

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 540 578**

51 Int. Cl.:

**G01S 13/46** (2006.01)

**G01S 13/00** (2006.01)

**G01S 13/87** (2006.01)

**G08G 1/015** (2006.01)

**G07B 15/06** (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.05.2013 E 13167404 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2015 EP 2804013**

54 Título: **Dispositivo para medir la posición de un vehículo o de una superficie de este**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.07.2015**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**NAGY, OLIVER**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 540 578 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**

Dispositivo para medir la posición de un vehículo o de una superficie de este

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para medir la posición de un vehículo o de una superficie de este sobre una calzada.

10 La medición de posición de vehículos es importante para muchas tareas en el control, la vigilancia y la tarificación de tráfico, por ejemplo para la determinación del carril usado por un vehículo en un control electrónico de tráfico o un puesto de peaje o para la detección de la posición longitudinal de un vehículo a lo largo de la calzada para poder asignar el vehículo de forma unívoca a la imagen de una cámara de vigilancia de tráfico. La medición de la posición de una superficie del vehículo, por ejemplo de sus superficies de recubrimiento y laterales es de importancia para la determinación de tamaño y por tanto para la clasificación del vehículo, como se describe en el documento EP0636900A2, por ejemplo si se trata de un turismo o de un camión, para poder controlar e imponer por ejemplo limitaciones de circulación o tasas de peaje dependientes de la clase de vehículo.

15 Para la medición de posición se están empleando en la actualidad preponderantemente sistemas ópticos tales como escáneres láser o videocámaras. Estos dependen de buenas condiciones de visibilidad y por tanto dependen fuertemente de las condiciones meteorológicas; fallan frecuentemente en caso de lluvia, nieve o neblina. Además, la óptica de escáneres láser y videocámaras requiere una frecuente limpieza para mantenerse lista para el uso y al presentar piezas movidas mecánicamente tienen una vida útil limitada y un rango de temperatura de funcionamiento limitado.

20 En áreas parciales como las instalaciones de monitoreo de flujo de tráfico se usan en la actualidad también sistemas de radar que desde un punto elevado, por ejemplo un mástil de antena junto a una autovía, detectan mediante un radar Doppler vehículos movidos permitiendo el seguimiento de los movimientos de estos en una imagen de radar. La precisión de medición de posición de este tipo de sistemas de radar es limitada y la evaluación de Doppler de las velocidades de vehículos requiere un elevado grado de cálculo para crear la imagen de flujo de tráfico.

25 La invención tiene el objetivo de proporcionar dispositivos y procedimientos novedosos para la medición de posición de vehículos o de superficies de estos, que sean menos propensos a fallar que los sistemas ópticos conocidos y que sean más sencillos, más económicos y más precisos que los sistemas de radar conocidos.

30 Este objetivo se consigue con un dispositivo del tipo mencionado al principio, con:

35 al menos un emisor de radar que está dispuesto en una posición de emisión encima del plano de la calzada y que emite rayos de radar hacia abajo,  
una pluralidad de receptores de radar que están dispuestos de forma distribuida en diferentes posiciones de recepción con distancias mutuas encima del plano de la calzada y que reciben reflexiones de los rayos de radar desde abajo y las transforman respectivamente en una señal de recepción, y  
40 un dispositivo de evaluación conectado al emisor de radar y a los receptores de radar, que está realizada para medir a partir de la posición de emisión, de las posiciones de recepción y de las señales de recepción la posición mencionada.

45 La invención usa varios receptores de radar distribuidos localmente para evaluar los rayos de radar de un único emisor de radar reflejados por un vehículo que ha de ser medido. De la disposición geométrica conocida entre el emisor de radar por una parte y los receptores de radar por otra parte se pueden deducir numerosas informaciones de posición acerca del vehículo sobre la calzada, en concreto, mediante la sola comparación o la evaluación común de las señales de recepción de los receptores de radar sin que para ello hagan falta complicadas mediciones de interferencia de Doppler, de tiempo de propagación o de fases.

50 En el caso más sencillo basta con una evaluación de las intensidades de señal relativas de las señales de recepción de los receptores de radar para obtener información sobre la posición del vehículo o una superficie de este con respecto al receptor de radar. Cuantos más receptores de radar se prevean, más precisa será la resolución local de la medición de posición. La precisión de la disposición de medición de posición no se consigue mediante complicadas evaluaciones analíticas por intensos cálculos de las señales de recepción, sino mediante sencillos cálculos trigonométricos y mediante una evaluación sencilla de las intensidades de las señales de recepción. De esta manera, los receptores de radar se pueden realizar de forma muy sencilla, con un peso ligero y de forma económica, de modo que se puede usar una multiplicidad de receptores de radar de este tipo.

55 Según una forma de realización preferible de la invención, el emisor de radar y los receptores de radar se encuentran en un plano común que cruza la calzada, estando montados preferentemente en un puente de montaje que atraviesa la calzada. De esta manera, las posiciones del vehículo o de una superficie del mismo en este plano se pueden determinar con una alta precisión y con medios informáticos sencillos, por ejemplo, el carril usado por el vehículo, la altura de la superficie de recubrimiento del vehículo con respecto a la calzada o la posición de una superficie lateral del vehículo. En una forma de realización alternativa, los emisores de radar y los receptores de

radar también podrían encontrarse en un plano que está orientado a lo largo de la calzada o que discorra oblicuamente con respecto a la calzada, de manera que la posición del vehículo o de una superficie frontal del vehículo pueda determinarse también en la dirección longitudinal de la calzada.

5 En formas de realización sencillas de la invención, el emisor de radar puede ser un emisor de radar de onda continua (radar CW) y el dispositivo de evaluación evalúa por ejemplo sólo las intensidades de señal de las señales de recepción. Opcionalmente, el dispositivo de evaluación puede realizar adicionalmente mediciones de interferencia para la medición de distancias.

10 En otra forma de realización de la invención, el emisor de radar - controlado por impulsos de emisión - emite rayos de radar pulsadas y las señales de recepción contienen por consiguiente impulsos de recepción, y el dispositivo de evaluación está realizado para considerar para la medición de posición sólo aquellas señales de recepción, cuyos impulsos de recepción se sitúen respectivamente dentro de un intervalo de tiempo predeterminado después de un impulso de emisión. Los intervalos de tiempo ("range gates") pueden ajustarse de tal forma que se oculten las reflexiones múltiples de los rayos de radar, por ejemplo en objetos del entorno que no interesan o entre la placa de fondo del vehículo y la calzada, a fin de aumentar la precisión de medición.

15 Según una primera variante de la invención, la posición del vehículo se determina a partir de la sombra que el vehículo genera para algunos de los receptores de radar. Para ello, el dispositivo de evaluación preferentemente está realizado para comparar las intensidades de señal de las señales de recepción y determinar a partir de las posiciones de recepción de aquellos receptores que presenten una señal de recepción más débil la posición del vehículo. Esto permite una determinación aproximada de la posición del vehículo, que resulta tanto más exacta cuantos más receptores de radar se usen.

