

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 437 622**

51 Int. Cl.:

H02H 3/40 (2006.01)

H02H 7/26 (2006.01)

G01R 31/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2008 E 08773120 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013 EP 2304857**

54 Título: **Procedimiento y aparato de desbloqueo de oscilaciones de potencia rápido para la protección a distancia en un sistema eléctrico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.01.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SU, BIN;
JING, LEI y
LIU, QIANJIN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 437 622 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato de desbloqueo de oscilaciones de potencia rápido para la protección a distancia en un sistema eléctrico

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere, en general, a las técnicas de protección de sistemas eléctricos y, más concretamente, la presente invención se refiere a un procedimiento y a un aparato de desbloqueo de oscilación de potencia rápido para una protección a distancia en un sistema eléctrico.

Antecedentes de la invención

- 10 Un sistema eléctrico o red eléctrica se considera que opera bajo condiciones estabilizadas cuando existe un equilibrio entre la potencia activa generada y consumida por el sistema. Los sistemas eléctricos que operan bajo condiciones estabilizadas típicamente operan en o muy cerca de su frecuencia nominal.

- 15 En ciertas circunstancias, un sistema eléctrico puede ser alterado de forma que ya no opere en condiciones estabilizadas. En relación con ello, los sistemas eléctricos están sometidos a un amplio abanico de pequeñas o grandes alteraciones en el curso de las condiciones operativas. Continuamente se producen pequeños cambios en las condiciones de carga. El sistema eléctrico debe ajustarse a estas condiciones cambiantes y continuar operando de manera satisfactoria y dentro de los límites deseados de tensión y frecuencia.

- 20 Un estado de oscilación de la potencia puede ser el resultado de una alteración que provoque que el sistema eléctrico se vea alterado en cuanto a su estado operativo estable. Los fallos del sistema eléctrico y su reparación, la conmutación de líneas, la desconexión del generador, y la pérdida de la aplicación de grandes cantidades de carga son ejemplos de perturbaciones del sistema que pueden provocar que se produzca una condición de oscilación de la potencia en un sistema eléctrico. Tras la aparición de una condición de oscilación de la potencia se produce un desequilibrio entre la potencia activa generada y consumida para el sistema.

- 25 Dependiendo de la gravedad de la(s) perturbación(es) del sistema y de las acciones de los controles del sistema eléctrico durante una oscilación de la potencia, el sistema puede permanecer estable y volver a un nuevo estado de equilibrio, después de experimentar lo que se designa como una oscilación de potencia estable. Sin embargo, las perturbaciones graves del sistema eléctrico pueden producir una gran separación de los ángulos del rotor de generadores del sistema, unas amplias oscilaciones de los flujos de potencia, unas amplias fluctuaciones de las tensiones y las corrientes y, en último término, pueden conducir a una pérdida de sincronización de los grupos de generadores del sistema o entre los sistemas de los servicios auxiliares vecinos. Este episodio es designado como una oscilación inestable de la potencia.

- 30 Las oscilaciones de potencia, ya sean estables o inestables, pueden provocar resultados indeseables. En particular, las oscilaciones de potencia pueden provocar que la impedancia que aparece en una protección a distancia caiga dentro de las características operativas de la protección a distancia, lejos del estado de carga de estado estable preexistente, y provocar que la protección a distancia active una desconexión indeseada de una línea de transmisión del sistema. La activación indeseada de las protecciones a distancia durante una oscilación de potencia puede también agravar la protección del sistema eléctrico y provocar la inestabilidad del sistema, cortes de energía importantes y / o apagones. Esto puede provocar que una oscilación en otro caso estable de la potencia se convierta en una oscilación inestable de la potencia. Por tanto, debe entenderse que estas protecciones a distancia, de modo preferente, no deben operar durante oscilaciones estables de la potencia para permitir que el sistema eléctrico establezca un nuevo estado de equilibrio y vuelva a una situación estable.

- 40 Durante una oscilación inestable de la potencia, una o más áreas de un sistema eléctrico, o una o más redes interconectadas, pierden sincronía. La desconexión descontrolada de los disyuntores durante un estado de oscilación de la potencia inestable podría provocar daños en el equipamiento y plantear un problema de seguridad para el personal de servicio. Por tanto, es imperativo que las áreas asíncronas del sistema sean separadas entre sí de manera rápida y automática con el fin de evitar daños extensos del equipamiento y el corte de partes importantes del sistema eléctrico. Durante una situación inestable de oscilación de la potencia, es necesaria una desconexión controlada de determinados elementos del sistema eléctrico con el fin de impedir daños al equipamiento, cortes de electricidad extendidos, y para reducir los efectos de la perturbación.

- 45 A la vista del hecho referido, si se produce un fallo durante una oscilación de la potencia, una protección a distancia llevada a cabo por la protección a distancia debe ser capaz de operar de manera fiable. La protección a distancia necesita detectar el fallo y seleccionar la fase del fallo de manera rápida y fiable, bajo periodos de oscilación de la potencia diversos (por ejemplo, de 0,1 s ~ 5 s), los ángulos de potencia cuando el fallo se produce, y las condiciones operativas (oscilación trifásica u oscilación de la potencia abierta de un solo polo, esto es oscilación bifásica).

- 50 En las protecciones a distancia convencionales, para un fallo asimétrico para una oscilación de la potencia del fallo es normalmente detectado por la presencia de unos componentes de secuencia negativa y de secuencia cero. La solicitud de Patente china No. 90211534.0 ha divulgado un procedimiento que establece los criterios como | 12 | + |

10 $| > m | 11 |$, donde 10, 12 y 11 representan la corriente de secuencia 0, la corriente de secuencia negativa y la secuencia de corriente positiva, respectivamente, y m es un coeficiente entre 0,5 y 1. Algunos otros fabricantes establecen los criterios expuestos como $| 12 | < m | 11 |$, $| 10 | < n | 12 |$, donde n es también un coeficiente. Dicho procedimiento de desbloqueo presenta retardos diferentes para ángulos de potencia diferentes entre sistemas equivalentes en ambos terminales. Si el fallo se produce cuando el ángulo de potencia es pequeño, el retardo será muy corto. Sin embargo, en determinadas condiciones desfavorables, el retardo podría ser mayor de un 30% del periodo de oscilación de la potencia.

Para un fallo simétrico durante la oscilación de la potencia, normalmente es detectada con una tensión baja de oscilación de la potencia ($u \cos \Phi$). Cuando la tensión central de oscilación de la potencia se establece próxima al cero durante más de un periodo determinado, como por ejemplo 150ms, 500ms, etc., la protección a distancia resulta desbloqueada.

Existen también algunos esquemas mejorados para un desbloqueo más rápido. Por ejemplo, la solicitud de Patente china No. 03146340.1 ha divulgado un procedimiento de distinción de un fallo en la línea con una oscilación de la potencia en base a la tasa de cambio de la resistencia medida, el cual utiliza la tasa de cambio de la resistencia medida para desbloquear la protección a distancia.

El documento EP 0783 197 A1 se considera como la técnica anterior más próxima y divulga un aparato para determinar un estado de la técnica de un relé de protección para un sistema eléctrico.

Sin embargo, el problema común existente en los procedimientos anteriormente mencionados es que sus velocidades de respuesta son lentas, especialmente para oscilaciones de la potencia lentas. Los prolongados retardos del desbloqueo de la oscilación de la potencia retardarán la velocidad operativa de una protección a distancia lo que es desfavorable para la fiabilidad del sistema y para la seguridad del dispositivo.

Sumario de la invención

A la vista de la situación expuesta, la presente invención se ha elaborado para proporcionar un procedimiento y un aparato de desbloqueo de la potencia rápido para una protección a distancia de un sistema eléctrico, que es capaz de asegurar la desconexión rápida de fases segregadas de protección a distancia para los fallos producidos durante una oscilación de la potencia (oscilación trifásica o bifásica).

Una protección a distancia típica presenta varias zonas con tres bucles fase a fase (A-B, B-C, C-A) para fallos de fase a fase y tres bucles de fase a tierra (A-G, B-G, C-G) para un fallo fase a tierra para cada una de las zonas independientes. A, B y C indican las tres fases de un sistema eléctrico de tres fases y, G indica la tierra. Durante un estado operativo trifásico, estos 6 bucles son bucles operativos, mientras que durante un estado operativo abierto de un solo polo (bifásico) solo 3 bucles (2 bucles de fase a tierra y 1 bucle de fase a fase), compuestos por las 2 fases restantes son bucles operativos. Por ejemplo, cuando la fase C está abierta, los bucles A-G, B-G, A-B son bucles operativos.

En un aspecto de la presente invención se proporciona un procedimiento de desbloqueo de oscilación de potencia en un sistema eléctrico que comprende la verificación de si el sistema eléctrico está sometido a una oscilación de potencia, y el bloqueo de una zona de distancia que podría operar incorrectamente sometida a la oscilación de potencia si se verifica que el sistema eléctrico está sometido a la oscilación de potencia; la medición de las impedancias para todos los bucles operativos eléctricos; el cálculo de las tasas de cambio de las impedancias de todos los bucles operativos del sistema eléctrico; la determinación de uno o más bucles en fallo en base a las tasas de cambio calculadas; y el desbloqueo de una zona a distancia bloqueada para el bucle en fallo.

La tasa de cambio significa el cambio de impedancias (en términos de vectores, magnitudes, etc.) durante un periodo de intervención.

En otra forma de realización de la presente invención, el procedimiento de desbloqueo de oscilación de potencia comprende también una etapa en la que la etapa de cambio durante las impedancias para todos los bucles operativos del sistema eléctrico son respectivamente calculadas de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$D_y(x) = \text{abs}(Z_y(x) - Z_y(x-p))$$

en la que D es la tasa de cambio, el subíndice "y" representa el bucle operativo sometido a medición, Z es la impedancia medida, x es el punto de muestra medido actual y p representa el número de puntos de muestra durante un periodo de intervención.

