

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 587 605**

51 Int. Cl.:

H02J 7/34 (2006.01)

B60L 9/00 (2006.01)

B60L 11/18 (2006.01)

B60W 10/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.09.2011 PCT/EP2011/066026**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2012 WO12084281**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2011 E 11757323 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.05.2016 EP 2656476**

54 Título: **Método de ajuste de tensión de alimentación eléctrica para el funcionamiento de por lo menos un vehículo alimentado eléctricamente**

30 Prioridad:

23.12.2010 EP 10290676

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

25.10.2016

73 Titular/es:

**SIEMENS S.A.S. (100.0%)
40 avenue des Fruitiers
93527 Saint-Denis Cedex, FR**

72 Inventor/es:

**BAVARD, XAVIER;
CHATTOT, ERIC y
VERHILLE, JEAN-NOËL**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 587 605 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 ajuste de tensión de alimentación eléctrica para el funcionamiento de por lo menos un vehículo alimentado eléctricamente.

5 La presente invención concierne principalmente a un método de ajuste de tensión de alimentación eléctrica para el funcionamiento de por lo menos un vehículo alimentado eléctricamente según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Los sistemas de redes de alimentación de energía de tracción de una línea de metro (u otros vehículos de transportes públicos como tranvías, trolebuses, autobuses, trenes, unidades de transporte sin conductor, etc.) sufren fluctuaciones energéticas dependientes del número de vehículos en línea así como también de su sincronismo. Estas variaciones en el flujo energético tienen una acción preponderante en la calidad de distribución de la energía asegurada por los carriles de alimentación u otros medios similares. Estas variaciones y de esta manera dicha
15 calidad dependen de las características lineales de los carriles de distribución pero también son una función de la distancia que separa las fuentes de alimentación de los equipos fijos del vehículo. De eso resultan fuertes variaciones de tensión de alimentación de los vehículos y de sus equipos embarcados que, captadas por los trotadores mecánicos del vehículo en un carril de alimentación, son el origen de las perturbaciones que pueden afectar a los dispositivos de propulsión.

Una baja alimentación de los dispositivos de propulsión es un fenómeno agravante ya que conduce muy generalmente a sobreintensidades.

20 Para los vehículos equipados de tracción modernos en el campo giratorio, la calidad de la tensión de entrada de convertidores a pulsación es mucho más importante que para los vehículos más antiguos que principalmente utilizaban máquinas de corriente continua. Cuando la tensión no corresponde más a un límite inferior, los mecanismos entonces son colocados con el fin de evitar comportamientos de propulsión erráticos. A título de ejemplo, un debilitamiento de la máquina/componente eléctrico es una posible solución instalada a bordo que responde a esta problemática, pero su puesta en práctica aumenta las pérdidas de dicha máquina y es de hecho el origen de un rendimiento energético a la baja.

25 Un dimensionamiento de las instalaciones de distribución de energía de una línea de metro compuesto de trenes o vehículos propulsados, calculado para una capacidad máxima de número de vehículos en línea, autoriza la explotación de esta línea en todos los modos de funcionamiento (horas punta y horas de poca actividad). El dimensionamiento de las instalaciones tiene en cuenta crestas de potencia para garantizar la disponibilidad y la fiabilidad del sistema. Para poner remedio a una disminución de la calidad de distribución de energía por los carriles de alimentación, unos "feeders" (alimentaciones eléctricas) están instalados puntualmente (a lo largo de la línea)
30 para limitar caídas de tensión demasiado fuertes así como pérdidas en la línea. La necesidad de colocación de feeders está subordinada a un límite inferior de tensión de alimentación librada por los carriles que conviene no sobrepasar y más allá del cual el funcionamiento de los equipos embarcados en los vehículos no se garantiza más. Al definir una zona de alimentación de energía que trabaja en un rango amplio y no necesita acciones correctoras
35 (instalación de alimentadores), realizamos entonces un compromiso entre las realizaciones energéticas del sistema y los costes de instalación, lo que constituye un dilema delicado que hay que resolver.

40 Por último hacemos referencia al documento „EINSATZMOGLICHKEITEN FUR ENERGIESPEICHER IM ELEKTRISCHEN BAHNBETRIEB“, ELEKTRISCHE BAHNEN, OLDENBOURG INDUSTRIEVERLAG, MUNCHEN, DE, vol. 91, n° 10, del 1 de octubre de 1993 (01-10-1993) páginas 331-335 de Klaus Reiner que describe un sistema según el preámbulo de la reivindicación 1.

