

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 425 341**

51 Int. Cl.:

B61L 1/18 (2006.01)

B61L 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.02.2008** **E 11171102 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2013** **EP 2390158**

54 Título: **Sistema para la comunicación con trenes en líneas ferroviarias**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.10.2013

73 Titular/es:

ALSTOM TRANSPORT SA (100.0%)
3, avenue André Malraux
92300 Levallois-Perret, FR

72 Inventor/es:

RIZZO, ANTONIO y
AISA, PIER ALESSANDRO

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 425 341 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 para la comunicación con trenes en líneas ferroviarias

La invención se refiere a un sistema para comunicarse con trenes en líneas ferroviarias, sistema que comprende la combinación de características según el preámbulo de la reivindicación 1.

- 5 En la técnica se conocen sistemas de detección de tren, tal como se da a conocer por ejemplo en una solicitud de patente anterior del solicitante del presente documento, con número de publicación EP 1338492. Este sistema de detección de tren se conoce como circuito de vía. La vía de una línea ferroviaria está dividida en una pluralidad de tramos. Cada tramo, conocido como cantón, tiene una unidad asociada con el mismo, con un transmisor y un receptor diseñados para la conexión alternativa entre sí y a uno de los dos extremos opuestos de un tramo de vía correspondiente. El transmisor inyecta una señal en un extremo del tramo de vía y se recibe en el extremo opuesto del mismo. La señal transmitida tiene características de codificación, amplitud y frecuencia predeterminadas y definidas de manera apropiada, por lo que cuando está presente un tren en el tramo de vía, el cortocircuito entre los raíles del tramo de vía provocado por los ejes del tren provoca un cambio, en particular una reducción de la señal, y permite la detección del tren.
- 10
- 15 Otros sistemas de la técnica anterior son los denominados contadores de ejes, que incluyen sensores para detectar los ejes de un tren que pasa por un cantón.

En aún otros sistemas la vía y los tramos se usan para la comunicación de mensajes entre el tren y la unidad del lado del trayecto y viceversa.

- 20 Todos los anteriores sistemas de la técnica anterior incluyen unidades que operan electrónicamente, que son básicamente de tipo hardware y tienen una construcción de propósito especial, dedicada, diseñada para la función específica de los mismos. Por ejemplo, acerca de los circuitos de vía y tal como se da a conocer en el documento anterior con número de publicación EP 1338492, cuyo contenido de información está integrado en el presente documento como referencia, las unidades operativas del circuito de vía ubicadas en la vía, es decir las unidades del lado de la vía o del lado del trayecto, incluyen todas las secciones requeridas para su operación. En particular, estas unidades operativas incluyen secciones de interfaz de tramo de vía y secciones de diagnóstico, así como secciones para generar las señales que deben transmitirse y para procesar las señales de recepción y secciones para comunicarse con la unidad de gestión de tráfico ferroviario central, es decir para transmitir datos de presencia de tren a dicha unidad de gestión central y para recibir controles desde dicha unidad de gestión central.
- 25

- 30 El documento EP0771711 da a conocer un circuito de vía de audiofrecuencia con interfaz transceptora de transmisión de datos (TC digital).

También, todavía acerca de los circuitos de vía, se conocen diversos tipos de construcción, que se usan en sistemas diferentes, acarreando cada uno ventajas e inconvenientes específicos. Por ejemplo, el documento EP 0 878 373 A2 da a conocer el preámbulo de la reivindicación 1.

- 35 Así, por ejemplo, en ciertos circuitos de vía, la unión que conecta el receptor y el transmisor al tramo de vía está controlada por un conmutador que, dependiendo del sentido del tren esperado, selecciona el extremo de transmisor del tramo de vía, y en consecuencia el extremo de receptor, definiendo así realmente un sentido de propagación de señal dentro del tramo de vía. Estas uniones, conocidas como uniones direccionales, permiten el uso de técnicas de codificación de señal de impulso o acústica. Las unidades, que están diseñadas especialmente para operar en uno de los modos mencionados anteriormente, no pueden operar en otros modos, por lo que tienen que proporcionarse unidades operativas dedicadas específicas para cada tipo de circuito de vía, que tienen cabeceras de interconexión de vía con una construcción dedicada especialmente al modo de transmisión y codificación de señal particular e incluyen especialmente las secciones para generar la señal que debe transmitirse y para procesar la señal recibida, secciones que están construidas según las técnicas usadas para la codificación y descodificación o procesamiento de dichas señales para la recuperación de información de presencia de tren. Como resultado, cualquier modificación tecnológica en una línea ferroviaria requiere o bien el mantenimiento de la tecnología de circuito de vía existente para evitar el reemplazo de las unidades operativas o bien el reemplazo de las unidades operativas para la adaptación a las nuevas tecnologías de circuito de vía, acarreando la última opción el reemplazo de partes de estas unidades operativas que podrían usarse incluso en combinación con las nuevas tecnologías de circuito de vía.
- 40
- 45

- 50 Además, cada uno de los diversos tipos de circuito de vía tiene características particulares que lo hacen más o menos apto para su uso en diferentes condiciones de operación, desgaste o deterioro de los tramos de vía. En la técnica anterior, una vez que se ha seleccionado un tipo de circuito de vía y se han instalado las unidades operativas dedicadas al tipo de circuito de vía seleccionado, el modo de operación del circuito de vía no puede cambiarse a menos que las unidades operativas también se reemplacen. Tal reemplazo implicaría inconvenientes de coste, y sería inviable debido a restricciones de tiempo. No obstante, en ciertos casos, por ejemplo en el caso de deterioro de raíl por oxidación, han de usarse circuitos de vía por impulso, que garantizan menor atenuación de señal.
- 55

Las condiciones de operación de la vía también pueden depender del estado atmosférico. Mientras que breves variaciones del estado atmosférico pueden despreciarse como eventos transitorios, hay zonas climáticas en las que

fenómenos meteorológicos, tales como lluvia, nieve y hielo son de naturaleza estacional y permanecen durante un periodo de tiempo relativamente largo, aunque son aún de corta duración si se consideran el tiempo y los costes necesarios para cambiar a tecnologías de detección de tren distintas de las que están en uso y en particular aptas para esas condiciones meteorológicas. Debe observarse además que, al final de una estación, le sigue una nueva estación, con condiciones meteorológicas que cambian de nuevo.

Aún otro inconveniente de los circuitos de vía de la técnica anterior es que cada unidad operativa está conectada de manera independiente de las otras a la vía y la unidad de gestión de tráfico ferroviario central, es decir los ordenadores de enclavamiento. Esto requiere costes considerables en términos tanto de materiales como de instalación.

La rigidez estructural de los modos de las unidades operativas asociadas con los circuitos de vía es una limitación especialmente al adaptar y mantener líneas existentes, pero también al hacer que nuevas líneas que tienen dispositivos o sistemas de diferentes fabricantes se combinen entre sí, en las que la selección de las tecnologías de operación y construcción depende de la tradición.

También se conocen tipos de circuito de vía en los que las uniones para la conexión del transmisor y el receptor de las unidades operativas son de tipo no direccional y la señal inyectada en los circuitos de vía se propaga en ambos sentidos.

En este caso de nuevo las unidades operativas están construidas con una estructura y una arquitectura dedicada a sus tareas planeadas y concretamente a los modos de interconexión de vía.

Acerca de los circuitos de vía, existen múltiples variantes de los mismos, entre los que se incluyen en general:

- de audiofrecuencia sin uniones,
- de baja frecuencia de unión mecánica;
- de impulso de unión mecánica.

Otro inconveniente acerca de todos los circuitos de vía es que las secciones de vía controladas no pueden ser más largas que aproximadamente 2 km. Incluso en tal longitud, las secciones de vía requieren la provisión de condensadores dispuestos a lo largo del tramo de vía con el fin de compensar la pérdida de energía de señal.

Además, cualquier fallo o mal funcionamiento de una unidad operativa o un circuito de vía requiere restaurar el circuito de vía y/o la unidad operativa correspondiente, porque la condición de mal funcionamiento o daño dispara una señal restrictiva para el circuito de vía correspondiente, es decir una condición de presencia de tren, señal que se transmite a la unidad de gestión de tráfico. En este caso, si no está disponible ninguna unidad operativa de reemplazo, entonces el circuito de vía correspondiente estará inactivo, por lo que o bien se forzará a una condición permisiva o bien siempre indicará una condición de mal funcionamiento.

Acerca de las otras unidades, tales como los contadores de ejes y las secciones de comunicación vía a tren, éstas tienen sustancialmente los mismos problemas que los circuitos de vía. Además, si se requiere que estén presentes simultáneamente varios sistemas de detección de tren diferentes en la misma línea ferroviaria, es decir en la misma vía, por ejemplo en particular al menos un circuito de vía, al menos un contador de ejes y/o al menos un sistema para intercambiar mensajes desde y al tren, se requiere una unidad plenamente operativa en la técnica anterior para cada uno de estos sistemas, requiriéndose tantas unidades operativas como tramos o cantones de vía haya.

Por tanto, considerando por ejemplo los sistemas mencionados anteriormente, los requisitos de hardware serán tres veces mayores, y esto generará problemas tanto en términos de tiempos y costes de implementación como en términos de requisitos de espacio para la instalación de unidades operativas.

Por tanto, el objetivo de la invención es mejorar un sistema para la comunicación con trenes en líneas ferroviarias con vistas a superar los inconvenientes anteriores sin requerir ningún incremento de coste, a la vez que se simplifica y mejora la eficiencia de la arquitectura de sistema general, hacia una configuración más flexible de los métodos de comunicación que se usan.

La invención consigue los propósitos anteriores proporcionando un sistema para la comunicación con trenes en líneas ferroviarias según el preámbulo de la reivindicación 1, que comprende además la combinación de características de la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

Tal como se usa en la presente descripción y reivindicaciones, el término sistema de detección de tren no sólo pretende significar el circuito de vía que se usa para detectar la presencia o ausencia de un tren en un cantón de vía, sino también cualquier tipo de dispositivo o sistema adaptado para recibir realimentación de un tren en una vía, tren que pasa por los tramos de vía sucesivos que forman la vía. En particular, el término detección de tren también incluye dispositivos contadores de ejes y dispositivos para la comunicación con el tren y la transmisión de mensajes al tren.

Por tanto, según la presente invención, las unidades operativas tradicionales incluyen, por un lado, unidades diseñadas para la conexión directa a la vía y que permiten la interconexión con la vía y la transmisión y recepción de señales que tienen una estructura y organización bien determinada. Por el otro lado, se proporcionan unidades de control y procesamiento centrales que también llevan a cabo las tareas de las unidades operativas de la técnica anterior, es decir definen la estructura de las señales que deben transmitirse, el resultado de detección procesando las señales recibidas, tales como la presencia/ausencia del tren en un cantón de vía dado y/o el número de ejes o incluso definen el contenido de los mensajes que deben transmitirse al tren.

Mientras que las unidades de interfaz de cantón, que se interconectan con los tramos de vía individuales, incluyen sustancialmente unidades transmisora y receptora controlables y están basadas en hardware, las unidades de control y procesamiento están formadas por una combinación de hardware y software, incluyendo un ordenador con al menos un programa almacenado en su memoria, para su ejecución por ese ordenador, formando así una unidad operativa de hardware/software adaptada para llevar a cabo las tareas de las unidades de control y procesamiento, requeridas para determinar la estructura de las señales que debe transmitirse y el contenido de cualquier mensaje que debe transmitirse, controlar las unidades de interfaz de cantón para transmitir y recibir y decodificar o extraer información de las señales recibidas.

Por tanto, acerca de los diversos métodos de detección de tren, las tareas operativas involucradas en estos métodos se introducen en las unidades de control y procesamiento por el software que cambia según el método que se esté usando, mientras que la parte de hardware para el procesamiento y ejecución del software es sustancialmente la misma y las unidades de interfaz de vía son sustancialmente las mismas y se dedican a el establecimiento de la inyección y extracción de señal desde y a la vía.

La comunicación entre las cabeceras de interfaz, es decir las unidades de interfaz de vía y las unidades de control y procesamiento, se basa ventajosamente en una red de comunicación, estando conectadas las cabeceras de interfaz y las unidades de control y procesamiento a la misma, siendo identificable cada una de ellas mediante un código ID unívoco.

Por tanto, gracias a la invención, una configuración de hardware de unidad de control y procesamiento y algunas unidades de hardware de interfaz específicas permitirán la construcción de varios dispositivos de detección de tren diferentes, tales como un circuito de vía, un contador de ejes y/o una unidad de comunicación vía a tren, proporcionando simplemente programas de software diferentes para su ejecución por la unidad de control y procesamiento, provocando cada uno de los programas de software que la unidad de control y procesamiento realice las tareas típicas de uno de los diversos dispositivos de detección de tren.

En particular, considerando los dispositivos de detección de tren anteriores, también puede proporcionarse una configuración de hardware para las unidades de interfaz de tramo de vía, en particular en forma de unidades transmisoras y/o receptoras de señal.

Sin embargo, acerca de las diversas variantes de circuito de vía, por ejemplo, en este caso de nuevo la unidad de control y procesamiento puede realizar las tareas de dichas variantes de circuito de vía diferentes ejecutando un programa de software correspondiente.

La flexibilidad del presente sistema, que se debe a la implementación de las tareas de dispositivos de detección de tren a nivel de software, consistiendo el dispositivo en la combinación de hardware y software ejecutable, y también considerando la combinación con unidades de interfaz de vía, cuyas tareas se limitan a la comunicación con la vía y cuyas configuración se reduce a un número de partes minimizado, proporciona ventajas adicionales.

Puede proporcionarse una construcción de dispositivo de detección de tren tradicional, por ejemplo, en la que cada tramo de vía comprende al menos una unidad de interfaz y al menos una unidad de control y procesamiento para cada unidad de interfaz con un tramo de vía asociado con la misma.

De otra manera, puede estar dispuesta una unidad de control y procesamiento para cooperar con múltiples unidades de interfaz, cada una asociada con uno o más cantones, es decir tramos de vía.

En ambos casos, las unidades de control y procesamiento pueden ejecutar varios programas de software de control y procesamiento diferentes, estando diseñado cada uno para provocar la operación de la unidad de control y procesamiento según un tipo diferente de dispositivo de detección y en particular un tipo diferente de circuito de vía.

