

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 318**

51 Int. Cl.:

**G01S 13/92** (2006.01)

**G01S 13/04** (2006.01)

**G01S 13/32** (2006.01)

**G08G 1/01** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.09.2005 E 05077044 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 1662272**

54 Título: **Método y sistema para detectar con un radar el paso de un vehículo en un punto a ser monitorizado en una carretera**

30 Prioridad:

**10.09.2004 NL 1027018**

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

**24.04.2019**

73 Titular/es:

**SENSYS GATSO NETHERLANDS B.V. (100.0%)**

**Claes Tillyweg 2**

**2031 CW Haarlem, NL**

72 Inventor/es:

**JANSSEN, THEODORUS MARIA**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 710 318 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**

Método y sistema para detectar con un radar el paso de un vehículo en un punto a ser monitorizado en una carretera

5 La invención se refiere a un método para detectar el paso de un vehículo de un punto determinado de monitorización en una carretera. Tal método generalmente es conocido, y se usa, por ejemplo, en el establecimiento de infracciones de tráfico, tales como pasarse un semáforo en rojo, o en mediciones de densidad de tráfico, por ejemplo, con el propósito de guiar el tráfico con el fin de mejorar el flujo de tráfico.

10 En la mayoría de los métodos conocidos se hace uso de sensores que están montados en o sobre la superficie de la carretera. Un ejemplo clásico son los conductos llenos de aire tendidos sobre la superficie de la carretera que registran una diferencia de presión cuando las ruedas de un vehículo pasan sobre ellos. Las cargas en la superficie de la carretera al pasar los vehículos también se pueden detectar usando elementos piezoeléctricos integrados en la superficie de la carretera. Sin embargo, los usados más ampliamente son las detecciones inductivas. Aquí el cambio se mide en el amperaje en un conductor en forma de bucle en la superficie de la carretera que resulta del cambio en el campo electromagnético cuando pasa un vehículo – compuesto en gran parte de metal.

15 El documento FR2835952 describe la detección de una infracción de luz en rojo en un semáforo usando un bucle de inducción para detectar si un vehículo pasa una línea de parada.

20 El inconveniente que todos de tales métodos tienen en común es que requieren modificaciones a la superficie de la carretera en la ubicación a ser monitorizada, por ejemplo, una línea de parada en un semáforo. Se requieren generalmente operaciones de corte con este propósito, por lo que la carretera debe ser cerrada durante un tiempo. Esto es cada vez menos aceptable en la medida que aumenta la cantidad de tráfico, sobre todo debido a que  
25 normalmente es precisamente en los puntos más concurridos de la red de carreteras donde se requieren los detectores. Además, el número de sensores que se pueden acomodar en una ubicación dada en la superficie de la carretera es limitado, dado que debe haber suficiente espacio entre ellos de modo que no afecten la operación entre sí. Es principalmente en las intersecciones concurridas donde grandes números de sensores, particularmente los bucles de inducción, se encuentran a menudo en la superficie de la carretera. Además de los bucles que deben  
30 detectar pasarse una luz en rojo, a menudo también hay bucles que responden a la presencia de un vehículo en una intersección que de otro modo está vacía con el fin ajustar el semáforo a verde, y los bucles que responden a la presencia de vehículos que tienen prioridad, tales como autobuses, vehículos de servicio de emergencia y similares.

35 Por lo tanto, la invención tiene por objeto proporcionar un método del tipo descrito anteriormente en donde no ocurre este inconveniente. Según la invención, esto se logra en un método tal en que, desde una ubicación situada remotamente, al menos un haz de radar se transmite de manera sustancialmente continua al punto de monitorización, las reflexiones de al menos un haz de radar transmitido se reciben en la ubicación situada remotamente, y a partir de las reflexiones recibidas se determina que el vehículo está pasando el punto de monitorización. Haciendo uso para la detección de ondas de radar que pueden ser transmitidas y recibidas en una  
40 ubicación que se puede situar a bastante distancia del punto de monitorización, es posible prescindir de la disposición de sensores sobre o en la superficie de la carretera.

45 El al menos un haz de radar se transmite preferiblemente en un ángulo agudo a la dirección de desplazamiento del vehículo que pasa, de modo que la ubicación de transmisión y de recepción se pueda elegir verdaderamente a una distancia considerable del punto de monitorización.

50 El paso del punto de monitorización se puede determinar de manera simple calculando a partir de las reflexiones recibidas la distancia del vehículo desde la ubicación de transmisión y de recepción y comparando la distancia calculada de este modo con la distancia conocida entre la ubicación de transmisión y de recepción y el punto de monitorización.

55 Con el fin de evitar detecciones incorrectas como resultado de, por ejemplo, ruido o pájaros que pasan a través del haz de radar, una serie de valores para la distancia del vehículo se calcula preferiblemente a partir de un número de reflexiones recibidas sucesivamente, y una detección del vehículo que pasa el punto de monitorización sólo es válida si esta serie de valores de distancia corresponde con precisión.

