

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 679 119**

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/EP2007/002372**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2008 WO08113384**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2007 E 07723347 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018 EP 2137013**

54 Título: **Método, sistema y programa informático para la estimación de la presión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.08.2018

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

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

74 Agente/Representante:
SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 679 119 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 la estimación de la presión

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere, en general, a la estimación de la presión de neumático de un neumático de un vehículo y, en particular, a un método, un sistema, y un programa informático para estimar la presión de neumático.

10 **Antecedentes de la invención**

Los coches modernos comprenden unos sistemas de control electrónico tales como los sistemas antibloqueo de frenado (ABS), los sistemas de estabilidad dinámica, los sistemas anti-espín y los sistemas de control de tracción. Además de estos sistemas de control activos, también existen sistemas de información de seguridad de conductor tales como los indicadores de fricción de carreteras y los sistemas de monitorización de presión de neumáticos que presentan información sobre las condiciones de conducción al conductor. Algunos tipos de estos sistemas de monitorización de presión de neumáticos determinan la disminución de la presión de los neumáticos basándose en los valores de detección indirectos de un vehículo moderno, tales como las señales de velocidad de ruedas, etc.

Los sistemas de monitorización de presión de neumáticos indirectos conocidos se basan, o bien en la monitorización de un cambio en el radio de rodadura o en los espectros de vibración obtenidos a partir de las señales de velocidad de rueda. Un enfoque de radio de rodadura de este tipo se describe en la solicitud japonesa JP 5-55322, donde las velocidades de rodadura de rueda obtenidas a partir de las señales de velocidad de rueda específicas del neumático se comparan entre sí para cada par de neumáticos dispuestos diagonalmente. Tales sistemas pueden detectar uno o tres neumáticos desinflados. Los enfoques de radio de rodadura basados en los modelos que usan modelos dinámicos longitudinales y laterales pueden detectar uno, dos o tres neumáticos con baja presión. Sin embargo, los enfoques de radio de rodadura no pueden resolver el problema con la difusión, cuando las cuatro ruedas se desinflan lentamente. Una situación de este tipo puede detectarse con el enfoque del espectro de vibración conocido que se basa en el hecho físico de que la dinámica del amortiguador por resorte en el neumático cambia con la presión del aire. La patente japonesa JP 2836652 desvela un sistema que adopta este enfoque para detectar neumáticos desinflados, basándose en la propiedad de que el pico de resonancia en el espectro de vibración cambia de frecuencia después de un cambio de presión, y este valor de frecuencia de pico se monitoriza y se compara continuamente con un valor de referencia. Esta patente también desvela la adaptación de este valor de referencia con la velocidad del vehículo. La patente EP 0 783 982 B1 que adopta el mismo enfoque incluye además el caso de monitorizar varios picos de resonancia de los movimientos hacia arriba-hacia abajo y hacia delante-hacia atrás de una masa no suspendida (rueda). Los principales inconvenientes de monitorizar solo el valor pico son una alta sensibilidad al tipo de neumático, la velocidad del vehículo y la superficie de la carretera. De manera similar, el documento EP 578 826 A1 desvela la detección de los picos de resonancia relacionados con las direcciones vertical y longitudinal de la masa no suspendida del vehículo y la obtención de la presión de neumático a partir de las frecuencias de resonancia de estos picos de resonancia.

En el documento DE19859225 A1, se muestra un método de estimación según el preámbulo de la reivindicación 1.

La patente norteamericana 2004/0260436 monitoriza todo el espectro, en lugar de solo el valor de pico, por correlación cruzada del espectro actual con un espectro de referencia con el fin de disminuir la sensibilidad al tipo de neumático, la velocidad del vehículo y la superficie de la carretera. Un inconveniente de este método es el gran requisito de velocidad computacional y de memoria para calcular el espectro en un gran número de puntos de cuadrícula de frecuencia. Otro inconveniente es la falta de robustez a muchos problemas que se encuentran en la práctica, tales como los componentes de frecuencia falsos en el espectro, o bien provocados por ruido aleatorio o por la interferencia de otras partes rotatorias del vehículo y su línea motriz. Un componente de ruido aleatorio en el espectro actual puede proporcionar una gran diferencia en el valor de correlación calculado entre el espectro de referencia y el actual, y puede provocar de este modo falsas alarmas o detecciones perdidas.

