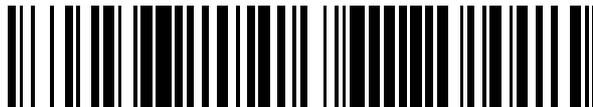


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 757**

51 Int. Cl.:

**B61L 27/00** (2006.01)

**B61L 1/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.03.2015 E 15158359 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2921369**

54 Título: **Procedimiento de reinicialización de un equipo en la vía de un sistema secundario de detección**

30 Prioridad:

**19.03.2014 FR 1452293**

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

**14.08.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BRESSON, MATHIEU;  
PERROT, JOCELYN y  
VENENCIE, JEAN-LOUIS**

74 Agente/Representante:

**SALVA FERRER, Joan**

**ES 2 629 757 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

Procedimiento de reinicialización de un equipo en la vía de un sistema secundario de detección

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento de reinicialización de un equipo en la vía de un sistema secundario de detección, en una arquitectura de control automático de trenes.
- [0002]** La presente invención se refiere más particularmente a una arquitectura de control automático de trenes que circulan en una red ferroviaria. Tal arquitectura se conoce con el acrónimo inglés de arquitectura ATC, para «Automatic Train Control».
- 10 **[0003]** De manera conocida en sí, una arquitectura ATC consta de diferentes sistemas que cooperan entre sí para permitir la circulación, en seguridad, de los trenes en la red.
- 15 **[0004]** Existen diferentes arquitecturas ATC, no obstante la presente invención se refiere más específicamente a una arquitectura ATC del tipo «de gestión de trenes basada en la comunicación», conocida con el acrónimo inglés de arquitectura CBTC, para «Communication Based Train Control» (control de tren basado en comunicación). Una arquitectura CBTC se representa esquemáticamente en la figura 1.
- 20 **[0005]** Una arquitectura CBTC se basa en la presencia de calculadores embarcados a bordo de trenes. El calculador de un tren determina un cierto número de parámetros de funcionamiento y comunica con diferentes sistemas terrestres para permitir al tren realizar, con seguridad, la misión que se le ha atribuido. Este calculador embarcado garantiza en efecto, por una parte, la cobertura de las necesidades funcionales del tren, es decir por ejemplo las estaciones que se van a comunicar y, por otra parte, el control de puntos de seguridad, es decir por ejemplo verificar que el tren no tiene una velocidad excesiva. El calculador de un tren está conectado a una unidad de comunicación de radio embarcada, apropiada para establecer una conexión radio con unas estaciones de base de una infraestructura de comunicación, conectada en sí a una red de comunicación de la arquitectura CBTC.
- 25 **[0006]** En tierra, la arquitectura CBTC consta de un control de zona ZC, acrónimo de «Zone Controller» (controlador de zona) en inglés. Este controlador de zona está especialmente a cargo, por una parte, de seguir la presencia de los trenes en la red ferroviaria y, por otra parte, en una arquitectura centralizada, suministrar unas autorizaciones de movimiento a los trenes que sean de naturaleza que garantice su seguridad de desplazamiento, es decir por ejemplo no suministrar a un tren una autorización de movimiento que le conduciría a ir más allá del tren que le precede. Tal controlador de zona tiene se representa por la cifra 50 en la figura 1.
- 30 **[0007]** Esta arquitectura ATC forma parte de un sistema global, llamado sistema de señalización, SS en la figura 1, que es igualmente apropiado para controlar una pluralidad de equipos en la vía.
- 35 **[0008]** El sistema de señalización consta de un sistema de supervisión automática de los trenes, también denominado sistema ATS, según el acrónimo inglés «Automatic Train Supervision» (supervisión de tren automática). El sistema ATS se aplica en una central operacional y consta de interfaces hombre / máquina, que emiten a unos operadores intervenir en los diferentes sistemas del sistema de señalización y, en particular, los equipos en la vía. Por ejemplo, el operador puede controlar a distancia desde la ATS el cierre de una señal (paso de una luz de señal roja).
- 40 **[0009]** El sistema de señalización consta igualmente de un sistema de accionamiento, también denominado «Interlocking» (enclavamiento) en inglés. Tal sistema de accionamiento es apropiado para gestionar los equipos en la vía, tales como unas luces de señalización, unos accionadores de aguja, etc., permitiendo estos equipos en la vía el movimiento en seguridad de los trenes y evitar unos movimientos conflictivos entre ellos. Antes, a base de relés electromecánicos, el sistema de accionamiento se realiza actualmente de modo informático por unos calculadores adaptados apropiado para controlar los equipos en la vía. Tal calculador de accionamiento se representa por la cifra 40 en la figura 1.
- 45 **[0010]** La red ferroviaria está compuesta por secciones de vía férrea, estando cada sección de vía subdividida en zonas. En la figura 1, se representan tres zonas sucesivas, 14A, 14B y 14C.
- 50 **[0011]** La ocupación de una zona de una sección de vía es un dato fundamental de la seguridad ferroviaria. La determinación de esta información se va a describir ahora.

**[0012]** El controlador de zona recibe unas informaciones por una parte de un sistema primario de detección y, por otra parte, de un sistema secundario de detección.

**[0013]** El sistema primario de detección permite la determinación de la zona ocupada por un tren en función de la posición instantánea del tren determinada por el tren en sí. Más precisamente, el controlador de zona recibe de cada calculador 26 embarcado a bordo de un tren 16, la posición instantánea de este tren. Esta posición se determina por el calculador embarcado a partir de la detección de balizas 24 colocadas a lo largo de la vía 12 y cuyas posiciones geográficas son conocidas y a partir de medios de odometría que equipan el tren y que permiten al calculador determinar la distancia recorrida por el tren desde la última baliza cruzada. En otro modo de realización, el tren utiliza otros medios para determinar su posición: por ejemplo un acelerómetro (en lugar del odómetro) o incluso un GPS (en lugar de las balizas). A partir de la posición instantánea de un tren, el controlador de zona deduce, por medio de un plano geográfico de la red, en el que cada zona se identifica de manera única, la zona en la que se encuentra actualmente el tren. Un primer estado E1 de la zona en la que se encuentra el tren toma entonces el valor «ocupado».

**[0014]** Cabe destacar que, por razones de seguridad, según el sistema primario de detección, no solo la zona en la que se encuentra en tren está en el estado «ocupado», sino igualmente las zonas vecinas delante y detrás de esta zona central de manera que defina un volumen de seguridad alrededor del tren. Este volumen suplementario cubre la distancia máxima que el tren podría recorrer entre el momento en que calcula la posición que va a enviar al controlador de zona y el momento en que este controlador de zona recibe la información.

**[0015]** Por otro lado, mientras no sea recibida ninguna otra información de posición por el controlador de zona, este sigue extrapolando la posición del tren para cubrir sus movimientos potenciales.

**[0016]** El primer estado E1 de las zonas en las que ningún tren se encuentra en el instante actual toma el valor «libre».

