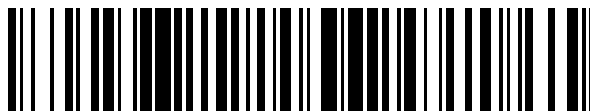


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 933**

21 Número de solicitud: 201800265

51 Int. Cl.:

G01R 31/08 (2010.01)

G01R 31/50 (2010.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

23.11.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

16.07.2019

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

21.02.2020

Fecha de concesión:

24.06.2020

45 Fecha de publicación de la concesión:

01.07.2020

73 Titular/es:

FERNANDEZ DE HEREDIA ESCOLANO, David
Avda. Ilustración 36, Casa 45 D
50012 Zaragoza (Zaragoza) ES

72 Inventor/es:

FERNÁNDEZ DE HEREDIA ESCOLANO, David

54 Título: **Procedimiento para aislar el tramo averiado utilizando medidor de rigidez dieléctrica adaptado, en redes de distribución de 3ª categoría**

57 Resumen:

El procedimiento para aislar el tramo averiado en líneas eléctricas de 3ª categoría, consiste en la utilización de un medidor de rigidez dieléctrica adaptado, en dos versiones:

- Versión móvil (RDM): Se caracteriza por la conexión del aparato con pértigas aislantes a la línea averiada, sin tensión, y gobernado por control remoto.

- Versión fija (RDF): Se caracteriza por el control y mando del aparato con tecnología GPRS, situado en el interior de una celda de línea de MT.

Estando la línea averiada, sin tensión, con el método ensayo-error, se va probando la rigidez dieléctrica de los distintos tramos de la línea, hasta que se localiza el tramo averiado. Una vez identificado el tramo donde está la avería, se aísla seccionándolo, y se restablece el suministro eléctrico al resto de la línea.

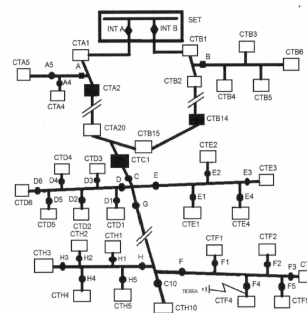


FIG. 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.

Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 719 933 B2

DESCRIPCIÓN

PROCEDIMIENTO PARA AISLAR EL TRAMO AVERIADO UTILIZANDO MEDIDOR DE RIGIDEZ DIELECTRICA ADAPTADO, EN REDES DE DISTRIBUCION DE 3ª CATEGORÍA.

5 SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención es aplicable a redes de distribución eléctrica de 3ª Categoría, o de Media Tensión (en adelante líneas de MT), utilizadas por las empresas distribuidoras para atender el mercado eléctrico. Son las líneas de tensión nominal igual o superior a 1 KV. e inferior a 30 KV.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

La energía eléctrica es fundamental para el funcionamiento de las sociedades modernas, de tal forma, que una forma de medir el desarrollo de un país es la cantidad de energía que consume. Las infraestructuras eléctricas son cada vez más complejas y difíciles de controlar, y se les exige una mayor calidad del suministro de energía, respetando el medio ambiente, y priorizando la integridad física de las personas que intervienen en la explotación de las instalaciones y de la sociedad en general.

Voy a acotar esta descripción a la distribución de energía eléctrica de líneas de MT, competencia de las empresas distribuidoras, que comienzan en las Subestaciones Eléctricas que transforman la tensión de transporte en Alta Tensión a Media Tensión, y terminan en los Centros de Transformación de Media Tensión a Baja Tensión.

El suministro de energía eléctrica que ofrecen las empresas distribuidoras a las empresas comercializadoras, tienen que cumplir unos requisitos de calidad. Esta calidad está normalizada mediante reglas que fijan parámetros, niveles de tensión, forma de onda senoidal, niveles de distorsión armónica, interrupciones de suministro, etc. La energía eléctrica es un bien de consumo y debe mantener una determinada calidad, para que pueda ser utilizada por todos los equipos que dependen de ésta, de forma directa o indirecta.

El defecto más importante que se puede dar en la calidad del suministro eléctrico, seguramente es la interrupción del suministro. La situación ideal sería que no hubiera ningún corte de suministro en las 24 horas del día durante los 365 días del año, pero esto es difícil de cumplir por diversas causas. A veces es necesario cortar el suministro de forma programada para hacer trabajos de mantenimiento de las instalaciones, para conectar instalaciones nuevas, etc., y otras veces, se forma imprevista, se produce una avería en algún punto de la red por múltiples causas, (condiciones climáticas adversas, como puede ser lluvia, granizo, inundaciones , nieve, tormentas, viento, etc.; impacto de elementos externos como animales, pájaros, árboles, cuerpos extraños; actividades de terceros como excavadoras, incendios, personas, vandalismo, vehículos, robos; degradación de material; errores de maniobra, de montaje, etc.).

Cuando una línea de MT se avería, actúa el relé de protección de esa línea, ordenando la apertura al interruptor automático (INT. A, según FIG. 1), situado en la subestación eléctrica que la alimenta (SET, según FIG. 1). Si existe reenganchador, éste le envía una orden de cierre al interruptor automático y si la avería persiste, el relé de protección ordena nuevamente la apertura del interruptor de forma inmediata, para minimizar los daños que la avería pueda causar en el conjunto de las instalaciones, y su posible afectación sobre personas, animales o cosas. Se debe aislar el tramo defectuoso lo más rápido posible, para reponer el servicio al resto de consumidores.

En los países desarrollados, todas las empresas distribuidoras tienen un Centro de Control de Energía, donde hay operadores que controlan en todo momento el estado de la red en tiempo real. Prácticamente todas las subestaciones están telecontroladas (SET según FIG. 1), y esto quiere decir que cuando una línea de MT se avería, y el interruptor automático de la misma en la SET abre, el operador del centro de control lo ve, e inicia el procedimiento establecido para delimitar y aislar el tramo averiado, y restablecer el suministro eléctrico al resto de las instalaciones. Este procedimiento se basa en el método de ensayo-error.

