

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 541 427**

51 Int. Cl.:

G01S 13/00 (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 13167405 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2015 EP 2804012**

54 Título: **Procedimiento para medir la posición de una superficie de un vehículo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.07.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

NAGY, OLIVER

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 541 427 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para medir la posición de una superficie de un vehículo

5 La presente invención se refiere a procedimientos para medir la posición de una superficie de un vehículo 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, 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 procedimientos novedosos para la medición de posición de superficies de vehículos, 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 procedimiento del tipo mencionado al principio, con los pasos:

- 35 a) emisión de un primer rayo de radar desde una posición de emisión por encima del plano de la calzada en una primera dirección de emisión principal inclinada oblicuamente hacia abajo, recepción de un primer rayo de radar reflejado en una posición de recepción por encima del plano de la calzada en una primera dirección de recepción principal inclinada oblicuamente hacia abajo y transformación del primer rayo de radar reflejado en una primera señal de recepción, estando distanciadas entre ellas la posición de emisión y la posición de recepción y estando situadas en un plano común la primera dirección de emisión principal y la primera dirección de recepción principal;
- 40 b) emisión de un segundo rayo de radar desde la posición de emisión en una segunda dirección de emisión principal inclinada oblicuamente hacia abajo, recepción de un segundo rayo de radar reflejado en la posición de recepción en una segunda dirección de recepción principal inclinada oblicuamente hacia abajo y transformación del segundo rayo de radar reflejado en una segunda señal de recepción, estando situadas en el plano mencionado la segunda dirección de emisión principal y la segunda dirección de recepción principal;
- 45 c) selección de la señal de recepción con la mayor intensidad de señal; y
- 50 d) determinación de la posición mencionada a partir de las posiciones de emisión y de recepción y las direcciones de emisión principales y de recepción principales de la señal de recepción con la mayor intensidad de señal;

realizándose los pasos a) y b) o bien sucesivamente o bien simultáneamente.

55 La invención está basada en el uso de un rayo de radar de dirección controlable y una evaluación de las señales de recepción del rayo de radar en diferentes posiciones angulares, indicando la señal de recepción más fuerte las direcciones de emisión y de recepción en las que se produce la reflexión en la superficie buscada; con cálculos geométricos sencillos sobre la base de las posiciones de emisión y de recepción conocidos y de las direcciones de emisión y de recepción (ángulos) con respecto a la calzada, determinados de esta manera, como plano de referencia y eventualmente como plano de reflexión secundario se pueden determinar por tanto puntos de medición individuales en el plano de medición formado por las direcciones de emisión y de recepción. Para ello, no se requieren mediciones de Doppler, de interferencia ni de tiempo de propagación; basta con evaluaciones sencillas de las intensidades de señal de las señales de recepción, lo que simplifica en fuerte medida la evaluación por cálculos del procedimiento de medición. Por lo tanto, incluso con una multiplicidad de emisores y receptores de radar que se disponen por ejemplo en la misma calzada para obtener varios puntos de medición distribuidos por la calzada, el procedimiento se puede realizar con un hardware económico.

60

65

En formas de realización sencillas de la invención, los rayos de radar pueden ser rayos de radar CW (Continuous Wave - onda continua) o rayos de radar FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave - onda continua de frecuencia modulada) y el dispositivo de evaluación evalúa por ejemplo sólo las intensidades de señal de las señales de recepción. En rayos de radar CW o FMCW, el dispositivo de evaluación puede realizar por ejemplo mediciones de interferencia o FMCW para la medición de distancias.

En una forma de realización alternativa de la invención, los rayos de radar contienen impulsos de emisión y las señales de recepción contienen por consiguiente impulsos de recepción, considerándose para la selección mencionada sólo aquellas señales de recepción, cuyos impulsos de emisión se sitúen respectivamente dentro de un intervalo de tiempo determinado después de un impulso de emisión. Los intervalos de tiempo ("range gates") se pueden ajustar 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 y la susceptibilidad a parásitos.

