

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 213**

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/EP2007/002369**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2008 WO08113381**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2007 E 07723346 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 2137012**

54 Título: **Sistema, método y programa informático de estimación de desviaciones de presión de neumático**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.06.2019**

73 Titular/es:  
**NIRA DYNAMICS AB (100.0%)  
Teknikringen 6  
583 30 Linköping, SE**

72 Inventor/es:  
**LINDSKOG, PETER;  
STENMAN, ANDERS;  
GUSTAVSSON, TONY y  
HALL, PETER**

74 Agente/Representante:  
**SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro**

ES 2 715 213 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**

Sistema, método y programa informático de estimación de desviaciones de presión de neumático

**5 Campo de la invención**

La invención se refiere en general a la supervisión de la presión de neumático de un número de neumáticos en un vehículo y en particular a un sistema, método y programa informático para estimar desviaciones de presión de neumático en una pluralidad de neumáticos en un vehículo.

10

**Antecedentes de la invención**

Dos cuestiones principales del diseño automovilístico afectan a la mejora de seguridad de conducción y eficiencia de consumo de combustible. La presión de neumático insuficiente puede tener un impacto negativo en ambos de estos aspectos: por una parte, la superficie de contacto de un neumático incorrectamente inflado con la calle se cambia, provocando posiblemente una mayor distancia de frenado, empeorando la estabilidad lateral y manejo del vehículo e incluso una generación de calor mayor entre el neumático y la calle; por otra parte, la presión de neumático afecta directamente al consumo de combustible.

15

20

Por lo tanto, cada vez más se integran sistemas de supervisión de presión de neumático en la electrónica de vehículo para avisar al conductor del vehículo de una desviación significativa de una presión de neumático normal.

25

Los sistemas de supervisión de presión de neumático en general trabajan o bien directamente (es decir con un sensor de presión de neumático) o indirectamente (es decir sin tener ningún sensor de presión de neumático). Los sistemas de supervisión directos normalmente son muy precisos, pero caros debido al equipo de medición adicional requerido. Los sistemas indirectos son más baratos, pero naturalmente es más difícil obtener resultados fiables y útiles.

30

La mayoría de los sistemas de supervisión de presión de neumático indirectos usan para sus estimaciones señales de sensores existentes que miden, por ejemplo, la velocidad angular de las ruedas, que se usan por los sistemas de freno antibloqueo (ABS). Basándose en las señales de velocidad angular los sistemas pueden calcular en particular cambios en los radios de rueda u observar el espectro de las señales de velocidad angular. A partir de esto, el sistema puede deducir información acerca de desviaciones de presión de neumático. En el documento US 6.501.373 B2 se describe un sistema de supervisión de presión de neumático indirecto convencional.

35

El documento DE 10 2005 004 910 A1 se refiere a un método y un sistema de supervisión de presión de neumático indirecto de los neumáticos de un vehículo. En particular, se refiere a un detector que mide las diferencias de circunferencias de neumáticos.

40

**Sumario de la invención**

Un objeto de la invención es mejorar el rendimiento de sistemas de supervisión de presión de neumático indirectos.

45

La invención consigue este objeto proporcionando un método, sistema y programa informático de acuerdo con las reivindicaciones independientes.

Las reivindicaciones dependientes incluyen aspectos adicionales de la invención.

50

**Breve descripción de los dibujos**

La invención se describe con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

55

La Figura 1 muestra un diagrama de flujo de datos esquemático de un sistema de supervisión de presión de neumático de acuerdo con una realización de la invención.

La Figura 2 muestra un curso de tiempo ilustrativo de señales de salida del módulo de WRA de la Figura 1 para una constelación de neumáticos desviados de la presión de 1W.

60

La Figura 3 muestra un curso de tiempo ilustrativo de señales de salida del módulo de WRA de la Figura 1 para una constelación de neumáticos desviados de la presión de 2W.

La Figura 4 muestra un curso de tiempo ilustrativo de señales de salida del módulo de WRA de la Figura 1 para una constelación de neumáticos desviados de la presión de 4W.

65

La Figura 5 muestra un curso de tiempo ilustrativo de señales de salida del módulo de WSA de la Figura 1 para una constelación de neumáticos desviados de la presión de 1W.

La Figura 6 muestra un curso de tiempo ilustrativo de señales de salida del módulo de WSA de la Figura 1 para una constelación de neumáticos desviados de la presión de 2W.

5 La Figura 7 muestra un curso de tiempo ilustrativo de señales de salida del módulo de WSA de la Figura 1 para una constelación de neumáticos desviados de la presión de 4W.

La Figura 8 muestra un diagrama de flujo de datos esquemático de la unidad de alerta de la Figura 1.

10 La Figura 9 muestra seis gráficos diferentes para ilustrar el principio de operación de un tipo de detector de pinchazos de acuerdo con una realización de la invención.

### Descripción detallada de las realizaciones preferidas

15 Supervisión de presión de neumático indirecta es una técnica conocida para el experto en la materia a partir del conocimiento general o a partir de la referencia citada. Detalles de esta técnica se describen por lo tanto únicamente en cuanto a se refieren directamente a la invención.

20 La invención se proporciona para uso en vehículos que tienen al menos dos ruedas. Vehículos, en general, comprenden cualquier tipo de vehículo que tiene neumáticos, tal como coches, motos, camionetas, camiones y similares. Dependiendo del número de neumáticos del vehículo, existe un número definido de posibles constelaciones de uno o más neumáticos que tienen desviaciones de presión. Como un ejemplo, pueden producirse quince diferentes constelaciones de neumáticos desviados de la presión para un vehículo que tiene cuatro neumáticos:

- 25 – un único neumático puede estar desviándose en presión, a saber el frontal izquierdo (FL), el frontal derecho (FR), el trasero izquierdo (RL) o el trasero derecho (RR) (por lo tanto, en total cuatro diferentes "constelaciones de 1W");
- 30 – dos neumáticos pueden estar desviándose en presión al mismo tiempo, a saber los dos neumáticos de un eje (FL y FR, RL y RR), los dos neumáticos de un lado de vehículo (FL y RL, FR y RR), o los dos neumáticos puestos diagonalmente (FL y RR, FR y RL) (por lo tanto, en total seis diferentes "constelaciones de 2W");
- 35 – tres neumáticos pueden estar desviándose en presión al mismo tiempo, a saber todos los neumáticos excepto FL, FR, RL o RR (por lo tanto, en total cuatro diferentes "constelaciones de 3W");
- cuatro neumáticos pueden estar desviándose en presión al mismo tiempo (por lo tanto, en total una "constelación de 4W").

40 En este contexto, una "desviación de presión" en un neumático se considera que es el caso cuando la presión de neumático se desvía significativamente de la presión de neumático normal o la presión de uno o más otros neumáticos. Ya que sistemas de supervisión de presión indirecta no tienen posibilidad de medir la presión de neumático, la presión de neumático "normal" se determina normalmente durante una fase de calibración. Por supuesto, la "importancia" de una desviación de presión de neumático depende de la aplicación individual y condición del vehículo; por ejemplo, una desviación de presión relativa del 20 % en comparación con la presión de neumático normal o una diferencia de presión del 10 % entre dos neumáticos pueden considerarse como desviaciones significativas.

50 Para detectar de forma fiable cada una de las anteriores constelaciones de neumáticos desviados de la presión, la invención usa una pluralidad de detectores de desviación de presión.

Los detectores de desviación de presión, en una realización de la invención, pueden implementarse en software o hardware como unidades separadas e individuales que detectan desviaciones de presión, por ejemplo basándose en datos de sensores que miden la velocidad angular de rueda (como se usa por ejemplo en ABS). En la mayoría de realizaciones, uno o más módulos de análisis preprocesan los datos de medición antes de que se proporcionen a los detectores de desviación de presión, por ejemplo usando un análisis basado en radio de rodadura (por ejemplo análisis de radio de rueda) y/o análisis de espectro de rueda. Por ejemplo, un módulo de análisis de radio de rueda (WRA) y/o un módulo de análisis de espectro de rueda (WSA) pueden usarse para proporcionar a los detectores de desviación de presión datos para la supervisión de presión relativa a la rueda o de la rueda individual. Adicionalmente, también pueden proporcionarse datos, por ejemplo relacionados con el vehículo o condiciones de conducción (incluyendo por ejemplo velocidad de vehículo, temperatura ambiente, información de carga, información de estado de conducción, etc.), a los detectores en algunas realizaciones de la invención; esos datos pueden obtenerse por ejemplo del bus CAN de vehículo a través de módulos específicos de un sistema de supervisión de presión de neumático indirecto.

