

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 796 100**

51 Int. Cl.:

H04B 3/04 (2006.01)

B60M 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.06.2015 PCT/CN2015/000393**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2015 WO15192645**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2015 E 15810052 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 3160052**

54 Título: **Sistema de suministro de potencia de cables coaxiales para ferrocarril eléctrico**

30 Prioridad:

17.06.2014 CN 201410271250

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

25.11.2020

73 Titular/es:

**SOUTHWEST JIAOTONG UNIVERSITY (50.0%)
No.111, Jinniu District north second ring road
Chengdu
Sichuan 610031, CN y
LI, QUNZHAN (50.0%)**

72 Inventor/es:

LI, QUNZHAN

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 796 100 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

Sistema de suministro de potencia de cables coaxiales para ferrocarril eléctrico

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un sistema de suministro de potencia de cables coaxiales para ferrocarril electrificado, específicamente para los campos de suministro de potencia de tracción de CA monofásica de frecuencia industrial para ferrocarril troncal y transporte ferroviario urbano.

10

Antecedentes

Un sistema monofásico presenta las ventajas de estructura sencilla, coste de construcción bajo, conveniente para su utilización y mantenimiento, etc. Por tanto, la potencia de CA monofásica de frecuencia industrial suministrada por la red eléctrica se adopta a menudo para el suministro de potencia (carga de tracción) del tren en un ferrocarril electrificado. Con el fin de hacer que la carga de tracción monofásica se distribuya de la manera más uniforme posible en la red eléctrica trifásica, se aplican esquemas de rotación de fase y separación de fase en un ferrocarril electrificado. Las secciones de suministro de potencia adyacentes en la sección de separación de fase están separadas por el aislante de sección neutra, lo que se denomina división de fase eléctrica, o división de fase. Sin embargo, la división de fase es un obstáculo para el rendimiento de un ferrocarril electrificado por crear un punto de interrupción del suministro de potencia. Puede que no se logre suministrar potencia de manera sostenible a las locomotoras eléctricas a causa de la existencia de puntos de interrupción. Más aún, la división de fase también es un punto débil mecánico que puede degradar la fiabilidad del sistema.

15

20

25

Las divisiones de fase se establecen generalmente en el punto de conexión de dos secciones de alimentación en la salida de una subestación y en el poste de sección entre dos subestaciones adyacentes, dicho de otro modo, cada subestación presenta en promedio generalmente dos divisiones de fase en la jurisdicción de cada subestación. Con el aumento continuo de la velocidad del tren, el maquinista no puede pasar por la sección neutra de división de fase realizando un cambio descendente de marchas, desactivando las unidades auxiliares, apagando los disyuntores principales, circulando por inercia, encendiendo los disyuntores principales, conectando las unidades auxiliares y realizando un cambio ascendente de marchas de manera manual para recuperar la potencia de tracción, en un caso de este tipo, con el fin de evitar el arco voltaico provocado por el paso del tren a través de la sección neutra con electricidad, lo que podría conducir a los daños de componentes de suspensión de catenaria o incluso un cortocircuito entre fases, etc., se desarrollaron las tecnologías de paso automático a través de la sección neutra. Los enfoques principales de paso automático a través de la sección neutra son la división de fase de conmutación automática de interruptor de conexión a masa, la división de fase de paso automático de a bordo, la división de fase de conmutación automática en columna, y así sucesivamente. Sin embargo, todavía hay un proceso eléctrico transitorio del tren cuando el tren está pasando a través de la sección neutra durante la conmutación de fase, lo que puede dar como resultado un exceso de tensión o corriente y puede provocar daños adicionales de la red de tracción y los equipos de a bordo, e incluso puede conducir a que no logre pasar automáticamente a través de la sección neutra. Todo esto afectaría a la fiabilidad del suministro de potencia y al funcionamiento de seguridad del tren. Por tanto, la división de fase todavía es el punto más débil en el sistema de suministro de potencia de tracción y es la traba en el desarrollo del ferrocarril de alta velocidad e incluso es la traba del suministro de potencia de tracción para todo el ferrocarril electrificado.

