

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 221**

51 Int. Cl.:

B60M 1/28 (2006.01)

B60M 3/00 (2006.01)

G01R 31/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2010 E 10707568 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.11.2014 EP 2389302**

54 Título: **Procedimiento de detección preventiva de defectos de contacto y de diagnóstico de su origen entre una línea de alimentación eléctrica y un órgano conductor móvil a lo largo de esa línea**

30 Prioridad:

26.01.2009 FR 0950448

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

05.02.2015

73 Titular/es:

**ALSTOM TRANSPORT TECHNOLOGIES (100.0%)
3, avenue André Malraux
92300 Levallois-Perret, FR**

72 Inventor/es:

**KLONOWSKI, THOMAS y
AUBIGNY, CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 528 221 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 de detección preventiva de defectos de contacto y de diagnóstico de su origen entre una línea de alimentación eléctrica y un órgano conductor móvil a lo largo de esa línea

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de detección preventiva y de diagnóstico del origen de defectos de contacto entre una línea de alimentación eléctrica de una infraestructura y un órgano fijo conductor de un material rodante, móvil a lo largo de la línea, produciéndose arcos eléctricos en caso de defecto de contacto entre la línea de alimentación eléctrica y el órgano conductor móvil.

10 En la técnica, es general el problema de detección preventiva y de diagnóstico de defectos de contacto entre una línea de alimentación y un órgano alimentado móvil por la línea. Con carácter general, este está vinculado a las cuestiones de mantenimiento preventivo y a la discriminación del material involucrado en el fallo con el fin de atribuir el defecto, bien sea a la infraestructura, o bien al órgano móvil.

15 Dentro del ámbito, más particular en las aplicaciones ferroviarias, de las líneas aéreas de contacto (LAC), el documento JP 02290746 describe un dispositivo que permite informar a la entidad explotadora de un desgaste ocasional del contacto pantógrafo-catenaria, con el fin de prevenir un accidente que puede llegar, en el caso de las LAC, hasta el arranque de la catenaria o la completa destrucción del pantógrafo.

20 Cabe recordar que los trenes interoperables, es decir, aptos para circular por líneas alimentadas con diferentes tensiones y/o intensidades, son alimentados por una catenaria o por un carril de alimentación, bien sea a una tensión alterna (generalmente 25 kV y 15 kV), o bien a una tensión continua (a partir de 750 V y hasta 3000 V), llevándose a cabo el retorno de corriente mediante el carril guiador de las ruedas.

25 Para evitar una caída de tensión demasiado intensa en la catenaria, se secciona esta en varios tramos. Estos tramos pueden alcanzar una longitud de 50 km para los trenes de alta velocidad (en alimentación alterna) y hasta 2 km para los tranvías (en alimentación continua). En cada extremo del tramo, siempre para evitar las caídas de tensión, una subestación de alimentación permite tener el mismo potencial al comienzo y al final de un tramo.

30 Una dificultad en la gestión de la alimentación eléctrica en el ámbito ferroviario radica en el intenso tráfico, caracterizado por un importante número de vehículos transitando por una vía, y en la longitud relativamente grande de la línea de alimentación eléctrica. Se plantea un problema de mantenimiento de la vía y de la línea de alimentación eléctrica, ya que el intenso tráfico desgasta mecánica y térmicamente la banda de contacto de la catenaria, así como los carriles.

35 Además, los tiempos de explotación diaria de estas vías son muy largos, más de 18 horas al día, lo cual tan sólo deja muy poco tiempo para encargarse del mantenimiento preventivo en grandes longitudes de carriles y de catenarias determinantes de las líneas de alimentación eléctrica.

40 Así, es deseable poder disponer de un procedimiento y de un dispositivo que permitan diagnosticar el origen de los defectos de contacto entre un órgano conductor móvil y la línea de alimentación, tan pronto como aparecen los primeros signos de deterioro, con el fin de permitir un mantenimiento preventivo eficaz y de un razonable coste. Esto también permite distinguir el desgaste de la línea de alimentación del desgaste del pantógrafo o del frotador.

45 Más en particular, la invención tiene por finalidad proporcionar un procedimiento que permite determinar la posición, durante el funcionamiento, de defectos de contacto y su origen, entre una línea de alimentación eléctrica de red ferroviaria con un órgano de contacto móvil, defectos estos que son debidos especialmente al desgaste.

50 A tal efecto, la invención tiene por objeto, en primer lugar, un procedimiento de detección preventiva y de diagnóstico del origen de defectos de contacto entre una línea de alimentación eléctrica de una infraestructura y un órgano fijo conductor de un material rodante, móvil a lo largo de la línea, produciéndose arcos eléctricos en caso de defecto de contacto entre la línea de alimentación eléctrica y el órgano conductor móvil, caracterizado por el hecho de comprender las etapas consistentes en:

- 55
- detectar dichos arcos eléctricos,
 - localizar los arcos eléctricos detectados,
 - 60 - determinar la frecuencia de incidencia de los arcos eléctricos detectados, y
 - deducir el origen de los defectos de contacto a partir de la localización y de las frecuencias de incidencia de dichos arcos eléctricos, determinando la responsabilidad de la infraestructura fija y del material rodante en la causa del defecto, siendo llevado a la práctica el procedimiento por medios de procesamiento informáticos.
- 65

En un modo particular de puesta en práctica, la invención incorpora una o varias de las siguientes características:

- la etapa de detección de dichos arcos eléctricos comprende la detección de las señales acústicas emitidas por dichos arcos eléctricos;
- 5 - la etapa de detección de dichos arcos eléctricos comprende la detección de las señales eléctricas emitidas por dichos arcos eléctricos;
 - la detección de dichas señales se efectúa mediante análisis frecuencial;
- 10 - el análisis frecuencial es un análisis por ondículas;
 - el análisis por ondículas es un análisis por ondículas discretas;
- 15 - la localización de los arcos eléctricos detectados se efectúa a partir de la desviación de tiempo entre el instante de detección de dichas señales eléctricas y el instante de detección de dichas señales acústicas;
 - el procedimiento se aplica en el diagnóstico del estado de contacto entre una catenaria de red ferroviaria, respectivamente un carril de vía férrea, y la banda de contacto de un pantógrafo de vehículo ferroviario, respectivamente una rueda de vehículo ferroviario;
- 20 - al menos la etapa de detección de los arcos eléctricos se efectúa en el lugar de ubicación de una subestación de alimentación;
 - la etapa de localización de los arcos eléctricos sobre un tramo de catenaria se efectúa a partir de las dos subestaciones que alimentan dicho tramo.
- 25 La invención tiene asimismo por objeto un producto de programa de ordenador, que comprende un juego de instrucciones aptas para la puesta en práctica de un procedimiento tal y como se ha descrito anteriormente, cuando es ejecutado por una unidad de procesamiento informático.
- 30 La invención tiene asimismo por objeto un equipo de detección preventiva y de diagnóstico del origen, para la puesta en práctica de un procedimiento caracterizado por el hecho de comprender:
 - 35 - medios de detección de dichos arcos eléctricos,
 - medios de localización de los arcos eléctricos detectados,
 - medios de determinación de la frecuencia de incidencia de los arcos eléctricos detectados y
- 40 - medios de procesamiento informático para deducir el origen de los defectos de contacto a partir de la localización y de las frecuencias de incidencia de dichos arcos eléctricos, determinando la responsabilidad de la infraestructura y del material rodante en la causa del defecto.
- 45 La invención tiene asimismo por objeto un tramo de línea y un vehículo a propósito para la puesta en práctica del procedimiento.
- 50 Se describirá ahora, a título de ejemplo no limitativo, un modo particular de realización de la invención, haciendo referencia a los dibujos esquemáticos que se acompañan, en los cuales:
 - 55 - la figura 1 ilustra, a título de ejemplo de causa de defecto de contacto entre una catenaria y un pantógrafo, una fatiga del pantógrafo;
 - la figura 2 ilustra, a título de ejemplo de defecto entre una catenaria y un pantógrafo, un asiento de la vía;
 - 60 - la figura 3 ilustra, a título de ejemplo de defecto entre una catenaria y un pantógrafo, una catenaria distendida;
 - la figura 4 representa la evolución en función del tiempo de la tensión y de la corriente durante un arco eléctrico;
 - las figuras 5 y 6 representan respectivamente la firma de la corriente en una fase y de la tensión entre dos fases durante la existencia de un arco eléctrico sobre una línea de alimentación alimentada con una corriente alterna;
 - 65 - la figura 7 es un esquema de conjunto de un equipo de diagnóstico según la invención;
 - la figura 8 es un organigrama de funcionamiento de una unidad de procesamiento informático para la puesta en práctica del procedimiento según la invención;

- la figura 9 ilustra la sincronización entre la detección tiempo-frecuencia del arco a las señales tensión-corriente y la detección sonora; y

5 - la figura 10 es una vista esquemática de una unidad motora equipada para el diagnóstico mediante puesta en práctica de un procedimiento según la invención.

El procedimiento que va a describirse se aplica en los defectos de contacto entre un órgano de contacto, a saber, un pantógrafo, y una catenaria, determinantes de una línea de alimentación eléctrica para un tren.

10 De manera más general, el procedimiento es asimismo de aplicación en el contacto entre la rueda y el carril y en el contacto entre un patín seguidor y un carril de alimentación específico determinantes de la línea de alimentación. Así, el procedimiento es de aplicación en cualquier contacto entre un órgano de contacto y una línea de alimentación portadora del contacto.

15 En un sistema de alimentación eléctrica de una red ferroviaria, es decir, en niveles de media tensión, el comienzo de un fallo, ya sea este en la catenaria, el carril, las ruedas del tren, el pantógrafo, el frotador, tiene, en funcionamiento, una repercusión inmediata sobre el contacto. Al paso del vehículo se origina entonces un arco eléctrico. Este arco existe incluso antes de manifestarse el defecto o el fallo e impone una intervención. Por lo tanto, es posible, a partir del seguimiento de los arcos eléctricos, desarrollar un mantenimiento preventivo.

20 Se ilustrará este particular en tres casos de fallo haciendo referencia a las figuras 1, 2 y 3.

En la figura 1, se ve un vehículo ferroviario 1 provisto de un pantógrafo 2 que le permite captar la corriente eléctrica de una catenaria 3.

25 La parte izquierda de la figura representa el caso normal en el que los dispositivos de atirantado del pantógrafo funcionan debidamente. En la parte derecha de la figura, por el contrario, estos sistemas están defectuosos como consecuencia de la fatiga debida, por ejemplo, a las vibraciones, de modo que se producen despegues generadores de arcos eléctricos. Se comprende que tales despegues y los arcos resultantes tienen una incidencia tanto más frecuente cuanto más serio es el fallo del pantógrafo y que estos se producen en la línea en ubicaciones aleatorias.

El caso de la figura 2 es el de un asiento 4 de la vía 5.

35 Al igual que anteriormente, la parte izquierda de la figura representa el caso normal. En la parte derecha, el asiento 4 produce un despegue del pantógrafo si la velocidad del tren es suficiente y, por lo tanto, un arco eléctrico. En este caso, el arco se produce una sola vez al paso de prácticamente todos los pantógrafos. Por otro lado, está perfectamente localizado.

El caso de la figura 3 es el de una catenaria distendida 3.

40 La parte derecha de la figura representa la parte delantera del vehículo ferroviario. La parte izquierda, la trasera del vehículo. En caso de que esté distendida la catenaria, la velocidad del tren y la presión de contacto del pantógrafo sobre la catenaria hacen que esta última oscile, con la consiguiente existencia de un arco eléctrico entre el pantógrafo de la unidad motora de cola y la catenaria.

45 Por lo tanto, se puede establecer una tipología de los arcos eléctricos en función de su localización, de su frecuencia de incidencia y de su origen. La tabla que sigue da un ejemplo de ello.