65 Principalmente, se proporciona al menos un detector para cada constelación de neumáticos desviados de la presión. Si es así, cada uno de los detectores de presión de neumático se diseña para detectar una particular de las posibles

constelaciones de neumáticos desviados de la presión. La provisión de al menos un detector por constelación de neumáticos desviados de la presión permite una optimización de cada detector para detectar una constelación particular de neumáticos desviados de la presión. Una optimización de este tipo puede incluir por ejemplo la provisión de las señales de entrada pertinentes para la constelación específica a los detectores, o la adaptación de parámetros de detectores a condiciones específicas de los neumáticos correspondientes (por ejemplo el desgaste específico de neumático, los efectos de una carga desequilibrada, etc.). No importa si el rendimiento de un detector es insuficiente para trabajar en relación con constelaciones de neumáticos desviados de la presión distintas para la que se optimiza, ya que esas otras constelaciones se detectarán por sus "propios" detectores. De acuerdo con una realización de la invención, los detectores envían una alerta únicamente si detectan la constelación de neumáticos desviados de la presión para la que se adaptan, de tal forma que la existencia de una constelación particular de neumáticos desviados de la presión puede deducirse del hecho de que un detector particular envía una alerta.

En algunos casos, sin embargo, existen más constelaciones posibles de neumáticos desviados de la presión que detectores, de tal forma que al menos algunos de los detectores deben adaptarse para detectar más de una única constelación de neumáticos desviados de la presión.

De acuerdo con realizaciones adicionales de la invención, se proporcionan detectores adicionales que se adaptan para detectar diferentes situaciones de desviación de presión. Ejemplos de diferentes situaciones de desviación de presión comprenden situaciones de pérdida rápida de presión o aumento rápido de presión, situaciones de pérdida lenta de presión o aumento lento de presión, situaciones de desviación asimétrica de presión, situaciones de neumático desinflado debido a una pérdida de presión rápida y larga, o situaciones de fuga debido a fuga de presión durante la calibración. Además, las situaciones de desviación de presión pueden incluir situaciones agravantes que complican la correcta detección de desviaciones de presión. Tales situaciones agravantes pueden incluir por ejemplo situaciones poco después del inicio de la calibración, o pueden surgir por un conjunto de neumáticos mezclados con neumáticos de diferentes tamaños. Por supuesto, pueden surgir diferentes situaciones de desviación de presión al mismo tiempo, por ejemplo una situación de pérdida rápida de presión puede producirse al mismo tiempo que una situación de aumento lento de presión en otro neumático. Algunas realizaciones de la invención proporcionan tipos de detectores cada uno de los cuales se optimiza para detectar una situación particular de desviación de presión o una combinación de situaciones de desviación de presión.

El uso de diferentes tipos de detectores mejorará, en algunas realizaciones de la invención, el rendimiento de estimación de presión de neumático, por ejemplo si se proporciona un detector de cada tipo para cada constelación de neumáticos desviados de la presión. Es decir, se adapta un detector de cada tipo para detectar la misma constelación de neumáticos desviados de la presión, de tal forma que cada detector se optimiza para detectar una constelación particular de neumáticos desviados de la presión para una situación particular de desviación de presión. Ya que se proporciona un detector optimizado para cada constelación de neumáticos desviados del escenario de situación de presión/desviación, las desviaciones de presión se detectarán con una alta fiabilidad.

Por supuesto, este enfoque requiere un gran número total de detectores. Para un vehículo de cuatro ruedas, por ejemplo, existen 15 posibles constelaciones de neumáticos desviados de la presión; suponiendo que únicamente se proporcionan tres tipos de detectores para cada constelación, esto hace un número total de 45 detectores. Por lo tanto para algunas aplicaciones podría ser ventajoso usar únicamente un número pequeño de diferentes tipos de detectores por constelación posible, por ejemplo un tipo de detector para pérdida/aumento rápido de presión y un tipo para pérdida/aumento lento de presión; como alternativa, podrían proporcionarse diferentes tipos de detectores únicamente para algunas posibles constelaciones de neumáticos desviados de la presión. En consecuencia, algunos detectores deben ser capaces de hacer frente a un número de diferentes situaciones de desviación de presión.

Otra realización alternativa usa un detector, sin importar de qué tipo, por posible constelación de neumáticos desviados de la presión, y proporciona, además de esos detectores optimizados para constelación, un conjunto de detectores de los diferentes tipos que no se optimizan para detectar una constelación específica de neumáticos desviados de la presión, sino únicamente para detectar una situación específica de desviación de presión. Los resultados del grupo de detectores podrían proporcionarse a continuación al otro grupo de detectores, de tal forma que los detectores pueden adaptar por ejemplo ciertos parámetros de detectores etc. Esta realización reduce significativamente el número total de detectores.

Por supuesto, también puede proporcionarse una combinación de las disposiciones descritas anteriormente. Por ejemplo, algunos detectores de diferentes tipos podrían proporcionarse por posible constelación de neumáticos desviados de la presión, y algunos detectores de otros tipos podrían usarse adicionalmente sin optimización para una constelación particular de neumáticos desviados de la presión. Un detector adicional de este tipo que no se optimiza para una constelación particular de neumáticos desviados de la presión puede ser, por ejemplo, un detector para detectar conjuntos de neumáticos mixtos, ya que este tipo de detector normalmente trabajará de forma fiable sin optimización adicional para una constelación particular de neumáticos.

Para convertir el sistema inventivo, método o programa informático más flexible, diferentes parámetros de detectores de detectores individuales (por ejemplo parámetros de umbral que se usan por ejemplo para determinar si una desviación de presión debería provocar una alerta o no) u otros parámetros de sistema se adaptan - por ejemplo de

5 forma regular o en reacción a un evento externo - a condiciones de conducción o de vehículo, temperatura ambiente, órdenes de usuario u otras órdenes externas etc. de acuerdo con una realización de la invención. Por ejemplo, una compensación de temperatura de los resultados de detector cambiando parámetros de detectores dependiendo de la temperatura ambiente podría mejorar el rendimiento de los detectores y el sistema general. Además, detectores individuales podrían activarse y/o desactivarse para adaptar la supervisión de presión de neumático a un modelo de vehículo específico, a un mercado específico o a ciertas regulaciones legales.

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

15 Otra característica que la unidad de control podría proporcionar de acuerdo con una realización se refiere a un análisis de plausibilidad de los resultados de detector. Por ejemplo, pueden resolverse resultados de detector que detectan un escenario de desviación de presión de neumático para el que no están optimizados o alertas cuando datos de WRA y WSA presentes están lo suficientemente cerca de las condiciones de calibración; también, resultados de detector podrían adaptarse a la condición de vehículo actual teniendo en cuenta la carga de vehículo, condiciones meteorológicas, situaciones de calibración etc.; o para resolver alertas molestas puede comprobarse si se ha detectado una constelación de neumáticos desviados de la presión durante un periodo de tiempo lo suficientemente largo antes de enviar una alerta.

Además, en algunas realizaciones la unidad de control puede ser responsable de reenviar datos de salida a una unidad de salida.

25 Por supuesto, las características descritas anteriormente de la unidad de control también podrían implementarse mediante otras unidades, por ejemplo la unidad de salida o los propios detectores.

30 Una unidad de salida puede realizar, de acuerdo con la invención, la tarea de proporcionar datos de salida obtenidos de una unidad de control o directamente de los detectores a una unidad externa, programa o aplicación. Las unidades externas o programas pueden almacenar, por ejemplo, los datos de salida en una unidad de memoria o visualizar los datos de salida a un usuario de vehículo.

En una realización, la unidad de salida es una lógica de O que obtiene datos de entrada de los detectores.

35 Los datos de salida proporcionados comprenden una alerta de desviación de presión de neumático, si se detecta una desviación de presión. En algunas realizaciones de la invención, los datos de salida adicionalmente especifican la constelación detectada de neumáticos desviados de la presión, es decir, el número y posición de los neumáticos desviados de la presión; algunas realizaciones de la invención proporcionan adicionalmente información acerca de una situación de desviación de presión detectada. De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, los datos de salida proporcionados comprenden información acerca de un nivel de alerta que podría determinarse por ejemplo mediante los detectores, mediante la unidad de control o mediante la unidad de salida. Un primer nivel de alerta puede indicar por ejemplo una caída de presión lenta que permite que un usuario siga conduciendo durante un periodo de tiempo limitado sin un riesgo sustancial; un segundo nivel de alerta puede indicar una pérdida de presión rápida y grande que debería provocar que el usuario detuviera su vehículo tan pronto como fuera posible. También podría implementarse cualquier nivel de alertas adicional. Si no se detecta ninguna desviación de presión significativa, o bien no se proporcionan datos a la unidad de salida o bien se indica que todo está normal.

50 Para algunas realizaciones de la invención, existen condiciones de vehículo o situaciones cuando la presión de neumático no puede supervisarse, por ejemplo fuera de ciertos intervalos de velocidad. En tales casos, la unidad de salida puede emitir la información de que la supervisión de presión de neumático está momentáneamente inactiva.

En la Figura 1 se muestra un diagrama de flujo de datos esquemático de una realización de un sistema de supervisión de presión de neumático inventivo 1.

