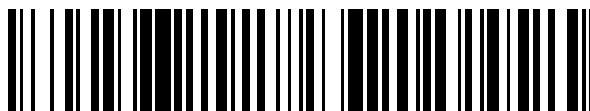


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 411 692**

51 Int. Cl.:

G01S 11/10 (2006.01)

G07B 15/06 (2011.01)

G08G 1/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2010 E 10450189 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2013 EP 2463682**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA DISTANCIA ENTRE UN VEHÍCULO Y UNA RADIOBALIZA Y RADIOBALIZA PARA ESTE PROCEDIMIENTO**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.07.2013

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

72 Inventor/es:
NAGY, OLIVER

74 Agente/Representante:
ZEA CHECA, Bernabé

ES 2 411 692 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 determinar la distancia entre un vehículo y una radiobaliza y radiobaliza para este procedimiento.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para determinar la distancia entre un vehículo, que pasa por una radiobaliza de un sistema de peaje viario, y esta radiobaliza, estando equipado el vehículo con un aparato de vehículo que emite una señal con una curva conocida de su frecuencia en función del tiempo. La invención se refiere además a una radiobaliza para implementar un procedimiento de este tipo.

10 En los sistemas de peaje viario basados en el uso de radiobalizas, por ejemplo, según el estándar DSRC (dedicated short range communication, comunicación dedicada de corto alcance) o el estándar WAVE (wireless access in a vehicle environment, conexión inalámbrica en un entorno vehicular), los aparatos de vehículo transportados por los vehículos (onboard units, OBUs, unidades de a bordo) se comunican a través de una radio de corto alcance con radiobalizas repartidas geográficamente tan pronto los vehículos pasan por estas radiobalizas. La comunicación vía radio sirve generalmente para localizar el vehículo en la zona de cobertura de radio de la radiobaliza con el fin de aplicar el cobro de tasas correspondientes al uso del lugar, o simplemente también sólo para depositar datos de peaje, generados por el OBU, en las radiobalizas durante su recorrido.

15 A menudo se desea determinar la distancia a la que un vehículo pasa por una radiobaliza, por ejemplo, para sancionar infracciones de peaje, en el caso de carreteras de varios carriles: Si varios vehículos situados uno al lado de otro en distintos carriles pasan por una radiobaliza y una de sus comunicaciones vía radio indica una infracción de peaje, por ejemplo, un cobro de tasa de peaje fallido, un estado de cuenta insuficiente de una cuenta de compensación, un OBU defectuoso o mal ajustado, etc., o se debe calcular un importe de tasas o peaje en función del carril (carril para vehículos con múltiples pasajeros), resulta decisivo entonces conocer cuál de los vehículos, que circulan uno al lado de otro, es responsable de lo anterior para poder identificarlo, por ejemplo, visualmente in situ o en una prueba fotográfica del tramo de carretera de la baliza.

20 En la actualidad son conocidos distintos procedimientos para determinar la distancia. Una solución consiste en usar en la radiobaliza varias antenas receptoras, situadas en diferentes lugares, para determinar las posiciones de los OBUs en el campo de recepción de radio a partir de las mediciones de diferencia de fase entre las señales de OBU captadas por las antenas individuales. Del documento US5,790,052 es conocida otra solución que se basa en las mediciones Doppler de las diferentes velocidades relativas de un OBU respecto a las antenas receptoras, situadas en diferentes lugares, de una radiobaliza para determinar a partir de la relación de los valores de medición de velocidad la relación de las distancias respecto a ambas antenas receptoras. Por último, sería posible también usar una radiobaliza por separado con una zona de cobertura de radio pequeña para cada carril. Todas estas soluciones conocidas son costosas, entre otras cosas porque se basan en varias antenas receptoras.

25 La invención tiene el objetivo de crear un procedimiento para determinar la distancia entre un OBU y una radiobaliza en un sistema de peaje viario que necesite un coste de equipamiento menor para la implementación en comparación con las soluciones conocidas.

30 Este objetivo se consigue en un primer aspecto de la invención con un procedimiento del tipo mencionado al inicio que se caracteriza por los siguientes pasos:

35 recibir la señal en la radiobaliza durante el paso del vehículo y grabar la curva de su frecuencia en función del tiempo relativa a la curva conocida en función del tiempo;
 detectar un cambio en la curva de frecuencia grabada que supere un valor umbral predefinido;
 40 localizar dos zonas alejadas en la curva de frecuencia que estén situadas temporalmente antes y después del cambio detectado y que indiquen un cambio de frecuencia por debajo de un valor umbral;
 45 escalar la curva de frecuencia grabada de manera que las zonas alejadas asuman valores predefinidos; y
 determinar la distancia mencionada a partir de la pendiente de la curva de frecuencia escalada en un punto de inflexión de la misma.

