

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 768 691**

51 Int. Cl.:

B60M 1/18 (2006.01)

B61C 17/06 (2006.01)

B60M 3/06 (2006.01)

B60M 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2015** **E 15305594 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019** **EP 3085570**

54 Título: **Un sistema de suministro de energía eléctrica para un vehículo de propulsión eléctrica y procedimientos para controlar dicho sistema de suministro de energía eléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.06.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

BARLINI, DAVIDE y
LOSITO, MICHELE

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 768 691 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

Un sistema de suministro de energía eléctrica para un vehículo de propulsión eléctrica y procedimientos para controlar dicho sistema de suministro de energía eléctrica

5

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se refiere a un sistema de suministro de energía eléctrica para un vehículo de propulsión eléctrica. La invención también se refiere a un procedimiento para controlar un sistema de suministro de energía eléctrica del tipo mencionado anteriormente, mientras el vehículo se mueve desde una zona de suministro de energía externo hacia una zona de suministro de energía autónomo y viceversa.

10

TÉCNICA ANTERIOR DE LA INVENCION

[0002] En la alimentación eléctrica del campo de los vehículos, en particular para vehículos de propulsión eléctrica, se sabe que se proporciona al vehículo un dispositivo de suministro de energía autónomo, como una batería o algunos condensadores, un miembro de conexión eléctrica, como un pantógrafo, y un bus de suministro de energía que conecta eléctricamente el pantógrafo y la batería a un motor eléctrico del vehículo.

15

[0003] Los sistemas conocidos se describen en DE-10233842-B3, EP-2848458-A1, FR-2398634-A1, EP-1245432-A1 y EP-2275300-A1.

20

[0004] Por lo tanto, se sabe utilizar un sistema de suministro de energía eléctrica, que incluye una zona de suministro de energía externo y una zona de suministro de energía autónomo. El vehículo se alimenta en la zona de bus de suministro de energía externo mediante una infraestructura de bus de suministro de energía externo, como una línea catenaria. El pantógrafo realiza el contacto eléctrico entre la línea catenaria y el bus de suministro de energía del vehículo. Una vez que el pantógrafo está conectado a la línea catenaria, fluye una corriente eléctrica entre la línea catenaria y el bus de suministro de energía del vehículo.

25

[0005] Por el contrario, cuando se encuentra en la zona de suministro de energía autónomo, el vehículo se alimenta por medio del dispositivo de suministro de energía autónomo.

30

[0006] Sin embargo, mientras el vehículo se mueve de una zona de suministro de energía a la otra, en particular en el instante en que el pantógrafo se conecta o desconecta de la línea catenaria, se genera un arco eléctrico entre la línea catenaria y el pantógrafo, ya que la corriente eléctrica que fluye entre ellos no se extingue instantáneamente. Deberá evitarse el arco eléctrico generado entre la línea catenaria y el pantógrafo, ya que puede provocar daños en la línea catenaria y en el pantógrafo, así como un notable ruido electromagnético.

35

[0007] Como se explica en el documento WO-A-2011/147708, por lo tanto, se prefiere equipar el bus de suministro de energía del vehículo con un dispositivo de protección eléctrica, como un diodo, que permite que la corriente eléctrica pase solo del pantógrafo al bus de suministro de energía del vehículo. En otras palabras, el diodo montado en el bus de suministro de energía del vehículo es atravesado continuamente por la corriente eléctrica de la línea catenaria para el suministro de energía.

40

[0008] Esta estrategia conduce a algunos inconvenientes técnicos. Primero, el diodo necesita ser enfriado continuamente por un sistema apropiado colocado en el vehículo, para mantener la temperatura de operación correcta. En segundo lugar, el diodo bloquea cualquier corriente que fluya desde el bus de suministro de energía hacia la línea catenaria, lo que significa que no se puede realizar la regeneración del frenado eléctrico.

45

RESUMEN DE LA INVENCION

50

[0009] Un objeto de esta invención es remediar este inconveniente más particularmente proponiendo un novedoso sistema de suministro de energía eléctrica que suprime definitivamente la generación de arco eléctrico, pero permite la regeneración del frenado eléctrico.

55

[0010] Con este fin, la invención se refiere a un sistema de suministro de energía eléctrica para un vehículo de propulsión eléctrica provisto de una unidad de tracción y un miembro de conexión eléctrica y que se mueve a lo largo de un raíl de circulación, el sistema incluye:

60

- una zona de suministro de energía externo, que tiene una línea de alimentación que se extiende a lo largo del raíl de circulación para la conexión con el miembro de conexión eléctrica, donde la línea de alimentación está conectada a una infraestructura de suministro de energía,

- una zona de suministro de energía autónomo, ubicada después de la zona de suministro de energía externo a lo largo del raíl de circulación, donde el vehículo se alimenta mediante un dispositivo de suministro de energía autónomo,

65

la línea de alimentación que incluye una sección principal, provista de un primer extremo, el sistema de suministro de energía externo se caracteriza porque la línea de alimentación incluye, además:

- 5 - una sección terminal, que se extiende a lo largo del carril de circulación en la zona de suministro de energía externo al menos entre el primer extremo de la sección principal y la zona de suministro de energía autónomo, para la conexión con el miembro de conexión eléctrica y provista de un segundo extremo,
 - un diodo, que conecta eléctricamente el primer extremo de la sección principal y el segundo extremo de la sección terminal y está diseñado para dejar pasar una corriente eléctrica desde la sección principal a la sección terminal

10 donde el primer extremo de la sección principal y el segundo extremo de la sección terminal se superponen parcialmente en una porción de transición a lo largo de la dirección del raíl de circulación y la línea de alimentación está diseñada para que el diodo se cortocircuite entre el primer extremo de la sección principal y el segundo extremo de la sección terminal por el miembro de conexión eléctrica.

15 **[0011]** Debido a la invención, el diodo está montado directamente en la línea de alimentación y es atravesado por la corriente eléctrica solo cuando el miembro de conexión eléctrica está conectado a la sección terminal, que es por un intervalo de tiempo limitado. Además, la regeneración de frenado eléctrico está permitida a lo largo de la sección principal de la línea de alimentación. Tal sistema de suministro de energía no necesita por lo tanto un sistema de
 20 enfriamiento dedicado al diodo.

[0012] Según otros aspectos de la invención que son ventajosos, pero no obligatorios, dicho sistema de suministro de energía eléctrica podría incorporar una o más de las siguientes características tomadas en cualquier configuración admisible:

- 25 - la sección terminal está aislada, excepto de la sección principal y el miembro de conexión, y comprende una tensión flotante;
 - dicho suministro de energía eléctrica incluye una unidad de detección diseñada para predecir a tiempo la posición del miembro de conexión eléctrica del vehículo a lo largo de la línea de alimentación;
 30 - incluye:

- medios para accionar un voltaje de salida del dispositivo de suministro de energía autónomo del vehículo en relación con un voltaje de salida de la línea de alimentación, cuando el miembro de conexión del vehículo está conectado a la sección terminal desde la zona de suministro de energía externo,

35 - medios para desconectar el miembro de conexión del vehículo solo de la sección terminal de la línea de alimentación;

- dicho sistema de suministro de energía eléctrica incluye medios para ajustar el voltaje de salida del dispositivo de suministro de energía autónomo mayor que el voltaje de salida de la línea de alimentación mientras el miembro de conexión del vehículo está en la sección terminal y el vehículo está en modo de tracción, donde la unidad de tracción del vehículo transforma el suministro de energía en energía cinética;
 40 - incluye:

45 - medios para ajustar el voltaje de salida del dispositivo de suministro de energía autónomo por debajo del voltaje de salida de la línea de alimentación mientras el miembro de conexión del vehículo está antes de la sección terminal;

- medios para ajustar el voltaje de salida del dispositivo de suministro de energía autónomo mayor que el voltaje de salida de la línea de alimentación mientras el miembro de conexión del vehículo está en la sección terminal cuando el vehículo está en un modo de frenado, donde la unidad de tracción del vehículo transforma la energía cinética en energía eléctrica;

50 - incluye:

55 - medios para conectar el miembro de conexión del vehículo solo a la sección terminal de la línea de alimentación,
 - medios para accionar un voltaje de salida del dispositivo de suministro de energía autónomo del vehículo en relación con un voltaje de salida de la línea de alimentación, cuando el miembro de conexión del vehículo está conectado a la sección terminal desde la zona de suministro de energía autónomo,

60 - dicho sistema de suministro de energía eléctrica incluye medios para ajustar el voltaje de salida del dispositivo de suministro de energía autónomo menor que el voltaje de salida de la línea de alimentación mientras el miembro de conexión del vehículo está en la sección terminal y el vehículo está en modo de tracción, donde la unidad de tracción del vehículo transforma el suministro de energía en energía cinética;
 - incluye:

65

- medios para ajustar el voltaje de salida del dispositivo de suministro de energía autónomo por debajo del voltaje de salida de la línea de alimentación mientras el miembro de conexión del vehículo está antes de la sección principal;

5 - medios para ajustar el voltaje de salida del dispositivo de suministro de energía autónomo mayor que el voltaje de salida de la línea de alimentación mientras el miembro de conexión del vehículo está en la sección principal,

cuando el vehículo está en modo de frenado, donde la unidad de tracción del vehículo transforma la energía cinética en energía eléctrica.

