

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 944 443**

51 Int. Cl.:

**G01R 22/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2019 E 19183186 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2023 EP 3588104**

54 Título: **Método de detección de un fallo en la alimentación eléctrica de un vehículo**

30 Prioridad:

**29.06.2018 FR 1855929**

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

**21.06.2023**

73 Titular/es:

**ALSTOM TRANSPORT TECHNOLOGIES (100.0%)  
48, rue Albert Dhalenne  
93400 Saint-Ouen, FR**

72 Inventor/es:

**MUSSET, SÉBASTIEN y  
DUBAN, PATRICK**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 944 443 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**

Método de detección de un fallo en la alimentación eléctrica de un vehículo

5 La presente invención concierne a un método de detección de un fallo en la alimentación eléctrica de un vehículo. La invención concierne igualmente a un vehículo adaptado para implementar este método.

10 Se conocen vehículos ferroviarios de tracción eléctrica que son aptos para funcionar tanto en zonas provistas de una línea de alimentación eléctrica, tal como una catenaria o un tercer carril, como en zonas que están desprovistas de tal línea de alimentación eléctrica. Para ello, estos vehículos ferroviarios comprenden típicamente un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica, que incluye baterías de acumuladores o supercondensadores. El dispositivo de almacenamiento facilita al vehículo la energía eléctrica necesaria para funcionar en las zonas desprovistas de línea de alimentación eléctrica. Estos vehículos ferroviarios comprenden igualmente un dispositivo de recogida, como un pantógrafo o un patín, para recoger una corriente eléctrica de la línea de alimentación eléctrica. Cuando el vehículo está en una zona provista de una línea de alimentación eléctrica, el dispositivo de recogida permite alimentar eléctricamente al vehículo y/o recargar el dispositivo de almacenamiento.

20 Sin embargo, existe un riesgo de que, en particular en caso de fallo o de mala regulación del dispositivo de almacenamiento de energía, el dispositivo de recogida sea atravesado por una corriente eléctrica que supere los límites admisibles. Tal situación puede producirse cuando el dispositivo de almacenamiento de energía se descarga inyectando una corriente eléctrica a la línea de alimentación eléctrica a través del dispositivo de recogida cuando el vehículo no se encuentra en un estado que permita tal descarga. Tal situación puede producirse igualmente cuando el dispositivo de almacenamiento de energía se carga tomando una corriente eléctrica de la línea de alimentación eléctrica a través del dispositivo de recogida cuando el vehículo no se encuentra en un estado que permita tal carga.

25 Por ejemplo, la corriente que pasa a través del dispositivo de recogida puede presentar una intensidad demasiado elevada durante una duración demasiado larga. Esto conduce generalmente a un calentamiento excesivo del dispositivo de recogida y/o de la línea de alimentación eléctrica, lo que puede conducir a una degradación o incluso a una destrucción del dispositivo de recogida y/o de la línea de alimentación eléctrica. Un estado de la técnica pertinente está divulgado en el documento US2017/124783.

30 Son estos inconvenientes los que la invención pretende remediar más particularmente proponiendo un método de detección de un fallo en la alimentación eléctrica de un vehículo.

35 Las características esenciales de la invención se divulgan en las reivindicaciones independientes 1 y 6. Los modos de realización de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

40 La invención se comprenderá mejor y otras ventajas de la misma aparecerán más claramente a la luz de la descripción que sigue de un modo de realización de un método de detección de un fallo en la alimentación eléctrica de un vehículo ferroviario dada únicamente a modo de ejemplo y hecha con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- La figura 1 es un esquema sinóptico de un vehículo ferroviario según un modo de realización de la invención;
- la figura 2 es un diagrama de flujo de un método de detección de un fallo en la alimentación eléctrica del vehículo ferroviario, según un modo de realización de la invención;
- 45 - las figuras 3 y 4 son diagramas de flujo que ilustran métodos complementarios de detección de un fallo, según modos de realización adicionales de la invención.

50 La figura 1 representa un vehículo eléctrico 2 que comprende una cadena de tracción eléctrica 4, equipos eléctricos auxiliares 6, un dispositivo de captura 8 para recoger una corriente eléctrica de una línea de alimentación exterior 10 y un dispositivo de almacenamiento de energía 12.

55 Según modos de realización preferidos, el vehículo 2 es un vehículo ferroviario, y más especialmente un vehículo de transporte urbano, por ejemplo un tranvía o un metro o un tren de pasajeros. Según otras variantes, el vehículo 2 es un vehículo eléctrico de carretera, tal como un trolebús.

La cadena de tracción 4 comprende al menos un motor eléctrico apto para poner en movimiento el vehículo 2 cuando el mismo es alimentado eléctricamente.

60 Los equipos eléctricos auxiliares 6 incluyen por ejemplo uno o varios de un sistema de iluminación, un sistema de señalización ferroviaria, un sistema de climatización y/o de calefacción, o incluso un sistema de información a los viajeros. Todos o parte de estos equipos auxiliares 6 pueden ser omitidos.

65 El dispositivo de captura 8, denominado también dispositivo de recogida, está adaptado para cooperar con la línea de alimentación exterior 10 con el fin de alimentar eléctricamente el vehículo 2. El mismo elige en función de la tecnología utilizada para la línea de alimentación exterior 10.

