



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11) Número de publicación: **2 363 330**

51) Int. Cl.:  
**B60L 11/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96) Número de solicitud europea: **02290398 .3**

96) Fecha de presentación : **19.02.2002**

97) Número de publicación de la solicitud: **1245432**

97) Fecha de publicación de la solicitud: **02.10.2002**

54) Título: **Procedimiento y dispositivo de control de alimentación eléctrica de un vehículo de tracción eléctrica que funciona en modo de alimentación externa o en modo de alimentación autónoma.**

30) Prioridad: **29.03.2001 FR 01 04276**

45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.08.2011**

45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.08.2011**

73) Titular/es: **ALSTOM TRANSPORT S.A.**  
**3, avenue André Malraux**  
**92300 Levallois-Perret, FR**

72) Inventor/es: **Deleu, Arnaud y**  
**Nogaret, Philippe**

74) Agente: **Justo Bailey, Mario de**

ES 2 363 330 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 y dispositivo de control de la alimentación eléctrica de un vehículo de tracción eléctrica que funciona en modo de alimentación externa o en modo de alimentación autónoma

5

Campo de la Invención

10

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo de control de la alimentación eléctrica de un vehículo de tracción eléctrica diseñado para funcionar en modo de alimentación externa o en modo de alimentación autónoma en función de la presencia o de la ausencia de una infraestructura de alimentación externa a lo largo de la vía de circulación del vehículo. La invención se refiere, en particular, a la alimentación de energía eléctrica de vehículos tipo tranvía.

15

Se conoce de la solicitud de patente FR-A1-2 782 680 presentada por la solicitante, un conjunto de alimentación de vehículos de tracción eléctrica que permite hacer circular a vehículos de transporte público, como los tranvías de gran capacidad, sin necesitar una alimentación continua por catenaria. Un conjunto de este tipo consta, por tanto, de un dispositivo de alimentación autónoma instalado a bordo del vehículo, formado por un motor eléctrico provisto de un volante de inercia de gran masa, y de unos apeaderos de paradas provistos de una catenaria que permite la recarga de energía del dispositivo de alimentación autónoma por medio de un pantógrafo transportado por el vehículo.

20

25

30

Un conjunto de alimentación de este tipo presenta, sin embargo, el inconveniente de necesitar la detección de la conexión del pantógrafo a la catenaria, con el fin de gestionar de la mejor manera posible la alternancia de un modo de alimentación a otro y de optimizar las prestaciones del conjunto de alimentación. Además, es necesario, para optimizar las prestaciones del vehículo, que el vehículo se alimente siempre de energía eléctrica mediante el dispositivo de alimentación autónoma o mediante la catenaria, lo que lleva a presentar unas fases de transición durante las cuales el vehículo está, al mismo tiempo, conectado al dispositivo de alimentación autónoma y a la catenaria. No obstante, durante estas fases de transición, sucede que el dispositivo de alimentación autónoma está activo, es decir, se utiliza como generador de energía, con una tensión de salida superior a la tensión de la catenaria, conllevando de este modo una pérdida de energía del dispositivo de alimentación autónoma hacia la catenaria acompañada de una descarga rápida y perjudicial del dispositivo de alimentación autónoma. Otro inconveniente de un conjunto de alimentación de este tipo es la posible formación de un arco eléctrico durante la separación del pantógrafo de la catenaria, provocando un desgaste rápido de estos distintos elementos.

35

La invención pretende, por consiguiente, solucionar estos inconvenientes proponiendo un procedimiento y un dispositivo de control de la alimentación de energía eléctrica de un vehículo de tracción eléctrica que funciona en modo de alimentación autónoma o en modo de alimentación externa, lo que permite la detección de la conexión del vehículo a una infraestructura de alimentación externa y garantiza la optimización de la gestión de las fases de transición entre los dos modos de alimentación al tiempo que resulta de simple y económica realización.

40

45

50

La invención tiene por objeto un procedimiento de control de la alimentación de energía eléctrica de un vehículo de tracción eléctrica diseñado para funcionar en modo de alimentación externa o en modo de alimentación autónoma, en función de la presencia o de la ausencia de una infraestructura de alimentación externa a lo largo de la vía de circulación del vehículo, constanding el vehículo de un bus de alimentación continuo conectado al mismo tiempo a un conjunto de alimentación autónoma instalado a bordo del vehículo y a una línea de alimentación externa que puede conectarse a una infraestructura de alimentación externa por medio de un elemento de conexión, caracterizado porque se detecta la conexión de dicho elemento de conexión con dicha infraestructura de alimentación externa al medir la corriente que atraviesa la línea de alimentación externa, la presencia de una corriente no nula en la línea de alimentación externa indicando la presencia de una infraestructura de alimentación externa conectada a dicho elemento de conexión.

