

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 767 286**

51 Int. Cl.:

**B61L 25/02** (2006.01)

**B61L 3/22** (2006.01)

**B61L 27/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2016 E 16187965 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019 EP 3141452**

54 Título: **Sistema de localización de trenes a lo largo de las vías de una red ferroviaria**

30 Prioridad:

**09.09.2015 FR 1558380**

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

**17.06.2020**

73 Titular/es:

**CLEARSY (100.0%)  
320 avenue Archimède, Zone d'Activités  
Commerciales de la Duranne, Immeuble les  
Pléiades III, Bat A  
13857 Aix-en-Provence, FR**

72 Inventor/es:

**SABATIER, DENIS y  
BURDY, LILIAN**

74 Agente/Representante:

**SALVÀ FERRER, Joan**

**ES 2 767 286 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

Sistema de localización de trenes a lo largo de las vías de una red ferroviaria

- 5 **[0001]** La invención tiene como campo el de los sistemas de localización de trenes a lo largo de las vías de una red ferroviaria, y más particularmente los sistemas de localización que forman parte de una arquitectura de control automático de trenes, también denominada arquitectura ATC, según el acrónimo inglés «Automatic Train Control».
- 10 **[0002]** En una arquitectura ATC, es necesario determinar con precisión y seguridad la posición instantánea de un tren.
- 15 **[0003]** Para esto, se conoce la disposición de balizas magnéticas a lo largo de la vía, en posiciones conocidas. Cada baliza es capaz de emitir un telegrama que consta en particular de un identificador de la baliza. Cada tren que circula en la red está equipado con una antena de recepción capaz de captar telegramas emitidos por una baliza cuando la antena se encuentra a proximidad inmediata de la baliza. Una calculadora a bordo, conectada a la antena de recepción, determina entonces la posición instantánea del tren a partir del identificador de la baliza que acaba de detectarse y de una cartografía de la red que asocia el identificador de baliza y la posición en la red. Por lo tanto, es posible determinar con precisión la posición del tren en el momento en que se encuentra al plomo de una baliza.
- 20 **[0004]** Para determinar la posición instantánea del tren entre dos balizas sucesivas, el tren está equipado con diferentes sensores que permiten a la calculadora de a bordo determinar una distancia recorrida desde la última baliza cruzada por el tren.
- 25 **[0005]** El cálculo de esta distancia recorrida resulta ser particularmente complejo.
- [0006]** Para un tren cuyas ruedas están equipadas con neumáticos, que pueden deformarse en particular durante una aceleración lateral del tren, la distancia recorrida no es el curso simple de la circunferencia del neumático multiplicado por el número de vueltas de la rueda contado desde la última baliza cruzada.
- 30 **[0007]** Para un tren que circula sobre unos raíles, los deslizamientos entre la rueda y el raíl, en particular durante la aceleración longitudinal del tren, hacen incluso que la distancia recorrida no sea el simple curso de la circunferencia de la rueda por el número de vueltas de rueda contado desde la última baliza cruzada.
- 35 **[0008]** Por lo tanto, es necesario equipar el tren con múltiples sensores (ruedas fónicas, acelerómetros, velocímetros, etc.) a fin de que la calculadora de a bordo pueda determinar, a partir de las mediciones realizadas por estos sensores y de los modelos que describen la dinámica del tren, la distancia recorrida desde la última baliza cruzada.
- 40 **[0009]** A esta compleja determinación, se añade el hecho de que siendo la determinación de la posición instantánea del tren un dato fundamental para la seguridad del tren debe determinarse de conformidad con el nivel de integridad de seguridad (SIL) 4, conocido por el experto en la materia. Para alcanzar tal nivel de seguridad, una técnica posible consiste en redundar los algoritmos de determinación de la posición instantánea del tren.
- 45 **[0010]** Todo esto hace que la calculadora de a bordo de un tren deba presentar unas capacidades de cálculo importantes para poder determinar la posición instantánea del tren con seguridad.
- 50 **[0011]** En ciertas arquitecturas ATC, especialmente en las arquitecturas CBTC (según el acrónimo «Car Board Train Control»), aprovechamos esta capacidad de cálculo a bordo de los trenes para pedirle a la calculadora a bordo que efectúe otras tareas como, por ejemplo, el cálculo de la curva de velocidad del tren.
- 55 **[0012]** Más precisamente, la calculadora a bordo del tren está en comunicación con una calculadora en tierra, por ejemplo por medio de una infraestructura GSM. La calculadora de a bordo comunica periódicamente la posición instantánea que ha determinado a la calculadora en tierra. A partir de esta información y otra información relacionada con otros trenes que circulan en la red, la calculadora en tierra define una autorización de movimiento para el tren, que consta de un punto de extremo que el tren no debe cruzar y para todas las secciones de la vía, desde la posición actual del tren hasta este punto de extremo, de las velocidades máximas autorizadas. Esta autorización de movimiento se transmite a la calculadora de a bordo, que a partir de una cartografía detallada de la línea (que menciona la pendiente, la curvatura, etc. de cada sección de la vía) y otra información relacionada en particular con el tren (masa, número de vagones, etc.), calcula un perfil de velocidad para el tren.
- 60 **[0013]** En una variante de realización, es la calculadora en tierra la que, una vez calculada la autorización de movimiento, determina un perfil de velocidad para el tren, después lo transmite a la calculadora de a bordo.
- [0014]** Además de la complejidad de la determinación de la posición instantánea de un tren y sus consecuencias, otro problema reside en la instalación de balizas magnéticas a lo largo de la vía. Para hacer esto, un

