(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 501 846**

(51) Int. Cl.:

G07B 15/06 (2011.01)
G08G 1/017 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.03.2012** **E 12158341 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.06.2014** **EP 2637143**

(54) Título: **Procedimiento para la comunicación de radio entre una radiobaliza y una unidad de a bordo así como radiobaliza y unidad de a bordo asociadas**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.10.2014

(73) Titular/es:

KAPSCH TRAFFICCOM AG (100.0%)
Am Europlatz 2
1120 Wien, AT

(72) Inventor/es:

POVOLNY, ROBERT y
GÜNER, REFI-TUGRUL

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 501 846 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 para la comunicación de radio entre una radiobaliza y una unidad de a bordo así como radiobaliza y unidad de a bordo asociadas

La presente invención se refiere a un procedimiento para la comunicación de radio selectiva entre una radiobaliza y una unidad de a bordo de un vehículo que pasa por la radiobaliza. La invención se refiere además a una radiobaliza y a una unidad de a bordo para realizar este procedimiento.

Radiobalizas (*Roadside-Units* (unidades en carretera), RSU) y unidades de a bordo (OBU) de este tipo se utilizan en sistemas de peaje viario y comunicación viaria vinculados con la infraestructura. Estos sistemas se basan en una pluralidad de radiobalizas estacionarias geográficamente distribuidas que se comunican por radio de corto alcance con unidades de a bordo de vehículos que pasan para localizar los mismos con respecto al lugar de su zona limitada de cobertura de radio de baliza. De este modo se puede cobrar peaje, por ejemplo, por usos de lugares de los vehículos o se puede proporcionar información específica de lugares a los mismos, véase, por ejemplo, el documento EP 2 001 081 A2. A este respecto resulta importante a menudo poder asignar comunicación de radio entre una radiobaliza y una unidad de a bordo en su proximidad a un vehículo muy concreto, por ejemplo, para identificar el vehículo que se comunica en una imagen de cámara de la radiobaliza en caso de un alto volumen de tráfico.

Para este fin se utilizan actualmente en la mayoría de los casos radiobalizas con una zona de cobertura de radio especialmente pequeña, muy dirigida, por ejemplo, según la norma DSRC (*dedicated short range communication*, comunicación dedicada de corto alcance), y éstas se asignan de forma dedicada a cada carril individual de una carretera de múltiples carriles. Cuando se utilizan radiobalizas con una mayor zona de cobertura de radio, por ejemplo, según la norma WAVE (*wireless access in a vehicle environment*, conexión inalámbrica en entornos vehiculares), entonces son necesarios dispositivos de identificación adicionales específicos del carril como antenas de carril, receptores radiogonométricos o similares para la asignación de vehículos de las comunicaciones de radio. Ambas variantes requieren el montaje específico del carril de infraestructura en el lado de la carretera, lo que se realiza mediante puentes de montaje que recubren la carretera ("gantries") o mástiles en el lado de la carretera con brazos salientes de montaje. Los puentes de montaje, los mástiles de montaje y los brazos salientes de montaje de este tipo no sólo son muy caros en cuanto a su instalación, sino también requieren mucho espacio debido a su configuración maciza y, no por último, no son atractivos, en particular en zonas residenciales y en paisajes naturales.

La invención se plantea el objetivo de crear procedimientos y dispositivos para la comunicación de radio selectiva entre radiobalizas y unidades de a bordo que superen los inconvenientes mencionados.

Este objetivo se consigue en un primer aspecto de la invención con un procedimiento del tipo mencionado al inicio, que comprende:

- en la unidad de a bordo: determinar la dirección de movimiento actual de la unidad de a bordo y enviar una información a este respecto a la radiobaliza;
- en la radiobaliza: comprobar si la dirección de movimiento indicada en la información de dirección de movimiento está situada dentro de límites previamente establecidos, y, si es así, realizar una comunicación de radio con la unidad de a bordo.

La invención se basa en el planteamiento novedoso de evaluar la dirección de movimiento ("heading") de una unidad de a bordo que se mueve en la zona de cobertura de radio de una radiobaliza para realizar de forma selectiva sólo comunicaciones de radio con unidades de a bordo que se mueven en una determinada dirección. De este modo se pueden distinguir entre sí comunicaciones de radio con unidades de a bordo en carriles de un diferente sentido de marcha sin que sean necesarias para ello estructuras de montaje caras, macizas, que requieren mucho espacio y que cambian el aspecto local. Asimismo, se pueden ignorar y suprimir unidades de a bordo que se mueven en una zona de dirección no deseada, por ejemplo, de vehículos del tráfico transversal.

Como resultado se consiguen de manera sencilla, económica y ahorrando espacio comunicaciones de radio selectivas entre una radiobaliza y unidades de a bordo del tráfico fluido, por lo que, por ejemplo, también se pueden utilizar radiobalizas con mayores zonas de cobertura de radio "sin gantries" que también se pueden disponer escondidas de forma que protegen el paisaje.

La unidad de a bordo puede emitir de forma periódica su información de dirección de movimiento para que radiobalizas las puedan recibir en su trayecto. Por ejemplo, la unidad de a bordo puede utilizar para ello los denominados "*common awareness messages*, mensajes de conciencia común" (CAM) según la norma ETSI ITS-G5 que se emiten cada 100 ms por la unidad de a bordo para radiobalizas y participantes de tráfico vecinos.

De manera alternativa, la unidad de a bordo envía su información de dirección de movimiento sólo cuando detecta una radiobaliza en su proximidad para conseguir la mayor precisión y eficacia posibles.

La detección de una radiobaliza en proximidad de la unidad de a bordo se puede realizar de todas las maneras conocidas en la técnica, por ejemplo, mediante sensores ópticos de la unidad de a bordo que detectan marcas ópticas o el aspecto de una radiobaliza; mediante la detección del hecho de alcanzar lugares conocidos de radiobalizas cuando la unidad de a bordo puede determinar por sí misma su posición, por ejemplo, mediante navegación por satélite, o similares. Preferiblemente, la radiobaliza envía de forma periódica peticiones de comunicación, y dicha detección de la radiobaliza se realiza mediante la recepción de una petición de comunicación en la unidad de a bordo, por lo que no son necesarios dispositivos adicionales de la unidad de a bordo más allá de sus dispositivos de comunicación ya existentes.

Preferiblemente, dichos límites previamente establecidos son uno o varios intervalos angulares de puntos cardinales. De este modo se pueden crear intervalos de tolerancia para movimientos de unidad de a bordo admisibles en determinados puntos cardinales y se pueden asignar a los mismos comunicaciones de radio selectivas.

