas abajo por el reconector y el seccionalizador adyacente o por dos seccionalizadores adyacentes.

10 [0016] Aunque las soluciones de tipo conocido permiten llevar a cabo la funcionalidad para la que fueron diseñadas razonablemente bien, existe, sin embargo, una posibilidad y necesidad de más mejoras.

[0017] Por lo tanto, el objeto de la presente invención es proporcionar una solución mejorada con respecto a las soluciones conocidas; en particular respecto a las intervenciones selectivas sobre la detección de un fallo eléctrico en la red.

15 [0018] Tal objeto se consigue mediante un sistema y método para proteger la red eléctrica de fallos eléctricos, según las reivindicaciones independientes anexas.

20 [0019] Las características y ventajas se harán más aparentes de ahora en adelante a partir de la descripción de formas de realización preferidas, pero no exclusivas, del sistema y método según la presente invención, ilustradas sólo por medio de ejemplos no limitativos en los dibujos anexos, en los cuales:

- las figuras 1 y 2 son diagramas de bloque que ilustran esquemáticamente dos formas de realización posibles de un disyuntor usado en el sistema y método según la invención;
- 25 – la Figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente una unidad electrónica que se puede usar en un disyuntor de la figura 1 o 2;
- las figuras 4 y 5 ilustran esquemáticamente dos ejemplos de una red de energía, donde una pluralidad de disyuntores están situados en dos y tres niveles jerárquicos, respectivamente;
- la Figura 6 es un diagrama de bloques que representa esquemáticamente los diferentes pasos de un método de protección según la presente invención;
- 30 – la Figura 7 es una vista en perspectiva que ilustra un ejemplo de un disyuntor de caja moldeada.

[0020] Por motivos de simplicidad, en la siguiente descripción los elementos idénticos o similares funcionales y/o estructurales serán indicados con los mismos números de referencia en las formas de realización diferentes ilustradas de ahora en adelante.

[0021] Las figuras 4 y 5 ilustran esquemáticamente una red de energía 101, que está operativamente conectada a una fuente de suministro de energía eléctrica 102 y provista de una pluralidad de disyuntores 10, 20, 21, 22, 30, 31, 32, 33, etc. Tales disyuntores están dispuestos a lo largo de la estructura ramificada de la red 101 en dos o más niveles, cada uno que protege un área de red correspondiente de varios anchos, con cargas respectivas conectadas a ellos, esquemáticamente indicados en las figuras con el número de referencia 103.

[0022] En el ejemplo ilustrativo de la figura 4, los disyuntores están dispuestos sólo en dos niveles (A), (B), mientras que en el ejemplo de la figura 5 hay un tercer nivel adicional (C); claramente, tales ejemplos no deben entenderse como limitativos de ninguna manera, ya que el método 200 y el sistema 100 según la invención, junto con los detalles que serán descritos a continuación, son aplicables de forma similar sin considerar el número de disyuntores y niveles en los que están posicionados.

Además, el término "carga" debe ser entendido como la parte de la red vista aguas abajo (con respecto a la fuente) de un disyuntor, incluyendo las utilidades conectadas a tal área aguas abajo.

50 Tal área puede tener cualquier extensión y configuración y puede incluir cualquier utilidad final (u otra carga equivalente).

[0023] En el sistema 100 y el método 200 según la invención, al menos un primer disyuntor 10 operativamente asociado a una primera unidad electrónica de comando y control 110 está situado (paso 201 del método ilustrado en la figura 6) en un primer nivel de jerarquía (A) de la red; además (paso 201), uno o varios disyuntores adicionales 20, 21, 22, 30, 31, 32, n, etc., cada uno de los cuales comprende una segunda unidad electrónica correspondiente 120, 121, 122, 130, 131, 132, n, etc., están situados en uno o varios niveles adicionales (B), (C) que son jerárquicamente inferiores al primer nivel (A) y están en cascada el uno respecto al otro, es decir, el tercer nivel es jerárquicamente inferior al segundo, el cuarto es inferior al tercero, etcétera.

[0024] Un bus de control bidireccional, indicado en las Figuras 4 y 5 por la línea discontinua 104, es adecuado para establecer una comunicación entre la primera unidad electrónica 110 y una o varias de las segundas unidades electrónicas 120, 121, 122, 130, 131, etc., cada una de ellas asociada a uno de los disyuntores adicionales 20, 21, 22, 30, 31, etc. Por ejemplo, dicho bus de control 104 puede ser un bus basado en el protocolo CAN o en el protocolo Ethernet; o, en cualquier caso, se puede usar cualquier bus adecuado para este propósito.

[0025] Ventajosamente, el primer disyuntor 10 comprende al menos un dispositivo de desconexión electrónica semiconductor 11.

Según una primera forma de realización ilustrada en la figura 1, el primer disyuntor 10 es un disyuntor híbrido, es decir, un disyuntor que comprende dispositivos basados en modalidades/tecnologías de desconexión de corriente diferentes entre sí; en particular, el disyuntor 10 de la figura 1 comprende un primer dispositivo de desconexión electrónica semiconductor 11 y un segundo dispositivo de desconexión electromecánica 12, por ejemplo de tipo convencional, que tiene al menos un contacto fijo 13 y un contacto 14 móvil entre una posición cerrada en la que está acoplado a dicho contacto fijo y una posición abierta en la que está separado de dicho contacto fijo, según formas de realización ampliamente conocidas en la técnica y, por lo tanto, no descritas en este documento con mayor detalle.

[0026] Como se ilustra, el dispositivo de desconexión electrónica semiconductor 11 está eléctricamente conectado en paralelo a los extremos del contacto fijo 13 y el contacto móvil 14 del dispositivo 12.

