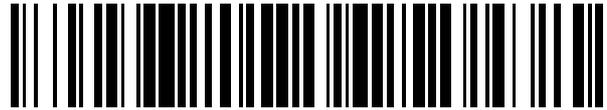


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 564**

51 Int. Cl.:

G01R 31/333 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2004 E 04251895 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2015 EP 1464973**

54 Título: **Métodos y aparato para analizar disyuntores de alto voltaje**

30 Prioridad:

31.03.2003 US 403695

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

19.10.2015

73 Titular/es:

MEGGER SWEDEN AB (100.0%)

P.O. Box 724

182 17 Danderyd, SE

72 Inventor/es:

STANISIC, ZORAN

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 548 564 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

Métodos y aparato para analizar disyuntores de alto voltaje

La invención se refiere generalmente a disyuntores de alto voltaje y, más específicamente, a métodos y sistemas para analizar contactos de disyuntores.

5 Durante la prueba de al menos algunos disyuntores conocidos, se puede monitorizar una pluralidad de parámetros del disyuntor para facilitar la determinación de que el disyuntor está operando como se diseñó. Un parámetro tal puede ser un estado del par de contactos del disyuntor, que puede indicar si los contactos están abiertos o cerrados y una posición análoga de los contactos del disyuntor.

10 Medir el tiempo del contacto principal y los contactos auxiliares también puede ser indicativo de cada estado de los contactos. Se mide el tiempo de al menos algunos contactos conocidos usando una corriente DC pequeña inducida en un primero del par de contactos y detectando la corriente en un segundo del par de contactos. En una realización, la corriente DC puede ser registrada de manera que se puede usar una traza de corriente para determinar la medición de tiempo de cada contacto. En una realización alternativa, la presencia o ausencia de la corriente DC se puede usar para iniciar o detener temporizadores para facilitar medir directamente la medición del tiempo de contacto. La posición análoga del contacto del disyuntor y el movimiento de contacto se pueden determinar aplicando un transductor mecánico al mecanismo de contacto del disyuntor para transferir una fuerza motriz a un contacto móvil del par de contactos.

15 La medida de tiempo del contacto del disyuntor puede estar afectada por corrientes inducidas, voltajes u otras perturbaciones en un entorno de alto voltaje donde actúa típicamente el disyuntor. Tales perturbaciones pueden poner una exigencia en el equipo de prueba que limita la efectividad y/o portabilidad del equipo de prueba. La medición de movimiento se puede complicar por dificultades mecánicas cuando se monta el transductor al disyuntor y cuando se mide la aceleración mecánica rápida durante la operación del disyuntor. Adicionalmente, un material del que está construido el disyuntor puede afectar adversamente el resultado de la medida de tiempo. Al menos algunos diseños de disyuntores conocidos usan materiales de contacto con una resistencia de contacto relativamente mayor, tales como, por ejemplo, grafito, para proteger la superficie de contacto del desgaste durante el arco de contacto.

20 Además, las técnicas de medición de tiempo presentes requieren la retirada de cables de tierra del disyuntor bajo prueba para recibir resultados precisos.

25 La publicación de patente de EE.UU. US 5.119.260 describe un método de medición de los tiempos de retardo de un disyuntor durante una operación normal. Una señal de prueba se aplica a los contactos de un disyuntor y se detectan los cambios de capacitancia durante la operación.

30 La publicación de patente JP 03-059471 describe un método relativo a un disyuntor, por el cual una fuente de señal de prueba inyecta una señal de prueba a tierra y a un contacto del disyuntor.

Según la invención, se proporciona un método para analizar disyuntores como se define en la reivindicación 1 adjunta.

35 La invención se describirá ahora en mayor detalle, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos, en los cuales:

La Figura 1 es una ilustración esquemática de una fase del disyuntor de alto voltaje ejemplar;

La Figura 2 es una ilustración esquemática de un circuito equivalente ejemplar de un par de contactos que se puede usar en la fase del disyuntor mostrada en la Figura 1;

40 La Figura 3 es una ilustración esquemática de un circuito de prueba ejemplar que se puede usar para probar un disyuntor que se representa por el circuito equivalente mostrado en la Figura 2;

La Figura 4 es una ilustración esquemática de un circuito equivalente del circuito de prueba mostrado en la Figura 3, ilustrado en el momento del primer toque de contactos; y

La Figura 5 es una ilustración esquemática de un circuito de prueba ejemplar que se puede usar para la medición de tiempo de los contactos de la fase del disyuntor mostrada en la Figura 1;

45 La Figura 6 es un gráfico de una traza ejemplar del voltaje de salida del circuito de prueba durante un procedimiento de prueba; y

La Figura 7 es un diagrama de flujo de un método ejemplar 700 de medición de la temporización de un disyuntor mientras que se pone a tierra cada contacto del disyuntor.

50 La prueba periódica de disyuntores puede incluir una prueba de medición de tiempo de contacto. La prueba de medición de tiempo mide continuamente la capacitancia de contacto del disyuntor, a partir de la cual se puede determinar el momento del primer toque de contacto y cuándo se alcanza la capacitancia máxima entre los

contactos. Además, el valor de capacitancia máxima, en función del tiempo, se puede usar como un valor de inicio o uno de parada en la medición de tiempo de operación total.