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

El problema se resolverá mediante el objeto de las reivindicaciones independientes. Las realizaciones preferidas se describen en las reivindicaciones dependientes.

A continuación, se describirán las realizaciones de la invención, por medio de un ejemplo, y haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1, muestra esquemáticamente una suspensión de neumático provista de un sensor de velocidad de rueda y un sensor de suspensión;

65 la figura 2, muestra esquemáticamente la estructura de una realización del sistema de estimación de presión de neumáticos según la invención;

las figuras 3a-f, muestran unas gráficas de un espectro de frecuencia después de la normalización que ilustran la altura (H), el ancho (W), la pendiente de los picos (S), la altura de los picos (HN) en comparación con el nivel de piso de ruido (NFL), la integral del pico (I) y la integral del pico (IN) por debajo hasta el nivel de piso de ruido (NFL), respectivamente, del pico de resonancia como factor de forma;

5 las figuras 4a, b, muestran unas gráficas de un espectro de frecuencia después de la normalización que ilustran una característica multidimensional en una única banda de frecuencia y en dos bandas de frecuencia diferentes, respectivamente.

10 **Descripción detallada de las realizaciones preferidas**

La figura 1 ilustra esquemáticamente, por medio de un ejemplo, la suspensión de rueda de un neumático de un vehículo. La rueda 2 está montada en el extremo inferior de una suspensión 3. El extremo superior de la suspensión 3 está montado en el chasis 2 del vehículo. La suspensión 3 absorbe los movimientos verticales de la rueda 2 en movimiento. Se proporciona un sensor de suspensión 4 en el extremo superior de la suspensión 3 y un sensor de velocidad de rueda 5 en el montaje de rueda. Las señales de salida de los sensores 4 y 5 se alimentan al bus de señal del vehículo desde donde podrían recuperarse por los módulos correspondientes (tales como el módulo ABS y similares) usando al menos una de estas señales como sus señales de entrada.

20 El vehículo está provisto de un sistema de estimación de presión de neumáticos. El sistema comprende una sección de entrada 100, una sección de cálculo de factor de forma 200, una sección de extracción de características multidimensionales opcional 250 y una sección de determinación de presión de neumático 300.

25 La sección de entrada 100 recibe como una señal de entrada la señal de velocidad de rueda del sensor de velocidad de la rueda 5. Esta señal puede proporcionarse en la forma de una sucesión de muestras de la señal de velocidad digitalizadas (por ejemplo, con una frecuencia de muestreo de 10 Hz). Alternativa o complementariamente, la sección de entrada 100 también puede recibir otras señales del vehículo, tales como la señal de suspensión del sensor de suspensión 4 y similares. Puede preprocesarse la señal de entrada recibida de este modo y enviarse la misma a la sección de cálculo 200.

30 En una primera realización, la sección de cálculo de factor de forma 200 calcula el espectro de velocidad de rueda de la señal de velocidad de rueda proporcionada desde el sensor de velocidad de rueda 5 usando, por ejemplo, una transformación de Fourier discreta (DFT) o la transformación de Fourier rápida (FFT). A continuación, se busca un pico de resonancia dentro del espectro de velocidad de rueda focalizándose, por ejemplo, en un cierto intervalo de frecuencia dentro del espectro (tal como 20-100 Hz). Esta búsqueda del pico podría realizarse mediante cualquiera de los procedimientos convencionales conocidos por los expertos en la materia en la que tales procedimientos convencionales incluyen tomar el máximo después de suavizar los espectros calculados promediando el tiempo y la frecuencia para obtener un pico bien definido. Por ejemplo, suponiendo que P (f) es una estimación suavizada del espectro de velocidad de rueda de la señal de velocidad de rueda en función de la frecuencia f, el pico puede encontrarse localizando el valor máximo de P (f); donde f está restringido a un intervalo de frecuencia determinado (tal como 20-70 Hz). Una forma alternativa de localizar el pico de resonancia es calcular el centro de gravedad CoG del espectro de velocidad de rueda estimado según la siguiente fórmula:

$$CoG = \frac{\int f \cdot P(f)df}{\int P(f)df}$$

45 La sección de cálculo de factor de forma 200 determina a continuación un factor de forma del pico de resonancia que describe una característica de la forma del pico (cp. a continuación).

50 En una segunda realización, la sección de cálculo de factor de forma 200 usa la señal de velocidad de rueda para determinar al menos un parámetro de un modelo paramétrico sin transformar esta señal en el dominio de frecuencia. Por lo tanto, podría determinarse en primer lugar la función de autocorrelación de la señal de velocidad de rueda y de este modo determinarse el modelo paramétrico aplicado a la señal autocorrelacionada. El modelo paramétrico se elige de tal manera que al menos un parámetro refleje al menos uno de los factores de forma del pico de resonancia en el espectro de velocidad de rueda. Por ejemplo, si se supone un pico de resonancia con forma gaussiana dentro del espectro de frecuencia que se está parametrizando mediante el ancho de pico b, entonces la forma de pico correspondiente en el dominio de señal también es una forma gaussiana que tiene el ancho de pico inverso 1/b (más precisamente, si el pico gaussiano en el espectro se centra en, por ejemplo, 45 Hz, entonces la señal autocorrelacionada en el dominio del tiempo es una gaussiana modulada con una senoide de 45 Hz, sin embargo, la relación mencionada entre los anchos de pico de los dos picos gaussianos sigue siendo válida). Por lo tanto, el modelo paramétrico del pico gaussiano que tiene el parámetro 1/b como su parámetro, puede ajustarse (por ejemplo, mediante un ajuste de cuadrados mínimos) a la señal de velocidad de rueda variando el ancho de pico 1/b con el fin de encontrar el mejor ajuste. Por lo tanto, como puede verse fácilmente, el al menos un parámetro del modelo paramétrico (parámetro 1/b) se elige para reflejar un factor de forma (ancho de pico b) del pico de

resonancia dentro del espectro de velocidad de rueda.

Pueden usarse diferentes tipos de modelos paramétricos, tales como unas funciones de base AR u ortonormales, en los que las funciones de base AR u ortonormales pueden ser de diferentes órdenes. Los llamados modelos AR son modelos en el dominio de tiempo de procesos aleatorios. Los modelos AR se basan en la suposición de que el valor de señal actual $y[n]$, donde n indica el número de muestra, puede escribirse como una función lineal de los valores anteriores de señal $y[n-m]$ de la siguiente manera:

$$y[n] = a_1*y[n-1] + a_2*y[n-2] + \dots + a_m*y[n-m] + e[n]$$

en la que a_1, a_2, \dots, a_m son los coeficientes AR, y $e[n]$ es el ruido blanco. Los coeficientes AR registrados de la señal de velocidad de rueda se determinan según unos procedimientos bien conocidos y se usan mediante la sección de cálculo de factor de forma 300 para calcular los factores de forma relevantes. En comparación con los enfoques basados en DFT o FFT mencionados anteriormente que en general requieren numerosos, tales como 10 a 100, puntos de cuadrícula de frecuencia, el enfoque del modelo AR solo estima unos pocos, tales como 2 a 10, parámetros de modelo (coeficientes AR) de la señal de velocidad de rueda, y por lo tanto es computacionalmente menos memoria e intensiva. El enfoque del modelo AR también está motivado físicamente, ya que un amortiguador por resorte ideal puede modelarse con solo dos parámetros AR (coeficientes AR), y realizar automáticamente el suavizado espectral para que no se necesite un procesamiento posterior. Finalmente, las características de forma espectral son ventajosamente unas funciones simples de los coeficientes AR, tales como las siguientes:

- El ancho de la resonancia es proporcional a $1/\sqrt{a_2}$, o
- La integral del pico es proporcional a $\arcsin(-a_1/2\sqrt{a_2})/\sqrt{a_2}$, y similares.

las figuras 3a-f muestran diferentes ejemplos de factores de forma que pueden usarse. La lista de estos ejemplos no es exclusiva, sino que puede incluir otros ejemplos que no se mencionan explícitamente, pero conocidos para los expertos en la materia como los que son capaces de describir la forma del pico de resonancia. Esos ejemplos, sin embargo, no incluyen la frecuencia del pico de resonancia que no refleja ninguna característica de la forma del pico sino solo la localización del pico. La figura 3a muestra la altura H del pico de resonancia como el factor de forma, la figura 3b muestra su ancho W (el ancho W de un pico puede definirse como la distancia medida entre los puntos de inflexión $W1$ del pico o en los puntos de intersección del pico en un nivel predeterminado $W2$, por ejemplo, a un nivel de -3 dB, por supuesto, además de la definición de ancho de banda convencional de 3 dB, el ancho de banda del pico espectral puede definirse en otros niveles), la figura 3c muestra su pendiente S (la pendiente S de un pico puede definirse como la pendiente media de las tangentes en todos los puntos de un lado del pico $S1$ o como la tangente en un nivel predeterminado del pico $S2$), la figura 3d muestra su altura HN en comparación con el nivel de piso de ruido NFL, la figura 3e muestra su integral I (la integral I de un pico puede definirse como el área calculada bajo el pico $I1$ o por debajo hasta un nivel predeterminado $I2$, por ejemplo, un nivel de -3 dB), y la figura 3f muestra su integral IN por debajo hasta el nivel de piso de ruido NFL. En una realización adicional, pueden calcularse dos o más de los factores de forma mencionados anteriormente.

La sección de cálculo de factor de forma 200 puede estar adaptada además para determinar la frecuencia del pico de resonancia en el caso de que no sea capaz de calcular de manera fiable los factores de forma del pico de resonancia. Por ejemplo, si el ancho del pico de resonancia es grande, tal como durante el período de calibración, la sección de cálculo de factor de forma 200 puede determinar la frecuencia del pico de resonancia y alimentar el valor determinado de este modo a la sección de determinación de presión de neumático 300. En general, las propiedades espectrales de la señal de velocidad de rueda pueden entenderse mejor cuando se asume un modelo de amortiguador por resorte en las direcciones vertical y tangencial (torsional) del neumático. Debido a la rugosidad de la carretera, el neumático vibra en diferentes direcciones (vertical, tangencial, etc.). Cuando la presión del neumático disminuye, las constantes de resorte del neumático disminuyen, lo que afecta al espectro de la señal de velocidad de rueda y, por lo tanto, tanto a los factores de forma espectral como a la localización del pico(s) de resonancia. El modo más significativo para la vibración vertical se localiza normalmente en aproximadamente 10 a 20 Hz, mientras que la vibración torsional se localiza normalmente en la banda entre 40 y 50 Hz. En consecuencia, si no pueden determinarse unos valores nítidos para los factores de forma espectral, la sección de cálculo de factor de forma 200 puede intentar determinar unos valores para la localización (valor de frecuencia) del pico de resonancia que pueden usarse de manera más fiable por la sección de determinación de presión de neumático 300 para determinar la señal de presión de neumático.

