

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 588 590**

51 Int. Cl.:

**G07B 15/06** (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.08.2013** **E 13181570 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.06.2016** **EP 2840554**

54 Título: **Procedimiento y radiobaliza para la localización de una unidad de a bordo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.11.2016**

73 Titular/es:  
**KAPSCH TRAFFICCOM AG (100.0%)**  
**Am Europlatz 2**  
**1120 Wien, AT**

72 Inventor/es:  
**POVOLNY, ROBERT;**  
**WINKLER, JOSEF y**  
**FRISCHHERZ, MARTIN**

74 Agente/Representante:  
**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 588 590 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 y radiobaliza para la localización de una unidad de a bordo

La presente invención se refiere a un proceso para la localización de una unidad de a bordo en una zona alrededor de una radiobaliza. La invención se refiere, además, a una radiobaliza para un proceso de este tipo.

5 En el sistema de peaje de carreteras moderno, se equipan coches con unidades de a bordo (OBU por sus siglas en inglés), con ayuda de las cuales se localizan los coches y, en consecuencia, se puede valorar la utilización de carreteras, o bien aplicar peajes. Para ello se reparte una pluralidad de radiobalizas por la red de carreteras, las cuales tienen, respectivamente, una zona de cobertura de radio limitada, al poder comunicarse a través de radio con las OBU de los vehículos que pasan, localizando la OBU una radiocomunicación con éxito en la zona de cobertura de radio. La comunicación de la OBU con la radiobaliza puede, en este caso, basarse en DSRC (Dedicated Short Range Communication), WAVE (Wireless Access for Vehicular Environment), RFID (Radiofrequency Identification) o tecnologías similares y las OBU pueden ser, de manera correspondiente, del tipo (transpondedor) activo o pasivo.

10 Si una calzada presenta varios carriles y es necesaria una asignación de un vehículo que pasa a un carril, por lo general, se le asigna a cada carril una radiobaliza. La zona de cobertura de radio (la zona de comunicación) de la correspondiente radiobaliza debe, en este caso, ser limitada lo mejor posible al carril mediante el ajuste de la potencia de emisión de la radiobaliza a la sensibilidad de captación de la OBU (y viceversa), para evitar la respuesta o bien la detección de la OBU de vehículos en carriles contiguos (denominada "cross-talk" (comunicación cruzada)). Este problema es de importancia, en particular en calzadas de un solo carril ("single lanes"), ya que una respuesta de un vehículo en un carril, p. ej. de un carril contrario, perturbaría el funcionamiento o, en el caso de calzadas de varios carriles, en las cuales es importante la asignación de carril, p. ej. en carriles VAO (vehículos de alta ocupación).

15 Este problema se agrava más a causa del desarrollo tecnológico progresivo en las OBU que en la futura aplicación de bloques funcionales de envío-captación o bien de transpondedor, ya sean activos o pasivos, p. ej. chips ISO-18000-63 pasivos, se pueden alcanzar por parte de la OBU siempre sensibilidades y potencias de emisión más altas. Aparte de esto, se exige cada vez más que los sistemas de peaje descritos sean ampliables a varios países y se puedan emplear OBUs de diferentes operadores interoperables en estos sistemas. Por lo tanto, pueden pasar a emplearse en una red de carreteras una tipología grande de OBUs con diferentes sensibilidades de captación y potencias de emisión, lo que conduce a una comunicación cruzada intensificada.

20 El documento WO 2010/105349 A1 muestra un sistema de comunicación entre una antena y una OBU. La OBU envía una información, que indica su tipo de OBU, a la antena, tras lo cual ésta puede localizar a la OBU por medio del tipo de OBU recibido y una intensidad de captación de señal de la información medida.

25 El documento EP 2 363 826 A2 muestra la localización de etiquetas RFID de las que se lee una identificación. La localización de las etiquetas RFID tiene lugar mediante la lectura de un parámetro asignado a la identificación.

30 El documento US 7385525 B2 muestra un proceso para localizar un vehículo en un carril mediante "handshakes" (diálogos iniciales) entre una antena y una OBU del vehículo.

35 La invención se fija como objetivo resolver estos problemas y proporcionar un proceso y una radiobaliza que permitan una localización fiable de una OBU en una zona prefijada, p. ej. un determinado carril de una calzada, alrededor de la radiobaliza.

40 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, el objetivo se logra con un proceso con las características de la reivindicación 1, la cual comprende:

- a) almacenar en una base de datos la identificación de la unidad de a bordo y una característica de radio de su receptor de emisión de radio,
- b) enviar una primera petición con una primera potencia de emisión de la radiobaliza,
- c) captar en la radiobaliza una primera respuesta, la cual contiene la identificación de una unidad de a bordo,
- 45 d) determinar la característica de radio asignada de la identificación captada del receptor de emisión de radio de la unidad de a bordo de la base de datos, y
- e) localizar la unidad de a bordo utilizando la característica de radio determinada en la zona prefijada.

50 De acuerdo con la invención, por lo tanto, se tienen en cuenta características de radio específicas, individuales para cada una de las OBUs para el proceso de localización, que se pre-almacenan en una base de datos. Si la identificación no identifica una OBU individual - lo cual es posible - sino que únicamente identifica su tipo, se pueden almacenar características de radio generalizadas en la base de datos para un determinado tipo de OBU y se pueden utilizar para la localización. Si ahora, a modo de ejemplo, llegase un nuevo tipo de OBU al mercado y se utilizase en el sistema de peaje de carreteras, basta con insertar en la base de datos una correspondiente identificación de tipo y

5 sus características de radio específicas. Por lo tanto, nada se opone a una extensión de un sistema de carreteras a cualquier tipo de OBUs y sus chips receptores de emisión de radio, o bien chips transpondedores, siempre que sean conocidos por la base de datos. El proceso de la invención puede, en este caso, ser empleado de forma muy sencilla en dispositivos existentes para la localización de una OBU, por ejemplo en el tráfico rodado, al estar éstos conectados con una base de datos correspondiente y las zonas de cobertura de radio de las radiobalizas se adecúan a las respectivas características de radio específicas de OBU determinadas.

10 Al contener de acuerdo con la invención la primera respuesta una identificación de OBU inequívoca y con la captación de la primera respuesta se almacena la identificación de OBU en una lista de presencia, se puede identificar inequívocamente un vehículo mediante su identificación de OBU y su presencia en la zona de cobertura de radio de la radiobaliza puede ser almacenada al menos temporalmente. Con esta información puede aumentarse la precisión de localización, al repetirse de acuerdo con la invención los pasos b) a e) después de un primer ciclo al menos para un ciclo adicional, para cada ciclo de los pasos b) a e), en relación con una identificación de OBU, se almacena, respectivamente, en la lista de presencia un resultado de localización a esa identificación de OBU y se verifica la localización de la unidad de a bordo de esa identificación de OBU si el número de los resultados de localización positivos almacenados a esa identificación de OBU sobrepasa un valor umbral. Hay que mencionar, que el número absoluto o relativo puede estar definido, p. ej. referido a la totalidad de resultados de localización de una unidad de a bordo, y que el valor umbral puede ser constante o puede ser ajustado dinámicamente.