10 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0013] La presente invención y sus ventajas se entenderán bien sobre la base de la siguiente descripción, que se proporciona como un ejemplo ilustrativo, sin restringir el alcance de la invención y en relación con los dibujos anexos. En los dibujos:

15

- la figura 1 es una representación esquemática de un vehículo impulsado eléctricamente en un carril de circulación y conectado a una línea de alimentación de un sistema de suministro de energía eléctrica según la invención;

20 - la figura 2 es una representación esquemática desde un punto de vista aéreo del vehículo y del sistema de suministro de energía eléctrica de la figura 1, cuando el vehículo se mueve a lo largo del raíl de circulación desde una zona de suministro de energía externo hacia una zona de suministro de energía autónomo del sistema de suministro de energía eléctrica;

- la figura 3 es un diagrama esquemático de dos voltajes de suministro de energía en relación con la posición en la línea de alimentación de un miembro de conexión eléctrica del vehículo que se mueve según la figura 2 y está en modo de tracción;

25 - la figura 4 es un diagrama esquemático similar a la figura 3 cuando el vehículo está en modo de frenado;

- la figura 5 es una representación esquemática similar a la figura 2 cuando el vehículo se mueve desde la zona de suministro de energía autónomo hacia la zona de suministro de energía externo;

- la figura 6 es un diagrama esquemático similar a la figura 3, cuando el vehículo se mueve según la figura 5 y está en el modo de tracción, los dos voltajes del suministro de energía corresponden a un primer caso;

30 - la figura 7 es un diagrama esquemático similar a la figura 6, donde los dos voltajes del suministro de energía corresponden un segundo caso;

- la figura 8 es un diagrama esquemático similar a la figura 6, cuando el vehículo está en el modo de frenado; y

- la figura 9 es un diagrama esquemático similar a la figura 7.

35 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE ALGUNAS REALIZACIONES

[0014] La figura 1 muestra un vehículo de propulsión eléctrica 1, como un vehículo ferroviario, por ejemplo, un tren o un tranvía, que está diseñado para moverse a lo largo de un carril de circulación 2. El vehículo 1 incluye un chasis 3, un motor eléctrico 4, una unidad de tracción 5, varias ruedas ferroviarias 6, un bus de suministro de energía 8 y una línea externa 9. Además, un dispositivo de suministro de energía autónomo 10, un sensor de corriente 11 y una unidad de control 12 están ubicados en el vehículo 1 y son parte de un sistema de suministro que se describe a continuación. Finalmente, el vehículo 1 incluye una inductancia 13 y un miembro de conexión eléctrica 14.

40

[0015] El chasis 3 está soportado con respecto al suelo G por las ruedas 6, siendo visibles dos de estas ruedas 6 en la figura 1. Por lo tanto, el chasis 2 representa la masa eléctrica, o la referencia de voltaje cero, del vehículo 1.

45

[0016] El motor eléctrico 4 es, por ejemplo, un motor eléctrico reversible y es compatible con el frenado regenerativo eléctrico. En otras palabras, el motor eléctrico 4 absorbe energía eléctrica mientras el vehículo 1 está en modo de tracción y suministra energía eléctrica cuando el vehículo está en modo de frenado. Por lo tanto, el motor eléctrico 4 está conectado mecánicamente a las ruedas 6 del vehículo 1 y está diseñado para transformar la energía eléctrica en una energía cinética de las ruedas 6 cuando está en el modo de tracción y, por el contrario, para transformar la energía cinética de las ruedas 6 en la energía eléctrica cuando está en el modo de frenado. El motor eléctrico 4 es, por ejemplo, un motor eléctrico trifásico de corriente alterna.

50

[0017] La unidad de tracción 5 está conectada al motor eléctrico 4 y está diseñada para suministrar o recoger energía eléctrica hacia o desde el motor 4. En particular, la unidad de tracción 5 está diseñada para convertir una corriente eléctrica continua en una corriente eléctrica alterna para el motor 4 durante el modo de tracción.

55

[0018] Por el contrario, durante el modo de frenado, está diseñado también para suministrar energía eléctrica proveniente del motor 4 al suministro de energía autónomo 10. En particular, la unidad de tracción 5 está diseñada para convertir una corriente eléctrica alterna producida por el motor 4 en una corriente eléctrica continua.

60

[0019] La unidad de tracción 5 es, por ejemplo, un inversor de potencia.

[0020] El bus de suministro de energía 8 conecta eléctricamente la unidad de tracción 5 a la línea externa 9 y

65

al dispositivo de suministro de energía autónomo 10. El bus de alimentación 8 está diseñado para ser alimentado a un potencial de tensión que es suministrado por la línea externa 9, el dispositivo 10 o la unidad de tracción 5. En otras palabras, el bus 8 está diseñado para transferir una corriente continua desde y hacia la unidad de tracción 5. El bus de suministro de energía 8 también conecta la unidad de tracción 5 y el dispositivo 10 al chasis 2 del vehículo, lo que asegura la puesta a tierra de cualquier corriente eléctrica.

[0021] El dispositivo de suministro de energía autónomo 10 está diseñado para suministrar la energía eléctrica a la unidad de tracción 5 durante el modo de tracción o para almacenar la energía eléctrica suministrada por la unidad de tracción 5 durante el modo de frenado o la energía eléctrica suministrada a través de la línea externa 9. En particular, el dispositivo 10 puede producir un voltaje de salida V_A en el bus de suministro de energía 8 de modo que se genera una corriente continua I_A y se transfiere a la unidad de tracción 5. El voltaje de salida V_A tiene un valor variable.

[0022] El dispositivo de suministro de energía autónomo 10 está provisto, por ejemplo, de una batería o algunos condensadores.

[0023] El sensor de corriente 11 está diseñado para medir una corriente continua que fluye en la línea externa 9 y para proporcionar información sobre si mide o no una corriente a la unidad de control 12.

[0024] La unidad de control 12 está diseñada para recibir la información sobre la corriente que fluye en la línea externa 9 desde el sensor de corriente 11. La unidad de control 12 también está diseñada para conducir y establecer el voltaje de salida V_A del dispositivo de suministro de energía autónomo 10, mientras que esto suministra la corriente continua I_A a la unidad de tracción 5 durante el modo de tracción y dependiendo de la posición del pantógrafo 14 a lo largo de la línea de alimentación 16 y la posición y la dirección del vehículo 1 a lo largo del raíl de circulación 2. La unidad de control 12 establece el voltaje de salida V_A activando o desactivando uno o varios inversores de reóstato, que no se muestran en las figuras. El ajuste operado por la unidad de control 12 en el voltaje de salida V_A es inferior a 500 ms, generalmente incluido entre 200 y 300 ms.

[0025] La inductancia 13 está conectada en serie a la línea externa 9 y está diseñada para atenuar una corriente de entrada a través de la línea externa 9. Por lo tanto, la línea externa 9 está diseñada para conectar eléctricamente el miembro de conexión eléctrica 14 al bus de suministro de energía 8.

[0026] El miembro de conexión eléctrica 14 es, por ejemplo, un pantógrafo y se coloca en el techo del vehículo 1. El pantógrafo 14 está diseñado para ser controlado mecánicamente por un conductor del vehículo 1. En particular, el pantógrafo 14 se puede subir o bajar por medio de una unidad mecánica 15 que se coloca en el techo del vehículo 1 y que está controlada eléctricamente por el conductor del vehículo 1.

[0027] Cuando el pantógrafo 14 se levanta, está diseñado para conectar eléctricamente una línea de alimentación 16 a la línea externa 9 del vehículo 1. La línea de alimentación 16 es externa al vehículo 1 y parte de un sistema de suministro de energía eléctrica 18.

[0028] El sistema de suministro de energía eléctrica 18 está diseñado para suministrar una corriente eléctrica continua a la unidad de tracción 5 por medio del dispositivo de suministro de energía autónomo 10 y la unidad de control 12 o la línea de alimentación 16. El sistema de suministro de energía eléctrica 18 incluye una zona de suministro de energía externo 20 y una zona de suministro de energía autónomo 22. Según la dirección del vehículo 1 a lo largo del carril de circulación 2, las zonas 20 y 22 se suceden.

[0029] La zona de suministro de energía externo 20 incluye la línea de alimentación 16 y una infraestructura de suministro de energía 24.

[0030] La línea de alimentación 16 se extiende a lo largo del carril de circulación 2 para la conexión con el pantógrafo 14 y está conectada a la infraestructura de suministro de energía 24.

[0031] La infraestructura 24 está diseñada para suministrar energía eléctrica a la línea de alimentación 16. En particular, la infraestructura 24 está diseñada para producir un voltaje de salida V_L en la línea de alimentación 16. El voltaje de salida V_L tiene un valor estándar que es, por ejemplo, igual o cercano a 750 V. El voltaje de salida V_L está diseñado para generar una corriente eléctrica continua I_L solo cuando el pantógrafo 14 está conectado a la línea de alimentación 16. En otras palabras, la corriente continua I_L fluye en la línea de alimentación 16, es absorbida por el pantógrafo 14 y se transfiere a la unidad de tracción 5, cuando el pantógrafo 14 está conectado a la línea de alimentación 16 al voltaje de salida V_L .

