

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 545**

51 Int. Cl.:

**B60T 7/12** (2006.01)  
**B60T 8/1755** (2006.01)  
**B60T 13/26** (2006.01)  
**B60T 13/38** (2006.01)  
**B60T 13/66** (2006.01)  
**B60T 17/22** (2006.01)  
**B60T 8/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.06.2012 PCT/EP2012/002494**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **07.03.2013 WO13029703**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.06.2012 E 12727599 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2017 EP 2750942**

54 Título: **Procedimiento para advertir al conductor de un vehículo de un riesgo de vuelco y dispositivo de control con esta finalidad**

30 Prioridad:

**31.08.2011 DE 10201111862**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.03.2018**

73 Titular/es:

**WABCO GMBH (100.0%)  
Am Lindener Hafen 21  
30453 Hannover, DE**

72 Inventor/es:

**RISSE, RAINER y  
STENDER, AXEL**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 657 545 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para advertir al conductor de un vehículo de un riesgo de vuelco y dispositivo de control con esta finalidad

5 La invención se refiere a un procedimiento para advertir al conductor de un vehículo de un riesgo de vuelco del vehículo sobre su eje longitudinal según el preámbulo de la reivindicación 1. La invención se refiere además a un dispositivo de control dotado de un programa con elementos de código de programa según la reivindicación 9.

10 La invención se aplica en general al ámbito de los vehículos industriales, concretamente a vehículos de tracción y vehículos remolcados para el tráfico rodado. Por el documento US 6,498,976 B1 se conoce un procedimiento genérico para avisar al conductor de un vehículo. En este caso se prevé que el conductor sea advertido de un riesgo de vuelco del vehículo al circular por una curva, de manera que, en caso de necesidad, pueda ajustar la velocidad de marcha, por ejemplo, mediante frenado, de manera que se mantenga un estado de marcha seguro. Los procedimientos y dispositivos conocidos se configuran de modo que la señal de advertencia se genere cuando la aceleración transversal momentánea del vehículo rebasa un valor umbral fijo. En la práctica, la fijación del valor umbral implica un gran esfuerzo, especialmente cuando se trata de muchos tipos diferentes de vehículos. Para mejorar esta situación, el documento US 6,498,976 B1 propone en este sentido configurar el valor umbral variable, de manera que el mismo dependa de la masa del vehículo. Si se conoce la masa del vehículo, se puede seleccionar un valor umbral adecuado de una tabla.

20 Aparte del hecho de que la determinación de los datos para la tabla sigue conllevando mucho esfuerzo, la masa del vehículo sólo permite una indicación precisa limitada de la aceleración transversal real con la que el vehículo volcaría sobre su eje longitudinal. En especial, la masa del vehículo no permite indicar la altura a la que se encuentra cada carga ni su distribución en la superficie de carga. El documento EP 1 104 732 A2 revela un procedimiento para evitar el vuelco de un vehículo, especialmente de un vehículo industrial. Para ello se registran con unos sensores las presiones de los fuelles de la suspensión neumática y, al mismo tiempo, con un sensor de aceleración transversal o mediante sensores de velocidad de las ruedas se registra la aceleración transversal del vehículo. A partir del par de valores así determinado para una carga determinada, se computa aproximadamente una aceleración límite en la que la presión de los fuelles de la suspensión neumática de la rueda del interior de la curva ha descendido a la presión atmosférica. Si, durante la marcha, la aceleración transversal actual del vehículo debería alcanzar aproximadamente el 75% de la aceleración límite, la velocidad del vehículo se reduce mediante una advertencia al conductor, una estrangulación automática del motor o un frenado automático.

30 El documento DE 196 02 879 C1 revela un procedimiento de regulación de la dinámica de conducción y un dispositivo correspondiente para vehículos motorizados, en especial para vehículos industriales, dotados de un sistema ABS en el que, en caso de una tendencia al bloqueo, la presión de frenado varía para evitar un excesivo deslizamiento de las ruedas, y que se caracterizan por que mediante una intervención de la regulación ABS se determina una disminución de la estabilidad del vehículo durante una marcha en curva.

40 El documento DE 199 07 633 A1 revela un procedimiento para la estabilización de un vehículo, preferiblemente para evitar el vuelco de un vehículo sobre un eje de vehículo orientado en la dirección longitudinal del vehículo. Con esta finalidad se determina una magnitud que describe la dinámica transversal del vehículo. Esta magnitud se compara con al menos un valor característico para esta magnitud, especialmente un valor umbral. En caso de que la magnitud que describe la dinámica transversal del vehículo sea mayor o igual que el valor característico, la velocidad del vehículo se reduce a un valor de velocidad predeterminado o se mantiene a un valor de velocidad predeterminado al menos mediante el frenado de al menos una rueda y/o la intervención del motor y/o del retardador.

45 Además, los documentos US 2008/0272899 A1 y WO 02/074593 A1 revelan procedimientos para evitar el vuelco de vehículos.

Por consiguiente, la invención se basa en la tarea de proponer un procedimiento más preciso para advertir al conductor de un vehículo la existencia de un riesgo de vuelco del vehículo sobre su eje longitudinal con el que se eviten o al menos se reduzcan significativamente las complicaciones antes mencionadas para la determinación del valor umbral o de los valores de tabla. Además se propone un dispositivo de control adecuado para ello.

50 La tarea se resuelve gracias a un procedimiento para advertir al conductor de un vehículo de un riesgo de vuelco del vehículo sobre su eje longitudinal, registrando un dispositivo de control la aceleración transversal momentánea del vehículo y, en función de la misma, emitiendo una señal de aviso en caso de riesgo de vuelco y emitiendo el dispositivo de control la señal de aviso en dependencia de al menos un valor de aceleración transversal crítico de vuelco determinado por el dispositivo de control durante el funcionamiento del vehículo que constituye una medida para la aceleración transversal del vehículo con la que el vehículo realmente volcaría sobre su eje longitudinal, determinando automáticamente el dispositivo de control el valor de aceleración transversal crítico de vuelco por medio del comportamiento del vehículo en caso de marcha en curva.

El procedimiento tiene la ventaja de que no debe introducirse un valor umbral específico ni una entrada en la tabla para generar el aviso al conductor en función del tipo de vehículo y de la carga del vehículo ni éstos deben

determinarse previamente mediante ensayos. En comparación con procedimientos con un valor umbral fijo, la invención permite una advertencia realista al conductor adaptada a las condiciones actuales. Se evita que la advertencia se genere innecesariamente antes de tiempo, es decir, en caso de una aceleración transversal relativamente reducida. Por lo tanto, el procedimiento se puede utilizar en una amplia variedad de tipos de vehículos como, por ejemplo, tractores, semirremolques, remolques con lanza y también con diferentes estructuras como, por ejemplo, en caso de transportes de contenedores, cajas cerradas o volquetes. Con respecto al riesgo de vuelco, la distancia entre ruedas del vehículo constituye un factor decisivo del tipo de vehículo. La invención se puede utilizar sin adaptaciones especiales en vehículos con cualquier anchura entre ruedas.