En un ejemplo práctico, por ejemplo, un tramo de vía tiene un circuito de vía asociado con el mismo con operación de señal de impulso y, en la variante en la que cada unidad de interfaz tiene su propia unidad de control y procesamiento dedicada, está almacenado en esta unidad de control y procesamiento un programa de control y procesamiento para realizar las tareas de una unidad operativa de un circuito de vía con operación de señal de impulso. Sin embargo, el circuito de vía para otro tramo de vía, por ejemplo un tramo de vía adyacente, puede ser por ejemplo del tipo de operación de baja frecuencia o audiofrecuencia sin uniones, por lo que en la unidad de control y procesamiento está almacenado un programa de control y procesamiento correspondiente mediante el que tal unidad de control y procesamiento realiza las tareas de un circuito de vía del tipo de baja frecuencia o audiofrecuencia sin uniones.

De manera similar, lo anterior también se aplica al caso en el que ciertos circuitos de vía tienen una unidad de interfaz adicional que está diseñada para formar, en combinación con la unidad de control y procesamiento y un programa de software correspondiente ejecutado por esa unidad, un dispositivo contador de ejes o un dispositivo de comunicación vía a tren. Cuando esto es posible, en lugar de proporcionar dos o más unidades de interfaz de vía diferentes para dos o más dispositivos de detección o circuitos de vía diferentes, se proporciona una unidad de interfaz común. Para la inyección de señales a un tramo de vía y la recepción de señales existentes en el tramo de vía independientemente de la información que debe transmitirse o extraerse de las señales, pueden usarse unidades de interfaz idénticas, implementándose las diferentes tareas asociadas con el tipo de señal que está transmitiéndose, tal como una codificación o modulación particular de la señal transmitida a la vía o un procesamiento particular de la señal recibida para extraer la información solicitada, en el programa de software de control y procesamiento ejecutado por la unidad de control y procesamiento.

El ejemplo de configuración práctico descrito anteriormente, en el que cada unidad de interfaz asociada con un tramo de vía tiene una unidad de control y procesamiento dedicada asociada con la misma también se aplica a la variante en la que una unidad de control y procesamiento está asociada con, o da servicio a, múltiples unidades de interfaz, cada una asociada con uno de múltiples tramos de vía.

La posibilidad mencionada anteriormente de conmutar entre varios tipos de circuito de vía alternativos proporcionando simplemente un programa de software de control y procesamiento diferente para su ejecución por la unidad de control y procesamiento, que provoca que dicha unidad realice las tareas típicas del tipo de circuito de vía seleccionado, permite que el circuito de vía se adapte a las condiciones cambiantes de los tramos de vía y posiblemente a las diversas condiciones de operación de los circuitos de vía, concretamente a las condiciones meteorológicas.

Usando simplemente un programa de control y procesamiento diferente, que implemente las tareas de un tipo de circuito de vía diferente o un tipo de dispositivo de detección diferente, puede establecerse un tipo de circuito de vía y/o un tipo de dispositivo de detección para cada tramo de vía y cada condición meteorológica que sea el más conveniente para las condiciones específicas de los tramos de vía y/o las condiciones meteorológicas.

Por tanto, por ejemplo, deberían usarse circuitos de vía con codificación de señal de impulso en caso de vías muy oxidadas, mientras que otros tipos de circuito de vía que usan técnicas de codificación de señal diferentes y frecuencias de señal diferentes pueden ser más ventajosos en caso de lluvias fuertes.

Se derivan ventajas especialmente de una implementación de los diferentes tipos de circuito de vía o dispositivo de detección de tren que esencialmente consiste en el almacenamiento y ejecución de un programa de software de control y procesamiento diferente, por lo que el sistema puede adaptarse de manera realista y simple a condiciones meteorológicas, es decir a cambios de corta duración de las condiciones de operación.

En particular, si una unidad de control y procesamiento está asociada con múltiples unidades de interfaz de múltiples tramos de vía, entonces pueden corregirse condiciones de mal funcionamiento determinadas de ciertos circuitos de vía. Con un control común de múltiples circuitos de vía puede ocultarse un fallo operativo de un circuito de vía dañado y corregirse en la unidad de control y procesamiento. Obviamente hay peligros asociados con la disposición anterior, por lo que tiene que proporcionarse un sistema de diagnóstico paralelo para en particular asegurarse de que una detección de tren incorrecta en un tramo de vía está de hecho provocada por un mal funcionamiento del circuito de vía correspondiente.

En este caso, una acción de remedio puede consistir en fusionar el circuito de vía dañado con el circuito de vía adyacente, y usar la indicación de presencia o ausencia de tren obtenida del circuito de vía que opera correctamente como una indicación para el tramo de vía asociado con el circuito de vía dañado.

Por tanto la indicación errónea del circuito de vía con mal funcionamiento se oculta de manera segura, sin provocar interrupciones de tráfico antes o durante la reparación del circuito de vía dañado o con mal funcionamiento.

La invención se refiere a otras características y mejoras que constituyen el objeto de las reivindicaciones dependientes.

Las características de la invención y las ventajas que se derivan de la misma aparecerán más claramente a partir de la siguiente descripción de una realización no limitativa que está ilustrada en los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra un diagrama de bloques de la arquitectura del sistema de la presente invención.

La figura 2 muestra un diagrama de bloques de la arquitectura de una unidad operativa de detección de tren de la presente invención.

La figura 3 muestra un diagrama de bloques del sistema en dos posibles variantes de la presente invención, en el que la mitad izquierda incluye una unidad de control y procesamiento para cada unidad o cabecera de interfaz, y la mitad derecha incluye una unidad de control y procesamiento que da servicio a múltiples unidades o cabeceras de interfaz.

La figura 4 muestra un diagrama de bloques más detallado de la estructura de la unidad de control y procesamiento, según la variante en la que dicha unidad de control y procesamiento da servicio a múltiples cabeceras de interfaz.

La figura 5 muestra un diagrama de bloques de la sección de lógica de procesamiento.

5 La figura 6 muestra un diagrama de bloques del módulo transmisor de la subsección de lógica de control y procesamiento.

La figura 7 muestra un diagrama de bloques del módulo receptor de la subsección de lógica de control y procesamiento.

La figura 8 muestra un diagrama de bloques de la unidad o cabecera de interfaz.

La figura 9 es un diagrama de bloques de la interfaz de campo.

10 La figuras 10 y 11 muestran los diagramas de bloques del receptor vital y el convertidor AD de dicha interfaz de campo.

La figura 12 muestra un diagrama de bloques de la estructura de una interfaz de vía.

La figura 13 muestra un diagrama de bloques de los elementos de vía.

15 La figura 14 muestra un diagrama de bloques de un ejemplo de codificación, usando un tipo de circuito de vía con uniones no direccionales usando codificación de señal DSSS.

20 Con referencia a la figura 1, un sistema para la detección de tren, es decir para la detección de ocupación en una línea ferroviaria, o similar, y para la comunicación digital con trenes que circulan a lo largo de dicha línea ferroviaria comprende al menos una vía que forma la línea ferroviaria y está dividida en una pluralidad de tramos sucesivos aislados galvánicamente que tienen una longitud predeterminada, conocidos como cantones, tramos de vía que forman, en combinación con las subunidades de control y monitorización 2, 2', 2", un elemento denominado circuito de vía. En la figura 1, los circuitos de vía se indican como Cdb1, Cdb2 y Cdb3. Estos circuitos de vía usan raíles para enviar las señales que permiten la detección de tren en el tramo de vía correspondiente, y para comunicarse con un tren. Además, las señales enviadas a cada tramo de vía pueden usarse para detectar cualquier fallo o daño de vía.

25 El sistema incluye una unidad de control y gestión central, designada por el número 1 e indicada como TDM. Esta unidad de gestión genera señales de control para ejecutar procedimientos para la detección de un tren T y/o procedimientos para la comunicación con un tren en dicha vía y/o para ejecutar procedimientos de diagnóstico y transmitirlos a las subunidades de control y monitorización 2, 2', 2" asociadas con cada cantón o tramo de vía y formando con las mismas el circuito de vía Cdb1, Cdb2 y Cdb3. Las subunidades 2, 2', 2" son unidades operativas que están diseñadas para ejecutar los procedimientos para la detección de tren T en el cantón asociado, los procedimientos de comunicación y/o los procedimientos de diagnóstico y transmitir a la unidad de control y monitorización central las señales de control, es decir la información detectada acerca de la presencia o ausencia del tren T dentro del cantón correspondiente y/o acerca de si se ha establecido comunicación adecuada con el tren y/o las señales de diagnóstico que se refieren al circuito de vía. Cada subunidad de control y monitorización 2 está asociada con cada cantón correspondiente para formar un dispositivo de detección de tren en forma de un denominado circuito de vía Cdb1 Cdb2 y Cdb3, y está conectada a los extremos terminales del mismo por medio de un transmisor 3 y un receptor 4. Cada subunidad 2 y su cantón respectivo, es decir tramo de vía asociado con la misma, se identifican de manera unívoca mediante un código de identificación predeterminado.

40 Concretamente, las subunidades 2, 2', 2" denominadas TDH son del tipo diseñado para operar en circuitos de vía de doble raíl aislados. En este tipo de vías, ambos raíles están interrumpidos mecánicamente, y la potencia de tracción se devuelve mediante conexiones inductivas.

Las subunidades de control y monitorización 2 están diseñadas para su uso en circuitos de vía de dos sentidos y, con este fin, se proporciona una característica de inversión de transmisión de señal para propagar señales de detección de tren y señales de comunicación codificada en el sentido opuesto al sentido de circulación del tren.

45 Se detecta un tren inyectando una señal de corriente fija en cada circuito de vía, es decir una señal que tiene un nivel de corriente fijo una vez que está descodificada. La señal transmitida por el transmisor al circuito de vía hacia el receptor en un sentido opuesto al sentido de circulación del tren se recibe si no se detecta ningún tren. Cuando está presente un tren, los raíles están cortocircuitados por el propio tren, y ninguna señal alcanza el receptor.

La subunidad de control y monitorización 2 puede manipular (transmitir/recibir/acusar recibo) las siguientes señales:

50 códigos;

señal de "frecuencia fija", que se usa para obtener la función ocupado/desocupado cuando no se proporciona ningún código (ninguna trayectoria o encaminamiento).

El circuito de vía se codifica interrumpiendo una frecuencia portadora un número predeterminado de veces por minuto (modulación de amplitud). Esta aplicación usa cuatro tipos de código. Estos tipos se obtienen usando una portadora de 50 HZ interrumpida 75, 120, 180 ó 270 veces por minuto (el código correspondiente se indica por el número de interrupciones por minuto).

- 5 También puede usarse una codificación de nueve códigos. En este caso, la señal codificada PWM mencionada anteriormente puede añadirse o superponerse a una señal adicional derivada mediante una modulación PWM idéntica de una portadora que tiene una frecuencia diferente, es decir una portadora de 100 a 200 Hz, en particular de 178 Hz.

- 10 Las características de la señal de detección de tren de corriente fija (CF) deben garantizar el mantenimiento de condiciones de seguridad incluso cuando se producen pérdidas de aislamiento en las uniones entre circuitos de vía adyacentes. Una arquitectura de circuito de vía según una realización que se describirá en más detalle más adelante en el presente documento incluye un transmisor para cada circuito de vía, conectado por medio de la unidad operativa 2, 2', 2" a la unidad de gestión de tráfico ferroviario central 1. Se introduce una modulación en la señal CF, que es diferente entre circuitos de vía adyacentes y está adaptada para garantizar condiciones de seguridad incluso cuando se transfiere potencia desde un circuito de vía al siguiente.

- 15 Una solución posible que también se usa en la técnica anterior proporciona señales CF diferentes (4 conjuntos) para su asignación de manera apropiada a circuitos de vía para garantizar que no haya la misma señal en circuitos de vía adyacentes. En todos los conjuntos, la señal está compuesta por una portadora de 50 Hz transmitida alternativamente en fase y en oposición de fase con respecto a una referencia de 50 Hz hipotética. Los conjuntos se diferencian por los intervalos de tiempo entre dos etapas de fase sucesivas. Las secciones opuestas están conectadas por medio de una separación de señal de 90 ms, correspondiente a 4,5 periodos de señal de 50 Hz. Mediante esta disposición se proporciona siempre una señal de amplitud constante en la salida de un filtro paso banda sintonizado a 50 Hz, lo que garantiza la detección de ocupación en cualquier momento.

- 20 Lo anterior constituye una de las disposiciones de codificación de señal posibles para las señales transmitidas a la vía para la detección de tren usando el sistema de detección de tren de la presente invención, que se ilustra adicionalmente en la figura 2. Ha de observarse que esta arquitectura también se usa con tipos diferentes de dispositivos de detección de tren o con variantes de circuito de vía diferentes. Estas variantes se diferencian por las técnicas que usan para codificar la señal transmitida y para demodular la señal recibida para recuperar información de detección de tren así como por las técnicas para interconectar la unidad operativa 2, 2', 2" con el tramo de vía que también pueden usar una unión no direccional, que no confiere un sentido de propagación único de la señal transmitida a lo largo de un tramo de vía entre un transmisor y un receptor de la unidad operativa.

- 25 Por tanto, independientemente de la técnica de codificación de señal específica y del tipo de circuito de vía de la técnica anterior particular tal como se describió anteriormente, todos los dispositivos de detección de tren previstos en el sentido más general tal como se usan en el presente documento y se han definido anteriormente tienen la misma arquitectura, en particular en lo que concierne a la unidad operativa 2, 2', 2" y padecen los mismos inconvenientes que se describieron la introducción general del presente documento.

- 30 La figura 2 muestra en mayor detalle el diagrama de bloques del sistema de detección de tren de la presente invención, en el que las unidades operativas 2, 2', 2" tienen una estructura diferente.

Según la presente invención, la unidad operativa 2 está compuesta por varias unidades separadas, esto es:

- 35 una unidad de control y procesamiento designada por el número 10 y denominada TDM (*Train Detection Module*, módulo de detección de tren);

una unidad o cabecera de interfaz de tramo de vía designada por el número 30 y denominada TDH (*Train Detection Head*, cabecera de detección de tren);

- 40 y una unidad para la comunicación entre las dos unidades 10 y 30 anteriores, que se proporciona en forma de una red de comunicación digital, tal como una red de tipo intranet o similar y está designada por el número 20 y denominada TDN (*Train Detection Network*, red de detección de tren).

- 45 Tal como se mencionó anteriormente, esta fragmentación de las unidades operativas permite que el sistema de detección de tren tenga una topología distribuida, en la que las unidades de control y procesamiento 10 están asignadas en una habitación técnica e interactúan con los tramos de vía por medio de las cabeceras de interfaz 30, es decir unidades de campo del lado de la vía, usando un protocolo de comunicación de red digital típico a través de una red de comunicación designada por el número 20.

