

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 906 318**

51 Int. Cl.:

B61L 29/32 (2006.01)

B61L 29/28 (2006.01)

B61L 15/00 (2006.01)

B61L 25/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2012 E 19162567 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.11.2021 EP 3521134**

54 Título: **Método para controlar un sistema de advertencia de paso a nivel desde un tren**

30 Prioridad:

01.04.2011 US 201113078464

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

18.04.2022

73 Titular/es:

**SIEMENS MOBILITY, INC. (100.0%)
One Penn Plaza, 11th Floor, Suite 1100
New York, New York 10119, US**

72 Inventor/es:

NICHTER, KEVIN CHRISTOPHER

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 906 318 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para controlar un sistema de advertencia de paso a nivel desde un tren

5 Antecedentes técnicos

Los pasos/cruces a nivel del ferrocarril (a veces denominados en el Reino Unido como pasos a nivel, "level crossing") son lugares en los que las vías de tren se cruzan con las carreteras. Evitar colisiones entre personas, trenes y automóviles en los pasos a nivel siempre ha sido motivo de gran preocupación en la industria ferroviaria.

10

Los sistemas de advertencia se han desarrollado para advertir a las personas y los automóviles de un tren que se aproxima en un paso a nivel. Estos sistemas de advertencia generalmente incluyen luces, campanas y uno o más brazos de puerta/barrera (por ejemplo, los brazos familiares de madera o fibra de vidrio con rayas blancas y negras que se encuentran a menudo en los pasos a nivel de las carreteras) que bloquean la carretera y/o las aceras cuando un tren se acerca al cruce. Las luces, las campanas y los brazos de puerta ("gate arms") de estos sistemas de advertencia suelen estar controlados por un controlador. La mayoría de los controladores que se usan actualmente en los EE. UU. utilizan una entrada de un circuito predictor de pasos a nivel para determinar cuándo activar el sistema de advertencia. Un circuito predictor de cruce es un dispositivo electrónico que está conectado a los rieles de una vía férrea y está configurado para detectar la presencia de un tren que se aproxima, determinar su velocidad y distancia desde un cruce, y usar esta información para generar una señal de tiempo de advertencia constante para el control de un dispositivo de advertencia de cruce. Otras técnicas para proporcionar una entrada a un controlador incluyen sistemas basados en láser para detectar un tren y determinar su distancia y velocidad.

15

20

25

Estos sistemas conocidos comparten una característica común: son independientes de cualquier señal activa de un tren. En otras palabras, estos sistemas detectan un tren pero no dependen del tren para generar ninguna señal de control.

30

Otra característica de estos sistemas conocidos es que, aunque son muy fiables, no son perfectos y se sabe que funcionan mal en ocasiones. Dicho mal funcionamiento puede tomar la forma de un sistema de advertencia que se activa (por ejemplo, una puerta que permanece en una posición baja) cuando no se acerca ningún tren y, lo que es más peligroso, un sistema de advertencia que no se activa (por ejemplo, una puerta que permanece en la posición elevada) cuando se acerca un tren.

35

Un desarrollo más reciente en la seguridad de los trenes ha sido el uso de sistemas de control positivo de trenes, o PTC, a bordo de las locomotoras. Estos sistemas están diseñados para evitar colisiones entre trenes, hacer cumplir las restricciones de velocidad y realizar otras funciones relacionadas con la seguridad. Si bien estos sistemas varían ampliamente en su implementación, muchos de ellos comparten características comunes, como sistemas de posicionamiento y bases de datos de mapas que permiten que una locomotora determine su posición en relación con un sistema de vías y un sistema de comunicaciones que permite que la locomotora se comunique con dispositivos ubicados fuera de la vía. el tren.

40

45

50

Es conocido en la técnica utilizar dichos sistemas PTC de locomotora como un medio para garantizar que un tren no pase por un paso a nivel cuando un sistema de advertencia no funciona correctamente. La patente líder en esta área es la Patente de EE. UU. No. 6,996,461 de Kane et al. En el sistema de Kane, un tren que se aproxima a un paso a nivel transmite una señal de interrogación a un dispositivo de arcén, como un controlador de paso a nivel, antes de llegar al paso a nivel, y no pasa por el paso a nivel si una respuesta que indica que el sistema de advertencia se ha activado correctamente ha sido recibida. Tenga en cuenta que el sistema de Kane no desencadena la activación del sistema de advertencia de cruce ni lo controla de ninguna manera; más bien, el sistema de Kane solo interroga al sistema de advertencia de arcén para determinar si se activó antes de que el tren pasara por el cruce. La patente de EE.UU. No. 5.098.044 de Parker et al. también describe un equipo de protección de cruce de carretera que opera luces de advertencia o puertas de cruce que se controla desde la locomotora del tren que entra en un intercambio de mensajes a través de un enlace de radio con el controlador en el cruce. El sistema de Parker requiere que la locomotora inicie la comunicación y se basa en un tiempo de advertencia constante para activar el cruce.

55

60

65

Otro sistema, descrito en la patente estadounidense número 5.620.155 de Michalek, describe un sistema ubicado a bordo de una locomotora que puede enviar una señal a un sistema de advertencia de arcén para activar el sistema de advertencia de arcén. El sistema de Michalek, sin embargo, funciona enviando una señal de activación al sistema de alerta cuando el tren se encuentra a una distancia predeterminada del cruce. Esto es un desperdicio, ya que tal esquema hará que el sistema de advertencia se active con anticipación cuando sea necesario para un tren que se mueve lentamente (se entiende que la distancia predeterminada debe estar lo suficientemente separada del cruce para permitir que un tren viaje a la velocidad más alta permitida). Este inconveniente podría ser tolerable para los cruces rurales con dispositivos de advertencia que consisten únicamente en luces intermitentes, ya que los automóviles pueden detenerse en las vías, determinar la distancia del tren y continuar a través del cruce si el tren todavía está lejos (aunque esto sigue siendo un desperdicio ya que el coche se ve obligado a reducir la velocidad o detenerse innecesariamente). Sin embargo, dicho sistema es mucho menos tolerable para los cruces con puertas que impiden que los automóviles pasen por el cruce cuando el sistema de advertencia está activo.

La invención tal como se define en las reivindicaciones supera estas deficiencias.

Breve descripción de los dibujos

5 La Fig. 1 es un diagrama de bloques de hardware de un sistema de control de cruce basado en comunicación según una realización. La Fig. 2 es un diagrama de bloques de hardware de un sistema de control de cruce basado en comunicación según otra realización.
 La Fig. 3 es un diagrama de flujo que ilustra las acciones realizadas por un procesador que forma parte del sistema ilustrado en la Fig. 1. La Fig. 4 es un diagrama de flujo que ilustra las acciones realizadas por una unidad de interfaz de arcén que forma parte del sistema ilustrado en la Fig. 1.

