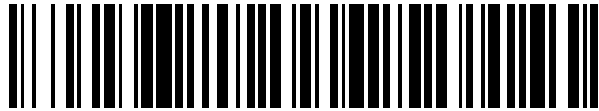


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 652 554**

51 Int. Cl.:

B60C 23/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.03.2007 PCT/EP2007/002371**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2008 WO08113383**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2007 E 07711971 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.09.2017 EP 2137007**

54 Título: **Método, sistema y programa informático para detectar una desviación de presión de neumático**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.02.2018

73 Titular/es:

**NIRA DYNAMICS AB (100.0%)
Teknikringen 6
583 30 Linköping, SE**

72 Inventor/es:

**DREVO, MARKUS;
STENMAN, ANDERS y
LINSKOG, PETER**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 652 554 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método, sistema y programa informático para detectar una desviación de presión de neumático

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere, en general, a la detección de una desviación de presión de neumático en el neumático de un vehículo y, en particular, a un método, un sistema, y un programa de ordenador para una detección de este tipo.

10

Antecedentes de la invención

Los coches modernos comprenden unos sistemas de control electrónico tales como los sistemas de frenado antibloqueo (ABS), los sistemas de estabilidad dinámica, los sistemas anti-espín y los sistemas de control de tracción. Además de estos sistemas de control activo, también existen los sistemas de información de seguridad del conductor como los indicadores de fricción de la carretera y los sistemas de monitorización de la presión de los neumáticos, que presentan al conductor información sobre las condiciones de la conducción y del vehículo. Los sistemas indirectos de monitorización de la presión de los neumáticos se basan en los valores de detección indirecta de un vehículo moderno, tales como las señales de velocidad de las ruedas, con el fin de obtener estimaciones de presión de un neumático. Estas estimaciones de presión se comparan normalmente con los valores de calibración con el fin de determinar unas situaciones de presión de neumático específicas, tal como una punción de neumático. Los valores de calibración se calculan normalmente como promedios de los datos recopilados durante un período de calibración inicial.

15

20

25

El documento EP 1 403 100 A1 desvela una rutina de calibración para calcular dichos valores de calibración. Después de haber recogido un número de datos, se determina un valor de calibración del primer tipo que se usa para compararlo con los datos recogidos adicionales con el fin de determinar una caída de presión de neumático. Después de haber determinado el valor de calibración del primer tipo, este valor se ajusta de manera fina adicionalmente para obtener un valor de calibración del segundo tipo recopilando más datos durante un periodo de ajuste fino.

30

Durante el período de ajuste fino, el valor de calibración se monitoriza para el crecimiento del neumático. Cuando se detecta el crecimiento del neumático durante el periodo de ajuste fino, se reinicia el proceso de calibración. Sin embargo, no se detecta dicho crecimiento del neumático antes de que se haya determinado el valor de calibración del primer tipo.

35

El documento WO 03/086789 desvela un proceso similar en el que durante el período de ajuste fino, una situación de crecimiento del neumático se diferencia de una situación de pérdida de presión con el fin de detectar de manera fiable la situación de crecimiento del neumático. De nuevo, no se detectará un crecimiento del neumático ni una situación de pérdida de presión hasta que se haya determinado un primer valor de aprendizaje (valor de calibración).

40

El documento US5721374 divulga un método de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

El problema general a resolver por la presente invención es mejorar el rendimiento de un sistema indirecto de alerta de presión de neumáticos.

45

El problema se resuelve mediante un método, un sistema y un programa de ordenador de acuerdo con las reivindicaciones independientes. Otras realizaciones de la invención se desvelan en las reivindicaciones dependientes.

50

Un primer aspecto de la invención se dirige a un método de detectar una desviación de presión en un neumático de un vehículo. El método comprende calcular unas señales de salida temporalmente sucesivas indicativas de una condición de presión de neumático en el neumático de un vehículo sobre la base de unas señales de vehículo temporalmente sucesivas. Este comprende además determinar un valor de calibración sobre la base de un número de señales de salida temporalmente sucesivas. Además, comprende, después de la determinación del valor de calibración, detectar una desviación de presión de neumático en el neumático de un vehículo sobre la base de unas señales de salida adicionales temporalmente sucesivas y del valor de calibración. Finalmente, comprende, antes de la determinación del valor de calibración, monitorizar el desarrollo temporal del número de señales de salida temporalmente sucesivas, y detectar una desviación de presión sobre la base del desarrollo temporal antes de haber determinado el valor de calibración.