Adicionalmente, aunque los métodos descritos en la presente memoria se describen con respecto a contactos del disyuntor, se contempla que los beneficios de la invención se acumulan para contactos no de disyuntor tales como aquellos contactos empleados típicamente en, por ejemplo, pero no limitado a, relés o conmutadores.

La Figura 1 es una ilustración esquemática de una fase de disyuntor de alto voltaje ejemplar 100. Un disyuntor de alto voltaje (no mostrado) puede incluir un resistor de inserción previa 102 y un contacto de resistor en movimiento 104 eléctricamente en paralelo con un contacto principal en movimiento 106. En la realización ejemplar, la fase 100 incluye dos interruptores 108 cada interruptor 108 incluye un resistor de inserción previa (solamente se muestra uno en la Figura 1).

En operación, desde una posición abierta, el disyuntor recibe un comando para cerrar, las conexiones dentro del disyuntor hacen a partes móviles de los contactos 104 y 106 moverse hacia enganche de las partes no móviles respectivas de los contactos 104 y 106. Durante una secuencia de prueba, el movimiento de la parte móvil de los contactos 104 y 106 puede iniciar un temporizador. En la realización ejemplar, el movimiento de la parte móvil de los contactos 104 y 106 se detecta usando parámetros eléctricos asociados con los contactos 104 y 106. Después de una distancia predeterminada de recorrido de las partes móviles de los contactos 104 y 106, la parte móvil del contacto de resistor de inserción previa 104 engancha una parte no móvil respectiva. Después de un retardo de tiempo predeterminado, la parte móvil del contacto 106 engancha una parte no móvil respectiva del contacto principal 106. Durante la prueba, se puede determinar la medición de tiempo de los contactos del disyuntor 104 y 106. En una realización en donde no hay resistor de inserción previa 102 solamente se determinan la medición de tiempo del contacto principal 106 y los contactos auxiliares (no mostrados).

La Figura 2 es una ilustración esquemática de un circuito equivalente ejemplar 200 de un par de contactos que se pueden usar en la fase del disyuntor 100 (mostrada en la Figura 1). El circuito equivalente 200 incluye un condensador 202 que representa las superficies de contacto de los contactos del disyuntor 104 y 106. Durante la prueba, los parámetros de capacitancia asociados con los contactos del disyuntor, tales como, un área de superficie de cada superficie de contacto y un medio dieléctrico que rodea el par de contactos cada uno tiene un valor constante. Una distancia entre las superficies de contacto del par de contactos es variable en base al estado del contacto, abierto o cerrado y una cantidad de recorrido entre completamente abierto y completamente cerrado. La distancia entre las superficies de contacto es el único parámetro de capacitancia asociado con los contactos del disyuntor que varía sustancialmente durante la operación del disyuntor.

Un primer conductor 204 del condensador 202 está acoplado eléctricamente al primer conductor 206 de un resistor (R_a) 208 y un segundo conductor 210 del resistor (R_a) 208 está acoplado eléctricamente a un primer conductor 212 de un inductor (L_a) 214. Un segundo conductor 216 del inductor (L_a) 214 está acoplado a una función de sobreexcitación (no mostrada) que representa una señal de prueba usada para medir la medición de tiempo del contacto del disyuntor. El resistor (R_a) 208 y el inductor (L_a) 214 representan la inductancia y resistencia de los componentes de entrada del disyuntor. Un segundo conductor 218 del condensador 202 está acoplado eléctricamente a un primer conductor 220 de un resistor (R_b) 222 y un segundo conductor 224 del resistor (R_b) 222 está acoplado eléctricamente a un primer conductor 226 de un inductor (L_b) 228. Un segundo conductor del inductor (L_b) 228 está acoplado al retorno de la función de sobreexcitación. El resistor (R_b) 222 y el inductor (L_b) 228 representan la inductancia y resistencia de los componentes de salida del disyuntor. Los resistores (R_a) 208 y (R_b) 222 y los inductores (L_a) 214 y (L_b) 228 se representan como valores de resistencia e inductancia constantes, respectivamente. Los parámetros de circuito que afectan a estos componentes del modelo, tales como, la longitud, diámetro y material del cable son sustancialmente constantes durante la prueba. Los valores absolutos de los resistores (R_a) 208 y (R_b) 222 y los inductores (L_a) 214 y (L_b) 228 y el valor de estado estable de la capacitancia del contacto se determinan por las características físicas de cada disyuntor y pueden variar dependiendo de la ubicación y las condiciones ambientales.

Durante la prueba, el circuito equivalente 200 modela el disyuntor de alto voltaje como un sistema dinámico con un contacto estático y uno móvil, representado por el condensador 202 que cambia el valor de capacitancia por el movimiento del electrodo móvil. Midiendo la capacitancia dinámicamente, se puede determinar una distancia mínima entre los contactos del disyuntor antes del primer toque de contacto, que corresponde a una capacitancia máxima en el sistema. Adicionalmente, la aparición del valor de capacitancia máxima se puede usar para iniciar y/o detener uno o más temporizadores que miden un tiempo de operación total (medición de tiempo) y una forma de onda de capacitancia registrada permite analizar otros parámetros del disyuntor tales como, pero no limitados a movimiento de contacto y medios de interrupción.