60 Una señal de activación se genera ventajosamente cuando un vehículo pasa el punto de monitorización en una dirección determinada. De este modo, se pueden tomar medidas sobre la base de la detección con respecto a, por ejemplo, el establecimiento de una infracción, o con el fin de guiar el flujo de tráfico en la dirección elegida pasado del punto de monitorización. Es ventajoso a este respecto cuando una identificación de la ubicación de transmisión y de recepción está vinculada a la señal de activación, para establecer de manera inequívoca dónde pasó el vehículo. Si la detección se usa como parte del cumplimiento de la ley, por ejemplo, en un semáforo, se hace preferiblemente al menos un registro de imagen del vehículo que pasa sobre la base de la señal de activación.

65 Si la velocidad y la dirección de desplazamiento del vehículo que pasa se calculan también a partir de las reflexiones recibidas, la detección también se puede usar para establecer una infracción de la velocidad máxima que aplica en

la ubicación. La velocidad también puede ser importante cuando se usa la detección para guiar el flujo de tráfico en el punto de monitorización.

5 En este caso, también se calcula preferiblemente una serie de valores para la velocidad del vehículo a partir de un número de reflexiones recibidas sucesivamente, y el cálculo de la velocidad es válido sólo cuando la serie de valores de velocidad corresponde con precisión. Las detecciones incorrectas son por este medio, como que se filtraron, lo cual es particularmente importante cuando la velocidad calculada está siendo usada para establecer una infracción.

10 Con el fin de ser capaz de tomar medidas sobre la base de la medición de velocidad, la velocidad calculada se vincula ventajosamente con la señal de activación.

15 Para asegurar que cada detección se relacione verdaderamente con un único vehículo, la distancia entre la ubicación de transmisión y de recepción y el punto de monitorización por una parte y la característica de al menos un haz de radar transmitido por otra se emparejan preferiblemente de manera que la dimensión del haz de radar en el punto de monitorización sea del mismo orden de magnitud que la anchura de un vehículo. Esto evita que una pluralidad de vehículos quede atrapada en el mismo haz de radar, lo que podría dar como resultado una detección incorrecta y posiblemente multas inmerecidas. Esto se puede lograr cuando la distancia asciende a varias decenas de metros y el haz del radar tiene una anchura de haz de varios grados.

20 Cuando la carretera comprende un número de carriles, en cada uno de los cuales ha de ser monitorizado un punto específico, se recomienda que para cada carril se transmita un haz de radar en un ángulo relacionado desde la ubicación de transmisión y de recepción. De este modo, se puede monitorizar una pluralidad de carriles desde una única ubicación de transmisión y de recepción, lo que da como resultado ahorros en el coste de equipo y simplificación de la colocación.

25 La invención también se relaciona con un sistema para realizar el método descrito anteriormente. Tal sistema de detección del paso de un vehículo de un punto determinado de monitorización en una carretera se proporciona según la presente invención con un dispositivo dispuesto en una ubicación remota para transmitir al menos un haz de radar transmitido, y determinar a partir de las reflexiones recibidas que un vehículo está pasando el punto de monitorización.

Las realizaciones preferidas del sistema según la invención se describen en las subreivindicaciones 15 a 26.

35 La invención se dilucida ahora sobre la base de dos realizaciones ejemplares, en donde se hace referencia al dibujo adjunto, en el que:

40 La Figura 1 es una vista superior esquemática de una carretera con un punto de monitorización en la misma, en este caso una línea de parada en una intersección protegida con semáforos, y un sistema de detección según una primera realización de la invención,  
 La Figura 2 es una vista lateral de un haz de radar transmitido por el sistema de detección de la Figura 1,  
 La Figura 3 muestra esquemáticamente la estructura de una señal de activación generada por el sistema de detección,  
 La Figura 4 muestra esquemáticamente la estructura de una palabra de la señal de activación de la Figura 3,  
 45 La Figura 5 muestra esquemáticamente la estructura de una señal de consulta enviada al sistema de detección y una señal de respuesta generada por el sistema de detección, y  
 La Figura 6 muestra una vista en perspectiva de la disposición del sistema de detección para su uso en la gestión del flujo de tráfico.

50 La invención se relaciona con a un sistema para detectar el paso de un punto 1 de monitorización determinado en una carretera 2, en este caso una línea de parada en una intersección de la carretera y otra carretera 3, cuya intersección está protegida con los semáforos 3 (Figura 1). Este sistema de detección comprende un dispositivo 4 para transmitir un haz 5 de radar al punto 1 de monitorización, y recibir reflexiones de la radiación del radar generadas por los vehículos V que pasan. El dispositivo 4 de transmisión y de recepción, que está dispuesto en una ubicación remota desde la línea 1 de parada, aquí en el otro lado de la intersección, está adaptado además para determinar a partir de las reflexiones recibidas que un vehículo V está pasando la línea 1 de parada. El dispositivo de transmisión y de recepción o el dispositivo 4 de radar transmite a una frecuencia de alrededor de 24 Ghz y una potencia de 20 dBm (EIRP).

60 Sólo se dibuja aquí un único semáforo 3 con un sistema de detección asociado, pero será evidente que cuatro de tales semáforos y sistemas de detección están instalados en la intersección.