Durante una oscilación de potencia trifásica, si las tasas de cambio de todos los bucles operativos se mantienen menores que las del periodo predeterminado anterior para un periodo respectivamente definido y las tasas de cambio de todos los bucles operativos son próximas entre sí, se determina un fallo simétrico, mientras que si la tasa de cambio de un bucle de fase a tierra se mantiene menor que los de los demás bucles de fase a tierra para un periodo definido, dicho bucle de fase a tierra se determina como el bucle en fallo.

Así mismo, durante una oscilación de potencia trifásica, si la tasa de cambio de un bucle de fase a fase se mantiene menor que la de los otros dos bucles de fase a fase para un periodo definido, dicho bucle de fase a fase se determina como el bucle en fallo.

5 Para una oscilación de potencia bifásica si las tasas de cambio de los 3 bucles operativos se mantienen menores que las del periodo predeterminado con anterioridad para un periodo respectivo definido y las tasas de cambios de todos los bucles operativos están próximas entre sí, se determina un fallo de fase a tierra bifásico, mientras si la tasa de cambio de un bucle operativo se mantiene menor que las de los otros dos bucles operativos para un periodo definido, dicho bucle operativo se determina como el bucle en fallo.

10 En una forma de realización preferente de la presente invención, el procedimiento de desbloqueo de oscilación de la potencia puede determinar que el bucle operativo de la tasa de cambio menor es el bucle en fallo.

15 En otro aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de desbloqueo de oscilación de potencia en un sistema eléctrico que comprende un medio de verificación configurado para verificar si el sistema eléctrico está sometido a una oscilación de potencia; el medio de bloqueo configurado para bloquear una o más zonas a distancia que podrían operar de manera defectuosa sometidas a la oscilación de potencia si se verifica por el medio de verificación que el sistema eléctrico está sometido a la oscilación de potencia; un medio de oscilación configurado para medir las impedancias para todos los bucles operativos del sistema eléctrico; un medio de cálculo configurado para calcular la tasa de cambio de las impedancias para todos los bucles operativos del sistema eléctrico; un medio de determinación configurado para determinar uno o más bucles en fallo en base a las tasas de cambio calculadas por el medio de cálculo; y un medio de desbloqueo configurado para desbloquear una zona a distancia bloqueada para el bucle en fallo, un medio de verificación configurado para verificar si el sistema eléctrico está sometido a una oscilación de potencia; un medio de bloqueo configurado para bloquear una o más zonas a distancia que podrían operar de manera incorrecta sometidas a la oscilación de potencia si se verifica por el medio de verificación que el sistema eléctrico está sometido a la oscilación de potencia.

20 En otra forma de realización de la presente invención, el aparato de bloqueo de oscilación de potencia comprende también un medio de medición configurado para medir las impedancias de todos los bucles operativos del sistema eléctrico; un medio configurado de manera que las tasas de cambio de las impedancias para todos los bucles operativos del sistema eléctrico sean respectivamente calculadas mediante el medio de cálculo de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$D_y(x) = \text{abs}(Z_y(x) - Z_y(x - p))$$

30 en la que D es la tasa de cambio, el subíndice "y" representa el bucle operativo sometido a medición, Z es la impedancia medida, x es el punto de muestra medido actual y p representa el número de puntos de muestra durante un periodo de intervención.

El aparato de desbloqueo de oscilación de potencia de acuerdo con la presente invención puede determinar el bucle operativo con la tasa de cambio menor como el bucle en fallo.

35 Así mismo, se proporciona también un programa informático para implementar el procedimiento de desbloqueo de oscilación de potencia mencionado con anterioridad.

Así mismo, se proporcionan también unos productos de programa informáticos en al menos un medio legible por ordenador que comprende los códigos informáticos para implementar el procedimiento de desbloqueo de oscilación de potencia mencionado con anterioridad.

40 Los expuestos y otros objetos y características distintivas se describirán con detalle en la descripción subsecuente. Se debe destacar que las descripciones detalladas subsecuentes se utilizan únicamente para divulgar en la medida suficiente las formas de realización preferentes de la presente invención pero no para limitar la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

45 Las anteriores y otras características distintivas y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto a partir de la descripción subsecuente tomada en combinación con los dibujos que se acompañan, los cuales ilustran formas de realización preferentes de la presente invención, a modo de ejemplo. En los dibujos que se acompañan, las mismas características o componentes técnicos correspondientes se representarán mediante los mismos o correspondientes signos de referencia.

50 La Fig. 1A muestra la corriente y la tensión medidas de una fase durante una oscilación de potencia antes y después de que se produzca un fallo en un sistema eléctrico.

La FIG. 1B muestra los perfiles de amplitud de la corriente y la tensión medidas de una fase durante una oscilación de potencia antes y después de que se produzca un fallo en un sistema eléctrico.

La FIG. 2 muestra las impedancias medidas durante una oscilación de potencia simple en un sistema eléctrico.

La FIG. 3 muestra las impedancias medidas desde 20 ms después de un fallo metálico de A-G hasta 100 ms después del fallo metálico de A-G durante una oscilación de potencia de un sistema eléctrico.

La FIG. 4 es un diagrama de flujo que muestra el proceso del procedimiento de desbloqueo rápido de oscilación de potencia para una protección a distancia de un sistema eléctrico de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 5 es un diagrama de bloques que muestra la estructura básica del aparato de desbloqueo rápido de oscilación de potencia para una protección a distancia de un sistema eléctrico de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 6 es un diagrama de flujo más detallado que muestra el proceso del procedimiento de desbloqueo rápido de oscilación de potencia para una protección a distancia de un sistema eléctrico de acuerdo con otra forma de realización de la presente invención.

La FIG. 7 es un diagrama de bloques que ilustra una estructura ejemplar de un ordenador personal.

Descripción detallada de las formas de realización

En las líneas que siguen se describirán formas de realización ejemplares de la presente invención en combinación con los dibujos que se acompañan. En aras de la claridad y de la concisión, no todas las características de las implementaciones efectivas se describen en la memoria descriptiva. Sin embargo se debe apreciar que, durante el desarrollo de cualquiera de dichas implementaciones efectivas, se deben adoptar numerosas decisiones específicas de la implementación para conseguir los objetivos específicos del ejecutor, por ejemplo, la adaptación a las exigencias comerciales y relacionadas con el sistema que variarán de una implementación a otra. Así mismo, debe también apreciarse que dicho esfuerzo de desarrollo podría ser muy complejo y retardatorio pero podría, sin embargo, ser una tarea rutinaria para los expertos en la materia que cuenten con el beneficio de la presente divulgación.

En primer lugar, estudiemos el cambio de la corriente, la tensión y la impedancia durante una oscilación de potencia antes y después de que se produzca un fallo en el sistema eléctrico. Las corrientes y las tensiones medidas, y las impedancias medidas durante una oscilación de potencia antes y después de que se produzca un fallo en un sistema eléctrico se muestran en la FIG. 1A, FIG. 1B, FIG. 2 y FIG. 3, respectivamente. En este caso, la oscilación de potencia es de 1 segundo, y el fallo es un fallo metálico de A - G que se produce en $T = 6,1$ s. La FIG. 1A muestra la corriente y la tensión medidas de la fase A durante una oscilación de potencia antes y después de que se produzca un fallo en un sistema eléctrico, y la FIG. 1B muestra los perfiles de amplitud de la corriente y la tensión medidas de la fase A durante una oscilación de potencia antes y después de que se produzca un fallo en un sistema eléctrico, mientras que la FIG. 2 muestra las impedancias medidas durante una pura oscilación de potencia en un sistema eléctrico y la FIG. 3 muestra las impedancias medidas desde 20 ms después de un fallo metálico de A-G hasta 100 ms después del fallo metálico de A-G durante una oscilación de potencia en un sistema eléctrico.

Se puede apreciar que durante una oscilación de potencia sin ningún fallo, las tensiones y las corrientes medidas están cambiando de manera apreciable y de forma periódica, como se muestra en la FIG. 1A y 1B. Las impedancias medidas de todos los bucles operativos (para una oscilación trifásica, 6 bucles, incluyendo A-G, B-G, C-G, A-B, B-C, C-A; para una oscilación bifásica, 3 bucles, por ejemplo para una oscilación de fase C abierta, los bucles A-G, B-G, A-B) en los planos de impedancia. En dicha situación, las impedancias medidas pueden entrar en la característica operativa de la protección a distancia y podrían provocar una operación incorrecta si no se han tomado medidas preventivas.

Así mismo, las impedancias medidas de todos los bucles operativos presentan lugares geométricos similares, como se muestra en la FIG. 2. En consecuencia, las tasas de cambio de todos los bucles operativos son aproximadamente iguales entre sí, como se muestra en la siguiente Tabla 1 de más abajo.

En la presente memoria, la tasa de cambios significa el cambio de impedancias (en términos de vectores, magnitudes, etc.) durante un periodo de intervención. Una fórmula favorable para el cálculo de las tasas de cambio de las impedancias para todos los bucles operativos en el sistema eléctrico se puede expresar como sigue:

$$D_y(x) = \text{abs}(Z_y(x) - Z_y(x-p))$$

en la que D es la tasa de cambio, el subíndice "y" representa el bucle operativo sometido a medición, Z es la impedancia medida, x es el punto de muestra medido actual y p representa el número de puntos de muestra durante un periodo de intervención.

