

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 435**

51 Int. Cl.:

**B60L 1/10** (2006.01)

**H02M 1/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08103519 .8**

96 Fecha de presentación: **14.04.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2000348**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.12.2008**

54

Título: **VEHÍCULO FERROVIARIO Y TALLER PROVISTO DE UNA TOMA DE ANDÉN PARA ESTE VEHÍCULO.**

30

Prioridad:  
**08.06.2007 FR 0755607**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**30.11.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**30.11.2011**

73

Titular/es:  
**ALSTOM TRANSPORT SA  
3, AVENUE ANDRÉ MALRAUX  
LEVALLOIS-PERRET, FR**

72

Inventor/es:  
**Weytens, Michel**

74

Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 369 435 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**

**[0001]** La presente invención se refiere a un vehículo ferroviario y a un taller dotado de una toma de andén para este vehículo.

**[0002]** Existen vehículos ferroviarios que comprenden:

5 - un bus auxiliar de alimentación a media tensión constituido por al menos un conductor de fase y un conductor de neutro, a los cuales están conectadas unas cargas auxiliares llevadas en el interior del vehículo ferroviario,

- al menos un convertidor auxiliar capaz de convertir energía eléctrica captada a partir de una catenaria a media tensión suministrada al bus auxiliar cuando el vehículo ferroviario se conecta a la catenaria, estando conectado este convertidor auxiliar a tal efecto a los conductores de fase y de neutro del bus auxiliar en unos puntos de conexión, y

10 provisto de una masa de convertidor conectada a tierra,

- un primer filtro CEM (Compatibilidad Electromagnética) directamente conectado entre los puntos de conexión a los conductores de fase y la masa, que comprende un condensador C1 conectado entre cada punto de conexión del convertidor auxiliar y un mismo punto común conectado a la masa, y

15 - una toma de andén solidaria del vehículo ferroviario y conectado a cada conductor del bus auxiliar, siendo esta toma apta, cuando el vehículo ferroviario está en un andén, para conectarse a una toma correspondiente solidaria del andén para alimentar el bus auxiliar a media tensión a partir de la toma de andén cuando el vehículo ferroviario se desconecta de la catenaria y, alternadamente, para desconectarse de la toma de andén correspondiente cuando el vehículo ferroviario circula.

**[0003]** Este vehículo se describe por ejemplo en el documento: Belmonte J.C. y al, "Static Converters for Rolling Stock - Recent Developments and Experience", Alstom Review, Alstom, Paris, FR, no. 4, enero 1986 (1986-01), páginas 39-50.

**[0004]** Por media tensión, se designa aquí una tensión alternativa comprendida entre 100 y 1000 Vca y de frecuencia inferior o igual a 60 Hz, típicamente de 400 Vef 50Hz trifásica.

25 **[0005]** Por catenaria, se designan tanto catenarias suspendidas por encima de las vías férreas como una catenaria que descansa sobre el suelo y que permite alimentar el vehículo ferroviario. La catenaria que descansa en el suelo se conoce mejor por el término de « tercer rail ».

**[0006]** Las cargas auxiliares están constituidas por todos los equipos eléctricos de a bordo en el vehículo ferroviario y que deben ser alimentados con electricidad excepto los motores de propulsión del vehículo. Por ejemplo, las cargas auxiliares pueden ser climatizadores, ventiladores, la iluminación o también un cargador de batería.

30 **[0007]** Se designa por « directamente » el hecho de que la conexión eléctrica está hecha sin pasar por un conductor eléctrico o un componente eléctrico cuya impedancia a frecuencias superiores a 10 kHz es superior a la impedancia del filtro CEM a las mismas frecuencias respectivas.

**[0008]** En los vehículos ferroviarios existentes, el punto común de conexión de los condensadores del filtro CEM está directamente conectado a la masa.

35 **[0009]** En los vehículos ferroviarios existentes, cuando el convertidor auxiliar funciona para alimentar al bus auxiliar a media tensión, este genera señales eléctricas parásitas de altas frecuencias. Por alta frecuencia se designa una señal cuya frecuencia es superior o igual a 10 kHz. A altas frecuencias, la impedancia de los condensadores C1 es muy reducida. Consecuentemente, el filtro CEM permite corto-circuitar a la masa las señales parásitas de altas frecuencias. Gracias a ello, las perturbaciones electromagnéticas conducidas y radiadas por el convertidor y el  
40 vehículo ferroviario son suficientemente reducidas para cumplir las normas en la materia, tales como, por ejemplo, la norma EN 50 121-3-2.

**[0010]** Cuando el vehículo ferroviario está en un andén, es a menudo necesario desconectar la catenaria o interrumpir la alimentación de la catenaria por razones de seguridad. Esto se produce en especial durante operaciones de mantenimiento. Sin embargo, al mismo tiempo, es deseable seguir alimentando determinadas  
45 cargas auxiliares llevadas en el vehículo ferroviario. A tal efecto, los vehículos ferroviarios existentes están provistos de la toma de andén que puede conectarse a una red de media tensión solidaria del andén.