25 Una segunda variante de la invención está basada en rayos de radar dirigidos y la medición de las reflexiones en el vehículo o en su superficie. Para ello, preferentemente, el emisor de radar emite los rayos de radar en una dirección de emisión principal que está inclinada con respecto a la vertical, y el dispositivo de evaluación está realizado para comparar las intensidad de señal de las señales de recepción y determinar a partir de la posición de recepción de aquel receptor de radar que presenta la señal de recepción más fuerte la posición de una superficie del vehículo. La precisión del dispositivo de medición se puede conseguir mediante un efecto direccional más fuerte del emisor de radar, es decir, mediante una concentración más fuerte de sus rayos de radar en una dirección de emisión principal, adicionalmente a la medida del aumento de la cantidad de los receptores de radar.

30 Preferentemente, se pueden emplear también receptores de radar dirigidos para seguir aumentando la precisión. Para ello, preferentemente, cada receptor de radar recibe reflexiones preponderantemente en una dirección de recepción principal inclinada con respecto a la vertical, encontrándose la dirección de emisión principal y las direcciones de recepción principales en un plano común. El plano mencionado forma un plano de medición, dentro del que la posición de objetos reflectantes se puede determinar mediante la identificación del receptor de radar con la señal de recepción más fuerte, en concreto, con tanta más precisión, cuanto más fuerte es el efecto direccional de las antenas de radar del emisor de radar y de los receptores de radar y cuanto más alta es la densidad de receptores de radar, es decir, cuantos más receptores de radar existen.

35 El dispositivo de medición se puede usar, según la posición angular de las direcciones de emisión y de recepción principales mencionadas, para medir diferentes superficies de un vehículo. Según una primera forma de realización, las direcciones de recepción principales son paralelas unas respecto a otras y con respecto a la dirección de emisión principal, para determinar la posición de una superficie sustancialmente vertical del vehículo; según una forma de realización alternativa, las direcciones de recepción principales son paralelas unas respecto a otras y con respecto a la dirección de emisión principal están inclinadas en simetría especular respecto a la vertical, para determinar la posición de una superficie sustancialmente horizontal del vehículo. La primera forma de realización mide superficies verticales, por ejemplo las paredes laterales o frontales del vehículo, a través de una reflexión secundaria en la calzada sustancialmente horizontal ("efecto corner"). La segunda forma de realización mide directamente la reflexión primaria en una superficie horizontal, por ejemplo la superficie de recubrimiento el capó del vehículo.

40 En ambas variantes se puede realizar adicionalmente una medición de tiempo de propagación si se usan rayos de radar pulsadas, moduladas o codificadas o si se realizan mediciones de interferencias en rayos de radar de onda continua. Por lo tanto, el dispositivo de evaluación puede estar realizado preferentemente para realizar mediciones de tiempo de propagación entre impulsos de emisión y de recepción y determinar a partir de estas la distancia de la superficie con respecto a uno o varios receptores de radar para mejorar la medición de posición. Preferentemente, las mediciones de tiempo de propagación son mediciones de tiempo de propagación de impulso entre impulsos de emisión e impulsos de recepción, o bien, se realizan mediciones de tiempo de propagación según el procedimiento FMCW.

45 Resulta especialmente ventajoso si las direcciones de emisión principales y las direcciones de recepción principales de los emisores de radar y de los receptores de radar pueden modificarse durante el funcionamiento, preferentemente mediante redes de antenas excitadas en fase o mediante la selección de antenas direccionales individuales. De esta manera, se puede seguir aumentando la precisión de la medición de posición. Mediante la

mediciones en diferentes direcciones, con el mismo número de receptores de radar se pueden medir más puntos de medición, o bien, alternativamente, con el mismo número de puntos de medición, puede bastar con un menor número de receptores de radar.

5 Según otra forma de realización ventajosa de la invención, el emisor de radar y los receptores de radar están formados respectivamente por un emisor-receptor de radar que en multiplex por división de código, de tiempo o de frecuencia puede hacerse funcionar opcionalmente como emisor de radar o como receptor de radar. De esta manera, por una parte, se puede simplificar el gasto de fabricación y de montaje, porque se pueden montar componentes unitarios, en concreto, emisores-receptores de radar, que únicamente son controlados y evaluados de forma distinta. Por otra parte, de esta manera es posible medir aún más puntos de medición con la misma disposición: Los distintos componentes pueden actuar en su respectiva posición de montaje opcionalmente como emisores o como receptores, por lo que resultan más posibilidades de combinación y por tanto más puntos mensurables en el plano de medición.

15 El dispositivo de la invención resulta adecuado para cualquier tipo de emisores de radar y receptores de radar, ya sea radar de impulsos o de onda continua, pudiendo los rayos de radar también estar modulados o codificados de las formas más diversas. Resulta especialmente ventajoso el uso de rayos de radar de frecuencia muy alta, especialmente en el intervalo de frecuencias de 1 GHz a 100 GHz, preferentemente de 50 GHz a 100 GHz. Esto conduce a disposiciones de antenas muy pequeñas que incluso con pequeñas dimensiones tienen efectos direccionales fuertemente concentrados, y abre la posibilidad de montar una multiplicidad de emisores y receptores o emisores-receptores de peso ligero en un puente de montaje que a su vez se puede dimensionar de forma correspondientemente pequeña y por tanto resulta más económico que para sistemas de medición de posición ópticos convencionales.

25 A continuación, la invención se describe en detalle con la ayuda de ejemplos de realización representados en los dibujos adjuntos. En los dibujos muestran:

- la figura 1, una primera forma de realización del dispositivo de la invención, visto esquemáticamente en la dirección longitudinal de la calzada;
- 30 la figura 2a, el dispositivo de la figura 1, en una vista en planta desde arriba;
- la figura 2b, una forma de realización alternativa del dispositivo de la figura 1, en una vista en planta desde arriba;
- las figuras 3 y 4, las relaciones geométricas en la medición de una superficie lateral (figura 3) o superficie de recubrimiento (figura 4) de un vehículo con la ayuda de otras dos formas de realización del dispositivo de la invención;
- 35 las figuras 5 y 6, las relaciones geométricas en la medición de una superficie lateral (figura 5) o la superficie de recubrimiento (figura 6) de un vehículo con la ayuda de otras dos formas de realización del dispositivo de la invención;
- la figura 7, un diagrama de tiempo de las formas de realización de range-gating de los dispositivos de la invención; y
- 40 la figura 8, un diagrama de tiempo de las señales de recepción en el marco del dispositivo de las figuras 5 y 6.

En las figuras 1 y 2a está representado un dispositivo 1 para la medición de la posición de un vehículo 2 sobre una calzada 3. El término "posición" se entiende aquí en su forma más general y comprende una, dos o tres de las coordenadas  $x$ ,  $y$ ,  $z$  de un punto  $P$  cualquiera del vehículo 2 o de una de sus superficies, por ejemplo de una superficie de recubrimiento 4, superficie lateral 5, 6 o superficie frontal 7, 8 en un sistema de coordenadas 9. El sistema de coordenadas 9 está referido preferentemente a la posición del dispositivo 1 con respecto a la calzada 3; en el presente caso, el plano 10 de la calzada 3 se encuentra en el plano  $x/z$  del sistema de coordenadas, la dirección longitudinal de la calzada discurre en la dirección  $z$  y la dirección transversal de la calzada discurre en la dirección  $x$ ; la coordenada  $y$  define la altura de un punto  $P$  encima del plano de calzada 10.

