

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 118**

51 Int. Cl.:

G06K 7/00 (2006.01)

G06Q 10/08 (2012.01)

G07B 15/02 (2011.01)

G06Q 10/02 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.06.2012 E 12173223 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2015 EP 2677457**

54 Título: **Procedimiento y sistema de localización de un billete electrónico en un medio de transporte**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.05.2015

73 Titular/es:

SIEMENS SCHWEIZ AG (50.0%)
Freilagerstrasse 40
8047 Zürich, CH y
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (50.0%)

72 Inventor/es:

KALBERMATTER, MARCEL;
EBERHARDT, UWE;
GLÄNZER, MARTIN y
ROSKOSCH, RICHARD

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 536 118 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 sistema de localización de un billete electrónico en un medio de transporte

La presente invención se refiere a un procedimiento y un sistema para localizar un billete electrónico en un medio de transporte conforme a la reivindicación de la patente 1 o 14.

- 5 La funcionalidad general y las exigencias en un sistema de billetería electrónica en un vehículo de transporte público se pueden tomar por ejemplo de las fuentes dadas en [5] y [6]. Los billetes electrónicos o pasajes electrónicos se conocen también con el término e-tickets. En lo sucesivo, los dos conceptos anteriores se resumen brevemente en el término e-ticket. Del mismo modo, los vehículos de transporte público -así como la línea de barcos - se resumen con el término medio de transporte (público).
- 10 Se distinguen esencialmente dos sistemas de tickets diferentes:
- Cico check-in / check-out
- Un pasajero, al entrar y al salir del medio de transporte o de la zona del andén, acerca su billete ante uno de los lectores que pertenecen a los sistemas de contabilidad correspondientemente "unidades de emisión/recepción". La demanda de billetes - a partir de aquí denominados siempre e-ticket - se lleva a cabo mediante radiocomunicación de corto alcance, como por ejemplo
- 15
- Proximity, ISO/IEC 14443,
Alcance hasta 10 cm;
 - Vicinity, ISO/IEC 15693, 13.56 MHz;
Alcance 1 - 1,5 m.
- 20 BiBo Be-in / Be-Out
- En los sistemas más cómodos, sólo es necesario que el pasajero lleve consigo su billete electrónico: el billete es detectado automáticamente por radio dentro del tramo de vía por el que se circula por medio de los dispositivos de lectura que están instalados en el vagón, y los datos obtenidos alimentan un sistema de contabilidad automática. Ya no es necesaria una interacción del usuario. Tampoco se necesita un proceso de check-out. Así, se puede acelerar significativamente el flujo de pasajeros, sobre todo en el embarco y desembarco de pasajeros al mismo tiempo.
- 25 Del documento EP 1 210 693 B1 [1] se conoce un procedimiento y un sistema de registro de los billetes electrónicos (e-ticket). El sistema expuesto en el documento [1] se basa en la siguiente funcionalidad:
- Por razones de autonomía, los billetes se encuentran en un estado dormido. Al entrar en un medio de transporte los e-tickets se despiertan por un campo cercano, por ejemplo, 6.78 Mhz e unidireccional con una ID así como una información del tiempo «sellado». La ID se refiere al transmisor de alarma que se encuentra en la zona de entrada y la información del tiempo al comienzo y el intervalo de una comunicación bidireccional entre el e-ticket y una unidad de emisión/transmisión que se encuentra en el vagón. Por medio del protocolo se pueden evitar errores en este sistema, tales como por ejemplo
- 30
- Circulación paralela en una bicicleta o en un segundo tren que circula en paralelo
- 35
- Intento de engaño al guardar temporalmente el e-ticket en una caja de cigarrillos de metal.
- El sistema mostrado en EP 1 210 693 B1 [1] permitió la detección de la estancia al atravesar un tren con la granularidad del vagón o la granularidad del área de emisión/recepción de una unidad de emisión/recepción dispuesta en un vagón. Los solapamientos son posibles, e incluso solicitadas expresamente. Sin embargo, estos solapamientos tienen la consecuencia de que no es posible una asignación del emplazamiento de un e-ticket en un emplazamiento específico dentro de un medio de transporte.
- 40 Por consiguiente, un objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento y un sistema para la localización de un e-ticket en un medio de transporte, que permite una localización exacta del emplazamiento del e-ticket en el medio de transporte, posibilitando de este modo un registro de la "manera de permanencia", por ejemplo, una asignación a 1° clase / 2° clase para un vagón que contiene ambas clases, ya sea 1° clase y 2° clase o

restaurante y 2º clase como por ejemplo ocurre generalmente en las empresas suizas de transporte como RhB, ZVV, SGV o SBB. Para los fines de este documento, la localización del emplazamiento de los e-tickets en un medio de transporte se denomina emplazamiento relativo, relativo con respecto a la ubicación en el interior del medio de transporte considerado.

- 5 Este objetivo se resuelve a través de las medidas indicadas en las reivindicaciones independientes. Las realizaciones ventajosas de la invención se indican en reivindicaciones adicionales.

Así se pueden dar también las siguientes ventajas adicionales:

- 10 i) La invención es independiente de la comunicación de datos seleccionada entre el e-ticket y al menos una unidad de emisión/recepción dispuesta en un medio de transporte. En particular, el e-ticket no necesita ser «despertado» para una comunicación de datos. Por lo tanto, es importante un emplazamiento, en el que sólo se pueda determinar si el e-ticket se encuentra dentro o fuera de un medio de transporte en el que hay que pagar una tarifa. Del mismo modo, la invención con respecto al emplazamiento, no requiere ninguna conexión de datos bidireccional, es suficiente un enlace de radio desde el e-ticket a una unidad de emisión/recepción dispuesta en el medio de transporte.
- 15 ii) La invención permite una liquidación específica por medio de la posición y la duración de la estancia en el interior del medio de transporte. El único requisito aquí es que los datos de estancia registrados periódicamente se transmitan a un puesto de liquidación o de control del operador que se encuentra fuera de los medios de transporte.
- 20 iii) Una evaluación de la advertencia registrada según la invención al conductor o jefe del tren, si el sistema de liquidación detecta un abarrotamiento del medio de transporte; en el presente sistema podría efectuarse también en lo referente a una sola parte del vehículo.
- iv) Suministro de información detallada (anónimamente) al operador sobre qué área del medio de transporte estaba fuertemente ocupada y en qué momento del recorrido (-> Puede entonces en consecuencia, tomar en cuenta el comportamiento de sus pasajeros en el correspondiente tramo para aligerar el cálculo en futuras inversiones y evitar inversiones innecesarias).
- 25 v) Depósito de datos en un sistema más relevante que puede suministrar información de forma rápida después de accidentes de cuantos pasajeros se encuentran en qué área del vagón (información a los equipos de rescate).

La invención se describirá ahora, por ejemplo, con referencia a los dibujos. En los que se muestra:

La figura 1 muestra una representación longitudinal de la disposición de dos unidades de emisión/recepción en un vagón de tren para la localización de e-tickets sobre una medición del ángulo;

- 30 La figura 2 muestra una representación de la sección transversal de la disposición de dos unidades de emisión/recepción en un vagón de tren para la localización de e-tickets sobre una determinación del ángulo;

La figura 3 muestra una representación de la sección transversal de la disposición de unidades de emisión/recepción en un vagón de tren para la localización de e-tickets sobre una determinación de la distancia;

- 35 La figura 4 muestra una unidad de emisión/recepción con antenas direccionales para la localización de un e-ticket sobre una determinación del ángulo;

La figura 5 muestra una disposición del circuito para la determinación del ángulo sobre de una evaluación de fase;

La figura 6 muestra la disposición de una unidad de emisión/recepción en la frontera de dos clases para la localización con la determinación del ángulo;

- 40 La figura 7 muestra la disposición de una unidad de emisión/recepción en un vagón de dos pisos para la localización con la determinación del ángulo;

La figura 8 muestra una disposición de circuito para la medición de la distancia con un Transpondedor Backscatter;

La figura 9 muestra una representación espectral para una medición de distancia con Backscatter;

La figura 10 muestra una representación longitudinal de la disposición de una sola unidad de emisión/recepción en un vagón de tren para la localización de e-tickets sobre una determinación de la distancia;

La figura 11 muestra una representación longitudinal de la disposición de dos unidades de emisión / recepción en el final del vagón con un transpondedor auxiliar para la localización de e-tickets sobre una medición de la distancia;

5 La figura 12 muestra un diagrama de bloques de un e-tickets para la medición de la distancia de acuerdo con los procedimientos definidos;

La figura 13 muestra un diagrama de bloques de una unidad de emisión / recepción para la medición de la distancia de acuerdo con los procedimientos definidos en el documento [7];

10 La figura 14 muestra un diagrama de bloques de una unidad de emisión/ recepción para la medición de la distancia de acuerdo con los procedimientos definidos en el documento [7] con el muestreo directo de la señal de radio;

La figura 15 muestra un espectro de señal en condiciones difíciles;

La figura 16 muestra un ejemplo del flujo de información en una red neural para el análisis de diversa información sobre la determinación del ángulo por medio de una estimación.

15 La Figura 1 muestra un vagón de tren 30 como ejemplo de un medio de transporte 30. El vagón de tren 30 está estructurado en dos compartimentos de 1° clase (izquierda) y 2° clase (derecha), ver el panel de separación 34 en la zona de entrada 31. En el techo del vagón de tren 30 están instaladas dos unidades de emisión/ recepción 20₁ y 20₂. Las áreas de detección 21₁ y 21₂ (= ángulo de apertura de la antena) de las unidad de emisión/recepción están tan generosamente dimensionadas, que para la mayoría de las posibles posiciones de un e-ticket 10 en el vagón de tren 30 es posible comunicarse con ambas unidades de emisión/recepción 20₁ y 20₂; esto es importante debido a la redundancia. En el área de la 1° Cl. se encuentra una persona con un e-ticket 10. Ahora se puede verificar claramente, si esta persona se encuentra o no en la zona de la 1° Cl. El e-Ticket 10 se encuentra en la zona de cobertura 21₁ y 21₂, de ambas unidades de emisión/recepción 20₁ y 20₂. A veces también sobre el nivel de recepción, en algunas circunstancias, no se puede hacer ninguna delimitación clara entre 1° y 2° Cl., ya que aquí la precisión de la medición es a menudo insuficiente, por ejemplo, por estar personas de pie de la zona de entrada. Si ahora tiene lugar una comunicación entre e-ticket 10 y la unidad de emisión/ recepción 20₁, en el transcurso de esta comunicación o en el marco de un propio procedimiento de medición entre las unidades de emisión/recepción 20₁ y el e-ticket 10 vista desde la unidad de emisión/recepción 20₁ se podría averiguar el ángulo entre el e-ticket 10 y una dirección de referencia 28, aquí el vertical 28. Si finalmente se realiza el mismo proceso de comunicación y medición entre la unidad de emisión/ recepción 20₂ y el e-ticket 10, se puede así averiguar con bastante exactitud sobre relaciones geométricas - las posiciones de ambas unidades de emisión/recepción 20₁ y 20₂ en el vagón del tren 30 son conocidas – la posición del E-Ticket 10 en el vagón de tren 30. De acuerdo con la figura 1 se efectúa una medición del ángulo φ en un plano que discurre centralmente a lo largo del eje longitudinal del tren. Por supuesto, se puede realizar también una medida angular en dos o más niveles, para soportar un cálculo necesario en la práctica.

35 La figura 2 muestra una vista en sección transversal de un vagón de tren 30 para explicar una forma de realización de la presente invención para una medición del ángulo en un plano de referencia 38 que es perpendicular al eje longitudinal de un vagón de tren. Aquí la medición del ángulo φ_1 , φ_2 da una diferenciación exacta si un e-ticket 10 se encuentra dentro o fuera del medio de transporte 30. Como se indica en la Figura 2, la unidad de emisión/recepción 20 se puede comunicar, por ejemplo a través de la ventana 35 por medio de radio, también con e-tickets 10, que se encuentran fuera del medio de transporte 30. Si el vagón de tren está ahora en un andén o el tren pasa lentamente por delante de un andén (porque la estación en cuestión no es una parada para este tren), entonces por la unidad de emisión/ recepción 20, proyectada en el techo del vagón de tren 30, también se puede detectar un e-Ticket 10 de una persona que está en el andén. La comunicación necesaria para esto, entre la unidad de emisión/recepción 20 y el e-tickets 10, podría realizarse, por ejemplo, a través de la ventana 35 del vagón de tren 30. En tal caso, no se puede realizar la contabilidad del precio del trayecto a la persona en el andén. Por el contrario, a un pasajero que se encuentra en el interior del tren y lleva consigo el e-ticket 10, sin embargo, se le debe de distinguir de forma eficaz. Como se muestra, sobre una medición del ángulo - ver para esto los ángulos φ_1 , φ_2 en la figura 2 - se permite en el plano descrito o bien diferenciar de forma clara si el pasajero se encuentra dentro o fuera del vagón de tren 30, o bien se puede suministrar por medio de la medición del ángulo al menos una aportación adicional para una determinación de la posición segura. En principio, aparecen como apropiados para la medición del ángulo todos los procedimientos conocidos en el campo de la tecnología de radar. Aquí por ejemplo, la diferencia del tiempo de recorrido y las diferencias de fase se pueden evaluar a la recepción de una señal enviada por un e-ticket 10 en la unidad de emisión/recepción con múltiples antenas. O se usan varias unidades de emisión/ recepción 20 que tiene un haz fuerte y antenas orientadas en direcciones diferentes, en donde sobre la unidad de emisión/recepción 20 con el nivel de recepción más fuerte se pueden cerrar los ángulos φ al e-ticket 10.