**[0011]** La red de media tensión comprende típicamente tres conductores de fases y un conductor de neutro conectado permanentemente a tierra. El andén está también dotado de un disyuntor diferencial interpuesto entre la  
50 toma de andén y la red de media tensión para poder aislar eléctricamente esta toma de andén de la red de media tensión en caso de defecto de aislamiento entre fase(s) y la tierra.

**[0012]** Puede ocurrir que la red de media tensión produzca una corriente de fuga a tierra, es decir que la suma de las intensidades de las corrientes que circulan por los tres conductores de fases no sea igual a la corriente de retorno que vuelve por el conductor de neutro. En estas condiciones, el disyuntor diferencial puede dispararse incluso si no existe ningún defecto de aislamiento peligroso para la seguridad de las personas o del material en el  
 5 vehículo ferroviario. Efectivamente, las capacidades parásitas de los equipos eléctricos y, en particular, el filtro CEM crean un camino de fuga de corriente a la frecuencia fundamental de la red entre los conductores de fase del bus auxiliar y la tierra. A continuación, esta corriente de fuga vuelve al conductor de neutro de la red trifásica de media tensión mediante la toma de tierra de esta red. Cuando la corriente de fuga sigue este recorrido, no vuelve a pasar por el disyuntor diferencial. Consecuentemente, a partir del momento en que la intensidad de la corriente de fuga  
 10 sobrepasa el umbral de disparo del disyuntor, típicamente de 100 mA, ello puede provocar un disparo intempestivo de la alimentación solidaria del andén.

**[0013]** Para dar remedio a este inconveniente, se ha propuesto aislar galvanicamente el bus auxiliar de la red de media tensión llevando a bordo del vehículo ferroviario, entre la toma del andén y el bus auxiliar o bien un transformador de aislamiento suplementario, o bien un convertidor auxiliar provisto de un transformador de  
 15 aislamiento. Estas soluciones son pesadas y costosas.

**[0014]** La invención se propone dar remedio al inconveniente precitado sin tener que recurrir a un aislamiento galvánico entre el bus auxiliar y la red de media tensión.

**[0015]** Tiene por lo tanto por objeto un vehículo ferroviario en el cual el filtro CEM de convertidor auxiliar comprende:

- un circuito eléctrico de aislamiento (C2) directamente conectado entre el punto común y la masa del convertidor  
 20 cuya impedancia a 50 Hz entre el punto común y la masa del convertidor es al menos dos veces superior a la impedancia de conductor de neutro comprendida entre el filtro CEM y la toma de andén, y cuya impedancia a frecuencias superiores a 10 kHz entre el punto común y la masa del convertidor es inferior a, o del mismo orden de magnitud que la impedancia de C1 a las mismas frecuencias respectivas, y

- un conductor eléctrico de corto-circuito que presenta dos extremos, uno de ellos directamente conectado al punto  
 25 común y el otro directamente conectado al conductor de neutro, siendo la impedancia a 50 Hz entre los dos extremos de este conductor inferior a la mitad de la impedancia del circuito eléctrico de aislamiento a la misma frecuencia.

**[0016]** En el vehículo ferroviario de más arriba, cuando el convertidor auxiliar funciona para alimentar al bus auxiliar, este genera señales eléctricas parásitas de altas frecuencias. A altas frecuencias, de manera semejante a la capacidad C1, la impedancia del circuito eléctrico de aislamiento es muy reducida. Consecuentemente, las señales de altas frecuencias se corto-circuitan a la masa, lo cual limita las perturbaciones electromagnéticas conducidas y radiadas por los convertidores y el vehículo ferroviario de manera suficiente para cumplir las normas de compatibilidad electromagnética.  
 30

**[0017]** Cuando se alimenta el bus auxiliar a partir de la toma de andén a media tensión, debido a que la impedancia del circuito de aislamiento C2 a 50 Hz es sensiblemente superior a la del conductor eléctrico de corto-circuito a la misma frecuencia, cualquier corriente de fuga que atraviesa a uno de los condensadores C1 vuelve por lo tanto al conductor de neutro de la red de media tensión esencialmente por el conductor eléctrico de corto-circuito. En estas condiciones, incluso en caso de corriente de fuga, la suma de las intensidades de las corrientes en los conductores de fases y en el conductor de neutro, medida por el disyuntor diferencial, sigue siendo suficientemente cercana de  
 35 40 cero (típicamente inferior a 100 mA) para limitar los disparos intempestivos del disyuntor diferencial sin que para ello haya sido necesario instalar un transformador suplementario entre el bus auxiliar y la red de media tensión.