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, cada dirección de emisión principal y cada dirección de recepción principal correspondiente son paralelas unas respecto a otras para medir la posición de una superficie sustancialmente vertical; según una forma de realización alternativa, cada dirección de recepción principal y cada dirección de recepción principal están inclinadas en simetría especular respecto a la vertical, para medirla posición de una superficie sustancialmente horizontal. 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 córner"). La segunda forma de realización mide directamente la reflexión primaria en una superficie horizontal, por ejemplo la superficie de recubrimiento o el capó del vehículo.

Preferentemente, para el procedimiento se usan no sólo dos, sino muchas direcciones de emisión principales y de recepción principales diferentes para obtener más de dos señales de recepción, entre los que se selecciona la señal de recepción con la mayor intensidad de señal. De esta manera, se puede obtener una multiplicidad de puntos de medición en el plano común mencionado.

Otra forma de realización del procedimiento de la invención consiste en que se usa al menos una posición de recepción adicional para obtener señales de recepción adicionales, seleccionándose entre todas las señales de recepción y señales de recepción adicionales la señal de recepción con la mayor intensidad de señal. De esta manera se pueden obtener todavía más puntos de medición, por ejemplo también de forma distribuida por el ancho de la calzada, para aumentar el intervalo de medición (la "apertura") del procedimiento de medición. Para ello, preferentemente, la posición de recepción y la posición de recepción adicional se encuentran en el plano común mencionado, de manera que el plano forma un plano de medición, por ejemplo transversal a la calzada o en la dirección longitudinal de la calzada, dentro del que una multiplicidad de puntos de medición pueden ser explorados por el control de los dispositivos de emisión y de recepción correspondientes y la selección de la posición de recepción correspondiente.

Resulta especialmente ventajoso si el plano de medición mencionado es transversal a la calzada, preferentemente usando un puente de montaje que atraviesa la calzada y en el que se montan emisores de radar y receptores de radar para la emisión y la recepción de los rayos de radar. 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 esté orientado a lo largo de la calzada o que discurra 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.

Por la concepción sencilla de los emisores y receptores de radar que tienen que ser controlables tan sólo en cuanto a su dirección, por ejemplo mediante antenas pivotantes o mediante la selección entre varias antenas direcciones ajustadas fijamente, es posible usar componentes de peso muy ligero que conducen también a una construcción de puente de montaje con un peso correspondientemente ligero y por tanto económica. En una forma de realización preferible, las direcciones de emisión principales y de recepción principales se ajustan mediante redes de antenas excitadas en fase, lo que permite prescindir de piezas movidas mecánicamente y permite una construcción libre de mantenimiento y duradera.

En ambas variantes de puede realizar adicionalmente una medición de tiempo de propagación de impulsos, si se usan rayos de radar pulsados, para aumentar la precisión de medición. Para ello, se realizan mediciones de tiempo de propagación entre impulsos de emisión e impulsos de recepción y a partir de las mismas se determina la distancia de la superficie con respecto a las posiciones de emisión y de recepción, para mejorar la medición de posición. Alternativamente, los rayos de radar pueden ser rayos de radar FMCW y a partir de estos se puede determinar según el procedimiento FMCW la distancia de la superficie con respecto a las posiciones de emisión y de recepción, o bien, los rayos de radar pueden ser rayos de radar CW y a partir de estos se puede determinar según

un procedimiento de interferencia de fases la distancia de la superficie con respecto a las posiciones de emisión y de recepción, para mejorar la medición de posición.

5 Según otra forma de realización ventajosa de la invención, los rayos de radar son enviados y recibidos por emisores-receptores de radar que se hacen funcionar respectivamente en multiplex por división de código, de tiempo o de frecuencia opcionalmente como emisor o receptor. 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 manera 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 procedimiento de la invención resulta adecuado para cualquier tipo de radar, ya sea radar de impulsos, CW o FMCW, 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.