De acuerdo con el supuesto ejemplar mostrado en la tabla 1 de una forma de realización de la presente invención, la tasa de cambio se calcula por el valor absoluto de la desviación entre las actuales impedancias medidas y las de 1 ciclo anterior y la definición de la tasa de cambio se puede también expresar como:

$$D_y(x) = \text{abs}(Z_y(x) - Z_y(x-N)) \quad (1)$$

en la que D, “y”, Z y x tienen los mismos significados respectivos que los anteriormente expuestos, y N es el número de puntos de muestra por ciclo en lugar de los puntos de muestra p durante el periodo de intervención. Esto es, el periodo de intervención se toma como un ciclo.

5 Tomando el bucle A-G como ejemplo, la definición anterior de la tasa de cambio se puede expresar concretamente como:

$$D_{A-G}(x) = \text{abs}(Z_{A-G}(x) - Z_{A-G}(x - N)) \quad (1a)$$

Tabla 1 Tasas de cambio de las impedancias medidas durante una oscilación de potencia sin fallos

Tiempo (ms)	A-G	B-G	C-G	A-B	B-C	C-A
5105,00	8,45	8,36	8,46	8,39	8,40	8,49
5107,50	8,26	8,33	9,37	9,27	9,38	8,31
5110,00	8,20	8,29	8,17	8,26	8,24	8,15
5112,50	8,18	8,13	8,06	8,17	8,07	8,13
5115,00	8,04	7,97	8,06	7,99	8,01	8,08
5117,50	7,88	7,95	7,97	7,89	7,99	7,92
5120,00	7,83	7,90	7,80	7,88	7,86	7,78
5122,50	7,81	7,75	7,71	7,80	7,71	7,76
5125,00	7,70	7,62	7,70	7,64	7,65	7,72
5127,50	7,54	7,60	7,63	7,55	7,64	7,58
5130,00	7,50	7,56	7,48	7,55	7,53	7,46
5132,50	7,48	7,42	7,40	7,47	7,39	7,44
5135,00	7,38	7,31	7,39	7,33	7,34	7,41
5137,50	7,24	7,29	7,33	7,25	7,33	7,28
5140,00	7,20	7,26	7,20	7,25	7,24	7,18
5142,50	7,18	7,14	7,12	7,18	7,11	7,16
5145,00	7,09	7,03	7,11	7,04	7,06	7,12

10 Por otro lado, sin embargo, después de que el fallo se produce durante la oscilación de potencia, las impedancias medidas del (de los) bucle(s) en fallo se sitúan dentro de un intervalo muy pequeño, mientras que los demás bucles operativos se producen dentro de un intervalo mucho mayor, como se muestra en la FIG. 3.

15 En dicha situación, para un fallo asimétrico durante una oscilación trifásica, las tasas de cambio de las impedancias medidas del (de los) bucle(s) en fallo son mucho menores que las que los demás bucles operativos, como se muestra en las siguientes Tablas 2 a 4. Para un fallo simétrico durante una oscilación trifásica, las tasas de cambio de las impedancias medidas de todos los bucles operativos son similares, y mucho menores que las de antes del fallo, como se muestra en la siguiente Tabla 5 de más abajo.

20

ES 2 437 622 T3

Tabla 2 Tasas de cambio de las impedancias medidas después de un fallo metálico de A-G durante la oscilación

Tiempo después de la aparición del fallo (ms)	A-G	B-G	C-G	A-B	B-C	C-A
-20,00	7,97	8,03	7,96	8,02	8,00	7,93
-17,50	7,95	7,89	7,87	7,94	7,86	7,91
-15,00	7,84	7,77	7,86	7,79	7,81	7,87
-12,50	7,71	7,76	7,79	7,71	7,80	7,74
-10,00	7,66	7,72	7,65	7,70	7,70	7,64
-7,50	7,65	7,59	7,58	7,64	7,56	7,62
-5,00	7,55	7,49	7,57	7,51	7,52	7,58
-2,50	7,44	7,48	7,50	7,44	7,51	7,47
0,00	7,40	7,45	7,37	7,43	7,42	7,37
2,50	8,61	6,75	7,50	8,10	7,30	7,33
5,00	15,13	5,05	7,72	10,69	7,27	9,17
7,50	21,91	7,09	6,88	13,37	7,36	12,29
10,00	24,61	9,76	5,45	14,22	7,18	13,82
12,50	24,76	10,34	4,32	14,13	7,08	13,96
15,00	27,63	10,26	5,03	15,51	7,05	14,73
17,50	32,39	11,23	6,54	17,69	7,04	16,30
20,00	34,27	11,99	7,14	18,40	6,97	17,07
22,50	32,87	12,03	6,65	17,64	6,88	16,96
25,00	25,80	12,19	3,81	14,49	6,86	14,87
27,50	16,80	10,51	2,60	10,24	6,85	10,84
30,00	14,35	7,77	5,92	9,04	6,79	8,40
32,50	13,67	6,08	7,10	9,03	6,72	8,22
35,00	9,15	6,40	7,39	6,95	6,69	7,33
37,50	3,03	6,64	9,42	4,57	6,69	5,30
40,00	0,35	6,26	11,02	4,76	6,63	3,98
42,50	0,20	6,10	11,02	4,89	6,57	3,91
45,00	0,14	5,85	10,82	4,86	6,55	3,95
47,50	0,15	5,79	10,20	4,92	6,55	4,05
50,00	0,14	5,87	9,56	4,87	6,50	4,15
52,50	0,14	6,11	9,32	4,74	6,45	4,19
55,00	0,11	6,28	9,42	4,60	6,43	4,17
57,50	0,10	6,34	9,51	4,55	6,43	4,11
60,00	0,09	6,30	9,51	4,56	6,39	4,06

ES 2 437 622 T3

Tabla 3 Tasas de cambio de las impedancias medidas después del fallo metálico de BC-G durante la oscilación

Tiempo después de la aparición del fallo (ms)	A-G	B-G	C-G	A-B	B-C	C-A
-20,00	7,97	8,04	7,94	8,02	8,01	7,93
-17,50	7,95	7,90	7,86	7,94	7,85	7,91
-15,00	7,84	7,78	7,85	7,79	7,81	7,87
-12,50	7,71	7,76	7,78	7,71	7,79	7,74
-10,00	7,67	7,72	7,64	7,70	7,69	7,63
-7,50	7,65	7,60	7,57	7,64	7,56	7,61
-5,00	7,55	7,49	7,56	7,50	7,52	7,58
-2,50	7,43	7,48	7,50	7,43	7,51	7,46
0,00	7,39	7,44	7,38	7,43	7,42	7,36
2,50	7,05	12,51	9,92	9,65	12,12	8,02
5,00	5,09	19,80	11,02	13,01	16,59	8,01
7,50	2,44	21,94	14,02	13,77	16,74	9,00
10,00	2,91	21,89	21,01	14,03	20,09	12,78
12,50	3,84	26,64	25,59	16,41	26,77	16,07
15,00	3,39	32,32	26,30	18,69	29,92	16,76
17,50	3,57	33,43	27,80	19,11	29,83	17,16
20,00	4,48	33,53	32,31	19,49	32,44	20,33
22,50	5,07	28,28	31,16	16,74	28,69	19,69
25,00	6,46	20,80	30,29	12,68	26,06	19,28
27,50	7,26	20,89	25,41	12,13	25,21	17,75
30,00	7,10	18,53	16,84	11,16	18,70	12,90
32,50	6,47	10,73	12,81	7,88	10,85	9,71
35,00	6,91	5,16	12,31	4,68	9,92	10,56
37,50	8,14	6,10	8,29	4,11	8,45	9,16
40,00	8,62	2,34	1,87	3,92	2,42	5,87
42,50	8,47	0,16	0,26	3,74	0,09	5,85
45,00	8,10	0,18	0,14	3,80	0,05	5,67
47,50	7,77	0,14	0,12	3,81	0,00	5,64
50,00	7,65	0,12	0,11	3,83	0,01	5,63
52,50	7,72	0,10	0,10	3,83	0,00	5,60
55,00	7,87	0,09	0,10	3,84	0,01	5,48
57,50	7,95	0,09	0,09	3,85	0,00	5,34
60,00	7,99	0,08	0,08	3,86	0,00	5,30

ES 2 437 622 T3

Tabla 4 Tasas de cambio de las impedancias medidas después de un fallo metálico C-A durante la oscilación

Tiempo después de la aparición del fallo (ms)	A-G	B-G	C-G	A-B	B-C	C-A
-20,00	7,96	8,03	7,96	8,01	8,01	7,93
-17,50	7,94	7,90	7,86	7,94	7,86	7,91
-15,00	7,84	7,78	7,85	7,79	7,81	7,87
-12,50	7,71	7,76	7,77	7,71	7,79	7,74
-10,00	7,67	7,72	7,64	7,71	7,69	7,64
-7,50	7,66	7,59	7,56	7,64	7,56	7,62
-5,00	7,57	7,49	7,56	7,51	7,52	7,58
-2,50	7,43	7,47	7,51	7,44	7,51	7,46
0,00	7,40	7,45	7,37	7,43	7,42	7,36
2,50	7,30	7,33	7,75	7,17	7,62	7,59
5,00	10,26	7,24	8,47	9,04	6,93	9,98
7,50	17,08	7,22	14,59	12,69	9,59	17,47
10,00	22,59	7,20	20,03	15,25	13,48	23,43
12,50	24,06	7,10	21,71	15,45	15,04	25,11
15,00	24,36	7,03	21,99	15,44	15,15	25,48
17,50	28,81	7,02	24,15	18,02	16,12	29,07
20,00	33,70	7,00	26,81	20,47	17,52	33,22
22,50	33,99	6,91	27,01	20,52	17,43	33,65
25,00	31,11	6,84	25,64	18,75	17,32	30,97
27,50	22,48	6,83	19,22	13,17	14,54	22,31
30,00	14,40	6,80	11,68	8,02	9,83	14,18
32,50	13,61	6,74	9,42	8,81	7,04	12,98
35,00	11,97	6,67	8,99	8,63	6,91	11,56
37,50	5,49	6,67	6,42	5,88	6,32	6,51
40,00	2,90	6,64	3,18	6,80	4,87	1,04
42,50	4,03	6,58	2,41	7,45	4,40	0,06
45,00	3,92	6,53	2,40	7,38	4,37	0,02
47,50	3,94	6,52	2,39	7,40	4,35	0,00
50,00	3,88	6,52	2,42	7,26	4,40	0,00
52,50	3,78	6,46	2,50	6,96	4,49	0,00
55,00	3,71	6,42	2,56	6,74	4,57	0,00
57,50	3,71	6,41	2,57	6,70	4,59	0,00
60,00	3,67	6,40	2,55	6,69	4,57	0,00