[0027] Tal dispositivo de desconexión electrónica 11 está basado, por ejemplo, en uno o varios componentes semiconductores, que se pueden elegir de la familia de los tiristores, por ejemplo tiristores, SCR (Silicon Controlled Rectifier o rectificador controlado de silicio), IGCT (Integrated Gate-Commutated Thyristor o tiristor controlado por puerta integrada), o de la familia de los transistores, tal como por ejemplo IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor o transistor bipolar de puerta aislada), MOS de potencia (Metal Oxide Semiconductor o metal óxido semiconductor), etc. La descripción siguiente sólo hará referencia a componentes IGBT y/o IGCT por motivos de simplicidad.

[0028] Además, en la forma de realización preferida ilustrada en la figura 1, el primer disyuntor 10 comprende un bloque o circuito 15 de protección y disipación, que comprende, por ejemplo, varistores de óxido metálico MOV, cuya función es proteger el dispositivo electrónico semiconductor 11 de sobrecargas y/o cambios de voltaje (dV/dt) mayores que un umbral establecido; asimismo, el circuito o bloque 15 disipa la energía de fallo que pasa a través del disyuntor 10, especialmente en caso de circuitos de corriente continua fuertemente inductivos.

[0029] Un disyuntor 16 de desconexión está presente sólo si se solicita aislamiento galvánico.

[0030] En una segunda forma de realización ilustrada en la figura 2, el primer disyuntor 10 comprende un único dispositivo de desconexión realizado por un dispositivo de desconexión electrónica semiconductor 11 anteriormente descrito, es decir, el primer disyuntor 10 es, en la práctica, un disyuntor o interruptor de estado sólido también indicado como disyuntor estático.

[0031] En esencia, tal forma de realización de la figura 2 sigue la del disyuntor 10 de la figura 1, donde, sin embargo, falta el segundo dispositivo de desconexión de tipo tradicional 12 y, por lo tanto, el dispositivo de desconexión electrónica 11 es atravesado por la corriente nominal en condiciones de funcionamiento nomales.

[0032] La unidad electrónica de comando y de control 110 asociada al primer disyuntor 10 es una unidad electrónica microprocesadora adecuadamente provista de algoritmos y/o bloques de circuito ampliamente conocida en la técnica o, en cualquier caso, fácilmente realizable para alguien experto en la técnica. En la práctica, la unidad 110 es una "unidad de desconexión" integrada con funciones de comunicación y accionamiento para el dispositivo de desconexión semiconductor 11.

Los ejemplos comerciales de tal unidad electrónica 110 que se pueden utilizar en el sistema y método según la presente invención son las unidades Tmax PR222DS o Emax PR123/P comercializadas por el mismo solicitante de la presente solicitud de patente.

[0033] La Figura 3 es un diagrama de bloques que representa un ejemplo de una unidad electrónica de comando y de control 110.

La unidad 110 ejecuta los algoritmos de protección mediante su microprocesador y, en particular aquellos dedicados a la selectividad, basándose en la información obtenida de un bloque de circuito de medición de corriente 111, un bloque de circuito de tratamiento de protección de selectividad 112 (por ejemplo, el bloque donde se definen los distintos ajustes para las intervenciones de selectividad), y un bloque de circuito 113 que conecta con el bus de control 104.

Además, la unidad 110, mediante su microprocesador y otro circuito electrónico relacionado posible: controla (mediante el bloque de circuito 114) un circuito o bloque de accionamiento 17 adecuado para accionar el dispositivo de desconexión electrónica semiconductor 11; controla (bloque de circuito 115) el comando al segundo dispositivo de desconexión electromecánica 12 (en la caja de disyuntor híbrido 10, mientras tal bloque está ausente en caso de un disyuntor de estado sólido); controla (bloque posible 116) el comando al disyuntor de desconexión 16, si está presente.

Finalmente, la unidad 110 gestiona el bus de control 104 mediante su microprocesador, conforme a la información que deriva del bloque de tratamiento de protección de selectividad 112.

[0034] Los distintos componentes, por ejemplo, el microprocesador y los distintos bloques y/o circuitos electrónicos, como por ejemplo del circuito de accionamiento 17, pueden ser elementos integrados en una única unidad

electrónica, o pueden ser partes separadas funcionalmente acopladas la una a la otra y al microprocesador.

5 [0035] Durante el funcionamiento, un sensor de corriente 18 adecuado mide la corriente en circulación y/o su derivada y transmite los valores medidos a la unidad electrónica de comando y control 110, que los procesa mediante la ejecución de los distintos algoritmos.

10 [0036] En caso de un disyuntor híbrido (ejemplo de la figura 1), en condiciones de funcionamiento normales, el dispositivo de desconexión electromecánica 12 es atravesado por la corriente nominal, mientras que el dispositivo de desconexión electrónica semiconductor 11 no es atravesado por la corriente.

15 [0037] En caso de un disyuntor de estado sólido o estático (ejemplo de la figura 2), es decir, provisto de sólo un dispositivo de desconexión electrónica semiconductor, si el dispositivo semiconductor 11 se basa por ejemplo en componentes de tipo IGCT, tales componentes permanecen en un estado de conducción sin ninguna señal en la compuerta siempre y cuando la corriente circulante sea mayor que su nivel de umbral (corriente de mantenimiento); si la corriente baja de tal valor, el circuito de accionamiento 17 debe accionar la compuerta con una pequeña corriente.

Al contrario, si el dispositivo 11 se basa en componentes de tipo IGBT, el circuito de accionamiento debe aplicar un voltaje positivo a la compuerta tan cercano como posible al voltaje de saturación para limitar pérdidas de conducción.

20 En estas condiciones, toda la corriente circula en la parte de circuito que comprende el dispositivo 11.

[0038] En ambos ejemplos de las figuras 1 y 2, el circuito de disipación 15 está descargado, y el disyuntor de desconexión 16, si está presente, está cerrado.

25 [0039] Si hay un fallo eléctrico en cualquier área de la red, por ejemplo una sobrecarga, éste siempre es detectado por el primer disyuntor 10 (gracias a su unidad electrónica 110), que está situado en el nivel de jerarquía más alto (en la práctica, aguas arriba en la red) y por uno o varios de los disyuntores 20, 21, 30, 31, etc., (en particular gracias a las unidades electrónicas correspondientes 120, 121, 130, 131, etc.) posicionados en los varios niveles aguas arriba del área afectada por el fallo.