El emplazamiento de un e-ticket 10 en un medio de transporte también se puede efectuar sobre una medición de la distancia d entre el e-ticket 10 y una o más unidades de emisión/recepción 20. Esto se explica a modo de ejemplo mediante la Figura 3. Se supone que un pasajero permanece en un asiento 33 y tiene su e-ticket 10 en el bolsillo del pantalón. Aquí la medición de la distancia sirve para distinguir con precisión si un e-ticket 10 se encuentra dentro o fuera del medio de transporte 30. Como se da a entender en la figura 3, las unidades de emisión/recepción 20₁ y 20₂ también pueden comunicarse, por ejemplo a través de la ventana 35, por radio con un e-ticket 10 que se encuentra fuera del medio de transporte 30. Si el tren está ahora en un andén o el tren pasa lentamente por delante de un andén porque la estación en cuestión no es una parada para este tren, entonces por la unidad de emisión/recepción 20₁ y 20₂ instalada en el techo también se puede detectar el e-ticket 10 de una persona que se encuentra en el andén. La comunicación necesaria para esto entre la unidad de emisión/recepción 20₁ y 20₂ y el e-tickets podría realizarse, por ejemplo, a través de la ventana 35 del vagón de tren. En tal caso, no se puede realizar la contabilidad del precio del trayecto a la persona en el andén. Por el contrario, a un pasajero que se encuentra en el interior del vagón del tren 30 y lleva consigo el e-ticket 10, se le debe de reconocer de forma eficaz. Como se muestra en la figura 3, por la medición de las distancias d_1 , d_2 , d_3 , d_4 entre ambas unidades de emisión/ recepción 20₁ y 20₂ y el e-ticket en cuestión y una determinación de la posición sobre relaciones geométricas o bien se puede distinguir claramente, si el usuario se encuentra dentro o fuera del vagón de tren, o bien se puede suministrar por las mediciones de distancia, al menos, una contribución adicional a una determinación de la posición segura de un e-ticket 10. En la disposición mostrada en la figura 3, la determinación de la posición se realiza con respecto a dos dimensiones. Mediante el uso de una tercera unidad de emisión/recepción 20 también se podría llevar a cabo una determinación de la posición exacta en el espacio. En principio, aparecen como apropiados para la medición de la distancia todos los procedimientos conocidos en el campo de la tecnología de radar. Aquí por ejemplo, la diferencia del tiempo de recorrido y las diferencias de fase se pueden evaluar a la recepción de una señal enviada por un e-ticket 10 con señales enviadas a la unidad de emisión/recepción 20 con múltiples antenas. La medición de la distancia a lo largo de un vagón de tren 30 es también una determinación viable del emplazamiento exacto de un e-ticket 10, haciendo referencia a la figura 1, donde se fija la distancia entre el e-ticket 10 y la unidad de emisión/recepción 20₂ con la distancia d .

La Figura 4 muestra el circuito uniforme y la estructura funcional de una unidad de emisión/recepción 20 con antenas direccionales para la localización de un e-ticket 10 a través de una medición del ángulo φ . Para este propósito, la unidad de emisión/ recepción 20 contiene múltiples antenas de recepción direccionales 22, cuyos ejes principales señalan en diferentes direcciones (que se representan de acuerdo con una posible disposición espacial). Las antenas individuales 22 están cada una conectada a un propio receptor RX. El receptor RX suministra, entre otras cosas, también un valor para el nivel de recepción, cuando se realiza una comunicación de datos. Si por ejemplo, el e-ticket 10 se encuentra en la posición representada y se envía ahora un paquete de datos del e-ticket 10 a la unidad de emisión/recepción 20, este paquete de datos se recibe a través de la antena 3 con el nivel más fuerte (siempre y cuando no se encuentre ningún objeto en el área entre el e-ticket 10 y la unidad de emisión/recepción 20), ya que aquí coincide mejor la dirección del e-ticket 10 con la orientación de la antena. Por lo tanto, los ángulos φ al e-ticket 10 en ciertos pasos se pueden determinar respectivamente con una cierta granularidad, por ejemplo, por medio de una interpolación. Por la comparación con los niveles de recepción de una pluralidad de antenas/receptores RX también se pueden comprobar las posiciones entre los ejes principales de las antenas. Para el envío de paquetes de datos de la unidad de emisión/recepción 20 en los e-tickets 10 se utiliza el dispositivo emisor mostrado; cuya señal se irradia a través de una antena de transmisión propia 25, que muestra un gran ángulo de apertura y por lo tanto cubre todo el área de detección 21 de la unidad de emisión / recepción 20. Así, con un solo paquete de datos enviado se toman en consideración al mismo tiempo varios e-tickets 10 (estiramiento temporal del curso del protocolo). En el caso ideal, el e-ticket 10 debe estar equipado para tal funcionalidad con una antena omnidireccional, es decir, la antena en el e-ticker 10 no debería tener ninguna dirección preferente. Efectos beneficiosos aquí son que los módulos de emisión/recepción compactos y potentes están disponibles en el mercado a precios bajos, de forma que los receptores individuales se puedan realizar a bajo costo y con mínimo consumo de energía, para ello hay que remitirse a las fuentes [9], [10] así como a las fuentes [3] [4]. También es ventajoso que en el lado de los e-tickets 10 no se requiera ningún gasto de conmutación adicional. De por sí, la transmisión de todos modos necesaria de paquetes de datos se puede utilizar también para la obtención de una información sobre los ángulos φ . Algunos módulos modernos para la comunicación inalámbrica de datos permiten la conexión directa de múltiples antenas, de modo que la variante representada se puede realizar eventualmente también con un solo modulo para la comunicación de datos inalámbricos. Las desventajas de este enfoque son el número requerido de antenas, que también debe ser comparativamente grande con el fin de lograr una ganancia segura de la antena. Además, dependiendo del campo circundante y la presencia de objetos en torno al e-ticket 10 y a la unidad de lectura/recepción 20, se puede llegar a una determinación errónea del ángulo φ , lo que eventualmente podría resultar en un desvío a un enlace de radio más favorable entre el e-ticket 10 y la unidad de lectura/recepción 20. En algunos módulos de emisión/recepción disponibles en el mercado resulta la indicación de un nivel de información sólo con una baja precisión, lo que también repercute sobre la precisión de la medición del ángulo.

Otra forma de realización de una unidad de emisión/recepción 20 se muestra en la figura 5. Aquí, las unidades funcionales para la comunicación de datos y para medir el ángulo φ se separan una de otra. La comunicación de datos 41 tiene lugar sobre el módulo transceptor TRX del bloque funcional y la antena asociada mostrados en la derecha de la figura 5. La medición del ángulo φ se lleva a cabo por medio de cuatro ramas de recepción. Esto esta

designado en la figura 5 con "canal 1" hasta "canal 4", en el que las antenas individuales están dispuestas espacialmente en paralelo. Si el sistema, de acuerdo con la secuencia de protocolo, se encuentra en la fase de determinación del ángulo, el e-ticket envía una señal de radio de onda continua en forma de una rampa de frecuencia. Esta rampa de frecuencia se recibe sobre los cuatro canales, y respectivamente, con la ayuda de un mezclador que es alimentado por una señal LO común, se traslada a un nivel de frecuencia intermedia. Las señales de frecuencia intermedia así obtenidas se guían a través de un filtro de paso de banda a las entradas de los transductores A/D y se evalúan por un microcontrolador. La señal LO común pasa durante la medición para que coincida en el tiempo con la rampa de frecuencia 10 enviada por el e-ticket, asimismo es una rampa de frecuencia en la que por ejemplo, se respecta cierta diferencia de frecuencia con la rampa de frecuencia del e-ticket 10. Básicamente, para los cuatro canales se da una frecuencia intermedia similar, que depende de la distancia d entre el e-ticket 10 y la unidad de emisión/ recepción 20: al aumentar la distancia, aumenta también la frecuencia intermedia dada. Las ramas de recepción individuales funcionan coherentes entre sí, es decir, son construidas idealmente idénticas y son alimentadas con la misma señal LO (misma relación de fase). Como se representa claramente en la figura 5, se apartan algo las distancias d , d_1 , d_2 , d_3 , d_4 entre el e-ticket 10 y la antena individual con respecto al ángulo φ del e-ticket con la unidad de emisión/recepción 20. Sobre un análisis espectral de las frecuencias intermedias individuales y una comparación de la posición de fase de las señales de frecuencia intermedia suministradas por los canales individuales se puede cerrar sobre el ángulo φ del e-ticket a la unidad de emisión/recepción 20. Para poner en práctica el principio de funcionamiento que se acaba de describir, serían suficientes dos canales de recepción. Si, sin embargo, se utilizan más canales de recepción (representados en el ejemplo 4), puede aumentar la precisión y la fiabilidad de la medición de los ángulos. El procedimiento representado para averiguar una información del ángulo es uno de los procedimientos conocidos en el campo de la técnica de sistemas de radar ("estado actual de la técnica"), sin embargo el uso para la detección de la posición de un e-ticket 10 en el área de los billetes electrónicos es nuevo. En principio, todos los procedimientos conocidos en el campo de la técnica de sistemas de radar se pueden utilizar para la medición de ángulos. Estos procedimientos se basan generalmente en una medición directa o indirecta del tiempo de recorrido de una señal de radio en comparación con las relaciones de fase de las señales de radio o sobre una disposición espacial de múltiples antenas direccionales. Las señales de radio utilizadas pueden tratarse de señales de onda continua CW, FMCW o también de señales en forma de impulsos. También pueden efectuarse unas mediciones de ángulo en base a las señales de radar emitidas con pasos de frecuencia establecidos consecutivamente (procedimientos de frecuencias escalonados). Se obtiene una solución particularmente ventajosa si para la implementación de un procedimiento para medir los ángulos, no sólo en el lado de los e-ticket 10, sino también en el lado de la unidad de emisión/recepción 20, no se requiera ningún gasto de hardware adicional, sino que se pueden utilizar las instalaciones y funciones ya existentes en el sistema. La señal de radar emitida como objeto para la medición del ángulo debe de ser sometida a un cambio temporal, por ejemplo, en la frecuencia o en la posición de fase. También el envío de paquetes de datos representa un cambio temporal, de modo que el paquete de datos ya intercambiado entre el e-ticket 10 y la unidad de emisión/recepción 20 adicionalmente también puede ser evaluado en vista de una medición del ángulo. Con la ayuda de módulos de radiocomunicación modernos, disponibles en el mercado, por ejemplo proporcionando más información de los paquetes de datos recibidos, idealmente al lado de la transmisión de paquete de datos por sí mismo se gana también información para la determinación del ángulo. También nuevos módulos de radiocomunicación que funcionan en gamas de frecuencia UWB específicos con niveles de potencia de emisión bajos, al lado de la transmisión de paquetes de datos proporcionan a menudo información adicional comparativamente precisa, como por ejemplo, un valor determinado automáticamente para la distancia d al interlocutor. Este valor de distancia d no se basa más en una evaluación sencilla de los niveles de potencia de recepción, sino en procedimientos conocidos para la medición de la distancia en el campo de la tecnología de radar. Varios pequeños fabricantes ya han anunciado la comercialización de tales módulos de comunicación UWB, véase, por ejemplo, las referencias [3] y [4]. Con el fin de dificultar la manipulación de los sistemas descritos para la medición de ángulos, otros mecanismos pueden ser integrados en el sistema, como por ejemplo, el empleo de señales de radio moduladas con códigos de pseudo-ruido o la medición sobre rampas de frecuencia alternante. También los procedimientos adecuados para esto se pueden denominar como "estado de la técnica". Lo que es sin embargo nuevo aquí es el empleo, con el fin de proteger, de procedimientos para la estimación del ángulo en el campo del billete electrónico.

La figura 6 muestra una forma de realización particularmente interesante en el que con un consumo comparativamente mínimo se puede realizar una distinción entre las dos clases en un vagón de tren 30. Una unidad de emisión/recepción 20 instalada con dos antenas se encuentra en el centro en la frontera entre la 1° Cl. y la 2° Cl. Aquí, la distinción entre las dos clases se realiza mediante las áreas de cobertura 21_1 y 21_2 determinadas sobre la característica de la directividad de la antena. O bien sólo puede realizarse una comunicación sobre una de las dos antenas de la unidad de emisión/ recepción con el e-ticket 10, o al menos posibilita una asignación a una clase sobre el nivel de recepción respectivo. Para la realización de tal sistema, la unidad de emisión/ recepción 20 puede estar equipada con dos módulos de comunicación, cada uno de los cuales está conectado con su propia antena, o con un módulo de comunicación en el que se cierran las dos antenas. En la figura 6 se muestra un e-ticket 10, en el que estaría asignada la 1° Cl. Por supuesto, la disposición presentada ahora se puede combinar con otros procedimientos descritos anteriormente.

Tanto en el tráfico de larga distancia como en el transporte urbano se utilizan vagones de dos pisos DOSTO o KISS; ver la referencia [8]. En la figura 7 se representa la detección y el reparto de los pasajeros o de los e-tickets 10 en

una clase de vagón. La figura 7 muestra un DOSTO 30. El DOSTO tiene en el piso superior sólo 2° Cl., mientras que en el piso inferior están disponibles a la izquierda plazas en 1° Cl. y a la derecha plazas en 2° Cl. La zona de entrada 31 incluye una zona ascendente 32 que facilita el acceso a la planta superior. En la zona de entrada 31, en el techo está montada una unidad de emisión/recepción 20 entre el piso superior y el piso inferior. Esta unidad de emisión/recepción 20 está dispuesta por encima del tabique de separación 34 de la 1° Cl. / zona de entrada 31. Además, se supone que un e-ticket 10 se asigna a un pasajero sentado en la 1° Cl. Otro e-Ticket 10 es de un pasajero que se encuentra en la planta superior DOSTOs 30. Esta unidad de emisión/recepción 20 comprende tres antenas 27₁, 27₂ y 27₃, cada una para determinar el ángulo φ de la unidad de emisión/recepción 20. Como ya se ha explicado en las figuras 2 y 3, con una unidad de emisión/recepción 20 equipada con tres antenas 27₁, 27₂ y 27₃ se podrá efectuar la asignación de un e-ticket 10 a una clase de vagón. En el ejemplo según la figura 7 se muestra con el número de referencia 28 un denominado plano de referencia. El ángulo medido φ_3 permite, por medio de una comparación, efectuar de manera concluyente esta asignación a la 2° Cl.