La Figura 3 es una ilustración esquemática de un circuito de prueba ejemplar 300 que se puede usar para probar un disyuntor que se representa por el circuito equivalente 200 (mostrado en la Figura 2). El circuito 300 incluye una fuente de prueba que se usa para generar una señal de onda seno de alta frecuencia ($V_g(t)$) a través del contacto del disyuntor que se mide como se representa por el circuito 200. En la realización ejemplar, una frecuencia se considera que es una alta frecuencia si la frecuencia es mayor que alrededor de diez kilohercios. En una realización alternativa, una frecuencia se considera que es una alta frecuencia si la frecuencia es mayor que alrededor de un

kilohercio. Un filtro 304 se acopla en serie eléctrica a la salida del circuito 200. El filtro 304 incluye un resistor 306, un condensador 308 y un inductor 310 acoplados eléctricamente en paralelo para filtrar ruido. En la realización ejemplar, los valores de resistencia, capacitancia e inductancia para cada componente respectivo en el filtro 304 se seleccionan previamente para hacer el filtro 304 resonante a una frecuencia que es igual a la frecuencia de la fuente 302. En una realización alternativa, la frecuencia de la fuente 302 se ajusta a una frecuencia resonante del filtro 304. Un voltaje de salida ($V_{salida}(t)$) 312 del circuito 300 se toma a través del filtro 304. En la realización ejemplar, el voltaje de salida 312 está acoplado eléctricamente a un microprocesador 314, que está programado para recibir el voltaje de salida 312, analizar los datos contenidos dentro del voltaje de salida 312, controlar la fuente de voltaje 302, recibir comandos desde un operador, ejecutar archivos de órdenes que incluyen procedimientos de prueba automáticos y generar salida de datos de prueba. El microprocesador 314 está programado para analizar el voltaje de salida 312 para derivar otras características del disyuntor indirectamente, tales como, pero no limitadas a presión en una cámara de contacto del disyuntor, cambios en la constante dieléctrica del gas dentro de la cámara, constante de elasticidad del resorte que acciona el disyuntor, aceleración de los componentes del disyuntor durante la operación, vibración de las partes componentes del disyuntor y un tiempo de operación del disyuntor.

Durante la prueba, con los contactos del disyuntor en un estado abierto, la fuente 302 inyecta una señal de onda seno de alta frecuencia en el disyuntor. La salida 312 recibe una señal que corresponde al circuito 200 con un valor de capacitancia mínimo para el condensador 202. El valor de capacitancia mínimo ocurre cuando los contactos del disyuntor representados por el condensador 202 están abiertos. Se ordena al disyuntor cerrarse y el contacto móvil comienza a moverse hacia el contacto no móvil. A medida que el contacto móvil se desplaza más cerca del contacto no móvil, la capacitancia del condensador 202 aumenta proporcionalmente a la distancia recorrida. El valor de capacitancia máximo ocurre justo anterior al momento cuando el contacto móvil toca eléctricamente el contacto no móvil. El valor de capacitancia máximo del circuito 200 corresponde a un valor máximo del voltaje de salida 312. El valor máximo del voltaje de salida 312 se puede obtener diferenciando la función de voltaje de salida $V_{salida}(t)$ con respecto al tiempo y ajustando la ecuación para que sea igual a cero. Matemáticamente la ecuación es:

$$V_o(t) = V_g(t) - \left\{ (L_a + L_b) \frac{di_g(t)}{dt} + (R_a + R_b) i_g + \frac{1}{C} \int_0^{t_0} i_g dt \right\}$$

Entonces, igualando el resultado a cero, la capacitancia C se da por:

$$C = \frac{i_g}{V_g - L \frac{d^2 i_g}{dt^2} - R \frac{di_g}{dt}}$$

Donde $L = L_a + L_b$ y $R = R_a + R_b$

El voltaje de salida 312 está acoplado eléctricamente a un dispositivo de prueba del disyuntor (no mostrado) que incluye un microprocesador para controlar archivos de órdenes de prueba, calcular resultados a partir de datos de entrada, analizar datos recibidos y generar visualizaciones de salida e informes impresos. El término microprocesador, como se usa en la presente memoria, se refiere a microprocesadores, microcontroladores, circuitos de conjunto de reducido instrucciones (RISC), circuitos integrados de aplicaciones específicas (ASIC), circuitos lógicos y cualquier otro circuito o procesador capaz de ejecutar las funciones descritas en la presente memoria. En la realización ejemplar, el circuito de prueba 300 es un subcircuito del dispositivo de prueba colocado dentro del dispositivo de prueba 300. En una realización alternativa, el circuito de prueba 300 es un componente separado acoplable eléctricamente al dispositivo de prueba 300 y también configurable para acoplarse eléctricamente a un dispositivo de prueba alternativo (no mostrado).