[0032] Como se muestra en la figura 2, la línea de alimentación 16 incluye una sección principal 26, una sección terminal 28 y un diodo 30. Por lo tanto, la sección principal 26, la sección de terminal 28 y el diodo 30 están ubicados en la zona de suministro de energía externo 20.

[0033] La sección principal 26 se extiende a lo largo del carril de circulación 2 para la conexión con el pantógrafo

14 y está provista de un primer extremo 32. La sección principal 26 se alimenta permanentemente al voltaje salida V_L de la línea de alimentación 16 que es producida por la infraestructura 24.

5 **[0034]** La sección terminal 28 se extiende a lo largo del carril de circulación 2 para la conexión con el pantógrafo 14 y está provista de un segundo extremo 34. La sección terminal 28 comprende una tensión flotante y está aislada excepto por la sección principal 26 y el pantógrafo 14. Así, la sección principal 26 y el pantógrafo 14 representan las únicas fuentes de voltaje para la sección terminal 28.

10 **[0035]** El primer extremo 32 de la sección principal 26 y el segundo extremo 34 de la sección terminal 28 se solapan parcialmente a lo largo de la dirección del carril de circulación 2, por lo que definen una porción de transición 36 en la línea de alimentación de energía externo 20.

15 **[0036]** El diodo 30 está diseñado para conectar eléctricamente la sección principal 26 y la sección terminal 28 y dejar pasar cualquier corriente eléctrica desde la sección principal 26 a la sección terminal 28. En particular, el diodo 30 está conectado entre el primer extremo 32 de la sección principal 26 y el segundo extremo 34 de la sección terminal 28. A lo largo de la línea de alimentación 16, moviéndose desde la sección principal 26 hacia la sección terminal 28, dado que los extremos 32 y 34 están superpuestos, el diodo 30 está dispuesto hacia atrás.

20 **[0037]** Así, el diodo 30 está dispuesto para que se cortocircuite entre el primer extremo 32 de la sección principal 26 y el segundo extremo 34 de la sección terminal 28 por el pantógrafo 14.

[0038] El sistema de suministro de energía eléctrica 18 incluye además una unidad de detección 38 y una unidad emisora 40.

25 **[0039]** La unidad emisora 40 se coloca en la zona 20 a una distancia conocida de la porción de transición 36 y de la sección terminal 28. La unidad emisora 40 está diseñada para emitir una señal de radio que marca su presencia a lo largo de la zona 20.

30 **[0040]** La unidad de detección 38 está ubicada en el vehículo 1 y está diseñada para recibir la señal de radio de la unidad emisora 40. La unidad de detección 38 está provista de datos de la distancia entre la unidad emisora 40 y la porción de transición 36 y con datos de la distancia entre la unidad emisora 40 y la sección terminal 28. Cuando la unidad de detección 38 recibe la señal de radio de la unidad emisora 40, está diseñada para calcular la posición, a lo largo de la línea de alimentación 16, del pantógrafo 14 en relación con la unidad emisora 40 y, por lo tanto, en relación con la porción de transición 36 y la sección terminal 28. Además, la unidad de detección 38 está provista de datos de la velocidad del vehículo 1. Como se sabe *per se*, al conocer la posición del pantógrafo 14 y la velocidad del vehículo 1, la unidad de detección 38 está diseñada para predecir a tiempo la posición del pantógrafo 14 a lo largo de la línea 16. En particular, la unidad de detección 38 es capaz de predecir los instantes en los que el pantógrafo 14 entra o sale de la porción de transición 36 y la sección terminal 28.

40 **[0041]** Cuando el vehículo 1 está en la zona de suministro de energía autónomo 22, es el dispositivo de suministro de energía autónomo 10 el que alimenta la unidad de tracción 5 en la corriente continua I_A . En particular, el sensor de corriente 11 no mide corriente en la línea externa 9 y pasa esta información a la unidad de control 12. La unidad de control 12, a continuación, establece el voltaje de salida V_A del dispositivo 10 en el valor estándar de voltaje, en el cual se establece el voltaje de salida V_L , de modo que la unidad de tracción 5 esté bien alimentada por el dispositivo 10.

[0042] El funcionamiento del sistema de suministro de energía eléctrica 18 se describirá a continuación para cuatro situaciones operativas distintas.

50 **[0043]** En una primera situación de funcionamiento mostrada en las figuras 2 y 3, el vehículo 1 está en el modo de tracción, lo que significa que la unidad de tracción 5 recibe energía para conducir el vehículo 1. Está ubicado en la zona de suministro de energía externo 20. El pantógrafo 14 está levantado y conectado solo a la sección principal 26 de la línea de alimentación 16. Además, el vehículo 1 se está moviendo hacia la sección terminal 28 y, por lo tanto, hacia la zona de suministro de energía autónomo 22. Como el vehículo 1 está en el modo de tracción, la corriente 55 continua I_L es absorbida por el pantógrafo 14.

[0044] Dado que el sensor de corriente 11 mide una corriente que fluye a través de la línea externa 9, la unidad de control 12 establece el voltaje de salida V_A del dispositivo 10 en un valor V_{A1} , que es menor que el voltaje de salida V_L . Por lo tanto, el dispositivo 10 está recogiendo corriente del bus 8 para cargarse.

60 **[0045]** El voltaje de salida V_L de la línea de alimentación 16 genera, como se mencionó anteriormente, la corriente continua I_L que es absorbida por el pantógrafo 14 y transferida a través de la línea externa 9 y el bus 8 a la unidad de tracción 5 y el dispositivo 10.

65 **[0046]** Dado que el pantógrafo 14 absorbe la corriente continua I_L , las siguientes porciones de la línea de

alimentación 16 que son posteriores al pantógrafo 14 con respecto al movimiento del vehículo 1, como una parte de la sección principal 26, el diodo 30 y la sección terminal 28, no están atravesadas por la corriente continua I_L .

5 **[0047]** En el movimiento del vehículo 1, la unidad de detección 38 recibe la señal de radio de la unidad emisora 40 y calcula el instante en que el pantógrafo 14 saldrá de la porción de transición 36.

[0048] En el instante en que el pantógrafo 14 entra en la porción de transición 36, el diodo 30 se cortocircuita entre el primer extremo 32 de la sección principal 26 y el segundo extremo 34 de la sección terminal 28 por el pantógrafo 14.

10

[0049] Por lo tanto, el voltaje de la sección terminal 28 es el voltaje de salida V_L de la línea de alimentación 16.

[0050] En el instante en que el pantógrafo 14 abandona la porción de transición 36, el diodo 30 ya no está cortocircuitado por el pantógrafo 14. El pantógrafo 14 ahora está conectado a la sección terminal 28 de la línea de alimentación 16 y, dado que el voltaje de salida V_L es mayor que el voltaje de salida V_A , la corriente continua I_L de la línea de alimentación 16 pasa a través del diodo 30, fluye en la sección terminal 28 y es absorbida por el pantógrafo 14.

15

[0051] Sin embargo, en el instante en que el pantógrafo 14 abandona la porción de transición 36, la unidad de control 12 comienza a variar el voltaje de salida V_A del dispositivo de suministro de energía autónomo 10. La unidad de control 12 establece el voltaje de salida V_A igual o mayor que el voltaje de salida V_L de la línea de alimentación 16, como se muestra en la figura 3. En particular, la unidad de control 12 establece el voltaje de salida V_A en un valor V_{A2} , que es mayor que el voltaje V_L .

20

25 **[0052]** Esta configuración requiere un tiempo inferior a 300 ms. Por lo tanto, mientras que el voltaje de salida V_L de la línea de alimentación 16 es aún mayor que el voltaje de salida V_A del dispositivo 10, la corriente continua I_L de la línea de alimentación 16 fluye en la sección terminal 28 y es absorbida por el pantógrafo 14, como se mencionó con anterioridad.

30 **[0053]** Por el contrario, cuando el voltaje de salida V_A del dispositivo 10 es igual o mayor que el voltaje de salida V_L de la línea de alimentación 16, la corriente continua I_L deja de fluir. El voltaje de salida V_A del dispositivo de suministro de energía autónomo 10 genera una corriente continua I_a que fluye hacia potenciales de voltaje más bajos, es decir, la unidad de tracción 5. Gracias al diodo 30, la corriente continua I_a no fluye a través del pantógrafo 14 de regreso a la línea de alimentación 16 y se evita la descarga del dispositivo de suministro de energía autónomo 10. Entonces, la corriente continua I_a es absorbida solo por la unidad de tracción 5.

35

[0054] Cuando el pantógrafo 14 sale de la sección terminal 28 de la línea de alimentación 16 y entra en la zona de suministro de energía autónomo 22, no fluye corriente a través de la línea 16 y el pantógrafo 14. Por lo tanto, no se genera un arco eléctrico entre la línea de alimentación 16 y el pantógrafo 14.

