

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 298**

51 Int. Cl.:

**B61L 1/18** (2006.01)

**B61L 27/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08425091 .9**

96 Fecha de presentación: **14.02.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2090491**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.08.2009**

54 Título: **SISTEMA DE DETECCIÓN DE TRENES EN LÍNEAS FERROVIARIAS.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**29.12.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**29.12.2011**

73 Titular/es:  
**ALSTOM TRANSPORT SA  
3, AVENUE ANDRÉ MALRAUX  
92300 LEVALLOIS-PERRET, FR**

72 Inventor/es:  
**Rizzo, Antonio y  
Aisa, Pier Alessandro**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 371 298 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 detección de trenes en líneas ferroviarias

La invención se refiere a un sistema de detección de trenes en líneas ferroviarias de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

- 5 Los sistemas de detección de trenes son conocidos en la técnica, tal como se describe por ejemplo en una solicitud de patente anterior del presente solicitante, con número de publicación EP 1338492. Este sistema de detección de trenes se conoce como circuito de vía. La vía de una línea ferroviaria se divide en una pluralidad de segmentos. Cada segmento, conocido como bloque, tiene una unidad asociada con el mismo, con un transmisor y un receptor diseñados para conexión alternativa entre sí y a uno de los dos extremos opuestos de un segmento de vía correspondiente. Una señal es inyectada por el transmisor en un extremo del segmento de vía y se recibe en el extremo opuesto de la misma. La señal transmitida tiene unas características de frecuencia, amplitud y codificación predeterminadas y definidas apropiadamente con lo cual, cuando un tren está presente en el segmento de vía, el cortocircuito entre los raíles del segmento de vía causado por los ejes del tren provoca un cambio, particularmente una reducción de la de la señal y permite la detección del tren.
- 10
- 15 Otros sistemas de la técnica anterior son los llamados contadores de ejes, que incluyen sensores para la detección de los ejes de un tren que pasa por un bloque.

Los sistemas de detección de trenes de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 son también conocidos a partir de los documentos EP 0 878 373, DE 2047 147 y WO 01/96164.

- 20 En otros sistemas, la vía y los segmentos se utilizan para la comunicación de mensajes entre el tren y la unidad de señalización, y viceversa.

- Todos los sistemas de la técnica anterior citados incluyen unidades electrónicas de operación, que son básicamente de tipo de hardware y tienen una construcción dedicada, de propósito especial diseñada para la de la función específica de las mismas. Por ejemplo, en relación con los circuitos de vía y tal como se describe en el documento anterior con número de publicación EP 1338492, cuyo contenido de información se integra aquí por referencia, las unidades operativas del circuito de vía situadas en la vía, es decir, las unidades de vía o señalización, incluyen todas las secciones necesarias para su funcionamiento. En particular, estas unidades operativas incluyen secciones de interfaz de segmentos de vía y secciones de diagnóstico, así como secciones para generar las señales a transmitir y para el procesamiento de las señales de recepción y secciones para la comunicación con la unidad de gestión central de tráfico ferroviario, es decir, para la transmisión de datos de presencia de trenes a dicha unidad central de gestión y para la recepción de controles desde dicha unidad de gestión central.
- 25
- 30

Además, aún sobre los circuitos de vía, varios tipos de construcción son conocidos, que son utilizados en diferentes sistemas, cada uno con sus ventajas e inconvenientes.

- Así, por ejemplo, en ciertos circuitos de vía, la unión que conecta el receptor y el transmisor en el segmento de vía es controlado mediante un interruptor que, dependiendo de la dirección del tren esperada, selecciona el extremo del transmisor del segmento de la vía, y en consecuencia, el extremo receptor, lo que en realidad define una dirección de propagación de la señal en el segmento de vía. Estas uniones, conocidas como uniones direccionales, permiten el uso de técnicas de codificación de señal acústica o por pulsos. Las unidades, que están especialmente diseñadas para operar en uno de los modos mencionados anteriormente, no pueden funcionar en otros modos, por lo cual las unidades operativas específicas dedicadas tienen que proporcionarse para cada tipo de circuito de vía, que tienen cabezas de interfaz de vía con una construcción especialmente dedicada a la codificación de la señal particular y el modo de transmisión y, especialmente incluyen las secciones para generar la señal a transmitir y para el procesamiento de la señal recibida, cuyas secciones se construyen de acuerdo con las técnicas utilizadas para la codificación y descodificación o procesamiento de dichas señales de recuperación de la información de presencia de trenes. Como resultado, cualquier modificación tecnológica de una línea ferroviaria requiere el mantenimiento de la tecnología de circuitos de vía existente para evitar el reemplazo de las unidades operativas o la sustitución de las unidades operativas para la adaptación a las nuevas tecnologías del circuito de vía, la última opción implicando la sustitución de las piezas de estas unidades operativas que podrían ser utilizadas incluso en combinación con las nuevas tecnologías de circuitos de vía.
- 35
- 40
- 45

- Además, cada uno de los diferentes tipos de circuitos de vía tienen características particulares que los hacen más o menos adecuados para su uso en diferentes condiciones operativas, de desgaste o degradación de los segmentos de la vía. En la técnica anterior, una vez un tipo de circuito de vía ha sido seleccionado y las unidades operativas dedicadas al tipo de circuitos de vía seleccionados han sido instaladas, el modo operativo del circuito de vía no se puede cambiar a menos que las unidades operativas también sean reemplazadas. La sustitución implicaría desventajas de costes, y no sería factible debido a limitaciones de tiempo. Sin embargo, en algunos casos, por ejemplo en el caso de la degradación oxidativa de los raíles, los circuitos de vía impulsivos se deben utilizar, que garantizan una menor atenuación de la señal.
- 50
- 55

Las condiciones operativas de la vía también pueden depender del clima. Toda las cortas variaciones climáticas

5 podrían no tenerse en cuenta como eventos transitorios, hay zonas climáticas en las que los efectos del clima, tal como la lluvia, la nieve y el hielo son de carácter estacional y permanecen durante un período de tiempo relativamente largo, al tiempo que sigue siendo de corta duración cuando se considera el tiempo y los costes necesarios para cambiar las tecnologías de detección de trenes que no sean las adecuadas en el uso y particularmente adecuada para esas condiciones meteorológicas. Debe indicarse además que, al final de una temporada, sigue una nueva temporada, con condiciones climáticas cambiantes de nuevo.

Otro inconveniente de los circuitos de vía de la técnica anterior es que cada unidad operativa se conecta de forma independiente de los otros a la vía y la unidad central de gestión de tráfico ferroviario, es decir, los ordenadores interconectados. Esto requiere costes considerables en términos de materiales e instalación.

10 La rigidez estructural de los modos de las unidades operativas asociadas a los circuitos de vía es un obstáculo, especialmente en la adaptación y el mantenimiento de las líneas existentes, pero también a la hora de hacer nuevas líneas con dispositivos o sistemas de diferentes fabricantes que se combinan juntos, en el que la selección de tecnologías de operación y construcción dependen de la tradición.

15 También se conocen tipos de circuitos de vía en los cuales las uniones para la conexión del transmisor y el receptor de las unidades operativas son de tipo no direccional y la señal que se inyecta en los circuitos de vía se propaga en ambas direcciones.

Una vez más aquí las unidades operativas están construidas con una estructura y una arquitectura dedicada a sus tareas previstas y, concretamente, a los modos de interfaz de la vía.

En cuanto a los circuitos de vía, existen una serie de variantes de los mismos, en su mayoría incluyendo:

- 20 Frecuencia de audio sin uniones,
- Frecuencia baja de unión mecánica;
- Unión mecánica impulsiva.

25 Una desventaja adicional sobre todos los circuitos de vía es que las secciones de la vía controladas no pueden ser más largas de unos 2 km. Incluso en esta longitud, las secciones de vía exigen la provisión de condensadores dispuestos a lo largo del segmento de vía con el fin de compensar la pérdida de energía de la señal.

30 Además, cualquier fallo o mal funcionamiento de una unidad operativa o un circuito de vía requiere restablecer el circuito de vía y/o la unidad operativa correspondiente, ya que el mal funcionamiento o avería activa una señal restrictiva para el circuito de la vía correspondiente, es decir, una condición de presencia de un tren, cuya señal se transmite a la unidad de gestión del tráfico. Así, si no hay ninguna unidad de operación de reemplazo disponible, entonces el circuito de la vía correspondiente permanecerá inactivo, con lo cual se verá obligado a una condición permisiva o siempre indicará una condición de mal funcionamiento.

35 En cuanto a las otras unidades, como los contadores de ejes y la vía para las secciones de comunicación de trenes, tienen substancialmente los mismos problemas que los circuitos de vía. Además, si se requieren varios sistemas de detección de trenes diferentes a estar presentes simultáneamente en la misma línea de ferrocarril, es decir, en la misma vía, por ejemplo, particularmente por lo menos un circuito de vía, por lo menos un contador de ejes y/o al menos un sistema para el intercambio de mensajes desde y al tren, se requiere una unidad operativa completa en la técnica anterior para cada uno de estos sistemas, ya que se requieren muchas unidades operativas, ya que son segmentos de vía o bloques.

40 Por lo tanto, teniendo en cuenta, por ejemplo, los sistemas antes mencionados, los requisitos de hardware serán tres veces mayores, y esto va a generar problemas tanto en términos de tiempos de implementación y costes y en términos de requisitos de espacio para la instalación de las unidades operativas.

45 Por lo tanto, el objeto de la invención es mejorar un sistema de detección de trenes en vista de superar los inconvenientes citados, sin la necesidad de un aumento de los costes, mientras también se simplifica y mejora la eficiencia de la arquitectura del sistema general, hacia una configuración más flexible de los procedimientos de detección que se utilizan.

La invención logra los propósitos arriba mencionados, proporcionando un sistema de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, que también comprende la combinación de características de la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

50 De acuerdo con 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 determinadas. Por otro lado, se proporcionan unidades de procesamiento y control central que también llevan a cabo las tareas de las unidades operativas de la técnica anterior, es decir, definir la estructura de las señales a transmitir, el resultado de la detección mediante el procesamiento de las señales recibidas, tales como la presencia/ausencia del tren en un bloque de vía dado y/o el número de ejes o incluso definir el contenido de los mensajes que se transmiten al tren.

5 Aunque las unidades de interfaz de bloques, que interactúan con los segmentos de vía individuales, sustancialmente incluyen unidades de transmisor y receptor controlables y están basadas en hardware, las unidades de procesamiento y de control están formadas mediante una combinación de hardware y software, incluyendo un ordenador con al menos un programa almacenado en su memoria, que será ejecutado por el ordenador, formando así una unidad operativa de hardware/software adaptada para realizar las tareas de las unidades de procesamiento y de control, necesarias para la determinación de la estructura de las señales a transmitir y el contenido de cualquier mensaje a transmitir, controlando las unidades de interfaz de los bloques para transmitir y recibir y decodificar o extraer información de las señales recibidas.

10 Por lo tanto, en relación con los diferentes procedimientos de detección de trenes, las tareas operativas involucradas en estos procedimientos se introducen en las unidades de procesamiento y control por parte del software, que cambia según el procedimiento utilizado, mientras que la parte de hardware para el procesamiento y la ejecución del software es sustancialmente la misma y las unidades de interfaz de la vía son sustancialmente las mismas y se dedican al paso de la inyección de la señal y la extracción de y en la vía.

15 La comunicación entre las cabezas de la interfaz, es decir, las unidades de interfaz de la vía y las unidades de procesamiento y control ventajosamente se basan en una red de comunicación, con las cabezas de interfaz y las unidades de procesamiento y control que se están conectadas a la misma, siendo identificada cada una de las mismas mediante un código identificador único.

20 Por lo tanto, gracias a la invención, una configuración de hardware de una unidad de procesamiento y control y algunas unidades de interfaz de hardware específicas permitirán la construcción de varios dispositivos de detección de trenes, tal como un circuito de vía, un contador de ejes y/o una vía para una unidad de comunicación de trenes, proporcionando simplemente diferentes programas de software para ser ejecutados mediante la unidad de procesamiento y control, cada uno de los programas de software haciendo que la unidad de procesamiento y control realice las tareas típicas de uno de los varios dispositivos de detección de trenes.