55

De acuerdo con una característica del procedimiento de acuerdo con la invención, cuando el vehículo se encuentra en una fase de alimentación transitoria durante la cual el bus de alimentación continuo, de forma simultánea, se alimenta de energía mediante el conjunto de alimentación autónoma y está conectado a la infraestructura de alimentación externa, se controla la tensión de salida del conjunto de alimentación autónoma de tal modo que la corriente que atraviesa la línea de alimentación externa sea prácticamente nula.

60

De acuerdo con una característica del procedimiento de acuerdo con la invención, cuando el vehículo circula alimentándose únicamente mediante el conjunto de alimentación autónoma y llega a una zona equipada con una infraestructura de alimentación externa, tienen lugar las siguientes etapas:

65

- detección de la conexión del elemento de conexión con la infraestructura de alimentación externa por la aparición de una corriente no nula en la línea de alimentación;
- control de la tensión de salida del conjunto de alimentación autónoma de tal modo que anule prácticamente la corriente de la línea de alimentación externa;
- cese del suministro de energía por parte del conjunto de alimentación autónoma en la dirección del bus de

alimentación continuo.

5 De acuerdo con otra característica del procedimiento de acuerdo con la invención, cuando el vehículo circula alimentándose únicamente mediante la línea de alimentación externa y llega a una zona no equipada con una infraestructura de alimentación externa, se procede a la desconexión previa del elemento de conexión de la infraestructura de alimentación externa, en las siguientes etapas:

10 - puesta en marcha del conjunto de alimentación autónoma de tal modo que este último suministre energía al bus de alimentación continuo;

- control de la tensión de salida del conjunto de alimentación autónoma de tal modo que prácticamente anule la corriente de la línea de alimentación externa.

15 La invención también se refiere a un dispositivo de control de la alimentación de energía eléctrica de un vehículo de tracción eléctrica diseñado para funcionar en modo de alimentación autónoma o en modo de alimentación externa, en función de la presencia o no de una infraestructura de alimentación externa a lo largo de la vía de circulación de dicho vehículo, el vehículo constando de un bus de alimentación continuo conectado, al mismo tiempo, a un conjunto de alimentación autónoma instalado a bordo del vehículo y a una línea de alimentación externa que puede conectarse a una infraestructura de alimentación externa por medio de un elemento de conexión, caracterizado porque consta de un sensor de corriente que permite medir la corriente que circula a través de la línea de alimentación externa con el fin de detectar la conexión del elemento de conexión a la infraestructura de alimentación externa.

20 De acuerdo con unos modos particulares de realización, el dispositivo de control de la alimentación eléctrica del vehículo puede comprender una o varias de las siguientes características tomadas de forma aislada o de acuerdo con todas las combinaciones técnicamente posibles:

25 - el conjunto de alimentación autónoma está provisto de un módulo de mando que permite modificar la tensión de salida del conjunto de alimentación autónoma;

30 - el conjunto de alimentación autónoma está formado por un conjunto de acumulación cinética de energía con volante de inercia;

35 - el elemento de conexión está formado por un pantógrafo transportado por el vehículo y que coopera con una infraestructura de alimentación externa constituida por una catenaria;

Se entenderán mejor los objetivos, aspectos y ventajas de la presente invención, según la descripción que se da a continuación de un modo de realización de la invención, presentado a modo de ejemplo no excluyente, en referencia a los dibujos anexos, en los que:

40 - la figura 1 es una vista esquemática de la alimentación eléctrica de un tranvía equipado con un dispositivo de control de acuerdo con la invención;

45 - la figura 2 es un esquema que ilustra la regulación de la corriente en la línea de alimentación externa mediante el procedimiento de control de acuerdo con la invención cuando el bus de alimentación continuo del tranvía se alimenta, de forma simultánea, mediante el conjunto de alimentación autónoma y mediante la catenaria.