La figura 8 muestra un sistema de circuito para una medición de distancia con una pieza conocida por los sistemas de radar. La unidad de emisión/recepción 20 en este caso contiene un módulo de radiocomunicación y una antena para la comunicación de datos 41 con el e-ticket, así como los componentes para un sistema de medición de distancia de radar compacto: una antena, un oscilador VCO desintonizador de frecuencia, un sistema PLL para el control del oscilador, un mezclador de transmisión, un filtro de paso de banda, un transductor A/D para la detección de la señal útil obtenida (=señal-NF) y un microcontrolador para la evaluación y el control de la unidad de emisión/recepción 20. A menudo, un transductor A/D adecuado está incluido en el microcontrolador. Del mismo modo, la unidad de emisión/recepción 20 incluye otros componentes como por ejemplo un cuarzo para temporizar el microcontrolador, un controlador de seguridad para la autenticación y el cifrado de datos, una interfaz para la comunicación con una unidad principal y una unidad de suministro de energía eléctrica. Todavía puede haber otros componentes en la unidad de emisión/recepción 20 como por ejemplo las instalaciones de protección contra las manipulaciones. El e-ticket 10 también contiene un módulo de radiocomunicación y una antena para la comunicación de datos 41 con la unidad de emisión/recepción 20, así como los componentes con la funcionalidad de un transpondedor para un sistema de medición de distancia de radar: una antena y un bloque funcional denominado "modulador Backscatter" que se controla por el microcontrolador también incluido. Además, a su vez, se encuentra un controlador de seguridad para la autenticación y el cifrado de datos en el e-ticket 10, así como una batería y un módulo-LF con la antena correspondiente. Sobre el bloque-LF se "despierta" el e-ticket al entrar en un medio de transporte público 30 desde un estado de inactividad. Ahora tiene lugar un primer intercambio de datos entre la unidad de emisión/recepción 20 y el e-ticket 10, por lo que en otro recorrido se lleva a cabo una medición de la distancia: Desde la unidad de emisión/recepción 20, a través del mezclador de transmisión y de la antena, se emite una señal de radio 40 generada por VCO en forma de una rampa de frecuencia. Esta señal de radio 40 puede ser diferente de las señales de la comunicación de datos 41. La señal de radio 40, por tanto, también se conoce como radiocomunicación 40 para distinguirla de la comunicación de datos 41. El mezclador de transmisión tiene la propiedad de que su aislamiento entre la conexión LO y la conexión RF se mantiene deliberadamente bajo para que la señal de radio generada con atenuación baja puede llegar a la antena. La señal de radio enviada 40 llega a la antena correspondiente en el e-ticket 10. La antena se cierra con un componente denominado "modulador Backscatter", cuya impedancia compleja se puede variar a través de una entrada de control en la forma adecuada. En el ejemplo dado, sobre una señal de control lógico, la resistencia de entrada de este modulador puede pasar alternativamente de modo casi perfecto entre el estado "abierto" y el estado "cortocircuitado". Ambos estados nombrados del modulador lleva a que la señal de radio entrante recogida de la antena se reenvía al modulador, del modulador se refleja (entonces fuerte desequilibrio) y de nuevo se irradia a través de la antena a la unidad de emisión/recepción 20. En ambos estados del modulador por lo tanto, se refleja la señal de radio entrante 40 del e-ticket, solamente de acuerdo con el estado actual del modulador con una posición de fase variable. Para los dos estados posibles del modulador se dará para la señal reflejada las posiciones de fase en el caso ideal, que difieren entre sí en 180 grados. Durante el paso de la rampa de frecuencia transmitida desde la unidad de emisión/recepción 20 el microcontrolador conmuta en el e-ticket la señal de control del modulador continuamente con una frecuencia constante. Dado que el microcontrolador está sincronizado por un cuarzo, la frecuencia para el proceso de conmutación se genera con una precisión comparativamente alta. La señal de radio reflejada por el e-ticket 10 para la medición de la distancia se recoge de nuevo por la antena correspondiente 27 en la unidad de emisión/recepción 20 y se devuelve a la mezcladora de transmisión. Aquí se produce un proceso de mezcla con la señal momentánea del VCO. Como resultado del tiempo de recorrido de la señal de radio hasta su regreso a la unidad de emisión/recepción 20 ha transcurrido un lapso de tiempo dependiente de la distancia y frecuencia del VCO, durante este lapso de tiempo ya ha cambiado un poco, se produce en la salida de la mezcladora como "señal 2F" inherentemente, una diferencia de frecuencia dependiente de la distancia $f_{\text{diff_Ticket}}$ de acuerdo con el procedimiento de medición de la distancia FMCW. Entonces la señal reflejada 40 por el e-ticket 10, con la ayuda del modulador Backscatter es modulada con la frecuencia f_{mod} en esta posición de fase, la diferencia de frecuencia aparece alrededor del espectro de esta "señal ZF" otra vez en la forma de una modulación de doble banda lateral para la frecuencia de modulación (y otros múltiplos de la frecuencia de modulación) del e-ticket 10.

La figura 9 muestra arriba el espectro de la señal IF a la salida de la mezcladora de transmisión: Al lado de los componentes espectrales que se acaban de describir se distinguen todavía más componentes espectrales $f_{\text{diff}2}$, $f_{\text{diff}3}$ y $f_{\text{diff}4}$. Estos componentes son ejemplos para las señales de radio que se reflejan en otros objetos en el campo de la

disposición: la señal de radio emitida por la unidad de emisión/recepción 20 para la medición de la distancia se refleja inadvertidamente también en otros objetos, por lo que surgen otros componentes espectrales. Por medio de la modulación con f_{mod} en el e-ticket 10 pueden distinguirse las señales diferenciales originadas en el e-ticket 10 de otras señales diferenciales: Si la señal ZF recorre el filtro de paso de banda representado en el diagrama de bloques, se suprimen las partes de la señal con una frecuencia claramente por debajo de $(f_{\text{mod}} - f_{\text{diff_max}})$, resultando por lo tanto el espectro representado abajo en la figura 9. En la figura 9 están registradas las frecuencias limítrofes $(f_{\text{mod}} - f_{\text{diff_max}})$ y $(f_{\text{mod}} + f_{\text{diff_max}})$ para el filtro de paso de banda. La señal NF se recoge sobre el transductor A/D y con ayuda del microcontrolador se somete a un tratamiento de señales. La señal se mezcla numéricamente con f_{mod} , un filtrado de paso bajo somete (de modo que sólo queda el componente de señal en f_{mod}) y determina con el procedimiento adecuado (y conocido desde el campo de la tecnología de radar) la posición exacta del componente de señal en el espectro. Ventajas de la solución representada son el consumo de energía bajo y el gasto comparativamente bajo debido a los bajos costes de los componente en el lado del e-ticket 10. El modulador Backscatter se puede realizar, por ejemplo, por medio, si es necesario, de un FET adecuadamente adaptado, en el que están conectados la entrada de control con la terminal del puerto del FET y la masa con la terminal de fuente. Si ahora se cambia el voltaje en la puerta del FET, entonces también cambian las características del canal y por lo tanto también la impedancia compleja entre la terminal Drain y la terminal de fuente. El modulador Backscatter también se puede realizar con ayuda de un diodo varactor o por ejemplo por un conmutador HF disponible como componente terminado. La mayoría de las variantes propuestas tienen en común que una impedancia compleja sobre una tensión de control puede ser influenciada en la entrada y que en la mayoría de los casos sólo una muy pequeña corriente fluye en la entrada de control de la disposición. Dado que el e-ticket 10 se alimenta por batería, un bajo consumo de energía aparece como muy ventajoso. El modulador Backscatter descrito, que cierra el punto base de una antena dependiendo de una tensión de control variable aplicada y su uso en transpondedores para la medición de distancia de radar puede ser considerado como estado anterior de la técnica; véase, por ejemplo, US 2006/0164248 A1 o US 7, 076, 998 B2 (cesionario Siemens S.A) para la palabra clave EAMBT. Otra posible solución se obtiene si la señal de salida del VCO no presenta la forma de una rampa de frecuencia continua, sino la forma de una frecuencia de salida ascendente por escalones (procedimiento Stepped-Frequency): Aquí también, en base al tiempo de recorrido de las señales reflejadas por el e-ticket 10 y a una modulación proporcionada por el e-ticket 10 se puede determinar la distancia entre el e-ticket 10 y la unidad de emisión/recepción 20. Se obtiene una variante adicional cuando la señal de radio para la medición de distancia de la unidad de emisión/recepción 20 no se irradia continuamente, sino sólo en forma de pulsos más cortos. Otra variación interesante surge cuando se envía una señal de radio con frecuencia ascendente en el lado del e-ticket y en el lado de la unidad de emisión/recepción 20 se mezcla con una segunda rampa de frecuencia allí generada que se inicia en un momento justo. Aquí, también, se da como resultado una señal diferencial, que se puede evaluar de una manera similar a la descrita anteriormente. Los procedimientos descritos para determinar un valor de distancia se conocen del campo de la tecnología de radar (estado de la técnica). Sin embargo, su uso para la detección de la posición de un e-ticket en el campo del "billete electrónico" es nuevo.

La Figura 10 muestra una forma de realización particularmente interesante en el que con un consumo comparativamente pequeño se puede hacer una distinción entre las dos clases en un vagón de tren 30. Una unidad de emisión/recepción 20 instalada se encuentra, por ejemplo, centrada sobre la zona del vehículo que pertenece a la 1° Cl.

Por otra parte, se encuentra un e-ticket 10, a cuyo usuario se le asignaría la primera clase. Teniendo en cuenta la disposición espacial dada sobre una medición de distancia entre la unidad de emisión/recepción 20 y el e-Ticket 10, sólo es posible una asociación del e-ticket 10 a una de las dos clases, incluso si en la zona de transición se debe esperar una cierta "borrosidad".

El ejemplo de realización representado en la figura 11 se basa en otro principio posible para la medición de la distancia, en donde en el lado del e-ticket no es necesario ningún consumo de hardware adicional. Aquí sólo el software del microcontrolador debe adaptarse o ampliarse correspondientemente y será transmitido para aumentar la precisión de la medición, eventualmente los paquetes de datos adicionales. El procedimiento de medición de la distancia de radar descrito ha sido mostrado por ejemplo en la publicación [7]: El procedimiento de medición de distancia de radar se basa en que la distancia entre la posición conocida de un transpondedor 11 y un transpondedor (= e-ticket 10) con la posición determinada por medio de dos unidades de emisión/recepción 20₁ y 20₂ se determina a través de la evaluación de la relación del tiempo de recorrido y la relación de fase. Con respecto a esto es necesario en el lado del transpondedor 11 y 10 sólo los envíos, conforme a las normas aproximadamente al mismo tiempo, de los paquetes de datos basados en la publicación en el estándar de radio IEEE 802.15.4. Para aumentar la precisión de la medición se deben enviar paquetes de datos desde los transpondedores 10, 11 sucesivamente en diferentes canales de frecuencia (utilización del ancho de banda ISM de 2,45 GHz del total del ancho de banda de 80 MHz puesto a disposición). En la publicación [7], el procedimiento de medición de distancia se describe sólo para una medición de distancia unidimensional. Si es necesario, el procedimiento de medición de distancia se puede utilizar también multidimensional, para lo que correspondientemente es necesario que se instalen más unidades de emisión/ recepción 20. Ambas unidades de emisión/recepción 20₁ y 20₂ en el ejemplo dado están instaladas en la zona superior de los dos frentes de las secciones del vagón. Por debajo de un mango esta colocado un transpondedor auxiliar 11 en la pared de separación entre la 1° y la 2° clase. Un usuario permanece durante el

trayecto en la zona de entrada (que pertenece a la 2ª clase) y lleva el e-ticket 10 en un bolsillo de la camisa. Las distancias resultantes se indican en la figura 11 como sigue:

d_{21} distancia entre ambas unidades de emisión/recepción instaladas 20₁ y 20₂;

5 d_{H1} distancia entre el transpondedor auxiliar 11 y las unidades de emisión/ recepción 20₁; (medido sobre el tiempo de recorrido τ_{H1});

d_{H2} distancia entre el transpondedor auxiliar y las unidades de emisión/recepción 20₂ (medido sobre el tiempo de recorrido τ_{H2});

d_{T1} distancia entre el e-ticket 10 y las unidades de emisión/recepción 20₁ (medido sobre el tiempo de recorrido τ_{T1});

10 d_{T2} distancia entre el e-ticket 10 y la unidad de emisión/recepción 20₂ (medido sobre el tiempo de recorrido τ_{T2});

d_{TH} distancia entre el e-ticket 10 y el transpondedor auxiliar 11; d_{TH} está para determinar según el tiempo de recorrido τ_{TH} .

15 Los paquetes de datos emitidos por el módulo de interfaz de radio conforme a los estándares en el e-ticket 10 y el transpondedor auxiliar 11 finalmente se pueden transmitir sólo exactamente al mismo tiempo, por lo que origina una diferencia de tiempo τ_{Offset} entre los paquetes de datos transmitidos por el e-ticket 10 y el transpondedor auxiliar 11. Puesto que cada paquete de datos emitido sin embargo se recibe al mismo tiempo por dos unidades de emisión/recepción 20₁ y 20₂ y hay un solapamiento temporal entre los paquetes de datos transmitidos por el e-ticket 10 y el transpondedor auxiliar 11, esta diferencia de tiempo τ_0 se puede eliminar en el cálculo del tiempo de recorrido τ_{TH} , de modo que el tiempo de recorrido τ_{TH} se puede calcular según la siguiente fórmula:

20
$$\tau_{TH} \approx \frac{1}{2} (\tau_{T1} - \tau_{H1} - \tau_{T2} + \tau_{H2}) \quad (1)$$

25 Dado que en el ejemplo presentado las unidades implicadas 10, 11, 20₁ y 20₂ espacialmente no se sitúan entre sí exactamente sobre una línea recta, el procedimiento presentado se ilustra por medio de una realización de una sola dimensión, por lo que la distancia entre el e-ticket 10 y el transpondedor auxiliar 11 sólo se puede determinar aproximadamente, por lo que en la fórmula (1) se utiliza el signo \approx . Para el uso práctico es suficiente la exactitud ya alcanzada en ciertas circunstancias (por ejemplo por la asignación de un e-ticket a una clase). Acerca de la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas en el aire (más o menos la velocidad de la luz c_0) la distancia d_{TH} entre el e-ticket 10 y el transpondedor auxiliar 11 se puede calcular por medio de la fórmula (2):

$$d_{TH} = c_0 * \tau_{TH} \quad (2)$$

30 Dado que el τ_{TH} se trata de una diferencia del tiempo de recorrido, este valor en el ejemplo dado puede tener un signo positivo o negativo. Por lo tanto d_{TH} también puede tener un signo positivo o negativo, que se le puede asignar una posición del e-ticket 10 derecha (signo positivo) o izquierda (signo negativo) del transpondedor auxiliar 11. Acerca de una evaluación adicional de las relaciones de fase, la distancia d_{TH} se puede determinar con más precisión, similar al procedimiento descrito con la evaluación de las diferencias en el tiempo de recorrido. En la publicación citada [7] se especifica esto con más detalle.

35 La funcionalidad del e-ticket 10 y la unidad de emisión/recepción 10 con respecto a la medición de la distancia se explicará con referencia a los diagramas de bloques contenidos en las Figuras 12 y 13.

40 La figura 12 muestra el diagrama de bloques de un e-ticket 10. No se diferencia, como ya se ha descrito anteriormente, del e-ticket 10, que no soporta la funcionalidad de la medición de distancia. El diagrama de bloques del transpondedor auxiliar 11 anteriormente descrito es muy similar al del e-ticket 10; en la práctica, el transpondedor auxiliar 11 no se alimenta con una batería, sino con una conexión permanente con energía eléctrica. Tanto según la figura 12, así como también según la figura 8, el e-ticket 10 contiene una interfaz LF y un despertador del receptor. Esto es - como ya se ha indicado - irrelevante para la presente invención. Más particularmente, la invención se refiere al caso en el que los e-tickets 10 son distintos a los que se usan en el estado de funcionamiento por medio de una señal de despertar, incluso, los e-tickets 10 que gracias a baterías más potentes y consumo de energía más
45 pequeño, debido a los componentes integrados, tiene una autonomía de varios años de funcionamiento continuo.