estudio preliminar permite establecer un plan de implantación de las balizas. Sin embargo, no es seguro que el técnico que debe realizar la implantación de las balizas de conformidad con este plan posicione correctamente las balizas. Por lo tanto, es necesario, después de la implantación de las balizas, calificar la vía para identificar la posición exacta de cada una de las balizas instaladas. Estas etapas de ejecución son largas y costosas.

5

**[0015]** Cabe señalar que cualquier modificación de la posición de una baliza y, más generalmente, cualquier modificación de la vía férrea conduce a la actualización de la cartografía que describe la línea. En el caso de que cada calculadora de a bordo de los trenes autorizados para circular en la vía almacene una versión de esta cartografía, es necesario entonces implementar un procedimiento que permita garantizar que las calculadoras de a bordo de todos los trenes circulen con versión actualizada de la cartografía.

10

**[0016]** También se conoce un sistema de piloto automático para unos metros que constan de una pluralidad de cintas dispuestas una tras otra entre los cables de los raíles. Cada cinta incorpora una pluralidad de antenas de emisión. Una antena está configurada para formar una sucesión de bucles de inducción en la dirección de la vía, presentando cada bucle una dimensión longitudinal que corresponde a una consigna de velocidad para el tren que circula por encima de este bucle.

15

**[0017]** La conmutación de un interruptor controlado para aplicar una corriente de suministro continuo a una u otra de las antenas de emisión de la cinta permite seleccionar el perfil de consigna de velocidad con el que se desea pilotar el tren.

20

**[0018]** Un tren está equipado con una antena de recepción y un circuito de regulación que permite detectar el desplazamiento de los bucles de inducción de la antena emisora suministrada y regular la velocidad del tren para que este desplazamiento se efectúe a una cadencia regular.

25

**[0019]** Se conoce igualmente, por el documento FR 2 562 018 A1 un sistema de localización geográfica de un tren que consta de una línea de dos cables que circula entre las filas de raíles de la vía. La línea está torcida para presentar unos bucles de dimensiones regulares. El sistema consta además de una pluralidad de balizas dispuestas a lo largo de la vía. Cada baliza es capaz de emitir un código que identifica la baliza emisora. Un tren que circula en la vía incorpora un equipo capaz de contabilizar el número de bucles desde la recepción del código que identifica la última baliza cruzada. La línea de dos cables es suministrada por una señal que consta de un código correspondiente al estado de señalización a lo largo de la vía, permitiendo este código una modulación de la portadora de señal.

30

**[0020]** Por lo tanto, la invención tiene como objetivo superar los problemas que afectan a los sistemas de localización implementados en las arquitecturas ATC.

35

**[0021]** Para esto, la invención tiene como objeto un sistema de localización de trenes a lo largo de las vías de una red ferroviaria para una arquitectura de control automático de trenes, que consta de:

40

- en tierra, una pluralidad de cintas dispuestas una tras otra a lo largo de la vía, constando cada cinta de un circuito de control y una antena emisora conectada al circuito de control, estando la antena emisora conformada para definir, en la totalidad de la cinta, una pluralidad de bucles de inducción según la dirección de la vía, estando el circuito de control adaptado para aplicar en la entrada de la antena emisora una señal de suministro de corriente que integra un identificador de dicha cinta; y,

45

- a bordo de cada tren autorizado para circular en la vía, una antena de recepción capaz de generar una señal de recepción correlacionada con la señal de suministro de la antena emisora, y una calculadora de a bordo conectada a la antena de recepción, adaptada para analizar la señal de recepción para extraer el identificador de la cinta al aplomo del cual se sitúa dicha antena de recepción y para contabilizar un número de bucles de inducción detectados desde el último cambio de identificador, permitiendo dicho identificador y dicho número de bucles de inducción detectados determinar la posición instantánea del tren.

