

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 952**

51 Int. Cl.:

H02H 7/30 (2006.01)

H02H 3/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.07.2008** **PCT/EP2008/058779**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.02.2009** **WO09019096**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2008** **E 08785958 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2016** **EP 2176934**

54 Título: **Método para gestionar un evento defectuoso en una red de distribución de energía eléctrica, y unidad de protección electrónica correspondiente**

30 Prioridad:

07.08.2007 IT MI20071642

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

08.06.2017

73 Titular/es:

ABB S.P.A. (100.0%)

Via Vittor Pisani 16

20124 Milano , IT

72 Inventor/es:

GABELLO, ANTONIO MARIA y

POZZI, MASSIMO

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 615 952 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para gestionar un evento defectuoso en una red de distribución de energía eléctrica, y unidad de protección electrónica correspondiente

[0001] La presente invención se refiere al campo de redes de distribución de energía eléctrica.

En particular, la presente invención se refiere a un método para gestionar un evento defectuoso en una red de distribución de energía eléctrica de bajo voltaje o de alto voltaje.

En otro aspecto del mismo, la presente invención se refiere a una unidad de protección electrónica capaz de ejecutar el método mencionado.

[0002] Actualmente, en redes de distribución de energía eléctrica de bajo voltaje o de alto voltaje, se utilizan dispositivos de protección para que la función de preservación de la red de las consecuencias de un evento defectuoso sea transferida.

[0003] En muchos casos, dichos dispositivos de protección comprenden interruptores electromecánicos de un tipo tradicional donde la función de protección del evento defectuoso se encarga a la aparición de fenómenos de repulsión electrodinámica en el nivel de los contactos de cierre/apertura eléctrica.

Generalmente, los contactos eléctricos de dichos interruptores son, de hecho, formados de manera que las corrientes que circulan en estos fluyen en direcciones mutuamente opuestas.

El paso de posibles corrientes en los contactos así determina la aparición de fuerzas que tienden a separarlos.

En condiciones de funcionamiento normales, dichas fuerzas de repulsión electrodinámica son, en su mayor parte, de una intensidad insignificante.

En presencia de corrientes de cortocircuito particularmente intensas, dichas fuerzas repulsivas son sin embargo capaces de completar la separación de los contactos eléctricos.

[0004] Otros dispositivos de protección más avanzados comprenden disyuntores provistos de una unidad de protección electrónica para la activación, en caso de fallo, de una cadena cinemática que determina la separación de los contactos del disyuntor.

[0005] Se sabe que, para gestionar un evento defectuoso, la obtención de una marcada selectividad de activación por los dispositivos de protección mencionados asume importancia particular.

[0006] Mediante el término "selectividad de activación", o, más brevemente, "selectividad", se entiende la capacidad de un sistema para el aislamiento desde las partes relativamente circunscritas de suministro de la red en la proximidad del origen del fallo.

[0007] En otras palabras, el término "selectividad" indica la capacidad de la activación en una vía coordinada y confirmada para reducir la falta de servicio e inconveniencia en caso de fallo, limitándolo solo a las partes de la red que están eficazmente en riesgo y conservando, al mismo tiempo, el estado del servicio del resto del sistema.

[0008] Por otro lado, se sabe que la obtención de un alto nivel de selectividad es un aspecto particularmente crítico en el diseño del sistema.

De hecho, es necesario reunir los requisitos de mayor fiabilidad de activación con la necesidad obvia de reducir los costes de instalación y de gestión de la red eléctrica.

[0009] En redes eléctricas más tradicionales, se obtiene un cierto nivel de selectividad distribuyendo los dispositivos de protección en niveles jerárquicos diferenciados desde el punto de vista de la energía (los niveles más altos, es decir, más cerca de la fuente de voltaje, son generalmente considerados de mayor jerarquía) y seleccionando las características de activación de cada dispositivo de protección según el nivel jerárquico ocupado.

[0010] Suponiendo que cada derivación de la red se dimensiona para llevar, en condiciones de seguridad, potencia eléctrica suficiente para suministrar todos los niveles inferiores que se propagan desde la misma, la selectividad se obtiene aprovechando la diferenciación de los parámetros de activación (corriente de activación, tiempos de activación, inercia mecánica de los contactos, etc.) que existe entre los dispositivos de protección que pertenecen a niveles jerárquicos diferentes.

[0011] De esta manera, el inconveniente debido a un evento defectuoso implica solo la porción de red regulada por el dispositivo defectuoso con un nivel jerárquico inmediatamente superior en el nivel o la posición donde el fallo mismo ha sucedido.

[0012] La práctica ha demostrado que soluciones de este tipo presentan determinados inconvenientes, unidos, en su mayor parte, al hecho de no poder asegurar un nivel de selectividad que es alto y constante a lo largo del tiempo.

[0013] De hecho, el nivel de selectividad que puede ser obtenido está estrictamente correlacionado con las condiciones nominales de funcionamiento de los dispositivos de protección.

Se ha demostrado que, frecuentemente, el rendimiento de la red eléctrica, en cuanto a selectividad de activación, puede deteriorarse considerablemente, con respecto al estado de desgaste de los componentes de los dispositivos de protección y la consecuente variación de los parámetros de activación correspondientes.

[0014] Otras soluciones técnicas más avanzadas de un tipo conocido, tales como aquellas descritas en las patentes europeas EP838887 y EP856739 y en la patente estadounidense US6313639, conciben el uso de dispositivos de protección, referidos como dispositivos de protección de un tipo EFDP (prevención y detección temprana de fallos), capaz de comunicar entre sí para coordinar las modalidades respectivas de la activación, en el caso de un evento defectuoso.

[0015] Un dispositivo EFDP comprende sensores y medios electrónicos correspondientes para la adquisición de muestras de datos que indican la corriente instantánea y el derivado de la corriente instantánea que circula en la carga equivalente, que corresponde con la porción de red controlada por el dispositivo mismo.

[0016] Dichas muestras de datos se envían en la entrada a una unidad de protección y se comparan con una tabla de datos predefinidos, que corresponden con condiciones de funcionamiento normales. Si un número de muestras de datos consecutivos no caen en el conjunto de datos que corresponden con condiciones de funcionamiento normales, la unidad de protección de un dispositivo EFDP genera una señal de interbloqueo.

[0017] Dicha señal de interbloqueo se envía a todos los demás dispositivos EFDP de la red situada arriba, causando la inhibición de su capacidad de activación.

[0018] Si el dispositivo EFDP en cuestión no se interbloquea sucesivamente por otro conjunto del dispositivo EFDP más abajo, se activa directamente, así interrumpiendo la corriente.

[0019] Para el fin anterior, la unidad de protección del dispositivo EFDP genera una señal de comando de apertura apropiado, para activar la cadena cinemática que determina la separación de los contactos eléctricos.

[0020] Es evidente como, gracias a la coordinación de las modalidades de activación, en una red que comprende dispositivos EFDP, se pueden obtener niveles de selectividad que son muy superiores a aquellos de las soluciones más tradicionales anteriormente descritas.

[0021] A pesar de lograr los fines para los que han sido concebidas, también estas soluciones técnicas presentan ciertas desventajas.

[0022] Dichos inconvenientes básicamente derivan del hecho de que la obtención de una alta selectividad está estrictamente correlacionada con la presencia de dispositivos EFDP en cada de nodo de la red. Para las partes de la red no presididas por dispositivos EFDP (o, en cualquier caso, que no comunican con el resto de la red eléctrica), el nivel de selectividad permanece todavía unido a la mera diferenciación de los parámetros de activación, como en soluciones técnicas más tradicionales.

[0023] Por otro lado, el uso de dispositivos EFDP solo para la creación de la red eléctrica entera resulta algo costoso y laborioso.

[0024] Para superar los inconvenientes anteriormente mencionados, otras soluciones técnicas de un tipo conocido conciben la provisión de los dispositivos EFDP instalados con una función referida como "duración de la activación".

[0025] Según dicho modo operativo, después de la ejecución del algoritmo anteriormente descrito, un dispositivo EFDP espera, durante un intervalo de tiempo predefinido (por ejemplo, 3,5 ms), antes de intervenir directamente e interrumpir la corriente.

[0026] De esta manera, es posible que cualquier otro dispositivo de protección, posicionado debajo del dispositivo EFDP mencionado, se active, si puede hacerlo.

[0027] Si (y solo si) al final del intervalo de espera anteriormente mencionado, todavía existen las condiciones defectuosas detectadas, el dispositivo EFDP se activa directamente, así interrumpiendo la corriente.

[0028] Se ha observado que, aunque este tipo de solución habilita una mayor selectividad para partes más extensas de la red, presenta el inconveniente de requerir tiempos de activación mínimos (comprendidos entre 10-20 ms) que son relativamente largos.

[0029] Dichos tiempos de activación, son a veces, inaceptables si se desea garantizar un funcionamiento fiable a lo largo del tiempo de la red eléctrica.

Por ejemplo, si debajo de un determinado dispositivo EFDP no hay más dispositivos EFDP presentes y el fallo ocurre en una porción de sistema comprendida entre el dispositivo EFDP mencionado y cualquier dispositivo de

protección (no de un tipo EFDP) dispuesto debajo, dicha porción de sistema permanece expuesta al flujo de las corrientes defectuosas durante un tiempo de activación mínimo del dispositivo EFDP.