Esta descomposición arquitectónica también provoca que las tareas llevadas a cabo por las unidades operativas tradicionales se distribuyan entre las diversas unidades de control y procesamiento 10 a través de la red de comunicación 20 y las unidades o cabeceras de interfaz de vía.

- 55 La unidad de control y procesamiento TDM 10 es una sección que proporciona la plataforma de procesamiento del

sistema de detección de tren. Por un lado, esta unidad recibe información desde el sistema de enclavamiento, es decir desde la unidad de gestión de tráfico ferroviario central 1 usando los módulos de comunicación PSCOM 110. Por el otro lado, la unidad de control y procesamiento genera la información que debe transmitirse a los tramos de vía y/o al tren usando las unidades o cabeceras de interfaz 30 y la red de comunicación 20. Además, a través de la red 20, la unidad de control y procesamiento 10 recibe las señales que las unidades o cabeceras de interfaz 30 detectan desde los tramos de vía y transmiten a la misma, y las procesa para identificar el estado de ocupación de un tramo de vía específico, es decir la presencia de un tren dentro del tramo de vía específico o para identificar otros parámetros del sistema ferroviario o del tren, tales como el número de ejes o para identificar el contenido de mensajes transmitidos por el tren a través de la vía. El resultado de tal procesamiento lo transmite la unidad de control y procesamiento 10 a la unidad de gestión de tráfico ferroviario 1 a través de un interfaz de transmisión 110. La transmisión entre las unidades de control y procesamiento 10 y la unidad de gestión de tráfico ferroviario central 1 puede ser del tipo conocido en la técnica como por ejemplo CAN-BUS u otros protocolos que se usan ampliamente en sistemas de transporte.

Como se explica mejor más adelante, la unidad de control y procesamiento está compuesta por una combinación de hardware y software, siendo la parte de hardware sustancialmente de tipo general y estando adaptada para almacenar y ejecutar varios programas de implementación de tareas y configuración diferentes. Por tanto, estos programas incluyen las instrucciones para la parte de hardware, para que la unidad de control y procesamiento lleve a cabo las tareas específicas anteriores, que dependen del tipo de dispositivo de detección de tren que se esté usando, es decir que corresponden específicamente a un tipo particular de circuito de vía o contador de ejes o sistema de comunicación vía a tren. Mediante esta disposición, la unidad de control y procesamiento presenta una flexibilidad muy alta, y las características del sistema de detección pueden cambiarse en tiempos muy cortos y con costes muy bajos.

Tal como se muestra en la figura 3, la arquitectura puede proporcionarse en dos variantes generales. Una de estas variantes se muestra a la izquierda de la figura 3 y sólo implica que las unidades operativas de la técnica anterior tradicionales están divididas en las unidades operativas tal como se mencionó anteriormente.

En este caso, se proporcionan al menos dos unidades o cabeceras de interfaz 30 para cada tramo de vía diseñadas para formar un circuito de vía o un circuito o dispositivo diferente para la detección de tren u otros parámetros o condiciones operativas del tren y el tramo de vía, y se proporciona una unidad de control y procesamiento dedicada 10 para cada unidad o cabecera de interfaz 30. Todas las unidades de control y procesamiento 10 se comunican por medio de la misma red de comunicación 20 con la unidad o cabecera de interfaz de tramo de vía correspondiente. Esta realización alternativa se define como topología de vía única y ya proporciona considerables ventajas en comparación con arquitecturas de la técnica anterior.

Con referencia al lado derecho de la figura 3, la arquitectura disgregada del sistema de la presente invención proporciona una topología alternativa en la que una unidad de control y procesamiento da servicio y por tanto está conectada con múltiples tramos de vía a través de las unidades o cabeceras de interfaz correspondientes asociadas con cada tramo de vía.

Tal como se mencionó anteriormente con referencia a la técnica anterior, cada tramo de vía, y por consiguiente cada circuito de vía u otro dispositivo para la detección de, o la comunicación con, el tren que incluye el tramo de vía se identifica mediante un código de identificación unívoco, por lo que las unidades de control y procesamiento 10 y las unidades de interfaz de tramo de vía asociadas funcionalmente con las mismas pueden reconocerse y cooperar entre sí sin interferir con otros pares de unidades de control y procesamiento 10 y unidades de interfaz 30 dentro del sistema.

Acerca de las unidades de interfaz, éstas están dedicadas a la gestión de vía y están ubicadas cerca del tramo, o cantón, de vía correspondiente. Las unidades o cabeceras de interfaz reciben señales de control desde la unidad de control o procesamiento dedicada o central 10 dependiendo de la variante seleccionada de las variantes de la figura 3.

Los controles contienen información acerca del tipo de señal que tiene que generarse y transmitirse al tramo de vía.

Además, las unidades de interfaz transmiten las señales recibidas desde el tramo de vía a la unidad de control y procesamiento 10 independientemente de si esta última es una unidad central o dedicada, según se requiera por el uso de una topología de vía única o de múltiples vías respectivamente, ilustradas en la figura 3.

La conexión que permite la comunicación de las unidades de interfaz 30 con la unidad de control y procesamiento 10 se basa en una red de comunicación digital y debe considerarse una parte importante de la arquitectura de sistema, porque tal sección de comunicación proporciona ventajas en términos de lógica de sistema y distribución de potencia.

Acerca de los tipos de dispositivos de detección de tren que pueden usarse con el sistema de detección de tren de la presente invención, éstos incluyen:

circuitos de vía de audiofrecuencia sin uniones;

circuitos de vía de baja frecuencia con uniones mecánicas;

circuitos de vía de señal de impulso con uniones mecánicas;

contadores de ejes.

5 La lista anterior se proporciona sólo con fines ilustrativos y no debe considerarse que limita la flexibilidad de configuración del sistema de detección de tren de la invención.

10 Debe observarse además, por ejemplo, que las uniones 130 para la conexión de las unidades de interfaz de tramo de vía pueden ser de tipo direccional, por lo que el circuito de vía opera como el conocido en la técnica anterior y descrito con referencia a la figura 1 en el que, dependiendo del sentido del tren, la señal se inyecta en uno u otro extremo del tramo de vía y se recibe en el extremo opuesto de la misma vía. De lo contrario, el tipo de circuito de vía puede incluir uniones 130 con características no direccionales, que provocan la propagación bidireccional de la señal inyectada en cada cantón y por consiguiente desde cada unidad de interfaz 30 a la vía. En este caso, la señal transmitida a la vía y la señal recibida desde la misma se codificarán y decodificarán de diferentes maneras, lo que permite identificar de manera precisa y unívoca la relación entre una componente de la señal recibida y un tramo de vía dado.

15 La construcción detallada de la(s) unidad(es) de control y procesamiento 10 se muestra en el diagrama de bloques de la figura 4. Con referencia a la figura 4, la unidad de control y procesamiento 10 tiene una sección de control y procesamiento 210 con una configuración dos de dos, también conocida como 2oo2. La sección de control y procesamiento 110 tiene dos subsecciones de lógica de procesamiento A y B, designadas por los números 310 y 310', que están conectadas por medio de un bus interno a respectivas CPU A y B, designadas por los números 410 y 410'. Las dos secciones de procesamiento 310 y 310' también se comunican entre sí por medio de una línea de comunicación, designada como xport. Este puerto se usa para la sincronización de procesos y el intercambio de datos vitales y es parte de la plataforma 2oo2. De manera similar, los dos CPU A y B, designadas por los números 410 y 410', se comunican entre sí por una línea de enlace serie, designada por el número 510.

20 La sección de control y procesamiento incluye además una subsección de suministro de potencia 510 y una subsección de configuración 610 que almacena los parámetros de configuración de los dispositivos de detección que la unidad de control y procesamiento tiene que usar en combinación con unidades de interfaz 30 correspondientes.

25 La sección de control y procesamiento 210 está conectada a una interfaz de comunicación PSCOM, designada por el número 110, mediante la que dicha sección 210 se comunica con la unidad de gestión de tráfico ferroviario central 1.

30 Además, la sección de control y procesamiento 210 tiene interfaces de comunicación de red A y B, designadas por los números 710, 710', conectadas a cada una de las lógicas de procesamiento 310 y 310'. La sección de control y procesamiento 210 se comunica por medio de las interfaces de comunicación de red 710 y 710', a través de la red 20, con las unidades de interfaz o cabeceras de interfaz 30 individuales, cada una de las cuales a su vez está diseñada para conectarse con uno de los tramos de vía.

35 Las CPU 410 y 410' operan como una interfaz con una plataforma de procesamiento 2oo2 y gestionan la información generada por la sección de procesamiento correspondiente 310, 310'. Estas secciones de procesamiento pueden considerarse como controladores de interfaz para interconectarse con las secciones externas, es decir las cabeceras de interfaz 30, y para acceder a las mismas para el control y la transmisión y recepción de señal por medio de las secciones de conector A y B 710 y 710'.

40 Las CPU 410 y 410' se comunican con otras secciones de la unidad de control y procesamiento 10 usando módulos de bus internos.

La figura 5 muestra en mayor detalle la estructura de las secciones de procesamiento 310 y 310' que tienen construcciones idénticas.

Cada sección de procesamiento 310, 310'.

45 Una de las subsecciones relevantes es la sección de procesamiento de señal digital denominada DSP y designada por 311. Esta subsección es la parte receptora del motor de procesamiento y tiene las siguientes tareas:

procesamiento digital de flujos de señal que provienen de las cabeceras de interfaz 30;

generación de señales de prueba para validar las cadenas de recepción de las cabeceras de interfaz 30;

procesamiento de señal matemático (medidas RMS, FFT, es decir análisis de transformada rápida de Fourier), etc.;

50 determinación del estado de ocupación de los diversos circuitos de vía y/o información diseñada para detectarse por un dispositivo de detección de tren particular, tal como un contador de ejes o una unidad de comunicación de mensajes vía a tren.

5 La subsección DSP 311 puede ejecutar diversas técnicas de procesamiento de señal, en forma de programas de software para su ejecución por dicha subsección DSP y que incorporan etapas de tratamiento o procesamiento de señal específicas según los métodos de tratamiento o procesamiento seleccionados o requeridos para el tipo de dispositivo de detección de tren que vaya a usarse. Por tanto, una memoria 311 está conectada a la subsección DSP de procesamiento de señal digital 311, para el almacenamiento del software o programas de procesamiento para su ejecución por dicha subsección DSP 311.

La otra sección, también programable, es la subsección de configuración 312 que permite la configuración de las cabeceras de interfaz gestionadas por la sección de control y procesamiento 310.

10 Tal subsección de configuración 312, así como la subsección DSP de procesamiento de señal digital 311 se comunican por medio de un bus interno con una subsección de lógica de comunicación vía a tren, para determinar el sentido y estado de las cabeceras de interfaz, que está designada por el número 313 y gestiona la información intercambiada las secciones de CPU A y CPU B 410, 410' a través de un bus de comunicación 314. El bus TDM es un bus ubicado en la unidad de control y procesamiento 10 que gestiona la comunicación entre módulos y subsecciones, así como la redundancia de la arquitectura 2oo2 y la protección vital de mensajes.

15 La gestión de intercambio de información por la subsección 313 incluye gestión de transmisión de mensajes desde las cabeceras de interfaz 30 al tren, la determinación del sentido de propagación de la señal transmitida para cada cabecera de interfaz 30 cuando se proporciona una unión direccional tal como se usa en la técnica anterior y se describió con referencia a la técnica anterior de la figura 1, y tal gestión incluye además el estado del tramo de vía relativo a cada cabecera de interfaz.

20 Las cabeceras de interfaz 30 se comunican con las secciones de control y procesamiento 310 por medio de las subsecciones de conector 710, 710' que a su vez están conectadas a la subsección de control y procesamiento 310 por medio de una interfaz de conector 315.

Esta última está conectada a la subsección 313 por medio de un módulo transmisor 316 y a la subsección DSP de procesamiento de señal digital designada por el número 311 por medio de un módulo receptor 317.

25 El propósito del módulo transmisor 316, que se muestra en mayor detalle en la figura 6, es generar la señal de detección de tren, por ejemplo incluyendo modulación de mensaje de bits y control de fase, para codificar la información y los mensajes de la señal de transmisión que debe transmitirse a las cabeceras de interfaz 30, para establecer el sentido de propagación de la señal de transmisión para cada cabecera de interfaz asociada con un tramo de vía.

30 Cada módulo transmisor 316 comprende una subsección de lógica principal 160 mediante la que se comunica con la subsección de lógica de comunicación vía a tren 313 para determinar el sentido y el estado de las cabeceras de interfaz. Esta subsección de lógica principal 160 del transmisor gestiona tres subsecciones que tienen tareas diferentes, es decir codificación de mensajes, configuración de la señal de transmisión que debe inyectarse en la señal de vía, y comprobar la señal de transmisión que debe inyectarse en el tramo de vía.

35 La subsección de configuración incluye un generador de frecuencias 161 que, en este ejemplo, puede proporcionar dos portadoras de frecuencias diferentes F1 y F2, dando los símbolos bit = 1 y bit = 0 dependiendo de la configuración que haya leído el bus interno del módulo de control y procesamiento.

40 El módulo 162 genera una modulación de tipo FSK (*Frequency Shift Keying*, modulación por desplazamiento de frecuencia) de la señal que debe transmitirse al tramo de vía usando como entrada el mensaje proporcionado por el subsistema de bus TDM 314 y usando las señales portadoras con las frecuencias F1 y F2 generadas por el generador 161.

45 Por otro lado, el módulo de comprobación de señal 164 determina la amplitud y fase de la señal transmitida a circuitos de vía y el módulo de conmutación 165 de la vía determina el establecimiento del sentido de propagación de señal de transmisión a partir de cómo esté establecido el conmutador que establece el extremo de entrada de señal del circuito de vía cuando la unión de las unidades de interfaz de tramo de vía es del tipo direccional.

50 La señal en la salida del módulo de modulación FSK 163 se proporciona a un módulo de codificación 166 que añade información de amplitud y fase de señal a la señal que debe transmitirse al tramo de vía, y la señal así codificada en la salida de el módulo de codificación 166 se proporciona a una interfaz de red 167 desde la que se proporciona a la subsección de interfaz de conexión 315 para la comunicación con una cabecera de interfaz correspondiente 30 a través de la red 20.