Usando un voltaje de prueba de alta frecuencia con filtrado resonante del voltaje de salida la posición del contacto del disyuntor se puede medir dinámicamente midiendo la capacitancia entre los contactos fijo y móvil del disyuntor. Midiendo el valor de capacitancia máximo, se puede determinar la distancia mínima entre los electrodos.

La Figura 4 es una ilustración esquemática de un circuito equivalente 400 del circuito de prueba 300 (mostrado en la Figura 3) ilustrado en el momento del primer toque del contacto. En el momento cuando el contacto móvil primero entra en contacto eléctrico con el contacto no móvil, el condensador 202 se puede representar como un cortocircuito 402 y la salida 312 $V_{salida}(t)$ ya no es más una función monótona, sino que llega a ser una función escalón con ΔV_{salida} como valor escalón. El momento de aparición del escalón de voltaje corresponde al momento que se cierran los contactos del disyuntor. Este valor de tiempo se puede registrar para uso en cálculos y se puede usar para iniciar y detener temporizadores operativos del disyuntor. De manera similar, durante una secuencia de prueba de apertura, cuando los contactos del disyuntor se abren primero ΔV_{salida} será una función escalón negativa.

La capacitancia basada en circuito de medición de tiempo del contacto puede facilitar medir parámetros de sistemas de contacto de disyuntos de alto voltaje, tales como, pero no limitados a un evento de inicio de la posición

geométrica del contacto desde la posición abierta aislada eléctricamente del disyuntor, el movimiento del recorrido lineal del contacto móvil, el primer toque eléctrico de cada contacto y la penetración como una función de la resistencia dinámica del primer toque de contacto a una posición geométrica final.

5 El circuito también facilita evaluar datos a partir de una base de tiempo sincronizada para cumplir con los estándares y calcular parámetros del disyuntor y permitir un análisis de la operación del disyuntor, tal como, pero no limitado a, medir el movimiento lineal real de cada contacto móvil, medir un tiempo transcurrido desde un inicio sincronizado hasta un primer toque o una última separación de cada contacto móvil, medir un tiempo transcurrido desde un evento de inicio, tal como, la posición geométrica del contacto desde la posición abierta aislada eléctricamente del disyuntor, hasta un primer toque de contacto o una última separación de cada contacto hasta una posición abierta
10 aislada, determinar una velocidad del contacto en una función de tiempo y movimiento dentro de las posiciones anteriores, determinar un solapamiento, en donde se mide una operación de un movimiento y tiempo transcurrido desde cada separación de contacto hasta separación de contacto por arco eléctrico en abierto y determinar una calidad de cada medio de interrupción de contacto.

15 La Figura 5 es una ilustración esquemática de un circuito de prueba ejemplar 500 según la invención que se puede usar para medir el tiempo de los contactos de la fase del disyuntor 100 (mostrada en la Figura 1). Durante la prueba, la fuente 302 inyecta una señal de prueba en el contacto del disyuntor 106 dentro del interruptor 108. Si el contacto 106 está en un estado abierto, la señal de prueba está transmitiéndose capacitivamente a través del contacto 106 a la entrada del filtro resonante 304. La salida filtrada del filtro 304 se transmite al rectificador 502 y al filtro paso bajo 504. La combinación del rectificador 502 y el filtro paso bajo 504 envuelve la salida del filtro 304 para facilitar la
20 reducción del ruido de alta frecuencia y facilitar la reducción de la información de señal relacionada no pico no deseada. En la realización ejemplar, se usa una frecuencia de esquina 1/5 de la frecuencia resonante del condensador 308 y el inductor 310. El valor de señal desde el filtro 504 entonces se compara con el valor de voltaje que es mayor que $R_0 V_g(t)_{\text{pico}} / (R_a + R_b + R_0)$ por el comparador 506. La señal de salida desde el comparador 506 es igual a ΔV_{salida} y se transmite a una entrada digital del microprocesador 314 como el resultado de medición de
25 tiempo "hecho" o "interrumpido". La salida del filtro 504 también se transmite a una entrada del amplificador 508 para proporcionar una señal de salida analógica al microprocesador 314 para procesamiento adicional. Los inductores 510 y 512 se acoplan eléctricamente en serie con los cables de tierra 514 y 516, respectivamente para drenar cualquier corriente inducida en el circuito del disyuntor. Los cables de tierra 514 y 516 se aplican al disyuntor para garantizar la seguridad personal del personal de operación durante la prueba del disyuntor. Introduciendo una
30 inductancia:

$$Lg \gg \frac{1}{\omega^2 C_{\min}}$$

en los cables de tierra 514 y 516 del disyuntor, la medición de temporización del disyuntor se puede conducir sin desconectar los cables de tierra 514 y 516 del disyuntor proporcionando por ello mayor protección de seguridad al personal de operación.