Una ventaja adicional del procedimiento de la invención consiste en que para la emisión de la petición de comunicación y la realización de la comunicación de radio en la radiobaliza se puede utilizar una antena omnidireccional. De este modo, el procedimiento de la invención es especialmente adecuado para radiobalizas WAVE con zonas de cobertura de radio no dirigidas de espacios grandes que detectan de forma parásita varias direcciones de carril, carreteras que se cruzan, etc., para a este respecto realizar de forma selectiva comunicaciones de radio con unidades de a bordo en determinadas direcciones de carretera.

Según una forma de realización preferida adicional de la invención, se puede determinar adicionalmente la posición actual de la unidad de a bordo y enviarla a la radiobaliza, y se puede comprobar adicionalmente en la radiobaliza si también la posición así recibida está situada dentro de límites previamente establecidos, y, sólo cuando eso también es así, se puede realizar la comunicación de radio. De manera alternativa, la radiobaliza puede determinar la posición actual de la unidad de a bordo y se puede comprobar adicionalmente si la posición así determinada está situada dentro de límites previamente establecidos, y, sólo cuando eso también es así, se puede realizar la comunicación de radio. De este modo también se pueden distinguir unidades de a bordo que se mueven en la misma dirección, por ejemplo, en diferentes carriles del mismo sentido de marcha.

Preferiblemente, la unidad de a bordo envía junto con la información de dirección de movimiento un identificador de radio unívoco que se utiliza para dirigir la unidad de a bordo en la comunicación de radio. Esto resulta ventajoso en caso de mayores volúmenes de tráfico cuando varias unidades de a bordo se mueven al mismo tiempo en la zona de cobertura de radio de una radiobaliza.

La dirección de movimiento y, dado el caso, la posición de la unidad de a bordo se pueden determinar de las maneras más diferentes conocidas en la técnica. Por ejemplo, la unidad de a bordo podría contener una brújula electrónica, podría estar montada sobre el vehículo en una ubicación previamente establecida con respecto a las ruedas del vehículo y recibir un valor de medición de velocidad del tacómetro del vehículo, de modo que, en caso de una velocidad superior a cero, se puede determinar la dirección de movimiento de la unidad de a bordo a partir de la dirección de brújula. Preferiblemente, la determinación se realiza con ayuda de un receptor de navegación por satélite dispuesto en la unidad de a bordo que a partir de determinaciones de posición sucesivas ("*position fixes*") puede calcular vectores de movimiento ("headings") y, con ello, respectivamente la dirección de movimiento actual.

El procedimiento de la invención es adecuado para todo tipo de comunicación de radio de corto alcance entre radiobalizas y unidades de a bordo, por ejemplo, según dicha norma DSRC. Resulta especialmente favorable la aplicación para comunicaciones de radio según la norma WAVE que se ha desarrollado para comunicaciones de radio a modo de red.

De manera ventajosa, la radiobaliza y la unidad de a bordo son parte de un sistema de peaje viario y la comunicación de radio se utiliza para cobrar peaje por el uso de una carretera de la unidad de a bordo.

En un segundo aspecto, la invención crea una radiobaliza con un transceptor para la comunicación de radio con unidades de a bordo de vehículos que pasan, que está configurada para recibir por radio de una unidad de a bordo una información que indica su dirección de movimiento actual y comprobar si la dirección de movimiento está situada dentro de límites previamente establecidos, y sólo si es así, realizar la comunicación de radio con la unidad de a bordo.

En un tercer aspecto, la invención crea una unidad de a bordo para su montaje en un vehículo, con un transceptor para la comunicación de radio con radiobalizas en su trayecto y con un procesador y un dispositivo para determinar su dirección de movimiento que está configurada para determinar su dirección de movimiento actual en caso de detectar una radiobaliza en su proximidad y enviar una información a este respecto a la radiobaliza.

Con respecto a características y ventajas adicionales de la radiobaliza y la unidad de a bordo según la invención se hace referencia a las explicaciones anteriores con respecto al procedimiento.

La invención se explica a continuación en más detalle mediante un ejemplo de realización representado en los

dibujos adjuntos. En los dibujos muestran:

la figura 1	una situación de comunicación de radio a modo de ejemplo del procedimiento y de los dispositivos de la invención en una vista en perspectiva esquemática;
la figura 2	las direcciones de movimiento de los participantes de comunicación de la figura 1 representadas en una rosa de los vientos;
la figura 3	una situación de comunicación de radio a modo de ejemplo adicional del procedimiento y de los dispositivos de la invención en una vista esquemática desde arriba;
la figura 4	un diagrama de bloques de una unidad de a bordo según la invención;
la figura 5	un diagrama de flujo de una primera forma de realización del procedimiento según la invención; y
la figura 6	un diagrama de flujo de una segunda forma de realización del procedimiento según la invención.

En las figuras 1 y 3 se muestra una radiobaliza 1 que está dispuesta entre dos carreteras 2, 3 con diferentes carriles 2_1, 2_2, 2_3, 3_1, 3_2, 3_3. Una carretera transversal 4 que se cruza aproximadamente en ángulo recto con carriles 4_1, 4_2 se muestra a modo de ejemplo en la figura 1.

La radiobaliza 1 tiene un (o varios) transceptor(es) (transceiver) con una zona de cobertura de radio 5 en la que puede realizar comunicaciones de radio 6 con unidades de a bordo (OBU) 7 que son llevadas por vehículos 8_a, 8_b, 8_c que pasan por la radiobaliza 1. La zona de cobertura de radio 5 puede estar distribuida de forma no dirigida alrededor de la radiobaliza 1, por ejemplo, cuando ésta tiene una antena omnidireccional. De manera alternativa, la característica de antena de la radiobaliza 1 también puede estar dirigida, por ejemplo, de forma limitada a una o varias de las carreteras 2 a 4 o a sus carriles. El procedimiento explicado a continuación trata de la situación en que vehículos 8a, 8b, 8c con diferentes direcciones de movimiento ("headings") hd_a, hd_b, hd_c pueden atravesar la zona de cobertura de radio 5. Las direcciones de movimiento hd_a, hd_b, hd_c de los vehículos a modo de ejemplo están indicadas en la figura 2, por motivos de ilustración, en una rosa de los vientos (rosa de brújula) 9 con respecto a los puntos cardinales norte (0 º), este (90 º), sur (180 º) y oeste (270 º).