La configuración de las líneas de Media Tensión es muy variada, pero se podría resumir en tres:

- a) Distribución anillada, característica de zonas urbanas, en las que las líneas y los centros de transformación forman un anillo que se cierra en al menos dos posiciones de la misma subestación. En la mayor parte de los centros de transformación, la línea entra desde el centro de transformación anterior y sale hacia el centro de

transformación posterior. En estos centros de transformación (en la FIG. 1 están representados por rectángulos con la denominación CT__), además de haber transformadores de Media Tensión a Baja Tensión, hay interruptores-seccionadores que pueden abrir el anillo en ambas direcciones.

- 5 b) Distribución radial, característica de zonas rurales, en las que las líneas de Media Tensión arrancan desde una posición de la subestación eléctrica de Alta Tensión/ Medida Tensión, con su interruptor automático, y suministran energía eléctrica a los centros de transformación conectados a la misma. No hay posibilidad de alimentar esta línea desde otra posición de subestación.
- 10 c) Distribución mixta, que incluiría partes de las dos anteriores.

Continuando con el citado método de ensayo-error, cuando una línea queda abierta por disparo de una protección, y tras un reenganche de la misma de forma automática, o bien, una prueba de cierre del interruptor realizada por el operador del centro de control, la línea vuelve a disparar, se considera que hay una avería permanente en la misma. Es frecuente que en las líneas de MT haya algún centro de transformación (en adelante CT), o seccionamiento telecontrolado (en la FIG. 1 están representados por un rectángulo de color negro). El siguiente paso a seguir por el operador del centro de control es seccionar partes de línea, abriendo por telecontrol interruptores-seccionadores situados en el interior de CT's telecontrolados. Cada vez que se secciona una parte de la línea, el operador cierra el interruptor automático de la SET. Si el interruptor automático permanece cerrado significa que la avería está en la línea abierta. Si el interruptor automático vuelve a abrir por orden de la protección, significa que la avería está "aguas arriba" del interruptor-seccionador abierto por telecontrol, o sea, entre la SET y el interruptor-seccionador abierto. Esta operativa es aplicable sobre los centros de transformación o seccionadores telecontrolados. Sobre el resto de instalaciones las maniobras de apertura y cierre se debe hacer de forma manual, por operadores de campo debidamente adiestrados y equipados, siempre bajo las órdenes del operador del centro de control.

15

20

25

Ya he hecho referencia en varias ocasiones a la FIG. 1. Es un ejemplo de esquema de distribución de Media Tensión, de la amplia casuística que hay en las empresas distribuidoras. En él se simula una avería en la derivación al centro de transformación CTF4, en el que una de las fases ha perdido el aislamiento y está en contacto con tierra. Para conocer el comportamiento de la red ante una avería es fundamental el tipo de

30

conexión del neutro del transformador AT/MT que hay en la SET. Básicamente hay tres formas de conectar el neutro:

- Neutro directamente conectado a tierra, que se caracteriza por elevadas intensidades de cortocircuito.
- 5 - Neutro aislado, con muy reducidas intensidades de cortocircuito pero elevadas sobretensiones en caso de avería.
- Neutro con impedancia, que dependiendo de la misma, se comportaría ante una avería con valores de intensidad y tensión intermedios a los dos casos extremos anteriores.

10 Si en el caso de la FIG. 1 tenemos el neutro directamente conectado a tierra, lo más probable es que funda el fusible F4 (los puntos negros representan seccionamientos con fusibles). El interruptor automático de la línea A ha disparado (INT.A), ha fundido el fusible F4 despejando la falta y al volver a cerrar el interruptor, bien de forma automática o manual, se restablece el suministro a todos consumidores excepto a los que se alimentan del CTF4. Hemos considerado que el anillo formado por las líneas A y B está abierto en el CTB15.

En el caso de que el transformador de la SET esté con el neutro aislado, al ser las intensidades homopolares muy pequeñas, lo más probable es que no fundan los fusibles F4. Lo que procede es hacer todas las pruebas necesarias, abriendo y cerrando seccionamientos, hasta detectar el tramo averiado (derivación a CTF4, a priori desconocido). En esto consiste el método ensayo-error. Hay que determinar qué criterios se utilizan para establecer prioridades en la maniobra de los distintos seccionamientos, pues hay muchas variables a tener en cuenta: partes de línea más antiguos y por tanto con mayor probabilidad de avería, zonas con mayor potencia instalada a las que interesa minimizar el tiempo sin suministro, consumidores especiales, número de pruebas deseables a realizar, y por lo tanto número de errores, que significa disparos o “apagones” a los consumidores de toda la línea averiada (línea A), tiempo para aislar la avería, que a veces está en compromiso con el número de disparos, pues los operadores locales tienen que recorrer distancias considerables, con obstáculos geográficos como ríos, autopistas, fincas y caminos encharcados por la lluvia, etc.

Si consideramos el criterio de conseguir el mínimo número de disparos o apagones a todos los consumidores de la línea A, al disparar el INT. A por orden de una protección,

la secuencia lógica sería la siguiente: Abrir por telecontrol interruptor-seccionador salida a C en CTC1, cerrar INT. A por telecontrol, abrir D (los pequeños cuadrados negros representan seccionadores sin fusibles), abrir E, abrir H, abrir F, cerrar interruptor-seccionador salida a C en CTC1 por telecontrol, cerrar F, disparo de INT.A en SET, abrir F (avería se encuentra en este tramo), cerrar INT. A, cerrar H, cerrar D, cerrar E, abrir F1, abrir F2, abrir F4, abrir F5, abrir F3, cerrar F, cerrar F1, cerrar F2, cerrar F4, disparo INT. A, abrir F4 (avería localizada en este tramo), cerrar INT.A, cerrar F3, cerrar F5. En este momento ya está todo en servicio excepto la derivación F4, que hay que recorrer, encontrar el punto averiado , repararlo y volver a cerrar F4. Observamos que en cada seccionamiento que se maniobra hay que acudir en dos ocasiones, lo cual alarga el tiempo de forma considerable.