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un método de control de tensión de alimentación eléctrica para el funcionamiento de al menos un vehículo alimentado por al menos:

- una primera unidad de almacenamiento de energía eléctrica instalada a bordo del vehículo,
- una red eléctrica de tierra que abastece al vehículo por lo menos una aportación de energía por medio de la
45 aplicación de una tensión de alimentación vía un medio de distribución eléctrico, dicho método permite por lo menos minimizar las variaciones de los flujos de energía en una red de alimentación de transporte público.

Se presenta una solución por el método de ajuste de tensión de alimentación eléctrica a través de la reivindicación 1.

Un conjunto de subreivindicaciones también presenta ventajas de la invención.

Se proporcionan ejemplos de realización y de aplicación con la ayuda de figuras donde se describen:

Figura 1 Ejemplo aplicativo del método según la invención según un esquema de transporte público,

Figura 2 Representación de parámetros relacionados con el método según la invención: (a) tensión del carril captada por los vehículos, (b) corrientes absorbidas por las fuentes, (c) corrientes de las unidades de almacenamiento, (d) velocidades de los vehículos.

5 La figura 1 muestra un ejemplo aplicativo simulado del método según la invención para un tramo de vía bidireccional, alimentado por una subestación SS bajo una tensión U_{so1} (= 750V) y que contiene tres trenes T1, T2, T3 (T1 y T2 están sobre la vía en sentido de marcha hacia la izquierda y T3 está sobre la segunda vía en sentido de marcha hacia la derecha). La distancia que separa una primera estación S1 de la subestación SS equivale a 1000 m, y la distancia entre la primera y la segunda estación S2 equivale a 1200 m (en orden de derecha a izquierda: SS, S1, S2). Las características lineales de los carriles de distribución de la tensión en el suelo hacia los trenes son tomadas en consideración y equivalen a 22 mQ/m. En la simulación presentada a continuación, el primer tren T1 parte a $t=40$ s, el segundo tren T2 arranca al cabo de 10 s mientras que el tercer tren T3 parte inmediatamente a 0s.

10 Principalmente, el método según la invención se basa en un método de ajuste de la tensión de alimentación eléctrica para un funcionamiento de por lo menos un vehículo, aquí por ejemplo el primer tren T1, (del tipo unidad de transporte público) alimentado por al menos:

- una primera unidad de almacenamiento de energía eléctrica US1 instalada a bordo de dicho vehículo,
- una red eléctrica en el suelo SS que abastece al vehículo por lo menos con una aportación de energía por aplicación de una tensión de alimentación U_{so1} (= 750V) vía un medio de distribución (RAIL) eléctrico,

caracterizado porque,

20 la primera unidad de almacenamiento de energía US1 es controlable bajo dos regímenes denominados generadores y receptores, en que:

- en el régimen generador, una tensión de alimentación algebraicamente aditiva U_{add} y que proviene de la primera unidad de almacenamiento eléctrico US1 es aplicado sobre el medio de distribución (RAIL) con el fin de mantener una tensión de alimentación efectiva U_{rail} por encima de un umbral mínimo predefinido U_{rail_min} ;

25 - en el régimen receptor, si un exceso de tensión de alimentación U_{rail} que proviene por lo menos parcialmente de una segunda unidad de almacenamiento US2 (por ejemplo aquí como una unidad instalada a bordo en el segundo tren T2) en el régimen generador es detectado por encima del umbral mínimo U_{rail_min} , este exceso se canaliza energéticamente hacia la primera unidad de almacenamiento de energía US1 del primer vehículo si es requerido para el funcionamiento de dicho primer vehículo y permite mantener la tensión de alimentación U_{rail} bajo un umbral máximo predefinido U_{rail_max} y por encima del umbral mínimo predefinido U_{rail_min} .

30 El método según la invención prevé que la segunda unidad de almacenamiento de energía, aquí por ejemplo US2 u otra unidad de almacenamiento en el suelo o embarcado a bordo, se elige según un esquema espacial y temporal de tráfico de varios vehículos, aquí T1, T2, T3, y una infraestructura de red eléctrica en el suelo, aquí SS, RAIL, pero también, si se prevé (n), una unidad de almacenamiento de energía colocada por ejemplo en el suelo en al menos una de las estaciones S1, S2. De ese modo, según las disponibilidades locales que permiten regímenes generadores o emisores de una o de la otra unidad de almacenamiento, la tensión de alimentación puede ser efectivamente regulada con arreglo a las necesidades de uno de los vehículos.