30 [0040] Por ejemplo, si el fallo ocurre en el área indicada por la flecha 150 en el ejemplo de la figura 4, tal fallo sería detectado por el disyuntor 20 posicionado en el nivel (B) y por el disyuntor 10 posicionado en el nivel (A); si el fallo ocurre en el área indicada por la flecha 160 en la figura 5, tal fallo sería detectado por el disyuntor 30 posicionado en el nivel (C), por el disyuntor 20 posicionado en el nivel (B) y por el disyuntor 10 posicionado en el nivel (A).

35 [0041] Cuando la unidad electrónica 110 detecta las condiciones de fallo, ordena al circuito de accionamiento 17 para que accione adecuadamente el dispositivo electrónico semiconductor 11.

40 En particular, en el caso de un disyuntor híbrido, la unidad electrónica 110 ordena la separación de los contactos 13, 14 que, al abrirse, cortan el flujo de corriente a través de ellos; en tales condiciones, se genera la tensión de formación de arco necesaria para hacer que el dispositivo de desconexión electrónica 11 sea conductivo y, por lo tanto, se desvía la corriente a través de éste.

45 En el caso en el que el disyuntor 10 sólo tiene el dispositivo de desconexión semiconductor 11 (ejemplo de la figura 2), tal condición claramente no ocurre, ya que el dispositivo de desconexión siempre es atravesado por la corriente y no hay dispositivo de desconexión electromecánica 12.

[0042] En ambos casos, la unidad electrónica 110 está configurada para accionar (paso 202) el dispositivo de desconexión electrónica semiconductor 11 para que al menos limite el flujo de corriente a través de ella a por debajo de a un umbral predefinido y al menos durante un periodo de tiempo predeterminado.

50 [0043] Las configuraciones de accionamiento dependen de la naturaleza del/de los componente(s) empleado(s); por ejemplo, los IGCT y otros componentes de la familia de los tiristores se accionan mediante impulsos de corriente de compuerta, mientras que los IGBT se accionan aplicando un voltaje V_{GE} entre la compuerta y el emisor.

55 [0044] Por ejemplo, la unidad electrónica 110 comienza a limitar la corriente al actuar sobre el bloque que controla el circuito de accionamiento 17 con una frecuencia (o ciclo de funcionamiento) calculada según la corriente circulante.

60 [0045] Entretanto, la unidad electrónica 110 transmite toda la información necesaria para ejecutar las funciones de selectividad para el bus de control 104; en particular, la unidad electrónica 110 (paso 203) manda a uno o varios de los disyuntores adicionales 20, 21, 22, 30, 31, 32, etc. dispuestos en niveles inferiores un comando de intervención 300 adecuado para permitir selectivamente la abertura, entre los disyuntores que detectaron el fallo, del disyuntor situado más cerca y aguas arriba del área donde ha ocurrido el fallo (con respecto a la fuente de energía de la red).

65 [0046] En la práctica, cuando el disyuntor 10 detecta el fallo, la unidad electrónica 110 comienza a limitar la corriente que circula a través del disyuntor 10 y el disyuntor posicionado en el nivel inmediatamente por debajo y directamente afectado por el fallo (por el ejemplo, el disyuntor 20 de la figura 4), experimenta una reducción de la corriente, por lo que sale del estado de alarma.

Sin embargo cuando el disyuntor 10 envía el comando de intervención 300 a todos los disyuntores del nivel inferior (nivel (B)), tal comando es reconocido sólo por el disyuntor de tal nivel inferior que ha detectado eficazmente el fallo y es asignado al área afectada por el mismo fallo.

5 Tal disyuntor 20 puede, por lo tanto, funcionar mediante la abertura y la desconexión del suministro de energía del área asignada a él y localizada inmediatamente aguas abajo.

10 [0047] Preferiblemente, y como se ilustra en el ejemplo en la figura 5, si los disyuntores y las unidades electrónicas relacionadas están dispuestos en al menos tres niveles, el o los disyuntores adicionales 20, 21, 22 posicionados en el segundo nivel (B) jerárquicamente inferior al primer nivel (A) están provistos de una segunda unidad electrónica 120, 121, 122, etc., configurada para propagar el comando de abertura enviado por la primera unidad electrónica 110 hacia los disyuntores posicionados en un tercer nivel (nivel (C)) jerárquicamente inferior al segundo nivel.

15 Por lo tanto, en este caso, el disyuntor 20 (siempre mediante el bus de control 104) propaga el comando de intervención 300 hacia el nivel inferior; tal comando es reconocido sólo por el disyuntor del tercer nivel (en el ejemplo de la figura 5, el disyuntor 30) que ha detectado eficazmente el fallo 160 y es asignado al área afectada por éste

15 Por lo tanto, tal disyuntor 30 puede intervenir mediante la abertura y desconexión del suministro sólo en el área inmediatamente aguas abajo asignada para éste.

20 [0048] Tal lógica de intervención selectiva puede ser adecuadamente expandida a cualquier número de niveles inferiores.

25 [0049] Por lo tanto, cuando se produce la abertura (con la consiguiente desconexión de corriente) de un disyuntor posicionado en un nivel inferior con respecto al primer disyuntor 10, la segunda unidad electrónica asociada al disyuntor que realizó la desconexión de corriente (por ejemplo, la unidad 120 asociada al disyuntor 20 o la unidad 130 del disyuntor 30) está configurada para transmitir a la primera unidad electrónica 110 una señal de consentimiento adecuada para solicitar la restauración de las condiciones de funcionamiento antes del fallo para el primer disyuntor 10.

30 En la práctica, el disyuntor abierto informa al primer disyuntor 10 que actuó seccionando y aislando el área afectada por el fallo y, por lo tanto, el mismo primer disyuntor puede volver a sus condiciones de funcionamiento normales; es decir, que ya no hay necesidad de limitar la corriente a través del dispositivo semiconductor 11, y posiblemente el dispositivo de desconexión electromecánica 12 puede ser recerrado.