El procedimiento explicado a continuación que se ejecuta en parte en la radiobaliza 1 y en parte en las unidades de a bordo 7 sirve para realizar de forma selectiva comunicaciones de radio 6 con unidades de a bordo 7 de determinadas direcciones de movimiento hd_a, hd_b, hd_c. Esto posibilita a la radiobaliza 1, por ejemplo, sólo comunicar con unidades de a bordo 7 que pertenecen a vehículos 8_a en la carretera 3 o a vehículos 8_b en la carretera 2, y, por ejemplo, en ningún caso con unidades de a bordo 7 que llevan vehículos 8_c en la carretera transversal 4. Para este fin se utilizan unidades de a bordo 7 especialmente equipadas cuya estructura se muestra de forma esquemática en la figura 4.

Según la figura 4, las unidades de a bordo 7 tienen un procesador central 10, un transceptor 11 para la comunicación de radio con la radiobaliza 1 y un dispositivo 12 para determinar su dirección de movimiento hd_a, hd_b, hd_c (en general "hd") en un sistema de referencia como la rosa de los vientos 9. Opcionalmente, el dispositivo 12 se puede utilizar adicionalmente para determinar la respectiva posición actual p_i de la unidad de a bordo 7 en un sistema de referencia, por ejemplo, en un sistema de coordenadas mundial o en la zona de cobertura de radio 5.

El dispositivo 12 es, por ejemplo, un receptor de navegación por satélite para un sistema de navegación por satélite global (*global satellite navigation system*, GNSS) como GPS, GLONASS, Galileo etc., y determina de forma continua o periódica o también sólo a petición por parte del procesador 10 posiciones actuales ("position fixes") p_i, p_{i+1}, p_{i+2}, etc. A partir de dos posiciones p_i, p_{i+2} determinadas en momentos sucesivos t_i, t_{i+1}, el dispositivo 12 puede determinar entonces de manera conocida mediante una formación de diferencias p_{i+1} - p_i un vector de movimiento respectivamente actual como dirección de movimiento hd de la unidad de a bordo 7 en el sistema de referencia 9.

De manera alternativa, el dispositivo 12 podría contener, por ejemplo, una brújula electrónica (sensor de campo magnético) y adicionalmente podría recibir de un velocímetro (tacómetro) del vehículo 8 un valor de medición de velocidad. Conociendo una ubicación de montaje previamente establecida de la unidad de a bordo 7 en el vehículo 8, concretamente con respecto a la dirección de rodamiento de las ruedas del vehículo 8, se puede determinar entonces con una velocidad diferente a cero la dirección de brújula leída en la dirección de rodamiento de las ruedas como dirección de movimiento hd de la unidad de a bordo 7 en el sistema de referencia 9.

Por ejemplo, cuando la unidad de a bordo 7 se coloca por parte del usuario en el vehículo 8, por ejemplo, pegándola en el parabrisas, un dispositivo 12 basado en una brújula de este tipo se podría ajustar de modo que indique hacia el norte con un viaje de calibrado sencillo, por ejemplo, al desplazarse el usuario hacia norte y al presionar éste a este respecto un botón de calibrado correspondiente de la unidad de a bordo 7, para determinar también con diferentes ubicaciones de montaje de la unidad de a bordo 7 con respecto a la dirección de rodamiento de las ruedas del vehículo 8 siempre una dirección de movimiento hd correcta en el sistema de referencia 9.

La dirección de movimiento hd determinada de este modo se envía a continuación por la unidad de a bordo 7 en una fase previa de la comunicación de radio 6 a la radiobaliza 1 que en función de la dirección de movimiento hd decide

si se realiza o no la comunicación de radio 6. La figura 5 muestra en detalle el desarrollo de este procedimiento. La mitad izquierda de la figura 5 muestra la parte del procedimiento que se ejecuta en la radiobaliza 1 y la mitad derecha muestra la parte del procedimiento que se ejecuta en la unidad de a bordo 7. La figura 3 muestra a este respecto algunas posiciones a modo de ejemplo p_i (p_1, p_2,... p_{14}) que adopta la unidad de a bordo 7 durante el procedimiento de la figura 5 al pasar por la zona de cobertura de radio 5 de la radiobaliza 1.

La figura 5 describe a modo de ejemplo el procedimiento mediante mensajes intercambiados entre la radiobaliza 1 y la unidad de a bordo 7 según la norma WAVE IEEE 802.11p. Sin embargo, el procedimiento descrito también es adecuado para todos los demás tipos de normas de comunicación de radio y mensajes, por ejemplo, otras normas WAVE, normas ITS-G5 o normas CEN-DSRC, RFID (*radio frequency identification*, identificación de frecuencia de radio), Bluetooth®, WLAN (*wireless local area network*, red de área local inalámbrica) o normas comparables.

Según la figura 5, la radiobaliza 1 emite en una primera etapa 13 (o que también se desarrolla de forma permanente en el fondo) al menos una petición de comunicación 13' (preferiblemente varias peticiones de comunicación periódicamente repetidas) en su zona de cobertura de radio 5. La petición de comunicación 13' es, por ejemplo, un denominado "aviso de servicio WAVE " (WSA, *WAVE service announcement*) según la norma WAVE. La petición de comunicación 13' se recibe por una unidad de a bordo 7 que entra en la zona de cobertura de radio 5, véase la etapa 14, que, por ejemplo, estaba disponible para recibir la misma.

El procesador 10 y el transceptor 11 de la unidad de a bordo 7 pueden estar programados de modo que sólo reaccionan frente a peticiones de comunicación 13' cuya intensidad de señal de recepción (en la norma WAVE: la medida "*received channel power indicator*, indicador de potencia de canal recibido", RCPI) supera un valor umbral s previamente establecido, véase la etapa de decisión 15. Si una petición de comunicación 13' recibida al entrar en la zona de cobertura de radio 5 no supera el valor umbral s (rama "no"), entonces se crea de nuevo una rama de vuelta a la etapa 14 "esperar a la recepción y recibir" (bucle 16). Una vez que se haya recibido una petición de comunicación 13' cuya intensidad de señal de recepción RCPI supera el valor umbral s, se procede a la etapa 17 (rama "sí").

A este respecto, la figura 3 muestra a modo de ejemplo una primera posición p_1 en la que se encuentra la unidad de a bordo 7 al pasar por el bucle 16, y una segunda posición p_2 en la que ha entrado en una zona 18 de la superación del valor umbral RCPI > s y se ha procedido a la etapa 17.