25 En particular, teniendo en cuenta los dispositivos de detección de trenes anteriores, una configuración de hardware también puede proporcionarse a las unidades de interfaz de segmento de vía, particularmente en la forma de unidades de transmisión y/o recepción de la señal.

Sin embargo, en relación con las diferentes variantes de circuitos de vía, por ejemplo, otra vez aquí la unidad de procesamiento y control puede llevar a cabo las tareas de dichas diferentes variantes de circuitos de vía mediante la ejecución de un programa de software correspondiente.

30 La flexibilidad del presente sistema, debido a la implementación de las tareas de los dispositivos de detección de trenes a nivel de software, consistiendo el dispositivo en la combinación de hardware y software ejecutable, y también teniendo en cuenta la combinación con las unidades de interfaz de la vía, cuyas tareas se limitan a la comunicación con la vía y cuya configuración se reduce a un número mínimo de piezas, ofrece otras ventajas.

35 Se puede proporcionar una construcción del dispositivo de detección de trenes tradicional, por ejemplo, en el que cada segmento de vía comprende al menos una unidad de interfaz y al menos una unidad de procesamiento y control para cada unidad de interfaz con un segmento de vía asociado con la misma.

De lo contrario, una unidad de procesamiento y control puede estar dispuesta a cooperar con las unidades de interfaz múltiple, cada una asociada con uno o más bloques, es decir, segmentos de vía.

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

45 En un ejemplo práctico, por ejemplo, un segmento de vía tiene un circuito de vía asociado con el mismo con operación de la señal del pulso y, en la variante en la que cada unidad de interfaz tiene su propia unidad de procesamiento y control dedicada, un programa de procesamiento y control para llevar a cabo las tareas de una unidad operativa de un circuito de vía con la operación de señales por pulsos se almacena en esta unidad de procesamiento y control. Sin embargo, el circuito de vía para otro segmento de vía, por ejemplo, un segmento de vía adyacente, puede ser por ejemplo un tipo de operación de frecuencia de audio de baja frecuencia o sin uniones, con lo cual un programa de procesamiento y control correspondiente se almacena en la unidad de procesamiento y control, con lo que dicha unidad de procesamiento y control realiza las tareas de un circuito de vía de tipo de frecuencia de audio de baja frecuencia o sin uniones.

50 Del mismo modo, 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 procesamiento y control y un programa de software correspondiente ejecutado por dicha unidad, un dispositivo de conteo de ejes o un dispositivo de comunicación de 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 diferentes o circuitos de vía, se proporciona una unidad de interfaz común. Para la inyección de las señales en un segmento de vía y la recepción de las señales existentes en

el segmento de vía, independientemente de la información que se transmite o se extrae de las señales, unidades de interfaz idénticas pueden ser utilizadas, transmitiéndose las diferentes tareas asociadas con el tipo de señal, tal como una codificación o modulación particular de la señal transmitida a la vía o un procesamiento particular de la señal recibida para la extracción de la información solicitada que se implementa en el programa de software de procesamiento y control ejecutado por la unidad de procesamiento y control.

El ejemplo de configuración práctica descrito anteriormente, en el que cada unidad de interfaz asociada con un segmento de vía tiene una unidad de procesamiento y control dedicada y asociada con la misma se aplica también a la variante en la que una unidad de procesamiento y control está asociada con o sirve a varias unidades de interfaz, cada una asociado a uno de los múltiples segmentos de vía.

La posibilidad mencionada anteriormente de conmutar entre varios tipos de circuitos de vía variantes simplemente proporcionando un programa de software de procesamiento y control diferente que será ejecutado mediante la unidad de procesamiento y control, lo que hace 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 segmentos de vía y, posiblemente, a las diversas condiciones de funcionamiento de los circuitos de vía, es decir, a las condiciones climáticas.

Por el simple uso de un programa de procesamiento y control diferente, que implementa las tareas de un tipo de circuitos de vía diferente o un tipo de dispositivo de detección diferente, un tipo de circuito de vía y/o un tipo de dispositivo de detección se puede configurar para cada segmento de vía y cada condición climática que mejor se adapte a las condiciones específicas de los segmentos de vía y/o a las condiciones meteorológicas.

Así, por ejemplo, los circuitos de vía con codificación de señales por pulsos deben ser utilizados en caso de vías muy oxidadas, mientras que otros tipos de circuitos de vía que utilizan diferentes técnicas de codificación de señales y frecuencias de señal diferentes pueden ser más ventajosos en caso de fuertes lluvias.

Las ventajas sobre todo se derivan de la implementación de los diferentes tipos de circuitos de vía o dispositivo de detección de trenes que esencialmente consiste en el almacenamiento y la ejecución de un programa de software de procesamiento y control diferente, con el cual el sistema puede adaptarse de manera realista y simple a las condiciones climáticas, es decir, para cambios de corta duración de las condiciones operativas.

En particular, si una unidad de procesamiento y control está asociada a múltiples unidades de interfaz de múltiples segmentos de vía, a continuación, se puede corregir las condiciones de mal funcionamiento comprobadas de los circuitos de vía determinados. Con el control común de los múltiples circuitos de vía, un fallo en el funcionamiento de un circuito de vía dañado se puede ocultar y corregir en la unidad de procesamiento y control. Los riesgos están asociados obviamente con la disposición anterior, por lo cual un sistema de diagnóstico en paralelo tiene que proporcionarse para asegurarse particularmente de que una falsa detección de trenes en un segmento de vía está realmente causada por el mal funcionamiento del circuito de vía correspondiente.

En este caso, una acción de reparación puede consistir en la fusión del circuito de vía dañado con el circuito de vía adyacente, y usando la indicación de presencia o ausencia del tren obtenida del circuito de vía que funciona correctamente como una indicación para el segmento de vía asociado con el circuito de vía dañado.

La indicación errónea del circuito de vía que no funciona correctamente se oculta así de forma segura, sin causar interrupciones de tráfico, ya sea antes o durante la reparación del circuito de vía dañado o que no funciona correctamente.

La invención se refiere a características y mejoras adicionales que son objeto de las reivindicaciones dependientes.

Las características de la invención y las ventajas derivadas de la misma se verán más claramente en la siguiente descripción de una realización no limitativa, que se ilustra 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 trenes 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 procesamiento y control para cada unidad de interfaz o cabeza, y la mitad derecha incluye una unidad de procesamiento y control que sirve a múltiples unidades de interfaz o cabezas.

La figura 4 muestra un diagrama de bloques más detallado de la estructura de la unidad de procesamiento y control, de acuerdo con la variante en la que dicha unidad de procesamiento y control sirve a múltiples cabezas de interfaz.

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

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

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

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

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

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

5 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.

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

10 Con referencia a la figura 1, un sistema de detección de trenes, es decir, para la detección de ocupación en una línea ferroviaria, o similares, y para la comunicación digital con los trenes que circulan a lo largo de dicha línea ferroviaria comprende por lo menos una vía que forma la vía ferroviaria y se divide en una pluralidad de segmentos sucesivos galvánicamente aislados que tienen una longitud predeterminada, conocidos como bloques, cuyos segmentos de vía 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 trenes en el segmento de vía correspondiente, y para comunicarse con un tren. Por otra parte, las señales enviadas a cada segmento de vía pueden ser utilizadas para detectar cualquier fallo o daño en la vía.

20 El sistema incluye una unidad de gestión y control central, designada con el número 1 y se indica como TDM. Esta unidad de gestión genera señales de control para ejecutar los procedimientos para la detección de un tren T y/o procedimientos para la comunicación con un tren en dicha vía y/o para la ejecución de los procedimientos de diagnóstico y los transmite a las subunidades control y monitorización 2, 2', 2" asociadas con cada bloque o segmento 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 del tren T en el bloque asociado, los procedimientos de comunicación y/o los procedimientos de diagnóstico y transmitir las señales de control, es decir, la información detectada sobre la presencia o ausencia del tren T en el bloque correspondiente y/o sobre la correcta comunicación que se establece con el tren y/o las señales de diagnóstico relacionadas con el circuito de vía a la unidad central de control y monitorización. Cada subunidad de control y monitorización 2 está asociada con cada bloque correspondiente para formar un dispositivo de detección de trenes en forma de un llamado circuito de vía Cdb1 Cdb2 y Cdb3, y está conectado a los extremos terminales de los mismos mediante un transmisor 3 y un receptor 4. Cada subunidad 2 y su bloque correspondiente, es decir, el segmento de vía asociado con la misma se identifica de manera única mediante un código de identificación predeterminado.

30 Es decir, las subunidades 2, 2', 2" llamadas TDH son del tipo diseñado para operar en circuitos de vía de doble raíl aislados. En este tipo de vías, los dos raíles son mecánicamente interrumpidos, y la potencia de tracción es devuelta mediante conexiones inductivas.

35 Las subunidades de control y monitorización 2 están diseñadas para su uso en circuitos de vía de dos direcciones y, a tal fin, una característica inversa de transmisión de la señal está prevista para propagar las señales de detección de trenes y las señales codificadas de comunicación en la dirección opuesta a la dirección de circulación del tren.

40 Un tren se detecta mediante la inyección de una señal fija de corriente en cada circuito de vía, es decir, una señal que tiene un nivel de corriente fijo una vez que se decodifica. La señal transmitida por el transmisor al circuito de vía hacia el receptor en una dirección opuesta a la dirección de avance del tren se recibe si no se detecta ningún tren. Cuando un tren está presente, los raíles son cortocircuitados por el propio tren, y el receptor no se alcanzado por ninguna señal.

La subunidad control y monitorización 2 puede gestionar (transmitir/recibir/confirmar) las siguientes señales:

45       códigos;  
señal de "frecuencia fija", que se utiliza para obtener la función de ocupación/desocupación, cuando no se proporciona el código (ninguna trayectoria o ruta).

50 El circuito de vía se codifica mediante la interrupción de una frecuencia portadora de un determinado número de veces por minuto (modulación de la amplitud). Esta aplicación utiliza cuatro tipos de código. Estos tipos se obtienen mediante el uso de un portador de 50 HZ interrumpido por 75, 120, 180 ó 270 veces por minuto (el código correspondiente se indica por el número de interrupciones por minuto).

Una codificación de nueve códigos puede también ser utilizada. En este caso, la señal codificada PWM mencionada anteriormente puede ser añadida o superpuesta a una señal adicional derivada de una modulación PWM idéntica de un portador que tiene una frecuencia diferente, es decir, un portador de 100 a 200 Hz, en particular, de 178 Hz.

55 Las características de la señal de detección de trenes de corriente fija (CF) deben asegurar el mantenimiento de condiciones de seguridad, incluso cuando se producen pérdidas de aislamiento en las uniones entre circuitos de vía adyacentes. Una arquitectura de circuitos de vía de acuerdo con una realización que se describe más detalladamente a continuación incluye un transmisor para cada circuito de vía, conecta a través de la unidad operativa 2, 2', 2" a la unidad de gestión central de tráfico ferroviario 1. Una modulación se introduce en la señal CF,

que es diferente entre los circuitos de vía adyacentes y se adapta para garantizar condiciones de seguridad, incluso cuando la energía se transfiere desde un circuito de vía al siguiente.

Una solución posible que también se utiliza en la técnica anterior ofrece diferentes señales CF (4 conjuntos) para ser asignadas adecuadamente a circuitos de vía con el fin de asegurarse de que no es la misma señal en los circuitos de vía adyacentes. En todos los conjuntos, la señal se compone de un portador de 50 Hz transmitido de manera alterna en fase y en oposición de fase respecto a una hipotética referencia de 50 Hz. Los conjuntos se diferencian por los intervalos de tiempo entre dos etapas sucesivos de fase. Las secciones opuestas están conectadas a través de una separación de la señal de 90 ms, lo que corresponde a 4,5 períodos de la señal de 50 Hz. Mediante esta disposición, una señal de amplitud constante se proporciona siempre en la salida de un filtro de banda de paso sintonizado de 50Hz, lo que garantiza la detección de ocupación en cualquier momento.

