

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 444 629**

51 Int. Cl.:

G01S 7/41 (2006.01)

G01S 13/91 (2006.01)

G01S 17/88 (2006.01)

G01S 13/58 (2006.01)

G08G 1/04 (2006.01)

G08G 1/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2011 E 11450079 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2013 EP 2538238**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento 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 2 444 629 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y procedimiento para detectar ruedas

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para detectar ruedas de un vehículo que se desplaza sobre una vía en una dirección de marcha, y cuyas ruedas sobresalen de la carrocería de vehículo hacia abajo y están, al menos en parte, expuestas lateralmente a la altura de la carrocería de vehículo.

10 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
15 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
20 dispositivo de medición de velocidad 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
25 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 se puedan realizar de manera más sencilla que las soluciones conocidas.
30

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

35 Emitir un rayo de medición electromagnético concentrado con un desarrollo temporal conocido de su frecuencia desde un lado de la vía sobre una zona de altura previamente determinada por encima de la vía y de manera oblicua con respecto a la dirección de marcha, estando el rayo de medición concentrado de modo que su ángulo de apertura es $< 1^\circ$ o de modo que su zona de incidencia en el vehículo tiene un diámetro máximo de < 5 cm, preferiblemente de < 2 cm,

40 Recibir el rayo de medición reflejado por un vehículo que pasa y registrar el desarrollo temporal de su frecuencia con respecto al desarrollo conocido, y
Detectar como rueda un impulso rectangular, que se produce dentro del intervalo de tiempo del paso de la carrocería de vehículo en el desarrollo registrado.

45 La invención se basa en el conocimiento de que la componente horizontal de la velocidad tangencial de una rueda que gira a una determinada altura previamente establecida permanece constante durante todo el paso de la rueda, es decir, cuando la rueda „se interseca“ a esta altura, y es diferente con respecto a la velocidad de la carrocería, siempre que la rueda no experimente un impacto a la altura de su eje, de modo que es suficiente una detección simple de impulsos rectangulares para detectar de manera segura una rueda que gira. Para ello se emplea un rayo de medición concentrado para generar un punto de incidencia o punto de medición lo más pequeño posible en la carrocería del vehículo o la rueda que gira. Un punto de incidencia o punto de medición lo más pequeño posible
50 permite no tener en cuenta otras influencias de medición, como aparecen por ejemplo en la medición de la parte de proyección lateral del vector de movimiento del vehículo: un punto de incidencia o punto de medición demasiado grande llevaría a una ampliación del intervalo de frecuencia en la señal de recepción debido a los diferentes ángulos de proyección. Esta concentración se puede conseguir por ejemplo con ayuda de un rayo láser como rayo de
55 medición, o mediante rayos de radar con una frecuencia extremadamente elevada, preferiblemente en el intervalo superior a 70 GHz, tal como se utilizan por ejemplo como sensores de radar de trayectos largos en el ámbito de vehículos para asistentes de alerta de cambio de carril o de colisión: rayos de radar con una frecuencia tan elevada se pueden concentrar mucho con antenas direccionales, conjuntos de antenas o lentes de radar correspondientes, de modo que su zona de incidencia en la carrocería o en la rueda tiene un diámetro de unos pocos centímetros.

60 Por el término rayo de medición "concentrado" se entiende en la presente descripción por consiguiente un rayo de medición que tiene un ensanchamiento de rayo (ángulo de apertura) de unos pocos grados, preferiblemente de $< 1^\circ$ (equivalente a $< 0,00024$ sr), de modo que por la distancia entre el aparato de radar o radar por infrarrojo y el vehículo explorado se consigue una zona de incidencia en el vehículo con un diámetro máximo en un intervalo
65 centimétrico, preferiblemente de < 5 cm, de manera especialmente preferible de < 2 cm.

La detección del impulso rectangular en el desarrollo de frecuencia de recepción registrado se puede conseguir de manera especialmente sencilla por que se detectan dos saltos de frecuencia alternantes sucesivos, entre los que existe una frecuencia fundamentalmente constante.