De este modo es posible advertir al conductor de una forma mucho más precisa y mejor adaptada a la situación real del vehículo en comparación con el procedimiento que se deduce del documento US 6,498,976 B1. El valor de aceleración transversal crítico de vuelco refleja en cada tipo de carga y de distribución de carga, en cada equipación de vehículo y anchura entre ruedas posibles, una generación respectivamente adaptada de la señal de advertencia. Así también se evitan mejor los avisos al conductor innecesarios.

De acuerdo con una configuración ventajosa, el valor de aceleración transversal crítico de vuelco es una medida específica del tipo de vehículo y de la carga del vehículo para la aceleración transversal del vehículo con la que el vehículo volcaría sobre su eje longitudinal.

El vehículo puede ser un vehículo tractor o un vehículo remolcado como, por ejemplo, un semirremolque o un remolque con lanza. El dispositivo de control está diseñado para determinar una medida de la aceleración transversal momentánea del vehículo. Con este fin, el dispositivo de control puede, por ejemplo, evaluar la señal de un sensor de aceleración transversal o, en base a otras señales de entrada, determinar mediante cálculo una medida para la aceleración transversal, por ejemplo, evaluando las velocidades de giro de las ruedas del vehículo en el lado izquierdo y derecho del vehículo. Las diferencias de velocidad de giro correspondientes entre los lados izquierdo y derecho del vehículo son también una medida para la aceleración transversal del vehículo teniendo en cuenta la distancia entre ruedas.

El valor de aceleración transversal crítico de vuelco puede determinarse de diferentes maneras y almacenarse en el dispositivo de control. Por ejemplo, el dispositivo de control puede registrar la fuerza de contacto de las ruedas sobre el suelo, por ejemplo, por medio de un sensor de fuerza o evaluando la presión de fuelle de los fuelles de la suspensión neumática si el vehículo está equipado con una suspensión neumática. En este caso durante las curvas se comprueba el grado de descarga de las ruedas del interior de la curva del vehículo. El valor de aceleración transversal crítico de vuelco se puede determinar por extrapolación a partir del valor de descarga determinado y del valor de aceleración transversal registrado. El valor de aceleración transversal crítico de vuelco corresponde al estado de las ruedas del interior de la curva que al menos están prácticamente descargadas por completo. En una configuración de la invención, el dispositivo de control también puede evaluar la velocidad de giro de rueda de una o varias ruedas del interior de la curva del vehículo, a fin de determinar el valor de aceleración transversal crítico de vuelco por medio del comportamiento del vehículo durante las curvas. Con el objetivo de generar una modificación definida de las velocidades de giro de la rueda en dependencia de la fuerza de contacto de la rueda, es posible, por ejemplo, realizar un frenado de prueba con una presión de frenado reducida. Como resultado, las ruedas en gran medida descargadas en el lado interior de la curva del vehículo tienden a reaccionar a la presión de frenado de manera que las velocidades de giro de la rueda disminuyan de forma característica, lo que puede interpretarse como un indicador para una carga de rueda reducida.

El dispositivo de control puede formar parte de un sistema de frenado del vehículo controlado electrónicamente o ser un dispositivo de control separado. El dispositivo de control se puede configurar especialmente como un dispositivo de control electrónico.

Según una configuración ventajosa de la invención, el dispositivo de control ajusta de forma adaptiva el valor de aceleración transversal crítico de vuelco partiendo de un valor inicial en el transcurso de una o varias marchas en curva del vehículo a través de la evaluación de al menos otra magnitud de entrada registrada por el dispositivo de control. Esto tiene la ventaja de que, gracias al ajuste adaptivo del valor de aceleración transversal crítico de vuelco, el dispositivo de control puede acercarse al valor real específico del vehículo y de la carga de la aceleración transversal con la que existe un riesgo de vuelco del vehículo.

Conforme a una configuración ventajosa de la invención, el valor de aceleración transversal crítico de vuelco aumenta durante una o varias marchas en curva del vehículo. Por este motivo no se prevé una reducción del valor de aceleración transversal crítico de vuelco. De este modo, el valor de aceleración transversal crítico de vuelco sólo puede modificarse en una dirección en la que la generación de la señal de advertencia en cualquier estado de marcha se realiza con la suficiente antelación antes de que el vehículo vuelque realmente.

Según una configuración ventajosa de la invención, durante una marcha en curva el dispositivo de control inicia un frenado de prueba en al menos una rueda del interior de la curva en el que la al menos una rueda del interior de la curva se somete a una fuerza de frenado baja en relación con la máxima fuerza de frenado posible, utilizándose el comportamiento de la velocidad de giro de rueda de la al menos una rueda sometida al frenado de prueba para el ajuste adaptivo del valor de aceleración transversal crítico de vuelco. Esto tiene la ventaja de que con los elementos existentes en un sistema de frenado controlado electrónicamente es posible obtener una medida para la adherencia al suelo de la al menos una rueda del interior de la curva y emplearla al mismo tiempo como indicador para la

aceleración transversal crítica de vuelco del vehículo con la que el vehículo realmente volcaría sobre su eje longitudinal. Otra ventaja consiste en que el procedimiento según la invención se puede combinar fácilmente con un procedimiento para evitar el vuelco de un vehículo sobre su eje longitudinal como el que se conoce, por ejemplo, por el documento DE 100 17 045 A1 en el que la velocidad del vehículo se reduce en situaciones críticas de vuelco por medio de un frenado activo accionado automáticamente por el dispositivo de control.

Por consiguiente, de acuerdo con una configuración ventajosa de la invención, el dispositivo de control se diseña adicionalmente para la ejecución de un procedimiento, a fin de evitar el vuelco de un vehículo sobre su eje longitudinal con el que, en caso de un riesgo inminente de vuelco, se accione automáticamente un frenado para lo que el dispositivo de control aplica automáticamente una fuerza de frenado a al menos una rueda del vehículo.

Según una configuración ventajosa de la invención, el valor de aceleración transversal crítico de vuelco aumenta en un valor de paso cuando se determina que el frenado de prueba no da lugar a una reducción característica de la velocidad de giro de rueda de al menos una rueda frenada con la presión de frenado baja. Si se produce la reducción característica, por ejemplo, en forma de un bloqueo de la rueda (velocidad de giro de la rueda = 0), no se lleva a cabo ningún otro incremento del valor de aceleración transversal crítico de vuelco. En este caso se puede partir de la base de que el valor de aceleración transversal crítico de vuelco determinado hasta ese momento se aproxima mucho a la medida real de la aceleración transversal con la que el vehículo volcaría realmente sobre su eje longitudinal. Conforme a un perfeccionamiento ventajoso de la invención, el dispositivo de control almacena el hecho de que se ha producido una reducción característica de la velocidad de giro de la rueda como consecuencia del frenado de prueba, impidiendo, a continuación, posteriores aumentos del valor de aceleración transversal crítico de vuelco, incluso si en caso de posteriores frenados de prueba con una aceleración transversal en el campo del valor de aceleración transversal crítico de vuelco no se detecta ninguna reducción característica de la velocidad de giro de la rueda. El almacenamiento y la prevención del aumento del valor de aceleración transversal crítico de vuelco puede realizarse de forma permanente o temporal, por ejemplo, hasta el final del viaje.