35 Con este fin, la segunda unidad de almacenamiento de energía puede ventajosamente estar instalada a bordo por lo menos de un segundo vehículo, aquí el segundo tren T2 y/o el tercer tren T3. Las combinaciones lineales de regímenes generadores (y analógicamente emisores) de diversas unidades de almacenamiento instaladas a bordo y/o en el suelo pueden ser adoptadas así con el fin de regular una tensión de alimentación requerida para uno de los vehículos.

40 Por otro lado, la segunda unidad de almacenamiento US2 puede cambiar al modo potencialmente generador, en particular cuando el segundo vehículo está aparcado en zona de garaje/mantenimiento/entrega y cuando todavía dispone de la energía disponible explotable para regular la tensión de alimentación efectiva de trenes "activos" en la red de transporte público. Esto es particularmente bien adaptado durante las horas de poca actividad durante las cuales un número más grande de trenes están aparcados en el garaje.

45 Alternativa o adicionalmente, la segunda unidad de almacenamiento de energía puede estar colocada y elegida, en el marco del método según la invención, en la red eléctrica en el suelo, como una estación S1, S2 del vehículo, en

una zona del garaje del vehículo (lugar de carga), en una zona de distribución de energía de un proveedor o en una zona de alimentación de energía intermediaria sobre un trayecto del vehículo.

5 El medio de distribución eléctrico RAIL es extendido o de manera continua sobre un trayecto del vehículo entre dos estaciones, idealmente por un carril o una catenaria, o de manera discontinua entre dos estaciones, idealmente por un carril o una catenaria de longitud finita alrededor de una estación. Si es discontinuo, las unidades de almacenamiento en el suelo se pueden utilizar como "pila" contribuyendo a garantizar los intercambios de energía entre los trenes de modo que éstos puedan asegurar autónomamente una propia regulación de la tensión de alimentación efectiva siguiendo su posición en la red de transporte público. Más generalmente, en el caso de una distribución eléctrica discontinua, un régimen generador de la segunda unidad de almacenamiento es adelantado temporalmente con relación al régimen receptor de la primera unidad de almacenamiento, proporcionando un almacenamiento provisional de energía en una tercera unidad de almacenamiento unido a un medio de distribución (RAIL) y secuencialmente activado en régimen receptor después generador, complementariamente a los regímenes sucesivos de la primera y segunda unidad de almacenamiento.

15 También está previsto que la primera unidad de almacenamiento de energía (con el mismo título que todas las otras unidades de almacenamiento embarcadas) es recargable por recuperación de energía que proviene por lo menos de una de las siguientes fuentes:

- del vehículo, idealmente durante su frenado;
- de la red eléctrica en el suelo;
- de otras unidades del tipo de la segunda unidad de almacenamiento de energía que, si está instalada a bordo recupera también la energía de frenado de sus vehículos asociados, estas otras unidades desempeñan así el papel de medio de transferencia (régimen generador) de la energía intrínseca de una unidad a otra unidad en el régimen receptor, incluso de manera instantánea sobre una línea.

25 Con el fin de asegurar regímenes generadores y receptores flexible y rápidamente activables, las unidades de almacenamiento de energía almacenan y libran la energía por medio de un elemento capacitivo de fuerte potencia como por lo menos un supercondensador potencialmente asociable a una batería si es necesario u a otro medio hibridante del supercondensador.

30 Con el fin de poder poner en práctica el método según la invención, la unidad de almacenamiento de energía cualquiera que sea (embarcada o no) es controlada por un algoritmo de gestión para el dimensionamiento de la necesidad energética que toma en consideración un esquema de circulación de una pluralidad de vehículos, un intervalo tolerable de la tensión de alimentación efectiva para cada uno de los vehículos y, si está disponible, un grupo de unidades complementarias de almacenamiento de energía en el suelo o de vehículos en estacionamiento / mantenimiento. Así, por medio de esta información, es posible definir agrupamientos de unidades / trenes bajo regímenes generadores (por ejemplo en frenado) mientras que otras unidades / trenes requieren un régimen receptor por ejemplo para su puesta en marcha.