Según ejemplos, la línea de alimentación exterior 10 comprende una catenaria, o una línea aérea de contacto, o un carril eléctricamente conductor, tal como un tercer carril. El dispositivo de recogida 8 comprende entonces, a modo de ejemplo y según los casos, un pantógrafo, o un poste, o un frotador o un patín.

5 El dispositivo de almacenamiento 12 es apto para alimentar eléctricamente al vehículo 2, en particular para alimentar la cadena de tracción 4, con el fin de hacer circular el vehículo 2 en zonas desprovistas de línea de alimentación exterior 10. El dispositivo de almacenamiento 12 es recargable y puede almacenar energía eléctrica recogida por medio del dispositivo de recogida 8.

10 Según modos de realización, el dispositivo de almacenamiento 12 comprende baterías de acumuladores electroquímicos, por ejemplo de tecnología de iones de litio o níquel-cadmio o níquel-hidruro metálico. Según otros modos de realización, el dispositivo de almacenamiento 12 comprende supercondensadores o supercapacidades. Los elementos constitutivos del dispositivo de almacenamiento 12 pueden estar alojados en cajas distribuidas en el interior del vehículo 2.

15 Por ejemplo, el dispositivo de almacenamiento 12, la cadena de tracción 4 y los equipos auxiliares 6 están conectados a un circuito de distribución eléctrica interno 14 conectado al dispositivo de recogida 8. El dispositivo de recogida 8 está por lo tanto conectado eléctricamente a la cadena de tracción 4 y al dispositivo de almacenamiento de energía 12.

20 Preferentemente, el vehículo 2 comprende un disyuntor 16 conectado a la salida del dispositivo de recogida 8. Cuando se abre el disyuntor 16, el mismo permite desconectar eléctricamente el dispositivo de recogida 8 del circuito de distribución eléctrica interno 14, y por lo tanto desconectar eléctricamente el dispositivo de recogida 8 del dispositivo de almacenamiento 12 y de la cadena de tracción 4.

25 Se comprende que el vehículo 2 es apto para funcionar tanto en zonas provistas de una línea de alimentación exterior 10 como en zonas que están desprovistas de dicha línea de alimentación exterior 10.

30 En la práctica, el vehículo 2 y en particular la cadena de tracción 4 pueden ser alimentados eléctricamente por la corriente eléctrica recogida por el dispositivo de recogida 8 de la línea de alimentación exterior 10 o por el dispositivo de almacenamiento de energía 12.

A modo de ejemplo ilustrativo, el vehículo 2 puede funcionar según varios modos de alimentación:

- 35
- un modo denominado autónomo, en el cual el vehículo 2 es alimentado por el dispositivo de almacenamiento 12 y en el cual no se utiliza el dispositivo de recogida 8;
  - un modo en el cual el vehículo 2 es alimentado únicamente por medio del dispositivo de recogida 8;
  - un modo mixto, en el cual el vehículo 2 es alimentado a la vez por el dispositivo de recogida 8 y por el dispositivo de almacenamiento 12;
- 40
- un modo de recarga, en el cual el vehículo 2 está parado y en el cual el dispositivo de almacenamiento 12 se recarga con la corriente eléctrica recogida por el dispositivo de recogida 8 de la línea de alimentación exterior 10.

45 Por ejemplo, el vehículo 2 comprende un dispositivo de regulación de la alimentación eléctrica, no ilustrado, que permite seleccionar un modo de alimentación en función del estado de funcionamiento del vehículo 2.

El estado de funcionamiento del vehículo 2 está determinado, por ejemplo, por una o varias de las características siguientes:

- 50
- el vehículo 2 está parado o en movimiento;
  - presencia o ausencia de la línea de alimentación exterior 10 en la zona en la que se encuentra el vehículo 2;
  - el dispositivo de recogida 8 está conectado a, o desconectado de, la línea de alimentación exterior 10;
  - valor o nivel de intensidad de la fuerza de contacto, o presión mecánica, entre el dispositivo de recogida 8 y la línea de alimentación exterior 10.

55 El vehículo 2 comprende igualmente un sistema de detección para detectar un fallo de la alimentación eléctrica. Preferentemente, el sistema de detección comprende un sensor de corriente 18 y una unidad de control electrónico 20. Por ejemplo, la unidad de control 20 está conectada al sensor de corriente 18 y al disyuntor 16.

60 El sensor de corriente 18 es apto para medir la intensidad de una corriente eléctrica  $I_c$  que circula a través del dispositivo de recogida 8. En la práctica, la corriente puede circular en un sentido o en el otro según que el vehículo 2 tome corriente de la línea de alimentación exterior 10 o el vehículo 2 inyecte hacia la línea de alimentación exterior 10. Por ejemplo, el sensor de corriente 18 incluye un toro de Rogowski.

65 En el ejemplo ilustrado, el sensor de corriente 18 está colocado a la salida del dispositivo de recogida 8 y aguas arriba del disyuntor 16.

5 Según modos de implementación, la unidad de control 20 comprende una unidad lógica de cálculo, tal como un microcontrolador programable o un microprocesador, y una memoria informática que forma un soporte de grabación de datos legibles por ordenador. Según ejemplos, la memoria es una memoria ROM, o una memoria RAM, o una memoria no volátil del tipo EPROM, o EEPROM, o FLASH, o NVRAM, o una memoria óptica o magnética o de cambio de fase. En la memoria se graban instrucciones ejecutables para implementar un método de detección de un fallo cuando estas instrucciones son ejecutadas por la unidad lógica de cálculo.