TABLA 1

Origen: del tipo de fallo	Incidencia del arco eléctrico	Situación espacial	Responsabilidad
Fatiga pantógrafo	Muchas veces	No localizado	Material rodante
Asiento de la vía	Raras veces	Lugar preciso del asiento	Infraestructura
Catenaria distendida o cizallada	Muchas veces en poco tiempo (rebote del pantógrafo en la catenaria)	Muy bien localizado entre dos puntos de suspensión de la catenaria	Infraestructura
Rueda desgastada	Muchas veces con una repetición con el tiempo (a la frecuencia de giro de la rueda)	No localizado	Material rodante

Electroerosión del pantógrafo (deformación del punto de contacto pantógrafo-catenaria)	Muchas veces con una frecuencia identificada	No localizado	Material rodante
Desajuste del accionador del pantógrafo	Muchas veces	No localizado	Material rodante

5 El procedimiento según la invención prevé que, si se detectan los arcos eléctricos entre un órgano de contacto y una línea de alimentación ferroviaria por donde transita un vehículo alimentado por esa línea, se localizan esos arcos y se analiza su frecuencia de incidencia, se puede inferir, con una gran probabilidad, el origen del defecto, es decir, el tipo de fallo real o futuro que provoca esos arcos. Este diagnóstico es independiente del nivel de la corriente y de la tensión, así como de la naturaleza de las señales (alternas o continuas), en la línea de alimentación. Estas diferentes etapas se llevan a cabo preferentemente mediante ordenador.

10 Para la detección y el análisis del arco, se sabe que un arco eléctrico es, por naturaleza, un fenómeno no lineal y aperiódico tal como puede verse en los oscilogramas de la figura 4, cuyo eje de abscisas representa el tiempo.

15 En el oscilograma de la parte superior, se ve la tensión 6 generada por un arco con la apertura de un disyuntor en función del tiempo, en el oscilograma de la parte baja, la onda de corriente 7. En el máximo de la corriente, en 10, se da la creación del arco que se detecta por una rápida variación de la tensión (fuerte dv/dt) y, en la anulación de la corriente, en 11, se da extinción del arco eléctrico.

En la catenaria nos encontramos con esta no linealidad debida al arco, pero con diferentes firmas ilustradas en las figuras 5 y 6.

20 En la figura 7 se ve un ejemplo (las referencias son las mismas que en las figuras 1 y 2) de una instalación que permite la puesta en práctica del procedimiento según la invención.

25 Las detecciones eléctricas y acústicas de los arcos se efectúan a partir de dos subestaciones 20 y 21 que alimentan el tramo de red correspondiente a la catenaria 3 a partir de una red general de alta tensión 22.

A tal efecto, dispuestos próximos a la catenaria 3 en cada una de las subestaciones, se hallan unos sistemas de adquisición sonora, tales como sensores acústicos, que están unidos con medios de procesamiento informático 24 por mediación de convertidores analógico/digital 25.

30 Igualmente, unos sensores eléctricos 26 se hallan unidos a los medios 24 mediante convertidores analógico/digital 27.

35 Los medios 24 efectúan la detección de la presencia de un arco y la localización de dicho arco, tal y como se describe más adelante en la descripción.

40 El hecho de disponer de dos sistemas de adquisición sonora 23 y dos sensores eléctricos 26 en un mismo tramo de catenaria permite localizar más exactamente, de manera espacial, la presencia del arco eléctrico, proveyendo una redundancia de las firmas sonoras y eléctricas del arco. Esto permite reducir la imprecisión de la localización del arco debida, por ejemplo, a fenómenos de reflexión.

Con objeto de determinar de manera precisa el instante y el lugar donde ha tenido lugar un arco eléctrico y su repetitividad, el análisis espacial de las señales acústicas debe estar sincronizado al análisis tiempo-frecuencia de las señales tensión-corriente.

45 Al ser claramente más rápida (270 000 km/s) la velocidad de propagación de la firma eléctrica del arco hasta los sensores de la celda de subestación que la velocidad de propagación del sonido (3350 m/s), se toma como momento de referencia, para cada subestación, el instante de detección de la firma eléctrica del arco. En virtud del retardo τ de las señales sonoras con relación a ese momento de referencia, se determina el lugar preciso donde se ha producido el arco eléctrico teniendo en cuenta la velocidad de propagación del sonido. El retardo $\Delta\tau$ de la adquisición de la firma sonora del arco entre los dos sistemas de adquisición sonora permite incrementar la precisión de la localización espacial del arco eléctrico.

55 En la figura 8 se ilustra el procedimiento detallado. Este se pone en práctica mediante medios de procesamiento informático previstos en una estación de alimentación.

Los medios de procesamiento informático de cada estación detectan, en 40, las señales eléctricas producidas por un arco eléctrico.

Para tal fin, se efectúa un análisis de la señal eléctrica.

Dado el carácter furtivo y no lineal de un arco eléctrico, para la etapa de detección 40 del instante de llegada de la señal eléctrica se utilizan, preferentemente, procedimientos de análisis frecuencial para reconocer su firma.

- 5 El análisis de Fourier no es, *a priori*, el procedimiento mejor adaptado, por cuanto que su utilización requiere en principio conocer la totalidad del histórico de la señal que va a analizarse, y que su resultado es una práctica imposibilidad de discernir el intervalo de tiempo en el que ha tenido lugar un fenómeno particular.

10 El análisis de Fourier a corto plazo habilita la percepción de fenómenos inestables en el tiempo. En cambio, la ventana de análisis de la señal es fija en frecuencia y se impone, por tanto, un compromiso entre la detección de fenómenos de bajas y de altas frecuencias. Adicionalmente, la transformación inversa de la señal es muy compleja, con pérdida de la fase de la señal entre dos ventanas de análisis.

15 El análisis por ondículas continuas se efectúa sobre una banda espectral frecuencial muy extensa, según la elección de la ondícula de comparación, que depende, por tanto, de las señales que se quiere detectar. Desde el punto de vista de su puesta en práctica, este procedimiento es relativamente exigente de espacio informático de respaldo.

20 El análisis por ondículas discretas es más rápido que por ondículas continuas, pero la reconstrucción de la señal es menos precisa.

Un experto en la materia sabrá escoger en cada caso el procedimiento de análisis más adecuado. Si se utiliza un análisis por ondículas discretas, la elección de una ondícula para una aplicación particular tendrá en cuenta las propiedades de estas últimas:

- 25 • La ortogonalidad: las propiedades geométricas de las ondículas ortogonales son importantes, ya que facilitan la transformación de la señal. El cálculo de cada coeficiente de ondícula tan sólo precisa de un producto escalar y se mantiene independiente del cálculo de los demás coeficientes de la transformada.

30 La transformación ortogonal permite una resolución de ecuación fácil y rápida, pero con el riesgo de perder información, teniendo presente que esta no está codificada más que en un sólo coeficiente y en ninguna otra parte.