55 El sistema de supervisión de presión de neumático 1 por ejemplo puede ser un componente de software normalizado que se integra en una unidad electrónica de control 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 desde el bus CAN de vehículo etc., por ejemplo describiendo cambios de temperatura, situaciones de conducción (velocidad, frenada...), condiciones de la carretera u órdenes de control desde dispositivos externos. Para hacer esas señales disponibles a los módulos de sistema 1, se almacenan de acuerdo con la realización ilustrada en una unidad de memoria 9. Por otra parte, los datos obtenidos pueden incluir datos de medición directamente obtenidos de los sensores del vehículo, tal como sensores de velocidad rotacional (como los existentes en el ABS del vehículo) que indican la velocidad angular de las ruedas girando.

65 Un módulo de control de diagnóstico 8 realiza comprobaciones de sistema interno y de señales introducidas y establece el estado de sistema y códigos de error. Si se produce un error grave, este módulo puede deshabilitar el

sistema de supervisión de presión de neumático.

Los datos obtenidos se introducen en un módulo de preprocesamiento de señales 7 que prefiltra las señales para eliminar alteraciones y compensaciones y precalcula señales y cantidades usadas por otros módulos.

5 A continuación, las señales preprocesadas emitidas por el módulo de preprocesamiento de señales 7 se introducen en una unidad para la supervisión de presión de neumático indirecta basada en el radio de rodadura, en este punto ilustrativo en forma de un módulo de análisis de radio de rueda (WRA) 5, y en un módulo de análisis de espectro de rueda (WSA) 4. Opcionalmente, se emite información al módulo de WRA 5 y al módulo de WSA 4 informando acerca de condiciones de conducción especiales (por ejemplo conducción con cadenas para la nieve, etc.) detectadas mediante un detector de estado dinámico 6 basándose en datos del módulo de preprocesamiento de señales 7 que se considerará para el análisis de datos.

15 En esencia, un WRA como se ejecuta en el módulo de WRA 5 se basa en el hecho de que la velocidad de la rueda de una rueda depende del respectivo radio de rueda: la velocidad de la rueda aumenta con un radio de rueda decreciente. Cambios en los radios de rueda contienen información acerca de cambios en la presión de neumático de las correspondientes ruedas, pero también pueden reflejar los cambios de carga de vehículo y cambios de superficie o reaccionar a fuerzas motrices (aceleración, frenado, fuerzas en curvas, etc.).

20 Basándose en las señales de velocidad angular de rueda obtenidas del módulo 7, el módulo de WRA 5 estima cambios en los radios de rueda relativos en una, dos y tres ruedas, pero no en los cuatro neumáticos simultáneamente ya que el enfoque se basa principalmente en estimaciones de radio de rueda relativas en lugar de absolutas. Para obtener estimaciones de radio de rueda para cada rueda de forma separada, el módulo de WRA 5 representado transforma los radios de rueda relativos en estimaciones de radio individual de radio y emite la desviación individual de rueda de aquellas estimaciones a partir de los valores de calibración.

30 La Figura 2 muestra el curso de tiempo de señales emitidas por una realización de un módulo de WRA 5 para una constelación ilustrativa de neumáticos desviados de la presión de 1W. Una de las señales de salida es constantemente cero, porque se efectúa una normalización por el módulo de WRA 5 de tal forma que la señal que corresponde al neumático con la menor probabilidad de tener una caída de presión se establece a cero. Las otras señales indican estimaciones de una desviación de presión de un neumático individual con respecto a los valores de calibración.

35 Como puede observarse, el curso de una de las señales indica claramente una desviación de presión estimada creciente de su correspondiente neumático.

40 La Figura 3 representa la señal de WRA emitida para una constelación ilustrativa de neumáticos desviados de la presión de 2W. De nuevo, las dos señales que corresponden a los neumáticos afectados indican una desviación de presión estimada creciente.

45 Los límites de la evaluación de WRA se ilustran en la Figura 4 que muestra la señal de WRA emitida para una constelación ilustrativa de neumáticos desviados de la presión de 4W: ya que las señales de salida individuales de rueda se basan en estimaciones relativas de rueda, no contienen información acerca de desviaciones de presión simultáneas en todos los neumáticos al mismo tiempo. Una constelación de 4W no puede reconocerse basándose en un solo WRA.

50 El módulo de WSA 4 detecta cambios en las propiedades espectrales de cada una de las cuatro señales de velocidad angular de rueda. La presión de neumático tiene una influencia significativa en 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 en el espectro de señal de velocidad angular y debería considerarse.

55 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, el módulo de WSA 4 detecta, en la realización ilustrada, cambios en la presión de neumático para cada rueda individualmente.

60 La Figura 5, 6 y 7 muestran el curso temporal de señales de salida ilustrativas del módulo de WSA 4 para una constelación de neumáticos desviados de la presión de 1W, una constelación de neumáticos desviados de la presión de 2W, y una constelación de neumáticos desviados de la presión de 4W, respectivamente. Cada señal indica la desviación de presión estimada de un neumático particular con respecto a los valores de calibración. En contraste al módulo de WRA 5, el módulo de WSA 4 no efectúa una normalización de la señal que representa el neumático con la menor desviación de presión.

65 Como puede observarse, las señales de WSA indican caídas de presión de los neumáticos afectados para todas las constelaciones anteriores; sin embargo, la desviación indicada a partir de los niveles de señal "normales" no es tan significativa como los de las señales de WRA.

En esta realización, el módulo de WSA 4 está activo únicamente para un cierto intervalo de velocidades de vehículo, por ejemplo, para el intervalo de 50 a 150 km/h.

5 La unidad de alerta 2 obtiene datos del módulo de WRA 5 y el módulo de WSA 4. Basándose en estos datos de entrada, detecta desviaciones de presión de neumático y emite una alerta a la API 3, si se detecta una desviación de presión de neumático. A su vez, la API 3 proporciona los datos a aplicaciones externas.

10 Por supuesto, otras realizaciones de un sistema de supervisión de presión de neumático inventivo pueden incluir adicionalmente o otros componentes. Por ejemplo, la configuración de módulos de WRA y WSA mostrados en la Figura 1 puede complementarse mediante módulos adicionales que son capaces de deducir cambios de presión, por ejemplo mediante un módulo de análisis de correlación de rueda (WCA) como se conoce por el experto.

15 La Figura 8 ilustra un diagrama de flujo de datos que refleja la estructura interna de la unidad de alerta 2 de la Figura 1.

20 La unidad de alerta 2 comprende, en la realización ilustrada, una unidad de compensación de carga 10 que obtiene los datos del módulo de WRA 5 y módulo de WSA 4. Una compensación de carga de estos datos antes de que se proporcionen a los detectores mejorará el rendimiento de sistema general, ya que los cambios de carga afectan al radio de rodadura de la rueda y al espectro de velocidad de rueda.

Por consiguiente, cambios de carga sin compensación de carga pueden producir alertas de desviación de presión incorrectas.

25 La compensación de carga efectuada en la unidad de compensación de carga 10 se basa en la observación de que, mientras una mayor carga afecta al radio de rodadura de forma similar a una presión de neumático disminuida, el efecto de una mayor carga en el espectro de velocidad de rueda es únicamente parcialmente el mismo que para una disminución de presión. Por lo tanto, una comparación de los datos distribuidos desde el módulo de WRA 5 y el módulo de WSA 4 en vista de la observación mencionada puede ser capaz de compensar los cambios de carga.

30 Desde la unidad de compensación de carga 10, las señales de WSA y WRA compensadas por carga se introducen en una pluralidad de detectores de desviación de presión 11. Cada detector se diseña y ajusta, de acuerdo con la realización ilustrada, para detectar una constelación particular de neumáticos desviados de la presión y una situación de desviación de presión particular.

35 Ya que el sistema ilustrado se usa para un vehículo de cuatro ruedas, pueden producirse quince diferentes constelaciones de neumáticos desviados de la presión (comparar con lo anterior).

40 En particular, la realización ilustrada usa cinco diferentes tipos de detectores para las constelaciones de neumáticos desviados de la presión de 1W (a saber detectores de pinchazo, difusión, neumático desinflado, asimétricos y fuga durante calibración); y dos diferentes tipos de detectores para cada una de las constelaciones de neumáticos desviados de la presión de 2W, 3W y 4W (a saber detectores de pinchazo y difusión). En total, se usan  $4 \times 5 + (6 + 4 + 1) \times 2 = 42$  detectores estando cada uno adaptado para detectar una constelación particular de neumáticos desviados de la presión y una situación de desviación de presión particular.

45 A continuación se ilustran los tipos de detectores usados en esta realización y su adaptación a las diferentes constelaciones de neumáticos desviados de la presión.