El dispositivo 1 comprende un emisor de radar 11 que en una posición de emisión  $S$  está dispuesto encima del plano 10 de la calzada 3 y que emite rayos de radar 12 hacia abajo, así como una pluralidad de receptores de radar 13 que están dispuestos en diferentes posiciones de recepción  $E_1, E_2, \dots$ , generalmente  $E_i$ , igualmente encima del plano de calzada 10, y que reciben desde abajo reflexiones 14 de los rayos de radar 12. Los receptores de radar 13 transforman los rayos de radar 14 reflejados, recibidos, en una correspondiente señal de recepción  $R_1, R_2, \dots$ , generalmente  $R_i$ , (figuras 7, 8), que emiten a través de una línea 15 a un dispositivo de evaluación 16 para su evaluación; a través de la línea 15, el dispositivo de evaluación 16 también está comunicado con el emisor de radar 11 para controlarlo.

60 Los receptores de radar 13 tienen respectivamente con respecto al emisor de radar 11 y unos respecto a otros unas distancias  $d_1, d_2, \dots$ , generalmente  $d_i$ , es decir que están distribuidos encima del plano 10. En el ejemplo representado, el emisor de radar 11 y todos los receptores de radar 13 están montados en un puente de montaje 17 común a una altura de montaje  $h$  común y en un plano 18 común que atraviesa la calzada 3. También los rayos de radar 12 y los rayos de radar 14 reflejados discurren en este plano 18 que en este ejemplo constituye el plano de medición del dispositivo 1. El emisor de radar 11 y los receptores de radar 13 también podrían estar montados a

alturas  $h_i$  individuales diferentes y/o tener distancias  $d_i$  irregulares y/o no encontrarse en un plano común; simplificando esto último los cálculos trigonométricos.

5 El plano de medición 18 en el que se encuentran los rayos de radar 12, 14 también puede estar inclinado alrededor del eje x y/o girado alrededor del eje y, y también se puede prever más de un plano de medición 18. La figura 2b muestra una forma de realización con dos dispositivos 1, cuyos planos de medición 18 discurren respectivamente paralelamente con respecto al plano y/z encima de un carril 3', 3" de la calzada 3 para medir posiciones del vehículo 2 o de sus superficies 7, 8 en la dirección longitudinal z de la calzada 3.

10 El emisor de radar 11 y los receptores de radar 13 pueden emitir o recibir cualquier tipo de rayos de radar 12, 14 conocido en la técnica, por ejemplo, rayos de radar de onda corta o rayos de radar pulsados. Por lo tanto, el dispositivo de evaluación 16 puede realizar también procedimientos de medición convencionales de interferencia y/o de tiempo de propagación de impulsos en los rayos de radar 12, 14, para medir distancias hacia los puntos de medición P.

15 La forma de realización de la figura 1 trabaja según el principio de la detección de una sombra en los rayos de radar 12 o 14 producida por un objeto como el vehículo 2, situado en el plano de medición 18. Para ello, el dispositivo de evaluación 16 evalúa intensidades de señales, por ejemplo, amplitudes o intensidades de señales de recepción (received signal strength indications, RSSI) de las señales de recepción  $R_i$  de los diferentes receptores de radar 13 y las compara entre ellas o con valores umbral predefinidos, para determinar aquel(los) receptores de radar 13 que recibe/n una señal de recepción  $R_i$  más débil en comparación o ninguna: En este caso, el vehículo 2 tapa el recorrido de propagación desde el emisor de radar 11 hasta dicho receptor de radar 13.

25 Por lo tanto, conociendo las posiciones de emisión y de recepción S,  $E_i$  (por ejemplo, alturas de montaje h y distancias  $d_i$ ), y del ángulo de emisión  $\alpha$ , a través del que el emisor de radar 11 emite sus rayos de radar 12, se puede deducir aproximadamente la posición del vehículo 2 en el plano de medición 18. Cuantos más receptores de radar 13 se prevén, es decir cuanto más densos estén estos, más precisamente se puede deducir la posición aproximada del vehículo 2 a partir de la sombra en uno o varios receptores de radar 13.

30 La medición de posición se puede mejorar si adicionalmente - por ejemplo, con la ayuda de mediciones de interferencia en rayos de radar de onda continua o mediciones de tiempo de propagación en rayos de radar pulsados - se mide la distancia de una superficie reflectante del vehículo 2, aquí por ejemplo la superficie de recubrimiento 4, hacia un receptor de radar 13, pudiendo verificarse y mejorarse a partir de estas informaciones adicionales las informaciones de sombra para localizar de forma más precisa la posición del vehículo 2, por ejemplo de un punto de referencia P de este, en el plano de medición 18.

35 Las figuras 3 y 4 muestran un principio de medición del dispositivo 1, empleado alternativamente o adicionalmente. En la forma de realización de las figuras 3 y 4 se usan rayos de radar 12 dirigidos, es decir que el emisor de radar 11 emite sus rayos de radar en una dirección de emisión principal 19 que discurre en el plano de medición 18 bajo un ángulo  $\beta$  con respecto a la vertical 20. Se entiende que los rayos de radar 12 no se pueden concentrar de manera totalmente exacta en una sola dirección, sino que, en la práctica, cualquier antena de radar tiene una característica direccional 21 en forma de lóbulo, siendo considerado el eje central del lóbulo principal 21 del receptor de radar 13 como dirección de emisión principal 19. El ángulo de apertura o de concentración del lóbulo de emisión 21 depende del efecto direccional de la antena del receptor de radar 11 que se define también por la llamada "ganancia en la antena" medida en dB. Por ejemplo, un emisor de radar 11 con una ganancia en la antena de 20dB consigue un buen efecto direccional con un ángulo de apertura (semianchura) del lóbulo de emisión 21 de pocos grados o esterrorradiantes. Cuanto más fuerte es el efecto direccional del emisor de radar 11, es decir cuanto mayor es la ganancia de su antena, más energía de radar se encuentra en la dirección de emisión principal 19 y más exacta es la medición de posición que se describe a continuación, porque se pueden usar más receptores de radar 13 con distancias  $d_i$  más pequeñas.

50 Usando un emisor de radar 11 dirigido de esta manera, en el plano de medición 18 se puede medir ahora la posición de una superficie lateral o frontal 5 a 8 sustancialmente vertical (figura 3) o de una superficie de recubrimiento 4 sustancialmente horizontal del vehículo 2.

55 El principio de medición de la figura 3 aprovecha el "efecto corner" (efecto de "reflector tipo ojo de gato") de una reflexión secundaria del rayo de radar 12 en el plano 10 de la calzada 3, que forma un ángulo aproximadamente recto con la superficie vertical que ha de ser medida, por ejemplo la pared lateral 5, 6 o la pared frontal 7, 8. Como se muestra en la figura 3, según la posición  $x$   $x_1$ ,  $x_2$  de la pared lateral 6 del vehículo 2, el rayo de radar 14 reflejado incide en diferentes receptores de radar 13 manteniéndose igual la dirección de emisión principal 19. Por lo tanto, según la posición  $x$  de la superficie lateral 6, otro receptor de radar 13 recibe respectivamente la señal de recepción  $R_i$  más fuerte. Por lo tanto, mediante la evaluación de las intensidades de señal de las señales de recepción  $R_i$  de los receptores de radar 13 en el dispositivo de evaluación 16 se puede determinar aquel receptor de radar 13 que recibe la señal de recepción  $R_i$  más fuerte. A partir de la posición de recepción  $E_i$  conocida de dicho receptor de radar 13 - y de las demás dimensiones geométricas conocidas como la posición de emisión S y el ángulo  $\beta$  - se puede determinar por tanto la posición, aquí la coordenada x, de la superficie lateral 6 del vehículo 2 en el sistema

de coordenadas 9. Esto requiere tan sólo un sencillo cálculo trigonométrico de las relaciones geométricas representadas en la figura 3 y no requiere ni la evaluación de tiempos de propagación de impulsos ni la doble evaluación de los rayos de radar 12, 14. Evidentemente, el resultado de la medición de posición se puede mejorar adicionalmente mediante la consideración opcional de tiempos de propagación y mediciones de distancia en los rayos de radar 12, 14.

