

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 572 230**

51 Int. Cl.:

H02H 9/08 (2006.01)

H02J 3/26 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2010 E 10798721 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.02.2016 EP 2599179**

54 Título: **Aparato que compensa corrientes a tierra conectado a un punto neutro de transformador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.05.2016

73 Titular/es:

**ZÁPADOCESKÁ UNIVERZITA V PLZNI (100.0%)
Univerzitní 8
30614 Plzen, CZ**

72 Inventor/es:

**PEROUTKA, ZDENEK y
MATULJAK, IVAN**

74 Agente/Representante:

JON, Villamor Muguerza

ES 2 572 230 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

Aparato que compensa corrientes a tierra conectado a un punto neutro de transformador

5 Campo técnico

La invención se refiere a un aparato conectado al punto neutro de transformador usado para compensar corrientes de fallo a tierra. Tiene especialmente como objetivo la compensación de corrientes de fallo en el punto en el que se produce un contacto accidental con tierra en un sistema de distribución.

10

Antecedentes y sumario de la invención

La solución actual emplea una reactancia de puesta a tierra del neutro que puede ajustarse de manera continua conectada entre el punto neutro de transformador y el potencial de tierra para compensar una corriente capacitiva de fallo cuando se produce un contacto accidental con tierra (un denominado fallo a tierra). Si el sistema de distribución está aislado, es decir un transformador no tiene el terminal de punto neutro y se requiere compensación de corrientes de fallo, debe usarse un dispositivo para crear el punto neutro artificial. Esto significa usar un denominado transformador de puesta a tierra o transformador de Bauch con una reactancia de puesta a tierra ajustable conectada al devanado secundario de este transformador. Esta reactancia de puesta a tierra se ajusta en resonancia con la capacidad global del sistema de distribución y compensa la corriente capacitiva del sistema de distribución cuando hay un fallo a tierra. Las compensaciones de la corriente de fallo activa (resistiva) se basan en el principio de la inyección de corriente en un devanado auxiliar de la reactancia de puesta a tierra. La desventaja de este sistema es su gran consumo de potencia, que requiere su propio suministro de potencia (habitualmente requiere la conexión de este sistema a un suministro de autoconsumo de subestación). La compensación de asimetría de fase del sistema de distribución se realiza indirectamente insertando una resistencia de amortiguación en un devanado auxiliar de la reactancia de puesta a tierra. Es importante destacar que la resistencia insertada aumenta la componente activa de la corriente de fallo si se produce un fallo a tierra (es decir un contacto monofásico con tierra). La resistencia de amortiguación no está construida para una carga permanente durante el contacto monofásico con tierra y por tanto debe desconectarse. La compensación de la asimetría de fase en el sistema de distribución también se realiza insertando directamente una capacitancia o inductancia de puesta a tierra variable entre cada fase de una red eléctrica y el punto de potencial de tierra. Ajustando las reactancias de puesta a tierra en resonancia con cada componente capacitiva de fase, el sistema compensa la corriente capacitiva de fallo. La compensación de la componente de corriente activa cuando se da un estado de fallo se realiza mediante un ajuste apropiado de las reactancias de puesta a tierra de fases que no se ven afectadas por el fallo.

35

Los presentes métodos y dispositivos usados para compensar corrientes de fallo a tierra se basan habitualmente en los métodos de resonancia mencionados anteriormente. En estados de fallo (límite), este principio de resonancia (más exactamente, resonancia) puede provocar sobrecargas de tensión y sobrecargas de corriente muy peligrosas en el sistema de distribución. La desventaja grave de los dispositivos existentes para compensar corrientes de fallo a tierra es su incapacidad para eliminar armónicos de orden superior de corrientes de fallo. En caso de fallo a tierra, se suprime el primer armónico de la corriente de fallo a tierra, mientras que los armónicos de orden superior significativos de la corriente de fallo a tierra fluyen permanentemente a través del punto de contacto con la tierra. Otras desventajas de algunas de las presentes soluciones cualitativamente equivalentes son sus dimensiones y peso, así como su precio en un amplio rango de potencia.