Si consideramos el criterio de localizar el tramo averiado de la forma más rápida, la secuencia lógica será la siguiente: Disparo de INT. A, abrir interruptor-seccionador salida a C en CTC1, cerrar INT.A, abrir D, cerrar interruptor-seccionador en CTC1, disparo INT. A (la avería no está en derivación D), abrir interruptor-seccionador en CTC1, cerrar INT.A, cerrar D, abrir E, cerrar interruptor-seccionador en CTC1, disparo INT.A, abrir interruptor-seccionador en CTC1, cerrar INT.A, cerrar E, abrir F, cerrar interruptor-seccionador en CTC1 (no dispara INT.A, luego la avería está en derivación F), abrir F1, cerrar F, disparo INT.A, abrir F, cerrar INT.A, cerrar F1, abrir F2, cerrar F, disparo INT.A, abrir F, cerrar INT.A, cerrar F2, abrir F4, cerrar F, (No dispara INT.A, luego la avería está en derivación F4). De esta forma sólo hay que acudir a cada seccionamiento una vez, pero el número de disparos, o sea apagones, en la línea A es muy elevado.

Entre estos dos criterios extremos hay muchas opciones intermedias, que dependerá de muchas variables ya descritas.

25 **Riesgos e inconvenientes de este procedimiento para aislar el tramo averiado**

El procedimiento descrito para aislar el tramo averiado tiene riesgos e inconvenientes, como los que se citan a continuación:

- a) Las elevadas intensidades de cortocircuito que se producen en una avería, en el caso de transformadores AT/MT con neutro a tierra, y en menor medida con neutro con impedancia, pueden agravar el punto averiado con cada prueba y disparo que se produce. Pero no sólo agravan la avería causante de los disparos, sino que también

afecta a equipos y elementos sanos del circuito averiado, produciéndose un envejecimiento prematuro de los mismos. Es el caso de empalmes existentes, terminales, conexiones, seccionadores y otros puntos más sensibles. Especial atención merece el interruptor automático de la SET que despeja la falta con cada prueba, y el transformador AT/MT también de la SET, que soporta sobrecalentamiento en sus devanados y sobreesfuerzos electrodinámicos. Las intensidades de cortocircuito dependen de muchas variables: Potencia del transformador de la SET, distancia del punto averiado, sección de los cables del circuito averiado, resistencia de la falta, etc. Pero su magnitud puede ser de miles de amperios.

b) Las sobretensiones que soportan las fases sanas cuando hay un defecto monofásico a tierra (representan aproximadamente el 80% de las averías), que también depende de la conexión del neutro del transformador de la SET. En el caso de neutro aislado pueden ser del orden de 1,8 veces la tensión nominal de la línea. Estas sobretensiones también afectan de forma negativa a todos los elementos del circuito averiado de la empresa distribuidora, acortando su vida. Pero no sólo afecta a la instalación de la empresa distribuidora, también afecta a todos los aparatos y maquinaria de los consumidores que sufren los disparos. Obviamente, cuantos más disparos se producen en el intento de aislar el tramo averiado, mayores son los daños.

c) El número de disparos que se producen en la resolución de una avería afecta a la calidad de suministro de todos los consumidores de la línea averiada. Aunque la duración de cada disparo y el cierre de INT.A (FIG. 1) consiguiente sea relativamente pequeña (el tiempo que se tarda en deshacer la última maniobra), es indudable que perjudica al consumidor doméstico, y todavía más a negocios y empresas, pues interrumpen sus procesos productivos, se pierden datos informáticos, etc. Por este motivo y los descritos en los apartados a y b, se podría razonar que el número de disparos que sufre cada consumidor se incluyera en la calificación de la calidad de suministro, y por lo tanto, en el sistema de bonificaciones y penalizaciones de la factura eléctrica.

d) Las maniobras en campo se hacen de forma manual por operadores debidamente adiestrados y equipados, siempre bajo las órdenes del centro de control de energía,

y son altamente seguras para la integridad física de los mismos. Pero el riesgo cero no existe. Cuando se manipulan grandes cantidades de energía, con elevadas tensiones e intensidades, sobre todo en el caso de que haya una avería en la línea, existe cierto riesgo. Puede romperse el equipo que se maniobra creándose un riesgo para el operario. O puede estar la avería en el mismo equipo que se está operando, implicando también un riesgo. Siempre existe la posibilidad de abrir el interruptor-seccionador telecontrolado más próximo antes de hacer una maniobra, pero esto supone dar un apagón a los consumidores afectados.

e) Todas las maniobras que realizan los operadores de campo deben ser ordenadas por el centro de control. El medio de comunicación en general entre ambos es el teléfono móvil. Este proceso de comunicación consume un tiempo que a veces se dilata por diversas causas: Fallos de cobertura, coincidencia de varias averías y saturación de los operarios del centro de control, etc.

f) Cuando aparece una avería, a priori se desconoce de qué tipo puede ser. Las hay especialmente peligrosas para personas, animales y cosas. Cuando la causa es una persona o una especie protegida (incluso sin proteger), cada vez que se cierra el interruptor automático de la SET la situación se puede agravar significativamente. Especial atención merece también el caso del cable roto que cae al suelo. Con cada prueba que se realiza, aumenta la probabilidad de provocar un incendio en determinadas circunstancias, o que alguien pueda contactar con el mismo.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

La idea fundamental de esta invención es cambiar el procedimiento para localizar y aislar el tramo averiado, cuando se produce una avería en una línea de Media Tensión. En lugar de utilizar la propia energía eléctrica que se distribuye para su utilización por parte de los consumidores, propongo el uso de un medidor de rigidez dieléctrica basado en los muchos que existen en el mercado, pero adaptado para esta nueva necesidad.