50

**[0022]** Según unos modos particulares de realización, el sistema consta de una o varias de las siguientes características, tomadas aisladamente o según cualquier combinación técnicamente posible:

55

- el sistema consta de varios circuitos de control correspondientes a tantas cintas dispuestas sucesivamente, agrupadas y conectadas en serie entre sí y con una calculadora de control situada al borde de la vía para formar una red de comunicación;

- la calculadora de control de un grupo de cinta puede modificar el identificador (Id) memorizado por el circuito de control de una cinta de dicho grupo;

60

- las dimensiones longitudinales de los bucles de inducción de una antena emisora son constantes en toda la longitud de una cinta y, de preferencia, constantes de una cinta a otra, de manera que las cintas sean unas cintas estándar;

- un circuito de control de una cinta está conectado a una línea de suministro de potencia eléctrica que circula a lo largo de la cinta, estando las líneas de suministro de una pluralidad de cintas sucesivas conectadas entre sí y a una fuente de potencia eléctrica;

65

- una cinta consta de una única antena emisora;
- el circuito de control es adecuado para aplicar a la antena emisora una corriente que consta de una portadora y una modulación, correspondiendo la modulación al identificador de la cinta; y
- la calculadora de a bordo de un tren almacena una cartografía de la red que asocia una posición a cada bucle de inducción de cada cinta.

**[0023]** La invención y sus ventajas se comprenderán mejor con la lectura de la descripción detallada siguiente de un modo de realización articular dada únicamente a título de ejemplo no limitativo, estando esta descripción realizada en referencia a los dibujos anexos, en los cuales:

- la figura 1 es una representación esquemática de la arquitectura de control automático de la circulación de un tren a lo largo de una vía que consta del sistema de localización de trenes según la invención;
- la figura 2 es una representación esquemática, en vista desde arriba, de la vía de la figura 1 equipada con el sistema de localización de trenes según la invención;
- la figura 3 es una representación esquemática en vista desde arriba de una cinta que pertenece al sistema de localización de trenes según la invención; y,
- la figura 4 es una representación esquemática de un circuito de control que equipa la cinta de la figura 3.

**[0024]** En la figura 1, un tren 1 circula a lo largo de una vía férrea 2 de una red ferroviaria.

**[0025]** La vía 2 está constituida por dos cables de raíles 3 y 4 mantenidos por una pluralidad de traviesas 5, como se representa en la figura 2. La vía 2 se extiende según una dirección D.

**[0026]** La arquitectura de control automático de trenes 10 consta de un sistema de localización de trenes 12 a lo largo de la vía que consta de un componente en tierra 20 y un componente a bordo 70.

**[0027]** Además, la arquitectura 10 consta de una infraestructura de radiocomunicación 14 para la comunicación a bordo/en tierra y un conjunto de calculadoras 16 en tierra, capaces de controlar el desplazamiento del tren.

**[0028]** La arquitectura de control automático de trenes 10 implementa, por ejemplo, un sistema ATO, para «Automatic Train Operation», acoplado a un sistema ATC/ATP, para «Automatic Train Control/Automatic Train Protection».

**[0029]** El componente en tierra 20 del sistema de localización de trenes 12 consta de una pluralidad de cintas 22, dispuestas entre los cables de vías 3 y 4, por ejemplo fijados a las traviesas 5 de la vía 2.

**[0030]** Como se representa en la figura 3, una cinta 22 presenta una forma paralelepípedica, cuya longitud L es mucho mayor que el ancho  $l$  y el espesor e de la cinta 22.

**[0031]** Por ejemplo, la longitud de una cinta 22 es del orden de cien metros, mientras que el ancho y el espesor de una cinta 22 son del orden de diez centímetros.

**[0032]** Una cinta 22 consta de un extremo anterior 33 y un extremo posterior 34 según la dirección D de la vía.

**[0033]** Una cinta 22 consta, intercalada entre dos capas de un material de caucho de protección, una antena de emisión 25, un circuito de control 26, una línea de suministro 28 y un cable de red 29.

**[0034]** La antena 25 está conformada para formar, entre sus bornes de extremo, 34 y 36, una pluralidad de bucles de inducción 37 dispuestos uno tras otro según la dirección D de la vía, desde el extremo anterior 33 al extremo posterior 34 de la cinta 22.

**[0035]** Los bucles de inducción 37 son idénticos entre sí. Presentan en particular una longitud  $L_0$  idéntica.

**[0036]** Como se representa en la figura 4, el circuito de control 26 consta de una tarjeta de red 41, un módulo 42 de suministro de potencia eléctrica al circuito 26, una memoria 43, que consta en particular de un identificador Id del circuito 26 y, por lo tanto, de la cinta 22 correspondiente, y un módulo 44 de generación de una señal destinada a aplicarse a la antena 25.

**[0037]** El módulo 41 consta de un puerto de entrada 45 y un puerto de salida 46. El puerto de entrada 45 está conectado a una porción de entrada del cable de red 29. Estando el extremo distal de esta porción de entrada de cable de red 29 conectado a un conector de red macho 55 situado en el extremo anterior 33 de la cinta 22.