10 Según otros modos de implementación, la unidad de control 20 comprende un componente lógico programable de tipo FPGA o un circuito integrado dedicado configurado para implementar el método de detección.

Se describe ahora un ejemplo de implementación del método de detección de un fallo con referencia al diagrama de flujo de la figura 2.

15 Inicialmente, y de modo opcional, durante una etapa 100, se detecta un estado de funcionamiento del vehículo 2 por medio de la unidad de control electrónico 20, por ejemplo gracias a una interfaz 22 de un ordenador de a bordo del vehículo 2. Por ejemplo, se adquieren una o varias de las características anteriormente descritas como representativas del estado de funcionamiento del vehículo 2.

20 Después, durante una etapa 102, también opcional, la unidad de control 20 selecciona automáticamente un primer valor predefinido de un umbral de corriente «Imáx», un primer valor predefinido de un umbral de energía «Emáx» y, en el ejemplo ilustrado, un primer valor predefinido de un umbral de duración «tmáx».

25 Los primeros valores predefinidos se eligen entre valores predefinidos pregrabados en función del estado de funcionamiento detectado durante la etapa 100. Por ejemplo, los valores predefinidos son pregrabados previamente en la memoria de la unidad de control por un fabricante o un gestor del vehículo 2.

30 Según un ejemplo ilustrativo, durante la etapa 100, se determina igualmente la velocidad del vehículo 2 (ya sea parado o en movimiento) y, durante la etapa 102, los valores umbral se eligen en consecuencia entre los valores predefinidos pregrabados mediante la selección de valores correspondiente a la velocidad del vehículo 2.

35 En variante, durante la etapa 100 se determinan igualmente la posición del dispositivo de recogida 8 y/o la presión ejercida por el mismo sobre la línea de alimentación exterior 10 y/o la posición del vehículo eléctrico 2 a lo largo de la vía, y se eligen los valores de umbral en consecuencia entre los valores predefinidos pregrabados seleccionando valores correspondientes a la velocidad del vehículo 2 y/o a la posición del dispositivo de recogida 8 y/o a la presión ejercida por el mismo y/o a la posición del vehículo eléctrico a lo largo de la vía.

40 Según un ejemplo ilustrativo y no limitativo, para un vehículo ferroviario 2 de tipo tranvía cuyo dispositivo de recogida 8 está conectado a una línea de alimentación exterior 10 de tipo línea aérea de contacto alimentada a 750 voltios de corriente continua, los primeros valores umbral se puede elegir como sigue cuando el vehículo 2 está parado:

- primer umbral de corriente Imáx igual a 150 Amperios;
- primer umbral de energía Emáx igual a 542 Wh;
- primer umbral de duración tmáx igual a 10 segundos.

45 Continuando con este ejemplo ilustrativo y no limitativo, los primeros valores umbral pueden ser elegidos como sigue cuando el vehículo 2 está en movimiento:

- primer umbral de corriente Imáx igual a 1600 Amperios;
- primer umbral de energía Emáx igual a 1875 Wh;
- primer umbral de duración tmáx igual a 10 segundos.

55 De modo general, los primeros valores de umbral Imáx y Emáx se eligen en función de las características del dispositivo de recogida 8 y de la línea de alimentación exterior 10 y de la interfaz entre estos últimos, y en particular de su capacidad para soportar un aumento de temperatura durante una duración dada.

En variante, las etapas 100 y 102 se sustituyen por una etapa de adquisición de valores umbral Imáx, Emáx y tmáx independientemente del estado del vehículo 2.

60 Durante una etapa 104, se mide la intensidad de la corriente eléctrica Ic que circula a través del dispositivo de recogida de corriente 8 por medio del sensor de corriente 18. Por ejemplo, el sensor de corriente 18 mide un valor instantáneo de la corriente Ic.

Preferentemente, la medición se repite a lo largo del tiempo, por ejemplo, con una frecuencia de medición predefinida.

65

## ES 2 944 443 T3

Durante una etapa 106, la unidad de control 20 compara automáticamente la intensidad  $I_c$  medida con el primer valor umbral de corriente  $I_{m\acute{a}x}$ .

Si la intensidad medida  $I_c$  es inferior al primer valor umbral de corriente  $I_{m\acute{a}x}$ , entonces la unidad de control 20 considera en la etapa 108 que el funcionamiento de la alimentación eléctrica del vehículo 2 es normal.

Por el contrario, si la intensidad medida  $I_c$  es superior o igual al primer valor umbral de corriente  $I_{m\acute{a}x}$ , entonces la unidad de control 20 comienza, durante una etapa 110, a contar un valor acumulado de energía eléctrica  $E_{acc}$  que transita a través del dispositivo de recogida 8 a lo largo del tiempo.

Por ejemplo, el valor de energía acumulada  $E_{acc}$  se cuenta por medio de un contador registrado en la memoria de la unidad de control 20 y que se incrementa a lo largo del tiempo de acuerdo con los valores instantáneos de corriente  $I_c$  medidos por el sensor 8. El contador puede ser incrementado o disminuido según el sentido de circulación de la corriente  $I_c$ .

Durante una etapa 112, la unidad de control 20 compara automáticamente el valor acumulado  $E_{acc}$  con el primer valor umbral de energía  $E_{m\acute{a}x}$ . Por ejemplo, la etapa 112 se repite a lo largo del tiempo, preferentemente con una periodicidad predefinida.