Lo anterior constituye una de las señales posibles de codificación de las disposiciones para las señales transmitidas a la vía para la detección de trenes usando el sistema de detección de trenes de la presente invención, que se ilustra en la figura 2. Deberá tenerse en cuenta que esta arquitectura también se utiliza con diferentes tipos de dispositivos de detección de trenes o con diferentes variantes de circuitos de vía. Estas variantes se diferencian por las técnicas que utilizan para la codificación de la señal transmitida y para la demodulación de la señal recibida para recuperar la información de detección de trenes, así como por las técnicas para la conexión de la unidad operativa 2, 2', 2" con el segmento de vía que también puede utilizar una unión no direccional, que no imparte una única dirección de propagación de la señal transmitida a través de un segmento de vía entre un emisor y un receptor de la unidad operativa.

Por lo 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 trenes previstos en el sentido más general, tal como se utilizan aquí y se ha definido anteriormente, tienen la misma arquitectura, particularmente en lo que respecta a la unidad operativa 2, 2', 2" y sufren los mismos inconvenientes que se describen en la presente introducción general.

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

De acuerdo con la presente invención, la unidad operativa 2 está compuesta por varias unidades independientes, es decir:

- una unidad de procesamiento y control designada mediante el número 10 y llamada TDM (módulo de detección de trenes);
- una unidad de interfaz de segmento de vía o cabeza designada mediante el número 30 y llamada TDH (cabeza de detección de trenes);
- y una unidad para la comunicación entre estas dos unidades 10 y 30, que se proporciona en forma de una red de comunicación digital, tal como una red de Intranet o similares, y designada mediante el número 20 y llamada TDN (red de detección de trenes).

Como se mencionó anteriormente, esta separación de las unidades operativas permite que el sistema de detección de trenes tenga una topología distribuida, en la que las unidades de procesamiento y control 10 se asignan en un área técnica e interactúan con los segmentos de vía a través de las cabezas de interfaz 30, es decir, las unidades de campo de desviación, usando un protocolo de comunicación de red digital típico a través de una red de comunicación designada con el número 20.

Esta descomposición de la arquitectura también hace que las tareas llevadas a cabo por las unidades operativas tradicionales se distribuyan entre las distintas unidades de procesamiento y control 10 sobre la red de comunicaciones 20 y las unidades o cabezas de interfaz de vía.

La unidad de procesamiento y control TDM 10 es una sección que ofrece la plataforma de procesamiento del sistema de detección de trenes. Por un lado, esta unidad recibe la información del sistema de enclavamiento, es decir, desde la unidad de gestión central de tráfico ferroviario 1 utilizando los módulos de comunicación PSCOM 110. Por otro lado, la unidad de procesamiento y control genera la información que se transmite a los segmentos de vía y/o al tren que utiliza las unidades o cabezas de interfaz 30 y la red de comunicación 20. Además, a través de la red 20, la unidad de procesamiento y control 10 recibe las señales que las unidades o cabezas de interfaz 30 detectan de los segmentos de vía y las transmiten a las mismas, y las procesa para identificar el estado de ocupación de un segmento de vía específico, es decir, la presencia de un tren en el segmento de vía específico o para identificar otros parámetros del sistema ferroviario o del tren, tal como el número de ejes o para identificar el contenido de los mensajes transmitidos por el tren a través de la vía. El resultado de este procesamiento es transmitido por la unidad de procesamiento y control 10 a la unidad de gestión de tráfico ferroviario 1 a través de un interfaz de transmisión 110. La transmisión entre las unidades de procesamiento y control 10 y la unidad de gestión central de tráfico ferroviario 1 puede ser del tipo conocido en la técnica como CAN-BUS, que es ampliamente utilizado en los sistemas de transporte.

Como mejor se explica a continuación, la unidad de procesamiento y control se compone de una combinación de

- hardware y software, siendo la parte de hardware del tipo sustancialmente general y adaptado para almacenar y ejecutar varias configuraciones diferentes y programas de implementación de tareas. Por lo tanto, estos programas incluyen las instrucciones para la parte de hardware, para la unidad de procesamiento y control para llevar a cabo las tareas específicas antes mencionadas, que dependen del tipo de dispositivo de detección de trenes que se utiliza, es decir, específicamente correspondiente a un determinado tipo de circuitos de vía o contador de ejes o sistema de comunicación de vía a tren. Mediante esta disposición, la unidad de procesamiento y control presenta una flexibilidad muy alta, y las características del sistema de detección pueden cambiarse en muy poco tiempo y con costos 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 tradicionales de la técnica anterior se dividen en las unidades operativas tal como se mencionó anteriormente.
- Aquí, al menos dos unidades de interfaz o cabezas 30 se proporcionan para cada segmento de vía diseñado para formar un circuito de vía o un circuito o dispositivo diferente para la detección del tren o de otros parámetros o condiciones operativas del tren y el segmento de vía, y una unidad de procesamiento y control dedicada 10 se proporciona para cada unidad de interfaz o cabeza 30. Todas las unidades de procesamiento y control 10 se comunican a través de la misma red de comunicación 20 con la unidad de interfaz segmento de vía o cabeza correspondiente. Esta realización variante se define como la topología de vía única y ya ofrece ventajas considerables en comparación con las arquitecturas de la técnica anterior.
- Con referencia a la parte derecha de la figura 3, la arquitectura separada el sistema de la presente invención proporciona una topología variante en la que una unidad de procesamiento y control sirve y se conecta así con múltiples segmentos de vía a través de las unidades de interfaz o cabezas correspondientes asociadas a cada segmento de vía.
- Tal como se mencionó anteriormente con referencia a la técnica anterior, cada segmento de vía, y por lo tanto, cada circuito de vía u otro dispositivo para la detección o la comunicación incluyendo el tren como el segmento de vía, se identifica por un código de identificación único, por lo cual las unidades de procesamiento y control 10 y las unidades de interfaz de segmento de vía asociadas funcionalmente con las mismas se pueden reconocer y cooperar entre sí sin interferir con otros pares de unidades de procesamiento y control 10 y unidades de interfaz 30 en el sistema.
- En cuanto a las unidades de interfaz, éstas se dedican a la gestión de la vía y se encuentran cerca del segmento de vía correspondiente, o bloque. Las unidades de interfaz o cabezas reciben señales desde la unidad de procesamiento y control central o dedicada 10 en función de la seleccionada de las variantes de la figura 3.
- Los controles contienen información sobre el tipo de señal que tiene que ser generada y transmitida en el segmento de vía.
- Además, las unidades de interfaz transmiten de las señales recibidas desde el segmento de vía a la unidad de procesamiento y control 10, independientemente de la última es una unidad central o dedicada, tal como se requiere mediante el uso de una topología de una sola vía o múltiples vías respectivamente, que se ilustra en la figura 3.
- La conexión que permite la comunicación de las unidades de interfaz 30 con la unidad de procesamiento y control 10 se basa en una red de comunicación digital y se considerará una parte importante de la arquitectura del sistema, porque esta sección de comunicación ofrece ventajas en términos de la lógica del sistema y de distribución de la potencia.
- En cuanto a los tipos de dispositivos de detección de trenes que se pueden utilizar con el sistema de detección de trenes de la presente invención, éstos incluyen:
- circuitos de vía de frecuencia de audio sin uniones;
  - circuitos de vía de baja frecuencia con uniones mecánicas
  - circuitos de vía de señales por pulsos con contadores de ejes con uniones mecánicas.
- La lista anterior se proporciona sólo para fines ilustrativos y no se considerará que limite la flexibilidad de configuración del sistema de detección de trenes de la invención.
- También se debe indicar, por ejemplo, que las uniones 130 para la conexión de las unidades de interfaz del segmento de vía pueden ser de tipo direccional, por lo cual el circuito de vía funciona como el conocido en la técnica anterior y se describe con referencia a la figura 1 en el que, dependiendo de la dirección del tren, la señal se inyecta en cada extremo del segmento de vía y se recibe en el extremo opuesto de la misma vía. Por el contrario, el tipo de circuito de vía puede incluir uniones 130 sin ninguna función direccional, que causa dos vías de propagación de la señal inyectada en cada bloque y por lo tanto, desde cada unidad de interfaz 30 en la vía. En este caso, la señal transmitida a la vía y la señal recibida desde la misma será codificada y decodificada de diferentes maneras, permitiendo identificar de forma precisa y única la relación entre un componente de la señal recibida y un segmento de vía determinado.

- La construcción detallada de las unidades de procesamiento y control 10 se muestra en el diagrama de bloques de la figura 4. Refiriéndose a la figura 4, la unidad de procesamiento y control 10 tiene una sección de procesamiento y control 210 con una configuración de dos de dos, también conocida como 2002. La sección de procesamiento y control 110 tiene dos subsecciones lógicas de procesamiento A y B, designadas mediante los números 310 y 310', las cuales están conectadas a través de un bus interno a las CPUs respectivas A y B, designadas mediante los números 410 y 410'. Las dos secciones de procesamiento 310 y 310' también se comunican entre sí a través de una línea de comunicación, designada como xport. Este puerto se utiliza para la sincronización de los procesos y el intercambio de datos vitales y es parte de la plataforma 2002. Del mismo modo, las dos CPUs A y B, designadas mediante números 410 y 410', se comunican entre sí mediante una línea de conexión en serie, designada mediante el número 510.
- La sección de procesamiento y control incluye además una subsección de fuente de alimentación 510 y una subsección de configuración 610 que almacena los parámetros de configuración de los dispositivos de detección que la unidad de procesamiento y control tiene que utilizar en combinación con las unidades de interfaz correspondientes 30.
- La sección de procesamiento y control 210 está conectada a una interfaz de comunicación PSCOM, designada mediante el número 110, por lo que dicha sección 210 se comunica con la unidad de gestión de tráfico ferroviario central 1.
- Además, la sección de procesamiento y control 210 tiene interfaces de comunicación de red A y B, designadas mediante los números 710, 710', conectadas a cada una de las lógicas de procesamiento 310 y 310'. La sección de procesamiento y control 210 se comunica a través de las interfaces de comunicación de red 710 y 710', a través de la red 20, con las unidades de interfaz individuales o cabezas de interfaz 30, cada una de las cuales a su vez está diseñada para conectarse con uno de los segmentos de vía.
- Las CPUs 410 y 410' funcionan como una interfaz CAN BUS con una plataforma de procesamiento 2002 y gestionan la información generada mediante la sección de procesamiento correspondiente 310, 310'. Estas secciones de procesamiento pueden ser consideradas como controladores de interfaz para interactuar con las secciones externas, es decir, las cabezas de interfaz 30, y para el acceso a las mismas para el control y la transmisión y recepción de la señal a través de las secciones del conector A y B 710 y 710'.
- Las CPUs 410 y 410' se comunican con otras secciones de la unidad de procesamiento y control 10 usando módulos de bus interno o el CAN BUS.
- La figura 5 muestra con mayor detalle la estructura de las secciones de procesamiento 310 y 310' que tienen construcciones idénticas.
- Cada sección de procesamiento 310, 310'.
- Una de las subsecciones relevantes es la sección de procesamiento de señales digitales llamada DSP y designada mediante 311. Esta subsección es la parte de recepción del motor de procesamiento y tiene las siguientes tareas:
- Procesamiento digital de los flujos de señal procedentes de las cabezas de interfaz 30;
  - Generación de señales de prueba para validar las cadenas de recepción de las cabezas de interfaz 30;
  - Procesamiento de señales matemáticas (medidas RMS, FFT, es decir, análisis rápido de transformada de Fourier), etc.;
- La determinación del estado de ocupación de los distintos circuitos de vía y/o información diseñada para ser detectada mediante un dispositivo de detección de trenes particular, tal como un contador de ejes o una unidad de comunicación de mensajes de vía a tren.
- La subsección DSP 311 puede ejecutar varias técnicas de procesamiento de señales, en forma de programas de software para ser ejecutados por dicha subsección DSP y que incorpora etapas de procesamiento o tratamiento de señales específicas de acuerdo con los procedimientos de procesamiento o tratamiento seleccionados o necesarios para el tipo de dispositivo de detección de trenes que se utilizará. Por lo tanto, una memoria 311 se conecta a la subsección de procesamiento de señal digital DSP 311, para el almacenamiento de software o programas de procesamiento para ser ejecutados mediante dicha subsección DSP 311.
- La otra sección, también programable, es la subsección de configuración 312 que permite la configuración de las cabezas de interfaz gestionadas mediante la sección de procesamiento y control 310.
- Esta subsección de configuración 312, así como la subsección de procesamiento de señales digitales DSP 311 se comunica a través de un bus interno con una subsección lógica de comunicación de vía a tren, para determinar la dirección y el estado de las cabezas de interfaz, que se designa mediante el número 313 y gestiona la información intercambiada con las secciones de CPU A y CPU B 410, 410' a través de un bus de comunicación 314. El bus TDM es un bus situado en la unidad de procesamiento y control 10, que gestiona la comunicación entre los módulos y las subsecciones, así como la redundancia de la arquitectura 2002, y la protección vital de los mensajes.