65 En la realización mostrada, la carretera 2 en la que se dibuja la línea 1 de parada tiene un carril 8L, 8R izquierdo y derecho. El dispositivo 4 de radar, por lo tanto, está adaptado para transmitir dos haces 5L, 5R de radar que tienen una orientación diferente, de manera que cada uno define un campo de búsqueda S alrededor de la línea de parada en uno de los carriles 8L, 8R.

5 En la realización mostrada, el dispositivo 4 de radar está dispuesto adyacentemente a la carretera 2, y los haces 5L, 5R de radar se transmiten cada uno – como se ve en el plano horizontal – en un ángulo agudo  $\alpha_L$ ,  $\alpha_R$  a la dirección de desplazamiento de los vehículos V que pasan. Es posible, de este modo, prescindir de la colocación de portales para el dispositivo 4 de radar por encima de la carretera 2, lo cual a menudo se encuentra con objeciones prácticas. Sin embargo, si fuera a ser colocado un portal 10 (Figura 6), se podría suspender un dispositivo de radar separado por encima de cada carril 8L, 8R, el haz 5L, 5R de radar desde el cual podría se podría transmitir entonces directamente hacia adelante.

10 Con el fin de evitar que los haces 5L, 5R de radar transmitidos sean reflejados por el tráfico en la carretera 6 de intersección antes de que alcancen la línea 1 de parada, el dispositivo 4 de radar se coloca en una elevación, aquí un polo 7 (Figura 2). Como se ve en el plano vertical, los haces 5L, 5R de radar también se transmiten de este modo en un ángulo agudo  $\beta$  a la dirección de desplazamiento.

15 El ángulo sólido resultante  $\gamma$  entre los haces 5L, 5R de radar transmitidos y la dirección de desplazamiento, por lo tanto, también es agudo. En el caso de que la velocidad de los vehículos V que pasan también esté siendo determinada a partir de los haces de radar reflejados, como se trata a continuación, esto se debe corregir para el ángulo en el que se transmiten los haces 5L, 5R de radar.

20 Los valores de los diferentes ángulos se dan por las relaciones:

$$\alpha = \arctan b/d,$$

$$\beta = \arctan h/\sqrt{b^2 + d^2},$$

25 y

$$\gamma = \arccos d/\sqrt{b^2 + d^2 + h^2},$$

en las cuales:

30  $b$  es la distancia entre la posición del polo 7 y el punto de monitorización 1 en el carril 8L, 8R pertinente medida transversalmente a la dirección de desplazamiento,  
 $d$  es la distancia entre el polo 7 y la (extensión de) línea 1 de parada medida en la dirección de desplazamiento, y  
 $h$  es la altura del polo 7.

35 En la realización mostrada, las distancias  $b$  y  $d$  y la altura  $h$  se eligen de manera que los ángulos  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  se puedan establecer entre alrededor de  $10^\circ$  y  $45^\circ$ .

40 El dispositivo 4 de radar está adaptado para detectar la línea 1 de parada que se pasa calculando a partir de las reflexiones recibidas la distancia del vehículo desde el dispositivo y comparando la distancia calculada de este modo con la distancia conocida  $\sqrt{b^2 + d^2 + h^2}$  del dispositivo 4 de radar desde la línea 1 de parada. Con el fin de evitar, por ejemplo, el ruido electrónico en el dispositivo 4 o un incidente como pájaros que vuelan a través de los haces 5L, 5R de radar dando como resultado detecciones incorrectas, el dispositivo 4 de radar calcula una serie de valores para la distancia del vehículo V a partir de una serie de reflexiones recibidas sucesivamente. En la realización mostrada se calculan diez valores, haciendo uso de las reflexiones que se reciben en cada caso durante 45 10 milisegundos. Una detección de que un vehículo V está pasando la línea 1 de parada se supone entonces que es válida sólo si estos diez valores de distancia se corresponden entre sí dentro de límites determinados. En la realización mostrada, se calcula la desviación estándar  $\sigma$  de los diez valores de distancia, y la detección sólo se acepta si esta desviación estándar es menor que alrededor de la mitad de la longitud de un vehículo ( $\sigma < 2.2$  m).

50 La detección comienza cuando un vehículo V se dirige dentro de un campo de búsqueda S cubierto por uno de los haces 5L, 5R de radar. La longitud de este campo de búsqueda S se introduce por medio de un telegrama de configuración que se trata a continuación en la electrónica de control del dispositivo 4 de radar antes del primer uso del sistema de detección, y se puede modificar opcionalmente durante la operación del sistema. El campo de 55 búsqueda S se define por un límite inferior  $S_L$  y un límite superior  $S_U$ . Los valores de estos límites inferior y superior  $S_L$ ,  $S_U$  se eligen de manera que un vehículo V en el haz 5 de radar pertinente se puede seguir durante algún tiempo. La longitud máxima del campo de búsqueda, de este modo, la distancia entre  $S_L$  y  $S_U$ , por supuesto, se determina por la distancia horizontal y vertical desde el dispositivo 4 de radar y el vértice del haz 5 de radar. Con valores normales de estas dos cantidades, esta longitud ascenderá a unos pocos metros (Figura 2).