35 El algoritmo de dimensionamiento sigue ventajosamente una lógica de minimización del pico de potencia procedente de la red eléctrica en el suelo mediante la compensación de dichos picos por aportaciones energéticas distribuidas por al menos una unidad de almacenamiento de energía en régimen generador. Ventajosamente todavía, el algoritmo de gestión sigue una lógica de minimización del valor máximo de la corriente útil librada en estacionamiento, por lo menos para mantener dicho valor igual o inferior a un umbral-objetivo de consumo energético concedido por un distribuidor de red eléctrica en el suelo. Los adelantamientos de consumo "normales" pueden ser evitados así en provecho del gestor de la red de transporte público preservando el medio ambiente contra consumos excesivos energéticos importantes.

45 El algoritmo puede ser centralizado y ejecutado desde un puesto de control terrestre en comunicación con unidades de control y mando de vehículos y estaciones, pero puede también ser distribuido en vehículos que se comunican entre sí y pueden así manejar individualmente (o en grupo) que se ponga bajo modos generadores y receptores con arreglo a esquemas lógicos de seguridad.

En la práctica, está previsto un ordenador para la puesta en funcionamiento del método y comprende:

- un módulo de determinación y gestión de la tensión de alimentación en un intervalo impuesto por la red eléctrica en el suelo y un umbral de tensión mínima y máxima en línea;
- un módulo de control de variaciones impuestas en los niveles de almacenamiento y de liberación de energía de por lo menos una de las unidades de almacenamiento de energía.

Este ordenador es un soporte ideal para ejecutar el algoritmo descrito anteriormente. Puede por lo tanto ser centralizado o distribuido en los vehículos, las estaciones y/o en el suelo por medio de una red de comunicación adecuada.

5 Ventajosamente, el módulo de determinación y de gestión y el módulo de control son embarcados, con el fin de poder rápidamente y lo más autónomamente posible prever y requerir una necesidad bajo régimen receptor o alternativamente señalar una disponibilidad de balanceo en régimen generador siguiendo el método según la invención. Según las infraestructuras de red de transporte público, el ordenador puede estar conectado a una interfaz de comunicación entre el suelo y el vehículo o a otra red de comunicación que permite por lo menos transmitir las informaciones de necesidad o disponibilidad de energía de un tren a otro, según el caso vía o con las unidades de almacenamiento de energía en la estación.

10 Volviendo a la figura 1 y a la figura 2 que se asocian directamente con esto, los instantes de salida de los tres trenes T1, T2, T3 han sido escogidos aquí para responder a una configuración que puede ocurrir en la explotación de un sistema real. Los resultados o parámetros unidos al método según la invención se presentan en la Figura 2. Dos zonas temporales A y B permiten analizar el funcionamiento de esta configuración. La zona A se refiere a la puesta en marcha de segundos y terceros trenes T2, T3, respectivamente en $t=10s$ y $t=0s$, y la zona B comienza en $t=40s$ para la puesta en marcha del primer tren T1. En la zona A, se comprueba que la tensión librada por los carriles para estos dos trenes cae (curvas de la figura 2 (a)) representando la tensión de alimentación del carril captada por los trenes) lo que acciona entonces el funcionamiento de su unidad de almacenamiento US2, US3 bajo régimen generador (curva figura 2 (c) = corriente de unidades de almacenamiento). La participación de dichas unidades de almacenamiento US2, US3 al abastecimiento de la energía de propulsión es complementaria a la librada por la subestación SS que libra una corriente del orden de 400 A (curva punteado de la figura 2 (b) = corrientes absorbidas por las fuentes de energía "fijas y potenciales").

15 La zona de funcionamiento B se refiere después al arranque del primer tren T1, pero igualmente a las fases de desaceleración de los segundos y terceros trenes T2, T3. Al arranque del primer tren T1 en $t=40s$, observamos sobre la figura 2 (a) una caída de la tensión de alimentación del carril Urail vinculado al primer tren T1. El primer tren T1 se encuentra por lo tanto en una situación típica del régimen receptor deseado. La figura 2 (b) ilustra la participación de otras dos fuentes móviles que funcionan entonces bajo modo generador y que concurren a la regulación de la tensión de los carriles de distribución (curvas T2, T3). Las corrientes de las fuentes móviles T2, T3 entonces son utilizadas bajo modo generador para contribuir a la propulsión del primer tren T1. Es comprobable que según la figura 2 (b), la corriente consumida del primer tren T1 es la suma algebraica de las corrientes abastecidas por la subestación SS y por los otros dos trenes T2, T3.