Suponiendo que dichas corrientes defectuosas, en particular las corrientes de cortocircuito, asumen valores particularmente altos (por ejemplo, 200 kA), puede ocurrir un envejecimiento temprano de las partes sobre la porción mencionada del sistema, poniendo en riesgo el propio funcionamiento del mismo, incluso en condiciones normales.

[0030] La patente estadounidense No. US6844737 describe un dispositivo EFDP provisto de algunas funcionalidades dirigidas a la mejora del nivel de selectividad, asegurando, sin embargo, tiempos de activación relativamente reducidos, donde sea necesario.

[0031] Dichas funcionalidades se basan en el cálculo de un cociente entre el diferencial que corresponde a dos muestras sucesivas de derivado de corriente y la corriente, tan pronto como se constata una salida de las condiciones de normalidad de la evolución de la corriente en la carga.

[0032] La práctica, sin embargo, ha demostrado que dicha solución, aunque ofrece una especie de previsión con respecto a la evolución posible de la corriente defectuosa, puede proporcionar indicaciones que son solo parciales y no siempre fiables.

Por ejemplo, para partes topológicamente complejas de la red, dicho método no permite saber si un dispositivo de protección debajo del EFDP está ya activándose con una probabilidad razonable de éxito.

[0033] El documento de patente WO2006108860 revela un método para aumentar y garantizar la selectividad de un interruptor en un grupo de interruptores que comprende un primer interruptor anterior y al menos un segundo interruptor posterior.

Según la solución descrita, la impedancia del circuito de potencia que contiene el interruptor posterior se determina y analiza; los elementos del circuito de potencia provistos del interruptor precedente se usan para la determinación de la impedancia, tales como barras colectoras, líneas o similares; y la selectividad se mejora mediante el análisis de la impedancia.

Un microprocesador se usa para determinación de la selectividad en la disposición correspondiente para la determinación de la selectividad, donde el microprocesador está dispuesto en el interruptor precedente.

[0034] La tarea principal de la presente invención es proporcionar un método para la gestión de un evento defectuoso en una red de distribución de energía eléctrica que permitirá superar los inconvenientes de la técnica anterior.

[0035] En la estructura de la tarea anterior, un fin de la presente invención es proporcionar un método para gestionar un evento defectuoso, al igual que una unidad de protección electrónica correspondiente, que permitirá obtener una selectividad de activación superior para optimizar los tiempos de activación y minimizar la energía que se desarrolla durante el fenómeno defectuoso.

[0036] Otro fin de la presente invención es proporcionar un método para la gestión de un evento defectuoso, al igual que una unidad de protección electrónica correspondiente, que permitirá, en el tiempo más corto posible, la detección del evento defectuoso y la determinación de las modalidades de activación más eficaz para asegurar una limitación del daño en el sistema tanto en cuanto a la degradación como en cuanto a la falta de servicio e inconveniente.

[0037] Otro fin de la presente invención es proporcionar un método para la gestión de un evento defectuoso, al igual que una unidad de protección electrónica correspondiente, que será relativamente simple de implementar prácticamente, a costes relativamente bajos.

[0038] La tarea y fines anteriores, al igual que otros fines que surgirán claramente de la descripción resultante y de los dibujos anexos, se proporcionan según la invención por un método para gestionar un evento defectuoso en una red de distribución de energía eléctrica según lo que se indica en la reivindicación anexa 1 y en las reivindicaciones dependientes de la misma.

[0039] En otro aspecto, la presente invención también se refiere a una unidad de protección electrónica según se indica en la reivindicación anexa 9 y en las reivindicaciones dependientes de la misma.

[0040] El método según la invención detecta la existencia de condiciones defectuosas en la carga.

Una vez que se ha constatado la presencia posible de un fallo, el método según la invención realiza un procedimiento para determinar, basándose en la evolución en el tiempo del derivado de la corriente instantánea de la carga, si al menos un dispositivo de protección, diseñado para interrumpir localmente la corriente en la carga, es capaz de completar exitosamente una maniobra de interrupción emprendida en respuesta a las condiciones defectuosas mencionadas.

[0041] El análisis de la evolución del derivado de tiempo permite prever con un margen considerable de certeza si la maniobra comenzada por el dispositivo de protección mencionado se puede llevar a una conclusión exitosa o incluso si se destina a fracasar.

5 [0042] Con base en los resultados de dicho análisis preventivo, el método según la invención predice los modos de activación más adecuados para el desarrollo de la situación.

10 [0043] En el caso en el que la carga comprende un número de dispositivos de protección capaces de activarse, el método según la invención permite preferiblemente la identificación de los dispositivos de protección que están realizando la maniobra de interrupción.

15 [0044] Como se verá de forma más clara de ahora en adelante, el método según la invención se puede implementar fácilmente, a costes relativamente bajos, por una unidad de protección electrónica que puede posiblemente ser convenientemente integrada en la unidad de protección de un disyuntor.

[0045] El método según la invención por lo tanto permite la combinación de una rapidez operativa considerable con una alta selectividad de activación, con una consecuente reducción considerable de la duración e inconveniente del fallo de la red y de las energías generadas durante el evento defectuoso.

20 [0046] Por la razón anterior, como será ilustrado de forma más clara de ahora en adelante, es especialmente adecuado mejorar la gestión de un evento defectuoso en una red de distribución de energía eléctrica que comprende una pluralidad de dispositivos EFDP, dividida en una pluralidad de niveles jerárquicos.
En este sentido, el método según la presente invención permite una mejora considerable en las funciones ya presentes en los dispositivos EFDP de la red de distribución mencionada.

25 [0047] Otras características y ventajas de la presente invención pueden ser más fácilmente apreciadas con referencia a la descripción resultante y a las figuras anexas, que se proporcionan puramente a modo de ilustración no limitativa y en las cuales:

30 * la figura 1 es un diagrama de bloques que es una ilustración esquemática de los pasos del método para la gestión de un evento defectuoso según la presente invención;
* figura 2A es una ilustración esquemática de algunos ejemplos de gráficos temporales del derivado de la corriente en la carga, usado en el método según la presente invención;
* figura 2B es una ilustración esquemática de algunos ejemplos de trayectorias de repulsión electrodinámica, usadas en el método según la presente invención;
35 * figura 3 es una ilustración esquemática de la estructura de una unidad de protección electrónica diseñada para la ejecución del método según la presente invención;
* figuras 4A-4C es una ilustración esquemática de ejemplos de una red para la distribución de energía eléctrica, que incluye una unidad de protección electrónica según la presente invención; y
40 * figura 5 es una ilustración esquemática de un disyuntor protector que comprende el dispositivo electrónico de la figura 3.

[0048] Con referencia a las figuras mencionadas, la presente invención se refiere a un método 1 para gestionar un evento defectuoso en una red 100 para la distribución de energía eléctrica de alto voltaje o de bajo voltaje, y a una unidad de protección electrónica correspondiente 51.

45 [0049] La red de distribución 100 (figuras 4A-4B) comprende al menos una fuente de voltaje 101 y una carga 102.

[0050] Mediante el término "carga" se entiende la porción de red gestionada por el método 1.
50 En otras palabras, mediante el término "carga" se entiende la porción de red vista debajo de la unidad electrónica 51 durante la ejecución del método 1.

[0051] La carga 102 puede tener cualquier extensión y configuración y puede comprender cualquier extensión de red eléctrica 100, con cualquier dispositivo que use energía eléctrica final (u otra carga equivalente) L1-L6.

55 [0052] La carga 102 comprende al menos un dispositivo de protección 103, diseñado para interrumpir el paso de la corriente en la carga 102 misma localmente.

[0053] El método 1 comprende un paso 11 para la ejecución de un primer procedimiento para la detección de la existencia de condiciones defectuosas en la carga 102.

60 [0054] Preferiblemente, el mencionado primer procedimiento prevé una sucesión de pasos sustancialmente similares a uno ejecutado generalmente por un dispositivo de protección de un tipo EFDP durante la actividad de la supervisión de una porción de red eléctrica.

65 [0055] Por lo tanto comprende un paso a') de adquisición de datos 202 y 203, indicando respectivamente la corriente instantánea y su derivado en la carga 102.

[0056] Esto es seguido de un paso b') de comparación de los datos 202 y 203 adquiridos en el paso a') con una primera serie de datos predefinidos que indican la corriente instantánea en la carga 102 y su derivado en condiciones de funcionamiento normales de la carga 102.

[0057] Con referencia a la figura 2B, en el paso a') pares de datos $[i(t), di(t)/dt]$ son adquiridos, cada uno de los cuales identifica cualquier punto P en el plano $i(t)-di(t)/dt$.

El anteriormente mencionado primer conjunto predefinido de datos identifica en el plano $i(t)-di(t)/dt$ un área 301 que define el locus de los puntos P indicando una situación de funcionamiento normal de la carga 102.

[0058] Durante el paso b'), se hace un control para verificar si los datos 202 y 203 adquiridos identifican un punto P del plano $i(t)-di(t)/dt$ comprendido en el área mencionada 301.

[0059] En el caso en el que al menos una muestra de datos adquirida en el paso a') no está comprendida en la primera serie mencionada de datos y por lo tanto identifica un punto P2 externo al área 301 (figura 2B), el primer procedimiento comprende un paso c') de generación de una señal de "disparo" (es decir, una señal de activación) que indica la existencia de condiciones anormales.