**[Tipo de detector de pinchazos]**

50 El tipo de detector de pinchazos opera en una escala de tiempo corta, habitualmente en minutos, para detectar desviaciones de presión rápidas en uno a cuatro neumáticos. Los detectores de pinchazos usados para constelaciones de neumáticos desviados de la presión de 1W, 2W y 3W normalmente son funciones de señales de WRA y WSA. Fuera del intervalo de velocidad activo de WSA, únicamente se usan las señales de WRA. Como se ha mencionado anteriormente, las señales de WRA se basan en cuatro estimaciones relativas diferentes de los cambios de radios de rodadura que se transforman para indicar caídas de presión para cada neumático individual. Debido a esta naturaleza relativa de las señales de WRA el detector de pinchazos de 4W es, en una realización, una función de únicamente las señales de WSA.

60 El principio de operación de un detector de tipo pinchazo para detectar una constelación de neumáticos desviados de la presión de 1W de acuerdo con una realización de la invención se describe haciendo referencia a la Figura 9.

65 Ya que las señales de WRA y WSA representan las desviaciones de presión estimadas con respecto a un valor de calibración, se indican en la Figura 9 con  $\Delta WRA$  y  $\Delta WSA$ . Una progresión ilustrativa en tiempo de estas señales se muestra en la Figura 9a y 9d, respectivamente.

El detector de pinchazos de 1W se basa en la diferencia entre las dos estimaciones de WRA  $\Delta WRA$  con la mayor

magnitud,  $\Delta WRA_{1W}$ , que se muestra en la Figura 9e. En el intervalo de velocidad activo de WSA, esta cantidad se multiplica por  $g(\Delta WSA)$ . Esta función se representa en la Figura 9c. La Figura 9b ilustra una elección típica de la función  $g(\cdot)$  que devuelve un valor por debajo de 1 en caso de una desviación de WSA pequeña  $\Delta WSA$  (atenuación) y un valor por encima de 1 en caso de una gran desviación de WSA  $\Delta WSA$  (amplificación), en el que una desviación de WSA  $\Delta WSA$  se considera "pequeña" o "grande" cuando es más pequeña o más grande que un valor de desviación definido  $\Delta$ , comparado con la Figura 9a.

La multiplicación de  $g(\Delta WSA)$  y  $\Delta WRA_{1W}$  forma el indicador de pinchazo de 1W  $I_{1W}$  mostrado en la Figura 9f:

$$I_{1W} = \Delta WRA_{1W} \times g(\Delta WSA) .$$

(1)

El valor del indicador de pinchazo de 1W está continuamente en comparación con un umbral de 1W,  $T_{1W}$ . Si  $I_{1W} > T_{1W}$ , se envía una alerta de pinchazo de 1W.

Cuando solo está activo WRA, el valor del indicador de pinchazo puede calcularse como se describe anteriormente. En este caso, podría ser ventajoso atenuar el valor de indicador por una cantidad multiplicativa fija.

En la realización descrita, se usan cuatro detectores de pinchazos de 1W para detectar una situación de pinchazo en el neumático frontal izquierdo, en el neumático frontal derecho, en el neumático trasero izquierdo y en el neumático trasero derecho, respectivamente. Estos detectores de 1W difieren entre sí en que pueden estar ajustados para observar únicamente las señales de WRA y WSA que corresponden al respectivo neumático y la desviación de estas señales con respecto a las señales de WRA y WSA que corresponden a los otros neumáticos. A partir de esto, puede calcularse un valor de indicador individual para cada constelación de neumáticos desviados de la presión de 1W, de tal forma que cada detector de 1W envía una alerta únicamente si se produce una desviación de presión de su correspondiente neumático.

El enfoque de detección de pinchazo de 1W descrito también puede ser el principio de trabajo básico detrás de los detectores de pinchazos de 2W y 3W. Sin embargo, en contraste al detector de pinchazos de 1W, los detectores de 2W y 3W pueden basarse en la diferencia entre la segunda y la tercera estimaciones de WRA más grandes y la diferencia entre la tercera mayor y la menor estimaciones de WRA, respectivamente. Si, como en la realización descrita, se proporciona un detector por constelación de neumáticos desviados de la presión de 2W y 3W, los detectores individuales pueden, como en el caso de 1W, calcular indicadores individuales para cada constelación de neumáticos desviados de la presión basándose en las señales de WRA y WSA que corresponden a los neumáticos implicados en la correspondiente constelación de neumáticos desviados de la presión y su desviación con respecto a las otras señales de WRA y WSA.

El detector de pinchazos de 4W puede basarse solamente en las estimaciones de WSA. Una realización del detector considera dos diferentes criterios en paralelo. El primero comprueba si la desviación de WSA más pequeña excede un umbral,  $\min(I_{4WLev}) > T_{4WLev}$ , y el segundo que la suma de las desviaciones de WSA para cada rueda excede otro umbral,  $I_{4WSum} > T_{4WSum}$ . Como alternativa, el detector de 4W puede basarse en información de WSA de un subconjunto de las cuatro ruedas, por ejemplo una de las ruedas no motrices o las ruedas en el mismo eje, y usar información de WRA de este subconjunto para verificar que de hecho se describe la situación de desviación de presión de 4W por el subconjunto elegido.

Otras realizaciones de un detector de pinchazos pueden usar otros criterios para detectar un escenario de desviación de presión.

**[Tipo de detector de difusión]**

Los detectores de difusión operan en una escala de tiempo larga, habitualmente horas, para detectar pérdida o aumento lento de presión en uno a cuatro neumáticos. Los detectores de difusión de 1W, 2W y 3W son funciones de las señales de WRA y WSA, mientras que el detector de difusión de 4W es una función de únicamente los parámetros de WSA.

Todos estos detectores operan de acuerdo con la mayoría de realizaciones de la invención de la misma manera que los correspondientes detectores de pinchazos con dos diferencias principales en términos de las señales de WRA y WSA usadas: las señales de WSA y WRA usadas se adaptan más despacio para reflejar la escala de tiempo más larga y las señales de WSA requieren datos de un intervalo de velocidad más amplio.

**[Tipo de detector de neumático desinflado]**

Los detectores de neumático desinflado operan en una escala de tiempo muy corta para detectar caídas de presión rápidas y largas en un neumático. Los detectores de neumático desinflado son funciones únicamente de las señales de WRA.

Los detectores de neumático desinflado usan información de la estimación de WRA más recientes para formar un indicador de neumático desinflado de 1W calculado como la diferencia entre las dos estimaciones de WRA con la mayor magnitud. Si esta diferencia excede un umbral durante un número definido de estimaciones consecutivas, entonces se envía una alerta de pinchazo de 1W.

**[Tipo de detector asimétrico]**

Los detectores asimétricos de 1W pueden complementar los detectores de pinchazo y difusión para mejorar el rendimiento de detección en situaciones de desviación de presión neumático de asimétrica. Un ejemplo de una situación de este tipo es cuando la caída de presión en un neumático es el 15 % y en otro neumático es el 30 %. Estos detectores son funciones de las señales de WRA y WSA.

Los detectores asimétricos de 1W se basan en la estimación de WRA con la mayor magnitud. Los cálculos de detector en principio son los mismos que para los detectores de pinchazo y difusión de 1W, pero las actualizaciones requieren que ambos WRA y WSA estén activos. La detección también requiere una indicación de presión desviada distinta tanto de WRA como WSA, de tal forma que ambos subsistemas señalan la misma rueda. El indicador calculado también se compara con un umbral.

**[Tipo de detector de fuga durante calibración detector]**

El detector de fuga durante calibración detecta una caída de presión continua en una rueda durante la fase de calibración de sistema. Una fase de este tipo es necesaria para que el sistema de supervisión de presión indirecta aprenda las condiciones de presión nominal. Normalmente, debería ejecutarse una calibración siempre que se haya hecho un cambio a las presiones de neumático, neumáticos o ruedas.

La fuga durante calibración es una función de las señales de WRA.

El principio básico de este detector es supervisar el gradiente de radio de rodadura más grande  $S_{1WFuga}$  calculado con respecto a tiempo y comparar este con un umbral durante un periodo de tiempo limitado después de que se inició la calibración. Si  $S_{1WFuga}$  es mayor que el umbral durante el periodo de tiempo limitado, entonces se deduce una fuga de 1W durante la condición de calibración.

Por supuesto, otras realizaciones de la invención - además de o en lugar de los tipos de detectores descritos - pueden usar cualquier número de diferentes tipos de detectores o variaciones o modificaciones de los tipos de detectores descritos. Como un ejemplo para tipos de detectores adicionales, algunas realizaciones de la invención pueden incluir detectores para detectar situaciones de mal uso y mal funcionamiento.