35 La Figura 6 es un gráfico 600 de una traza ejemplar 602 del voltaje de salida 312 del circuito de prueba 300. El gráfico 600 incluye un eje x 604 indicativo del tiempo y un eje y 606 que ilustra una magnitud de voltaje de salida 312 en cada unidad de tiempo correspondiente. En $t(0)$ 608, se desencadena una señal de operación del disyuntor. Entre el tiempo, $t(0)$ 608 y el tiempo $t(1)$ 610 el contacto móvil del disyuntor está moviéndose hacia el contacto no móvil del disyuntor. A medida que los contactos se mueven más cerca entre sí, aumenta la capacitancia y de ahí, el voltaje a
40 través de los contactos. La impedancia de los contactos se puede determinar a partir de la ecuación: $Z = R_a + R_b + \omega(L_a + L_b) + 1/\omega C$. En el tiempo $t(1)$ 610, un primer contacto se detecta por el salto escalón en V_{salida} en el punto 612. En el punto 612 una señal "hecho" se genera en base al salto escalón detectado. Durante el salto 614, una resistencia dinámica (Z) entre los contactos del disyuntor en movimiento, denominada el proceso de penetración, se puede determinar en base a la ecuación: $Z = R_a + R_b + \omega(L_a + L_b)$. En un punto 616, la impedancia dominante en el sistema llega a ser la inductancia de los cables del disyuntor y se puede determinar por la ecuación: $Z = \omega(L_a + L_b)$.

La Figura 7 es un diagrama de flujo de un método ejemplar 700 para analizar un disyuntor. El método 700 incluye acoplar eléctricamente 701 cada contacto del disyuntor a tierra. Un primer cable de tierra se puede acoplar a un
50 contacto del lado de línea del disyuntor a una conexión de tierra local. En una realización, una inductancia de alrededor de un microhenrio se acopla en serie con el cable de tierra. En una realización alternativa, una inductancia de menos de alrededor de un milihenrio se acopla en serie con el cable de tierra. De manera similar, un segundo cable de tierra se puede acoplar eléctricamente a un lado de carga del contacto del disyuntor a una conexión de tierra local. Una inductancia se puede acoplar en serie con el cable de tierra como se describió anteriormente. Un voltaje de prueba se aplica a través del par de contactos del disyuntor. En la realización ejemplar, el voltaje de
55 prueba es una señal de onda seno de alta frecuencia. La frecuencia de la señal de prueba se selecciona para igualar la frecuencia resonante del contacto del disyuntor y el circuito de filtro, que están acoplados eléctricamente en serie con la fuente. Alternativamente, los valores de impedancia de los componentes del circuito de filtro se pueden seleccionar de manera que la frecuencia resonante del filtro iguale la frecuencia de salida de la fuente de prueba.

5 Durante las prueba, el voltaje de salida tomado a través del circuito de filtro es proporcional a un valor de capacitancia del contacto del disyuntor. Por consiguiente, la medición 704 de un voltaje de salida del circuito de prueba proporciona indicación de la capacitancia del contacto del disyuntor. El hueco definido entre cada contacto determina la capacitancia del contacto del disyuntor. El estado del contacto del disyuntor se cambia 706 desde una posición abierta a una posición cerrada o la posición cerrada a la posición abierta por una acción automática tomada por un microprocesador que se ejecuta dentro del dispositivo de prueba o por un comando manual iniciado por un operador. A medida que el contacto móvil del par de contactos del disyuntor se mueve respecto al contacto no móvil, la capacitancia entre los contactos cambia proporcionalmente con respecto a la distancia que separa los contactos. A medida que los contactos enganchan el circuito de prueba la configuración cambia de manera que el voltaje de salida cambia en una cantidad escalón. El cambio escalón se detecta 708 en el voltaje de salida que corresponde al cambio de estado del disyuntor. Una señal de salida en el momento del cambio escalón se genera para su uso en analizar una condición de los contactos del disyuntor y el medio dieléctrico.

15 Mientras que la presente invención se describe con referencia a medir temporización y resistencia de los contactos de un disyuntor de alto voltaje, se contemplan otras numerosas aplicaciones. Por ejemplo, se contempla que la presente invención se puede aplicar a cualquier sistema en donde la interferencia electromagnética puede inducir corrientes en los parámetros medidos y dispositivos de medición de manera que la precisión de tales mediciones se reduce sin supresión de las corrientes inducidas.

20 El sistema de prueba de disyuntor de alto voltaje descrito anteriormente es rentable y altamente fiable para determinar una medición de tiempo y resistencia de contacto del disyuntor en presencia de corrientes inducidas a partir de interferencia electromagnética. Más específicamente, los métodos y sistemas descritos en la presente memoria facilitan determinar los tiempos de operación y resistencias de contacto del disyuntor con precisión en presencia de corrientes inducidas electromagnéticas en el circuito del disyuntor y circuito de prueba. Además, los métodos y sistemas descritos anteriormente facilitan proporcionar una medición de medida de tiempo y resistencia de contacto del disyuntor precisa y repetible con interacción del operador mínima. Como resultado, los métodos y sistemas descritos en la presente memoria facilitan el mantenimiento de disyuntores de alto voltaje de una manera rentable y fiable.

30 Las realizaciones ejemplares de los sistemas de prueba del disyuntor se describieron anteriormente en detalle. Los sistemas no están limitados a las realizaciones específicas descritas en la presente memoria, sino más bien, se pueden utilizar componentes de cada sistema independientemente y separadamente de otros componentes descritos en la presente memoria. Cada componente del sistema también se puede usar en combinación con otros componentes del sistema.