**[0038]** El puerto de salida 46 del módulo 41 está conectado a una porción de salida del cable de red 29. El extremo distal de esta porción de salida del cable de red 29 está conectado a un conector hembra 56 previsto en el extremo posterior 34 de la cinta 22.

- [0039]** El módulo 42 de suministro de potencia eléctrica está conectado por un primer borne 49 a la línea 28 y por un segundo borne a una masa. La línea 28 consta de un conector macho 58 del lado del extremo anterior 33 de la cinta 22 y un conector hembra 59 en el extremo posterior 34 de la cinta 22.
- 5 **[0040]** El módulo 44 de generación de una señal consta de dos bornes de salida, 47 y 48, que están conectados respectivamente a los bornes 35 y 36 de la antena 25.
- [0041]** El módulo 44, suministrado por el módulo 42, es capaz de generar una señal de corriente que consta de una portadora y una modulación de esta portadora. La modulación, que puede ser en frecuencia, en amplitud o en fase, depende del identificador Id de la cinta correspondiente.
- 10 **[0042]** En el presente modo de realización, la portadora, de frecuencia F0, por ejemplo igual a alrededor de 200 kHz, está modulada en frecuencia en función del identificador Id memorizado en la memoria 43. Así, la señal emitida por la antena 25 integra el identificador Id de la cinta 22.
- 15 **[0043]** Otros modos de realización son concebibles para que la señal emitida por la antena 25 sea específica de la cinta 22 considerada. Por ejemplo, como variante, la señal generada por el módulo 44 es una señal modulada en amplitud.
- 20 **[0044]** Las cintas 22 son ventajosamente idénticas entre sí para estandarizar la producción, para simplificar el suministro in situ y la implantación.
- [0045]** Como se representa en la figura 2, las cintas 22 están dispuestas una tras otra, de modo que el extremo posterior 34 de una cinta esté en contacto con el extremo anterior 33 de la cinta siguiente.
- 25 **[0046]** Se conectan dos cintas consecutivas entre sí de manera que se asocien los conectores macho y hembra 55 y 56 de los cables de red 29 de las dos cintas y los conectores macho y hembra 58 y 59 de las líneas de suministro 28 de las dos cintas.
- 30 **[0047]** N cintas 22 sucesivas están asociadas entre sí para formar un grupo de cintas. El número de cintas por grupo puede variar en función de la sección de la vía en cuestión: sección rectilínea larga (entre dos estaciones), sección rectilínea corta (a lo largo de una plataforma en la estación), aguja, etc.
- [0048]** El cable de red 29 de cada una de las cintas situadas en el extremo de un grupo de cintas no está conectado al cable de red de la cinta vecina, sino a una calculadora de control 60 situada en el borde de la vía y dedicada al control de las N cintas 22 constitutivas del grupo. Así, los diferentes circuitos de control 26 de las cintas de un grupo forman, con la calculadora 60, una red 61.
- 35 **[0049]** De preferencia, la topología de la red 61 está en un anillo para ofrecer una mayor fiabilidad en la detección de una discontinuidad en el sistema.
- 40 **[0050]** Así, en la red 61, los diferentes circuitos de control 26 se colocan en serie entre sí, en una configuración denominada «CADENA DAISY». En esta configuración, un mensaje de datos emitido por la calculadora 60 en la red 61 se recibe en el puerto de entrada de un primer circuito 26. Si el mensaje se dirige a este primer circuito 26, este último lo procesa. Por el contrario, si este mensaje no se dirige al primer circuito 26, este último lo vuelve a emitir en su puerto de salida con destino al segundo circuito 26. El mensaje se propaga así, de forma gradual, hasta llegar a su destinatario. Esta configuración permite prescindir de un amplificador de señales a lo largo de la red 61, que por lo tanto puede ser de gran dimensión.
- 45 **[0051]** La calculadora 60 es capaz de comunicarse con un circuito 26 para adquirir un estado de funcionamiento de este circuito 26 y posiblemente, por ejemplo, en el caso de reconfiguración del sistema 12, para asignar al circuito 26 un nuevo identificador Id que se almacenará en su memoria 43.
- [0052]** Las líneas de suministro 28 de las cintas están conectadas en serie y, por ejemplo al final de un grupo de cintas, a una fuente de suministro 62, capaz de mantener las líneas 28 a un potencial de referencia.
- 50 **[0053]** Cabe señalar que la implantación del componente de tierra 20 del sistema 12 es particularmente simple, ya que se trata de fijar las cintas en la vía 2 y conectarlas sucesivamente. Los cables de red y eventualmente de suministro solo deben pasarse bajo un cable de raíl en todas las N cintas. El despliegue del presente sistema de localización se puede prever también en nuevas vías, así como en vías existentes.
- 55 **[0054]** En el lado del componente a bordo 70 del sistema de localización de trenes 12, el tren 1 está provisto de una antena receptora 75 conectada a una calculadora de a bordo 76.
- 60 **[0055]** La calculadora de a bordo 76 está conectada a un módulo de radiocomunicación 77 adecuado para
- 65

comunicarse con los puntos de acceso 80 de la infraestructura de radiocomunicación 14.