5 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 sobresalen de la carrocería de vehículo hacia abajo y están, al menos en parte, expuestas lateralmente a la altura de la carrocería de vehículo, y que está caracterizado por:

10 un aparato de radar o radar por infrarrojo Doppler que emite un rayo de medición electromagnético concentrado con un desarrollo temporal conocido de su frecuencia a un objetivo, y que registra el desarrollo temporal de la frecuencia del rayo de medición reflejado por el objetivo con respecto al desarrollo conocido, estando el rayo de medición orientado desde un lado de la vía a una zona de una altura previamente determinada por encima de la vía y de manera oblicua con respecto a la dirección de marcha, y estando concentrado de modo que su ángulo de apertura es $< 1^\circ$ o de modo que su zona de incidencia en el vehículo
15 tiene un diámetro máximo de < 5 cm, preferiblemente de < 2 cm, y un dispositivo de evaluación dispuesto aguas abajo, que detecta como rueda un impulso rectangular, que se produce dentro del intervalo de tiempo del paso de una carrocería de vehículo en el desarrollo registrado.

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

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:

25 La figura 1, una forma de realización del dispositivo de la invención en una vista en perspectiva esquemática;
La figura 2, varios desarrollos de exploración a modo de ejemplo de un rayo de medición concentrado 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; y
30 La figura 4, los desarrollos de velocidad en una rueda que gira en detalle.

35 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 1 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.

40 Un aparato de radar o radar por infrarrojo Doppler 6 emite un rayo de medición de radar o radar por infrarrojo 7 concentrado de manera oblicua con respecto a la dirección de marcha 3 desde un lado de la vía 2 poco por encima de la superficie de la vía, de modo que el rayo de medición 7 incide sobre un vehículo 1 que pasa aproximadamente en la zona de sus ruedas 4.

45 El aparato de radar o 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 7' 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
50 ruedas 4 de un vehículo 1.

55 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 modulación pulsado o modulado se puede medir un desplazamiento Doppler entre las tasas de impulso 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
60 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, de modo que su punto de incidencia 7' en la carrocería 5 o en la rueda 4 tiene un diámetro extremadamente reducido en el intervalo de algunos centímetros, preferiblemente de < 2 cm. Según la distancia del aparato 6 con respecto a la vía 2 se tienen que exigir para ello determinados requisitos con respecto a la concentración del rayo de medición 7: en el caso ideal el rayo de medición 7 es un conjunto de rayos de luz o de radar casi paralelos, tal como se puede obtener preferiblemente con un láser. Sin embargo, también en el caso de un rayo de medición de radar se puede conseguir una concentración correspondiente al utilizarse ondas de radar con una frecuencia muy elevada, preferiblemente superior a 70 GHz, que aproximadamente tienen propiedades de luz y se pueden concentrar como luz, por ejemplo mediante lentes de radar. También el uso de antenas direccionales, por ejemplo conjuntos de antenas y antenas de parche con una característica de irradiación con un diámetro pequeño, lo más paralela posible, genera un rayo de medición de radar correspondiente. Para ello resultan especialmente adecuados aparatos de radar del ámbito automovilístico, tal como se incorporan por ejemplo en vehículos como aparatos de alerta de distancia y colisión. Los rayos de medición 7 concentrados de este tipo tienen una concentración o un intervalo de divergencia o diversificación (ángulo de apertura) inferior a 1° (equivalente a un ángulo espacial inferior a aproximadamente $0,00024$ sr).
- 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 en 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.
- A partir de la detección de un impulso rectangular 11 que se produce dentro del intervalo de tiempo T_p del paso de la carrocería de vehículo 5, es decir, durante el impulso de carrocería R, se puede detectar por tanto en cada caso la apariencia de una rueda 4. Los impulsos de rueda 11 están superpuestos a los impulsos de carrocería R y sólo indican una rueda cuando aparecen durante la duración T_p de los impulsos de carrocería R. Como criterio de detección especialmente sencillo para un impulso rectangular de rueda 11 se pueden detectar dos flancos o saltos 12, 13 sucesivos que se producen en una dirección alternante, entre los que existe una frecuencia fundamentalmente constante.
- 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. Esta situación se debería evitar.
- 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. También esta situación se debería evitar mediante una elección correspondiente de la altura de exploración, ya que en este caso ya no se asegura en cualquier caso que también se explore la carrocería 5, es decir, que se produzca el impulso de carrocería R.
- 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