**[0018]** Los modos de realización de este vehículo ferroviario pueden comprender una o varias de las características siguientes:

- el circuito eléctrico de aislamiento del filtro CEM del convertidor auxiliar está constituido por un condensador C2  
 45 conectado permanentemente entre el punto común y la masa, estando la capacidad de este condensador C2 comprendida entre 1 nF y 1 mF;

- al menos una carga auxiliar conectada al bus auxiliar mediante puntos de conexión respectivos y provista de una masa de carga auxiliar conectada a tierra está dotada de su propio segundo filtro CEM directamente conectado entre los puntos de conexión de fase y la masa de la al menos una carga auxiliar, comprendiendo este filtro CEM:

50 - un condensador C1 conectado entre cada punto de conexión de fase del convertidor auxiliar y un mismo punto común conectado a la masa de la carga auxiliar, significando « directamente » que la conexión se efectúa sin pasar por un conductor eléctrico o un componente eléctrico cuya impedancia a frecuencias superiores a 10 kHz es superior a la impedancia de C1 a las mismas frecuencias respectivas

- un circuito eléctrico C2 de aislamiento directamente conectado entre el punto común y la masa de la al menos una carga auxiliar cuya impedancia a 50 Hz entre el punto común y la masa de la al menos una carga auxiliar es al menos dos veces superior a la impedancia de la parte de conductor neutro comprendida entre el filtro CEM y la toma de andén, y cuya impedancia a frecuencias superiores a 10 kHz entre el punto común y la masa es inferior a, o del mismo orden de magnitud que la impedancia de C1 a las mismas frecuencias respectivas, y
  - un conductor eléctrico de corto-circuito que presenta dos extremos, uno de ellos directamente conectado al punto común y el otro directamente conectado al conductor de neutro, siendo la impedancia a 50 Hz entre los dos extremos de este conductor inferior a la mitad de la impedancia de C2 a la misma frecuencia;
  - en el cual el vehículo comprende un circuito provisto de una masa del circuito conectado a tierra, de conexión a masa del conductor de neutro y de detección de un defecto de aislamiento entre un conductor de fase y la masa del circuito, comprendiendo dicho circuito, conectado en serie entre el conductor de neutro y la masa del circuito, un disyuntor de detección llevado a bordo y una resistencia y comprendiendo dicho circuito una impedancia de conexión a masa par defecto conectada entre el conductor de neutro y la masa del circuito,
  - en el cual el vehículo comprende una caja de alimentación auxiliar dotado de una envoltura conductora conectada a tierra, en el interior de la cual están alojados el convertidor auxiliar y el primer filtro CEM, constituyendo la caja la masa del convertidor auxiliar, y
  - en el cual la impedancia a frecuencias superiores a 10 kHz de los condensadores C1 es suficientemente reducida para que las perturbaciones electromagnéticas conducidas y radiadas por los convertidores y el vehículo ferroviario satisfacen los criterios de las normas EN 50 121-3-1 y EN 50 121-3-2.
- 20 **[0019]** Estos modos de realización del vehículo ferroviario presentan además las ventajas siguientes:
- realizar el circuito eléctrico de aislamiento con ayuda de un condensador C2 simplifica su realización,
  - incorporar un circuito eléctrico de aislamiento en cada filtro CEM del conjunto de los convertidores auxiliares de alimentación y cargas auxiliares permite reducir aún más los riesgos de disparos intempestivos del disyuntor de andén,
- 25 - el circuito de puesta a tierra de más arriba permite evitar los disparos intempestivos del disyuntor de andén cuando el bus auxiliar se alimenta a partir de la toma de andén incluso si se detecta un defecto de aislamiento entre un conductor de fase y la masa, lo cual permite a la vez fijar el potencial del conductor de neutro del vehículo ferroviario a la masa cuando el bus media tensión se alimenta a partir de una catenaria,
- 30 - colocar el filtro CEM en el interior de la caja de alimentación auxiliar que sirve de masa local permite reducir los trayectos de corrientes parásitas y su influencia.
- [0020]** La invención también tiene por objeto un taller provisto de:
- una red de media tensión provista de varios conductores eléctricos de los cuales al menos uno es un conductor de fase y otro un conductor de neutro eléctricamente conectado a tierra,
  - una toma de andén solidaria del andén, estando esta toma conectada mediante diferentes conductores a la red de media tensión,
  - un disyuntor diferencial interpuesto entre la red de media tensión y la toma de andén solidaria del andén, siendo este disyuntor capaz de bascular automáticamente de un estado conductor hacia un estado no conductor a partir del momento en que el valor absoluto de la suma de las intensidades de las corrientes que circula por los conductores de las fases y del neutro de la red de media tensión es superior o igual a 100 mA.
- 40 **[0021]** Este taller comprende también el vehículo ferroviario descrito más arriba en el cual la toma que es solidaria del vehículo ferroviario es conectable en la toma de andén solidaria del andén para alimentar al bus auxiliar a partir de la red de media tensión.
- [0022]** La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción siguiente, ofrecida únicamente a título de ejemplo no limitativo y hecha haciendo referencia al dibujo única en el cual:
- 45 - la figura es una ilustración esquemática de un taller provisto de un andén dotado de una toma de andén y de un vehículo ferroviario conectable a esta toma de andén.
- [0023]** En lo que sigue de esta descripción, las características y funciones bien conocidas por el experto en la materia no se describirán en detalle.