20 De acuerdo con una primera forma de realización preferida de la invención, la localización del paso e) comprende el cálculo de una segunda potencia de emisión en función de la característica de radio determinada y de la zona prefijada, se emite una segunda consulta con la segunda potencia de emisión de la radiobaliza calculada y, cuando se recibe una segunda respuesta a la segunda petición de la misma unidad de a bordo, la localización de esa unidad de a bordo como existente en la zona prefijada. En el caso de esta forma de realización, por lo tanto, se adecúa la potencia de emisión de la radiobaliza respectivamente de forma específica a la OBU actual - o bien a su tipo, si la identificación de OBU leída indica su tipo -. Se evita de esta manera una potencia de emisión excesiva para un tipo de OBU específico, que podría conducir a una reacción no deseada de OBU a carriles contiguos, o una potencia insuficiente que podría conducir a una detección errónea. Dado que en esta forma de realización la intensidad de la primera respuesta de la unidad de a bordo, además, no tiene que ser medida, pueden, en el mejor de los casos, recortarse costes originados por aparatos de medición y calibraciones.

30 Especialmente ventajoso en la forma de realización recién mencionada la característica de radio considerada es una sensibilidad de captación del receptor de emisión de radio de la unidad de a bordo. Esto tiene la ventaja, de que la potencia de emisión de la segunda petición puede ser calculada directamente de la sensibilidad y un radio para la zona en la que la OBU debe ser localizada.

35 De acuerdo con una segunda forma de realización alternativa, preferida de la invención, la localización del paso e) comprende el cálculo del valor umbral para la intensidad de señal de captación en función de la característica de radio determinada de la primera potencia de emisión y de la zona prefijada, la comparación la intensidad de señal de captación medida de la primera respuesta con el valor umbral calculado y, al sobrepasar el valor umbral, la localización de la unidad de a bordo como existente en la zona prefijada. Ya que aquí el receptor de emisión de radio de la radiobaliza sólo tiene que medir la intensidad de señal de captación de la primera respuesta y, de esta manera, puede localizar la unidad de a bordo sin enviar una segunda petición, o bien, sin recibir una segunda respuesta de la unidad de a bordo, pueden enviarse primeras peticiones rápidamente una detrás de otra, sin al mismo tiempo sobrecargar el canal de radio entre la OBU y la radiobaliza.

45 Especialmente preferido en la segunda forma de realización mencionada, la característica de radio considerada es una medida para la capacidad de potencia de emisión del receptor de emisión de radio de la unidad de a bordo. La distancia de la radiobaliza a cada una de las unidades de a bordo, que haya respondido a la petición, se puede determinar así de forma particularmente sencilla en base a la potencia de emisión de la radiobaliza.

50 Para facilitar la determinación de la característica de radio asignada a la identificación recibida, en una variante preferida de todas las formas de realización antes mencionadas, la identificación mencionada, como ya se ha indicado, es únicamente una identificación de tipo del receptor de emisión de radio, es decir, ninguna identificación inequívoca para cada OBU individual, sino sólo una identificación que identifica el tipo (la clase) de la OBU. Así, es posible una asignación directa del tipo de OBU a la característica de radio y la base de datos puede ser mantenida lo más compacta posible, ya que el espacio de almacenamiento necesario - en comparación con una posible asignación directa entre identificaciones de OBU individuales y características de radio - se reduce significativamente.

55 Para poder localizar una pluralidad de vehículos, en varias primeras respuestas recibidas a una primera petición, todas las identificaciones de OBU contenidas en esas respuestas se almacenan en la lista de presencia y para los pasos d) y e) se completa cada identificación de OBU inequívoca almacenada en la lista de presencia.

De acuerdo con una forma de realización adicional, preferida de la invención, en varios vehículos, cuando se completa la localización por medio de una segunda consulta, cada una de las segundas consultas se dirigen, respectivamente, a una de las identificaciones de OBU almacenadas en la lista de presencia. Esto conduce a un

ahorro de tiempo, ya que todas las segundas respuestas reciben y sólo después se asignan a una identificación de OBU, si el direccionamiento no ha tenido ya lugar en la segunda consulta.

En un segundo aspecto, la invención crea una radiobaliza para la localización de una unidad de a bordo con las características de la reivindicación 9.

5 De acuerdo con una primera forma de realización preferida, la radiobaliza se distingue

porque la característica de radio mencionada es una medida para la sensibilidad de captación del receptor de emisión de radio de la unidad de a bordo, y

porque el procesador está configurado, en la localización mencionada

10 - para calcular una segunda potencia de emisión en función de la característica de radio determinada y de la zona prefijada

- emitir una segunda petición a través del receptor de emisión de radio con la potencia de emisión calculada, y

- si se recibe una segunda petición a la segunda consulta de la misma unidad de a bordo, localizar esa unidad de a bordo como existente en la zona prefijada.

En una segunda forma de realización preferida, la radiobaliza se distingue

15 porque la característica de radio mencionada es una medida para la capacidad de potencia de emisión del receptor de emisión de radio de la unidad de a bordo, y

porque el procesador está configurado, en la localización mencionada

- para calcular un valor umbral para la intensidad de señal recibida en función de la característica de radio determinada, de la primera potencia de señal y de la zona prefijada,

20 - para comparar la intensidad de señal recibida de la primera respuesta con el valor umbral calculado, y

- al traspasar el valor umbral, para localizar la unidad de a bordo como existente en la zona prefijada.

En relación a las ventajas y formas de realización ventajosas adicionales de la radiobaliza de acuerdo con la invención, en las realizaciones precedentes se remite al proceso.

25 En lo que sigue, la invención se explica con mayor detalle mediante los ejemplos de realización representados en los dibujos adjuntos. En los dibujos muestran:

La Fig. 1, una calzada con varios carriles y sus radiobalizas en vista en planta esquemática;

la Fig. 2, una unidad de a bordo y una radiobaliza de acuerdo con la invención, incluidos sus componentes, en forma de esquema funcional;

30 las Figs. 3a y 3b, dos formas de realización diferentes de una base de datos con identificaciones de OBU y características de radio asociadas;

las Figs. 4a y 4b, diferentes formas de realización de una lista de presencia guiada en una radiobaliza;

las Figs. 5a y 5b, respectivamente, dos formas de realización diferentes de la invención en forma de diagrama de flujo; y

35 las Figs. 6a y 6b, diagramas de tiempo de paquetes de datos o bien señales, que aparecen en el marco del proceso de las Figs. 5a y 5b.

40 De acuerdo con la Fig. 1, varios vehículos 1 se encuentran en una calzada 2 con diferentes carriles 3, 3', 3". Un pórtico 4 cruza la calzada 2 y porta varias radiobalizas 5 que, respectivamente, están asignadas a un carril 3, 3', 3" para poder localizar (situar) vehículos que pasan por ese carril. La localización puede, por ejemplo, ser utilizada para un cargo de peaje en función del sentido de la marcha, p. ej. en calzadas de un solo carril con diferentes sentidos de marcha, o para un cargo de peaje en función del carril, p. ej. en carriles VAO (vehículos de alta ocupación), carriles HOT (peaje de alta ocupación), o similares.