[0060] En el caso en el que esto no ocurra (punto P1 de la figura 2B), el primer procedimiento prevé, como una alternativa al paso c'), un paso d') de repetición de al menos los pasos a') y b') para otro muestreo de datos 202 y 203.

[0061] En la implementación práctica del método 1, el mencionado primer procedimiento es por lo tanto, preferiblemente, constantemente activo para controlar el funcionamiento de la carga 102 continuamente y generar una señal de disparo cuando las condiciones defectuosas son detectadas.

Dicha señal de disparo determina la activación de los pasos del método 1 que se deben ejecutar después del paso 11.

[0062] Una vez que las condiciones defectuosas han sido detectadas, el método 1 puede ventajosamente concebir un paso 13 de generación de una señal de interbloqueo IB_{OUT} (Figuras 3 y 4C) para uno o más dispositivos de protección presentes en la red.

Por el contrario, el método 1 podría también preferiblemente concebir un paso 14 de verificación para controlar si allí existen condiciones de interbloqueo, es decir, si una señal de interbloqueo IB_{IN} (Figuras 3 y 4C) que viene de uno o más dispositivos de protección presentes en la red ha sido recibida en la entrada.

[0063] Después de los pasos posibles 13 y 14, ilustrados arriba, y un paso posible 12, que se describe de forma más completa a continuación, el método 1 comprende el paso 15 de ejecución de un segundo procedimiento, diseñado para determinar, con base en la evolución en el tiempo del derivado de la corriente instantánea en la carga 102, el estado de ejecución de una maniobra de interrupción comenzada por uno de los dispositivos de protección 103 (figuras 4A-C).

[0064] Con referencia a la figura 2A, el segundo procedimiento analiza la evolución del derivado de la corriente instantánea $di(t)/dt$ en una cierta ventana temporal W_T , predefinida basándose en los parámetros de interrupción del dispositivo 103.

[0065] Si la evolución temporal de $di(t)/dt$ indica una evolución descontrolada de la corriente de defecto (curva α de la figura 2A), el segundo procedimiento prevé la generación de una señal de disparo (TC), que debe ser enviada a un dispositivo de protección arriba (es decir, a un nivel jerárquico más alto) del dispositivo de protección 103.

[0066] De otro modo, si la evolución temporal de $di(t)/dt$ indica que la corriente defectuosa está evolucionando en un cierto sentido controlado (curvas β y γ de la figura 2A), el segundo procedimiento prevé la prosecución de la supervisión (curva β) o incluso la terminación de la supervisión de $di(t)/dt$ (curva γ).

[0067] El uso de una ventana de tiempo W_T predefinida para la observación de la evolución de $di(t)/dt$ en la carga 102 permite obtener una suficiente cantidad de información para valorar con un grado razonable de certeza la evolución de la corriente defectuosa y, por lo tanto, la probabilidad de éxito de la maniobra de activación por el dispositivo 103.

[0068] El segundo procedimiento así comprende una primera fase a") de adquisición de datos 203A que indican la evolución en el tiempo del derivado de la corriente instantánea en la carga.

[0069] A continuación, se prevé un paso b") de comparación de los datos adquiridos en el paso a") con valores de umbral inferior y superior ($TH1$ y $TH2$, respectivamente) que son característicos del dispositivo de protección 103.

[0070] Los valores de umbral $TH1$ y $TH2$ se pueden predefinir con base en los parámetros de activación del dispositivo 103 y/o en los requisitos particulares de gestión de la red de distribución 100.

Por ejemplo, el valor umbral superior TH2 podría ser variado para modular, según los requisitos, los tiempos de activación en general en respuesta a un fallo en la carga 102.

5 [0071] En este punto, el segundo procedimiento prevé algunos pasos que son alternativos entre sí para ser realizados basándose en los resultados de la comparación hecha durante el paso b").

[0072] En el caso donde el derivado de corriente excede en el tiempo el valor umbral superior TH2, se prevé un paso c") de terminación del procedimiento y generación de una señal de comando de apertura TC para un dispositivo de protección dispuesto arriba.

10 De hecho, si el derivado de corriente aumenta más allá del umbral TH2 (curva α de la figura 2A), la evolución de la corriente en la carga 102 no puede estar en conformidad con la trayectoria de repulsión electrodinámica que es característica del dispositivo 103.

Esto significa que el dispositivo de protección 103 no es capaz de completar la maniobra, por ejemplo, a causa de un deterioro de los contactos provocados por la corriente defectuosa.

15 Se genera en consecuencia una señal de comando de apertura TC para provocar la activación de un dispositivo de protección de nivel jerárquico más alto (por ejemplo, el dispositivo CB0 de la figura 4C) con respecto al dispositivo de protección 103 que está intentando activarse de manera que resulta posible poder completar la interrupción de la corriente defectuosa en la carga 102.

20 [0073] Si el derivado de corriente asume en el tiempo valores inferiores al valor umbral inferior TH1, el segundo procedimiento prevé su propia terminación.

Hay así un regreso a una situación donde las partes de carga 102 que están todavía activas siguen siendo controladas mediante el primer procedimiento 11.

25 La condición que acaba de ser descrita indica de hecho que el dispositivo de protección 103 es capaz de completar con éxito la maniobra de activación emprendida dado que la corriente en la carga está asumiendo nuevamente valores de funcionamiento normal.

Es por lo tanto posible volver a controlar partes de la carga no afectadas por el fallo.

30 [0074] Datos de derivado de la corriente en una posición intermedia entre los umbrales TH1 y TH2 significan que el dispositivo de protección 103 sigue realizando la maniobra de interrupción, sin que al mismo tiempo haya ocurrido ningún fenómeno que pueda ser nocivo para el funcionamiento del dispositivo.

El segundo procedimiento así prevé la continuación de la supervisión de la maniobra del dispositivo 103.

35 Hay así previsto un paso e") de repetición de al menos los pasos a") y b") para otra muestra de datos de entrada 203A.

[0075] Según otra forma de realización, el segundo procedimiento del paso 15 puede concebir la observación de la evolución del derivado de corriente $di(t)/dt$ en relación al valor umbral superior TH2 solo.

40 [0076] Si $di(t)/dt$ asume valores superiores al umbral TH2, se genera una señal de comando de apertura TC para un dispositivo de protección arriba del dispositivo 103.

De otro modo, la supervisión de la evolución temporal de $di(t)/dt$ continua hasta la finalización de la maniobra de apertura por el dispositivo 103.

45 [0077] En el caso en el que la carga 102 comprende un dispositivo de protección única 103 (figura 4A), la selección de los parámetros de umbral puede ocurrir en un único sentido, sin que haya ninguna posibilidad de confusión en lo que respecta a la identidad del dispositivo de protección que se está activando.

50 [0078] En el caso en el que la carga 102 comprende un número de dispositivos de protección capaz de activarse (figuras 4B-C), la selección apropiada de los parámetros de umbral puede obviamente ser más laboriosa, siendo preferible ventajosamente identificar el dispositivo de protección 103 que se está activando.

55 [0079] Para este propósito, el método 1 comprende un paso 12 de ejecución de un tercer procedimiento diseñado para identificar al menos un dispositivo de protección 103 que ha comenzado una maniobra para la interrupción de la corriente en la carga 102.

[0080] Suponiendo que dicho procedimiento se usa para realizar una selección apropiada de los valores umbral característicos TH2 y (posiblemente) TH1 usados por el segundo procedimiento ilustrado arriba, el paso 12 es ventajosamente realizado antes de la ejecución del paso 15.

60 [0081] En una forma de realización preferida, el tercer procedimiento mencionado comprende un primer paso a'") de adquisición de datos 202 y 203 que indican al menos la corriente instantánea en la carga 102 y su derivado.

65 [0082] El segundo procedimiento prevé luego un paso b'") de comparación de datos 202 y 203 adquiridos en el paso a'") con uno o más segundos conjuntos de datos predefinidos que indican la evolución del derivado de la corriente instantánea en la carga 102 durante una maniobra para la interrupción de la corriente por al menos un dispositivo de protección 103.

[0083] Preferiblemente, dichos segundos conjuntos de datos corresponden a uno o más mapeos de las trayectorias características de repulsión electrodinámica de uno o más dispositivos de protección 103A-103C que se diseñan para interrumpir el paso de la corriente en la carga 102.

Dichas características de repulsión electrodinámica son curvas que indican la evolución en la carga 102 del derivado de corriente $di(t)/dt$ en función de la corriente $i(t)$.

Cada uno de dichos mapeos puede ventajosamente comprender una o más curvas características $T_{103A} - T_{103C}$ (Figura 2B), cada una de las cuales se calcula ventajosamente con base en una condición operativa predefinida, por ejemplo basándose en la corriente de cortocircuito y/o el voltaje de servicio.

[0084] El uso de dichas curvas características se basa en la observación por la cual un número de dispositivos de protección, sometido a corrientes defectuosas idénticas, se comportan en un cierto sentido diferente durante la ejecución de la maniobra para la interrupción de la corriente a causa de las combinaciones diferentes de características, dimensionales, electromagnéticas, mecánicas, y morfológicas que son típicas de cada dispositivo de protección.