30

35

40

45

Evidentemente, el enfoque fundamental de evitar los efectos perjudiciales mencionados anteriormente es eliminar las divisiones de fase. Las investigaciones han mostrado que las divisiones de fase en la salida de las subestaciones de tracción pueden eliminarse utilizando tecnología de suministro de potencia cofásica, mientras que la utilización de la nueva tecnología de suministro de potencia bilateral puede eliminar las divisiones de fase en los postes de sección. Se ha sugerido que debe gestionarse la corriente de secuencia negativa cuando se implementa la tecnología de suministro de potencia cofásica en las subestaciones de tracción para cumplir los requisitos de la norma nacional. Adicionalmente, la clave de adoptar el suministro de potencia bilateral en los postes de sección es reducir la corriente de equilibrio provocada por el suministro de potencia bilateral. No obstante, no hay ninguna norma que haya de seguirse acerca de la corriente de equilibrio. Todavía se requiere un estudio adicional acerca de si pudiera implementarse la tecnología de suministro de potencia bilateral. Se ha encontrado que, para una línea de ferrocarril con la longitud dada, una manera eficaz de evitar o reducir casos de las divisiones de fase es si la sección de alimentación puede extenderse al máximo. Por ejemplo, la longitud se aumenta desde unas pocas decenas de kilómetros actualmente hasta 200 kilómetros y más. Dicho de otro modo, la división de fase en la salida de una subestación de tracción podría evitarse utilizando la tecnología de suministro de potencia cofásica, y si la longitud de las secciones de alimentación de ambos lados es mayor que la de la línea de ferrocarril, no existe la necesidad de otra división de fase a lo largo de la línea de ferrocarril, y si la longitud de las secciones de alimentación de ambos lados es menor que la de la línea de ferrocarril, debe establecerse una división de fase a lo largo de la línea de ferrocarril. Si una red eléctrica provincial no permite que el suministro de potencia cruce el límite provincial, es necesaria una división de fase en el punto de límite.

50

55

60

65

Maximizar la longitud de la sección de alimentación también podría ayudar a realizar la electrificación del ferrocarril

para zonas con escasez de electricidad o sin electricidad tales como la meseta tibetana de Qinghai.

La presente invención proporciona un sistema de suministro de potencia de cables coaxiales para ferrocarril electrificado, con el objetivo de maximizar la longitud de la sección de alimentación para reducir o evitar divisiones de fase y en última instancia para permitir que el tren pase de manera más fluida.

Con el desarrollo de materiales y técnicas de fabricación, los costes de los cables coaxiales están disminuyendo significativamente, lo que sienta una base económica para la implementación de esta patente.

El documento GB2331856 A divulga un sistema de suministro de electricidad. Un sistema de suministro eléctrico, apto para disposiciones de tracción, comprende un dispositivo inductivo con un devanado que incluye dos capas semiconductoras, cada una de las cuales proporciona una superficie equipotencial, estando dichas capas separadas por una capa aislante maciza. Una capa puede presentar el mismo potencial que los conductores centrales mientras que la otra capa puede estar conectada a tierra. El dispositivo inductivo puede ser un autotransformador, un transformador regulador de corriente o un convertidor giratorio. El dispositivo inductivo puede conectarse a una línea de distribución trifásica de alta tensión mediante un equipo de conmutación de alta tensión y un transformador. El dispositivo inductivo puede proporcionar un sistema de suministro de tracción de menor tensión monofásico. Pueden conectarse uno o más transformadores entre la salida del dispositivo inductivo y/o la línea de suministro de tracción y una línea de suministro de tensión intermedia.

El documento JP 2014050222A divulga un dispositivo de conexión para un cable coaxial de alimentación. Un dispositivo de conexión para un cable coaxial de alimentación es una unidad de aislamiento que presenta una configuración en la que un primer electrodo integrado, un segundo electrodo integrado y una parte de aislamiento formada por un material de aislamiento duro están formados de manera solidaria y una capa de apantallado está formada sobre la superficie de la parte de aislamiento. Además, en un espacio sellado herméticamente en el interior de la unidad de aislamiento, un conductor interior del cable coaxial de alimentación y un conductor de cable de un primer cable unipolar de potencia están conectados eléctricamente mediante el primer electrodo integrado, y un conductor exterior del cable coaxial de alimentación y un conductor de cable de un segundo cable unipolar de potencia están conectados eléctricamente mediante el segundo electrodo integrado.