55

60

Otro aspecto de la invención se refiere a un sistema de emitir una desviación de presión de neumático en un neumático de un vehículo. El sistema comprende una unidad de cálculo adaptada para calcular unas señales de salida temporalmente sucesivas indicativas de una condición de presión de neumático en el neumático de un vehículo sobre la base de unas señales de un vehículo temporalmente sucesivas. Este comprende además una unidad de calibración adaptada para determinar un valor de calibración sobre la base de un número de señales de

65

salida temporalmente sucesivas de la unidad de cálculo. Además comprende una unidad de detección configurada para detectar una desviación de presión de neumático en el neumático de un vehículo sobre la base de las señales de salida adicionales temporalmente sucesivas de la unidad de cálculo y el valor de calibración de la unidad de calibración después de la determinación del valor de calibración mediante la unidad de calibración. La unidad de detección está configurada además para monitorizar el desarrollo temporal del número de señales de salida temporalmente sucesivas y para detectar una desviación de presión sobre la base del desarrollo temporal antes de haber recibido el valor de calibración desde la unidad de calibración.

Un aspecto adicional de la invención se refiere a un programa informático que incluye un código de programa para realizar un método, cuando se ejecuta en un sistema de procesamiento, de detectar una desviación de presión de neumático para un neumático de un vehículo. El método comprende calcular unas señales de salida temporalmente sucesivas indicativas de una condición de presión de neumático en el neumático de un vehículo sobre la base de unas señales de un vehículo temporalmente sucesivas. Comprende además determinar un valor de calibración sobre la base de un número de señales de salida temporalmente sucesivas. Comprende además, después de la determinación del valor de calibración, detectar una desviación de presión de neumático en el neumático de un vehículo sobre la base de unas señales de salida adicionales temporalmente sucesivas y el valor de calibración. Finalmente, comprende, antes de la determinación del valor de calibración, monitorizar el desarrollo temporal del número de señales de salida temporalmente sucesivas y detectar una desviación de presión sobre la base del desarrollo temporal antes de haberse determinado el valor de calibración.

A continuación, se describirán unas realizaciones de la invención, a modo de ejemplo, y haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 muestra esquemáticamente la estructura de un sistema para detectar una desviación de presión de neumático de acuerdo con la invención;

la figura 2 muestra esquemáticamente la estructura de una unidad WRA mostrada en la figura 1;

la figura 3 muestra unas curvas a modo de ejemplo que representan una variación en el tiempo de la señal de presión de neumático con el fin de explicar el funcionamiento de la unidad de alerta de WRA.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Ya que la monitorización indirecta de presión de neumáticos es una técnica conocida por los expertos en la materia a partir del conocimiento general, los detalles de esta técnica por lo tanto solo se describen en la medida en que se refieren directamente a la invención. La invención se proporciona para su uso en cualquier tipo de vehículo que tenga al menos una rueda. Los vehículos, en general, comprenden cualquier tipo de vehículo que tenga neumáticos, tales como coches, bicicletas, camiones, remolques y similares.

Las diferentes unidades del sistema pueden, en una realización de la invención, implementarse por software o hardware como unidades separadas e individuales. El sistema puede detectar desviaciones de presión, por ejemplo, basándose en datos procedentes de sensores que miden la velocidad angular de la rueda (como se usa, por ejemplo, en el ABS). En la mayor parte de las realizaciones, puede usarse una unidad de análisis de radio de rueda (WRA) y/o una unidad de análisis de espectro de rueda (WSA) para proporcionar datos para la monitorización de presión relativa de rueda y/o individual de rueda. Los módulos WRA mencionados son solo un ejemplo de los módulos basados en un radio de rodadura más general en la monitorización indirecta de presión de neumático, que también pueden usarse para los fines anteriores. En algunas realizaciones de la invención también pueden proporcionarse datos adicionales, por ejemplo, relativos a las condiciones del vehículo o de conducción (incluyendo, por ejemplo, velocidad del vehículo, temperatura ambiente, información de carga, información de estado de conducción, etc.); estos datos pueden obtenerse, por ejemplo, a partir del bus CAN del vehículo a través de unidades específicas de un sistema de monitorización indirecta de presión de neumático.

En una realización, se proporciona una unidad de control para realizar las características anteriores que se implementa, por ejemplo, como una rutina de software, una CPU o una ECU. La unidad de control puede, en una realización, responder a solicitudes externas y/o reaccionar a condiciones de conducción o del vehículo o a desviaciones de presión de neumático detectadas.