Dichas diferencias de comportamiento son reconocibles particularmente durante la repulsión electrodinámica de los contactos.

Las trayectorias de repulsión electrodinámica, representadas en el plano $i(t)-di(t)/dt$, consecuentemente caracterizan, en una vía sustancialmente única, el dispositivo de protección que está realizando la maniobra para interrupción de la corriente.

[0085] Durante el paso b'''), se hace un control para verificar en cual de las curvas mencionadas $T_{103A} - T_{103C}$ se encuentran los puntos del plano $i(t)-di(t)/dt$, identificado por los datos $i(t)$, $di(t)/dt$ adquiridos en el paso precedente a''').

Si, por ejemplo, dichos puntos se sitúan a lo largo de la curva característica T_{103B} (o en la región delimitada por dicha curva), esto significa que es precisamente el dispositivo de protección 103B que se está activando para interrumpir la corriente en la carga 102.

[0086] El mencionado segundo procedimiento luego concibe el paso c''') de identificación del dispositivo de protección 103B que se está activando para interrumpir la corriente en la carga 102 basándose en el resultado de la comparación hecha en el paso b''').

[0087] Una vez que un dispositivo de protección, por ejemplo, del dispositivo 103B, que está realizando la interrupción de la corriente para la carga ha sido identificado, se hace la selección de los parámetros de umbral respectivos que corresponden al derivado de corriente, para usar en el siguiente paso 15.

[0088] Se prevé después un paso d''') de selección de un valor umbral superior del derivado de la corriente I_{2103B} y posiblemente un paso e''') de selección de un valor umbral inferior del derivado de corriente I_{1103B} , dichos valores umbral siendo predefinidos y característicos del dispositivo de protección 103B identificado en el paso c''').

[0089] La selección anteriormente descrita podría ser hecha entre familias de valores umbral I_{1103B} , I_{2103B} que son característicos del dispositivo de protección 103B.

Cada familia podría ser parametrizada con base en los requisitos de la activación de la red de distribución 1.

[0090] Una vez que los parámetros de umbral I_{1103B} y I_{2103B} han sido seleccionados, el tercer procedimiento anteriormente mencionado puede terminar.

El paso 15 ilustrado arriba puede iniciarse, y el correspondiente segundo procedimiento, en una de las formas de realización descritas, se puede ejecutar sin ninguna ambigüedad.

[0091] Como ha sido mencionado anteriormente, en otro aspecto del mismo, la presente invención también se refiere a una unidad de protección electrónica 51 para una red de distribución de energía eléctrica de bajo voltaje o de alto voltaje.

[0092] La peculiaridad del dispositivo electrónico 51 es que comprende una unidad de procesamiento 510, que incluye preferiblemente al menos un microprocesador.

[0093] La unidad de procesamiento 510 comprende un medio informatizado 52 diseñado para ejecutar el método 1 ilustrado arriba.

[0094] Los medios informatizados 52 son ventajosamente capaces de almacenar los datos predefinidos usados en los procedimientos del método 1, tal como, por ejemplo, los anteriormente mencionados primeros y segundos conjuntos de datos predefinidos o valores umbral característicos.

Dichos datos predefinidos podrían ser cada vez actualizados para tener en cuenta las modificaciones inevitables para el comportamiento de los dispositivos de protección después de cada evento defectuoso.

Dichas actualizaciones se pueden introducir periódicamente por la introducción de datos por un operario o incluso automáticamente mediante procedimientos de autoenseñanza apropiados.

[0095] Alternativamente, dichos datos predefinidos podrían ser enviados cada vez en la entrada al medio informatizado 52.

5 [0096] Los medios informatizados 52 pueden ventajosamente recibir señales de interbloqueo externo IB_{IN} de otros dispositivos de protección y/o generar señales de interbloqueo IB_{OUT} o comandos de apertura TC para ser enviados a otros dispositivos de protección.

10 [0097] Los medios informatizados 52 pueden además ser programados para tener en cuenta las no linealidades y retrasos introducidos por los componentes del dispositivo electrónico 51.

[0098] La unidad electrónica 51 preferiblemente comprende medios sensores 530 para adquirir los datos que indican la corriente instantánea en la carga y/o su derivado.

15 El medio sensor mencionado puede comprender sensores de un tipo conocido, tales como transformadores amperométricos, bobinas de Rogowski, derivaciones resistentes, y/o sensores de Hall, y/o otros sensores de un tipo alternativo disponible en el mercado.

[0099] Según una forma de realización preferida, la unidad de procesamiento 510 comprende segundos medios informatizados 532 para el procesamiento digital de las señales 5301 que vienen desde el medio sensor 530.

20 [0100] Los segundos medios informatizados 532 pueden ventajosamente efectuar una conversión analógica a digital, filtración, y muestreo de las señales de entrada 5301.

25 [0101] Si fuera necesario, los segundos medios informatizados 532 pueden efectuar operaciones de integración o diferenciación de las señales 5301 para hacer disponible siempre en la entrada a los primeros medios informatizados 52 muestras de datos 202 y/o 203-203A indicando la corriente instantánea y su derivado en la carga 102.

30 [0102] Según formas de realización alternativas (no ilustradas), el procesamiento de las señales 5301 podría en su lugar ser realizado por medios electrónicos apropiados, que están situados debajo del medio sensor 530 y comprender circuitos electrónicos integrados o discretos.

[0103] La unidad electrónica 51 se puede usar autónomamente para gestionar los eventos de fallo en una red para la distribución de energía eléctrica.

35 En este caso, dicha unidad se puede instalar en la red como cualquier dispositivo de protección.

[0104] Ventajosamente, sin embargo, la unidad electrónica 51 puede ser completamente integrada en un relé 401 de un dispositivo de protección 400, usado en redes de distribución de la energía eléctrica (figura 5).

40 Para este propósito, para la unidad electrónica 51, recursos de hardware y software disponibles a bordo del relé 401 pueden ser convenientemente usados.

Por ejemplo, la unidad de procesamiento 510 se puede constituir funcionalmente por la unidad de procesamiento a bordo el relé 401, que puede ventajosamente comprender el medio informatizado 52 y 532.

45 [0105] Uno o más programas informáticos, diseñados para implementar prácticamente, mediante uno o más módulos de software, el medio informatizado 52 y (posiblemente) 532, puede ser fácilmente descargado en la unidad de procesamiento del relé 401 mediante la intervención directa en la parte del operario o incluso a partir de una estación remota.

50 [0106] El método 1 según la presente invención encuentra su aplicación natural y apropiada en la gestión de un evento defectuoso en una red para la distribución de energía eléctrica que comprende dispositivos de protección de un tipo EFDP.

55 [0107] Con referencia a la figura 4C, se ilustra esquemáticamente, una red de distribución de energía eléctrica de bajo voltaje o de alto voltaje 100, dicha red comprendiendo una fuente de voltaje 101 y una pluralidad de dispositivos de protección distribuidos en un número de niveles jerárquicos.

[0108] Dichos dispositivos de protección pueden comprender, por ejemplo, un número de dispositivos de protección de un tipo EFDP (por ejemplo, los dispositivos EFDP1-EFDP2) y dispositivos de protección de un tipo más tradicional (por ejemplo, los dispositivos CB0-CB8).

60 [0109] La red 100 podría ventajosamente concebir un bus de comunicación (no ilustrado) para la conexión de los dispositivos de protección mencionados entre sí.

65 [0110] En la red de distribución 100, al menos un dispositivo de protección de un tipo EFDP comprende un relé provisto de una unidad de procesamiento 510 o, más en general, una unidad de procesamiento que es capaz de ejecutar el método 1 según la presente invención.

[0111] Dicho dispositivo de protección, a continuación definido como dispositivo de protección EEFD (EFDP mejorado), es capaz de gestionar un evento defectuoso en la porción de red inmediatamente debajo, que constituye así la carga 102 vista por el dispositivo EEFD.

5 Como se puede observar, la carga 102 comprende, por ejemplo, las cargas finales (u otras cargas) L2-L6 y los dispositivos de protección CB2-CB8.

10 [0112] Con base en el método 1 según la presente invención, en el caso en el que ocurre un evento defectuoso (por ejemplo, que corresponde con la carga L3), el dispositivo de protección EEFD es capaz de determinar la existencia de condiciones defectuosas en la carga 102, gracias a la acción de supervisión continua realizada en el paso 11.

15 [0113] Una vez dichas condiciones defectuosas han sido detectadas, el dispositivo de protección EEFD puede ventajosamente verificar si una señal de interbloqueo IB_{IN} ha sido recibida en la entrada desde los dispositivos de protección posibles de un tipo EFDP dispuesto más abajo.

[0114] Si este no es el caso, el dispositivo de protección EEFD ventajosamente genera una señal de interbloqueo IB_{OUT} para ser enviada al dispositivo EFDP1 (de nivel jerárquico más alto).

20 [0115] Si la existencia de condiciones defectuosas ha sido constatada, ya que un número de dispositivos de protección están presentes debajo del EEFD el dispositivo de protección realiza el tercer procedimiento 15 para identificar cuáles de los dispositivos de protección CB2-CB8 ha comenzado una maniobra para la interrupción local de la corriente en la carga 102.