Para la realización de la Figura 2 se usa, como se ha mencionado anteriormente, un detector de cada tipo de detector por posible constelación de neumáticos desviados de la presión de 1W. Para las posibles constelaciones de 2W, 3W y 4W, únicamente se usan detectores de tipo pinchazo y difusión. Otras realizaciones de la invención usan únicamente alguno, o uno, o todos los tipos de detectores indicados por posible constelación de neumáticos desviados de la presión; en algunas realizaciones, existen más constelaciones de neumáticos desviados de la presión que detectores, de tal forma que al menos un detector de cualquiera de los anteriores tipos de detectores se dispone para detectar más de una constelación de neumáticos desviados de la presión. Por ejemplo, cada detector proporcionado puede ajustarse para detectar o bien todas las constelaciones de neumáticos desviados de la presión de 1W, o bien todas las constelaciones de 2W, o bien todas las constelaciones de 3W, o bien la constelación de 4W. Es decir, por ejemplo un detector de pinchazos, un detector de difusión, un detector de neumático desinflado, un detector asimétrico y un detector de fuga durante calibración puede cada uno ajustarse para detectar todas las constelaciones de 1W, un detector de pinchazo y uno de difusión pueden ajustarse para detectar todas las constelaciones de 2W, y así sucesivamente, de tal forma que se requiere un número total de  $5+2+2+2=11$  detectores. Como alternativa, se proporcionan dos grupos detectores, en el que cada detector del primer grupo se ajusta para detectar una constelación particular de neumáticos desviados de la presión independientemente de la situación de desviación de presión, y cada detector del segundo grupo se ajusta para detectar una situación de desviación de presión particular, independientemente de para qué constelación de neumáticos desviados de la presión. Por supuesto, también son posibles otras disposiciones o combinaciones de las anteriores disposiciones.

En la realización ilustrada, sin embargo, cada detector 11 se optimiza para detectar su respectiva constelación de neumáticos desviados de la presión en una situación de desviación de presión particular y por lo tanto distribuye un rendimiento altamente fiable. La optimización de los detectores individuales 11 de los diferentes tipos de detectores para detectar constelaciones particulares de neumáticos desviados de la presión pueden incluir además de los aspectos mencionados anteriormente, por ejemplo, una adaptación del umbral y parámetros de indicador a condiciones específicas de neumático que se deben, por ejemplo, a una carga desequilibrada, etc. Basándose en datos obtenidos por ejemplo durante la fase de calibración o del bus CAN de vehículo.

El sistema de supervisión de presión de neumático 1 puede comprender además una unidad de control que no se

muestra y puede implementarse por ejemplo como una rutina de software. Esta unidad de control determina entre otros si una constelación detectada de neumáticos desviados de la presión es plausible, etc., o si una alerta debería reiniciarse, por ejemplo cuando las señales de WRA y WSA presentes están lo suficientemente cerca a la condición de calibración. Además, la unidad de control puede complementar el Indicador de evaluación por defecto  $I > \text{Umbral } T$  de los detectores con una función que garantiza que esta condición ha sido válida durante un tiempo lo suficientemente largo antes de que se envía una alerta para convertir los detectores más robustos y para evitar alertas molestas. Preferentemente, esto se implementa usando un contador que comienza en un valor predefinido y cuenta hacia atrás hasta cero a una cierta tasa siempre que la condición  $I > T$  es válida. El contador puede usar una tasa fija o ser adaptativo. En el último caso, la adaptación puede depender, como un ejemplo, de la diferencia  $I-T$  o de otros parámetros tal como velocidad y temperatura ambiente. El contador puede ser adicionalmente unidireccional (es decir únicamente cuenta hacia atrás) o bidireccional (es decir capaz de contar tanto hacia delante como atrás). En el último caso, la tasa puede ser diferente dependiendo de la dirección y también puede incluir algunos medios de histéresis que adicionalmente controlan la cuenta hacia adelante y atrás.

Preferentemente, la unidad de control también puede ser capaz de adaptar diferentes parámetros de detectores de todos los detectores o de detectores individuales en reacción a influencias externas. Los datos sobre los que puede basarse la adaptación pueden obtenerse por ejemplo del módulo de memoria 9 del sistema de supervisión de presión de neumático 1.

Por ejemplo, los umbrales de los detectores con los que se comparan los valores de indicador o los propios valores de indicador pueden adaptarse a cambios de temperatura, situaciones de conducción (velocidad, aceleraciones, frenado etc.), condiciones de la carretera, calidad de señales de entrada, entradas de conductor, órdenes de control desde otros sistemas y ECU en el vehículo, tiempo desde inicio, tiempo desde última calibración, etc. Todos estos pueden describirse como modificaciones de los valores de indicador o umbrales realizados como funciones de indicadores básicos  $I_{\text{pordefecto}}$  (que se calculan por ejemplo como se ha indicado anteriormente) o umbrales  $T_{\text{pordefecto}}$ , es decir  $I_{\text{modificado}} = f(I_{\text{pordefecto}})$  y  $T_{\text{modificado}} = g(T_{\text{pordefecto}})$ . Ejemplos de las funciones  $f(\cdot)$  y  $g(\cdot)$  son funciones multiplicativas o aditivas simples, operadores de retardo (por ejemplo operadores de retardo simples o implementados usando contadores), operadores lógicos (por ejemplo si velocidad  $< 10$  km/h entonces 0, de lo contrario 1), tablas de consulta o combinaciones de los ejemplos anteriores.

De acuerdo con una realización de la invención, es ventajoso adicionalmente usar indicadores dependientes de temperatura y/o umbrales y/o reglas de evaluación para mejorar el rendimiento de los detectores individuales y el sistema general. La dependencia de temperatura puede ser o bien en temperatura (ambiente) actual,  $T_{\text{actual}}$ , o bien en la diferencia entre la temperatura actual y durante calibración,  $\Delta T = T_{\text{actual}} - T_{\text{calibración}}$ . La temperatura que importa es la temperatura del aire dentro de los neumáticos. Si un vehículo no tiene sensores de temperatura dentro de los neumáticos, como es a menudo en caso para vehículos que usan sistemas de supervisión de presión de neumático indirectos, puede usarse información de otros sensores de temperatura disponibles, por ejemplo de un sensor de temperatura ambiente normal acoplado al panel de instrumentos de un coche, o de sensores de temperatura de aire en el colector de admisión del motor de vehículo. Incluso puede usarse información de sensores virtuales que estiman la temperatura dentro de los neumáticos usando modelos matemáticos de calor creado durante el frenado y aceleraciones.

Por ejemplo, algunos detectores pueden ser menos adecuados para usar en frío extremo y/o condiciones cálidas. Los detectores correspondientes pueden modificarse entonces usando una función multiplicativa,  $h(T_{\text{actual}})$ , que es 1 cuando  $|T_{\text{actual}}| < T_{\text{límite}}$  y de lo contrario 0:  $I_{\text{modificado}} = I_{\text{pordefecto}} \times h(T_{\text{actual}})$ . Otra elección de  $h(\cdot)$  es dejar que sea una función de  $\Delta T$  y para enfatizar datos provenientes de condiciones similares (temperatura) como durante la calibración. Habitualmente entonces  $0 \leq h(\Delta T) \leq 1$  y  $h(0) = 1$  y disminuyendo con  $|\Delta T|$  en aumento, por ejemplo  $h(\Delta T) = \exp(-\gamma|\Delta T|)$ , donde  $\gamma$  es una constante. Para usar el hecho de que la presión aumenta con temperatura en aumento y viceversa, puede usarse una función no simétrica  $h(\Delta T)$ , por ejemplo  $h(\Delta T) = 1 - \alpha\Delta T$  para  $\Delta T \geq 0$  y  $h(\Delta T) = 1 - \beta\Delta T$  para  $\Delta T < 0$ , donde  $\alpha$  y  $\beta$  son constantes adecuadamente elegidas.

La unidad de control también puede activar o desactivar detectores individuales, por ejemplo en respuesta a un acceso externo. De este modo, el sistema de supervisión de presión de neumático 1 puede adaptarse a los requisitos de diferentes modelos de vehículos o mercados o requisitos legales.

Cuando la unidad de control determina que se detecta una constelación plausible de neumáticos desviados de la presión, se proporcionan datos de salida que indican una alerta de desviación de presión a una unidad de salida 12 que a su vez proporciona la alerta a la API 3 de la Figura 1. En esta realización, la unidad de salida 12 es lógica de O. Por supuesto, puede usarse cualquier otra unidad de salida, con la condición de que sea capaz de proporcionar los datos de salida a dispositivos externos, programas etc. de tal forma que un usuario de vehículo puede estar informado acerca de las desviaciones de presión, o de tal forma que los datos de alerta pueden procesarse de otra manera.

Los datos de salida también pueden incluir información acerca de un nivel de alerta, si el sistema inventivo, método o sistema informático distingue dos o más niveles de alertas. Si, por ejemplo, una caída de presión es lenta, puede

5 emitirse una alerta de prioridad baja para informar al usuario acerca de la situación de desviación de presión actual y avisarle de que conduzca al taller más cercano; una continuación de la conducción durante el periodo de tiempo limitado no es peligroso. En caso de a pérdida rápida de presión, puede proporcionarse una alerta urgente al usuario para que detenga el vehículo inmediatamente. Puede ser deseable definir un umbral inferior para la detección de una alerta de prioridad baja.

En otras realizaciones de la invención el nivel de alertas se define de forma diferente.