- 5 **[0056]** La antena receptora 75 se coloca debajo de la caja del tren 1, por ejemplo, en la parte delantera del primer vagón que constituye el tren 1. En un modo de realización simple, la antena receptora consta de un bucle conductor.
- 10 **[0057]** Cuando se suministra la antena emisora 25, cada uno de los bucles 37 crea un campo magnético dirigido casi verticalmente. En un modo de realización de la antena emisora 25, el cable conductor de la antena está configurado para que si en el instante actual el campo magnético generado por un bucle se dirige hacia arriba, el campo magnético generado por los dos bucles vecinos se dirigirá hacia abajo.
- [0058]** El flujo del campo magnético generado por la antena emisora 25 a través de la antena receptora 75 induce una corriente entre los bornes de la antena receptora 75.
- 15 **[0059]** Siendo las dimensiones de la antena receptora 75 similares a las de un bucle 37, la corriente en los bornes de la antena receptora 75 es máxima cuando la antena receptora 75 se sitúa exactamente por encima de un bucle de la antena emisora 25.
- 20 **[0060]** Invertiéndose el flujo de un bucle a otro de la antena emisora 25, la corriente en los bornes de la antena receptora 75 cambia de signo cuando la antena receptora 75 se desplaza de un bucle a otro de la antena emisora 25.
- 25 **[0061]** Cabe señalar que al ser reducido el alcance del campo magnético generado, la distancia entre las antenas 25 y 75 no debe superar aproximadamente los 20 cm. Esto presenta la ventaja de que el sistema de localización de trenes 12 es muy poco sensible a las interferencias. Igualmente crea muy pocas.
- [0062]** La señal generada en la salida de la antena receptora 75 corresponde así a la señal aplicada a la antena emisora 25.
- 30 **[0063]** La calculadora 76 es capaz de extraer de la señal a la salida de la antena receptora 75, el identificador Id de la cinta 22 al aplomo de la cual se sitúa la antena receptora 75.
- [0064]** La calculadora 76 puede contar el número de bucles de inducción de la antena emisora 25 por encima de los cuales se pasa la antena receptora 75, desde el último cambio de identificador de cinta, es decir desde el paso de la antena receptora 75 por encima de una nueva cinta. Este recuento se efectúa determinando el número de inversión del signo de la corriente generada en la salida de la antena receptora 75.
- 35 **[0065]** A partir del identificador Id de cinta 22 y del número de bucles de inducción 37 cruzados desde el extremo anterior 33 de esta cinta 22, la calculadora 76 puede determinar la posición de la antena receptora 75 a lo largo de la vía, y por consiguiente la del tren 1. Para hacer esto, la calculadora 76 consta de una cartografía de red que asocia a cada bucle 37 de cada cinta 22 del sistema 12 una posición precisa a lo largo de la vía 2.
- 40 **[0066]** La precisión del posicionamiento del tren 1 depende de la longitud L0 de cada bucle de inducción de la antena emisora 25, pero igualmente de la forma de la antena receptora 75. Se puede lograr una precisión de posicionamiento del orden de unos pocos centímetros adaptando la forma de las antenas 25, 75.
- 45 **[0067]** Una vez que la calculadora 76 ha determinado la posición instantánea del tren, la transmite a la calculadora en tierra 16 a través del módulo de radiocomunicación 77 y la infraestructura 14.
- [0068]** En tierra, a partir de esta información de posición instantánea del tren 1, la calculadora 16 puede determinar una ruta para el tren 1, una autorización de movimiento para el tren 1 a lo largo de esta ruta, pero también un perfil de velocidad para el tren 1 teniendo en cuenta esta autorización de movimiento.
- 50 **[0069]** Para hacer esto, la calculadora 16 utiliza información diferente relacionada especialmente con la topología de la vía: subdivisión de la vía en sección, estado de ocupación de cada sección, misión del tren, velocidad máxima autorizada, gradientes de la vía, radio de curvatura de la vía, etc.
- 55 **[0070]** Una vez que se ha calculado un perfil de velocidad para el tren 1, se transmite a la calculadora de a bordo 76 del tren 1 a través de la infraestructura de comunicación 14 y el módulo de radiocomunicación 77. La calculadora 76 puede entonces regular la velocidad del tren 1 en función de su posición instantánea y de conformidad con el perfil de velocidad que se le ha transmitido.
- 60 **[0071]** Así, gracias al componente de tierra 20 del sistema de localización de trenes 12, el tren 1 puede determinar fácilmente su posición instantánea. Por lo tanto, puede determinar una consigna de velocidad en cada instante, indicada por un perfil de velocidad que le ha sido transmitido por la calculadora 16, pudiendo este último determinar un perfil de velocidad para el tren 1 teniendo en cuenta el informe de posición emitido por el tren 1.
- 65