60

Cuando un vehículo V pasa la línea 1 de parada, se genera una señal T de activación (Figura 3) por el dispositivo 4 de radar. Esta señal T, que forma parte de un telegrama de objeto que se trata a continuación, se usa para activar un sistema externo acoplado al sistema de detección. La señal de activación se puede alimentar, por ejemplo, a un contador de un sistema de control de tráfico (Figura 6) que calcula una velocidad óptima sobre la base del número de vehículos V que pasan por unidad de tiempo, y muestra esta velocidad en los paneles 11 de visualización por encima o a lo largo de la carretera.

Con el fin de ser capaz de establecer de forma inequívoca el punto en el que ha pasado un vehículo V, en particular con respecto a proporcionar pruebas cuando la detección se usa en el contexto del cumplimiento de la ley, el telegrama de objeto transmitido por el dispositivo 4 de radar también contiene, además de la señal T de activación, la identificación de este dispositivo 4 de radar.

En la realización mostrada, el sistema de detección comprende un dispositivo 9 conectado de manera controlable al dispositivo 4 de radar para hacer al menos un registro de imagen del vehículo que pasa. El sistema se puede usar de este modo como sistema de cámara de luz en rojo (RLC). El dispositivo 9 de registro puede ser una cámara fotográfica convencional con rollo de película, pero en conexión con la capacidad y la velocidad de procesamiento, se recomienda hacer uso de una cámara digital. Ésta puede tener su propio medio de almacenamiento, pero además, o en su lugar, se puede conectar a través de una red de comunicación a una oficina central.

Además de recibir la señal T de activación, que indica que un vehículo V está pasando la línea 1 de parada, el dispositivo 9 de registro también recibe en cada caso una señal desde el semáforo 3 cuando está en rojo. Si estas dos señales se proporcionan simultáneamente, esta es una indicación de que un vehículo V está pasando en rojo en la intersección, y se hacen uno o más registros de imagen. Sobre la base de estos registros de imagen, en los que, además del vehículo V y el semáforo 3 en rojo, se puede mostrar todo tipo de información adicional, se puede identificar el vehículo V, de modo que se pueda enviar una multa al titular del registro del vehículo.

Para permitir el uso óptimo de la presencia de un sistema de detección en el punto que se monitoriza por ello, el dispositivo 4 de radar se adapta además en la realización mostrada para calcular la velocidad del vehículo V que pasa a partir de las reflexiones recibidas. De este modo, el sistema de detección se puede usar no sólo como sistema RLC, sino también como sistema de cámara de velocidad. Al igual que en el cálculo de la distancia entre el vehículo V y el dispositivo 4 de radar, para la medición de la velocidad también se calcula una serie de valores para la velocidad del vehículo V a partir de un número de reflexiones recibidas sucesivamente, y se supone que la velocidad calculada es válida sólo cuando la serie de valores de velocidad corresponde con precisión. Se pueden calcular una vez más diez valores, de los cuales la desviación estándar  $\sigma$  debe ser menor que un valor determinado, por ejemplo, alrededor de 5 km/h ( $\sigma \leq 1.4$  m/s), así que aproximadamente el diez por ciento de la velocidad máxima se aplica normalmente a la ubicación de los semáforos.

Con el fin de asegurar una detección fiable, es importante que sólo se pueda detectar un vehículo V a la vez. El dispositivo 4 de radar está dispuesto, por lo tanto, a una distancia de la línea 1 de parada y está adaptado para transmitir un haz 5 de radar de manera que la dimensión del haz 5 de radar en la posición de la línea 1 de parada sea del mismo orden de magnitud que la anchura de un vehículo V. En la realización mostrada, la distancia entre el dispositivo 4 de radar y la línea 1 de parada es de varias decenas de metros, mientras que los haces 5L, 5R de radar tienen un anchura de haz de varios grados, más particularmente  $3.5^\circ \pm 1.75^\circ$ .

La comunicación entre el dispositivo 9 de registro, el semáforo 3 y el dispositivo 4 de radar se realiza a través de las líneas 12, 13 a lo largo y debajo de la carretera 2. Debido a que las cámaras de luz en rojo se usan normalmente en combinación con bucles de inducción, para la comunicación entre el dispositivo 4 de radar y el dispositivo 9 de registro la compatibilidad se busca preferiblemente con los estándares desarrollados con este propósito. La interfaz entre el dispositivo 4 de radar y el dispositivo 9 de registro puede ser, de este modo, un conector sub D hembra de 9 patillas, las patillas del cual se usan de la siguiente manera:

Conexión	Número de patilla
+ 12 V	1
GND	3
Patilla de alarma A (nivel RS485)	5
Patilla de alarma B (nivel RS485)	4
Entrada A de patilla RS485 (RS422)	7
Entrada B de patilla RS485 (RS422)	6
Conexión	Número de patilla
Salida A de patilla RS485 (RS422)	9
Salida B de patilla RS485 (RS422)	8
No conectado	2

## ES 2 710 318 T3

La interfaz comprende de este modo la alimentación del voltaje de alimentación, dos salidas RS422 y una entrada RS422. Una de las salidas RS422 y la entrada RS422 sirven para la transferencia de datos. La segunda salida RS422, la salida de alarma, sirve sólo para transmitir un estado o una señal de activación.