- 5 La gestión del intercambio de información mediante la subsección 313 incluye la gestión de la transmisión de mensajes desde las cabezas de interfaz 30 al tren, la determinación de la dirección de propagación de la señal transmitida para cada cabeza de interfaz 30, cuando se proporciona una unión direccional tal como se utiliza en la técnica anterior y se describe con referencia a la técnica anterior de la figura 1, y esta gestión incluye además el estado del segmento de vía en relación con cada cabeza de interfaz.
- Las cabezas de interfaz 30 se comunican con las secciones de procesamiento y control 310 a través de subsecciones del conector 710, 710' que a su vez están conectadas a la subsección de procesamiento y control 310 a través de un conector de interfaz 315.
- 10 Este último se conecta a la subsección 313 a través de un módulo transmisor 316 y a la subsección DSP de procesamiento digital de señal designada mediante el número 311 a través de un módulo receptor 317.
- El propósito del módulo transmisor 316, que se muestra con mayor detalle en la figura 6 es generar la señal de detección de trenes, por ejemplo, incluyendo la modulación del mensaje de bits y el control de fase, para codificar la información y los mensajes de la señal de transmisión que se transmite a la cabeza de interfaz 30, para establecer la dirección de propagación de la señal de transmisión para cada cabeza de interfaz asociada a un segmento de vía.
- 15 Cada módulo transmisor 316 comprende una subsección lógica principal 160 mediante la cual se comunica con la subsección lógica de comunicación de la vía al tren 313 para determinar la dirección y el estado de las cabezas de interfaz. Esta subsección lógica principal 160 del transmisor gestiona tres subsecciones que tienen diferentes tareas, es decir, la codificación de mensajes, la configuración de la señal de transmisión para ser inyectada en la señal de la vía, y la comprobación de la señal de transmisión que se inyecta en el segmento de vía.
- 20 La subsección de configuración incluye un generador de frecuencia 161 que, en este ejemplo, puede proporcionar dos portadores de diferentes frecuencias F1 y F2, que proporcionan los símbolos bit = 1 y bit = 0 dependiendo de la configuración que ha sido leída por el bus interno del módulo de procesamiento y control.
- El módulo 162 genera una modulación de tipo FSK (enclavamiento de cambio de frecuencia) de la señal que se transmite al segmento de vía utilizando 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.
- 25 Por otro lado, el módulo de comprobación de la señal 164 determina la amplitud y la fase de la señal transmitida a circuitos de vía y el módulo de conmutación 165 de la vía determina el ajuste de la dirección de propagación de la señal de transmisión desde el ajuste del interruptor que establece el final de la entrada de señal del circuito de vía, cuando la unión de las unidades de interfaz del segmento de vía es de tipo direccional.
- 30 La señal a la salida del módulo de modulación FSK 163 se proporciona a un módulo de codificación 166, que añade información de fase de la señal y de amplitud a la señal que se transmite al segmento de vía, y la señal así codificada en la salida del módulo de codificación 166 se suministra a una interfaz de red 167, desde donde se proporciona a la subsección de interfaz de conexión 315 para la comunicación con una cabeza de interfaz correspondiente 30 a través de la red 20.
- 35 La figura 7 muestra un ejemplo de módulo receptor 317. El módulo receptor se comunica con la subsección de procesamiento de señales digitales 311 a través de un bus interno y comprende una interfaz para la comunicación a través de dicho bus, designado con el número 171. Por otro lado, el módulo receptor 317 se comunica con las cabezas de interfaz 13 a través de la red 20 y a través de una interfaz de red 172.
- 40 Por un lado, el módulo receptor transmite señales de prueba a un codificador de datos 174. Las señales que se transmiten en el segmento de vía se empaquetan con información sobre las señales de prueba que se utilizan para certificar el funcionamiento de las cabezas de interfaz 30.
- Por otro lado, el módulo receptor recibe desde la cabeza de interfaz 30 las señales que ésta ha recibido de un segmento de vía correspondiente y las transmite, a través de la interfaz de red 172, a un decodificador de datos 173. Este decodificador de datos procesa la señal recibida desde el circuito con información acerca de las señales que se han vuelto a comprobar utilizadas para certificar el funcionamiento de las cabezas de interfaz 30 y el estado de ocupación de la vía, mientras que la subsección de demultiplexado 175 demultiplexa los datos del decodificador 173. En el ejemplo particular de la figura 6, la operación de demultiplexado proporciona datos a la interfaz de bus 171.
- 45 Una estructura de ejemplo para las unidades de interfaz o cabezas 30 se muestra en la figura 8.
- 50 La unidad de interfaz 30 incluye una interfaz de campo 301 para la comunicación con la unidad de procesamiento y control 10, que comprende los medios para realizar las tareas de transmisión y recepción de la señal hacia y desde el segmento de vía; una interfaz de vía 302 mediante la cual se comunica a través de los elementos de vía 303 con un segmento de vía o bloque. La interfaz de vía 302 comprende los elementos necesarios para la interconexión con el segmento de vía, tal como la unidad de giro, detectores de ruedas, o similares. Los elementos de vía incluyen piezas de vía o raíl, tales como uniones, condensadores y otros dispositivos, que se montan directamente en la vía o
- 55

en los raíles.

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

Una subsección 100 llamada COM tiene la finalidad de gestionar la transmisión y la recepción y la codificación y decodificación del flujo de datos de comunicación con la unidad de procesamiento y control 10.

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

- Señales de transmisión: estos son flujos de datos que representan la información utilizada para construir o generar las señales que se transmiten o se inyectan en el segmento de vía;
- Señales de prueba: estas señales son transmitidas y recibidas desde la unidad de procesamiento y control 10 para certificar el correcto funcionamiento de la sección de interfaz de campo 301;
- 10 - Señales de recepción: estas señales provienen desde el segmento de vía y son la respuesta del segmento de vía a las señales de transmisión. Estas señales son procesadas mediante la unidad de procesamiento y control 10 para obtener información sobre el estado de ocupación de un segmento de vía.

15 Las señales de transmisión se proporcionan a la interfaz del controlador de potencia 101 que adapta el nivel de señal y procesa los mensajes desde la unidad de procesamiento y control 10 para controlar la subsección de amplificación de potencia 103. Esta subsección de amplificación de potencia 103 amplifica las señales AC y de pulsos para asegurar el cumplimiento de las mismas con los requisitos de potencia para el control de las diferentes interfaces de vía. Ventajas particulares se pueden lograr mediante el uso de una subsección que puede ajustar dinámicamente la amplitud, frecuencia y fase de la señal a transmitir. Esta sección proporciona una porción de la señal de transmisión, llamada revisador de transmisión, que está diseñada para ser revisada por la subsección del receptor vital 104. Mediante esta disposición, la señal de transmisión transmitida al segmento de vía se puede comprobar de forma segura. El amplificador de potencia 103 recibe energía de una sección de potencia 106 que genera la señal de amplificación de potencia y convierte la fuente de energía que se utilizará para el amplificador de potencia.

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

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

30 La salida del amplificador de potencia 103 proporciona la señal que se transmite al segmento de vía y a un interruptor de vía 108. Este último también está conectado a una entrada del receptor vital 104, y la señal recibida adquirida desde el segmento de vía se proporciona a dicho receptor a través de la misma.

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

35 Este bloque sólo se utiliza cuando una característica de señal al tren es necesaria, y la característica asociada consiste en la conexión de las señales de transmisión y recepción con los extremos derecho e izquierdo del segmento de vía para transmitir información al tren en la dirección de propagación hacia el tren, dependiendo de la dirección del tren sobre la vía. El interruptor 108 está controlado por la unidad de procesamiento y control 10 usando la propia señal de transmisión.

El receptor vital 104 proporciona una monitorización vital de todos los parámetros necesarios para garantizar un funcionamiento seguro del sistema. Sus principales tareas son adquirir y gestionar las siguientes señales:

- 40 - Tensión de recepción del segmento de vía (señal RX\_Track);
- Señal de transmisión adaptada (señal TX\_Recheck);
- Señal de prueba utilizada para la operación segura del receptor (señal TEST\_SIGNALS);
- Clave de identificación (señal ID\_KEY);
- Fuente de alimentación (señal POWER SUPPLY RECHECK);
- 45 - Base de tiempo y tensión de referencia para conversión A/D y D/A;
- Datos de diagnóstico (señal DIAG\_DATA).

El receptor vital 104 tiene la finalidad de gestionar la conversión analógica a digital de las señales transmitidas y recibidas hacia y desde el segmento de vía.

50 La arquitectura de seguridad se basa en una plataforma MooN, donde M y N son números naturales y particularmente M = N = 2 en la configuración mínima del presente ejemplo. En la configuración 2002, cada sección, cada módulo y cada señal se reproducen una vez.

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

individuales de conversión A/D designados mediante los números 40 y 40' y particularmente separan las señales que provienen del segmento de vía TX-TRACK desde la señal de comprobación TX-CHECK que proviene del amplificador de potencia 103. Además, los sumadores inyectan la señal de prueba de amplitud proporcionando un complemento analógico 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 utiliza como frecuencia de referencia para los canales de conversión A/D. Estos canales realizan la conversión analógica/digital de las siguientes señales:

- RX-TRACK 1,2: señales recibidas desde el segmento de vía con la señal de prueba para certificar el funcionamiento seguro de la sección (señales TEST\_V1 y TEST-V2) superpuesta con las mismas.
- TX-CHECK 1,2: señales provenientes del amplificador de potencia 104 con la señal de prueba usada para certificar un funcionamiento seguro de dicho amplificador (señales TEST\_V1 y TEST-V2) superpuestas con la misma;
- DIAG\_DATA: Datos de diagnóstico adquiridos por la sección de diagnóstico y diseñados para ser transmitidos a la unidad de procesamiento y control 10. Estos parámetros adquiridos incluyen, por ejemplo: temperatura de los dispositivos de interfaz de campo 301, temperatura del segmento de vía, consumo actual, medidas de ruido dentro y fuera de banda;
- IDENTIFICATION KEY: - Información sobre la identidad de la sección (señal ID\_KEY);
- POWER SUPPLY: - Información sobre los valores de referencia de suministro de energía (señal POWER SUPPLY CHECK);
- TEST\_F1, TEST\_F2: señales que se utilizan para certificar la correcta conversión A/D.

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

La sección de conversión analógica a digital ADC 410 y el multiplexor MUX 411 son controlados mediante una unidad de controlador 412. Las siguientes señales se proporcionan en la entrada del multiplexor 411:

- TEST\_F: esta señal es generada mediante la sección 414, que recibe en su entrada la señal del reloj externo 43 y se utiliza para certificar la base de tiempo de cada conversión analógica a digital 40, 40';
- TEST\_PS: esta señal de prueba es generada mediante una sección de monitorización de la fuente de energía que recibe en su entrada la señal de la fuente de alimentación;
- TX\_CHECK: esta señal se utiliza para certificar las señales que se transmiten en el segmento de vía y se genera mediante 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 utiliza. La señal producida por el sumador 41, 42 se proporciona en la entrada del multiplexor 411 después de ser filtrada mediante un filtro anti-dentado 415;
- RX\_TRACK: Estas señales son recibidas desde el segmento de vía a través de los elementos de vía 303 y la interfaz de vía 302, con el sumador 41, 42 superponiéndose con la señal de prueba (TEST\_V1 o TEST\_V2 dependiendo del canal A/D que se utiliza) y se proporcionan en la entrada del multiplexor 411 después de ser filtrada mediante un filtro anti-dentado 416.