Cuando el valor de energía acumulada  $E_{acc}$  se hace superior o igual al valor umbral de energía  $E_{m\acute{a}x}$  entonces la unidad de control 20 considera, durante una etapa 114, que se ha detectado una anomalía. La unidad de control 20 ordena entonces, durante una etapa 116, la desconexión del dispositivo de recogida 8.

La desconexión puede ser realizada desconectando eléctricamente el dispositivo de recogida 8 de la cadena de tracción 4 y del dispositivo de almacenamiento 12, por ejemplo enviando una señal de mando de apertura del disyuntor 16. Alternativamente y/o conjuntamente, la desconexión se realiza desconectando eléctricamente el dispositivo de recogida 8 de la línea de alimentación exterior 10, por ejemplo enviando una señal de control a un actuador acoplado al dispositivo de recogida 8 para desplazar el dispositivo de recogida 8 con el fin de desconectarlo de la línea de alimentación exterior 10.

Por el contrario, la unidad de control 20 no controla el dispositivo de recogida 8 mientras que el valor de energía acumulada  $E_{acc}$  permanezca inferior al primer valor de umbral de energía  $E_{m\acute{a}x}$ .

Según modos de implementación ventajosas, en paralelo con la etapa 112, la unidad de control 20 continúa comparando la intensidad medida  $I_c$  con el valor  $I_{m\acute{a}x}$ , para detectar si el valor de intensidad medida  $I_c$  es inferior al valor  $I_{m\acute{a}x}$  durante una duración  $t$  superior o igual al umbral de duración  $t_{m\acute{a}x}$ .

En el ejemplo ilustrado, en la etapa 118, la intensidad medida  $I_c$  es inferior al valor  $I_{m\acute{a}x}$ . Durante una etapa 120, la unidad de control 20 comienza a contar una duración  $t$  y continúa comparando, en la etapa 122, la intensidad medida  $I_c$  con el valor  $I_{m\acute{a}x}$ .

Si la intensidad  $I_c$  medida permanece inferior al valor  $I_{m\acute{a}x}$  durante una duración  $t$  superior o igual al umbral de duración  $t_{m\acute{a}x}$ , entonces, durante una etapa 124, la unidad de control 20 reinicia el valor de energía acumulada  $E_{acc}$ . En el caso contrario, el valor acumulado  $E_{acc}$  no se reinicia. Por reinicio se entiende una puesta a cero o más generalmente una puesta del valor de energía acumulada  $E_{acc}$  a un valor inicial predeterminado.

Gracias a la invención se puede detectar un fallo de la alimentación eléctrica del vehículo 2 y desconectar el dispositivo de recogida 8 antes de dañar la línea de alimentación exterior 10 o el dispositivo de recogida 8.

El método permite en particular poner remedio al hecho de que los disyuntores generalmente utilizados en el vehículo 2 para proteger el dispositivo de recogida 8 no permiten seleccionar la curva de disparo en función del modo de alimentación utilizado. Además, estos disyuntores están dimensionados típicamente con un calibre elevado de modo que se permita la circulación de una corriente elevada durante la recarga del dispositivo de almacenamiento 12 y, por lo tanto, no pueden detectar satisfactoriamente una anomalía de funcionamiento susceptible de dañar el dispositivo de recogida 8 o la línea de alimentación exterior 10 que se produciría a baja intensidad durante una duración suficientemente larga.

La temporización implementada a través de las etapas 118 a 122 gracias al valor umbral  $t_{m\acute{a}x}$  permite evitar que la medición de la corriente  $I_c$  sea perturbada por variaciones bruscas de corriente, lo que podría conducir a un diagnóstico erróneo de tipo falso positivo y al disparo accidental del disyuntor 16.

Gracias a las etapas 110 y 112, el conocimiento del estado del vehículo 2 permite elegir primeros valores umbral adecuados en función de la utilización que se haga del vehículo 2. Por ejemplo, en el funcionamiento normal del vehículo 2, normalmente se puede reinyectar corriente a la línea 10. Por el contrario, basarse en umbrales fijos inmutables impediría este funcionamiento normal y conduciría a una apertura accidental del interruptor automático 16.

De modo opcional, se puede implementar igualmente un primer método de detección complementario junto con el método descrito anteriormente, con el fin de asegurar una desconexión del dispositivo de recogida 8 en caso de una anomalía que no se hubiera detectado correctamente debido a un fallo del sensor de corriente 18.

5 Por ejemplo, este método se implementa por un dispositivo de control electrónico, tal como una segunda unidad de control 24 del vehículo 2 similar a la unidad de control 20. En variante, se omite la segunda unidad de control 24 y el método se implementa por la unidad de control 20.

10 Como se ilustra en el ejemplo de la figura 3, el primer método de detección complementario comprende una etapa 200 de adquisición de un segundo valor umbral de corriente « $I_{lim}$ » y de un segundo valor umbral de duración « $t_{lim}$ » asociado al segundo valor umbral de corriente « $I_{lim}$ ». Por ejemplo, estos valores se adquieren de la memoria de la unidad de control y están predefinidos por un fabricante o un gestor del vehículo 2.

15 Durante una etapa 202, por ejemplo idéntica o correspondiente a la etapa 104, la corriente  $I_c$  es medida por el sensor 18.

Durante una etapa 204, se compara el valor de la corriente medido  $I_c$  con el segundo valor umbral de corriente  $I_{lim}$ .