En vez de que la unidad de a bordo 7 detecte una radiobaliza 1 debido a una petición de comunicación 13' emitida por la misma, la unidad de a bordo 7 también podría detectar la apariencia de una radiobaliza 1 en su proximidad, es decir, el hecho de entrar en la zona cercana 5 o en la zona de superación del valor umbral 18, de manera diferente, por ejemplo, mediante una detección óptica del aspecto o de marcas ópticas de la radiobaliza 1 mediante una cámara de la unidad de a bordo 7; mediante una comparación de su posición actual p_i (véase a continuación) con una lista de lugares previamente establecidos o conocidos de radiobalizas 1, etc. Opcionalmente, la radiobaliza 1 también podría emitir su petición de comunicación 13' sólo como reacción a peticiones de comunicación "inversas" (no representadas) de la unidad de a bordo 7 que emite estas últimas de forma periódica.

En la etapa 17, la unidad de a bordo 7 determina su dirección de movimiento actual hd con ayuda del dispositivo 12, por ejemplo, mediante "position fix tracking (seguimiento de determinaciones de posición)" entre dos posiciones p_2 y p_3 que siguen una a la otra en intervalos cortos. Por ejemplo, la dirección de movimiento hd se indica en el sistema de referencia de la rosa de los vientos 9 como punto cardinal en grados, por ejemplo, 45 ° para noreste. Opcionalmente, en la etapa 17 se puede determinar adicionalmente a la dirección de movimiento hd también la posición actual p_i o en general p, en este caso, por ejemplo, una de las posiciones p_2 o p_3. La etapa 17 también se puede ejecutar de forma continua o periódica en el fondo en la unidad de a bordo 7.

A continuación, en la etapa 19, la unidad de a bordo 7 envía la dirección de movimiento hd así determinada en forma de una información de dirección de movimiento 20 y – opcionalmente – la posición p así determinada en forma de una información de posición 20' a través de su transceptor 11 a la radiobaliza 1 que estuvo esperando a ello en una etapa 21. La unidad de a bordo 7 se encuentra a este respecto, por ejemplo, en la posición p_4 (figura 3).

La transmisión de la información de dirección de movimiento 20 y, opcionalmente, de la información de posición 20' en la etapa 19 se puede realizar, por ejemplo, en forma de un mensaje VST ("*vehicle service table message*, mensaje de tabla de servicio de vehículo") de la norma WAVE, o directamente a continuación de un mensaje VST de este tipo, o en otro formato de mensaje conforme a normas, por ejemplo, en forma de un mensaje "MSG_ProbeVehicleData" de la norma IEEE 802.11p. De este modo no es necesaria una modificación de la norma de transmisión en la interfaz de radio entre la radiobaliza 1 y la unidad de a bordo 7.

Preferiblemente, junto con el mensaje VST y/o con la información de dirección de movimiento 20 y/o con todos los demás paquetes de datos adicionales, la unidad de a bordo 7 ya envía también un identificador OBU-ID que identifica a ésta, que puede ser utilizado por la radiobaliza 1 para distinguir entre sí varias unidades de a bordo 7 y comunicaciones de radio 6 realizadas con las mismas. En vez de que la unidad de a bordo 7 envíe su posición actual p en la etapa 19, la radiobaliza 1 puede determinar en una etapa opcional 22 la posición p de la unidad de a

bordo 7, por ejemplo, mediante radiogonometría o dispositivos de determinación de posición habituales como barreras de luz, escáneres, cámaras o similares.

A continuación, en la etapa 23, la radiobaliza 1 comprueba si la dirección de movimiento hd indicada en la información de dirección de movimiento 20 recibida está situada dentro de límites ("rango") w previamente establecidos. Los límites w definen las direcciones de movimiento hd que deben tener las unidades de a bordo 7 para que la radiobaliza 1 realice una comunicación de radio 6 con las mismas. Dichos límites w se pueden indicar mediante un (o varios) intervalos angulares w_a, w_b (figura 2) que a su vez, por ejemplo, vienen definidos por ángulos límite superiores e inferiores $w_{a,1}$, $w_{a,2}$, $w_{b,1}$, $w_{b,2}$. Los intervalos angulares w_a, w_b se eligen a este respecto preferiblemente con tal tamaño que pueden asumir tolerancias de medición de la unidad de a bordo 7 cuando se determina su dirección de movimiento hd, por ejemplo, intervalos de tolerancia t_a o t_b de ± 5 ° de las direcciones hd_a, hd_b de las unidades de a bordo 7 de los vehículos 8_a o 8_b. Los intervalos angulares w_a, w_b mostrados en la figura 2 están definidos de modo que sólo posibilitan comunicaciones de radio 6 con unidades de a bordo 7 en las carreteras 2, 3 y se pueden distinguir entre sí y bloquean comunicaciones de radio con unidades de a bordo 7 en la carretera 4.

Opcionalmente, en la etapa 23 se puede comprobar adicionalmente si también se cumple la condición adicional de que la posición p de la unidad de a bordo 7 está situada dentro de límites ("área") a previamente establecidos. Los límites a previamente establecidos para la comprobación de la posición p pueden ser, por ejemplo, los contornos geográficos de un determinado carril 2_1, 2_2, 2_3, 3_1, 3_2, 3_3, por ejemplo, para también poder distinguir entre sí unidades de a bordo 7 de la misma dirección de movimiento hd en diferentes carriles 2_1.

Si la comprobación "hd en rango w?" – y, opcionalmente, también de forma adicional la comprobación "p en área a?" - en la etapa 23 tiene un resultado positivo (rama "sí"), entonces, en la etapa 24, la radiobaliza 1 realiza la comunicación de radio 6 con la unidad de a bordo 7. La unidad de a bordo 7 realiza a este respecto una etapa de comunicación 25 complementaria a la etapa 24. Durante la comunicación de radio 6 en las etapas 24/25, la unidad de a bordo 7 se mueve, por ejemplo, de forma progresiva, desde la posición p_5 hasta la posición p_{14} hasta que haya finalizado la comunicación de radio 6.

Durante la comunicación de radio 6 se envían de manera conocida paquetes de datos de un lado a otro entre la radiobaliza 1 y la unidad de a bordo 7 que, por ejemplo, además del identificador de unidad de a bordo OBU-ID comprende identificadores adicionales de la unidad de a bordo 7 y/o de su vehículo 8, información acerca de parámetros de peaje, su historial de movimiento, tarifas de peaje aplicables, etc. Basándose en la comunicación de radio 6, por ejemplo, transacciones de peaje se pueden generar en las radiobalizas 1 y se pueden enviar a una centralita de un sistema de peaje viario, se pueden realizar cobros de tarifa en una "cartera electrónica" en la unidad de a bordo 7, o similares.