35 [0050] Alternativamente, o además, la primera unidad electrónica 110 está configurada de modo que verifica directamente la corriente y, por lo tanto, el fin del fallo, lo que significa que un disyuntor aguas abajo ha realizado de forma eficaz la desconexión de la corriente.

40 De esta manera, las condiciones de funcionamiento anteriores al fallo se pueden restaurar para el primer disyuntor 10, sin esperar a recibir la señal de consentimiento de un disyuntor de circuito aguas abajo; claramente, la restauración también puede ocurrir como resultado de un control doble, que es una verificación directa y también la recepción de la señal de consentimiento enviada desde un disyuntor aguas abajo.

45 [0051] Conforme al sistema 100 y al método 200 de la presente invención, la primera unidad electrónica 110 puede además estar configurada para accionar el dispositivo de desconexión electrónica semiconductor 11 e interrumpir completamente el flujo de corriente a través de ésta durante un período de tiempo predeterminado, por ejemplo un período superior o igual a los 100 µs (cien microsegundos); tal desconexión completa puede ocurrir, por ejemplo, en el caso de fallos particularmente graves, por ejemplo, en condiciones extremas en las que puede incluso tener una duración temporal indefinida.

En particular, la primera unidad electrónica 110 se puede configurar para accionar cíclicamente la abertura y cierre del dispositivo de desconexión electrónica semiconductor 11, por ejemplo mediante el principio de cierre conocido.

50 [0052] Por lo tanto, en estos casos, el primer disyuntor 10 aísla toda la red aguas abajo de él durante un período de tiempo predeterminado y adecuado para prevenir el daño que se pueda provocar por la gravedad del fallo repentino; entretanto, sin embargo, la unidad 110 transmite la señal del comando de intervención 300 a todos los disyuntores del nivel inferior, que están en espera, tal y como se describe anteriormente, para uno de los disyuntores aguas abajo entre los que detectaron el fallo para realizar la desconexión mediante la interrupción de la corriente y el aislamiento de un área más limitada de la red.

55 Entonces, también en este caso, la segunda unidad electrónica asociada al disyuntor desconectado transmite a la primera unidad electrónica 110 una señal de consentimiento adecuada para solicitar la restauración de las condiciones de funcionamiento existentes antes del fallo para el primer disyuntor 10; en este caso también, además o de forma alternativa, es posible que la unidad 110 verifique directamente que el área afectada por el fallo fue aislada por un disyuntor inferior y, por lo tanto, que el primer disyuntor 10 se pueda restaurar a las condiciones de funcionamiento existente antes del fallo.

60 [0053] En cualquier caso, la primera unidad electrónica 110 está configurada para abrir el primer disyuntor y, en la práctica, para interrumpir permanentemente (es decir, indefinidamente hasta que, por ejemplo, un operador cause la restauración) el flujo de corriente si, después de un tiempo predeterminado tras la aparición del fallo, o al alcanzar condiciones peligrosas, tal como, por ejemplo, temperaturas o corrientes particularmente altas, ningún otro disyuntor de la jerarquía inferior ha realizado una desconexión para aislar el área afectada por tal fallo.

[0054] En todos los casos descritos anteriormente, el accionamiento del dispositivo semiconductor 11 es muy rápido y puede generar sobretensiones, que son limitadas por el circuito de protección y de disipación 15.

5 [0055] En la práctica, se ha observado que el sistema y método 200 según la invención permite conseguir el objeto deseado ofreciendo un nivel de selectividad muy alta, y en principio aplicable a cualquier nivel de jerarquía inferior deseado.

10 Tal resultado se obtiene según una lógica que es contraria a las soluciones conocidas, es decir, según una configuración de gestión de fallo de arriba-abajo en la que el disyuntor más importante en la jerarquía, que cubre de la red entera por debajo, por ejemplo el disyuntor 10, simula la intervención accionada mediante la limitación de la corriente y transmite a los disyuntores inferiores la solicitud de intervención, esperando a que uno de éstos aisle un área de la red tan limitada como sea posible.

15 [0056] Asimismo, gracias a la adopción de un dispositivo de desconexión semiconductor (al menos para el disyuntor jerárquicamente más importante), algunos de los inconvenientes típicos de los disyuntores mecánicos o electromecánicos están limitados, por ejemplo en los circuitos de corriente continua, cuando se requieren tiempos de intervención muy cortos o energía de fallo muy reducida, o cuando se requiere un número particularmente grande de operaciones eléctricas.

20 [0057] Desde el punto de vista de la implementación, en el caso de un disyuntor estático puro, el dispositivo semiconductor 11 se puede utilizar directamente en la red o posicionar dentro de un contenedor o caja especial junto con su unidad electrónica; en el caso de un disyuntor híbrido, el dispositivo 11 puede ser posicionado dentro de un disyuntor existente de tipo tradicional, por ejemplo, dentro de un disyuntor de caja moldeada (MCCB) del cual una forma de realización de ejemplo se ilustra en figura 7, o dentro de un disyuntor de aire, o disyuntor modular (MCB).

25 [0058] El sistema y método previamente descritos están sujetos a numerosas modificaciones y variaciones, todas las cuales están dentro del alcance del concepto inventivo tal y como se define en las reivindicaciones anexas; por ejemplo, en la descripción precedente, con motivo de la simplicidad, todas las unidades electrónicas relacionadas con los disyuntores jerárquicamente inferiores al primer disyuntor 10 han sido consideradas capaces de intercambiar mensajes con los disyuntores de niveles más altos o inferiores, y de administrar la lógica de selectividad arriba-abajo anteriormente descrita.

30 Claramente, es posible que algunos disyuntores de un nivel determinado no estén provistos de una unidad electrónica capaz de propagar al siguiente nivel la lógica arriba-abajo para las intervenciones de selectividad, o que puedan no estar provistos de ningún sistema electrónico; por ejemplo, esto puede ocurrir en el caso de derivaciones o áreas de la red en las que su posible desconexión debido a cualquier condición defectuosa no representa un problema.