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

25 la figura 1, un ejemplo de un dispositivo para la medición de posición, visto esquemáticamente en la dirección longitudinal de la calzada;
 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 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 dos ejemplos de variantes de procedimiento de la invención;
 las figuras 5 y 6, las relaciones geométricas en la medición de una superficie lateral (figura 5) o superficie de recubrimiento (figura 6) de un vehículo con la ayuda de otros dos ejemplos de variantes de procedimiento de la invención;
 35 la figura 7, un diagrama de tiempo de las formas de realización de range-gating del procedimiento de la invención; y
 la figura 8, un diagrama de tiempo de las señales de recepción en el marco del procedimiento de la invención según las figuras 5 y 6.

40 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.

50 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; simplificado esto último los cálculos trigonométricos.

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.

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 CW 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.

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.

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 α , 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.

La medición de posición se puede mejorar si adicionalmente - por ejemplo, con la ayuda de mediciones de interferencia en rayos de radar CW 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.

Las figuras 3 y 4 muestran un principio de medición del dispositivo 1, empleado alternativamente o adicionalmente a la figura 1. 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 β 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 esterorradiantes. 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.

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 (figura 3) sustancialmente vertical o de una superficie de recubrimiento 4 (figura 4) sustancialmente horizontal del vehículo 2.

El principio de medición de la figura 3 aprovecha el "efecto córner" (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 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 β - 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 β 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 β , 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 γ 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 posiciones 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 β y γ en el plano de medición 18. Las figuras 5 y 6 muestran respectivamente a título de ejemplo dos posiciones angulares β_1 , β_2 y γ_1 y γ_2 de las direcciones de emisión principales y direcciones de recepción principales 19, 22.

En la figura 5, para la medición de 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 lo largo de un intervalo angular.

Por lo tanto, mediante el uso sucesivo de diferentes direcciones de emisión y de recepción principales 19, 22 o ángulos β, γ , se pueden "explorar" diferentes puntos de medición en el plano de medición 18: En la posición angular β, γ 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 β, γ encontrada de esta manera, conociendo las posiciones de emisión y de recepción S , E_i conocidas 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).

5 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 punto individual en su posición, sino para determinar ("escanear") la posición de una superficie entera mediante un pivotamiento de la dirección de radiación de las antenas.

10 En lugar de un uso sucesivo de diferentes direcciones de emisión principales y de recepción principales 19, 22 o ángulos β, γ , 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.

15 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 β, γ 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 β, γ para obtener con el mismo número de receptores de radar 13 puntos de medición o de exploración adicionales en el plano de medición 18.

20 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_a 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.

25 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).

30 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 β, γ de las direcciones de emisión principales y 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 $RSS_{i3}, RSS_{i2}, RSS_{i1}$ - 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 β_i, γ_i con la que se produce la máxima intensidad de señales RSS_{i1} . De esta manera, se han encontrado a su vez los ángulos β_i, γ_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.

35 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.

40 También en esta forma de realización se puede determinar a su vez mediante la comparación de las intensidades de señal RSS_{i1} o impulsos I_i aquella antena direccional a),b),c)... del receptor de radar 13 y, por tanto, aquella posición angular γ_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 RSS_{i1} .

ES 2 541 427 T3

De esta manera, se han encontrado a su vez los ángulos β_1 y γ_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. Procedimiento para medir la posición (P) de una superficie (4-8) de un vehículo (2) sobre una calzada (3), con los pasos:

- 5
- a) emisión de un primer rayo de radar (12) desde una posición de emisión (S) por encima del plano (10) de la calzada (3) en una primera dirección de emisión principal (19) inclinada oblicuamente hacia abajo, recepción de un primer rayo de radar (14) reflejado en una posición de recepción (E_i) por encima del plano (10) de la calzada (3) en una primera dirección de recepción principal (22) inclinada oblicuamente hacia abajo y transformación del primer rayo de radar (14) reflejado en una primera señal de recepción (R_i), estando distanciadas entre ellas la posición de emisión (S) y la posición de recepción (E_i) y estando situadas en un plano común (18) la primera dirección de emisión principal (19) y la primera dirección de recepción principal (22);
- 10
- b) emisión de un segundo rayo de radar (12) desde la posición de emisión (S) en una segunda dirección de emisión principal (19) diferente a la primera e inclinada oblicuamente hacia abajo, recepción de un segundo rayo de radar (14) reflejado en la posición de recepción (E_i) en una segunda dirección de recepción principal (22) diferente a la primera e inclinada oblicuamente hacia abajo y transformación del segundo rayo de radar (14) reflejado en una segunda señal de recepción (R_i), estando situadas en el plano (18) mencionado la segunda dirección de emisión principal (19) y la segunda dirección de recepción principal (22);
- 15
- c) selección de la señal de recepción (R_i) con la mayor intensidad de señal (RSSI_i); y
- 20
- d) determinación de la posición (P) mencionada a partir de las posiciones de emisión y de recepción (S, E_i) y las direcciones de emisión principales y de recepción principales (19, 22) de la señal de recepción (R_i) con la mayor intensidad de señal (RSSI_i);

realizándose los pasos a) y b) o bien sucesivamente o bien simultáneamente.

25

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los rayos de radar (12,14) son rayos de radar CW o FMCW.

30

3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los rayos de radar (12,14) contienen impulsos de emisión (T) y las señales de recepción (R_i) contienen por consiguiente impulsos de recepción (I_i), considerándose para la selección mencionada 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).

35

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** cada dirección de emisión principal (19) y cada dirección de recepción principal (22) correspondiente son paralelas unas respecto a otras para determinar la posición de una superficie (5-8) sustancialmente vertical.

40

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** cada dirección de emisión principal (19) y cada dirección de recepción principal (22) correspondiente están inclinadas en simetría especular respecto a la vertical (20) para determinar la posición (P) de una superficie (4) sustancialmente horizontal..

45

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** se usan más de dos direcciones de emisión principales y de recepción principales (19, 22) distintas para obtener más de dos señales de recepción (R_i), entre las que se selecciona la señal de recepción (R_i) con la mayor intensidad de señal (RSSI_i).

50

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** se usa al menos una posición de recepción (E_i) adicional para recibir los rayos de radar (14) reflejados en las direcciones de recepción principales (22) mencionadas para obtener señales de recepción (R_i) adicionales, seleccionándose de entre todas las señales de recepción (R_i) y señales de recepción (R_i) adicionales la señal de recepción (R_i) con la mayor intensidad de señal (RSSI_i).

55

8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la posición de recepción (E_i) y la posición de recepción (E_i) adicional se encuentran en el plano (18) común mencionado.

60

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** el plano (18) mencionado es transversal a la calzada (3), preferentemente usando un puente de montaje (17) que atraviesa la calzada (3) y en el que se montan los emisores de radar (11) y los receptores de radar (13) para la emisión y la recepción de los rayos de radar..

65

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** las direcciones de emisión principales y de recepción principales (19, 22) se ajustan mediante redes de antenas excitadas en fase o mediante la selección de antenas direccionales (a,b,c) individuales.

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 10, **caracterizado por que** se realizan mediciones de tiempo de propagación entre impulsos de emisión e impulsos de recepción (T,I_i) y a partir de las mismas se

determina la distancia de la superficie (4-8) con respecto a las posiciones de emisión y de recepción (S,E_i), para mejorar la medición de posición.

5 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** los rayos de radar (12,14) son rayos de radar FMCW y a partir de estos se determina según el procedimiento FMCW la distancia de la superficie (4-8) con respecto a las posiciones de emisión y de recepción (S,E), para mejorar la medición de posición.

10 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** los rayos de radar (12,14) son rayos de radar CW y a partir de estos se determina según un procedimiento de interferencia de fases la distancia de la superficie (4-8) con respecto a las posiciones de emisión y de recepción (S,E), para mejorar la medición de medición..

15 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** los rayos de radar (12,14) son enviados y recibidos por emisores-receptores de radar (24) que se hacen funcionar respectivamente en multiplex por división de código, de tiempo o de frecuencia opcionalmente como emisor (11) o receptor (13).

15 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 14, **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.

