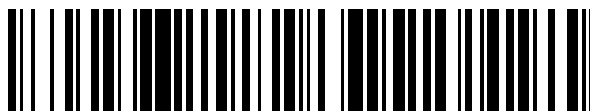


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 444 630**

51 Int. Cl.:

G08G 1/01 (2006.01)

G01S 7/41 (2006.01)

G01S 13/88 (2006.01)

G01S 13/91 (2006.01)

G08G 1/04 (2006.01)

G01S 13/58 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2011** **E 11450080 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2013** **EP 2538239**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para detectar ruedas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.02.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

NAGY, OLIVER

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 444 630 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para detectar ruedas

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para detectar ruedas de un vehículo que se desplaza sobre una vía en una dirección de marcha, y cuyas ruedas están, al menos en parte, expuestas lateralmente.

La detección de ruedas de vehículo es de interés en numerosas aplicaciones. Así se puede detectar con seguridad a partir de la detección de ruedas el tránsito de una determinada superficie de tráfico, por ejemplo para vigilar fronteras o para desencadenar determinadas acciones, tal como el desencadenamiento de un alarma, el encendido de una iluminación, la apertura de una barrera, la toma de una fotografía para fines de vigilancia, etc. También sistemas modernos de tarificación de tráfico se basan a menudo en el número de ejes de vehículos para establecer las tasas, de modo que la detección de ruedas (ejes de rueda) también puede constituir una base importante para sistemas de peaje de carretera o de tasas de aparcamiento.

Por el documento DE 10 2008 037 233 A1 se sabe detectar ruedas de un vehículo en movimiento debido a su componente horizontal de la velocidad tangencial, diferente con respecto al resto del vehículo, que provoca un desplazamiento de frecuencia Doppler correspondiente de un rayo de medición de radar. Para ello se utiliza un dispositivo de medición de velocidad de radar que con un lóbulo de radiación de radar irradia sobre la zona inferior de vehículos que pasan y a partir de la mezcla de frecuencias de recepción retenida promedia una única señal de medición de velocidad que en los lugares de las ruedas muestra valores máximos de señal. Una detección automática de valores máximos de este tipo en un desarrollo de señal requiere una búsqueda de valores extremos con análisis de señales y por consiguiente es complicada. Además, por ejemplo huecos entre un vehículo de tracción y su remolque pueden indicar de manera falsa valores mínimos de señal y con ello valores máximos "falsos" intermedios que llevan a una detección errónea de ruedas.

La invención tiene como objetivo crear procedimientos y dispositivos para detectar ruedas que posibiliten una detección más segura que las soluciones conocidas.

Este objetivo se alcanza en un primer aspecto de la invención con un procedimiento que se caracteriza por las etapas de

Emitir un lóbulo de rayo de medición electromagnético con un desarrollo temporal conocido de su frecuencia desde un lado de la vía sobre una zona por encima de la vía y de manera oblicua con respecto a la dirección de marcha,

Recibir el lóbulo de rayo de medición reflejado por un vehículo que pasa y registrar todas sus frecuencias en el desarrollo temporal con respecto al desarrollo conocido como desarrollo de mezcla de frecuencias de recepción, y

Detectar como rueda una extensión de frecuencia que se produce durante el paso del vehículo en el desarrollo registrado de la mezcla de frecuencias de recepción, que supera un valor umbral previamente determinado.

La invención se basa en el planteamiento novedoso de detectar ruedas de un vehículo en movimiento debido a su componente horizontal de la velocidad tangencial, diferente con respecto al resto del vehículo, que provoca un desplazamiento correspondiente de frecuencias Doppler de un aparato de medición radar o radar por infrarrojo. Al utilizar un rayo de medición ("lóbulo de rayo de medición") extendido por una sección transversal de rayo más grande, que por ejemplo está diversificado o distribuido de manera cónica por un ángulo espacial, éste coincide al menos con una parte de una rueda que pasa por una zona de incidencia ampliada, por ejemplo una elipse con una altura o un ancho en el intervalo entre 10 cm y 50 cm, ambos inclusive. En cada altura diferente de una rueda que gira, ésta tiene una componente horizontal diferente, constante por su ancho, de su velocidad tangencial, y genera de este modo un desplazamiento de frecuencia Doppler diferente, que lleva a una "división" o "extensión" de la frecuencia de emisión del lóbulo de rayo de medición, para formar una pluralidad de frecuencias de recepción reflejadas por la rueda que gira. Una rueda que gira genera de este modo, cuando un lóbulo de rayo de medición incide sobre la misma por una zona de altura ampliada, una extensión de frecuencia por su altura en el espectro de recepción, lo que se puede aprovechar para detectar la rueda.

El efecto anteriormente mencionado está solapado por un segundo efecto parasitario de extensión de frecuencia que se debe a los diferentes ángulos de proyección de la componente horizontal de la velocidad tangencial a la dirección hacia el receptor: esta dirección de proyección varía, según el lugar de reflexión observado, en el lugar de incidencia. Este segundo efecto de extensión es independiente de si la carrocería del vehículo o la rueda que gira pasa en este preciso momento por el receptor, y viene determinado únicamente por las condiciones marginales geométricas de la disposición de medición. La medida de extensión que para detectar una rueda se debe superar por la división de frecuencias causada por el efecto Doppler, mencionada en primer lugar, se fija por tanto de modo que es mayor que la división de frecuencias provocada por la geometría, mencionada en segundo lugar. Como resultado se consigue un procedimiento de detección de ruedas con una alta seguridad de detección, y concretamente debido a la "signatura de Doppler" provocada por una rueda.

Preferiblemente por tanto se determina previamente el valor umbral previamente establecido a partir de la extensión

de frecuencia que se produce en el paso de una parte sin ruedas de un vehículo. De este modo se puede calibrar el procedimiento in situ mediante mediciones de referencia.

En un segundo aspecto la invención crea un dispositivo para detectar ruedas de un vehículo que se desplaza sobre una vía en una dirección de marcha, y cuyas ruedas están, al menos en parte, expuestas lateralmente, caracterizado por

al menos un aparato de radar o radar por infrarrojo Doppler, que emite un lóbulo de rayo de medición electromagnético con un desarrollo temporal conocido de su frecuencia a un objetivo, y registra como desarrollo de mezcla de frecuencias de recepción todas las frecuencias del lóbulo de rayo de medición reflejado por el objetivo en el desarrollo temporal con respecto al desarrollo conocido,

estando el lóbulo de rayo de medición orientado desde un lado de la vía a una zona por encima de la vía y de manera oblicua con respecto a la dirección de marcha, y

un dispositivo de evaluación dispuesto aguas abajo, que detecta como rueda una extensión de frecuencia que se produce durante el paso del vehículo en el desarrollo registrado de la mezcla de frecuencias de recepción, que supera un valor umbral previamente establecido.