**[0024]** La figura representa un taller 2 dotado de un andén 4 de atraque y de un vehículo ferroviario 6 atracado en el andén 4. El vehículo 6 es, por ejemplo, un tren o un metro.

**[0025]** El taller 2 comprende también:

- una red trifásica 10 de media tensión,

5 - una toma hembra 12 de andén mecánicamente conectada a la red 10, y

- un disyuntor diferencial 14 interpuesto entre la red 10 y la toma 12 para aislar eléctricamente la toma 12 de la red 10 en caso de defecto de aislamiento entre fases y tierra.

**[0026]** La red 10 está, por ejemplo, realizada a partir de un transformador trifásico 16 cuyo primario está conectado a una red 18 de distribución de electricidad y cuyo secundario lo está a un bus media tensión 20.

10 **[0027]** El bus 20 está constituido por tres conductores de fase 21 a 23 y por un conductor 24 de neutro. El conductor está conectado permanentemente a tierra.

**[0028]** El disyuntor 14 está conectado entre, por un lado los conductores 21 a 24, y por otro lado a un enlace filar 26 en cuyo extremo se encuentra la toma 12. El enlace 26 comprende cuatro conductores eléctricos conectados eléctricamente a un conductor respectivo del bus 20 mediante el disyuntor 14. Para simplificar la figura, los cuatro

15 conductores del enlace 26 no se han representado.

**[0029]** Aquí, el disyuntor 14 está concebido para desconectarse automáticamente a partir del momento en que la suma de las intensidades de las corrientes que circulan en un instante determinado por los diferentes conductores del enlace 26 es, en valor absoluto, superior a un umbral  $S_d$  predeterminado. El umbral  $S_d$  es generalmente estrictamente superior a 100 mA y, por ejemplo, aquí igual a 300 mA.

20 **[0030]** La toma hembra 12 comprende cuatro casquillos 30 a 33 eléctricamente conectados con un conductor respectivo del enlace 26.

**[0031]** El vehículo 6 está dotado de un pantógrafo 40 capaz de rozar una catenaria para captar energía eléctrica a partir de esta cuando el vehículo circula. La catenaria puede estar alimentada a 25 kVca a 50 Hz, a 15 kVca a 16 Hz 2/3 o también a una tensión continua de 1500 o de 3000 Vcc.

25 **[0032]** La catenaria está conectada mediante diferentes equipos no representados a una caja 42 de alimentación auxiliar destinada a alimentar a un bus auxiliar 44 a media tensión trifásica.

**[0033]** Típicamente, la caja 42 presenta una envoltura exterior 46 representada por una línea a trazos en el interior de la cual se alojan:

- un convertidor eléctrico 48 capaz de convertir, por ejemplo, una tensión continua en una media tensión trifásica,

30 - unos interruptores controlables 50 capaces de aislar el convertidor 48 del bus 44, y

- un filtro CEM 52.

**[0034]** La envoltura 46 es típicamente una envoltura conductora, por ejemplo de metal, conectada a la masa. Aquí, la conexión de los diferentes equipos de a bordo en el interior del vehículo 6 a tierra se hace, por ejemplo, mediante ruedas del vehículo 6 y raíles sobre los cuales circula el vehículo 6.

35 **[0035]** El convertidor 48 está conectado a un bus CC (no representado) llevado a bordo en el interior del vehículo 6. El bus CC está constituido por dos conductores alimentados en tensión continua mediante el pantógrafo 40. Por lo tanto, en el presente caso el convertidor 48 es un ondulator trifásico capaz de generar una media tensión trifásica de 400 Vca a 50 Hz a partir de la tensión continua del bus CC.

40 **[0036]** Los interruptores 50 permiten aislar eléctricamente el convertidor 48 del bus 44 cuando la alimentación por la catenaria se interrumpe o en caso de defecto del convertidor.

**[0037]** El bus 44 comprende tres conductores de fase 55 a 57 y un conductor de neutro 58.

**[0038]** El convertidor 48 está conectado a cada uno de los conductores 55 a 58, mediante interruptores 50, en unos puntos de conexión 60 a 63.

45 **[0039]** El filtro 52 está directamente conectado entre los puntos de conexión 60 a 62 y la masa del convertidor. La masa del convertidor está conectada a tierra a través de las ruedas del vehículo ferroviario y de su estructura o de

un cable. El filtro 52 es capaz de corto-circuitar las señales parásitas de alta frecuencia generadas por el convertidor 48 a la masa. A tal efecto, el filtro 52 comprende tres condensadores C1 directamente conectados entre uno de los puntos de conexión 60 a 62 respectivos y un punto común 64.