La figura 7 muestra un módulo receptor a modo de ejemplo 317. El módulo receptor se comunica con la subsección de procesamiento de señal digital 311 por medio de un bus interno y comprende una interfaz para la comunicación por medio de dicho bus, designada por el número 171. Por otro lado, el módulo receptor 317 se comunica con las cabeceras de interfaz 13 a través de la red 20 y por medio de una interfaz de red 172.

55 Por un lado, el módulo receptor transmite señales de prueba a un codificador de datos 174. Las señales que deben

transmitirse al tramo de vía están empaquetadas con información acerca de las señales de prueba que se usan para certificar la operación de las cabeceras de interfaz 30.

5 Por otro lado, el módulo receptor recibe desde la cabecera de interfaz 30 las señales que esta última ha recibido desde un tramo de vía correspondiente y las transmite, por medio de la interfaz de red 172, a un descodificador de datos 173. Tal descodificador de datos procesa la señal recibidas desde el circuito con información acerca de las señales de comprobación repetida usadas para certificar la operación de las cabeceras de interfaz 30 y el estado de ocupación de vía, mientras que una subsección desmultiplexora 175 desmultiplexa los datos procedentes del descodificador 173. En el ejemplo particular de la figura 6, la operación de desmultiplexación proporciona datos a la interfaz de bus 171.

10 En la figura 8 se muestra una estructura a modo de ejemplo para las unidades o cabeceras de interfaz 30.

La unidad de interfaz 30 incluye una interfaz de campo 301 para la comunicación con la unidad de control y procesamiento 10, que comprende los medios para realizar tareas de transmisión y recepción de señal a y desde el tramo de vía; una interfaz de vía 302 mediante la que se comunica por medio de elementos de vía 303 con un tramo o cantón de vía. La interfaz de vía 302 comprende los elementos necesarios para la interconexión con el tramo de vía, tales como la unidad de sintonización, detectores de ruedas, o similares. Los elementos de vía incluyen partes de vía o raíl, tales como uniones, condensadores y otros dispositivos, que están montados directamente en la vía o los raíles.

La figura 9 es un diagrama de bloques de la interfaz de campo 301.

20 Una subsección 100 denominada COM tiene la finalidad de gestionar la transmisión y recepción y de codificar y descodificar el flujo de datos de comunicación con la unidad de control y procesamiento 10.

Más en detalle, en este ejemplo, el flujo de datos se descompone funcionalmente en las siguientes señales:

- señales de transmisión: son flujos de datos que representan la información usadas para construir o generar las señales que deben transmitirse o inyectarse al tramo de vía;
- 25 - señales de prueba: estas señales se transmiten y reciben desde la unidad de control y procesamiento 10 para certificar la operación apropiada de la sección de interfaz de campo 301;
- señales de recepción: estas señales provienen del tramo de vía y son la respuesta del tramo de vía a las señales de transmisión. Estas señales las procesa la unidad de control y procesamiento 10 para recuperar información acerca del estado de ocupación de un tramo de vía.

30 Las señales de transmisión se proporcionan a una interfaz controladora de potencia 101 que adapta el nivel de señal y procesa los mensajes desde la unidad de control y procesamiento 10 para controlar la subsección de amplificación de potencia 103. Esta subsección de amplificación de potencia 103 amplifica señales de CA y de impulso para garantizar su compatibilidad con los requisitos de potencia para el control de las diversas interfaces de vía. Pueden conseguirse ventajas particulares mediante el uso de una subsección que pueda ajustar de manera dinámica amplitud, frecuencia y fase de la señal que debe transmitirse. Esta sección proporciona una parte de señal de transmisión, denominada comprobador repetido de transmisión, que está diseñada para comprobarse por la subsección de receptor vital 104. Mediante esta disposición, la señal de transmisión transmitida al tramo de vía puede comprobarse de manera segura. El amplificador de potencia 103 recibe potencia desde una sección de potencia 106 que genera la señal de amplificación de potencia y convierte la fuente de potencia que debe usarse por el amplificador de potencia.

40 El módulo de clave de identificación 105 contiene la clave de identificación unívoca del circuito de vía y tiene la finalidad de comprobar la identidad de la interfaz de campo.

El receptor vital proporciona señales de prueba y señales de recepción a la unidad de control y procesamiento 10 y se comunica con una sección de adquisición de datos de diagnóstico 107.

45 La salida del amplificador de potencia 103 proporciona la señal que debe transmitirse al tramo de vía y a un conmutador de vía 108. Este último también está conectado a una entrada del receptor vital 104, y la señal de recepción adquirida desde el tramo de vía se proporciona a dicho receptor a través del mismo.

La entrada y salida del conmutador de vía 108 están conectadas a la sección de interfaz de conexión de vía en el lado izquierdo 200 y la sección de interfaz de conexión de vía en el lado derecho 200' de la interfaz de vía 302.

50 Este bloque sólo se usa cuando se requiere una característica señal a tren, y la característica asociada consiste en conectar las señales de transmisión y recepción con los extremos derecho e izquierdo del tramo de vía para transmitir información al tren en el sentido de propagación hacia el tren, dependiendo del sentido del tren a lo largo de la vía. El conmutador 108 está controlado por la unidad de control y procesamiento 10 usando la propia señal de transmisión.

El receptor vital 104 proporciona monitorización vital de todos los parámetros requeridos para garantizar la operación segura del sistema. Sus tareas principales son adquirir y gestionar las siguientes señales:

- tensión de recepción desde el tramo de vía (señal RX_Track);
- señal de transmisión adaptada (TX_Recheck señal);
- 5 - señal de prueba usada para la operación segura del receptor (señal TEST_SIGNALS);
- clave de identificación (señal ID_KEY);
- suministro de potencia (señal POWER SUPPLY RECHECK);
- base de tiempo y tensión de referencia para la conversión A/D y D/A;
- datos de diagnóstico (señal DIAG_DATA).

10 El receptor vital 104 tiene la finalidad de gestionar la conversión analógico a digital de las señales transmitidas y recibidas a y desde el tramo de vía.

La arquitectura segura está basada en una plataforma Moon, donde M y N son números naturales y en particular $M = N = 2$ en la configuración mínima del presente ejemplo. En la configuración 2002, cada sección, cada módulo y cada señal están replicados una vez.

15 La figura 10 muestra la estructura del receptor vital en mayor detalle.

El receptor vital comprende dos sumadores 41, 42. Estos sumadores separan las señales de entrada en dos canales de conversión A/D individuales designados por los números 40 y 40' y en particular separan las señales que provienen desde el tramo de vía, TX-TRACK, de la señal de comprobación, señal TX-RECHECK, que proviene del amplificador de potencia 103. También, los sumadores inyectan la señal de prueba de amplitud proporcionando una suma analógica de la señal de entrada y dos señales de prueba (TEST_V1 y TEST_V2) para cada canal de conversión A/D. Un reloj externo 43 genera una base de tiempo independiente que se usa como una frecuencia de referencia para los canales de conversión A/D. Estos canales realizan conversión analógico/digital de las siguientes señales:

- 20 - RX-TRACK 1,2: señales recibidas desde el tramo de vía con la señal de prueba usada para certificar la operación segura de la sección (señales TEST_V1 y TEST-V2) superpuesta a continuación.
- 25 - TX-RECHECK 1,2: señales que provienen desde el amplificador de potencia 104 con la señal de prueba usada para certificar la operación segura de dicho amplificador (señales TEST_V1 y TEST-V2) superpuesta a continuación;
- DIAG_DATA: datos de diagnóstico adquiridos por la sección de diagnóstico y diseñados para su transmisión a la unidad de control y procesamiento 10. Estos parámetros adquiridos incluyen, por ejemplo: temperatura de los dispositivos de interfaz de campo 301, temperatura del tramo de vía, consumo de corriente, medidas de ruido dentro y fuera de banda;
- 30 - IDENTIFICATION KEY: - información acerca de la identidad de la sección (señal ID_KEY);
- POWER SUPPLY: - Información acerca de los valores de suministro de potencia de referencia (señal POWER SUPPLY RECHECK);
- 35 - TEST_F1, TEST_F2: señales usadas para certificar la conversión A/D apropiada.

La estructura de los canales de conversión A/D 40 y 40' se muestra en la figura 11.

La sección de conversión analógico a digital ADC 410 y el multiplexor MUX 411 se controlan por una unidad controladora 412. Las siguientes señales se proporcionan en la entrada del multiplexor 411:

40 TEST_F: esta señal la genera la sección 414 que recibe en su entrada la señal del reloj externo 43 y se usa para certificar la base de tiempo de cada conversión analógico a digital 40, 40';

TEST_PS: esta señal de prueba la genera una sección de monitorización de fuente de potencia que recibe en su entrada la señal de fuente de potencia;

45 TX_RECHECK: esta señal se usa para certificar las señales que deben transmitirse al tramo de vía y la genera el amplificador de potencia 103 de la interfaz de campo 301 con el sumador 41, 42 superponiendo a continuación la señal de prueba TEST_V1 o TEST_V2 dependiendo de cuál de los dos canales de conversión digital se use. La señal producida por el sumador 41, 42 se proporciona en la entrada del multiplexor 411 después de filtrarse por un filtro *antialiasing* 415;

RX_TRACK: Estas señales se reciben desde el tramo de vía a través de los elementos de vía 303 y la interfaz de vía 302, con el sumador 41, 42 superponiendo a continuación la señal de prueba (TEST_V1 o TEST_V2 dependiendo del canal A/D que se esté usando) y se proporcionan en la entrada del multiplexor 411 después de filtrarse por un filtro *antialiasing* 416.

- 5 Además se proporciona una señal de tensión de referencia para el convertidor analógico a digital 410 en la entrada del multiplexor. Esta señal de referencia la genera una sección 417 que forma parte del convertidor analógico a digital 410.

Finalmente, se proporcionan parámetros de diagnóstico adquiridos por la subsección de diagnóstico 107 al multiplexor 411.

- 10 Las señales de prueba TEST_V (es decir TEST_V1 y TEST_V2 dependiendo del canal A/D que se esté usando) las generan dos secciones DAC 418 que están controladas por la sección de control y procesamiento 10 usando la señal TEST_V para certificar la operación segura de el proceso de conversión analógico a digital.

- 15 La sección de conversión analógico a digital 410 transforma las señales analógicas del tramo de vía en señales digitales y las transmite a través del módulo de interfaz de red 100 y a través de la red 20 a la unidad de control y procesamiento 10 una vez que las señales convertidas a forma digital se han codificado con la clave de identificación en una sección ubicada en la salida del convertidor AD 410 y designada por el número 419. De manera similar, las señales de prueba TEST_V y TEST_F se generan a partir de señales de prueba que provienen desde la unidad de control y procesamiento 10 en una sección 420 especialmente diseñada para ello.

- 20 El módulo de interfaz de vía 302 se muestra en la figura 13 y consiste en la parte del sistema que está diseñada para realizar las tareas de interconexión con la vía en términos de adaptación de impedancia y adaptación de nivel de señal a la vía.

- 25 El presente ejemplo sólo se ha descrito con referencia a características de circuito de vía. Sin embargo, cuando se usan contadores de ejes y cualquier otro dispositivo de detección de tren diferente, tales como dispositivos para la comunicación entre el tren y una unidad del lado del trayecto, la estructura se modificará según las peculiaridades de estos dispositivos que se conocen en su estructura general, por lo que la adaptación a la arquitectura de sistema de la presente invención es bien conocida para los expertos en la técnica, una vez que se ha descrito la adaptación para el circuito de vía, que es uno de los dispositivos de detección de tren de la técnica anterior.

- 30 La interfaz de vía 302 recibe las señales de transmisión, TX-SIGNALS, es decir las señales que debe transmitirse al tramo de vía desde la interfaz de campo 301 y las proporciona a los elementos de vía 303 como señales TX_TRACK, después de someter estas señales a las siguientes etapas:

Adaptación de cable 500: esta etapa permite la adaptación de impedancia entre las señales proporcionadas por la interfaz de campo 302 y la impedancia de cable a la que las señales se proporcionan físicamente a la vía para minimizar las pérdidas de potencia causadas por un desequilibrio de impedancia.

- 35 Aislamiento galvánico 510: separación eléctrica entre el sistema y la vía y en particular entre la vía y la interfaz de campo y la unidad de control y procesamiento 10.

Prederivación 520: características de prevención de prederivación.

Adaptación de impedancia de unión 530;

Protección frente a sobretensiones 540;

Conexión de vía 550.

- 40 Estas etapas también se llevan a cabo con las señales recibidas desde la vía, RX_TRACK, a través de los elementos de vía 303 y proporcionadas en la entrada de la interfaz de campo 302.

- 45 Acerca de los elementos de vía, éstos están resumidos esquemáticamente en la figura 14. Los elementos de vía consisten físicamente en los componentes o dispositivos del sistema que están ubicados cerca de la vía y se usan para equilibrar corrientes de retorno de tracción, para compensar la impedancia de vía, para garantizar la operación segura y para implementar uniones eléctricas.

La conexión eléctrica con los raíles de vía se proporciona mediante una unión de transmisión y recepción eléctrica 600. Esta unión se usa para separar eléctricamente tramos de vía adyacentes y equilibrar la corriente de retorno de tracción.

- 50 Obviamente, los raíles 610 que transportan las señales de circuito de vía y la señal de retorno de tracción del tren también deben considerarse como un elemento de circuito de vía y por consiguiente como un elemento de vía.

La unión de impedancia 620 garantiza la continuidad de la corriente de retorno y la conexión a tierra de los raíles.

La capacidad de compensación 630 permite la igualación de la respuesta en frecuencia de la vía y permite tramos de vía más largos de los circuitos de vía.

5 Con referencia a la red de comunicación 20 entre la(s) unidad(es) de control y procesamiento 10 y el tramo de vía que interconecta la(s) unidad(es) 30, ésta es una red de conexión digital típica que puede ser de diversos tipos y operar según diversos protocolos.

Sin excluir otro tipos, protocolos o arquitecturas de redes existentes y futuras, una topología en estrella es preferible actualmente para la red de lógica y posiblemente también para la red de potencia. Alternativamente, la red de potencia también puede tener una topología en anillo.

10 En la primera topología, la distribución de potencia y las conexiones lógicas se proporcionarán por el mismo cable. Si se usa fibra óptica para la conexión lógica, se usará un cable mixto, que comprende el cable de fibra óptica y un cable de conducción para la distribución de potencia. Sin embargo, si se usan topologías diferentes para las redes de lógica y de potencia, como en la variante anterior, se proporcionarán dos cables separados y la red de potencia tendrá un cable de potencia tendido a lo largo de la vía. Un ejemplo de estructura de red desde el punto de vista de técnicas de comunicación es el modelo de capas ISO-OSI. El modelo de red es preferiblemente, pero sin limitación, un modelo de red cliente/servidor en el que las unidades de control y procesamiento 10 actúan como servidores y las unidades de interconexión de tramo de vía actúan como clientes. La técnica de comunicación es del tipo de paso de mensajes.