**[0017]** De esta manera, una primera información de ocupación de cada zona es determinada por el controlador de zona.

**[0018]** El sistema secundario de detección es apropiado para proporcionar redundancia al sistema primario de detección, en el caso en que, por ejemplo, la unidad de comunicación radio 27 de un tren 16 que ya no funciona, el controlador de zona 50 no pueda obtener la posición instantánea del tren. Por unos equipos en la vía adaptados, depositados a lo largo de la vía, el sistema secundario de detección es apto para detectar la presencia de un tren en tal o tal zona.

**[0019]** En un modo de realización actualmente preferido, para detectar la presencia de un tren en una zona, el sistema secundario de detección efectúa un recuento del número de ejes 17 que entran y salen de la zona.

**[0020]** Para ello, el sistema secundario consta de un sensor de entrada 28A situado en la entrada de la zona 14B considerada y un sensor de salida 28B situado en la salida de la zona 14B. Los sensores de entrada y de salida están conectados por unos cableados a un equipo en la vía 30 asociada a la zona 14B, llamado en lo sucesivo equipo de detección. El equipo de detección está situado en un local técnico (común con los equipos de señalización).

**[0021]** Hay un equipo de detección por zona. Por el contrario, un sensor puede estar conectado a varios equipos de detección. Por ejemplo, en el sentido de desplazamiento del tren indicado en la figura 1, el sensor 28B es a la vez el sensor de salida de la zona 14B y el sensor de entrada de la zona 14C estará conectado al controlador de zona de la zona 14B y al de la zona 14C.

**[0022]** El equipo de detección 30 es una tarjeta electrónica a la que están conectados los sensores de entrada y de salida de la zona considerada. El equipo de detección es apropiado para mantener actualizada una variable denominada contador de ejes C de la zona.

**[0023]** Cuando el tren pasa delante del sensor de entrada, en cada detección del paso de un eje por el sensor de entrada, el equipo de detección 30 incrementa en una unidad el contador de ejes C de la zona.

**[0024]** Cuando el tren sale de la zona, en cada detección del paso de un eje por el sensor de salida, el equipo de detección 30 decrementa en una unidad el contador de ejes C de la zona.

- 5 **[0025]** Así, según el sistema de detección secundario, la zona está en un segundo estado E2 que toma el valor «libre» cuando el contador de ejes C de la zona es igual a cero. En su defecto, el segundo estado de la zona toma el calor «ocupado».
- [0026]** El segundo estado E2 de una zona constituye una segunda información de ocupación que se transmite periódicamente por el equipo de detección 30 al controlador de zona 50, a través del calculador de accionamiento 40.
- 10 **[0027]** El controlador de zona 50 reconcilia las primera y segunda informaciones de ocupación. Diferentes estrategias se aplican a continuación cuando estas dos informaciones difieren una de otra.
- [0028]** Es importante destacar que un sistema «puramente» CBTC puede funcionar únicamente con una detección primaria. La detección secundaria está presente para por una parte cubrir los modos de averías de la comunicación CBTC y por otra parte permitir la circulación, en la misma red ferroviaria, de trenes no equipados en CBTC.
- 15 **[0029]** El sistema secundario de detección del estado de la técnica presenta el inconveniente de funcionamiento siguiente.
- 20 **[0030]** Como se ilustra en la figura 1, el tren consta de N ejes 17.
- [0031]** Inicialmente, ningún tren se encuentra en la zona 14B de la vía férrea 12. El contador de ejes CB de la zona 14B es igual a cero. El segundo estado E2 de la zona es «libre».
- 25 **[0032]** Cuando el tren 16 entra en la zona 14B, el sensor de entrada 28A detecta, de manera errónea, el paso de N-1 ejes. El contador de estado C toma entonces el valor N-1 (estado «ocupado»).
- [0033]** Cuando el tren 16 deja la zona 14B, el sensor de salida 28B detecta de manera correcta el paso de N ejes. El contador de estado C se decrementa en N y toma el valor -1. El segundo estado E2 es por tanto «ocupado».
- 30 **[0034]** Se constata por tanto que en caso de detección errónea del número de ejes por un sensor, el contador de ejes conduce a indicar que el segundo estado de la zona es «ocupado», mientras que ningún tren ocupa físicamente esta zona. Indicando que el primer estado E1 de esta misma zona es «libre», el sistema primario de detección está por tanto en contradicción con el sistema secundario.
- 35 **[0035]** En referencia ahora a la figura 2, el controlador de zona 50 reconcilia las primera y segunda informaciones que le provienen por una parte del sistema primario de detección y por otra parte del sistema secundario de detección.
- 40 **[0036]** Mientras que el sistema primario de detección funciona correctamente, en caso de incoherencia del tipo primer estado E1 «libre» con el segundo estado e2 «ocupado», el controlador de zona 50 coloca el equipo de detección 30 de la zona 14B en el modo «fuera de servicio» (OOO para «Out Of Opération»). Esto significa que el contador de estado asociado a esta zona se ha identificado como erróneo y debe ser reinicializado antes de poder ser tomado en cuenta de nuevo.
- 45 **[0037]** Para tal procedimiento de reinicialización, la información de que un equipo de detección está en el modo «fuera de servicio» se transmite por el controlador de zona 50 hacia el sistema ATS. La información se presenta entonces en la pantalla de un operador, por ejemplo en forma de alarma.
- 50 **[0038]** Antes de validar tal reinicialización, el operador solicita a un agente que se desplace a lo largo de la vía para constatar físicamente que la zona en cuestión está efectivamente sin ocupar. Una vez que el operador ha recibido la confirmación del agente, debe detener a continuación los trenes que corren el riesgo potencialmente de entrar en la zona durante el procedimiento de reinicialización. Valida a continuación la reinicialización, lo que tiene como efecto emitir una autorización de reinicialización con destino al controlador de zona 50.
- 55 **[0039]** Durante la recepción de esta solicitud de autorización de reinicialización, el controlador de zona 50 transmite una solicitud de reinicialización al calculador de accionamiento 40 que gestiona el equipo de detección 30 de la zona referida.