Las características técnicas fundamentales de este medidor son una tensión de salida ajustable de hasta 30 KV. y una corriente de test del orden de pocas decenas de mA. El tipo de señal será de Corriente Continua (CC), y también de Corriente

Alterna (AC), de forma senoidal y de una frecuencia del orden de 0,05 Hz, con lo que podremos ensayar distancias de varias decenas de km. Lo utilizaremos en modo CC para los casos de faltas monofásicas , o sea, fallo de aislamiento entre una fase y tierra; faltas bifásicas a tierra, y faltas trifásicas a tierra. Estos tres tipos de falta
5 representan más del 90% de las averías, siendo la primera la más importante con el 80% de los casos. La tensión máxima de prueba (entre fase y tierra), en estos casos será la tensión simple de la línea, o sea, la tensión nominal dividida por 1,73.

$$V_o = V_n / \sqrt{3}.$$

10 Para los otros dos tipos de falta, bifásicas y trifásicas aisladas de tierra, utilizaremos el modo AC, ensayando entre fases. La tensión máxima de prueba será la tensión nominal de la línea V_n . En estos casos el ensayo con CC no sería válido, pues lo más probable es que haya centros de transformación alimentados de la línea, y los devanados primarios de los transformadores nos llevarían a error de cálculo.
15

Para aplicar este nuevo procedimiento se proponen dos versiones de medidor de rigidez dieléctrica:

20 a) VERSIÓN MÓVIL (en adelante RDM):

Este aparato será transportable en el vehículo utilizado por los operarios de campo. Basándonos en los medidores de rigidez dieléctrica que hay en el mercado, haremos varias modificaciones para este nuevo uso, (estas
25 modificaciones ya las puede aportar el estado de la técnica actual):

- El control y mando no se realizará desde el mismo aparato, sino que se manejará por control remoto. De esta forma se asegura la integridad física del operario que lo maneja, ante posibles tensiones elevadas que de forma
30 imprevista pueden aparecer en la línea de MT, como pueden ser el impacto de un rayo, la conexión descontrolada de un grupo electrógeno, de una planta generadora, etc.

- Se colocará en un punto estratégico de la línea, bien en un apoyo, o bien en un centro de transformación, con el uso de pértigas aislantes, de la misma forma
35 que se coloca un juego de tierras portátiles cuando se va a hacer un trabajo en

una línea de MT en descargo. El aparato dispondrá de dos cables de aluminio forrado de 10 metros cada uno, con lo que se podrá instalar en un apoyo normal de MT. La sección de los mismos será pequeña (del orden de 10 mm². a 20 mm².), pues deben soportar bajas intensidades. También dispondrá de una

5

correa para sujetarlo al apoyo.

Cuando aparece una avería, una vez que están todas las Fuentes de Tensión abiertas, el centro de control entrega la instalación, que está sin tensión, al jefe de trabajo del equipo de campo encargado de resolver la avería. Le entrega la instalación en Régimen de Verificación y Pruebas. El equipo de trabajo verifica la

ausencia de tensión de las tres fases con la correspondiente pértiga. Una vez se comprueba que no hay tensión en ninguna fase, se ensaya con el RDM cada una de las fases con respecto a tierra, hasta que se localiza la fase averiada. El RDM registrará la falta de aislamiento con una tensión de ensayo inferior a la tensión simple de la línea, y en la mayoría de los casos con una tensión de ensayo muy inferior a la tensión simple. Una vez localizada la fase averiada, se utilizará el método ensayo-error ya explicado anteriormente. Se abrirán los distintos tramos, haciendo una prueba con el RDM con cada maniobra de apertura de cada tramo, y así se van descartando los tramos sanos, hasta llegar a identificar el tramo averiado. Una vez se ha aislado el tramo averiado, el cual no se puede seccionar más, el jefe de trabajo devuelve al centro de control la instalación que estaba en Régimen de Verificación y Pruebas, después de desconectar el RDM, y en este momento ya se puede restablecer el servicio a toda la línea excepto al tramo averiado.

10

15

20

25

En el caso poco probable de que la avería sea del tipo bifásica o trifásica aisladas de tierra, el ensayo habría que realizarlo conectando los cables del RDM a las fases averiadas, e inyectando la señal AC en vez de la de CC.

30

En la FIG. 2 se observa un ejemplo de instalación del RDM sobre un apoyo. Para realizar estas pruebas no es necesario seccionar los centros de transformación de plantas generadoras, pues en ningún caso, ningún operario va a entrar en contacto con la línea de MT. En el caso muy improbable de que se inyectara energía eléctrica a la línea de MT de forma accidental, lo peor que podría suceder es una avería del RDM.

35

El procedimiento para aislar el tramo averiado se caracteriza por los siguientes pasos:

- 5 a). Elegir un punto de la línea eléctrica averiada donde se va a colocar el medidor de rigidez dieléctrica móvil, con preferencia en una zona con mayor probabilidad de avería según los históricos.
- b). Abrir todas las Fuentes de Tensión en el punto elegido. No es necesario abrir las Posibles Fuentes de Tensión, ni los parques eólicos, fotovoltaicos, cogeneradores, etc.
- 10 c). Comprobar la ausencia de tensión en el punto elegido, de las tres fases, con la pértiga de comprobación de ausencia de tensión.
- d). Si no hay tensión en ninguna fase, que es la situación normal, se procede a la colocación del aparato sujetándolo en un poste, o bien en un centro de transformación. Uno de los cables del aparato se conecta a una pica de tierra, y el otro cable se conecta a una de las fases mediante la utilización de una pértiga aislante, siempre alejados del aparato y de los cables, con el uso de un terminal tipo pinza.
- 15 e). Si aparece tensión en alguna fase se suspende el procedimiento hasta averiguar de dónde procede la tensión.
- f). Una vez conectado el aparato a una de las fases se procede a medir la rigidez dieléctrica de la misma, gobernando el aparato por control remoto y aplicando como máximo la tensión simple de la línea. Si la fase soporta la tensión aplicada significa que el defecto a tierra no está en esta fase. Con el uso de la pértiga aislante se cambia el cable con su terminal a otra fase y se repite el proceso. Así hasta detectar cual de las tres fases está averiada.
- 20 g). Una vez que se ha detectado la fase averiada mantenemos el aparato conectado a la misma. Utilizando el método ensayo-error, vamos seccionando los distintos tramos de la línea. En cada tramo que seccionamos hacemos una prueba de rigidez dieléctrica. Si en la prueba nos da el aparato fallo de fase, significa que la avería está “aguas arriba” del seccionador abierto. Si la línea soporta la tensión significa que la avería está “aguas abajo” del seccionador abierto. De esta forma vamos probando los distintos tramos hasta identificar en cuál de ellos está la avería. Ya no se pueden hacer más ensayos pues el tramo identificado ya no tiene más seccionadores que maniobrar.
- 30 h). Se deja el tramo averiado aislado (o abierto), y se procede a desmontar el medidor de rigidez dieléctrica con la pértiga aislante. En este momento ya se puede
- 35