20 La descripción anterior sólo se refiere al ejemplo de circuitos de vía. Tal como se explicó anteriormente, la estructura tal como se ha descrito en el presente documento no cambiará en su forma general con contadores de ejes y otros dispositivos para la detección de, o comunicación con, un tren a través de la vía. Pueden ser necesarios cambios o integraciones como resultará obvio para los expertos en la técnica.

25 Debe observarse además que la descripción anterior se refiere a un ejemplo de circuito de vía específico en el que, como en la figura 1 que muestra la técnica anterior, la unión para la conexión a la vía es del tipo direccional, transmitiéndose siempre las señales a lo largo de los tramos de vía desde un extremo de dicho tramo al extremo opuesto en un sentido opuesto al del tren, de tal modo que las señales transmitidas se propagan hacia el tren que entra o circula a lo largo del tramo de vía.

30 La descripción y arquitectura anterior, así como la división de las unidades operativas en unidades de interfaz y unidades de control y procesamiento, siendo ambas programables dependiendo de la configuración de sistema y del tipo de circuito de vía y codificación de señal que se esté usando, permiten cambiar el sistema tal como se describió anteriormente para obtener un tipo de conexión de vía no direccional. En este caso, las señales transmitidas a los tramos de vía se propagan en todos los sentidos y las señales recibidas incluyen diversas componentes de señal que se derivan de las señales transmitidas a los tramos de vía.

35 Para identificar la señal de recepción asociada con una señal de transmisión para un tramo de vía específico, en este caso las señales de transmisión se codifican. En primer lugar, se usan dos frecuencias diferentes para las señales de transmisión proporcionadas a la vía. Las señales de transmisión con las dos frecuencias diferentes se distribuyen a lo largo de los circuitos de vía de tal modo que las señales con frecuencias diferentes, correspondientes a estas dos frecuencias, se transmiten a dos tramos de vía adyacentes.

40 También se codifican las señales de transmisión con frecuencias diferentes, llevándose a cabo también la codificación usando dos códigos diferentes, usándose cada uno de dichos dos códigos sólo para la codificación de señales que tienen una de estas dos frecuencias.

Ventajosamente, la codificación de señal es una codificación de espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS) o de espectro ensanchado por salto de frecuencia (FHSS), lo que permite la determinación de la componente de señal de recepción asociada con un tramo de vía particular mediante la descodificación de las señales de recepción a través de la relación con la señal que se considera asociada con el tramo de vía relevante.

45 El diagrama de bloques de la figura 15 muestra el principio anterior, usándose en el mismo los mismos números de referencia para denotar las mismas partes que en las figuras anteriores.

50 Se apreciará que esta variante circuito de vía se obtiene, según la presente invención, cambiando la unión de conexión de vía de un diseño direccional a un diseño no direccional y almacenando un programa de control y procesamiento lógico en la unidad de control y procesamiento y/o en otras unidades programables, provocando la ejecución del programa que la unidad de control y procesamiento opere según la variante de circuito de vía y un programa de configuración. Esto permite cambiar el sistema como desee el cliente, y como requiera la vía y las condiciones meteorológicas, tan sólo almacenando un programa de control y procesamiento diferente y sin requerir cambios de hardware importantes.

REIVINDICACIONES

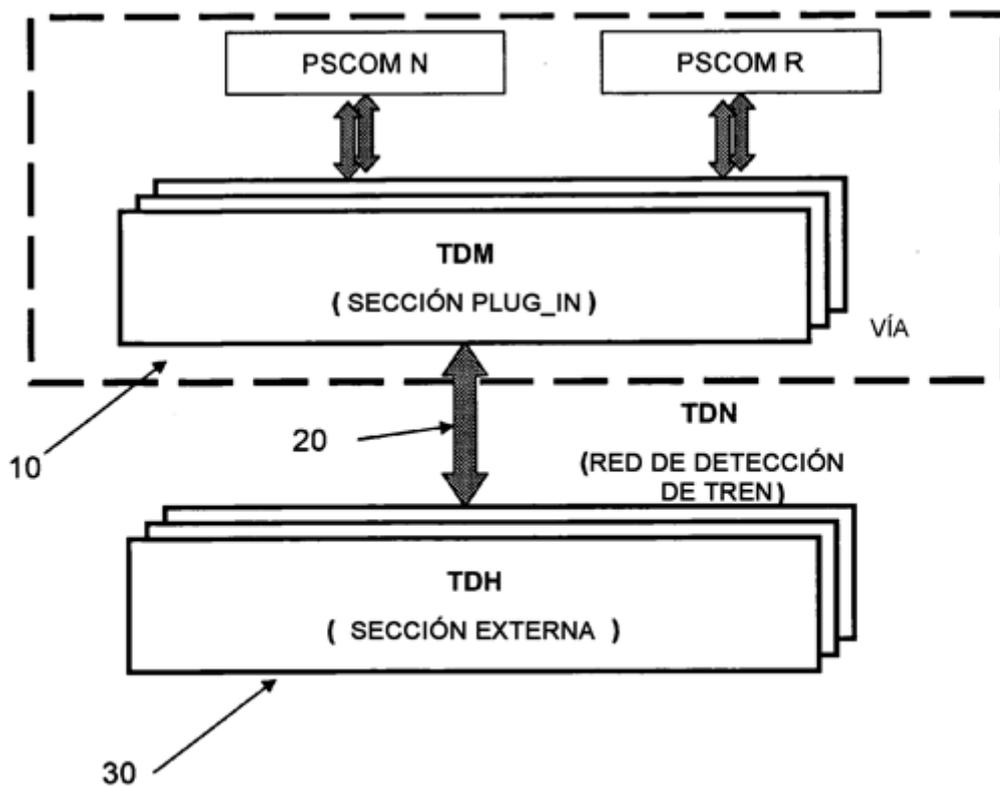
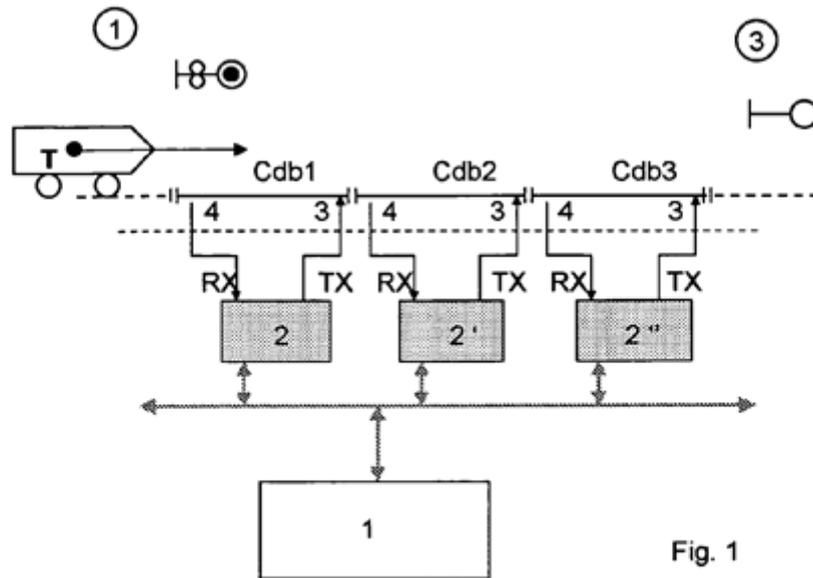
1. Sistema para la comunicación con un tren, que comprende:
 - a) una línea ferroviaria que tiene al menos una vía, vía que está dividida en una pluralidad de tramos de vía sucesivos, conocidos como cantones de vía;
 - 5 b) medios para generar y transmitir señales para la comunicación con el tren que se proporcionan para cada uno de dichos tramos de vía;
 - c) y medios para recibir desde el cantón de vía dichas señales de comunicación producidas por un tren mediante generación de señal activa o cambio de las señales de comunicación transmitidas al cantón de vía;
 - 10 d) medios para procesar las señales de comunicación recibidas desde el cantón de vía para determinar las condiciones de operación o funcionamiento del tren basándose en la información contenida en las señales de comunicación transmitidas por el tren;
 - e) medios para generar señales de estado indicativas de las condiciones de operación o funcionamiento del tren y para transmitir dichas señales de estado a una unidad de control de red ferroviaria central, conocida como sistema de enclavamiento central, que está conectada a dicha unidad de comunicación y recibe señales desde la misma, indicativas de las condiciones del tren;
 - 15 f) los medios para recibir señales de control para la comunicación con el tren desde dicha unidad de control de red ferroviaria central;
 - g) una o más cabeceras de interfaz local que están asociadas con cada cantón de vía para la interconexión con un cantón de vía correspondiente, que incluyen: los medios para generar y transmitir señales para la comunicación con el tren al cantón de vía correspondiente y los medios para recibir desde el cantón de vía dichas señales de comunicación producidas por un tren mediante generación de señal activa o cambio de las señales de comunicación transmitidas al cantón de vía;
 - 20 h) dichas cabeceras de interfaz local incluyen además una interfaz para la comunicación de mensajes digital, según un protocolo de comunicación predeterminado, con una unidad de control y procesamiento central separada;
 - 25 i) dicha unidad de control y procesamiento central incluye una interfaz de comunicación de mensajes digital que opera con el mismo protocolo de comunicación que las cabeceras de interfaz de cantón de vía local;
 - 30 j) y dicha unidad de control y procesamiento incluye hardware en cuyas memorias está almacenado un programa de control y procesamiento, para que lo ejecute dicho hardware y mediante el que dicha unidad de control y procesamiento genera y transmite las señales de control a las cabeceras de interfaz de cantón de vía local para provocar que dichas cabeceras de interfaz local generen y transmitan señales de comunicación predeterminadas y para recibir señales de comunicación;
 - 35 k) y mediante el que la unidad de control y procesamiento procesa las señales de comunicación recibidas desde las cabeceras de interfaz local para determinar las condiciones de operación o funcionamiento del tren basándose en la información contenida en las señales de comunicación transmitidas por el tren, y genera las señales de estado indicativas de las condiciones de operación o funcionamiento del tren;
 - 40 l) mientras que dicha unidad de control y procesamiento central se comunica con la unidad de control de red ferroviaria central para transmitir a la misma mensajes transmitidos por el tren y para recibir desde la misma mensajes que deben transmitirse al tren;
 - m) las cabeceras de interfaz y/o el cantón de vía y la unidad de control y procesamiento tienen medios para la comprobación diagnóstica de sus condiciones de operación, caracterizado porque
 - n) la unidad de control y procesamiento tiene medios para integrar dos o más circuitos de vía;
 - 45 o) los medios de diagnóstico y los medios para integrar dos o más circuitos de vía son un programa de diagnóstico y un programa de integración de circuitos de vía que está almacenado y se ejecuta por la unidad de control y procesamiento o una subsección de dicha unidad.
2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque las cabeceras de interfaz para la interconexión con cada cantón de vía constituyen las unidades para transmitir y recibir mensajes de comunicación a y desde una unidad de tren, que también tiene una unidad transmisora y receptora, transmitiéndose dichos mensajes de comunicación a través de los cantones de vía por los que pasa el tren, mientras que la unidad
- 50

- de control y procesamiento constituye la unidad para controlar la transmisión y recepción de las señales de comunicación y la unidad para generar los mensajes que deben transmitirse al tren e interpretar los mensajes recibidos desde el tren, estando almacenado un programa de software en dicha unidad de control y procesamiento, para generar e interpretar mensajes y controlar la transmisión y recepción de mensajes a y desde un tren, programa de software que se ejecuta por dicha unidad de control y procesamiento.
3. Sistema según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque las interfaces para la comunicación entre las cabeceras de interfaz de cantón de vía y la unidad de control y procesamiento central operan con un protocolo de comunicación de red, proporcionándose una red de comunicación.
 4. Sistema según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se proporcionan múltiples unidades de control y procesamiento paralelas, que están dispuestas a lo largo de una línea ferroviaria, controlando y procesando cada una las señales de un subconjunto de cabeceras de interfaz local que están conectadas a cantones de vía correspondientes de un subconjunto de cantones de vía, mientras que cada unidad de control y procesamiento se comunica de manera independiente con la unidad de gestión de tráfico ferroviario central, identificándose de manera unívoca cada cabecera de interfaz local y/o cada cantón de vía y cada unidad de control y procesamiento mediante un código de identificación que está asociado a las señales para la comunicación entre las cabeceras de interfaz y la unidad de control y procesamiento correspondiente y entre dichas unidades de control y procesamiento y la unidad de gestión de tráfico ferroviario central.
 5. Sistema según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las cabeceras de interfaz, que se interconectan con cada cantón de vía, constituyen la unidad transmisora y la unidad receptora de un denominado circuito de vía, para generar una señal de detección de tren y transmitir dicha señal al cantón de vía y para recibir dicha señal de detección de tren desde dicho cantón de vía, mientras que la unidad de control y procesamiento es la unidad que controla las unidades transmisora y receptora y los medios para procesar las señales de detección recibidas desde el cantón de vía para determinar la presencia o ausencia de un tren en dicho cantón de vía.
 6. Sistema según la reivindicación 5, caracterizado porque las cabeceras de interfaz y/o el cantón de vía y la unidad de control y procesamiento tienen medios para la comprobación diagnóstica de sus condiciones de operación.
 7. Sistema según la reivindicación 6, caracterizado porque la unidad de control y procesamiento tiene medios para generar señales para la indicación simulada de la presencia o ausencia del tren en uno o más cantones de vía.
 8. Sistema según la reivindicación 6 ó 7, caracterizado porque los medios para integrar dos o más circuitos de vía corresponden a dos o más cantones de vía adyacentes en un circuito de vía compuesto único y, en caso de fallo de uno de dichos dos o más circuitos de vía, las unidades transmisoras y receptoras de los circuitos de vía defectuosos se reemplazan por al menos una unidad transmisora y una unidad receptora de entre las del/de los circuito(s) que funcionan, dando servicio dichas al menos una unidad transmisora y al menos una unidad receptora al conjunto de dos o más circuitos de vía integrados.
 9. Sistema según una o más de las reivindicaciones anteriores 6 a 8, caracterizado porque los medios de diagnóstico y los medios para integrar dos o más circuitos de vía son un programa de diagnóstico y un programa de integración de circuitos de vía que está almacenado y se ejecuta por la unidad de control y procesamiento o una subsección de dicha unidad.
 10. Sistema según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las cabeceras de interfaz para la interconexión con cada cantón de vía constituyen el sensor de un denominado contador de ejes, mientras que la unidad de control y procesamiento constituye la unidad de control del sensor de contador de ejes y la unidad para determinar el número de ejes mediante el procesamiento de señales recibidas por dicho sensor, estando almacenado un programa de software en dicha unidad de control y procesamiento para procesar señales de sensores de contadores de ejes y para controlar dichos sensores de contadores de ejes, programa de software que se ejecuta por dicha unidad de control y procesamiento.
 11. Sistema según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el circuito de vía es del tipo con uniones mecánicas, en el que los tramos de vía están separados mecánica y eléctricamente, es decir aislados galvánicamente entre sí.
 12. Sistema según una o más de reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque los circuitos de vía son del tipo sin uniones.
 13. Sistema según una o más de las reivindicaciones anteriores 1 a 12, caracterizado porque las cabeceras de interfaz en el circuito de vía están conectadas al cantón de vía correspondiente por medio de uniones direccionales, que definen el sentido de señal a lo largo del tramo de vía desde un extremo al otro de dicho tramo de vía, asociando en un extremo la cabecera de interfaz para la transmisión y en el otro extremo la

cabecera de interfaz para la recepción.