40

[0055] Cuando el vehículo 1 está en la zona de suministro de energía autónomo 22, el conductor del vehículo 1 ordena a la unidad mecánica 15 que baje el pantógrafo 14.

[0056] En una segunda situación de funcionamiento como se muestra en las figuras 2 y 4, el vehículo 1 está en el modo de frenado, lo que significa que la unidad de tracción 5 produce energía eléctrica. Está ubicado en la zona de suministro de energía externo 20. Además, el vehículo 1 se está moviendo hacia la sección terminal 28 y, por lo tanto, hacia la zona de suministro de energía autónomo 22. El pantógrafo 14 está elevado y conectado a la sección principal 26 de la línea de alimentación 16.

45

50 **[0057]** Como el vehículo 1 está en el modo de frenado, la unidad de tracción 5 produce un voltaje V_b y el bus de suministro de energía 8 se activa a este potencial. Por lo tanto, se genera una corriente continua I_b en el bus 8 y se usa para cargar el dispositivo de suministro de energía autónomo 10 y/o es absorbida por la infraestructura de suministro de energía 24 a través del pantógrafo 14 y la línea de alimentación 16. De hecho, una corriente eléctrica puede fluir desde el pantógrafo 14 a la línea de alimentación 16 ya que el pantógrafo 14 está en contacto con la sección principal 26 donde no hay diodo. El voltaje V_b en el bus de suministro de energía 8 tiene un valor V_{b2} que es más alto que el voltaje de salida V_L de la línea de alimentación 16.

55

[0058] En el movimiento del vehículo 1, la unidad de detección 38 recibe la señal de radio de la unidad emisora 40 y calcula los instantes en que el pantógrafo 14 entrará y saldrá de la porción de transición 36.

60

[0059] Luego, antes de que el pantógrafo 14 entre en la porción de transición 36, la unidad de control 12 comienza a variar el voltaje V_b en el bus de suministro de energía 8. En particular, la unidad de control 12 establece el voltaje V_b en un valor v_{b1} , que es menor que el voltaje de salida V_L de la línea de alimentación 16, al activar los inversores de reóstato.

65

- 5 **[0060]** Como el voltaje de salida V_b es menor que el voltaje de salida V_i , la corriente continua I_i fluye desde la línea de alimentación 16 a través del pantógrafo 14 hasta la unidad de tracción 5. En otras palabras, durante y poco antes de la porción de transición 36, incluso en el modo de frenado, la unidad de tracción 5 recibe la corriente continua I_i de la línea de alimentación 16, de modo que el bus 8 se alimenta al voltaje V_i .
- [0061]** Durante todo el tiempo mientras el pantógrafo 14 se mueve a lo largo de la porción de transición 36, la unidad de control 12 mantiene el voltaje V_b menor que el voltaje de salida V_i de la línea de alimentación 16, de modo que el bus 8 se alimenta al voltaje V_i .
- 10 **[0062]** Como se describió anteriormente, moviéndose a lo largo de la porción de transición 36, el diodo 30 está cortocircuitado por el pantógrafo 14. En el instante en que el pantógrafo 14 abandona la porción de transición 36, el diodo 30 ya no está cortocircuitado por el pantógrafo 14 y la corriente continua I_i de la línea de alimentación 16 pasa a través del diodo 30, fluye en la sección terminal 28 y se absorbe por el pantógrafo 14.
- 15 **[0063]** Sin embargo, en el instante en que el pantógrafo 14 abandona la porción de transición 36, la unidad de control 12 comienza a variar el voltaje V_b en el bus de suministro de energía 8. En particular, la unidad de control 12 establece el voltaje V_b en el valor V_{b2} , que es mayor que el voltaje de salida V_i de la línea de alimentación 16, por medio de los inversores de reóstato.
- 20 **[0064]** Cuando el voltaje de salida V_i de la línea de alimentación 16 es aún mayor que el voltaje V_b en el bus 8, la corriente continua I_i de la línea de alimentación 16 fluye a través del diodo 30 y la sección terminal 28 y es absorbida por el pantógrafo 14.
- [0065]** Por el contrario, cuando el voltaje V_b en el bus 8 es finalmente mayor que el voltaje de salida V_i de la línea de alimentación 16, la corriente continua I_i deja de fluir. La unidad de tracción 5 suministra a los inversores de reóstato la corriente continua I_b generada por el proceso de frenado regenerativo eléctrico del motor 4. Debido al diodo 30, la corriente continua I_b desde la unidad de tracción 5 no fluye a través del pantógrafo 14 de regreso a la línea de alimentación 16.
- 25 **[0066]** Cuando el pantógrafo 14 sale de la sección terminal 28 de la línea de alimentación 16 y entra en la zona de suministro de energía autónomo 22, no fluye corriente a través de la línea 16 y el pantógrafo 14. Por lo tanto, no se genera un arco eléctrico entre la línea de alimentación 16 y el pantógrafo 14.
- 30 **[0067]** Cuando el vehículo 1 está en la zona de suministro de energía autónomo 22, el conductor del vehículo 1 ordena a la unidad mecánica 15 que baje el pantógrafo 14.
- 35 **[0068]** En una tercera situación operativa mostrada en las figuras 5, 6 y 7, el vehículo 1 está en el modo de tracción y ubicado en la zona de suministro de energía autónomo 22. Además, el vehículo 1 se mueve hacia la sección terminal 28 de la línea de alimentación 16 y, por lo tanto, hacia la zona de suministro de energía externo 20. El pantógrafo 14 se deja caer ya que la unidad de tracción 5 del vehículo 1 se alimenta por el dispositivo de suministro de energía autónomo 10 con la corriente continua I_a . Como el sensor de corriente 11 no mide corriente en la línea externa 9 y no se conoce el valor real del voltaje de salida V_i de la línea de alimentación 16, la unidad de control 12 ajusta el voltaje de salida V_a del dispositivo de suministro de energía autónomo 10 a un valor V_{a3} que es un alto voltaje, por ejemplo, igual a 900 V. Por lo tanto, el voltaje V_{a3} permite mejorar la eficiencia del sistema de suministro de energía
- 40 **[0069]** Dado que el vehículo 1 se está acercando a la zona de suministro de energía externo 20, el conductor del vehículo 1 ordena a la unidad mecánica 15 que levante el pantógrafo 14. En el movimiento del vehículo 1, la unidad de detección 38 recibe la señal de radio de la unidad emisora 40 y calcula el instante en que el pantógrafo 14 estará en contacto con la sección terminal 28.
- 45 **[0070]** Una vez que el pantógrafo 14 está conectado a la sección terminal 28 de la línea de alimentación 16, el voltaje de salida V_a , que está en el valor V_{a3} , puede ser mayor o menor que el voltaje de salida V_i .
- 50 **[0071]** Si el voltaje V_a es mayor que el voltaje V_i , no se genera un arco eléctrico entre el pantógrafo 14 y la línea de alimentación 16. Luego, antes de que el pantógrafo 14 entre en la porción de transición 36, la unidad de control 12 comienza a variar el voltaje de salida V_a . En particular, la unidad de control 12 establece el voltaje de salida V_a en el valor V_{a1} , que es menor que el voltaje de salida V_i de la línea de alimentación 16.
- 55 **[0072]** Si el voltaje V_a es menor que el voltaje V_i , una corriente de entrada fluye en la sección terminal 28 y es absorbida por el pantógrafo 14. La inductancia 13 actúa como un filtro y atenúa la corriente de entrada. El voltaje de salida V_a en el bus de suministro de energía 8 aumenta rápidamente hacia el valor de voltaje del voltaje de salida V_i . Por medio de los inversores de reóstato, la unidad de control 12 establece el voltaje de salida V_a en el valor V_{a1} para que la corriente continua I_i sea absorbida por el pantógrafo 14. En el caso de un pico de tensión del voltaje de salida
- 60 **[0072]** V_a en el bus de suministro de energía 8 que exceda un umbral fijo V_i , por ejemplo, 1100V, como se muestra en la línea
- 65

de puntos en la figura 7, los inversores de reóstato actúan como un circuito de palanca para regular el voltaje de salida V_a al valor V_{a1} .

[0073] Cuando el voltaje de salida V_i de la línea de alimentación 16 se vuelve más alto que el voltaje de salida V_a del dispositivo 10 y el pantógrafo 14 aún no ha entrado en la porción de transición 36, una corriente continua I_i de la línea de alimentación 16 pasa el diodo 30 y se absorbe por el pantógrafo 14. En otras palabras, la unidad de tracción 5 del vehículo 1 es alimentada por la línea de alimentación 16.

[0074] Cuando el pantógrafo 14 entra en la porción de transición 36, el diodo 30 se cortocircuita por el pantógrafo 14 y el diodo 30 pasa la corriente continua I_i de la línea de alimentación 16.

[0075] Cuando el pantógrafo 14 abandona la porción de transición 36 y entra en la sección principal 26, el voltaje de salida V_i de la línea de alimentación 16 siempre es mayor que el voltaje de salida V_a del dispositivo 10 y el vehículo 1 se alimenta por la línea de alimentación 16.