45 Para este fin, cada una de las radiobalizas 5 en su zona de cobertura de radio 6 puede realizar una comunicación de radio 7 con unidades de a bordo (OBU) 8 que, respectivamente, son llevadas por un vehículo 1. La zona de cobertura de radio 6 de cada una de las radiobalizas 5 es ajustable en su tamaño - p. ej. a través del ajuste de su potencia de emisión (intensidad de emisión) y/o sensibilidad de captación, como más tarde se discute de forma más detallada - tal como se muestra mediante los diferentes radios  $R_1$  y  $R_2$ , p. ej., para adecuar de forma precisa la zona de cobertura de radio 6 a cada carril 3, 3', 3" al cual se asigna la radiobaliza 5 respectiva. En el caso óptimo de

- 5 adecuación a la anchura del carril y OBU, (aquí:  $R_1$ ) una comunicación de radio 7 con éxito entre la radiobaliza 5 y la OBU 8 indica que la OBU 8 se encuentra sobre ese carril 3, 3', 3", es decir, la OBU 8 (y con ello el vehículo 1) es, o bien, son localizados. En el caso de adaptación errónea, cuando la potencia de señal y/o la sensibilidad de captación de una radiobaliza 5 es demasiado grande, pueden producirse por error comunicaciones de radio 7 con OBUs 8 en carriles contiguos ("comunicación cruzada"), tal como se muestra en la comunicación de radio 7 de la derecha, que conducen a un resultado de localización incorrecto, o cuando la potencia de señal y/o sensibilidad de captación de la radiobaliza 5 es muy baja, pueden, eventualmente, no ser reconocidas ni localizadas OBU 8, o bien vehículos 1 en marcha, bajo determinadas circunstancias incluso sobre los carriles 3, 3', 3" correctos, asignados. Para evitar esto, sirven las medidas y los procesos presentados a continuación.
- 10 Las radiobalizas 5, las OBUs 8 y comunicaciones de radio 7 entre éstas pueden estar configuradas según cada estándar de radio conocido en el estado de la técnica, p. ej. DSRC (Dedicated Short Range Communication, en particular CEN-DSRC), WAVE (Wireless Access for Vehicular Environment), WLAN (Wireless Local Area Network, en particular IEEE 802.11p, ITS-G5 y estándares compatibles con estos), RFID (Radio-Frequency Identification, en particular ISO-18000-63 y estándares compatibles con éste), WiFi®, Bluetooth® o similares. Las OBUs pueden, en este caso, ser tanto de tipo activo, es decir, con suministro de energía autónomo, como también de tipo pasivo, es decir, en forma de chips transpondedores, de manera particularmente preferida chips RFID (etiquetas), los cuales perciben su energía de un campo de radio de una radiobaliza 5 que reacciona a estos (la cual entonces, p. ej. está construida en forma de un lector RFID).
- 15 Cada una de las comunicaciones de radio 7 con éxito comprende, por lo general, uno o varios intercambios (cambios) de paquetes de datos a través de la interface de radio en forma de una petición (request) y una respuesta (response) asociada. Las comunicaciones de radio 7 pueden, en este caso - junto con la localización mencionada - servir para otros fines de uso (principales), p. ej., la identificación de OBUs 8 que pasan, el cálculo de peaje o bien tasas de utilización de carreteras, el suministro de las OBUs 8, o bien vehículos 1, con informaciones, etc., en donde estas funciones para la localización aquí descrita no se consideran ulteriormente. Las balizas de radio 5 pueden estar en conexión para todos estos fines, a través de una conexión de datos 9 con un ordenador 10 local y/o una central (no representado).
- 20 Se entiende que puede pasar a emplearse un número arbitrario de carriles 3, 3', 3", que las radiobalizas 5 no tienen que estar dispuestas directamente sobre el correspondiente carril 2 y que la zona de cobertura de radio 6 también puede tener una forma diferente a la forma circular representada, p. ej., en forma de maza, asimétrica, o similar.
- 25 De acuerdo con la Fig. 2, cada una de las unidades de a bordo 8 presenta una memoria 11 y un receptor de emisión de radio 12, los cuales están conectados a través de un procesador 13. La memoria 11 contiene al menos una identificación inequívoca TID de la OBU 8 ("Tag-ID", o bien "identificación de OBU"), así como una identificación de tipo TP ("identificación de tipo") que indica la OBU 8 o su receptor de emisión de radio 12. La identificación de tipo TP también puede ser una parte de la identificación de OBU TID, es decir, puede indicar una zona parcial de la identificación de la OBU TID de su tipo TP tal como se define, por ejemplo, en el estándar ISO-18000-63.
- 30 Para la realización de la comunicación de radio 7 con OBUs 8 que pasan, cada una de las radiobalizas 5 comprende al menos un receptor de emisión de radio 14, que puede comunicarse con un receptor de emisión de radio 12 de una OBU 8 y un procesador 15 conectado. El procesador está conectado con la memoria 16, la cual contiene una base de datos 17 con una lista TFL de posibles identificaciones de tipo TP ("lista de tipos") de OBUs 8. Opcionalmente, la memoria 16 puede tener una zona de almacenamiento 18 con una lista PRL ("lista de presencia") que tiene respectivamente actualizadas las OBUs 8 presentes en la zona de cobertura de radio 6 de la radiobaliza 5, cuyo fin se explica más adelante. La base de datos 17 con la lista de tipos, así como la zona 18 con la lista de presencia PRL, pueden también estar dispuestas en memorias separadas, p. ej. a través de la conexión de datos 9 en el ordenador 10 local y/o una central alejada (no mostrada).
- 35 El proceso realizado por una baliza de radio 5 para la localización de una OBU 8 en un carril 3, 3', 3" se explica ahora más en detalle con referencia a las Figs. 3 a 6, en donde las Fig. 3a, 4a, 5a y 6a muestran una primera forma de realización y las Figs. 3b, 4b, 5b y 6b muestran una segunda forma de realización del proceso, las cuales también son combinables a voluntad. Diferentes OBUs 8, que pueden encontrarse en la zona de cobertura de radio 6 de una radiobaliza 5, se diferencian en este caso con un índice  $i = 1..I$ , véase la lista de presencia PRL de las Figs. 4a y 4b, y diferentes tipos TP de OBUs 8, que pueden aparecer en el marco del sistema (Fig. 1) aquí considerado, se diferencian a continuación con el índice  $k = 1..K$ , véase la lista de tipos TPL de las Figs. 3a y 3b.
- 40 De acuerdo con las Figs. 5a y 6a, en un primer paso 19, la radiobaliza 5 envía una primera petición  $r_{q1}$  con una primera potencia de emisión  $P_{mx}$  "máxima", que es al menos tan grande que también estas OBUs  $8_i$  que se encuentran más alejadas de la radiobaliza 5 dentro de la zona de localización 6 y tienen un receptor de emisión de radio 12<sub>i</sub> con la sensibilidad de captación  $sens_i$  más baja de todas las posibles sensibilidades de captación  $sens_k$  de posibles tipos de OBU TP<sub>k</sub>, es decir, las que "peor escuchan", todavía pueden recibir y procesar la primera consulta  $r_{q1}(P_{mx})$ . De esta manera puede ser que, p. ej., también una OBU  $8_{i+1}$  "que escucha particularmente bien" en un carril contiguo 3 o bien 3" (tal como se muestra en la Fig. 1 a la derecha) reciba una consulta  $r_{q1}$  de este tipo y responda, como se explica a continuación.
- 45
- 50
- 55

En un siguiente paso 20 se obtiene ahora una primera respuesta  $rsp_{1,i}$  de cada una de las OBUs  $8_i$  que se encuentran precisamente en la zona de cobertura de radio 6. La respuesta  $rsp_{1,i}$  de cada una de las OBUs  $8_i$  contiene al menos la identificación de tipo  $TP_i$  de la OBU  $8_i$ , preferiblemente también la identificación de OBU  $TID_i$  de la OBU  $8_i$ .