45

Uno de los posibles dispositivos se conoce por el expediente EP 2 128 951 A1. Se considera que este dispositivo es la técnica anterior más próxima. El dispositivo es una fuente de tensión que está conectada por medio de un transformador de acoplamiento en serie a la tierra y el neutro. El aparato controla la tensión de esta fuente y fijando la tensión apropiada consigue, como resultado indirecto según la ley de Kirchhoff, el flujo de la corriente de compensación a la tierra, lo que conduce a la mitigación del fallo a tierra. Sin embargo, este dispositivo no compensa el desequilibrio del sistema eléctrico en el funcionamiento libre de fallo del sistema eléctrico. Solo tiene en cuenta un posible desequilibrio en el "modo de mantenimiento", cuando está sometándose a prueba el aislamiento del sistema eléctrico. Además, el dispositivo comprende una resistencia que está conectada por medio de un contactor en paralelo al devanado secundario de un transformador de acoplamiento con el fin de amortiguar los efectos transitorios en el sistema eléctrico.

55

El objetivo principal de esta invención es crear un nuevo equipo que acabe con las desventajas de las presentes soluciones y al mismo tiempo encontrar tantas funciones como sea posible que puedan llevarse a cabo mediante este nuevo dispositivo.

60

Una solución que cumple el objetivo es un dispositivo según la reivindicación 1 para compensar corrientes de fallo a tierra conectado al punto neutro de transformador de un sistema de distribución. Se basa en la inserción de una fuente de corriente controlada entre el punto neutro de transformador y el potencial de tierra, en primer lugar para compensar corrientes de fallo a tierra y armónicos de orden superior de corrientes de fallo en el punto de fallo a tierra, y en segundo lugar para compensar una asimetría de fase en el estado libre de problemas del sistema de distribución.

65

La principal ventaja de la invención consiste en el hecho de que puede ajustarse de manera continua una fuente de corriente controlada permitiendo generar una curva prácticamente arbitraria de la corriente, con una magnitud variable del armónico fundamental así como armónicos de orden superior, y también un desplazamiento de fase variable para cada componente de armónico de la corriente de compensación generada. Al emplear una corriente de compensación, una fuente de corriente controlada tiene un efecto de contrarresto directo sobre corrientes de fallo a tierra en el punto del contacto con la tierra. Una ventaja significativa de la invención es la posibilidad de compensar no solo el armónico fundamental de la corriente de fallo, sino también sus armónicos de orden superior.

Puede usarse un inversor de fuente de tensión como fuente de corriente controlada. Puede conectarse a un devanado auxiliar de la reactancia de puesta a tierra del neutro o al punto neutro del transformador de sistema de distribución por medio del transformador convertidor. El inversor de fuente de tensión también puede conectarse directamente en su lado de CA a través de una inductancia de entrada al punto neutro de transformador del sistema de distribución. El inversor de fuente de tensión debe completarse mediante un bucle de control de corriente de la corriente en su lado de CA.

También puede usarse un inversor de fuente de corriente como fuente de corriente controlada. Puede conectarse de manera similar al inversor de fuente de tensión a un devanado auxiliar de la reactancia de puesta a tierra del neutro o al punto neutro del transformador de sistema de distribución por medio del transformador convertidor. Es necesario incluir un condensador en el devanado auxiliar de una reactancia de puesta a tierra del neutro o en el devanado secundario del transformador. El condensador está conectado a los terminales de CA del inversor de fuente de corriente. También es posible conectar directamente el inversor de fuente de corriente en su lado de CA a través de una inductancia de entrada al punto neutro de transformador del sistema de distribución. De nuevo, es necesario completar esta conexión con un condensador en los terminales de CA del inversor de fuente de corriente. El inversor de fuente de corriente debe completarse mediante un bucle de control de corriente de la corriente en su lado de CA.