energizar toda la línea, y restablecer el suministro eléctrico a todos los clientes, excepto el tramo averiado y aislado.

i). En el caso en que la avería fuera un cortocircuito entre fases, los cables del aparato se conectarían en las fases averiadas y se inyectaría una tensión alterna. El procedimiento sería el mismo que se ha descrito.

b) VERSIÓN FIJA (en adelante RDF):

En este caso, el RDF estará conectado de forma permanente en una celda de línea de MT. Esta celda de MT estará a su vez conectada a las celdas de un centro de transformación telecontrolado. En las FIG. 3 y 4 se puede ver un ejemplo. El control y mando del RDF se podrá hacer desde la propia celda de MT, o incluso desde cualquier punto geográfico en el que haya cobertura de telefonía móvil, utilizando tecnología GPRS o superior. El estado de la técnica actual resuelve esta opción.

La operativa cuando aparece una avería será similar a la descrita para la versión móvil, utilizando el método ensayo-error, pero en este caso hay alguna variante. El RDF dispondrá de cuatro conexiones con cables, uno para cada fase y otro para la tierra. La celda en la que está instalado el RDF dispondrá de detectores de tensión capacitivos en la parte de la barra. Además habrá un enclavamiento eléctrico de forma tal que si se detecta tensión en barras, no se podrá cerrar el interruptor-seccionador del RDF. El propio aparato se puede configurar para que discrimine de forma automática la fase averiada. El operador del centro de control puede gobernar todos los centros de transformación y seccionamientos telecontrolados, y podrá controlar también el RDF, por lo tanto, y de forma autónoma, podrá hacer todos los ensayos que la línea permita por telecontrol. Incluso todas estas maniobras se podrían automatizar de tal forma que no se precisara la actuación del operador del centro de control. Cuando el operador del centro de control ya no pueda hacer más pruebas a distancia, podrá entregar el resto de la línea sin servicio al jefe de trabajos, en Régimen de Verificación y Pruebas, para poder continuar haciendo las maniobras en campo de los centros de transformación y seccionadores que no están telecontrolados, por parte de los operarios de campo.

El procedimiento para aislar el tramo averiado se caracteriza por las siguientes etapas:

- 5 a). Cuando abre el interruptor automático de Media Tensión en la subestación eléctrica de Alta Tensión-Media Tensión, a causa de una avería en la línea de Media Tensión, el Centro de Control de Energía establece conexión con el medidor de rigidez dieléctrica, y con centro de transformación o centro de distribución donde está colocado el medidor.
- 10 b). Se comprueba que no hay tensión en barras. Si no hay tensión, que es la situación normal, se cierra el interruptor-seccionador de la celda donde está situado el medidor. Se enciende el medidor de rigidez dieléctrica y se hace una prueba para comprobar qué fase o fases están con fallo de aislamiento. Si se confirma que hay un fallo de aislamiento, realmente hay una avería en la línea.
- 15 c). Si aparece tensión en barras se suspende el procedimiento hasta averiguar cuál es el origen de la tensión.
- d). Se comienza con las pruebas de ensayo-error. Se van seccionando los distintos tramos de la línea averiada, y con cada tramo se hace una prueba de rigidez dieléctrica, y de esta forma se van descartando los tramos sanos, o sea, en los que no se encuentra la avería.
- 20 e). Una vez se identifica el tramo averiado, se deja aislado para su posterior reparación.
- f). Se restablecer el suministro al resto de la línea.

25 En la FIG. 5 podemos observar posibles ubicaciones estratégicas del medidor, en el interior de un centro de transformación si es fijo, o en un apoyo si es móvil.

De los dos criterios explicados anteriormente con respecto a la secuencia de las maniobras (páginas 5 y 6), utilizaremos el que consigue localizar y aislar el tramo averiado de la forma más rápida, pues con este procedimiento los consumidores sólo van a sufrir un corte de suministro: cuando aparece la avería.

30

Siempre podremos valorar una solución mixta entre el procedimiento actual y el propuesto (con riesgos e inconvenientes ya explicados). En el caso de la FIG. 5, se puede seguir aplicando el procedimiento actual hasta restablecer servicio

antes del CTC1 telecontrolado. A partir de este momento se puede aplicar el procedimiento objeto de esta invención.

5

Ventajas de la invención

10

a) Con este procedimiento utilizamos en las pruebas pequeñas intensidades: 10, 20, 30 mA. De esta forma desaparecen todos los posibles daños que pueden surgir al utilizar las intensidades actuales, de hasta varios miles de amperios.

15

b) Las tensiones máximas que vamos a inyectar con el medidor será la tensión simple para el caso de fase-tierra, y la tensión nominal para el caso poco probable de fase-fase. En ningún caso van a aparecer sobretensiones, con el riesgo ya comentado que esto supone.

20

c) Cuando aparece una avería el relé de protección le da la orden de apertura al interruptor automático de la SET, y todos los consumidores de la línea de MT se quedan sin suministro. Este es el único "apagón" que van a sufrir los consumidores. Cuando se les restablezca el suministro van a tener la seguridad de que ya no se van a quedar sin servicio más veces, con los inconvenientes ya explicados.