Sumario

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema de suministro de potencia de cables coaxiales para ferrocarril electrificado, que se utiliza principalmente para los campos de potencia de CA monofásica de frecuencia industrial para ferrocarril troncal y transporte ferroviario urbano. Puede maximizar la longitud de la sección de alimentación, evitando o reduciendo, por tanto, las divisiones de fase para permitir que el tren pase de manera más fluida.

Con el fin de alcanzar el objetivo anterior, una forma de realización de la invención divulga un sistema de suministro de potencia de cables coaxiales para ferrocarril electrificado que consiste en subestaciones de tracción principales, cables coaxiales, transformadores de tracción, catenaria, raíles y disyuntores, etc., en el que el cable coaxial consiste en un conductor interior, un aislante interior, un conductor exterior y un aislante exterior, etc., y el esquema de conexión del transformador de tracción es cableado monofásico, la subestación de tracción principal está conectada a un cable coaxial que se tiende en paralelo a la catenaria, el lado primario del transformador de tracción está conectado en paralelo entre el conductor interior y el conductor exterior del cable coaxial, mientras que el lado secundario del transformador de tracción está conectado en paralelo entre la catenaria y el raíl, en el que el terminal del transformador de tracción conectado al conductor interior del cable coaxial y el terminal del transformador de tracción conectado a la catenaria son terminales de puntos, los transformadores de tracción están distribuidos a lo largo de los cables coaxiales y la catenaria con una distancia apropiada, los dos transformadores de tracción adyacentes conectan el conductor interior del cable coaxial a la catenaria en paralelo y conectan el conductor exterior del cable coaxial al raíl en paralelo, se suministra potencia a las locomotoras eléctricas entre la catenaria y el raíl.

La parte más allá de la subestación de tracción principal (SS) pertenece a la red eléctrica para su gestión, mientras que el sistema de ferrocarril gestiona la propia subestación de tracción principal (SS) y el sistema de suministro de potencia de cables coaxiales.

Los principios de funcionamiento de la presente invención se muestran de la siguiente manera: la potencia de las locomotoras eléctricas entre la catenaria y el raíl es suministrada principalmente por el transformador de tracción más cercano; la potencia del transformador de tracción se suministra a través del cable coaxial; el cable coaxial obtiene potencia de la subestación de tracción principal que está conectada a la red eléctrica. Por tanto, el nivel de tensión del cable coaxial debe ser mayor que el de la catenaria con las ventajas de proporcionar una mayor capacidad de suministro de potencia y una mayor distancia de suministro de potencia.

En comparación con la técnica anterior, los efectos beneficiosos de la presente invención son:

La capacidad de suministro de potencia y el nivel de tensión se deciden principalmente mediante el cable coaxial. Por tanto, es apropiado para el modo de adaptación variable del nivel de tensión del cable coaxial y la catenaria. Por ejemplo, puede elegirse un cable coaxial de 110 kV para una catenaria de 27.5 kV de una línea de ferrocarril electrificado, mientras que puede elegirse un cable coaxial de 35 kV para una catenaria 1.1~3.5 kV de un metro o un tren ligero u otros transportes ferroviarios urbanos.

El cable coaxial desempeña una función principal en el suministro de potencia, mientras que cada segmento de la catenaria es responsable de suministrar potencia para locomotoras dentro de su propio segmento. De esta manera, la capacidad portadora de corriente promedio de la catenaria se reduce en gran medida y, por tanto, puede elegirse un hilo de catenaria de menor diámetro, lo que conduce a una suspensión ligera y a mejoras de calidad globales de la catenaria. Además, la utilización del cable coaxial puede disminuir eficazmente el potencial del raíl, y reducir la interferencia electromagnética externa.

A diferencia de la línea aérea que requiere una ocupación de corredor adicional, el cable coaxial en esta invención puede establecerse a lo largo del túnel del metro o el ferrocarril fácilmente. La ventaja adicional frente a la línea aérea es que el cable coaxial presenta una mayor capacidad y puede proporcionar una mayor distancia de suministro de potencia. La utilización del cable coaxial también puede reducir las superficies de contacto entre el ferrocarril y la red eléctrica, ahorrar la inversión de suministro de potencia externa y, por tanto, el sistema es fácil de gestionar.

El sistema presentado en esta invención es fiable y es fácil de implementar.