También puede usarse un convertidor de frecuencia como fuente de corriente controlada. Puede usarse un convertidor de frecuencia indirecto para las funciones deseadas de la invención, o bien con un inversor de fuente de tensión en su salida o bien con un inversor de fuente de corriente en su salida. La conexión del convertidor de potencia al punto neutro de transformador depende del tipo de inversor empleado. Se describe anteriormente, incluyendo el bucle de control cerrado de la corriente. La parte de entrada del convertidor de frecuencia debe estar conectada al suministro de potencia, por ejemplo puede estar conectado a través de un transformador convertidor de entrada al suministro de autoconsumo de subestación.

Considerando el estado de la técnica en la tecnología de la electrónica de potencia, una fuente de corriente controlada basada en el inversor de fuente de tensión o un convertidor de frecuencia indirecto con un inversor de fuente de tensión parece ser la solución óptima.

Resulta evidente que el recuento de los componentes particulares mencionados anteriormente que constituyen una fuente de corriente controlada no es completo. En determinadas condiciones, esta tarea la puede llevar a cabo, por ejemplo, un rectificador de fuente de tensión activo, un rectificador de fuente de corriente activo, un convertidor de frecuencia directo o un convertidor de matriz.

Breve descripción de los dibujos

La invención se explica adicionalmente por medio de los dibujos. La figura 1 muestra un diagrama de circuitos de equipos basados en la invención, la figura 2 muestra un diagrama vectorial que describe un método de compensación de corrientes de fallo a tierra, y la figura 3 presenta un diagrama vectorial que describe una compensación de asimetría de fase durante un estado libre de problemas del sistema de distribución.

Descripción de las realizaciones preferidas

La figura 1 presenta una versión de la invención con una fuente 1 de corriente controlada, conectada entre el punto 3 neutro de transformador y un potencial de tierra. También muestra las impedancias 4 de conductores de fase frente al potencial de tierra en el sistema de distribución, y las corrientes 5, 6 y 7 de fallo que fluyen en el circuito.

La fuente 1 de corriente controlada se crea como convertidor de electrónica de potencia (en el texto sucesivo también denominado PEC). Una fuente de corriente controlada puede generar una curva de corriente arbitraria de una magnitud variable del armónico fundamental así como armónicos de orden superior y también un desplazamiento de fase variable para cada componente de armónico de la corriente generada.

Una corriente 7 de fallo se identifica durante un fallo 2 a tierra que se produce en una de las fases del sistema de distribución. La corriente 7 estimada sirve como comando para un bucle de control de corriente de PEC. Una fuente 1 de corriente genera una corriente 8 de compensación de la misma magnitud que la corriente 7 de fallo, pero con una polaridad inversa. Un controlador de corriente garantiza una fijación correcta de la corriente 8 de compensación apropiada, eliminando las corrientes de fallo. Una fuente 1 de corriente controlada funciona de manera similar

también en la compensación de armónicos de orden superior de corrientes de fallo, eliminando componentes de armónico particulares, tales como el 5^º, el 7^º, el 11^º y el 13^{er} armónico. El efecto explicado se describe en un diagrama vectorial en la figura 2.

5 Esta invención hace posible compensar una asimetría de fase del sistema de distribución en el estado libre de problemas. Esto se lleva a cabo fijando la fuente 1 de corriente controlada para que compense la corriente que provoca la asimetría de fase en el sistema de distribución. Este efecto se describe en un diagrama vectorial en la figura 3.

10 La tensión U_0 está entre un punto 3 neutro de transformador y el potencial de tierra (véanse los diagramas vectoriales). U_0 puede alcanzar el nivel de la tensión de fase (L-N) durante fallos a tierra. Las tensiones de fase que no se ven afectadas por fallo a tierra pueden alcanzar el nivel de las tensiones entre fases. U_1 , U_2 , U_3 son las tensiones de fase frente al potencial de tierra (véanse los diagramas vectoriales). En un estado libre de problemas del sistema de distribución, las corrientes I_1 , I_2 , I_3 fluyen a través de las impedancias de tierra de fase a la tierra. La corriente que resulta de la asimetría de las impedancias de tierra se denomina I_n .