20 En otras palabras, en régimen generador, una tensión de alimentación algebraicamente aditiva U_{add} y que proviene de las segundas y terceras unidades de almacenamiento eléctrico US2, US3 se aplica sobre el medio de distribución RAIL con el fin de mantener una tensión de alimentación Urail por encima de un umbral mínimo predefinido (Urail_min, no representado) con el fin de responder al régimen receptor del primer tren T1. De este modo es ventajosamente evitada una aportación suplementaria de tensión o corriente de alimentación (ver Uso1, figura 1 en la subestación SS que alimenta el carril).

25 Desde un punto de vista del primer tren T1 en régimen receptor, ya que un exceso de tensión de alimentación Urail que proviene de la segunda y tercer unidad de almacenamiento US2, US3 en régimen generador es detectado por encima del umbral mínimo (Urail_min, no representado), este exceso es energéticamente canalizado hacia la primera unidad de almacenamiento de energía US1 del primer tren T1 que se sabe que es requerido para el funcionamiento de dicho tren y permite mantener la tensión de alimentación Urail bajo un umbral máximo predefinido (Urail_max, no representado) (para una compensación del pico en potencia) y por encima del umbral mínimo predefinido (Urail_min) (útil para mover el primer tren).

REIVINDICACIONES

1. Método de ajuste de tensión de alimentación eléctrica para el funcionamiento de por lo menos un vehículo alimentado por al menos:

- una primera unidad de almacenamiento de energía eléctrica (US1) instalada a bordo del vehículo

5 - una red eléctrica en el suelo que abastece al vehículo por lo menos con un suministro de energía por aplicación de una tensión de alimentación (Uso1) vía un medio de distribución eléctrico (RAIL),

donde

la primera unidad de almacenamiento de energía (US1) es controlable bajo dos regímenes denominados generador y receptor, caracterizado porque:

10 - en el régimen generador, una tensión de alimentación algebraicamente aditiva (Uadd) y que proviene de la primera unidad de almacenamiento eléctrico (US1) se aplica sobre el medio de distribución (RAIL) con el fin de mantener una tensión de alimentación (Urail) por encima de un umbral mínimo predefinido (Urail_min);

15 - en el régimen receptor, si un exceso de tensión de alimentación (Urail), que proviene por lo menos parcialmente de una segunda unidad de almacenamiento (US2) en el régimen generador, es detectada por encima del umbral mínimo (Urail_min), este exceso se canaliza energéticamente hacia la primera unidad de almacenamiento de energía (US1) de dicho vehículo si es requerido para el funcionamiento de dicho vehículo y permite mantener la tensión de alimentación (Urail) bajo el umbral máximo predefinido (Urail_max) y por encima del umbral mínimo predefinido (Urail_min).

2. Método según la reivindicación 1,

20 por el que la segunda unidad de almacenamiento de energía es escogida según un esquema espacial y temporal de circulación de varios vehículos de una infraestructura de la red eléctrica en el suelo.

3. Método según una de las reivindicaciones 1 a 2, por el que la segunda unidad de almacenamiento de energía se encuentra instalada a bordo de por lo menos un segundo vehículo.

25 4. Método según la reivindicación 3, por el que la segunda unidad de almacenamiento cambia en modo potencialmente generador, en particular cuando el segundo vehículo está aparcado en zona de garaje / mantenimiento / entrega.

30 5. Método según una de las reivindicaciones 1a 2, por el que la segunda unidad de almacenamiento de energía está colocada en la red eléctrica en el suelo, como una estación del vehículo, una zona de garaje del vehículo, en la zona de distribución de energía de un proveedor o en una zona de alimentación de energía intermediaria sobre un trayecto del vehículo.

6. Método según una de las reivindicaciones precedentes, por el que el medio de distribución eléctrico (RAIL) se extiende o de manera continua sobre un trayecto del vehículo entre dos estaciones, idealmente por un carril o una catenaria, o de manera discontinua entre dos estaciones, idealmente por un carril o una catenaria de longitud acabada alrededor de una estación.