**[0040]** El filtro 52 también comprende:

- 5 - un conductor 66 de corto-circuito directamente conectado entre el punto común 64 y el conductor 58, y
- un único circuito eléctrico de aislamiento directamente conectado entre el punto común 64 y la masa.

**[0041]** La impedancia del conductor 66 a 50 Hz es aquí inferior a la impedancia del circuito eléctrico de aislamiento a la misma frecuencia en una relación de al menos uno a diez.

10 **[0042]** A título de ilustración, las capacidades de los condensadores C1 y del condensador C2 se escogen en este caso iguales.

**[0043]** La capacidad del condensador C2 se escoge para que satisfaga las dos condiciones siguientes:

1) la impedancia del condensador C2 a 50 Hz sea claramente superior a la del conductor de retorno de la corriente hacia la red de media tensión de la toma de andén, y

15 2) la impedancia a frecuencias superiores a 10 kHz del condensador C2 sea, a semejanza de la capacidad C1, muy reducida.

**[0044]** Se recuerda que la impedancia Z de un condensador perfecto es función de la frecuencia de la corriente y se define por la relación siguiente:

$$Z = \frac{1}{2\pi C f} \quad (1)$$

donde:

20 - Z es la impedancia,

- C es la capacidad del condensador, y

- f es la frecuencia de la corriente considerada.

**[0045]** Para satisfacer los dos condiciones anteriores, la capacidad del condensador C2 se escoge entre 1 nF y 1 mF. aquí, la capacidad del condensador C2 se escoge igual a 1 PF.

25 **[0046]** De manera más precisa, las capacidades de los condensadores C1 y C2 se escogen para que se adapten a las normas EN 50 121-3-2 para el tren completo y EN 50 121-3-1 para los aparatos que lo constituyen. Para las emisiones radiadas, el límite se define en la misma EN 50 121-3-1 para el tren y vehículos completos alimentados por el pantógrafo 40 o por la toma 12. En emisión conducida el límite se define en la norma EN 50 121-3-2 para aparatos individuales.

30 **[0047]** El vehículo también comprende una toma macho 70 de andén solidaria de la envoltura 46. Esta toma 70 comprende cuatro enchufes 72 a 75 eléctricamente y directamente conectados, respectivamente, a los conductores 55 a 58 mediante un contactor de aislamiento 76 sin pasar por un transformador o por un convertidor de aislamiento galvánico. Los casquillos 30 a 32 son capaces de recibir a los enchufes 72 a 75 para alimentar el bus 44 a partir de la red 10.

35 **[0048]** El vehículo 6 también comprende numerosas cargas auxiliares. Algunas comprenden su propio convertidor eléctrico para convertir la tensión trifásica en otra tensión o frecuencia necesaria para su funcionamiento.

**[0049]** En la figura , solamente se ha representado una carga auxiliar 80. Esta carga 80 es, por ejemplo, un climatizador. La carga 80 comprende un compresor 82 alimentado con corriente alterna de frecuencia variable mediante un convertidor trifásico-trifásico 84 conectado a los conductores de fase 55 a 58. El convertidor 84 está

40 conectado a cada uno de estos conductores 55 a 58 mediante puntos de conexión respectivos 86 a 89.

**[0050]** La carga 80 comprende también su propio filtro CEM 90. Este filtro 90 está directamente conectado entre los puntos 86 a 88 y la masa de la carga. La masa de la carga está conectada a tierra a través de las ruedas del vehículo ferroviario y de su estructura o de un cable. La estructura del filtro 90 es idéntica a la del filtro 52 y por lo

tanto no se describirá aquí con más detalle. Las capacidades de los condensadores C1 y C2 que forman el filtro 90 se determinan de la misma manera que el filtro 52, al como se describió más arriba. Por ejemplo, sus capacidades son idénticas a las del filtro 52.

5 **[0051]** Finalmente, el vehículo 6 comprende un circuito 100, provisto de una masa de circuito conectada a tierra, de conexión del conductor 58 de neutro a tierra. Este circuito 100 comprende:

- un disyuntor llevado a bordo de detección 102 conectado en serie con una resistencia 104 directamente entre el conductor 58 y la masa del circuito,

- un condensador C3 directamente conectado entre el conductor 58 y la masa,

10 - una resistencia 106 de descarga directamente conectada en paralelo entre los bornes del condensador C3, y

- un circuito 108 de pilotaje del disyuntor 102.

**[0052]** La resistencia 104 tiene un valor claramente superior al del conductor de retorno de la corriente hacia la red de media tensión de la toma de andén pero es claramente inferior a la resistencia 106.

15 **[0053]** La capacidad del condensador C3 se escoge para constituir un corto-circuito entre el conductor 58 y la masa para altas frecuencias. La impedancia de 50 Hz del condensador C3 es superior o igual a la resistencia 106. Por ejemplo, aquí, la capacidad del condensador C3 se escoge igual a la del condensador C2.