- 5
14. Sistema según una o más de las reivindicaciones anteriores 1 a 9, caracterizado porque las cabeceras de interfaz en el circuito de vía están conectadas al cantón de vía correspondiente por medio de uniones no direccionales, que no definen el sentido de señal a lo largo del tramo de vía desde un extremo al otro de dicho tramo de vía, produciéndose la transmisión y recepción de señal según técnicas de comunicación de espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS) o espectro ensanchado por salto de frecuencia (FHSS).
- 10
15. Sistema según la reivindicación 14, caracterizado porque cada cantón de vía de una sucesión de circuitos de vía dispuestos a lo largo de una vía tiene una unión para la conexión de las cabeceras de interfaz de cantón de vía transmisoras y receptoras, que es del tipo de banda de frecuencia ancha, y las cabeceras de interfaz transmisoras transmiten una señal codificada según uno de dos códigos diferentes y que tiene una de dos frecuencias diferentes al cantón de vía a través de la unión asociada, estando codificadas respectivamente las señales transmitidas por cabeceras de detección adyacentes con dos códigos diferentes y teniendo dichas señales dos frecuencias diferentes, mientras que cada cabecera de interfaz receptora recibe todas las señales transmitidas a través de la vía desde las diferentes cabeceras de interfaz transmisoras, determinándose la señal de recepción correcta, que tiene la frecuencia y código esperados para la cabecera de interfaz receptora de un circuito de vía predeterminado, es decir una unión predeterminada, relacionando la señal recibida con la señal que tiene el código y frecuencia esperados para la cabecera de interfaz receptora de un circuito de vía predeterminado, es decir una unión predeterminada.
- 15
- 20
16. Sistema según la reivindicación 15, caracterizado porque las secuencias de codificación son secuencias con propiedades pseudoortogonales usadas para la modulación/demodulación de la señal transmitida a través del circuito de vía mediante técnicas DSSS (espectro ensanchado por secuencia directa) o FHSS (espectro ensanchado por salto de frecuencia), con configuraciones tales que maximicen la protección frente al ruido típico emitido por trenes impulsados por CC y CA, mientras se maximizan también las interferencias mutuas entre los circuitos de vía.