La figura 13 muestra una unidad de emisión/recepción 20 con un divisor de potencia, que divide las señales hacia y desde la antena sobre el módulo de radiocomunicación y los bloques de función para determinar la distancia. El módulo para la radiocomunicación de datos se utiliza aquí exclusivamente para el intercambio de paquete de datos. En los paquetes de datos se comunican también los momentos de los procesos de medición. Las señales, para la medición de distancia, entran sobre la antena y el divisor de potencia (de los paquetes de datos enviados por el e-ticket 10 y el transpondedor auxiliar 11) están primero amplificadas y luego ajustadas a un nivel de frecuencia intermedio con la ayuda de un oscilador local (en el ejemplo construido a partir de un VCO y un sistema PLL) y un mezclador. A continuación, el rango de frecuencia de interés (generalmente se selecciona algo mayor que el ancho de banda utilizable máximo para todos los canales juntos en la banda de frecuencia utilizada) se filtra con la ayuda de un filtro de paso bajo y alimenta un transductor analógico digital. Cuya tasa de muestreo se elige al menos doblemente tan alta como la división de frecuencia más alta que puede presentarse a la entrada del transductor A/D (teorema de muestreo). En el marco del tratamiento de señales, la señal analógica se registra por ejemplo, primero para un determinado tiempo y se almacena en una memoria local. A continuación los canales individuales recibidos se siguen tratando por separado unos de otros. A menudo, en los módulos de radiocomunicación modernos se utilizan los procedimientos de modulación DSSS. También se pueden utilizar otros procedimientos de modulación convencionales para determinar la distancia por medio del procedimiento descrito. La frecuencia central, el ancho de banda de un solo canal y la frecuencia de un solo paso (llamado "frecuencia de segmentos") son conocidos, por lo que aquí se puede determinar fácilmente la capacidad útil y las características individuales de los paquetes de datos recibidos. Si los paquetes de datos de los dos transpondedores 10, 11 (el e-tickets 10 y el transpondedor auxiliar 11) se envían aproximadamente al mismo tiempo y corresponden con las secuencias de ocupación del canal de los paquetes de datos emitidos sucesivamente en una estructura seleccionada de bajo coste y predeterminada, de aquí se podría formar la relación del tiempo de recorrido y la relación de fase descrita anteriormente.

En la figura 14 se representa el diagrama de bloques de otra variante posible para una unidad de emisión/recepción 20 del procedimiento descrito anteriormente. La diferencia con el sistema mostrado en la Figura 12 consiste en que aquí la señal de radio para la medición de la distancia no se realiza primero con la ayuda de un mezclador sobre un nivel de frecuencia intermedio, sino que se barre directamente sobre un transductor A/D muy rápido y sección por sección se deposita en una memoria intermedia rápida. La conversión en un plano de frecuencia adecuada o la asignación a los canales de frecuencia individuales utilizados tienen lugar aquí a continuación numéricamente.

Por medio de uno o más transpondedores auxiliares instalados en el vagón 11, se puede mejorar aún más la precisión alcanzable y/o la eficacia de la determinación de la posición relativa. Estos transpondedores auxiliares 11 pueden en principio ser construidos exactamente como los e-tickets, sin embargo se instalaran de forma permanente en lugares de montaje específicas en el vagón. Alternativamente, estos transpondedores auxiliares 11 podrán ser alimentados de energía por medio de baterías o también por medio de líneas fijas. Con ayuda de este transpondedor auxiliar 11, la unidad de emisión/recepción 20 puede localizar con precisión los e-tickets 10, ya que se puede extraer una comparación entre los valores medidos con respecto al respectivo transpondedor auxiliar 11 con posiciones conocidas y con respecto a los e-tickets 10. Posición de instalación ventajosa para un transpondedor auxiliar 11 es la zona de transición 34 entre dos clases en un medio de transporte 30. Aquí, por ejemplo, podría señalarse la frontera entre 1° y 2° clase en la Fig. 7 (no marcado en la Figura 7), donde el transpondedor auxiliar 11 podría encontrarse en la pared de separación 34 entre la zona de entrada 31 y los asientos de 1° clase. En la figura 11 se muestra un transpondedor auxiliar 11, que entra en acción para la realización del procedimiento de medición de distancia descrito anteriormente por medio del cálculo de las relaciones de distancia. Si en tal disposición, además, una unidad de emisión/recepción 20 está instalada en el techo del vagón justo sobre el paso de 1° a 2° clase (en la Fig. 11 no se muestra), este transpondedor auxiliar 11 podría servir además a una determinación del ángulo adicionalmente realizado que mejora la precisión y la fiabilidad.

Para la evaluación de las señales de medición de distancia y de medición de ángulo son también aptos, bajo difíciles circunstancias, los procedimientos denominados "borrosos" de los tratamientos de señales de radar, como por ejemplo algoritmos borrosos. En la Fig. 15, se reproduce un espectro de la señal de frecuencia intermedia como en la zona inferior de la Figura 9, ahora, sin embargo, no en una representación idealizada, sino bajo condiciones difíciles en el vagón, con muchos pasajeros y reflexiones múltiples, como sucede en la práctica: Aquí en el lugar ($f_{\text{mod}} - f_{\text{diff}}$) o ($f_{\text{mod}} + f_{\text{diff}}$) no se encuentra ninguna línea vertical en el espectro, sino una cresta ancha que está asimétricamente distorsionada y tiene un ápice menor. La causa de una cresta ancha puede ser por ejemplo un ancho de banda limitado durante el proceso de medición. Los procedimientos de evaluación borrosos, tales como algoritmos borrosos, ayudan a determinar la posición exacta del ápice de la cresta, y por lo tanto la distancia entre la unidad de emisión/recepción 20 y el e-ticket 10 a pesar de las condiciones desfavorables relativamente precisas. Asimismo, como se ha mencionado en el procedimiento de la Fig. 9, estos procedimientos borrosos también se pueden utilizar en las mediciones de distancia FMCW y en el procedimiento de medición del ángulo.

Otra posibilidad adicional para la evaluación de las señales de medición logradas incluso bajo condiciones muy desfavorables se representa mediante la evaluación con ayuda de una red neuronal. Si por ejemplo se puede instalar un solo lector en un vagón y sin embargo se puede utilizar a través de una medición del ángulo de modo comparativamente fiable la posición relativa de un e-ticket en el vagón para distinguir entre 1° y 2° clase, pero un

5 mero análisis de las señales a partir de la medida del ángulo no proporciona resultados suficientemente buenos, por ejemplo a causa de la presencia de muchas personas en un medio de transporte 30 o debido a reflexiones múltiples, así que con la ayuda de una red neural se podría usar mucha más información para la evaluación y así todavía permitir una determinación de la posición relativa. Con este fin, se debe suministrar a la red neural tanta información como sea posible. La Figura 16 muestra un ejemplo de flujo de información para la evaluación de la información correspondiente por medio de una red neural. La información suministrada primero debe ser sometida a una clasificación, es decir, que se asignaran en cada caso una de m posibles gamas de valores. Posteriormente, la información así clasificada se suministra junto con n estados anteriores de estas señales (almacenamiento temporal cíclico de información registrada) a la red neuronal para la evaluación. El resultado de la evaluación a través de la red neuronal consiste, en el ejemplo dado, como se detalla a continuación:

- 10 i) Referencia a la pertenencia del e-ticket 10 en cuestión a la posición a una de las áreas "1° clase" "2° clase", o en la referencia "posición no determinable".
- ii) Referencia a la probabilidad, que se hace con la referencia i).

15 Por supuesto, la red neuronal debe, ya sea en el desarrollo del sistema o en el momento de su instalación en el medio de transporte 30, someterse a un proceso de capacitación en el que se fijan muchas posiciones posibles de los e-ticket 10 bajo muchas condiciones de compatibilidad diferentes y los resultados deseados correspondientes.

20 La evaluación de las señales de los sistemas de radio para la determinación de la posición con ayuda de redes neuronales ya se conoce, sin embargo, es nuevo el uso de estos procedimientos en el contexto de los sistemas de billete electrónico y el suministro de información específica adicional (como por ejemplo el número de e-tickets detectados en el vagón respectivo). La consideración del desarrollo temporal presentado de las señales de medición (historia) sobre una red neural, en conexión con una evaluación, puede entrar en acción también en conexión con los procedimientos de evaluación presentados anteriormente, aquí por supuesto, en la forma de listas específicas con n valores de mediciones precedentes. Así, eventualmente, se puede aquí también aumentar la exactitud de medición y la fiabilidad del sistema (por ejemplo sobre pruebas de plausibilidad).

25 **Lista de números de referencia, Glosario**

- 10 E-ticket, posición de un e-ticket
- 11 Transpondedor auxiliar colocado en una separación dentro de un medio de transporte
- 20 Unidad de emisión/recepción
- 21, 21₁, 21₂, 21₃ Zona de registro de una unidad de emisión/recepción
- 30 22 Antenas direccionales
- 23 Dirección preferente, en su caso señales de radio entrantes
- 24 Microcontrolador, suministro de corriente eléctrica, interfaces hacia el exterior
- 25 Antena de emisión con baja directividad
- 26 Antena de recepción para la medición de ángulos
- 35 27, 27₁, 27₂, 27₃ Antena
- 28 Dirección de referencia, plano de referencia para la medición del ángulo φ
- 30 Medio de transporte; vagón del tren, barco, autobús
- 31 Zona de entrada
- 32 Zona de salida de un vagón
- 40 33 Asiento, plaza para sentarse

- 34 Tabique divisorio en la zona de entrada / cabina para pasajeros con asientos; frontera entre dos zonas en los medios de transporte; zona de tránsito
- 35 Ventana
- 36 Suelo
- 5 40 Señal de radio para medir la distancia y/o el ángulo; radiocomunicación
- 41 Señal de radio para la comunicación de datos
- 1° Cl., 2° Cl. Designación de zonas en un medio de transporte, departamento de 1° clase -, departamento de 2° clase
- 10 $d, d_1, d_2, d_3, d_4; d_{T1}, d_{T2}; d_{TH}; d_{H1}, d_{H2}$ Distancia entre el e-ticket y la unidad de lectura/recepción; Distancia entre el e-ticket y el transpondedor auxiliar; Distancia entre el transpondedor auxiliar y la unidad de lectura/recepción;
- $\varphi, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ Ángulo entre una dirección de referencia o un plano de referencia y la línea de unión del e-ticket y la unidad de lectura/recepción
- m Número de gamas de valores para la clasificación
- n Número de valores medidos, número de estados precedentes
- 15 CW Ondas continuas
- DSSS Espectro ensanchado por secuencia directa (Direct Sequence Spread Spectrum);
- FET transistor de efecto campo (field-effect transistor);
- FMCW Onda continua de frecuencia modulada (Frequency-modulated Continuous Wave)
- OeV, ÖV Transporte público
- 20 PLL Oscilador enganchado en fase (Phase Locked Loop)
- RF Radiofrecuencia
- RhB Ferrocarril rético, (Rhätische Bahn) www.rhb.ch
- RX Receptor, módulos del receptor autónomos que, entre otras cosas, suministran información al nivel de recepción
- 25 SBB Ferrocarriles Suizos AG, www.sbb.ch
- SGV Compañía naviera del lago de cuatro cantones (SGV) AG., www.lakelucerne.ch
- TX transceptor, dispositivo emisor
- UWB Banda ultra ancha (Ultra Wide Band)
- ZF Frecuencia intermedia
- 30 ZVV Sistema integrado de transporte público de Zurich, www.zvv.ch

Lista de los documentos citados

[1] EP 1 210 693 B1

«Verfahren und System zur Registrierung von Billetten» («Procedimiento y sistema para el registro de billetes») 31 de mayo 2012

- [2] US 7,924,160 B1
«Real-time ranging and angle measurements using radar and surface acoustic wave transponders» Cesionario: Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA (US)
- [3] DecaWave
- 5 «Real time location systems»
Una introducción. Versión 1.00 © 2010
Obtenido de <http://www.decawave.com> en 2012-05-16
- [4] «ScenSor Precision Location Ultra Low Power Transceiver»
Información avanzada del producto dw1000
- 10 © 2011 DecaWave Ltd.
Número de documento controlado D0801004DS7
<http://www.decawave.com>
- [5] «E-Ticketing»
Siemens Schweiz AG, Industry Sector, Mobility Division, Rail Automation
- 15 www.litra.ch/download.php?file=dc/users/2/3_20110316_MF_dt.pdf
y
http://www.litra.ch/dcs/users/2/3_20110316_MF_dt.pdf
- [6] «Inhalt und Struktur der Spezifikationen/Kundenschnittstelle und Zertifizierung in der VDV-Kernapplikation»
(«Contenido y estructura de las especificaciones / interfaz de cliente y certificación en el núcleo VDV»)
- 20 Presentado por el ingeniero Elke Fischer
VDV-KERNAPPLIKATIONS GmbH & Co. KG
<http://www.eticket-deutschland.de/>
- [7] Stefan Schwarzer *†, Martin Vossiek †, Markus Pichler ‡ y Andreas Stelzer §
* Siemens AG, Otto-Hahn-Ring 6, 81379 Munich, Germany;
- 25 † Institute of Electrical Information Technology,
Clausthal University of Technology, Germany;
‡ Linz Center of Mechatronics GmbH, Linz, Austria
§ Institute for Communications and Information Engineering, Johannes Kepler University, Linz, Austria
«Precise Distance Measurement with IEEE 802.15.4 (ZigBee) Devices»
- 30 1-4244-1463-6/08/\$25.00 © 2008 IEEE 779 RWS 2008
- [8] Elektrischer Doppelstocktriebzug KISS (6-teilig) für die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB)

(Trenes automotores eléctricos de dos pisos KISS (6 coches) para los Ferrocarriles Federales Suizos (SBB))

Fuente:

www.stadlerrail.com, descargado el 9 de junio de 2012.

[9] Texas Instruments TI

5 Wireless Connectivity; 1 Q 2011 / SLAB056:

- proprietäre Bausteine für Arbeitsfrequenzen unterhalb von 1 GHz,

- ZigBee-kompatible Bausteine,

- proprietäre Bausteine für das ISM-Band bei 2,45 GHz.