5 La última forma de realización del proceso, en la cual también se captan y procesan las identificaciones de tipo  $TID_i$ , está en condiciones de localizar simultáneamente varias OBUs  $8_i$  que se encuentran en la zona de cobertura de radio 6 de la radiobaliza 5; en este caso, en un paso 21, también se actualiza la lista de presencia PRL en la memoria 18 con cada una de las captaciones de una primera respuesta  $rsp_{1,i}$ , es decir, se registran ahí las identificaciones de OBU  $TID_i$  de las OBUs  $8_i$  presentes (Figs. 4a, 4b), para poder realizar el proceso de localización adicional para todas las OBUs  $8_i$  existentes, tal como se discute más tarde. En el caso más sencillo, cuando el proceso debe ser adecuado para respectivamente sólo una OBU  $8_i$  en la zona de cobertura de radio 6 y no son necesarias valoraciones continuas, sobra la captación de la identificación de OBU  $TID_i$  y se suprime la gestión de una lista de presencia PRL en el paso 21.

15 En un siguiente paso 22, a partir de la base de datos 17, más exactamente de la lista de tipos TPL, se determina ahora una característica de radio del receptor de emisión  $12_i$  de la respectiva OBU  $8_i$ , de la (o bien, de cada) identificación de tipo  $TP_i$  captada en ese momento. En el ejemplo de proceso de la Fig. 5a, esa característica de radio es la sensibilidad de captación  $sens_i$  del receptor de emisión  $12_i$ . Para esto, en un paso anterior (no mostrado en la Fig. 5a) se almacena en la base de datos 17 una lista de tipos TPL con las posibles identificaciones de tipo  $TP_k$  de OBU de sus sensibilidades de captación  $sens_k$  (Fig. 3a). Las sensibilidades de captación  $sens_k$  se pueden determinar, por ejemplo, por una única medición de una OBU del respectivo tipo  $TP_k$ , cuando ésta, p. ej., sale al mercado o aparece por primera vez en el sistema.

La sensibilidad de captación  $sens_k$  es, por ejemplo, una medida que indica con qué potencia debe captarse en la unidad de a bordo 2 una señal, como una petición  $rq_1$  de la radiobaliza 5, para poder ser procesador por la misma.

25 En un paso 23, ahora se calcula, a partir de la sensibilidad de captación  $sens_i$  de una OBU  $8_i$  así determinada, una ("segunda") potencia de emisión  $P_{10,i}$  para esa OBU  $8_i$  individual, la cual es justo suficiente para cubrir la zona de cobertura de radio 6 interesante para la localización con un tamaño  $R_1$  y no sobrepasa por encima, es decir,  $P_{10,i} = f(sens_i, R_1)$ .

30 La segunda potencia de emisión  $P_{10,i}$  calculada individualmente para la OBU  $8_i$ , se utiliza a continuación para una nueva ("segunda") consulta  $rq_2$  de la misma OBU  $8_i$  en un paso 24. Si se obtiene de nuevo una ("segunda") respuesta  $rsp_{2,i}$  precisamente de la OBU  $8_i$  a esa segunda consulta  $rq_2(P_{10,i})$  en un paso 25, (rama "y" de la ramificación 26), significa que la OBU  $8_i$  se encuentra en la zona de localización deseada, aquí, p. ej. en el carril 3'. Esto, en un paso 27 (opcional), también puede ser almacenado en la lista de presencia PRL (Fig. 4a) como un primer ( $n = 1$ ) resultado de localización con éxito  $locRes_{i,n}$  de la OBU  $8_i$  bajo su identificación de OBU  $TID_i$ . El resultado de localización  $locRes_{i,n}$  puede ser almacenado, p. ej., como un valor binario, por ejemplo "1" para una localización exitosa ("positiva") (rama "y" de la comparación 26) o "0" para sin éxito ("negativa"), o bien "no-localización" (rama "n" de la ramificación 26).

40 Si el proceso es adecuado para varias OBUs  $8_i$  en la zona de cobertura de radio 6 y la primera respuesta  $rsp_{1,i}$  contiene la identificación de OBU  $TID_i$ , la segunda consulta  $rq_2(P_{10,i})$  en el paso 24 puede dirigirse a la respectiva identificación de OBU  $TID_i$  ( $rq_{2,i}$ ), es decir, pueden ser enviadas  $l$  segundas peticiones  $rq_2$  en el paso 24. Alternativamente la segunda respuesta  $rsp_{2,i}$  con identificaciones de OBU  $TID_i$  a una segunda petición  $rq_2$  inespecífica (no dirigida) obtenidas en el paso 25, se pueden verificar frente a la identificación de OBU  $TID_i$  de las primeras respuestas  $rsp_{1,i}$ , para lograr una asignación de las primeras y segundas respuestas  $rsp_{1,i}$  y  $rsp_{2,i}$  para una OBU  $8_i$ .

45 En caso deseado, se pueden repetir en un bucle 28  $N$  ciclos del proceso de localización para una OBU  $8_i$ , para obtener varios resultados de localización  $locRes_{i,n}$  ( $n = 1..N$ ) por OBU  $8_i$ , las cuales pueden, por ejemplo, ser almacenados en la lista de presencia PRL con la identificación de OBU  $TID_i$  respectiva. Si la relación del número de resultados de localización  $locRes_{i,n}$  con éxito de una OBU  $8_i$ , es decir, el número de comunicaciones de radio con éxito (positivas), al número  $N$  de repeticiones realizadas, es decir, comunicaciones de radio totales, sobrepasa un valor umbral ("Umbral de Votación"), la localización de esta OBU  $8_i$  se puede considerar como verificada, o bien válida. El cálculo de esta relación, o bien, el establecimiento del valor umbral puede, en este caso, también ajustarse a la identificación de tipo  $TP_i$ , por lo cual, p. ej., se puede asignar un valor umbral diferente a OBU cualitativamente "peores" que a OBU de "mayor" calidad. En este caso, el valor umbral puede ser tanto absoluto, p. ej., un número mínimo prefijado de resultados de localización positivos ("y"), o relativo, p. ej., un porcentaje de resultados de localización positivos ("y") de todos los resultados de localización ("y" y "n").

55 Una segunda forma de realización del proceso discutido se describe ahora con referencia a las Figs. 5b y 6b. Con referencia a las variantes de lista de las Figs. 3b y 4b, en donde para la simplificación sólo se comentan las diferencias con la primera forma de realización. De acuerdo con la Fig. 5b, en la captación de la primera respuesta  $rsp_{1,i}$  en el paso 20 también se mide en la radiobaliza 5 la respectiva intensidad de señal captada ("received signal

strength")  $RSSI_i$  de la respectiva respuesta  $rsp_{1,i}$ . La intensidad de señal captada  $RSSI_i$  puede ser conservada, por ejemplo, en la lista de presencia PRL para el procesamiento adicional (Fig. 4b).

5 En el paso 22, a continuación, se determina a partir de la base de datos 17, más exactamente de la lista de tipos TPL, una capacidad de potencia de emisión  $cg_i$  ("conversion gain"), como característica de radio de la OBU  $8_i$  con la identificación de tipo  $TP_i$  captada. La capacidad de potencia de emisión  $cg_i$  es, p. ej., una medida que indica con qué potencia de emisión absoluta se envía una respuesta  $rsp_{1,i}$  del receptor de emisión de radio  $12_i$  de una OBU  $8_i$  de tipo activo o qué parte relativa (antes captada) de potencia de emisión de un receptor de emisión de radio  $12_i$  de una OBU  $8_i$  de tipo pasivo como respuesta  $rsp_{1,i}$  puede reflejar una pregunta  $rq_1$  detallada. La capacidad de potencia de emisión  $cg_k$  de todos las posibles identificaciones de tipo  $TP_k$  de OBU  $8_k$  pueden, por ejemplo, ser determinados en un paso anterior (no mostrado en la Fig. 5b) mediante una única medición de una OBU del tipo  $TP_k$  respectivo, si ésta, p. ej., sale al mercado o aparece por primera vez en el sistema, y se almacena en la lista de tipos TPL de la base de datos 17.