Cuando en la etapa de comprobación 23 de la radiobaliza 1 la comparación "hd en el rango w?" (u, opcionalmente, la comparación "p en el área a?") tiene un resultado negativo (rama "no"), entonces se salta la etapa de comunicación 24 (flecha 26) y no se realiza la comunicación de radio 6 con la unidad de a bordo 7. De este modo, por ejemplo, no se realiza una comunicación de radio 6 con unidades de a bordo 7 de vehículos 8_c cuya dirección de movimiento hd_c – teniendo en cuenta el límite de tolerancia t_c – no entra en uno de los intervalos w_a, w_b de direcciones de movimiento admisibles, es decir, unidades de a bordo 7 de este tipo se ignoran.

Opcionalmente, en la unidad de a bordo 7 tras la comunicación de radio 6 de la etapa 25 - aunque también cuando ésta no se realiza, es decir, ya tras la etapa de emisión 19 – se puede activar un tiempo de carencia o de bloqueo durante el que la unidad de a bordo 7 no reacciona otra vez a una petición de comunicación 13'. De este modo se puede evitar que la misma unidad de a bordo 7 comunique en la zona de cobertura de radio 9, en particular en la zona de superación de valor umbral 18, más de una vez su dirección de movimiento hd a una radiobaliza 1 y, con ello, bloquee innecesariamente el canal de radio.

Es evidente que la radiobaliza 1 no tiene que estar instalada necesariamente de manera estacionaria o en el lado de la carretera, sino que, por ejemplo, también puede estar dispuesta en un vehículo de control móvil. Los límites w, dentro de los que se comunica con unidades de a bordo 7 de vehículos 8 que pasan, por consiguiente, también se pueden referir a su propio sentido de marcha, es decir, un sistema de coordenadas local de la radiobaliza 1 que se mueve.

La figura 6 muestra una forma de realización alternativa del procedimiento de la figura 5, designando los mismos números de referencia los mismos elementos que en la figura 5. En la forma de realización de la figura 6, la unidad de a bordo 7 envía su información de dirección de movimiento 20 de forma progresiva, por ejemplo, de forma periódica. Las etapas 17 y 19 se repiten en un bucle 27; por ejemplo, cada 100 ms. Una vez que una radiobaliza 1 reciba la información de dirección de movimiento 20 de una unidad de a bordo 7 (etapa 21), decide de nuevo en la etapa 23, si desea o no realizar la comunicación de radio 6 con esta unidad de a bordo 7 (etapas 24/25) (flecha 26).

En el ejemplo mostrado en la figura 6, la transmisión de la información de dirección de movimiento 20 (y, opcionalmente, de la información de posición 20') se realiza en la etapa 19, por ejemplo, en forma de un denominado mensaje CAM ("*common awareness message*") según la norma ETSI ITS-G5. Mensajes CAM de este

tipo se emiten, por ejemplo, cada 100 ms por una unidad de a bordo ITS-G5 7 para la información de participantes de tráfico que la rodean y pueden contener a este respecto también la información de dirección de movimiento 20 (y, opcionalmente, la información de posición 20') y se pueden evaluar de la manera descrita por una radiobaliza 1 en el trayecto de la unidad de a bordo 7 para realizar de forma selectiva comunicaciones de radio 6 con unidades de a bordo 7 de determinadas direcciones de movimiento hd.

La invención no está limitada a las formas de realización representadas sino que comprende todas las variantes y modificaciones que entran en el marco de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la comunicación de radio selectiva (6) entre una radiobaliza (1) y una unidad de a bordo (7) de un vehículo (8) que pasa por la radiobaliza (1), que comprende:

en la unidad de a bordo (7): determinar (17) la dirección de movimiento actual (hd) de la unidad de a bordo (7) y enviar (19) una información de dirección de movimiento (20) a este respecto a la radiobaliza (1);
en la radiobaliza (1): comprobar (23) si la dirección de movimiento (hd) indicada en esta información de dirección de movimiento (20) está situada dentro de límites (w) previamente establecidos, y, si es así, realizar (24) una comunicación de radio (6) con la unidad de a bordo (7).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la unidad de a bordo (7) envía de forma periódica su información de dirección de movimiento (20).

3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la unidad de a bordo (7) envía su información de dirección de movimiento (20) cuando detecta una radiobaliza (1) en su proximidad.

4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado por que** la radiobaliza (1) envía de forma periódica (13) peticiones de comunicación (13'), y por que dicha detección de la radiobaliza (1) se realiza mediante la recepción (14) de una petición de comunicación (13') en la unidad de a bordo (7).

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** los límites (w) previamente establecidos son uno o varios intervalos angulares (w_a, w_b) de puntos cardinales.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** para enviar (13) la petición de comunicación (13') y realizar (24) la comunicación de radio (6) en la radiobaliza (1) se utiliza una antena omnidireccional.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** la unidad de a bordo (7) determina adicionalmente su posición actual (p) y lo envía a la radiobaliza (1), y por que en la radiobaliza (1) se comprueba adicionalmente si también la posición (p) así recibida está situada dentro de límites (a) previamente establecidos, y, sólo cuando eso también es así, se realiza la comunicación de radio (6).

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** la radiobaliza (1) determina la posición actual (p) de la unidad de a bordo (7) y comprueba adicionalmente si la posición (p) así determinada está situada dentro de límites (a) previamente establecidos, y, sólo cuando eso también es así, se realiza la comunicación de radio (6).

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** la unidad de a bordo (7) envía junto con la información de dirección de movimiento (20) un identificador de radio unívoco (OBU-ID) que se utiliza para dirigir la unidad de a bordo (7) en la comunicación de radio (6).

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** la dirección de movimiento (hd) y, dado el caso, la posición (p) de la unidad de a bordo (7), se determinan con ayuda de un receptor de navegación por satélite (12) dispuesto en la unidad de a bordo (7).

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** la petición de comunicación (13') y la información de dirección de movimiento (20) se envían como mensajes según la norma WAVE.

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por que** la radiobaliza (1) y la unidad de a bordo (7) son parte de un sistema de peaje viario y la comunicación de radio (6) se utiliza para cobrar peaje por el uso de una carretera de la unidad de a bordo (7).