Junto con las figuras adjuntas y formas de realización específicas de la presente invención, a continuación, se facilitan más detalles.

Breve descripción del dibujo

La figura 1 es un diagrama esquemático de la forma de realización de la invención.

Descripción de formas de realización

Ejemplo

La figura 1 ha mostrado una vista esquemática de una implementación para esta invención: un sistema de suministro de potencia de cables coaxiales para ferrocarril electrificado consiste en una subestación de tracción principal SS, un cable coaxial, transformadores de tracción TT, una catenaria T, un raíl R, disyuntores y otros componentes. Entre ellos, el cable coaxial consiste en un conductor interior (IC), un aislante interior, un conductor exterior (OC) y un aislante exterior, y el esquema de conexión del transformador de tracción es cableado monofásico. La subestación SS de tracción principal está conectada al disyuntor G, que está conectado al terminal de cable coaxial de la sección de alimentación izquierda a través del disyuntor G1 y está conectado al terminal de cable coaxial de la sección de alimentación derecha a través del disyuntor G2. El cable coaxial y la catenaria se tienden en paralelo. El lado primario del transformador de tracción TT_i está conectado en paralelo entre el conductor interior IC y el conductor exterior OC del cable coaxial, en el que está establecido el disyuntor W_i, mientras que el lado secundario del transformador de tracción TT_i está conectado en paralelo entre la catenaria T y el raíl R, siendo el terminal del transformador de tracción conectado al conductor interior IC del cable coaxial y el terminal del transformador de tracción conectado a la catenaria T terminales de puntos, indicados como *. Con el fin de facilitar el aislamiento y la reparación de averías de los transformadores de tracción TT_i y la catenaria T, se establecen un segmento eléctrico S_i, un disyuntor K_i, un disyuntor izquierdo K_{i1} y un disyuntor derecho K_{i2}, en los que el K_{i1} y el K_{i2} están conectados mediante el segmento eléctrico S_i de manera que la locomotora puede pasar a través del segmento eléctrico S_i sin perder el suministro de potencia. Los transformadores de tracción TT_i están distribuidos a lo largo del cable coaxial y la catenaria T con una distancia apropiada. Los dos transformadores de tracción adyacentes conectan el conductor interior del cable coaxial a la catenaria en paralelo y conectan el conductor exterior del cable coaxial al raíl en paralelo. La potencia para la locomotora eléctrica LC se suministra entre la catenaria T y el raíl R. La distancia entre dos transformadores de tracción adyacentes en una línea de ferrocarril electrificado es generalmente de más de 20 kilómetros, puede establecerse un poste de sección P_i para trazar una separación menor para el aislamiento y la reparación más fáciles de averías cuando la distancia es mayor, en el que i=1, 2,..., n y n es el número de transformadores de tracción a lo largo de una sección de alimentación.

La parte más allá de la subestación de tracción principal SS pertenece a la red eléctrica para su gestión, mientras que el sistema de ferrocarril gestiona la propia subestación de tracción principal SS y el sistema de suministro de potencia de cables coaxiales.

Los principios de funcionamiento de la invención se muestran de la siguiente manera: la potencia de la locomotora eléctrica LC entre la catenaria T y el raíl R se suministra principalmente por el transformador de tracción más cercano, cuya potencia se suministra a través del cable coaxial, que, a su vez, obtiene potencia de la subestación de tracción central que está conectada a la red eléctrica ABC.