El valor de paso citado, en el que se aumenta respectivamente el valor de aceleración transversal crítico de vuelco, puede ser un valor fijo predeterminado o un valor variable. Por ejemplo, resulta ventajoso el uso de un valor de paso que disminuye en el transcurso de la marcha, por ejemplo, después de una función exponencial decreciente o de una función hiperbólica decreciente. Por ejemplo, el valor de paso puede reducirse, por ejemplo, en un porcentaje predeterminado partiendo de un valor inicial en cada incremento del valor de aceleración transversal crítico de vuelco para el siguiente aumento del valor de aceleración transversal crítico de vuelco. Esto permite un ajuste adaptivo, especialmente sensible, a la aceleración transversal del vehículo con la que el vehículo realmente volcaría sobre su eje longitudinal.

Según una configuración ventajosa de la invención, la señal de advertencia se emite como una señal óptica y/o acústica. Esto permite la emisión de mensajes de advertencia que el conductor puede comprender con facilidad y de forma intuitiva. La señal acústica puede ser, por ejemplo, un tono de advertencia o un aviso en forma de salida de voz. Como señal óptica se puede conectar, por ejemplo, una luz de advertencia o se pueden mostrar avisos en una pantalla del vehículo.

De acuerdo con una configuración ventajosa de la invención, la señal de aviso se genera cuando la aceleración transversal momentánea con respecto al valor de aceleración transversal crítico de vuelco rebasa un valor límite. Por ejemplo, el cociente de la aceleración transversal momentánea y del valor de aceleración transversal crítico de vuelco o la diferencia entre la aceleración transversal momentánea y el valor de aceleración transversal crítico de vuelco puede utilizarse como aceleración transversal momentánea con respecto al valor de aceleración transversal crítico de vuelco y compararse en términos de cantidad con el valor límite.

Según una configuración ventajosa de la invención, como señal de aviso se representa ópticamente la aceleración transversal momentánea del vehículo con respecto al valor de aceleración transversal crítico de vuelco. Esto permite un registro especialmente sencillo e intuitivo del riesgo actual de que el conductor vuelque el vehículo. El conductor puede reaccionar de forma especialmente intuitiva y ajustar la velocidad del vehículo en consecuencia.

Conforme a una configuración ventajosa de la invención, la aceleración transversal momentánea del vehículo con respecto al valor de aceleración transversal crítico de vuelco se representa a modo de un horizonte artificial. Esto proporciona al conductor del vehículo una impresión especialmente realista de la inclinación lateral del vehículo y, en especial, de las situaciones críticas de vuelco. El horizonte artificial se puede crear, por ejemplo, mediante una animación gráfica en una pantalla gráfica o, si se desea crear una representación óptica con menos esfuerzo, mediante gráficos de barras de luz. El ángulo de inclinación de la carrocería del vehículo reproducido con el horizonte artificial frente a la horizontal se puede determinar directamente a partir del cociente de la aceleración transversal momentánea con respecto al valor de aceleración transversal crítico de vuelco o de la diferencia entre los dos valores. Además, si se alcanza o se acerca al valor umbral, por ejemplo, si se excede el valor límite antes citado en términos de cantidad, se puede emitir una advertencia óptica y/o acústica adicional, por ejemplo, mediante la emisión de señales de advertencia rojas en la pantalla o mediante tonos de aviso.

Según una configuración ventajosa de la invención, el dispositivo de control determina un primer valor de aceleración transversal crítico de vuelco que representa una medida para la aceleración transversal del vehículo en curvas a la izquierda con la que el vehículo realmente volcaría sobre su eje longitudinal en caso de curvas a la izquierda. Además, el dispositivo de control determina un segundo valor de aceleración transversal crítico de vuelco

que constituye una medida para la aceleración transversal del vehículo con la que el vehículo realmente volcaría sobre de su eje longitudinal en caso de curvas a la derecha. Esto tiene la ventaja de que se dispone respectivamente de una información separada sobre con qué aceleración transversal existe un riesgo de vuelco respectivamente en una curva a la izquierda o en una curva a la derecha. El dispositivo de control determina el aviso al conductor o las emisiones ópticas y acústicas en función de si el vehículo circula por una curva a la derecha o por una curva a la izquierda, utilizando bien el primer valor de aceleración transversal crítico de vuelco o el segundo valor de aceleración transversal crítico de vuelco. Esto permite una diferenciación adicional en la generación del aviso en caso de vehículos de construcción asimétrica o de una carga asimétrica del vehículo. Por ejemplo, un vehículo remolcado puede estar muy cargado sólo por un lado, por ejemplo, a la derecha o a la izquierda, de modo que en dependencia de la dirección de la curva se pueden obtener diferentes valores de aceleración transversal críticos de vuelco.

La tarea citada al principio se resuelve además por medio de un dispositivo de control dotado de un programa con elementos de código de programa y diseñado para la puesta en práctica de un procedimiento del tipo antes descrito cuando el programa se ejecuta en un ordenador del dispositivo de control. El dispositivo de control se puede configurar, por ejemplo, como dispositivo de control electrónico con un ordenador, por ejemplo, como parte de un sistema de freno del vehículo controlado electrónicamente.

La invención se explica a continuación más detalladamente por medio de los ejemplos de realización mostrados en los dibujos.

Figura 1 un vehículo en una curva a la izquierda en una vista en planta y

Figuras 2, 3 y 4 pasos del procedimiento en una representación de diagrama de flujo y

Figura 5 una representación óptica de valores de aceleración transversales en una primera forma de realización y

Figura 6 una representación óptica de valores de aceleración transversales en una segunda forma de realización.

En las figuras se utilizan referencias iguales para los elementos correspondientes entre sí.

En la figura 1 se representa en una vista en planta un vehículo 2, 3 que se encuentra en una carretera 1 en una curva a la izquierda y que aquí se compone de un tractor de semirremolque 2 y de un semirremolque 3. Sin embargo, la invención no se limita a un tipo de vehículo como éste. El semirremolque 3 presenta un sistema de freno de tipo neumático que puede accionarse con la presión de frenado del tractor semirremolque 2 como consecuencia de la activación del pedal de freno por parte del conductor o como consecuencia de determinadas funciones de control y regulación en el vehículo. Con esta finalidad, el tractor semirremolque 2 se conecta al semirremolque 3 a través de líneas eléctricas y neumáticas 11.

El tractor semirremolque 2 y el semirremolque 3 se conectan entre sí de forma giratoria en un punto de giro 10.

El sistema de freno del semirremolque 3 presenta, por ejemplo, componentes que se pueden accionar eléctricamente como, por ejemplo, moduladores de presión de frenado ABS o también actuadores de freno de accionamiento puramente eléctricos. Los moduladores de freno o actuadores de freno se controlan mediante un dispositivo de control 13 en forma de un equipo de control electrónico. El equipo de control 13 y los moduladores de freno o los actuadores de freno se alimentan con energía eléctrica y con el medio de presión o la energía de frenado a través de las líneas eléctricas y neumáticas 12. Además, al equipo de control electrónico 13 también se le aportan, de un modo conocido en los sistemas de freno antibloqueo, las velocidades de giro  $v_4, v_5, v_7, v_8$  de las ruedas 4, 5, 7, 8.