Con respecto a las ventajas del dispositivo según la invención se hace referencia a las explicaciones anteriores con respecto al procedimiento según la invención.

La invención es adecuada, cuando funciona con un aparato de radar Doppler, especialmente para ensamblarse con las radiobalizas de una infraestructura de carretera de radio ya existente, tal como WLAN (*wireless local area network*, red de área local inalámbrica), WAVE (*wireless access in a vehicle environment*, conexión inalámbrica en un entorno vehicular) o DSRC (*dedicated short range communication*, comunicación dedicada de corto alcance). Una forma de realización especialmente ventajosa de la invención se caracteriza por consiguiente por que el aparato de radar Doppler está formado por una radiobaliza WLAN, WAVE o DSRC en el lado de la carretera.

Características y ventajas adicionales del procedimiento y del dispositivo de la invención se obtienen a partir de la siguiente descripción de un ejemplo de realización preferido haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que muestran:

La figura 1, una primera forma de realización de un dispositivo para detectar ruedas para explicar las bases de la invención en una vista en perspectiva esquemática;

La figura 2, varios desarrollos de exploración a modo de ejemplo del rayo de medición del dispositivo de la figura 1 en un vehículo que pasa;

La figura 3, diagramas de tiempo de los desarrollos de frecuencia de recepción o de velocidad determinados con respecto a los desarrollos de exploración de la figura 2;

La figura 4, las relaciones de velocidad en una rueda que gira en detalle;

La figura 5, una forma de realización del dispositivo de la invención en una vista en perspectiva esquemática;

La figura 6, la superposición de varios desarrollos de frecuencia de recepción o de velocidad de la figura 3 para ilustrar la extensión de frecuencia debida al efecto Doppler durante el paso de una rueda;

La figura 7, las relaciones geométricas en el lóbulo de rayo de medición del dispositivo de la figura 5 para ilustrar la extensión de frecuencia debida a la geometría durante el paso de un vehículo;

La figura 8, el efecto de la extensión de frecuencia debida a la geometría durante el paso en el desarrollo temporal;

La figura 9, el efecto combinado de la extensión de frecuencia debida a la geometría de la figura 8 y de la extensión de frecuencia debida al efecto Doppler de la figura 6 durante el paso de un vehículo en el desarrollo temporal; y

La figura 10, una variante de la figura 9.

En la figura 1 se mueve un vehículo 1 sobre una vía 2 en una dirección de marcha 3. El vehículo 1 tiene ruedas 4 que sobresalen de la carrocería 5 del vehículo 2 hacia abajo y a este respecto, al menos en parte, quedan expuestas en los laterales de la carrocería en hendiduras de la misma, es decir, que son visibles desde un lado.

Un aparato de radar o radar por infrarrojo Doppler 6 emite un rayo de medición de radar o radar por infrarrojo concentrado 7 de manera oblicua con respecto a la dirección de marcha 3 desde un lado de la vía 1 poco por encima de la superficie de vía, de modo que el rayo de medición 7 incide sobre un vehículo 1 que pasa aproximadamente en la zona de sus ruedas 4.

El aparato de radar o de radar por infrarrojo Doppler 6 evalúa la frecuencia de recepción del rayo de medición 7 reflejado por el vehículo 1 o sus ruedas 4, tal como se conoce en la técnica, pudiendo determinarse a partir del desplazamiento de frecuencia debido al efecto Doppler entre los rayos de medición 7 emitido y reflejado la componente v_p situada (proyectada) en la dirección del rayo de medición 7, de la velocidad v del vehículo 1 o de la velocidad tangencial v_t (figura 2) de la rueda 4 en el punto de incidencia del rayo de medición 7. A continuación se pueden detectar a partir de esta información las ruedas 4 del vehículo 1, tal como aún se explicará más en detalle a continuación. Para este fin también está conectado aguas abajo del aparato 6 un dispositivo de evaluación 8 que realiza las evaluaciones correspondientes de la frecuencia de recepción del rayo de medición 7. El aparato de radar/radar por infrarrojo 6 y el dispositivo de evaluación 8 forman por tanto juntos un dispositivo 9 para detectar ruedas 4 de un vehículo 1.

El aparato de radar/radar por infrarrojo Doppler 6 en sí puede ser de cualquier tipo conocido en la técnica, ya sea con un rayo de medición 7 continuo, modulado o pulsado. En caso de un rayo de medición 7 continuo se puede determinar un desplazamiento de frecuencia Doppler entre las frecuencias propias ("frecuencias de soporte") de los rayos de medición 7 emitido y reflejado, por ejemplo mediante una medición de interferencias. En caso de un rayo de medición pulsado o modulado se puede medir un desplazamiento Doppler entre las tasas de impulsos o frecuencias de modulación de los rayos de medición 7 emitido y reflejado. Todas las frecuencias propias, frecuencias de soporte, frecuencias de impulso o frecuencias de modulación de este tipo se entienden por el término "frecuencia de recepción" utilizado en este caso del rayo de medición 7, es decir, el término frecuencia de recepción comprende cualquier frecuencia del rayo de medición 7 en la que se puede influir mediante un efecto Doppler.

Básicamente también la naturaleza del propio rayo de medición 7 es cualquiera, siempre que se trate de una onda electromagnética, ya sea luz visible o luz infrarroja, tal como en el caso de un aparato de radar por infrarrojo u ondas de radio, en particular microondas, en caso de un aparato de radar.

El rayo de medición 7 está muy concentrado en el ejemplo de explicación de la figura 1, de modo que su punto de incidencia en la carrocería 5 o en la rueda 4 tiene un diámetro extremadamente reducido.

La figura 2 muestra los desarrollos de exploración de un rayo de medición 7 concentrado de esta manera, que incide fundamentalmente de manera puntual en el vehículo 1 o en sus ruedas 4, durante el paso del vehículo 1 por el dispositivo 9. Para fines de explicación se muestran a modo de ejemplo seis desarrollos de exploración diferentes H1 a H6; se entiende que a través de un rayo de medición 7 concentrado durante el paso de un vehículo en cada caso sólo se produce un único desarrollo de exploración H1 a H6.

La figura 3 muestra la frecuencia de recepción f del rayo de medición 7 reflejado con respecto al tiempo, detectada de manera continua con respecto a los desarrollos de exploración H1 a H6 por el aparato de radar/radar por infrarrojo 6. El desplazamiento Doppler Δf de la frecuencia de recepción f con respecto a la frecuencia de emisión es proporcional con respecto a la componente de velocidad v_p de las partes exploradas en cada caso del vehículo 1 o de la rueda 4. Los desarrollos de frecuencia de recepción E1 a E6 representados en la figura 3 equivalen por tanto a desarrollos de velocidad.