- 35 • La rapidez de análisis: es preferible que las ondículas se construyan no por fórmula analítica, sino por iteraciones sucesivas, lo cual permite aplicar solamente una operación sobre el último resultado obtenido y no sobre la totalidad de la señal.

• El soporte de la ondícula: la ondícula tiene que decrecer rápidamente hacia 0 cuando el tiempo tiende a infinito.

• El número de momentos nulos: cuanto más oscila la ondícula, más momentos nulos posee. Los momentos nulos están definidos por $\int_R t^j \psi(t) dt = 0$ con $j = 0, \dots, k$ cuando la ondícula posee $k + 1$ momentos nulos.

40 Tal como es en sí conocido, la transformada por ondículas discretas, que es el procedimiento de análisis preferido, de la señal eléctrica ilustrada en la gráfica 30 de la figura 9 produce un escalograma tal y como se ilustra y designa por la referencia 31.

45 Esta figura corresponde a la existencia de una descarga eléctrica denominada "impulso de Trichel" en señales de corriente y de tensión alternas de 200 V. En esta figura, en 30, está representada la corriente eléctrica medida en uno de los sensores.

50 En ordenadas de ese escalograma 31 se encuentra la imagen de la ventana de análisis de la señal que va de 10 a 1. Cuanto más elevado sea el nivel, más comprimida estará la ondícula analizando entonces "pseudofrecuencias" elevadas. En este ejemplo, la frecuencia de muestreo es de 1 Mhz, de modo que existe una equivalencia entre el coeficiente de dilatación y la frecuencia.

55 En este ejemplo, los coeficientes de ondícula bastante elevados se identifican mediante colores claros. Estos coeficientes se encuentran en la tensión y la corriente en los niveles 6 y 4 representados mediante átomos blancos. Estos átomos aparecen exactamente al comienzo y al final del fenómeno de descarga. Se puede en lo sucesivo tomar estos valores y definir umbrales, si se sobrepasan esos umbrales, se podrá considerar entonces que nos hallamos en presencia de descarga eléctrica en un mazo de cableado y prever, por tanto, un programa de mantenimiento adecuado antes del fallo completo.

60 El arco eléctrico y el instante de ocurrencia del arco son identificados por el primer átomo blanco 37 de coeficiente de dilatación de orden 6 en el escalograma 31 de la figura 9.

En lo que a la localización del arco se refiere ahora, es difícil localizar por anticipado un fallo mediante

procedimientos de tipo "ecometría" enviando una onda eléctrica por un tramo de red. En efecto, tal operación podría dañar los circuitos electrónicos de un tren circulante alimentado por esa red y los sistemas de seguridad de vías. Adicionalmente, esa señal eléctrica quedaría ahogada en la señal de corriente eléctrica que consumen los trenes que circulan por el mismo tramo.

5 Por lo tanto, es preferible detectar las señales acústicas emitidas por los arcos eléctricos. Estas señales, en efecto, pueden tener una amplitud muy intensa y se benefician adicionalmente de la muy buena propagación de una onda sonora en el cobre de la línea de alimentación.

10 La detección de las señales acústicas desarrollada en la etapa 41 se efectúa preferentemente por análisis frecuencial, utilizando los criterios de elección anteriormente expuestos para la detección de las señales eléctricas.

La amplitud de las señales sonoras recogida por los medios de adquisición sonora 23 está representada en la figura 9, en 32 y 33. En 34, se ve el inicio de la firma eléctrica de un arco eléctrico y, en 35 y 36, el inicio de su firma acústica tal y como es recogida por los dos sistemas de adquisición sonora en las dos subestaciones.

15 La localización del arco detectado se realiza a continuación en la etapa 42, determinando la desviación de tiempo entre la detección de las señales eléctricas y la detección de las señales acústicas efectuadas en las etapas 40 y 41, habida cuenta de que la velocidad del sonido en el cobre es de 3350 m/s a una temperatura ambiente de 25 °C.

20 Así, desde cada estación 20, 21 y para cada arco eléctrico, la posición se determina y memoriza en la etapa 42 considerando que el arco eléctrico se ha originado a una distancia de la estación igual a:

$$d = \frac{V_s V_e}{V_e - V_s} (t_s - t_e)$$

25 donde:

V_s es la velocidad del sonido en el material constitutivo de la catenaria

30 V_e es la velocidad de propagación de la señal eléctrica

t_s es el instante de detección de la onda acústica

35 t_e es el instante de detección de la señal eléctrica V_s

en primera aproximación como $V_e \gg V_s$

d se estima a $d = V_s(t_s - t_e)$.

40 Se determinan así dos valores, d_1 y d_2 , de distancias desde cada una de las estaciones 20, 21. El valor seleccionado para la memorización de la posición del arco es, por ejemplo, la posición intermedia entre los dos puntos que distan d_1 y d_2 de las dos estaciones.

45 Las etapas 40 a 42 se reproducen para un gran número de arcos eléctricos detectados en la línea en la circulación de uno o varios trenes.

Se memoriza cada una de las posiciones de los arcos detectados y su instante de ocurrencia.

50 Las incidencias de los arcos detectados se calculan en la etapa 43.

El origen del o de los defectos actuales o futuros se efectúa en la etapa 44 a partir de la parrilla de decisión expuesta en la tabla 1 basándose en la posición de los arcos detectados y en la frecuencia de incidencia de los arcos, en puntos determinados o aleatoriamente a lo largo de la línea.

55 En concreto, la deducción del origen comprende la determinación de la responsabilidad de la infraestructura y del material rodante en la causa del defecto.