50 La invención aprovecha el hecho de que el cambio de frecuencia, condicionado por el efecto Doppler, de la señal del OBU en el momento del paso directo, cuando la distancia es mínima, es inversamente proporcional a la distancia normal respecto a la radiobaliza, siempre que la curva de frecuencia se normalice a la velocidad propia del vehículo. Esto último se logra mediante la evaluación de la curva de frecuencia en "zonas alejadas": En estas zonas alejadas, la distancia del vehículo es muy grande en comparación con la distancia normal, y ésta es insignificante, de manera que la magnitud del desplazamiento Doppler depende aquí esencialmente sólo de la velocidad propia y ésta se puede determinar a partir de esto. Mediante el análisis de la curva de frecuencia compensada según la velocidad propia en la zona cercana a la baliza, en la que se produce el cambio máximo ("salto Doppler") de la curva de frecuencia en su punto de inflexión, se puede determinar a continuación la dependencia de la distancia normal e incluso determinar esta distancia. Por consiguiente, con un único receptor y una única antena se puede determinar la distancia de paso sólo a partir de la comunicación vía radio entre el OBU y la radiobaliza.

La invención es adecuada para aparatos de vehículo con cualquier tipo de curvas conocidas de su frecuencia de emisión en función del tiempo, ya sean aparatos que emitan una frecuencia constante, por ejemplo, una frecuencia portadora constante, en cuyo caso la curva conocida en función del tiempo es simplemente "constante", o aparatos que emitan frecuencias que varían en el procedimiento de saltos de frecuencia y cuya curva de variación de frecuencia es conocida, de manera que la curva de frecuencia, recibida en la radiobaliza, se puede normalizar a la curva de frecuencia de emisión conocida o referenciar.

A partir de la distancia determinada se determina a continuación preferentemente el carril de una carretera de varios carriles, en el que se mueve el vehículo. Esto permite asignar de manera unívoca las infracciones de peaje a un carril y al vehículo o a los vehículos situados en el carril en caso de vehículos que pasan en paralelo.

Según una primera realización ventajosa de la invención, el punto de inflexión se determina mediante la localización de aquel punto en la curva de frecuencia, en el que la frecuencia tiene un valor predefinido que es en particular la frecuencia nominal o frecuencia de reposo del OBU. Por tanto, esta realización es adecuada para aquellos casos, en los que se conoce previamente la frecuencia nominal de la comunicación vía radio del OBU.

Según una realización alternativa preferida de la invención, el punto de inflexión se determina mediante la localización de aquel punto en la curva de frecuencia, en el que la frecuencia corresponde al valor promedio de frecuencia de las zonas alejadas. En esta realización no es necesario conocer la frecuencia nominal del OBU. El procedimiento se adapta automáticamente a esto.

El desplazamiento Doppler, evaluado con el procedimiento de la invención, se puede medir en cualquier frecuencia de la señal, ya sea una frecuencia portadora o preferentemente una frecuencia de modulación de la misma. Por frecuencia de modulación se entiende una frecuencia de cualquier modulación de la señal del OBU, ya sea una modulación de frecuencia o de amplitud simple, una de las frecuencias de modulación de una modulación OFDM (multiplexación por división de frecuencias ortogonales) o también una modulación por impulsos o burst, como la que se produce debido a la transmisión periódica de bloques de datos completos; tal tasa de repetición de bloque se puede considerar también como frecuencia de modulación y es posible medir su desplazamiento de frecuencia Doppler.

El procedimiento de la invención es adecuado para todos los tipos de sistemas de peaje viario basados en el uso de radiobalizas. El procedimiento es adecuado en particular para sistemas de peaje viario DSRC y WAVE, en los que se usa un emisor DSRC o WAVE del aparato de vehículo para emitir la señal. Asimismo, son posibles otras realizaciones con la tecnología RFID (identificación por radiofrecuencia), pero también cualquier tecnología móvil (por ejemplo, GSM, UMTS, LTE) y cualquier tecnología inalámbrica de corto alcance (por ejemplo, Bluetooth, WLAN).

En otro aspecto, la invención crea también una radiobaliza de un sistema de peaje viario para determinar la distancia de un vehículo que pasa por la radiobaliza y que está equipado con un aparato de vehículo que emite una señal con una curva conocida de su frecuencia en función del tiempo, estando caracterizada la radiobaliza por:

- un receptor configurado para recibir la señal de un vehículo que pasa;
- una memoria conectada al receptor y configurada para grabar la curva de la frecuencia en función del tiempo de la señal recibida relativa a la curva conocida en función del tiempo;
- un detector conectado a la memoria y configurado para detectar un cambio en la curva de frecuencia grabada;
- un dispositivo de evaluación conectado al detector y a la memoria y configurado para localizar dos zonas alejadas en la curva de frecuencia, que estén situadas temporalmente antes y después del cambio detectado y que indiquen un cambio de frecuencia por debajo de un valor umbral;
- un escalador conectado a la memoria y al dispositivo de evaluación y configurado para escalar la curva de frecuencia grabada de tal modo que las zonas alejadas asumen valores predefinidos; y
- un diferenciador que está conectado a continuación del escalador y que determina la pendiente de la curva de frecuencia escalada en un punto de inflexión de la misma y a partir de ésta determina la distancia.

La radiobaliza está montada preferentemente en una carretera de varios carriles y el diferenciador está configurado para determinar a partir de la distancia el carril, por el que pasa el vehículo.

En una primera realización, el diferenciador determina el punto de inflexión mediante la localización de aquel punto en la curva de frecuencia, en el que la frecuencia tiene un valor predefinido en la curva de frecuencia.