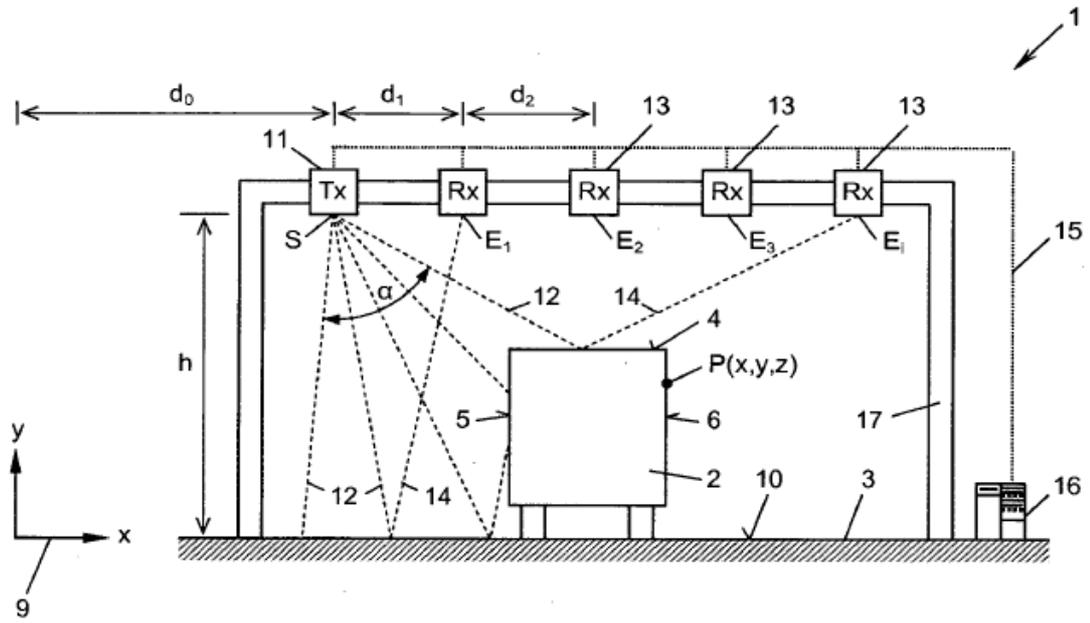


Fig. 1

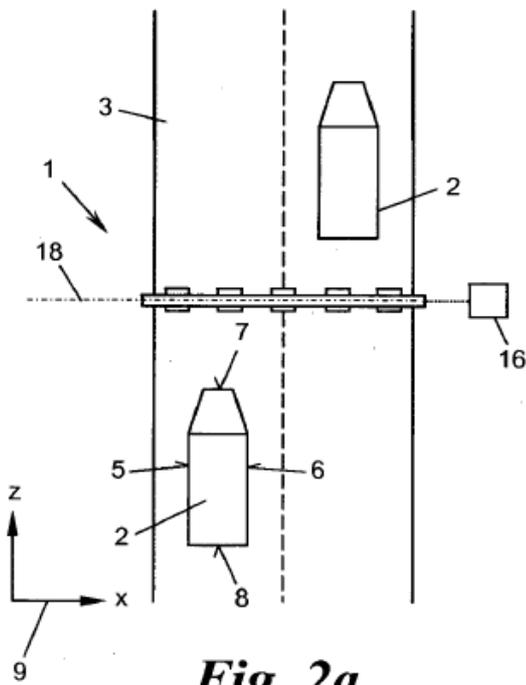


Fig. 2a