A partir del desarrollo de frecuencia de recepción E1 de la figura 3 se puede ver que en el desarrollo de exploración H1 que incide sobre la carrocería 5 del vehículo 1 fuera de las ruedas 4, durante la duración T_p del paso de la carrocería se mide un desplazamiento de frecuencia de recepción Δf en gran parte constante del rayo de medición 7 y de este modo una componente de velocidad v_p que se pronuncia como impulso rectangular R en el desarrollo de frecuencia de recepción.

Para el desarrollo de exploración H2, que entra en contacto con las ruedas 4 en su punto más superior, en el que su velocidad tangencial v_t se suma a la velocidad de vehículo v , el desarrollo de frecuencia de recepción E2 muestra para cada rueda 4 una punta ("peak") 10 de $2v_p$ por encima del impulso rectangular de carrocería R.

Cuando el rayo de medición 7 incide en las ruedas 4 a una altura entre el eje de rueda y el lado superior de la rueda, tal como en los desarrollos de exploración en H3 y H4, se mide en el paso de una rueda 4 de manera correspondiente a la proyección v_p de su velocidad tangencial v_t en la dirección de rayo de medición un desplazamiento Doppler, que varía de nuevo a modo de saltos con respecto al impulso de carrocería R, y de este modo una frecuencia de recepción o velocidad, tal como se ilustra mediante los impulsos rectangulares 11 de los desarrollos E3 y E4. Cada impulso 11 comprende en cada caso un flanco ascendente 12 y un siguiente flanco descendente 13, es decir, dos "saltos" de frecuencia alternantes sucesivos.

El desarrollo de frecuencia de recepción E5 muestra el caso especial en que el rayo de medición 7 incide sobre las ruedas 4 exactamente a la altura de su eje donde no existe una velocidad tangencial de la rueda que se puede proyectar en la dirección del rayo de medición 7, de modo que las ruedas 4 no se pueden detectar.

El desarrollo de frecuencia de recepción E6 explora las ruedas 4 a una altura entre su lado inferior y su eje y es similar a aquél de E4, sólo con cambios inversos 11 a 13.

La figura 4 muestra de manera analítica la medida del desplazamiento 11 durante el paso de una rueda 4 en función de la altura h del respectivo desarrollo de exploración H1 a H6 con respecto al eje de rueda A, por ejemplo en el

desarrollo de exploración H4. Si R es el radio de la rueda 4 y r cualquier radio dentro de la rueda 4, entonces la velocidad tangencial $v_t(r)$ en un radio r es proporcional con respecto a este radio r, y concretamente según

$$v_t(r) = \frac{r}{R} v_t \quad (1)$$

5 La componente horizontal $v_{th}(r)$ de la velocidad tangencial $v_t(r)$, situada en la dirección de marcha 3, con un ángulo α , es una proyección sinusoidal según

$$v_{th}(r) = \frac{r}{R} v_t \sin \alpha \quad (2)$$

Con

$$\sin \alpha = \frac{h}{r} \quad (3)$$

la componente horizontal de velocidad tangencial $v_{th}(r)$ es de este modo

$$v_{th}(r) = v_t \frac{h}{R} \quad (4)$$

10 La componente horizontal de velocidad tangencial $v_{th}(r)$ es por tanto directamente proporcional con respecto a la altura h observada en cada caso del desarrollo de exploración y, mientras que la rueda 4 se explore, es constante por esta altura h.

15 La figura 5 muestra una ampliación del procedimiento de las figuras 1 a 4, en el que en lugar de un rayo de medición concentrado 7 se utiliza un rayo de medición diversificado, por ejemplo ensanchado o distribuido de manera bidimensional o en forma de embudo, denominado a continuación brevemente "lóbulo de rayo de medición" 15. El lóbulo de rayo de medición 15 se puede conseguir en caso de un aparato de radar por infrarrojo por ejemplo a través de una lente cóncava colocada por delante o se produce en aparatos de radar cuya concentración no es exacta. La figura 5 muestra como ejemplo un aparato de radar Doppler 16 que junto con el dispositivo de evaluación 8 forma el dispositivo 9.

20 En el caso de radar el lóbulo de rayo de medición 15 se caracteriza por el ángulo de apertura de la antena de radar utilizada. Por el ángulo de apertura (o también semianchura) de una antena direccional se designan en cada caso los puntos en los que la potencia con respecto al máximo se haya reducido hasta la mitad (-3 dB). Tal como resulta familiar para un experto en la técnica, se puede estimar para antenas direccionales a partir del conocimiento de los
25 respectivos ángulos de apertura la ganancia de la antena en su dirección de rayo principal con la siguiente fórmula:

$$g = 10 \lg \frac{27.000}{\Delta \phi \Delta \vartheta}$$

siendo

g = ganancia [dBi]

$\Delta \phi$ = ángulo de apertura horizontal (en grados)

30 $\Delta \vartheta$ = ángulo de apertura vertical (en grados)

El ángulo de apertura de la antena de radar debería permitir una buena separación de los bordes individuales 4 en la señal de medición del vehículo 1 a detectar. Por tanto resulta especialmente favorable cuando la zona de incidencia 17 del lóbulo de rayo de medición 15 tenga fundamentalmente el tamaño de una rueda 4 del vehículo 1 y no incida completamente en la rueda 4 sino algo por encima de la misma, tal como se muestra en la figura 7. La zona de
35 incidencia óptima 17 se obtiene a partir de la distancia de medición con respecto al vehículo 1, por tanto también depende la elección de la antena de radar de la geometría de la disposición global. Son especialmente adecuadas en general antenas con una ganancia g superior a 10 dB, en función de la disposición y la frecuencia del aparato de radar 16.

Las antenas direccionales presentan habitualmente una ganancia de antena g superior a 20 dB (lo que corresponde a un ángulo de apertura $\Delta\phi = \Delta\theta =$ aproximadamente 16°). Por tanto se puede iluminar, en caso de una ganancia de antena de 20 dB a una distancia de 2 m con respecto al vehículo 1 una zona 17 de un diámetro de aproximadamente 56 cm. Para vehículos 1 más alejados puede ser necesaria una ganancia de antena g de 30 dB para conseguir un ángulo de apertura $\Delta\phi = \Delta\theta =$ aproximadamente 5° , que a una distancia de 10 m equivale a una iluminación de una zona 17 de aproximadamente 90 cm.