La figura 4 muestra el principio ligeramente variado de la medición de una superficie horizontal como la superficie de recubrimiento 4. Como se puede ver, en caso de diferentes alturas  $y_1$ ,  $y_2$  de la superficie de recubrimiento 4 del vehículo 2, el rayo de radar 12 emitido bajo el ángulo  $\beta$  en la dirección de emisión principal 19 incide en diferentes receptores de radar 13, de manera que a partir de la posición de recepción  $E_i$  de aquel emisor de radar 13 que recibe la señal de recepción  $R_i$  más grande, y de los valores conocidos de la posición de emisión  $S$  y del ángulo  $\beta$ , se puede calcular a su vez por cálculo trigonométrico, la posición, aquí la coordenada  $y$ , de la superficie de recubrimiento 4 del vehículo 2.

Por lo tanto, en las formas de realización de las figuras 3 y 4, la selección de la señal de recepción  $R_i$  más fuerte y por tanto del receptor de radar 13 en el que con más fuerza incide el rayo de radar 14 reflejado, se puede mejorar respectivamente si también los receptores de radar 13 se dotan de antenas direccionales, es decir de una dirección de recepción principal 22 que corresponde al eje de un lóbulo de recepción 23 del emisor de radar 13 correspondiente. Para ello, en la forma de realización de la figura 3, la dirección de recepción principal 22, aquí representada por el ángulo  $\gamma$  con respecto a la vertical 20, se ajusta paralelamente con respecto a la dirección de emisión principal 19 ( $\beta=\gamma$ ); y en la forma de realización de la figura 4, la dirección de recepción principal 22 se ajusta con respecto a la vertical 20 en simetría especular con respecto a la dirección de emisión principal 19 ( $\gamma=-\beta$ ).

Como se puede ver en las figuras 3 y 4 también es posible usar respectivamente un emisor-receptor de radar (transceptor) 24 por cada uno de los emisores y receptores de radar 11, 13. Dicho de otra manera, en las posición de emisión y de recepción  $S$ ,  $E_i$  se dispone respectivamente un emisor-receptor 24 que opcionalmente se puede hacer funcionar o bien como emisor de radar 11, o bien como receptor de radar 13. La selección del modo de funcionamiento del respectivo emisor-receptor 24 puede ser controlada en multiplex por división de tiempo por el dispositivo de evaluación 16, es decir que este selecciona a partir de qué momento un emisor-receptor 24 trabaja como emisor de radar 11 o como receptor de radar 13.

Preferentemente, en un momento determinado respectivamente sólo uno de los emisores-receptores 24 actúa como emisor de radar 11 y todos los demás actúan como receptores de radar 13 (procedimiento de multiplex por división de tiempo; TDMA, Time Division Multiplex Access). Sin embargo, esto no es obligatorio, sino que también se pueden hacer funcionar simultáneamente varios emisores de radar 11 en diferentes frecuencias (procedimiento de multiplex por división de frecuencia; FDMA, Frequency Division Multiplex Access) o mediante diferentes codificaciones o modulaciones ortogonales (procedimiento de multiplex por división de código, CDMA, Code Division Multiple Access), de manera que el dispositivo 1 se componga al mismo tiempo de varios "sub"-dispositivos 1, es decir, que se componga respectivamente de un emisor de radar 11 y varios receptores de radar 13. También se puede ver que las posiciones  $S$  del emisor de radar 11 y  $E_i$  de los receptores de radar 13 se encuentran de forma discrecional e intercambiable encima del plano 10 de la calzada 3 y se seleccionan respectivamente para la disposición de medición deseada, es decir, el área deseada de puntos de medición en el plano de medición 13 que ha de ser medido con la misma.

Las figuras 5 y 6 muestran otro principio de medición del dispositivo 1 de las figuras 1 a 4 que se puede usar alternativamente o adicionalmente a los principios de medición de las figuras 1 a 4. En las figuras 5 y 6 se usan sendos pares de un emisor de radar 11 y un receptor de radar 13 - formado por los emisores-receptores 24 - que están dotados respectivamente de antenas direccionales de dirección controlable: Tanto la dirección de emisión principal 19 del emisor de radar 11 como la dirección de emisión principal 22 del receptor de radar 13 son controlables; es decir que se pueden modificar sus ángulos  $\beta$  y  $\gamma$  en el plano de medición 18. Las figuras 5 y 6 muestran respectivamente a título de ejemplo dos posiciones angulares  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  y  $\gamma_1$  y  $\gamma_2$  de las direcciones de emisión principales y direcciones de recepción principales 19, 22.

En la figura 5, para la medición se superficies verticales 5 a 8 del vehículo 2, las direcciones de emisión principales y direcciones de recepción principales 19, 22 se seleccionan respectivamente de forma paralela: En un primer momento  $t_1$ ,  $\beta_1=\gamma_1$ , y en un segundo momento  $t_2$ ,  $\beta_2=\gamma_2$ . En la forma de realización de la figura 6, para la medición de superficies horizontales 4 se usan direcciones de emisión principales y direcciones de recepción principales 19, 22 contrarias, es decir, en un primer momento  $t_1$ ,  $\beta_1=\gamma_1$ , y en un segundo momento  $t_2$ ,  $\beta_2=\gamma_2$ . Se entiende que las direcciones de emisión principales y direcciones de recepción principales 19, 22 del emisor de radar 11 y el receptor de radar 13 se pueden poner además en otras posiciones en otros momentos  $t_3$ ,  $t_4$  ..., en general  $t_i$ ; por ejemplo, las direcciones de emisión principales y direcciones de recepción principales 19, 22 se pivotan de forma continua o discretizada a través de un intervalo angular.

Por lo tanto, mediante el uso sucesivo de diferentes direcciones de emisión y de recepción principales 19, 22 o ángulos  $\beta, \gamma$ , se pueden "explorar" diferentes puntos de medición en el plano de medición 18: En la posición angular

$\beta, \gamma$  o dirección de emisión y de recepción principal 19, 22 en la que se recibe la señal de recepción  $R_i$  más fuerte en el receptor de radar 13, obviamente se ha producido la reflexión en la superficie 6 (figura 5) o 4 (figura 6) que ha de ser medida. A partir de la dirección 19, 22 o  $\beta, \gamma$  encontrada de esta manera y, entonces, conociendo las posiciones de emisión y de recepción  $S, E_i$  del emisor de radar 11 y del receptor de radar 13 (aquí: altura de montaje  $h$  y distancias  $d_i$ ) se pueden calcular a su vez por cálculos trigonométricos la coordenada  $x$  de la pared lateral 6 (figura 5) o la coordenada  $y$  de la pared de recubrimiento 4 (figura 6).