25 Se debe observar que la identificación del dispositivo de protección que se está activando permite la identificación de la porción de la red donde ha sucedido el fallo.

[0116] Una vez que se ha identificado dicho dispositivo de protección, por ejemplo, el dispositivo de protección CB5, el dispositivo de protección EEFD realiza el segundo procedimiento 12 para determinar el estado de ejecución de la maniobra de interrupción comenzada por el dispositivo de protección CB5.

30 [0117] En el caso en el que se constata que la maniobra de interrupción mencionada se puede concluir eficazmente con éxito, el dispositivo EEFD ya no interviene más y sigue controlando las partes de la carga no afectada por el fallo.

35 [0118] En el caso en el que se constata que la maniobra de interrupción mencionada está funcionando regularmente, el dispositivo EEFD seguirá controlando el rendimiento de la maniobra de interrupción con continuidad, aproximadamente cada 50 μs , si la frecuencia de muestreo elegida para el dispositivo EEFD es 20 kHz.

40 [0119] Finalmente, en el caso en el que se constata que la maniobra de interrupción mencionada no se puede concluir con éxito, el dispositivo EEFD genera una señal de comando de apertura TC.

[0120] La señal de comando TC es ventajosamente enviada a un dispositivo de protección dispuesto arriba con respecto al dispositivo CB5, por ejemplo, el dispositivo CB2.

45 Una vez que la señal de comando de apertura ha sido recibida, el dispositivo CB2 comienza una maniobra para la interrupción de la corriente.

[0121] Ventajosamente, el dispositivo EEFD envía la señal de comando TC al dispositivo de protección más adecuado para la finalización de la maniobra rápidamente, es decir, al dispositivo de protección que presenta los parámetros de activación más adecuados en relación con la duración del fallo.

50 La selección del dispositivo de protección mencionado puede ventajosamente ser hecha basándose en los datos predefinidos ya almacenados a bordo del dispositivo EEFD.

[0122] Ventajosamente, sin embargo, el dispositivo EEFD podría ejecutar nuevamente el tercer procedimiento para controlar el rendimiento de la maniobra realizada por el dispositivo CB2.

55 [0123] Si fuese necesario, el dispositivo EEFD puede causar la activación directa también del interruptor a bordo activando la cadena cinemática de control del mismo mediante la señal de comando TC.

60 [0124] Alternativamente, la señal de comando TC se puede enviar directamente también a un dispositivo de protección dispuesto arriba del dispositivo EEFD, por ejemplo, al dispositivo EFDP1 y/o al dispositivo de protección (no de un tipo EFDP) CB0.

[0125] Se ha observado en la práctica que el método 1 según la presente invención y la unidad de protección electrónica correspondiente 51 permiten la tarea preestablecida y los fines por conseguir.

[0126] El estado de ejecución de una maniobra de interrupción de la corriente defectuosa en la carga es evaluado con base en la evolución en el tiempo del derivado de la corriente instantánea en la carga misma en función de los valores umbral apropiados.

5 [0127] Es posible obtener altos niveles de selectividad de activación para cada porción de la red para la distribución de energía eléctrica, con tiempos de activación relativamente reducidos y optimizados según la extensión y naturaleza del fallo detectado.

10 [0128] Dichos niveles de selectividad se pueden obtener sin recurso exclusivo a factores de un tipo predefinido (por ejemplo, de un tipo cronoamperométrico, tipo energía o tipo temporal) pero solo con base en las condiciones reales de la red de distribución, aunque dicha red de distribución sea una red preexistente y no comprenda dispositivos de protección específicamente preestablecidos para la ejecución del método 1.

15 [0129] Dichos niveles de selectividad son además obtenidos sin la necesidad de cableado específico sino sencillamente por el suministro de los datos característicos de los dispositivos de protección de la carga.

[0130] Lo anteriormente mencionado lleva a una mejora considerable en las modalidades de gestión de la red.

20 [0131] Los niveles de selectividad que son relativamente altos y, ante todo, que se pueden extender potencialmente a cada porción de red, incluso aunque no se haya preestablecido previamente permiten, por lo tanto, un aumento en la vida útil de los dispositivos/componentes usados, en particular los dispositivos de protección, con reducción consecuente en los costes de gestión del funcionamiento.

25 [0132] Por otro lado, el método 1 permite una explotación completa del potencial de los componentes/dispositivos usados según su estado operativo.

Además permite reunir la información sobre la vida útil residual de los dispositivos/componentes usados.

Por ejemplo, es posible inferir el deterioro progresivo de los dispositivos de protección de la red por comparación de las trayectorias características sucesivas de la repulsión electrodinámica o incluso por la detección de variaciones en la capacidad para la respuesta correcta a un evento defectuoso.

30 [0133] El método 1 se caracteriza por una flexibilidad operativa considerable que le permite ser fácilmente adaptado a las diferentes modalidades posibles de gestión de la red y/o al estado eficaz de eficiencia de los dispositivos/componentes usados.

35 [0134] La unidad de protección electrónica 51 se puede usar autónomamente o fácilmente integrada a bordo en dispositivos de protección usados comúnmente, incluso si son preexistentes y no específicamente pre-establecidos por ello.

Esto permite obviamente la contención de los costes operativos de instalación y de uso de la misma.

40 [0135] El método 1 puede consecuentemente ser convenientemente usado para la actualización de los modos operativos de gestión de una red eléctrica preexistente, con costes de puesta en marcha mucho más reducidos. Es por lo tanto posible mejorar sistemas relativamente obsoletos llevándolos a niveles de gestión operativos.

45 [0136] El método según la invención o la unidad de protección electrónica correspondiente puede encontrar implementación práctica según formas de realización que difieren de aquellos ilustrados arriba.

Con base en la descripción proporcionada, otras características, modificaciones o mejoras son posibles y evidentes para el experto en la materia en el sector, con base en, por ejemplo, recursos de hardware/software disponibles.

Dichas características, modificaciones y mejoras deben por lo tanto ser consideradas como parte de la presente invención.

50

REIVINDICACIONES

1. Método (1) para la gestión de un evento defectuoso en una red de distribución de energía eléctrica (100), dicha red de distribución que comprende al menos una fuente de voltaje (101) y una carga (102), dicho método comprendiendo al menos un paso (11) de ejecución de un primer procedimiento para la detección de la existencia de condiciones defectuosas en dicha carga y al menos un paso (15) de ejecución de un segundo procedimiento diseñado para determinar, con base en la evolución en el tiempo del derivado de la corriente instantánea en dicha carga, el estado de ejecución de una maniobra de interrupción comenzada por al menos un dispositivo de protección (103,103A-C), diseñado para interrumpir el paso de corriente en dicha carga localmente, **caracterizado por el hecho de que** dicho segundo procedimiento comprende los pasos siguientes:
- a") adquirir los datos (203A) indicando la evolución en el tiempo del derivado de la corriente instantánea en dicha carga;
- b") comparar los datos adquiridos en dicho paso a") con un valor umbral superior predefinido del derivado de la corriente (TH2, I_{2103B}) que es característico de dicho dispositivo de protección; y
- c") terminar dicho segundo procedimiento y generar una señal de comando de apertura (TC), si los datos adquiridos en dicho paso a") son superiores a dicho valor umbral superior.
2. Método según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** dicho primer procedimiento comprende al menos los pasos siguientes:
- a') adquirir los datos (202, 203) indicando la corriente instantánea en dicha carga y el derivado de la corriente instantánea en dicha carga;
- b') comparar los datos adquiridos en dicho paso a') con un primer conjunto predefinido de datos (301) indicando al menos la corriente instantánea y el derivado de la corriente instantánea en dicha carga, en condiciones operativas normales; y
- c') generar una señal de disparo, si los datos adquiridos en dicho paso a') no están comprendidos en dicho primer conjunto de datos; o incluso
- d') repetir al menos los pasos a') y b') para otros datos que indican la corriente instantánea en dicha carga y el derivado de la corriente instantánea en dicha carga, si los datos adquiridos en dicho paso a') están comprendidos en dicho primer conjunto de datos.
3. Método según una o más de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por el hecho de que** dicho segundo procedimiento comprende los pasos siguientes:
- a") adquirir datos (203A) indicando la evolución en el tiempo del derivado de la corriente instantánea en dicha carga;
- b") comparar los datos adquiridos en dicho paso a") con valores umbral predefinidos inferior y superior del derivado de corriente (TH1, I_{1103B}, TH2, I_{2103B}) que son característicos de dicho dispositivo de protección; y
- c") terminar dicho segundo procedimiento y generar una señal de comando de apertura (TC), si los datos adquiridos en dicho paso a") son superiores a dicho valor umbral superior; o incluso
- d") terminar dicho segundo procedimiento, si los datos adquiridos en dicho paso a") son inferiores a dicho valor umbral inferior; o incluso
- e") repetir al menos los pasos a") y b"), si los datos adquiridos en dicho paso a") son superiores a dicho valor umbral inferior y son inferiores a dicho valor umbral superior.
4. Método según la reivindicación 1 o reivindicación 3, caracterizado por el hecho de que la señal de comando de apertura se envía a otro dispositivo de protección, conectado eléctricamente arriba de dicho dispositivo de protección.
5. Método según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** el paso de la ejecución de dicho segundo procedimiento es precedido por uno o más de los siguientes pasos:
- generar (13) en la salida una señal de interbloqueo (IB_{OUT}), en el caso de que existan ahí dichas condiciones defectuosas; y/o
 - verificar (14) la presencia de condiciones posibles de interbloqueo; y/o
 - ejecutar un tercer procedimiento (12), diseñado para identificar dicho dispositivo de protección.
6. Método según la reivindicación 5, **caracterizado por el hecho de que** el tercer procedimiento (12) comprende al menos los pasos siguientes:
- a") adquirir al menos los datos que indican la corriente instantánea en dicha carga y el derivado de la corriente instantánea en dicha carga;
- b") comparar los datos adquiridos en dicho paso a") con uno o más segundos conjuntos de datos predefinidos (T_{103A}, T_{103B}, T_{103C}) indicando la evolución de la corriente instantánea y el derivado de la corriente instantánea en dicha carga, durante la maniobra para la interrupción de la corriente de dicho dispositivo de protección;
- c") identificar dicho dispositivo de protección basándose en los resultados de la comparación hecha en dicho paso b");
- d") seleccionar, para dicho dispositivo de protección identificado en dicho paso c"), un valor umbral superior característico del derivado de la corriente (I_{2103B}); y posiblemente
- e") seleccionar, para dicho dispositivo de protección identificado en dicho paso c"), un valor umbral inferior característico del derivado de la corriente (I_{1103B}).