Descripción detallada

15 En la siguiente descripción detallada, se exponen una pluralidad de detalles específicos, tales como periodos de tiempo y tipos de sistemas de comunicaciones, para proporcionar una comprensión completa de las realizaciones preferidas discutidas a continuación. Los detalles discutidos en relación con las realizaciones preferidas no deben entenderse como limitantes de la presente invención. Además, para facilitar la comprensión, ciertos pasos del método se describen como pasos separados; sin embargo, estos pasos no deben interpretarse como necesariamente distintos ni dependientes del orden en su ejecución.

20 En la Fig. 1 se ilustra un diagrama de bloques de hardware de un sistema 100 para controlar un sistema de advertencia de paso a nivel según una realización. El sistema 100 incluye equipo de a bordo (es decir, equipo ubicado a bordo de un tren) 101 y equipo de arcén (es decir, equipo ubicado a lo largo de un arcén de una pista de tren) 102. El elemento a bordo puede estar presente en un vehículo del tren, como una locomotora líder, o puede estar ubicado en varios vehículos. En algunas realizaciones, cada locomotora está equipada con un conjunto completo de equipo de a bordo 102, y solo un conjunto está activo en un momento dado. Aunque en la Fig. 1 solo se muestra un conjunto de equipo de a bordo 101, debe entenderse que puede haber un conjunto de equipo de a bordo 101 para cada tren en un sistema ferroviario y, de manera similar, puede haber muchos conjuntos de equipo de arcén 102 (por ejemplo, un conjunto para cada cruce) en el sistema ferroviario.

30 El equipo de a bordo 101 está controlado por un procesador 110. El procesador 110 puede ser un microprocesador, un microcontrolador, un arreglo lógico programable, fabricado a partir de lógica discreta, o puede realizarse utilizando cualquier otro dispositivo o método conocido en la técnica. Como se usa aquí, los términos "procesador, ordenador" o similares deben entenderse para referirse a un dispositivo o una pluralidad de dispositivos. Por lo tanto, una afirmación de que un procesador o un ordenador realiza un paso o una serie de pasos debe entenderse como que uno o más procesadores u ordenadores realizan el paso o la serie de pasos. El procesador 110 está programado para realizar las funciones que se describen a continuación. El procesador está conectado a un receptor GPS 114, desde el cual recibe mensajes que incluyen la ubicación del tren. En algunas realizaciones, los mensajes pueden incluir además una hora, un encabezado y una velocidad. El receptor GPS 114 puede ser, por ejemplo, un receptor de RF comercialmente disponible que utiliza un conjunto de chips SiRFstar III. Como se ilustra en la Fig. 1, el receptor GPS 114 está conectado a una antena.

45 El procesador 110 también está conectado a una base de datos de pistas 112. La base de datos de pistas 112 es utilizada por el procesador 110 para traducir informes de posición en latitud/longitud desde el receptor GPS 114 a posiciones en la pista (a menudo expresadas en términos de millas en relación con alguna posición fija en la pista, en forma de puestos pero con mayor precisión). La base de datos de pistas 140 incluye preferiblemente una memoria no volátil tal como un disco duro, una memoria flash, un CD-ROM u otro dispositivo de almacenamiento, en el que se almacenan los datos de las pistas. También se pueden utilizar otros tipos de memoria, incluida la memoria volátil. En realizaciones preferidas, los datos de pista comprenden coordenadas de latitud y longitud para una pluralidad de puntos correspondientes a diferentes ubicaciones en la pista de una manera bien conocida en la técnica. Los puntos no están necesariamente uniformemente espaciados. En algunas realizaciones, los puntos están más juntos cuando la pista es curva y menos juntos cuando la pista es recta. La ruta o trayectoria entre puntos en la base de datos se puede describir como un vector, y el procesador puede determinar la posición del tren a lo largo de la pista determinando el punto en el vector que está más cerca de la posición reportada por el receptor GPS como se describe en la publicación de patente de EE.UU. No. 2009/0043435.

55 El procesador 110 también está conectado a un transceptor de arcén 116. El transceptor de arcén 116 puede ser cualquier dispositivo capaz de comunicarse con un dispositivo de arcén. En algunas realizaciones, el transceptor de arcén 116 es un transceptor de RF, como las radios de 220 MHz actualmente disponibles de MeteorComm. El transceptor de arcén 116 está conectado a una antena como se muestra en la Fig. 1, que normalmente, pero no necesariamente, está separada de la antena utilizada por el receptor GPS 114. Como se explicará más adelante, el procesador 110 se comunica con el equipo de arcén 102 a través del transceptor de arcén 116.

65 Una interfaz de freno 118 y una interfaz de alarma 120 también están conectadas al procesador 110. La interfaz de freno puede ser de cualquier tipo conocido en la técnica y puede configurarse para enviar un mensaje digital al sistema de frenado, o puede configurarse para generar una señal analógica conectada a una válvula P2A para iniciar una operación de frenado de emergencia o penalización. De manera similar, la interfaz de alarma 120 puede configurarse para interactuar

con una alarma simple, como generar una señal analógica para activar una luz o una campana directamente o a través de un relé, o puede configurarse para emitir una señal digital (por ejemplo, una señal USB o RS-232C) para controlar/accionar una pantalla del operador. El procesador 110 usa la interfaz de alarma 120 para advertir al operador bajo ciertas condiciones que se discutirán más adelante. La interfaz de freno 118 y la interfaz de alarma 120 pueden realizarse usando lógica discreta o por cualquier otro medio dependiendo de los sistemas con los que deben interactuar.

Como se muestra en la Fig. 1, el equipo de a bordo 101 se comunica con el equipo de arcén 102. En particular, el equipo de arcén 102 utiliza un transceptor inalámbrico 154 para comunicarse con el transceptor 116 a bordo del tren. El transceptor de tren puede ser, por ejemplo, un transceptor de RF como los transceptores de radio de 220 MHz actualmente disponibles de MeteorComm. Se pueden usar otros tipos de transceptores en otras realizaciones, como se analiza a continuación en relación con la Fig. 2. El transceptor 154 se puede conectar a una unidad de interfaz de arcén 152, que a su vez se puede conectar para controlar un sistema de advertencia de arcén 150. La unidad de interfaz de arcén 152 se puede realizar usando un microprocesador, un microcontrolador, lógica discreta, arreglos lógicos programables o por cualquier otro medio conocido en la técnica. La unidad de interfaz de arcén 152 es responsable de comunicarse con los trenes y controlar el sistema de advertencia de arcén 150. El sistema de advertencia de arcén puede ser cualquier sistema de advertencia de paso a nivel convencional que incluya uno o más de señales de cruce ("cross bucks"), campanas y luces.

La Fig. 2 ilustra un diagrama de bloques de hardware de un sistema 200 para controlar un sistema de advertencia de paso a nivel según otra realización. Una diferencia importante entre el sistema 100 de la Fig. 1 y el sistema 200 de la Fig. 2 es que el sistema 200 incluye una estación central 190 a través de la cual fluyen las comunicaciones entre el equipo de a bordo 101 y el equipo de arcén 102. El término "estación central" no implica que la estación esté ubicada en un centro geográfico, aunque este puede ser el caso. Más bien, la estación central como se usa aquí simplemente significa que la estación central 190 está en la trayectoria de comunicaciones entre el equipo de a bordo 101 y el equipo de arcén 102. Puede haber una sola estación central 190 en un sistema ferroviario dado, o múltiples estaciones centrales, cada una de las cuales sirve a una parte de un sistema ferroviario.