10 De acuerdo con una realización de la invención, el nivel de alertas puede asignarse a diferentes tipos de detectores, es decir una alerta de un tipo de detector particular siempre produce una alerta de un nivel particular. Por ejemplo, los detectores de neumático desinflado y fuga durante calibración anteriores pueden siempre enviar alertas de prioridad alta, mientras que los detectores de pinchazo, difusión y asimétricos tienen mecanismos para evaluar el escenario de presión real y o bien enviar unas alertas de prioridad baja o alertas de prioridad alta. Los detectores de difusión, que se basan en señales que adaptan bastante lentamente, en una realización, primero establecen una alarma de prioridad baja. Si el usuario continúa conduciendo durante un tiempo lo suficientemente largo en esta condición o si la desviación de presión excede un segundo nivel, puede enviarse una alerta de prioridad alta. Para los detectores de pinchazo y asimétricos el nivel de alerta puede decidirse mirando la diferencia entre el pinchazo calculado y los indicadores de difusión. Si estos indicadores son lo suficientemente similares, se envía una alerta de prioridad baja; de lo contrario, o si el indicador de pinchazo cae por debajo de un segundo umbral, se establece una alerta de prioridad alta.

20 La funcionalidad de decisión del nivel de alerta puede implementarse por ejemplo mediante la unidad de control, mediante la unidad de salida (12) o mediante los detectores (11).

25 Resumiendo, la invención permite una detección precisa y fiable de una ocurrencia de constelación de neumáticos desviados de la presión en muchas situaciones de desviación de presión de neumático. La disposición modular de los detectores convierte al sistema inventivo, método y programa informático altamente flexibles ya que permite, por ejemplo, el ajuste y optimización de los detectores individuales para situaciones particulares y constelaciones, la activación/desactivación opcional, etc. de los componentes de detector individual y modificaciones o adaptaciones adecuadas de los diferentes detectores por ejemplo a situaciones de conducción y condiciones ambiente.

30

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema para estimar desviaciones de presión de neumático en un número de neumáticos de un vehículo en el que existe una pluralidad de posibles constelaciones de uno o más neumáticos desviados de la presión, comprendiendo el sistema:
- 10 una pluralidad de detectores de desviación de presión separados, en el que al menos se proporciona un detector de desviación de presión para y asigna a cada una de las posibles constelaciones de neumáticos desviados de la presión, y en el que cada detector se optimiza para detectar la constelación de neumáticos desviados de la presión a la que se asigna;
- 15 en el que los detectores comprenden diferentes tipos de detectores que se adaptan para detectar diferentes situaciones de desviación de presión, comprendiendo los tipos de detectores al menos uno de un tipo de detector de pinchazos para detectar desviaciones de presión rápidas, un tipo de detector de difusión para detectar desviaciones de presión lentas, un tipo de detector de neumático desinflado para detectar desviaciones de presión rápidas y grandes, un tipo de detector asimétrico para detectar desviaciones de presión asimétricas, un tipo de detector para detectar fuga durante calibración, un tipo de detector para detectar diferentes tamaños de neumáticos; y
- 20 una unidad de salida (12) que se adapta para proporcionar una alerta si uno de los detectores de desviación de presión (11) detecta una de las constelaciones de neumáticos desviados de la presión.
- 25 2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye una unidad para determinar un nivel de alerta dependiendo de desviaciones de presión estimadas por el sistema, en el que, si uno de los detectores de desviación de presión (11) detecta una constelación de neumáticos desviados de la presión, la unidad de salida (12) adicionalmente proporciona información que especifica el nivel de alerta.
- 30 3. Sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la unidad para determinar el nivel de alerta proporciona un nivel de alerta de baja prioridad, si una desviación de presión estimada excede un primer umbral predeterminado, y un nivel de alerta de alta prioridad, si una desviación de presión estimada excede un segundo umbral predeterminado que es mayor que el primer umbral, o si la desviación de presión estimada ha excedido el primer umbral durante un periodo de tiempo predeterminado.
- 35 4. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una unidad para la supervisión de presión de neumático basada en radio de rodadura (5) y/o un módulo de análisis de espectro de rueda (4) y/o un módulo de correlación de ruedas se disponen para proporcionar datos a los detectores de desviación de presión (11).
- 40 5. Sistema de acuerdo con la reivindicación 4, comprendiendo una pluralidad de detectores (11) de diferentes tipos para cada constelación de neumáticos desviados de la presión.
- 45 6. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo además una unidad de control para activar y/o desactivar cualquiera de los detectores de desviación de presión (11) y/o para adaptar parámetros de detectores en respuesta a parámetros de vehículo, situaciones de conducción, órdenes externas u otras influencias externas.
- 50 7. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, incluyendo adicionalmente una unidad de compensación de carga (10) conectada para cargar señales de compensación antes de que se proporcionen a los detectores (11).
- 55 8. Método de estimación de desviaciones de presión de neumático en un número de neumáticos de un vehículo en el que existe una pluralidad de posibles constelaciones de uno o más neumáticos desviados de la presión, comprendiendo el método las etapas de:
- 60 detección de las constelaciones de neumáticos desviados de la presión usando una pluralidad de detectores de desviación de presión separados (11), en el que al menos se proporciona un detector de desviación de presión para y asigna a cada una de las posibles constelaciones de neumáticos desviados de la presión, y en el que cada detector se optimiza para detectar la constelación de neumáticos desviados de la presión a la que se asigna,
- 65 detección de diferentes situaciones de desviaciones usando una pluralidad de detectores (11) de diferentes tipos de detectores que se adaptan para detectar diferentes situaciones de desviación de presión, comprendiendo los tipos de detectores al menos uno de un tipo de detector de pinchazos para detectar desviaciones de presión rápidas, un tipo de detector de difusión para detectar desviaciones de presión lentas, un tipo de detector de neumático desinflado para detectar desviaciones de presión rápidas y grandes, un tipo de detector asimétrico para detectar desviaciones de presión asimétricas, un tipo de detector para detectar fuga durante calibración, un tipo de detector para detectar diferentes tamaños de neumáticos; y
- provisión de una alerta si se detecta una de las constelaciones de neumáticos desviados de la presión.

9. Método de la reivindicación 8, comprendiendo las etapas de determinación de un nivel de alerta dependiendo de desviaciones de presión estimadas y, si se detecta una de las constelaciones de neumáticos desviados de la presión, proporcionando adicionalmente información que especifica el nivel de alerta determinado.
- 5 10. Método de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, comprendiendo la etapa de activación y/o desactivación de detectores (11) en respuesta a señales externas y/o la etapa de cambio de parámetros de detectores en respuesta a peticiones externas o condiciones de conducción/vehículo.
- 10 11. Método de la reivindicación 8, en el que los detectores (11) comprenden varios detectores de diferentes tipos de detectores que está cada uno adaptado para detectar la misma constelación de neumáticos desviados de la presión.
- 15 12. Método de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, comprendiendo la etapa de activación y/o desactivación de cualquiera de los detectores de desviación de presión (11) y la etapa de adaptación de los parámetros de detectores en respuesta a parámetros de vehículo, situaciones de conducción, órdenes externas u otras influencias externas.
- 20 13. Programa informático de estimación de desviaciones de presión de neumático en un número de neumáticos de un vehículo en el que existe una pluralidad de posibles constelaciones de uno o más neumáticos desviados de la presión, almacenando el programa informático instrucciones para habilitar:
- 25 la detección de las constelaciones de neumáticos desviados de la presión usando una pluralidad de detectores de desviación de presión separados (11), en el que al menos se proporciona un detector de desviación de presión para y asigna a cada una de las posibles constelaciones de neumáticos desviados de la presión, y en el que cada detector se optimiza para detectar la constelación de neumáticos desviados de la presión a la que se asigna;
- 30 la detección de diferentes situaciones de desviaciones usando una pluralidad de detectores (11) de diferentes tipos de detectores que se adaptan para detectar diferentes situaciones de desviación de presión, comprendiendo los tipos de detectores al menos uno de un tipo de detector de pinchazos para detectar desviaciones de presión rápidas, un tipo de detector de difusión para detectar desviaciones de presión lentas, un tipo de detector de neumático desinflado para detectar desviaciones de presión rápidas y grandes, un tipo de detector asimétrico para detectar desviaciones de presión asimétricas, un tipo de detector para detectar fuga durante calibración, un tipo de detector para detectar diferentes tamaños de neumáticos; y la provisión de una alerta si se detecta una de las constelaciones de neumáticos desviados de la presión.