Haciendo referencia ahora a la figura 1, se describirá en más detalle un diagrama esquemático de una realización de un sistema de alerta de desviación de presión de neumático (TPD) 1 de la invención. El sistema de alerta de TPD 1 puede ser, por ejemplo, un componente de software normalizado que está integrado en una unidad de control electrónica de un vehículo. El sistema 1 obtiene datos por medio de una interfaz de programa de aplicación (API) 3. Estos datos obtenidos pueden incluir, por una parte, señales procedentes del bus CAN del vehículo, por ejemplo, describiendo la condición del vehículo. Con el fin de poner esas señales a disposición de las diferentes unidades del sistema 1, estas se almacenan en una unidad de memoria 9. Por otra parte, los datos obtenidos pueden incluir datos de medición obtenidos directamente a partir de los sensores de un vehículo, tales como los sensores de velocidad de rotación (como los existentes en el ABS de un vehículo) que indican la velocidad angular de las ruedas giratorias.

Una unidad de control de diagnóstico 8 realiza las comprobaciones de sistema y de señal de entrada internas y

establece el estado de sistema y los códigos de error. Si se produce un error grave, esta unidad puede desactivar el sistema de alerta de TPD 1.

5 Los datos obtenidos se introducen en una unidad de preprocesamiento de señal 7 que prefiltra las señales con el fin de eliminar las perturbaciones y las compensaciones y precalcula las señales y las cantidades usadas por las otras unidades.

10 A continuación, las señales preprocesadas emitidas por la unidad de preprocesamiento de señales 7 se introducen en una unidad de análisis de radio de rueda (WRA) 5 y en una unidad de análisis de espectro de rueda (WSA) 4. Opcionalmente, la información se introduce en la unidad de WRA 5 y en la unidad WSA 4 que informan sobre las condiciones de conducción especiales (por ejemplo, la conducción en carreteras accidentadas, la conducción con cadenas de nieve, etc.) detectadas por un detector de estado dinámico 6 basado en los datos de la unidad de preprocesamiento de señales 7 que se consideran para el análisis de los datos.

15 En esencia, una WRA cuando se ejecuta en la unidad de WRA 5 se basa en el hecho de que la velocidad de rueda de una rueda depende del radio de rueda respectivo: la velocidad de rueda aumenta con la disminución del radio de rueda. Los cambios en los radios de las ruedas contienen información sobre los cambios en la presión de los neumáticos de las ruedas correspondientes, pero también pueden reflejar los cambios de carga del vehículo y los cambios de superficie o reaccionar sobre las fuerzas motrices (aceleración, frenado, fuerzas en curvas, etc.).

20 Sobre la base de las señales de velocidad angular de rueda obtenidas a partir de la unidad 7, la unidad de WRA 5 estima los cambios en los radios de rueda relativos en un subconjunto de los neumáticos de un vehículo, pero no en todos los neumáticos de un vehículo de manera simultánea ya que el enfoque se basa en estimaciones de radio de rueda relativas en vez de en absolutas. Con el fin de obtener las estimaciones de radio de rueda para cada rueda por separado, la unidad de WRA 5 transforma los radios de rueda relativos en estimaciones de radio de rueda individuales.

30 La unidad de WSA 4 detecta cambios en las propiedades espectrales de cada una de las señales de velocidad angular de las cuatro ruedas. La presión del neumático tiene una influencia significativa sobre las características del espectro de la señal de velocidad angular; sin embargo, la superficie de la carretera y la temperatura ambiente también tienen un impacto sobre el espectro de señal de velocidad angular y pueden considerarse preferentemente. Calculando primero un modelo paramétrico del espectro de velocidad de rueda y usando los parámetros de este modelo para calcular un factor de forma espectral que condensa las diferentes características dependientes de la presión del espectro en una única cantidad escalar, la unidad WSA 4 detecta cambios en la presión de neumático para cada rueda de manera individual.

40 La unidad de combinación 2 obtiene los datos a partir de la unidad de WRA 5 y de la unidad de WSA 4. Basándose en estos datos de entrada, detecta desviaciones de presión de neumático y emite una señal de presión de neumático que indica una desviación de presión de neumático a una unidad de alerta 10. Bajo ciertas circunstancias, que se describirán en más detalle a continuación, la unidad de alerta 10 emite una señal de alerta a la API 3. A su vez, la API 3 proporciona los datos a las aplicaciones externas, tal como a una unidad de señalización instalada dentro de la cabina del conductor.

45 La unidad de alerta 10 usa la señal de presión de neumático obtenida a partir de la unidad de combinación 2 para desencadenar la emisión de una señal de alerta. La unidad de alerta 10 puede emitir la señal de alerta a una unidad externa, programa o aplicación. Las unidades o programas externos pueden, por ejemplo, almacenar los datos de salida en una unidad de memoria o alertar directamente al usuario del vehículo sobre la desviación de presión. En algunas realizaciones de la invención, la señal de alerta especifica adicionalmente los neumáticos detectados con desviación de presión, es decir, el número y la posición de los neumáticos con desviación de presión.