Como se muestra en la Fig. 2, la estación central 190 incluye un primer transceptor 192, en este caso un transceptor inalámbrico, para comunicarse con el equipo de a bordo 101. La estación central 190 también incluye un segundo transceptor 194 para comunicarse con el equipo de arcén 102. El segundo transceptor 194 que se muestra en la Fig. 2 es un transceptor alámbrico, que se utiliza en realizaciones en las que existe una red alámbrica entre la estación central 190 y el equipo de arcén 102. Alternativamente, un transceptor inalámbrico (que puede ser el mismo transceptor 192 usado para comunicarse con el equipo de a bordo 101 o un transceptor diferente), o ambos transceptores, alámbricos e inalámbricos, pueden usarse en realizaciones alternativas. La estación central 190 también incluye un procesador 196 conectado a los transceptores 192, 194. El procesador 196 actúa como un enrutador en algunas realizaciones, simplemente enrutando mensajes desde el equipo de a bordo 101 al equipo de arcén al que están dirigidos y viceversa. En tales realizaciones, el procesador no necesita preocuparse por el contenido de los mensajes intercambiados entre el equipo de a bordo 101 y el equipo de arcén 102. En otras realizaciones, el procesador 196 tiene la naturaleza de un servidor de base de datos que recibe mensajes de estado del equipo de arcén 102 que se envían periódicamente y ante un cambio en el estado del equipo, mantiene una base de datos de las condiciones de todo el equipo de arcén 102 en el sistema ferroviario, y notifica el estado de un equipo de arcén 102 particular en base a la información almacenada en la base de datos en respuesta a los mensajes de consulta del equipo de a bordo 102 según sea necesario.

El procesamiento realizado por el procesador 110 en una realización de la invención se discutirá ahora con referencia al diagrama de flujo 300 de la Fig. 3. Este procesamiento es aplicable a cualquier sistema 100, 200 mostrado en las Figs. 1 o 2. El proceso comienza cuando el procesador 102 determina la velocidad y la posición del tren en el paso 302. La velocidad y la posición actuales pueden determinarse a partir de la información recibida del receptor GPS 114. El procesador 110 luego determina si algún cruce está dentro de un rango de umbral en el paso 304 comparando la posición actual del tren y, opcionalmente, la velocidad, con las ubicaciones de cruce almacenadas en la base de datos de pistas 112 en función de la ruta (por ejemplo, la dirección en la que el tren está viajando y la trayectoria que tomará el tren a través de próximos cambios) asignada al tren. El rango de umbral se elige para permitir suficiente tiempo para establecer comunicaciones con el equipo de arcén en los próximos cruces y permitir que el tren se detenga por completo si no se puede establecer una sesión de comunicaciones. El rango de umbral puede ser estático o dinámico. En algunas realizaciones, se elige un rango estático en base a una velocidad máxima permitida en un sistema ferroviario, más un factor de seguridad. En otras realizaciones, se puede elegir un umbral dinámico en función de la velocidad del tren.

Si un nuevo cruce está dentro del rango en el paso 304, el procesador 110 intenta establecer una sesión de comunicación con la unidad de interfaz de arcén 152 en el cruce transmitiendo un mensaje de "solicitud de sesión" en el paso 306. Preferiblemente, el mensaje de solicitud de sesión se dirige a la unidad de interfaz de arcén específica 152 identificada en el paso 304 (como se analizará con más detalle a continuación, puede haber múltiples unidades de interfaz de arcén dentro del rango de umbral del tren, y posiblemente incluso múltiples unidades de interfaz de arcén que son controladas por el tren en cualquier momento). Si la unidad de interfaz de arcén 152 no logra establecer una sesión de comunicaciones respondiendo al mensaje de solicitud de sesión con un mensaje de reconocimiento (ACK), o el mensaje de ACK no se recibe por alguna otra razón, en el paso 308, el procesador 110 asume que hay un mal funcionamiento y procede bajo condiciones de mal funcionamiento en el paso 310. El tren puede avanzar en condiciones de mal funcionamiento de varias maneras. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el procesador puede garantizar que el tren se detenga por completo

antes de llegar al cruce, y luego permitir que el tren avance a través del cruce a baja velocidad. Alternativamente, el procesador 110 puede permitir que el tren avance a través del cruce a baja velocidad sin detenerse por completo. Los expertos en la técnica reconocerán que también son posibles otros procedimientos, y todos están dentro del alcance de la invención.

5 Si se establece una sesión de comunicaciones en el paso 308, el cruce se agrega a una lista de cruces activos en el paso 312, preferiblemente en orden de distancia comenzando con el cruce más cercano. Una vez que el cruce se agrega a la lista activa en el paso 312, o si no hubiera nuevos cruces en rango en el paso 304, el procesador 110 calcula un tiempo de llegada estimado para el cruce en la parte superior de la lista en el paso 314. La hora de llegada estimada (es decir, la hora estimada a la que el tren llegará al cruce) se calcula basándose, al menos en parte, en la velocidad del tren y la distancia entre la posición actual del tren y la ubicación del cruce recuperada de la base de datos de pistas 112 (los expertos reconocerán que estimaciones más refinadas podrían incluir una aceleración actual del tren). El tiempo de llegada calculado en el paso 314 se compara con un umbral de tiempo de llegada en el paso 316. El umbral de tiempo de llegada se basa en dos valores: un tiempo de advertencia constante deseado (que es el período de tiempo deseado antes de la llegada del tren al cruce que activará el sistema de advertencia de arcén 150, típicamente del orden de 30-40 segundos) más un tiempo de búfer (típicamente del orden de diez segundos) que será utilizado por la unidad de interfaz de arcén para iniciar un temporizador como se explica más adelante. El tiempo de advertencia constante puede ser una constante, o puede recuperarse de la base de datos de pistas 112 en sistemas en los que el tiempo de advertencia constante deseado varía por cruce. En aún otras realizaciones, el equipo de arcén 102 puede configurarse para informar al tren del tiempo de advertencia constante deseado, como en el mensaje de ACK transmitido en respuesta al mensaje de solicitud de sesión.