13. Radiobaliza con un transceptor para la comunicación de radio con unidades de a bordo de vehículos que pasan, **caracterizada por que** está configurada para recibir por radio (21) de una unidad de a bordo (7) una información (20) que indica su dirección de movimiento actual (hd) y comprobar (23) si la dirección de movimiento (hd) está situada dentro de límites (w) previamente establecidos, y, sólo si es así, realizar la comunicación de radio (6) con la unidad de a bordo (7).

14. Radiobaliza según la reivindicación 13, **caracterizada por que** los límites (w) previamente establecidos son un intervalo angular (w_a, w_b) de puntos cardinales.

15. Radiobaliza según las reivindicaciones 13 o 14, **caracterizada por que** para dicha recepción de radio (21) y dicha comunicación de radio (6) tiene una antena omnidireccional.

16. Radiobaliza según una de las reivindicaciones 13 a 15, **caracterizada por que** está configurada para determinar

(22) la posición actual (p) de la unidad de a bordo (7) y comprobar adicionalmente (23) si la posición (p) así determinada está situada dentro de límites (a) previamente establecidos, y sólo cuando eso también es así realizar la comunicación de radio (6).

17. Radiobaliza según una de las reivindicaciones 13 a 16, **caracterizada por que** envía de forma periódica (13) peticiones de comunicación (13') para instar de este modo a unidades de a bordo (7) en su proximidad a realizar una transmisión de radio (19) de su dirección de movimiento (hd).

18. Radiobaliza según una de las reivindicaciones 13 a 17, **caracterizada por que** utiliza un identificador de radio (OBU-ID) de la unidad de a bordo (7) recibido con la información de dirección de movimiento (20) para dirigir la comunicación de radio (6) a esta unidad de a bordo (7).

19. Unidad de a bordo para su montaje sobre un vehículo, con un transceptor (11) para la comunicación de radio (6) con radiobalizas (1) en su trayecto y con un procesador (10) y un dispositivo (12) para determinar su dirección de movimiento (hd), **caracterizada por que** está configurada para determinar su dirección de movimiento actual (hd) en caso de detectar una radiobaliza (1) en su proximidad (17) y enviar una información de dirección de movimiento (20) a este respecto a la radiobaliza (1).

20. Unidad de a bordo según la reivindicación 19, **caracterizada por que** está configurada para detectar la radiobaliza (1) mediante recepción (14) de una petición de comunicación (13') de la radiobaliza (1).

21. Unidad de a bordo según las reivindicaciones 19 o 20, **caracterizada por que** tiene un identificador de radio unívoco (OBU-ID) que envía junto con la información de dirección de movimiento (20).

22. Unidad de a bordo según una de las reivindicaciones 19 a 21, **caracterizada por que** además presenta un dispositivo (12) para determinar su posición (p) y está configurada para enviar junto con la información de dirección de movimiento (20) también su posición (p).

23. Unidad de a bordo según una de las reivindicaciones 19 a 22, **caracterizada por que** el dispositivo (12) para determinar la dirección de movimiento (hd) y/o la posición (p) es un receptor de navegación por satélite.

24. Unidad de a bordo según una de las reivindicaciones 19 a 23, **caracterizada por que** el transceptor (11) funciona según la norma WAVE y envía la información de dirección de movimiento (20) a continuación de un mensaje VST.

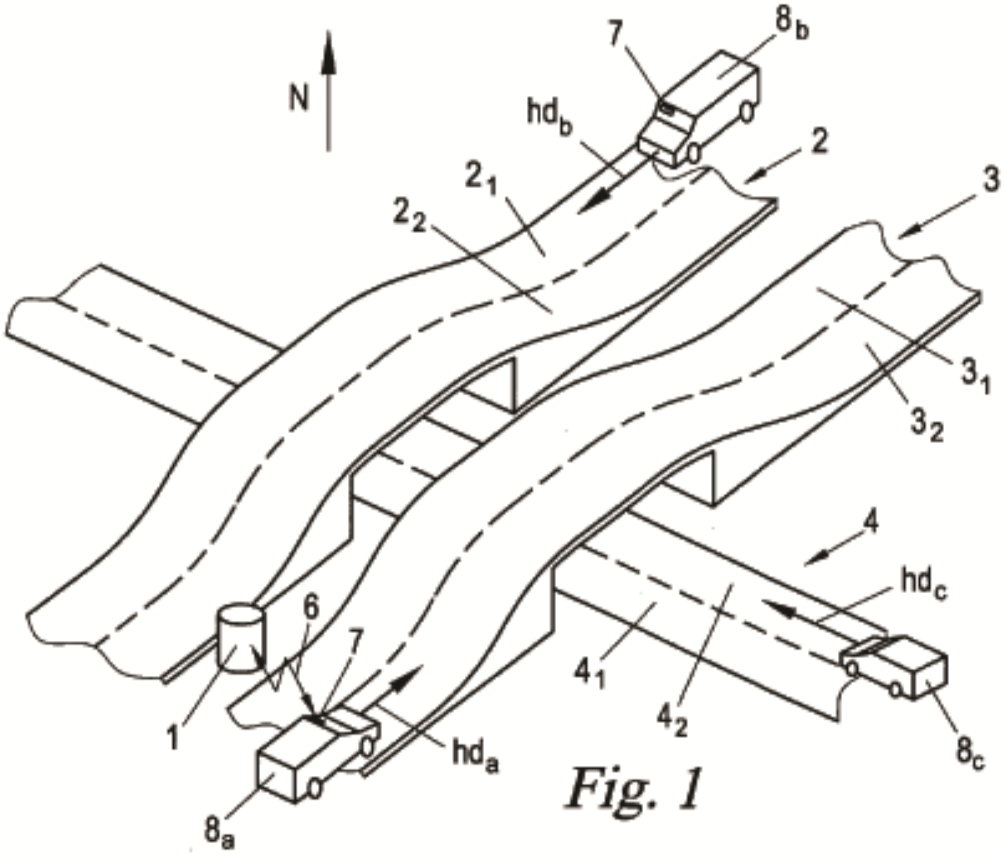
N
7
8b
hdb
2
2 1
2 2
3
3 1
3 2
4
hdc
6
7
4 1
4 2
1
hda
8c
8a