25

d) Al utilizarse intensidades tan pequeñas desaparece el riesgo para los operarios de campo que realizan las maniobras.

30

e) Este procedimiento es aplicable cuando la línea está en Régimen de Verificación y Pruebas, y mientras no cambie esta situación, la responsabilidad de las maniobras necesarias podría recaer sobre el jefe de trabajos. El operador del centro de control quedaría más liberado, a la vez que todas las maniobras se harían más rápidamente.

35

f) Al utilizar intensidades tan pequeñas desaparecen todos los riesgos enunciados en el apartado f) de la página 7 (riesgos e inconvenientes). Ya

no habrá posibilidad de electrocuciones o incendios en los ensayos que se realicen.

No es objeto de esta solicitud de patente reivindicar ningún dispositivo incluido en la misma, pues todos ellos existen en el mercado, y así se ha comentado en varios apartados. Existen
5 medidores de rigidez dieléctrica, pértigas de aislamiento, tecnologías de control remoto y para controlar dispositivos a distancia.

Lo que se reivindica en esta solicitud es un procedimiento nuevo, pues no se utiliza en ninguna empresa distribuidora de energía eléctrica del mundo, y de una clara aplicación industrial en todas ellas, utilizando dispositivos y tecnologías existentes, pero combinados
10 de una forma útil y nueva para la aplicación del procedimiento.

En las normas de operación de las empresas de distribución de energía eléctrica hay dos conceptos fundamentales para entender este nuevo procedimiento:

- Fuente de Tensión: Cualquier punto de una instalación eléctrica en la que existe tensión.
- 15 - Posible Fuente de Tensión: Cualquier punto de una instalación eléctrica en el que puede haber tensión, y que cuando la instalación está en descargo no es previsible que exista, pero podría existir de forma inesperada por las siguientes causas:
 - 1) Caída de un rayo en caso de tormenta, en algún punto de la instalación.
 - 2) Caída de un cable de otra línea eléctrica que la cruza en algún punto.
 - 20 3) Inducciones de otra línea que comparte apoyos.
 - 4) Conexión de algún grupo electrógeno de algún cliente que se suministra de la línea, sin haber desconectado su instalación del resto de la línea.
 - 5) Otras causas.

Por ejemplo, si abrimos el seccionador F de la FIG. 1, tendremos una Fuente de Tensión:
25 Los bornes del seccionador que están en tensión. Los otros bornes están sin tensión y se consideran que están eléctricamente aislados de la Fuente de Tensión. Sin embargo, habrá como mínimo cinco Posibles Fuentes de Tensión, una por cada centro de transformación, pues existe la posibilidad de que en cada uno de ellos un cliente conecte un grupo electrógeno de forma equivocada, sin desconectar previamente su instalación de la red
30 eléctrica. O si existe una tormenta en ese momento, en cualquier punto aéreo de la línea puede impactar un rayo, por lo que también son Posibles Fuentes de Tensión.

Mención especial requieren los parques generadores de electricidad como son los fotovoltaicos, eólicos, cogeneradores, etc., que están configurados para que si hay una avería en la línea eléctrica a la que inyectan energía, se desconecten de la misma. Pero puede fallar el automatismo.

- 5 Los medidores de rigidez eléctrica actuales, en el ámbito de la distribución de energía eléctrica, solamente se utilizan para medir la rigidez dieléctrica de un cable SUBTERRÁNEO en Régimen de Verificación y Pruebas, con los dos extremos del cable aislados de la red con un corte efectivo. El cable a ensayar no tiene ninguna derivación intermedia a ninguna otra instalación. En estas condiciones tenemos el cable aislado de Fuentes de Tensión y
10 además no puede haber ninguna Posible Fuente de Tensión. De esta forma el operario que maneja el aparato no tiene ninguna posibilidad de recibir ninguna descarga eléctrica. Trabaja con total seguridad.

El nuevo procedimiento propuesto en esta solicitud de patente utiliza un medidor de rigidez dieléctrico adaptado, válido para cualquier línea de MT, AÉREA O SUBTERRÁNEA, con la
15 única condición de que estén todas Fuentes de Tensión abiertas. No es necesario abrir las Posibles Fuentes de Tensión porque el operario que maneja el aparato no va a contactar con la línea de MT, y por lo tanto va a trabajar con total seguridad.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Tanto en los antecedentes de la invención como en la explicación de la misma, me he apoyado en varios dibujos para complementar la descripción que se ha realizado, con objeto de ayudar a una mejor comprensión de la invención. Los dibujos se resumen así:

Figura 1: Ejemplo de esquema ortogonal que representa la distribución de una línea de MT con sus correspondientes centros de transformación y seccionamientos, en la que se ha simulado una avería en un tramo de la misma, en la derivación a CTF4.

Figura 2: Muestra la colocación sobre un apoyo de un medidor de rigidez dieléctrica móvil adaptado (1) (RDM), conectado a una fase de la línea con un cable (2) y un terminal (4), y a tierra con otro cable(2) y una pica de tierra (3).

Figura 3: Ejemplo de esquema ortogonal que representa tres celdas de línea de MT (1,2 y 3). En una de ellas (3) se ha colocado un medidor de rigidez dieléctrica fijo adaptado (4)(RDF).

Figura 4: Aspecto físico real de la celda 3. Aparece el RDF(4) con sus tres conexiones de fase y otra de neutro.