En el presente caso, las ruedas 4, 5, 6 son, por consiguiente, las ruedas del exterior de la curva del semirremolque y las ruedas 7, 8, 9 son las ruedas del interior de la curva.

El equipo de control electrónico 13 realiza una serie de tareas de control y regulación en el semirremolque 3. Una de estas tareas de control y regulación consiste en detectar el riesgo de vuelco del vehículo 2, 3 sobre su eje longitudinal y evitar el vuelco mediante un frenado selectivo, como se representa a modo de ejemplo en la figura 2 mediante un diagrama de flujo.

El procedimiento según la figura 2 comienza con el bloque 20. En un bloque 21 que sigue a continuación se leen las velocidades de giro  $v_4, v_5, v_7, v_8$  de las ruedas 4, 5, 7, 8. Acto seguido se determina en un bloque de asignación 22 a partir de las velocidades de giro  $v_4, v_7$  una primera señal de aceleración transversal  $a_{q,1}$  y a partir de las velocidades de giro  $v_5, v_8$  se determina una segunda señal de aceleración transversal  $a_{q,2}$  según las siguientes fórmulas:

$$a_{q,1} = \frac{1}{2 \cdot S} \cdot v_4 - v_7 \cdot v_4 + v_7 \quad [1]$$

$$a_{q,2} = \frac{1}{2 \cdot S} \cdot v_5 - v_8 \cdot v_5 + v_8 \quad [2]$$

En este caso, la magnitud S representa la anchura entre ruedas del vehículo. Las señales de aceleración transversal  $a_{q,1}, a_{q,2}$  son respectivamente una medida para la aceleración transversal momentánea del vehículo 2, 3. Las señales de aceleración transversal  $a_{q,1}, a_{q,2}$  se utilizan conjuntamente en el siguiente desarrollo del procedimiento en lugar de una única señal de aceleración transversal determinada, por ejemplo, a partir de las velocidades de giro  $v_4,$

$v_5, v_7, v_8$ . De este modo, el procedimiento es menos propenso a fallos frente a perturbaciones de señal, diferentes diámetros de neumático y similares, de manera que se pueda evitar una respuesta errónea del proceso.

A continuación, en un bloque de derivación 23 se comprueba si el sistema de freno ya ha sido sometido a una fuerza de frenado  $F_2$  en una realización anterior de la secuencia representada en las figuras 2, 3 y 4 para evitar el vuelco. Si éste es el caso, eludiendo el bloque de subrutina 26 que se describe más adelante con mayor detalle en la figura 3 y que sirve, entre otros, para detectar el riesgo de vuelco, se deriva directamente al bloque 24 donde se comprueba si el riesgo de vuelco ya no existe.

En caso contrario se continúa con el bloque de subrutina 26 representado en la figura 3 que comienza con un bloque 30. En un bloque de derivación posterior 31 se comprueba si tanto la primera señal de aceleración transversal  $a_{q,1}$ , como también la segunda señal de aceleración transversal  $a_{q,2}$  rebasan un umbral de aceleración transversal  $a_{q,Crit}$  determinado para una respuesta del procedimiento. El umbral de aceleración transversal  $a_{q,Crit}$  corresponde en este caso al valor de aceleración transversal crítico de vuelco. Si este es el caso, en un bloque 32 las ruedas 4, 5, 6, 7, 8, 9 del semirremolque 3 se someten a una fuerza de frenado  $F_1$  relativamente reducida. La fuerza de frenado  $F_1$  se determina de manera que sólo se produzca un efecto de frenado relativamente bajo apenas perceptible para el conductor y que, especialmente en las carreteras con un coeficiente de fricción relativamente elevado, tampoco se produzca ningún bloqueo de las ruedas, siempre que no exista ningún riesgo de vuelco. En los sistemas de freno de aire comprimido del tipo habitual en la actualidad, para aplicar la fuerza de frenado  $F_1$  se ajusta una presión de frenado de 1 a 2 bar aproximadamente.

Por otra parte, en el bloque 32 las señales de deslizamiento ABS para las ruedas 7, 8 se bloquean, a fin de evitar un control de la función antibloqueo debido al alto deslizamiento. Sigue siendo posible un ajuste en virtud de las señales de aceleración, de manera que se puedan evitar posibles daños en los neumáticos.

En un bloque de derivación posterior 33, tras el paso de un tiempo de respuesta suficiente del establecimiento de la presión de frenado o del establecimiento de la fuerza de frenado  $F_1$ , se comprueba si las velocidades de giro  $v_7, v_8$  de las ruedas del interior de la curva 7, 8 son inferiores en un modo característico a las velocidades de giro  $v_4, v_5$  de las ruedas del exterior de la curva 4, 5, mientras que las velocidades de giro de las ruedas del exterior de la curva permanecen fundamentalmente inalteradas. La primera se comprueba comparando la suma de las velocidades de giro  $v_7, v_5$  de las ruedas del exterior de la curva con la suma valorada con un factor  $K_1$  de las velocidades de giro  $v_4, v_5$  de las ruedas del interior de la curva. La última se comprueba por medio de la suma de los retardos de las ruedas 4, 5, es decir, de la primera derivación temporal de las velocidades de giro asignadas  $v_4, v_5$ . La comprobación de las ruedas del exterior de la curva 4, 5 para velocidades de giro aún relativamente altas sirve para evitar una respuesta errónea del procedimiento con coeficientes de fricción relativamente bajos, por ejemplo, sobre hielo. En este caso puede ocurrir que no sólo se reduzcan intencionadamente las velocidades de giro de las ruedas del interior de la curva debido a la fuerza de frenado  $F_1$  aplicada como frenado de prueba, sino también las velocidades de giro  $v_4, v_5$  de las ruedas del exterior de la curva 4, 5 más cargadas. En este caso, la reducción de la velocidad de las ruedas del interior de la curva 7, 8 no indica un vuelco inminente del vehículo 2, 3.

Si se cumplen las dos condiciones antes citadas, hay que partir de la base de un riesgo inminente de vuelco. Por este motivo, en un bloque 34 que sigue ahora a continuación, las ruedas del exterior de la curva 4, 5, 6, que presentan la mejor adherencia entre la carretera y los neumáticos, se someten a una fuerza de frenado  $F_2$  elevada en relación con la fuerza de frenado  $F_1$ . La fuerza de frenado  $F_2$  se dimensiona de manera que, al reducir la velocidad del vehículo, se reduce inmediatamente la aceleración transversal y el riesgo de vuelco. La relación física entre la aceleración transversal  $a_q$  del vehículo y la velocidad del vehículo  $v$  se determina mediante la ecuación que se indica a continuación, representando la magnitud  $R$  el radio de la curva:

$$a_q = \frac{v^2}{R} \quad [3]$$

El sistema de freno antibloqueo evita un bloqueo de las ruedas sometidas a la fuerza de frenado  $F_2$ . Las ruedas del interior de la curva 7, 8, 9 siguen sometidas a la fuerza de frenado  $F_1$  reducida. Para generar la fuerza de frenado  $F_2$  se ajusta preferiblemente una presión de 4 a 8 bar para un sistema de freno controlado por aire comprimido convencional.