50 Haciendo referencia ahora a la figura 2, se describirá en más detalle la unidad de WRA 5. La unidad WRA 5 comprende una unidad de cálculo de radio 20, una unidad de calibración 25 y una unidad de alerta de WRA 30. La unidad de cálculo de radio 20 recibe las señales de velocidad angular de rueda y otras señales desde la unidad de preprocesamiento de señal 7 de una manera sucesiva temporal (por ejemplo, con una primera tasa de repetición de 10 Hz) y emite estimaciones del radio de rueda relativo WRA_x (en la que $x = \{FL, FR, RL, RR\}$) de una manera sucesiva temporal. Las estimaciones de radio de rueda relativo WRA_x pueden definirse de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} WRA_{FL} &= (\text{radio}_{RL} - \text{radio}_{FL}) / \text{radio}_0, \\ WRA_{FR} &= (\text{radio}_{RR} - \text{radio}_{FR}) / \text{radio}_0, \\ WRA_{RL} &= (\text{radio}_{FL} - \text{radio}_{FR}) / \text{radio}_0, \\ WRA_{RR} &= (\text{radio}_{RL} - \text{radio}_{RR}) / \text{radio}_0 \end{aligned}$$

65 en las que radio_0 es el radio nominal de rueda conocido, y radio_{FL} , radio_{FR} , radio_{RL} y radio_{RR} son los radios actuales de rueda para las ruedas individuales (FL = "Delantera Izquierda", FR = "Delantera Derecha", RL = "Trasera Izquierda" y RR = "Trasera Derecha"). Los cambios en las estimaciones de radio de rueda relativas WRA_x indican las desviaciones de presión en las ruedas. Por lo tanto, los cambios en WRA_x pueden usarse como indicadores de una

situación de desinflado. Como ejemplo, se considera la trayectoria de radio de rueda relativa ilustrada en la figura 3. En el instante $t = 0$ min, la presión del neumático delantero izquierdo disminuye, lo que da lugar a cambios en los radios de rueda relativos WRA_{FL} y WRA_{RL} .

5 Normalmente, el intervalo de tiempo entre las estimaciones relativas de radios de rueda consecutivas WRA_x que se emiten desde la unidad de cálculo de radio 20 es más largo que el intervalo de tiempo entre las señales de velocidad angular de rueda consecutivas que se introducen en la unidad de cálculo de radio 20 (por ejemplo, con una segunda tasa de repetición de 0,1 hasta 0,01 Hz). Estas estimaciones de radios de rueda WRA_x se alimentan a la unidad de calibración 25 y a la unidad de alerta de WRA 30. La segunda tasa de repetición puede variar de acuerdo con las propiedades estadísticas de las señales de velocidad angular de rueda. En otras palabras, la unidad de cálculo de radio 20 usa un lote de señales de velocidad angular de rueda consecutivas con el fin de emitir una estimación relativa de radios de rueda WRA_x .

15 Específicamente, la unidad de cálculo de radio 20 puede no descartar las señales de velocidad angular de rueda más antiguas, sino simplemente baja de peso las señales más antiguas con un factor de olvido antes de incluir las más nuevas. La bajada de peso puede continuar hasta que un parámetro estadístico (tal como la varianza del lote de señales de entrada) sea suficientemente grande. Además, para cada lote de señales de velocidad angular de rueda consecutivo, la velocidad de lote promedio v_k (k indica el número de lote) puede calcularse y suministrarse a la unidad de calibración 25. Como alternativa, la unidad de cálculo de radio 20 también puede aplicar un procesamiento muestra a muestra o de ventanas deslizantes en lugar del procesamiento por lotes como se ha descrito anteriormente.

A continuación, se describe con más detalle la operación del módulo de calibración 25. La unidad de calibración 25 calcula los valores de calibración $WRA_{cal, x}$ que caracterizan las condiciones nominales y almacena estos valores $WRA_{cal, x}$ en una memoria no volátil interna (el sufijo x indica a lo largo de la descripción los cuatro diferentes radios de rueda relativos, cp. anteriores). Ya que las estimaciones de radios de rueda relativos WRA_x pueden depender de la velocidad, los valores de calibración $WRA_{cal, x}$ pueden calcularse y almacenarse para diferentes velocidades, por ejemplo, para diferentes intervalos de velocidad. Cuando el conductor inicializa la calibración, la unidad de calibración 25 se reinicia y los valores de calibración anteriormente almacenados $WRA_{cal, x}$ se borran de la memoria. El proceso de calibración es automático y no requiere la intervención del conductor ni maniobras especiales después de haberse inicializado. Para reducir los efectos del ruido y perturbaciones de medición, los valores de calibración $WRA_{cal, x}$ se calcularán como valores promedio sobre un número de estimaciones de radios de rueda relativos WRA_x , en particular, para cada intervalo de velocidad. Por lo tanto, se necesita un cierto tiempo para que la unidad de calibración 25 calcule y almacene estos valores de calibración $WRA_{cal, x}$. En lugar de usar diferentes intervalos de velocidad para determinar los valores de calibración $WRA_{cal, x}$ estos últimos pueden determinarse también para un número mínimo de diferentes velocidades de lotes promedio v_k a medida que se entregan desde la unidad de cálculo de radio 20 y a continuación pueden calcularse los valores de calibración $WRA_{cal, x}$ para diferentes valores de velocidad por medio de una función apropiada ajustada al número de diferentes valores de calibración $WRA_{cal, x}$ y a las velocidades de lotes promedio v_k .