15 A partir de la capacidad de potencia de emisión  $cg_i$ , del tamaño  $R_1$  de la zona a ser localizada (aquí el tamaño de un carril 3, 3', 3") y la potencia de emisión  $P_{mx}$  de la primera consulta  $rq_1(P_{mx})$ , puede entonces ser calculado un valor umbral  $RSSI_{th,i}$  individual para la intensidad de señal captada  $RSSI_i$  de la respuesta de OBU  $rsp_{1,i}$  medida en el paso 20, en  $RSSI_{th,i} = f(cg_i, R_1, P_{mx})$ . Si la intensidad de señal  $RSSI_i$  de la respectiva respuesta  $rsp_{1,i}$  medida se encuentra por encima del valor umbral  $RSSI_{th,i}$  determinado (rama "y" de la comparación 26), entonces la OBU  $8_i$  está localizada y el resultado de localización  $locRes_{i,n}$  puede ser creado de nuevo y, opcionalmente, almacenado (paso 27). Opcionalmente, de nuevo puede realizarse el bucle 28 para varios ciclos N, como se ha descrito anteriormente para la Fig. 5a. El resultado de la localización  $locRes_{i,n}$  puede de nuevo ser almacenado, p. ej. como un valor binario, por ejemplo "1" para una localización exitosa ("positiva") (rama "y" de la comparación 26) o "0" para sin éxito ("negativa"), o bien "no-localización" (rama "n" de la ramificación 26). Sin embargo, también es posible almacenar como resultado de localización  $locRes_{i,n}$  una medida cuantitativa para la localización, p. ej., la intensidad de señal captada  $RSSI_i$  medida para la respectiva primera respuesta  $rsp_{1,i}$  de la OBU  $8_i$ .

25 La invención no está limitada a las formas de realización representadas, sino que comprende todas las variantes, modificaciones y combinaciones de las mismas que caen en el marco de las reivindicaciones adjuntas. De esta manera, en formas de realización adicionales, pueden almacenarse, por ejemplo en la base de datos 17, también otras características de radio distintas a las mencionadas características de sensibilidad de captación  $sens_k$  y capacidad de potencia de emisión  $cg_k$  de OBU  $8_k$  y pueden ser consultadas para la localización de una OBU  $8_i$  en la zona 6 deseada.

30

**REIVINDICACIONES**

1. Proceso para la localización de una unidad de a bordo (8), que tiene un receptor de emisión de radio (12) y una identificación (TP), en una zona (6) prefijada alrededor de una radiobaliza (5), que comprende:
- 5 a) almacenar en una base de datos (17) la identificación (TP) de la unidad de a bordo (8) y una característica de radio (sens, cg) de su receptor de emisión de radio (12);
- b) enviar una primera petición ( $rq_1$ ) con una primera potencia de emisión ( $P_{mx}$ ) de la radiobaliza (5);
- c) captar en la radiobaliza (5) una primera respuesta ( $rsp_1$ ), la cual contiene la identificación (TP) y una identificación de OBU (TID) inequívoca de una unidad de a bordo (8) y almacenar la identificación de OBU (TID) en una lista de presencia (PRL);
- 10 d) determinar la característica de radio (sens, cg) asociada a la identificación (TP) captada del receptor de emisión de radio (12) de la unidad de a bordo (8) a partir de la base de datos (17); y
- e) localizar la unidad de a bordo (8) utilizando la característica de radio determinada (sens, cg) en la zona prefijada (6);
- en donde:
- 15 los pasos b) a e) después de un primer ciclo se repiten al menos para un ciclo adicional,
- para cada ciclo en cuestión una identificación de OBU (TID) de los pasos b) a e) se almacena respectivamente un resultado de localización (locRes) en la lista de presencia (PRL) con esa identificación de OBU (TID), y
- se verifica la localización de la unidad de a bordo (8) de esa identificación de OBU (TID), si el número de resultados de localización (locRes) positivos almacenados con esa identificación de OBU (TID), sobrepasa un valor umbral.
- 20 2. Proceso según la reivindicación 1, caracterizado por que la localización del paso e) comprende:
- calcular una segunda potencia de emisión ( $P_{io}$ ) en función de una característica de radio determinada (sens) y de la zona (6) prefijada,
- emitir una segunda consulta ( $rq_2$ ) con la potencia de emisión ( $P_{io}$ ) calculada de la radiobaliza (5),
- 25 y, si se capta una segunda respuesta ( $rsp_2$ ) de la misma unidad de a bordo (8) a la segunda petición ( $rq_2$ ), localizar esta unidad de a bordo (8) como existente en la zona (6) prefijada.
3. Proceso según la reivindicación 2, caracterizado por que la característica de radio mencionada es una sensibilidad de captación (sens) del receptor de emisión de radio (12) de la unidad de a bordo (8).
4. Proceso según la reivindicación 1, caracterizado por que la localización del paso e) comprende:
- 30 calcular un valor umbral ( $RSSI_{th}$ ) para la intensidad de señal de captación (RSSI) en función de la característica de radio (cg) determinada, de la primera potencia de emisión ( $P_{mx}$ ) y de la zona (6) prefijada,
- comparar la intensidad de señal de captación (RSSI) medida de la primera respuesta ( $rsp_1$ ) con el valor umbral ( $RSSI_{th}$ ) calculado,
- y, al traspasar el valor umbral, localizar la unidad de a bordo (8) como existente en la zona (6) prefijada.
- 35 5. Proceso según la reivindicación 4, caracterizado por que la característica de radio mencionada es una medida de la capacidad de potencia de emisión (cg) del receptor de emisión de radio (12) de la unidad de a bordo (8).
6. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la identificación (TP) mencionada es una identificación de tipo del receptor de emisión de radió (12).
7. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que al captar varias primeras respuestas ( $rsp_1$ ) a una primera consulta ( $rq_1$ ), todas esas repuestas que contienen identificaciones de OBU (TID) se almacenan en la
- 40 lista de presenta (PRL), y
- que los pasos d) y e) se realizan para cada identificación de OBU (TID) almacenada en la lista de presencia (PRL).
8. Proceso según la reivindicación 7 en unión con la reivindicación 2 o 3, caracterizado por que cada segunda consulta ( $rq_2$ ) se dirige, respectivamente, a una identificación de OBU (TID) almacenada en la lista de presencia (PRL).