20 Si el valor de la corriente medida  $I_c$  es superior o igual al segundo valor umbral de corriente  $I_{lim}$  durante una duración  $t$  superior o igual al segundo valor umbral de duración  $t_{lim}$ , entonces se considera que se ha detectado una anomalía en la etapa 206 y, durante una etapa 208, se desconecta el dispositivo de recogida 8, por ejemplo de modo análogo a la etapa 116. Si este no es el caso, entonces las etapas 206 y 208 no se implementan.

25 Según variantes no ilustradas, se pueden definir y adquirir varios segundos valores umbral  $I_{lim}$ ,  $t_{lim}$  durante la etapa 200. En este caso, basta con que uno de los segundos valores umbral de corriente sea superado por la corriente  $I_c$  durante una duración superior o igual al segundo valor de umbral de duración  $t_{lim}$  asociado para que se implementen las etapas 206 y 208.

30 Según un ejemplo ilustrativo y no limitativo, para un vehículo ferroviario 2 de tipo tranvía, cuyo dispositivo de recogida 8 está conectado a una línea de alimentación exterior 10 alimentada a 750 voltios de corriente continua, se puede elegir los segundos valores umbral como sigue:

- 35 - umbral de corriente  $I_{lim}$  igual a 300 Amperios y umbral de duración  $t_{lim}$  igual a 10 segundos para un vehículo 2 parado;
- umbral de corriente  $I_{lim}$  igual a 900 Amperios y umbral de duración  $t_{lim}$  igual a 2 segundos para un vehículo 2 parado;
- umbral de corriente  $I_{lim}$  igual a 1800 Amperios y umbral de duración  $t_{lim}$  igual a 40 segundos para un vehículo 2 que circula a velocidad no nula.

40 De modo opcional, se puede implementar igualmente un segundo método de detección complementario junto con el método de detección descrito anteriormente, o junto con el primer método complementario, con el fin de detectar una anomalía de funcionamiento del sensor de corriente 18. Por ejemplo, este método es implementado por un ordenador central 30 del vehículo 2.

45 Como se ilustra en el ejemplo de la figura 4, el segundo método de detección complementario comprende una etapa 210 de medición del valor total de la corriente  $I_{tracción} + I_{aux} + I_{bat}$  que circula en la cadena de tracción, en los equipos auxiliares y a través del dispositivo de almacenamiento 12.

50 Por ejemplo, la medición se realiza por medio de sensores de corriente adicionales 32, 34, 36 que miden respectivamente la corriente « $I_{tracción}$ » que entra o sale a la salida de la cadena de tracción 4, la corriente « $I_{aux}$ » que entra o sale a la salida de los equipos auxiliares 6, y la corriente « $I_{bat}$ » que entra o sale del dispositivo de almacenamiento 12.

55 El cálculo del valor total de la corriente  $I_{tracción} + I_{aux} + I_{bat}$  se lleva a cabo entonces por el ordenador 30 sumando las corrientes  $I_{tracción}$ ,  $I_{aux}$  e  $I_{bat}$  medidas.

Durante una etapa 212, el ordenador 30 compara el valor de corriente medido  $I_c$  con el valor total, o preferentemente con el valor absoluto del valor total.

60 Si la diferencia entre el valor total y el valor de corriente  $I_c$  es superior o igual a un tercer valor umbral de corriente « $I_{lim2}$ » durante una duración superior o igual a un tercer valor umbral de duración « $t_{lim2}$ », entonces el ordenador central 30 genera automáticamente una alerta durante una etapa 214. Por ejemplo, la alerta se genera en forma de un mensaje digital registrado en un archivo de registro de actualización almacenado en el ordenador 30 y/o de un mensaje digital enviado con destino a un servidor informático de un centro de mantenimiento.

65

## ES 2 944 443 T3

Según un ejemplo ilustrativo y no limitativo, para un vehículo ferroviario 2 de tipo tranvía estacionado debajo de una línea de alimentación exterior 10 alimentada a 750 Voltios, el tercer valor umbral de corriente  $I_{lim2}$  se elige igual a 50 Amperios y el tercer valor umbral de duración  $t_{lim2}$  se elige igual a 1 segundo.

- 5 Los modos de realización y las variantes consideradas anteriormente pueden combinarse entre sí para dar lugar a nuevos modos de realización.

**REIVINDICACIONES**

1. Método de detección de un fallo en la alimentación eléctrica de un vehículo (2), comprendiendo el vehículo una cadena de tracción eléctrica (4), un dispositivo de recogida (8) para recoger una corriente eléctrica de una línea de alimentación exterior (10) y un dispositivo de almacenamiento de energía (12), estando el dispositivo de recogida conectado eléctricamente a la cadena de tracción y al dispositivo de almacenamiento de energía, comprendiendo el método las etapas consistentes en:

- medir (104), por medio de un sensor de corriente (18) del vehículo, la intensidad de una corriente eléctrica (Ic) que circula a través del dispositivo de recogida de corriente;
  - comparar (106), por medio de una unidad de control electrónico (20) del vehículo, la intensidad medida con un primer valor umbral de corriente predefinido (Imáx);
  - si la intensidad medida (Ic) es superior o igual al primer valor umbral de corriente (Imáx), contar (110), por medio de la unidad de control (20), un valor acumulado de energía eléctrica (Eacc) que transita a través del dispositivo de recogida (8) a lo largo del tiempo;
  - comparar (112), de modo repetido, por medio de la unidad de control electrónico, el valor de energía eléctrica acumulada (Eacc) con un primer valor umbral de energía (Emáx) predefinido;
  - ordenar (116) la desconexión eléctrica del dispositivo de recogida (8) de la línea de alimentación exterior o de la cadena de tracción y del dispositivo de almacenamiento eléctrico, por medio de la unidad de control (20), cuando el valor de energía acumulada (Eacc) sea superior o igual al valor umbral de energía (Emáx), no siendo desconectado el dispositivo de recogida mientras que el valor de energía eléctrica acumulada permanezca inferior al primer valor umbral de energía;
- en el cual el primer valor umbral de corriente (Imáx) y el valor umbral de energía (Emáx) se eligen en función de características del dispositivo de recogida (8) y de la línea de alimentación exterior (10) y de la interfaz entre el dispositivo de recogida (8) y la línea de alimentación exterior (10), y en particular de su capacidad para soportar un aumento de temperatura durante una duración dada, y en el cual el método comprende además las etapas consistentes en:

- adquirir (200), por medio de un dispositivo de control electrónico (24) del vehículo, un segundo valor umbral de corriente (Ilim) y un segundo valor umbral de duración (tlim);
- si el valor de corriente medido (Ic) es superior o igual al segundo valor umbral de corriente (Ilim) durante una duración (t) superior o igual al segundo valor umbral de la duración (tlim), ordenar (208) la desconexión eléctrica del dispositivo de recogida (8) de la línea de alimentación exterior o de la cadena de tracción y del dispositivo de almacenamiento eléctrico, por medio del dispositivo de control.

2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende además una etapa consistente en:

- reinicializar (124) el valor de energía eléctrica acumulada (Eacc), por medio de la unidad de control electrónico (20), si el valor de intensidad medido (Ic) es inferior al primer valor umbral de corriente (Imáx) durante una duración (t) superior o igual a un primer valor umbral de duración predefinido (tmáx).

3. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que comprende previamente, etapas consistentes en:

- detectar (100) un estado de funcionamiento del vehículo (2), por medio de la unidad de control electrónico;
- seleccionar (102) los primeros valores predefinidos del umbral de corriente (Imáx) y del umbral de energía (Emáx) y, en su caso, del umbral de duración (tmáx), entre valores predefinidos pregrabados, realizándose la selección en función del estado de funcionamiento detectado.

4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la desconexión del dispositivo de recogida se realiza por medio de un disyuntor (16) conectado a la salida del dispositivo de recogida.

5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que comprende además etapas consistentes en:

- medir (210), por medio de sensores de corriente adicionales (32, 34, 36), el valor total de la corriente (Itracción, Iaux, Ibat) que circula en la cadena de tracción (4), en equipos auxiliares (6) del vehículo y a través del dispositivo de almacenamiento (12), estando el dispositivo de almacenamiento, la cadena de tracción y los equipos auxiliares conectados a un circuito interno de distribución eléctrica (14) conectado al dispositivo de recogida (8);
- comparar (212), por medio de un ordenador central (30) del vehículo, el valor total de la corriente con el valor de corriente medido (Ic);
- si la diferencia entre el valor total de la corriente y el valor de corriente medido (Ic) es superior o igual a un tercer valor umbral de corriente (Ilim2) durante una duración superior o igual a un tercer valor umbral de duración (tlim2), generar (214) una alerta por medio del ordenador central (30).

6. Vehículo que comprende una cadena de tracción eléctrica (4), un dispositivo de recogida (8) para recoger una corriente eléctrica de una línea de alimentación exterior (10), y un dispositivo de almacenamiento de energía (12), estando el dispositivo de recogida conectado eléctricamente a la cadena de tracción y al dispositivo de almacenamiento de energía, estando configurado el vehículo (2) para implementar un método que comprende las etapas consistentes en:

- 5
- medir (104), por medio de un sensor de corriente (18) del vehículo, la intensidad de una corriente eléctrica ( $I_c$ ) que circula a través del dispositivo de recogida de corriente;
  - comparar (106), por medio de una unidad de control electrónico (20) del vehículo, la intensidad medida con un primer valor umbral de corriente ( $I_{m\acute{a}x}$ ) predefinido;
  - si la intensidad medida ( $I_c$ ) es superior o igual al primer valor umbral de corriente ( $I_{m\acute{a}x}$ ), contar (110), por medio de la unidad de control (20), un valor acumulado de energía eléctrica ( $E_{acc}$ ) que transita a través del dispositivo de recogida (8) a lo largo del tiempo;
  - comparar (112), de modo repetido, por medio de la unidad de control electrónico, el valor de energía eléctrica acumulada ( $E_{acc}$ ) con un primer valor umbral de energía ( $E_{m\acute{a}x}$ ) predefinido;
  - controlar (116) la desconexión eléctrica del dispositivo de recogida (8) de la línea de alimentación exterior o de la cadena de tracción y del dispositivo de almacenamiento eléctrico, por medio de la unidad de control (20), cuando el valor de energía acumulada ( $E_{acc}$ ) sea superior o igual al valor umbral de energía ( $E_{m\acute{a}x}$ ), no estando desconectado el dispositivo de recogida mientras que el valor de energía eléctrica acumulada permanezca inferior al primer valor umbral de energía;
- 10
- 15
- 20
- 25
- en el cual el primer valor umbral de corriente ( $I_{m\acute{a}x}$ ) y el valor umbral de energía ( $E_{m\acute{a}x}$ ) se eligen en función de características del dispositivo de recogida (8) y de la línea de alimentación exterior (10) y de la interfaz entre el dispositivo de recogida (8) y la línea de alimentación exterior (10), y en particular de su capacidad para soportar un aumento de temperatura durante una duración dada,
- 30
- y en el cual el método comprende además las etapas consistentes en:
- adquirir (200), por medio de un dispositivo de mando electrónico (24) del vehículo, un segundo valor umbral de corriente ( $I_{l\acute{i}m}$ ) y un segundo valor umbral de duración ( $t_{l\acute{i}m}$ );
  - si el valor de corriente medido ( $I_c$ ) es superior o igual al segundo valor umbral de corriente ( $I_{l\acute{i}m}$ ) durante una duración ( $t$ ) superior o igual al segundo valor umbral de la duración ( $t_{l\acute{i}m}$ ), ordenar (208) la desconexión eléctrica del dispositivo de recogida (8) de la línea de alimentación exterior o de la cadena de tracción y del dispositivo de almacenamiento eléctrico, por medio del dispositivo de control.