25



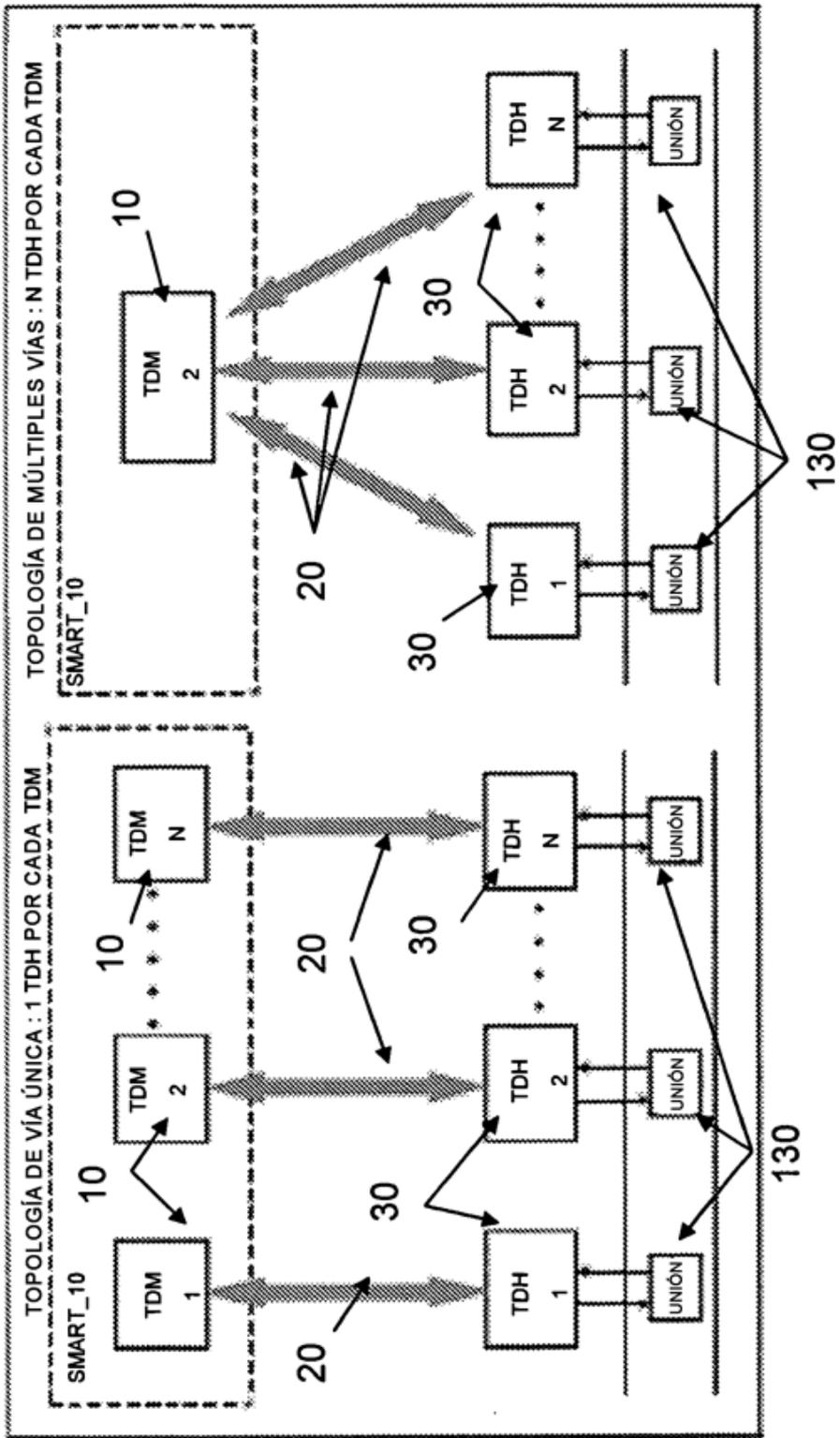


Fig. 3

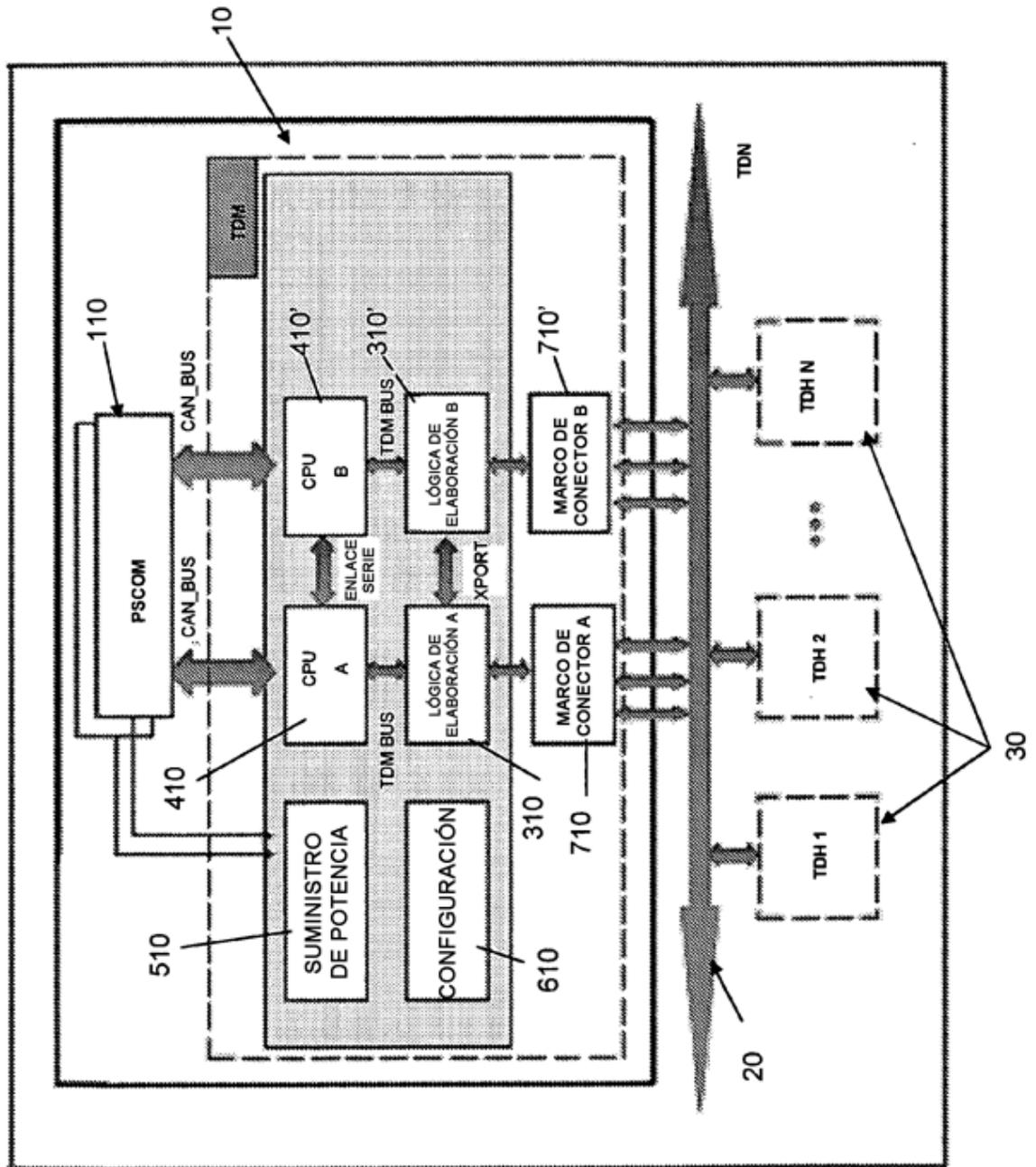


Fig. 4

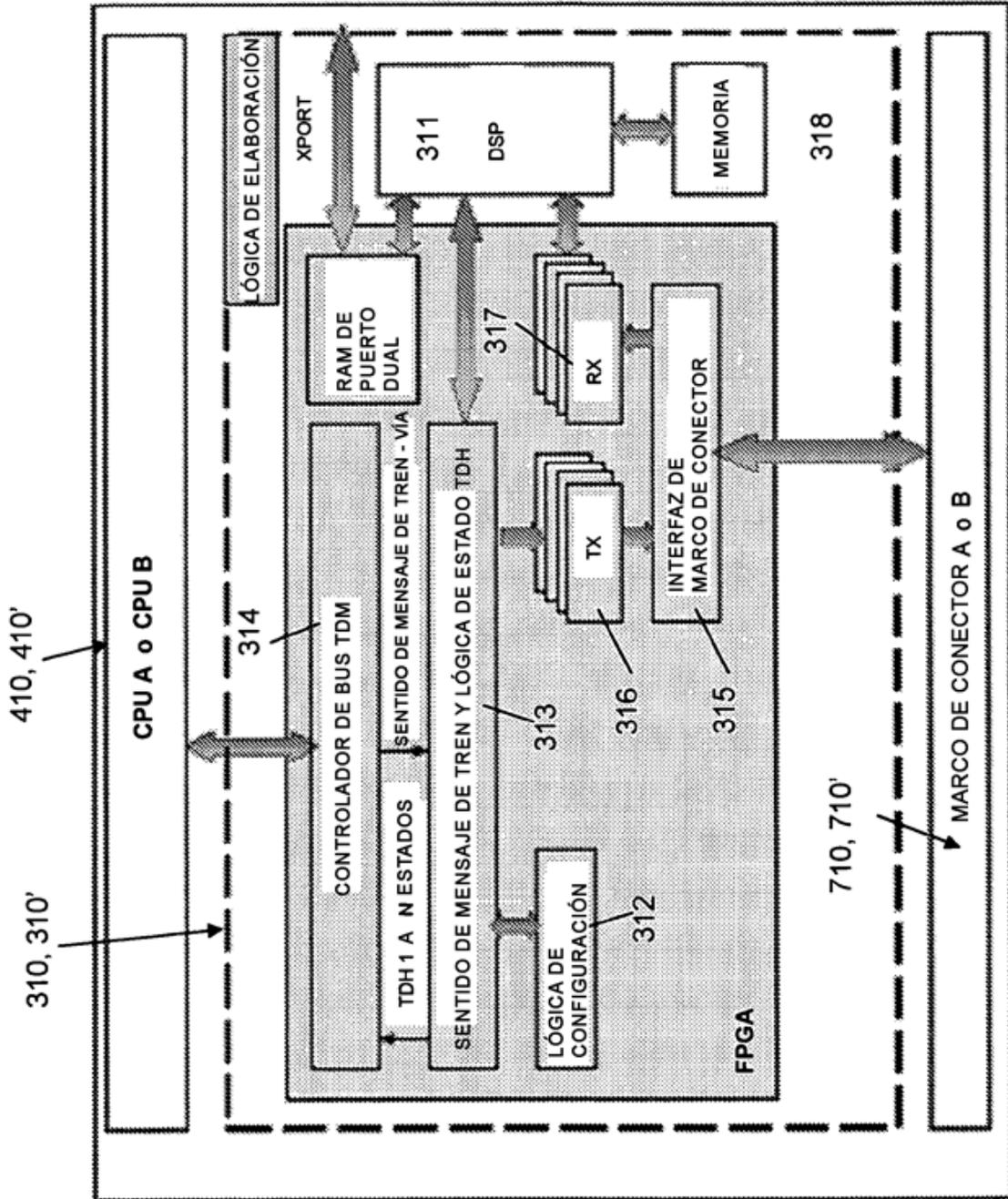


Figura 5: módulo de LÓGICA DE ELABORACIÓN A y B

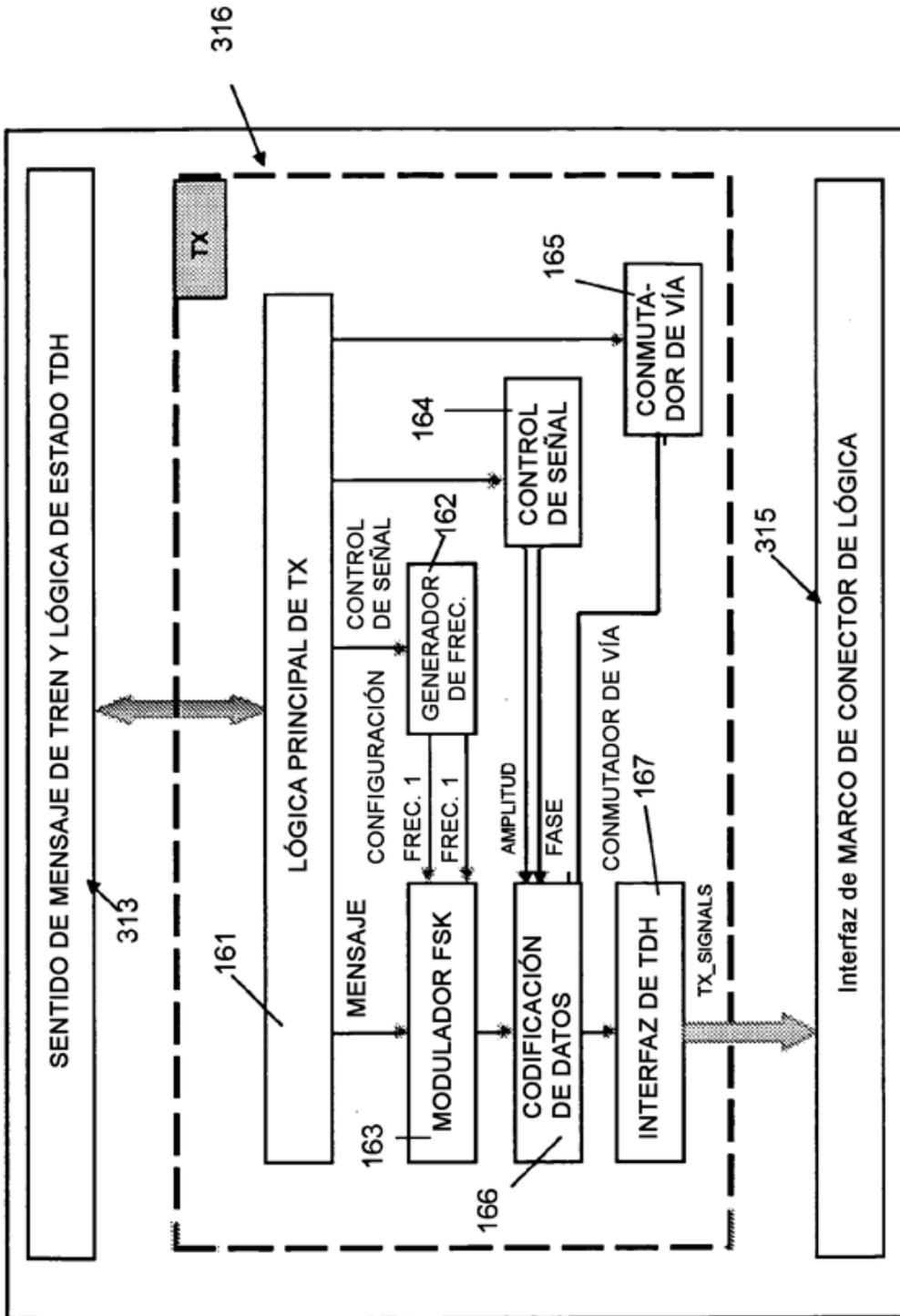


Figura 6: módulo TX

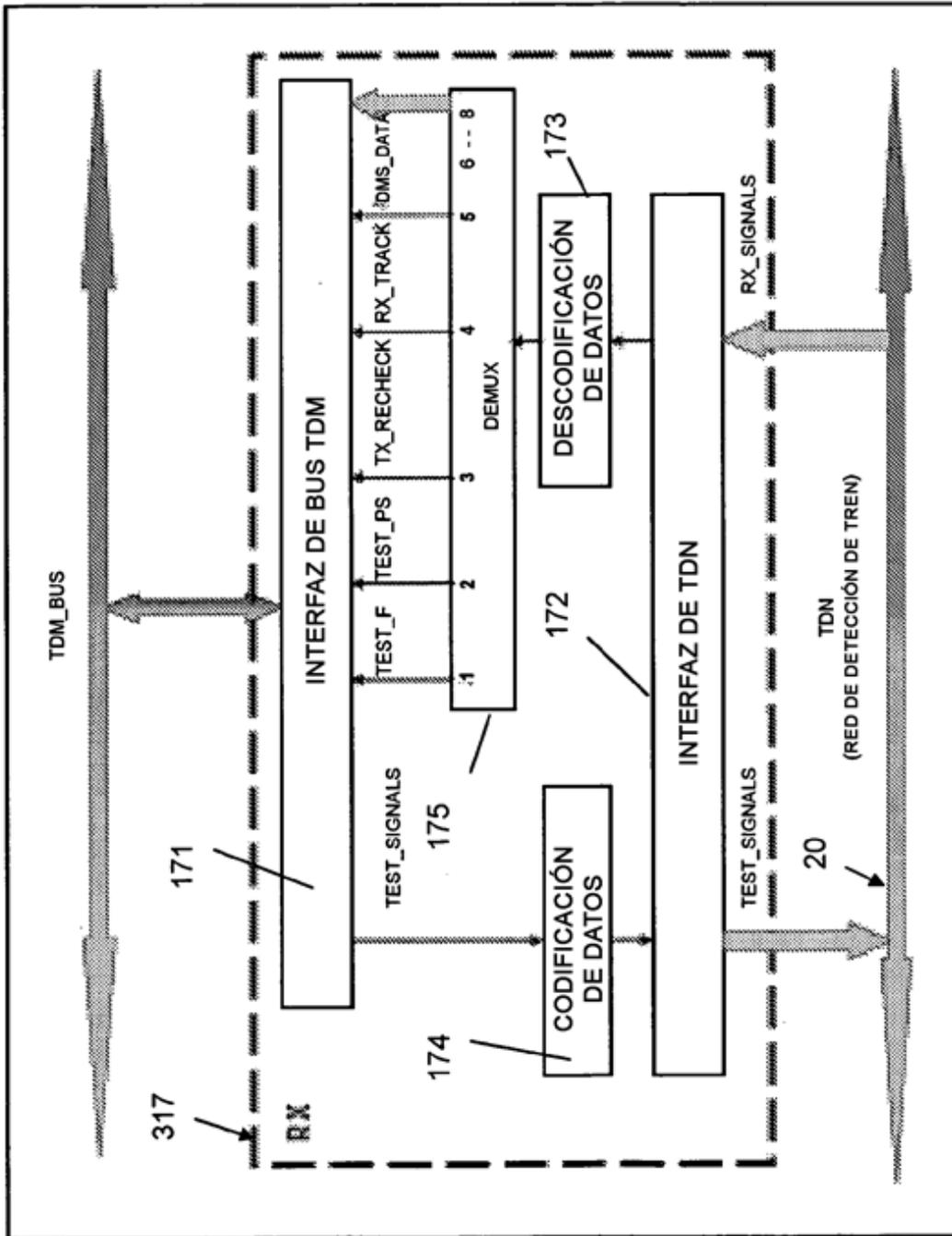


Figura 7: módulo RX

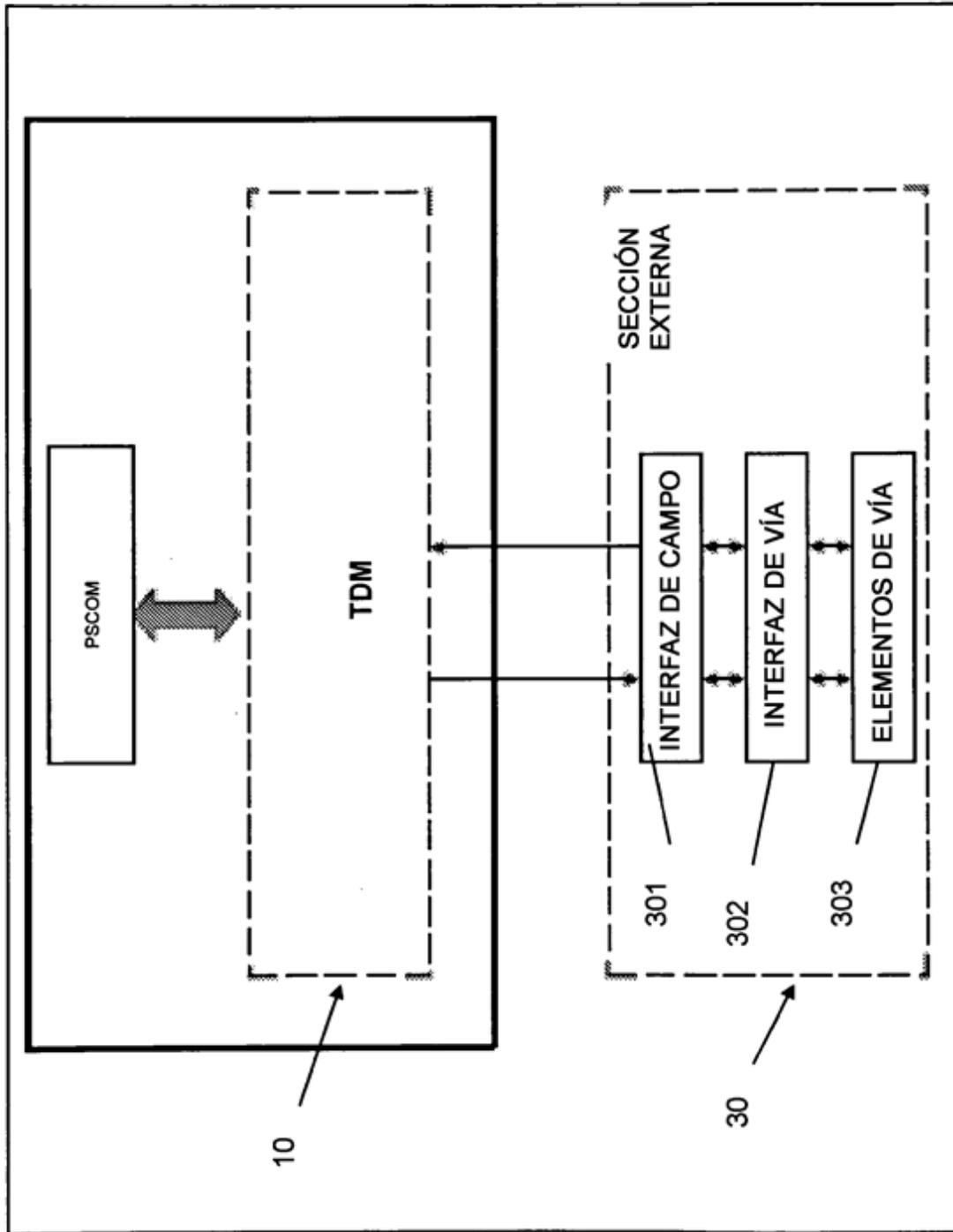


Figura 8