Para el control de dirección de los emisores de radar y receptores de radar 11, 13, estos pueden dotarse por ejemplo de antenas direccionales pivotantes mecánicamente, de una pluralidad de antenas direccionales seleccionables de forma selectiva, o preferentemente de redes de antenas excitadas en fase (phased arrays), desplegando estas últimas un efecto direccional en una dirección deseada mediante una diferente excitación de fase de una multiplicidad de antenas dispuestas unas al lado de otras, como sabe el experto. El control direccional también sirve para determinar no sólo un solo punto en su posición, sino para determinar ("escanear") la posición de una superficie entera mediante un pivotamiento de la dirección de radiación de las antenas.

En lugar de un uso sucesivo temporalmente de diferentes direcciones de emisión principales y direcciones de recepción principales 19, 22 o ángulos  $\beta, \gamma$ , estos también se pueden usar simultáneamente si el emisor de radar 11 y el receptor de radar 13 tienen respectivamente varias antenas direccionales orientadas de distintas maneras, como se describe en detalle más adelante con la ayuda de la figura 8.

Se entiende que se pueden combinar entre ellas las formas de realización de las figuras 3 y 4 por una parte y de las figuras 5 y 6 por otra parte. Por lo tanto, por ejemplo en los emisores de radar y receptores de radar 11, 13 de dirección controlable de la forma de realización de las figuras 5,6 por el dispositivo de evaluación 16 también pueden ser evaluados receptores de radar 13 adicionales en otras posiciones de recepción  $E_i$ , recurriendo para la evaluación trigonométrica a aquel receptor de radar 13 que en una posición angular  $\beta, \gamma$  determinada lleva respectivamente la señal de recepción  $R_i$  más fuerte. De esta manera, se puede ampliar el intervalo de medición (la "apertura") del dispositivo de medición de las figuras 5, 6, por ejemplo a través del ancho completo de la calzada 3 (figura 2a) o de una sección longitudinal más larga de la calzada (figura 2b). Viceversa, en la forma de realización de las figuras 3, 4, se pueden variar adicionalmente estas direcciones  $\beta, \gamma$  para obtener con el mismo número de receptores de radar 13 puntos de medición o de exploración adicionales en el plano de medición 18.

La figura 7 muestra el principio del "range gating" mediante la creación de un intervalo de tiempo 25 respectivamente después de un impulso de emisión  $T$  de un rayo de radar 12 pulsado. Se consideran únicamente impulsos de recepción  $I_i$  que aparecen dentro del intervalo de tiempo 25 en las señales de recepción  $R_i$  de los receptores de radar 13; no se considera un impulso de recepción  $I_4$  que llega después del intervalo de tiempo 25 ("demasiado tarde") dentro del intervalo de bloqueo 26, es decir, el dispositivo de evaluación 16 ignora durante su comparación de intensidades de señales aquellas señales de recepción  $R_i$  de receptores de radar 13 que se refieran a un impulso de recepción fuera del intervalo de tiempo 25 después del impulso de emisión  $T$  correspondiente. De forma análoga, se pueden emplear para ello otros principios de medición de tiempo de propagación como por ejemplo procedimientos FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) para el "range gating" como sabe el experto.

De esta manera, se pueden ocultar reflexiones múltiples de los rayos de radar 13 tales como se producen por ejemplo en objetos del entorno como el puente de montaje 17 o por ejemplo entre la placa de fondo 27 del vehículo 2 y la calzada 3 y que conducen a tiempos de propagación de señales más largos, de modo que se consideran sólo reflexiones primarias en el vehículo 2 (figuras 1,4,6) o reflexiones primarias y secundarias en el vehículo 2 y la calzada 3 (figuras 3,5).

La figura 8 muestra sobre el tiempo  $t$  la señal de recepción  $R_i$  de un solo receptor de radar 13 de la forma de realización de las figuras 5,6 en estadios a,b, c,... sucesivos del procedimiento de medición, que corresponden respectivamente a otra posición angular  $\beta, \gamma$  de las direcciones de emisión principales y direcciones de recepción principales 19, 22. Como se puede ver, con diferentes ángulos  $\beta_1, \gamma_1; \beta_2, \gamma_2; \beta_3, \gamma_3$  se producen señales de recepción  $R_1, R_2, R_3$  con diferentes intensidades de señal  $RSS_{i1}, RSS_{i2}, RSS_{i1}$  - o en caso de rayos de radar pulsados con impulsos de recepción  $I_3, I_2, I_1$  de distinta intensidad. Mediante la grabación de las señales de recepción  $R_i$  o impulsos  $I_i$  en los estadios a,b,c sucesivos y la comparación subsiguiente de las intensidades de señal  $RSS_{i1}$  o impulsos  $I_i$  se puede determinar la posición angular  $\beta_i, \gamma_i$  con la que se produce la máxima intensidad de señales  $RSS_{i1}$ . De esta manera, se han encontrado a su vez los ángulos  $\beta_i, \gamma_i$  y con la ayuda de los cálculos trigonométricos mencionados se puede calcular la posición de la superficie 6 o 4 que ha de ser medida.

En la forma de realización en la que los emisores y receptores de radar 11,13 tienen respectivamente varias antenas direccionales orientadas en los diferentes ángulos  $\beta_1, \gamma_1; \beta_2, \gamma_2; \beta_3, \gamma_3$ , de manera que las mediciones mencionadas anteriormente se pueden realizar simultáneamente en las diferentes direcciones de emisión principales y direcciones de recepción principales 19, 22, las señales de recepción  $R_i$  representadas en la figura 8 representan al mismo tiempo las señales de recepción de diferentes antenas direccionales a),b),c)... del receptor de radar 13. Por lo tanto, las señales de recepción  $R_i$  no se obtienen en estadios sucesivos, sino simultáneamente en las salidas de diferentes antenas direccionales a),b),c)... del mismo receptor de radar 13.

5 También en esta forma de realización se puede determinar a su vez mediante la comparación de las intensidades de señal RSSI<sub>i</sub> o impulsos I<sub>i</sub> aquella antena direccional a),b),c)... del receptor de radar 13 y, por tanto, aquella posición angular  $\gamma_1$  ( $\gamma_1 = \beta_1$  en la figura 5;  $\gamma_1 = -\beta_1$  en la figura 6), en las que se produce la máxima intensidad de señales RSSI<sub>i</sub>. De esta manera, se han encontrado a su vez los ángulos  $\beta_1$  y  $\gamma_1$  y con la ayuda de los cálculos trigonométricos mencionados se puede calcular a su vez la posición de la superficie 6 o 4 que ha de ser medida. También esta variante se puede combinar con todas las variantes mencionadas anteriormente del procedimiento y del dispositivo.