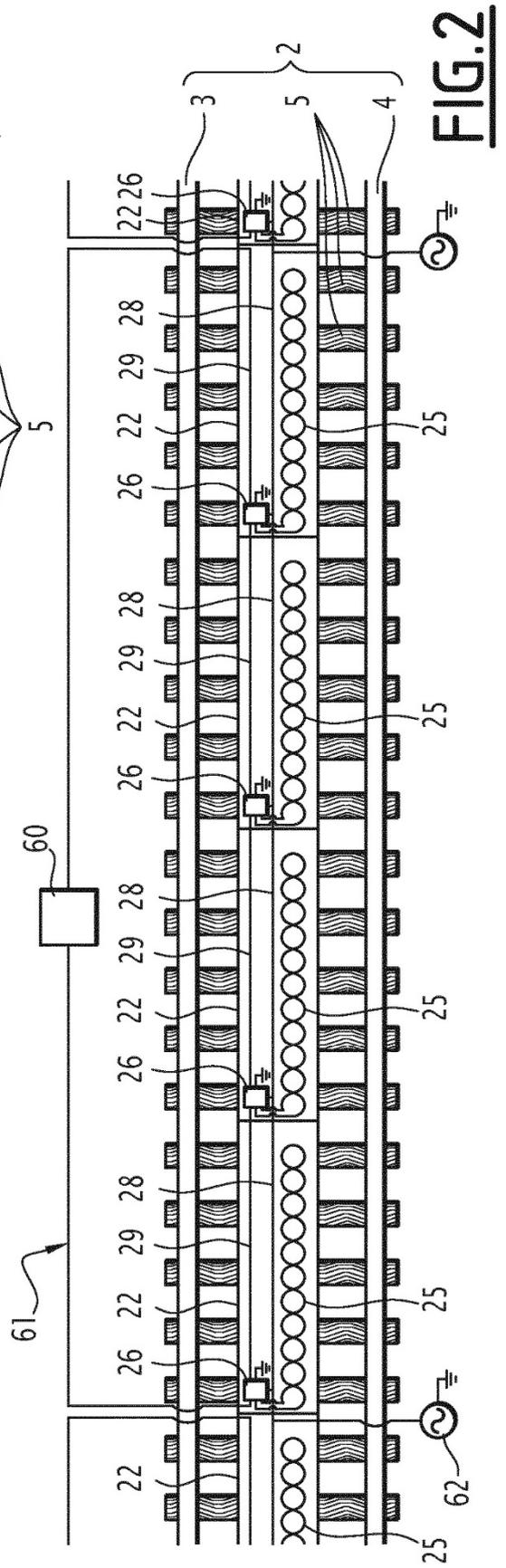
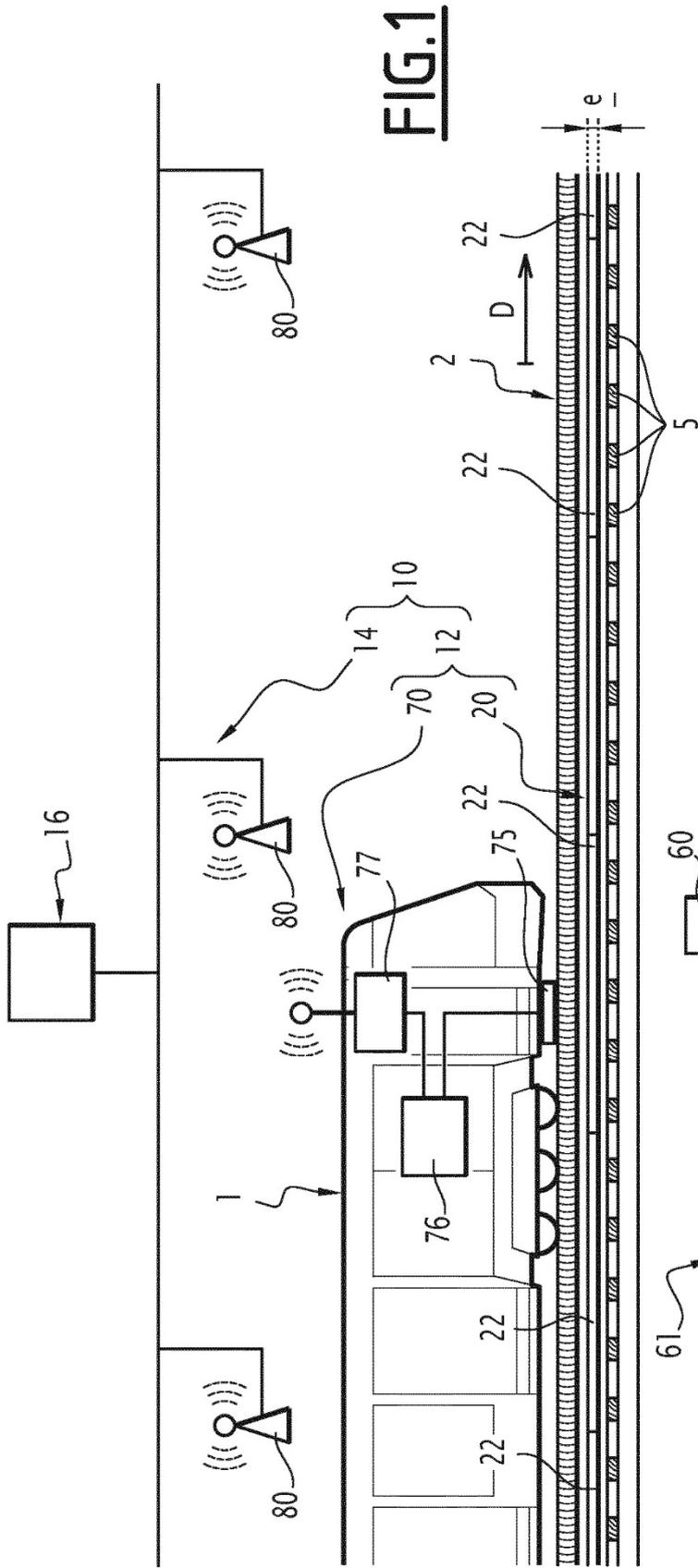
**[0072]** En el modo de realización que se acaba de describir, los cálculos que permiten obtener un perfil de velocidad ya no se realizan a bordo del tren, sino por una calculadora en tierra. Esto es posible puesto que el perfil de velocidad puede expresarse simplemente en el referencial de las cintas de localización utilizadas por el tren para conocer con precisión y en cada instante su posición, constituyendo las cintas una especie de graduación de la vía.