35 Uno o varios de los disyuntores de nivel inferior adicionales podría(n) ser proporcionado(s) o podría(n) ser realizado(s) por un dispositivo de desconexión semiconductor del tipo previamente descrito 11.

40 En un determinado nivel inferior, un disyuntor podría estar configurado de forma similar al disyuntor 10 y su primera unidad electrónica 110; en este caso, por ejemplo, los ajustes de protección selectiva podrían ser regulados de modo que este disyuntor sea el más importante jerárquicamente para los disyuntores aguas abajo y estar coordinado y ser independiente o estar jerárquicamente sujeto de cualquier manera a los del primer disyuntor 10.

Además, todos los detalles se pueden sustituir por otros elementos técnicos equivalentes.

45 Por ejemplo, una unidad electrónica puede estar incluida directamente dentro del cuerpo de disyuntor al que está asociada, o externamente.

[0059] En la práctica, los materiales, así como las dimensiones, podrían ser de cualquier tipo según los requisitos y el estado de la técnica.

REVINDICACIONES

1. Sistema (100) para la protección de una red de energía (101) contra fallos eléctricos, dicha red de energía que está conectada a una fuente de suministro de energía eléctrica (102), sistema que comprende:
- 5 - una pluralidad de disyuntores (10, 20, 30) cada uno asociado a un área de red correspondiente, dicha pluralidad de disyuntores que comprende al menos un primer disyuntor (10) operativamente asociado a una primera unidad electrónica (110) y situado en un primer nivel de jerarquía, y uno o varios disyuntores adicionales (20, 21, 22, 30, 31, 32, 33) cada uno de los cuales comprende una segunda unidad electrónica correspondiente (120, 121, 122, 130, 131, 132, 133) situados en uno o varios niveles adicionales
- 10 jerárquicamente inferiores a dicho primer nivel y en cascada unos respecto a otros;
- caracterizado por el hecho de que**
- dicho primer disyuntor comprende al menos un dispositivo de desconexión electrónica semiconductor (11), y **por el hecho de que** dicha primera unidad electrónica está configurada de modo que, tras la aparición de un fallo eléctrico en un área de red, dicha primera unidad electrónica acciona dicho dispositivo de desconexión
- 15 electrónica semiconductor para limitar el flujo de corriente a través del dispositivo de desconexión electrónica semiconductor durante al menos un periodo de tiempo predeterminado y envía a al menos uno de dicho o dichos disyuntores adicionales un comando de intervención adecuado para permitir la intervención, entre los disyuntores que detectaron el fallo, del disyuntor situado más cerca e inmediatamente aguas arriba con respecto a dicha fuente de suministro de energía (102), del área donde sucedió el fallo.
- 20
2. Sistema según la reivindicación 1, donde, cuando aparece un fallo eléctrico en un área de red, dicha primera unidad electrónica está configurada para accionar dicho dispositivo de desconexión electrónica semiconductor y romper el flujo de corriente a través del dispositivo de desconexión electrónica semiconductor durante un periodo de tiempo predeterminado.
- 25
3. Sistema según una o varias de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por el hecho de que** siempre que ha tenido lugar la intervención de un disyuntor entre dicho o dichos disyuntores adicionales, la segunda unidad electrónica asociada al disyuntor intervenido está configurada para enviar a dicha primera unidad electrónica una señal adecuada para solicitar la restauración de las condiciones de funcionamiento antes del fallo para dicho primer disyuntor.
- 30
4. Sistema según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que**, siempre que después de un periodo de tiempo predeterminado no ha intervenido ningún disyuntor entre dicho o dichos disyuntores adicionales, dicha primera unidad electrónica está configurada para interrumpir el flujo de corriente a través de dicho primer disyuntor durante un periodo de tiempo indefinido.
- 35
5. Sistema según la reivindicación 2, **caracterizado por el hecho de que** dicha primera unidad electrónica está configurada para accionar cíclicamente la abertura y cierre de dicho dispositivo de desconexión electrónica semiconductor.
- 40
6. Sistema según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** dicho o dichos disyuntores adicionales están situados en al menos un segundo nivel jerárquicamente inferior a dicho primer nivel, y en un tercer nivel jerárquicamente inferior al segundo nivel, y donde las segundas unidades electrónicas de los disyuntores que están situados en un segundo nivel están configuradas para propagar el comando de intervención enviado por dicha primera unidad electrónica a los disyuntores del tercer nivel.
- 45
7. Sistema según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** dicha primera unidad electrónica está configurada para verificar directamente el fin del fallo y consecuentemente restaurar las condiciones de funcionamiento anteriores al fallo para dicho primer disyuntor.
- 50
8. Sistema según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** dicho primer disyuntor comprende un único dispositivo de desconexión realizado por un disyuntor electrónico semiconductor.
- 55
9. Sistema según una o varias de las reivindicaciones de 1 a 7, **caracterizado por el hecho de que** dicho primer disyuntor es un disyuntor híbrido que comprende:
- un primer dispositivo de desconexión electrónica semiconductor (11); y
- un segundo dispositivo de desconexión electromecánica (12) que tiene al menos un contacto fijo (13) y un contacto (14) móvil entre una posición cerrada, en la que el contacto móvil (14) está acoplado a dicho contacto fijo, y una posición abierta, en la que el contacto móvil (14) está separado de dicho contacto fijo, dicho dispositivo de desconexión electrónica semiconductor que está conectado en paralelo a dichos contactos fijos y móviles.
- 60
10. Sistema según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** comprende un bus de control bidireccional adecuado para dejar que dicha primera unidad electrónica se comunique con una o varias de las segundas unidades electrónicas, cada una asociada a uno de dicho o dichos disyuntores adicionales.
- 65

11. Método (200) para la protección de una red de energía (101) proporcionado por una pluralidad de disyuntores (10, 20, 30), cada uno asociado a un área de red correspondiente para ser protegida contra los fallos eléctricos, dicha red de energía que está conectada a una fuente de suministro de energía eléctrica (102), método que comprende los pasos siguientes:

- 5 - posicionar (201) en un primer nivel de jerarquía al menos un primer disyuntor (10) operativamente asociado a una primera unidad electrónica (110) y que comprende al menos un dispositivo de desconexión electrónica semiconductor (11), y uno o varios disyuntores adicionales (20, 30) cada uno que comprende una segunda unidad electrónica correspondiente (120, 130) en uno o varios niveles adicionales jerárquicamente inferiores a dicho primer nivel y en cascada unos respecto a otros;
- 10 - al aparecer un fallo eléctrico en un área de red, accionar (202), mediante dicha primera unidad electrónica, dicho dispositivo de desconexión electrónica semiconductor para limitar el flujo de corriente a través del dispositivo de desconexión electrónica semiconductor al menos durante un periodo de tiempo predeterminado;
- 15 - enviar (203) a al menos uno de dicho o dichos disyuntores adicionales un comando de intervención adecuado para permitir la abertura, entre los disyuntores que detectaron el fallo, del disyuntor situado más cerca e inmediatamente aguas arriba, con respecto a dicha fuente de suministro de energía (102), del área donde ocurrió el fallo.

12. Método (200) según la reivindicación 11, donde dicho paso de accionamiento (202) comprende abrir dicho disyuntor electrónico semiconductor para interrumpir el flujo de corriente a través del dispositivo de desconexión electrónica semiconductor durante un periodo de tiempo predeterminado.

13. Método (200) según la reivindicación 11 o 12, **caracterizado por el hecho de que** comprende además, cuando ha tenido lugar la intervención de un disyuntor entre dicho o dichos disyuntores adicionales:

25 - enviar una señal (204), adecuada para solicitar la restauración de las condiciones de funcionamiento antes del fallo para dicho primer disyuntor, a dicha primera unidad electrónica mediante la segunda unidad electrónica asociada al disyuntor intervenido.

14. Método (200) según una o varias de las reivindicaciones 11-13, **caracterizado por el hecho de que** comprende, siempre que después de un periodo de tiempo predeterminado no ha intervenido ningún disyuntor entre dicho o dichos disyuntores adicionales:

30 - interrumpir (205) durante un periodo de tiempo indefinido el flujo de corriente a través de dicho primer disyuntor mediante dicha primera unidad electrónica.

15. Método (200) según la reivindicación 12, donde dicho paso de accionamiento (202) comprende accionar cíclicamente la abertura y el cierre de dicho dispositivo de desconexión electrónica semiconductor.

16. Método (200) según una o varias de las reivindicaciones 12-14, **caracterizado por el hecho de que** comprende: verificar directamente el final del fallo por medio de dicha primera unidad electrónica y consecuentemente restaurar las condiciones operativas antes del fallo para dicho primer disyuntor.