ES 2 437 622 T3

Tabla 5 Tasas de cambio de las impedancias medidas después de un fallo metálico de ABC durante la oscilación

Tiempo después de la aparición del fallo (ms)	A-G	B-G	C-G	A-B	B-C	C-A
-20,00	7,96	8,03	7,95	8,01	8,00	7,93
-17,50	7,95	7,88	7,86	7,94	7,85	7,91
-15,00	7,83	7,78	7,86	7,79	7,81	7,87
-12,50	7,71	7,75	7,78	7,71	7,79	7,74
-10,00	7,66	7,72	7,63	7,70	7,69	7,63
-7,50	7,65	7,60	7,56	7,63	7,56	7,61
-5,00	7,55	7,50	7,55	7,51	7,52	7,58
-2,50	7,43	7,48	7,49	7,44	7,51	7,46
0,00	7,39	7,45	7,38	7,43	7,42	7,37
2,50	8,45	12,51	9,80	10,93	12,12	7,59
5,00	15,14	19,98	10,44	19,11	16,59	9,98
7,50	22,21	22,52	13,28	24,30	16,74	17,46
10,00	25,27	22,75	20,77	25,13	20,09	23,44
12,50	25,44	26,99	25,74	26,28	26,78	25,12
15,00	27,81	432,21	26,39	31,00	29,92	25,49
17,50	32,42	33,41	27,59	34,54	29,83	29,07
20,00	34,44	33,72	32,21	34,70	32,45	33,22
22,50	33,29	28,43	31,44	30,81	28,69	33,65
25,00	26,25	20,26	31,10	20,67	26,06	30,97
27,50	16,61	19,77	26,27	14,95	25,21	22,31
30,00	13,10	17,58	17,02	14,84	18,70	14,18
32,50	12,69	10,49	12,23	11,58	10,84	12,98
35,00	8,83	5,42	12,16	4,97	9,92	11,55
37,50	3,08	5,92	8,49	1,74	8,45	6,51
40,00	0,17	2,19	1,98	1,36	2,41	1,04
42,50	0,01	0,08	0,09	0,04	0,10	0,06
45,00	0,01	0,04	0,03	0,03	0,04	0,01
47,50	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00
50,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
52,50	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
55,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
57,50	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
60,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00

Así mismo, las simulaciones globales muestran que durante una oscilación bifásica, para un fallo de fase a tierra único o un fallo de fase a fase, las tasas de cambio de las impedancias medidas del (de los) bucle(s) en fallo son mucho menores que las de los demás bucles operativos, mientras que para un fallo de fase a tierra doble, las tasas de cambio de las impedancias medidas de todos los bucles son similares, y mucho menores que los producidos antes del fallo.

Un estudio ulterior muestra que los fenómenos expuestos son también disponibles para los fallos del arco (al menos una resistencia de fase a tierra de 20Ω una resistencia de fase a fase de 5Ω).

De acuerdo con los fenómenos expuestos, es evidente que en base a las tasas de cambio de las impedancias medidas, los fallos producidos durante una oscilación de potencia y el (los) buce(s) en fallo se puede(n) determinar de manera fiable. Los criterios para seleccionar los bucles en fallo con respecto a diferentes situaciones se describen con detalle como sigue.

1) Criterio para un fallo asimétrico durante una oscilación trifásica (Criterio Asim-Trifásico)

Durante una oscilación trifásica si las tasas de cambio de un bucle de fase a tierra se mantienen mucho menores que las de los otros dos bucles de fase a tierra para un periodo definido (por ejemplo 1 ciclo, 1,5 ciclos, etc., la longitud de este periodo puede ser un parámetro de ajuste interno o ajustable por el consumidor), este bucle se selecciona como el bucle en fallo. Tomando el bucle A-G como ejemplo, el criterio operativo es:

$$D_{A-G}(x) < k_1 \cdot \min(D_{B-G}(x), D_{C-G}(x)) \quad (2)$$

donde k_1 puede ser un parámetro de ajuste interno o ajustable por el consumidor, y la función "min" es para obtener el elemento mínimo a partir de sus parámetros.

Criterios similares se presentan respecto de los fallos de fase a fase y de los fallos de fase a tierra dobles durante una oscilación trifásica. Si las tasas de cambio de un bucle de fase a fase se mantienen mucho menores que los de los otros dos bucles de fase a fase para un periodo definido (por ejemplo, 1 ciclo, 1,5 ciclos, etc., la longitud de este periodo puede ser un parámetro de ajuste interno o un parámetro de ajuste para el consumidor, y puede ser diferente con el periodo definido mencionado con anterioridad). Tomando el bucle A-B como ejemplo, el criterio operativo es:

$$D_{A-B}(x) < k_1 \cdot \min(D_{B-C}(x), D_{C-A}(x)) \quad (3)$$

Aquí normalmente, habrá solo 1 bucle (ya sea 1 bucle de fase a tierra o 1 bucle de fase a fase) satisfaciendo el criterio expuesto. Sin embargo, si hay 2 bucles (1 bucle de fase a tierra y 1 bucle de fase a fase) que satisfagan el criterio expuesto al mismo tiempo, entonces solo el bucle con una menor tasa de cambios se establecerá como que satisface el criterio.

2) Criterios para el fallo simétrico durante una oscilación trifásica (Criterio Sim-Trifásico)

Durante una oscilación trifásica, si las tasas de cambio de los 6 bucles se mantienen mucho menores que las del periodo determinado $T_{Sym\ 3ph}$ (por ejemplo 3 ciclos, etc.) anterior para un periodo definido (por ejemplo, 1 ciclo, 1,5 ciclos, etc. la longitud de este periodo puede ser un parámetro de ajuste interno o ajustable por el consumidor, y puede ser diferente de los periodos definidos mencionados con anterioridad) y mientras las tasas de cambio de todos los bucles operativos estén próximas entre sí, se decidirá un fallo simétrico. El criterio operativo para este supuesto se puede expresar como:

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{A-G}(x) < k_2 \cdot D_{A-G}(x - N_{Sym-3ph}) \\ D_{B-G}(x) < k_2 \cdot D_{B-G}(x - N_{Sym-3ph}) \\ D_{C-G}(x) < k_2 \cdot D_{C-G}(x - N_{Sym-3ph}) \\ D_{A-B}(x) < k_2 \cdot D_{A-B}(x - N_{Sym-3ph}) \\ D_{B-C}(x) < k_2 \cdot D_{B-C}(x - N_{Sym-3ph}) \\ D_{C-A}(x) < k_2 \cdot D_{C-A}(x - N_{Sym-3ph}) \\ D_{A-G}(x) \approx D_{B-G}(x) \approx D_{C-G}(x) \approx D_{A-B}(x) \approx D_{B-C}(x) \approx D_{C-A}(x) \end{array} \right. \quad (4)$$

donde k_2 puede ser un parámetro de ajuste interno o ajustable por el consumidor, y $N_{Sym-3ph}$ es el número de puntos de muestra del periodo determinado $T_{Sym-3ph}$.

3) Criterio para un fallo de fase única / fallo de fase a fase durante una oscilación bifásica (Criterio Asim-Bifásico)

Durante una oscilación bifásica, si las tasas de cambio del bucle operativo se mantienen menores que las de los otros dos bucles operativos durante un periodo definido (por ejemplo, 1 ciclo, 1,5 ciclos, etc., la longitud de este periodo puede ser un parámetro de ajuste interno o un parámetro ajustable por el consumidor, y puede ser diferente del periodo definido mencionado con anterioridad), el bucle es seleccionado como bucle en fallo. Este criterio es para un fallo único de fase a tierra y un fallo de fase a fase durante una oscilación bifásica. Tomando el bucle A-G como ejemplo, el criterio operativo es:

$$D_{A-G}(x) < k_3 \cdot \min(D_{B-G}(x), D_{A-B}(x)) \quad (5)$$

en el que k_3 puede ser un parámetro de ajuste interno o ajustable por el consumidor, y la función "min" es para obtener el elemento mínimo a partir de sus parámetros.

4) Criterios para un fallo bifásico a tierra durante una oscilación bifásica (Criterio Sim-Bifásico)

Durante una oscilación bifásica, si las tasas de cambio de los 3 bucles operativos se mantienen mucho menores que las que un periodo determinado $T_{Sym-2ph}$ (por ejemplo 3 ciclos) anterior para un periodo definido (por ejemplo, 1 ciclo, 1,5 ciclos, etc., la longitud de este periodo puede ser un parámetro de ajuste interno o ajustable por el consumidor y puede ser diferente de los periodos definidos mencionados con anterioridad), y mientras las tasas de cambio de todos los bucles operativos estén próximas entre sí, se decidirá un fallo bifásico a tierra. El criterio operativo se puede expresar como:

$$\begin{cases} D_{A-G}(x) < k_4 \cdot D_{A-G}(x - N_{Sym-2ph}) \\ D_{B-G}(x) < k_4 \cdot D_{B-G}(x - N_{Sym-2ph}) \\ D_{A-B}(x) < k_4 \cdot D_{A-B}(x - N_{Sym-2ph}) \\ D_{A-G}(x) \approx D_{B-G}(x) \approx D_{A-B}(x) \end{cases} \quad (6)$$

en el que k_4 puede ser un parámetro de ajuste interno o ajustable por el consumidor, y $N_{Sym-2ph}$ es el número de puntos de muestra del periodo determinado $T_{Sym-2ph}$.