Si el umbral de tiempo de llegada no se ha cumplido en el paso 316, se envía un mensaje de mantenimiento de sesión a la unidad de interfaz de arcén 152 en el paso 320. Si se alcanzó el umbral de tiempo de llegada en el paso 316, se enviará un mensaje de "activar después de la expiración" en el paso 318. El mensaje de activar después de la expiración incluye un tiempo de espera discutido anteriormente, que será utilizado por la unidad de interfaz de arcén 152 para establecer un temporizador. El tiempo de espera es la diferencia entre el tiempo de advertencia constante deseado y el tiempo de llegada calculado. Si el tiempo de llegada es exactamente igual al umbral de tiempo de llegada, el tiempo de espera en el mensaje de activar después de la expiración será igual al tiempo de búfer discutido anteriormente. Si el tiempo de llegada es inferior al umbral, el tiempo de espera será necesariamente inferior al tiempo de búfer y puede ser cero (lo que significa que el tren ya ha pasado por el punto en el que debería haberse activado el sistema de aviso 150). Debe entenderse que el proceso de la Fig. 3, y en particular los pasos 316 y 318, pueden ejecutarse varias veces a medida que el tren se acerca a un cruce particular. En algunas realizaciones, estos pasos pueden repetirse aproximadamente una vez por segundo cuando el tren se acerca al cruce. Si un tren mantiene una velocidad constante en una realización de este tipo, se puede enviar una serie de mensajes de activar después de la expiración, disminuyendo el tiempo de espera en cada mensaje sucesivo en aproximadamente un segundo. Sin embargo, si el tren está acelerando o desacelerando a medida que se acerca al cruce, el tiempo de espera en los mensajes de activar después de la expiración puede variar en más de un segundo entre mensajes sucesivos. Si el tren está desacelerando, el tiempo de espera puede aumentar para evitar activar el sistema de advertencia de cruce 150 un tiempo innecesariamente largo antes de la llegada del tren al cruce. Si el tren disminuyera mucho la velocidad o se detuviera, el resultado puede ser que el umbral de tiempo de llegada ya no se cumpla para un cruce al que se le había enviado previamente un mensaje de activar después de la expiración, que será reconocido por el cruce como una indicación de que el temporizador debe ser borrado.

Después de enviar el mensaje de mantenimiento de sesión en el paso 320 o el mensaje de activar después de la expiración en el paso 318, el procesador 110 determina si se recibe un mensaje de reconocimiento de respuesta de la unidad de interfaz de arcén 152 en el paso 322. Si no se recibe el mensaje de reconocimiento, o se recibe un reconocimiento que indica un mal funcionamiento u otro estado no satisfactorio, en el paso 322, el procesador 110 asegura que el tren avanza en condiciones de mal funcionamiento en el paso 310 como se describe anteriormente. Si se recibe un mensaje de ACK en el paso 322, la velocidad y la posición del tren se actualizan (por ejemplo, comprobando la base de datos y/o consultando el receptor GPS 114) en el paso 324. A continuación, el procesador determina si hay cruces activos adicionales en la lista en el paso 326. Si es así, se repite el paso 314 para el siguiente cruce de la lista; de lo contrario, el proceso comienza de nuevo en el paso 302.

La Fig. 4 ilustra un diagrama de flujo 400 que muestra el procesamiento realizado por la unidad de interfaz de arcén 152 según una realización de la invención. El proceso comienza con la recepción de un mensaje de un tren en el paso 402. La unidad de interfaz de arcén determina si el mensaje es un mensaje de activar después de la expiración en el paso 404. Si es así, la unidad de interfaz de arcén establece el temporizador en el valor TO contenido en el mensaje en el paso 406 (el temporizador en realidad se reinicia si el tren había enviado previamente un mensaje). La unidad de interfaz de arcén 152 mantendrá temporizadores separados para cada tren (los mensajes de mantenimiento sesión y activar después de expiración del procesador 110 del equipo de a bordo 101 incluirán un identificador de tren en cada mensaje, y la unidad de interfaz de arcén asignará un temporizador a un tren al recibir el primer mensaje del tren), y el temporizador que se configurará será el temporizador correspondiente al ID del tren en el mensaje (si el temporizador no estaba activo previamente, este paso incluye la activación del temporizador). Se pueden usar múltiples temporizadores porque es posible que múltiples trenes (por ejemplo, trenes que vienen en direcciones opuestas) se acerquen al cruce desde direcciones opuestas, y la unidad de interfaz de arcén 152 se puede configurar para activar el sistema de advertencia de cruce 150 tras la expiración de cualquier temporizador. Esto asegurará que un tren con un tiempo de aproximación

diferente no afectará adversamente la operación del sistema de advertencia 150 con respecto a un segundo tren, que puede llegar primero al cruce. Si el mensaje no era un mensaje de activar después de la expiración en el paso 404 (lo que significa que el mensaje es un mensaje de solicitud de sesión o un mensaje de mantenimiento de sesión ya que estos son solo otros tipos de mensajes definidos en esta realización), la unidad de interfaz de arcén 152 desactiva el temporizador en el paso 407. Esto se hace para manejar el caso en el que un tren reduce drásticamente la velocidad o se detiene después de haber enviado previamente un mensaje de "activar después de la expiración" como se discutió anteriormente.

Una vez que se configura el temporizador (o se restablece en el caso de que el mismo tren haya enviado previamente un mensaje de activar después de la expiración) en el paso 406, o se borra en el paso 407, el estado del equipo de arcén 102 se verifica en el paso 408 y aparece un mensaje de ACK que incluye el estado se transmite en el paso 410. Luego se repite el paso 402 cuando se recibe el siguiente mensaje. Debe entenderse que la expiración de uno de los temporizadores discutidos anteriormente resultará en la activación del sistema de advertencia 150 por parte de la unidad de interfaz de arcén 152. Por ejemplo, la unidad de interfaz de arcén puede configurarse de modo que la expiración de un temporizador genere una interrupción, y una rutina de servicio de interrupción en la unidad de interfaz de arcén 152 active una salida que active el sistema de advertencia de arcén 150. Alternativamente, esta funcionalidad puede implementarse como una función de sondeo en lugar de una función de activación por interrupción. En aún otras realizaciones, los temporizadores pueden implementarse en hardware que forma parte del sistema de advertencia 150, y la unidad de interfaz de arcén 152 puede escribir valores en los temporizadores de hardware y activar, restablecer y desactivar los temporizadores como se discutió anteriormente. De esta manera, si la unidad de interfaz de arcén 152 falla después de iniciar un temporizador, el temporizador continuará con la cuenta regresiva y activará el sistema de advertencia 150. Todavía se puede usar otra disposición en otras realizaciones.

La discusión de las Figs. 3 y 4 discuten la activación del sistema de advertencia de cruce 150. Por supuesto, el sistema de alerta 150 debe desactivarse en algún momento. En algunas realizaciones, esto se desencadenará mediante un circuito de isla. Una "isla" es un término técnico utilizado en la industria ferroviaria para referirse a un área de la pista que más o menos intersecta una carretera y, a veces, pasarelas peatonales a lo largo del camino (se denomina isla porque en muchos casos esta sección del camino se eleva en relación con otras secciones y, por lo tanto, aparece como una isla cuando las áreas más bajas del camino se sumergen durante una tormenta). Un "circuito de isla" es un circuito de ocupación de pista que está configurado para detectar la presencia de un tren en la isla. En algunas realizaciones, la unidad de interfaz de arcén puede, una vez que ha ordenado que se active el sistema de advertencia 150, monitorear el circuito de isla para determinar cuándo un tren ingresa y sale de la isla y, cuando el tren sale de la isla, desactiva el sistema de advertencia 150 (suponiendo que ningún otro temporizador haya expirado o esté a punto de expirar). En otras realizaciones, en lugar de depender de un circuito de isla, el procesador 110 a bordo de un tren puede configurarse para transmitir un mensaje cuando el final del tren ha dejado la isla. La capacidad de determinar cuándo un extremo del tren ha pasado una isla se puede lograr de varias maneras, incluso mediante el uso de las técnicas descritas, por ejemplo, en las patentes estadounidenses números 6,915,191 y/o 6,081,769.