5 Esta salida de alarma se configura como salida RS422 para ser compatible con la entrada RS422 en el lado del dispositivo 9 de registro. La salida de alarma genera finalmente la señal que activa el dispositivo 9 de registro con el fin de hacer un registro de un vehículo V que pasa la línea 1 de parada cuando el semáforo 3 está en rojo. Los niveles lógicos de esta señal son:

10 sin alarma – A alto, B bajo,  
alarma – A bajo, B alto,

en donde alto y bajo son respectivamente +5 V y 0 V.

15 Para la transferencia de datos entre el dispositivo 4 de radar y el dispositivo 9 de registro se usan, como se ha expuesto, una entrada RS422 y una salida RS422 que operan según la especificación: 19200, 8, N, 1. La transferencia de datos tiene lugar en forma de los llamados telegramas, tres tipos de los cuales se pueden distinguir. Un telegrama de "objeto" es el telegrama de salida estándar del dispositivo 4 de radar que se envía cada diez milisegundos y contiene datos tales como la distancia y la velocidad del objeto detectado, el nivel de señal y la información de estado. Un telegrama de "configuración" es un telegrama que se envía a un dispositivo 4 de radar para la configuración del mismo. En respuesta a tal telegrama de configuración, el dispositivo 4 de radar envía un telegrama de "respuesta".

25 Cada telegrama tiene una estructura similar. Consiste en palabras de en cada caso 16 bits, así que 2 bytes, un byte inferior seguido de un byte superior (Figura 4). Cada telegrama comienza con una palabra de sincronización que especifica el tipo de telegrama. Una segunda palabra indica la longitud del telegrama, es decir, el número de palabras desde la siguiente palabra hasta el final del telegrama. Luego siguen palabras con los datos reales que se deben transferir, cerrados por una palabra CRC que forma el final del telegrama. Esta palabra CRC (comprobación de redundancia cíclica) es la suma de 16 bits de todos los valores de la palabra que indica el número de palabras, así que aquí la segunda palabra, hasta e incluyendo la palabra inmediatamente antes de la palabra CRC. Los recordatorios no están incluidos en esta suma.

30 Como se ha expuesto, el telegrama de objeto (Figura 3) se presenta cada diez milisegundos, independientemente de si hay un vehículo V en el haz 5 de radar. Contiene datos que conciernen al objeto detectado y la identificación del dispositivo 4 de radar. El tiempo de transferencia total del telegrama de objeto, que en la realización mostrada es de nueve palabras, asciende a 9.4 milisegundos a una velocidad de transferencia de 19200 bps. La estructura del telegrama objeto es la siguiente:

Número de palabra	Contenido
1	81h (byte inferior), 75h (byte superior)
2	Longitud (formato: número entero sin signo) (aquí 7)
3	Velocidad del objeto en cm/s (formato: número entero con signo, oscilando desde -16383 hasta +16383)
4	Distancia al objeto en cm (formato: número entero con signo)
5	Amplitud de señal del objeto en dB (formato: número entero sin signo)
6	Estado
7	Identificación del equipo
8	Número de versión de software
9	CRC

40 Mostrando la velocidad en cm/s y la distancia en cm, se alcanza un buen compromiso entre precisión por una parte y el intervalo de medición por otra. Los valores dados en el telegrama para la velocidad y la distancia de otro modo no son los valores momentáneos en bruto, sino la media progresiva durante los 100 milisegundos anteriores (o diez detecciones). Estos valores implican una predicción para los próximos diez milisegundos.

45 Como se ha expuesto, el telegrama de objeto también se presenta si no se ha de encontrar ningún objeto o vehículo V en el haz 5 de radar, y los valores de medición forman, por lo tanto, sólo ruido. Si un vehículo V está o no situado en el haz 5 de radar se indica por el bit 0 del byte inferior de la palabra de estado, el bit de alarma (1 = alarma, 0 = sin alarma). Este bit se activa si un vehículo V pasa la línea 1 de parada y se desactiva de nuevo cuando el vehículo V abandona el campo de búsqueda S. El estado de alarma también se presenta a las patillas de alarma del conector.

50 La identificación del dispositivo 4 de radar que se transmite conjuntamente en el telegrama de objeto consta de dos partes, una identificación del equipo y la identificación del software. El número de identificación del equipo se almacena en una EEPROM y sólo se puede modificar o borrar por el fabricante. Debido a que este número de

identificación se almacena en el equipo, el software es en principio dependiente del dispositivo. El número de identificación del software se almacena con el resto del software en una EPROM, y del mismo modo sólo puede ser borrado o modificado por el fabricante.

5 El telegrama de configuración sirve para configurar el dispositivo de radar. Se puede transmitir en cualquier momento deseado a través del uso de comunicación RS485 (RS422) bidireccional simultánea. Tan pronto como el dispositivo 4 de radar recibe un telegrama de configuración, deja de transmitir telegramas de objeto hasta que el telegrama de configuración se procesa y responde. El retardo de tiempo entre la transmisión del telegrama de configuración y la recepción del telegrama de respuesta puede ascender a un segundo completo, debido a que los  
10 datos de configuración se deben almacenar en la EEPROM, de modo que también permanezcan almacenados en caso de fallo de alimentación.