Muchas de las simulaciones de EMTDC han demostrado que, de modo preferente, $k_1 = k_3 = 0,3$ y $k_2 = k_4 = 0,1$ puede asegurar la operación fiable del algoritmo propuesto por la presente invención.

A continuación, se describirán con detalle el procedimiento y el aparato de desbloqueo de oscilación de potencia rápido para una protección a distancia en un sistema eléctrico en base al principio mencionado con anterioridad de acuerdo con la presente invención, los cuales son capaces de asegurar la desconexión segregada en fase rápida de fases segregadas de protección a distancia para fallos durante una oscilación de potencia (oscilación trifásica o bifásica).

La FIG. 4 es un diagrama de flujo que muestra el proceso del procedimiento de desbloqueo de oscilación de potencia rápido para una protección a distancia en un sistema eléctrico de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

Como se muestra en la FIG. 4, el proceso del procedimiento de desbloqueo de la oscilación rápido para una protección a distancia en un sistema eléctrico de acuerdo con la presente invención empieza en la etapa S401, donde se verifica si el sistema está sometido a un estado de oscilación de potencia. Si no está sometido a una oscilación de potencia entonces avanza hasta la etapa S413 para desbloquear todas las zonas a distancia bloqueadas, y a continuación retorna de nuevo al principio de la ejecución, esto es, a la etapa S401.

Si se verifica en la etapa S401 que el sistema eléctrico está sometido a un estado de oscilación de potencia, entonces se avanza hasta la etapa S403 para bloquear todas las zonas a distancia que podrían operar incorrectamente. A continuación, en la etapa S405, son medidas, respectivamente, las impedancias para todos los bucles operativos del sistema eléctrico. A continuación, en la etapa S407, las tasas de cambio de las impedancias para todos los bucles operativos del sistema eléctrico son respectivamente calculadas de acuerdo con la definición indicada con anterioridad de las tasas de cambio.

A continuación, en la etapa S409, de acuerdo con los criterios descritos con anterioridad, se determina si hay un bucle en fallo en base a las tasas de cambio calculadas en la etapa S407. Una vez que se ha determinado un bucle en fallo, el proceso avanza hasta la etapa S411, la zona a distancia bloqueada para el bucle en fallo es desbloqueada. En otro caso, si no hay ningún bucle en fallo, el proceso retorna de nuevo al principio de ejecución, esto es a la etapa S401.

La FIG. 5 ilustra un diagrama de bloques ejemplar que muestra la estructura básica del aparato de desbloqueo de oscilación de potencia rápido, para una protección a distancia en un sistema eléctrico de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

Como se muestra en la FIG. 5, el aparato de desbloqueo de oscilación de potencia rápido para una protección a distancia en un sistema eléctrico de acuerdo con una forma de realización de la presente invención comprende una unidad de verificación 501, una unidad de bloqueo 503, una unidad de medición 505, una unidad de cálculo 507, una unidad de determinación 509, una unidad de desbloqueo 511 y una unidad de desbloqueo de oscilación de no potencia 513.

La unidad de verificación 501 está configurada para verificar si el sistema eléctrico está sometido a una oscilación de potencia. Si no está sometido a una oscilación de potencia, la unidad de verificación 501 informa a la unidad de desbloqueo de información de no potencia 513 para desbloquear todas las zonas a distancia bloqueadas y mantiene la verificación del estado de oscilación de potencia del sistema eléctrico.

Si la unidad de verificación 501 juzga que el sistema eléctrico está sometido a un estado de verificación de potencia, la unidad de verificación 501 informa a la unidad de bloqueo 503 para que bloquee una zona a distancia que podría verificar incorrectamente sometida a la oscilación de potencia.

Sometida al estado de oscilación de potencia, la unidad de medición 505 mide la impedancia de todos los bucles operativos del sistema eléctrico, y la unidad de cálculo 507 calcula las tasas de cambio de las impedancias para todos los bucles operativos del sistema eléctrico de acuerdo con la definición anterior de la tasa de cambio de la fórmula (1) anterior.

Después de calcular las tasas de cambio de las impedancias para todos los bucles operativos, de acuerdo con los criterios descritos con anterioridad, la unidad de determinación 509 determina si hay un bucle en fallo en base a las tasas de cambio calculadas por la unidad de cálculo 507. Si hay una unidad en fallo, la unidad de desbloqueo 511 desbloquea una zona a distancia bloqueada para el bucle en fallo. En otro caso, la unidad de determinación 509 informa a la unidad de verificación 501 para verificar también el estado de oscilación de potencia del sistema eléctrico.

La FIG. 6 es un diagrama de flujo más detallado que muestra el proceso del procedimiento de desbloqueo de oscilación de potencia rápido para una protección a distancia en un sistema eléctrico de acuerdo con otra forma de realización de la presente invención.

Como se muestra en la FIG. 6, la ejecución del proceso para el procedimiento de desbloqueo de oscilación rápido de acuerdo con la presente invención, empieza en la etapa S001, para verificar si el sistema está sometido a un estado de oscilación de potencia. Si no lo está, entonces se avanza hasta la etapa S003 para desbloquear todas las zonas a distancia bloqueadas, y a continuación vuelve al principio de la ejecución.

Si el sistema está sometido a un estado de oscilación de potencia, entonces se avanza hasta la etapa S002 para bloquear todas las zonas a distancia que podrían operar de manera incorrecta. A continuación, en la etapa S004, se descubre si el sistema está sometido a un estado abierto de polo único. Si el sistema no está sometido a un estado abierto de polo único, entonces avanza hasta la etapa S101 para calcular la tasa de cambio de los 6 bucles (bucle A-G, B-G, C-G, A-B, B-C y C-A) de acuerdo con la fórmula (1) mencionada con anterioridad, y a continuación se sigue avanzado hasta la etapa S102. Si el sistema está sometido a un estado abierto de un solo polo, entonces se avanza hasta la etapa S201, para calcular la tasa de cambio de los 3 bucles operativos restantes (por ejemplo, si la fase C está abierta, el bucle A-G, B-G, y A-B de acuerdo con la fórmula (1) mencionada con anterioridad y a continuación se sigue avanzado hasta la etapa S202.

Después de la etapa S101, se avanza hasta la etapa S102 para verificar si se satisface el criterio de Sim-Trifásico. Si el resultado es "Sí", entonces se avanza hasta la etapa S103 para establecer el símbolo Sim-Trifásico de este punto de muestra en 1, a continuación se avanza hasta la etapa S105. En otro caso, se avanza hasta la etapa S104 para establecer el símbolo Sim-Trifásico del punto de muestra en 0, y a continuación se avanza hasta la etapa S105. En la etapa S105, se definen los símbolos en fallo de los 6 bucles de este punto de muestra en 0. A continuación en la etapa S106, se verifican los 6 bucles para descubrir si hay algún bucle que satisfaga el criterio asim-trifásico. Si el bucle R satisface el criterio asim-trifásico (el bucle R puede ser cualquiera en el bucle A-G, B-G, C-G, A-B, B-C y C-A), a continuación se avanza hasta la etapa S107 y se establecen los símbolos en fallo de este bucle R en este punto de muestra en 1 y a continuación se avanza hasta la etapa S108. Si no hay ningún bucle que satisfaga el criterio de asim-trifásico, entonces se avanza hasta la etapa S108 directamente. En la etapa S108 se verifica si los símbolos de sim-trifásicos han sido 1 para el periodo definido (por ejemplo, 1 ciclo). Si el resultado es "Sí", entonces se decidirá un fallo simétrico, y todas las zonas a distancia bloqueadas para todos los bucles serán desbloqueadas en la etapa S111. Si el resultado de la etapa S108 es "No", entonces se avanza hasta la etapa S109 para verificar si hay algún bucle cuyos símbolos en fallo han sido 1 para el periodo definido (por ejemplo, 1 ciclo). Si el resultado es "Sí", entonces se decidirá un fallo asimétrico y todas las zonas bloqueadas para el bucle en fallo seleccionadas serán desbloqueadas en la etapa S110. Si el resultado de la etapa S109 es "No", entonces se vuelve al principio de la ejecución.