7. Método según la reivindicación 6, **caracterizado por el hecho de que** los segundos conjuntos de datos predefinidos comprenden uno o más mapeos de las curvas características de repulsión electrodinámica de dicho al menos un dispositivo de protección.
- 5 8. Método según la reivindicación 8, **caracterizado por el hecho de que** uno o más de dichos mapeos comprenden una o más curvas características, cada una de las cuales es calculada con base en una condición operativa predefinida.
- 10 9. Unidad de protección electrónica (51), para una red de distribución de energía eléctrica, **caracterizada por el hecho de que** comprende una unidad de procesamiento (S10) provista de un primer medio informatizado (52) para ejecutar un método (1) para gestionar un evento defectuoso, según una o más de las reivindicaciones anteriores.
- 15 10. Unidad de protección electrónica según la reivindicación 9, **caracterizada por el hecho de que** comprende un medio sensor (530) para adquirir datos que corresponden con la corriente instantánea en dicha carga y/o a su derivado, dicha unidad de procesamiento que comprende segundos medios informatizados (532) para el tratamiento de las señales (5301) recibidas por dicho medio sensor.
- 20 11. Unidad de protección electrónica según la reivindicación 9, **caracterizada por el hecho de que** comprende medios sensores para adquirir los datos que corresponden con la corriente instantánea en dicha carga y/o a su derivado, dicha unidad de procesamiento que comprende medios electrónicos para el tratamiento de las señales recibidas de dicho medio sensor.
- 25 12. Dispositivo de protección de tipo EFDP (EEFDP) para una red de distribución de energía eléctrica, **caracterizado por el hecho de que** comprende una unidad de protección electrónica (51) según una o más de reivindicaciones 9 a 11.
- 30 13. Red de distribución de energía eléctrica, dicha red de distribución que comprende:
- al menos una fuente de voltaje y una carga;
- una pluralidad de dispositivos de protección, posicionados en dicha red de distribución según una pluralidad de niveles jerárquicos;
dicha red estando **caracterizada por el hecho de que** al menos uno de dichos dispositivos de protección es un dispositivo de protección de tipo EFDP (EEFDP) según la reivindicación 12.
- 35 14. Disyuntor para la protección de redes de distribución de energía eléctrica, **caracterizado por el hecho de que** comprende una unidad de protección electrónica según una o más de reivindicaciones 9 a 11.