Sin embargo, cuando el factor de corrección de ángulo – a ser tratado a continuación – se establezca en 0 en el telegrama de configuración, la configuración no se almacena. El dispositivo 4 de radar envía entonces la configuración existente como respuesta. En este caso, no tiene que ser escrito nada en la EEPROM, y el retardo de tiempo entre el telegrama de configuración y el telegrama de respuesta asciende a menos de 1 milisegundo.

Después de enviar un telegrama de recepción, el dispositivo 4 de radar vuelve a enviar una vez más telegramas de objeto.

La estructura del telegrama de configuración y del telegrama de respuesta es, en principio, idéntica. Sólo el byte inferior de la primera palabra, que indica si es una configuración o un telegrama de respuesta, difiere. La estructura es la siguiente:

Número de palabra	Contenido
1	7eh, 5bh para telegrama de configuración y 81h, 5bh para telegrama de respuesta
2	Longitud (formato: número entero sin signo) (aquí 8)
3	Límite inferior $V_{min}$ de velocidad de campo de búsqueda en cm/s (formato: número entero con signo)
4	Límite superior $V_{max}$ de velocidad de campo de búsqueda en cm/s (formato: número entero con signo)
5	Límite inferior $S_L$ de distancia de campo de búsqueda en cm (formato: número entero con signo)
6	Límite superior $S_U$ de distancia de campo de búsqueda en cm (formato: número entero con signo)
7	Distancia de valor umbral para alarma en cm
8	Función de alarma de control
9	Factor de corrección de ángulo para distancia y velocidad
10	CRC

25 La palabra de control para la función de alarma (número de palabra 8) determina la operación de la alarma. El bit 0, el bit más bajo, indica la dirección de la alarma en relación con el valor crítico de la distancia. Si el bit 0 = 0 esto significa que la alarma se activa cuando un vehículo V se acerca y la distancia disminuye y, finalmente, cae por debajo del valor de umbral. Este es el caso cuando el dispositivo 4 de radar, como se ve en la dirección de desplazamiento, se coloca más allá del punto 1 de monitorización e irradia la parte delantera del vehículo como se muestra en las Figura 1 y 2. Cuando el bit 0 = 1 es el caso en que la alarma se activa cuando la distancia al vehículo V aumenta, y finalmente excede el valor crítico. Este es el caso de un dispositivo 4 de radar que, como se ve en la dirección de desplazamiento, se coloca antes del punto de monitorización como se muestra en la Figura 7, y está dirigido a la parte trasera de los vehículos que pasan. Una vez que se activa la alarma, permanece activa en ambos  
30 casos hasta que el vehículo haya abandonado el campo de búsqueda S.

Los límites inferior y superior para la velocidad son  $V_{min} = 0$ , respectivamente  $V_{max} = 5800$  (58 m/s, así que 209 km/h) cuando el vehículo V se aproxima al dispositivo 4 de radar (bit 0 = 0), y  $V_{min} = -5800$ , respectivamente  $V_{max} = 0$  si el vehículo V está alejándose del dispositivo 4 de radar (bit 0 = 1). El valor de  $\pm 5800$  se aplica sólo cuando el dispositivo de radar está en línea con el vehículo y el factor de corrección de ángulo asciende a 1 (cuando el número de palabra 9 tiene el valor 1000). En el caso de mediciones en un ángulo, este valor se multiplica por el factor de corrección de ángulo, que asciende a  $1/\cos\gamma$ , donde  $\gamma$  es el ángulo sólido descrito anteriormente entre el haz 5 de radar y el vector de velocidad del vehículo V. A partir de la relación expuesta anteriormente para  $\gamma$  resulta que el factor de corrección de ángulo asciende a  
45

$$\sqrt{(b^2 + d^2 + h^2)}/d.$$

El límite inferior y superior para la distancia asciende respectivamente a  $S_L = 0$  y  $S_U = 5000$  (cm = 50 m) para mediciones directas de la parte delantera o la trasera, mientras que la distancia máxima para mediciones en un ángulo se debe dividir por el factor de corrección del ángulo.

5 La alarma se activa finalmente sólo cuando se cumplen dos condiciones simultáneamente. En primer lugar, la distancia al vehículo medida por el dispositivo 4 de radar debe exceder el valor umbral, lo que forma una indicación de que el vehículo está pasando la línea de parada. Además, las últimas diez mediciones, de este modo las mediciones durante los últimos 100 milisegundos, tanto de la distancia como de la velocidad del vehículo V deben corresponder mutuamente dentro de un ancho de banda determinado. Como ya se ha expuesto anteriormente, la desviación estándar  $\sigma$  se puede usar como criterio aquí, en donde, por ejemplo,  $\sigma \leq 2,2$  m se podría usar como valores límite para la desviación estándar en las mediciones de distancia y  $\sigma 1.4$  m/s en las mediciones de velocidad. Por lo tanto, las mediciones sólo pueden cumplir el segundo requisito después de 100 milisegundos, lo que implica que el campo de búsqueda S debe ser tan grande que un vehículo V a una velocidad normal no pueda pasar a través del mismo dentro de 100 milisegundos.