Al utilizar un lóbulo de rayo de medición 15 de este tipo que incide sobre una zona 17 más grande del vehículo 1 o de las ruedas 4, se sobreponen las frecuencias de recepción, véanse E1 a E6, que proceden en cada caso de diferentes puntos de incidencia situados en la zona 17, véanse los desarrollos de exploración a modo de ejemplo H1 a H6 en la figura 2, para formar una mezcla 18 de diferentes frecuencias de recepción o velocidades, véase la figura 6. Dicho de otro modo, durante el paso T_p de un vehículo 1, al aparecer una rueda 4, se divide o se extiende la frecuencia de recepción f en una mezcla 18 debida a un efecto Doppler de frecuencias de recepción o velocidades, estando designada la medida de la extensión ("extensión de frecuencia") en la figura 6 con A_1 . La apariencia de una extensión de frecuencia 18 de este tipo puede servir por tanto como característica para una rueda 4.

La extensión de frecuencia 18 debida a un efecto Doppler en la medida A_1 se solapa de manera parasitaria por un segundo efecto de extensión de frecuencia que se debe a la geometría del propio lóbulo de rayo de medición 15. Tal como se puede ver en la figura 7, un aparato de radar/radar por infrarrojo 16 observa desde su lugar P_1 diferentes puntos P_2', P_2'' en la zona de incidencia 17 del lóbulo de rayo de medición 15 en cada caso en otra dirección espacial $7', 7''$, que con la componente horizontal v_{th} de la velocidad tangencial v_t de la rueda 4 o de la velocidad v de la carrocería de vehículo 5 encierra en cada caso un ángulo β_1, β_2 diferente en el espacio. La proyección de la velocidad v o V_{th} sobre la respectiva dirección de rayo de medición $7', 7''$, etc., en el lóbulo de rayo de medición 15 lleva de este modo, por la zona 17, a una división o extensión ("extensión de frecuencia") 18' de las frecuencias de recepción, debida a la geometría, tal como se representa en la figura 8 por ejemplo para la velocidad v de la carrocería de vehículo 5 a la altura H_1 como desarrollo de frecuencia de recepción E_1' , extendido debido a la geometría, y adopta la medida S.

La extensión 18 debida a un efecto Doppler en la medida A_1 (figura 6) se solapa con la extensión 18' debida a la geometría en la medida S (figura 8) para formar una mezcla de frecuencias de recepción F "real" en el desarrollo temporal, tal como se representa en la figura 9. En los lugares de las ruedas 4 se mide una extensión de frecuencia en la medida A_2 que se compone por la extensión A_1 debida a un efecto Doppler y la extensión S debida a la geometría.

La extensión de frecuencia 18' debida a la geometría depende fundamentalmente sólo del lugar de montaje y la orientación del aparato de radar/radar por infrarrojo 16 con respecto a la vía 2 o la ubicación durante la marcha del vehículo 1, y por tanto por ejemplo se puede determinar mediante mediciones de referencia con vehículos 1 (con ruedas cubiertas o cuando el lóbulo de rayo de medición 18 sólo incide sobre la carrocería 5). Entonces se puede recurrir a la medida S de la extensión de frecuencia 18' debida a la geometría como referencia o especificación para el verdadero procedimiento de detección de ruedas que evalúa el desarrollo de frecuencia de recepción de la figura 9 y detecta una rueda 4 cuando el desarrollo F registrado de frecuencias de recepción muestra una extensión A_2 que supera la medida de extensión S previamente establecida como referencia.

La medida de extensión S se podría determinar de manera alternativa en cada caso de nuevo durante el paso de un vehículo 1 para la operación de detección actual, al evaluar la extensión de frecuencia 18' que aparece en la entrada de la carrocería de vehículo 5 en el lóbulo de rayo de medición 18 en los primeros milisegundos de un paso de vehículo, y al almacenar su medida de extensión S y recurrir a la misma como valor umbral para la detección posterior de ruedas.

Tal como se puede ver mediante la figura 4 y la ecuación (4), la envolvente de la extensión de frecuencia 18 debida a un efecto Doppler corresponde aproximadamente al contorno circunferencial de la rueda 4, observado con el ángulo β', β'' , es decir, por regla general es una elipse que dado el caso está cortada cuando la zona 17 no cubre toda la rueda 4, véase la figura 6. Teniendo en cuenta adicionalmente la extensión de frecuencia 18' debida a la geometría, la envolvente se vuelve adicionalmente "borrosa" en la medida de la extensión S, sin embargo aun así puede seguir analizándose con respecto a su forma aproximada, por ejemplo al almacenarse la mezcla de frecuencias de recepción F del paso de referencia de una rueda de referencia como "signatura de referencia" 21 de una rueda que gira, por ejemplo en una memoria 22 del dispositivo 9, para compararla a continuación con el desarrollo de frecuencia de recepción F de un paso de vehículo actual.

La figura 10 muestra el caso real en que en el paso T_p de un vehículo 1 aparecen interrupciones 23 en el lóbulo de rayo de medición 15 reflejado y por tanto en la señal de desarrollo de frecuencia de recepción F. Al comparar las firmas de referencia 21 con un desarrollo de frecuencia de recepción real F de este tipo se pueden realizar por tanto comparaciones adecuadas de contorno, superficie y/o forma ("best-fit match" (emparejamiento con ajuste óptimo)) para conseguir también en estos casos una alta seguridad de detección.

En una realización práctica ventajosa de la forma de realización de la figura 5 se construye el aparato de radar Doppler 16 del dispositivo 9 utilizando una infraestructura de radio existente de una carretera, por ejemplo utilizando

radiobalizas WAVE o DSRC de un sistema de peaje de carretera o radiobalizas WLAN de una infraestructura de Internet en el lado de la carretera. De este modo se pueden utilizar elementos emisores ya existentes de las radiobalizas WLAN, WAVE o DSRC como elementos emisores del aparato de radar Doppler 16; igualmente se pueden utilizar elementos emisores de las radiobalizas como elementos emisores del aparato de radar Doppler 16, o éstos últimos al menos se pueden integrar en los elementos emisores de las radiobalizas. El dispositivo y el procedimiento de la invención se pueden implementar de este modo por ejemplo como una aplicación de software que se ejecuta en una radiobaliza WLAN, WAVE o DSRC convencional.

Hasta el momento se ha partido de que la frecuencia de emisión del aparato de radar/radar por infrarrojo 6 o del lóbulo de rayo de medición 15 es constante, es decir, de que su desarrollo temporal es un desarrollo constante. Sin embargo, es posible también que el aparato 6 emita un lóbulo de rayo de medición 15 con un desarrollo de frecuencia de emisión no constante temporalmente, por ejemplo en el caso de procedimientos de saltos de frecuencia en los que la frecuencia cambia permanentemente según un patrón previamente establecido o conocido. Los desarrollos de frecuencia de recepción F registrados se registran con respecto al desarrollo temporal previamente conocido de la frecuencia de emisión del lóbulo de rayo de medición 15, ya sea constante o varía, es decir, hacen referencia con respecto al mismo o se estandarizan con respecto al mismo, de modo que se puede compensar el efecto de desarrollos de frecuencia de emisión conocidos.