[0076] En una cuarta situación operativa mostrada en las figuras 5, 8 y 9, el vehículo 1 está en el modo de frenado y ubicado en la zona de suministro de energía autónomo 22. Además, el vehículo 1 se mueve hacia la sección terminal 28 de la línea de alimentación 16 y, por lo tanto, hacia la zona de suministro de energía externo 20. El pantógrafo 14 se baja y no se conoce el valor real del voltaje de salida V_i de la línea de alimentación 16. Como el vehículo 1 está en el modo de frenado, la unidad de tracción 5 produce el voltaje V_b y el bus de suministro de energía 8 se activa a este potencial. Por lo tanto, se genera una corriente continua I_b en el bus 8 y se usa para cargar el dispositivo de suministro de energía autónomo 10. El voltaje V_b en el bus de suministro de energía 8 tiene un valor V_{b3} que es un alto voltaje, por ejemplo, igual a 900V. Dado que el vehículo 1 se está acercando a la zona de suministro de energía externo 20, el conductor del vehículo 1 ordena a la unidad mecánica 15 que levante el pantógrafo 14. En el movimiento del vehículo 1, la unidad de detección 38 recibe la señal de radio de la unidad emisora 40 y calcula el instante en que el pantógrafo 14 estará en contacto con la sección terminal 28.

[0077] Cuando el pantógrafo entra en contacto con la sección terminal 28 de la línea de alimentación 16, no se genera un arco eléctrico entre el pantógrafo 14 y la línea de alimentación 16.

[0078] Una vez que el pantógrafo 14 está conectado a la sección terminal 28 de la línea de alimentación 16, el voltaje de salida V_b , que está en el valor V_{b3} , puede ser mayor o menor que el voltaje de salida V_i .

[0079] Si el voltaje V_b es mayor que el voltaje V_i , no se genera un arco eléctrico entre el pantógrafo 14 y la línea de alimentación 16 y el diodo 30 evita que la corriente continua I_b vuelva a la línea de alimentación 16. Luego, antes de que el pantógrafo 14 entre en la porción de transición 36, la unidad de control 12 comienza a variar el voltaje V_b . En particular, la unidad de control 12 establece el voltaje V_b en el valor V_{b1} , que es menor que el voltaje de salida V_i de la línea de alimentación 16, por medio de los inversores de reóstato. Cuando el pantógrafo 14 ingresa en la porción de transición 36, el voltaje de salida V_i de la línea de alimentación 16 es más alto que el voltaje V_b en el bus 8 y el diodo 30 se cortocircuita por el pantógrafo 14. La corriente continua I_i de la línea de alimentación 16 es absorbida por el pantógrafo 14. En otras palabras, incluso en el modo de frenado, la línea de alimentación 16 alimenta la unidad de tracción 5 del vehículo 1. En el instante en que el pantógrafo 14 abandona la porción de transición 36, la unidad de control 12 comienza a variar el voltaje V_b en el bus de suministro de energía 8. En particular, la unidad de control 12 establece el voltaje V_b en el valor V_{b2} , que es mayor que el voltaje de salida V_i de la línea de alimentación 16, por medio de los inversores de reóstato. Cuando el voltaje V_b en el bus 8 es más alto que el voltaje de salida V_i de la línea de alimentación 16, la corriente continua I_i deja de fluir. La unidad de tracción 5 genera la corriente continua I_b por medio del proceso de frenado generativo eléctrico del motor 4.

[0080] Si el voltaje V_b es menor que el voltaje V_i , la corriente de entrada fluye en la sección terminal 28 y es absorbida por el pantógrafo 14. La inductancia 13 actúa como un filtro y atenúa la corriente de entrada. El voltaje de salida V_b en el bus de suministro de energía 8 aumenta rápidamente hacia el valor de voltaje del voltaje de salida V_i . Por medio de los inversores de reóstato, la unidad de control 12 establece el voltaje de salida V_b en el valor V_{b1} para que la corriente continua I_i sea absorbida por el pantógrafo 14. Cuando el pantógrafo 14 ingresa en la porción de transición 36, el voltaje de salida V_i de la línea de alimentación 16 es más alto que el voltaje V_b en el bus 8 y el diodo 30 se cortocircuita por el pantógrafo 14. La corriente continua I_i de la línea de alimentación 16 es absorbida por el pantógrafo 14.

[0081] En el instante en que el pantógrafo 14 abandona la porción de transición 36, la unidad de control 12 comienza a variar el voltaje V_b en el bus de suministro de energía 8. En particular, la unidad de control 12 establece el voltaje V_b en el valor V_{b2} , que es más alto que el voltaje de salida V_i de la línea de alimentación 16, por medio de los inversores de reóstato.

[0082] En todas las situaciones de funcionamiento, cuando el diodo es atravesado por la corriente I , eso dura poco tiempo. El diodo 30, entonces, no necesita ningún sistema de enfriamiento o dispositivo de precaución adaptado. Las situaciones operativas y las realizaciones mencionadas anteriormente pueden combinarse para generar nuevas

realizaciones y situaciones operativas de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de suministro de energía eléctrica (18) para un vehículo (1) de propulsión eléctrica provisto de una unidad de tracción (5) y un miembro de conexión eléctrica (14) y que se mueve a lo largo de un raíl de circulación (2), en el que el sistema incluye:

- una zona de suministro de energía externo (20), que tiene una línea de alimentación (16) que se extiende a lo largo del raíl de circulación para la conexión con el miembro de conexión eléctrica (14), donde la línea de alimentación (16) está conectada a una infraestructura de suministro de energía (24),
- 10 - una zona de suministro de energía autónomo (22), ubicada después de la zona de suministro de energía externo a lo largo del raíl de circulación, donde el vehículo se alimenta por medio de un dispositivo de suministro de energía autónomo (10),

donde la línea de alimentación (16) incluye una sección principal (26), provista de un primer extremo (32), y donde el sistema de suministro de energía externo está **caracterizado porque** la línea de alimentación (16) incluye, además:

- 20 - una sección terminal (28), que se extiende a lo largo del carril de circulación (2) en la zona de suministro de energía externo (20) al menos entre el primer extremo (32) de la sección principal (26) y la zona de suministro de energía autónomo (22), para la conexión con el miembro de conexión eléctrica (14) y provista de un segundo extremo (34),
- un diodo (30), que conecta eléctricamente el primer extremo de la sección principal y el segundo extremo de la sección terminal y está diseñado para dejar pasar una corriente eléctrica (L) desde la sección principal (26) a la sección terminal (28)

25 y **porque** el primer extremo (32) de la sección principal (26) y el segundo extremo (34) de la sección terminal (28) se superponen parcialmente en una porción de transición (36) a lo largo de la dirección del raíl de circulación (2) y la línea de alimentación (16) está diseñada para que el diodo (30) se cortocircuite entre el primer extremo de la sección principal y el segundo extremo de la sección terminal por el miembro de conexión eléctrica (14).

30 2. Un sistema de suministro de energía eléctrica según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la sección terminal (28) está aislada, excepto de la sección principal (26) y el miembro de conexión (14), y tiene una tensión flotante.

3. Un sistema de suministro de energía eléctrica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, 35 **caracterizado porque** incluye una unidad de detección diseñada para predecir a tiempo la posición del miembro de conexión eléctrica (14) del vehículo a lo largo de la línea de alimentación (16).

4. Un sistema de suministro de energía eléctrica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** incluye:

- 40 - medios (12) para accionar un voltaje de salida (V_a , V_b) del dispositivo autónomo de suministro de energía (10) del vehículo (1) en relación con un voltaje de salida (V_i) de la línea de alimentación (16), cuando el miembro de conexión (14) del vehículo está conectado a la sección terminal (28) desde la zona de suministro de energía externo (20),
- 45 - medios (15) para desconectar el miembro de conexión del vehículo solo desde la sección terminal (28) de la línea de alimentación.

5. Sistema de suministro de energía eléctrica según la reivindicación 4, **caracterizado porque** incluye:

- 50 - medios (12) para ajustar el voltaje de salida (V_a) del dispositivo de suministro de energía autónomo (10) mayor que el voltaje de salida (V_i) de la línea de alimentación (16) mientras el miembro de conexión (14) del vehículo (1) está en la sección terminal (28) y el vehículo está en un modo de tracción, donde la unidad de tracción (5) del vehículo transforma el suministro de energía en energía cinética.

55 6. Un sistema de suministro de energía eléctrica según la reivindicación 4, **caracterizado porque** incluye:

- medios (12) para ajustar el voltaje de salida (V_b) del dispositivo de suministro de energía autónomo (10) menor que el voltaje de salida (V_i) de la línea de alimentación (16) mientras el miembro de conexión (14) del vehículo (1) está antes de la sección terminal (28),
- 60 - medios (12) para ajustar el voltaje de salida del dispositivo de suministro de energía autónomo (10) mayor que el voltaje de salida de la línea de alimentación (16) mientras el miembro de conexión (14) del vehículo está en la sección terminal (28),

cuando el vehículo está en modo de frenado, donde la unidad de tracción (5) del vehículo transforma la energía cinética 65 en energía eléctrica.