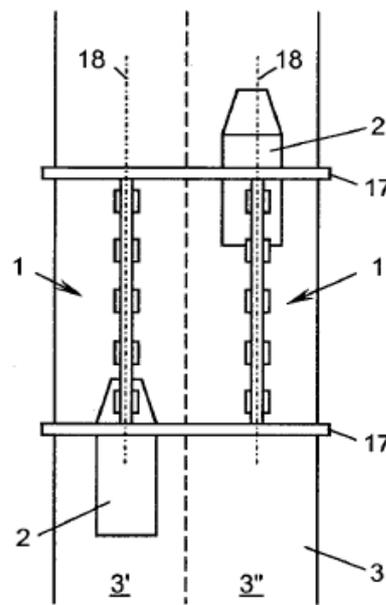


Fig. 2b

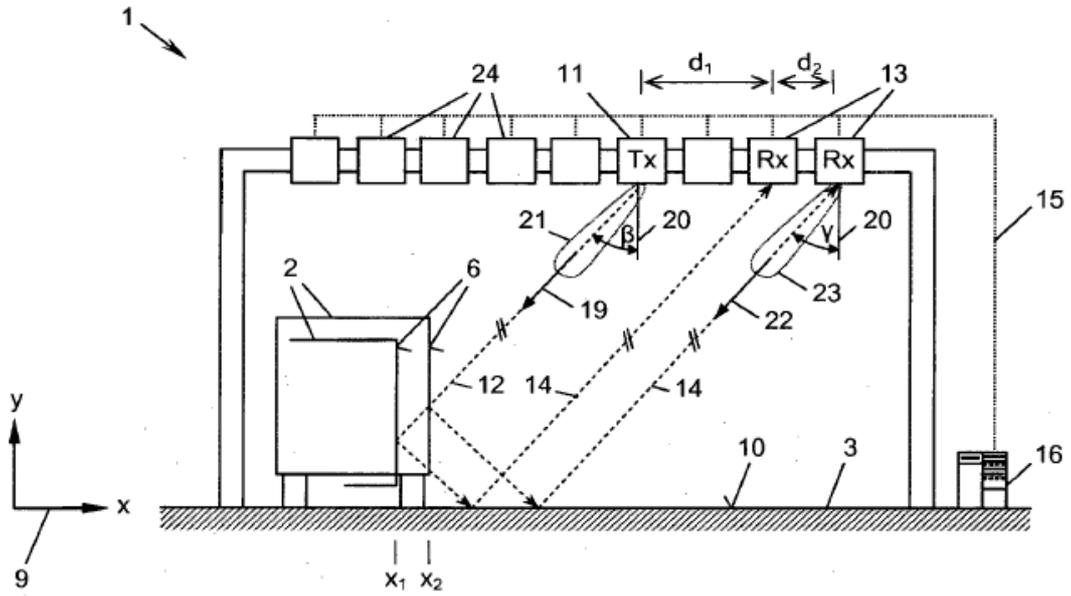


Fig. 3

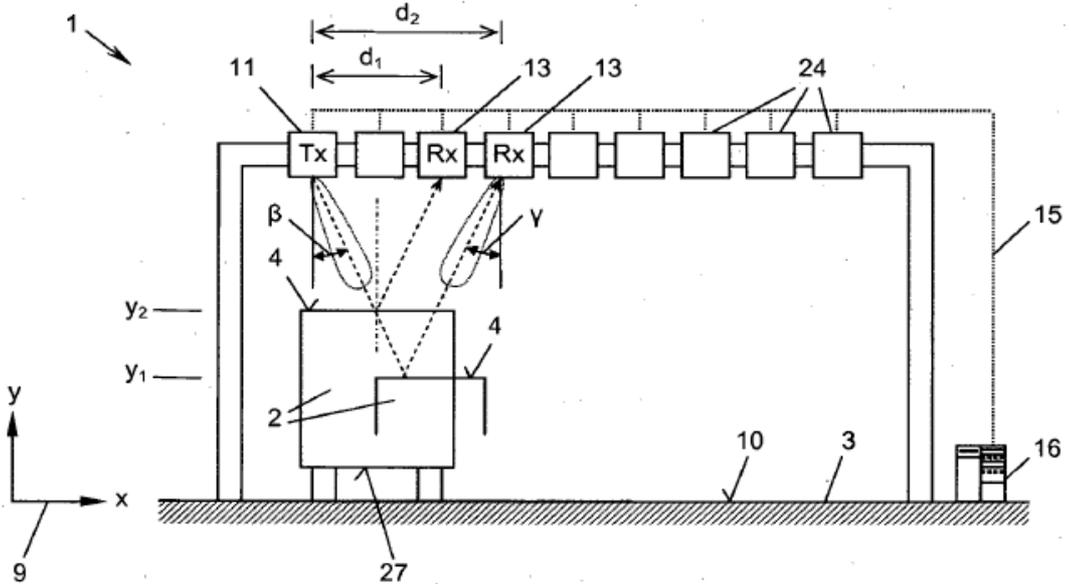