ES 2 796 100 T3

- 5 Para una línea de ferrocarril electrificado, puede seleccionarse la red eléctrica de 220 kV como fuente de potencia externa para la entrada ABC de la subestación de tracción principal SS, y adaptaciones de cable coaxial de 110 kV con una catenaria de 27.5 kV. Para metro, tren ligero u otro tipo de transporte ferroviario urbano, puede seleccionarse la red eléctrica de 110 kV o 220 kV como fuente de potencia externa para la entrada ABC de la subestación de tracción principal SS, y puede elegirse un cable coaxial de 35 kV para una catenaria de 1.1~3.5 kV. Con el fin de potenciar la fiabilidad del suministro de potencia, puede establecerse un cable coaxial en un modo de espera del 100%. Otro enfoque es que dos cables coaxiales funcionen en paralelo y uno de los cables coaxiales estará completa o parcialmente fuera de servicio sólo durante el mantenimiento o una avería.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de suministro de potencia de cables coaxiales para suministrar potencia a locomotoras eléctricas (LC) de un ferrocarril electrificado que comprende unas subestaciones de tracción principales (SS), cables coaxiales, transformadores de tracción (TT), catenaria (T), raíles (R) y disyuntores (G, K, W), en el que se suministra potencia a las locomotoras eléctricas (LC) entre la catenaria (T) y el raíl (R);
- 10 comprendiendo el cable coaxial un conductor interior (IC), un aislante interior, un conductor exterior (OC) y un aislante exterior, y el esquema de conexión del transformador de tracción es un cableado monofásico, en el que:
- 15 la subestación de tracción principal (SS) está conectada al cable coaxial que es paralelo a la catenaria (T); el lado primario del transformador de tracción (TT_i) está conectado en paralelo entre el conductor interior (IC) y el conductor exterior (OC) del cable coaxial, mientras que el lado secundario del transformador de tracción (TT_i) está conectado en paralelo entre la catenaria (T) y el raíl (R), siendo el terminal del transformador de tracción (TT_i) conectado al conductor interior (IC) del cable coaxial y el terminal del transformador de tracción (TT_i) conectado a la catenaria
- 20 terminales de puntos; los transformadores de tracción (TT) distribuidos a lo largo de los cables coaxiales y la catenaria (T) con una distancia apropiada.
2. Sistema de suministro de potencia de cables coaxiales según la reivindicación 1, caracterizado por que: el nivel de tensión de los cables coaxiales es mayor que el de la catenaria (T).
- 25 3. Sistema de suministro de potencia de cables coaxiales según la reivindicación 1, caracterizado por que: se establecen un segmento eléctrico (S_i), un disyuntor (K_i), un disyuntor izquierdo (K_{i1}) y un disyuntor derecho (K_{i2}) en la catenaria (T), estando el (K_{i1}) y el (K_{i2}) conectados sobre el segmento eléctrico (S_i).
- 30 4. Sistema de suministro de potencia de cables coaxiales según la reivindicación 1, caracterizado por que: la distancia entre dos transformadores de tracción (TT_i) adyacentes es generalmente de más de 20 kilómetros, puede establecerse un poste de sección para trazar una separación menor para el aislamiento y la reparación más fáciles de averías cuando la distancia es mayor que 20 kilómetros, siendo $i=1, 2, \dots, n$ y n el número de transformadores de tracción a lo largo de una sección de alimentación.

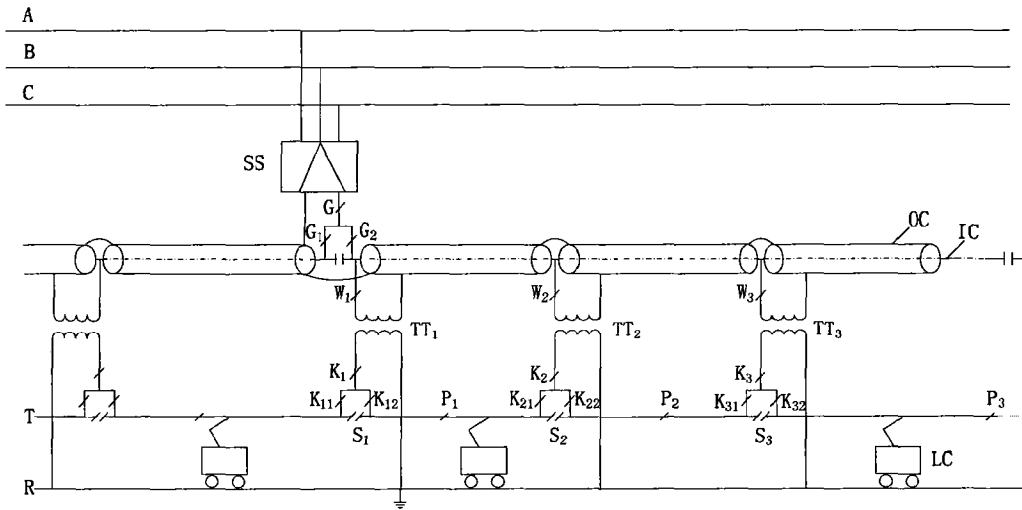


Fig. 1