El diferenciador determina alternativamente el punto de inflexión mediante la localización de aquel punto en la curva de frecuencia, en el que la frecuencia corresponde al valor promedio de frecuencia de las zonas alejadas.

En cada caso, la señal recibida puede estar modulada con una frecuencia de modulación y la frecuencia mencionada puede ser la frecuencia de modulación que se obtiene en el receptor por demodulación.

El receptor es preferentemente un receptor DSRC o WAVE.

En relación con las ventajas de la radiobaliza, según la invención, se remite a las realizaciones del procedimiento que se mencionan arriba.

5 La invención se explica detalladamente a continuación por medio de ejemplos de realización preferidos con referencia a los dibujos adjuntos. Muestran:

- Fig. 1 una radiobaliza en una carretera de varios carriles y las relaciones geométricas durante el paso de dos vehículos, en la vista esquemática en planta;
- 10 Fig. 2 las curvas de frecuencia de las señales de dos vehículos al pasar por la radiobaliza;
- Fig. 3 las curvas de frecuencia de la figura 2 después de su escalado;
- Fig. 4 las diferenciales de las curvas de frecuencia escaladas de la figura 3; y
- Fig. 5 un esquema de bloques de la radiobaliza de la invención.

15 La figura 1 muestra un sistema de peaje viario 1 que comprende una pluralidad de radiobalizas 2 repartidas geográficamente (sólo se muestra una de manera representativa) que están conectadas a una central (no mostrada) del sistema de peaje viario 1 a través de conexiones de datos 3. Las radiobalizas 2 están situadas respectivamente en una carretera 4 que puede comprender varios carriles o calzadas 5, 6.

20 La radiobaliza 2 se compone, por ejemplo, de un ordenador local 7, un receptor (emisor) 8 y una cámara 9, controlada por el ordenador 7, que puede tomar imágenes de la carretera 4 con sus carriles 5, 6 para sancionar infracciones de peaje.

25 El receptor (emisor) 8 sirve para ejecutar comunicaciones vía radio 10 con aparatos de vehículo u OBUs (onboard units) 11 que son transportados por vehículos 12 que pasan en los carriles 5, 6 por la radiobaliza 2. Las comunicaciones vía radio 10 son generalmente conexiones bidireccionales de paquetes de datos. Para los fines de la presente invención es suficiente un análisis de las señales transmitidas por los OBUs 11 al receptor (emisor) 8 de la radiobaliza 2, de manera que a continuación se habla sólo de que el OBU 11 transmite señales 10 al receptor 8 de la radiobaliza 2; sin embargo, se entiende que en la práctica se pueden transmitir también señales en la dirección contraria.

30 Los vehículos 12 con los OBUs 11 se mueven en los carriles 5, 6 a diferentes velocidades v_1 , v_2 y a distancias de paso o distancias normales diferentes a_1 , a_2 por delante de la radiobaliza 2, más exactamente por delante de su receptor 8. Las señales 10 transmitidas por los OBUs 11 están sujetas en cada caso a desplazamientos Doppler en función de la frecuencia según la fórmula conocida

$$f_D = \frac{f_s}{1 - \frac{v}{c}} \quad (1)$$

con

- 40 f_s ...frecuencia de emisión de la señal 10 del OBU 11;
- f_D ...frecuencia de recepción, desplazada por Doppler, de la señal 10 en la radiobaliza 2 si el OBU 11 avanzara frontalmente;
- v ...velocidad del OBU; y
- 45 c ...velocidad de la luz.

Si el OBU 11 se mueve por delante de la radiobaliza 2 a una distancia a , la ecuación (1) se puede escribir por medio de consideraciones geométricas como

$$f_B = \cos \left[\arctan \left(\frac{a}{x} \right) \right] f_D \quad (2)$$

con

- 50 a ...distancia vertical del OBU 11 respecto a la radiobaliza 2 en el sistema de coordenadas de la figura 1;
- x ...distancia horizontal del OBU 11 respecto a la radiobaliza 2 en el sistema de coordenadas de la figura 1; en el supuesto de una velocidad constante v o v_1 , v_2 de los OBUs 11, la distancia horizontal corresponde también
- 55 simultáneamente al tiempo t ; y
- f_B ...frecuencia de recepción, desplazada por Doppler, de la señal 10 en la radiobaliza 2 si el OBU 11 se mueve por delante de ésta a la distancia a .

60 La figura 2 muestra dos curvas a modo de ejemplo de la frecuencia de recepción f_B a lo largo de la distancia horizontal x o del tiempo t . La línea continua 13 muestra la curva de la frecuencia de recepción para el OBU 1 en el

carril 5 y la línea discontinua 14 muestra la curva de la frecuencia de recepción para el OBU 11 en el carril 6. Como se puede observar, es pequeño el desplazamiento de frecuencia condicionado por el efecto Doppler $\pm\Delta f_1$, $\pm\Delta f_2$ en "zonas alejadas" 15, 16 de las curvas de frecuencia 13, 14 mucho antes y después de una zona 17 de cambio máximo $f_B' = \partial f_B / \partial t$, es decir, en la zonas alejadas 15, 16, el cambio de frecuencia f_B' se encuentra por debajo de un valor umbral de significancia ε .