La invención por consiguiente no está limitada a las formas de realización representadas, sino que comprende todas las variantes y modificaciones que se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para detectar ruedas (4) de un vehículo (1) que se desplaza sobre una vía (2) en una dirección de marcha (3) y cuyas ruedas (4) están, al menos en parte, expuestas lateralmente, con la etapa de:

5 Emitir un lóbulo de rayo de medición electromagnético (15) con un desarrollo temporal conocido de su frecuencia desde un lado de la vía (2) sobre una zona por encima de la vía (2) y de manera oblicua con respecto a la dirección de marcha (3),

caracterizado por las etapas de:

10 Recibir el lóbulo de rayo de medición (15) reflejado por un vehículo (1) que pasa y registrar como desarrollo de mezcla de frecuencias de recepción todas sus frecuencias en el desarrollo temporal con respecto al desarrollo conocido, y

Detectar como rueda una extensión de frecuencia (A_2) que se produce durante el paso del vehículo (T_p) en el desarrollo registrado de la mezcla de frecuencias de recepción (F), que supera un valor umbral (S) previamente establecido.

15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** en una etapa anterior el valor umbral (S) previamente establecido se determina a partir de la extensión de frecuencia (18') que se produce en el paso de una parte sin ruedas de un vehículo (1).

3. Dispositivo para detectar ruedas (4) de un vehículo (1) que se desplaza sobre una vía (2) en una dirección de marcha (3) y cuyas ruedas (4) están, al menos en parte, expuestas lateralmente, **caracterizado por**

20 al menos un aparato de radar o radar por infrarrojo Doppler (6), que emite a un objetivo un lóbulo de rayo de medición electromagnético (15) con un desarrollo temporal conocido de su frecuencia, y registra como desarrollo de mezcla de frecuencias de recepción todas las frecuencias del lóbulo de rayo de medición (15) reflejado por el objetivo en el desarrollo temporal con respecto al desarrollo conocido,

estando el lóbulo de rayo de medición (15) orientado desde el lado de la vía (2) a una zona por encima de la vía (2) y de manera oblicua con respecto a la dirección de marcha (3), y

25 un dispositivo de evaluación (8) dispuesto aguas abajo, que detecta como rueda (4) una extensión de frecuencia (A_2) que se produce durante el paso del vehículo (T_p) en el desarrollo registrado de la mezcla de frecuencias de recepción (F), que supera un valor umbral (S) previamente establecido..

4. Dispositivo según la reivindicación 3 con un aparato de radar Doppler (6), **caracterizado por que** éste está formado por una radiobaliza WLAN, WAVE o DSRC en el lado de la carretera.