A continuación, la subrutina termina con un bloque 36.

Si la condición comprobada en el bloque de derivación 23 de la figura 2 debe confirmarse, se comprueba en la figura 2 en un bloque de derivación posterior 24 si tanto la primera señal de aceleración transversal  $a_{q,1}$ , como también la segunda señal de aceleración transversal  $a_{q,2}$  están por debajo del umbral de aceleración transversal  $a_{q,Crit}$ . Si éste es el caso, ya no existe ningún riesgo de vuelco y las fuerzas de frenado  $F_1, F_2$  se pueden cancelar en un siguiente bloque 25, pudiéndose liberar de nuevo las señales de deslizamiento del ABS bloqueadas en el bloque 32. En caso contrario, desviando el bloque 25 se pasa directamente a un bloque 27 con el que finaliza el procedimiento.

El funcionamiento de la invención y en especial el uso de las señales de aceleración transversal  $a_{q,1}, a_{q,2}$  se puede ilustrar como sigue. Las ruedas del interior de la curva 7, 8, 9, sometidas a una carga reducida de las ruedas en caso de riesgo de vuelco, tienden a una reducción de la velocidad de giro como consecuencia de la fuerza de frenado  $F_1$  del frenado de prueba. Esto provoca a su vez una diferencia de velocidad de giro relativamente grande entre las ruedas del interior de la curva y las ruedas del exterior de la curva. En caso de aplicar las ecuaciones [1] y [2], esto

- da lugar a un rápido incremento de la primera y de la segunda señal de aceleración transversal  $a_{q,1}$ ,  $a_{q,2}$ . En caso contrario, la nueva aplicación de las ruedas del interior de la curva 7, 8, 9, por ejemplo, como consecuencia del frenado con la fuerza de frenado  $F_2$  en el bloque 34, da lugar a una reducción rápida de las señales de aceleración transversal calculadas  $a_{q,1}$ ,  $a_{q,2}$ . Debido a la rápida variación de las señales de aceleración transversal, el frenado de prueba, que conlleva la detención de las ruedas que soportan una carga de rueda reducida o que se encuentran en el aire en caso de riesgo de vuelco, se puede utilizar para un reconocimiento fiable de la nueva puesta en marcha de las ruedas o de la finalización del riesgo de vuelco, dado que las ruedas del interior de la curva se vuelven a poner en marcha debido al aumento de la carga de las ruedas a pesar del efecto de frenado provocado por la fuerza de frenado  $F_1$ , lo que da lugar a un aumento característico de las velocidades de giro  $v_7$ ,  $v_8$  de estas ruedas.
- 5 Si en la figura 3 no se cumplen una o ambas condiciones comprobadas en el bloque de derivación 33 mediante la ejecución del bloque de asignación 35, en el que el umbral de aceleración transversal  $a_{q,Crit}$  aumenta en el valor  $K_3$ , se deriva al bloque 36 con el que finaliza el procedimiento.
- Si no se cumplen una o ambas condiciones comprobadas en el bloque de derivación 31, se deriva al bloque 36 con el que finaliza el procedimiento.
- 15 Por lo demás, el procedimiento también resulta adecuado para vehículos con un solo eje o con un solo eje dotado de sensores de velocidad de giro.
- La figura 4 muestra un procedimiento para advertir al conductor del vehículo 2, 3 mediante el uso de la aceleración transversal momentánea del vehículo y del valor de aceleración transversal crítico de vuelco. El procedimiento comienza con un bloque 40. En un bloque posterior 41 se determina un valor de riesgo H como cociente de la aceleración transversal momentánea  $a_q$  y del valor de aceleración transversal crítico de vuelco  $a_{q,Crit}$ , para el que se recurre al umbral de aceleración transversal determinado en el bloque 35 según la figura 3. Como aceleración transversal momentánea  $a_q$  se puede utilizar, por ejemplo, el valor medio a partir de  $a_{q,1}$  y  $a_{q,2}$ . En un siguiente bloque 42 se lleva a cabo una emisión óptica del valor de riesgo H en forma de un horizonte artificial, como se explica a continuación. En este caso, el valor de riesgo H se puede convertir de forma directamente proporcional en una inclinación del horizonte artificial en relación con la horizontal.
- 20 En un bloque de derivación posterior 43 se comprueba si el valor de riesgo H rebasa un valor límite de riesgo  $H_{limit}$ . Si éste es el caso, se deriva a un bloque de emisión 44 donde se activa la emisión de un tono de aviso. En este caso, el procedimiento finaliza en el bloque 45.
- La emisión del aviso puede realizarse, por ejemplo, cuando la aceleración transversal momentánea del vehículo alcanza o supera en términos de cantidad el 95 % del valor de aceleración transversal crítico de vuelco.
- 30 Por consiguiente, no se advierte innecesariamente al conductor de un riesgo inminente de vuelco del vehículo. Especialmente en caso de vehículos sin carga no existe ningún riesgo de vuelco, de manera que se evitan avisos innecesarios y con ello la irritación del conductor.
- La figura 5 muestra esquemáticamente una representación óptica de la aceleración transversal momentánea del vehículo con respecto al valor de aceleración transversal crítico de vuelco a modo de un horizonte artificial en una primera forma de realización. Por ejemplo, se puede representar en una pantalla gráfica del vehículo una animación de un horizonte artificial con un campo de indicación 60. Dentro del campo de indicación 60, un conjunto de barras horizontal 61 indica la horizontal. Una línea variable 62 con respecto a la posición inclinada muestra un horizonte artificial que correspondería a la percepción del conductor del vehículo en caso de una posición inclinada correspondiente del vehículo. La figura 5 muestra a modo de ejemplo la representación en caso de una curva a la izquierda. El ángulo entre la línea 62 y el conjunto de barras 61 es una medida para la aceleración transversal momentánea del vehículo, siendo posible utilizar opcionalmente la aceleración transversal momentánea directamente o en relación con el valor de aceleración transversal crítico de vuelco. Las marcas de aviso 63, 64 indican dónde se encuentra el valor crítico de vuelco para la aceleración transversal. Si la línea 62 alcanza una de las marcas de aviso 63, 64, el vehículo se encuentra en un estado peligroso en el que existe riesgo de vuelco sobre el eje longitudinal.
- 35 En caso de emisión óptica del horizonte artificial 60, el dispositivo de control puede visualizar las marcas de aviso 63, 64 en un punto deseado que corresponde al valor de aceleración transversal crítico de vuelco, es decir, se calcula numéricamente a partir del mismo. En este caso, la línea 62 se representa directamente conforme a la aceleración transversal momentánea, resultando en virtud de la emisión óptica la referencia al valor de aceleración transversal crítico de vuelco por medio de las señales de aviso 63, 64. En este caso no se requiere ninguna formación de cociente ni ninguna formación de diferencia entre la aceleración transversal momentánea y el valor de aceleración transversal crítico de vuelco. También se puede prever que las marcas de aviso 63, 64 se visualicen en posiciones fijas. En este caso resulta ventajoso determinar la línea 62 con respecto a su posición inclinada por medio de una referencia matemática entre la aceleración transversal momentánea y el valor de aceleración transversal crítico de vuelco, por ejemplo, mediante la formación del cociente o la formación de la diferencia antes mencionadas.
- 40 La figura 6 muestra una segunda forma de realización de la representación óptica de la aceleración transversal momentánea con respecto al valor de aceleración transversal crítico de vuelco a modo de un horizonte artificial. En la figura 6 se representa abajo a la izquierda en un bloque 70 una pantalla de salida que se compone de tres
- 45
- 50
- 55
- 60