7. Un sistema de suministro de energía eléctrica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** incluye:

- 5 - medios (15) para conectar el miembro de conexión (14) del vehículo (1) solo a la sección terminal (28) de la línea de alimentación (16),
- medios (12) para accionar un voltaje de salida (V_a , V_b) del dispositivo de suministro de energía autónomo (10) del vehículo en relación con un voltaje de salida (V_i) de la línea de alimentación (16), cuando el miembro de conexión (14) del vehículo está conectado a la sección terminal (28) desde la zona de suministro de energía autónomo (22).

10

8. Sistema de suministro de energía eléctrica según la reivindicación 7, **caracterizado porque** incluye:

- 15 - medios (12) para ajustar el voltaje de salida (V_a) del dispositivo de suministro de energía autónomo (10) menor que el voltaje de salida (V_i) de la línea de alimentación (16) mientras el miembro de conexión (14) del vehículo (1) está en la sección terminal (28) y el vehículo está en un modo de tracción, donde la unidad de tracción (5) del vehículo transforma el suministro de energía en energía cinética.

9. Un sistema de suministro de energía eléctrica según la reivindicación 7, **caracterizado porque** incluye:

- 20 - medios (12) para ajustar el voltaje de salida (V_b) del dispositivo de suministro de energía autónomo (10) menor que el voltaje de salida (V_i) de la línea de alimentación (16) mientras el miembro de conexión (14) del vehículo (1) está antes de la sección principal (26),
- medios (12) para ajustar el voltaje de salida del dispositivo de suministro de energía autónomo (10) mayor que el voltaje de salida de la línea de alimentación (16) mientras el miembro de conexión (14) del vehículo está en la
25 sección principal (26),

cuando el vehículo está en modo de frenado, donde la unidad de tracción (5) del vehículo transforma la energía cinética en energía eléctrica.

30

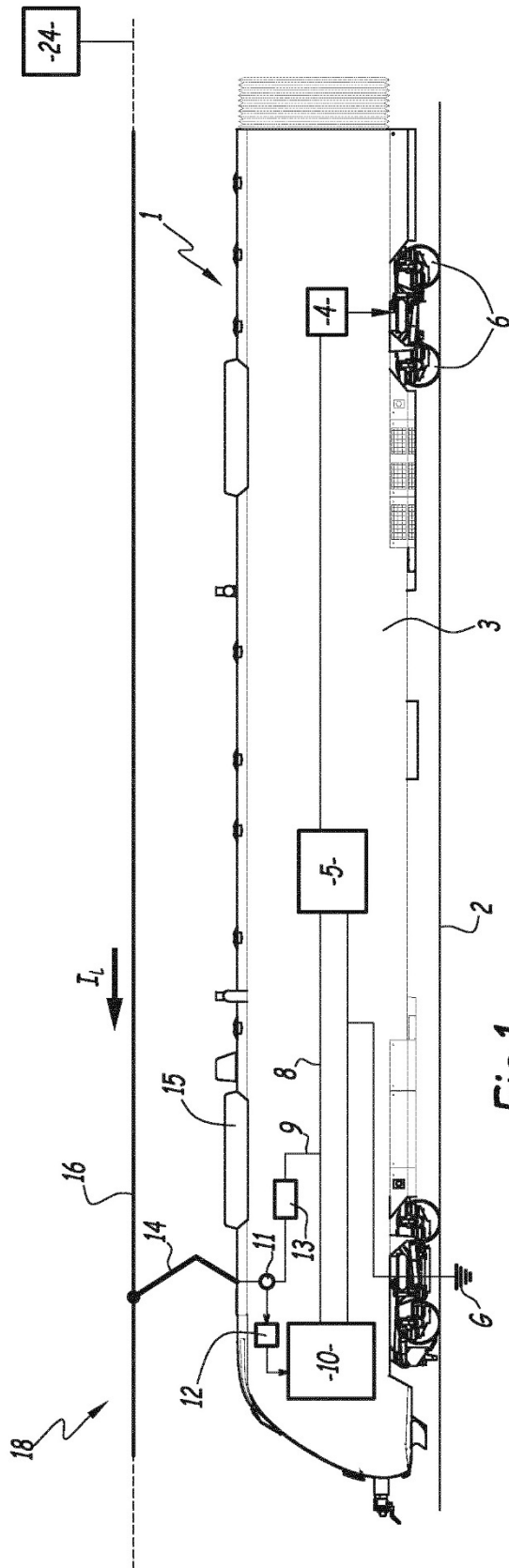
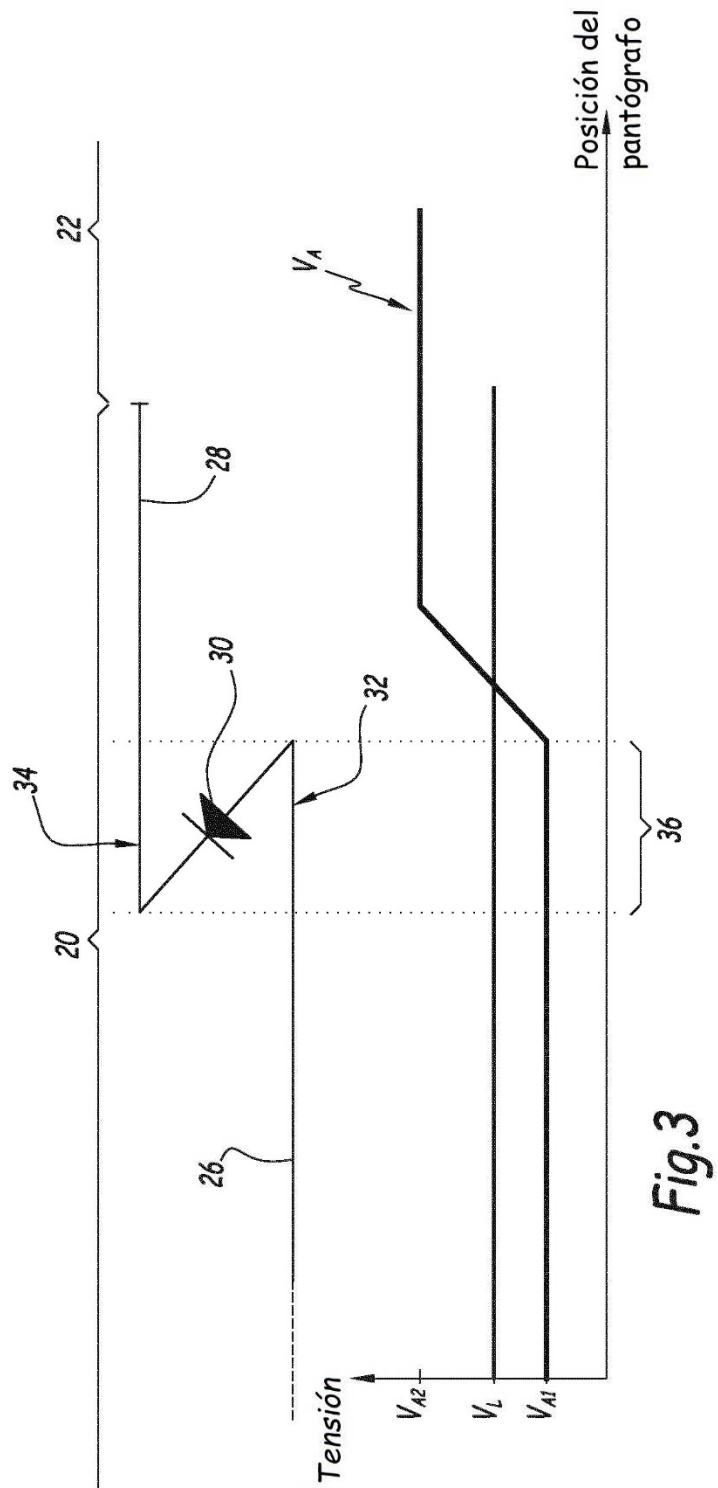
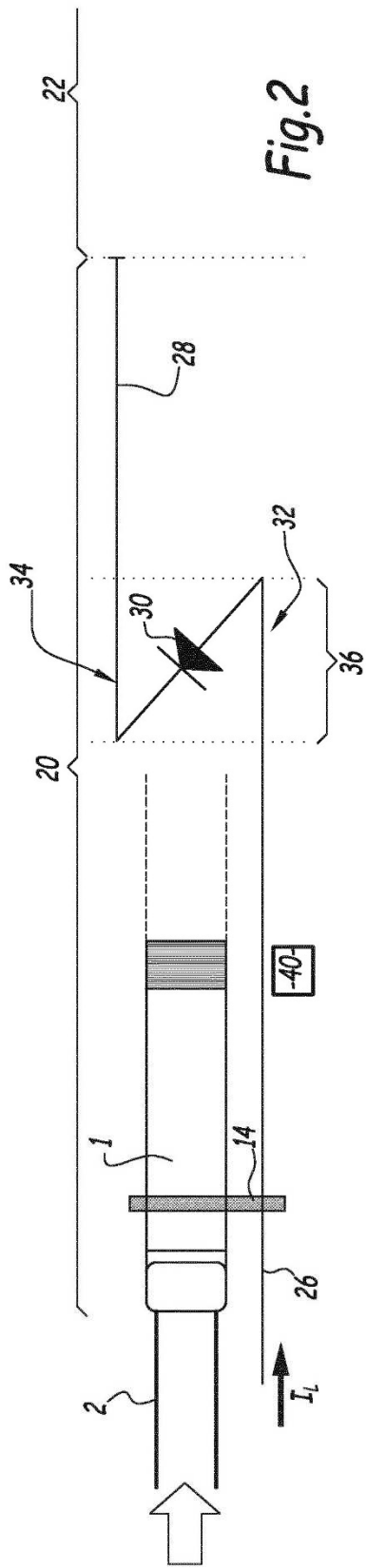