35 7. Método según la reivindicación 6, por el que, en el caso de una distribución eléctrica discontinua, un régimen generador de la segunda unidad de almacenamiento es adelantado temporalmente con relación al régimen receptor de la primera unidad de almacenamiento, previendo un almacenamiento provisional de energía en una tercera unidad de almacenamiento unido al medio de distribución (RAIL) y secuencialmente activada en régimen receptor, después generador, complementariamente a los regímenes sucesivos de la primera y segunda unidad de almacenamiento.

40 8. Método según una de las reivindicaciones precedentes, por el que la primera unidad de almacenamiento de energía es recargable por recuperación de energía que proviene por lo menos de una de las fuentes siguientes:

- del vehículo, idealmente durante su frenado;

- de la red eléctrica en el suelo;

- de otras unidades del tipo de la segunda unidad de almacenamiento de energía que, si se encuentra instalada a bordo, recupera también la energía de frenado de sus vehículos asociados.

- 5 9. Método según una de las reivindicaciones precedentes, por el que las unidades de almacenamiento de energía almacenan y libran la energía por medio de un elemento capacitivo de fuerte potencia, como por lo menos un supercondensador potencialmente asociable a una batería.
- 10 10. Método según una de las reivindicaciones precedentes, por el que la unidad de almacenamiento de energía es controlado por un algoritmo de dimensionamiento y gestión de la necesidad energética que toma en consideración un esquema de circulación de una pluralidad de vehículos, un intervalo tolerable de la tensión de alimentación para cada uno de los vehículos y, si está disponible, un grupo de unidades complementarias de almacenamiento de energía en el suelo.
11. Método según la reivindicación 10, por el que el algoritmo de dimensionamiento sigue una lógica de minimización del pico de potencia procedente de la red eléctrica en el suelo compensando dichos picos por aportaciones energéticas distribuidas por al menos una unidad de almacenamiento de energía en régimen generador.
- 15 12. Método según la reivindicación 10 u 11, por el que el algoritmo de dimensionamiento y gestión sigue una lógica de minimización del valor máximo de corriente útil librada en estación, por lo menos para mantener dicho valor igual o inferior a un umbral objetivo de consumo energético concedido por un distribuidor de la red eléctrica en el suelo.
13. Ordenador para la puesta en funcionamiento del método según una de las reivindicaciones precedentes que comprenden:
- 20 - un módulo para la determinación y gestión de la tensión de alimentación en un intervalo impuesto por la red eléctrica en el suelo y un umbral de tensión mínima y máxima en línea;
- un módulo de control de las variaciones impuestas en los niveles de almacenamiento y liberación de energía de por lo menos una de las unidades de almacenamiento de energía.
- 25 14. Ordenador según la reivindicación 13, por el que el módulo de determinación y gestión y el módulo de control están instalados a bordo.
15. Ordenador según la reivindicación 13 o 14, conectado por una interfaz de comunicación entre tierra y vehículo.