En las zonas alejadas 15, 16 (y naturalmente también fuera de las mismas), la magnitud del desplazamiento Doppler $\pm\Delta f$ apenas depende de la distancia de paso a, sino casi exclusivamente de la velocidad v. Por tanto, el efecto de la velocidad de vehículo v sobre las curvas de frecuencia 13, 14 se puede eliminar al escalarse estas curvas de tal modo que asumen respectivamente en las zonas alejadas 15, 16 el mismo valor, por ejemplo, un valor predefinido $\pm\Delta F$.

La figura 3 muestra el resultado de tal escalado, en el que las curvas de frecuencia grabadas 13, 14 se escalaron ("normalizaron") de tal modo que en las zonas alejadas 15, 16 asumen los valores predefinidos $\pm\Delta F$.

Las curvas de frecuencias escaladas 13', 14' dependen entonces sólo de la relación a/x, es decir, de la distancia de paso a respecto a la distancia horizontal x o al tiempo t, según

$$f_B \equiv \cos \left[\arctan \left(\frac{a}{x} \right) \right] f_x \quad (3)$$

Como se puede observar en la figura 3, las curvas de frecuencia escaladas 13', 14' se diferencian muy claramente por su pendiente $f_B' = \partial f_B / \partial t$ en el lugar $x = t = 0$, en el que su curva muestra a la vez un punto de inflexión 20: mientras mayor es la distancia de paso a, más "suave" es la curva de frecuencia escalada 13', 14', es decir, menor es la pendiente f_B' en el punto de inflexión 20. Por consiguiente, la distancia de paso a es inversamente proporcional a la pendiente f_B' , es decir,

$$\frac{1}{a} \equiv \lim_{x \rightarrow 0} f_B'(x) \quad (4)$$

La pendiente f_B' en el punto de inflexión 20 se puede determinar mediante la diferenciación de las curvas de frecuencia escaladas 13', 14', y el resultado de la diferenciación se muestra en la figura 4.

A partir de las distancias de paso a_1 , a_2 determinadas de este modo se puede determinar a continuación, al conocerse la anchura b_1 , b_2 de los carriles 5,6, el respectivo carril 5, 6, en el que se encontraba el OBU 11 durante la transmisión de su señal 10. A menudo resulta suficiente también una simple comparación relativa de las distancias de paso a_1 , a_2 para determinar la secuencia local de los vehículos.

Hasta el momento se partió del hecho de que la frecuencia de emisión f_s de la señal 10 del OBU 11 es constante, es decir, su propia curva en función del tiempo es una curva constante. Sin embargo, es posible también que el OBU 11 transmita una señal 10 con una curva de frecuencia de emisión no constante en el tiempo, por ejemplo, en el caso de radiocomunicaciones con saltos de frecuencia (frequency hopping), en las que la frecuencia de emisión f_s varía constantemente de acuerdo con un modelo predefinido o conocido. Las curvas de la frecuencia de recepción grabadas 13, 14 se graban con relación a la curva preconocida de la frecuencia de emisión f_s en función del tiempo del OBU 11, ya sea constante o variable, es decir, se referencian o se normalizan a ésta, por lo que se puede compensar el efecto de los cambios de frecuencia de emisión conocidos del OBU 11.

Por tanto, el procedimiento para determinar la distancia de paso a de los OBUs 11, que pasan por la radiobaliza 2, se desarrolla de manera resumida como aparece a continuación:

Primero, se registra a lo largo del tiempo t (=x) la curva de frecuencia 13, 14 de la señal 10 del OBU 11, dado el caso relativa a una curva preconocida en función del tiempo de la frecuencia de emisión f_s . A continuación se determina en la curva de frecuencia 13, 14 aproximadamente aquella zona 17, en la que se produce realmente un cambio significativo, es decir, en la que $\partial f_B / \partial t$ supera un valor umbral de detección predefinido σ . Esto sirve para obtener un punto de referencia temporal para la localización de las dos zonas alejadas 15, 16 que han de estar situadas antes y después del cambio 17 y a tal distancia de éste que en estas zonas no se produce un cambio de frecuencia significativo $\partial f_B / \partial t$, es decir, éste se encuentra por debajo de un valor umbral de significancia predefinido ε .

Si se conocen las zonas alejadas 17, 18 y los desplazamientos Doppler $\pm\Delta f_1$, $\pm\Delta f_2$ que se producen en éstas (y que se pueden considerar como casi constantes, porque su cambio no supera el valor umbral de significancia ε), las curvas de frecuencia 13, 14 se pueden escalar ahora de manera que en sus zonas alejadas 15, 16 asumen respectivamente el mismo valor predefinido $\pm\Delta F$.

5 A continuación se busca el punto de inflexión 20 en las curvas de frecuencia escaladas 13', 14'. A tal efecto, en las curvas de frecuencias se busca el lugar x o el tiempo t , en el que la frecuencia de recepción f_B asume el valor promedio de frecuencia ("el centro") entre las zonas alejadas "casi constantes" 15, 16 o la frecuencia nominal si es conocida esta frecuencia nominal de la señal 10 del OBU inactivo 11. El punto de inflexión 20 se puede determinar de ambas formas, específicamente tanto antes de escalarse las curvas de frecuencia 13, 14 como después de escalarse las curvas de frecuencia escaladas 13', 14'.