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

10 Con

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

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

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

20 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.

25 El ancho del impulso 11 corresponde al ancho de sección de la rueda 4 a la altura h del respectivo desarrollo de exploración, y la altura del impulso 11 es directamente proporcional con respecto a la altura h.

Hasta el momento se ha partido de que la frecuencia de emisión del aparato de radar/radar por infrarrojo 6 o del rayo de medición 7 es constante, es decir, de que su desarrollo temporal es un desarrollo constante. Sin embargo, es posible también que el aparato 6 emita un rayo de medición 7 con un desarrollo de frecuencia de emisión no constante temporalmente, por ejemplo en 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 E1 a E6 registrados se registran con respecto al desarrollo temporal previamente conocido de la frecuencia de emisión del rayo de medición 7, 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.

35 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 y cuyas ruedas (4) sobresalen de la carrocería de vehículo (5) hacia abajo y están, al menos en parte, expuestas lateralmente a la altura de la carrocería de vehículo (5), **caracterizado por** las etapas de:
- Emitir un rayo de medición electromagnético (7) concentrado con un desarrollo temporal conocido de su frecuencia desde un lado de la vía (2) sobre una zona de altura previamente determinada por encima de la vía (2) y de manera oblicua con respecto a la dirección de marcha (3), estando el rayo de medición (7) concentrado de modo que su ángulo de apertura es $< 1^\circ$ o de modo que su zona de incidencia (7') en el vehículo (1) tiene un diámetro máximo de < 5 cm, preferiblemente de < 2 cm,
- Recibir el rayo de medición (7) reflejado por un vehículo (1) que pasa y registrar el desarrollo temporal de su frecuencia con respecto al desarrollo conocido, y
- Detectar como rueda (4) un impulso rectangular (11) que se produce dentro del intervalo de tiempo (T_p) del paso de la carrocería de vehículo (5) en el desarrollo registrado,.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el rayo de medición (7) es un rayo de radar en el intervalo de frecuencia superior a 70 GHz, que se concentra con ayuda de una antena direccional.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el rayo de medición (7) es un rayo láser.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el impulso rectangular (11) se detecta mediante detección de dos saltos de frecuencia (12, 13) alternantes sucesivos, entre los que existe una frecuencia fundamentalmente constante.
5. 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) sobresalen de la carrocería de vehículo (5) hacia abajo y están, al menos en parte, expuestas lateralmente a la altura de la carrocería de vehículo (5), **caracterizado por** un aparato de radar o radar por infrarrojo Doppler (6), que emite a un objetivo un rayo de medición electromagnético (7) concentrado con un desarrollo temporal conocido de su frecuencia, y registra con respecto al desarrollo conocido el desarrollo temporal de la frecuencia del rayo de medición (7) reflejado por el objetivo, estando el rayo de medición (7) orientado desde un lado de la vía (2) a una zona de altura previamente determinada por encima de la vía (2) y de manera oblicua con respecto a la dirección de marcha (3), y estando concentrado de modo que su ángulo de apertura es $< 1^\circ$ o de modo que su zona de incidencia (7') en el vehículo (1) tiene un diámetro máximo de < 5 cm, preferiblemente de < 2 cm, y un dispositivo de evaluación (8) dispuesto aguas abajo, que detecta como rueda (4) un impulso rectangular (11) que se produce dentro del intervalo de tiempo (T_p) del paso de una carrocería de vehículo (5) en el desarrollo registrado.
6. Dispositivo según la reivindicación 5 con un aparato de radar Doppler (6), cuyo rayo de medición (7) es un rayo de radar en el intervalo de frecuencia superior a 70 GHz y que tiene una antena direccional para concentrar el rayo de radar.
7. Dispositivo según la reivindicación 5 con un aparato de radar por infrarrojo Doppler (6), cuyo rayo de medición (7) es un rayo láser.
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizado por que** el dispositivo de evaluación (8) detecta el impulso rectangular (11) mediante dos saltos de frecuencia (12, 13) alternantes sucesivos, entre los que existe una frecuencia fundamentalmente constante.