En las realizaciones discutidas anteriormente, el mensaje "activar después de la expiración" incluye un período de tiempo rápido (denominado tiempo de espera) después del cual se debe activar el cruce. Incluir el tiempo expresamente en el mensaje brinda la posibilidad de cambiar el tiempo para tener en cuenta las aceleraciones y deceleraciones del tren, como se explicó anteriormente. Sin embargo, en otras realizaciones, el período de tiempo puede estar implícito. Por ejemplo, en un sistema ferroviario en el que el tiempo de advertencia constante es el mismo para todos los cruces (digamos, 30 segundos), el mensaje de activar después de la expiración puede no incluir expresamente ningún período de tiempo, y el equipo de arcén puede tratar el mensaje como si incluyera un período de tiempo de espera implícito (en otras palabras, el tipo de mensaje en sí mismo indica el período de tiempo de espera). En tal sistema, el mensaje "activar después de la expiración" solo necesita enviarse y confirmarse una vez. En esta realización, es posible que el tren no tenga un mecanismo para acelerar la activación del sistema de advertencia para adaptarse a cualquier aceleración del tren, por lo que los períodos constantes de advertencia y tiempo de espera deben elegirse teniendo esto en cuenta, y del mismo modo, es posible que el tren no tenga un mecanismo para retrasar un temporizador iniciado previamente en la unidad de arcén para tener en cuenta las desaceleraciones del tren. En aún otras realizaciones, dicha disposición podría realizarse proporcionando un mensaje de reinicio que se enviará desde el tren cuando sea deseable un cambio en el valor del tiempo de espera debido a la aceleración o desaceleración del tren.

La discusión anterior ilustra cómo el equipo de a bordo de una locomotora puede controlar la activación del equipo de paso a nivel en el arcén. Esta función se realiza típicamente mediante un equipo predictor de tiempo de advertencia constante en el arcén, como se discutió anteriormente. Este equipo es costoso, tanto en términos de costo de instalación inicial como de mantenimiento. Así, en algunas situaciones, el equipo discutido en las Figs. 1-4 se puede usar en lugar de este equipo predictor de tiempo de advertencia constante en el arcén, dejando solo la necesidad del equipo de arcén 102 que se muestra en la Fig. 1 o 2 y, opcionalmente, un circuito de isla (la necesidad de un circuito de isla puede eliminarse al tener la señal del tren cuando pasa la isla como se discutió anteriormente). En tales sistemas, es importante que el tren emplee un sistema de posicionamiento vital. Las técnicas para lograr la vitalidad requerida se describen en la publicación de patente de EE.UU. No. 2009/0043435.

También es importante que los enlaces de comunicaciones entre el equipo de a bordo 101 y el equipo de arcén 102 sean vitales en tales situaciones. Alternativamente, el equipo descrito en este documento puede usarse como un sistema de respaldo cuando falla el equipo predictor de tiempo de advertencia constante en el arcén convencional, o puede usarse

junto con el equipo predictor de tiempo de advertencia constante en el arcén para proporcionar una operación redundante.

5 En la discusión de la Fig. 3 anterior, se discutió una lista de cruces activos. Esta lista permite que un solo proceso que se ejecuta en el procesador 102 controle el equipo de arcén 102 en múltiples cruces. Los expertos en la técnica reconocerán que también es posible ejecutar un proceso separado para cada cruce. Independientemente de la implementación particular, la capacidad de controlar cruces múltiples brinda el importante beneficio de poder evitar el uso de lo que se conoce en la técnica como DAXing. DAX es un acrónimo que significa cruce adyacente aguas abajo, y DAXing se usa generalmente para referirse al proceso de usar un circuito predictor de tiempo de advertencia constante en un lugar para desencadenar la activación del sistema de advertencia de cruce en los cruces aguas abajo del cruce con el equipo predictor de tiempo advertencia constante en el arcén. Esto puede ser necesario cuando muchos cruces están muy cerca (por ejemplo, en ciertas áreas urbanas). Se puede encontrar información adicional sobre DAXing en la solicitud de EE. UU. en co-tramitación No. 12/911.092, titulada "Método y aparato para señalización bidireccional de cruce adyacente aguas abajo". Usando las técnicas discutidas aquí, es posible eliminar la necesidad de DAXing haciendo que un tren controle cada cruce (es decir, los cruces múltiples en la lista discutida anteriormente).

15 Una secuencia ejemplar en una situación hipotética en la que un tren se aproxima a tres cruces poco espaciados se ilustra en la Tabla 1 a continuación:

Tabla 1

Tren	Cruce A	Cruce B	Cruce C
	3000 pies (914,4 m) desde el tren al inicio	4000 pies (1219,2 m) desde el tren al inicio	4300 pies (1310,6 m) desde el tren al inicio
El tren entra dentro del alcance del Cruce A			
El tren envía un mensaje de solicitud de sesión al cruce A	Cruce A envía ACK para el mensaje de solicitud de sesión		
El tren envía mensajes de mantenimiento de sesión con el cruce A	Cruce A realiza ACK para mensajes de mantenimiento de sesión del tren		
El tren entra dentro del alcance del Cruce B			
El tren envía un mensaje de solicitud de sesión al Cruce B		Cruce B envía ACK para el mensaje de solicitud de sesión	
El tren envía mensajes de mantenimiento de sesión con cruce B		Cruce B realiza ACK para mensajes de mantenimiento de sesión del tren	
El tren entra dentro del alcance del Cruce C			El cruce C envía ACK para el mensaje de solicitud de sesión
El tren envía un mensaje de solicitud de sesión al Cruce C			Cruce C realiza ACK para mensajes de mantenimiento de sesión del tren
El tren alcanza el umbral de activación para el cruce A y envía un mensaje de activar después de la expiración con 10s TO al cruce A	Cruce A establece el temporizador en 10s y envía ACK		
El tren envía un mensaje de activar después de la expiración con 9s TO al Cruce A	Cruce A establece el temporizador en 9s y envía ACK		
El tren envía el mensaje de activar después de la expiración con 8s TO	Cruce A establece el temporizador en 8s y envía ACK		