10 Después de determinarse el punto de inflexión 20 se puede determinar la pendiente $f'_B(x=t=0)$ de las curvas de frecuencia escaladas 13', 14' en el punto de inflexión 20 (véase figura 4) y a partir de ésta, la distancia de paso a o a_1, a_2 , como se explicó arriba.

15 La figura 5 muestra una realización de hardware a modo de ejemplo de la radiobaliza 2 para ejecutar el procedimiento descrito. A continuación del receptor 8, la radiobaliza 2 dispone de una memoria 21, en la que se graban las curvas de frecuencia 13, 14 en función del tiempo de las señales recibidas 10. Un detector 22 conectado a la memoria 21 detecta la zona de cambio 17 ($\partial f_B / \partial t > \sigma$) y suministra esta información 17 a un dispositivo de evaluación 23. El dispositivo de evaluación 23 determina a partir de esto las zonas alejadas 15, 16 de las curvas de frecuencia 13, 14 con $\partial f_B / \partial t < \varepsilon$ y activa con esta información 15, 16 un escalador 24 que escala las curvas de frecuencia 13, 14 para obtener las curvas de frecuencia escaladas 13', 14'. Estas últimas se envían a un diferenciador 25 que calcula la pendiente $f'_B(0) = \partial f_B / \partial t$ en el lugar $x = t = 0$ de su punto de inflexión 20 para determinar a partir de esto las distancias de paso a_1, a_2 .

Los componentes 21 a 25 se pueden implementar, por ejemplo, mediante el ordenador local 8 de la radiobaliza 2.

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

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar la distancia (a) entre un vehículo (12), que pasa por una radiobaliza (2) de un sistema de peaje viario (1), y esta radiobaliza (2), estando equipado el vehículo (12) con un aparato de vehículo (11) que emite una señal (10) con una curva conocida de su frecuencia (f_s) en función del tiempo, **caracterizado por** los siguientes pasos:
- 5 recibir la señal (f_B) en la radiobaliza (2) durante el paso del vehículo (12) y grabar la curva (13, 14) de su frecuencia (f_B) en función del tiempo relativa a la curva conocida en función del tiempo;
- 10 detectar un cambio (17) en la curva de frecuencia grabada (13, 14) que supere un primer valor umbral predefinido (σ);
- localizar dos zonas alejadas (15, 16) en la curva de frecuencia (13, 14) que estén situadas temporalmente antes y después del cambio detectado (17) y que indiquen un cambio de frecuencia (f_B') por debajo de un segundo valor umbral (ϵ);
- 15 escalar la curva de frecuencia grabada (13, 14) de manera que las zonas alejadas (15, 16) asuman valores predefinidos ($\pm\Delta f$); y
- determinar dicha distancia (a) a partir de la pendiente (f_B') de la curva de frecuencia escalada (13', 14') en un punto de inflexión (20) de la misma.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** a partir de la distancia (a) se determina el carril (5, 6), de una carretera de varios carriles (4), en el que se mueve el vehículo (12).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el punto de inflexión (20) se determina localizando el punto de la curva de frecuencia (13, 14, 13', 14') en el que la frecuencia (f_B) tiene un valor predefinido.
- 25 4. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el punto de inflexión (20) se determina localizando el punto de la curva de frecuencia (13, 14, 13', 14') en el que la frecuencia (f_B) corresponde al valor promedio de frecuencia de las zonas alejadas (15, 16).
- 30 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** la señal (10) es transmitida por el aparato de vehículo (11) como al menos una frecuencia portadora modulada con una frecuencia de modulación, siendo la frecuencia mencionada (f_B) la frecuencia de modulación.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** para la transmisión de la señal (10) se usa un emisor DSRC o WAVE del aparato de vehículo (11).
- 35 7. Radiobaliza (2) para un sistema de peaje viario (1) para determinar la distancia (a) de un vehículo (12) que pasa por esta radiobaliza y está equipado con un aparato de vehículo (11) que emite una señal (10) con una curva conocida de su frecuencia (f_s) en función del tiempo, **caracterizada por**:
- 40 un receptor (8) configurado para recibir la señal (10) de un vehículo (12) que pasa;
- una memoria (21) conectada al receptor (8) y configurada para grabar la curva (13, 14) de la frecuencia (f_B) de la señal recibida (10) en función del tiempo, relativa a la curva conocida en función del tiempo;
- un detector (22) conectado a la memoria (21) y configurado para detectar un cambio (17) en la curva de frecuencia grabada (13, 14) que supere un primer valor umbral predefinido (σ);
- 45 un dispositivo de evaluación (23) conectado al detector (22) y a la memoria (21) y configurado para localizar dos zonas alejadas (15, 16) en la curva de frecuencia (13, 14) que estén situadas temporalmente antes y después del cambio detectado (17) y que indiquen un cambio de frecuencia (f_B') por debajo de un segundo valor umbral (ϵ);
- un escalador (24) conectado a la memoria (21) y al dispositivo de evaluación (23) y configurado para escalar la curva de frecuencia grabada (13, 14) de tal modo que las zonas alejadas (15, 16) asumen valores predefinidos ($\pm\Delta F$); y
- 50 un diferenciador (25) que está conectado a continuación del escalador (24) y que determina la pendiente (f_B') de la curva de frecuencia escalada (13', 14') en un punto de inflexión (20) de la misma y a partir de ésta determina la distancia (a).
- 55 8. Radiobaliza según la reivindicación 7, **caracterizada porque** la radiobaliza está montada en una carretera de varios carriles (4) y el diferenciador (25) está configurado para determinar a partir de la distancia (a) el carril (5, 6), por el que pasa el vehículo (12).
9. Radiobaliza según la reivindicación 7 u 8, **caracterizada porque** el diferenciador (25) determina el punto de inflexión (20) mediante localizando el punto de la curva de frecuencia (13', 14') en el que la frecuencia (f_B) tiene un valor predefinido en la curva de frecuencia (13, 14).
- 60 10. Radiobaliza según la reivindicación 7 u 8, **caracterizada porque** el diferenciador (25) determina el punto de inflexión (20) localizando el punto de la curva de frecuencia (13', 14'), en el que la frecuencia (f_B) corresponde al valor promedio de frecuencia de las zonas alejadas (15, 16).
- 65