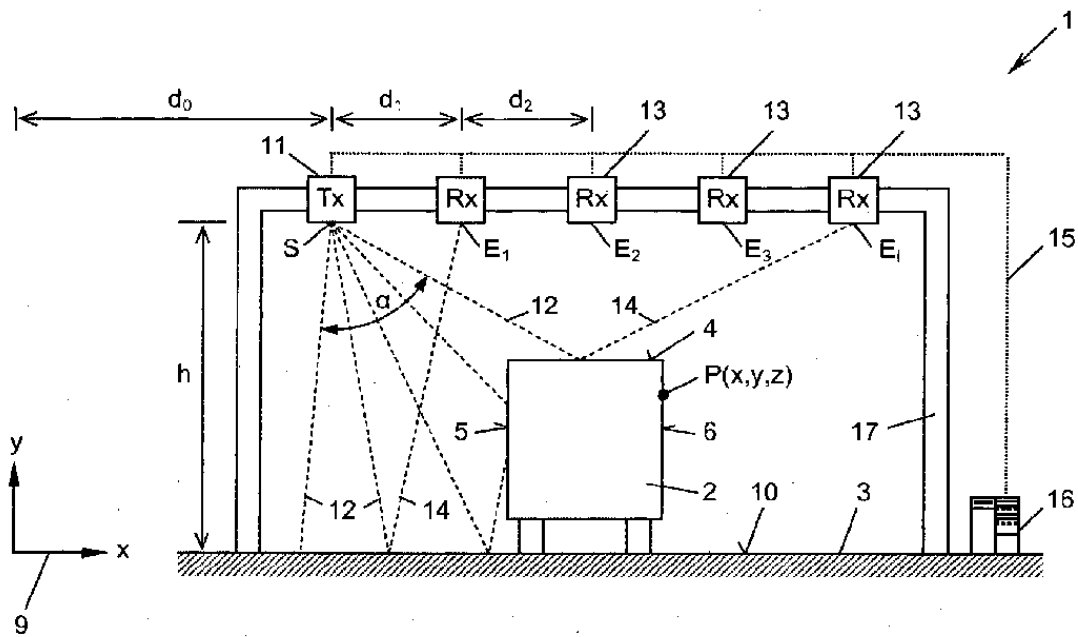
## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) para medir la posición (P) de un vehículo (2) o de una superficie (4-8) de este sobre una calzada (3), con  
 5 al menos un emisor de radar (11) que está dispuesto en una posición de emisión (S) encima del plano (10) de la calzada (3) de forma estacionaria con respecto a esta y que emite rayos de radar (12) hacia abajo, **caracterizado por**  
 una pluralidad de receptores de radar (13) que están dispuestos de forma distribuida en diferentes posiciones de recepción ( $E_i$ ) con separaciones ( $d_i$ ) mutuas por encima del plano (10) de la calzada (3) de forma estacionaria con  
 10 respecto a esta y que reciben reflexiones (14) de los rayos de radar (12) desde abajo y las transforman respectivamente en una señal de recepción ( $R_i$ ), y  
 un dispositivo de evaluación (16) conectado al emisor de radar (11) y a los receptores de radar (13), que está realizado para comparar las intensidades de señal ( $RSSI_i$ ) de las señales de recepción ( $R_i$ ) de los diferentes  
 15 receptores de radar (13) y determinar de esta manera al menos un receptor de radar (13) que presenta una señal de recepción ( $R_i$ ) más débil o la más fuerte y para medir, a partir de la posición de emisión (S) y de la posición de recepción ( $E_i$ ) del al menos un receptor de radar (13) determinado, la posición (P) mencionada.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el emisor de radar (11) y los receptores de radar (13) se encuentran en un plano (18) común que cruza la calzada (3), estando montados preferentemente en un puente de montaje (17) que atraviesa la calzada (3).
3. Dispositivo según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** el emisor de radar (11) emite de forma controlada por impulsos de emisión (T) rayos de radar (12) pulsadas y las señales de recepción ( $R_i$ ) contienen por  
 25 consiguiente impulsos de recepción ( $I_i$ ), estando realizado el dispositivo de evaluación (16) para considerar para la medición de posición sólo aquellas señales de recepción ( $R_i$ ), cuyos impulsos de recepción ( $I_i$ ) se encuentren respectivamente dentro de un intervalo de tiempo (25) predeterminado después de un impulso de emisión (T).
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el dispositivo de evaluación (16) está realizado para determinar en la comparación mencionada aquellos receptores de radar (13) que presentan una señal de recepción ( $R_i$ ) más débil.  
 30
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el emisor de radar (11) emite los rayos de radar (12) de forma dirigida en una dirección de emisión principal (19) que está inclinada con respecto a la vertical (20), y por que el dispositivo de evaluación (16) está realizado para determinar en la comparación  
 35 mencionada el receptor de radar (13) que presenta la señal de recepción ( $R_i$ ) más fuerte.
6. Dispositivo según la reivindicación 5, **caracterizado por que** cada receptor de radar (13) recibe reflexiones (14) preponderantemente en una dirección de recepción principal (22) inclinada con respecto a la vertical (20), encontrándose en un plano (18) común la dirección de emisión principal (19) y las direcciones de recepción principales (22).  
 40
7. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado por que** las direcciones de recepción principales (22) son paralelas unas respecto a otras y con respecto a la dirección de emisión principal (19), para determinar la posición (P) de una superficie sustancialmente vertical (5-8).  
 45
8. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado por que** las direcciones de recepción principales (22) son paralelas unas respecto a otras y con respecto a la dirección de emisión principal (19) están inclinadas en simetría especular respecto a la vertical (20), para determinar la posición (P) de una superficie (4) sustancialmente horizontal.
9. Dispositivo según la reivindicación 3 en combinación con las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado por que** el dispositivo de evaluación (16) está realizado para realizar adicionalmente mediciones de tiempo de propagación entre impulsos de emisión y de recepción (T,  $I_i$ ) y determinar a partir de estas la distancia de la superficie (4-8) con respecto a uno o varios receptores de radar (13) para mejorar la medición de posición.  
 50
10. Dispositivo según la reivindicación 9, **caracterizado por que** las mediciones de tiempo de propagación entre impulsos de emisión y de recepción (T,  $I_i$ ) son mediciones de tiempo de propagación de impulso.  
 55
11. Dispositivo según la reivindicación 9, **caracterizado por que** las mediciones de tiempo de propagación entre impulsos de emisión y de recepción (T,  $I_i$ ) se realizan según el procedimiento FMCW.  
 60
12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 a 11, **caracterizado por que** las direcciones de emisión principales y las direcciones de recepción principales (19, 22) del emisor de radar (11) y de los receptores de radar (13) pueden modificarse durante el funcionamiento, preferentemente mediante redes de antenas excitadas en fase o mediante la selección de antenas direccionales (a,b,c) individuales.  
 65

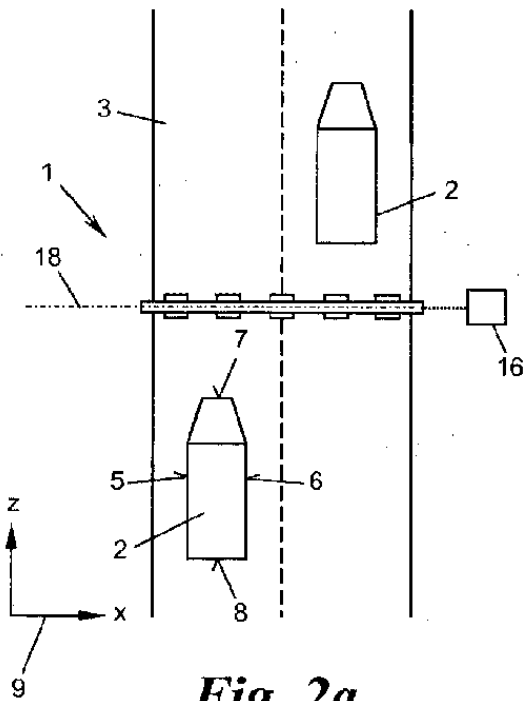
13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por que** el emisor de radar (11) y los receptores de radar (13) están formados respectivamente por un emisor-receptor de radar (13) que en multiplex por división de código, de tiempo o de frecuencia puede hacerse funcionar opcionalmente como emisor de radar (11) o como receptor de radar (13).