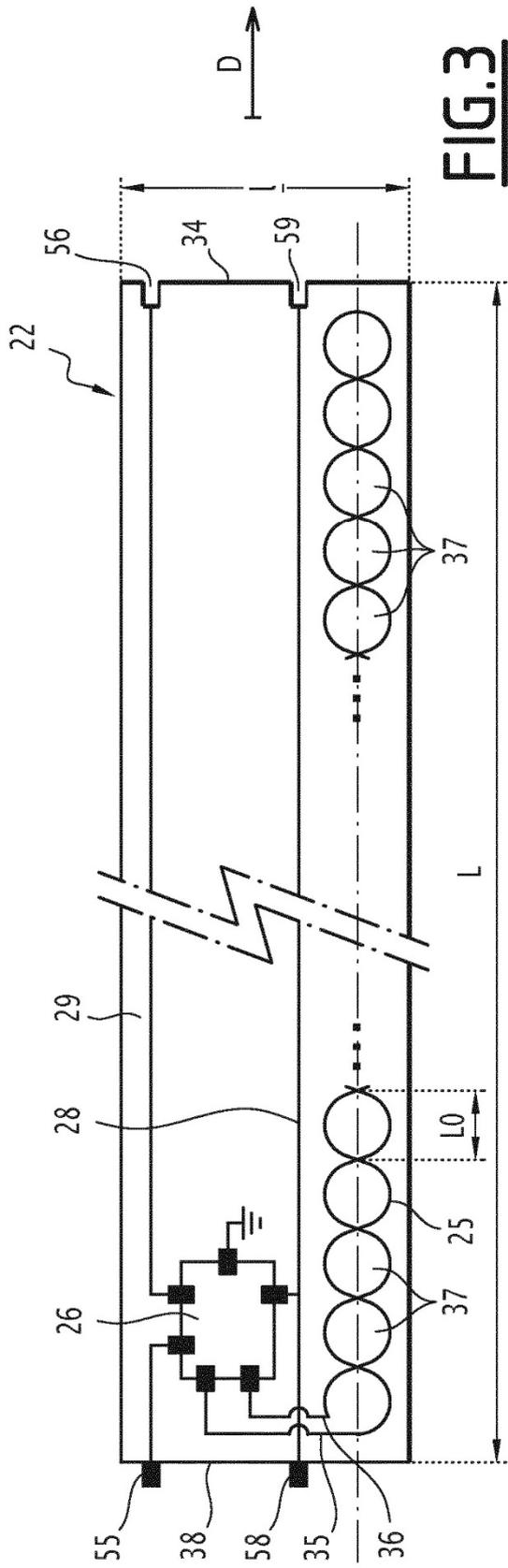
5

**[0073]** Así, la calculadora de a bordo 76 de un tren presenta unas capacidades de cálculo reducidas con respecto a las calculadoras de a bordo del estado de la técnica, siendo las capacidades de cálculo trasladadas hacia la tierra.