ES 2 906 318 T3

Tren	Cruce A	Cruce B	Cruce C
El tren alcanza el umbral de activación para el cruce B y envía un mensaje de activar después de la expiración con 10s TO al cruce B		Cruce B establece el temporizador en 10s y envía ACK	
El tren envía el mensaje de activar después de la expiración con 7s TO al cruce A	Cruce A establece el temporizador en 7s y envía ACK		
El tren envía el mensaje de activar después de la expiración con 9s TO al cruce B		Cruce B establece el temporizador en 9s y envía ACK	
El tren envía el mensaje de activar después de la expiración con 6s TO al cruce A	Cruce A establece el temporizador en 6s y envía ACK		
El tren envía el mensaje de activar después de la expiración con 9s TO al cruce B		Cruce B establece el temporizador en 8s y envía ACK	
El tren alcanza el umbral de activación para el cruce C y envía un mensaje de activar después de la expiración con 10s TO al cruce C			Cruce C establece el temporizador en 10s y envía ACK
El tren envía un mensaje de activar después de la expiración con 5 segundos TO al cruce A	Cruce A establece el temporizador en 5s y envía ACK		
El tren envía un mensaje de activar después de la expiración con 7s TO al cruce B		Cruce B establece el temporizador en 7s y envía ACK	
El tren envía un mensaje de activar después de la expiración con 9s TO al cruce C			Cruce C establece el temporizador en 9s y envía ACK
...
	El temporizador del cruce A expira y el sistema de advertencia del cruce A		
El tren envía un mensaje de activar después de la expiración con 2s TO al cruce B		Cruce B establece el temporizador en 2s y envía ACK	
El tren envía el mensaje de activar después de la caducidad con 4s TO a			Cruce C establece el temporizador en 4s y envía ACK
Cruce C			
...
		El temporizador del cruce B expira y el sistema de advertencia del cruce B se activa	
El tren envía un mensaje de activar después de la expiración con 2s TO al cruce C			Cruce C establece el temporizador en 2s y envía ACK
...

Tren	Cruce A	Cruce B	Cruce C
			El temporizador del cruce C expira y el sistema de advertencia del cruce C se activa

5 Los ejemplos anteriores se proporcionan meramente con fines explicativos y de ninguna manera deben interpretarse como limitantes. Si bien se hace referencia a varias realizaciones, las palabras utilizadas en este documento son palabras de descripción e ilustración, en lugar de palabras de limitación. Además, aunque se muestran referencias a medios, materiales y realizaciones particulares, no hay limitación a los detalles descritos en este documento. Más bien, las realizaciones se extienden a todas las estructuras, métodos y usos funcionalmente equivalentes, tal como están dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

10 El propósito del Resumen es permitir a la oficina de patentes y al público en general, y especialmente a los científicos, ingenieros y profesionales en la materia que no están familiarizados con términos legales o de patentes o fraseología, determinar rápidamente a partir de una inspección superficial la naturaleza y esencia de la divulgación técnica de la solicitud. El Resumen no pretende ser limitativo en cuanto al alcance de las presentes invenciones de ninguna manera.

REIVINDICACIONES

1. Un método computarizado para controlar un sistema de advertencia de paso a nivel desde un tren, el método comprende:
- 5 determinar mediante un procesador ubicado en un tren una ubicación y una velocidad del tren;
obtener por el procesador una ubicación de un primer cruce al que se aproxima el tren a partir de una base de datos de pistas en comunicación con el ordenador;
hacer que el procesador determine que un período de tiempo estimado para la llegada del tren al primer cruce está por debajo de un umbral, el umbral se basa al menos en parte en un período de tiempo de advertencia constante, siendo el
- 10 período de tiempo de advertencia constante un período de tiempo previo a la llegada del tren al primer paso a nivel en el que debe activarse el sistema de advertencia de paso a nivel;
en respuesta a la determinación, transmitir un mensaje mediante el procesador a un primer dispositivo de arcén, el mensaje que indica un período de tiempo de búfer en el que el tren estará dentro del período de tiempo de advertencia constante de llegada al primer cruce, mediante el cual el primer dispositivo de arcén activa el sistema de advertencia de
- 15 paso a nivel tras la expiración del período de tiempo de búfer; y
verificar mediante el procesador que se recibe un reconocimiento del mensaje desde el primer dispositivo de arcén.
2. El método de la reivindicación 1, donde el procesador está configurado además para detener el tren si no se recibe un reconocimiento del mensaje.
- 20 3. El método de la reivindicación 1, donde el procesador está configurado además para recuperar el tiempo de advertencia constante para el primer cruce de la base de datos de pistas.
4. El método de la reivindicación 1, donde el procesador está configurado además para enviar múltiples mensajes que indican los tiempos de búfer al primer dispositivo de arcén cuando el tren se acerca al primer dispositivo de arcén, los tiempos de búfer en cada mensaje cambian dependiendo de la velocidad y la posición del tren.
- 25 5. El método de la reivindicación 1, donde el procesador está configurado para transmitir un segundo mensaje a un segundo dispositivo de arcén que incluye un segundo período de tiempo de búfer antes de que el tren llegue a un primer cruce asociado con el primer dispositivo de arcén.
- 30 6. El método de la reivindicación 1, donde el procesador está configurado además para detectar cuando un extremo del tren ha pasado el primer cruce y enviar un mensaje al primer dispositivo de arcén indicando que el extremo del tren ha pasado el primer cruce.
- 35 7. El método de la reivindicación 1, donde el mensaje del tren al primer dispositivo de arcén se enruta a través de una estación central situada fuera del tren y separada del dispositivo de arcén.