Una señal de referencia de tensión para el convertidor analógico a digital 410 también se proporciona en la entrada del multiplexor. Esta señal de referencia es generada por una sección 417 que forma parte del convertidor analógico-digital 410.

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

Las señales de prueba TEST\_V (es decir, TEST\_V1 y TEST\_V2 en función del canal A/D que se utiliza) son generadas mediante dos secciones DAC 418 que son controladas por la sección de procesamiento y control 10, usando la señal TEST\_V para certificar el funcionamiento seguro del proceso de conversión analógico a digital.

- La sección de conversión analógica a digital 410 convierte las señales analógicas del segmento 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 procesamiento y control 10 una vez que las señales convertidas en forma digital se han codificado con la clave de identificación en una sección situada en la salida del convertidor AD 410 y designadas con el número 419. Del mismo modo, las señales de prueba TEST\_V y TEST\_F se generan a partir de las señales TEST que vienen desde la unidad de procesamiento y control 10 en una sección 420 especialmente diseñada para las mismas.

El módulo de interfaz de seguimiento 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 pista en términos de coincidencia de impedancia y adaptación del nivel de la señal a la vía.

- El presente ejemplo ha sido descrito únicamente con referencia a las características del circuito de vía. Sin embargo, cuando se utilizan contadores de ejes y cualquier otro dispositivo de detección de trenes diferente, tales como dispositivos para la comunicación entre el tren y una unidad de desviación, la estructura será modificada de acuerdo a las particularidades de estos dispositivos que se conocen en su estructura general, por lo cual la adaptación a la arquitectura del sistema de la presente invención es bien conocida por los expertos en la materia, una vez que la

adaptación ha sido descrita para el circuito de vía, que es uno de los dispositivos de detección de trenes de la técnica anterior.

La interfaz de vía 302 recibe las señales de transmisión TX-SIGNALS, es decir, las señales que se transmiten al segmento 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 para las siguientes etapas:

Adaptación del cable 500: esta etapa permite la coincidencia de la impedancia entre las señales proporcionadas por la interfaz de campo 302 y la impedancia del cable en el que las señales se proporcionan físicamente a la vía para minimizar las pérdidas causadas por el desajuste de la impedancia.

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 procesamiento y control 10.

Colector previo 520: prevención de las características de colector previo.

Coincidencia de impedancia de unión 530;

Protección contra sobretensiones 540;

Conexión de la vía 550.

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 se proporcionan a la entrada de la interfaz de campo 302.

En cuanto a los elementos de vía, se resumen de forma esquemática en la figura 14. Los elementos de vía consisten físicamente en los componentes o dispositivos del sistema que se encuentran cerca de la vía y se utilizan para equilibrar las corrientes de retorno de tracción, para compensar la impedancia de la vía, para garantizar un funcionamiento seguro y para implementar las uniones eléctricas.

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

Obviamente, los raíles 610 que llevan las señales de los circuitos de vía y la señal de retorno de tracción del tren también deben ser considerados como un elemento del circuito de la vía y, por lo tanto, como un elemento de la vía.

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

La capacidad de compensación 630 permite la equalización de la respuesta de frecuencia de la vía y consigue segmentos de vía más largos de los circuitos de vía.

En relación con la red de comunicación 20 entre la/s unidad/es de procesamiento y control 10 y la/s unidad/es de interfaz de segmento de vía 30, se trata de una típica red de conexión digital que puede ser de varios tipos y operar de acuerdo a distintos protocolos.

Sin excluir otros tipos, protocolos y arquitecturas de las redes existentes y futuras, una topología en estrella es preferible en la actualidad para la red lógica y posiblemente también para la red de energía. Alternativamente, la red de energía también puede tener una topología de anillo.

En la topología anterior, las conexiones de distribución de energía y lógica serán proporcionadas mediante el mismo cable. Si la fibra óptica se utiliza para la conexión lógica, se utilizará un cable mixto, que comprende el cable de fibra óptica y un cable de conducción para la distribución de energía. Sin embargo, si se utilizan distintas topologías para las redes lógica y de energía, al igual que en la variante anterior, se proporcionarán dos cables separados y la red de energía tendrá un cable de alimentación colocado 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 capa ISO-OSI. El modelo de red es preferentemente, pero sin limitación, un modelo de red cliente/servidor en el que las unidades de procesamiento y control 10 actúan como servidores y las unidades de interfaz del segmento de vía actúan como clientes. La técnica de comunicación es del tipo de paso de mensajes.

La descripción anterior sólo se refiere al ejemplo de los circuitos de vía. Como se explicó anteriormente, la estructura tal como se describe aquí no cambiará en su forma general con contadores de ejes y otros dispositivos para la detección o la comunicación con un tren a través de la vía. Cambios o integraciones pueden ser necesarios, como sería obvio para los expertos en la materia.

También debe indicarse que la descripción anterior se refiere a un ejemplo específico de un circuito de vía en el que, al igual que en la figura 1 que muestra el estado de la técnica, la unión para la conexión a la vía es de tipo direccional, con las señales que se transmiten siempre a lo largo de los segmentos de vía desde un extremo de dicho segmento al extremo opuesto en una dirección opuesta a la del tren, de modo que las señales transmitidas se propagan hacia el tren que entra o transita en el segmento de vía.

La descripción y la arquitectura anterior, así como la división de las unidades operativas en unidades de interfaz y unidades de procesamiento y control, siendo ambas programables en función de la configuración del sistema y del

tipo de circuito de vía y la codificación de señales utilizada, permiten que el sistema tal como se describe anteriormente sea cambiado para obtener un tipo de conexión de la vía no direccional. En este caso, las señales transmitidas a los segmentos de vía se propagan en todas direcciones y las señales recibidas incluyen varios componentes de la señal que se derivan de las señales transmitidas a los segmentos de vía.

- 5 Con el fin de identificar la señal de recepción asociada con una señal de transmisión para un segmento de vía específico, en este caso, las señales de transmisión están codificadas. En primer lugar, dos frecuencias diferentes se utilizan para transmitir las señales proporcionadas a la vía. Las señales de transmisión con las dos frecuencias diferentes se distribuyen en los circuitos de vía, de manera que las señales con frecuencias diferentes, que corresponden a estas dos frecuencias, se transmiten a los dos segmentos de vía adyacentes.
- 10 Además, las señales de transmisión con diferentes frecuencias están codificadas, la codificación realizándose también con dos códigos diferentes, cada uno de dichos dos códigos utilizándose sólo para la codificación de señales que tienen una de estas dos frecuencias.

La codificación de la señal es ventajosamente una codificación de espectro de distribución de secuencia directa (DSSS) o de espectro de distribución de salto de frecuencia (FHSS), lo que permite la determinación de la componente de la señal de recepción asociada con un segmento de vía particular mediante la decodificación de las señales de recepción a través de la relación con la señal que se considera que está asociada con el segmento de vía relevante.

- 15 El diagrama de bloques de la figura 15 muestra el principio anterior, utilizándose los mismos números de referencia para indicar las mismas partes que en las figuras anteriores.

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

- 20 Se apreciará que esta variante de circuito de vía se obtiene, de acuerdo con la presente invención, solamente cambiando la unión de la conexión de la vía desde un diseño direccional a un diseño no direccional y mediante el almacenamiento de un programa lógico de procesamiento y control en la unidad de procesamiento y control y/o en otras unidades programables, la ejecución de cuyo programa provoca que la unidad de procesamiento y control opere de acuerdo con la variante del circuito de vía y un programa de configuración. Esto permite que el sistema pueda cambiar según lo deseado por el cliente, y como es requerido por las condiciones meteorológicas y de la vía, sólo mediante el almacenamiento de un programa de procesamiento y control diferente y sin necesidad de grandes cambios de hardware.
- 25

## REIVINDICACIONES

## 1. Sistema de detección de un tren, que comprende:

a) una línea de ferrocarril que tiene al menos una vía, cuya vía se divide en una pluralidad de segmentos de vía sucesivos, conocidos como bloques de vía,

5 b) medios (10, 100) para la generación y la transmisión de señales para la detección del tren previstos para cada uno de dichos segmentos de vía;

c) y medios (317, 104) para la recepción desde el bloque de vía de dichas señales de detección producidas mediante un cambio de las señales transmitidas;

10 d) medios (311) para el procesamiento de las señales de detección recibidas desde el bloque de vía para determinar las condiciones operativas o de trabajo del bloque de vía basados en los cambios encontrados en las señales recibidas respecto a las señales transmitidas;

e) medios (313) para la generación de señales de estado indicativas de las condiciones operativas o de trabajo del bloque de vía y para la transmisión de dichas señales de estado a una unidad de control central de la red ferroviaria (1);

15 f) los medios (110) para la recepción de señales de control para la detección del tren desde dicha unidad de control central de la red ferroviaria (1);

g) una o más cabezas de la interfaz local (30) están asociadas con cada bloque de vía para la interfaz con un bloque de vía correspondiente, que incluyen: los medios (100) para generar y transmitir señales para la detección del tren y los medios (104) para recibir desde el bloque de vía dichas señales de detección producidas mediante un cambio de las señales de detección transmitidas al bloque de vía;

20 h) dichas cabezas de interfaz local (30) también incluyen una interfaz (301) para la comunicación digital de mensajes, de acuerdo con un protocolo de comunicación predeterminado, con una unidad de procesamiento y control (10) separada;

25 i) dicha unidad de procesamiento y control (10) incluye una interfaz de comunicación de mensajes digitales (172) que opera con el mismo protocolo de comunicación que las cabezas de interfaz local (30);

j) y dicha unidad de procesamiento y control (10) incluye hardware (311, 312, 313, 318) en cuyas memorias se almacena un programa de procesamiento y control, para ser ejecutado mediante dicho hardware y por el cual dicha unidad de procesamiento y control (10) genera y transmite las señales de control a las cabezas de interfaz local (30) para activar dichas cabezas de interfaz local para generar y transmitir señales de detección predeterminadas y para la recepción de señales de detección;

30 k) y en el que la unidad de procesamiento y control (10) procesa las señales de detección recibidas desde las cabezas de la interfaz local (30) para determinar las condiciones operativas o de trabajo del bloque de vía basadas en los cambios encontrados en las señales recibidas respecto a las señales transmitidas, y genera las señales de estado indicativas de las condiciones operativas o de trabajo del bloque de vía;

35 l), mientras que dicha unidad de procesamiento y control (10) se comunica con la unidad de control central de la red ferroviaria (1) para la transmisión a la misma de dichas señales de estado;

m) en el que las cabezas de interfaz (30) y/o el bloque de vía y la unidad de procesamiento y control (10) tienen medios (104, 107, 311, 317) para una comprobación de diagnóstico de sus condiciones operativas,

**caracterizado porque**

40 n) la unidad central de procesamiento tiene medios para la integración de dos o más circuitos de vía;

o) los medios de diagnóstico y los medios para la integración de dos o más circuitos de vía son un programa de diagnóstico y un programa de integración de circuitos de vía que se almacenan y son ejecutados por la unidad de procesamiento y control (10) o una subsección de dicha unidad (311, 312, 313).

45 2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** la interfaz (301) para la comunicación entre las cabezas de la interfaz local (30) y la unidad de procesamiento y control (10) opera con un protocolo de comunicación de red, proporcionándose una red de comunicación (20).