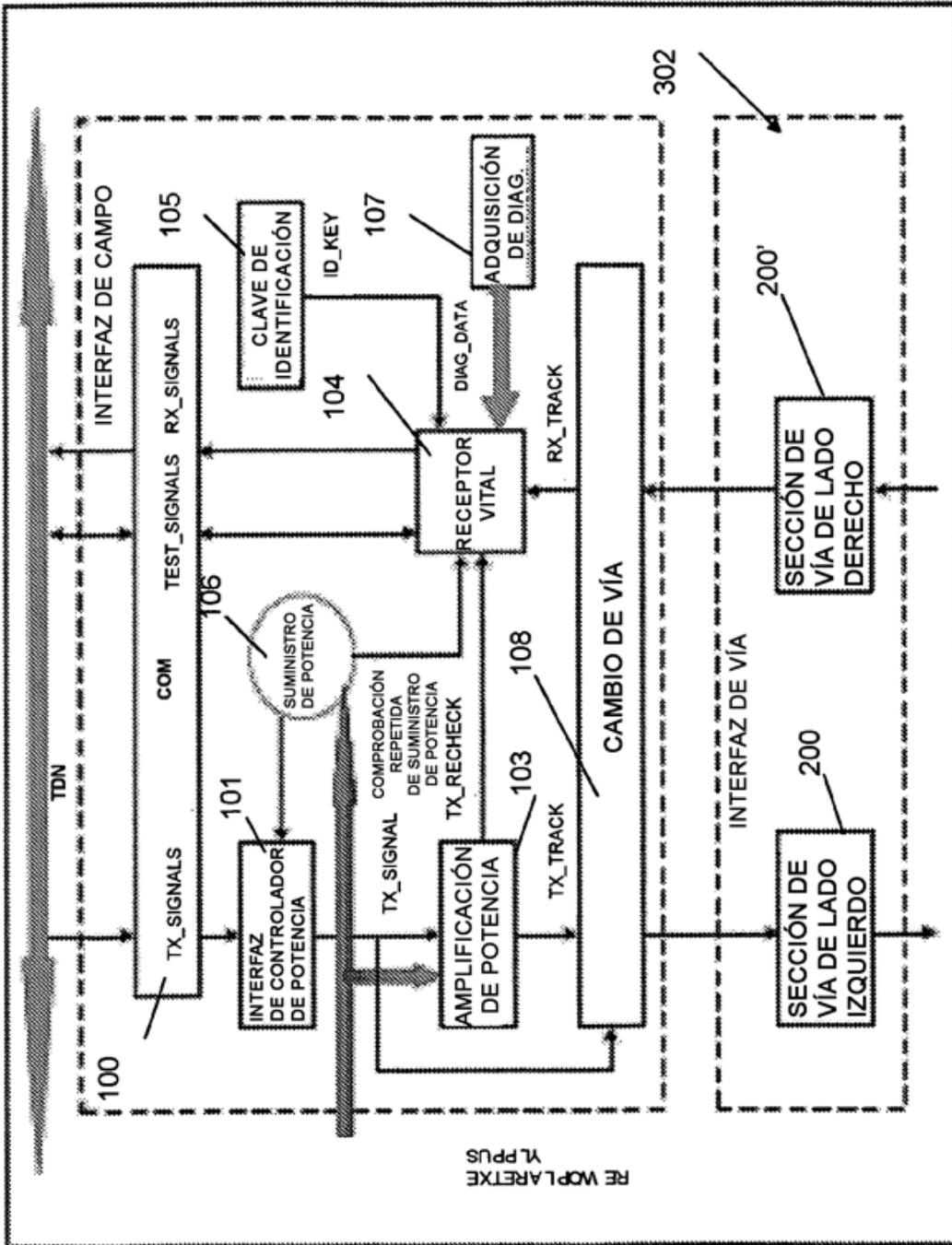


Figura 9: Diagrama de bloques de interfaz de campo

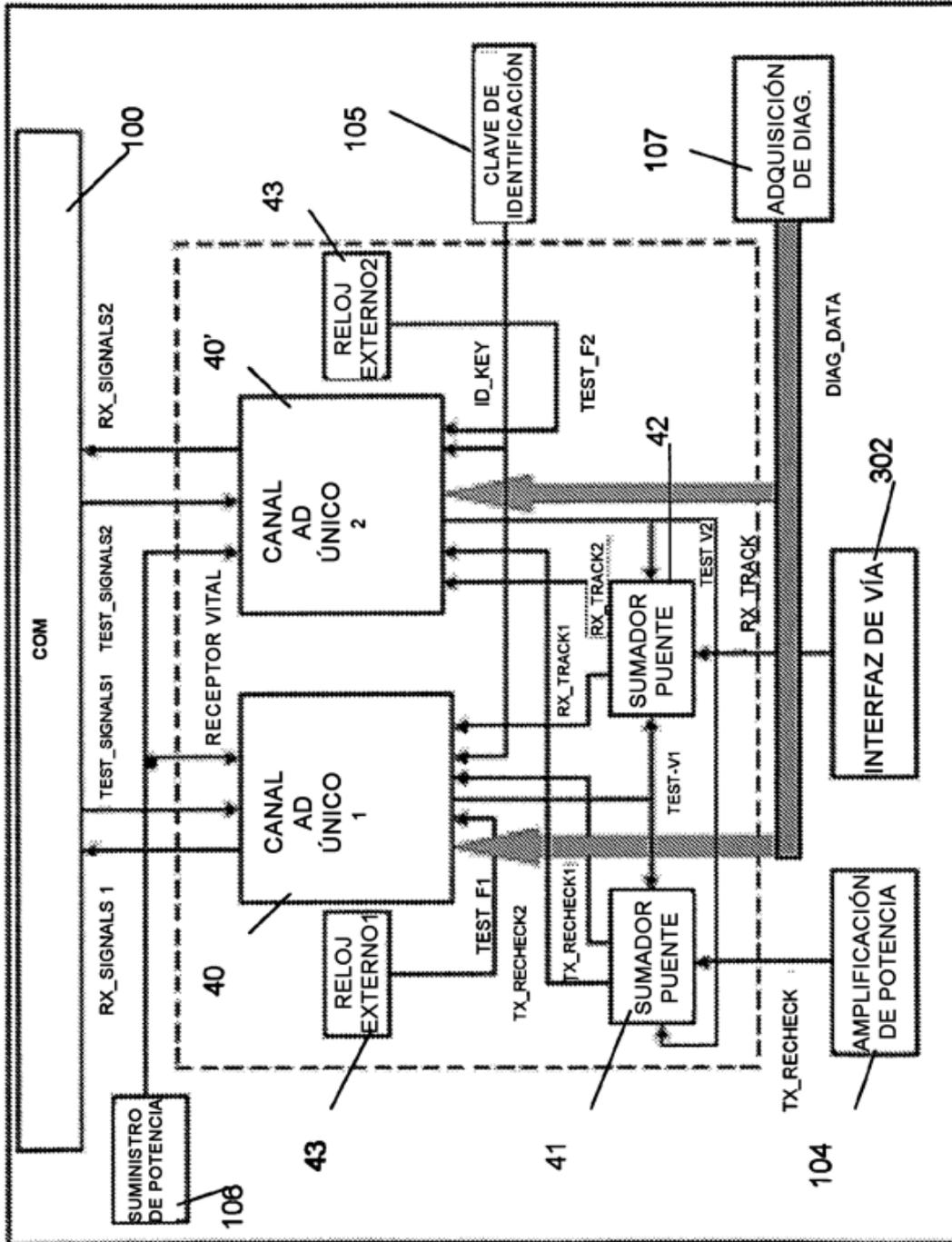


Figura 10: Diagrama de bloques de receptor vital

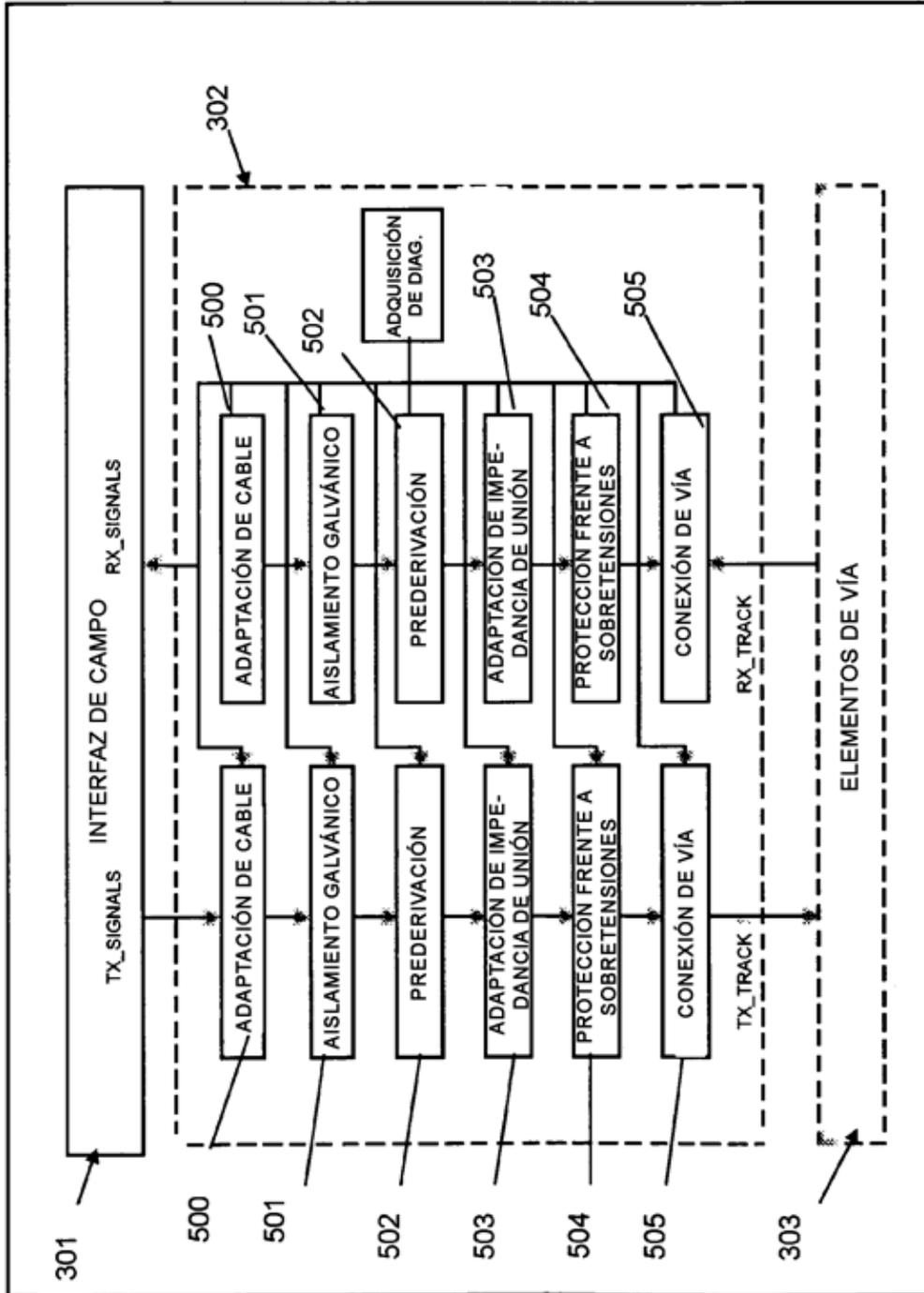


Figura 12: Interfaz de campo

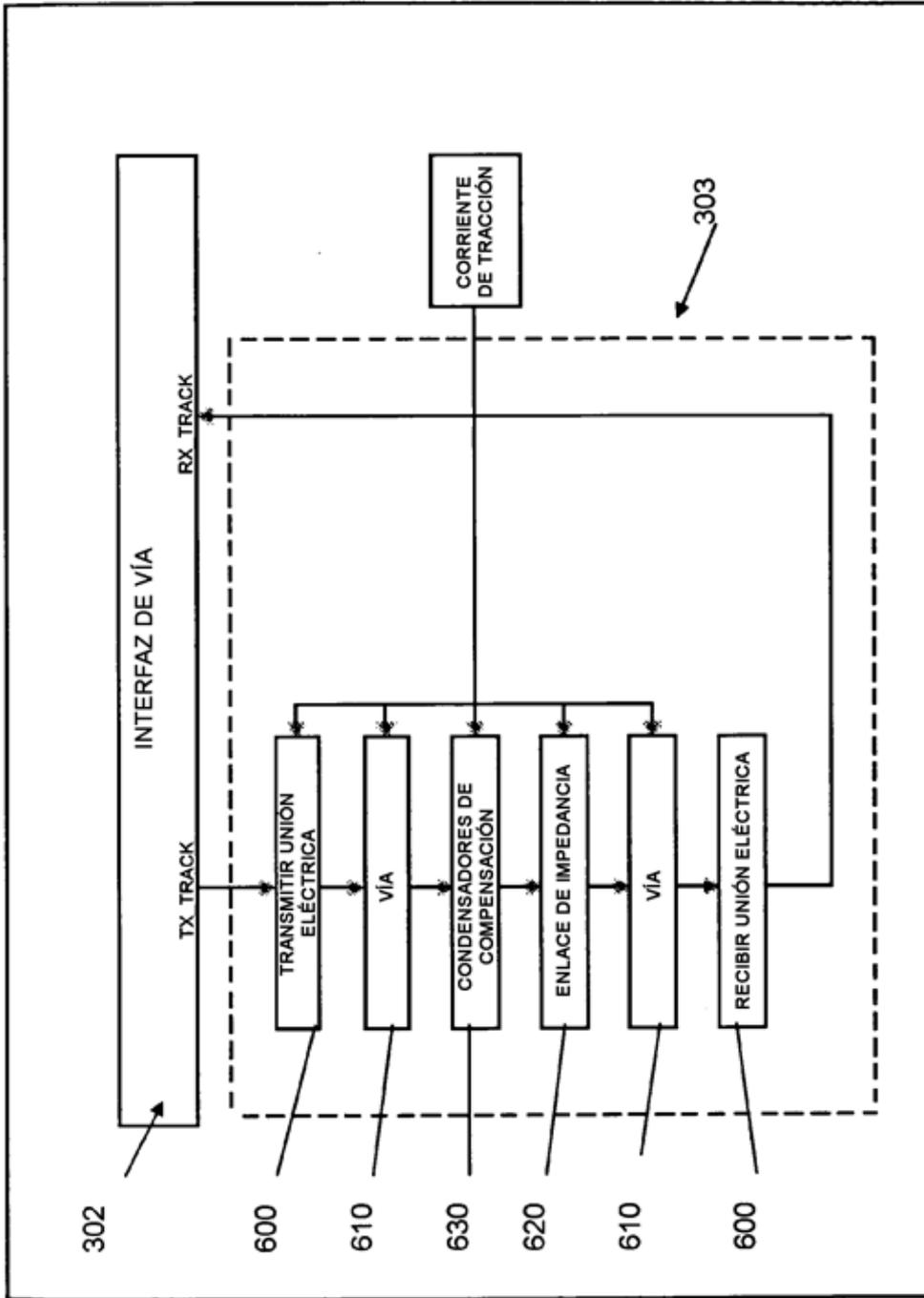


Figura 13: Elementos de vía

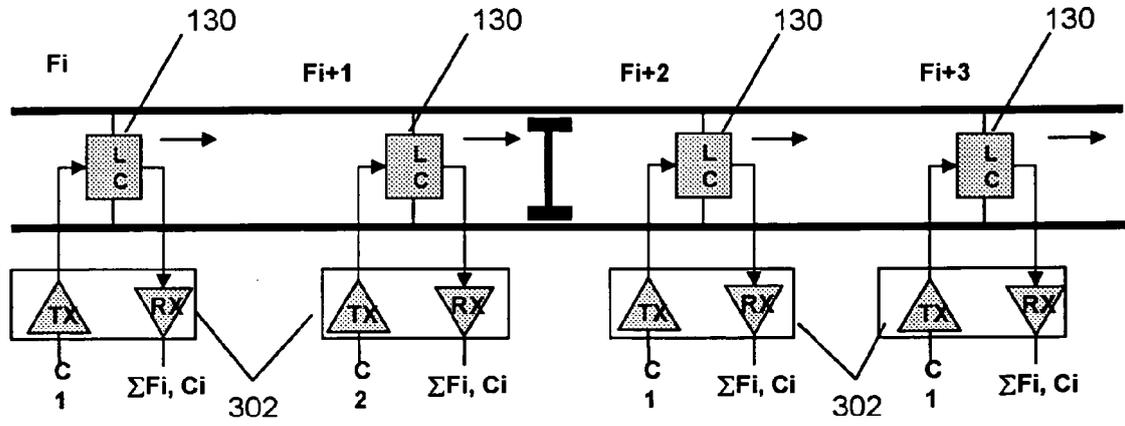


Fig. 14