Para el estado de oscilación de potencia abierta de un solo polo (oscilación bifásica), el proceso es similar al proceso anterior para el estado de oscilación de potencia trifásico. Después de la etapa S201, se avanza hasta la etapa S202 para verificar si se satisface el criterio Sim-Bifásico (para un fallo bifásico a tierra). Si el resultado es "Sí", a

continuaación se avanza hasta la etapa S203 para establecer el símbolo Sim-Bifásico de este punto de muestra en 1 y a continuaación se avanza hasta la etapa S205. En otro caso, se avanza hasta la etapa S204, para establecer el símbolo sim-bifásico en este punto de muestra en 0, y a continuaación se avanza hasta la etapa S205. En la etapa S205, se establecen los símbolos en fallo de 3 bucles operativos en este punto de muestra en 0. A continuaación, en la etapa S206 se verifican estos 3 bucles operativos para encontrar si hay cualquier bucle que satisfaga el criterio asim-bifásico. Si el bucle R satisface el criterio asim-bifásico, entonces el bucle R puede ser cualquiera de los bucles operativos. Por ejemplo, si la fase C está abierta, el bucle (A-G, B-G y A-B), a continuaación se avanza hasta la etapa S207 y se establecen los símbolos en fallo de este bucle R en este punto de muestra en 1, y a continuaación se avanza hasta la etapa S208. Si no hay ningún bucle que satisfaga el criterio asim-trifásico, entonces se avanza hasta la etapa S208 directamente. En la etapa S208, se verifica si los símbolos sim-bifásico han sido 1 para el periodo definido (por ejemplo, 1 ciclo). Si el resultado es "Sí", entonces se decidirá un fallo bifásico a tierra, y todas las zonas a distancia bloqueadas para los 3 bucles operativos serán desbloqueadas en la etapa S211. Si el resultado de la etapa S208 es "No" entonces se avanza hasta la etapa S209 para verificar si hay algún bucle cuyos símbolos en fallo hayan sido 1 para el periodo definido (por ejemplo, 1 ciclo). Si el resultado es "Sí", entonces se decidirá un fallo de fase única o un fallo de fase a fase, y todas las zonas a distancia bloqueadas para el bucle en fallo seleccionado serán desbloqueadas en la etapa S210. Si el resultado de la etapa S209 es "No", entonces retrocede al principio de la ejecución del proceso.

A partir de la descripción expuesta se puede apreciar que la invención presentada puede detectar un fallo y seleccionar el bucle en fallo durante una oscilación de potencia. Puede operar en menos de 120 ms después de la aparición del fallo, y para la mayoría de los casos en fallo metálicos alrededor de 60 ms.

Así mismo, la presente invención está indicada tanto para una oscilación trifásica como para una oscilación bifásica y la presente invención es inmune al periodo de oscilación de potencia, (por ejemplo, 0,1 ~ 5 s) y al ángulo de potencia cuando se produce el fallo.

Mediante la aplicación de la presente invención, se puede mejorar el rendimiento de la protección a distancia durante las oscilaciones de potencia. La protección a distancia puede asegurar un funcionamiento más rápido y de fases segregadas que son muy ventajosas para la fiabilidad del sistema.

Así mismo, se debe destacar que las series de procesos anteriores y los aparatos pueden también ser implementados mediante software y / o firmware. En el caso de implementarlos mediante software y / o firmware, un programa constitutivo del software puede ser instalado en un ordenador con un hardware dedicado, por ejemplo, un ordenador personal de propósito general 700 como se muestra en la figura 7 a partir de un almacenamiento o de una red, y un ordenador es capaz de llevar a cabo diversas funciones con diversos programas instalados en su interior.

En la Figura 7, una Unidad de Procesamiento Central (UPC) 701 lleva a cabo los diversos procesos en base a un programa almacenado en una Memoria de Solo Lectura (ROM) 702 o un programa cargado a partir de una sección de almacenamiento 708 hasta una Memoria de Acceso Aleatorio (RAM) 703. En la RAM 703, los datos necesarios cuando la UPC 701 lleva a cabo los diversos procesos o procesos similares son también almacenados en caso necesario.

La UPC 701, la ROM 702, y la RAM 703 están conectadas entre sí por medio de un bus 704. Una interfaz de entrada / salida 705 está también conectada al bus 704.

A la interfaz de entrada / salida 705 están conectadas: una sección de entrada 706 que incluye un teclado, un ratón, o elementos similares, una sección de salida 707 que incluye una pantalla, como por ejemplo un Tubo de Rayos Catódicos (CRT), una Pantalla de Cristal Líquido (LCD), o elemento similar, y un altavoz o elemento similar; una sección de almacenamiento 708 que incluye un disco duro o elemento similar; una sección de comunicación 709 que incluye una tarjeta de interfaz de red, como por ejemplo una tarjeta LAN, un módem, o similar. La sección de comunicación 709 lleva a cabo un proceso de comunicación a través de la red, como por ejemplo Internet.

Una unidad 710 está también conectada a la interfaz de entrada / salida 705 en caso necesario. Un medio extraíble, como por ejemplo un disco magnético, un disco óptico, un disco magneto-óptico, una memoria de semiconductor, o similar está cargado en la unidad 710 en caso necesario, de manera que un programa informático leído en aquella se puede instalar dentro de la sección de almacenamiento 708 en caso necesario.

En el caso de que la serie de procesos descrita con anterioridad sea implementada con software, el programa que constituye el software puede ser instalado a partir de una red como por ejemplo Internet, o un medio de almacenamiento como por ejemplo un medio extraíble 711.

Los expertos en la materia apreciarán sin duda que el medio de almacenamiento no está limitado al medio extraíble 711, que presenta el programa almacenado en su interior, como se ilustra en la Figura 7, el cual es suministrado de forma separada respecto del dispositivo para proporcionar el programa al usuario. Ejemplos del medio extraíble 711 incluyen un disco magnético, (incluyendo un disco flexible (marca registrada)), un disco óptico incluyendo un Disco Compacto - una memoria de solo lectura (CD-ROM) y un disco digital versátil (DVD)) un disco magneto-óptico (incluyendo un minidisco (MD)) (marca registrada)) y una memoria de semiconductor. Como alternativa, un medio de

almacenamiento puede ser la ROM 702, el disco duro contenido en la sección de almacenamiento 708 o similar, que tenga el programa almacenado en su interior y se traslade al usuario junto con el dispositivo que los contiene.

5 Así mismo, se destaca en la presente memoria que, con el fin de evitar el oscurecimiento de la presente invención debido a detalles innecesarios, los dibujos solo muestran estructuras del dispositivo y / o etapas de procesamiento estrechamente relacionadas con las soluciones de acuerdo con la presente invención y son omitidos otros pequeños detalles relacionados con la presente invención.

10 Por último, también se debe destacar, en la presente divulgación, que los términos relacionados, como por ejemplo izquierdo y derecho, primero y segundo, y similares, se utilizan simplemente para distinguir una entidad o acción de otra entidad o acción sin que necesariamente se requiera o que se implique cualquier relación efectiva u orden entre dichas entidades o acciones. Así mismo, los términos "comprender", "que comprende", "incluir" o cualquier variante de estos están concebidos para cubrir una inclusión no exclusiva de manera que un proceso, un procedimiento, un artículo, o un dispositivo que comprenda una lista de elementos no incluye estos elementos sino que también puede incluir otros elementos no explícitamente relacionados o inherentes a dicho proceso, procedimiento, artículo o dispositivo. Un elemento precedido por "un" o "uno", sin más precisiones, no excluye la existencia de elementos adicionales en el proceso, procedimiento, artículo o dispositivo que comprenda el elemento.

15 Aunque las formas de realización de la presente invención han sido descritas con detalle con referencia a los dibujos que se acompañan, se debe destacar que estas formas de realización solo se utilizan para ilustrar la presente invención, pero no para limitar la presente invención. Se pueden llevar a cabo diversas modificaciones, combinaciones, sub-combinaciones y alteraciones por parte de los expertos en la materia dependiendo del diseño y de otros factores, en tanto en cuanto se incluyan en el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Por tanto, el ámbito de la presente invención queda solo definido por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

20

REIVINDICACIONES

1.- Un procedimiento de desbloqueo de oscilación de potencia en un sistema eléctrico, que comprende:

la verificación de si el sistema eléctrico está sometido a una oscilación de potencia;

5 el bloqueo de una zona a distancia que podría operar incorrectamente sometido a la oscilación de potencia si se verifica que el sistema eléctrico está sometido a la oscilación de potencia;

la medición de las impedancias para todos los bucles operativos del sistema eléctrico;

el cálculo de las tasas de cambio de las impedancias para todos los bucles operativos del sistema eléctrico;

la determinación de uno o más bucles en fallo en base a las tasas de cambio calculadas; y

el desbloqueo de una zona a distancia bloqueada para el bucle en fallo.

10 2.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las tasas de cambio de las impedancias para todos los bucles operativos del sistema eléctrico se calculan respectivamente de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$D_y(x) = \text{abs}(Z_y(x) - Z_y(x-p))$$

15 en la que D es la tasa de cambio, el subíndice "y" representa el bucle operativo sometido a medición, Z es la impedancia medida, x es el punto de muestra medido actual y p representa el número de puntos de muestra durante un periodo de intervención.

20 3.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que durante una oscilación de potencia trifásica en la etapa de determinación del bucle en fallo en base a las tasas de cambio calculadas, si las tasas de cambio de todos los bucles operativos se mantienen menores que las del periodo predeterminado anterior para un periodo definido respectivamente y las tasas de cambio de todos los bucles operativos están próximas entre sí, se determina un fallo simétrico.

4.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que durante una oscilación de potencia trifásica, en la etapa de determinación del bucle en fallo en base a las tasas de cambio calculadas, si la tasa de cambio de un bucle de fase a tierra se mantiene menor que las de los otros dos bucles de fase a tierra para un periodo definido, dicho bucle de fase a tierra se determina como el bucle en fallo.

25 5.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que durante una oscilación de potencia trifásica, en la etapa de determinación del bucle en fallo en base a las tasas de cambio calculadas, si la tasa de cambio de un bucle de fase a fase se mantiene menor que las de los otros dos bucles de fase a fase para un periodo definido, dicho bucle de fase a fase se determina como el bucle en fallo.

30 6.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que durante una oscilación de potencia bifásica, en la etapa de determinación del bucle en fallo en base a las tasas de cambio calculadas, si las tasas de cambio de los tres bucles operativos se mantienen menores que las del periodo predeterminado anterior para un periodo definido respectivamente y las tasas de cambio de todos los bucles operativos están próximas entre sí, se determina un fallo bifásico a tierra.

35 7.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que durante una oscilación de potencia bifásica, en la etapa de determinación del bucle en fallo, en base a las tasas de cambio calculadas, si la tasa de cambio de un bucle operativo se mantiene menor que las de los otros dos bucles operativos para un periodo definido, dicho bucle operativo se determina como el bucle en fallo.