- [0040] Durante la recepción de la solicitud de reinicialización, el calculador de accionamiento 40 transmite una solicitud de reinicialización adaptado al equipo de detección 30.
- 5 [0041] Durante la recepción de la solicitud de reinicialización, el equipo de detección 30 es apropiado para atribuir un valor por defecto (en este caso el valor cero) al contador de ejes que se va a reinicializar.
- [0042] Una vez que el contador de ejes se ha reinicializado, el equipo de detección 30 indica que el segundo estado E2 de la zona es «libre», en coherencia con el primer estado E1 de esta misma zona.
- 10 [0043] Constatando esta coherencia, el controlador de zona 50 reemplaza el equipo de detección 30 en el modo «en servicio».
- [0044] Así, en este primer modo de realización de un procedimiento de reinicialización del contador de ejes de una zona, no existe verificación del estado real de la zona por el sistema de señalización.
- 15 [0045] Una vez en el modo «fuera de servicio», las informaciones que podrían reunir el equipo de detección de la zona no se tienen en cuenta. Más precisamente, la zona se considera por defecto como ocupada y esto independientemente del número de ejes indicado por el contador de ejes.
- 20 [0046] Además como se ha indicado más arriba, el procedimiento operacional que precede a la emisión por el operador de una solicitud de autorización de reinicialización es lento. Cabe destacar que toda la seguridad de este procedimiento de reinicialización se basa en los operadores que deben garantizar la ausencia de tren en la zona delantera y durante la reinicialización. El peligro sería volver a poner una zona en el estado «libre» mientras que un tren está realmente presente en esta zona.
- 25 [0047] En consecuencia, este procedimiento de reinicialización es largo de aplicar. Durante su ejecución, en la o las zonas cuyos equipos de detección están para el controlador de zona «fuera de servicio», el sistema primario de detección no es redundante, lo que presenta unos problemas de disponibilidad del sistema en caso de avería del sistema de radiocomunicación de un tren CBTC o en caso de circulación de un tren no equipado en CBTC.
- 30 [0048] Según un segundo procedimiento de reinicialización de la técnica anterior, durante la visualización de un mensaje de alarma en una pantalla del sistema ATS, el operador valida la emisión de una autorización de reinicialización hacia el controlador de zona.
- 35 [0049] Durante la recepción de esta autorización, el controlador de zona verifica, utilizando el sistema primario de detección, no solo que ningún tren está presente en la zona cuyo contador de estado debe ser reinicializado, sino igualmente que ningún tren se encuentra en el interior de un volumen de aproximación alrededor de esta zona.
- 40 [0050] El volumen de aproximación define una distancia más arriba y más debajo de una zona, que permite garantizar que ningún tren volverá a entrar en la zona durante la aplicación del procedimiento de reinicialización. El volumen de aproximación corresponde a un tiempo de reinicialización multiplicado por una velocidad máxima de circulación de los trenes en las zonas anterior y posterior de la zona considerada. El volumen de aproximación depende de cada zona.
- 45 [0051] El tiempo de reinicialización tiene en cuenta el retraso introducido por la comunicación entre el controlador de zona y el calculador de accionamiento y entre el calculador de accionamiento y el equipo de detección, así como el tiempo necesario para el equipo de detección para realizar la reinicialización propiamente dicha.
- 50 [0052] La distancia de cada lado de la zona considerada es importante, por ejemplo 300 m más arriba o más debajo de esta zona.
- 55 [0053] Así, el controlador de zona solo emite una solicitud de reinicialización con destino al equipo de detección si todas las zonas del volumen de aproximación asociado a la zona están en un primer estado «libre».
- [0054] En su defecto, si un tren se encuentra en el interior del volumen de aproximación en el momento de lanzar la reinicialización, el controlador de zona no emite solicitud de reinicialización hacia el equipo de detección,

que permanece entonces en el modo «fuera de servicio». En consecuencia, la alarma no desaparece de la pantalla del sistema ATS.

**[0055]** Este procedimiento de reinicialización presenta la ventaja de ser intrínsecamente de seguridad puesto que es el sistema de señalización en sí el que verifica la ausencia de tren en y alrededor de la zona. Dicho de otro modo, este procedimiento no se basa en el operador, contrariamente al anterior. Por el contrario, presenta igualmente un cierto número de dificultades de aplicación. Por ejemplo es imposible aplicarlo durante las horas punta de utilización de la red, estando los trenes demasiado próximos unos de otros, de modo que el volumen de aproximación asociado a una zona solo esté muy raramente libre. En este caso de figura, la sola alternativa es una reinicialización denominada «en local» del sistema de detección, es decir a través de una intervención humana directamente en la tarjeta electrónica del equipo de detección, que posee un botón de reinicialización («reset»). El documento EP 1 388 480 A1 divulga un sistema CBTC con una reinicialización rápida.

**[0056]** La presente invención tiene como objeto paliar los problemas precitados.

**[0057]** A tal efecto, la invención tiene como objeto un procedimiento de reinicialización de un equipo de detección en la vía de un sistema secundario de detección de la ocupación de una zona de una red ferroviaria, de una arquitectura CBTC, constando dicha arquitectura CBTC por otro lado de un sistema primario de detección de la ocupación de dicha zona, basado en una transmisión por unos calculadores embarcados a bordo de los trenes que circulan en la red de la posición instantánea de cada tren, que consta de las etapas de:

- detección por el equipo de detección del sistema secundario de detección de los trenes que entran y/o que salen de la zona y emisión periódica de una segunda información de ocupación de la zona con destino a un controlador de zona;
- emisión, por el controlador de zona, de una solicitud de reinicialización del equipo de detección tras la recepción de una segunda información de ocupación de la zona por dicho equipo de detección que indica que la zona está en un segundo estado «ocupado», mientras que una primera información de ocupación de la zona por el sistema primario de detección de la ocupación de la zona indica, en el mismo instante, que la zona está en un primer estado «libre»;
- recepción de la solicitud de reinicialización por el equipo de detección; y
- reinicialización del equipo de detección,

caracterizado porque, después de la etapa de reinicialización del equipo de detección, el equipo de detección verifica que ningún tren se ha detectado entrando y/o saliendo de la zona entre un instante de emisión por el controlador de zona de la solicitud de reinicialización y un instante de fin de reinicialización del equipo de detección; y, en caso afirmativo, emite un mensaje de reinicialización correctamente al controlador de zona y, en caso negativo, emite un mensaje de reinicialización fallida al controlador de zona.

**[0058]** Según otros aspectos ventajosos de la invención, el procedimiento comprende una o varias de las características siguientes, tomada(s) aisladamente o según todas las combinaciones técnicamente posibles:

- después de la recepción de una solicitud de reinicialización, el equipo de detección verifica que ningún tren se ha detectado entrando y/o saliendo de la zona entre el instante de emisión por el controlador de zona de la solicitud de reinicialización y el instante de recepción de la solicitud de reinicialización; y, en caso afirmativo, el equipo de detección ejecuta la etapa de reinicialización; y, en caso negativo, no efectúa etapa de reinicialización y emite un mensaje de reinicialización fallida al controlador de zona;
- las comunicaciones ascendentes del equipo de detección hacia el controlador de zona y descendentes del controlador de zona hacia el equipo de detección se efectúa por medio de un calculador de accionamiento que desempeña la función de un relé de comunicación;
- el equipo de detección que está conectado a dos sensores de ejes, respectivamente un sensor de entrada situado en una frontera de entrada de la zona y un sensor de salida situado en una frontera de salida de la zona, la reinicialización del equipo de detección consiste en volver a poner a cero un contador de ejes;
- el equipo de detección es apropiado para poner al día un contador de variación del número de ejes detectado en la zona en una ventana deslizante cuya profundidad temporal con respecto al instante actual es superior a la duración que separa el instante de emisión por el controlador de zona de una solicitud de reinicialización y el instante de fin de la etapa de reinicialización que sigue a la recepción de dicha solicitud de reinicialización por el equipo de detección;
- después de un número predefinido de intentos de reinicialización del equipo de detección (30) por el controlador de zona, durante la recepción de un mensaje de reinicialización fallida, el controlador de zona transmite un mensaje de alarma, a un sistema ATC de la arquitectura CBTC para validación, por un operador, de la reinicialización del equipo

de detección.