11. Radiobaliza según una de las reivindicaciones 7 a 10, **caracterizada porque** la señal recibida (10) tiene al menos una frecuencia portadora modulada con una frecuencia de modulación y la frecuencia mencionada (f_B) es la frecuencia de modulación que se obtiene por demodulación en el receptor (8).

5 12. Radiobaliza según una de las reivindicaciones 7 a 11, **caracterizada porque** el receptor (8) es un receptor DSRC o WAVE.

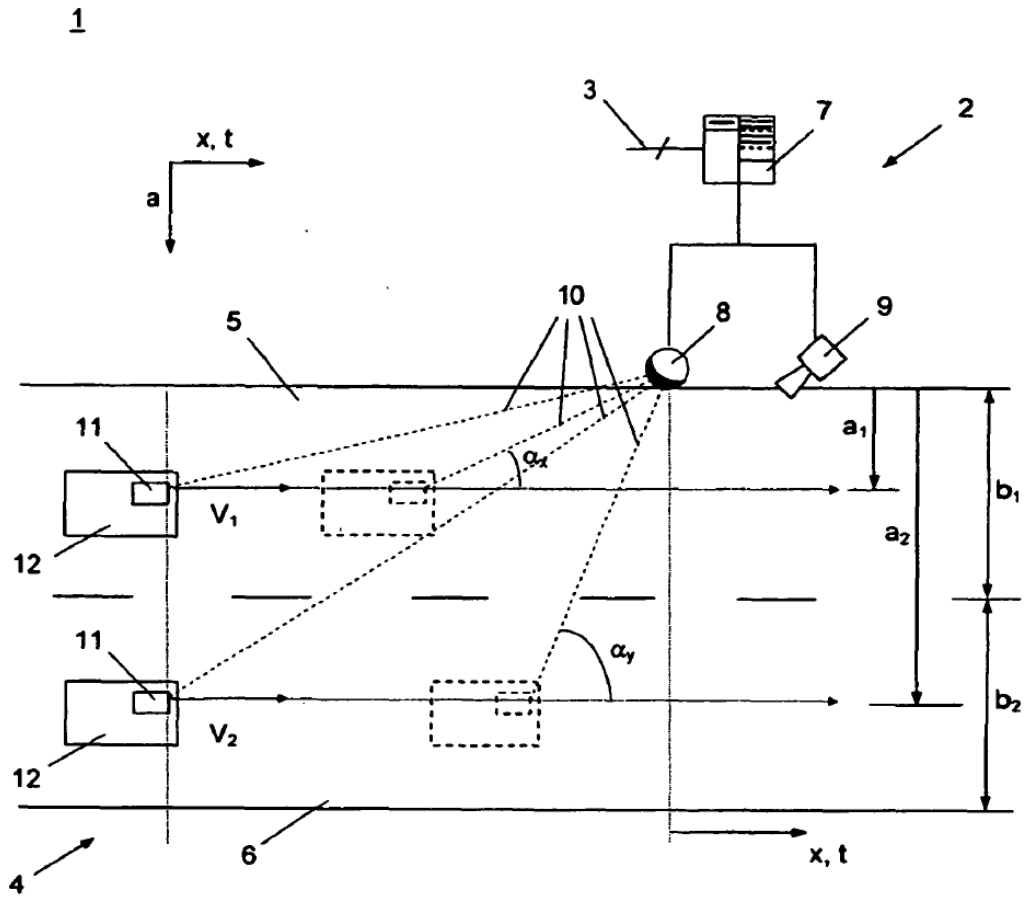


Fig. 1

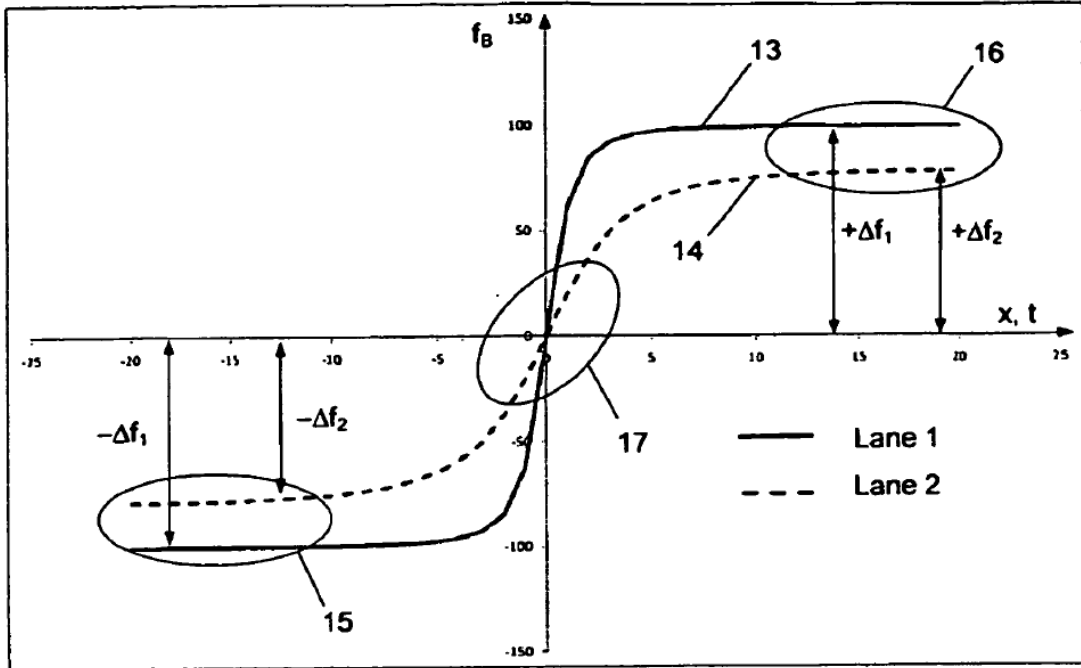


Fig. 2