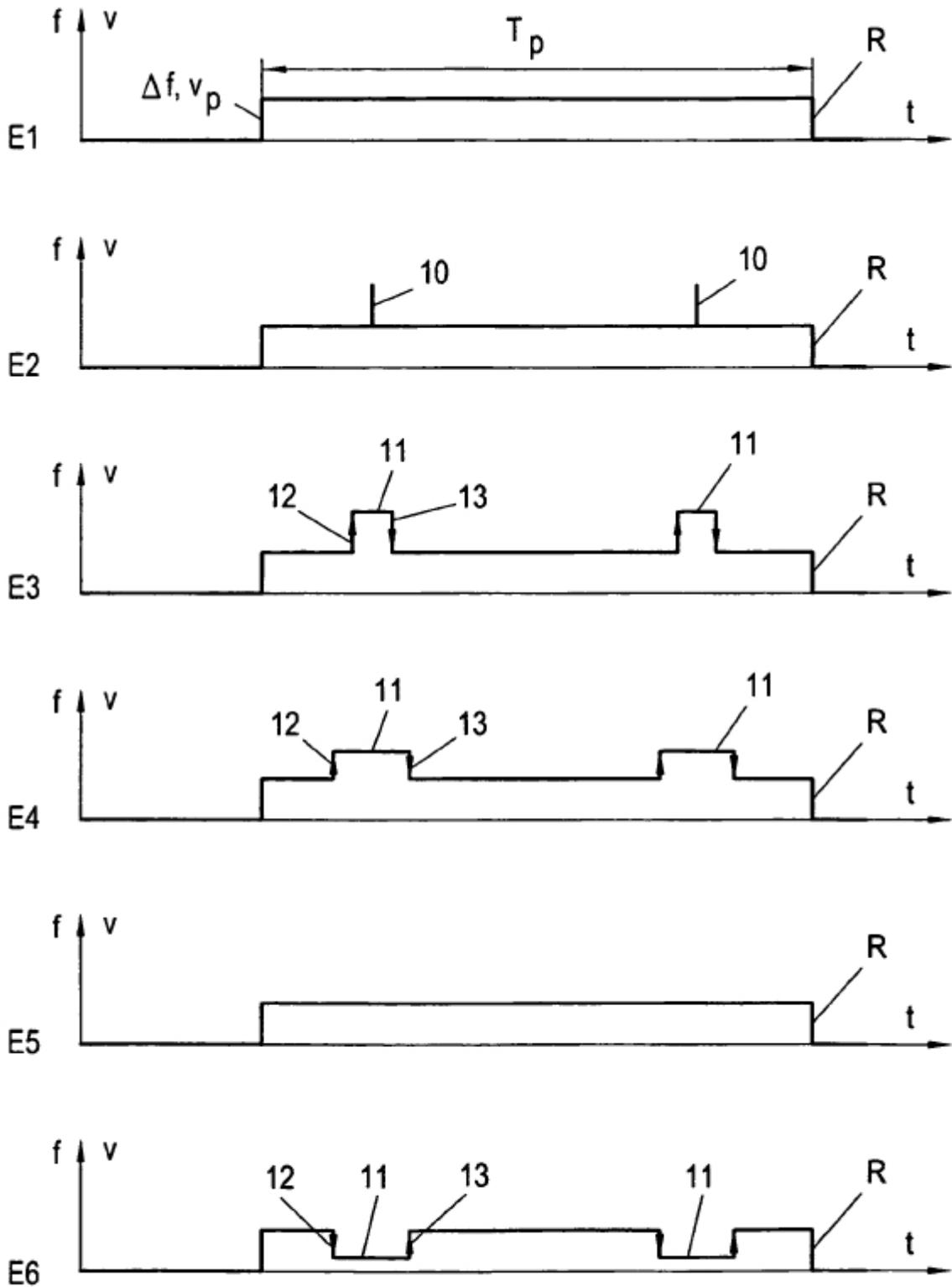


Fig. 3