**[0059]** La invención se comprenderá mejor con la ayuda de la descripción que aparece a continuación, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo y realizada en referencia a los dibujos anexos en los que:

5

- la figura 1 es una vista esquemática de una arquitectura de control automático del tráfico ferroviario en una vía férrea y de un tren que circula en esta vía férrea;

- la figura 2 es una vista esquemática del primer y segundo estados de ocupación de zonas sucesivas, recibidas por el controlador de zona de la arquitectura de la figura 1;

10 - las figuras de 3 a 5 son unas representaciones del procedimiento de reinicialización según la invención;

- la figura 6 es un cronograma que representa las señales tratadas por el equipo de detección según el procedimiento de las figuras 4 y 5; y

- las figuras de 7 a 9 son unos esquemas que representan unas situaciones que el presente procedimiento de reinicialización permite resolver sin intervención humana, contrariamente a los procedimientos del estado de la

15 técnica.

**[0060]** Un modo de realización preferido del procedimiento de reinicialización 100 se va a describir ahora en referencia a las figuras 3 y 5.

20 **[0061]** La arquitectura de aplicación del procedimiento 100 es conforme a la de la técnica anterior representada esquemáticamente en la figura 1. Difiere por el hecho de que el equipo de detección 30 es apropiado para mantener actualizado, no solo un contador de ejes C, que indica el número de ejes en la zona en el instante actual t, sino igualmente un contador de variación CV del número de ejes detectado por los sensores de entrada y de salida de la zona durante una ventana temporal deslizante. La ventana se extiende en una duración D

25 predeterminada antes del instante actual t. Más particularmente este contador CV tiene dos estados: el primero indica que una interacción con los sensores de entrada/salida de la zona se produce durante la duración D anterior al instante actual t. El segundo estado indica por el contrario que no se produce ninguna interacción con los sensores de entrada/salida de la zona durante la duración D anterior al instante actual t.

30 **[0062]** Cuando el tren 16 ha dejado la zona 14B, el contador de ejes C no retoma el valor nulo, no habiendo detectado uno de los sensores de entrada o de salida de la zona 14B el número adecuado de ejes.

**[0063]** En la etapa 110 (figura 3), el equipo de detección 30 emite un mensaje M0 que indica que el segundo estado E2 de la zona 14B es «ocupado», hacia el calculador de accionamiento 40.

35

**[0064]** En la etapa 120, después de la recepción del mensaje M0, el calculador de accionamiento 40 emite un mensaje M1 que transmite la información según la que el segundo estado E2 de la zona 14B es «ocupado», hacia el controlador de zona 50.

40 **[0065]** En la etapa 130, realizada en el instante t1, el controlador de zona ZC 50 compara el primer estado E1 de la zona 14B con el segundo estado E2 de la zona 14B.

**[0066]** El primer estado E1 de la zona 14B es el suministrado en el instante actual t1 por el sistema primario de detección. El tren 16 indica una posición instantánea en el instante t1 tal que el controlador de zona 50 puede

45 concluir que el primer estado E1 de la zona 14B es «libre».

**[0067]** El segundo estado E2 de la zona 14B es el indicado por el sistema secundario de detección en el mensaje M1. En el caso de figura indicado en introducción, el controlador de zona 50 puede concluir que el segundo estado E2 de la zona 14B es «ocupado».

50

**[0068]** Existe por tanto una incoherencia entre la primera información de ocupación suministrada por el sistema primario de detección y la segunda información de ocupación suministrada por el sistema secundario de detección.

55 **[0069]** No obstante, el controlador de zona 50, que identifica que el sistema primario es operacional, especialmente porque el controlador de zona recibe periódicamente unas informaciones de posición instantánea de parte de los calculadores 26 embarcados a bordo de trenes, deduce que la incoherencia viene causada por un contador de ejes C que es erróneo.

- [0070]** Cabe destacar que para el instante el equipo de detección 30 se mantiene en el modo «en servicio» por el controlador de zona 50. Este va a intentar primero reinicializar el equipo de detección 30 (como se explica a continuación) antes de decidir o no su puesta «fuera de servicio», en caso de fallo de la reinicialización.
- 5 **[0071]** El controlador de zona 50 inicia entonces, en sí, la reinicialización del contador de ejes C. En la etapa 140, el controlador de zona 50 es apropiado para requerir una reinicialización del contador de estado C de la zona 14B emitiendo una solicitud de reinicialización RI hacia el calculador de accionamiento 46.
- [0072]** En la etapa 150, después de la recepción de la solicitud RI, el calculador de accionamiento 40 emite una solicitud de reinicialización CI que transmite la información según la que el contador de ejes C de la zona 14B se debe reinicializar.
- 10 **[0073]** En el instante t2, en la etapa 160, el equipo de detección 30 recibe la solicitud de reinicialización CI.
- [0074]** En la etapa 170, el equipo de detección 30 lanza entonces la reinicialización del contador C. La reinicialización termina en el instante t3.
- 15 **[0075]** En la etapa 180, que comienza en el instante t4 (aplazado una duración determinada después del instante t3), el equipo de detección 30 verifica el valor del contador de variación CV.
- 20 **[0076]** La duración D de la ventana utilizada para el contador CV es superior o igual a la duración entre los instantes t1 y t3.
- [0077]** Así, si el contador de variación CV es nulo, esto significa que ningún tren ha entrado en la zona desde el instante t1 en que el controlador de zona ha requerido la reinicialización. La reinicialización se valida así por el equipo de detección 30. La zona está por tanto en el estado libre en el instante t4, en coherencia con el valor actual el contador de ejes C reinicializado.
- 25 **[0078]** En la etapa 180 (figura 4), el equipo de detección 30 emite entonces un mensaje de validación M2 que indica que la reinicialización se efectúa correctamente y que la zona está en el segundo estado «libre».
- 30 **[0079]** En la etapa 190, después de la recepción del mensaje M2, el calculador de accionamiento 40 emite un mensaje M3 que transmite la información según la que el segundo estado de la zona 14B es «libre», hacia el controlador de zona 50.
- 35 **[0080]** En la etapa 200, el controlador de zona 50 compara el primer estado E1 de la zona 14B con el segundo estado E2 de la zona 14B. Estos dos estados son ahora coherentes uno con otro. La reinicialización se ha realizado correctamente. Es importante destacar que, desde un punto de vista operacional, el equipo de detección no ha pasado nunca al modo «fuera de servicio». Dicho de otro modo, el procedimiento de reinicialización ha sido totalmente transparente para el operador y no ha alterado en lo absoluto la marcha nominal del sistema en su conjunto.
- 40 **[0081]** En cambio, en el caso en que el contador de variación CV no sea nulo, esto significa que un tren ha entrado en la zona 14B desde el instante t1 en que el controlador de zona 50 ha requerido la reinicialización, siendo dimensionada la duración D de forma que abarque los tiempos de transmisión entre los diferentes sub-sistemas.
- 45 **[0082]** En este caso, en la etapa 180 (figura 5), la reinicialización no es validada por el equipo de detección 30 y la zona permanece por tanto en el estado «ocupado» en el instante actual.
- 50 **[0083]** El equipo de detección 30 emite entonces un mensaje de reinicialización fallida M4 que indica que la reinicialización no se ha efectuado y que la zona 14B siempre está ocupada.
- [0084]** A su vez, en la etapa 290, el calculador de accionamiento 40 transmite al controlador de zona 50 un mensaje M5 que indica que la zona 14B siempre está ocupada.
- 55 **[0085]** En la etapa 300, el controlador de zona 50 constata que al menos un intento de reinicialización se ha efectuado ya sin éxito. En este momento, coloca el equipo de detección 30 en modo «fuera de servicio» y transmite, en la etapa 310, un mensaje de alarma MA al sistema ATS.