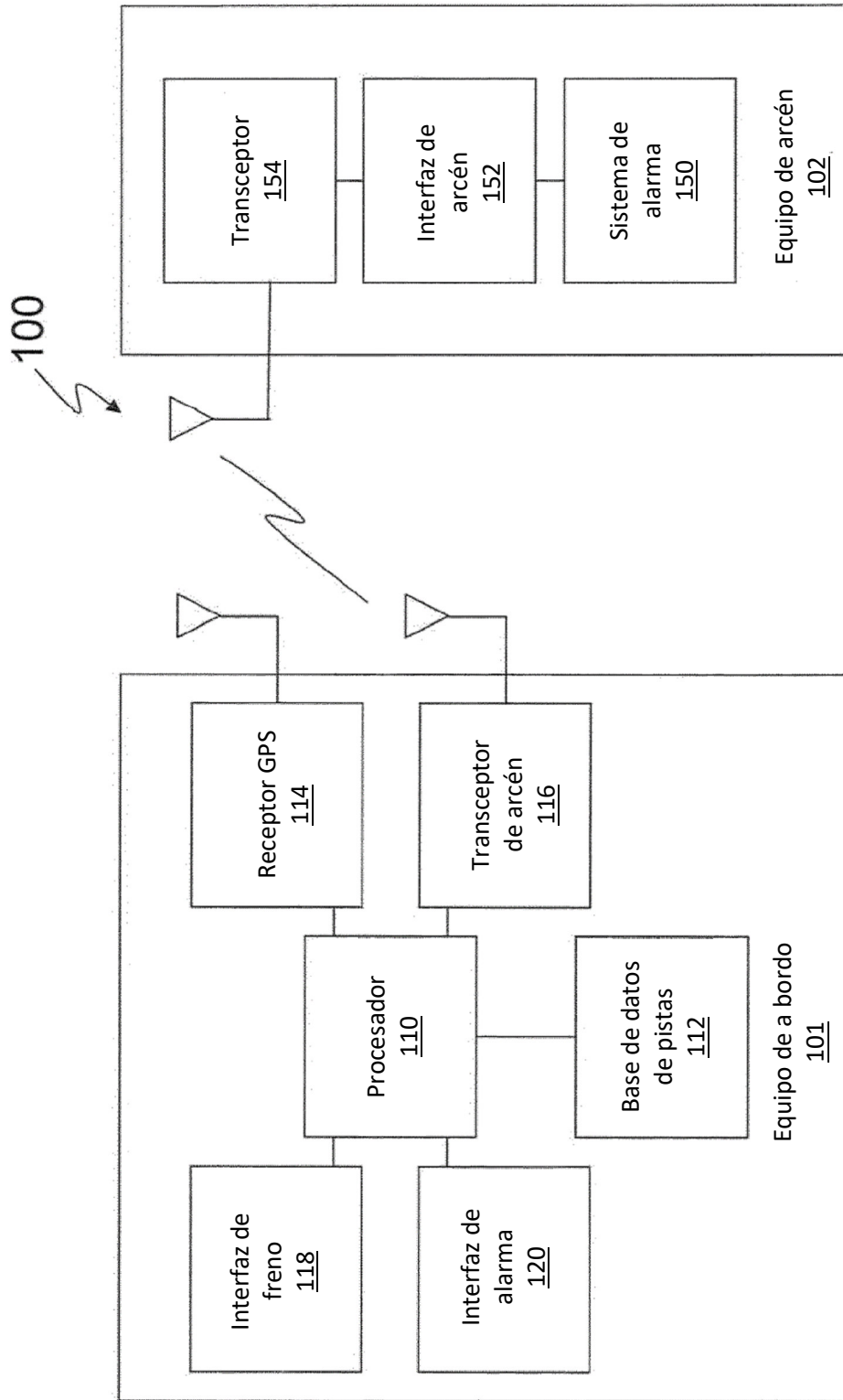


Fig 1

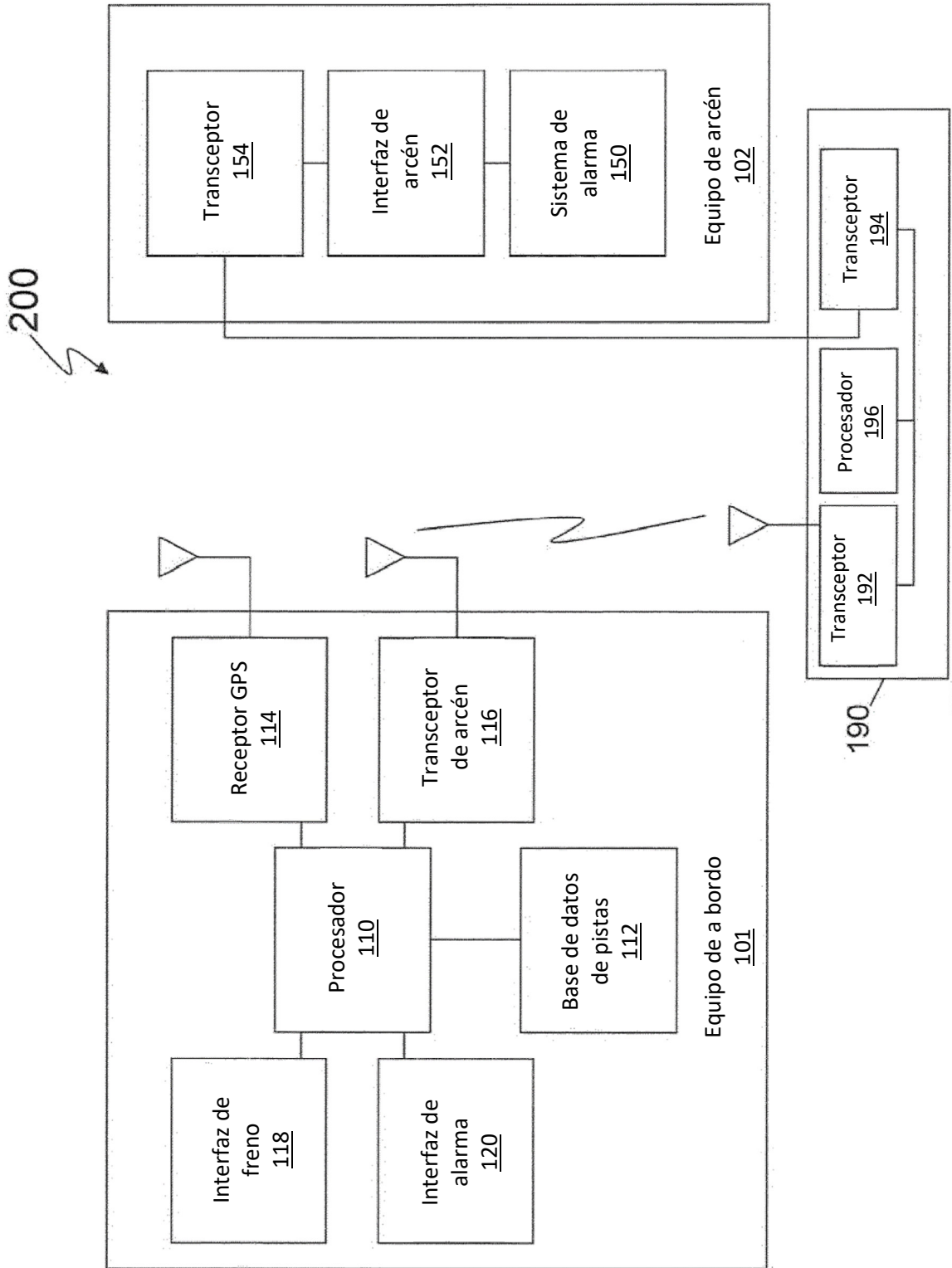


Fig 2