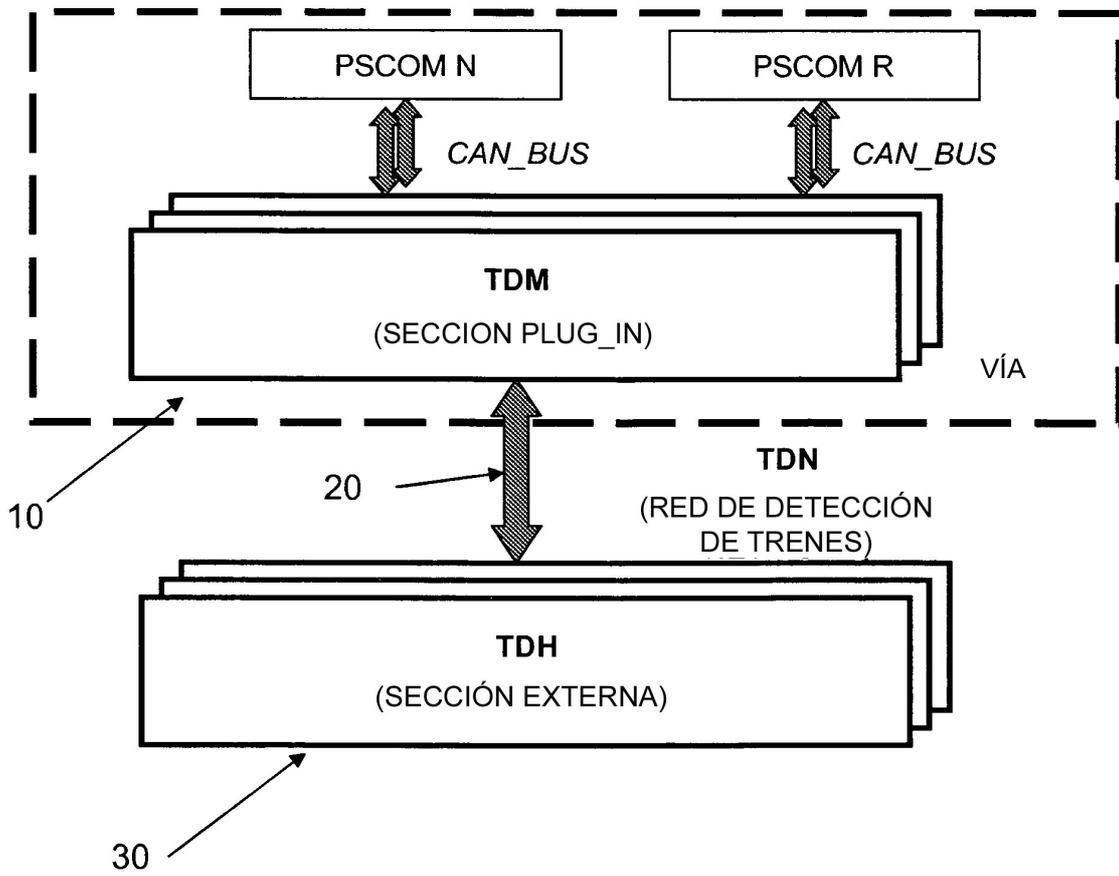
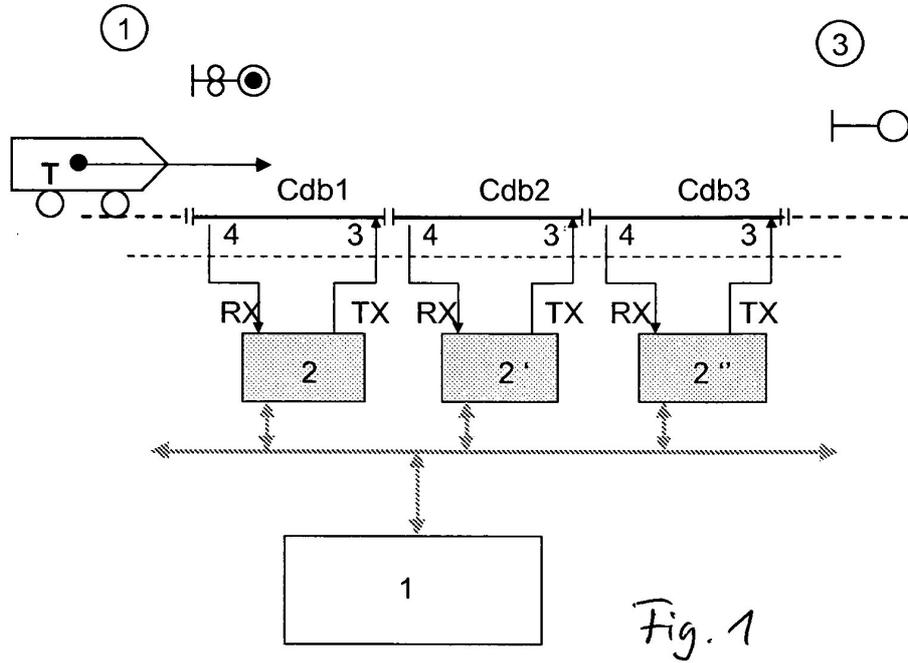
3. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** se proporcionan múltiples unidades de procesamiento y control (10) paralelo, que están dispuestas a lo largo de una línea ferroviaria, cada una controlando y procesando las señales de un subconjunto de cabezas de interfaz local (30) que están conectadas a los bloques de vía correspondientes de un subconjunto de bloques de vía, mientras que cada unidad de procesamiento y control (10) se comunica de forma independiente con la unidad de control central de la red ferroviaria (1), cada cabeza de interfaz local (30) y/o cada bloque de vía y cada unidad de procesamiento y control (10) estando identificado de manera única mediante un código de identificación que está asociado a las señales para la comunicación entre las cabezas de interfaz local (30) y la unidad de procesamiento y control correspondiente (10) y entre dichas unidades de procesamiento y control (10) y la unidad de control central de la red ferroviaria (1).

4. Sistema de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las cabezas de interfaz local (30), que interactúan con cada bloque de vía constituyen la unidad de transmisión y la unidad de recepción del circuito de vía, para generar una señal de detección de trenes y transmitir dicha señal al bloque de vía y para la recepción de dicha señal de detección de trenes desde dicho bloque de vía, mientras que la unidad de procesamiento y control (10) es la unidad que controla las unidades de transmisión y recepción y los medios para el procesamiento de las señales de detección recibidas desde el bloque de vía para determinar la presencia o ausencia de un tren en dicho bloque de vía.

5. Sistema de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** la unidad de procesamiento y control (10) tiene medios (312, 313, 316) para la generación de señales para la indicación simulada de la presencia o ausencia del tren en uno o más bloques de vía.

5 6. Sistema de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado porque** los medios (310, 310; 311, 312, 313, 318) para la integración de dos o más circuitos de vía correspondientes a dos o más bloques 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 de transmisión y recepción de los circuitos de vía defectuosos se sustituyen por al menos una unidad de transmisión y una unidad de recepción entre los circuito/s de trabajo, sirviendo dicha al menos una unidad de transmisión y dicha al menos una unidad de recepción al conjunto de dos o más circuitos de vía integrados.