60 El procedimiento que en esta memoria se describe permite, a partir del resultado obtenido, cubrir un mantenimiento preventivo conociendo los elementos sobre los cuales debe recaer el mantenimiento. Al no tener que implantarse en los vehículos ningún equipo específico, el procedimiento es particularmente cómodo en su puesta en práctica.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de detección preventiva y de diagnóstico del origen de defectos de contacto entre una línea de alimentación eléctrica (3) de una infraestructura y un órgano fijo conductor (2) de un material rodante, móvil a lo largo de la línea (3), produciéndose arcos eléctricos en caso de defecto de contacto entre la línea de alimentación eléctrica (3) y el órgano conductor móvil (2), comprendiendo el procedimiento las etapas consistentes en:
- 5
- detectar dichos arcos eléctricos (40, 41),
- 10
- localizar (42) los arcos eléctricos detectados, y
- determinar (43) la frecuencia de incidencia de los arcos eléctricos detectados;
- 15
- caracterizado porque comprende una etapa consistente en deducir (44) el origen de los defectos de contacto a partir de la localización y de las frecuencias de incidencia de dichos arcos eléctricos, determinando la responsabilidad de la infraestructura fija y del material rodante en la causa del defecto, siendo llevado a la práctica el procedimiento por medios de procesamiento informáticos.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa de detección de dichos arcos eléctricos comprende la detección (41) de las señales acústicas emitidas por dichos arcos eléctricos.
- 20
3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que la etapa de detección de dichos arcos eléctricos comprende la detección (40) de las señales eléctricas emitidas por dichos arcos eléctricos.
- 25
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, en el que la detección de dichas señales se efectúa mediante análisis frecuencial.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que el análisis frecuencial es un análisis por ondículas.
- 30
6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que el análisis por ondículas es un análisis por ondículas discretas.
7. Procedimiento según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que la localización de los arcos eléctricos detectados se efectúa a partir de la desviación de tiempo (τ) entre el instante de detección de dichas señales eléctricas y el instante de detección de dichas señales acústicas.
- 35
8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, aplicado en el diagnóstico del estado de contacto entre una catenaria de red ferroviaria (3), respectivamente un carril de vía férrea (5), y la banda de contacto de un pantógrafo (2) de vehículo ferroviario (1), respectivamente una rueda de vehículo ferroviario.
- 40
9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que al menos la etapa de detección de los arcos eléctricos se efectúa en el lugar de ubicación de una subestación de alimentación (20, 21).
10. Procedimiento según el conjunto de las reivindicaciones 7 y 9, en el que la etapa de localización de los arcos eléctricos sobre un tramo de catenaria se efectúa a partir de las dos subestaciones que alimentan dicho tramo.
- 45
11. Producto de programa de ordenador, caracterizado por el hecho de que comprende un juego de instrucciones aptas para la puesta en práctica del procedimiento según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, cuando es ejecutado por una unidad de procesamiento informático.
- 50
12. Equipo de detección preventiva y de diagnóstico del origen, para la puesta en práctica de un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende:
- medios de detección (23, 24, 25, 26, 27; 66) de dichos arcos eléctricos,
- 55
- medios de localización (23, 24, 25, 26, 27; 68) de los arcos eléctricos detectados,
- medios de determinación (23, 24, 25, 26, 27; 70) de la frecuencia de incidencia de los arcos eléctricos detectados;
- 60
- caracterizado porque comprende:
- medios de procesamiento informático para deducir (23, 24, 25, 26, 27; 70) el origen de los defectos de contacto a partir de la localización y de las frecuencias de incidencia de dichos arcos eléctricos, determinando la responsabilidad de la infraestructura y del material rodante en la causa del defecto.
- 65
13. Tramo de línea equipado con una línea de alimentación eléctrica (3) y con al menos una subestación de alimentación de la línea de alimentación eléctrica (3), caracterizado porque la subestación incorpora un equipo

según la reivindicación 12.

5 14. Vehículo ferroviario que incorpora al menos los medios de detección de los arcos eléctricos (66) y medios de localización de los arcos eléctricos (68) por geoposicionamiento por satélite del vehículo del equipo según la reivindicación 12.

15. Vehículo ferroviario según la reivindicación 14, caracterizado porque incorpora un equipo según la reivindicación 12.