Retrieved from <http://Ti.com> on 2012-06-12

10 [10] Atmel, San Jose, California

Integrated, Standalone and Module wireless solutions

<http://www.atmel.com/products/wireless/default.aspx>

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para registrar la presencia definida de e-tickets (10) en un medio de transporte (30), en el que dichos e-tickets (10) contienen medios de emisión y recepción para la comunicación (41) con una unidad de emisión/recepción (20) dispuesta en el medio de transporte (30), y en dicha comunicación (41) se transmiten los datos para registrar la presencia definida a la unidad de emisión/recepción (20);
- caracterizado porque, por medio de una radiocomunicación (40) entre un e-ticket (10) y la unidad de emisión/recepción (20), se efectúa un registro del emplazamiento relativo (φ , φ_1 , φ_2 ; d , d_1 , d_2 , d_3 , d_4 ; d_{T1} , d_{T2} ; d_{TH}) del e-ticket (10) con relación al medio de transporte (30) en la unidad de emisión/recepción (20).
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque, el emplazamiento relativo del e-ticket (10) se determina por medio de una medición del ángulo (φ , φ_1 , φ_2 , φ_3) entre la dirección de emisión/recepción del e-ticket (10) y una dirección de referencia (28) o un plano de referencia (28) en el interior del medio de transporte (30).
3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque, el plano de referencia (28) con relación al medio de transporte (30) se fija vertical u horizontalmente.
- 15 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque, la unidad de emisión/recepción (20) está instalada en una frontera (34) entre dos zonas distintas (1°. Cl., 2°. Cl.) dentro del medio de transporte (30), y en el que el ángulo (φ , φ_1 , φ_2 , φ_3), entre el e-ticket (10) y una línea de referencia (34) o un plano de referencia (34) desde la perspectiva de la unidad de emisión/recepción (20), se usa para asignarlo a una de las dos zonas (1°. Cl., 2°. Cl.).
- 20 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque, el emplazamiento relativo del e-ticket (10) se determina por una medición de la distancia (d , d_1 , d_2 , d_3 , d_4 ; d_{T1} , d_{T2} ; d_{TH}) entre la unidad de emisión/recepción (20) y el e-ticket (10).
- 25 6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque, la medición de la distancia entre la unidad de emisión/recepción (20) y el e-ticket (10) se hace por medio del tiempo de recorrido de una señal (40) transmitida entre el e-ticket (10) y la unidad de emisión/recepción (20) o por medio de la evaluación de un nivel de la señal (40) que ha sido recibida por la unidad de emisión/recepción (20).
7. Procedimiento según la reivindicación 5 o 6, caracterizado porque, está previsto por lo menos un transponedor auxiliar (11) colocado de manera fija en el medio de transporte (30), de manera que el registro del emplazamiento relativo (d_{T1} , d_{T2} ; d_{TH} ; d_{H1} , d_{H2}) del e-ticket (10) con relación al medio de transporte (30) se efectúa por medio del emplazamiento conocido (d_{H1} , d_{H2}) del transponedor auxiliar (11) en el medio de transporte (30).
- 30 8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque, el transponedor auxiliar (11) está conectado por hilo a una unidad de emisión/ recepción (20).
9. Procedimiento según la reivindicación 5 o 6, caracterizado porque
- 35 - está previsto por lo menos un transponedor auxiliar (11) colocado de manera fija en el medio de transporte (30) y cuyo emplazamiento relativo (d_{H1} , d_{H2}) en el medio de transporte es memorizado con los datos (d_{H1} , d_{H2}) en la unidad de emisión/recepción (20),
- por medio de otra radiocomunicación (40) entre el transponedor auxiliar (11) y la unidad de emisión/recepción (20), se efectúa un registro del emplazamiento relativo (d_{H1} , d_{H2}) del transponedor auxiliar (10) con relación al medio de transporte (30) y se compara con los datos (d_{H1} , d_{H2}) memorizados en la unidad de emisión/recepción (20), y se registra como desviación, y en el que
- 40 - el registro del emplazamiento relativo (d) del e-tickets (10) con respecto a los medios de transporte (30) es compensado con dicha desviación.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque, el emplazamiento relativo (φ , φ_1 , φ_2 ; d , d_1 , d_2 , d_3 , d_4 ; d_{T1} , d_{T2} , d_{TH}) del e-ticket (10) con relación al medio de transporte (30) se determina con varias unidades de emisión/recepción (20; 20₁, 20₂).
- 45 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque, para la radiocomunicación (40) se usa la comunicación (41) destinada al registro de la presencia definida de e-tickets (10), de modo que no es necesaria ninguna frecuencia suplementaria para el registro del emplazamiento relativo (φ , φ_1 , φ_2 ; d , d_1 , d_2 , d_3 , d_4 ; d_{T1} , d_{T2} , d_{TH}) del e-ticket (10).

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque, los datos del emplazamiento relativo (φ , φ_1 , φ_2 ; d , d_1 , d_2 , d_3 , d_4) de un e-ticket (10) están sometidos a un procedimiento de evaluación borroso – preferentemente algoritmos borrosos - para asegurar una determinación más precisa del emplazamiento relativo del e-ticket (10).
- 5 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque, los datos del emplazamiento relativo (φ , φ_1 , φ_2 ; d , d_1 , d_2 , d_3 , d_4) de un e-ticket (10) son determinados repetidas veces y por medio de una red neuronal ocasionando una determinación del emplazamiento relativo del e-ticket (10) con mención de una probabilidad determinada.
- 10 14. Sistema para registrar una presencia definida de e-tickets (10) en un medio de transporte (30), en el que dichos e-tickets (10) contienen medios de emisión/recepción para la comunicación (41) con una unidad de emisión/recepción (20) dispuesta en el medio de transporte (30), y en dicha comunicación (41) se transmiten los datos para el registro de la presencia definida a la unidad de emisión/recepción (20);
- 15 caracterizado porque, la unidad de emisión/recepción (20) contiene medios para el registro del emplazamiento relativo (φ , φ_1 , φ_2 ; d , d_1 , d_2 , d_3 , d_4 ; d_{T1} , d_{T2} ; d_{TH}) del e-ticket (10) con relación al medio de transporte (30) en la unidad de emisión/recepción (20), estos medios están previstos para una radiocomunicación (40) entre el e-ticket (10) y la unidad de emisión/recepción (20).
- 20 15. Sistema según la reivindicación 14, caracterizado porque, el emplazamiento relativo del e-ticket (10) se determina por medio de una medición del ángulo (φ , φ_1 , φ_2 , φ_3) entre la unidad de emisión/recepción del e-ticket (10) y una dirección de referencia (28) o un plano de referencia (28) dentro del medio de transporte (30), en donde la unidad de emisión/recepción (20) comprende una pluralidad de antenas orientadas de manera diferente (22) para la medición del ángulo.
- 25 16. Sistema según la reivindicación 14 o 15, caracterizado porque, la unidad de emisión/recepción (20) está instalada en una frontera (34) entre dos zonas distintas (1° Cl., 2° Cl.) dentro del medio de transporte (30) y en el que el ángulo (φ , φ_1 , φ_2 , φ_3) entre el e-ticket (10) y una línea de referencia (34) o un plano de referencia (34) desde la perspectiva de la unidad de emisión/ recepción (20) se usa para asignarlo a una de las dos zonas (1° Cl., 2° Cl.).
- 30 17. Sistema según una de las reivindicaciones 14 a 16, caracterizado porque, el emplazamiento relativo del e-ticket (10) se determina por medio de una medición de la distancia (d , d_1 , d_2 , d_3 , d_4 ; d_{T1} , d_{T2} ; d_{TH}) entre la unidad de emisión/recepción (20) y el e-ticket (10), dicha distancia se determina por medio del tiempo de trayecto de una señal (40) transmitida entre el e-ticket (10) y la unidad de emisión/recepción (20) o por medio del nivel de la señal recibida (40) por la unidad de emisión/recepción (20) y dicha unidad de emisión/recepción (20) tiene la disposición que se representa en las figuras 13 o 14 o un módulo de radiocomunicación que abastece los valores de los niveles de recepción de los paquetes de datos recibidos.
- 35 18. Sistema según la reivindicación 17, caracterizado porque, está previsto por lo menos un transponedor auxiliar (11) colocado de manera fija en el medio de transporte (30), permitiendo así efectuar el registro del emplazamiento relativo (d_{T1} , d_{T2} ; d_{TH} ; d_{H1} , d_{H2}) del e-ticket (10) con respecto al medio de transporte (30) sobre el emplazamiento conocido (d_{H1} , d_{H2}) en el medio de transporte (30) del transponedor auxiliar (11).
19. Sistema según la reivindicación 18, caracterizado porque, el transponedor auxiliar (11) está conectado por hilo con una unidad de emisión / recepción (20).
- 40 20. Sistema según la reivindicación 17, caracterizado porque
- está previsto por lo menos un transponedor auxiliar (11) colocado de manera fija en el medio de transporte (30) y en el que su emplazamiento relativo (d_{H1} , d_{H2}) en el medio de transporte se memoriza con datos (d_{H1} , d_{H2}) en la unidad de emisión/recepción (20),
 - por medio de otra radiocomunicación (40) entre el transponedor auxiliar (11) y la unidad de emisión/recepción (20) se efectúa un registro del emplazamiento relativo ($d_{H1'}$, $d_{H2'}$) del transponedor auxiliar (10) con relación al medio de transporte (30) y se compara con los datos (d_{H1} , d_{H2}) memorizados en la unidad de emisión/recepción (20) y se registra como desviación, y en el que
 - el registro del emplazamiento relativo (d) del e-ticket (10) con relación al medio de transporte (30) es compensado por dicha desviación.
- 45
- 50 21. Sistema según una de las reivindicaciones 14 a 20, caracterizado porque, los datos del emplazamiento relativo (φ , φ_1 , φ_2 ; d , d_1 , d_2 , d_3 , d_4) de un e-ticket (10) están sometidos a un procedimiento de evaluación borroso

implementado en la unidad de emisión/recepción (20) - preferentemente algoritmos borroso - para asegurar una determinación más precisa del emplazamiento relativo del e-ticket (10).

5 22. Procedimiento según una de las reivindicaciones 14 a 20, caracterizado porque, los datos del emplazamiento relativo (φ , φ_1 , φ_2 ; d , d_1 , d_2 , d_3 , d_4) de un e-ticket (10) son determinados repetidas veces para asegurar, por medio de una red neuronal implementada en la unidad de emisión/recepción (20), una determinación del emplazamiento relativo del e-ticket (10) con mención de una probabilidad definida.