REIVINDICACIONES

1. Un método (700) para analizar un disyuntor (100) que incluye al menos un par de contactos (106) que incluye al menos un contacto móvil (106), dicho método que comprende:
- 5 a. aplicar un voltaje de prueba a través de un par de contactos del disyuntor que comprende aplicar el voltaje de prueba desde un dispositivo de prueba del disyuntor (300) acoplado eléctricamente a través del contacto del disyuntor;
- b. medir (704) una señal de voltaje de salida que es proporcional a una capacitancia del par de contactos del disyuntor, en donde la medición del voltaje de salida comprende medir el voltaje de salida a través de un circuito de filtro (304);
- 10 c. cambiar un estado (706) del par de contactos del disyuntor desde al menos uno de una posición abierta a una posición cerrada y la posición cerrada a la posición abierta; y
- d. detectar (708) un cambio escalón del voltaje de salida (312) que corresponde al cambio de estado del disyuntor, en donde
- 15 e. el paso de aplicar un voltaje a través del par de contactos del disyuntor comprende aplicar un voltaje de prueba de alta frecuencia a través del par de contactos del disyuntor, en donde la frecuencia de la señal de prueba se selecciona para igualar la frecuencia resonante del contacto del disyuntor y la del circuito de filtro; y
- f. acoplar eléctricamente (701) cada contacto del disyuntor (106) a tierra por medio de cables en serie con inductancias.
2. Un método según la Reivindicación 1 en donde medir el voltaje de salida a través de un circuito de filtro (304) comprende medir el voltaje de salida a través de un circuito de filtro acoplado eléctricamente en serie con el par de contactos del disyuntor.
- 20 3. Un método según la Reivindicación 2 en donde medir el voltaje de salida a través de un circuito de filtro (304) comprende medir el voltaje de salida a través de un circuito de filtro que incluye un resistor (306), un condensador (308) y un inductor (310) acoplados eléctricamente en paralelo.
- 25 4. Un método según la Reivindicación 2 en donde medir el voltaje de salida a través de un circuito de filtro (304) comprende medir el voltaje de salida a través de un circuito de filtro (304) que es resonante a la frecuencia de la señal de prueba.
5. Un método según cualquier Reivindicación precedente en donde cambiar un estado del par de contactos del disyuntor comprende cambiar el estado del par de contactos de disyuntor automáticamente durante la ejecución de un archivo de órdenes de prueba automático que incluye procedimientos de prueba automáticos.
- 30 6. Un método según cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 5 en donde cambiar un estado del par de contactos del disyuntor comprende cambiar el estado del par de contactos del disyuntor automáticamente durante un archivo de órdenes de prueba automático que incluye procedimientos de prueba automáticos que se ejecutan en un microprocesador.
- 35 7. Un método según cualquier Reivindicación precedente en donde detectar un cambio escalón del voltaje de salida además comprende:
- determinar un nivel de voltaje umbral para una primera posición de toque de contacto de los contactos del disyuntor que se mueven desde al menos una de una posición abierta a una posición cerrada y una posición cerrada a una posición abierta;
- 40 comparar el cambio escalón detectado del voltaje de salida con el nivel umbral determinado; y
- generar una señal de salida en base a la comparación.
8. Un método según cualquier Reivindicación precedente, en donde dicho voltaje de prueba de alta frecuencia es un voltaje de prueba de onda seno de alta frecuencia.