9. Radiobaliza para la localización de una unidad de a bordo (8), que tiene un receptor de emisión de radio (12) y un identificador (TP), en una zona (6) prefijada alrededor de una radiobaliza (5), con:

una memoria (16);

un receptor de emisión de radio (14); y

5 un procesador (15) conectado con la memoria (16) y el receptor de emisión de radio (14);

en donde el procesador (15) está configurado para,

a) almacenar en la memoria (16) la identificación (TP) de la unidad de a bordo (8) y una característica de radio (sens, cg) asociada de su receptor de emisión de radio (12),

10 b) enviar una primera petición (rq1) con una primera potencia de emisión ( $P_{mx}$ ) a través del receptor de emisión de radio (14),

c) captar una primera respuesta (rsp1), la cual contiene la identificación (TP) y una identificación de OBU (TID) inequívoca, a través del receptor de emisión de radio (14) de una unidad de a bordo (8) y almacenar la identificación de OBU (TID) en una lista de presencia,

15 d) determinar la característica de radio (sens, cg) del receptor de emisión de radio (12) de la unidad de a bordo (8) de la memoria (16), asociada a la identificación (TP) captada, y

e) localizar la unidad de a bordo (8) utilizando la característica de radio (sens, cg) determinada en la zona (6) prefijada, y

en donde el procesador está además configurado para,

repetir los pasos b) a e) después de un primer ciclo para al menos un ciclo adicional,

20 para cada ciclo de los pasos b) a e) que afecta a una identificación de OBU (TID) almacenar respectivamente un resultado de localización (locRes) en la lista de presencia (PRL) con esa identificación de OBU (TID), y

verificar la localización de la unidad de a bordo (8) de esta identificación de OBU (TID), si el número de los resultados de localización positivos (locRes) a esa identificación de OBU (TID), sobrepasa un valor umbral.

10. Radiobaliza según la reivindicación 9, caracterizada

25 por que la característica de radio mencionada es una medida para la sensibilidad de captación (sens) del receptor de emisión de radio (12) de la unidad de a bordo (8), y

por que el procesador (15) está configurado para, en la localización mencionada:

- calcular una segunda potencia de emisión ( $P_{io}$ ) en función de la característica de radio (sens) determinada y de la zona (6) prefijada,

30 - enviar una segunda petición (rq2) con la segunda potencia de emisión ( $P_{io}$ ) calculada, a través del receptor de emisión de radio (14), y,

- si se capta una segunda respuesta (rsp2) de la misma unidad de a bordo (8) a la segunda petición (rq2), localizar esa unidad de a bordo como existente en la zona (6) prefijada.

11. Radiobaliza según la reivindicación 9, caracterizada

35 por que la característica de radio mencionada es una medida para la capacidad de potencia de emisión (cg) del receptor de emisión de radio (12) de la unidad de a bordo (8), y

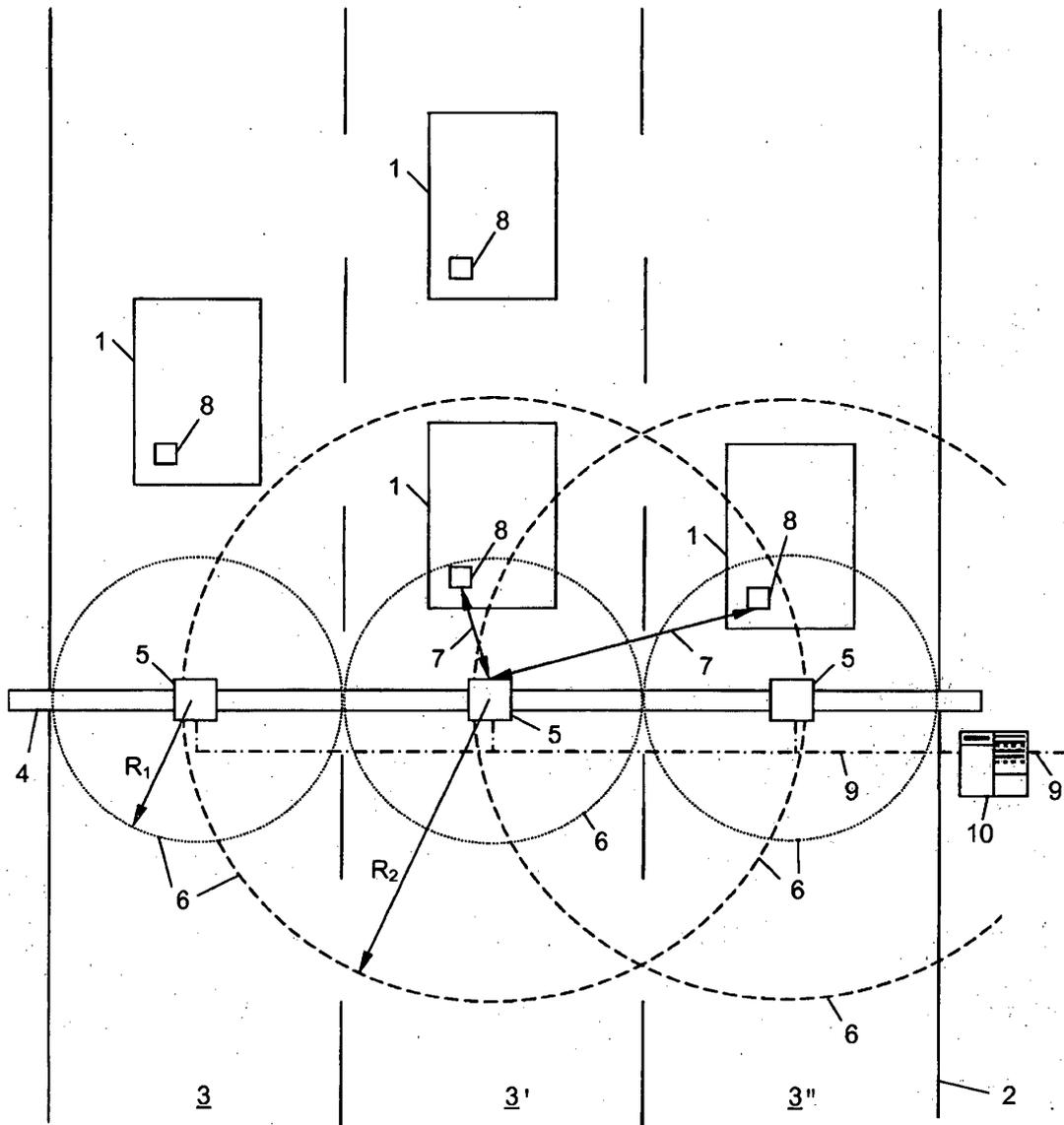
por que el procesador (15) está configurado para en la localización mencionada

- calcular un valor umbral ( $RSSI_{th}$ ) para la intensidad de señal de captación (RSSI) en función de la característica de radio (cg) determinada, de la primera potencia de emisión ( $P_{mx}$ ) y de la zona (6) prefijada,

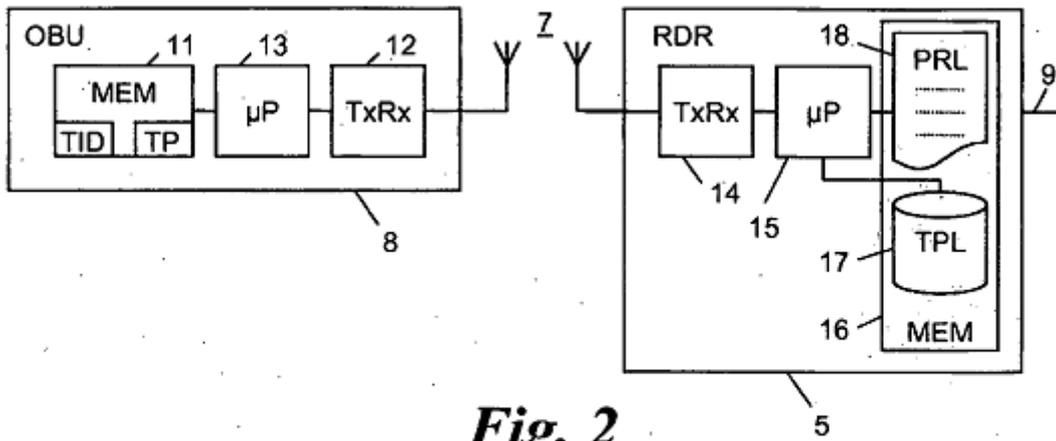
40 - comparar la intensidad de señal de captación (RSSI) de la primera (rsp1) con el valor umbral ( $RSSI_{th}$ ) calculado, y,

- al traspasar el valor umbral ( $RSSI_{th}$ ), localizar la unidad de a bordo (8) como existente en la zona (6) prefijada.