En una primera realización, la sección de extracción de características multidimensionales 250 calcula el espectro de la señal de velocidad de rueda y extrae una característica multidimensional a partir del espectro que se encuentra en una banda de frecuencia predeterminada, tal como un vector de frecuencia que tiene los valores de frecuencia del espectro en diferentes frecuencias como sus componentes vectoriales. El ancho de la banda de frecuencia predeterminada puede estar en el intervalo de 5 Hz a 50 Hz; la banda de frecuencia puede comenzar en cualquier frecuencia comprendida entre 10 Hz y 50 Hz. La dimensión de la característica de pico puede estar entre 1 y 50, en particular entre 5 y 10. Las componentes de vector pueden recuperarse a partir de unas frecuencias igualmente separadas dentro de la banda de frecuencia. De una manera a modo de ejemplo, la figura 4a muestra una característica multidimensional de la curva del espectro en una banda de frecuencia predeterminada entre 30 Hz y

60 Hz.

En una realización adicional, la sección de extracción de características multidimensionales 250 extrae más de una característica multidimensional, tal como dos características de pico que se encuentran en dos bandas de frecuencia (preferentemente sin superposición) del espectro. De una manera a modo de ejemplo, la figura 4b muestra dos de tales características multidimensionales del espectro en dos bandas de frecuencia predeterminadas entre 10 Hz y 20 Hz, así como entre 30 Hz y 60 Hz. Por supuesto, la cantidad de características multidimensionales puede variar.

En una realización adicional más, la sección de extracción de características multidimensionales 250 ya recibe como una entrada el espectro calculado por la sección de cálculo de factor de forma 200 en caso de que este último sea del tipo según la primera realización.

La sección de cálculo de factor de forma 200 y la sección de extracción de características multidimensionales 250 alimentan el al menos un factor de forma y la al menos una característica multidimensional, respectivamente, a la sección de determinación de presión de neumático 300. La sección de determinación de presión de neumático 300 determina una señal de presión de neumático sobre la base de los valores de entrada aplicados de este modo. Para esto, la sección de determinación de presión de neumático puede usar algunos valores de calibración que pueden haberse aprendido durante una fase de calibración anterior durante un tiempo de calibración, por ejemplo, entre 1 minuto y 100 minutos, específicamente entre 5 minutos y 30 minutos, más específicamente alrededor de 7 minutos o 20 minutos, después de la iniciación automática o manual. Estos valores de calibración relacionan los valores de entrada para la sección de determinación de presión de neumático 300 con la señal de presión de neumático. La presión del neumático puede ser, o un valor de presión de neumático o solo una indicación de que se ha producido una caída de presión del neumático (o un aumento debido a una temperatura ambiente elevada) sin definir el valor exacto de presión de neumático. Por ejemplo, los valores de entrada solo se pueden comparar con los valores umbrales (aprendidos) y la señal de presión de neumático puede determinarse sobre la base del resultado de la comparación. Una comparación de este tipo puede usar una distancia definida de manera multidimensional si se usa más de un factor de forma o adicionalmente al menos una característica multidimensional como valores de entrada en la sección de determinación de presión de neumático 300.

Opcionalmente, la sección de determinación 300 puede usar los valores de entrada adicionales de los módulos de determinación de presión de neumático externos, tales como un módulo de determinación de presión de neumático basado en el radio de rodadura que se basa en un enfoque relativo de rueda. Estos valores de entrada adicionales pueden usarse de una manera similar a la descrita anteriormente. Como alternativa, el valor de salida del resultado de comparación anterior puede combinarse además con los valores de entrada de los módulos externos usando cualquier clase de combinación estadística conocida por los expertos en la materia, tal como la determinación del valor medio, etc. Un ejemplo específico sobre cómo combinar los valores de salida de los diferentes módulos de determinación de presión de neumático (módulos WRA de análisis de radio de rueda y módulos WSA de análisis de espectro de rueda, que pueden implementarse mediante la sección de cálculo de factor de forma 200 como se ha descrito anteriormente) se desvelan en el documento EP 1 641 639 A1 con derecho para el mismo solicitante cuyo contenido debe incorporarse a la presente solicitud por referencia. Del mismo modo, pueden tomarse también detalles adicionales sobre los módulos de WRA de esta publicación. Los módulos de WRA mencionados son solo un ejemplo de los módulos más generales basados en el radio de rodadura en la monitorización indirecta de la presión de los neumáticos que también pueden usarse para los fines anteriores.