50 La figura 1 representa un esquema de un conjunto de alimentación eléctrica de un vehículo ferroviario, de tipo tranvía, equipado con motores eléctricos reversibles 4 de tracción, es decir, que absorben energía eléctrica en los momentos de tracción y suministran energía eléctrica en los momentos de frenado.

55 Estos motores de tracción están controlados por un módulo 3 de tracción que está conectado a una vía común 1 de alimentación continua que se alimenta, por una parte, en régimen convencional, mediante una línea 2 de alimentación externa y, por otra parte, en régimen autónomo, mediante un conjunto 6 de alimentación autónoma instalado a bordo del tranvía. Los motores 4 de tracción son, a modo de ejemplo no excluyente, unos motores trifásicos, el módulo 3 de tracción estando, por tanto, formado por un ondulator. El módulo 3 de tracción está conectado a un cable 10 que realiza el retorno de la corriente a tierra mediante conducción a través de las ruedas del tranvía y de los raíles de la vía.

60 La línea 2 de alimentación externa está provista en su extremo de un pantógrafo 5 dispuesto en el techo del tranvía y diseñado para cooperar con una catenaria 7 cuando el tranvía circula por una porción de vía equipada con una infraestructura de este tipo. La línea 2 de alimentación externa está provista de una impedancia de filtrado 8 dispuesta entre el pantógrafo 5 y la vía común 1 de alimentación continua, una capacidad 9 estando conectada entre la vía común continua 1 y el cable 10 de retorno a tierra.

65 El conjunto 6 de alimentación autónoma está formado por un conjunto de acumulación cinética de energía que consta de un motor eléctrico síncrono de imanes cuyo rotor impulsa un volante de inercia, este motor estando asociado a un convertidor o a un acumulador troceador de corriente en dos cuadrantes que permite el control de la tensión de salida del conjunto de alimentación autónoma. En régimen de recarga, el motor impulsa al volante de inercia a una velocidad

elevada, y, en régimen de descarga, el motor funciona como generador suministrando energía al módulo 3 de tracción.

La tensión de salida del conjunto 6 de alimentación autónoma se controla mediante un módulo 12 de mando que recibe informaciones de un sensor 13 de corriente dispuesto en la línea 2 de alimentación externa. Este módulo 12 de mando regula la tensión de salida en un intervalo de tensión muy próximo al de la tensión catenaria (tensión típica de 750 V) con el fin de permitir un funcionamiento idéntico del módulo 3 de tracción, se alimenta este directamente mediante el conjunto 6 de alimentación autónoma o mediante la catenaria 7.

El procedimiento de control de la alimentación del tranvía se va a describir seguidamente.

Cuando el tranvía circula por una porción de vía no equipada con una catenaria 7, el módulo de tracción del tranvía se alimenta únicamente mediante el dispositivo 6 de alimentación autónoma que se encuentra por tanto en modo activo, es decir, que funciona como generador de energía, el pantógrafo 5 estando entonces, por ejemplo, colocado en posición bajada por orden del conductor. Durante esta fase, el pantógrafo 5 no está conectado a una catenaria y no circula ninguna corriente por la línea 2 de alimentación externa del tranvía. El módulo 12 de mando recibe entonces del sensor 13 la información según la cual la corriente  $I_{ext}$  en la línea externa 23 es nula y procede a la regulación de la tensión de salida con un valor nominal del orden de 750 V.

Cuando el tranvía llega a una zona equipada con una catenaria 7, el conductor controla el despliegue del pantógrafo 5 para que este último entre en contacto con la catenaria 7. Durante esta fase el conjunto 6 de alimentación autónoma está siempre en modo activo y el módulo 12 de mando del conjunto 6 de alimentación autónoma, que recibe y analiza de forma permanente el valor de la corriente que atraviesa el sensor 13 de corriente, detecta al instante en qué punto la corriente  $I_{ext}$  se vuelve no nula, correspondiendo este momento prácticamente al momento en el que el pantógrafo 5 se conecta a la catenaria 7.