30

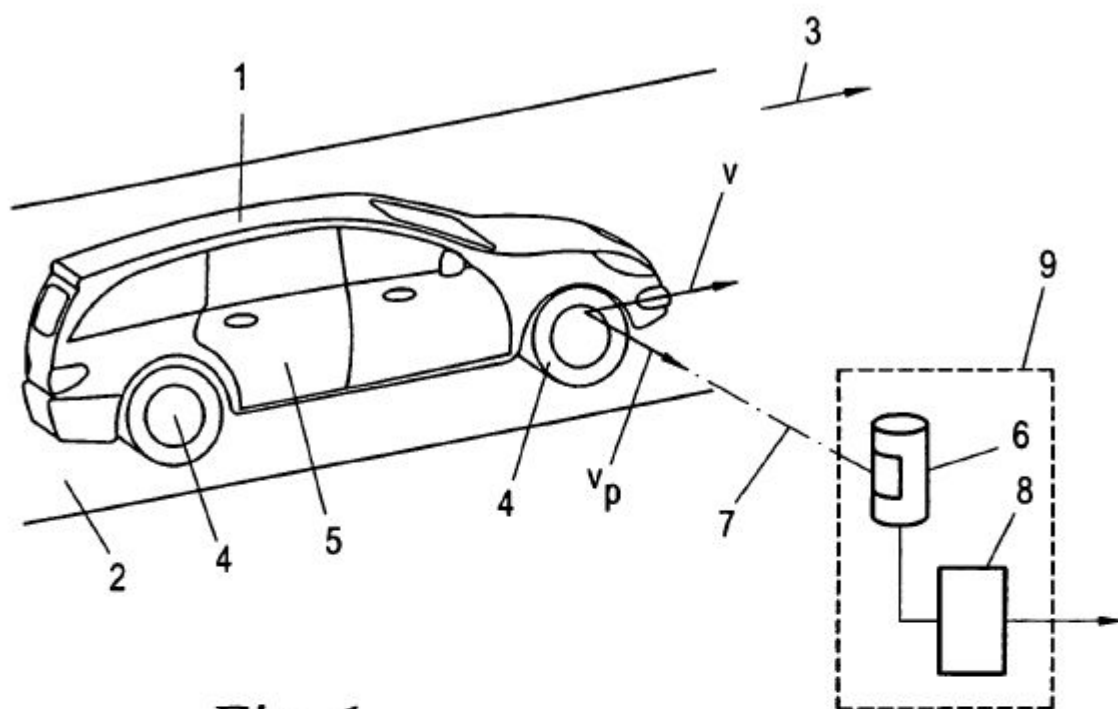


Fig. 1

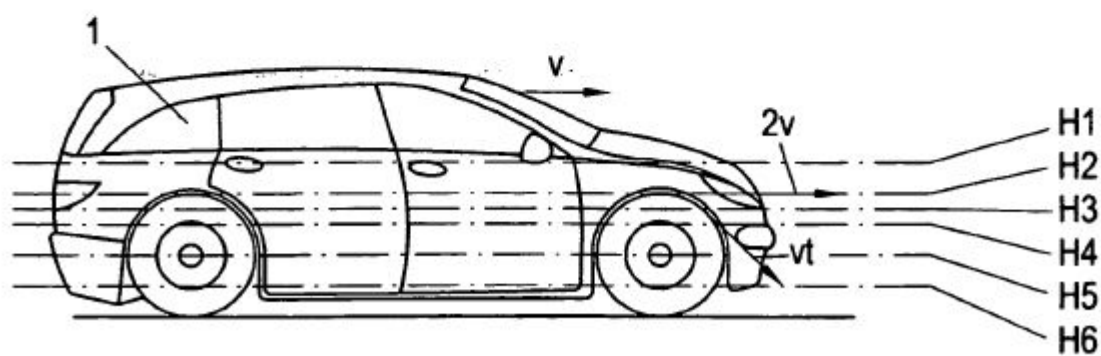


Fig. 2

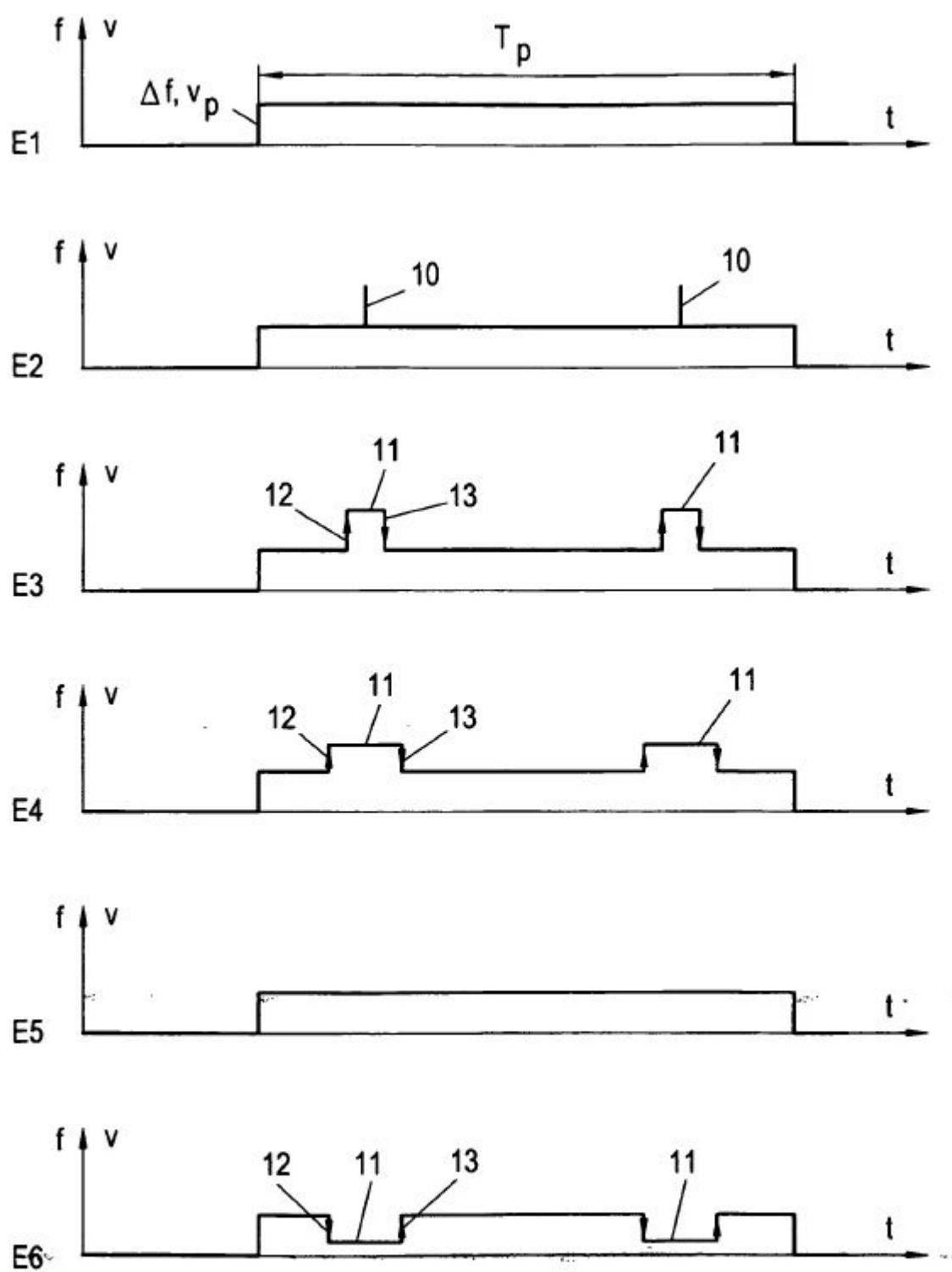


Fig. 3