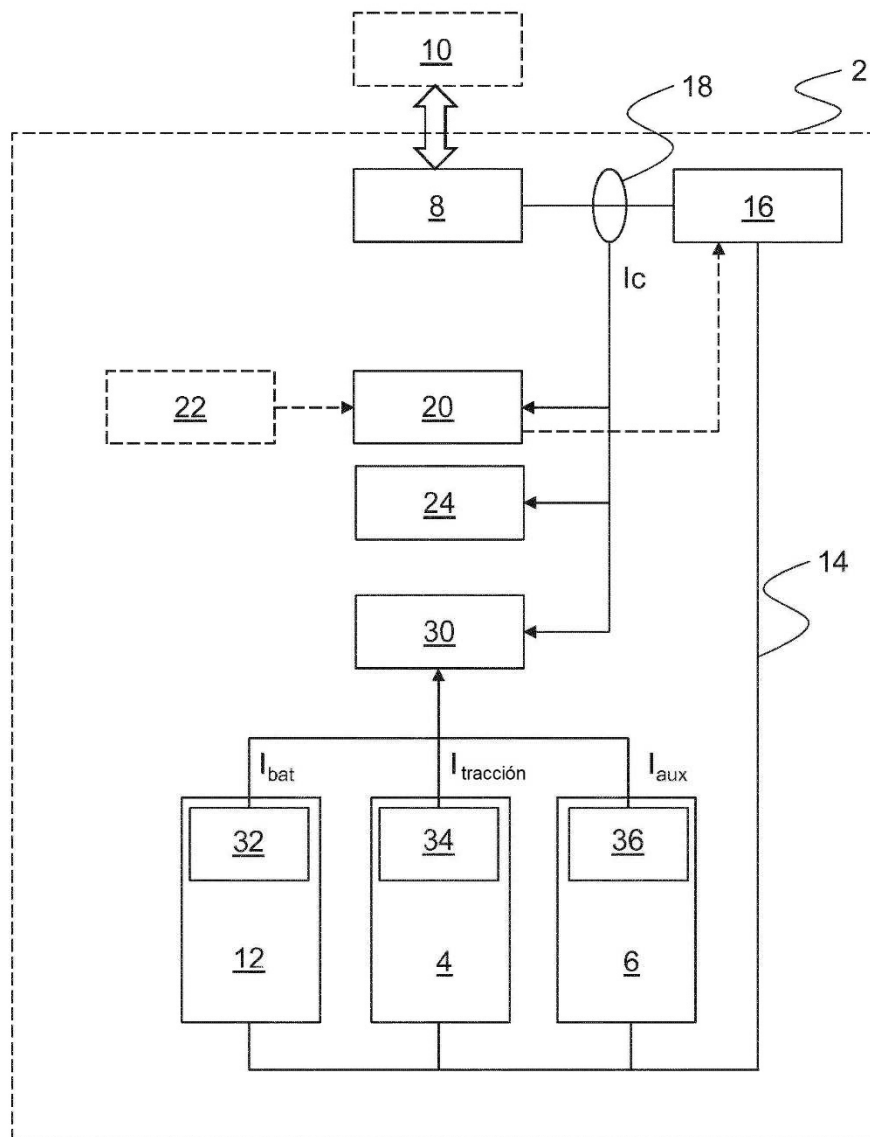
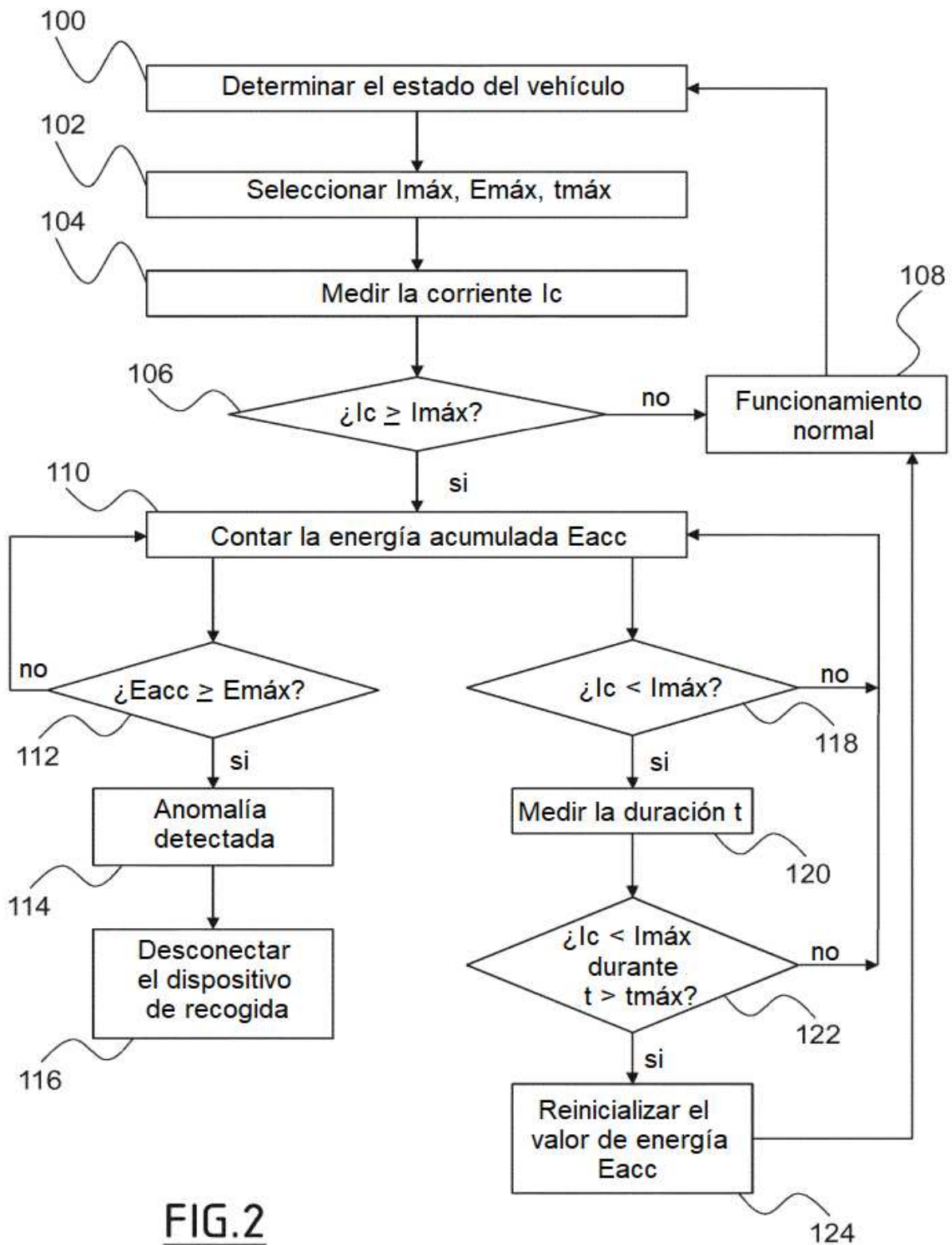