**[0086]** En la etapa 320, durante la recepción del mensaje de alarma MA, el sistema ATS muestra en una de las pantallas de la central de control una alarma.

**[0087]** Un operador valida la reinicialización del contador de estado del equipo de detección 30, efectuando un gesto de validación, como pulsar un botón específico o, en el caso de una pantalla táctil, en una zona de la pantalla asociada a la alarma mostrada. Esto tiene como efecto la emisión, en la etapa 330, de una autorización en inicialización MAI por el sistema de supervisión con destino al controlador de zona 50.

**[0088]** Esta validación por un operador puede implicar diferentes fuentes de informaciones que permiten al operador asegurarse de que la zona 14B esté efectivamente libre.

**[0089]** El controlador de zona 50 recibe la autorización MAI, en cuanto el sistema primario de detección permite al controlador de zona 30 concluir que la zona 14B esté libre, las diferentes etapas de 140 a 180, después 190 y 200 se reiteran entonces.

**[0090]** Una vez que el contador de ejes se ha reinicializado, el equipo de detección 30 indica que el segundo estado E2 de la zona está «libre», en coherencia con el primer estado E1 de esta misma zona. Constatando esta coherencia, el controlador de zona 50 reemplaza el equipo de detección 30 en el modo «en servicio» (etapa 410) y transmite un mensaje adaptado al ATS que permite a este parar la alarma mostrada en la pantalla del operador (etapa 420).

**[0091]** En el cronograma de la figura 6, los tres primeros gráficos representan: en el instante t1, el controlador de zona 50, sabiendo de acuerdo con el sistema primario que la zona 14B está libre emite una solicitud de reinicialización; en el instante t2, el equipo de detección 30 recibe la solicitud de reinicialización correspondiente; y en el instante t3, el contador de ejes se reinicializa al valor nulo.

**[0092]** Los dos gráficos siguientes representan el caso de la figura 4. Puesto que en la ventana deslizante D, entre t3-D y t3, el contador de variación CV permanece nulo, no habiéndose detectado ningún eje de un tren entrante o saliente de la zona 14B, la zona 14B está efectivamente libre.

**[0093]** En el instante t4, el equipo de detección emite entonces un mensaje M2 de reinicialización correcta, es decir un mensaje de validación que toma el valor unidad. La zona va a volver a pasar por tanto al estado «libre».

**[0094]** Los dos últimos gráficos de la figura 6 representan el caso de la figura 5. Puesto que en la ventana deslizante D, entre t3-D y t3, el contador de variación CV ha tomado el valor unidad, habiendo sido detectado un eje de un tren entrante o saliente de la zona 14B, la reinicialización no se valida y la zona permanece ocupada.

**[0095]** En el instante t4, el equipo de detección emite un mensaje M4 de reinicialización fallida, es decir un mensaje de validación que toma el valor nulo. Cabe destacar que en este instante el equipo de detección 30 vuelve a poner a cero el contador CV.

**[0096]** Como variante, durante la recepción de la solicitud de reinicialización, el equipo de detección es apropiado para verificar una primera vez el valor actual del contador de variación CV.

**[0097]** Si este es nulo, el equipo de detección pasa a la etapa 170 de reinicialización y, después de la reinicialización, verifica una segunda vez el valor del contador de variación CV como se ha descrito más arriba en referencia a la etapa 180.

**[0098]** Al contrario, si es diferente de cero, el equipo de detección pasa directamente a la etapa 180 y emite un mensaje M4 de reinicialización fallida.

**[0099]** El procedimiento presenta un cierto número de ventajas con respecto al estado de la técnica.

**[0100]** Permite en particular la reinicialización en los casos de explotación siguientes, representados en las figuras de 7 a 9.

**[0101]** En la figura 7, un tren no equipado con un calculador de a bordo circula en la red. Está parado en una zona que pertenece al volumen de aproximación de la zona fuera de servicio. Esta situación no puede ser tratada por el estado de la técnica, puesto que el tren se encuentra en el volumen de aproximación de la zona fuera de

servicio. Con el procedimiento descrito más arriba, la zona se vuelve a poner en servicio, puesto que se detecta que ningún tren ha entrado en la zona entre los instantes de emisión de la solicitud en reinicialización y el fin de la reinicialización.

5 **[0102]** En la figura 8, un tren equipado con un computador de a bordo circula en la red. Está parado delante de una señal restrictiva en una zona que pertenece al volumen de aproximación de la zona fuera de servicio. Esta situación no puede ser tratada por el estado de la técnica, puesto que el tren se encuentra en el volumen de aproximación de la zona fuera de servicio. Con el procedimiento descrito más arriba, la zona se vuelve a poner en servicio, puesto que se ha detectado que ningún tren ha entrado en la zona entre los instantes de emisión de la  
10 solicitud en reinicialización y el fin de la reinicialización.

**[0103]** En la figura 9, un tren equipado con un computador de a bordo circula en la red ferroviaria. Está en movimiento en una zona del volumen de aproximación de la zona fuera de servicio, pero más debajo de esta. Esta situación no puede ser tratada por el estado de la técnica, puesto que el tren se encuentra en el volumen de  
15 aproximación de la zona fuera de servicio. Con el procedimiento descrito más arriba, la zona se vuelve a poner en servicio, puesto que se ha detectado que ningún tren ha entrado en la zona entre los instantes de emisión de la solicitud en reinicialización y el fin de la reinicialización.