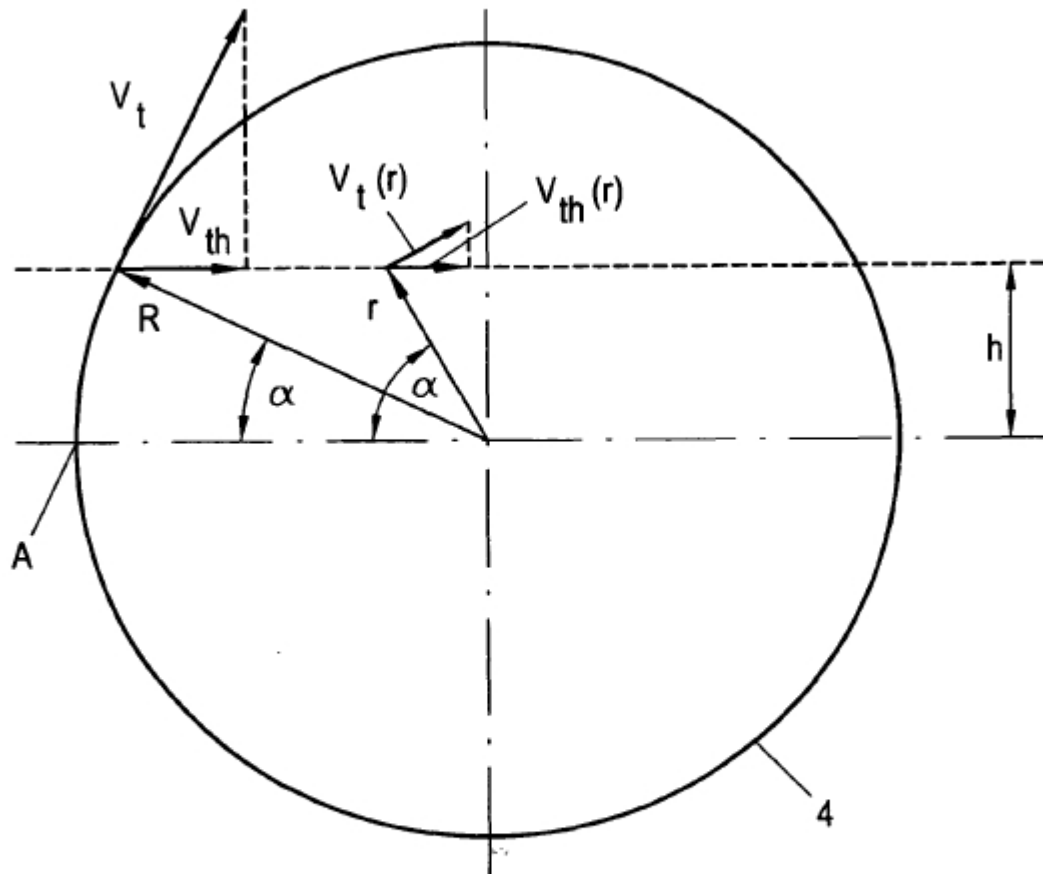


Fig. 4

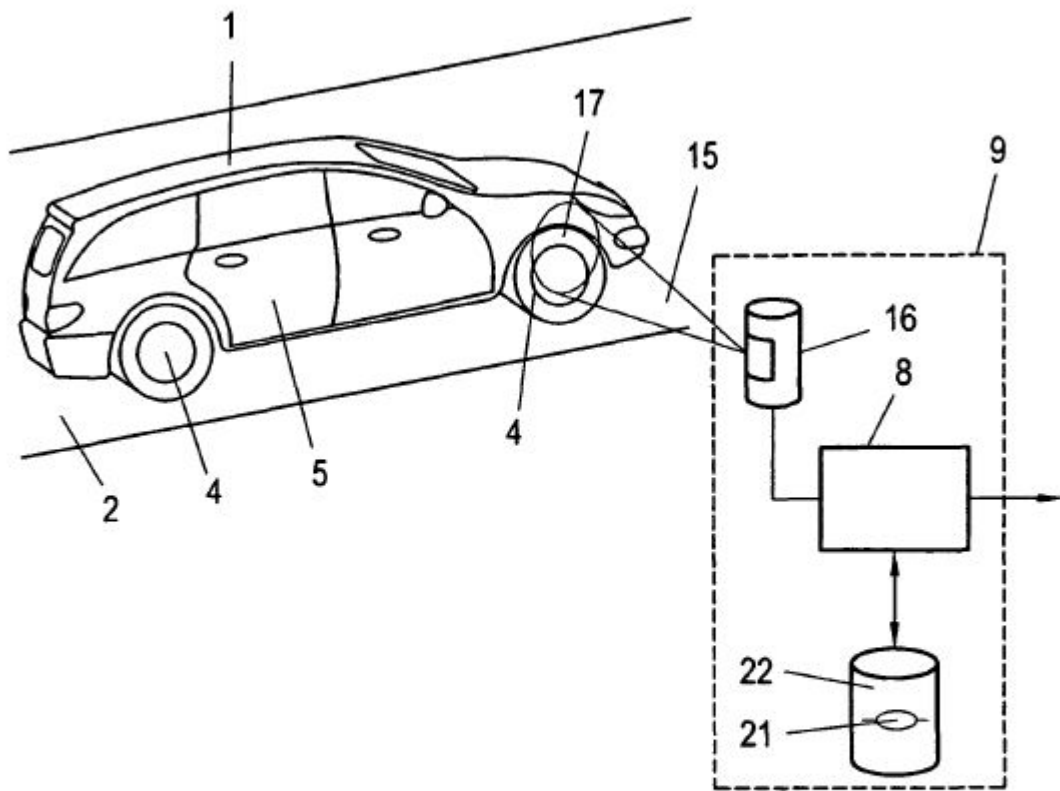


Fig. 5

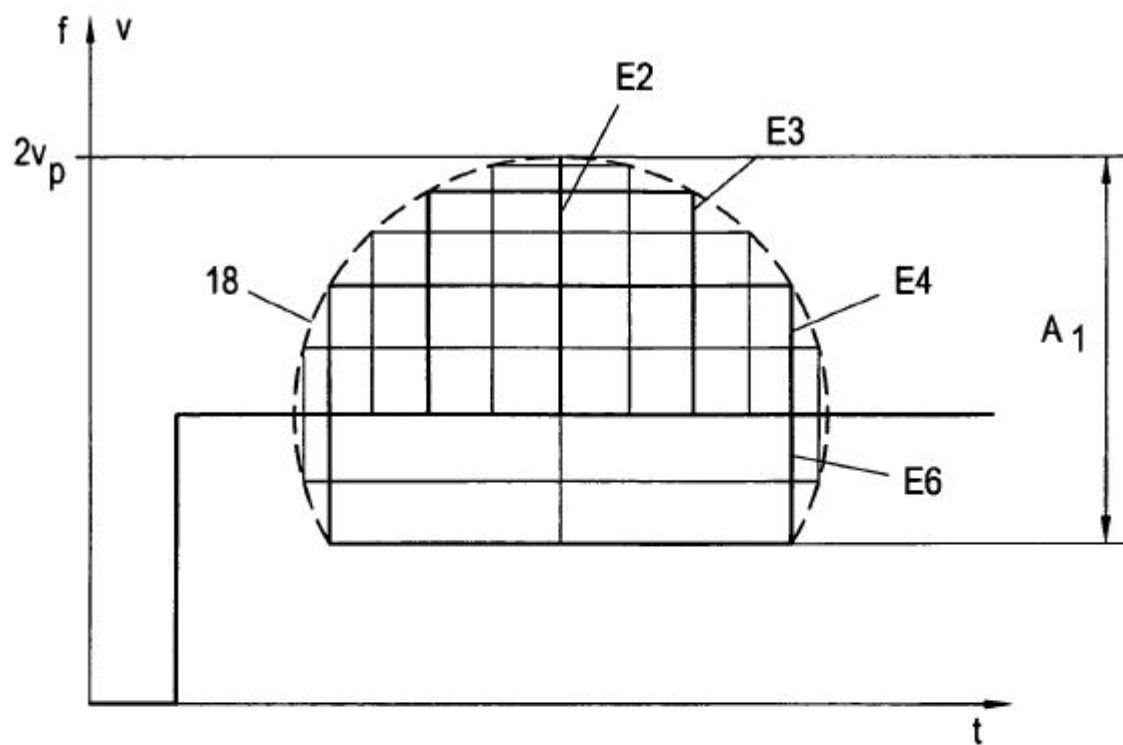


Fig. 6

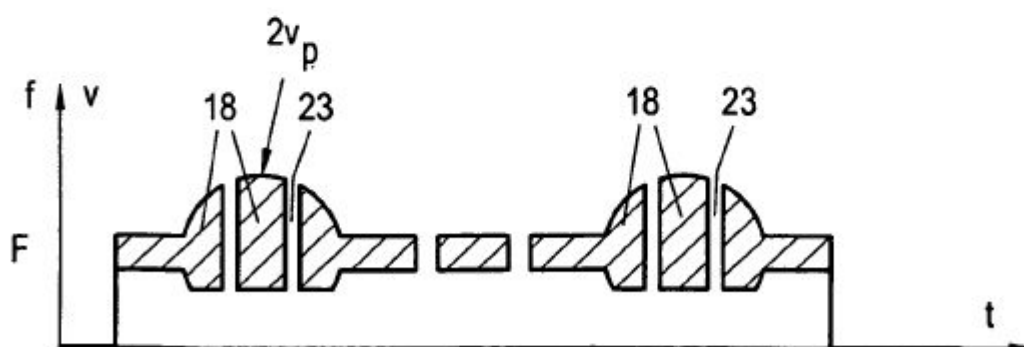