Fig. 1



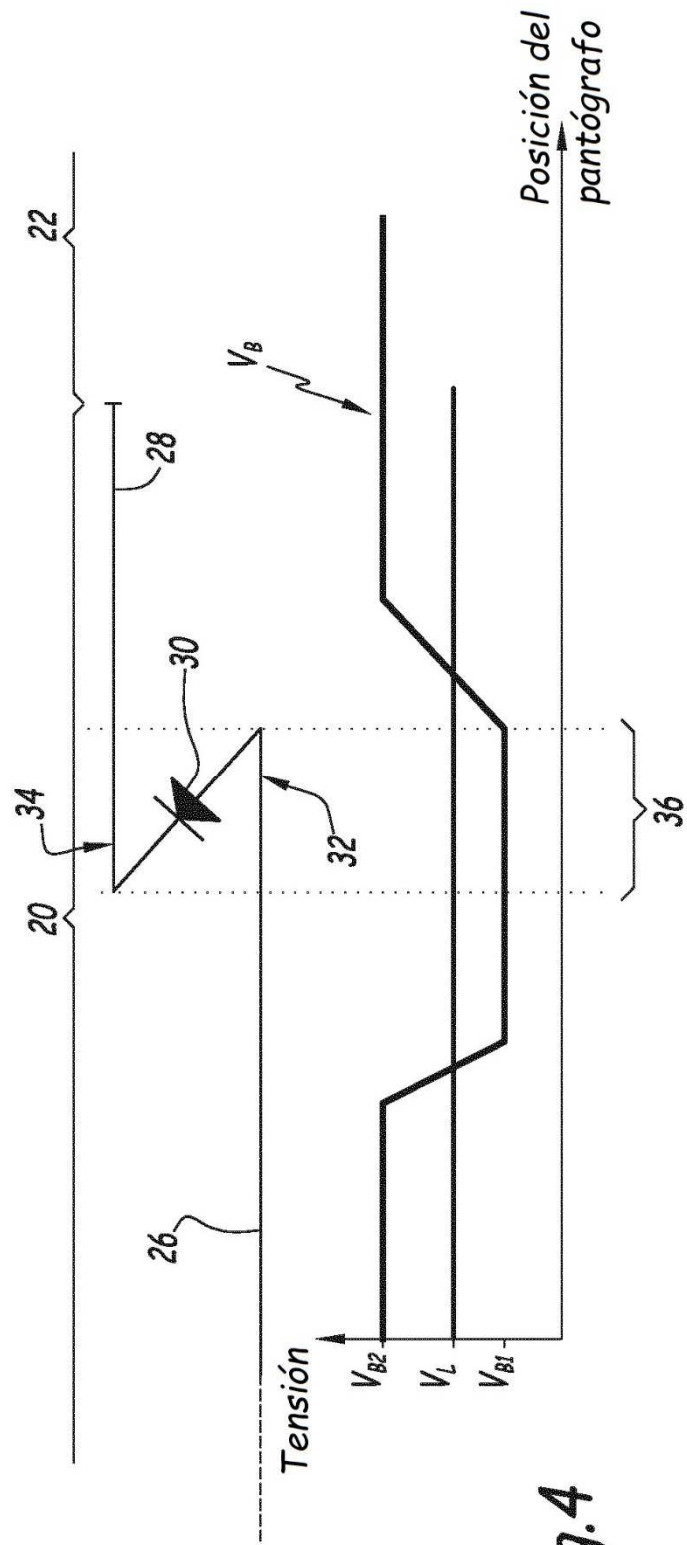


Fig.4

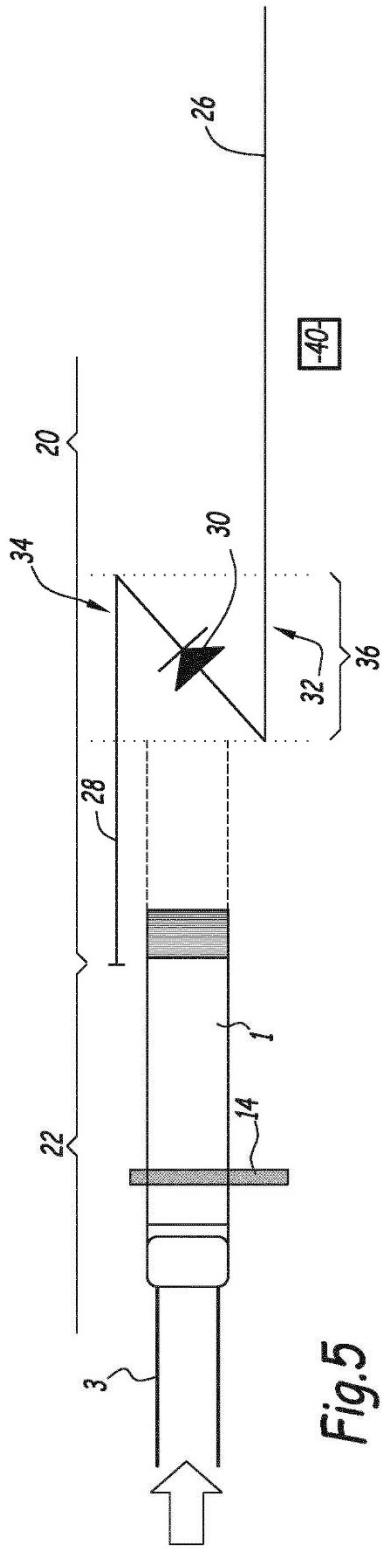


Fig. 5

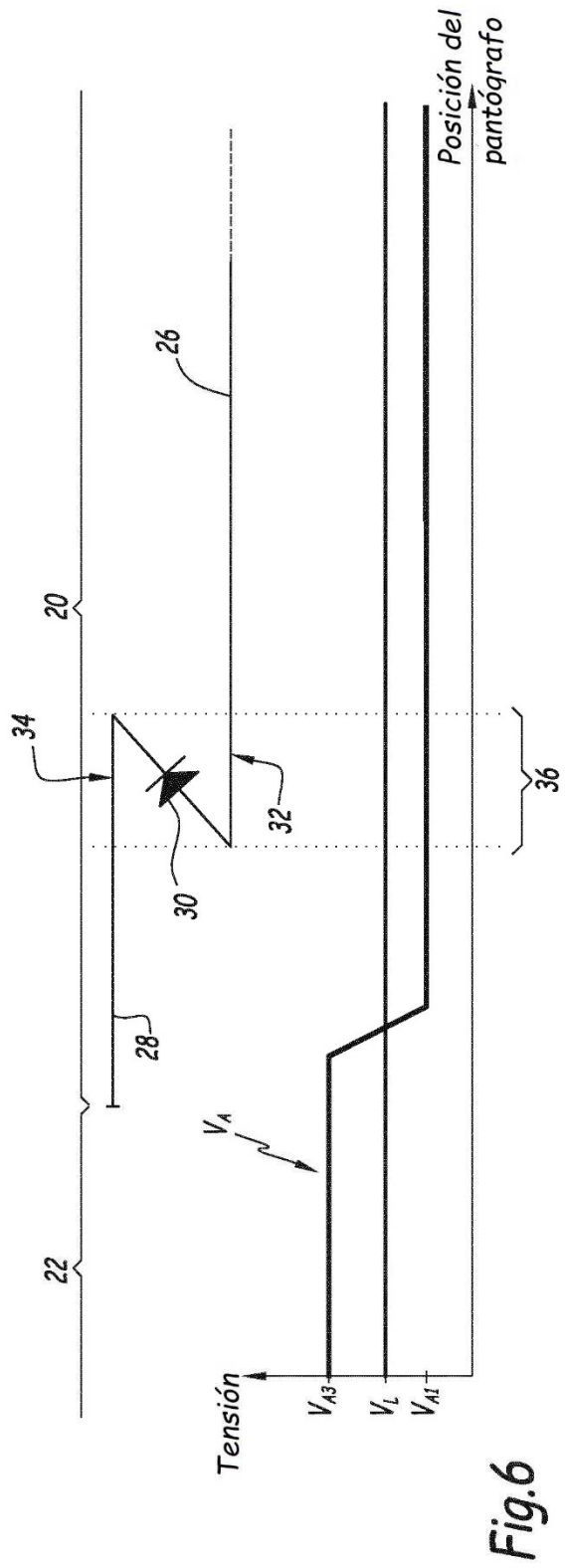