5 indicaciones de barras 71, 72, 73 dispuestas una al lado de otra, por ejemplo, formadas por diodos luminosos. Cada una de las indicaciones de barras 71, 72, 73 se puede configurar con bloques de diodos luminosos de diferentes colores, por ejemplo, en la zona inferior con un bloque 76 de diodos luminosos verdes, en el centro con un bloque 75 de diodos luminosos amarillos y en la zona superior con un bloque 74 de diodos luminosos rojos. Aquí se señala a través de los colores la seguridad o el riesgo del estado de marcha, representando el color verde un riesgo reducido y el color rojo un riesgo elevado.

10 En la zona derecha de la figura 6 se explica a modo de ejemplo el tipo de indicación por medio de una curva a la izquierda del vehículo (bloque 77), de una marcha en línea recta (bloque 78) y de una curva a la derecha (bloque 79). En este caso, los diodos luminosos encendidos se caracterizan por un rayado. Las flechas representadas debajo de los bloques sólo tienen fines ilustrativos y no forman parte de la representación óptica de la pantalla de salida. En la curva a la izquierda se puede ver que en la indicación de barras izquierda 71 se encienden dos de los diodos luminosos verdes, en la indicación de barras central 72 se enciende el diodo luminoso verde superior y en la indicación de barras derecha 73 se enciende el diodo luminoso verde superior, así como todos los diodos luminosos amarillos. Esto señala el paso de una curva a la izquierda con un riesgo de vuelco que ya ha aumentado un poco, pero que aún no es crítico. En caso de marcha en línea recta se representa a través del bloque 78, en el que se enciende respectivamente el diodo luminoso verde superior de cada indicación de barras 71, 72, 73, un estado de marcha seguro sin una aceleración transversal digna de mención. La representación en caso de una curva a la derecha en el bloque 79 corresponde análogamente a la representación en caso de una curva a la izquierda, no obstante con la correspondiente secuencia cambiada de la representación de las indicaciones de barras 71, 72, 73.

20

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para advertir al conductor de un vehículo (2, 3) de un riesgo de vuelco del vehículo (2, 3) sobre su eje longitudinal, registrando un dispositivo de control (13) la aceleración transversal momentánea ( $a_q$ ) del vehículo (2, 3) y emitiendo, en función de la misma, una señal de aviso en caso de riesgo de vuelco, emitiendo el dispositivo de control (13) la señal de aviso adicionalmente en dependencia de al menos un valor de aceleración transversal crítico de vuelco ( $a_{q,Crit}$ ) determinado por el dispositivo de control (13) durante el funcionamiento de marcha del vehículo (2, 3) que constituye una medida para la aceleración transversal del vehículo (2, 3) con la que el vehículo (2, 3) realmente volcaría sobre su eje longitudinal, determinando automáticamente el dispositivo de control (13) el valor de aceleración transversal crítico de vuelco ( $a_{q,Crit}$ ) por medio del comportamiento del vehículo en la marcha en curva, caracterizado por que durante una marcha en curva el dispositivo de control (13) inicia un frenado de prueba con una presión de frenado reducida en al menos una rueda del interior de la curva (7, 8, 9) en el que la al menos una rueda del interior de la curva (7, 8, 9) se somete a una fuerza de frenado baja en relación con la máxima fuerza de frenado posible y utilizándose para el ajuste adaptivo del valor de aceleración transversal crítico de vuelco ( $a_{q,Crit}$ ) el comportamiento de la velocidad de giro de rueda de la al menos una rueda (7, 8, 9) sometida al frenado de prueba.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el dispositivo de control (13) ajusta de forma adaptiva el valor de aceleración transversal crítico de vuelco ( $a_{q,Crit}$ ) partiendo de un valor inicial en el transcurso de una o varias marchas en curva del vehículo (2, 3) a través de la evaluación de al menos otra magnitud de entrada registrada por el dispositivo de control (13).
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que el valor de aceleración transversal crítico de vuelco ( $a_{q,Crit}$ ) se aumenta en el transcurso de una o varias marchas en curva del vehículo (2, 3).
- 20 4. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el valor de aceleración transversal crítico de vuelco ( $a_{q,Crit}$ ) se aumenta en un valor de paso ( $K_3$ ) cuando se determina que el frenado de prueba no da lugar a una reducción característica de la velocidad de giro de rueda de al menos una de las ruedas (7, 8, 9) frenada con la presión de frenado reducida.
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la señal de aviso se emite como señal óptica y/o acústica.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que como señal de aviso se representa ópticamente la aceleración transversal momentánea ( $a_q$ ) del vehículo (2, 3) con respecto al valor de aceleración transversal crítico de vuelco ( $a_{q,Crit}$ ).
- 35 7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que la aceleración transversal momentánea ( $a_q$ ) del vehículo (2, 3) con respecto al valor de aceleración transversal crítico de vuelco ( $a_{q,Crit}$ ) se representa a modo de un horizonte artificial.
- 40 8. Dispositivo de control (13) dotado de un programa con elementos de código de programa diseñado para la puesta en práctica de un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores cuando el programa se ejecuta en un ordenador del dispositivo de control (13).