40 En una realización, la velocidad de lotes promedio v_k para el número de lote k puede convertirse a un índice de intervalo 1. A continuación, si la calibración está todavía activa, el valor de calibración $WRA_{cal, x}$, se actualiza con la última estimación de lote WRA_x de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$45 \quad \begin{aligned} WRA_{cal, x}(1) &= (P_{cal}(1) * WRA_{cal, x}(1) + WRA_x) / (P_{cal}(1) + 1), \text{ y} \\ P_{cal}(1) &= P_{cal}(1) + 1 \end{aligned}$$

donde $P_{cal}(1)$ cuenta el número de estimaciones de radios de rueda relativos WRA_x que se han usado para actualizar el valor de calibración $WRA_{cal, x}(1)$ en el intervalo de velocidad específico 1. La calibración se continúa mientras $P_{cal}(1) < P_{m\acute{a}x}$, en la que el parámetro $P_{m\acute{a}x}$ define el número de estimaciones de radios de rueda relativos WRA_x usadas para determinar el valor de calibración $WRA_{cal, x}(1)$. El valor del parámetro $P_{m\acute{a}x}$ se elige normalmente de tal manera que el tiempo efectivo total para completar la calibración en un intervalo de velocidad esté en el intervalo de un par de minutos a un par de horas.

55 La unidad de calibración 25 puede monitorizar también la desviación típica de las estimaciones de radios de rueda relativos WRA_x cuando se reciben. Un valor grande de la desviación típica de las estimaciones de radios de rueda relativos WRA_x puede indicar que los valores de calibración $WRA_{cal, x}$ son inciertos desde un punto de vista estadístico. Si se ha producido una situación extrema de este tipo, la calibración puede en realidad continuar aunque $P_{cal}(1) \geq P_{m\acute{a}x}$.

60 Sin embargo, antes de que la unidad de calibración 25 emita cualquiera de los valores de calibración $WRA_{cal, x}$, el requisito mínimo es que $P_{cal}(1) \geq P_{m\acute{i}n}$, donde $P_{m\acute{i}n} < P_{m\acute{a}x}$. Por ejemplo, el valor de $P_{m\acute{i}n}$ puede estar en el intervalo de 5 a 50. A continuación, la unidad de calibración 35 entrega el valor de calibración $WRA_{cal, x}$ determinado de este modo a la unidad de alerta de WRA 30.

65 La unidad de calibración 25 puede incluir además una funcionalidad para la interpolación y la extrapolación lineal de

los valores de calibración $WRA_{cal, x}$, a los intervalos de velocidad 1 para los que el contador P_{cal} (1) no supera todavía el valor mínimo P_{min} . Por ejemplo, esta funcionalidad permite la detección de la desviación de presión de neumático para la conducción a alta velocidad aunque la calibración se ha completado hasta ahora solamente en los intervalos de baja velocidad. Esta funcionalidad puede basarse en un ajuste en curva, tal como un ajuste en línea
 5 recta, de los valores de calibración $WRA_{cal, x}$. Dadas las estimaciones de los parámetros c_x y m_x que describen las líneas rectas, pueden calcularse otros valores de calibración $WRA_{cal, x}$ para que se emitan a la unidad de alerta de WRA 30 de la siguiente manera:

$$WRA_{cal, x} = c_x * v(k) + m_x$$

10 Hay que tener en cuenta que la estimación de los parámetros de línea recta c_x y m_x no puede realizarse antes de que haya habido un cierto grado de variación de velocidad. En general, el método de línea recta ofrece la posibilidad de extrapolar los valores de calibración $WRA_{cal, x}$, fuera de los intervalos de velocidad actualmente calibrados 1.