40 8.- El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que en la etapa de determinación del bucle en fallo en base a las tasas de cambio calculadas, el bucle operativo con la tasa de cambio menor se determina como el bucle en fallo.

9.- Un aparato de desbloqueo de oscilación de potencia en un sistema eléctrico que comprende:

un medio de verificación configurado para verificar si el sistema eléctrico está sometido a una oscilación de potencia;

45 un medio de bloqueo configurado para bloquear una o más zonas a distancia que podrían operar de manera incorrecta sometidas a oscilación de potencia si se verifica por el medio de verificación que el sistema eléctrico está sometido a la oscilación de potencia;

un medio de medición configurado para medir las impedancias para todos los bucles operativos del sistema eléctrico;

un medio de cálculo configurado para calcular las tasas de cambio de las impedancias para todos los bucles operativos del sistema eléctrico;

un medio de determinación configurado para determinar uno o más bucles en fallo en base a las tasas de cambio calculadas por el medio de cálculo; y

5 un medio de desbloqueo configurado para desbloquear una zona a distancia bloqueada para el bucle en fallo.

10.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el que las tasas de cambio de las impedancias para todos los bucles operativos del sistema eléctrico se calculan respectivamente por el medio de cálculo de acuerdo con la fórmula siguiente:

10
$$D_y(x) = \text{abs}(Z_y(x) - Z_y(x-p))$$

en la que D es la tasa de cambio, el subíndice "y" representa el bucle operativo sometido a medición, Z es la impedancia medida, x es el punto de muestra medido actual y p representa el número de puntos de muestra durante un periodo de intervención.

15 11.- Un programa de ordenador directamente cargable en la memoria interna de un ordenador, que comprende una porción de código informático para el control de las etapas de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 cuando el programa es ejecutado en el ordenador.