15 Además de las funciones mencionadas anteriormente, una cualidad muy importante del dispositivo construido según la invención es que también lleva a cabo una compensación de asimetría de fase durante un estado libre de problemas del sistema de distribución. De nuevo, esto se lleva a cabo a través de un efecto de contrarresto directo de la corriente de compensación sobre una corriente que provoca asimetría de fase en el sistema de distribución. El dispositivo descrito anteriormente es notablemente más variable en comparación con otras soluciones que no permiten llevar a cabo muchas de sus funciones, especialmente una compensación de armónicos de orden superior de una corriente de fallo. Otras ventajas con respecto a algunas de las presentes soluciones cualitativamente equivalentes son sus dimensiones y peso, así como un precio menor en un amplio rango de potencia. El dispositivo
20 según la invención es notablemente inmune frente a asimetrías y posibles cambios de los parámetros de circuito. La gran ventaja de esta solución en comparación con las existentes es su robustez.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Aparato para compensar corrientes de fallo a tierra conectado a un punto neutro de un transformador de sistema de distribución, caracterizado porque es una fuente (1) de corriente controlada conectada entre el punto (3) neutro de transformador y el potencial de tierra y configurada para compensar corrientes de fallo a tierra y armónicos de orden superior de corrientes de fallo en el punto de fallo a tierra, configurada además para compensar asimetría de fase en el estado libre de problemas del sistema de distribución.
- 10 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque la fuente (1) de corriente controlada se crea mediante un inversor de fuente de tensión.
3. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque la fuente (1) de corriente controlada se crea mediante un inversor de fuente de corriente.
- 15 4. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque la fuente (1) de corriente controlada se crea mediante un convertidor de frecuencia.