10



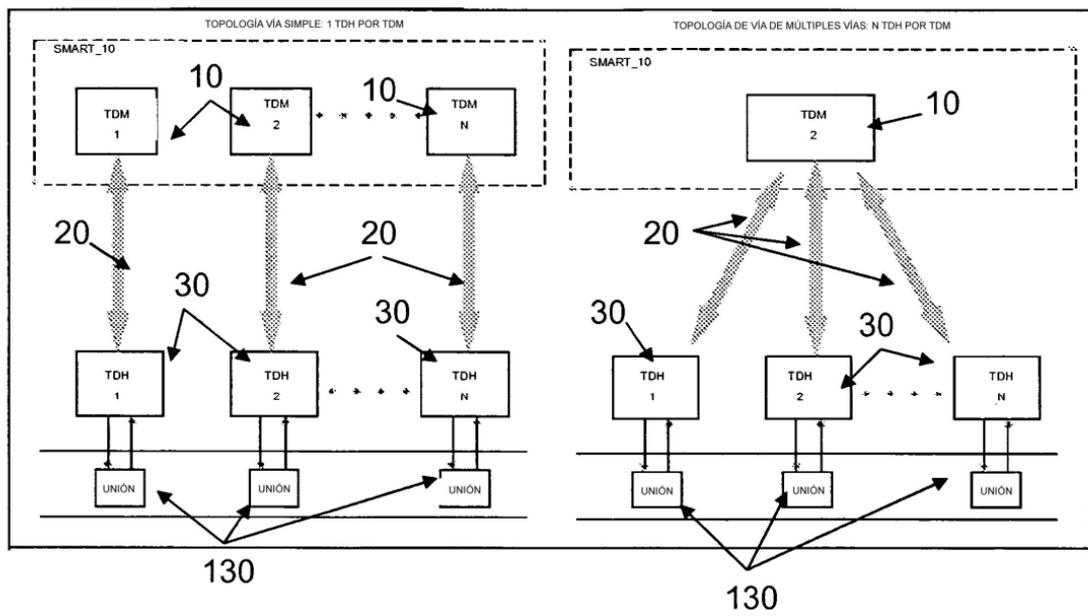


Fig. 3

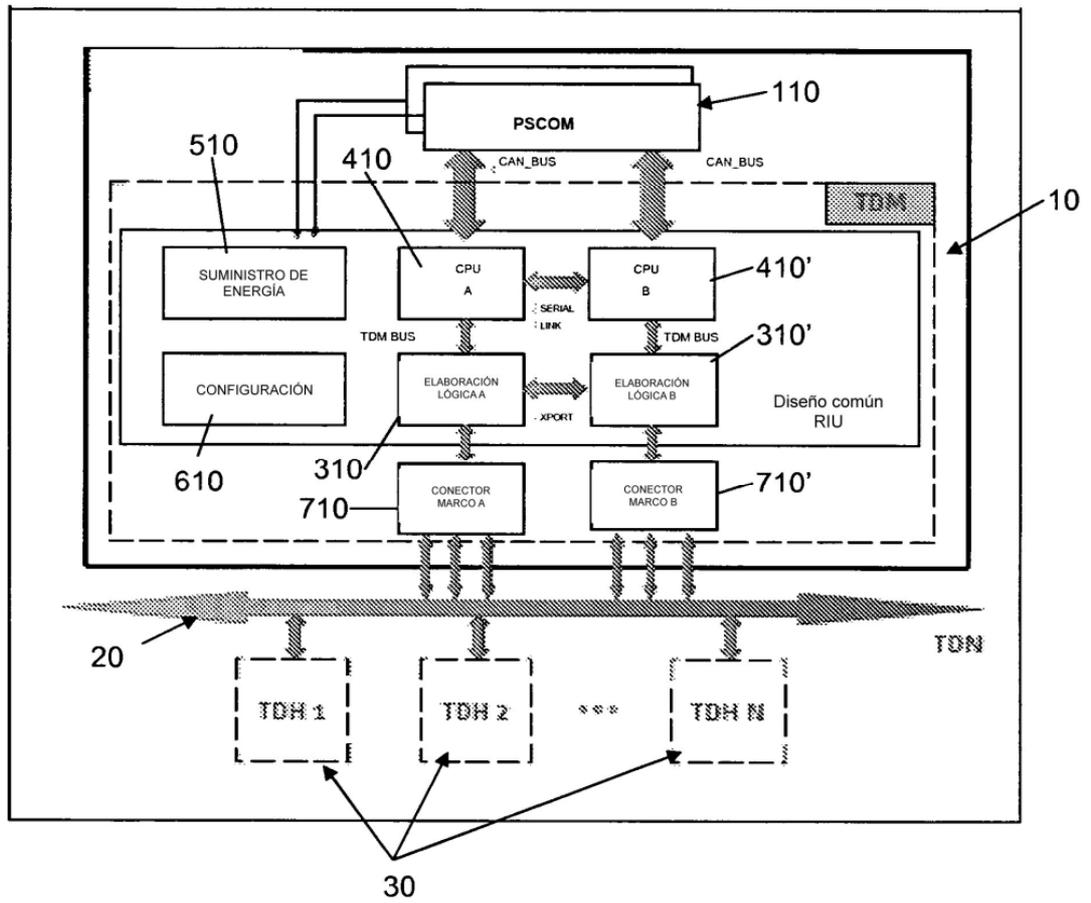


Fig. 4

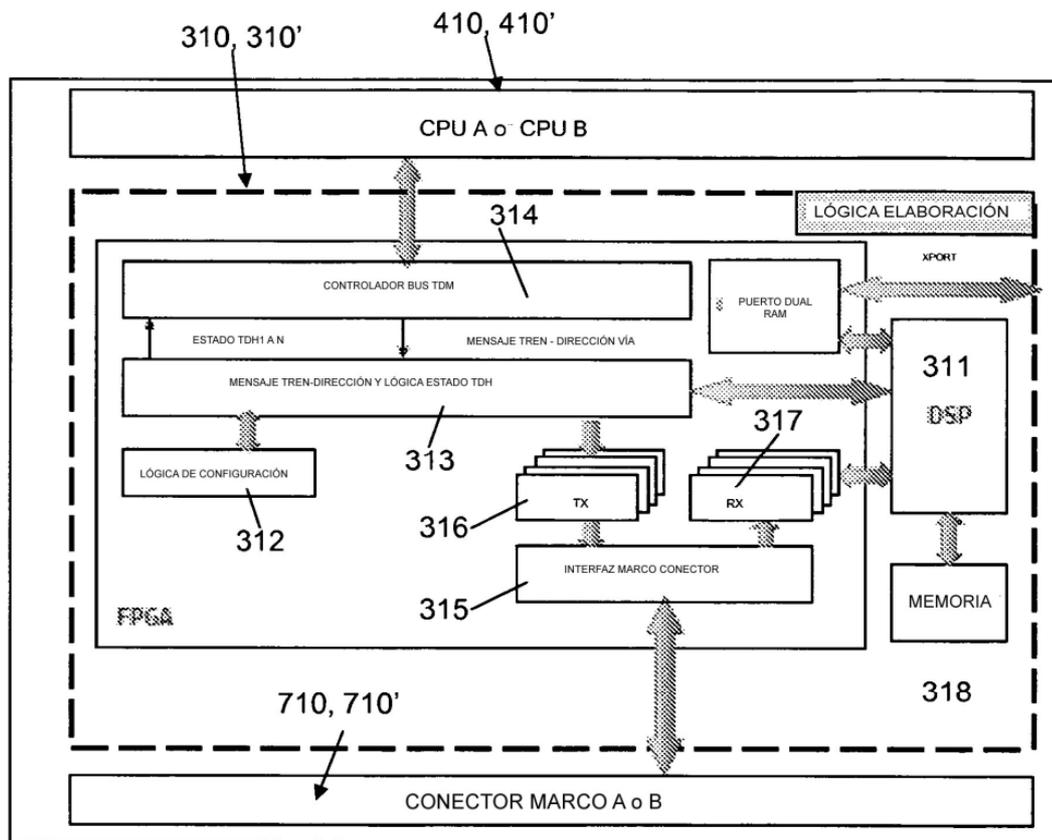


Figura 5: LÓGICA DE ELABORACIÓN módulo A y B

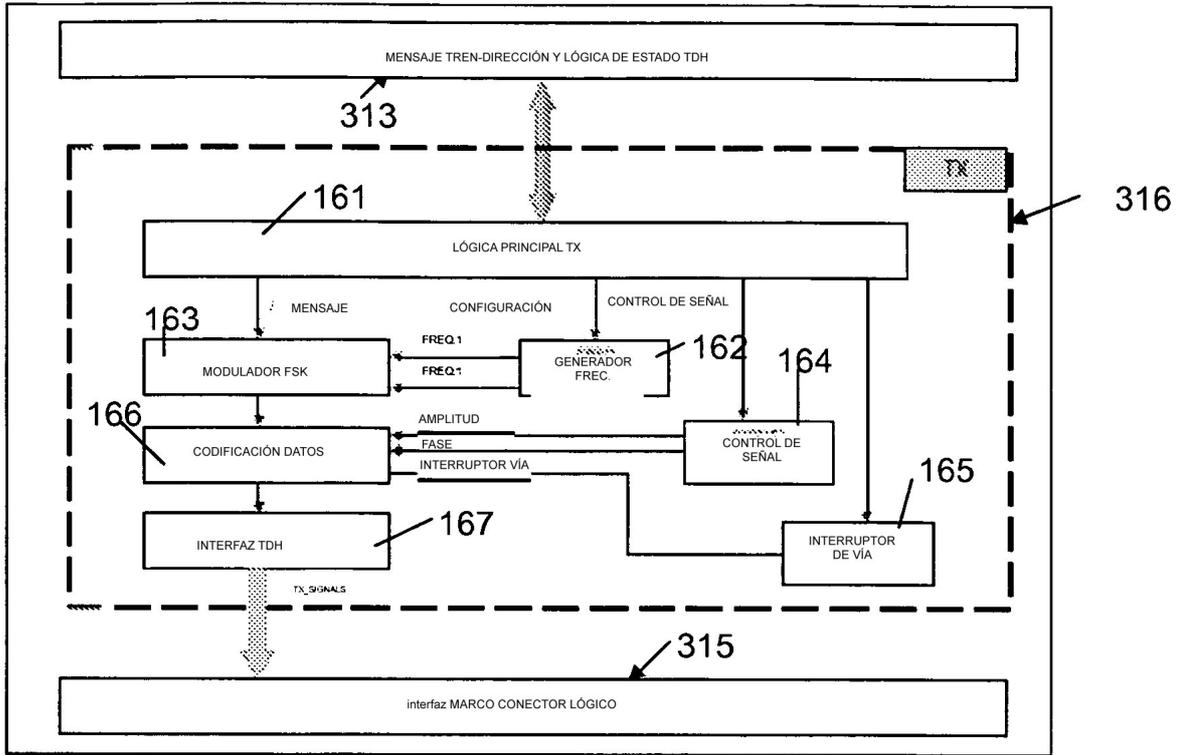


Figura 6: Módulo TX

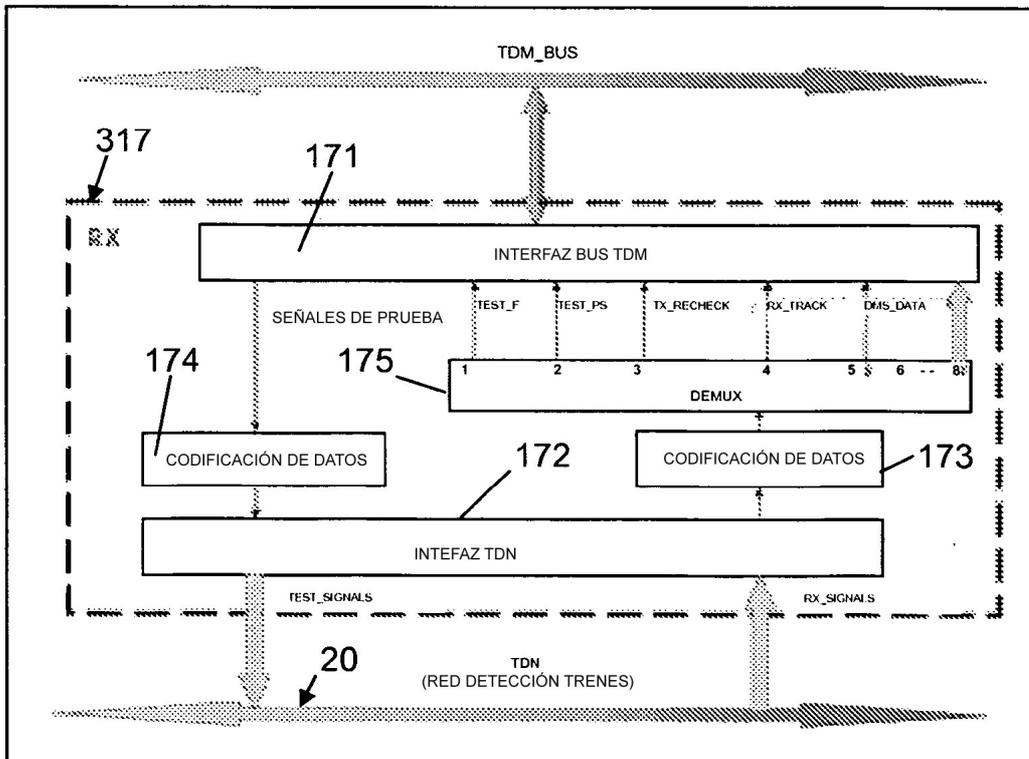


Figura 7: Módulo RX

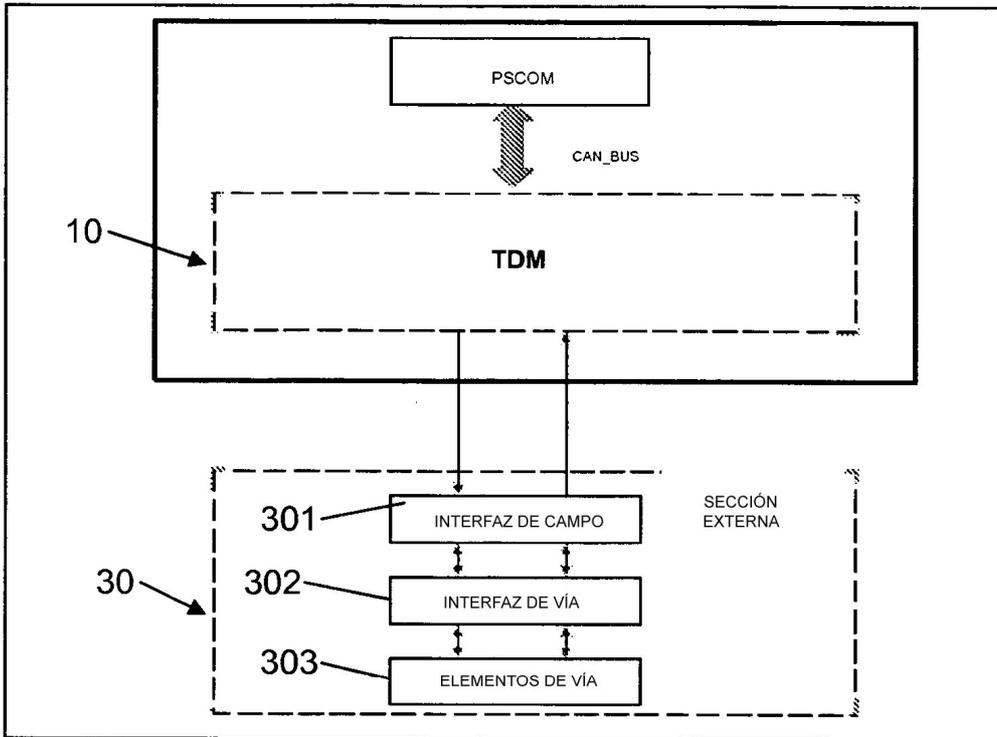


Figura 8

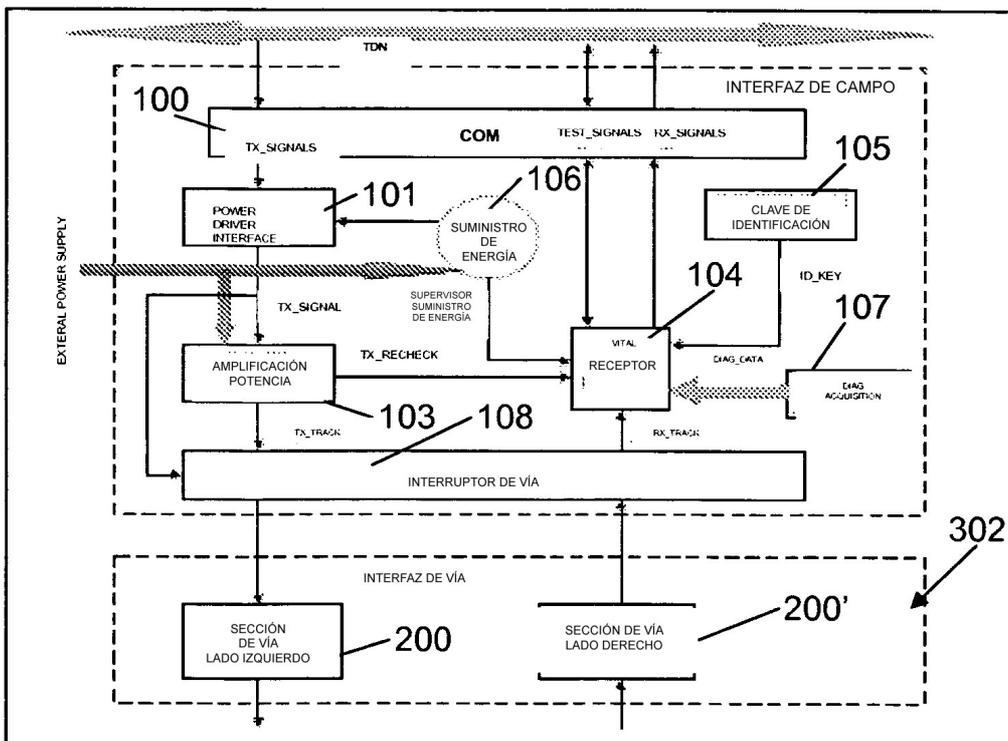