Fig. 1

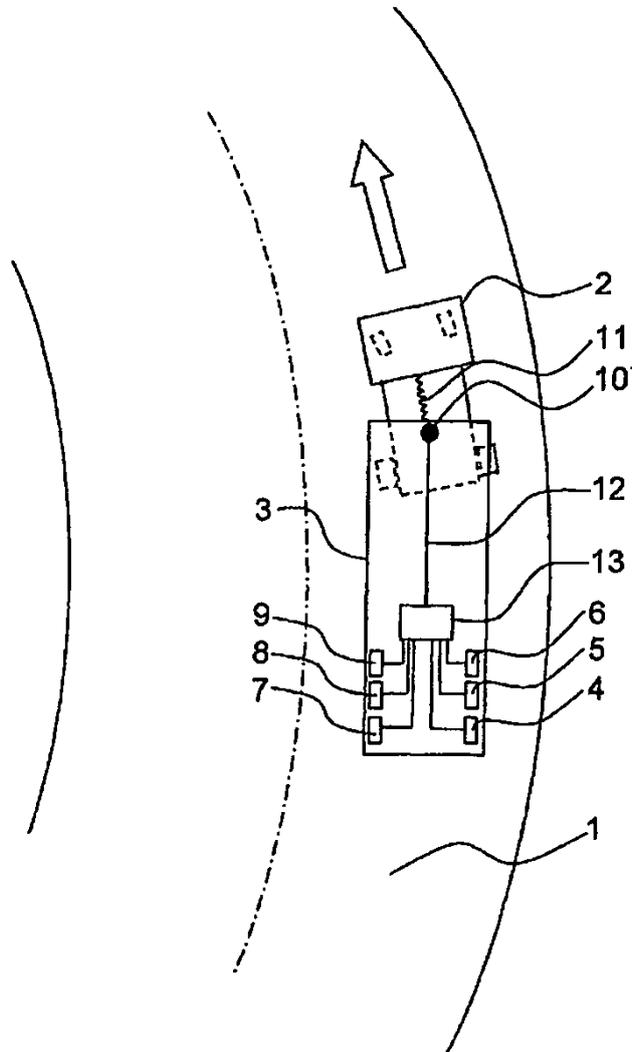


Fig. 2

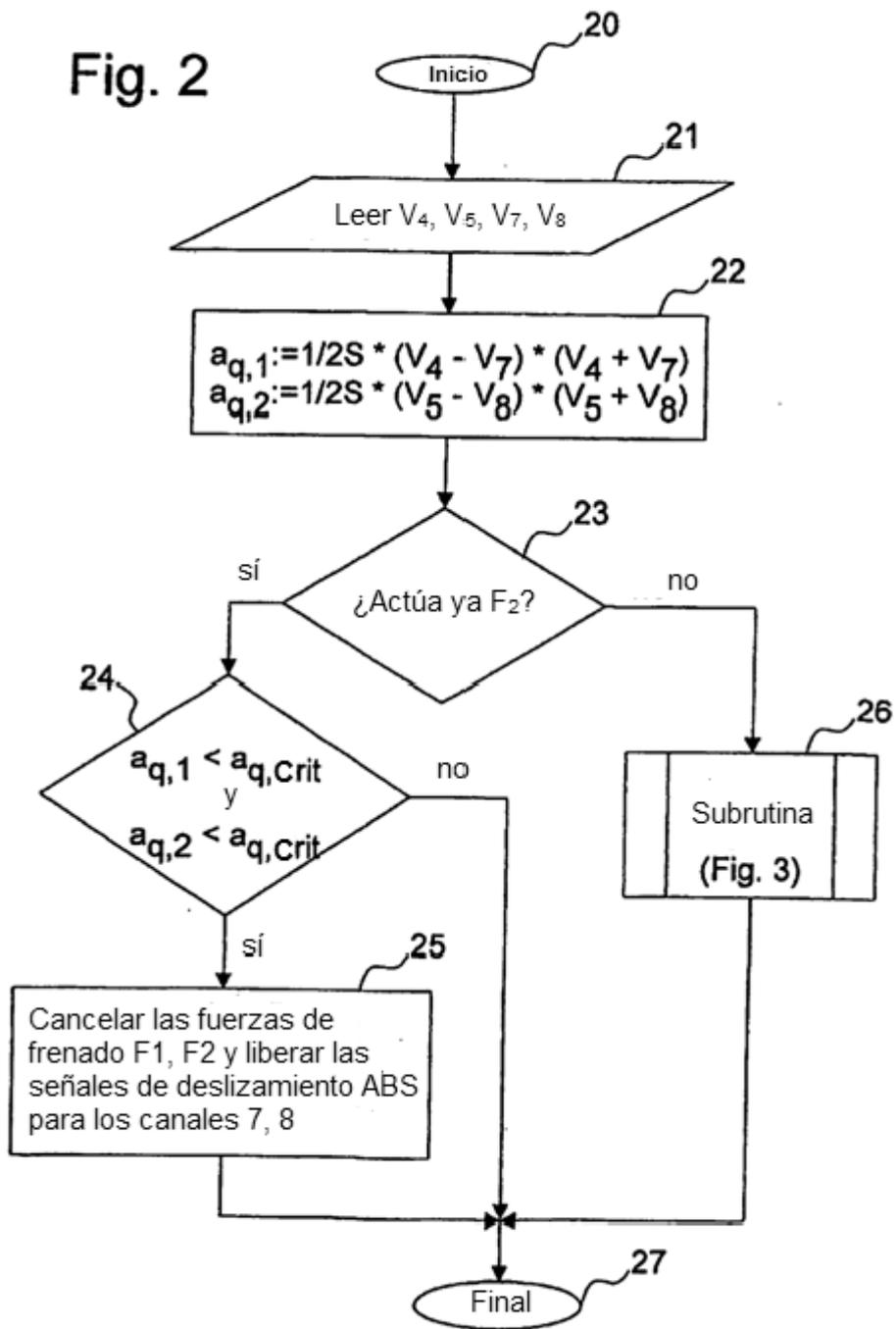
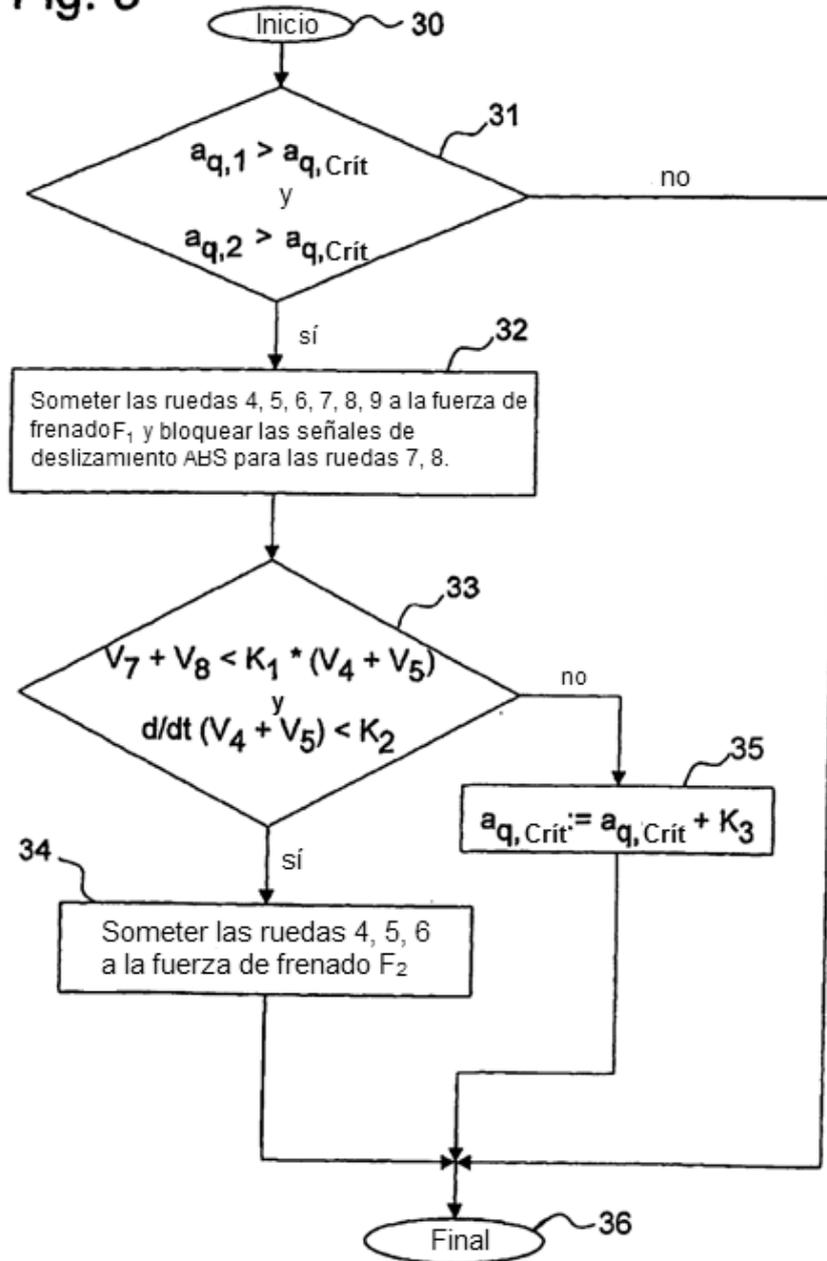