A partir de este momento en el que el sensor 13 detecta una corriente  $I_{ext}$  no nula, el conjunto 6 de alimentación autónoma estando siempre en modo activo, el módulo 12 de mando procede al control de la tensión de salida del conjunto 6 de alimentación autónoma de tal modo que regule la corriente  $I_{ext}$  que circula en la línea 2 de alimentación externa con un valor próximo a cero. Esta regulación de la corriente  $I_{ext}$  puede, por ejemplo, realizarse mediante un ordenador según el esquema de mando de la figura 2 en el que el valor de la corriente  $I_{ext}$  extraído del sensor 13 se envía a una primera y una segunda rama. La primera rama consta de un comparador 20 que calcula la diferencia entre una corriente de referencia  $I_{ref}$  seleccionada nula y el valor de la corriente medida  $I_{ext}$ . La salida del comparador 20 se envía en un bloque 21 que calcula una tensión de consigna  $U_{bus/ref}$  próxima a la tensión catenaria con el fin de anular prácticamente la corriente  $I_{ext}$ , realizándose una medición de la tensión catenaria mediante un sensor para pre-posicionar  $U_{bus/ref}$  alrededor de esta tensión catenaria, y que transmite esta consigna  $U_{bus/ref}$  a un bloque 22 de control. De conformidad con la figura 2, la segunda rama consta de un bloque 23 que procede al cálculo del valor absoluto del valor de la corriente  $I_{ext}$ , luego a la comparación de este valor con un umbral próximo a cero y, por ejemplo, seleccionado igual a 50 mA. La información según la cual el valor absoluto de la corriente  $I_{ext}$  es superior al umbral se envía a continuación a la entrada del bloque 22 de control, que procede al bloqueo de la emisión de la nueva tensión de consigna  $U_{bus/ref}$  mientras la corriente  $I_{ext}$  sea inferior al umbral de corriente.

Esta regulación de la tensión de salida del conjunto 6 de alimentación autónoma cuando la vía común 1 de alimentación continua se alimenta, de forma simultánea, mediante la catenaria 7 y mediante el conjunto 6 de alimentación autónoma en modo activo, permite evitar que el conjunto 6 de alimentación autónoma se descargue a través de la catenaria 7 cuando la tensión catenaria es inferior a la tensión de salida del conjunto 6 de alimentación autónoma.

A continuación de la detección de la conexión del pantógrafo 5 a la catenaria 7, el conjunto 6 de alimentación autónoma se pone en modo pasivo ya sea de forma automática por medio de una temporización, ya sea de forma manual por orden del conductor. Una vez el conjunto 6 de alimentación autónoma en modo pasivo, es decir, que ya no suministra energía a la vía común 1 de alimentación continua, el módulo 3 de tracción se alimenta de forma exclusiva mediante la catenaria 7 a través de la línea 2 de alimentación externa y el conjunto 6 de alimentación autónoma, que también recibe corriente de la línea 2 de alimentación externa que permite la recarga de energía cinética de su volante de inercia, en particular durante la inmovilización del tranvía en un apeadero de parada o durante unas fases de frenado en las que toda la potencia disponible en la catenaria puede utilizarse para recargar el conjunto 6 de alimentación autónoma.

Cuando el tranvía se dispone a dejar la zona equipada de la catenaria 7 para volver a una zona no equipada, el conjunto 6 de alimentación autónoma cambia de nuevo al modo activo ya sea por orden del conductor o de forma automática, por ejemplo, mediante interacción con una baliza dispuesta a lo largo de la vía o, incluso, mediante estimación de la posición por un ordenador. Durante esta fase la vía común 1 de alimentación continua se alimenta, de forma simultánea, mediante el conjunto 6 de alimentación autónoma y la línea 2 de alimentación externa, y el módulo 12 de mando regula entonces la tensión de salida del conjunto 6 de alimentación autónoma de tal modo que anula prácticamente la corriente  $I_{ext}$  que circula por la línea de alimentación externa y evita de este modo la descarga eventual del conjunto 6 de alimentación autónoma a través de la catenaria 7.