15 La alarma se desactiva cuando el vehículo V abandona el campo de búsqueda S, o cuando al menos durante un ciclo de medición (de 10 milisegundos) no se cumple el segundo requisito.

20 El sistema y el método como se han descrito anteriormente hacen posible con medios simples establecer cuándo un vehículo pasa un punto determinado en la carretera, tal como una línea de parada, sin que sean necesarias operaciones en la superficie de la carretera con este propósito. El método y el sistema son muy adecuados por este medio para la aplicación en intersecciones de tráfico congestionadas. Las detecciones son muy fiables como resultado de las comprobaciones aplicadas a las mismas, y también pueden servir con propósitos de cumplimiento de la ley.

25 Aunque la invención se ha dilucidado anteriormente sobre la base de un número de realizaciones ejemplares, será evidente que no se limita a las mismas. Dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones, se pueden concebir muchas variantes y modificaciones que se consideran que caen dentro del alcance de esta solicitud.



REIVINDICACIONES

1. Un método para detectar el paso de un vehículo (V) pasado un punto (1) de monitorización predeterminado en una carretera (2), en donde:

5 el punto (1) de monitorización es una línea de parada asociada con un semáforo (3), se genera una señal de luz en rojo (3) cuando el semáforo (3) está en rojo, se genera una señal (T) de activación cuando un vehículo (V) pasa el punto (1) de monitorización en una dirección predeterminada, y  
 10 se hace al menos un registro de imagen del vehículo (V) que pasa cuando la señal de luz en rojo (3) y la señal (T) de activación se generan simultáneamente,  
**caracterizado por que:**

15 desde una ubicación situada remotamente, al menos un haz (5) de radar se transmite de manera sustancialmente continua al punto (1) de monitorización, las reflexiones de al menos un haz (5) de radar transmitido se reciben en la ubicación situada remotamente, y a partir de las reflexiones recibidas se determina que el vehículo (V) está pasando el punto (1) de monitorización,  
 20 en donde el paso del punto (1) de monitorización se determina calculando a partir de las reflexiones recibidas la distancia del vehículo (V) desde la ubicación de transmisión y de recepción y comparando la distancia calculada de este modo con la distancia conocida entre la ubicación de transmisión y de recepción y el punto (1) de monitorización, y  
 25 en donde una serie de valores de la distancia del vehículo (V) se calcula a partir de un número de reflexiones recibidas sucesivamente, y la detección de que el vehículo (V) está pasando el punto (1) de monitorización es válida sólo si esta serie de valores de distancia corresponde con precisión.

2. El método según la reivindicación 1, **caracterizado por que** una identificación de la ubicación de transmisión y de recepción está vinculada a la señal (T) de activación.

30 3. El método según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado por que** al menos un haz (5) de radar se transmite en un ángulo agudo a la dirección de desplazamiento del vehículo (V) que pasa.

4. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la velocidad y la dirección de desplazamiento del vehículo (V) que pasa también se calcula a partir de las reflexiones recibidas.

35 5. El método según la reivindicación 4, **caracterizado por que** una serie de valores de la velocidad del vehículo (V) se calcula a partir de un número de reflexiones recibidas sucesivamente, y un cálculo de velocidad es válido sólo cuando la serie de valores de velocidad corresponde con precisión.

40 6. El método según la reivindicación 4 ó 5, **caracterizado por que** la velocidad calculada está vinculada con la señal (T) de activación.

7. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la distancia entre la ubicación de transmisión y de recepción y el punto (1) de monitorización por una parte y la característica de al menos un haz (5) de radar transmitido por otra se emparejan de manera que la dimensión del haz (5) de radar en el punto (1) de monitorización sea del mismo orden de magnitud que la anchura de un vehículo (V).

8. El método según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la distancia asciende a varias decenas de metros y el haz (5) de radar tiene un anchura de haz (5) de varios grados.

50 9. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la carretera (2) comprende un número de carriles (8L, 8R), en cada uno de los cuales se ha de monitorizar un punto específico, y para cada carril (8L, 8R) un haz (5L, 5R) de radar se transmite en un ángulo relacionado desde la ubicación de transmisión y de recepción.

55 10. Un sistema adaptado para detectar el paso de un vehículo (V) pasado un punto (1) de monitorización predeterminado en una carretera (2), en donde el punto (1) de monitorización es una línea de parada asociada con un semáforo (3) y el semáforo (3) está adaptado para generar una señal de luz en rojo (3) cuando está en rojo, comprendiendo el sistema:

60 un primer dispositivo (4) que está adaptado para generar una señal (T) de activación cuando un vehículo (V) pasa el punto (1) de monitorización en una dirección predeterminada, y un dispositivo (9) de registro que está conectado de forma controlable al semáforo (3) y al primer dispositivo (4) adaptado para hacer al menos un registro de imagen del vehículo (V) que pasa,  
 65 **caracterizado por que:**

dicho primer dispositivo es un dispositivo (4) de transmisión y de recepción dispuesto en una ubicación remota, estando dicho dispositivo (4) de transmisión y de recepción adaptado para transmitir al menos un haz (5) de radar de manera sustancialmente continua al punto (1) de monitorización, recibir reflexiones a partir de al menos un haz (5) de radar transmitido, y determinar a partir de las reflexiones recibidas que un vehículo (V) está pasando el punto (1) de monitorización, y  
 5 **por que** el dispositivo (4) de transmisión y recepción está adaptado:

para calcular a partir de las reflexiones recibidas la distancia del vehículo (V) desde el dispositivo (4) de transmisión y de recepción y para comparar la distancia calculada de este modo con la distancia conocida entre el dispositivo (4) de transmisión y de recepción y el punto (1) de monitorización, y

para calcular una serie de valores para la distancia del vehículo (V) a partir de un número de reflexiones recibidas sucesivamente, y para suponer que una detección de que el vehículo (V) está pasando el punto (1) de monitorización sea válida sólo si la serie de valores de distancia corresponde con precisión.  
 15