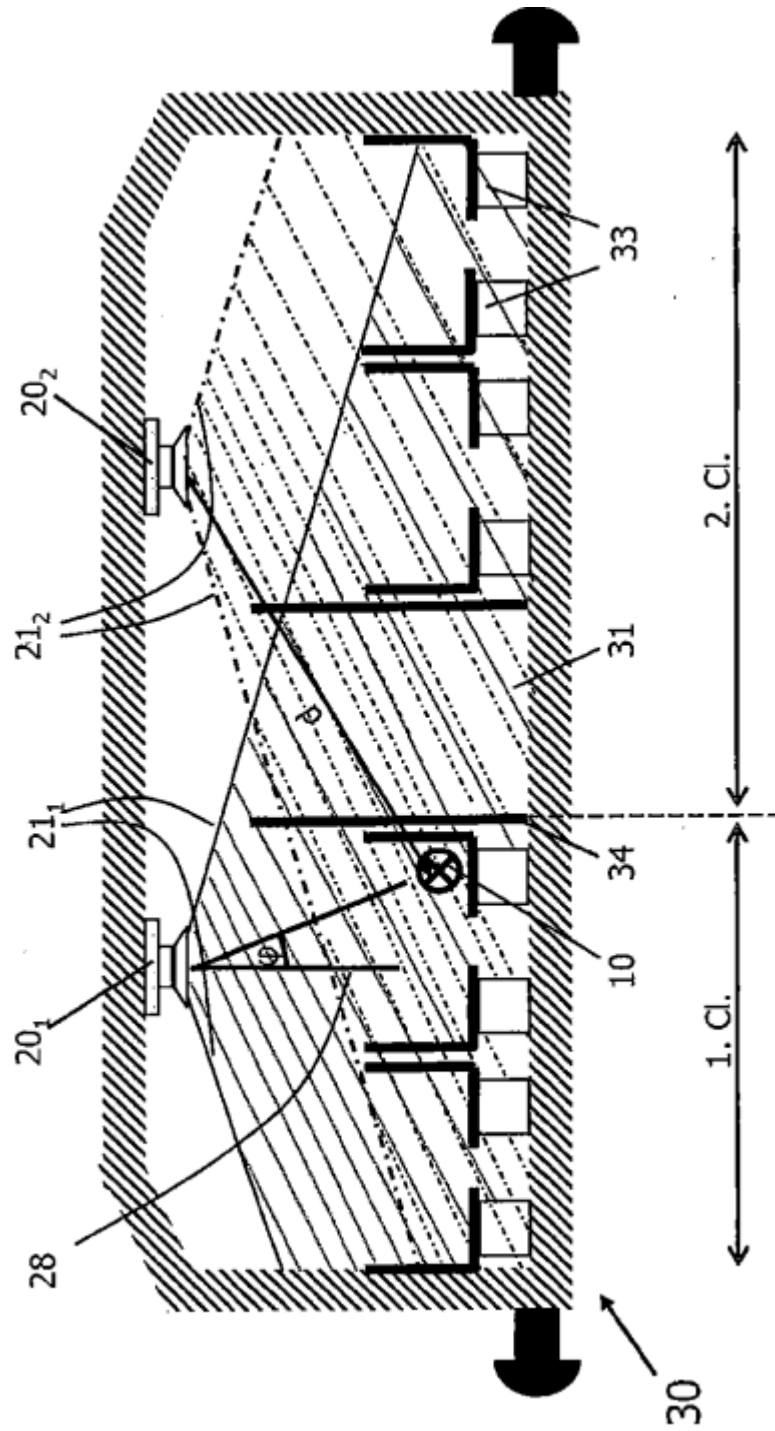


FIG 1

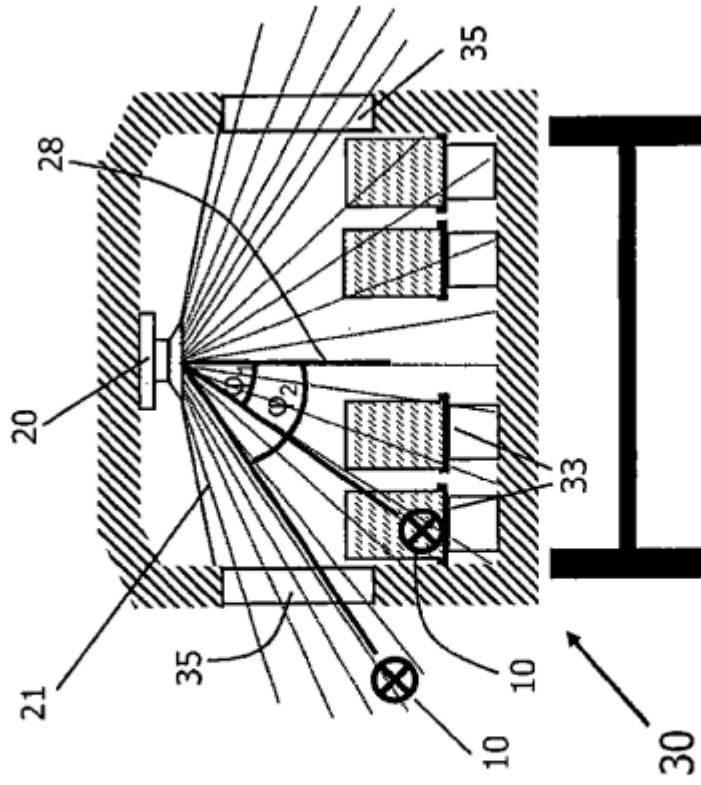


FIG 2

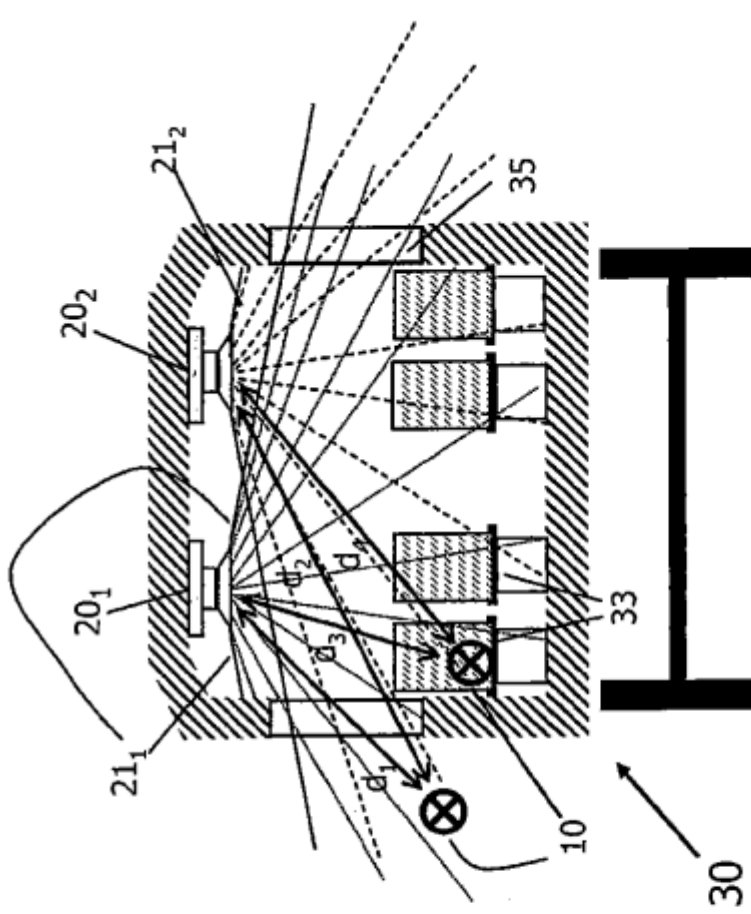


FIG 3

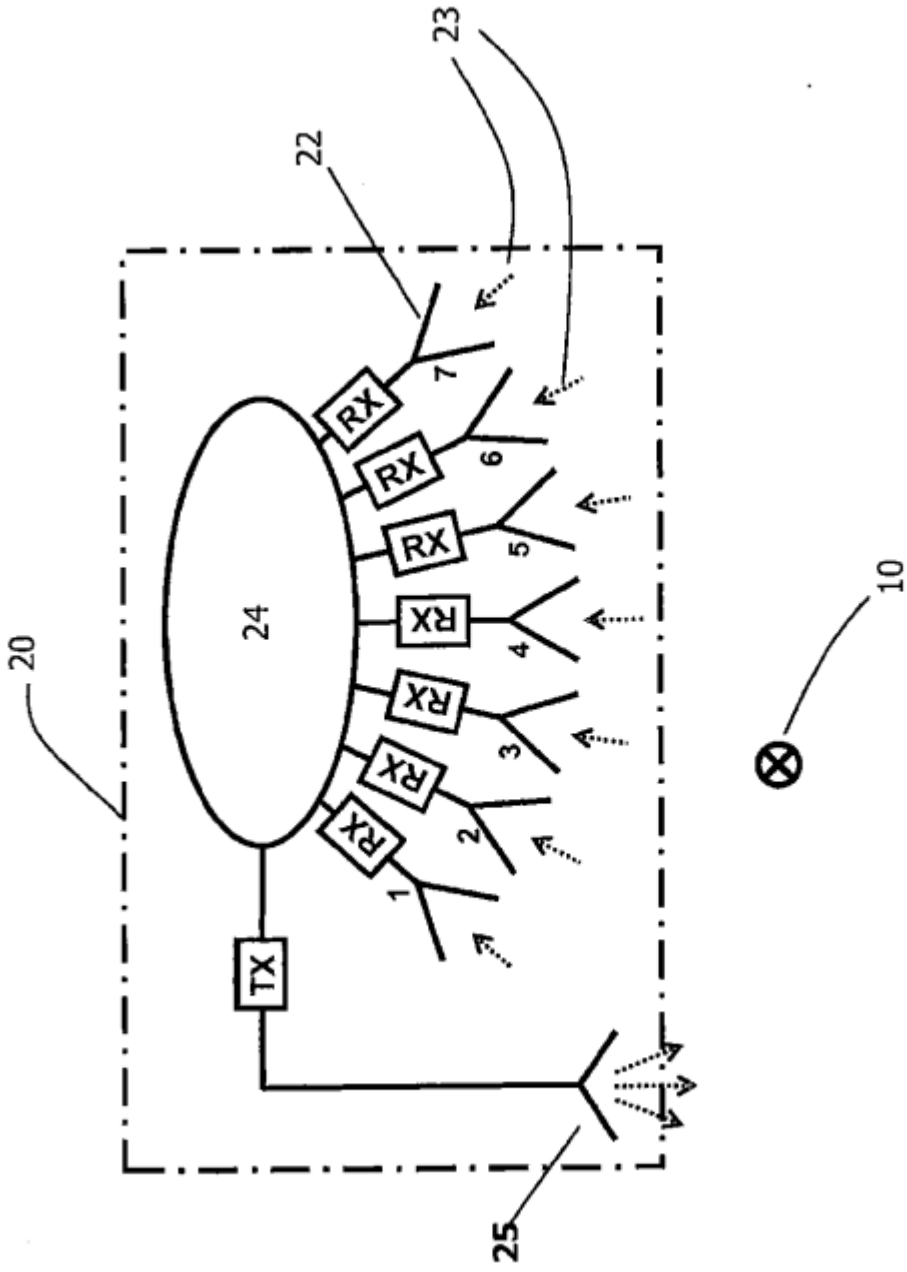


FIG 4

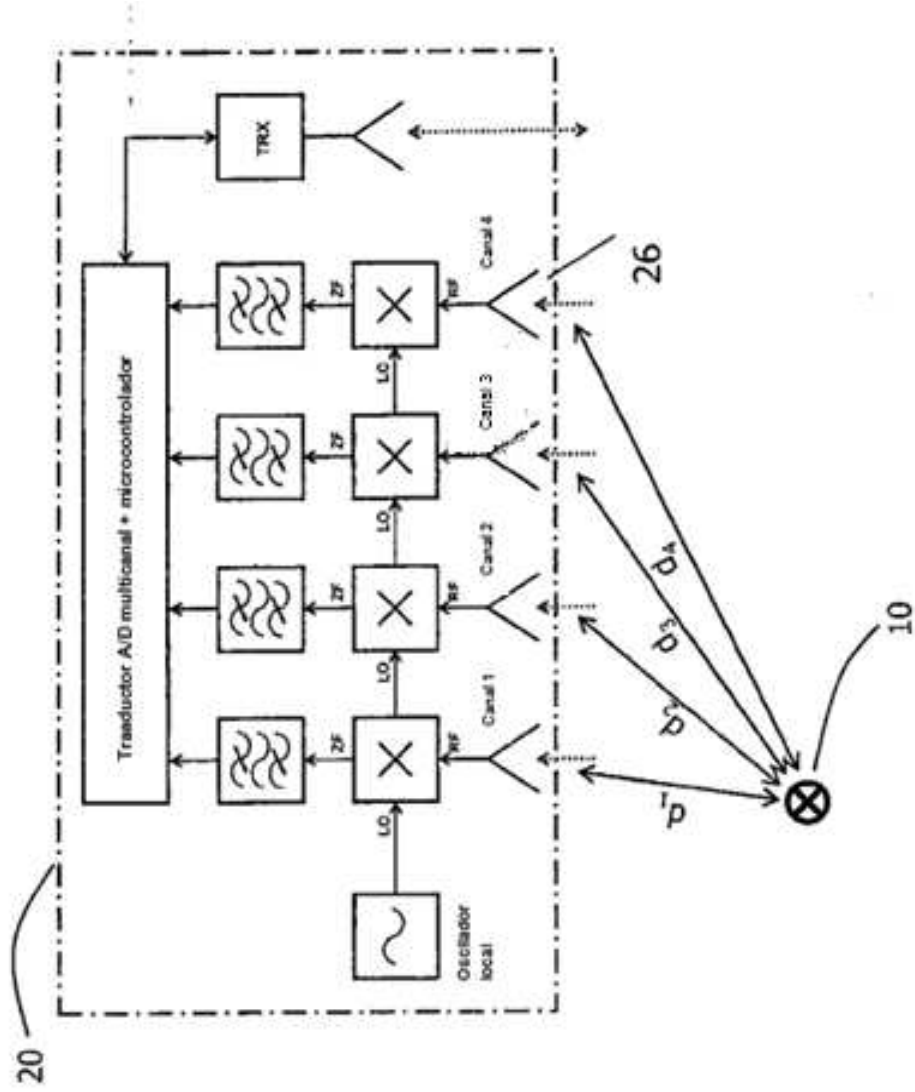


FIG 5