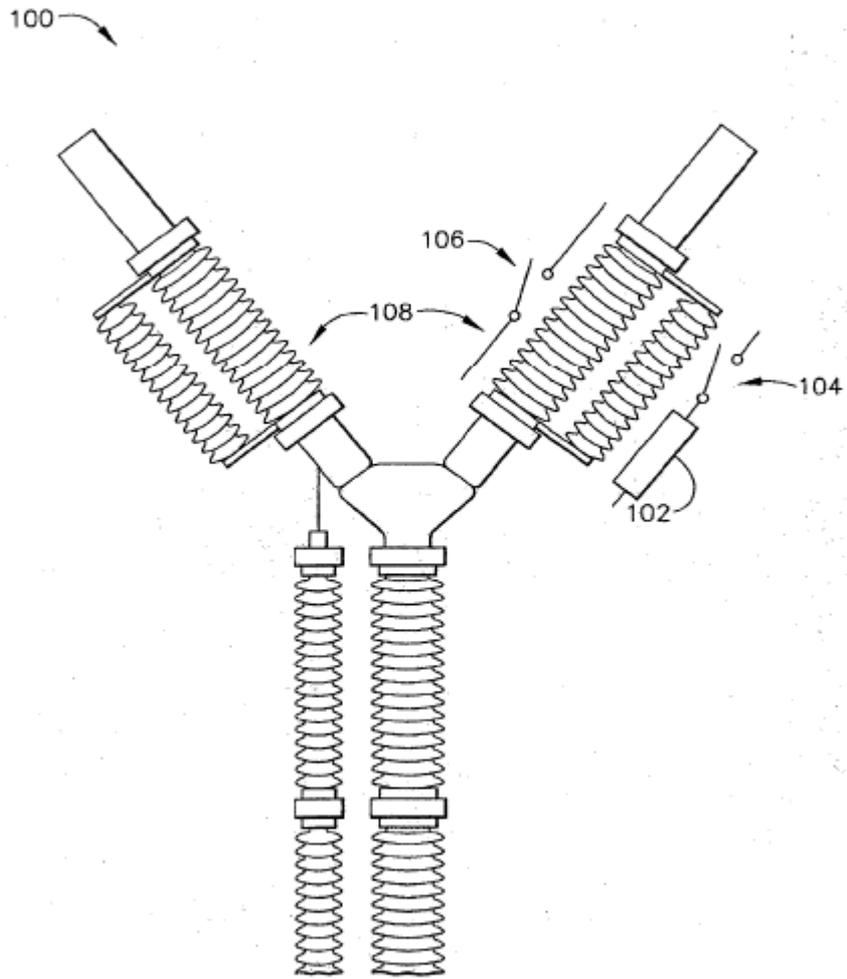


FIG. 1

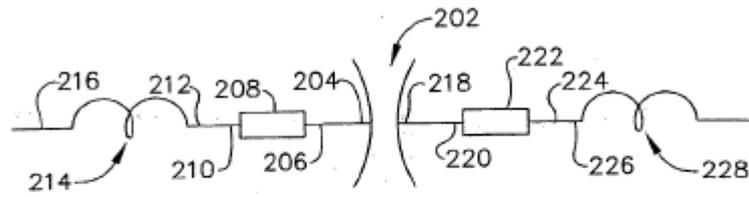


FIG. 2

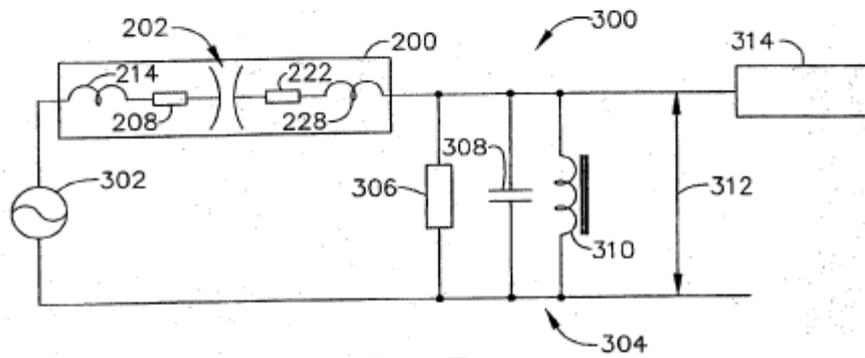


FIG. 3

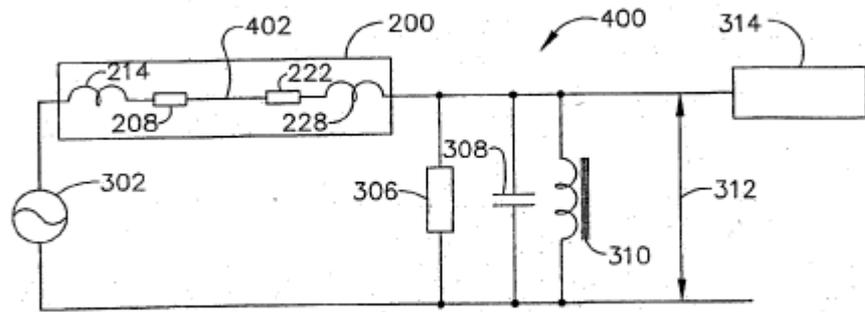