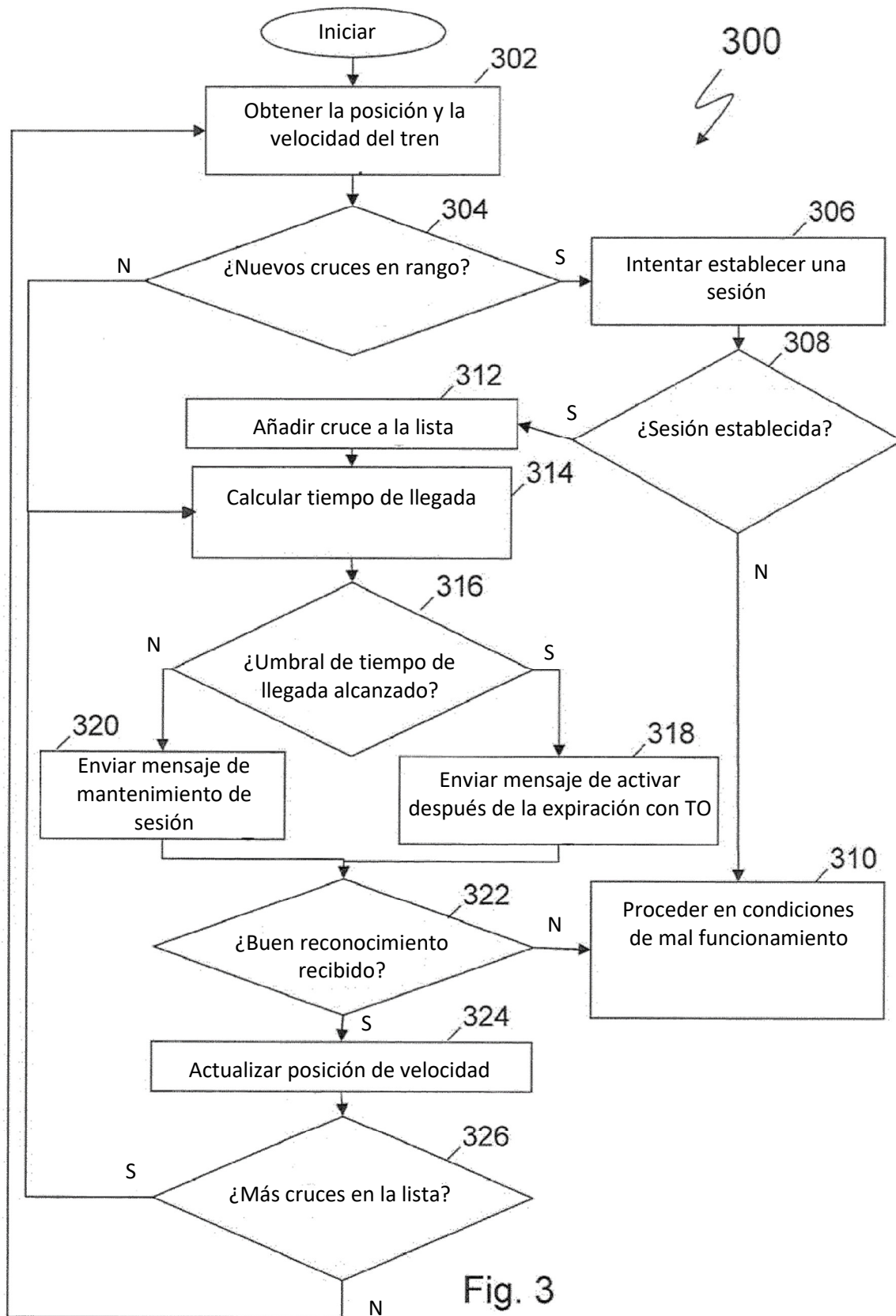


Fig. 3

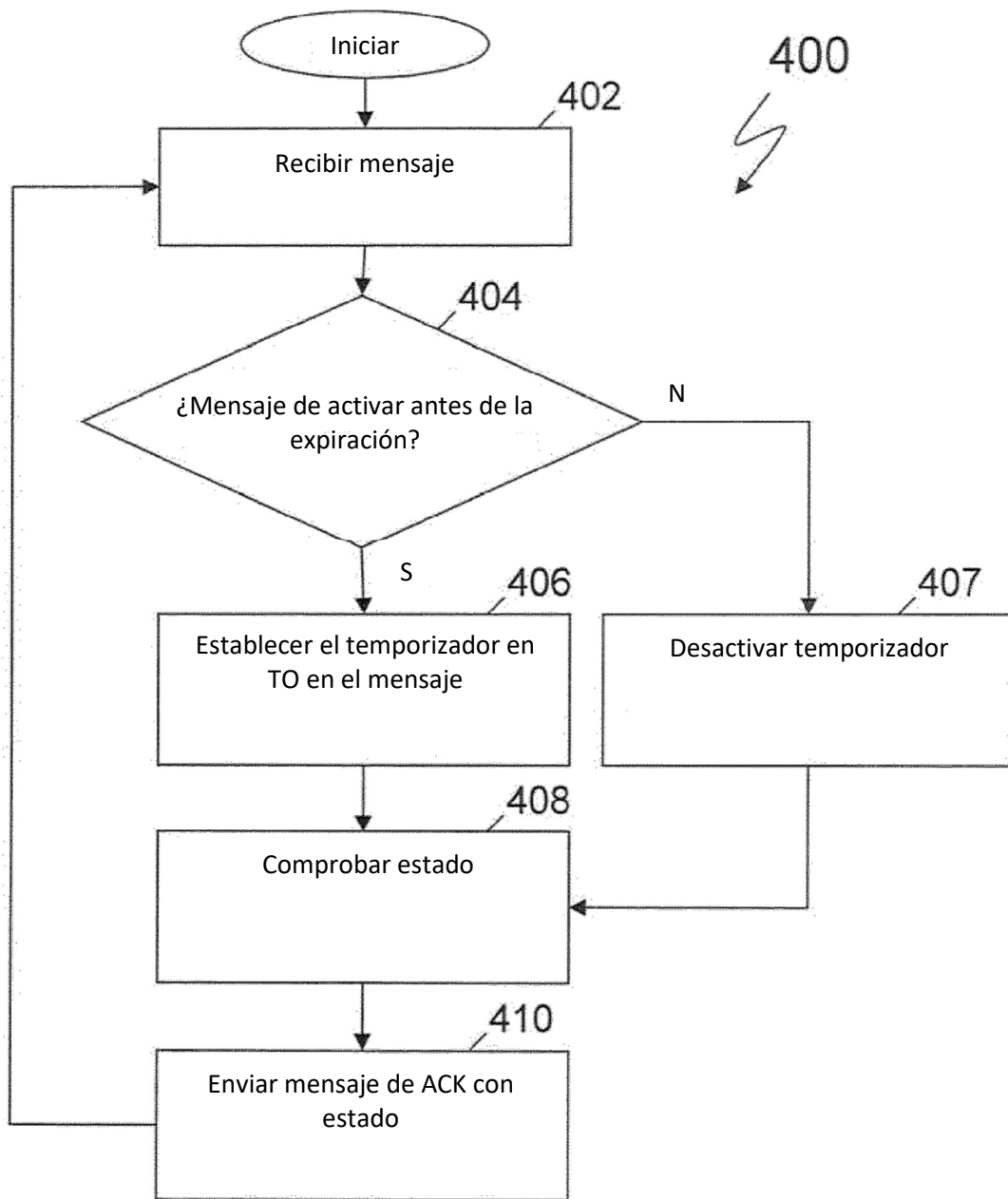


Fig. 4