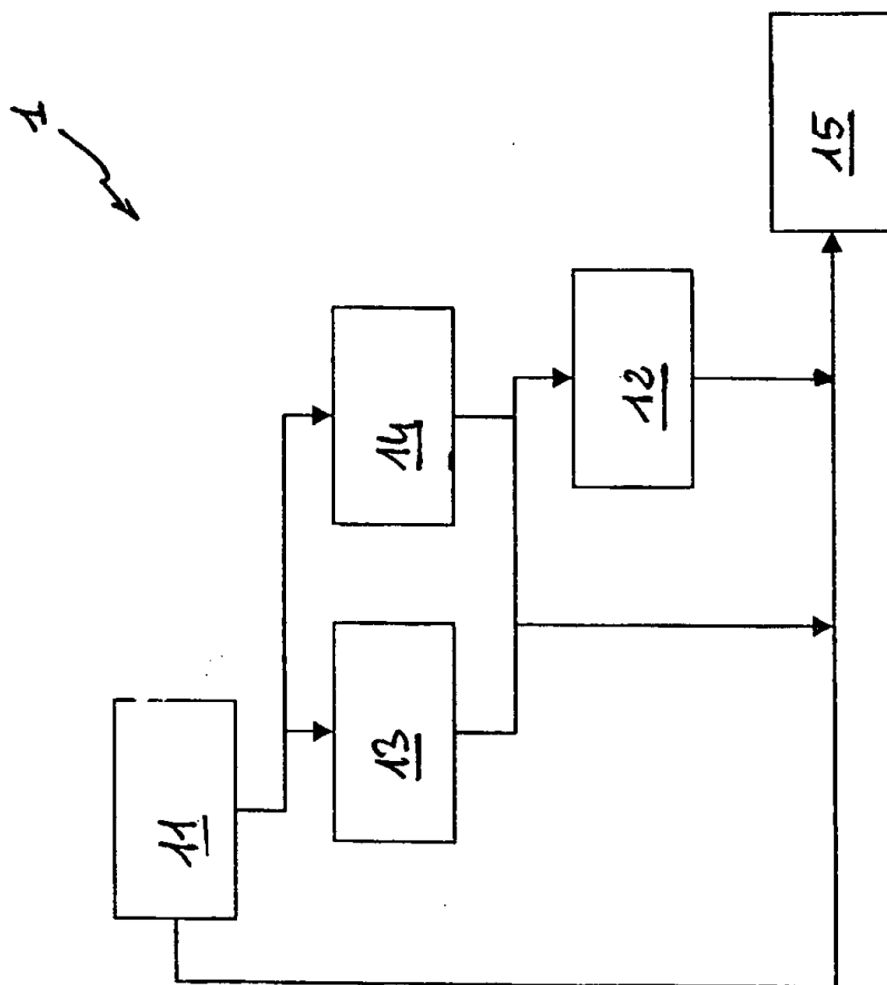


Fig. 1

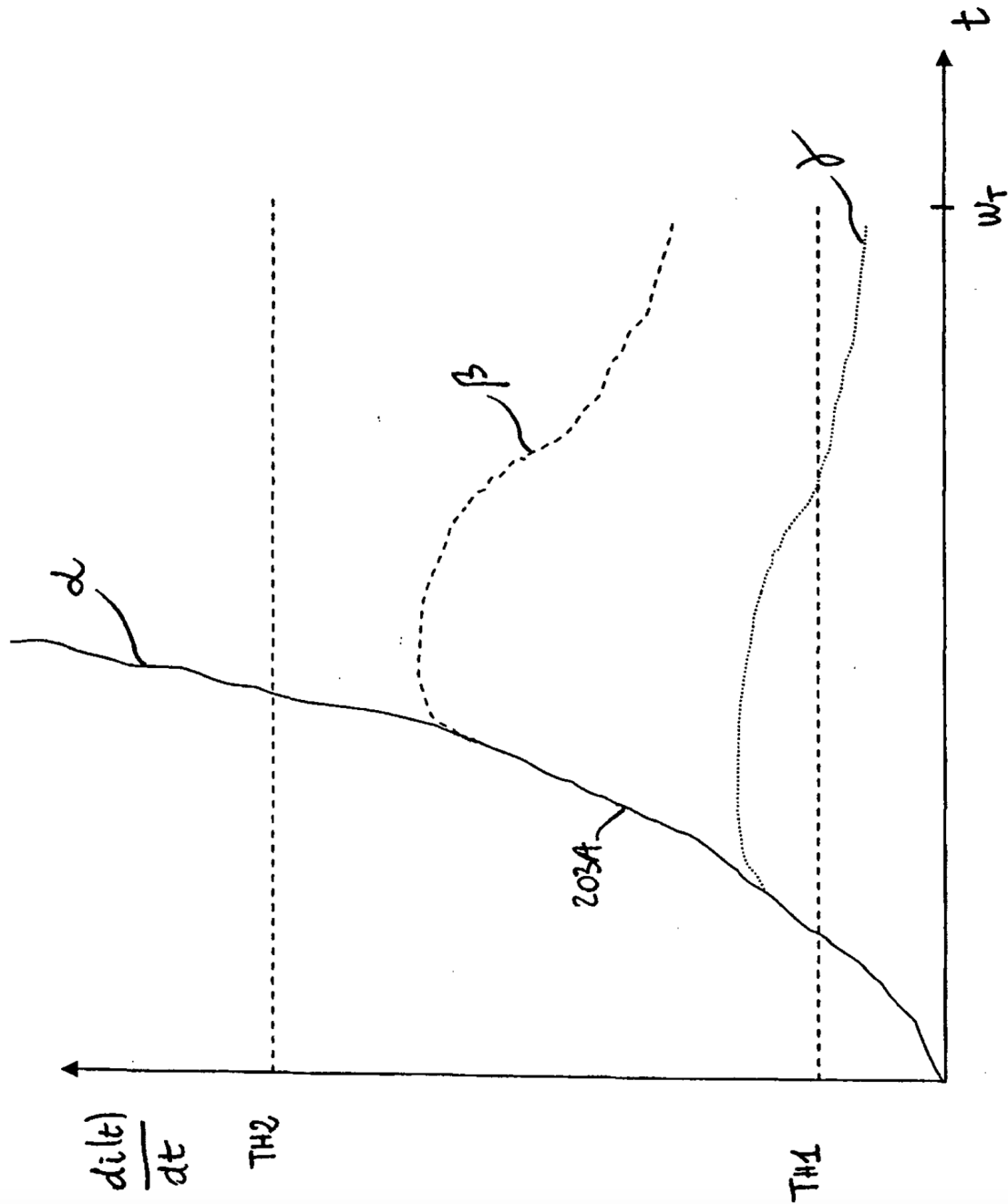


Fig. 2A

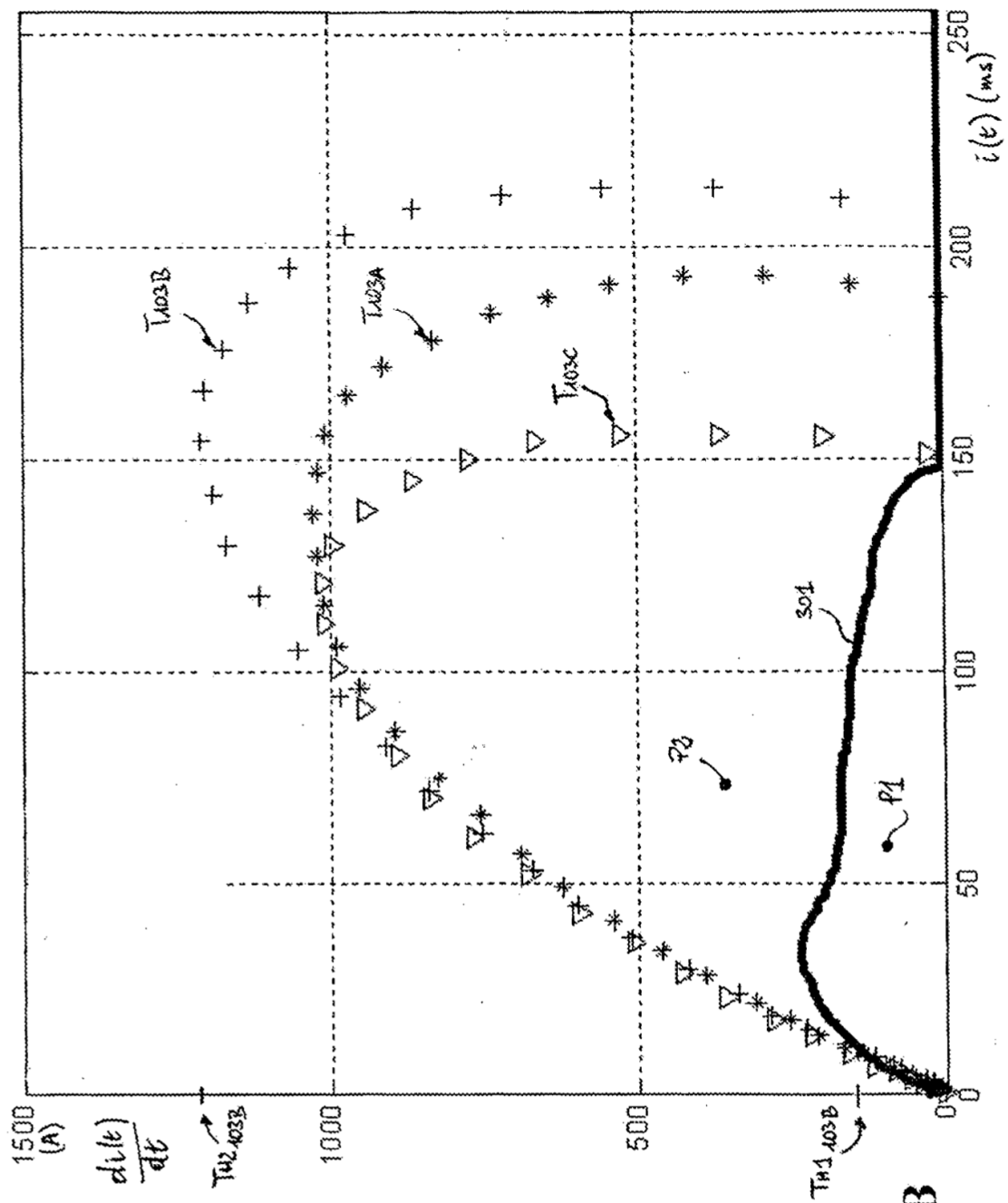


Fig. 2B

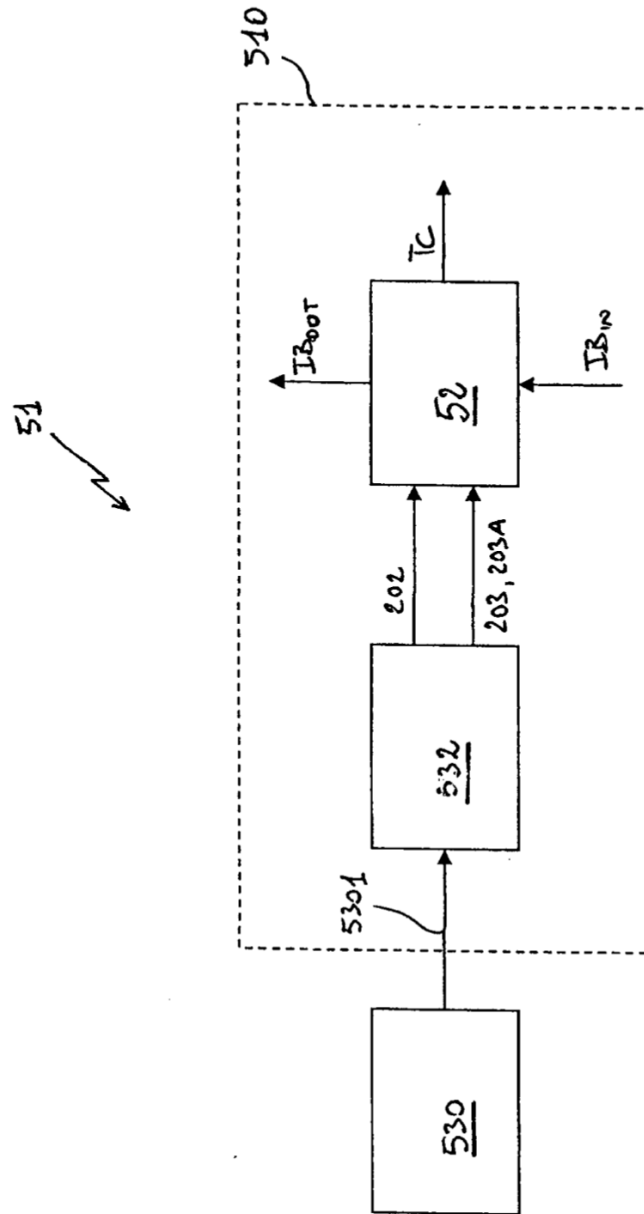


Fig. 3