Figura 9: Diagrama de bloques de interfaz de campo

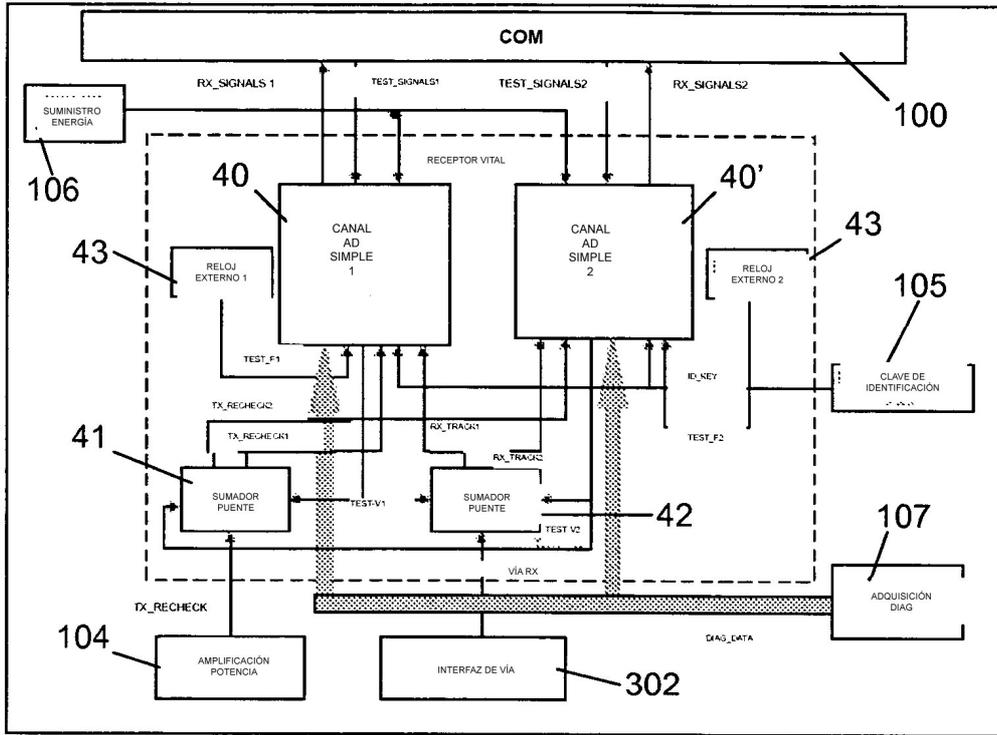


Figura 10: Diagrama de bloques del receptor vital

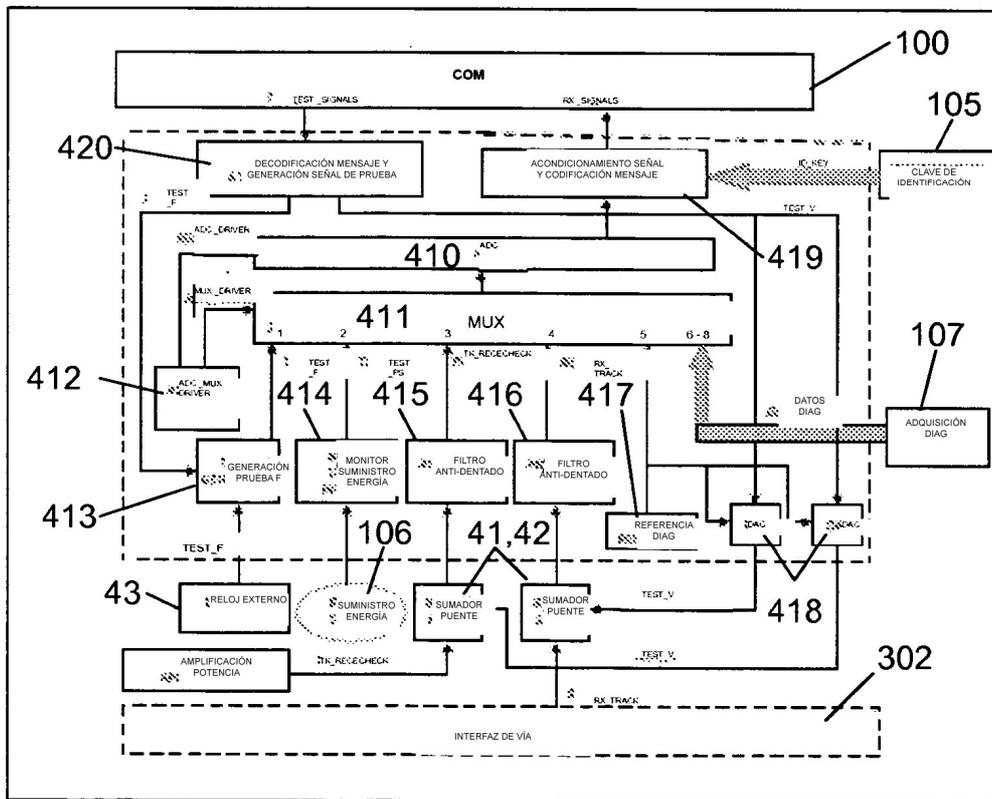


Figura 11. Canal AD simple

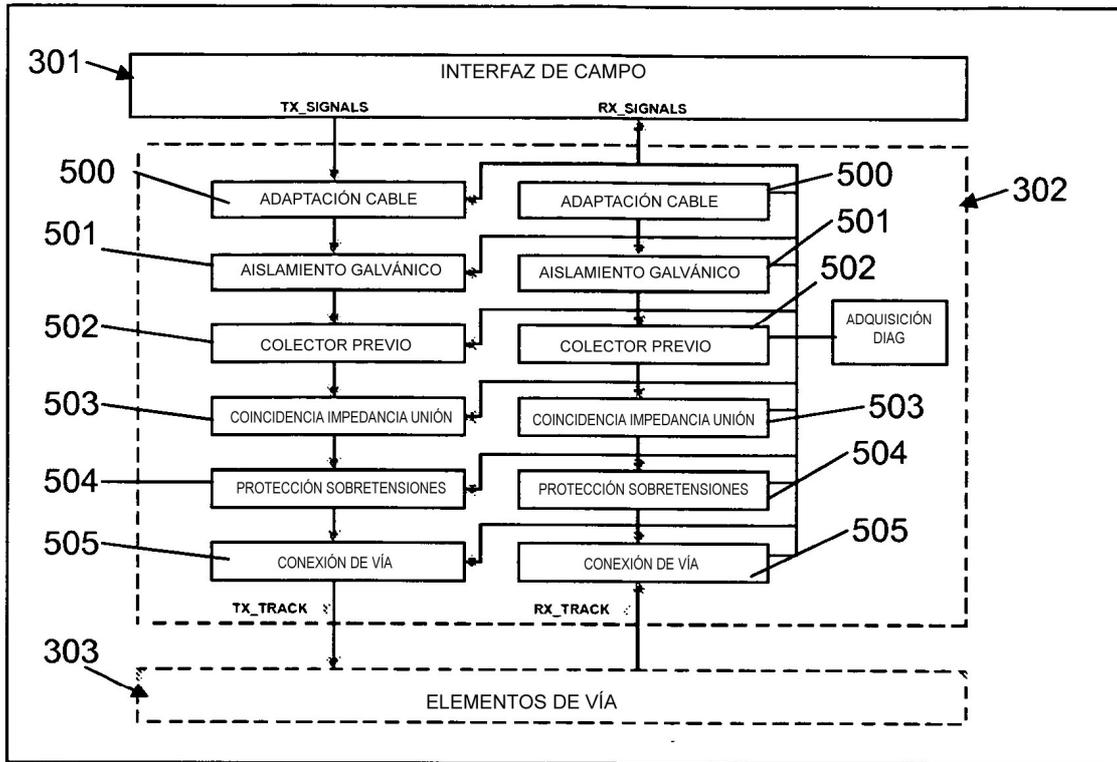


Figura 12: Interfaz de vía

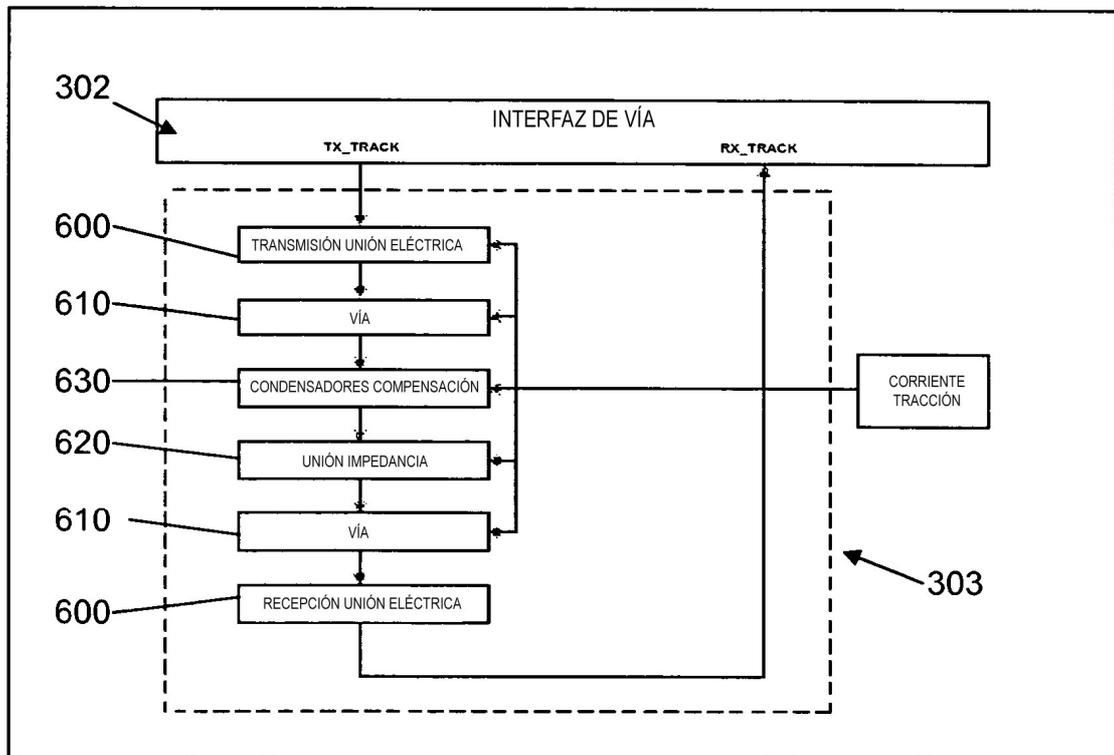


Figura 13: Elementos de vía

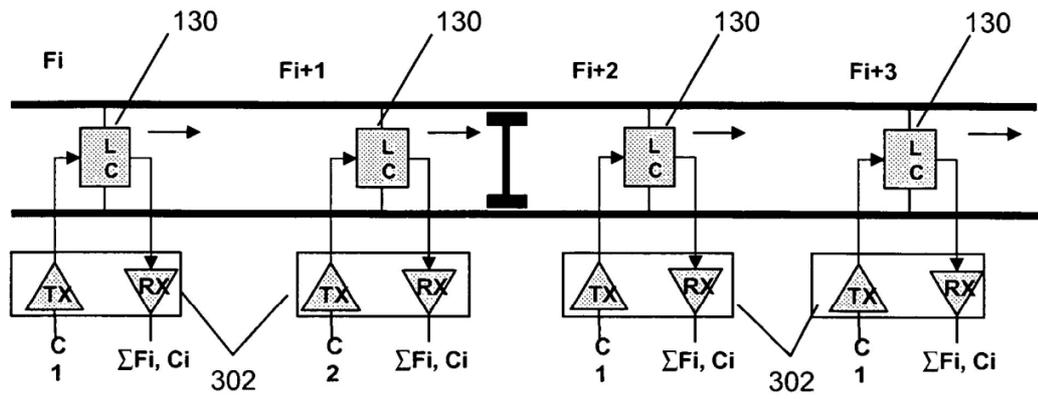


Fig. 14