**[0104]** Este procedimiento de reinicialización es más simple que los procedimientos conocidos y no conduce  
20 a la subida de una información hacia el sistema ATS que en caso de fracaso de un número parametrizable (igual a uno en el modo de realización presentado más arriba en detalle) de intentos de reinicialización iniciados por el controlador de zona. Estando realizados los primeros intentos de reinicialización automáticamente, una reinicialización se realiza más rápidamente que por la aplicación de los procedimientos del estado de la técnica. Pero sobre todo, el carácter automático suprime los procedimientos operacionales que se van a establecer para las  
25 reinicializaciones según el estado de la técnica.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de reinicialización de un equipo de detección (30) en la vía de un sistema secundario de detección de la ocupación de una zona (14B) de una red ferroviaria, de una arquitectura CBTC, constando dicha arquitectura CBTC por otro lado de un sistema primario de detección de la ocupación de dicha zona, basado en una transmisión por unos calculadores (26) embarcados a bordo de los trenes (16) que circulan en la red de la posición instantánea de cada tren, que consta de las etapas de:
- detección por el equipo de detección (30) del sistema secundario de detección de los trenes que entran y/o que salen de la zona (14B) y emisión periódica de una segunda información de ocupación de la zona con destino a un controlador de zona (50);
  - emisión (140), por el controlador de zona (50), de una solicitud de reinicialización del equipo de detección tras la recepción de una segunda información de ocupación de la zona por dicho equipo de detección que indica que la zona (14B) está en un segundo estado (E2) «ocupado», mientras que una primera información de ocupación de la zona por el sistema primario de detección de la ocupación de la zona indica, en el mismo instante, que la zona está en un primer estado (E1) «libre»;
  - recepción (160) de la solicitud de reinicialización por el equipo de detección (30); y
  - reinicialización (170) del equipo de detección,
- 20 **caracterizado porque**, después de la etapa de reinicialización del equipo de detección, el equipo de detección verifica (180) que ningún tren se ha detectado entrando y/o saliendo de la zona (14B) entre un instante (t1) de emisión por el controlador de zona de la solicitud de reinicialización y un instante (t3) de fin de reinicialización del equipo de detección; y, en caso afirmativo, emite un mensaje (M2) de reinicialización correcta al controlador de zona (50) y, en caso negativo, emite un mensaje (M4) de reinicialización fallida al controlador de zona.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque**, después de la recepción de una solicitud de reinicialización, el equipo de detección (30) verifica que ningún tren se ha detectado entrando y/o saliendo de la zona entre el instante (t1) de emisión por el controlador de zona de la solicitud de reinicialización y el instante (t2) de recepción de la solicitud de reinicialización; y, en caso afirmativo, el equipo de detección ejecuta la
- 30 etapa de reinicialización (170); y, en caso negativo, no efectúa etapa de reinicialización y emite un mensaje (M4) de reinicialización fallida al controlador de zona (50).
3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** las comunicaciones ascendentes del equipo de detección (30) hacia el controlador de zona (50) y descendentes del controlador de zona (50) hacia el equipo de detección (30) se efectúa por medio de un calculador de accionamiento (40) que desempeña la función de un relé de comunicación.
- 35 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 3, **caracterizado porque** estando el equipo de detección (30) conectado a dos sensores de ejes (28A, 28B), respectivamente un sensor de entrada situado en una frontera de entrada de la zona (14B) y un sensor de salida situado en una frontera de salida de la zona, la reinicialización del equipo de detección (30) consiste en volver a poner a cero un contador de ejes (C).
- 40 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 4, **caracterizado porque** el equipo de detección (30) es apropiado para poner al día un contador de variación (CV) del número de ejes detectado en la zona en una ventana deslizante cuya profundidad temporal (D) con respecto al instante actual es superior a la duración que separa el instante (t1) de emisión por el controlador de zona de una solicitud de reinicialización y el instante (t3) de fin de la etapa de reinicialización que sigue a la recepción de dicha solicitud de reinicialización por el equipo de detección.
- 45 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque**, después de un número predefinido de intentos de reinicialización del equipo de detección (30) por el controlador de zona (50), durante la recepción de un mensaje (M4) de reinicialización fallida, el controlador de zona (50) transmite un mensaje de alarma (MA), a un sistema ATC de la arquitectura CBTC para validación, por un operador, de la reinicialización del equipo de detección.
- 50 55