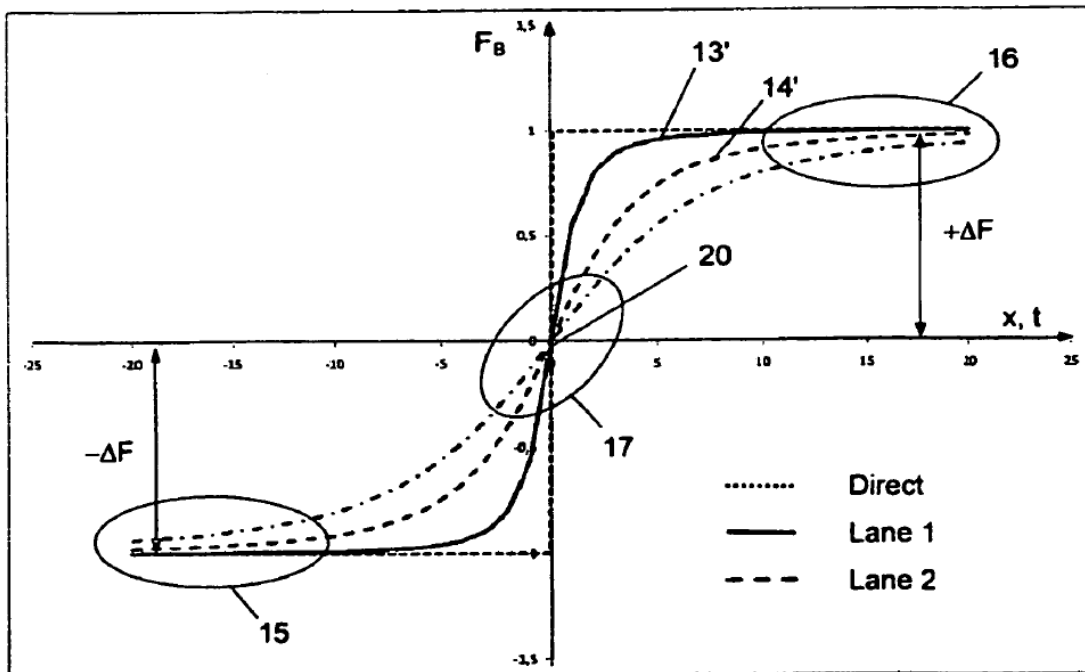


Fig. 3

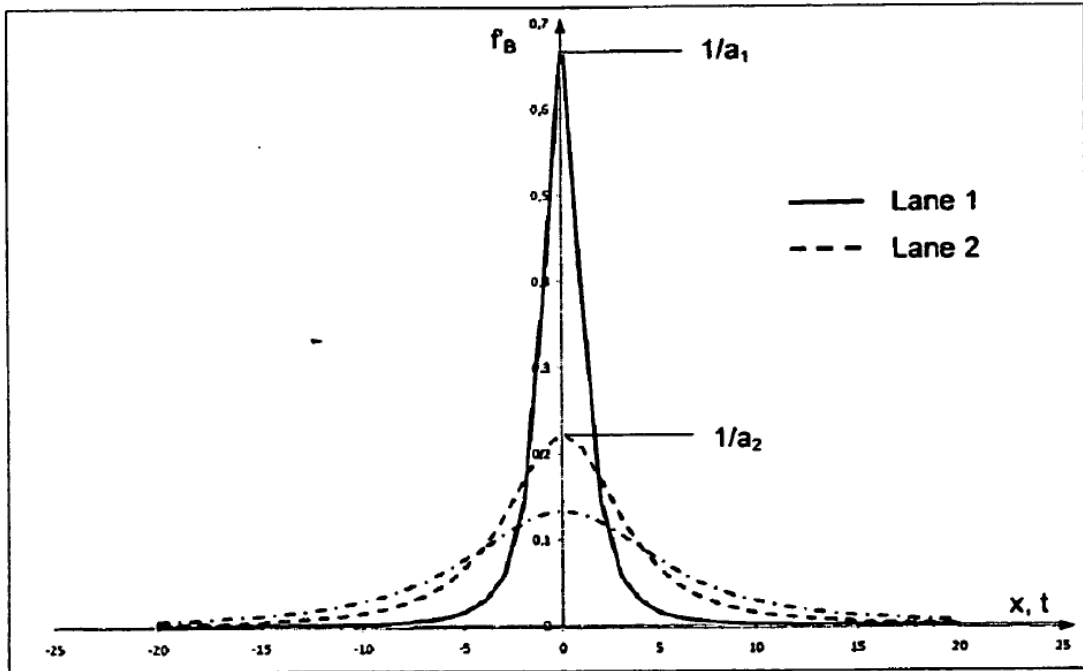


Fig. 4

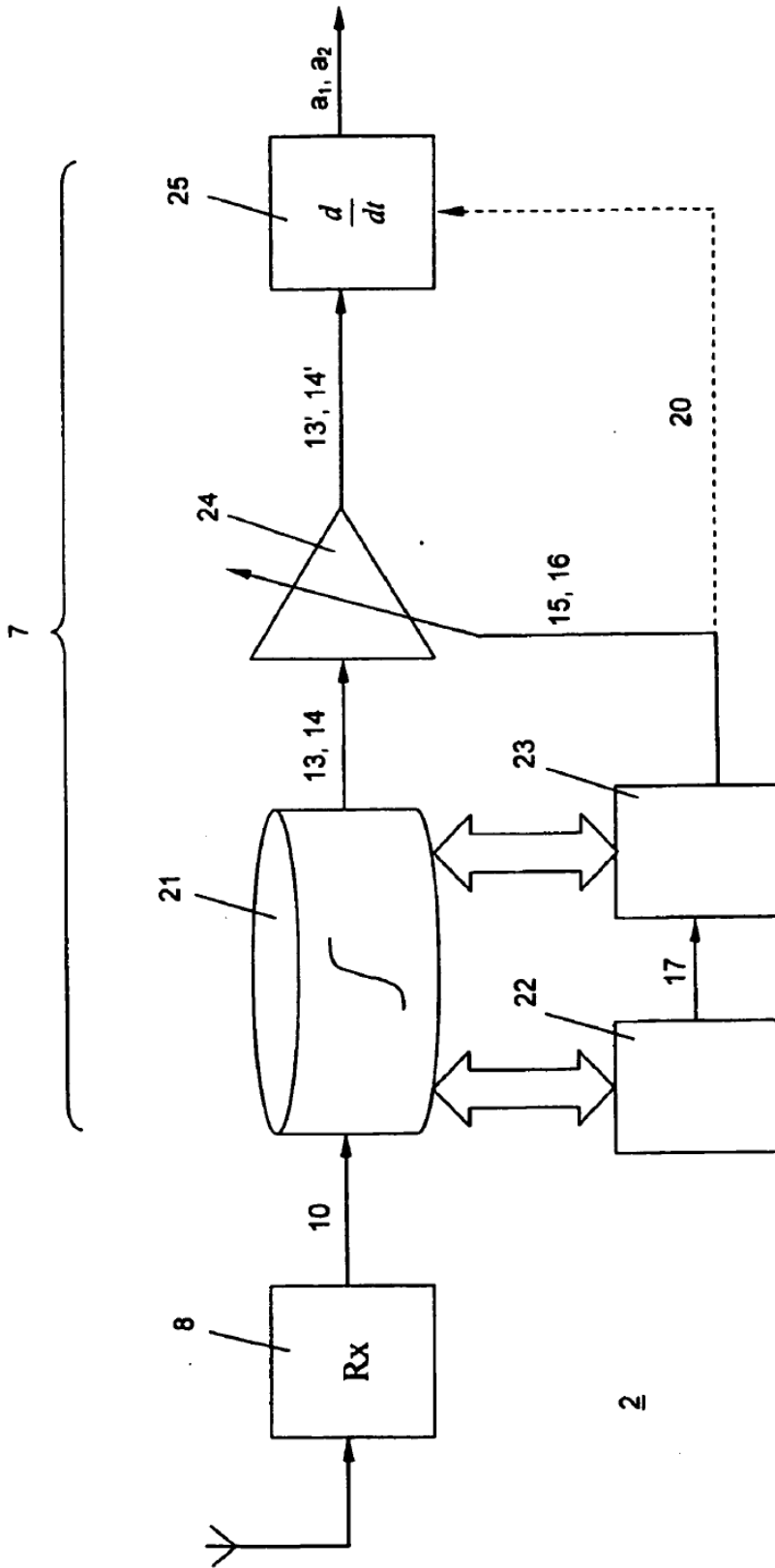


Fig. 5

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

Documentos de patente citados en la descripción

- 10 • US5790052A [0004]