FIG.1



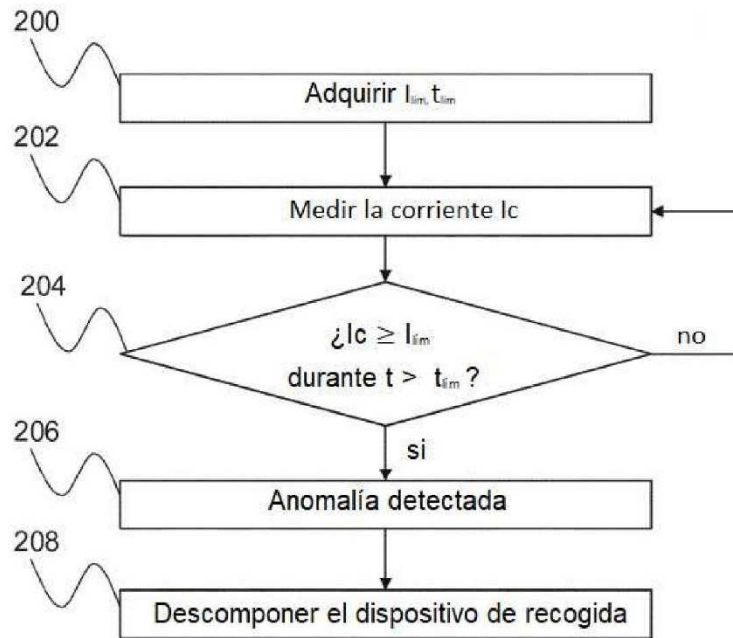


FIG.3

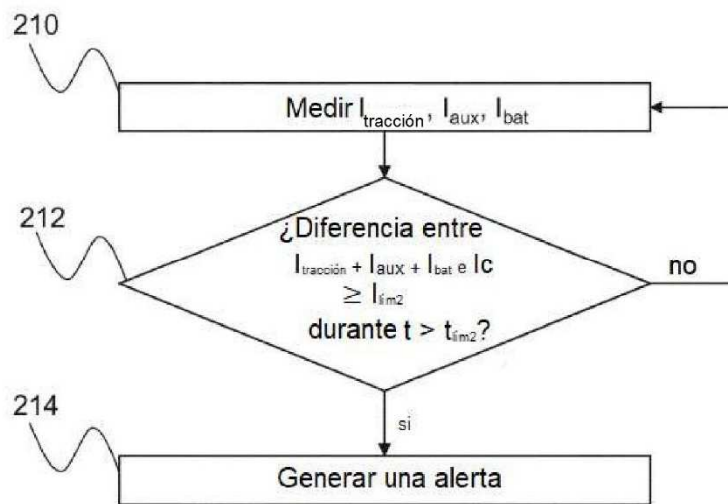


FIG.4