Del mismo modo, la sección de determinación de presión de neumático 300 puede usar los valores de factor de forma y/o las características multidimensionales calculados para más neumáticos del mismo vehículo y comparar los mismos con cada uno de los otros con el fin de determinar la señal de presión de neumático. Por ejemplo, si estos valores y/o características comienzan a diferir entre sí en una dimensión mayor que un umbral predeterminado, se emite una señal de presión de neumático que indica una caída de presión de los neumáticos.

En resumen, la invención calcula los factores de forma de los picos de resonancia directamente desde el dominio de tiempo de la señal de entrada que son ventajosamente robustos para (1) las perturbaciones de la superficie de la carretera, (2) las perturbaciones de banda estrecha de la interferencia de las vibraciones del vehículo, (3) los tipos de neumáticos desconocidos y/o (4) la velocidad del vehículo. Como se ha descrito anteriormente con respecto a los enfoques de la técnica anterior, ni únicamente la frecuencia máxima ni el patrón espectral son robustos en todos estos casos. En contraste con esto, los factores de forma son más insensibles al ruido y a las perturbaciones de banda estrecha, en las que por factores de forma se entienden algunas funciones características que describen la forma esencial del pico de resonancia. La forma del pico se caracteriza de esta manera por uno o unos pocos números reales que son computacionalmente baratos de calcular a partir de la señal de velocidad de rueda, lo que implica un pequeño requisito de memoria y una detección fácil de realizar. Además, esta invención también incluye la posibilidad de combinar los factores de forma a partir de varios picos de resonancia. Estos pueden combinarse en un único factor de forma escalar. Esta combinación es, en su forma más simple, una regla fija pero también puede adaptarse, por ejemplo, para incorporar información sobre velocidad, temperatura, otros parámetros del vehículo, valores de calibración y/o información de clasificación de neumáticos que hace que el sistema sea aún más robusto y sensible, garantizando que puede lograrse el mismo nivel de rendimiento en diferentes vehículos con diferentes neumáticos.

5 Por ejemplo, el espectro de un amortiguador por resorte puro excitado con ruido aleatorio proporciona una forma con una cierta frecuencia de pico y un ancho de banda determinado por las constantes de resorte y amortiguador. Sin embargo, para un registro de datos finitos, el espectro se convierte en una variable aleatoria, en particular, el valor de frecuencia calculado del pico de resonancia es aleatorio. Esto puede mitigarse hasta cierto punto promediando, pero ya en este caso simple el ancho de banda será un medio más robusto para detectar cambios con constantes de resorte y amortiguador que la frecuencia de pico. Además, una señal de velocidad de rueda es una suma de muchos sistemas diferentes de amortiguador por resorte, irregularidades de la carretera, variaciones de velocidad del vehículo, etc., lo que demuestra adicionalmente el uso ventajoso de los factores de forma espectral más robustos.