12. Radiobaliza según una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizada por que la identificación (TP) mencionada es una identificación de tipo del receptor de emisión de radio (12).



**Fig. 1**



**Fig. 2**

| TPL             |                   |
|-----------------|-------------------|
| TP              | sens              |
| TP <sub>1</sub> | sens <sub>1</sub> |
| TP <sub>2</sub> | sens <sub>2</sub> |
| ⋮               | ⋮                 |
| TP <sub>k</sub> | sens <sub>k</sub> |
| ⋮               | ⋮                 |
| TP <sub>K</sub> | sens <sub>K</sub> |

**Fig. 3a**

| TPL             |                 |
|-----------------|-----------------|
| TP              | gan. conv.      |
| TP <sub>1</sub> | cg <sub>1</sub> |
| TP <sub>2</sub> | cg <sub>2</sub> |
| ⋮               | ⋮               |
| TP <sub>k</sub> | cg <sub>k</sub> |
| ⋮               | ⋮               |
| TP <sub>K</sub> | cg <sub>K</sub> |

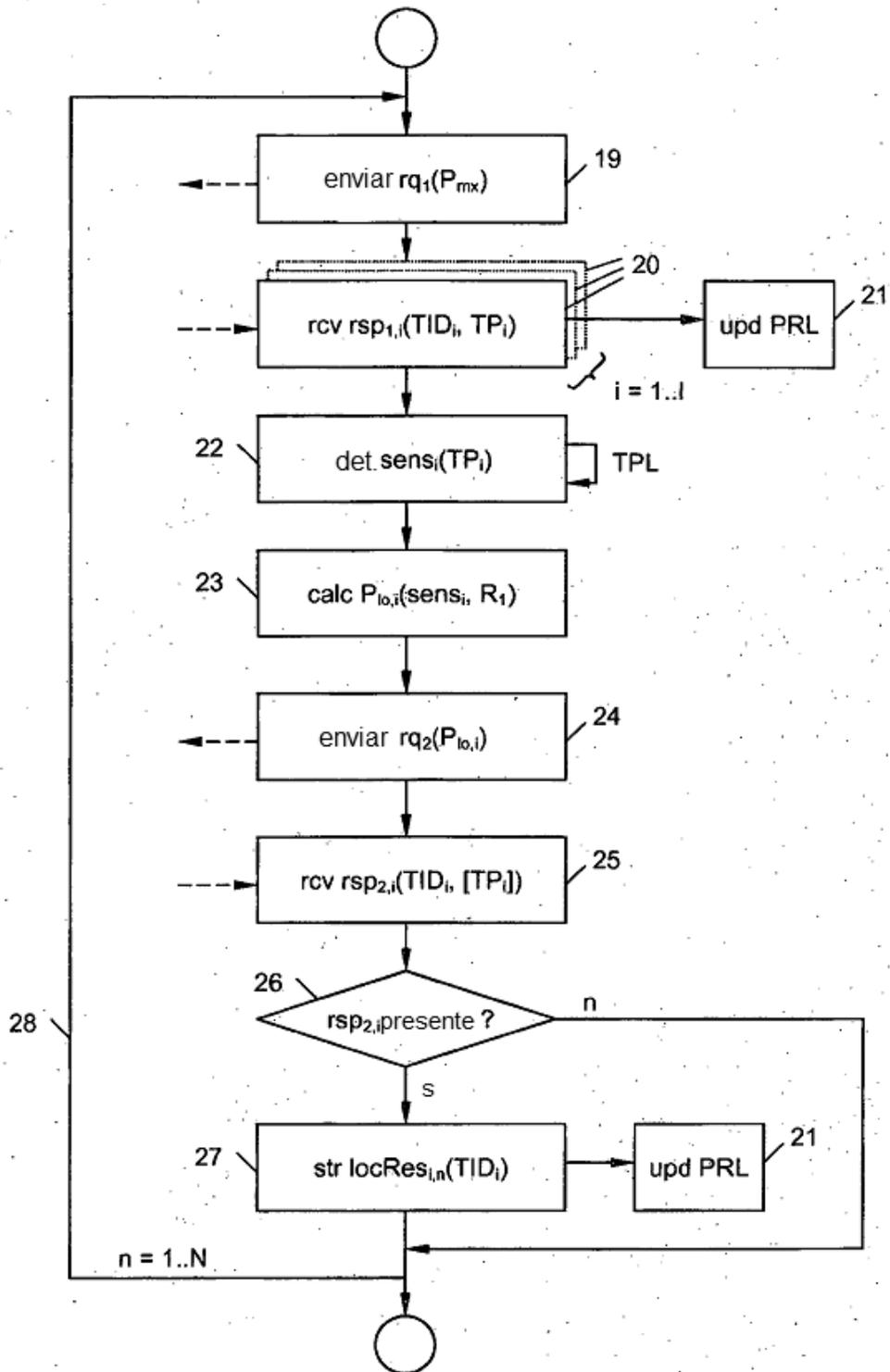
**Fig. 3b**

| PRL              |                 |  |
|------------------|-----------------|--|
| TID              | TP              | locRes   |
| TID <sub>1</sub> | TP <sub>1</sub> | {locRes <sub>1,1</sub> , locRes <sub>1,2</sub> , ..., locRes <sub>1,n</sub> , ..., locRes <sub>1,N</sub> } |
| TID <sub>2</sub> | TP <sub>2</sub> | {locRes <sub>2,1</sub> , locRes <sub>2,2</sub> , ..., locRes <sub>2,n</sub> , ..., locRes <sub>2,N</sub> } |
| ⋮                | ⋮               | ⋮  |
| TID <sub>i</sub> | TP <sub>i</sub> | {locRes <sub>i,1</sub> , locRes <sub>i,2</sub> , ..., locRes <sub>i,n</sub> , ..., locRes <sub>i,N</sub> } |
| ⋮                | ⋮               | ⋮  |
| TID <sub>l</sub> | TP <sub>l</sub> | {locRes <sub>l,1</sub> , locRes <sub>l,2</sub> , ..., locRes <sub>l,n</sub> , ..., locRes <sub>l,N</sub> } |