Fig. 4

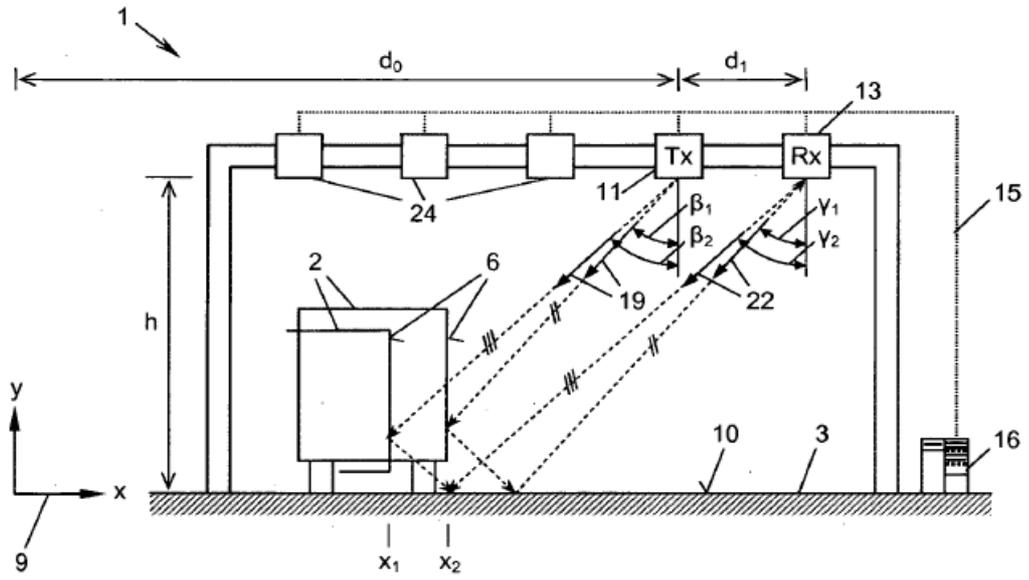


Fig. 5

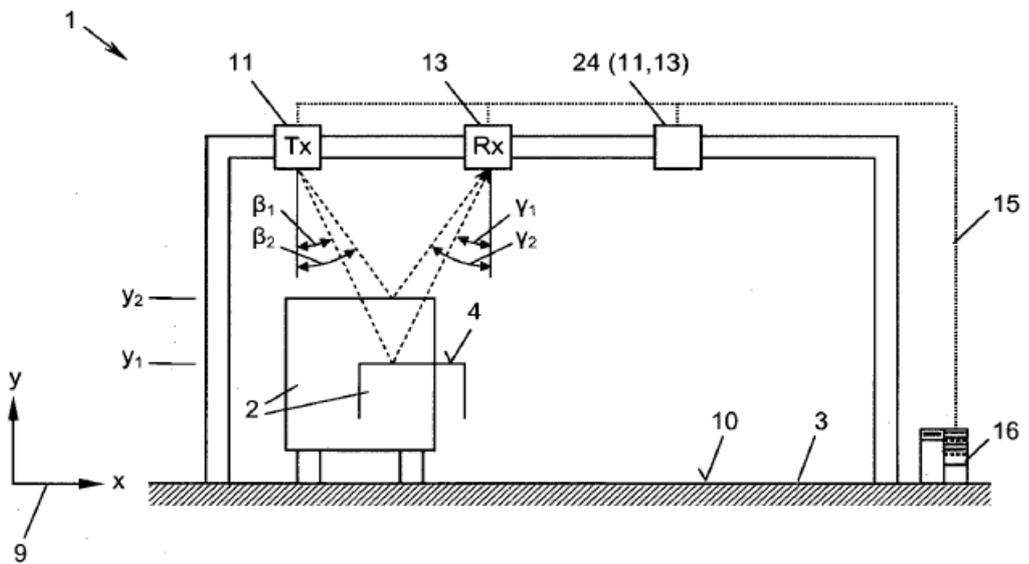