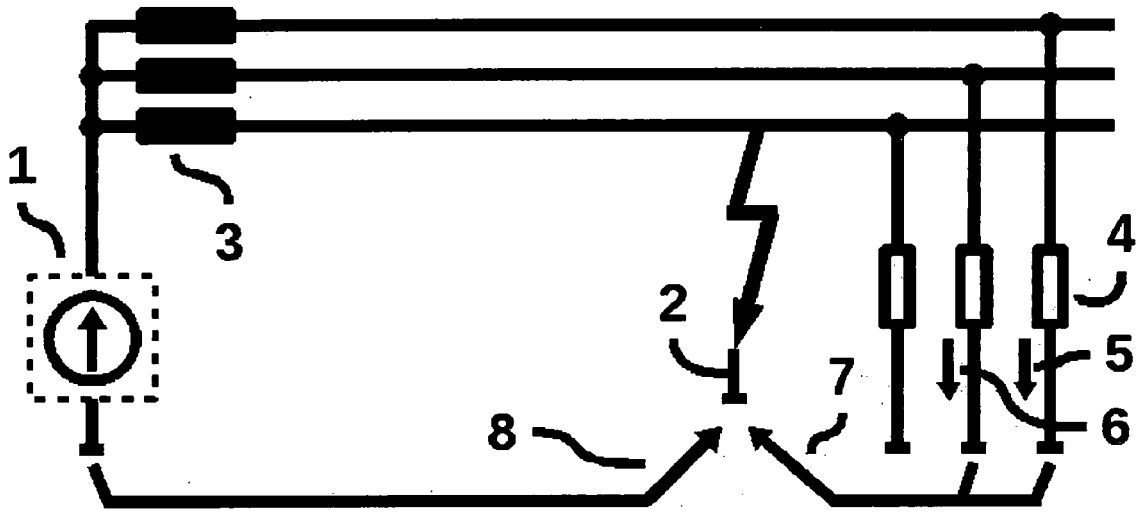


Fig. 1

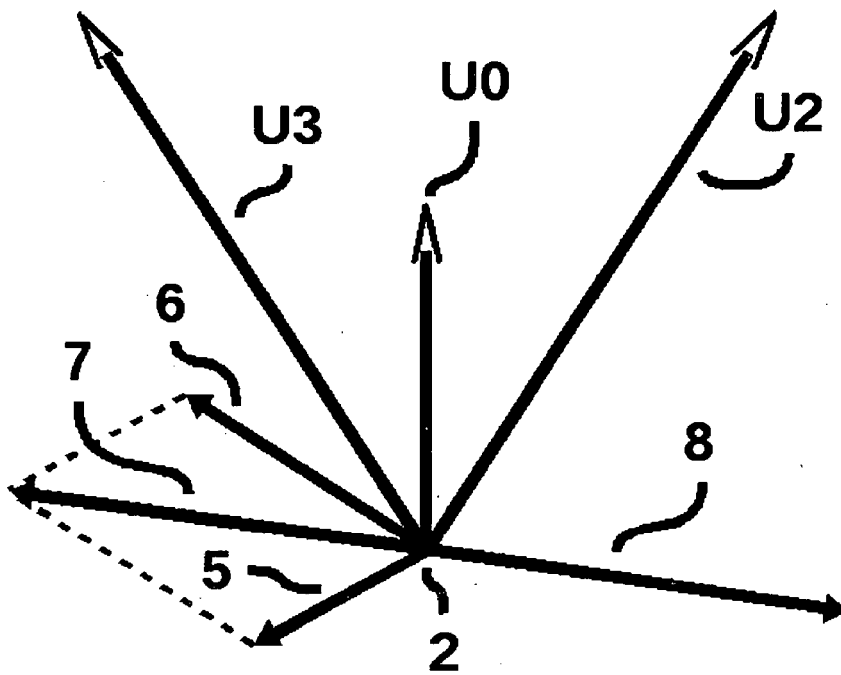


Fig. 2

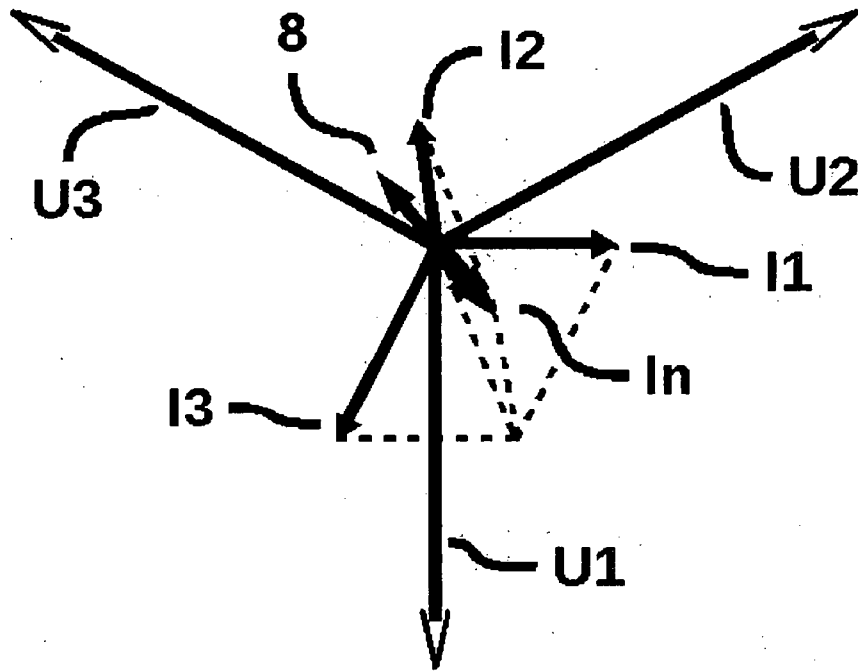


Fig. 3