15 Además, con el fin de cumplir con algunos requisitos legales (tales como los requisitos FMVSS 138) la unidad de calibración 25 puede incluir la funcionalidad para restringir la calibración a un tiempo máximo, tal como 20 minutos en el intervalo de velocidad de 40 a 100 km/h.

20 A continuación, se describirá con más detalle la unidad de alerta de WRA 30. Su funcionalidad principal es estimar los cambios en las estimaciones de radios de rueda relativos WRA_x como se reciben desde la unidad de cálculo de radio 20 en comparación con los valores de calibración $WRA_{cal, x}$, como se reciben desde la unidad de calibración 25 calculando la diferencia instantánea Dif_x entre estos dos valores de la siguiente manera:

$$Dif_x = WRA_x - WRA_{cal, x}$$

25 Esta diferencia instantánea Dif_x puede filtrarse además en un filtro de paso bajo y emitir un valor de diferencia de filtrado de paso bajo ΔWRA_x de la siguiente manera:

$$\Delta WRA_x = \text{Filtro de paso bajo}(Dif_x)$$

30 La tasa de aprendizaje de la filtración de paso bajo anterior puede estar influenciada por un número de diferentes factores. Por ejemplo, la tasa de aprendizaje puede ralentizarse durante la conducción en carreteras accidentadas o si la incertidumbre estadística se considera grande para la estimación actual de los radios de rueda relativos WRA_x . Por ejemplo, el filtrado de paso bajo puede lograrse mediante el siguiente algoritmo:

$$Filtro_x = k_{olvido} * (Dif_x - \Delta WRA_x)$$

35 Obsérvese que ΔWRA_x corresponde al estado actual del filtro de paso bajo. El filtrado de paso bajo real se realiza a continuación de la siguiente manera:

$$\Delta WRA_x := \Delta WRA_x + \min(\max(Filtro_x, -Filtro_{m\acute{a}x}), Filtro_{m\acute{a}x})$$

45 $Filtro_{m\acute{a}x}$ es una así llamada tasa de limitador que garantiza que la contribución de un único lote de estimaciones de radios de rueda relativos WRA_x está limitada. El factor de olvido k_{olvido} puede no ser una constante, pero puede controlarse de tal manera que k_{olvido} sea pequeña cuando la estimación de lote actual se juzga poco fiable y puede depender de la velocidad promedio $v[k]$ del lote actual. Por lo tanto, puede ajustarse de tal manera que el filtro de paso bajo tenga una velocidad de adaptación nominal que sea diferente de las velocidades normales y altas, respectivamente. La velocidad de adaptación del filtrado de paso bajo puede variarse adicionalmente en función de una condición de carretera accidentada detectada durante el presente lote, de una incertidumbre estadística del lote
 50 actual y/o de la varianza de calibración promedio en el intervalo de velocidad actual.

La unidad de alerta de WRA 30 solo es capaz de realizar el método como se ha descrito anteriormente cuando el número mínimo P_{min} (de lotes de) estimaciones de radios de rueda relativos WRA_x se ha recogido por la unidad de calibración 25 como se indica por P_{cal} (1) ya que no hay valores de calibración $WRA_{cal, x}$ disponibles para la unidad
 55 de alerta de WRA 30 antes de que se haya recogido este número mínimo P_{min} . Solo a partir de este punto del tiempo, la unidad de alerta 30 es capaz de iniciar la detección de una desviación de presión de neumático, tal como las caídas de presión, comparando las estimaciones de radios de rueda relativos reales WRA_x con los valores de calibración correspondientes $WRA_{cal, x}$.

60 De acuerdo con la invención, la unidad de alerta de WRA 30, sin embargo, aplica una funcionalidad adicional como se analiza a continuación con más detalle antes de que se haya determinado el primer valor de calibración $WRA_{cal, x}$ por la unidad de calibración 25 con el fin de detectar desviaciones de presión de neumático. Esta funcionalidad detecta desviaciones de presión, tales como las caídas de presión, que se producen en un neumático durante la fase de calibración antes de que se haya determinado cualquier valor de calibración $WRA_{cal, x}$ por la unidad de
 65 calibración 25. La idea básica detrás de esta funcionalidad puede ilustrarse con respecto a la figura 3. Cuando la presión de un neumático está disminuyendo lentamente, los radios de rueda relativos WRA_{FL} y WRA_{RL} se

desarrollan temporalmente, como se muestra en la figura 3. Tal desarrollo temporal puede detectarse estimando el gradiente de las estimaciones de radios de rueda relativos WRA_x con el tiempo, que se calculan por la unidad de cálculo de radio 20 o los valores de calibración WRA_x calculados por la unidad de calibración 25 antes de que P_{cal} haya superado a P_{min} . El gradiente obtenido de este modo se compara a continuación con un valor umbral.