20 **[0054]** El disyuntor llevado a bordo de detección está normalmente cerrado. Si tras un defecto de aislamiento entre una fase y la masa, se detecta una corriente de defecto, superior al umbral de detección fijado por el circuito 108 de pilotaje, por el disyuntor, la abertura del disyuntor 102 señala el defecto de aislamiento al personal de mantenimiento, manteniendo a la vez la alimentación del bus auxiliar.

**[0055]** En modo de alimentación por catenaria, el condensador C3 y la resistencia 106 garantizan que en caso de abertura del disyuntor 102 el potencial del conductor de neutro (58) seguirá siendo similar al de la masa.

25 **[0056]** A continuación se va a describir el funcionamiento del taller 2. Cuando el vehículo 6 se para a proximidad del andén 4, la alimentación a partir de la catenaria se interrumpe. Preferentemente, el convertidor 48 queda entonces eléctricamente aislado del bus 44 gracias a los interruptores 50.

**[0057]** A continuación, un operario conecta las tomas 12 y 70 entre sí. Un circuito no representado controla entonces el cierre del contactor de aislamiento 76. A partir de este momento, el bus 44 es alimentado a media tensión por la red 10. Esto permite por lo tanto hacer funcionar las diferentes cargas auxiliares tales como la carga 80 incluso si el vehículo 6 está eléctricamente aislado de la catenaria.

30 **[0058]** Se supone ahora que la red 10 es una red trifásica que produce una corriente de fuga. En estas condiciones, una corriente de fuga atraviesa al menos a uno de los condensadores C1 para alcanzar el punto común 64. En este estadio, la corriente de fuga vuelve hacia el conductor 58 por el conductor 66. Efectivamente, el conductor 66 presenta una impedancia a 50 Hz claramente más pequeña que la impedancia de los condensadores C2 de los diferentes equipos del tren y que la de las resistencias 104, 106 y del condensador C3 del circuito de detección 100.

35 De este modo, la corriente de fuga vuelve a la red 10 por el conductor 58, del enlace filar 26 antes de alcanzar el conductor 24. En estas condiciones, aunque la red 10 esté desequilibrada, la suma de las intensidades de las corrientes en los diferentes conductores de fase y en el conductor de neutro sigue siendo inferior al umbral de detección diferencial, aquí 300 mA de manera que el disyuntor 14 no se dispara.

**[0059]** De manera similar, el filtro 90 impide un disparo intempestivo del disyuntor 14.

40 **[0060]** En este estado, el circuito 100 aísla el conductor 58 de la tierra de manera que la corriente de fuga no se pueda seguir fugando por este circuito.

45 **[0061]** Finalizadas las operaciones de mantenimiento, la toma 12 se desconecta de la toma 70, el contactor de aislamiento 76 se abre y el vehículo 6 vuelve a ser alimentado por el pantógrafo 40 y de una catenaria. En estas condiciones, los interruptores 50 conectan el convertidor 48 con el bus 44. A partir de este momento, el bus 44 es alimentado a media tensión mediante el convertidor 48 y deja de serlo por la toma 70. En este modo de funcionamiento, los filtros 52 y 90 disminuyen el efecto de las señales eléctricas de alta frecuencia para reducir las perturbaciones conducidas y radiadas provocadas por las conmutaciones de los interruptores de los diferentes convertidores de a bordo en el vehículo 6.

**[0062]** Son posibles muchos otros modos de realización. Por ejemplo, el convertidor auxiliar de alimentación del bus o el convertidor de una carga auxiliar está situado o bien en la locomotora del vehículo 6 o en un coche de pasajeros.

5 **[0063]** Cuando la carga 80 es un cargador de batería, el convertidor 84 y el filtro 90 pueden integrarse en el interior de la caja 42.

**[0064]** Finalmente, el taller 2 se ha descrito únicamente en el caso particular de un bus 44 trifásico. Sin embargo, todo lo descrito más arriba puede también adaptarse al caso de un bus auxiliar monofásico. En esta variante, se omitirían dos de los condensadores C1 de los filtros CEM.

10 **[0065]** La toma 70 puede omitirse si, por ejemplo, la fuente de alimentación en tensión trifásica del bus auxiliar se lleva a bordo del vehículo 6, garantizando un medio de conexión eléctrica sin enchufe el enlace entre la fuente de alimentación en tensión llevada a bordo del vehículo 6 y el bus auxiliar trifásico (44).