Figura 5: Es el mismo esquema ortogonal de la figura 1, en el que se ha incluido un ejemplo de colocación estratégica de RDM y de RDF.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para aislar el tramo averiado en línea eléctrica de 3ª Categoría, que consiste en la inyección en la línea averiada de una señal eléctrica de baja intensidad, del orden de 20 mA. o 30 mA. y de una tensión continua como máximo igual a la tensión simple de la línea (tensión fase-tierra) en caso de falta derivada a tierra; y de una tensión alterna de baja frecuencia, del orden de 0.05 hercios, y como máximo igual a la tensión compuesta (tensión fase-fase), en el caso de avería aislada de tierra, o sea, entre fases; mediante la utilización de un medidor de rigidez dieléctrica móvil, gobernado por control remoto, y que se conecta y se desconecta a la línea eléctrica averiada mediante pértigas aislantes, caracterizado por las siguientes etapas:
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- a). Elegir un punto de la línea eléctrica averiada donde se va a colocar el medidor de rigidez dieléctrica móvil, con preferencia en una zona con mayor probabilidad de avería según los históricos.
 - b). Abrir todas las Fuentes de Tensión en el punto elegido. No es necesario abrir las Posibles Fuentes de Tensión, ni los parques eólicos, fotovoltaicos, cogeneradores, etc., entendiendo por Posible Fuente de Tensión cualquier punto de la instalación eléctrica que cuando la instalación está en descargo no es previsible que exista tensión, pero podría existir de forma inesperada por la caída de un rayo en tormenta, conexión indebida de un grupo electrógeno en una instalación particular, etc.
 - c). Comprobar la ausencia de tensión en el punto elegido, de las tres fases, con la pértiga de comprobación de ausencia de tensión.
 - d). Si no hay tensión en ninguna fase, que es la situación normal, se procede a la colocación del aparato sujetándolo en un poste, o bien en un centro de transformación. Uno de los cables del aparato se conecta a una pica de tierra , y el otro cable se conecta a una de las fases mediante la utilización de una pértiga aislante, siempre alejados del aparato y de los cables, con el uso de un terminal tipo pinza.
 - e). Si aparece tensión en alguna fase se suspende el procedimiento hasta averiguar de dónde procede la tensión.
 - f). Una vez conectado el aparato a una de las fases se procede a medir la rigidez dieléctrica de la misma, gobernando el aparato por control remoto y aplicando como máximo la tensión simple de la línea. Si la fase soporta la tensión aplicada significa que el defecto a tierra no está en esta fase. Con el uso de la pértiga aislante se

cambia el cable con su terminal a otra fase y se repite el proceso. Así hasta detectar cual de las tres fases está averiada.

g). Una vez que se ha detectado la fase averiada mantenemos el aparato conectado a la misma. Utilizando el método ensayo-error, vamos seccionando los distintos tramos de la línea. En cada tramo que seccionamos hacemos una prueba de rigidez dieléctrica. Si en la prueba nos da el aparato fallo de fase, significa que la avería está “aguas arriba” del seccionador abierto. Si la línea soporta la tensión significa que la avería está “aguas abajo” del seccionador abierto. De esta forma vamos probando los distintos tramos hasta identificar en cuál de ellos está la avería. Ya no se pueden hacer más ensayos pues el tramo identificado ya no tiene más seccionadores que maniobrar.

h). Se deja el tramo averiado aislado (o abierto), y se procede a desmontar el medidor de rigidez dieléctrica con la pértiga aislante. En este momento ya se puede energizar toda la línea, y restablecer el suministro eléctrico a todos los clientes, excepto el tramo averiado y aislado.

i). En el caso en que la avería fuera un cortocircuito entre fases, los cables del aparato se conectarían en las fases averiadas y se inyectaría una tensión alterna. El procedimiento sería el mismo que se ha descrito.

2. Procedimiento para aislar el tramo averiado en línea eléctrica de 3ª Categoría, que consiste en la inyección en la línea averiada de una señal eléctrica de baja intensidad, del orden de 20 mA. o 30 mA. y de una tensión continua como máximo igual a la tensión simple de la línea (tensión fase-tierra) en caso de falta derivada a tierra; y de una tensión alterna de baja frecuencia, del orden de 0.05 hercios, y como máximo igual a la tensión compuesta de la línea (tensión fase-fase), en el caso de avería aislada de tierra, o sea, entre fases; mediante la utilización de un medidor de rigidez dieléctrica fijo, telecontrolado con tecnología GPRS, y colocado en el interior de una celda de seccionamiento de línea, que a su vez está ensamblada con otras celdas de línea, en el interior de un centro de transformación o centro de distribución también telecontrolado y situado estratégicamente. Se caracteriza por las siguientes etapas:

a). Cuando abre el interruptor automático de Media Tensión en la subestación eléctrica de Alta Tensión-Media Tensión, a causa de una avería en la línea de Media Tensión, el Centro de Control de Energía establece conexión con el medidor de

rigidez dieléctrica, y con centro de transformación o centro de distribución donde está colocado el medidor.

- 5 b). Se comprueba que no hay tensión en barras. Si no hay tensión, que es la situación normal, se cierra el interruptor-seccionador de la celda donde está situado el medidor. Se enciende el medidor de rigidez dieléctrica y se hace una prueba para comprobar qué fase o fases están con fallo de aislamiento. Si se confirma que hay un fallo de aislamiento, realmente hay una avería en la línea.
- c). Si aparece tensión en barras se suspende el procedimiento hasta averiguar cuál es el origen de la tensión.
- 10 d). Se comienza con las pruebas de ensayo-error. Se van seccionando los distintos tramos de la línea averiada, y con cada tramo se hace una prueba de rigidez dieléctrica, y de esta forma se van descartando los tramos sanos, o sea, en los que no se encuentra la avería.
- e). Una vez se identifica el tramo averiado, se deja aislado para su posterior
15 reparación.
- f). Se restablecer el suministro al resto de la línea.