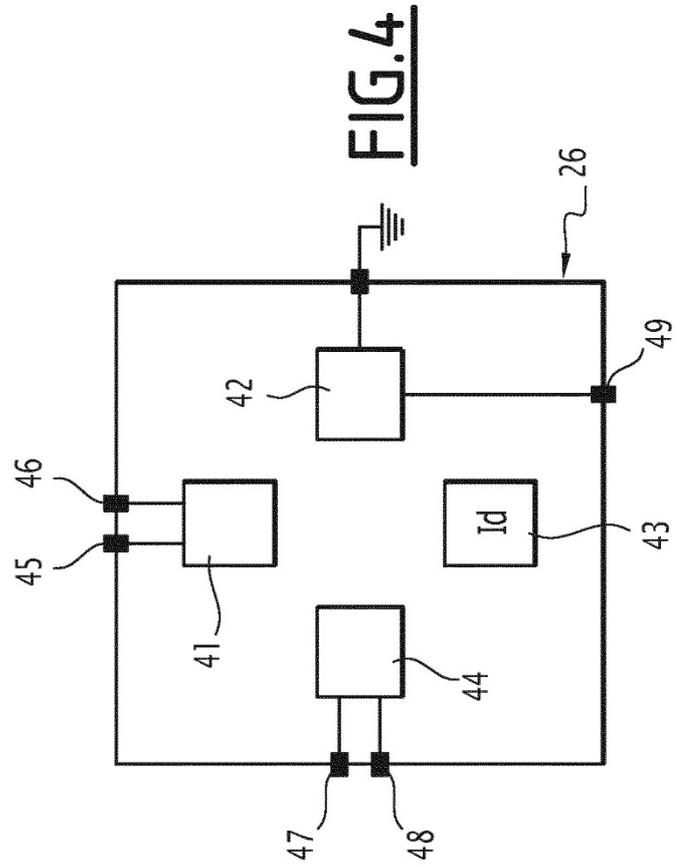
**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de localización de trenes (12) a lo largo de las vías (2) de una red ferroviaria para una arquitectura de control automático de trenes, que consta de:
- 5
- en tierra, una pluralidad de cintas (22) dispuestas una tras otra a lo largo de la vía, constando cada cinta de un circuito de control (26) y una antena emisora (25) conectada al circuito de control, estando la antena emisora conformada para definir, en la totalidad de la cinta, una pluralidad de bucles de inducción (37) según la dirección (D) de la vía, estando el circuito de control adaptado para aplicar en la entrada de la antena emisora una señal de suministro de corriente que integra un identificador (Id) de dicha cinta; y,
  - 10 - a bordo de cada tren (1) autorizado para circular en la vía, una antena de recepción (75) capaz de generar una señal de recepción correlacionada con la señal de suministro de la antena emisora, y una calculadora de a bordo (76) conectada a la antena de recepción, adaptada para analizar la señal de recepción para de extraer el identificador de la cinta en el aplomo de la cual se sitúa dicha antena de recepción y para contabilizar un número
  - 15 de bucles de inducción detectados desde el último cambio de identificador, permitiendo dicho identificador y dicho número de bucles de inducción detectados determinar la posición instantánea del tren.
2. Sistema según la reivindicación 1, en el que varios circuitos de control (26) correspondientes a tantas cintas (22) dispuestas sucesivamente se agrupan y se conectan en serie entre sí y con una calculadora de control (60) situada en el borde de la vía (2) para formar una red de comunicación (61).
3. Sistema según la reivindicación 2, en el que la calculadora de control (60) de un grupo de cintas es capaz de modificar el identificador (Id) memorizado por el circuito de control (26) de una cinta (22) de dicho grupo.
- 25 4. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las dimensiones longitudinales (L0) de los bucles de inducción (37) de una antena emisora (25) son constantes en toda la longitud (L) de una cinta (22) y, de preferencia, constantes de una cinta a otra para que las cintas sean unas cintas estándar.
5. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un circuito de control (26) de una
- 30 cinta (22) está conectado a una línea de suministro (28) de potencia eléctrica que circula a lo largo de la cinta, estando las líneas de suministro de una pluralidad de cintas sucesivas conectadas entre sí y a una fuente de potencia eléctrica (62).
6. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una cinta (22) tiene una única
- 35 antena emisora (25).
7. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el circuito de control (26) está adaptado para aplicar a la antena emisora (25) una corriente que consta de una portadora y una modulación, la modulación correspondiente al identificador (Id) de la cinta (22).
- 40 8. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la calculadora de a bordo (76) de un tren (1) almacena una cartografía de la red que asocia una posición a cada bucle de inducción (37) de cada cinta (22).





**FIG. 3**



**FIG. 4**