**REIVINDICACIONES**

**1. Vehículo ferroviario que comprende:**

- un bus auxiliar (44) de alimentación a media tensión constituido por al menos un conductor (55-57) de fase y un conductor (58) de neutro, a los cuales están conectadas unas cargas auxiliares (80) llevadas en el interior del vehículo ferroviario,
- al menos un convertidor auxiliar (48) capaz de convertir energía eléctrica captada a partir de una catenaria a media tensión suministrada al bus auxiliar (44) cuando el vehículo ferroviario se conecta a la catenaria, estando conectado este convertidor auxiliar a tal efecto a los conductores de fase y de neutro del bus auxiliar en unos puntos de conexión (60-63), y provisto de una masa de convertidor conectada a tierra,
- un primer filtro CEM (Compatibilidad Electromagnética) (52) directamente conectado entre los puntos de conexión de los conductores de fase y la masa del convertidor auxiliar, comprendiendo este filtro CEM un condensador C1 conectado entre cada punto de conexión de fase del convertidor auxiliar y un mismo punto común (64) conectado a la masa del convertidor, significando « directamente » que la conexión se efectúa sin pasar por un conductor eléctrico o un componente eléctrico cuya impedancia a frecuencias superiores a 10 kHz es superior a la impedancia de C1 a las mismas frecuencias respectivas, y
- un medio de conexión (70) solidario del vehículo ferroviario y conectado a cada conductor (55-58) del bus auxiliar (44), capaz de conectar eléctricamente una alimentación del bus auxiliar a media tensión cuando el vehículo ferroviario se desconecta de la catenaria,

**caracterizado por el hecho de que el filtro CEM comprende:**

- un circuito eléctrico de aislamiento (C2) directamente conectado entre el punto común (64) y la masa del convertidor cuya impedancia a 50 Hz entre el punto común y la masa del convertidor es al menos dos veces superior a la impedancia de la parte de conductor de neutro comprendida entre el filtro CEM y el medio de conexión (70), y cuya impedancia a frecuencias superiores a 10 kHz entre el punto común y la masa es inferior a, o del mismo orden de magnitud que la impedancia de C1 a las mismas frecuencias respectivas, y
- un conductor eléctrico (66) de corto-circuito que presenta dos extremos uno de los está directamente conectado al punto común (64) y el otro está directamente conectado al conductor de neutro, siendo la impedancia a 50 Hz entre los dos extremos de este conductor inferior a la mitad de la impedancia de C2 a la misma frecuencia.

**2. Vehículo según la reivindicación 1, en el cual el circuito eléctrico de aislamiento está constituido por un condensador C2 conectado permanentemente entre el punto común (64) y la tierra, estando la capacidad de este condensador C2 comprendida entre 1 nF y 1 mF.**

**3. Vehículo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual al menos una carga auxiliar (80) conectada al bus auxiliar mediante puntos de conexión respectivos (86-89) y provisto de una masa de carga auxiliar conectada a tierra está dotada de su propio segundo filtro CEM (90) directamente conectado entre los puntos (86-88) de conexión de fase y la masa de la al menos una carga auxiliar, comprendiendo este filtro CEM:**

- un condensador C1 conectado entre cada punto (86-88) de conexión de fase de la al menos una carga auxiliar y un mismo punto común conectado a la masa de la al menos una carga auxiliar, significando « directamente » que la conexión se efectúa sin pasar por un conductor eléctrico o un componente eléctrico cuya impedancia a frecuencias superiores a 10 kHz es superior a la impedancia de C1 a las mismas frecuencias respectivas,
- un circuito eléctrico de aislamiento (C2) directamente conectado entre el punto común y la masa de la al menos una carga auxiliar cuya impedancia a 50 Hz entre el punto común y la masa de la carga auxiliar es al menos dos veces superior a la impedancia de la parte de conductor de neutro comprendida entre el filtro CEM y el medio de conexión (70), y cuya impedancia a frecuencias superiores a 10 kHz entre el punto común y la masa es inferior a, o del mismo orden de magnitud que la impedancia de C1 a las mismas frecuencias respectivas, y
- un conductor eléctrico de corto-circuito que presenta dos extremos uno de los está directamente conectado al punto común y el otro está directamente conectado al conductor de neutro, siendo la impedancia a 50 Hz entre los dos extremos de este conductor inferior a la mitad de la impedancia de C2 a la misma frecuencia.

**4. Vehículo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el cual el vehículo comprende un circuito (100) provisto de una masa del circuito conectado a tierra, de conexión a masa del conductor de neutro (58) y de detección de un defecto de aislamiento entre un conductor de fase y la masa del circuito, comprendiendo dicho circuito (100), conectado en serie entre el conductor (58) de neutro y la masa del circuito, un disyuntor llevado a**

bordo de detección (102) y una resistencia (104), comprendiendo dicho circuito (100) también una impedancia (C3, 106) de conexión a masa par defecto, conectado entre el conductor (58) de neutro y la masa del circuito.

5 **5.** Vehículo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el vehículo comprende un caja (42) de alimentación auxiliar dotado de una envoltura conductora (46) conectada a tierra, en el interior de la cual están alojados el convertidor auxiliar y el primer filtro CEM, constituyendo dicho caja (42) la masa del convertidor auxiliar.

**6.** Taller que comprende:

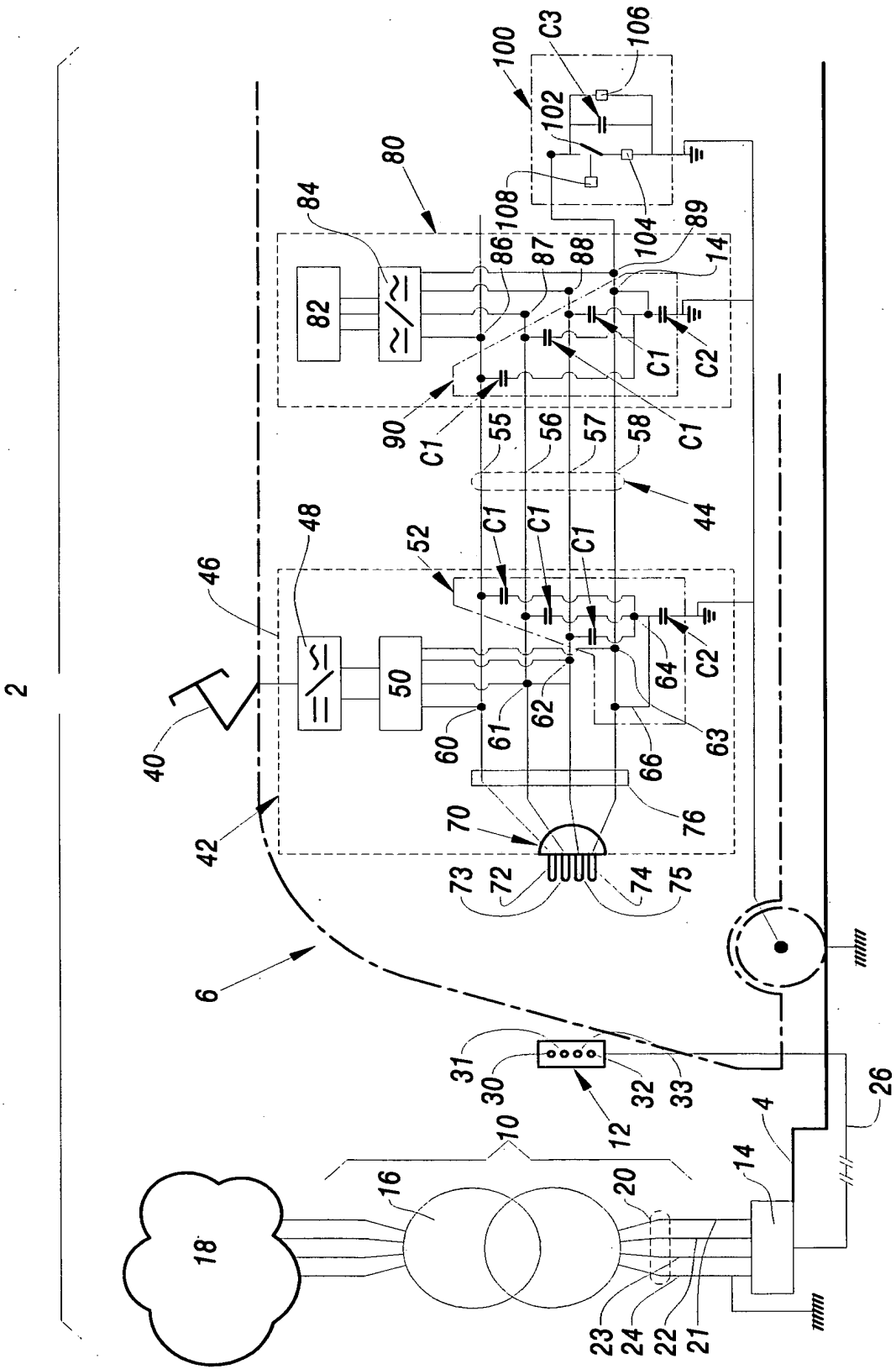
- un vehículo ferroviario (6) definido según la reivindicación 1,

- una red (10) de media tensión provista de varios conductores eléctricos (20-24) de los cuales al menos un conductor de fase y un conductor de neutro (24) está eléctricamente conectado a tierra,

10 - una toma (12) de andén solidaria del andén, estando esta toma conectada mediante diferentes conductores (26) a la red de media tensión,

- un disyuntor diferencial (14) interpuesto entre la red de media tensión (10) y la toma (12) de andén solidaria del andén, siendo este disyuntor (14) capaz de bascular automáticamente de un estado conductor hacia un estado no conductor a partir del momento en que el valor absoluto de la suma de las intensidades de las corrientes que

15 circulan por los diferentes conductores de la red de media tensión es superior o igual a 100 mA, y en el cual el medio de conexión (70) de andén solidario del vehículo ferroviario es conectable en la toma (12) de andén solidaria del andén para alimentar al bus auxiliar (44) a partir de la red de media tensión.



2