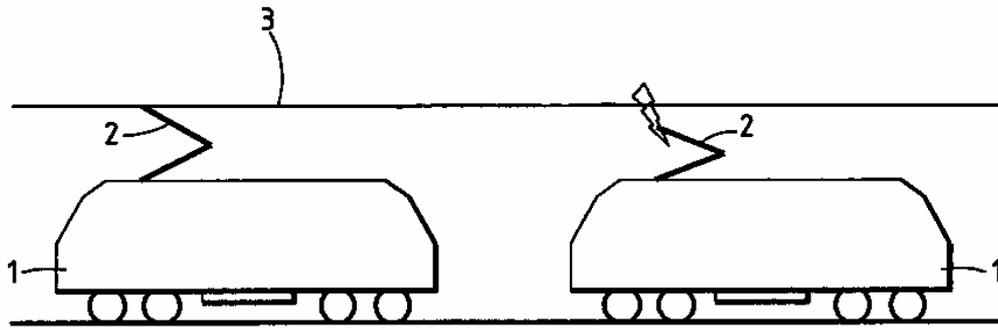


FIG. 1

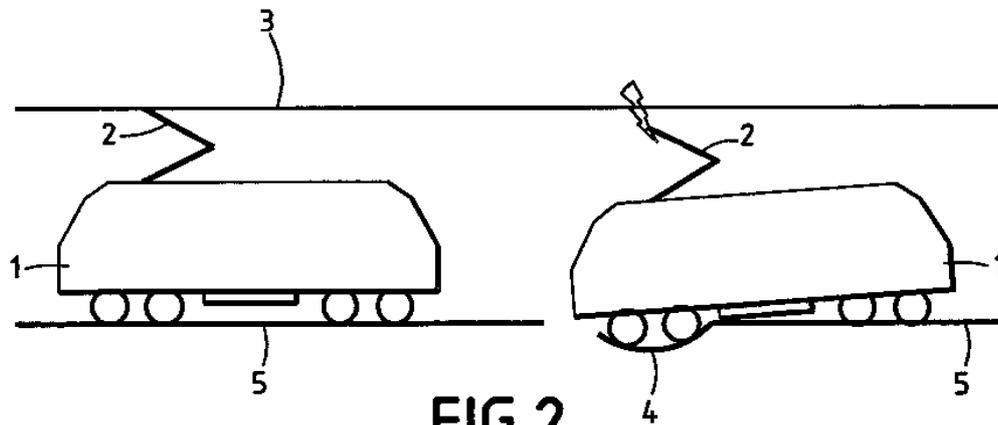


FIG. 2

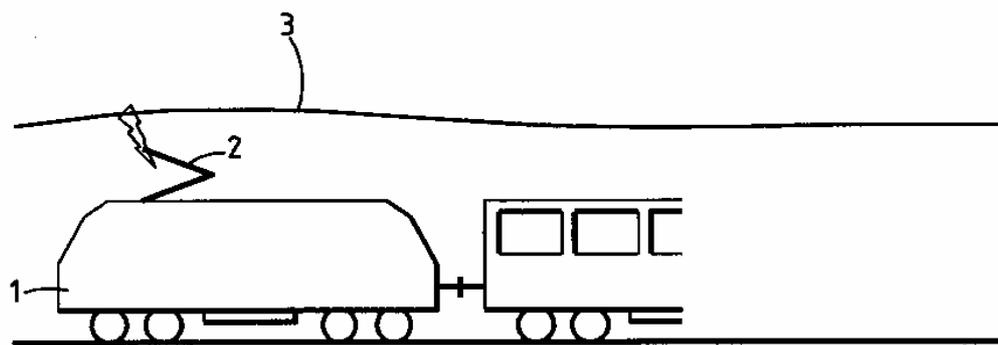


FIG. 3