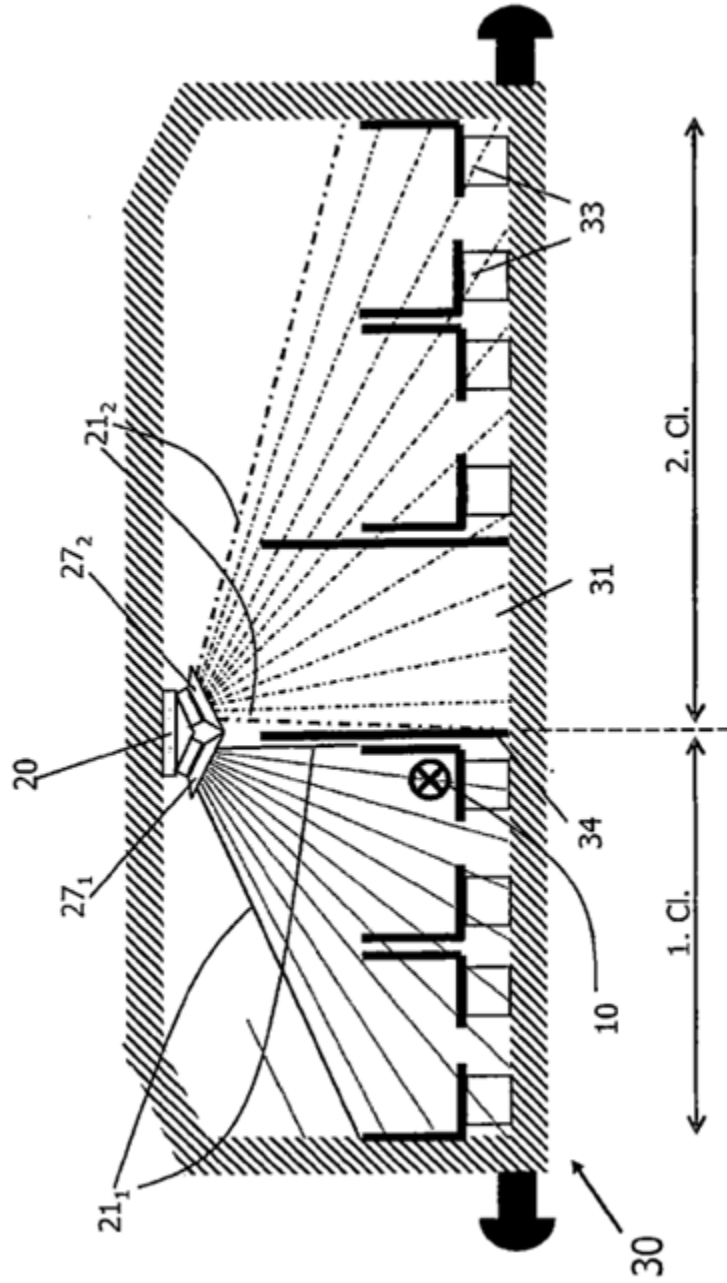


FIG 6

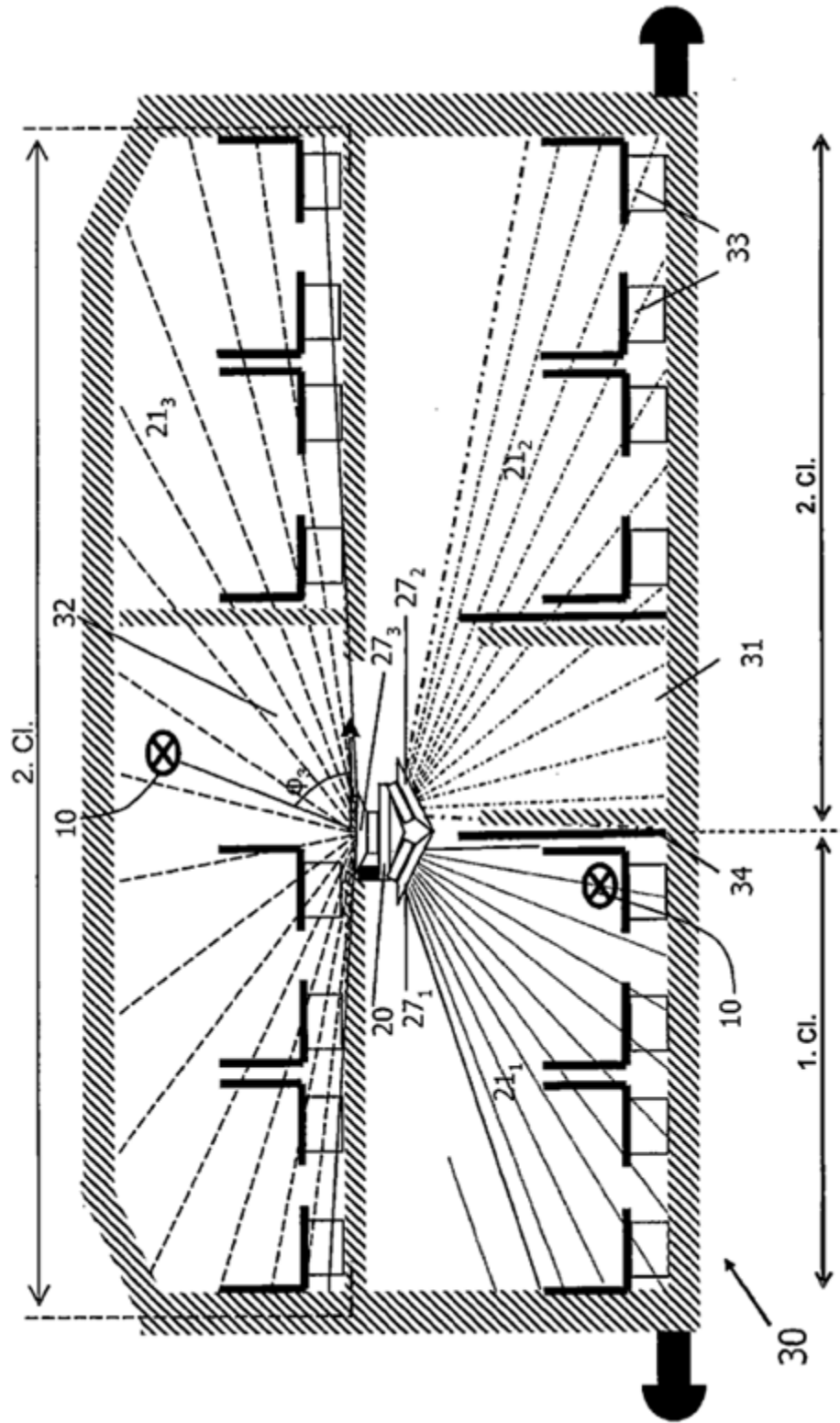


FIG 7

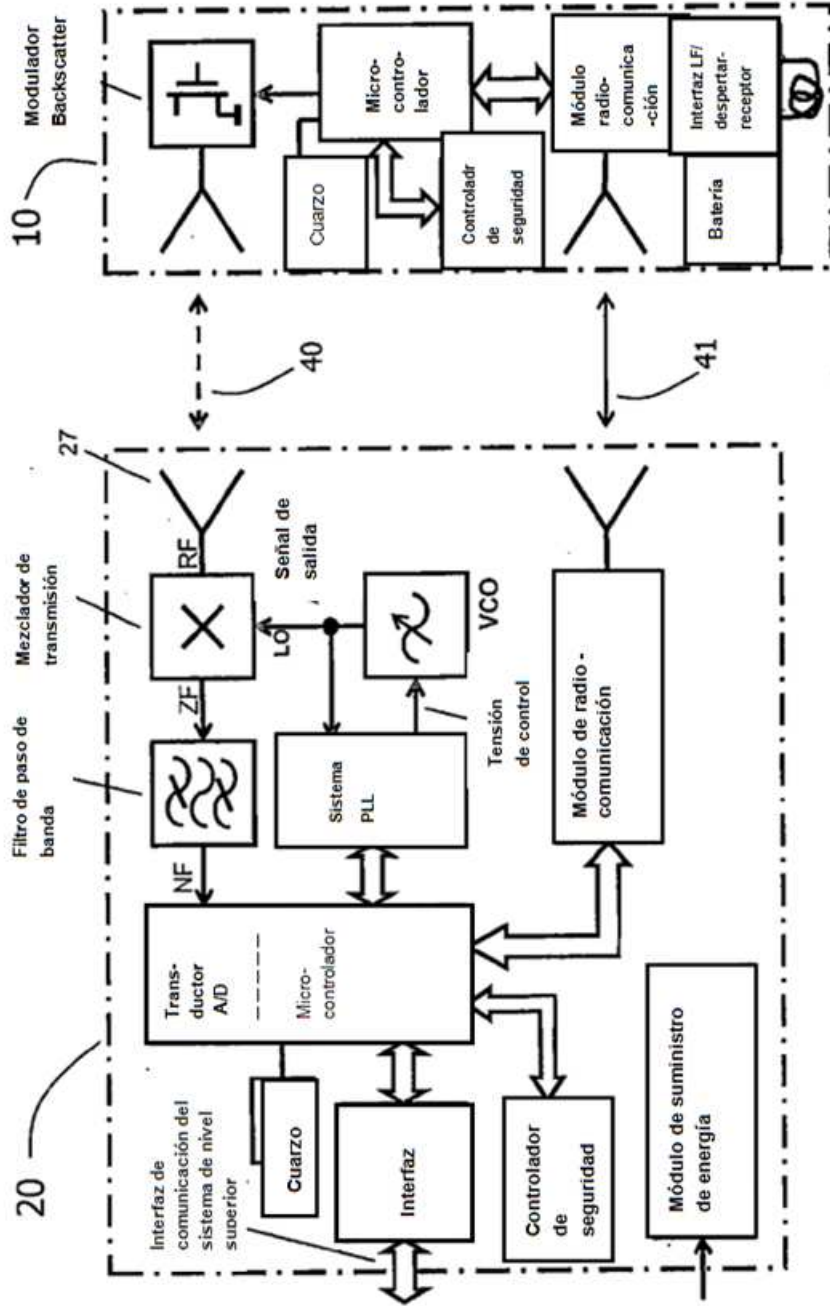


FIG 8

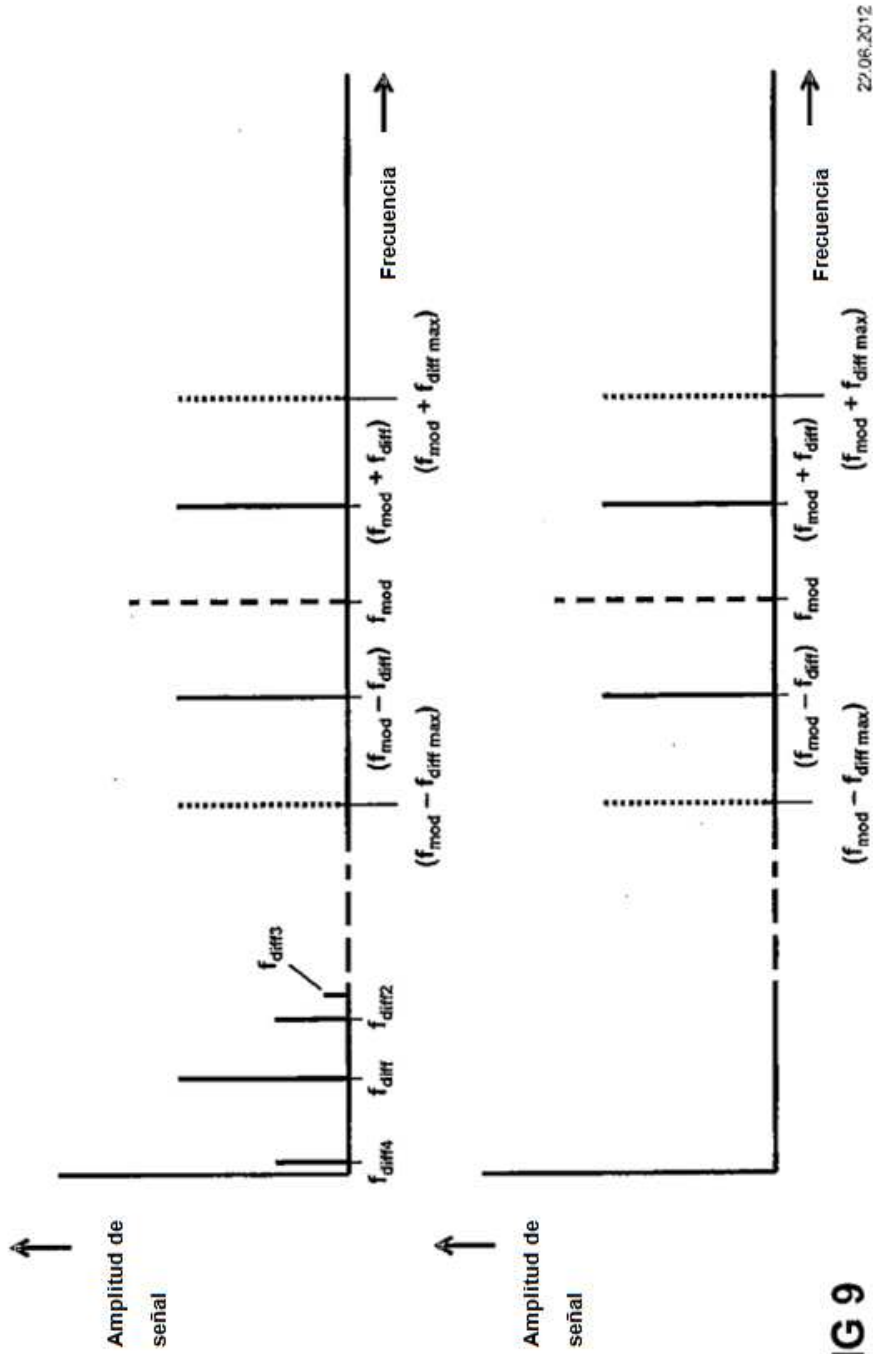


FIG 9

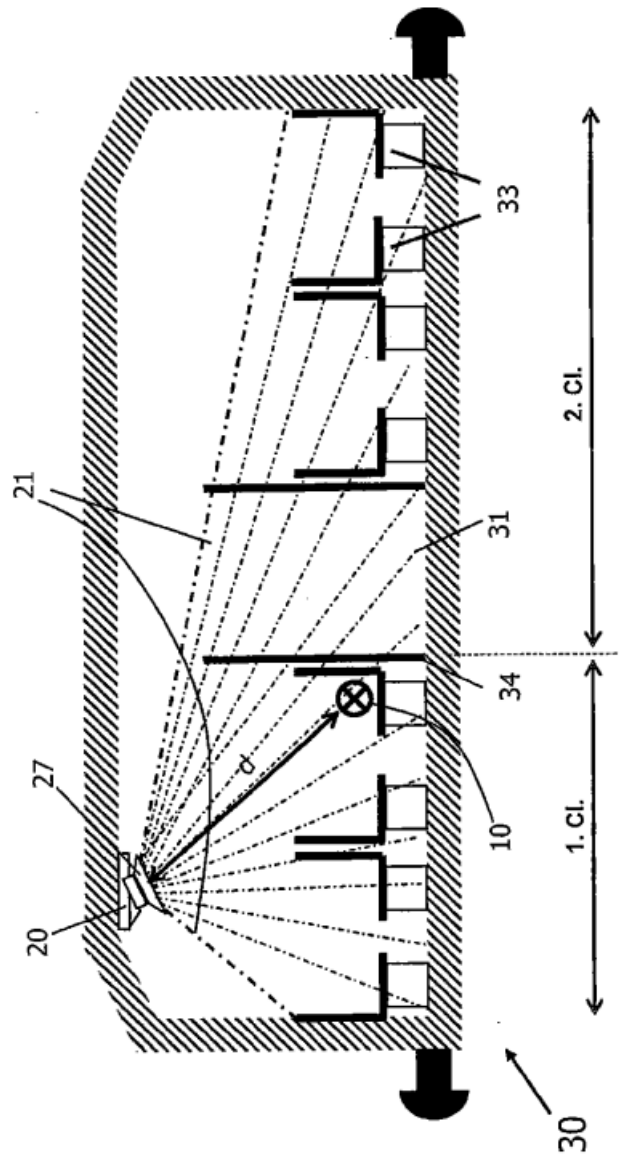


FIG 10

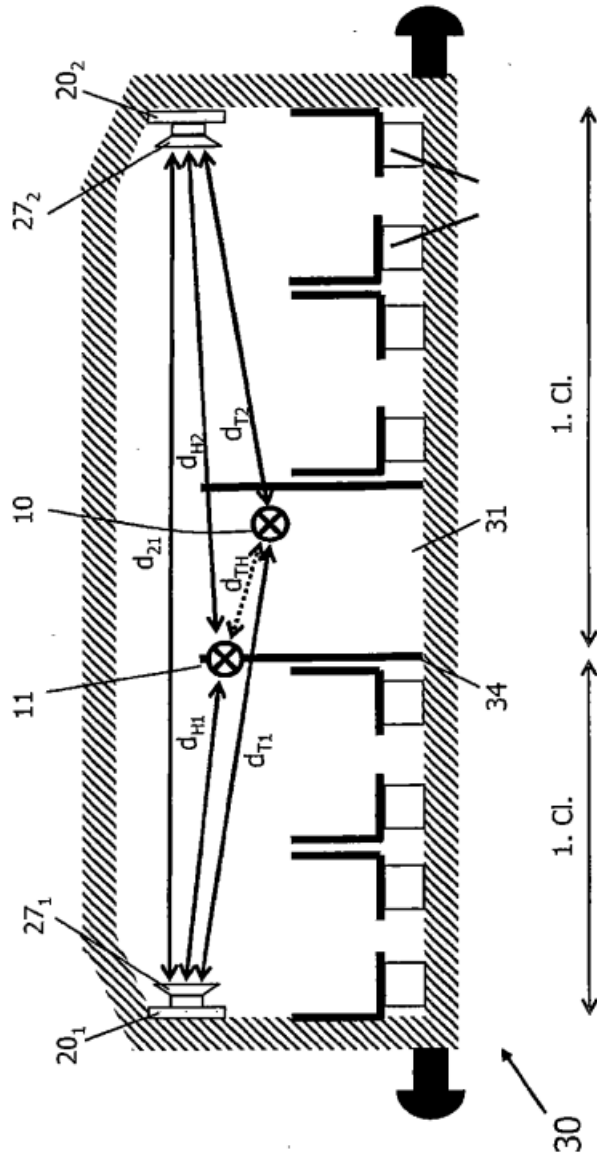