FIG. 4

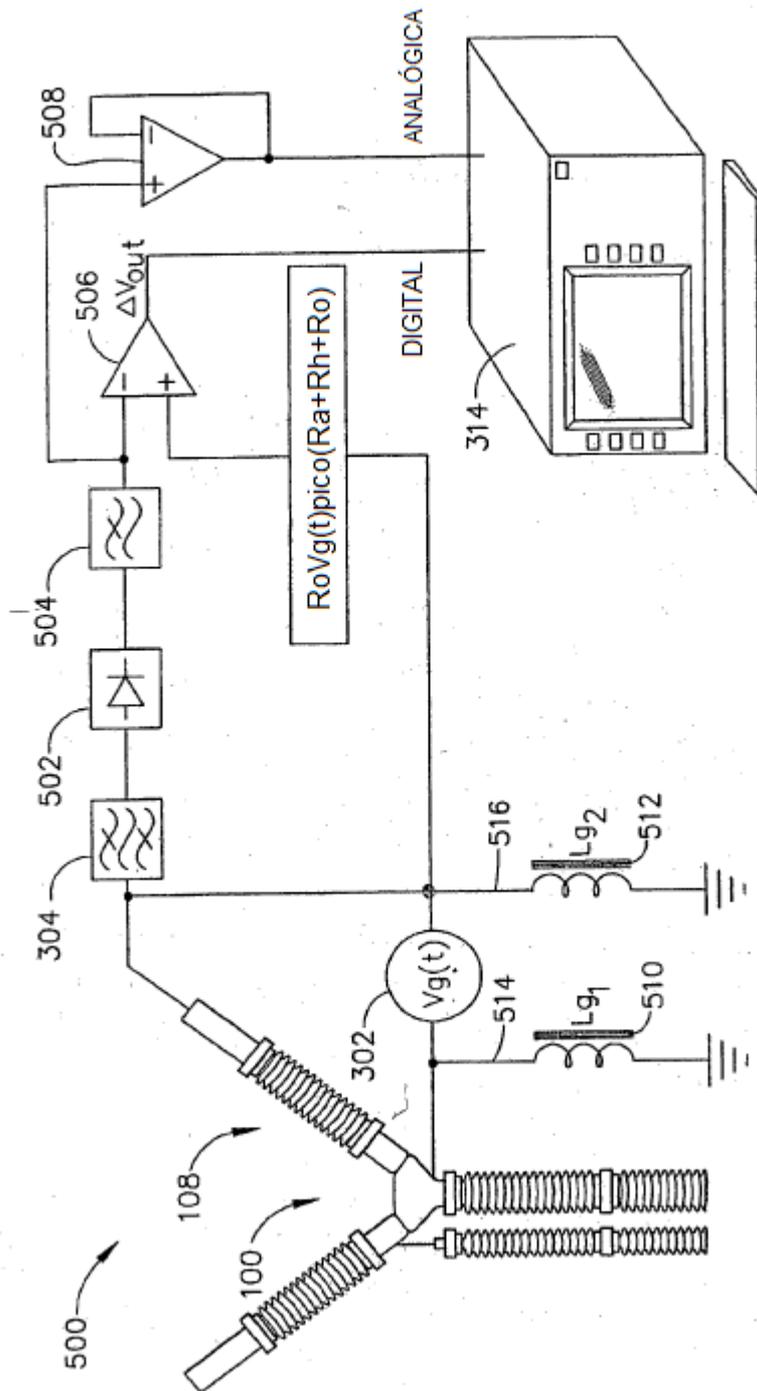


FIG. 5

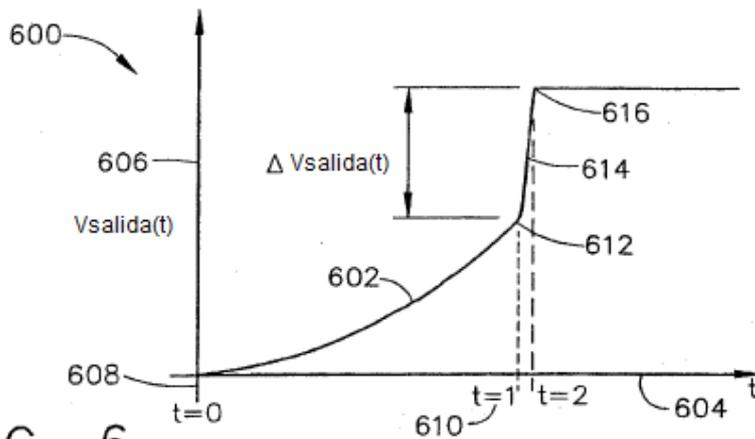


FIG. 6

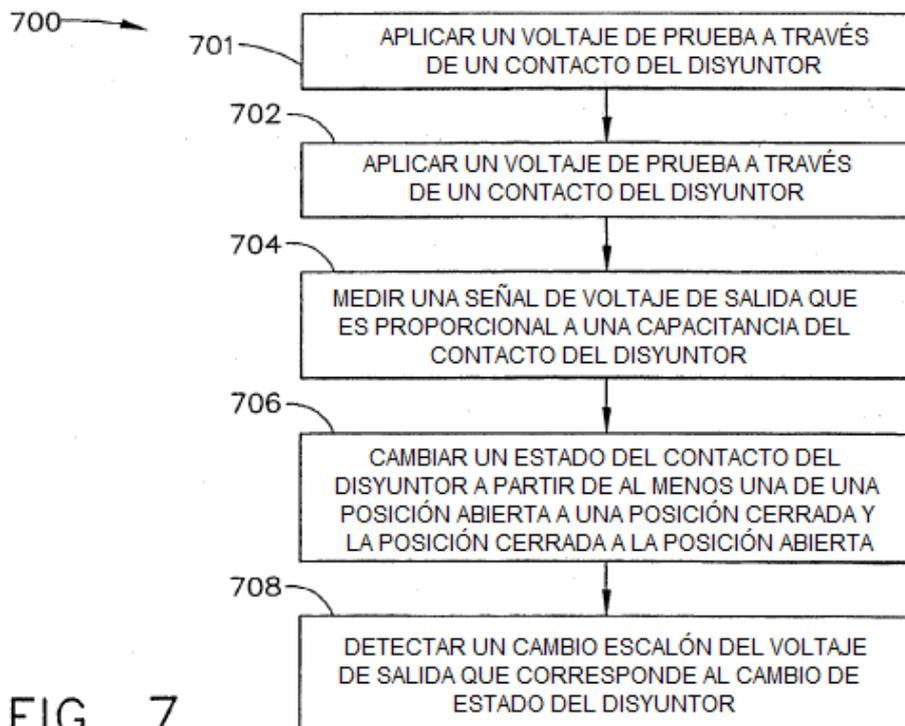


FIG. 7