5 Normalmente, un número mínimo de estimaciones de radio de rueda WRA_x o valores de calibración $WRA_{cal, x}$ (antes de que P_{cal} supere a P_{min}) tienen que recogerse con el fin de estimar el gradiente de manera fiable (de otro modo el gradiente podría ser demasiado influenciado por el ruido). Este número mínimo de valores requeridos podría estar indicado por unos cálculos estadísticos (tales como la desviación típica o similar) sobre estos valores. Si el gradiente supera este valor umbral, entonces la unidad de alerta de WRA 30 emite una señal de alerta que indica una fuga durante la condición de calibración o una condición defectuosa a la unidad de combinación 2 y/o a la unidad de alerta 10 y puede reiniciar la unidad de calibración 25. El valor umbral puede cambiarse de forma adaptable con la temperatura ambiente.

15 Aunque se ha descrito la funcionalidad de una detección de una fuga durante la calibración con respecto a la unidad de WRA 5, puede proporcionarse alternativa o adicionalmente una funcionalidad similar para la unidad de WSA 4. Del mismo modo, esta funcionalidad puede incorporarse en otra unidad del sistema de detección de presión de neumático 1, tal como la unidad de combinación 2 o la unidad de alerta 10.

20 En resumen, la funcionalidad de una detección de una fuga durante la calibración se ejecuta en paralelo a la rutina de calibrado normal como se ha descrito anteriormente y detecta las caídas de presión en curso de manera independiente sin tener en cuenta el estado de calibración (completo, medio completo o lo que sea). De manera ventajosa, esta funcionalidad monitoriza la calibración y busca tendencias en las señales de entrada que indican una caída de presión en curso y, por lo tanto, evita que se produzca una caída de presión durante el período de calibración (por ejemplo, si el conductor reinicia el sistema para la calibración sin notar que un neumático tiene un
25 clavo en el mismo o si intenta deshacerse de una alarma ya emitida, sin solucionar el problema que la provocó, recalibrando el sistema) da como resultado unos valores de calibración distorsionados que degradan el rendimiento de detección de tal manera que, por ejemplo, se necesitan caídas de presión mucho mayores de lo normal antes de que se detecte la situación de desinflado.

REIVINDICACIONES

1. Un método para detectar una desviación de presión de neumático en el neumático de un vehículo, que comprende las etapas de:
 - 5 – calcular unas señales de salida temporalmente sucesivas (WRA_x) indicativas de una condición de presión de neumático en el neumático de un vehículo sobre la base de las señales de un vehículo temporalmente sucesivas indicativas de la velocidad angular de las ruedas giratorias;
 - determinar el valor de calibración de radio de rueda ($WRA_{cal, x}$) sobre la base de un número de señales de salida temporalmente sucesivas (WRA_x); y
 - 10 – después de la determinación del valor de calibración ($WRA_{cal, x}$), detectar una desviación de presión de neumático en el neumático de un vehículo sobre la base de unas señales de salida temporalmente sucesivas adicionales (WRA_x) y el valor de calibración ($WRA_{cal, x}$), caracterizado por que comprende además las etapas de
 - 15 – antes de la determinación del valor de calibración ($WRA_{cal, x}$), calcular un gradiente con respecto al tiempo del número de señales de salida temporalmente sucesivas (WRA_x), y
 - detectar una desviación de presión comparando este gradiente con un umbral antes de haber determinado el valor de calibración ($WRA_{cal, x}$).

- 20 2. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el umbral se adapta de acuerdo con la temperatura ambiente.

3. Un sistema para emitir una desviación de presión de neumático en el neumático de un vehículo, que comprende:
 - 25 – una unidad de cálculo (20) adaptada para calcular las señales de salida temporalmente sucesivas (WRA_x) indicativas de una condición de presión de neumático en el neumático de un vehículo sobre la base de las señales de un vehículo temporalmente sucesivas indicativas de la velocidad angular de las ruedas giratorias;
 - una unidad de calibración (25) adaptada para determinar un valor de calibración ($WRA_{cal, x}$) sobre la base de un número de señales de salida temporalmente sucesivas (WRA_x) de la unidad de cálculo (20); y
 - 30 – una unidad de detección (30) configurada para detectar una desviación de presión de neumático en el neumático de un vehículo sobre la base de unas señales de salida temporalmente sucesivas adicionales (WRA_x) procedentes de la unidad de cálculo (20) y el valor de calibración ($WRA_{cal, x}$) procedente de la unidad de calibración (25), después de la determinación del valor de calibración ($WRA_{cal, x}$) mediante la unidad de calibración (25);
 - 35 caracterizado por que
 - la unidad de detección (30) está configurada además para calcular un gradiente con respecto al tiempo del número de señales de salida temporalmente sucesivas (WRA_x) y para detectar una desviación de presión comparando este gradiente con un umbral antes de haber recibido el valor de calibración ($WRA_{cal, x}$) desde la unidad de calibración (25).
 - 40

4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la unidad de detección (30) está configurada para adaptar el umbral de acuerdo con la temperatura ambiente.