10 Sin embargo, en algunas realizaciones, podría ser ventajoso determinar adicionalmente la frecuencia de resonancia junto con los factores de forma con el fin de tener un medio aún más robusto para detectar los cambios con las constantes de resorte y amortiguador, y cambiar de este modo la presión del neumático.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para estimar la desviación de presión de neumático de un neumático (2) del vehículo, que comprende las etapas de:
- recibir como una señal de entrada una señal de velocidad de rueda o una señal de suspensión;
 - calcular al menos un factor de forma (H; W; S; HNL; I; ANL) de un pico de resonancia asociado con el espectro de señal de vehículo (2) sobre la base de la señal de entrada; y
 - determinar, en función de dicho al menos un factor de forma (H; W; S; HNL; I; ANL), una señal de presión de neumático indicativa de una desviación de presión de neumático dentro del neumático (2) del vehículo; **caracterizado por que** la etapa de cálculo comprende la etapa de calcular el al menos un factor de forma (H; W; S; HNL; I; ANL) sobre la base de al menos un parámetro obtenido de un modelo paramétrico adoptado para el dominio de tiempo de señal de vehículo que es capaz de modelar el pico de resonancia dentro del espectro de señal de vehículo.
- 15 2. El método según la reivindicación 1, en el que la señal de vehículo es una señal de sensor de velocidad de rueda (5) indicativa de la velocidad de rueda del neumático (2) del vehículo.
- 20 3. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el factor de forma (H; W; S; HNL; I; ANL) comprende al menos uno de los siguientes elementos:
- la altura (H) del pico de resonancia,
 - el ancho (W) del pico de resonancia,
 - la pendiente (S) del pico en al menos uno de los bordes ascendente y descendente del pico de resonancia,
 - la altura (HNL) del pico de resonancia en relación con el nivel de piso de ruido,
 - la integral (I) del pico de resonancia, y
 - el área (ANL) debajo del pico hasta el nivel de piso de ruido.
- 30 4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además las etapas de calcular el espectro de la señal de entrada y extraer al menos una característica multidimensional del espectro calculado de este modo, en el que la etapa de determinación comprende la etapa de determinar la señal de presión de neumático sobre la base de al menos un factor de forma (H; W; S; HNL; I; ANL) y la al menos una característica multidimensional.
- 35 5. El método según la reivindicación 4, en el que la etapa de extracción comprende la etapa de extraer una pluralidad de características multidimensionales que pertenecen a una pluralidad de diferentes bandas de frecuencia predeterminadas del espectro.
- 40 6. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la señal de presión de neumático también se determina sobre la base de una señal de presión de neumático obtenida a partir de un enfoque relativo de radio de rodadura.
- 45 7. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la señal de presión de neumático se determina también sobre la base de al menos una señal de vehículo adicional que está asociada con un neumático del vehículo adicional.
- 50 8. Un sistema para estimar la desviación de presión de neumático de un neumático (2) del vehículo, que comprende:
- una sección de entrada (100) adaptada para recibir como señal de entrada una señal de velocidad de rueda o una señal de suspensión;
 - una sección de cálculo (200) adaptada para calcular al menos un factor de forma (H; W; S; HNL; I; ANL) de un pico de resonancia asociado con el espectro de señal de vehículo (2) sobre la base de la señal de entrada; y
 - una sección de determinación (300) adaptada para obtener, en función de dicho al menos un factor de forma (H; W; S; HNL; I; ANL), una señal de presión de neumático indicativa de una desviación de presión de neumático dentro del neumático (2) del vehículo; **caracterizado por que** la sección de cálculo (200) está adaptada para calcular el al menos un factor de forma (H; W; S; HNL; I; ANL) sobre la base de al menos un parámetro obtenido a partir de un modelo paramétrico adoptado para el dominio de tiempo de señal de vehículo que es capaz de modelar el pico de resonancia dentro del espectro de señal de vehículo.
- 55 9. El sistema según la reivindicación 8, en el que la señal de vehículo es una señal del sensor de velocidad de rueda (5) indicativa de la velocidad de rueda del neumático (2) del vehículo.
- 60 10. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9, en el que el factor de forma (H; W; S; HNL; I; ANL) comprende al menos uno de los siguientes elementos:
- 65