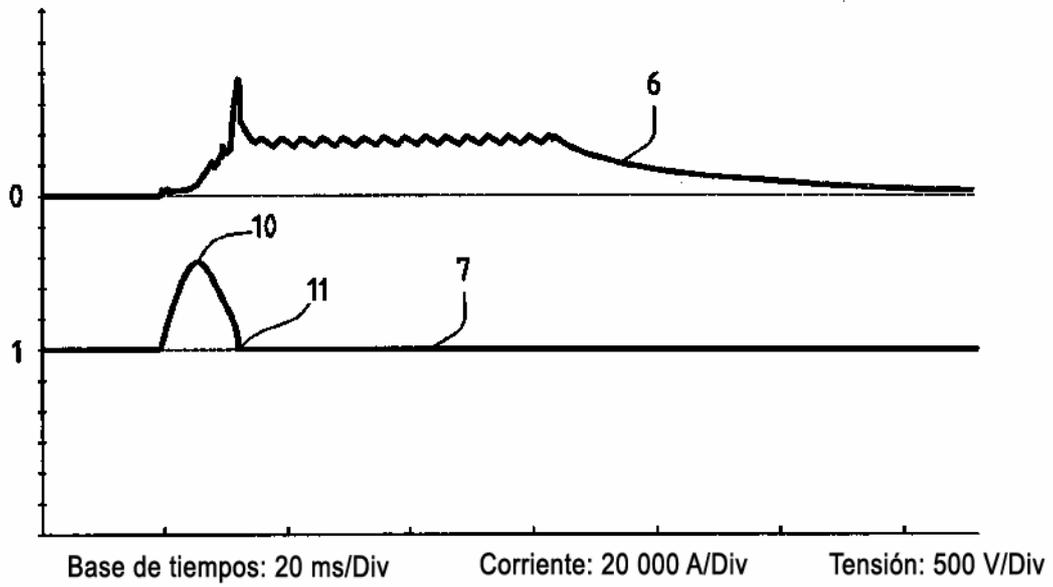


FIG.4

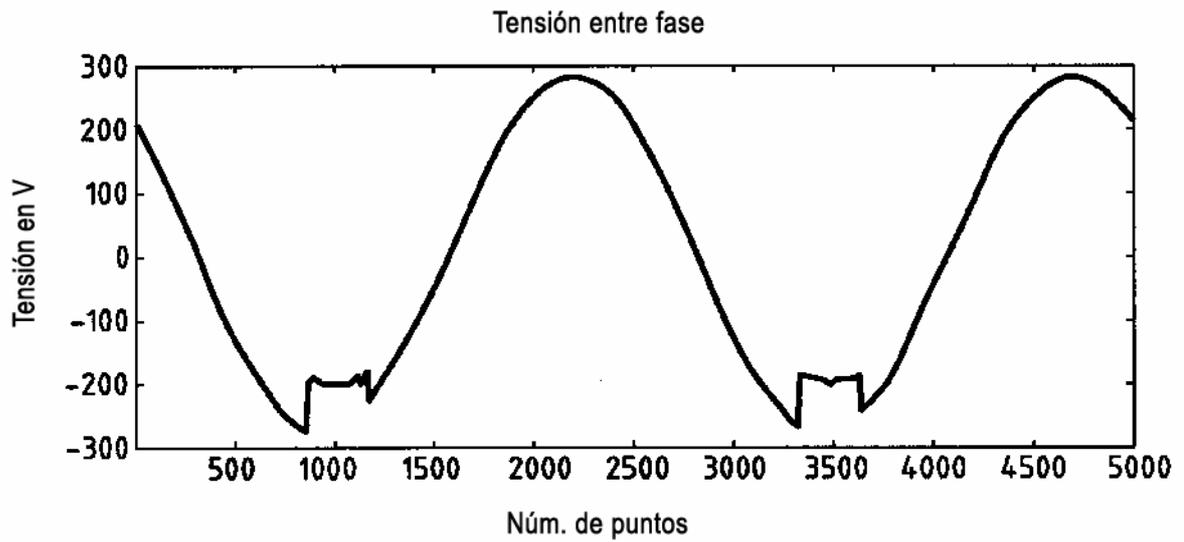


FIG.5

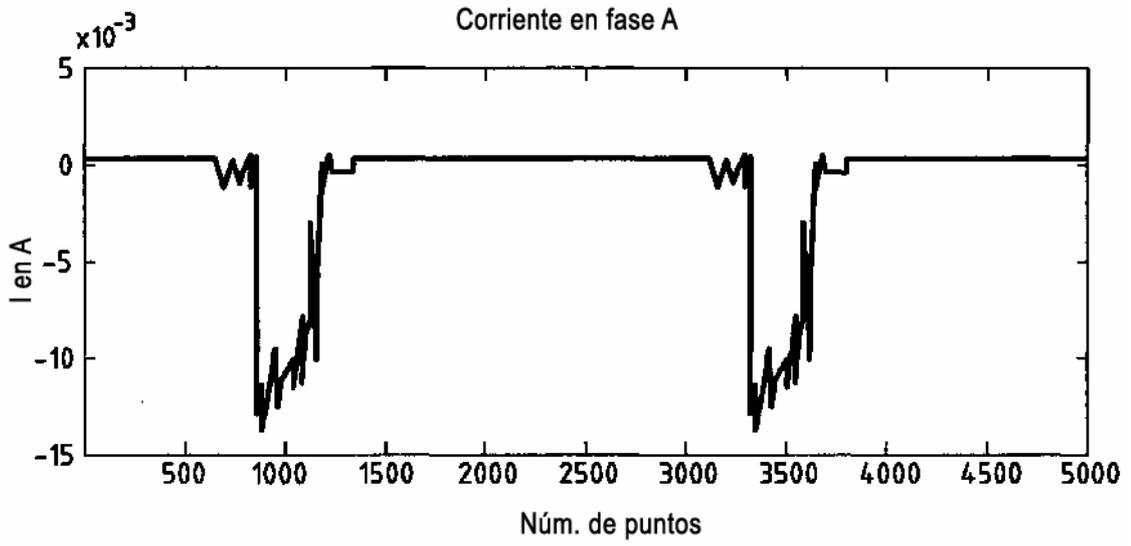


FIG.6

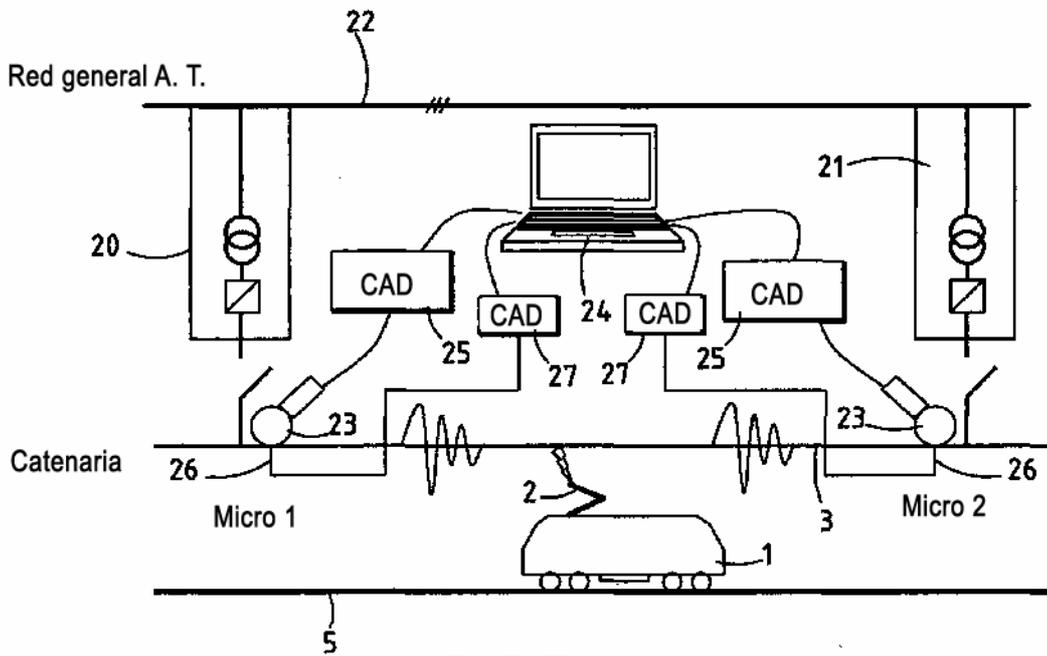