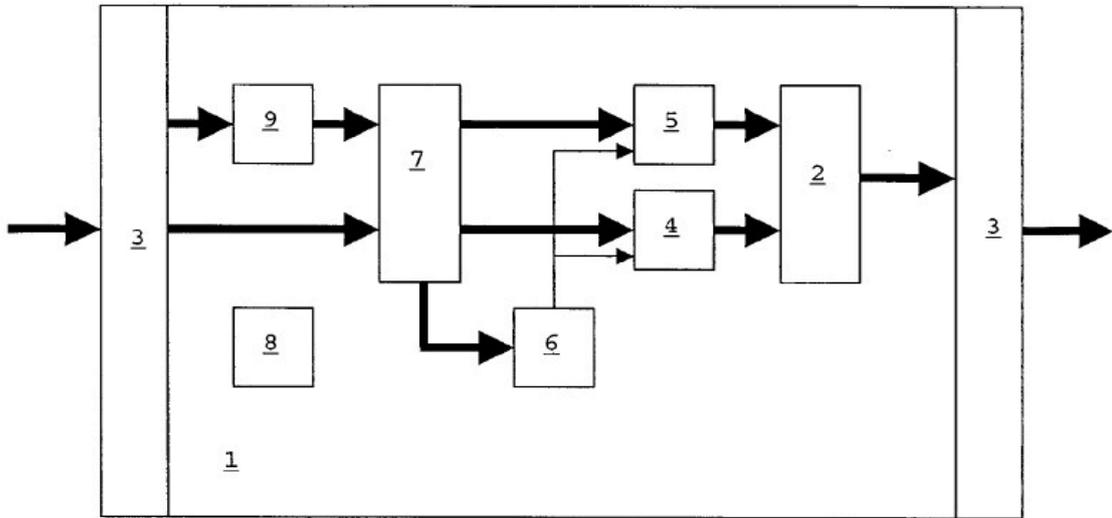


Figura 1

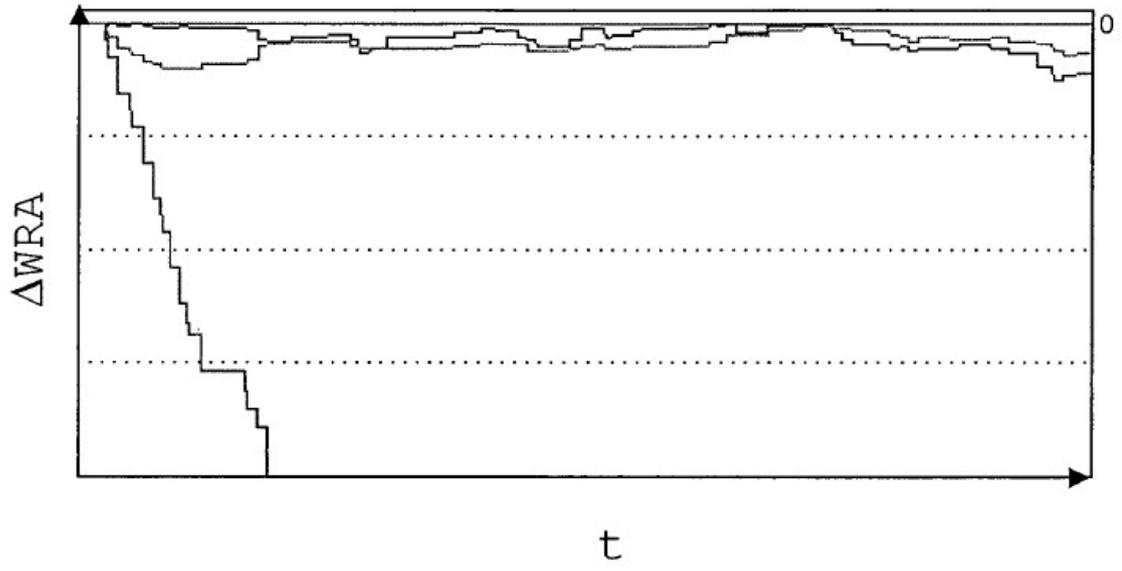


Fig. 2

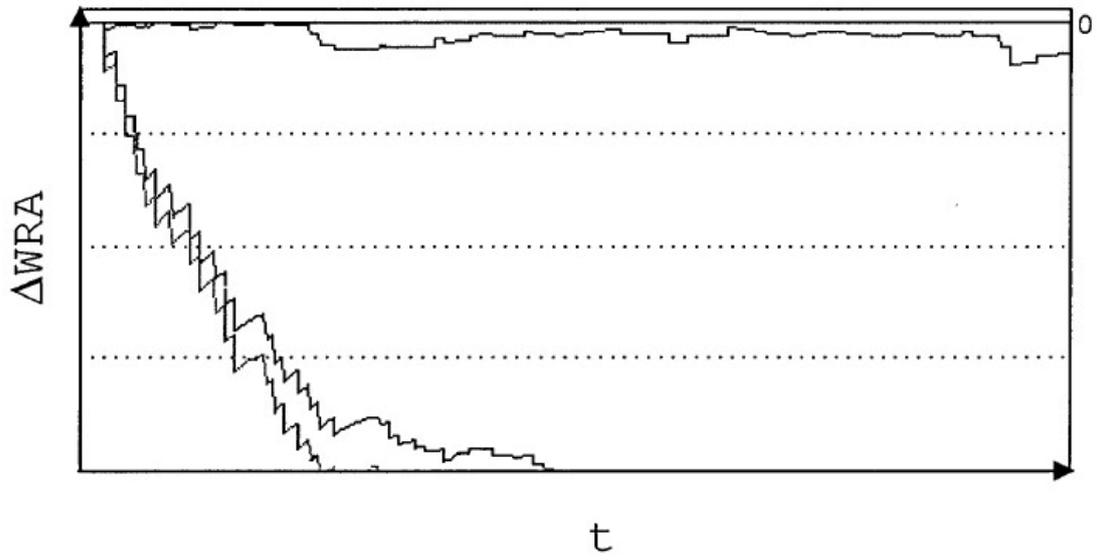


Fig. 3

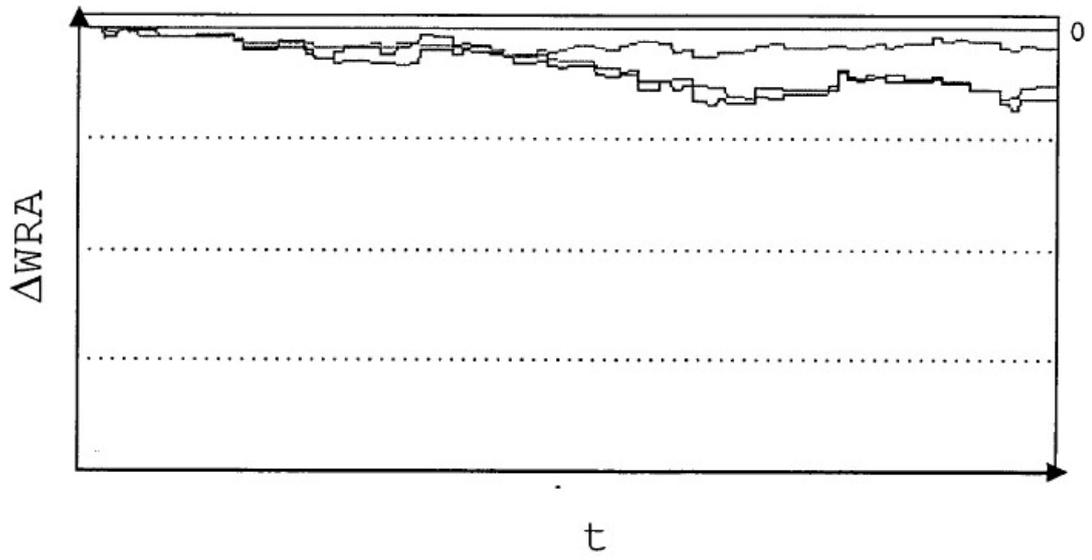


Fig. 4

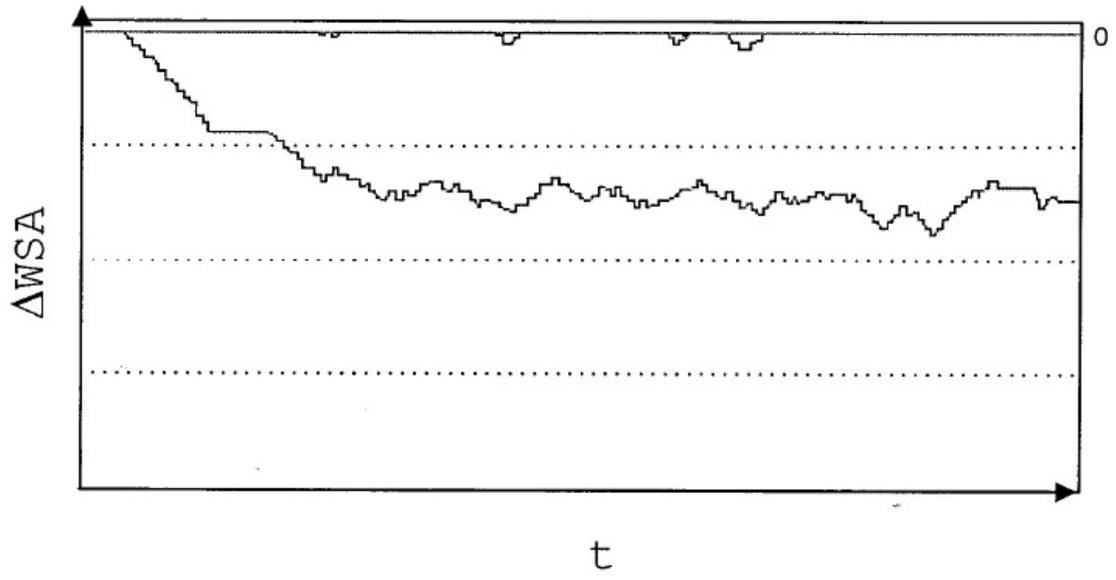