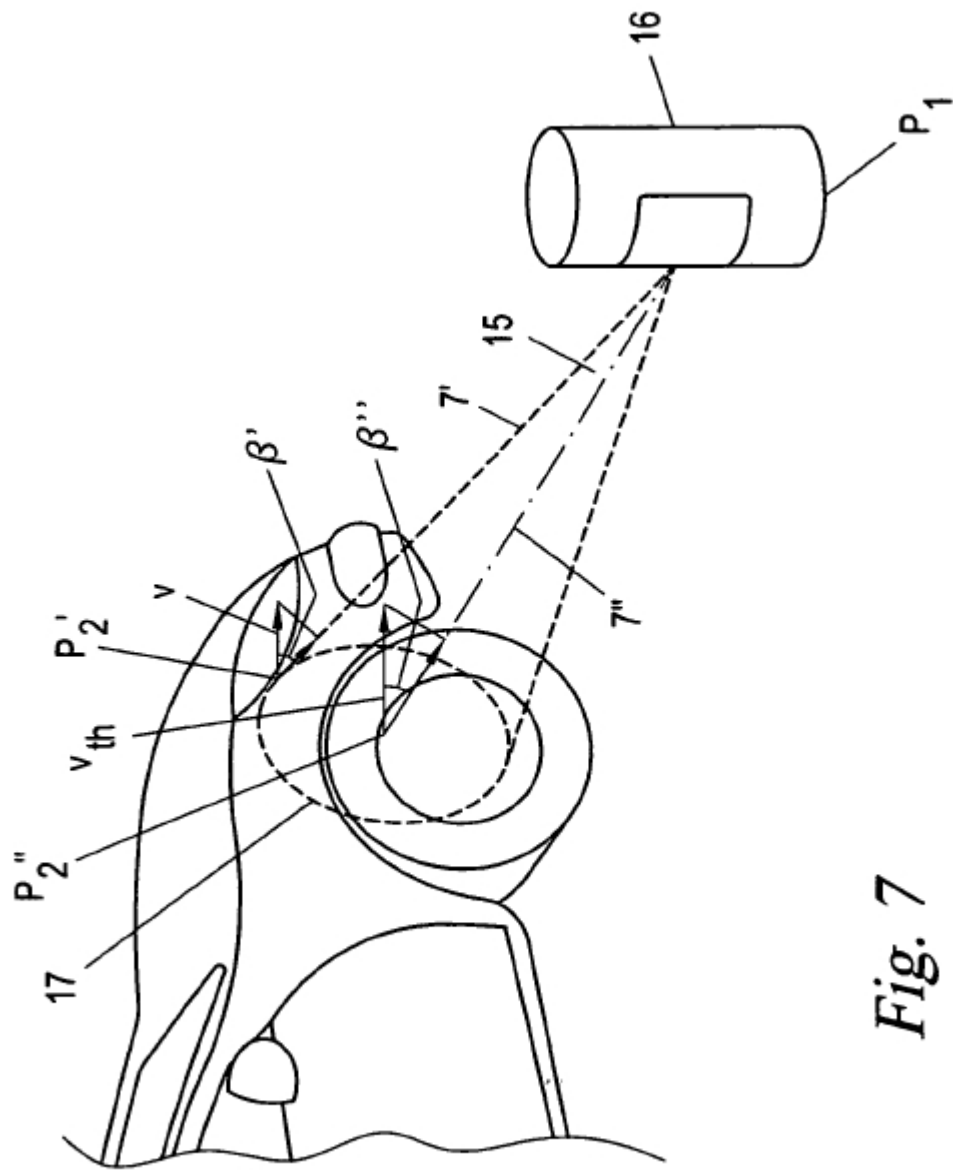


Fig. 10



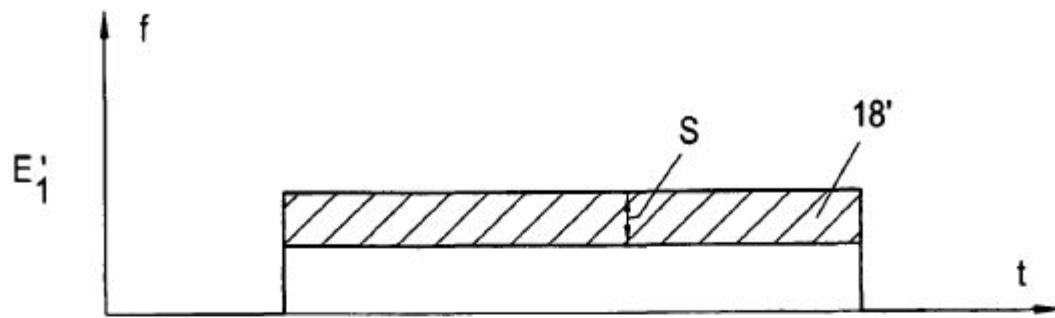


Fig. 8

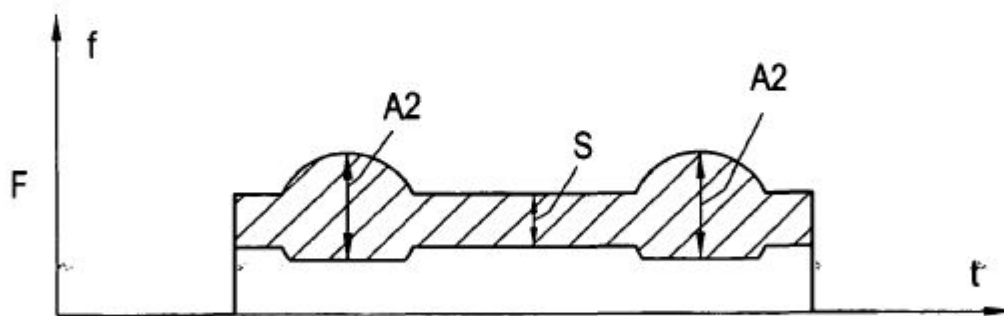


Fig. 9