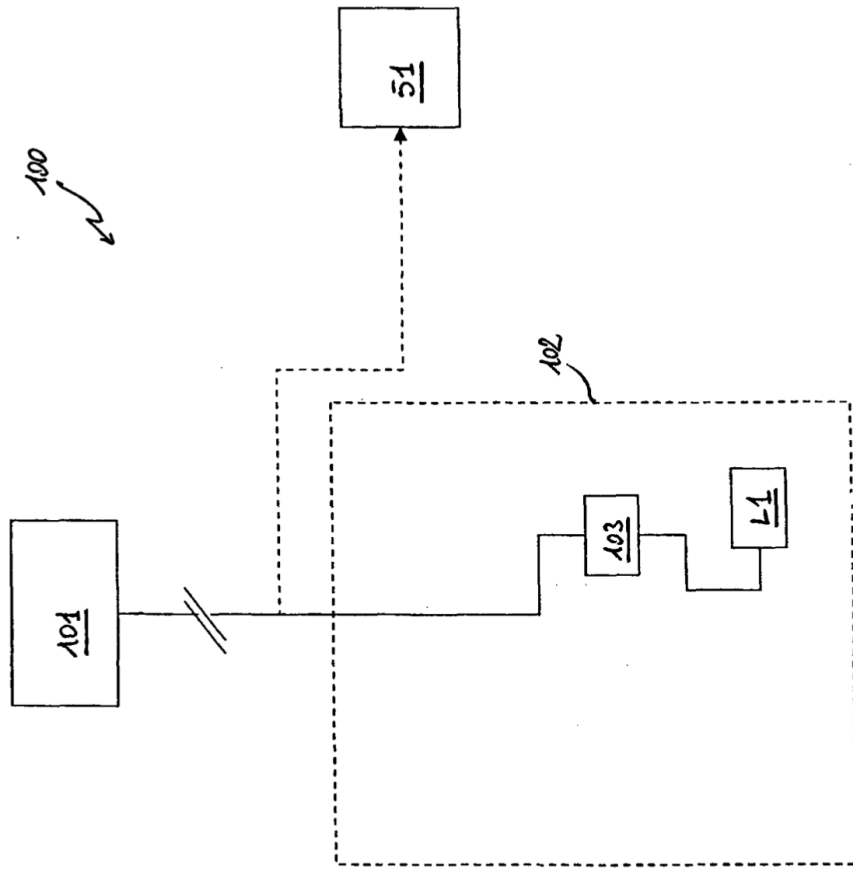


Fig. 4A

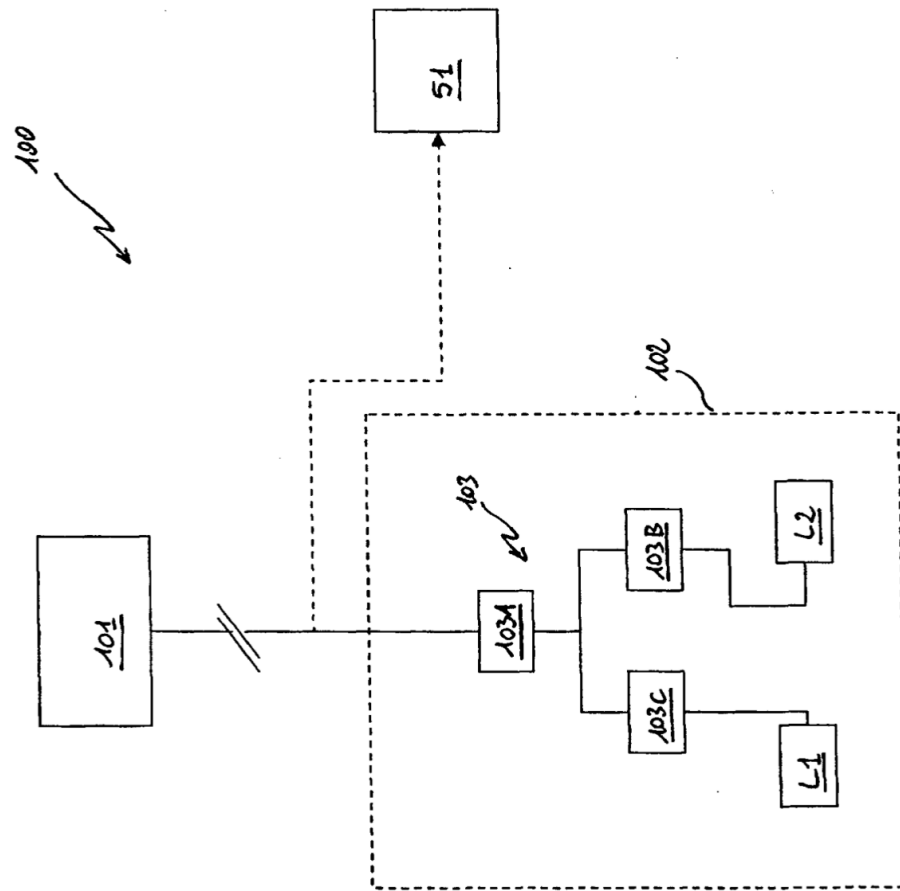


Fig. 4B

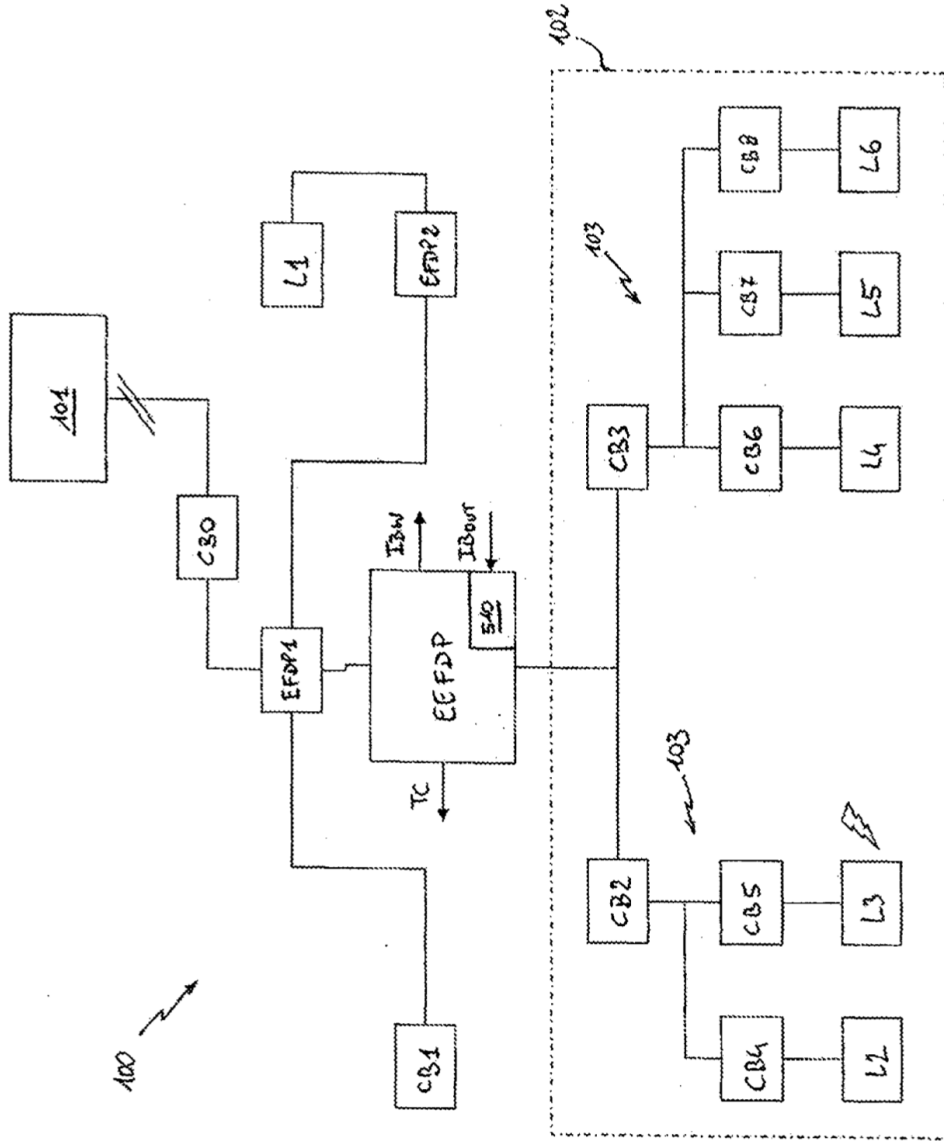


Fig. 4C

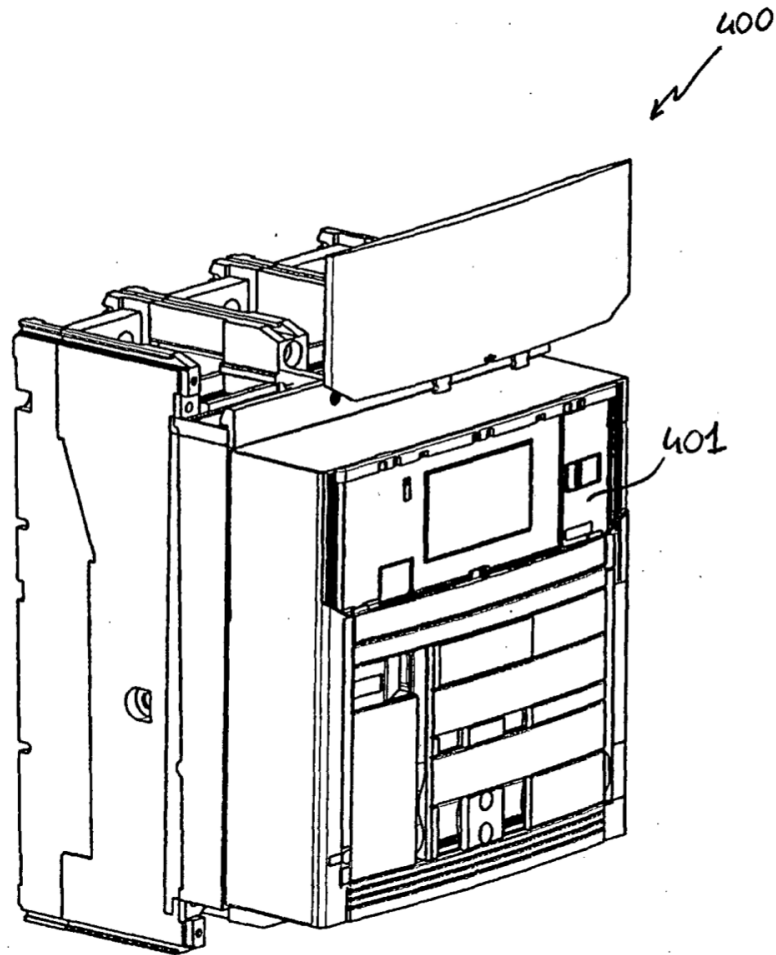


Fig. 5