5

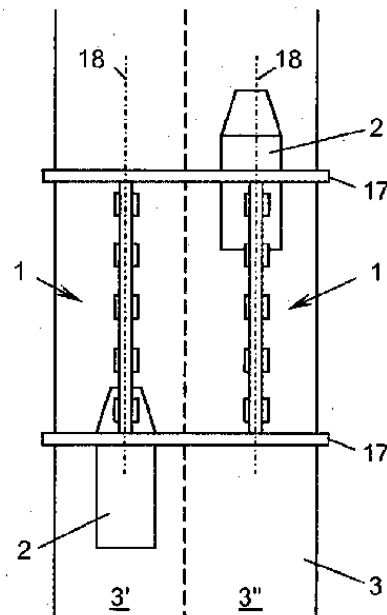
14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado por que** la frecuencia de los rayos de radar (12, 14) es de 1 GHz a 100 GHz, preferentemente de 50 GHz a 100 GHz.



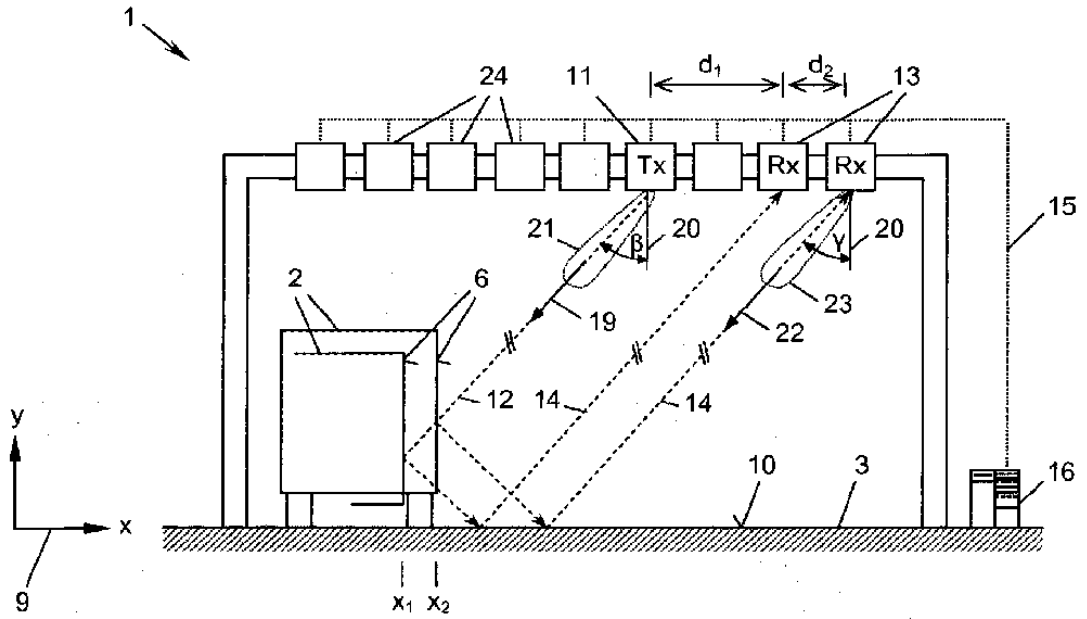
**Fig. 1**



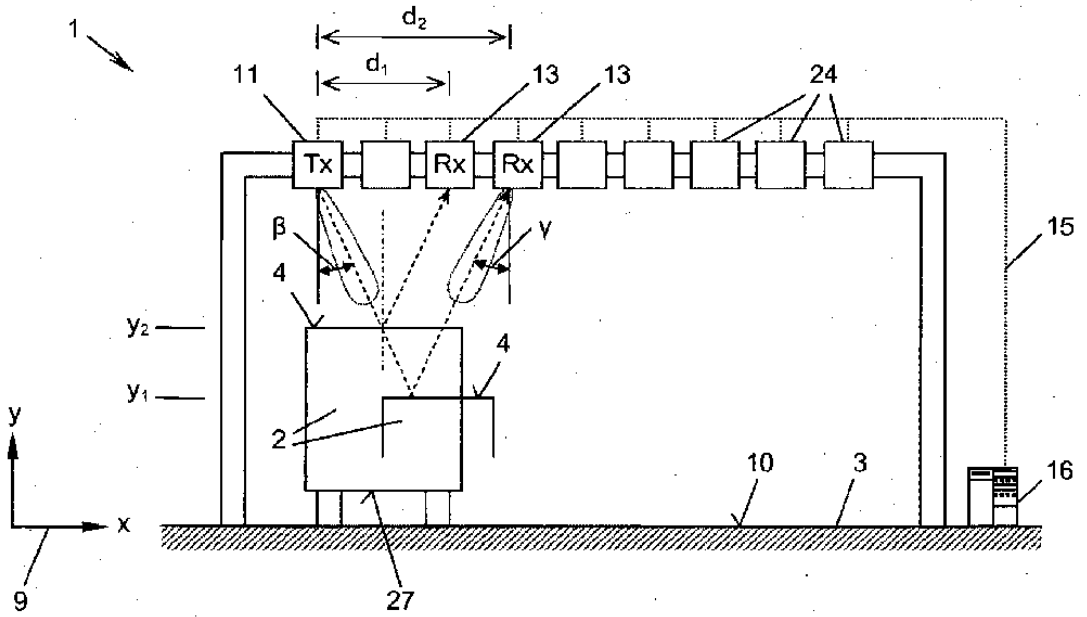