Fig. 6

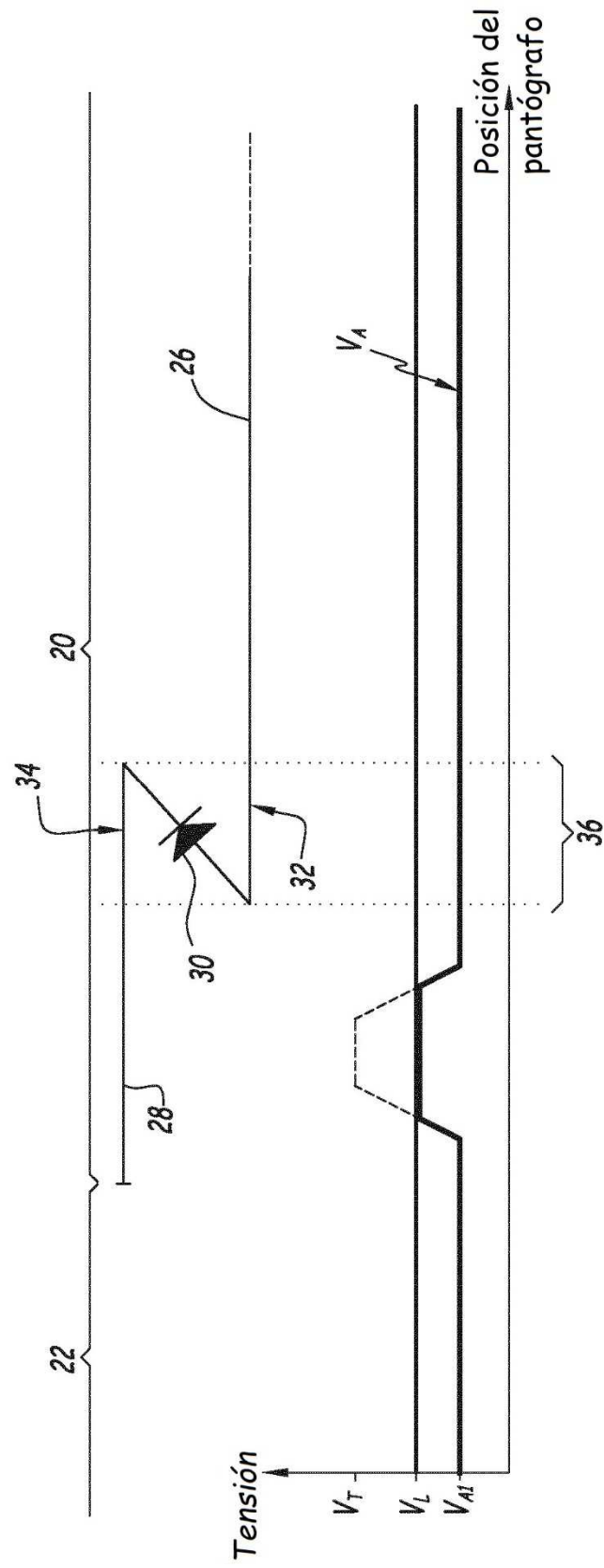


Fig.7

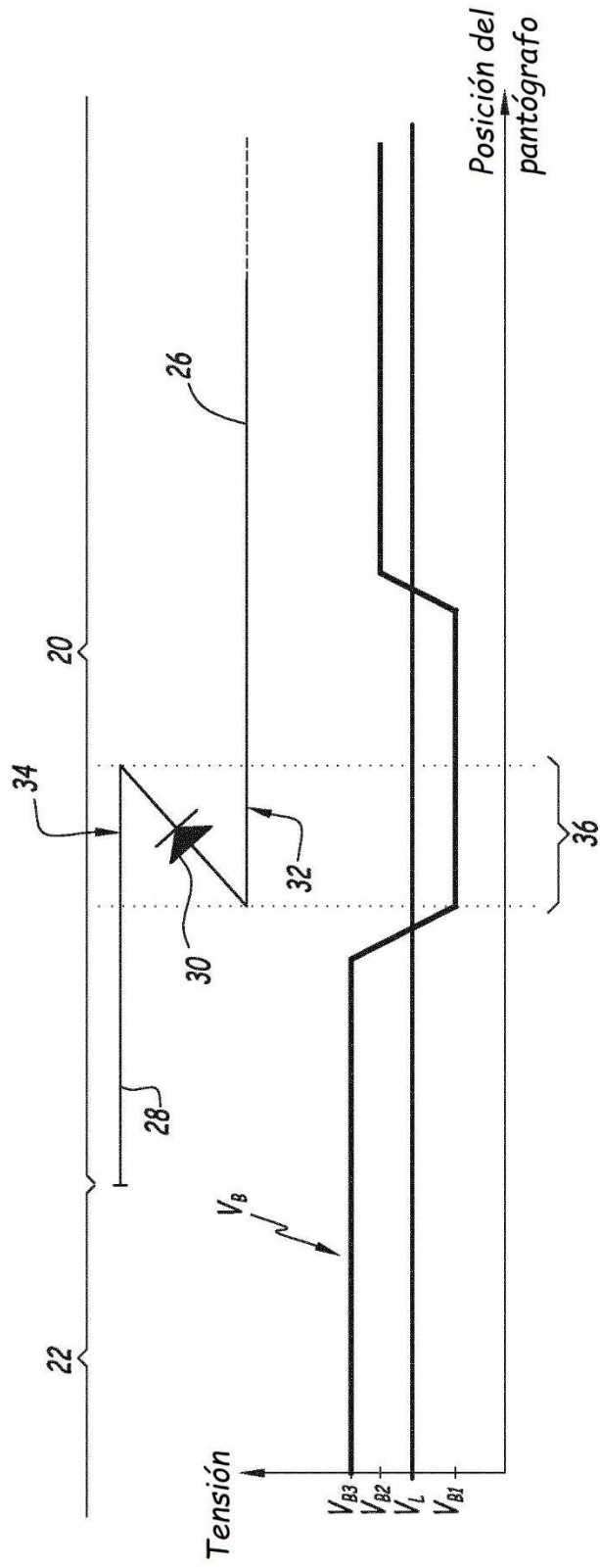


Fig.8

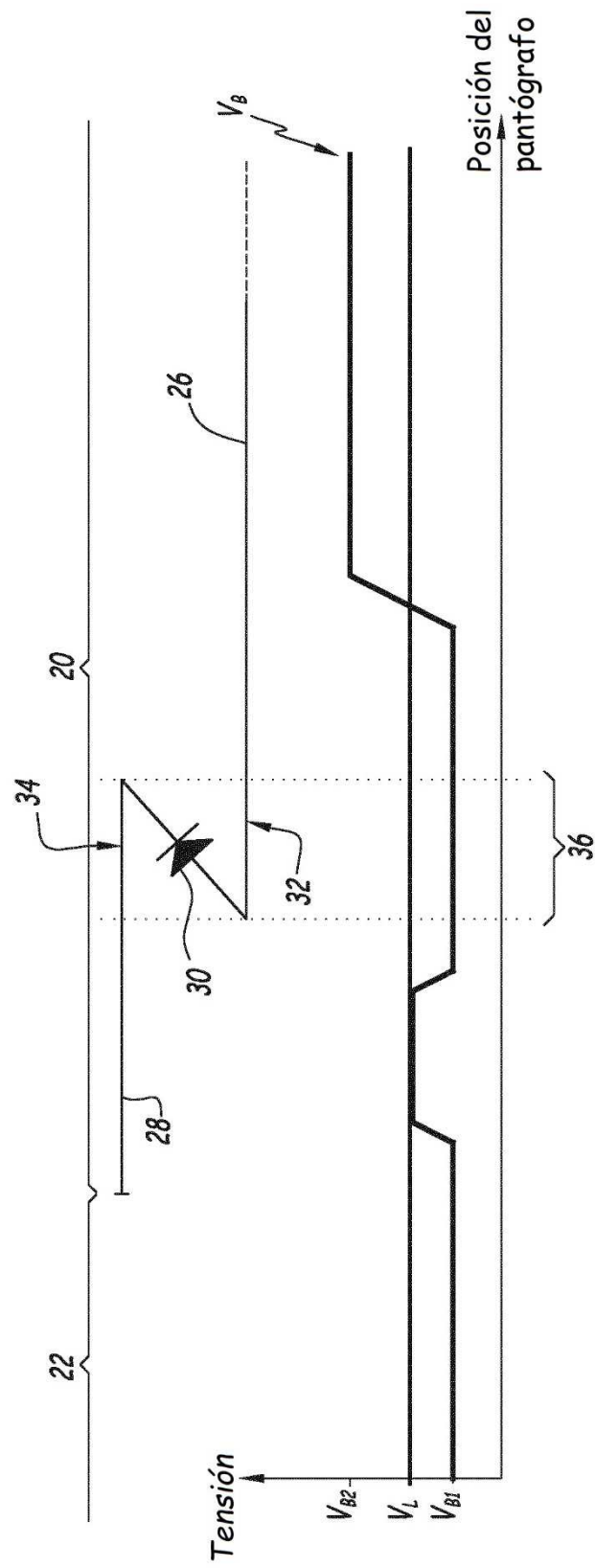


Fig.9