FIG 1

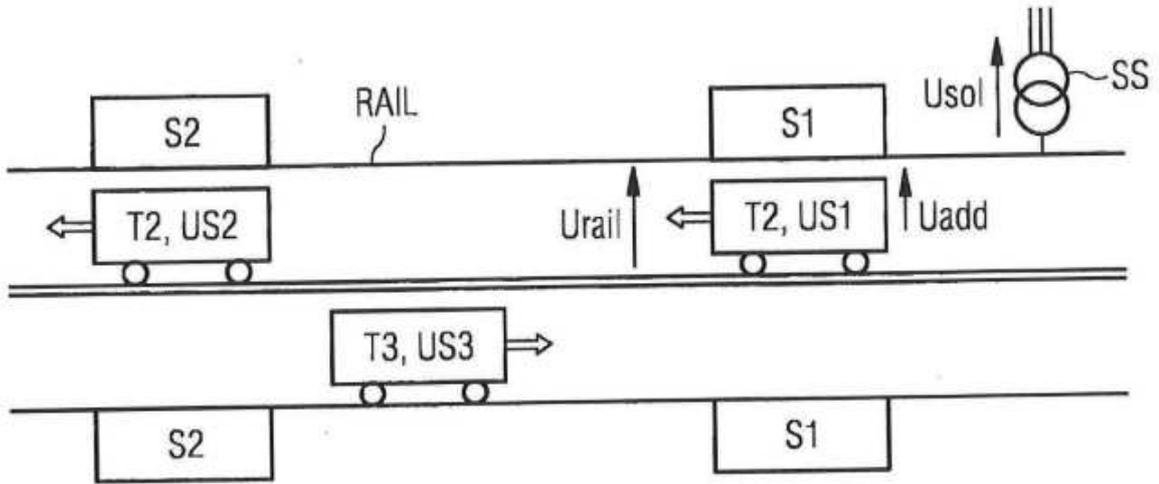


FIG 2

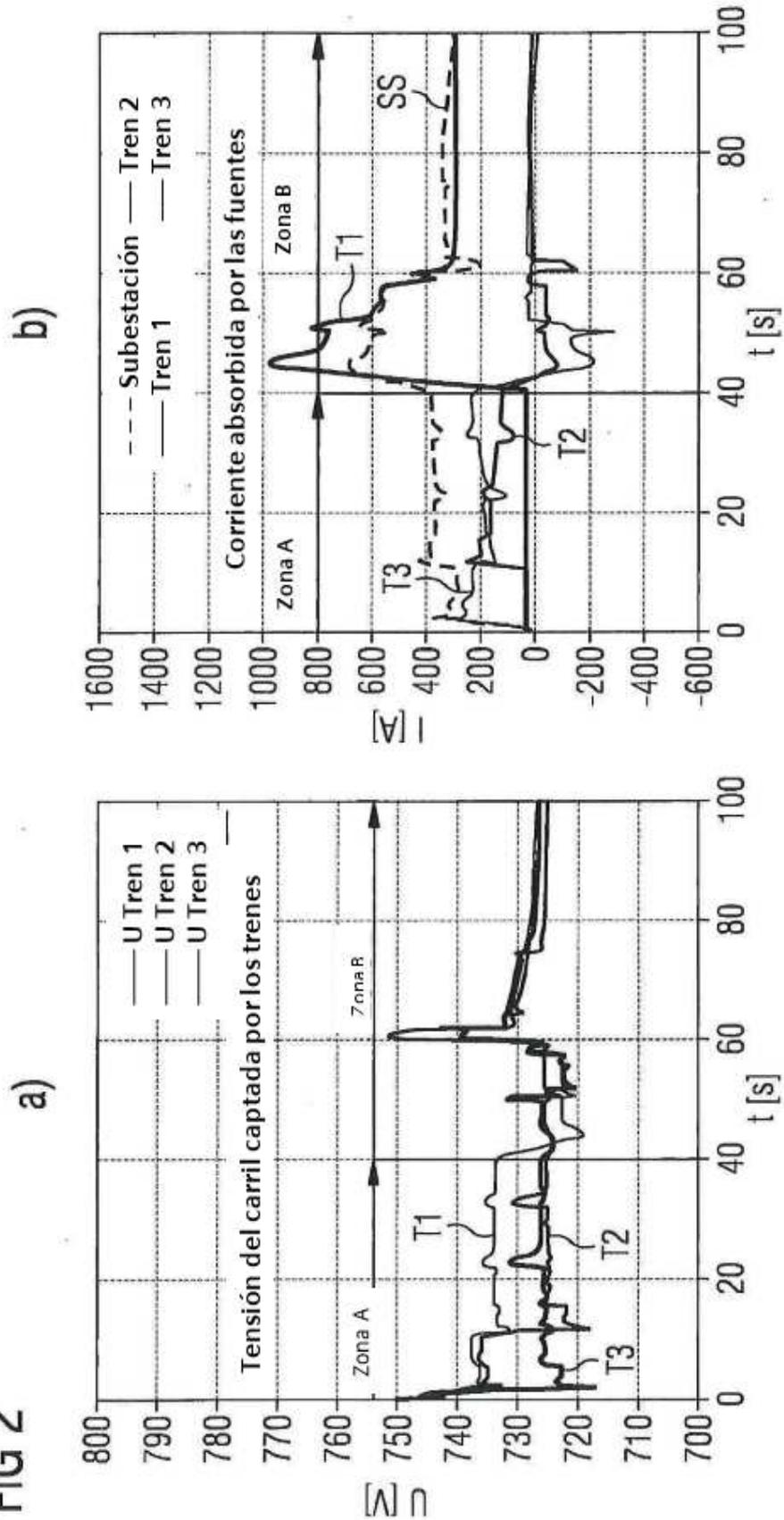


FIG 2