**Fig. 2a**



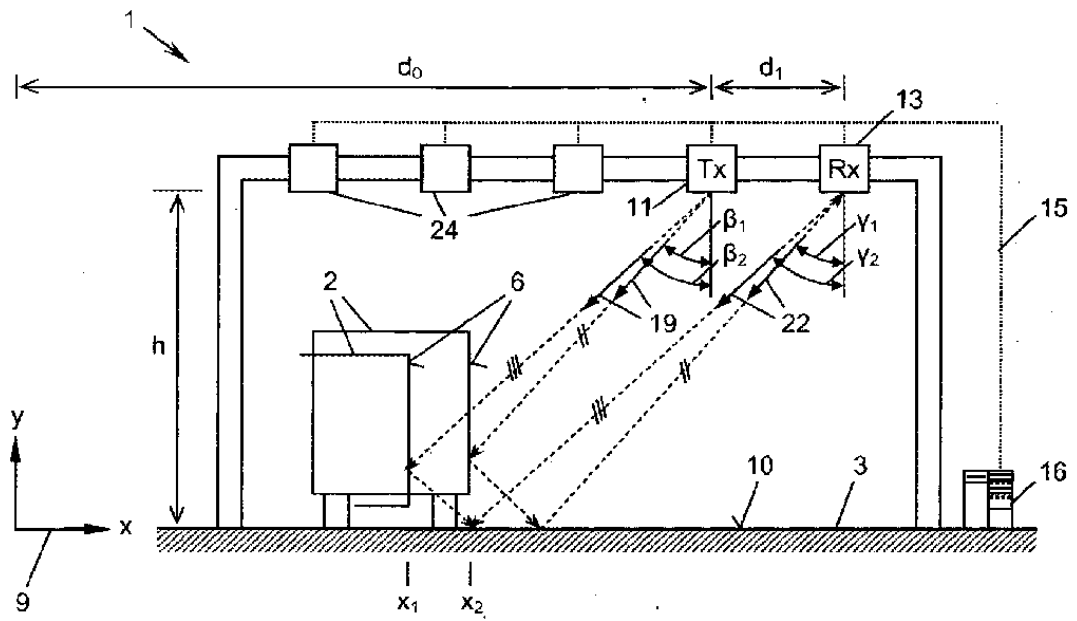
**Fig. 2b**



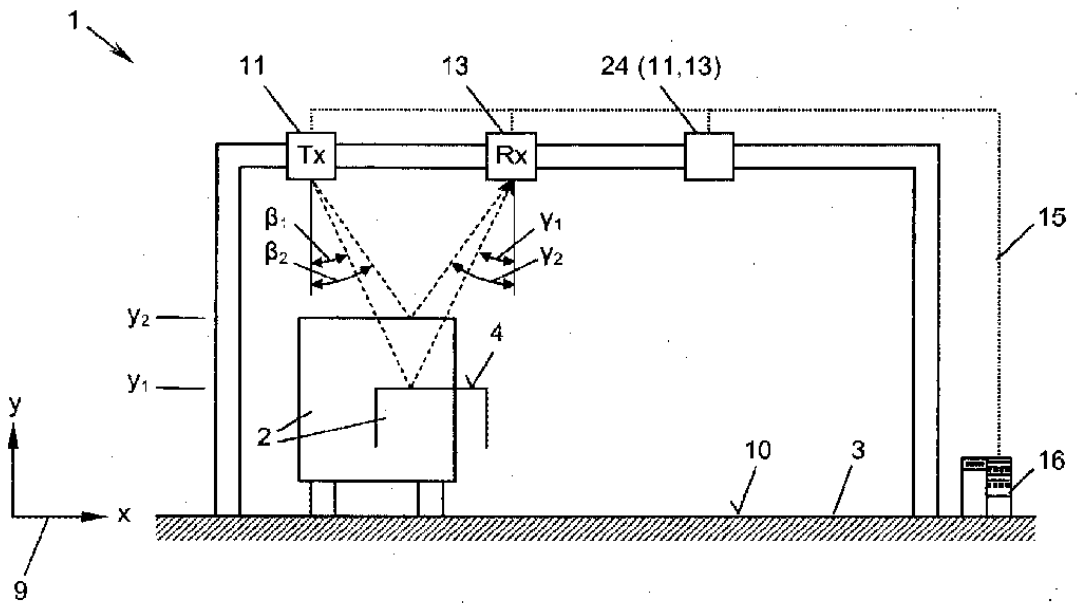
**Fig. 3**



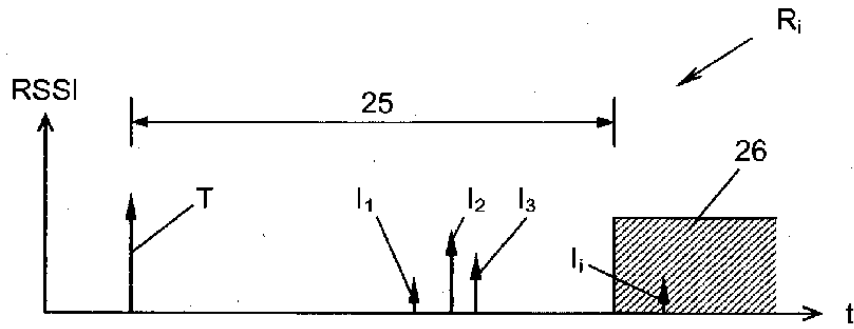
**Fig. 4**



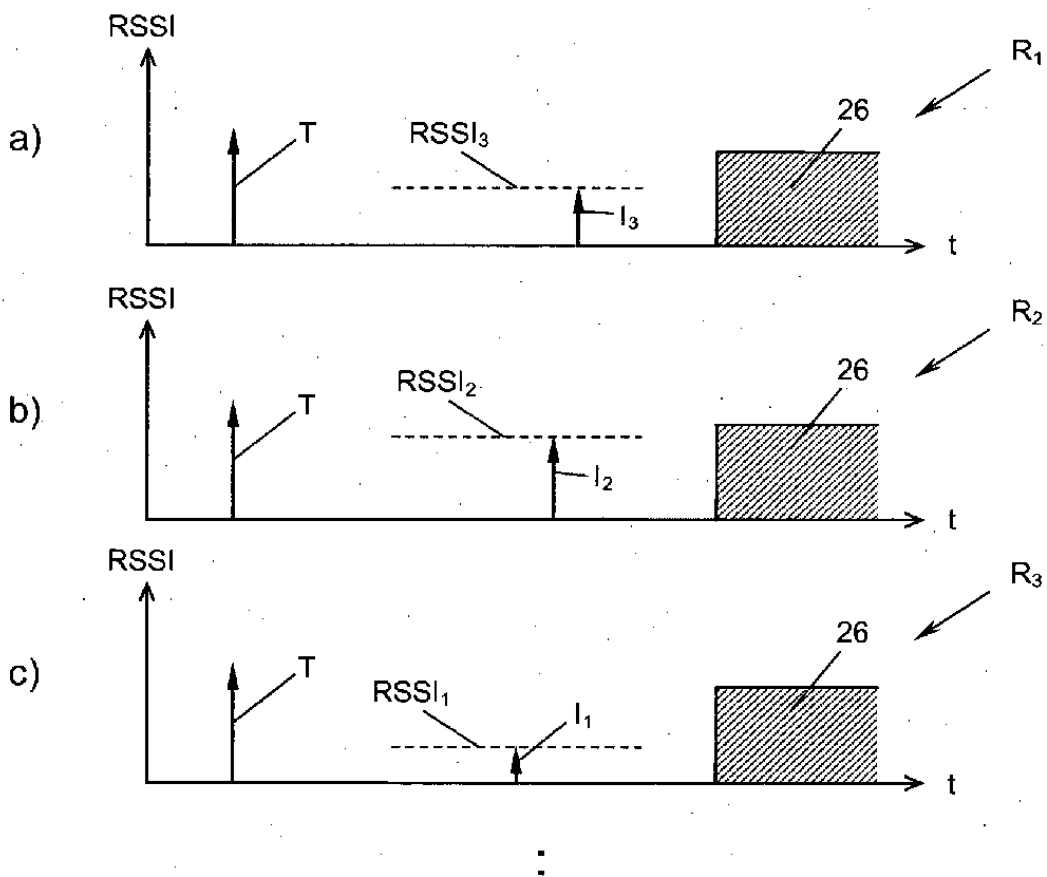
**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**