11. El sistema de detección según la reivindicación 10, **caracterizado por que** el dispositivo (4) de transmisión y de recepción está adaptado para vincular su identificación con la señal (T) de activación.

20 12. El sistema de detección según la reivindicación 10 u 11, **caracterizado por que** el dispositivo (4) de transmisión y de recepción está adaptado para transmitir al menos un haz (5) de radar en un ángulo agudo a la dirección de desplazamiento del vehículo (V) que pasa.

25 13. El sistema de detección según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado por que** el dispositivo (4) de transmisión y de recepción está adaptado para calcular, a partir de las reflexiones recibidas, la velocidad y la dirección de desplazamiento del vehículo (V) que pasa.

30 14. El sistema de detección según la reivindicación 13, **caracterizado por que** el dispositivo (4) de transmisión y de recepción está adaptado para calcular una serie de valores de la velocidad del vehículo (V) a partir de un número de reflexiones recibidas sucesivamente, y para suponer que la velocidad calculada sea válida sólo cuando la serie de valores de velocidad corresponde con precisión.

35 15. El sistema de detección según la reivindicación 13 ó 14, **caracterizado por que** el dispositivo (4) de transmisión y de recepción está adaptado para vincular la velocidad calculada con la señal (T) de activación.

40 16. El sistema de detección según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, **caracterizado por que** el dispositivo (4) de transmisión y de recepción está dispuesto a una distancia del punto (1) de monitorización y está adaptado para transmitir un haz (5) de radar de manera que la dimensión del haz (5) de radar en el punto (1) de monitorización sea del mismo orden de magnitud que la anchura de un vehículo (V).

45 17. El sistema de detección según la reivindicación 16, **caracterizado por que** el dispositivo (4) de transmisión y de recepción está dispuesto a varias decenas de metros del punto (1) de monitorización y está adaptado para transmitir un haz (5) de radar con una anchura de haz (5) de varios grados.

18. El sistema de detección según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 17, **caracterizado por que** la carretera (2) comprende un número de carriles (8L, 8R), en cada uno de los cuales se ha de monitorizar un punto específico, y el dispositivo (4) de transmisión y de recepción está adaptado para transmitir para cada carril (8L, 8R) un haz (5L, 5R) de radar en un ángulo relacionado.



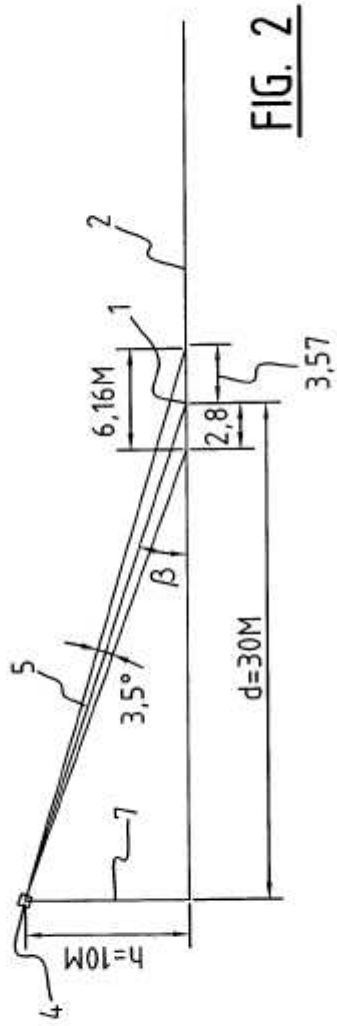


FIG. 2

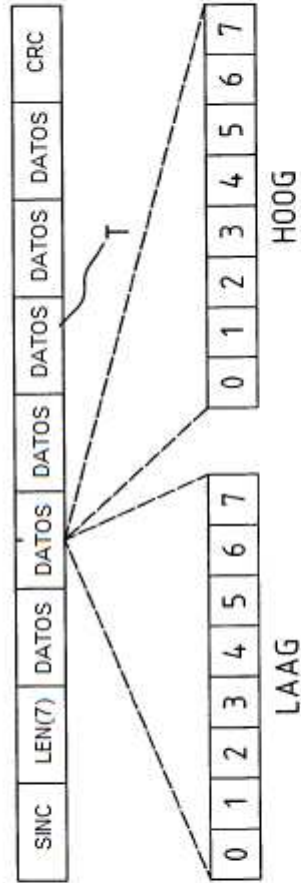


FIG. 3

FIG. 4



FIG. 5