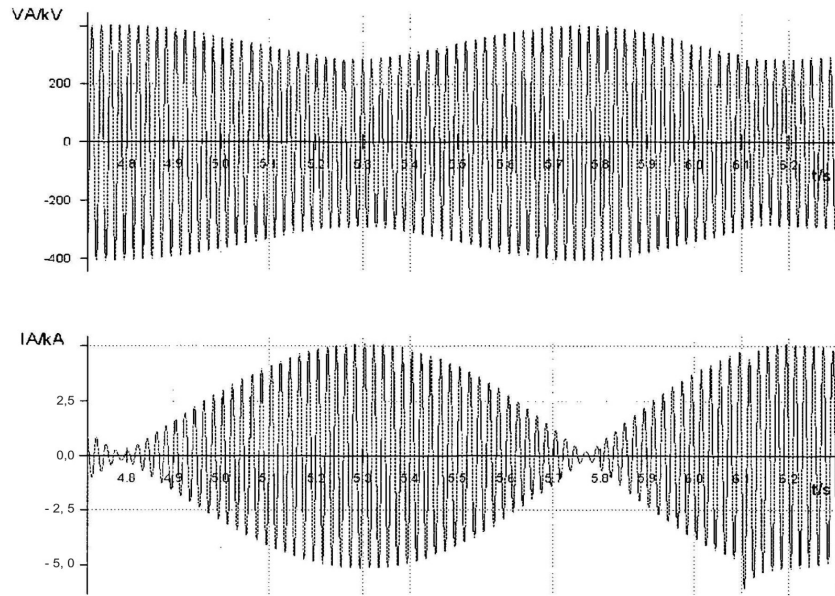


Fig. 1A

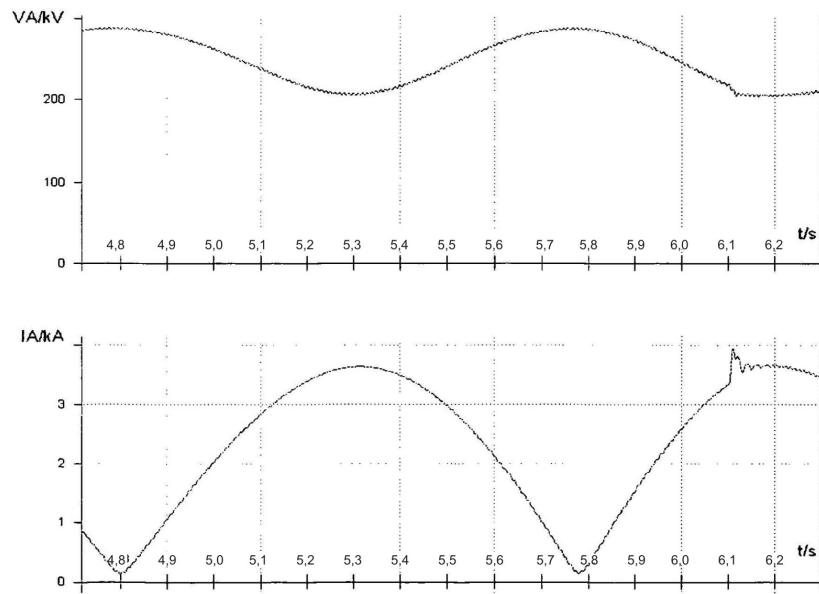


Fig. 1B

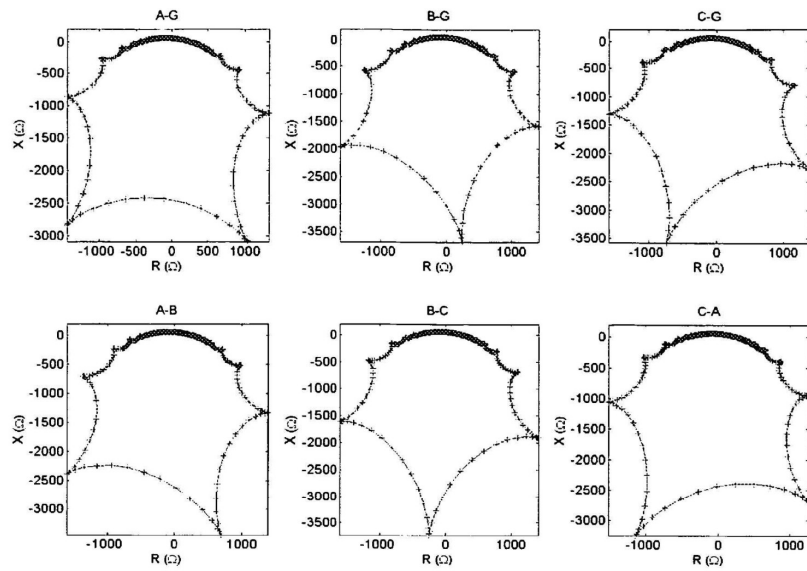


Fig. 2

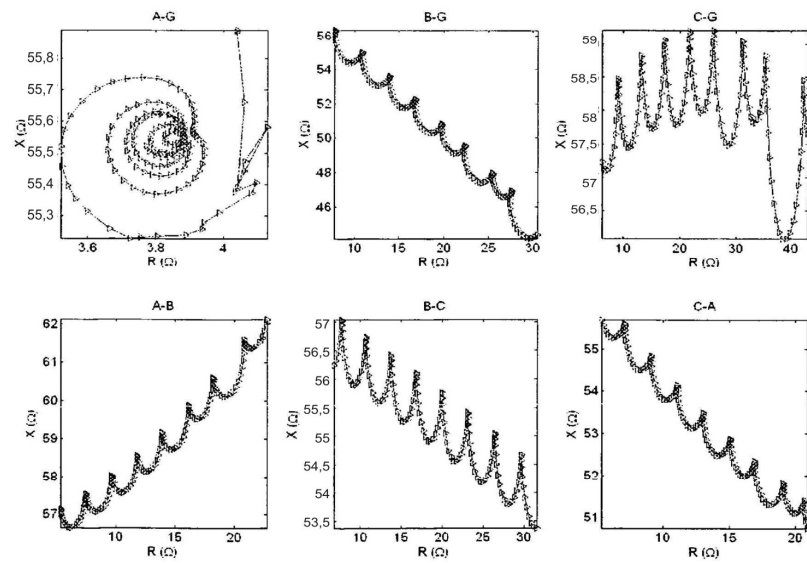


Fig. 3

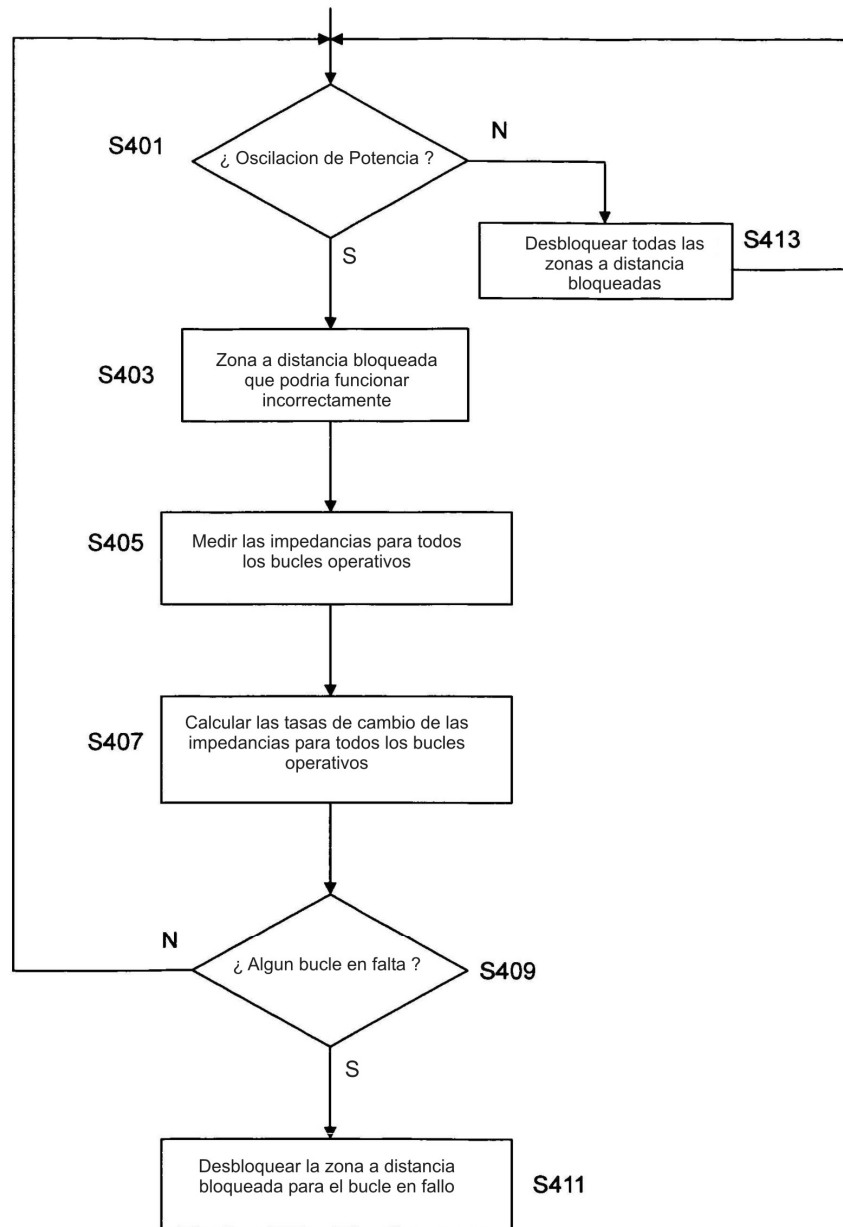


Fig. 4

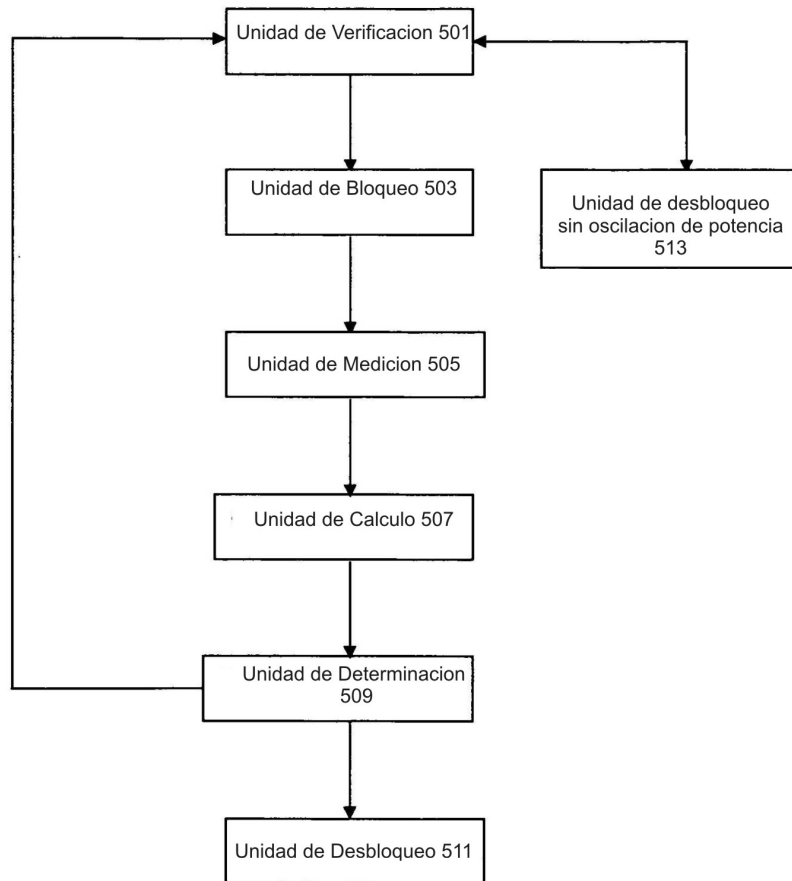


Fig. 5

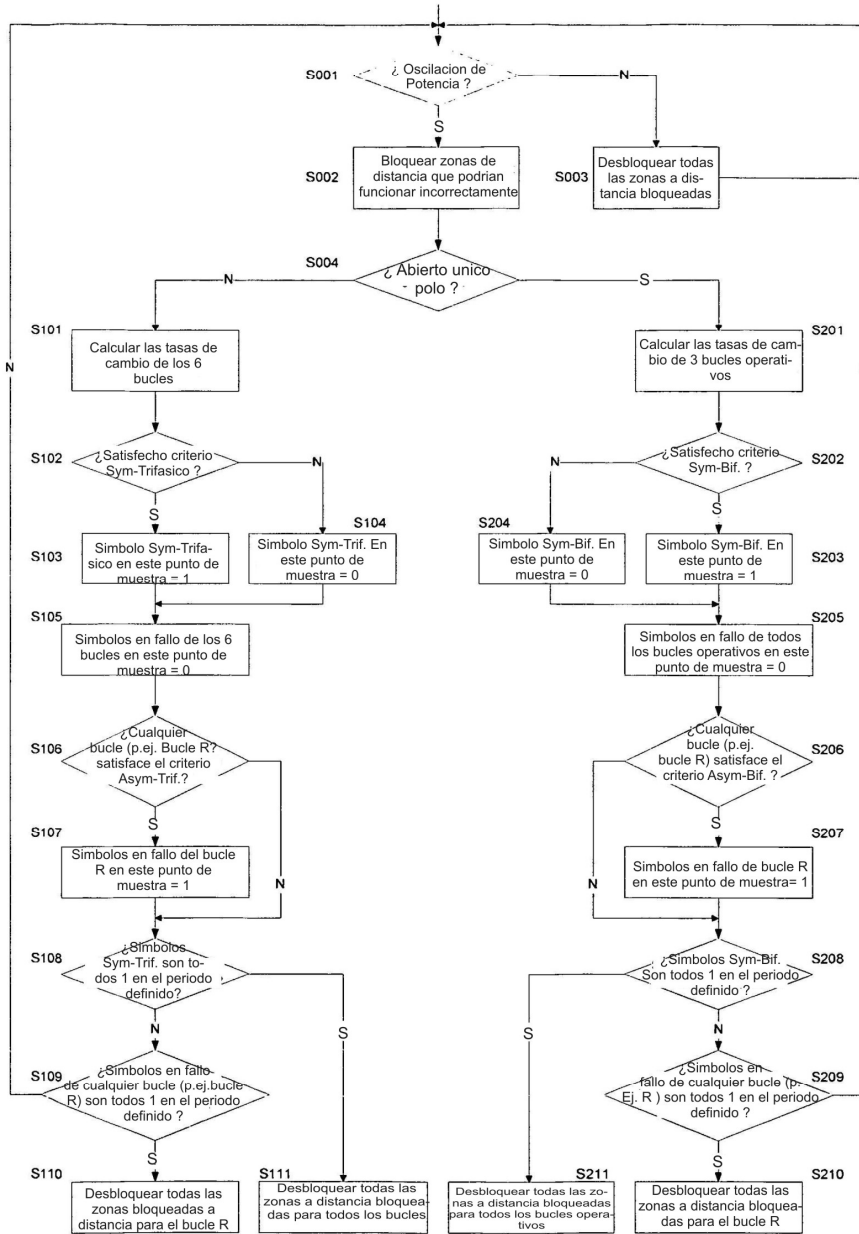


Fig. 6

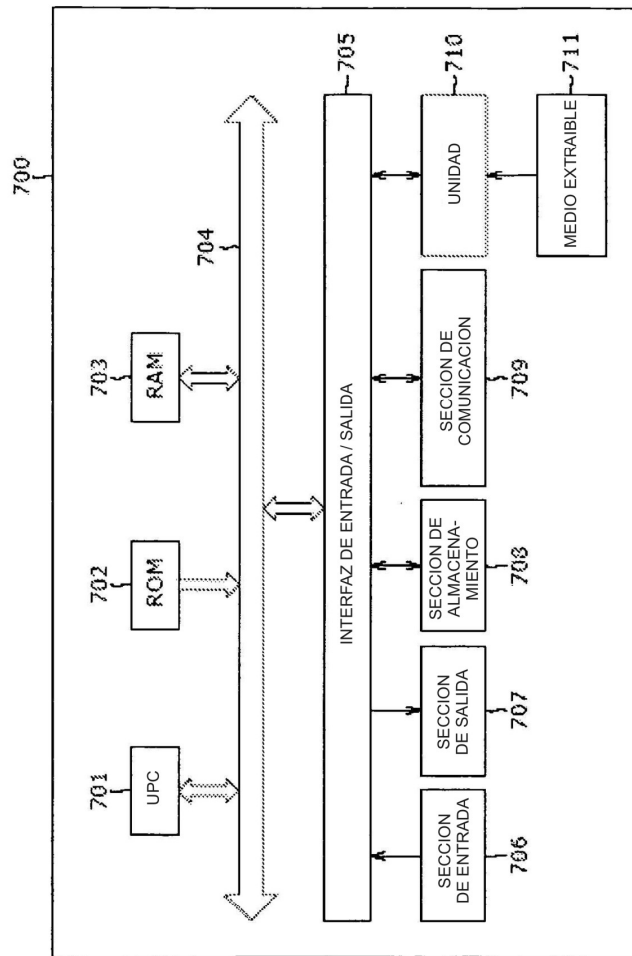


Fig. 7