Fig. 1

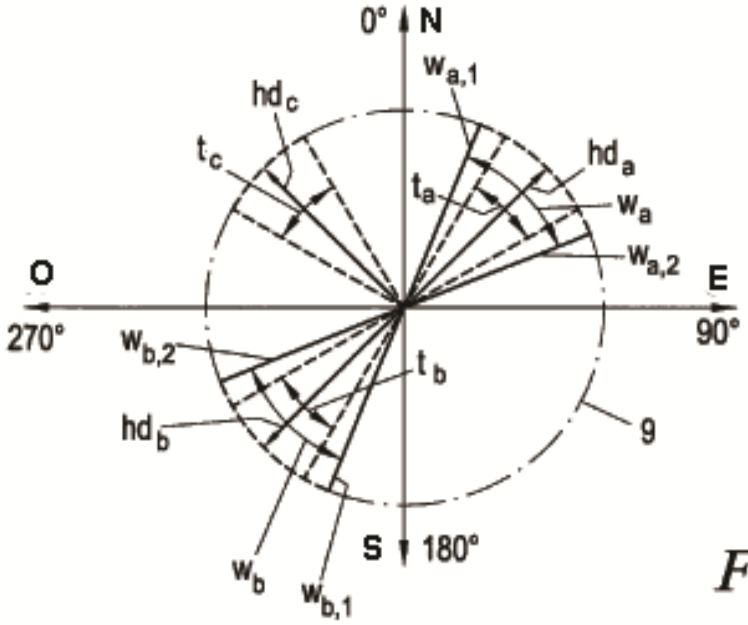
0° N
wa,1
hdc
tc
hda
ta
wa
wa,2
O
E
270°
90°
wb,2
tb
hdb
9
S 180°
wb
wb,1

Fig. 2

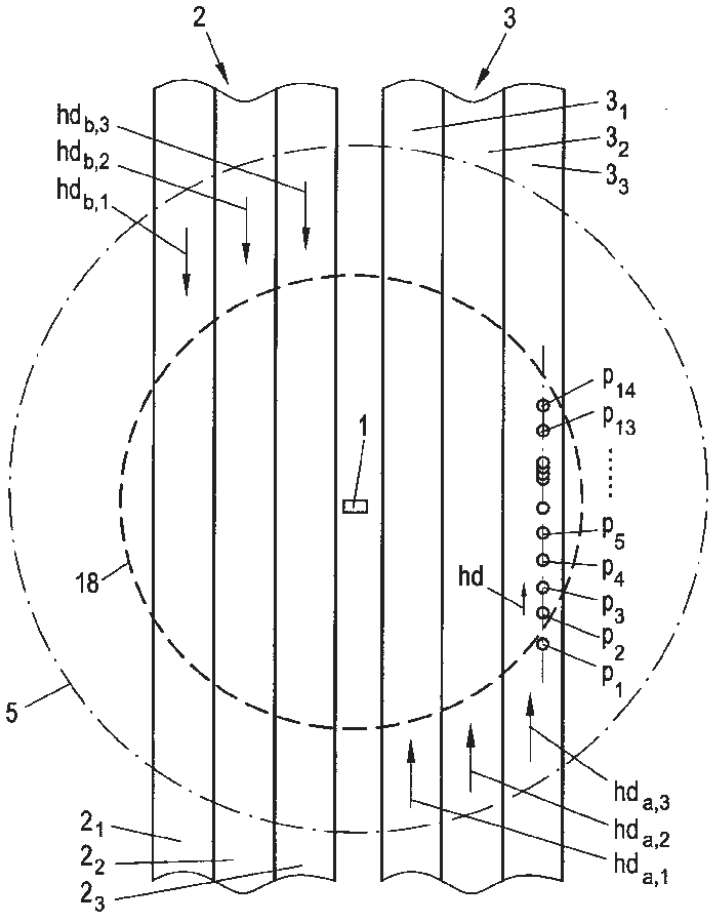
2
3
$hd_{b,3}$
$hd_{b,2}$
$hd_{b,1}$
3_1
3_2
3_3
p_{14}
p_{13}
1
p_5
p_4
p_3
p_2
p_1
18
hd
5
$hd_{a,3}$
$hd_{a,2}$
$hd_{a,1}$
2_1
2_2
2_3