Fig. 6

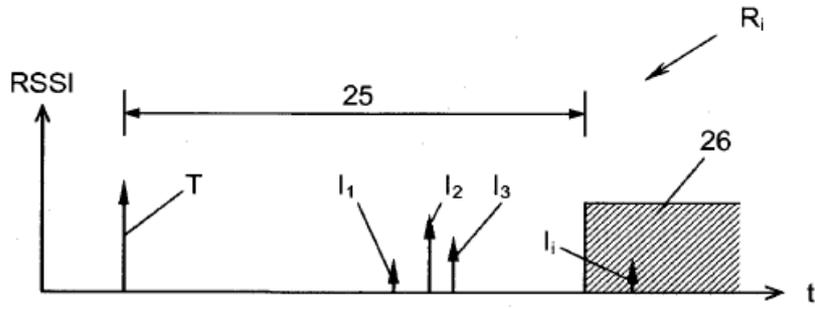


Fig. 7

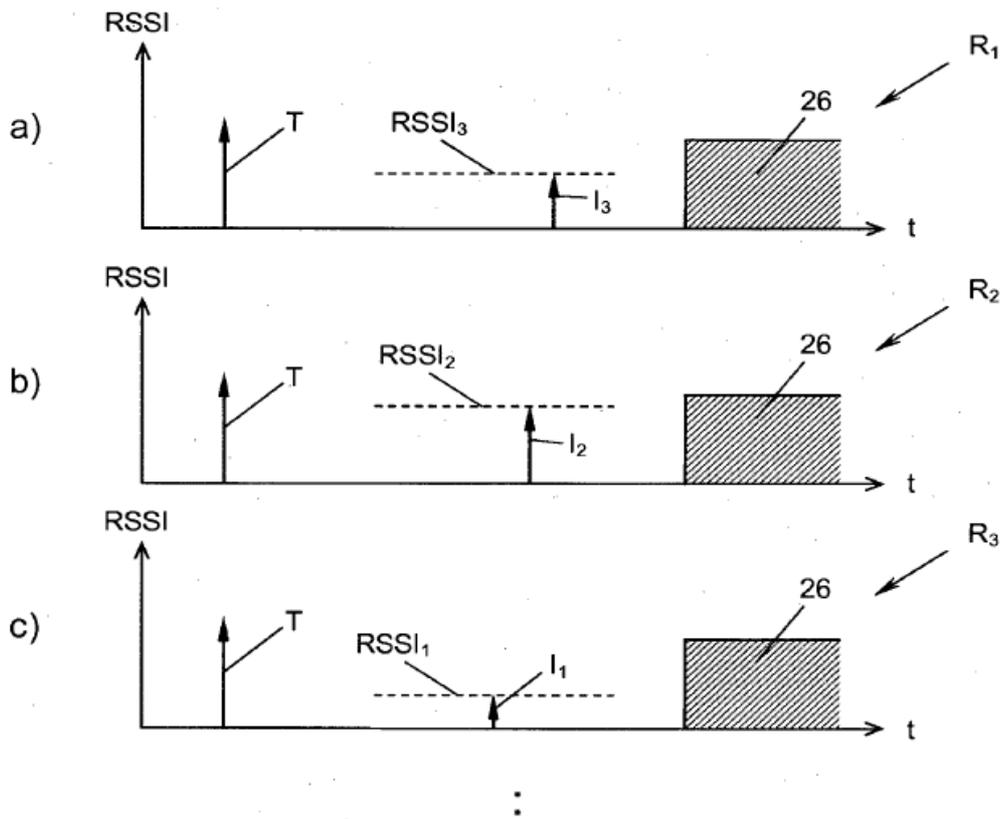


Fig. 8