40

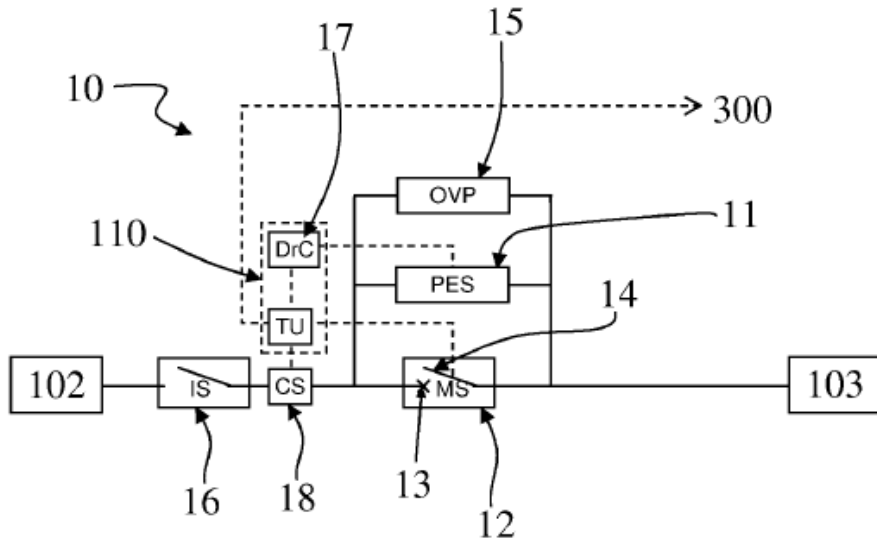


Fig. 1

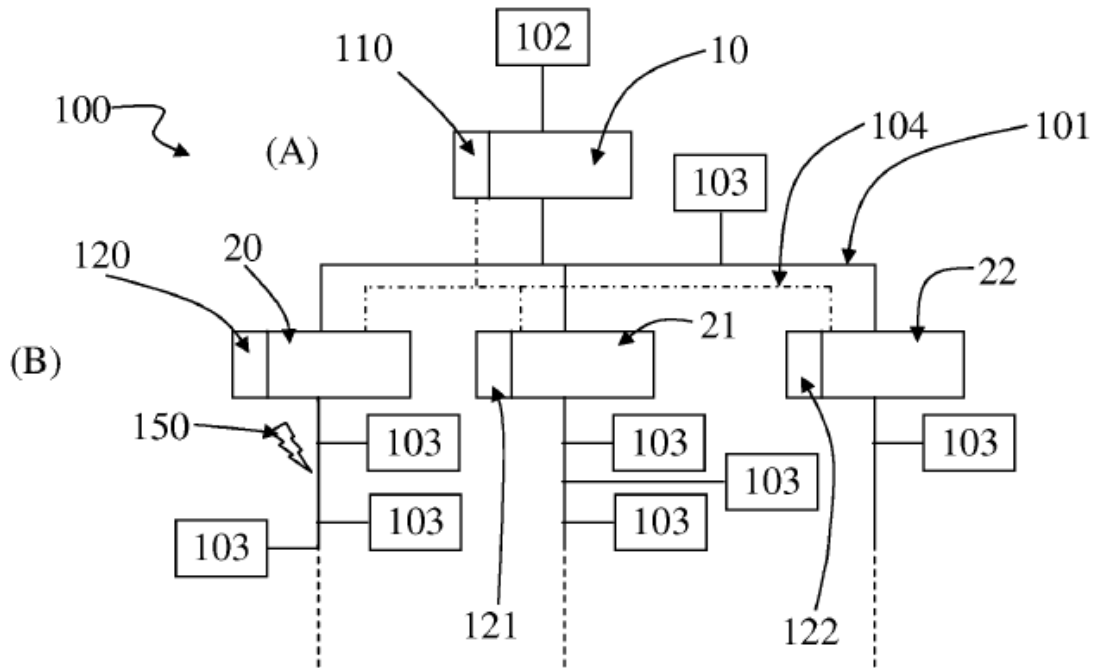


Fig. 4

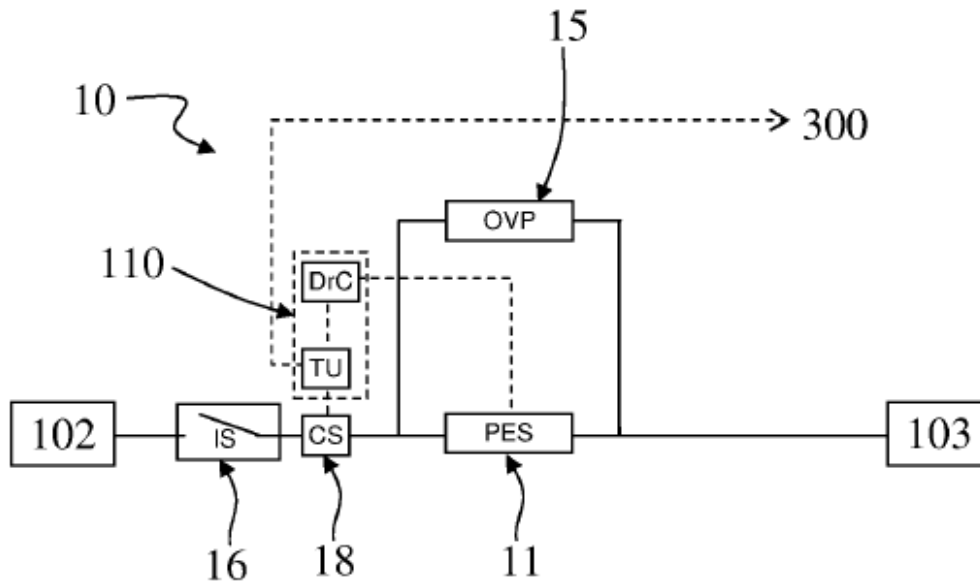


Fig. 2

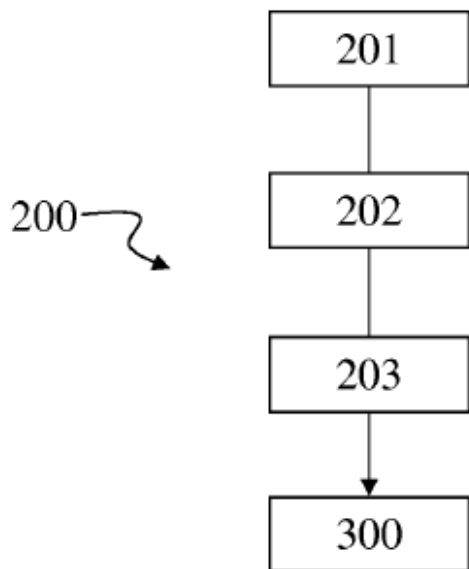