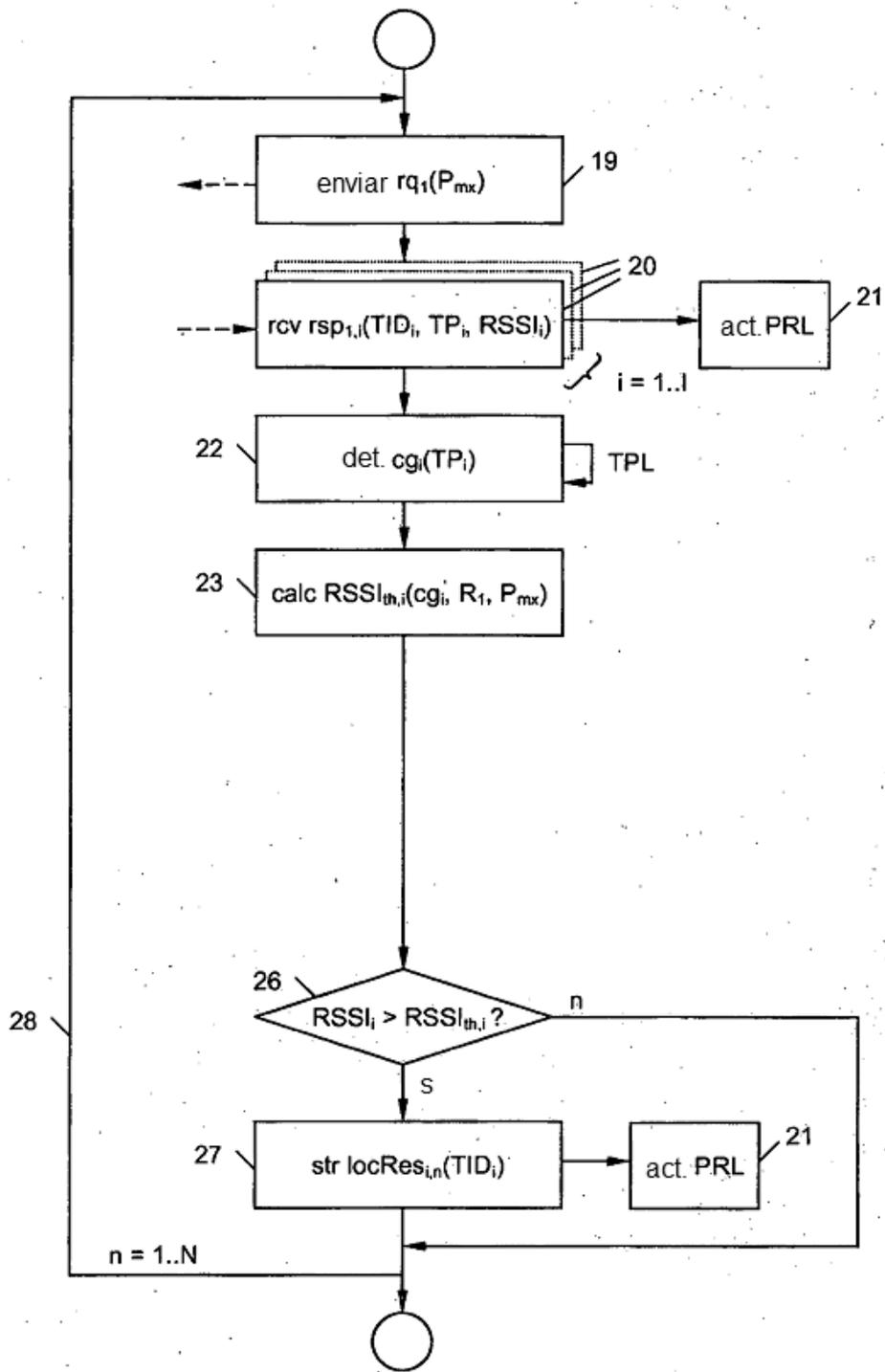
**Fig. 4a**

| PRL              |                 |                   |                     |
|------------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| TID              | TP              | RSSI              | locRes              |
| TID <sub>1</sub> | TP <sub>1</sub> | RSSI <sub>1</sub> | locRes <sub>1</sub> |
| TID <sub>2</sub> | TP <sub>2</sub> | RSSI <sub>2</sub> | locRes <sub>2</sub> |
| ⋮                | ⋮               | ⋮                 | ⋮                   |
| TID <sub>i</sub> | TP <sub>i</sub> | RSSI <sub>i</sub> | locRes <sub>i</sub> |
| ⋮                | ⋮               | ⋮                 | ⋮                   |
| TID <sub>l</sub> | TP <sub>l</sub> | RSSI <sub>l</sub> | locRes <sub>l</sub> |

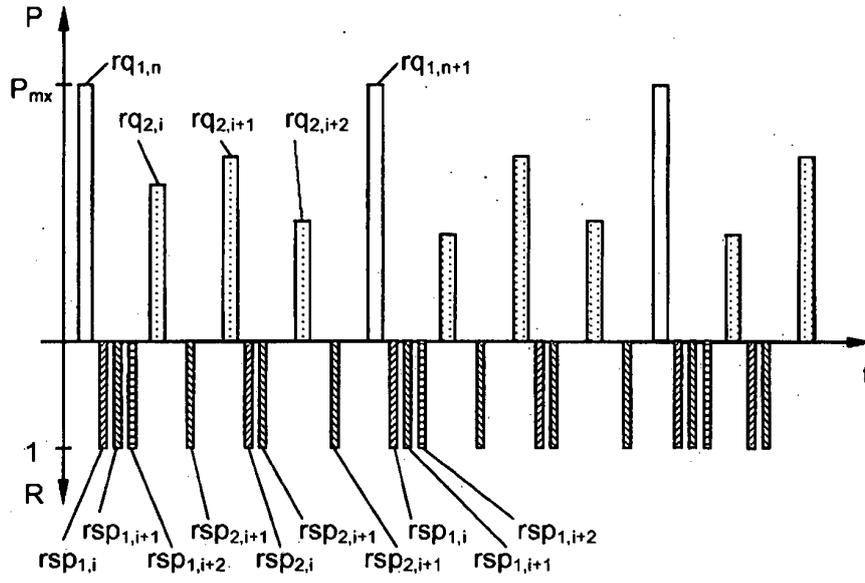
**Fig. 4b**



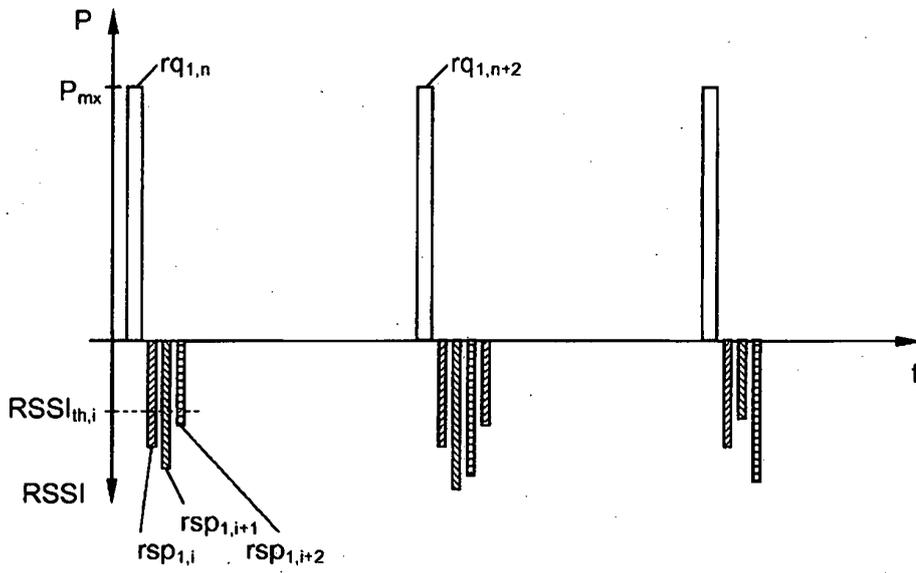
**Fig. 5a**



**Fig. 5b**



*Fig. 6a*



*Fig. 6b*