FIG 11

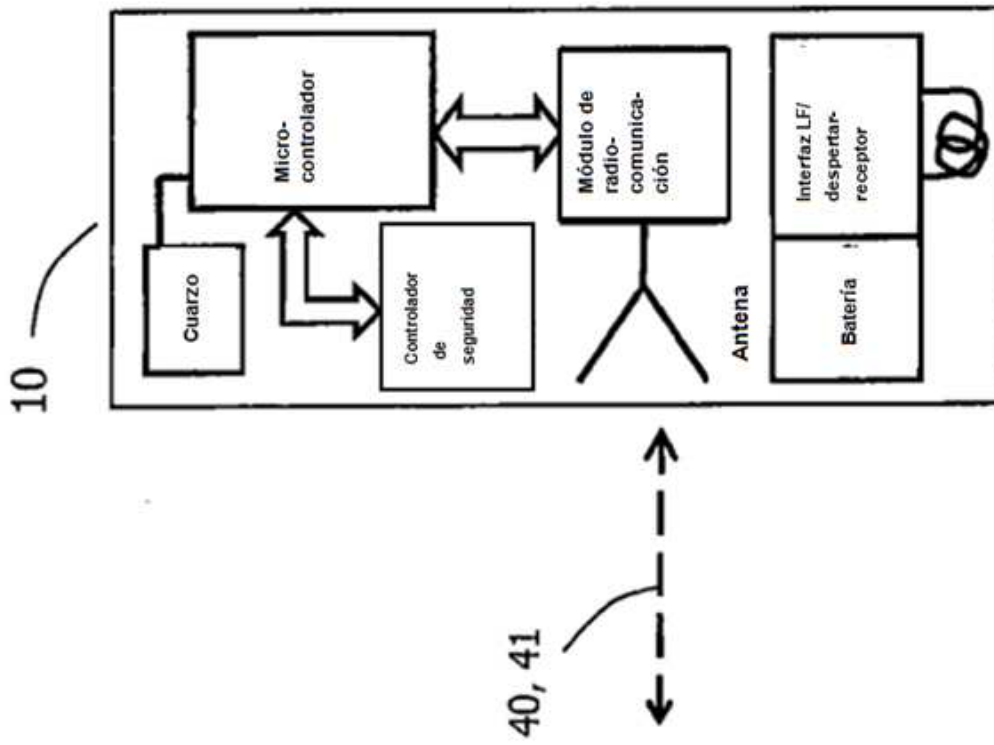


FIG 12

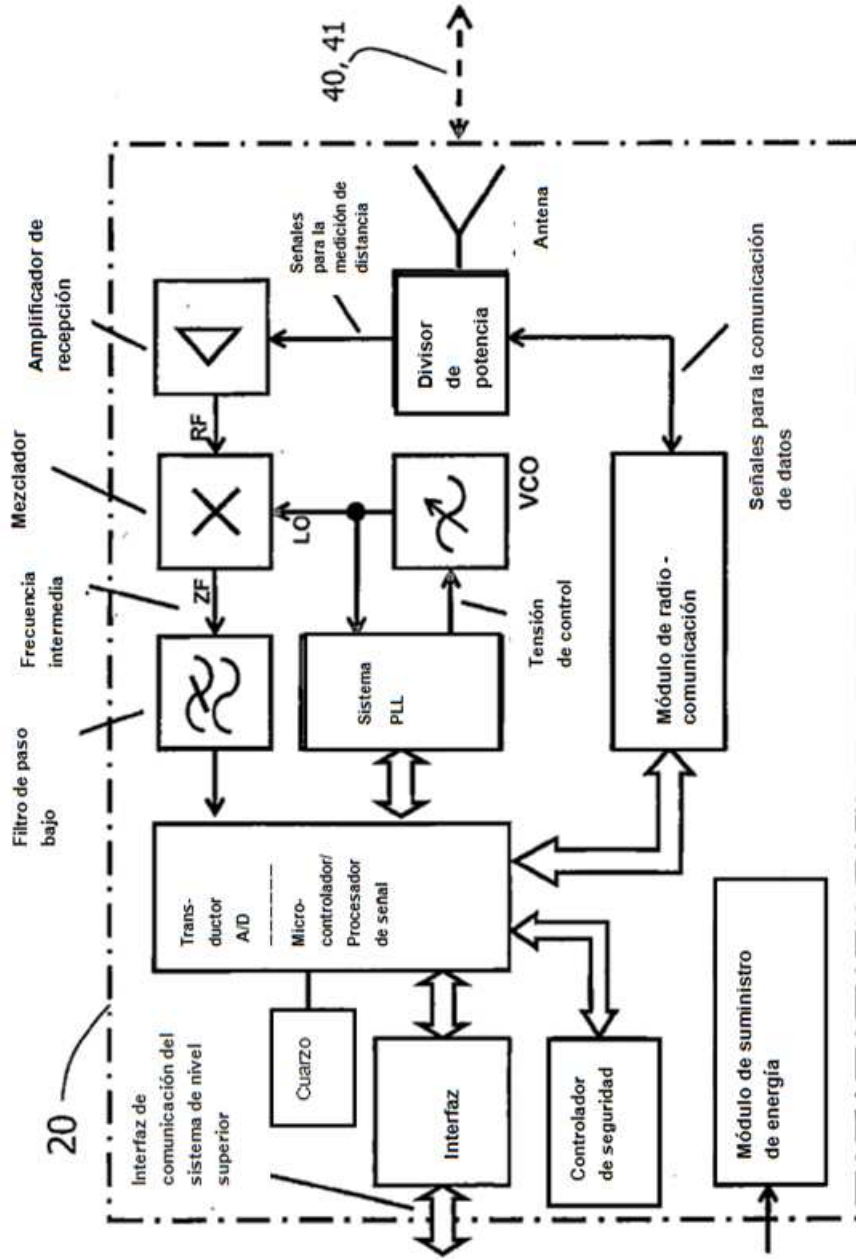


FIG 13

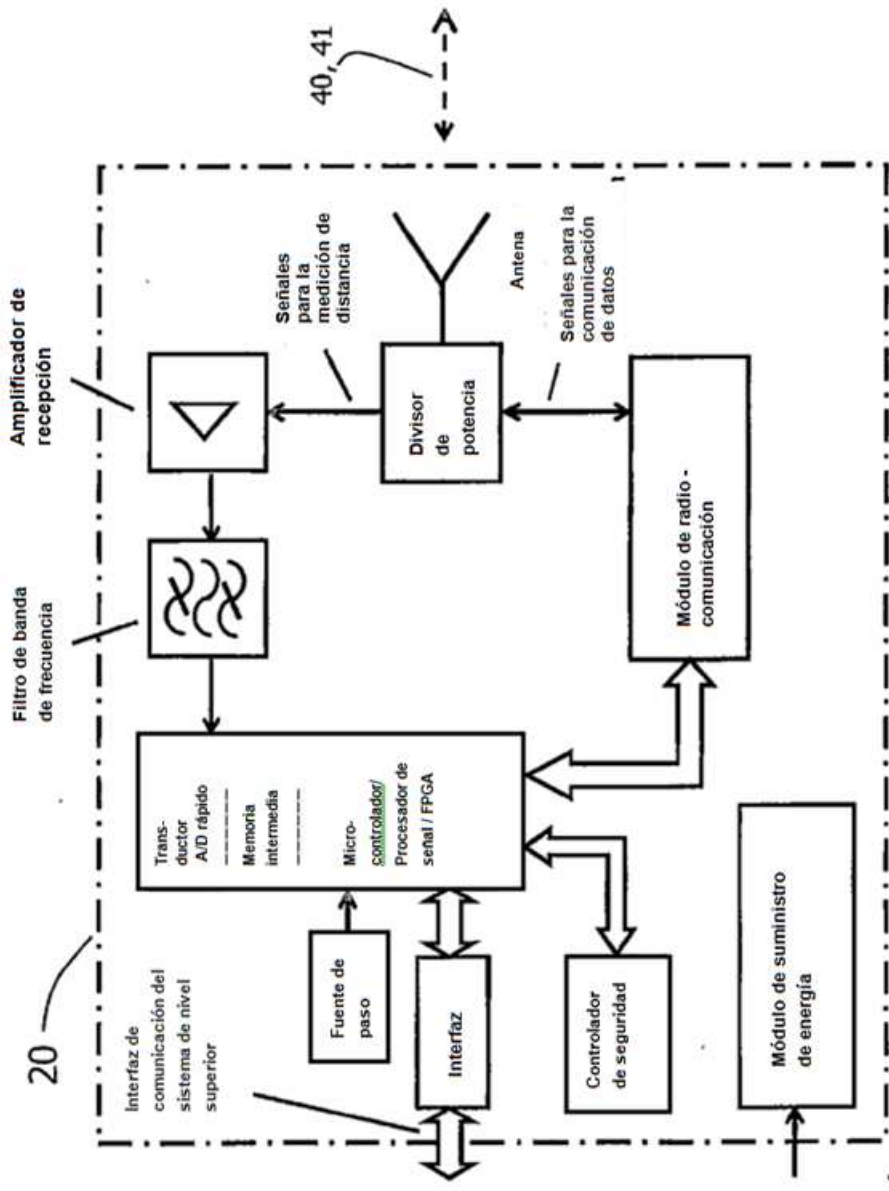


FIG 14

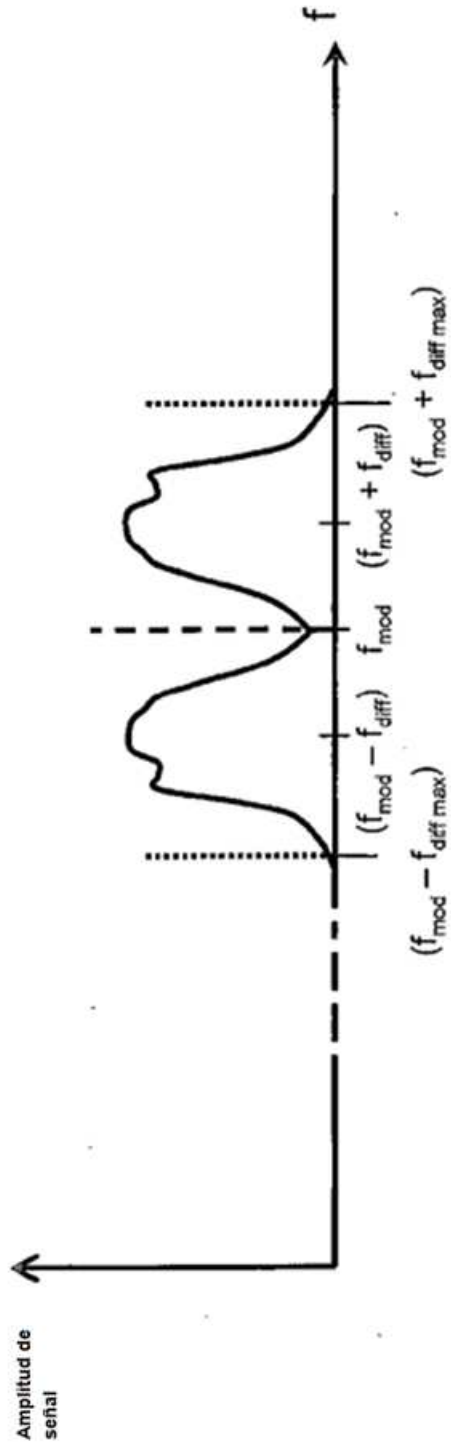


FIG 15

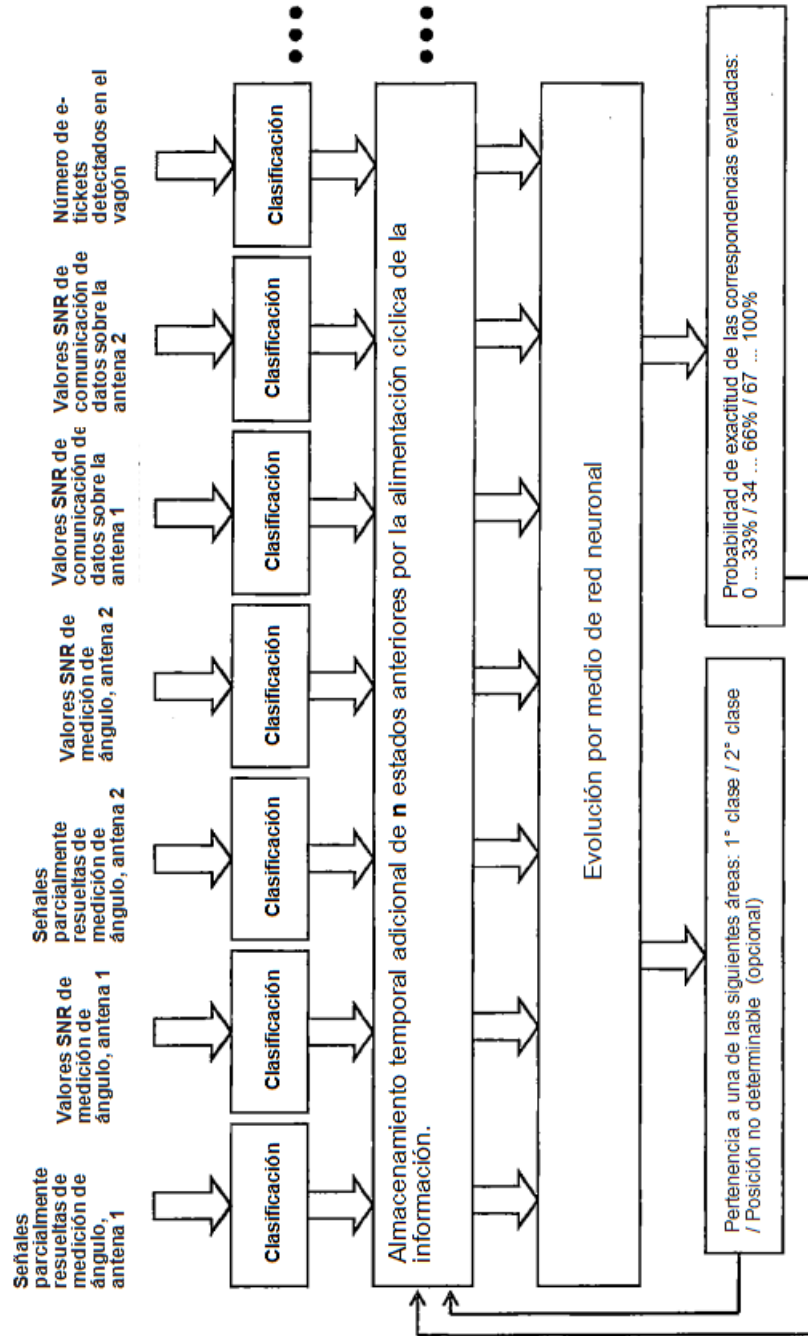


FIG 16