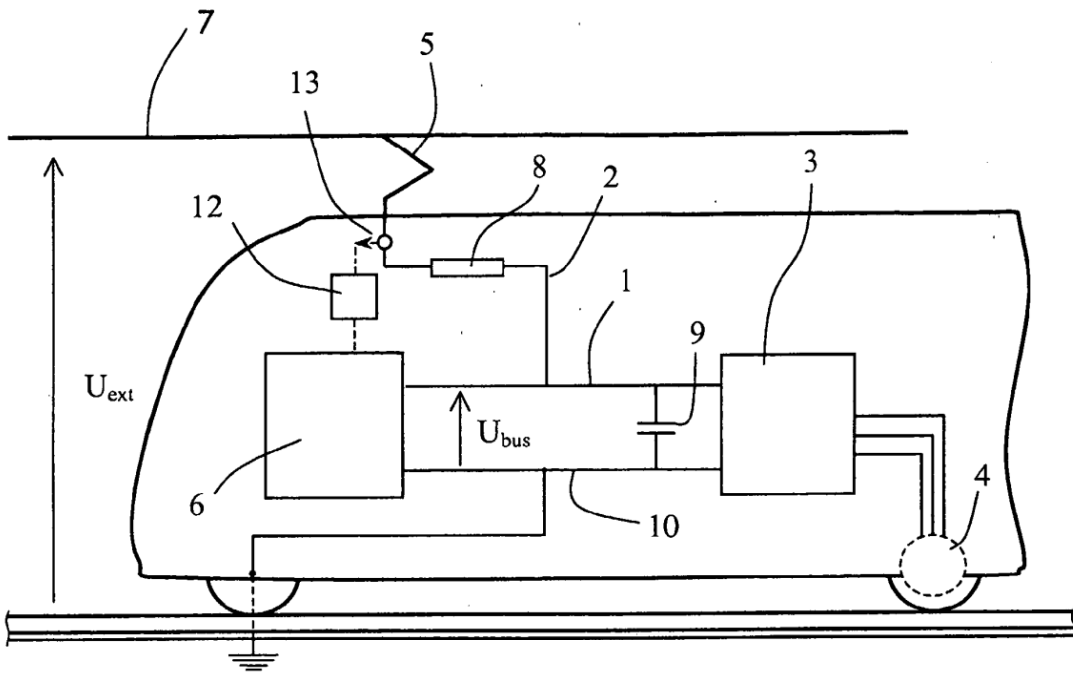
El pantógrafo 5 puede entonces desconectarse de la catenaria 7 ya sea de forma lógica al llegar al extremo de la catenaria 7, o por orden del conductor, realizándose entonces la desconexión sin riesgo de aparición de arco eléctrico por el hecho de que la corriente es prácticamente nula en la línea 2 de alimentación externa gracias a la regulación

realizada mediante el módulo 12 de mando.