FIG.7

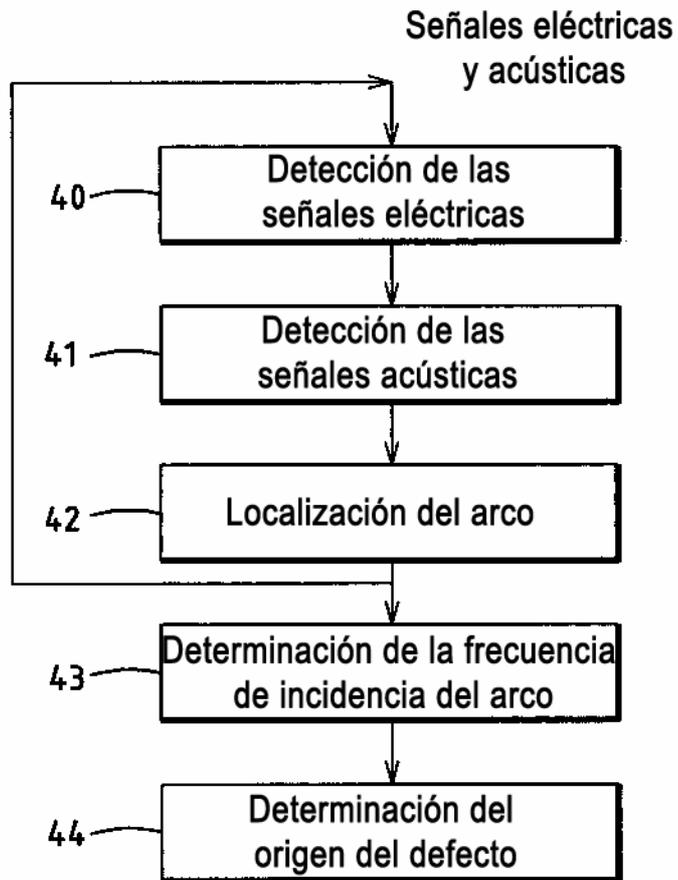


FIG.8

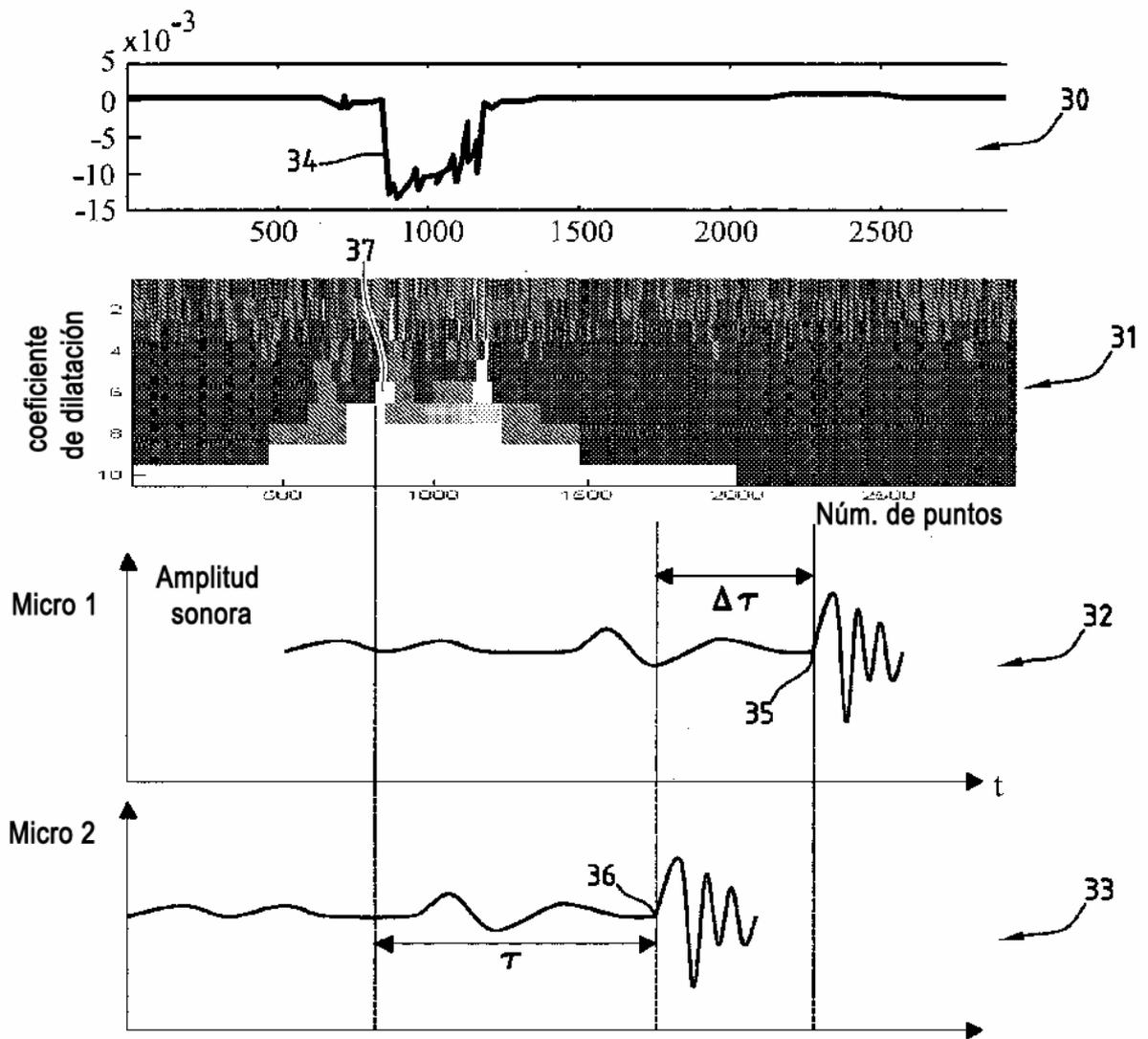


FIG.9

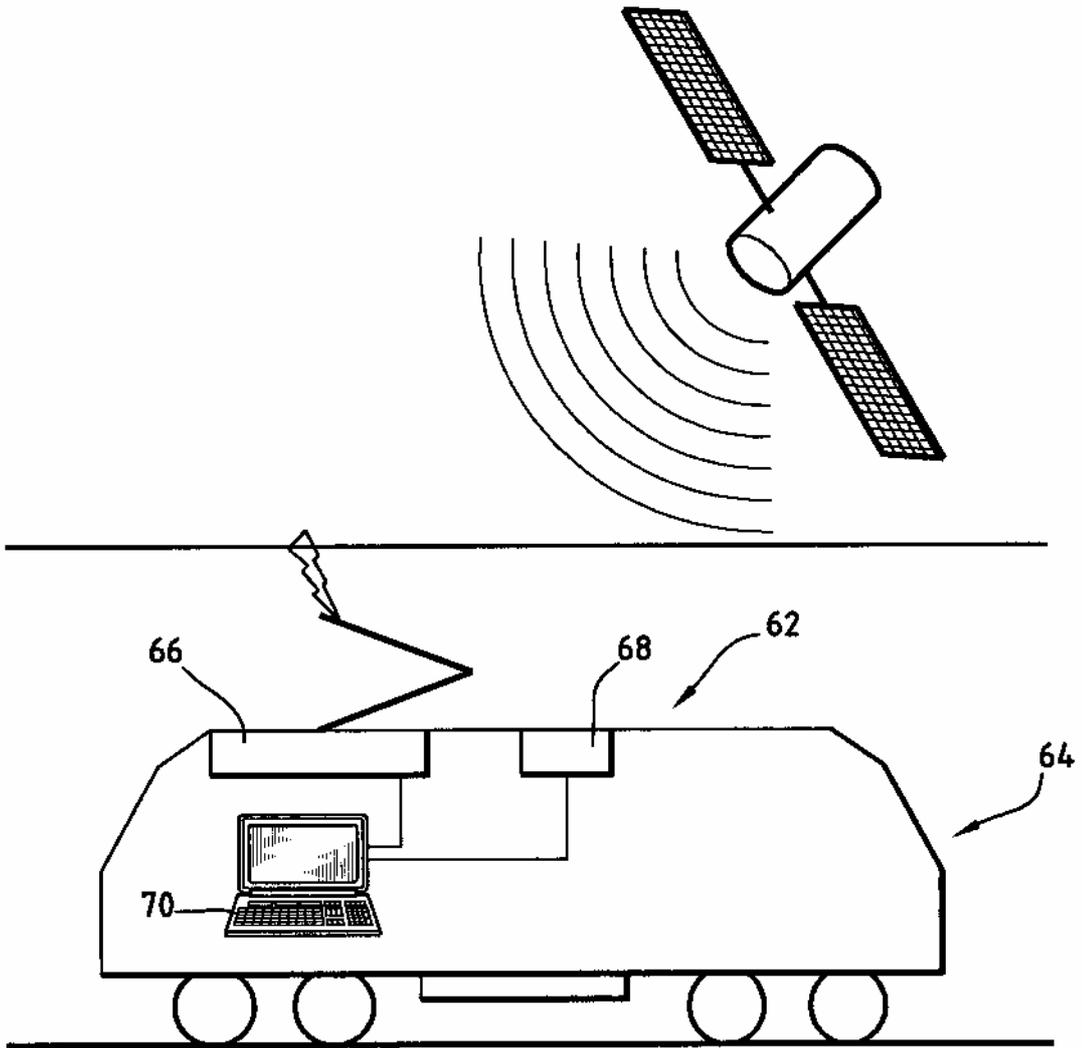


FIG.10