Fig. 6

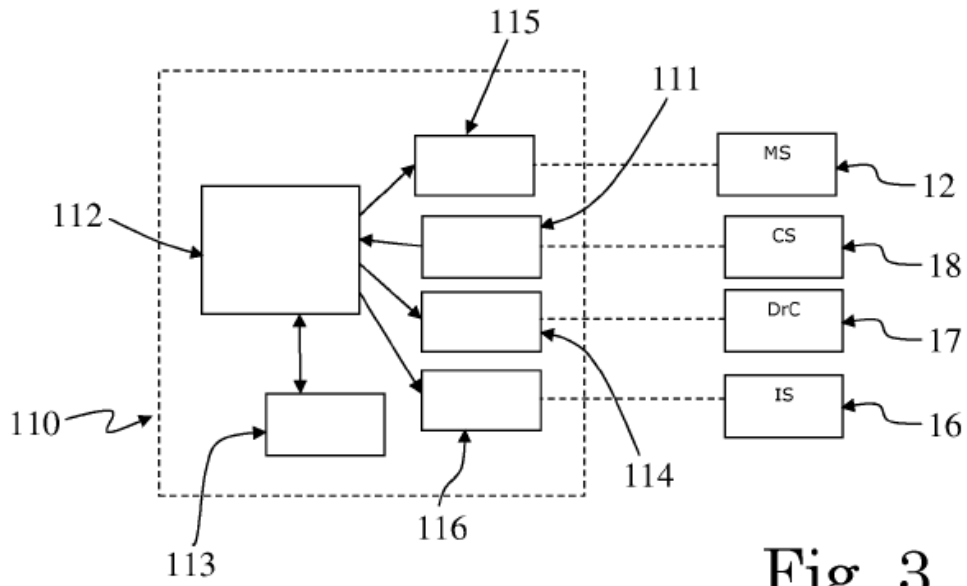


Fig. 3

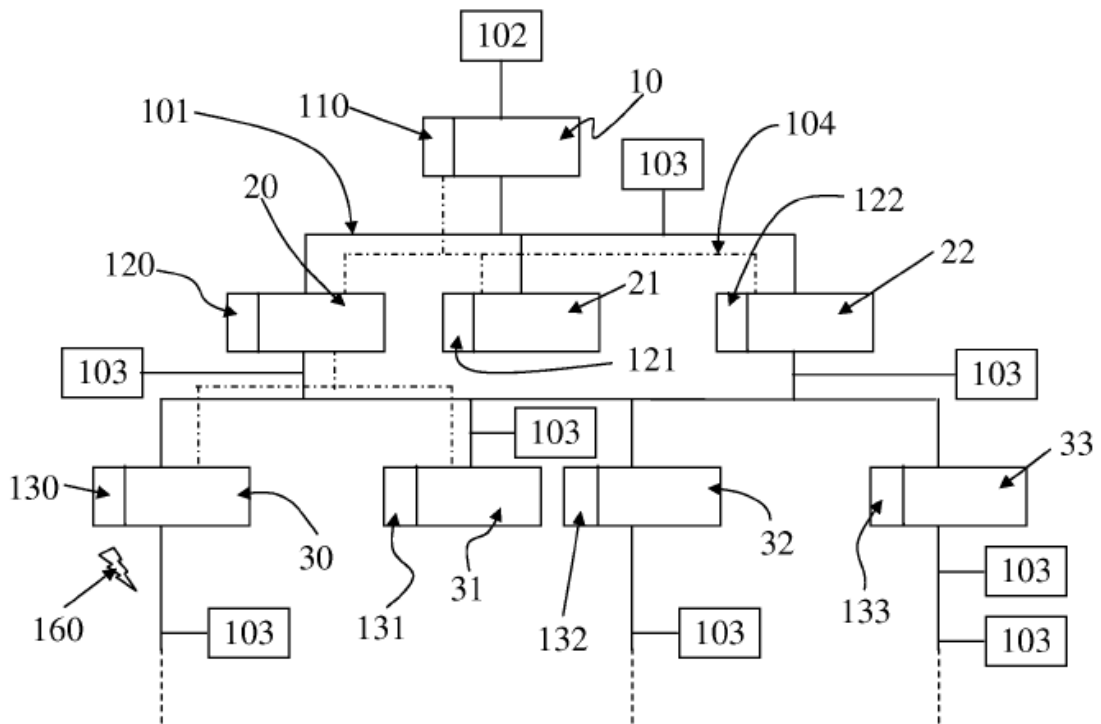


Fig. 5

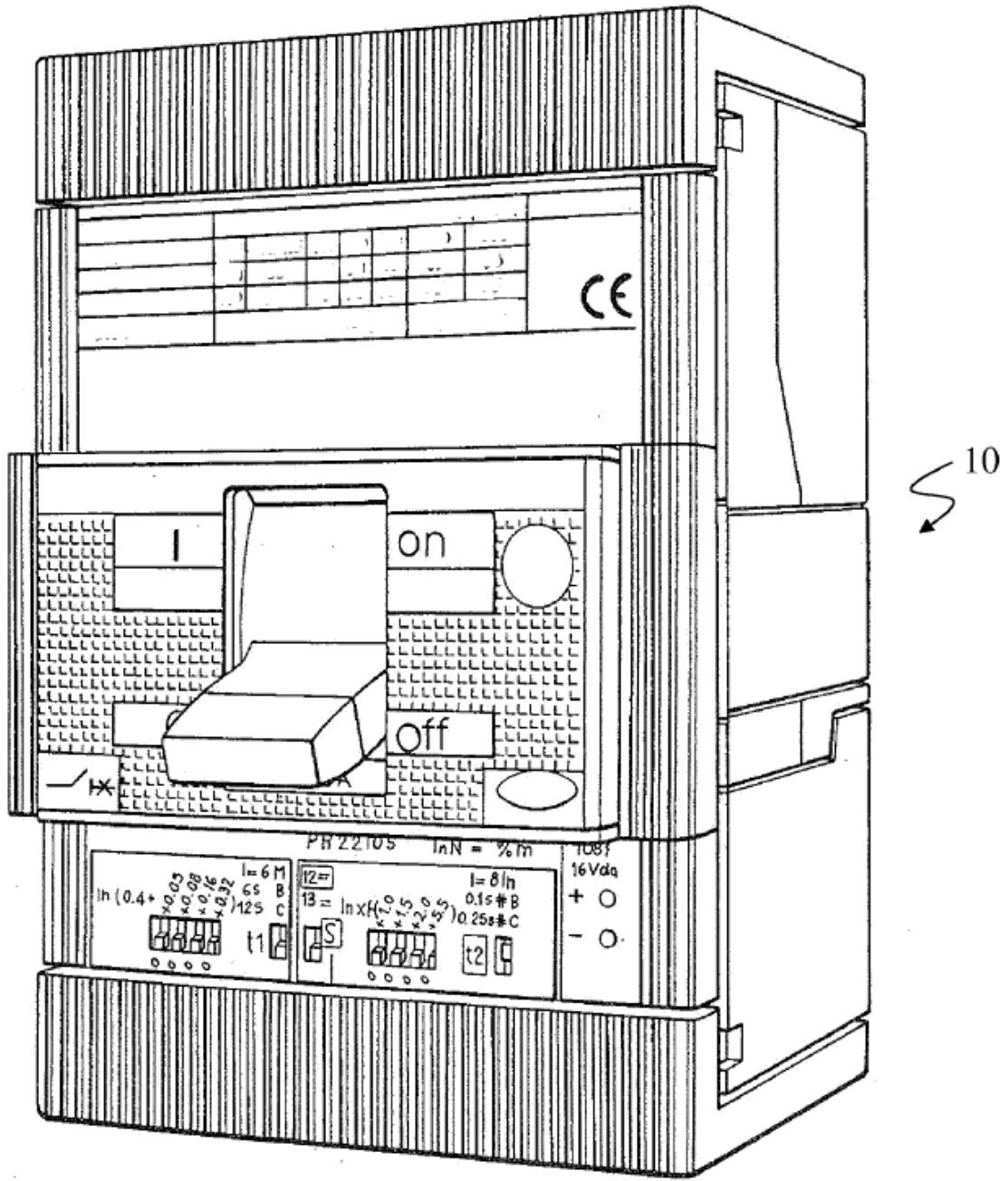


Fig. 7