Fig. 5

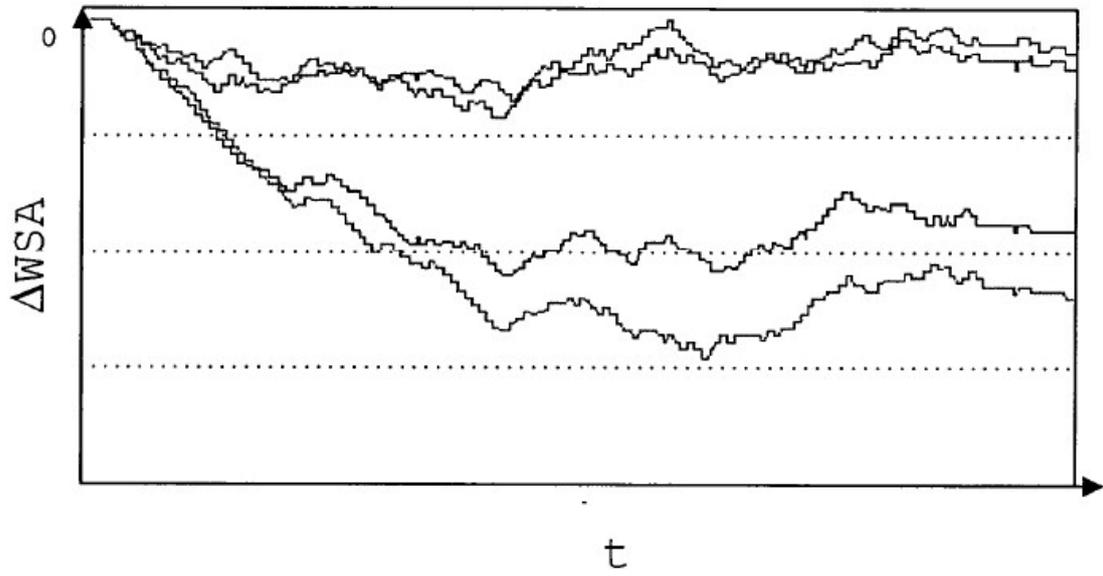


Fig. 6

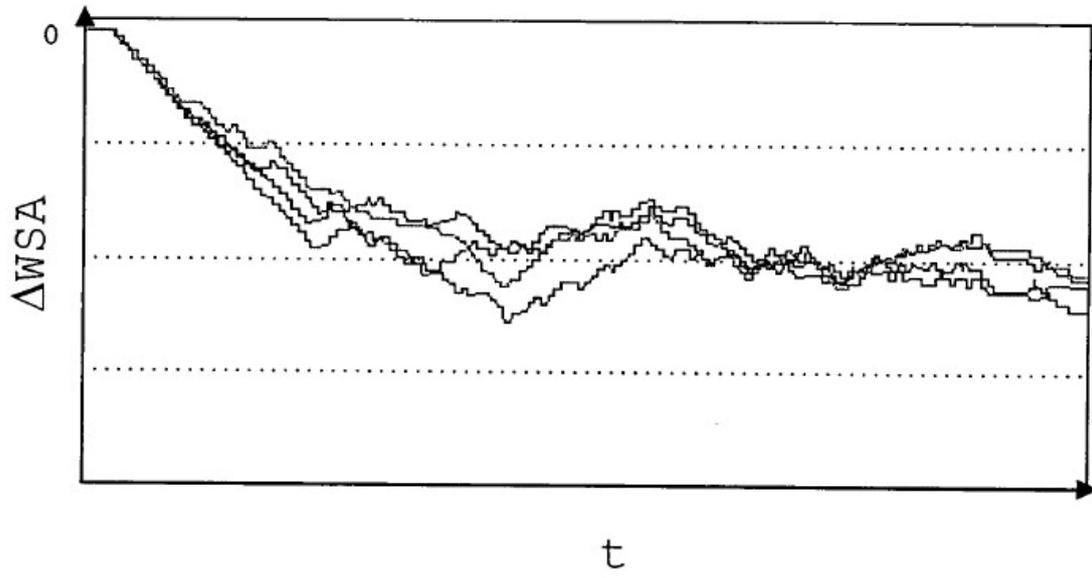


Fig. 7

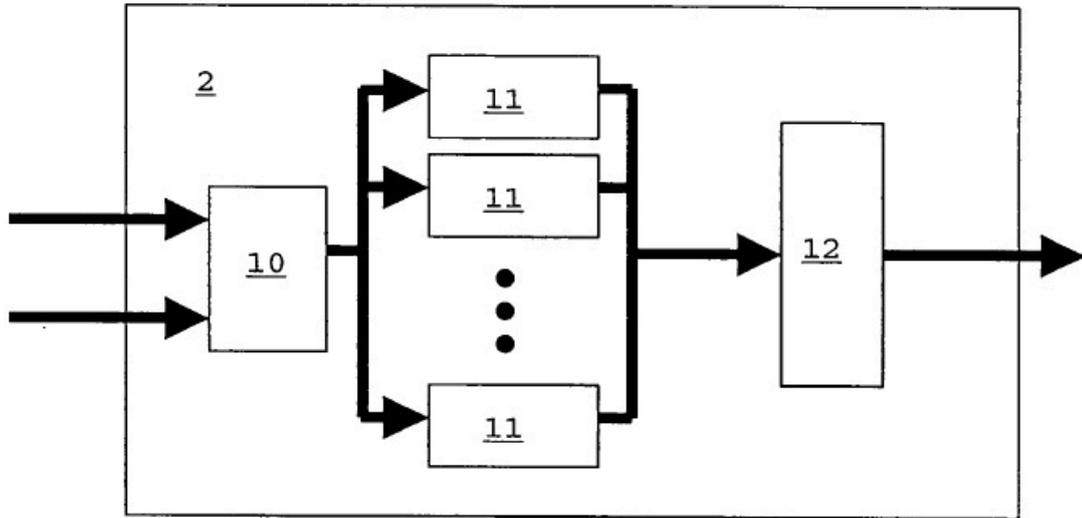


Figura 8

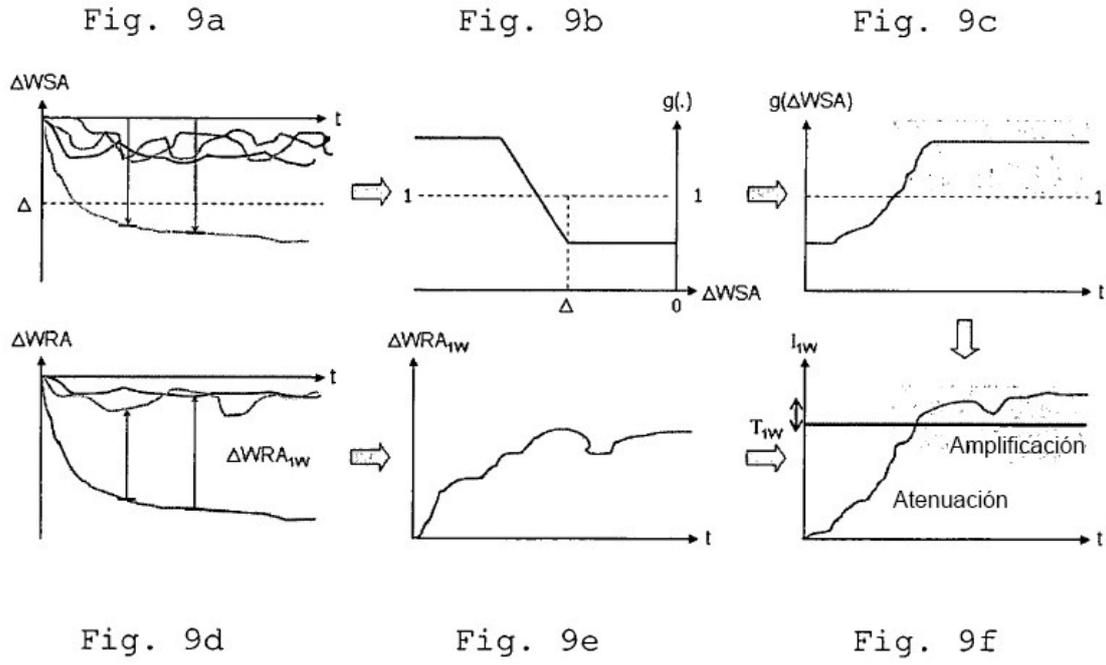


Fig. 9