Fig. 3

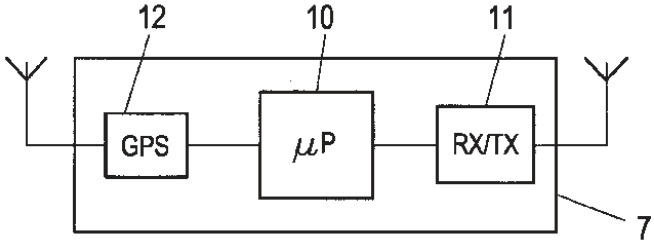
12
10
11
GPS
μP
RX/TX
7

Fig. 4

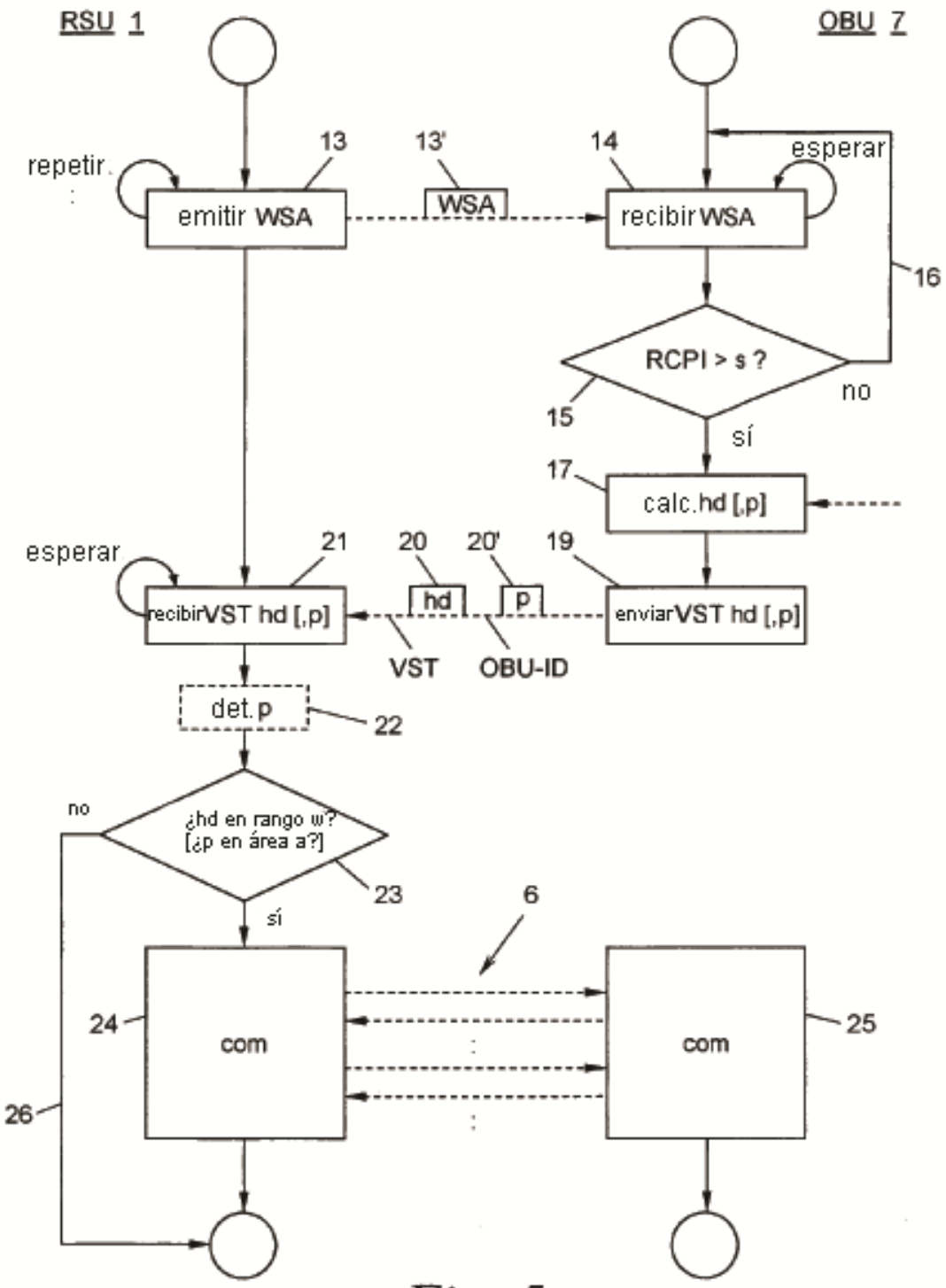
RSU 1
OBU 7
repetir
emitir WSA
13
13'
WSA
14
esperar
recibir WSA
16
RCPI > s ?
no
15
sí
17
calc.hd [,p]
esperar
21
20
20'
19
recibir VST hd [,p]
hd
p
enviar VST hd [,p]
VST
OBU-ID
det.p
22
no
¿hd en rango w?
[¿p en área a?]
23
sí
6
24
com
25
com
26

Fig. 5

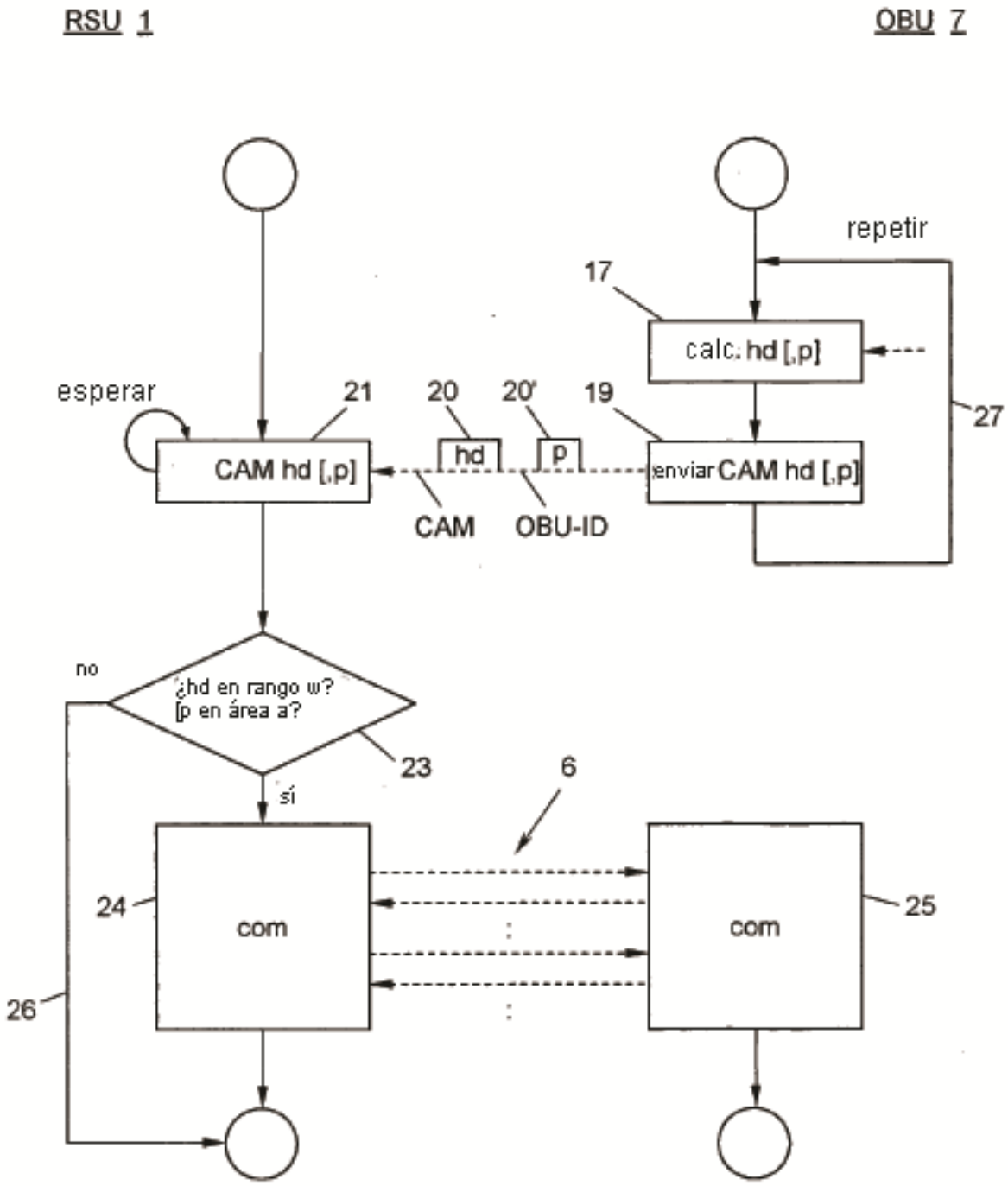
RSU 1
OBU 7
repetir
17
calc. hd [,p]
esperar
21
20
20'
19
27
CAM hd [,p]
hd
p
enviar CAM hd [,p]
CAM
OBU-ID
no
¿hd en rango w?
¿p en área a?
23
6
sí
24
com
25
com
26

Fig. 6