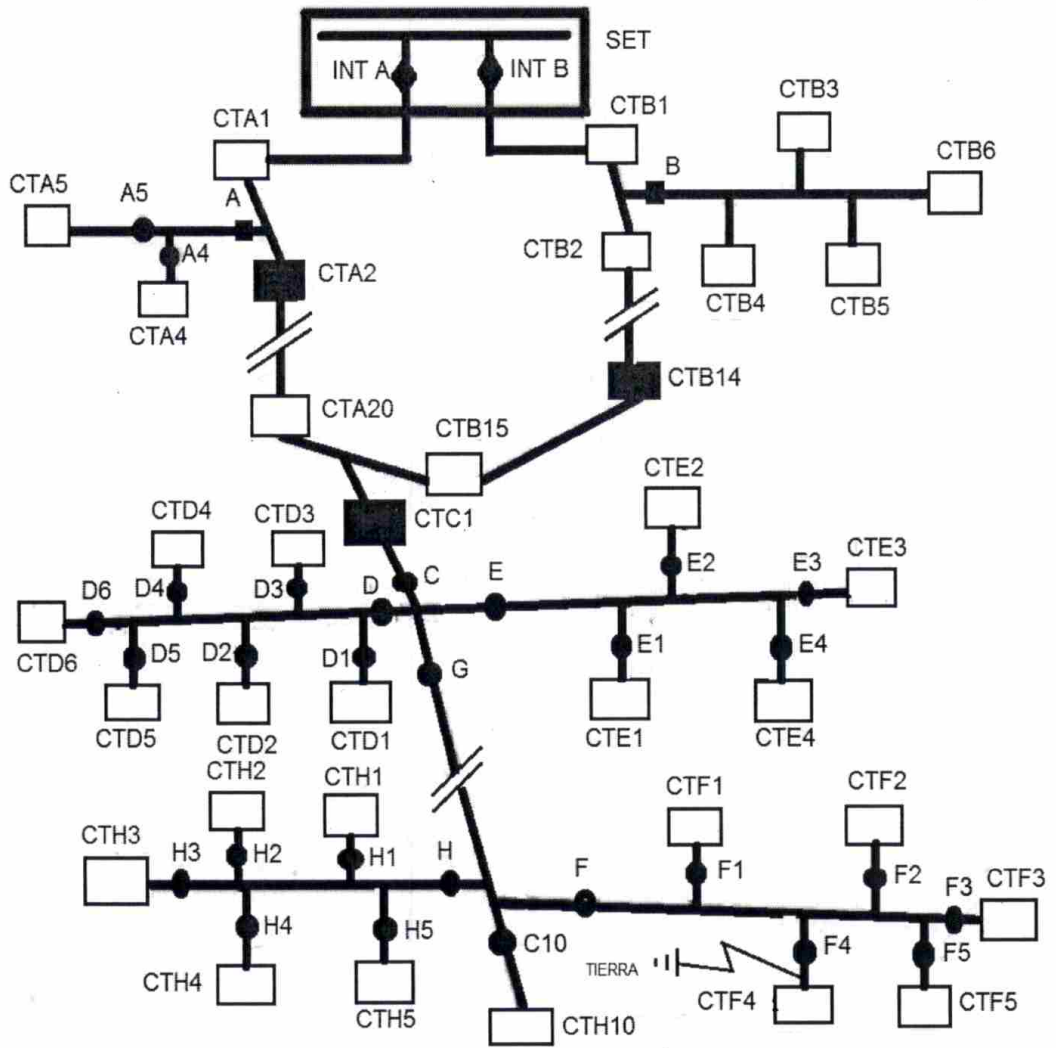


FIG. 1

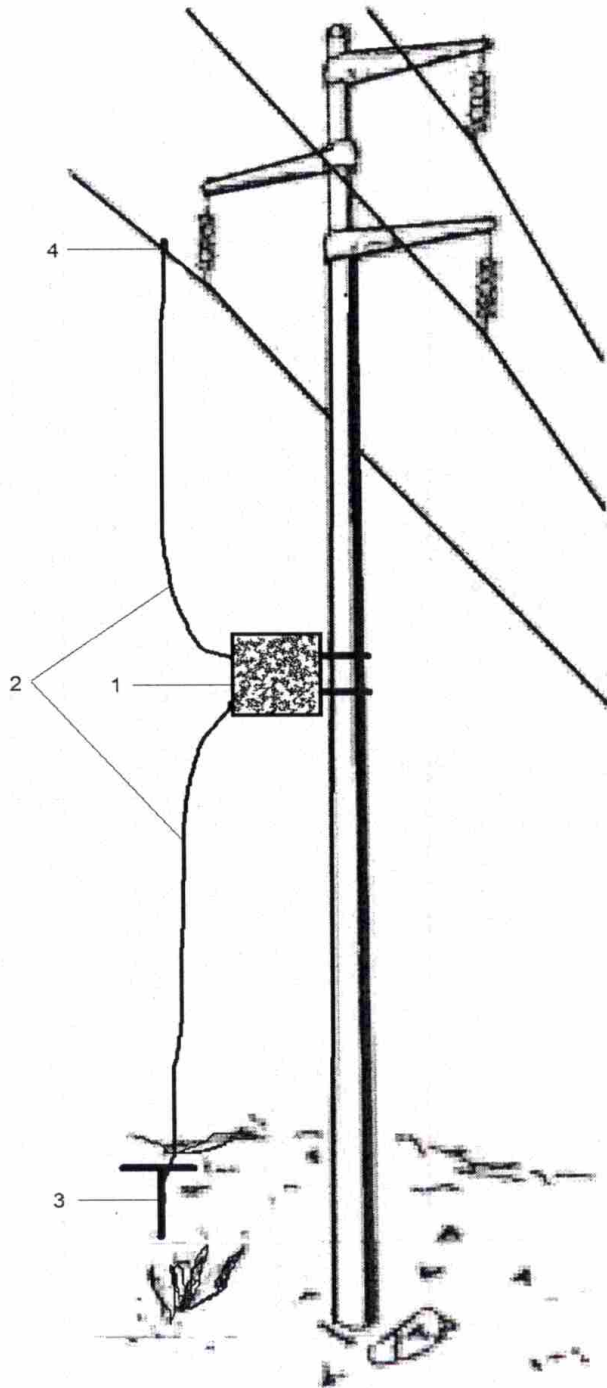


FIG. 2