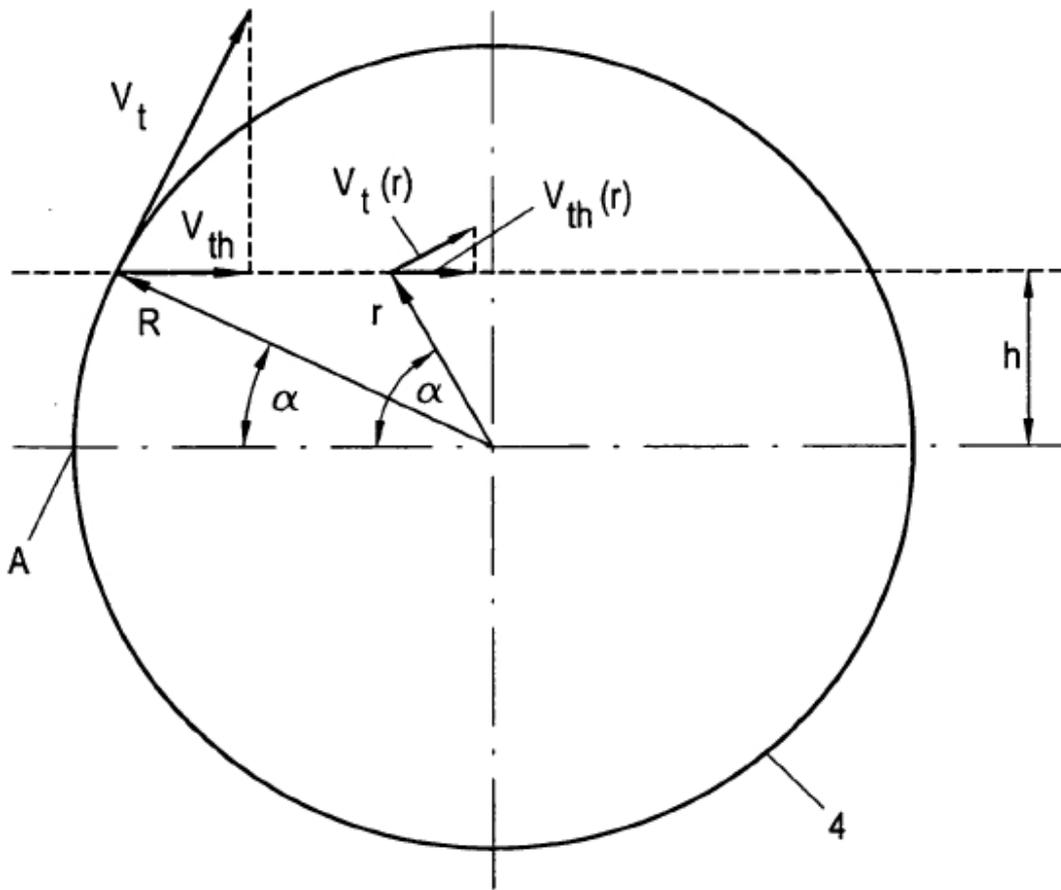


Fig. 4