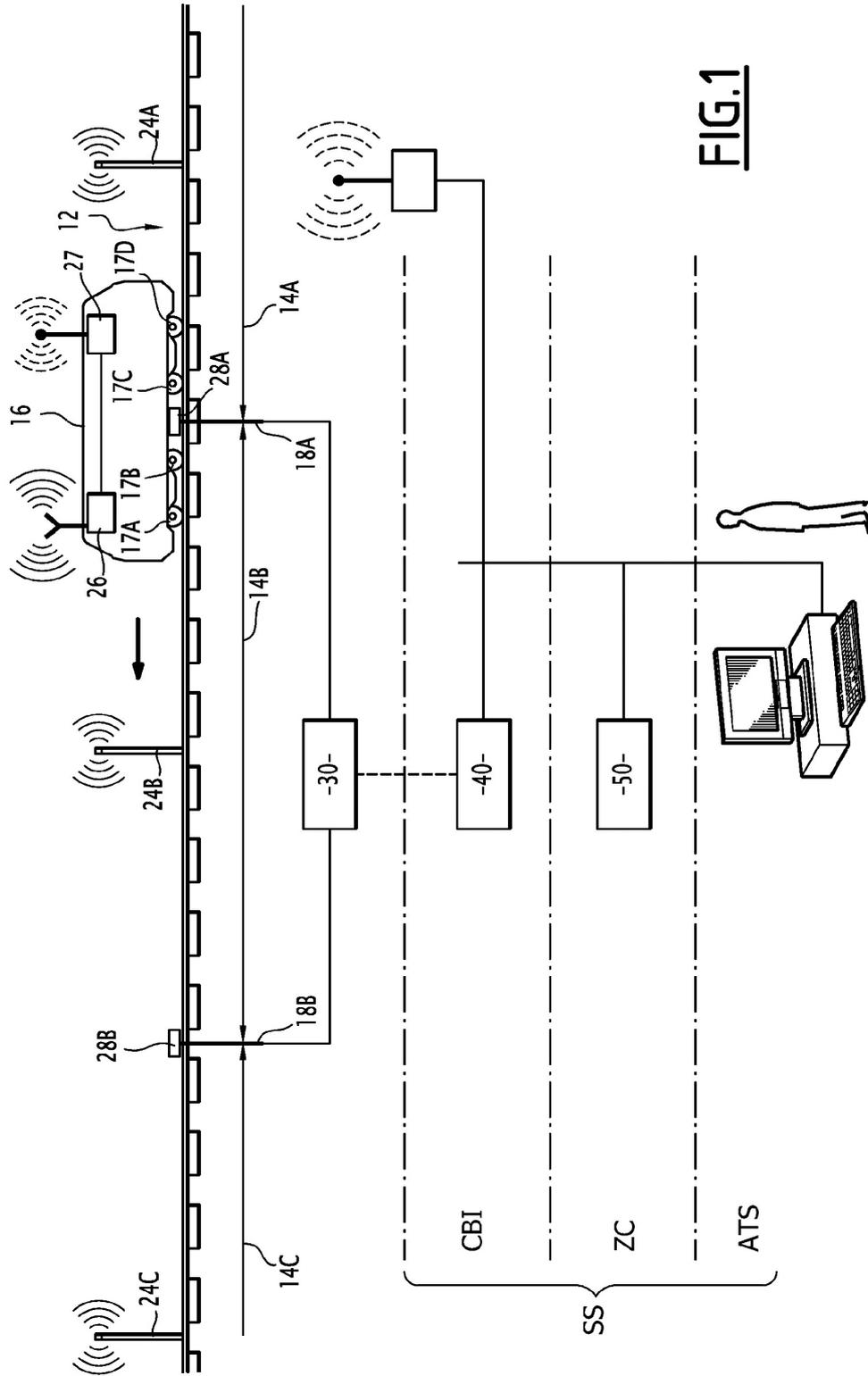
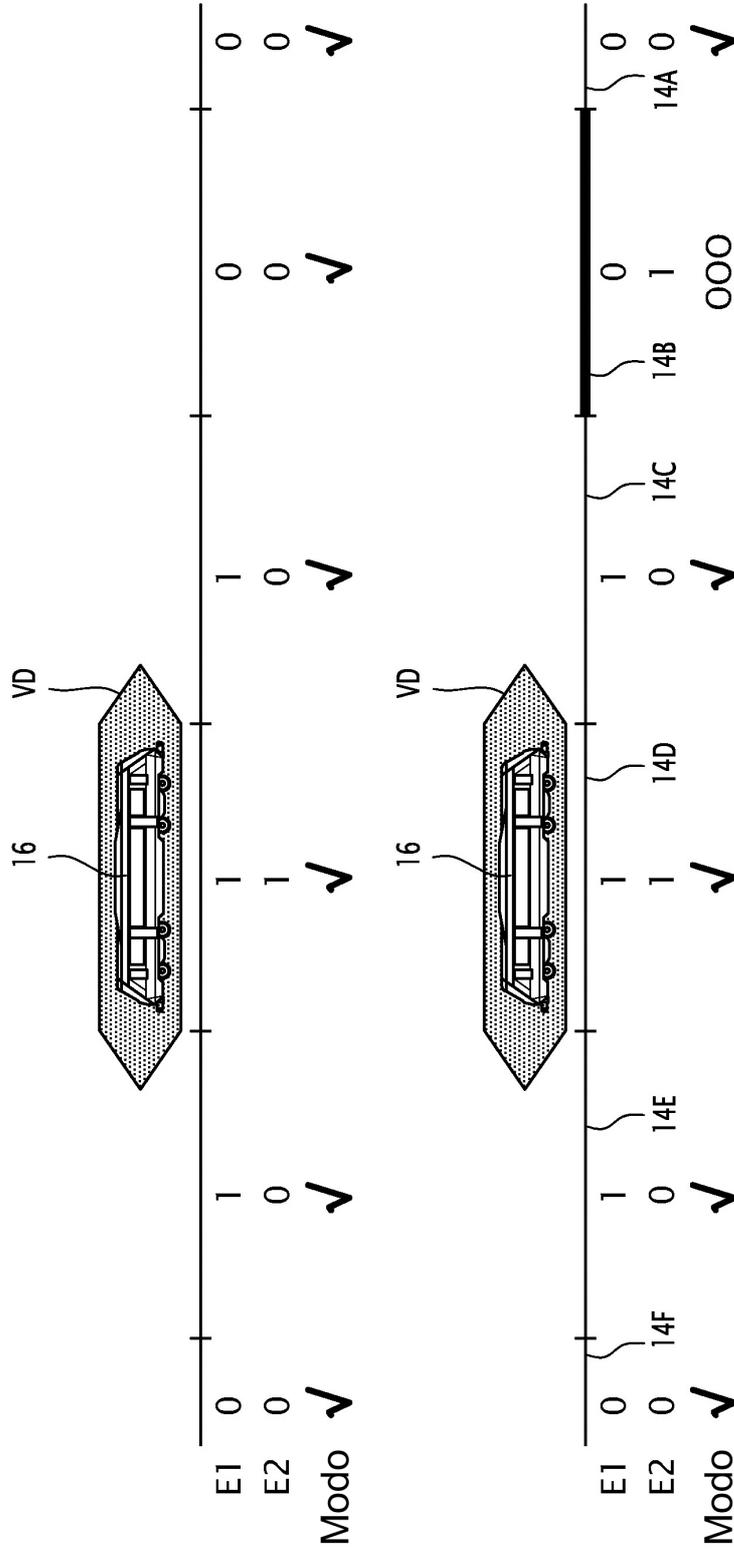
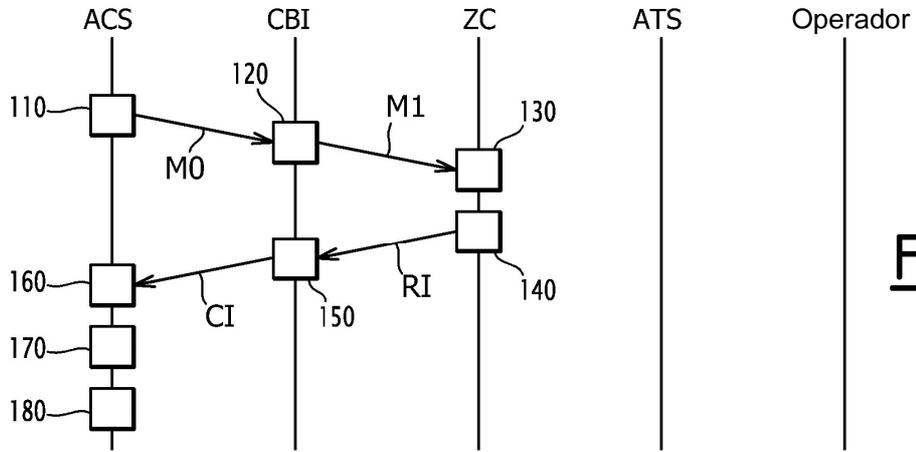