Fig. 3



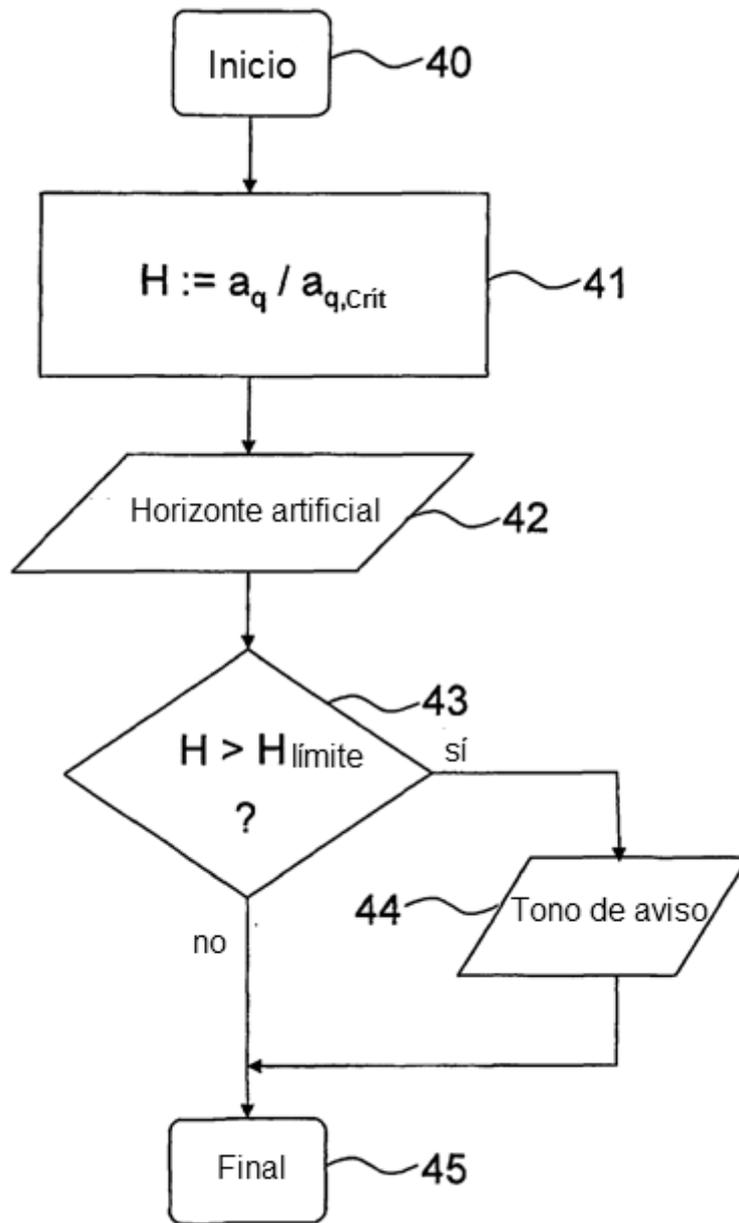


Fig. 4

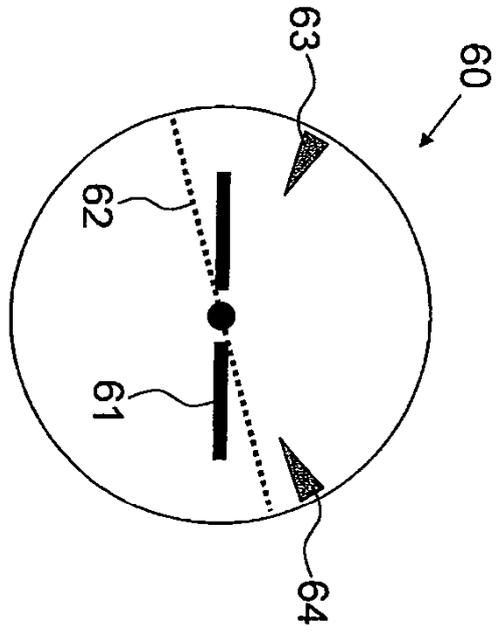


Fig. 5

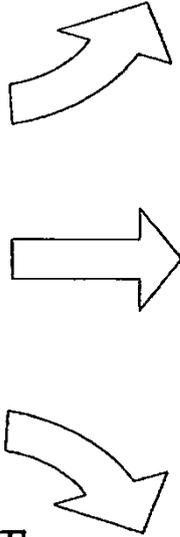
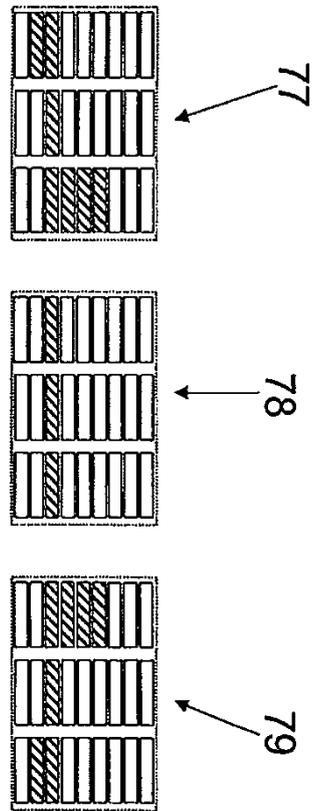
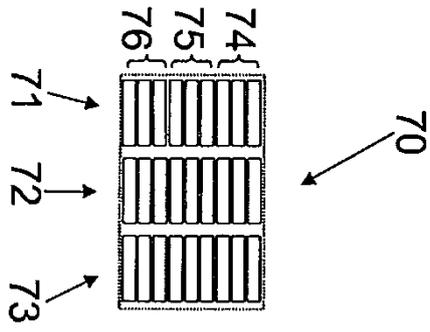


Fig. 6