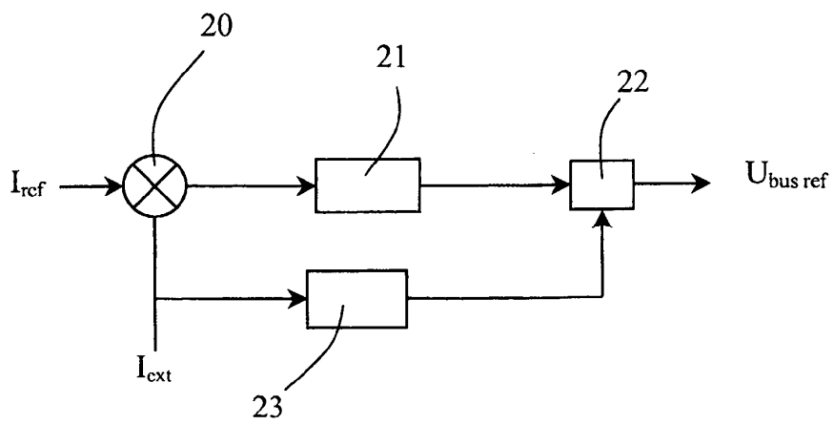
- 5 El dispositivo y el procedimiento de control de la alimentación del tranvía de acuerdo con la invención permiten, por lo tanto, detectar de forma muy simple el momento en el que el pantógrafo se conecta a la catenaria y optimizar de este modo la carga del conjunto de alimentación autónoma impidiendo cualquier descarga rápida del conjunto de alimentación autónoma a través de la catenaria. Además, el procedimiento de acuerdo con la invención permite suprimir cualquier riesgo de aparición de arco eléctrico en la desconexión del pantógrafo, lo que permite aumentar de forma considerable la duración de uso de los elementos.
- 10 Obviamente, la invención no se encuentra limitada al modo de realización descrito e ilustrado, que solo se ha dado a modo de ejemplo. Son posibles modificaciones, en particular desde el punto de vista de la constitución de los diversos elementos o mediante sustitución por equivalentes técnicos, sin salirse sin embargo del campo de protección de la invención.
- 15 De este modo, en una variante de realización no representada, el elemento de conexión podrá estar formado por un patín que coopera con una infraestructura de alimentación externa constituida por un rail.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de control de la alimentación de energía eléctrica de un vehículo de tracción eléctrica diseñado para funcionar en modo de alimentación externa o en modo de alimentación autónoma, en función de la presencia o de la ausencia de una infraestructura (7) de alimentación externa a lo largo de la vía de circulación de dicho vehículo, dicho vehículo constando de un bus de alimentación continuo (1) conectado, al mismo tiempo, a un conjunto (6) de alimentación autónoma instalado a bordo del vehículo y a una línea (2) de alimentación externa que puede conectarse a una infraestructura (7) de alimentación externa por medio de un elemento (5) de conexión, caracterizado porque se detecta la conexión de dicho elemento (5) de conexión con dicha infraestructura (7) de alimentación externa al medir la corriente que atraviesa la línea (2) de alimentación externa, la presencia de una corriente no nula en la línea (2) indicando la presencia de una infraestructura (7) de alimentación externa conectada a dicho elemento (5) de conexión.
- 10
- 15 2. Procedimiento de control de la alimentación eléctrica de un vehículo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque, cuando el vehículo se encuentra en una fase de alimentación transitoria durante la cual el bus de alimentación continuo (1), de forma simultánea, se alimenta de energía mediante el conjunto (6) de alimentación autónoma y está conectado a la infraestructura (7) de alimentación externa, se controla la tensión de salida del conjunto (6) de alimentación autónoma de tal modo que la corriente que atraviesa la línea (2) de alimentación externa sea prácticamente nula.
- 20 3. Procedimiento de control de la alimentación eléctrica de un vehículo de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque, cuando el vehículo circula alimentándose únicamente mediante el conjunto (6) de alimentación autónoma y llega a una zona equipada con una infraestructura (7) de alimentación externa, tienen lugar las siguientes etapas:
- 25 - detección de la conexión del elemento (5) de conexión con la infraestructura de alimentación externa por la aparición de una corriente no nula en la línea de alimentación;
- control de la tensión de salida del conjunto (6) de alimentación autónoma de tal modo que anule prácticamente la corriente de la línea (2) de alimentación externa;
- 30 - cese del suministro de energía por parte del conjunto (6) de alimentación autónoma en la dirección del bus de alimentación continuo (1).
- 35 4. Procedimiento de control de la alimentación eléctrica de un vehículo de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque, cuando el vehículo circula alimentándose únicamente mediante la línea (2) de alimentación externa y llega a una zona no equipada con una infraestructura (7) de alimentación externa, se procede a la desconexión previa del elemento de conexión de la infraestructura de alimentación externa en las siguientes etapas:
- 40 - puesta en marcha del conjunto (6) de alimentación autónoma de tal modo que este último suministre energía al bus de alimentación continuo (1);
- control de la tensión de salida del conjunto (6) de alimentación autónoma de tal modo que prácticamente anule la corriente de la línea (2) de alimentación externa.
- 45 5. Dispositivo de control de la alimentación de energía eléctrica de un vehículo de tracción eléctrica diseñado para funcionar en modo de alimentación autónoma o en modo de alimentación externa, en función de la presencia o no de una infraestructura (7) de alimentación externa a lo largo de la vía de circulación de dicho vehículo, el vehículo constando de un bus de alimentación continuo (1) conectado, al mismo tiempo, a un conjunto (6) de alimentación autónoma instalado a bordo del vehículo y a una línea (2) de alimentación externa que puede conectarse a una infraestructura (7) de alimentación externa por medio de un elemento (5) de conexión, caracterizado porque consta de un sensor de corriente (13) que permite medir la corriente que circula a través de la línea (2) de alimentación externa con el fin de detectar la conexión del elemento (5) de conexión a la infraestructura (7) de alimentación externa.
- 50
- 55 6. Dispositivo de control de la alimentación eléctrica de un vehículo de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque dicho conjunto (6) de alimentación autónoma está provisto de un módulo de mando (12) que permite modificar la tensión de salida del conjunto (6) de alimentación autónoma.
- 60 7. Dispositivo de control de la alimentación eléctrica de un vehículo de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque dicho conjunto (6) de alimentación autónoma está formado de un conjunto de acumulación cinética de energía con volante de inercia.
- 65 8. Dispositivo de control de la alimentación eléctrica de un vehículo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizado porque dicho elemento (5) de conexión está formado por un pantógrafo transportado por el vehículo y que coopera con una infraestructura de alimentación externa constituida por una catenaria (7).



**FIG 1**



**FIG 2**