- 45 5. Un programa informático que incluye un código de programa para llevar a cabo un método, cuando se ejecuta en un sistema de procesamiento, para detectar una desviación de presión de neumático en el neumático de un vehículo, que comprende las etapas de:
 - calcular unas señales de salida temporalmente sucesivas (WRA_x) indicativas de una condición de presión de neumático en el neumático de un vehículo sobre la base de las señales de un vehículo temporalmente sucesivas indicativas de la velocidad angular de las ruedas giratorias;
 - 50 – determinar un valor de calibración ($WRA_{cal, x}$) sobre la base de un número de señales de salida temporalmente sucesivas (WRA_x); y
 - después de la determinación del valor de calibración ($WRA_{cal, x}$), detectar una desviación de presión de neumático en el neumático de un vehículo sobre la base de unas señales de salida temporalmente sucesivas adicionales (WRA_x) y el valor de calibración ($WRA_{cal, x}$),
 - 55 caracterizado por que comprende además las etapas de
 - calcular un gradiente con respecto al tiempo del número de señales de salida temporalmente sucesivas (WRA_x) antes de la determinación del valor de calibración ($WRA_{cal, x}$), y
 - detectar una desviación de presión comparando este gradiente con un umbral antes de haber determinado el
 - 60 valor de calibración ($WRA_{cal, x}$).

FIG. 1

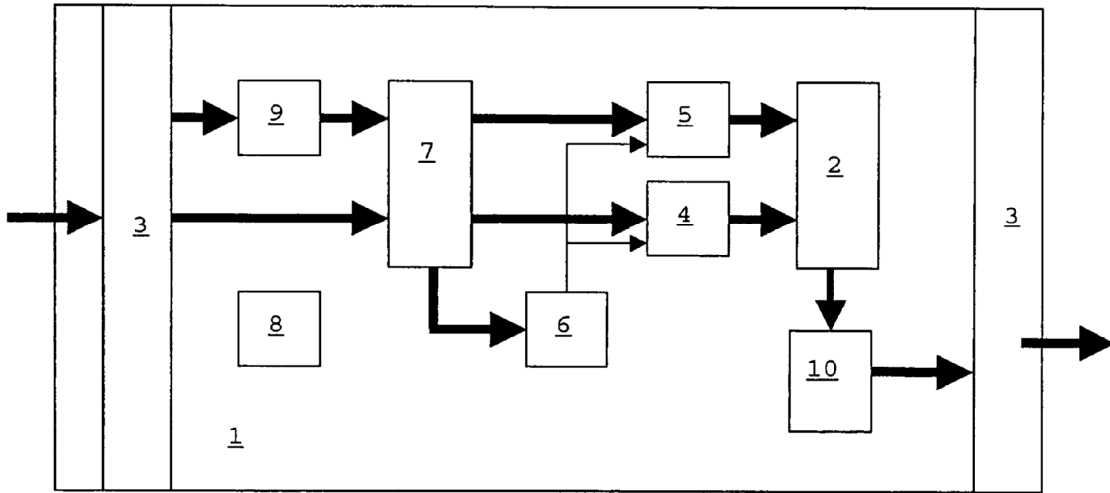


FIG. 2

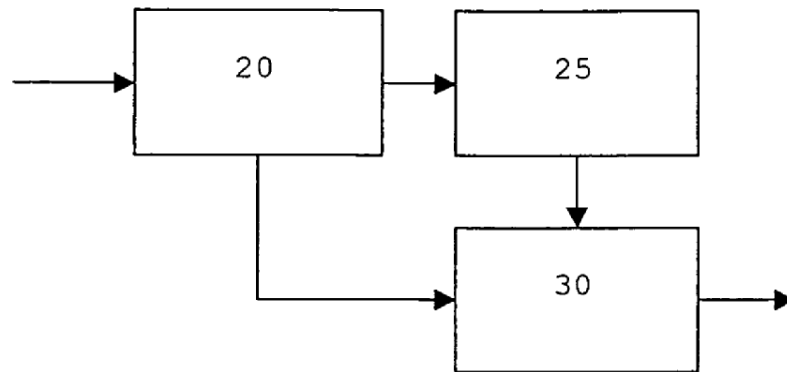


FIG. 3

Radios de rueda relativos: fuga durante la calibración:

