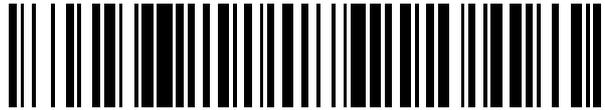


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 412 106**

51 Int. Cl.:

**H01Q 1/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2011** **E 11305559 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2013** **EP 2388857**

54 Título: **Antena destinada a estar embarcada en un vehículo ferroviario con el fin de localizar dicho vehículo ferroviario a lo largo de una vía férrea equipada con un sistema de balizas en el suelo**

30 Prioridad:

**21.05.2010 FR 1053961**

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

**10.07.2013**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ORION, JACQUES**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 412 106 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

Antena destinada a estar embarcada en un vehículo ferroviario con el fin de localizar dicho vehículo ferroviario a lo largo de una vía férrea equipada con un sistema de balizas en el suelo

5 La invención se refiere a la localización de un vehículo ferroviario a lo largo de una vía férrea, con la ayuda de una serie de balizas que equipan la vía férrea y capaces de cooperar con una antena embarcada en el vehículo ferroviario.

10 El documento US 20021121991 describe una estructura de antena destinada a estar embarcada en un vehículo ferroviario.

Se conoce a partir de la patente EP 1227024 un sistema de balizas en el suelo que permite establecer la comunicación con una antena embarcada a bordo de un vehículo ferroviario. La antena embarcada, según esta  
15 patente, incluye un primer circuito receptor en forma de bucle simple y un segundo circuito receptor en forma de bucle en forma de ocho, permitiendo la asociación de los dos circuitos captar la señal electromagnética portadora de información emitida por la baliza y de este modo determinar precisamente el instante en que la antena embarcada está centrada en la baliza en el suelo y esto con una gran precisión : se puede de este modo localizar el vehículo en la vía férrea con una precisión del mismo orden (que puede ser del orden de o inferior a  $\pm 5$  cm, como se requiere  
20 para los vehículos ferroviarios de control automático especialmente).

En efecto, si se representa la señal captada por los dos circuitos receptores de la antena embarcada, en forma de grafos -designados asimismo con el término de diagramas de radicación- que representa la potencia captada en función de la posición relativa de la antena embarcada respecto de la baliza en el suelo más próxima durante su  
25 franqueamiento, como se ha representado en las figuras 3 y 4 de esta patente anterior, se ve que la señal captada por el primer circuito receptor presenta una zona central relativamente amplia y centrada en la zona de contacto de la baliza en el suelo. (Se entiende aquí y en el resto del texto, por zona de contacto de la baliza la zona donde la antena es normalmente capaz de «leer» las informaciones emitidas por la baliza en el suelo en forma de una señal electromagnética representativa de la información a transmitir de la baliza en el suelo a la antena embarcada. Es  
30 también en esta zona en la que la energía emitida por la antena embarcada y que es recibida por la baliza debido a su alimentación alcanza un nivel suficiente para asegurar la activación de la baliza). Esta zona central tiene aproximadamente una forma de un lóbulo principal de tipo campana centrada en el eje Oy del referencial. En los extremos de esta campana, se encuentran dos lóbulos secundarios de máximo claramente menor. La señal captada por el segundo circuito receptor que incluye el bucle en forma de ocho presenta por su parte dos zonas centrales,  
35 cada una aproximadamente en forma de campana, con, entre estas dos zonas centrales, una señal que se anula en el origen del referencial, correspondiendo a la anulación de la señal al punto de cruce del ocho del bucle. Además, en los extremos opuestos de estas dos zonas centrales en forma de campana, se encuentran otros dos lóbulos secundarios, de manera análoga a la señal captada por el primer circuito receptor y que están desfasados respecto de los lóbulos secundarios de la señal captada por el primer circuito receptor.

Haciendo abstracción de estos lóbulos secundarios, la detección del instante en que la antena embarcada está centrada en la baliza en el suelo se realiza de la siguiente manera (de manera esquemática): Se produce un desfase (un cambio de fase de  $180^\circ$ ) entre las dos señales captadas cuando el centro (la punta de cruce) del bucle en forma  
40 de ocho del segundo circuito receptor pasa a la altura del centro de la baliza en el suelo. El procedimiento consiste por lo tanto en detectar este cambio de fase entre las dos señales captadas, para deducir el instante preciso en el que la antena está centrada en la baliza y por lo tanto, deducir la localización del vehículo respecto de la vía férrea en un instante dado.

Sin embargo, la presencia de lóbulos secundarios en las dos señales puede inducir la detección de desfases entre lóbulos secundarios, desfases «parásitos» por lo tanto, que pueden conducir a detectar de manera errónea un centrado entre la antena y la baliza. Esta es la razón por la que se prevé imponer al procedimiento de detección un umbral de potencia predeterminado, que se sitúa por encima del máximo de potencia de los lóbulos secundarios de las dos señales captadas por la antena: la detección se encuentra de este modo filtrada, eliminando del proceso de  
50 detección todos los desfases intempestivos que pueden aparecer entre los lóbulos secundarios.

Pero imponer un umbral de potencia predeterminado no carece de consecuencia: este filtrado se traduce en concreto por el respeto de condicionantes de distancia entre la antena y la baliza. De este modo, para que el procedimiento de detección funcione, es necesario prever una distancia en la dirección vertical entre la baliza y la antena que esté comprendida entre dos valores límites, una distancia mínima y una distancia máxima. Asimismo, es necesario que el desplazamiento autorizado en la dirección horizontal transversal sea inferior a un valor de desplazamiento máximo. Estos criterios dimensionales pueden revelarse restrictivos. Pueden complicar el montaje de la antena embarcada en el coche o la motriz del vehículo ferroviario, incluso prohibir algunos emplazamientos de antena en el vehículo ferroviario. De este modo es delicado, incluso imposible en algunos casos, montar la antena en la carrocería del vehículo, ya que la carrocería está montada por suspensiones en su bogie, por lo general, lo que  
60 implica movimientos verticales relativos carrocería/bogie, que la antena está obligada a acompañar. Además, pueden evolucionar durante la explotación de los vehículos ferroviarios. Además, la distancia inicial antena-baliza en  
65

la dirección vertical puede disminuir por el desgaste progresivo de las ruedas del coche o de la motriz en la que está montada la antena, lo que implica reajustar con regularidad la antena mediante operaciones de mantenimiento.

5 El objeto de la presente invención es entonces proponer una técnica mejorada de localización de un vehículo ferroviario que utiliza un sistema de balizas en el suelo y de antena embarcada. El objeto de la invención es, más precisamente, remediar el inconveniente de los condicionantes dimensionales ligados a la solución técnica anterior descrita anteriormente. De manera accesoria, el objeto de la invención es proponer una técnica de este tipo que sea, además, simple y económica de realizar y de aplicar y que, especialmente, permita limitar las operaciones de mantenimiento de los vehículos ferroviarios que la aplican.

10 La invención tiene en primer lugar por objeto una antena destinada a estar embarcada en un vehículo ferroviario para localizar dicho vehículo ferroviario a lo largo de una vía férrea equipada con un sistema de balizas en el suelo, siendo la antena capaz de captar una señal electromagnética representativa de una información emitida por la baliza cuando es franqueada por dicho vehículo ferroviario, incluyendo dicha antena un primer circuito receptor en forma de bucle simple y un segundo circuito receptor en forma de bucle de dos espiras en forma de ocho. Según la invención, 15 la antena incluye, además, un tercer circuito receptor en forma de bucle de tres espiras con una espira intermedia dispuesta entre dos espiras externas, estando el primer, segundo y tercer circuito receptor superpuestos, presentando los tres circuitos receptores todos sensiblemente un mismo eje simetría longitudinal y sensiblemente un mismo eje de simetría transversal.

20 Se entiende por «superpuestos» el hecho de que los circuitos están montados, por ejemplo todos en un mismo soporte plano, unos encima de otros, según planos paralelos entre sí, sin que el orden de la superposición sea impuesto. Asimismo, al menos dos de estos planos pueden de hecho estar confundidos, según las dimensiones relativas de los tres bucles. Puede, en efecto, que uno de los circuitos receptores, por ejemplo el primero, tenga un perímetro mayor que el segundo circuito receptor, encontrándose el circuito menor entonces montado en un soporte común en el interior del circuito más voluminoso, encontrándose ambos circuitos de hecho montados según un plano común.

25 Esto explica que, cuando es cuestión de un «mismo» eje de simetría longitudinal o transversal, hay que incluir evidentemente en esta definición ejes de simetría paralelos entre sí pero no exactamente confundidos, cuando están montados según planos paralelos entre sí, próximos pero distintos.

30 La presencia de esta doble simetría conduce a que los tres circuitos receptores estén centrados los unos respecto de los otros según un eje común perpendicular a sus planos de montaje.

35 Se ha revelado que la adición de este tercer circuito receptor en la antena permite liberarse de los condicionantes dimensionales mencionados anteriormente, ya que la aplicación de tal antena en un procedimiento de localización de un vehículo ferroviario en cooperación con una baliza ya no necesita imponer un umbral de filtrado de potencia predeterminado. Es a la vez la forma particular en tres espiras de este tercer circuito receptor y el hecho de que este 40 centrado en los otros dos circuitos receptores, con los mismos ejes de simetría, que permiten llegar a este resultado muy interesante.

45 Ventajosamente, según la invención, el eje de simetría transversal pasa por la punta de cruce del bucle en forma de ocho del segundo circuito receptor y por los planos intermedios del bucle simple del primer circuito receptor y de la espira intermedia del tercer circuito receptor. Es en efecto esta característica la que traduce el centrado relativo de los tres bucles, que permite explotar, en el procedimiento de detección que utiliza tal antena, como se ha detallado más adelante, las señales captadas de manera apropiada.

50 Según otra característica de la antena según la invención, esta está diseñada para que los bucles de los tres circuitos receptores estén desprovistos de acoplamiento entre sí, o presentan un acoplamiento residual insignificante entre sí. En efecto, todo ocurre como si los tres bucles fuesen ortogonales entre sí, siendo el objeto que la señal captada por uno de los bucles no sea perturbada/modificada por la señal captada por los otros bucles, o que lo sea, pero de manera insignificante, para poder tratar y comparar las señales captadas por los tres circuitos receptores, como se ha detallado más adelante, sin tener que tener en consideración eventuales interferencias entre señales 55 captadas.

60 Ventajosamente, el tercer circuito receptor en forma de bucle de tres espiras de la antena según la invención presenta un desequilibrio en el campo magnético captado por las tres espiras, desequilibrio que está ajustado procurando que, por una parte, la sensibilidad del receptor de la antena permita captar un campo magnético de igual fase sin alteración en el centro del bucle cuando la baliza se encuentra centrada respecto de este bucle y que, por otra parte, el acoplamiento entre este bucle y los bucles de los otros dos circuitos receptores siga siendo insignificante.

65 El término «sensibilidad del receptor» es conocido en el ámbito de las antenas, estando el receptor comprendido en el sentido amplio como la antena asociada a todos sus medios de medición y de tratamiento y de análisis de las señales captadas.

Según una variante, para alcanzar este desequilibrio, la antena según la invención esta dimensionada de manera a que la suma de las áreas delimitadas por las espiras externas del bucle del tercer circuito receptor sea inferior al área delimitada por la espira intermedia de dicho bucle, especialmente inferior entre el 10 y el 15 % del área total del conjunto de las espiras de dicho bucle, por ejemplo entre el 12 y el 13 % de dicha área. El «desequilibrio» así seleccionado entre las espiras externas de un lado y la espira intermedia del otro provoca, en el diagrama de radiación del tercer circuito receptor, dos anulaciones de campo en zonas propicias, desfasadas respecto de las anulaciones de campo de los otros dos circuitos receptores. Este desequilibrio induce también un mínimo de señal, no nulo y superior a la sensibilidad del receptor, durante el centrado baliza/antena (siguiendo el bucle «viendo» un campo magnético de igual fase en la zona de la espira intermedia).

Según otra variante, eventualmente cumulativa con la anterior, la antena según la invención esta dimensionada de manera que el perímetro del bucle en forma de ocho del segundo circuito receptor sea sensiblemente igual al del bucle simple del primer circuito receptor. Se entiende por «perímetro», con fines de simplificación, el volumen, la cuerda del conjunto de los bucles de los circuitos receptores considerados.

Ventajosamente, el diagrama de radiación del primer circuito receptor, durante el franqueamiento de la baliza, presenta sucesivamente un primer lóbulo secundario, un lóbulo principal con un máximo de potencia y un segundo lóbulo secundario, con puntos de anulación de la potencia de radiación que separa dos lóbulos sucesivos.

Se entiende aquí y en el resto de la solicitud de patente, por diagrama de radiación la representación de la potencia de la señal captada por el circuito receptor en cuestión en función del desplazamiento de la antena embarcada durante el franqueamiento de la baliza. Este diagrama es una representación en un referencial Oxy y representa una aproximación al primer orden de la representación en tres dimensiones del campo magnético real captada por el circuito receptor considerado. Se puede atribuir a los diferentes lóbulos así localizados en este diagrama fases, llevando cada lóbulo un desfase dado respecto del lóbulo anterior.

Ventajosamente según la invención, el diagrama de radiación del segundo circuito receptor, durante el franqueamiento de la baliza, presenta sucesivamente un primer lóbulo secundario y a continuación dos lóbulos principales y un segundo lóbulo secundario, con puntos de anulación de la potencia de radiación que separan dos lóbulos sucesivos.

Ventajosamente según la invención, el diagrama de radiación del tercer circuito receptor, durante el franqueamiento de la baliza, presenta sucesivamente un primer lóbulo secundario y a continuación un lóbulo principal que presenta dos máximos de potencia separados por un mínimo no nulo y un segundo lóbulo secundario, con puntos de anulación de la potencia de radiación que separan dos lóbulos sucesivos.

Se concibe preferentemente la antena de manera que el mínimo no nulo del diagrama de radiación del tercer circuito receptor corresponda a un acoplamiento residual del mismo con al menos uno de los otros dos circuitos receptores, especialmente con el primer circuito receptor. El procedimiento de detección que utiliza la antena según la invención explota en efecto esta característica, que expresa el hecho de que la potencia del campo magnético captada por el tercer circuito receptor se reduce en una zona central enmarcada por dos máximos, siendo este hueco suficientemente poco importante, por otra parte, para no ir hasta la anulación del campo magnético a la altura de la baliza, contrariamente al bucle en forma de ocho del segundo circuito receptor, al tiempo que se encuentra por encima de la sensibilidad del receptor.

Preferentemente, los puntos de anulación de los diagramas de radiación de los bucles de los circuitos receptores segundo y tercero corresponden respectivamente a los puntos de cruce de las espiras de dichos bucles.

Preferentemente, los diagramas de radiación de los tres circuitos receptores están sensiblemente centrados respecto de un eje que corresponde a su eje de simetría transversal.

La antena, de manera conocida, comprende, asimismo los circuitos receptores, los medios electrónicos/informáticos destinados a tratar las señales captadas por sus circuitos receptores, por una parte para tratar, recoger y transmitir las informaciones contenidas en la señal electromagnética emitida por la baliza emitida por las balizas durante su franqueamiento por la antena y asimismo prevista para localizar el vehículo ferroviario, lo que es el aspecto que interesa a la invención. Estos medios comprenden, de manera conocida en sí, medios de medición, medios de amplificación, etc. Pero, para aplicar la antena específica de la presente invención, estos medios comprenden igualmente medios de codificación y de secuenciación de los desfases de las señales captadas por los tres circuitos receptores de dicha antena.

Preferentemente, estos medios electrónicos/informáticos comprenden asimismo medios de determinación de la localización de la antena respecto de la baliza franqueada por comparación entre las secuencias obtenidas por la codificación y la secuenciación de las señales captadas por los tres circuitos receptores de la antena y al menos una secuencia predeterminada que corresponde al centrado exacto de la antena respecto de la baliza.

De manera conocida en sí, la antena comprende asimismo un circuito emisor destinado a alimentar con energía la baliza durante su franqueamiento por la antena, especialmente en forma de un bucle simple alimentado con energía que está superpuesto a los bucles de los circuitos receptores de la antena.

5 La invención tiene asimismo por objeto una disposición para la localización de un vehículo ferroviario a lo largo de una vía férrea, comprendiendo la disposición:

- una serie de balizas en el suelo que equipan dicha vía férrea y destinadas a emitir una señal electromagnética representativa de una información cuando son franqueadas por dicho vehículo ferroviario,

10 - una antena embarcada en el vehículo ferroviario destinada a cooperar con las balizas tal como se ha descrito anteriormente.

15 La disposición en cuestión prevé balizas que comprenden un circuito emisor de una señal electromagnética, por ejemplo en forma de un bucle simple.

La invención tiene asimismo por objeto un procedimiento de localización de un vehículo ferroviario que utiliza la disposición descrita anteriormente, o que utiliza la antena según la invención descrita anteriormente y que comprende las siguientes etapas:

20 - se detecta la señal emitida por la baliza durante su franqueamiento por la antena por los circuitos receptores de la antena embarcada en el vehículo ferroviario, especialmente en forma, para cada uno de los circuitos receptores, de un diagrama de radiación,

25 - se deducen de estas señales, especialmente a partir de la descomposición de sus diagramas de radiación, las fases de los campos magnéticos de las diferentes porciones de señales (localizables en forma de lóbulos en cada diagrama de radiación),

30 - se comparan las fases de los campos magnéticos de las señales, (especialmente a partir de sus diagramas de radiación), de dos en dos, para deducir sus desfases relativos,

- se hace una lectura decimal de estos desfases relativos para obtener una secuencia,

35 - se compara la secuencia con al menos una secuencia característica predeterminada que corresponde al centrado exacto de la antena (2) respecto de la baliza (1) durante el franqueamiento,

- cuando la comparación es positiva, se deduce la localización espacial y temporal (T) del vehículo ferroviario (V) respecto de la vía férrea (VF) donde circula.

40 Con el procedimiento de localización según la invención, se puede asimismo deducir de la comparación entre la secuencia obtenida a partir de las señales captadas por los circuitos receptores de la antena y la secuencia predeterminada el sentido de circulación del vehículo ferroviario sobre la vía férrea.

45 Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto más claramente en la siguiente descripción y en los dibujos anexos, en relación con un modo de realización según la técnica anterior y un modo de realización particular, no limitativo, de la presente invención, con referencia a las siguientes figuras:

50 - Figura 1: una vista general de una disposición de localización de un vehículo ferroviario en una vía férrea que utiliza una antena embarcada y balizas en el suelo.

- Figura 2: una vista superior de despiece ordenado de los dos circuitos receptores de una antena según la técnica anterior.

55 - Figura 3: un diagrama de radiación de la señal captada por los dos circuitos receptores de la antena de la figura 2 conforme a la técnica anterior, con la representación del desfase.

- Figura 4: una vista superior de despiece ordenado de los tres circuitos receptores de una antena según la invención.

60 - Figura 5: un diagrama de radiación de la señal captada por los tres circuitos receptores de la antena según la invención de la figura 4, con la representación del desfase.

- Figura 6: una tabla representativa de una codificación en modo binario de los desfases de la señal captada según el diagrama de radiación de la figura 5.

65 Las figuras 1, 2 y 4 son muy esquemáticas y no respetan necesariamente la escala entre los diferentes elementos

representados para facilitar la lectura. Solo los elementos necesarios para la comprensión de la invención han sido representados.

5 Las figuras 3 y 5 de diagramas de radiación son aproximaciones. Los mismos elementos llevan las mismas referencias en el conjunto de las figuras.

10 La figura 1 representa un dispositivo de localización puntual de un vehículo ferroviario V que circula según una dirección X en una vía férrea VF que incluye instalaciones en el suelo que se componen principalmente de balizas 1, de tipo conocido en sí, provistas de un circuito emisor de señales electromagnéticas (circuito aquí en forma de un bucle simple) y de su electrónica de mando. Estas balizas 1 están fijadas a lo largo de la vía férrea en emplazamientos conocidos.

15 El dispositivo de localización incluye asimismo equipamientos embarcados a bordo del vehículo ferroviario V que se componen principalmente de una antena receptora 2 que comprende circuitos receptores detallados más adelante y conectada a una unidad de evaluación 3. La unidad de evaluación 3, que puede ser un ordenador, está alimentada por su propio convertidor. La antena 2 está situada bajo el vehículo V en un emplazamiento tal que la antena 2 pasa por el eje de las balizas 1 cuando el vehículo V circula por la vía férrea VF. El vehículo ferroviario puede ser un tren regional, un metro, etc. La antena está, preferentemente, como se ha representado en la figura 1, instalada en la motriz o la locomotora del vehículo V.

20 La figura 2 representa los circuitos receptores de una antena 2' según la técnica anterior tal como se describe en la patente EP-1 227 024 mencionada anteriormente. Esta antena 2' incluye un primer circuito receptor en forma de un bucle simple A' y un segundo circuito receptor en forma de un bucle en forma de ocho B', siendo esta última sensiblemente concéntrica con el bucle simple del primer circuito receptor. La representación de los circuitos según la figura muestra los dos circuitos con un desfase en el plano de la figura, para hacerla más legible. En realidad, los dos bucles A y A' están superpuestos y ambos están montados de manera conocida en un soporte común plano no representado.

30 El primer circuito receptor A' está destinado a captar la señal emitida por la baliza 1 y está conectado a la unidad de evaluación 3 del vehículo V que asegura el análisis de las informaciones transmitidas por la baliza 1 cuando está franqueada por la antena 2'.

35 La dimensión del bucle en forma de ocho es preferentemente cercana a la dimensión del bucle de emisión (no representada) de la baliza 1.

La figura 3 permite explicitar el funcionamiento de esta antena 2' según la técnica anterior en cooperación con una baliza 1.

40 Cuando el vehículo V se acerca a una baliza 1 y que el emisor de la antena 2' del vehículo V se sitúa en la zona de contacto de la baliza 1, la baliza 1 emite una señal electromagnética representativa de la información a transmitir. Cabe señalar que, de manera conocida en sí, la baliza 1 esta activada en la zona de contacto por alimentación por radiación con procedencia de un emisor embarcado por la antena 2' del vehículo V (Esta alimentación de la baliza 1 está realizada por ejemplo integrando en la baliza un circuito de antena provisto de una bobina receptora conectada en serie al primario de un transformador de aislamiento, estando el secundario de este último conectado al circuito de emisión de la baliza).

50 Esta señal es captada por los dos bucles A' y B' de la antena 2' del vehículo V. La potencia de la señal captada por el bucle A' y por el bucle B', en función del desplazamiento de la antena 2' llevada por el vehículo V según el eje X durante el franqueamiento de la zona de contacto de la baliza 1, está representada en la figura 3. Se trata de un diagrama de radiación, es decir, como se ha mencionado anteriormente, una representación de la amplitud de la potencia del campo magnético de la señal en función del desplazamiento de la antena 2' según el eje X.

55 Este diagrama es una representación simplificada, aproximada, que permite un análisis/un tratamiento más simples que una representación del campo magnético en tres dimensiones.

60 Según este diagrama, el bucle A' recibe una señal  $S_A$ . Esta señal comprende un lóbulo principal  $PL_{A'}$ , que tiene la forma de una campana y que se extiende en una zona relativamente amplia centrada en la zona de contacto de la baliza 1, el centro corresponde al origen 0 del referencial OXY del diagrama. Al inicio y al final de la zona de contacto baliza, la amplitud de la señal varía para anularse al inicio y al final ( $0_A$ ) de la zona de contacto con la presencia de lóbulos secundarios  $LS_{A'}$ , por una y otra parte del lóbulo principal  $LP_{A'}$ , de amplitud máxima mucho menor que la del lóbulo principal. Si se hiciese una representación en tres dimensiones de esta señal, se tendría una campana orientada hacia abajo centrada en el centro del bucle y rodeada concéntricamente por un hueco orientado hacia arriba y que corresponde a los lóbulos secundarios. El hecho de que la porción de señal aparezca en relieve (en campana) o en hueco significa que las porciones de señal están desfasadas.

65 El bucle B' en forma de ocho recibe una señal  $S_B$  que varía en amplitud al inicio y al final de la zona de contacto de

la baliza 1 (puntos  $O_B$ ) y que es nulo en el centro de la zona de contacto, es decir, cuando el punto de cruce del bucle en forma de ocho está centrado en el bucle de emisión de la baliza 1. La señal se descompone de este modo en dos lóbulos intermedios  $LM_B$  que se anulan en el origen del referencial, por una y otra parte de los que se encuentran de nuevo lóbulos secundarios  $LS_B$  de amplitud máxima mucho menor que la de los lóbulos intermedios.

5 De la comparación de las señales  $S_A$  y  $S_B$ , se ve que los puntos de anulación  $O_A$  están desfasados, en el eje X, respecto de los puntos de anulación  $O_B$  y que el máximo de amplitud del lóbulo  $LP_A$  de la señal  $S_A$  corresponde a un punto de anulación de la señal  $S_B$  (punto 0). Los puntos de anulación  $O_B$  de la señal del bucle B' corresponden, en este ejemplo, a los máximos de los lóbulos secundarios  $LS_A$ , de la señal del bucle A'.

10 En la parte inferior de la figura 3, se ha representado la medida del desfase  $\phi$  de las señales  $S_A$  y  $S_B$ , una vez tratadas con un filtro de paso bajo para eliminar los armónicos ligados a la detección de fase. Hay un desfase en O entre los dos lóbulos intermedios  $LM_B$  de la señal recibida por el bucle en forma de ocho y la detección de este desfase permite determinar cuándo (instante T) la antena esta exactamente centrada en la baliza, lo que es el objeto buscado. Pero la presencia de lóbulos secundarios en las señales podrían inducir la detección de desfases parásitos y por lo tanto la detección errónea de centrado entre baliza y antena, en instantes  $T_p$ . Estos «ruidos» en el  
15 procedimiento de detección han llevado a imponer un umbral de potencia  $P_{min}$  (representado por comodidad solo al nivel de la señal recibida por el bucle A' en su diagrama de radiación), en un nivel superior al máximo de amplitud de los lóbulos secundarios de las señales recibidas por los dos bucles. Se efectúa entonces un filtrado de las señales recibidas conservando solo la parte de las señales situadas por encima de este umbral  $P_{min}$ , se elimina de este  
20 modo del tratamiento de las señales la parte que corresponde a los lóbulos secundarios de las mismas, lo que, de hecho, suprime la detección de los desfases intempestivos ligados a las mismas: se garantiza de este modo la exactitud de la determinación del instante T. Pero, imponiendo un umbral de potencia  $P_{min}$ , como se ha explicado anteriormente, se imponen condicionantes dimensionales, condicionantes de posicionamiento y de ajuste de la antena embarcada.

25 La figura 4 representa, con un modo de representación idéntico al de la figura 2, los circuitos receptores de la antena 2 según la invención. Esta incluye un primer circuito receptor en forma de un bucle simple A análogo al bucle A' de la figura 2 y un segundo circuito receptor en forma de un bucle en forma de ocho B con un punto de cruce que separa dos espiras B1, B2. Es un bucle análogo al bucle B' de la figura 2. Incluye además, un tercer circuito receptor en forma de un bucle C que comprende tres espiras separadas por dos puntos de cruce: una espira intermedia C2 dispuesta entre dos espiras externas C1, C3. Los tres circuitos están superpuestos y montados en un soporte plano común no representado. En este ejemplo dado a modo de ilustración, los tres bucles tienen un volumen cercano (se  
30 entiende por volumen la envoltura de sus perímetros), pero la invención se puede aplicar también a bucles de dimensiones diferentes, pudiendo el tercer bucle C, especialmente, ser mayor que al menos uno de los otros dos bucles A y B. Los tres bucles A, B, C presentan un mismo eje de simetría longitudinal X contenido en su plano  $\pi$  (haciendo la aproximación que los tres bucles están contenidos exactamente en el mismo plano  $\pi$ , mientras que de hecho pueden estar superpuestos según planos paralelos muy próximos los unos a los otros) y el mismo eje de simetría transversal Y, que pasa por el medio del bucle simple A, de la espira C2 y del punto de cruce del bucle B en forma de ocho. Todos los bucles A, B y C están centrados entre sí y configurados de manera que no tienen  
35 desacoplamiento entre sí, o un acoplamiento residual insignificante. De este modo, la señal recibida de la baliza por los tres bucles no es perturbada por interferencias entre bucles receptores.

La figura 5 representa, de manera análoga a la figura 3, los diagramas de radiación de los tres bucles. Se vuelve a encontrar, para los bucles A y B, una forma de señal  $S_A$  análoga a la observada según la técnica anterior representada en la figura 3: el bucle A presenta un lóbulo principal  $LP_A$  en forma de campana cuyo máximo corresponde al franqueamiento por la baliza del eje Y de simetría transversal de los bucles, con dos puntos de  
45 anulación  $O_A$  y por una y otra parte de este lóbulo, dos lóbulos secundarios  $LS_A$ .

La señal  $S_B$  del bucle B es asimismo análoga a la del bucle en forma de ocho B' del ejemplo de la técnica anterior, con dos lóbulos intermedios  $LM_B$ , tres puntos de anulación, de los que uno separa los dos lóbulos intermedios e igual al origen 0 del referencial y dos puntos de anulación  $O_B$  que separan cada uno lóbulos intermedios de un lóbulo secundario  $LS_B$ .

La señal  $S_C$  del bucle C de tres espiras comprende un lóbulo principal  $LP_C$ , que está centrado en el eje Y y presenta dos máximos  $M_C$  y  $M'_C$  conectados por un hueco cuyo mínimo  $Min_C$  está centrado en el eje Y y se encuentra por lo tanto en correspondencia con el máximo del lóbulo  $LP_A$  del bucle A y el punto de anulación en el origen del bucle en forma de ocho (que corresponde a su punto de cruce). La presencia de este mínimo está provocada por el hecho de que el área de las espiras C1 y C3 es ligeramente inferior a la de la espira central C2. De este modo se tiene un desequilibrio menor entre los campos magnéticos que corresponden a cada una de las espiras, siguiendo la integral siendo ligeramente positiva. La señal  $S_C$  del bucle C comprende asimismo dos lóbulos secundarios separados del lóbulo principal  $LP_C$  cada uno por un punto de anulación  $O_C$ .  
55  
60

Las líneas verticales  $L_i$  en línea de puntos representadas en la figura 5 pasan por los máximos y por los puntos de anulación de las tres señales  $S_A$ ,  $S_B$  y  $S_C$ .

65 Las figuras 4 y 5 están posicionadas de manera que muestran la correspondencia entre estos máximos y estos

puntos de anulación y la forma geométrica de los bucles correspondientes. Se ve de este modo que, en este ejemplo, la línea vertical L3 pasa por el punto de anulación OC que se encuentra a la altura del punto de cruce entre la espira C1 y la espira C2 del bucle C. La línea L4, que pasa por el máximo de la señal SA y por un punto de anulación del bucle B en forma de ocho y por el mínimo Min del bucle C, está a la altura del medio de la espira principal C2 del bucle C, a la altura del punto de cruce del bucle en forma de ocho B y por el medio del bucle simple A. Se observa que los puntos de anulación  $O_A$ ,  $O_B$  y  $O_C$  que separan los lóbulos secundarios de las tres señales del lóbulo adyacente están desfasados los unos respecto de los otros y que el posicionamiento de estos lóbulos secundarios, si están, para cada una de las señales, dispuestos simétricamente respecto del eje Y, no están en coincidencia los unos con los otros. En otros modos de realización de la antena según la invención, este desfase relativo de los lóbulos de un bucle a otro puede variar.

Asimismo, los lóbulos sucesivos de cada una de las señales presentan campos magnéticos desfasados los unos respecto de los otros. Para visualizar mejor cómo se aplica la invención, se han asignado signos + y - sucesivamente a los diferentes lóbulos de cada una de las señales en la figura 5.

Como se ha explicitado en la tabla de la figura 6, el procedimiento de detección según la invención ha consistido entonces en explotar este desfase, «recortando» las señales en segmentos por las líneas  $L_i$  verticales que pasan los puntos de anulación de las señales.

Las tres primeras líneas anotadas A, B, C de la tabla indican la fase del campo magnético captada respectivamente por los bucles A, B y C, para cada uno de los segmentos considerados asignándoseles un signo «+» o un signo «-». Un signo «X» indica una incertidumbre en la fase del campo magnético ligada a la anulación del campo magnético.

Las tres líneas siguientes de la tabla indican, para cada uno de los tres pares de bucle, A + B, A + C y B + C, el desfase relativo entre dichos pares, según una codificación binaria que va a asignar el valor «0» si los campos magnéticos de los dos bucles del par considerado están en fase (lo que se traduce por segmentos correspondientes dotados ambos con un signo «+» o con un signo «-» según las tres primeras líneas de la tabla) y que va a asignar el valor «1» si los campos magnéticos de los dos bucles del par considerado están en oposición de fase (lo que se traduce por segmentos correspondientes dotados, uno con un signo «+» y el otro con un signo «-», según las tres primeras líneas de la tabla). Se obtiene una «X» en el caso donde uno de los segmentos correspondiente del par considerado está dotado con un signo «X», estando la incertidumbre mantenida. Esta combinación es de tipo «O exclusivo», denominada también comúnmente «XOR» en lenguaje informático.

Finalmente, la línea de la tabla indicada «Sq» es la lectura decimal de los tres pares A + B, A + C y B + C anteriores. Una «X» hace dudar el valor de la secuencia entre su valor de la izquierda y su valor de la derecha. La secuencia obtenida indicada en la tabla vale por lo tanto 0-5-3-0-5-6-0-5 o 5-0-6-5-0-3-5-0 en función del sentido del franqueamiento de la baliza 1 por la antena 2. La obtención de una u otra de estas secuencias características determina el momento del centrado baliza/antena buscado.

Cabe señalar que el centrado de la baliza respecto de la antena puede detectarse sin tener que «esperar» la obtención de una u otra de las secuencias características completas indicada anteriormente. La obtención de una porción característica de esta secuencia puede bastar. De este modo, en cuanto se obtiene la porción de secuencia 3-0-5, o, la porción de secuencia 6-0-5, ya se puede deducir el centrado baliza/antena.

Asimismo es posible considerar que la porción de secuencia característica incluye no tres sino cuatro o cinco cifras.

Cuando el procedimiento solo explota una porción de secuencia, solo establece la secuencia hasta la obtención de la porción de secuencia característica predefinida (de hecho, se trata más bien de un par de porciones de secuencia, según el sentido de franqueamiento de la baliza). No es útil, una vez determinado el centrado, continuar con el establecimiento de la secuencia completa, lo que simplifica la aplicación del procedimiento.

Cabe señalar asimismo que el procedimiento de detección de la invención así descrito implica asimismo etapas de filtrado, de tratamiento que no se detallarán aquí y que son conocidas por el experto en la técnica del tratamiento de la señal.

Cabe mencionar, sin embargo, dos tratamientos particularmente interesantes para aplicar el procedimiento de la invención:

- Se puede prever filtrar, especialmente por filtrado digital, las señales para poder, en la lectura de las secuencias o porciones de secuencia características, hacer abstracción de las oscilaciones erráticas de señales, en la cercanía de los segmentos provistos de un signo «X» (cf. tabla 6). De este modo, se suprimen las «X» de las secuencias características, que de otro modo hay que localizar para eliminarlas.

- Se puede prever que el procedimiento solo retenga la primera declaración de centrado baliza/antena durante la lectura de la secuencia o porción de secuencia característica, especialmente por operaciones de filtrado digital. En efecto, se puede, de otro modo obtener varias declaraciones de centrado, de las que una sola es exacta, siendo las

siguientes debidas a vibraciones u oscilaciones erráticas en las señales captadas y analizadas.

5 El procedimiento según la invención prevé la etapa de la lectura de los diagramas de radiación para deducir una codificación de los desfases relativos de las señales de los diferentes circuitos receptores. Alternativamente y sin salirse del marco de la invención, se pueden obtener estos desfases sin pasar formalmente por el establecimiento de estos diagramas.

10 El procedimiento según la invención prevé por lo tanto tratar las señales recibidas por la antena 2 con, además de las eventuales etapas de tratamiento del tipo amplificación, filtrado en cuyo detalle no se entrará aquí, la etapa de medición de desfases de las porciones de señales recibidas por los tres bucles, las etapas de codificación y finalmente la etapa de secuenciación con fines de comparación con las secuencias características que indican el centrado de la antena 2 respecto de la baliza 1. El hecho de que haya dos secuencias diferentes según la dirección de franqueamiento de la baliza 1 permite obtener no solo la información sobre el instante T del centrado baliza 1/antena 2, sino además, la información sobre el sentido de circulación del vehículo ferroviario V en la vía férrea VF.

15 El procedimiento es aplicado por medios informáticos y/o electrónicos. Ya bien estén presentes en la unidad de evaluación 3 asociada a la antena, ya bien se prevea añadir los medios apropiados conectados a la antena para llevar a cabo la medición, codificación, secuenciación y comparación, incorporándolos a la unidad 6 o no.

20 Con tal antena y tal procedimiento de realización, ya no es necesario imponer un filtrado con un umbral de potencia mínimo como en la solución de la técnica anterior. Se puede de este modo montar la antena en el vehículo con muchos menos condicionantes dimensionales y espaciar las operaciones de mantenimiento de la antena embarcada, lo que amplía considerablemente sus aplicaciones. Se obtiene una precisión en la localización espacial y temporal del vehículo que es excelente y que permite la explotación de este procedimiento para cualquier tipo de  
25 vehículo, de los que los de control automático requieren una precisión muy elevada (+/- 5 cm). Cabe señalar que la antena según la invención es bastante simple de realizar, que no necesita modificar radicalmente el procedimiento habitual de fabricación y que puede mantener un volumen muy razonable respecto de las antenas existentes y que su procedimiento de realización solo necesita medios de tipo electrónico/informático clásicos generalmente ya previstos/conocidos, que basta reprogramar de manera apropiada.

30 Cabe señalar que la antena según la invención puede cooperar con balizas conformes a la norma europea EUROBALISE (es decir que aseguran la comunicación por acoplamiento magnético con la antena del vehículo en la banda de frecuencia 3,9-4,5 MHz, presentando estas balizas la ventaja de ser compactas, con una longitud de aproximadamente 50 cm y ligeras, con un peso de aproximadamente 5 kg).

35 Se precisa que, en el marco de la invención y asimismo de manera conocida, el vehículo ferroviario puede estar equipado no con una sino con varias antenas embarcadas según la invención. Cada antena puede incluir sus medios de tratamiento informáticos/electrónicos propios. Las dos antenas pueden estar montadas en el mismo coche o no. Cada una de las antenas puede estar activa. Alternativamente, una antena puede estar activa cuando la  
40 otra no lo está, previendo medios apropiados para que la antena activa, en caso de fallo, no sea ya tomada en consideración y sea sustituida por la otra antena.

## REIVINDICACIONES

1. Antena (2) destinada a estar embarcada en un vehículo ferroviario (V) para localizar dicho vehículo ferroviario a lo largo de una vía férrea (VF) equipada con un sistema de balizas (1) en el suelo, siendo la antena capaz de captar una señal electromagnética representativa de una información emitida por la baliza cuando es franqueada por dicho vehículo ferroviario, incluyendo dicha antena un primer circuito receptor en forma de bucle simple (A) y un segundo circuito receptor en forma de bucle de dos espiras en forma de ocho (B), caracterizada porque la antena incluye además un tercer circuito receptor (C) en forma de bucle de tres espiras con una espira intermedia (C2) dispuesta entre dos espiras externas (C1, C3), estando superpuestos los circuitos receptores primero, segundo y tercero, presentando los tres circuitos receptores todos sensiblemente un mismo eje de simetría longitudinal (X) y sensiblemente un mismo eje de simetría transversal (Y).
2. Antena (2) según la reivindicación anterior, caracterizada porque el eje de simetría transversal (Y) pasa por el punto de cruce del bucle en forma de ocho (B) del segundo circuito receptor y por los planos intermedios del bucle simple (A) del primer circuito receptor y de la espira intermedia (C2) del tercer circuito receptor (C).
3. Antena (2) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los bucles (A, B, C) de los tres circuitos receptores están desprovistos de acoplamiento entre sí, o presentan un acoplamiento residual insignificante entre sí.
4. Antena (2) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el diagrama de radiación del primer circuito receptor (A), durante el franqueamiento de la baliza (1), presenta sucesivamente un primer lóbulo secundario (LS<sub>A</sub>), un lóbulo principal (LP<sub>A</sub>) con un máximo de potencia y un segundo lóbulo secundario (LS<sub>A</sub>), con puntos de anulación (O<sub>A</sub>) de la potencia de radiación que separan dos lóbulos sucesivos.
5. Antena (2) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el diagrama de radiación del segundo circuito receptor (B), durante el franqueamiento de la baliza (1), presenta sucesivamente un primer lóbulo secundario (LS<sub>B</sub>) y a continuación dos lóbulos principales (LM<sub>B</sub>) y un segundo lóbulo secundario (LS<sub>B</sub>), con puntos de anulación (O, O<sub>B</sub>) de la potencia de radiación que separan dos lóbulos sucesivos.
6. Antena (2) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el diagrama de radiación del tercer circuito receptor (C), durante el franqueamiento de la baliza (1), presenta sucesivamente un primer lóbulo secundario (LS<sub>C</sub>) y a continuación un lóbulo principal (LP<sub>C</sub>) que presentan dos máximos de potencia (M<sub>C</sub>, M'<sub>C</sub>) separados por un mínimo (Min) no nulo y un segundo lóbulo secundario (LS<sub>C</sub>), con puntos de anulación (O<sub>C</sub>) de la potencia de radiación que separan dos lóbulos sucesivos.
7. Antena (2) según la reivindicación anterior, caracterizada porque el mínimo no nulo (Min) del diagrama de radiación del tercer circuito receptor (C) corresponde a un acoplamiento residual del mismo con al menos uno de los otros dos circuitos receptores (A, B), especialmente con el primer circuito receptor (A).
8. Antena (2) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los diagramas de radiación de los tres circuitos receptores (A, B, C) están sensiblemente centrados respecto de un eje que corresponde a su eje de simetría transversal (Y).
9. Antena (2) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el tercer circuito receptor presenta un desequilibrio en el campo magnético captado por las tres espiras de su bucle, desequilibrio que está ajustado para que, por una parte, la sensibilidad del receptor de la antena permita captar un campo magnético de igual fase sin alteración en el centro del bucle cuando la baliza se encuentra centrada respecto de este bucle y porque, por otra parte, el acoplamiento entre este bucle y los bucles de los otros dos circuitos receptores siga siendo insignificante.
10. Antena (2) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el perímetro del bucle en forma de ocho (B) del segundo circuito receptor es sensiblemente igual al del bucle simple (A) del primer circuito receptor.
11. Antena (2) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque comprende asimismo medios electrónicos y/o informáticos de tratamiento de las señales emitidas por las balizas (1) durante su franqueamiento por la antena (2) y captadas por los tres circuitos receptores (A, B, C) de dicha antena, comprendiendo dichos medios, medios de codificación y de secuenciación de los desfases de las señales captadas por los tres circuitos receptores de dicha antena.
12. Antena (2) según la reivindicación anterior, caracterizada porque los medios electrónicos/informáticos comprenden asimismo medios de determinación de la localización de la antena respecto de la baliza (1) franqueada por comparación entre las secuencias obtenidas por la codificación y la secuenciación de las señales captadas por los tres circuitos receptores (A, B, C) de la antena y al menos una secuencia predeterminada que corresponde al centrado exacto de la antena (2) respecto de la baliza (1).
13. Antena (2) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque comprende asimismo un circuito

emisor destinado a alimentar con energía la baliza (1) durante su franqueamiento por la antena, especialmente en forma de un bucle simple alimentado con energía que está superpuesto a los bucles de los circuitos receptores de la antena.

5 14. Disposición para la localización de un vehículo ferroviario (V) a lo largo de una vía férrea (VF), comprendiendo la disposición:

una serie de balizas en el suelo (1) que equipan dicha vía férrea y destinadas a emitir una señal electromagnética representativa de una información cuando son franqueadas por dicho vehículo ferroviario,

10 una antena embarcada (2) en el vehículo ferroviario destinada a cooperar con las balizas, caracterizada porque la antena es conforme a una de las reivindicaciones anteriores.

15 15. Disposición según la reivindicación anterior, caracterizada porque la baliza (1) comprende un circuito emisor de una señal electromagnética en forma de un bucle simple.

16. Procedimiento de localización de un vehículo ferroviario (V) que utiliza la disposición según una de las reivindicaciones 14 o 15, o que utiliza la antena según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque:

20 se detecta la señal emitida por la baliza (1) durante su franqueamiento por la antena (2) por los circuitos receptores (A, B, C) de la antena embarcada en el vehículo ferroviario (V), especialmente en forma, para cada uno de los circuitos receptores, de un diagrama de radiación,

25 se deducen de dichas señales, especialmente a partir de la descomposición de sus diagramas de radiación, las fases de los campos magnéticos de las diferentes porciones de señales, especialmente en forma de lóbulos en cada diagrama de radiación,

se comparan las fases de los campos magnéticos, de dos en dos, para deducir sus desfases relativos,

30 se hace una lectura decimal de estos desfases relativos para obtener una secuencia,

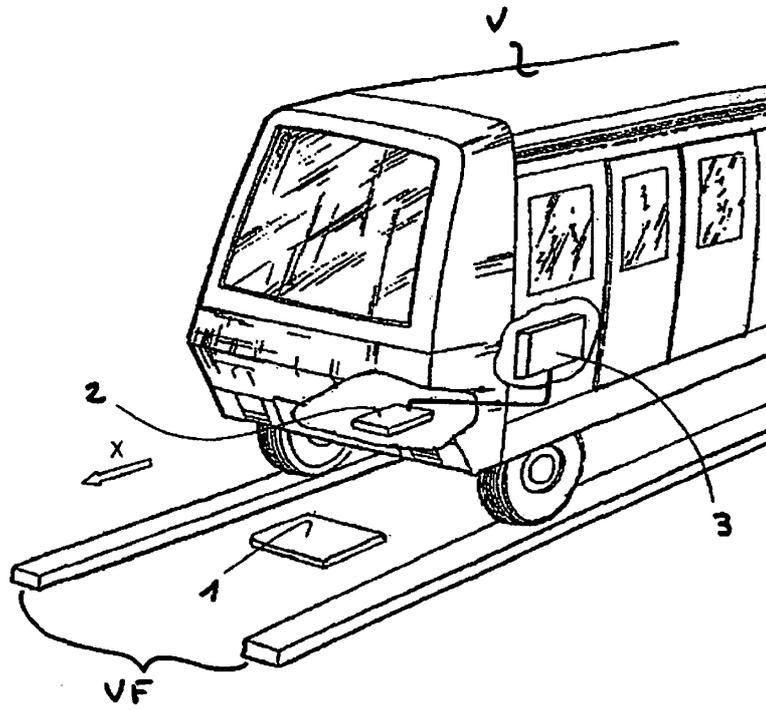
se compara la secuencia con al menos una secuencia característica predeterminada que corresponde al centrado exacto de la antena (2) respecto de la baliza (1) durante el franqueamiento,

35 cuando la comparación es positiva, se deduce la localización espacial y temporal (T) del vehículo ferroviario (V) respecto de la vía férrea (VF) donde circula.

40 17. Procedimiento de localización según la reivindicación anterior, caracterizado porque se tienen dos secuencias características predeterminadas según el sentido de franqueamiento de la baliza (1) por la antena embarcada (2) y porque se compara la secuencia obtenida con las dos secuencias predeterminadas, con el fin de deducir asimismo el sentido de circulación del vehículo ferroviario (V) en la vía férrea (VF).

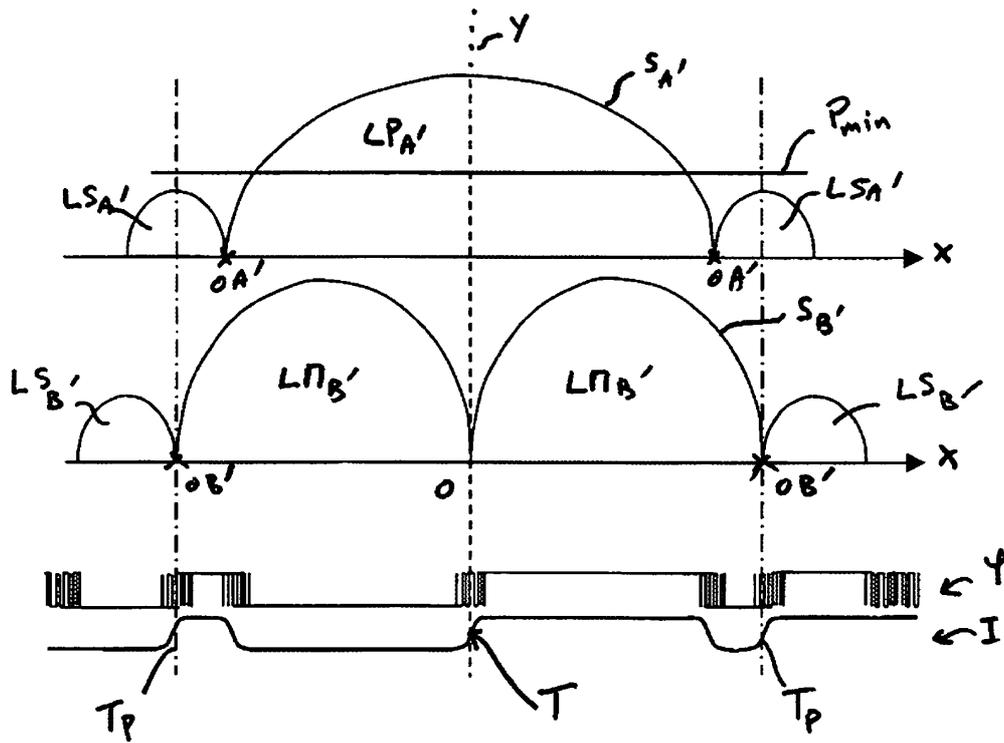
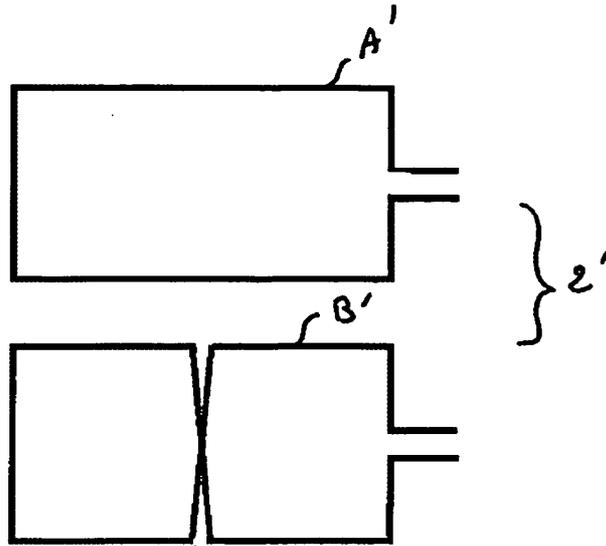
45 18. Procedimiento de localización según la reivindicación 17 o 18, caracterizado porque se prevé filtrar, especialmente por operaciones de filtrado digital, las señales captadas por los circuitos receptores (A, B, C) de la antena (2), especialmente para poder, en el establecimiento de las secuencias y su comparación con la o las secuencias características predeterminadas, hacer abstracción de las oscilaciones erráticas de señales.

50 19. Procedimiento de localización según una de las reivindicaciones 17 o 18, caracterizado porque, durante un franqueamiento de baliza (1) por la antena embarcada (2), solo se retiene una sola localización espacial y temporal de la antena durante su centrado en la baliza, especialmente por operaciones de filtrado digital.

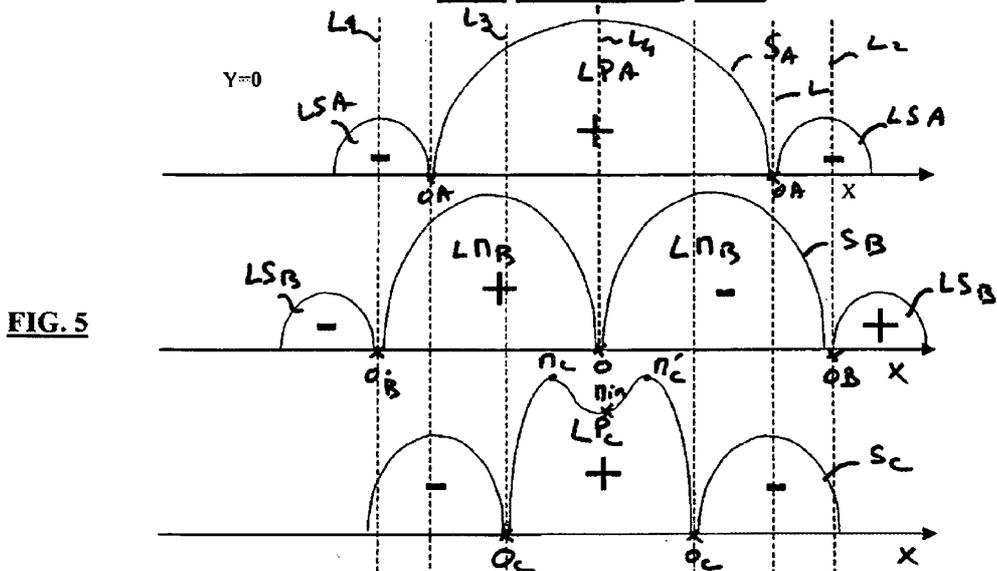
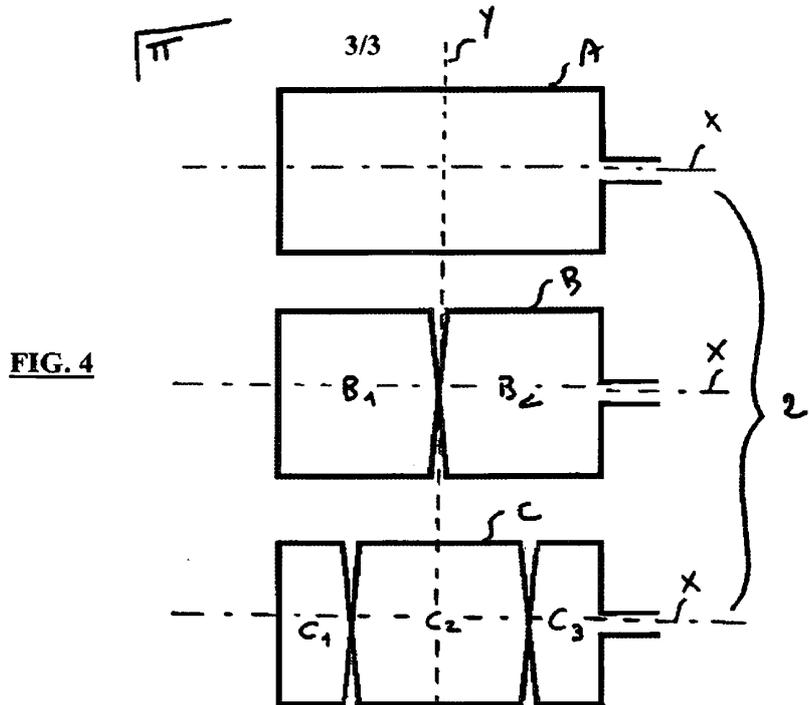


**FIG. 1**

**FIG. 2**



**FIG. 3**



**FIG. 6**

A	-	-	X	+	+	+	+	+	+	X	-	-	-		
B	-	X	+	+	+	+	X	-	-	-	-	X	+		
C	-	-	-	-	X	+	+	+	X	-	-	X	-		
A ⊕ B	0	X	1	X	0	0	0	X	1	1	1	X	0	X	1
A ⊕ C	0	0	0	X	1	X	0	0	0	X	1	X	0	0	0
C ⊕ B	0	X	1	1	1	X	0	X	1	X	0	0	0	X	1
Sq	0	X	5	X	3	X	0	X	5	X	6	X	0	X	5