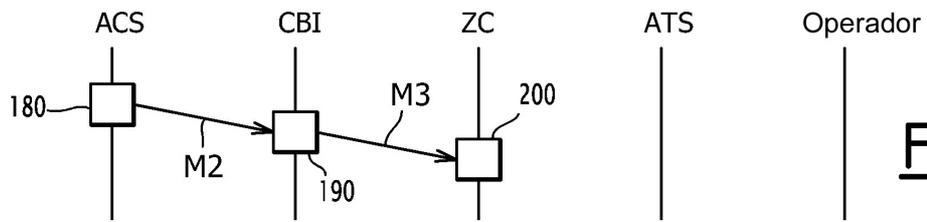
FIG.1



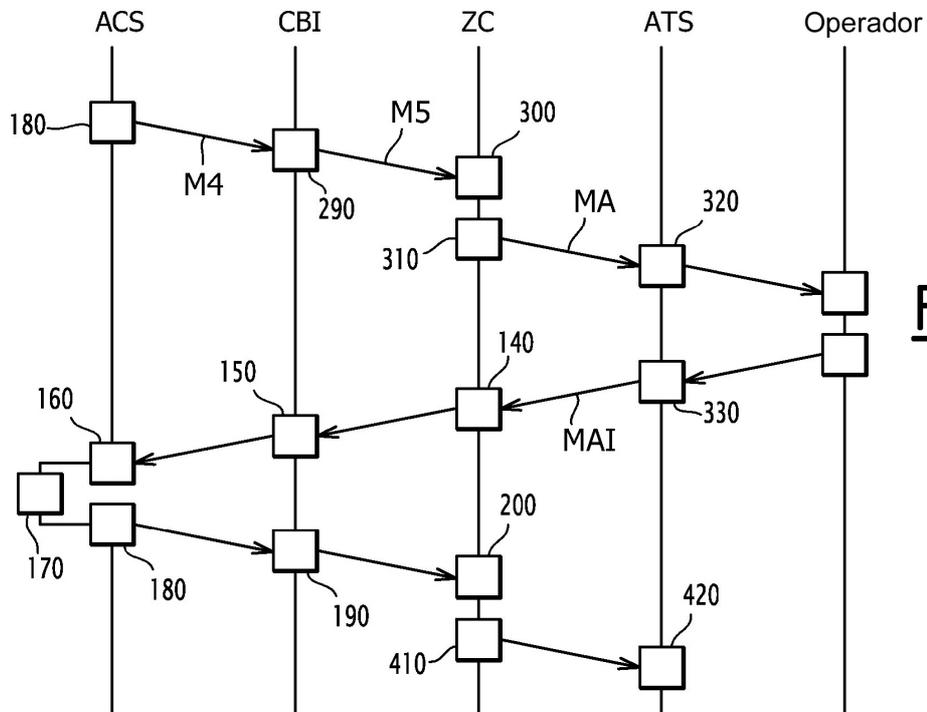
**FIG. 2**



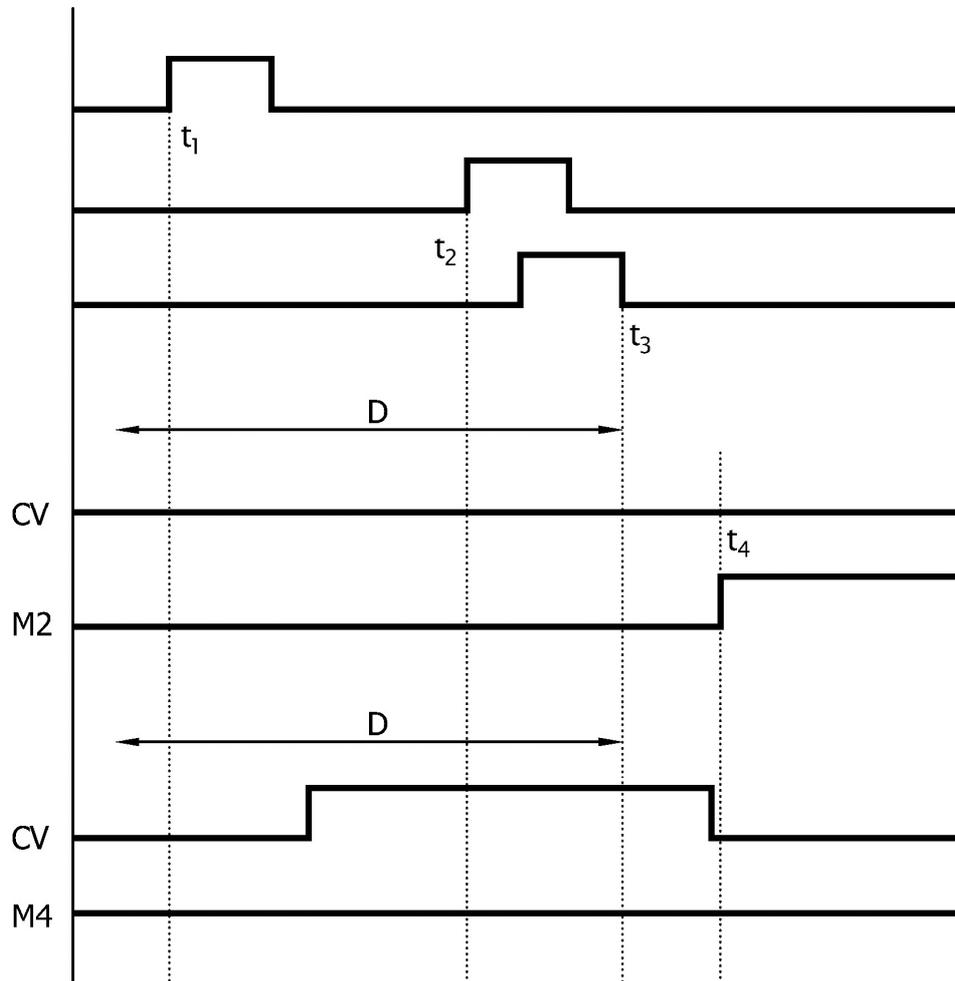
**FIG. 3**



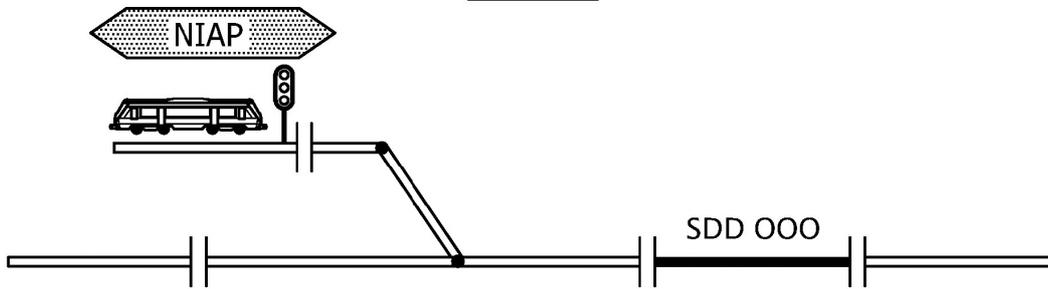
**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG.6**



**FIG.7**

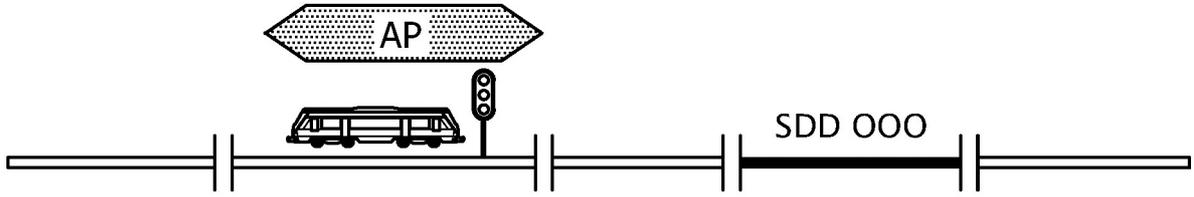


FIG.8



FIG.9