- la altura (H) del pico de resonancia,
 - el ancho (W) del pico de resonancia,
 - la pendiente (S) del pico en al menos uno de los bordes ascendente y descendente del pico de resonancia,
 - la altura (HNL) del pico de resonancia en relación con el nivel de piso de ruido,
 - la integral (I) del pico de resonancia, y
 - el área (ANL) debajo del pico hasta el nivel de piso de ruido.
- 5
11. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, que comprende además una sección de extracción (250) adaptada para calcular el espectro de la señal de entrada y para extraer al menos una característica multidimensional del espectro, en el que la sección de determinación (300) está adaptada para determinar la señal de presión de neumático sobre la base de al menos un factor de forma (H; W; S; HNL; I; ANL) y la al menos una característica multidimensional.
- 10
12. El sistema según la reivindicación 11, en el que la sección de extracción (250) está adaptada para extraer una pluralidad de características multidimensionales que pertenecen a una pluralidad de diferentes bandas de frecuencia predeterminadas del espectro.
- 15
13. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que la sección de determinación (300) está adaptada además para determinar la señal de presión de neumático sobre la base de una entrada de señal de presión de neumático a partir de un sistema de determinación de radio de rodadura que adopta un enfoque relativo.
- 20
14. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, en el que la sección de determinación está adaptada además para determinar la señal de presión de neumático sobre la base de al menos una señal de vehículo adicional que está asociada con un neumático del vehículo adicional.
- 25
15. Un programa de ordenador que incluye un código de programa para realizar un método, cuando se ejecuta en un sistema de procesamiento, para estimar una presión neumático de un neumático (2) del vehículo, comprendiendo el método las etapas de:
- recibir como una señal de entrada una señal de velocidad de rueda o una señal de suspensión;
 - calcular al menos un factor de forma (H; W; S; HNL; I; ANL) de un pico de resonancia asociado con el espectro de señal de vehículo (2) sobre la base de la señal de entrada; y
 - determinar, en función de dicho al menos un factor de forma (H; W; S; HNL; I; ANL), una señal de presión de neumático indicativa de la presión de neumático dentro del neumático (2) del vehículo; **caracterizado por que** la etapa de cálculo comprende la etapa de calcular el al menos un factor de forma (H; W; S; HNL; I; ANL) sobre la base de al menos un parámetro obtenido a partir de un modelo paramétrico adoptado para el dominio de tiempo de señal de vehículo que es capaz de modelar el pico de resonancia dentro del espectro de señal de vehículo.
- 30
- 35

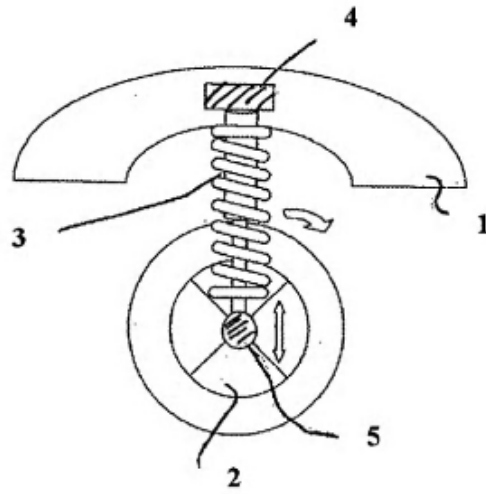


Fig. 1

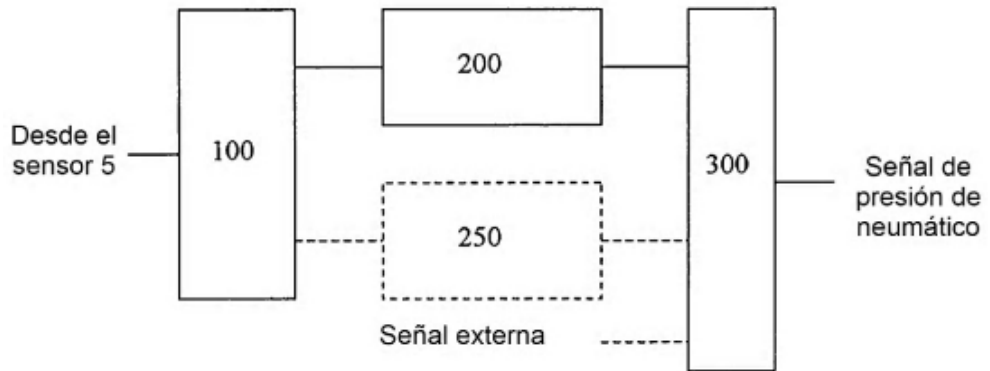


Fig. 2

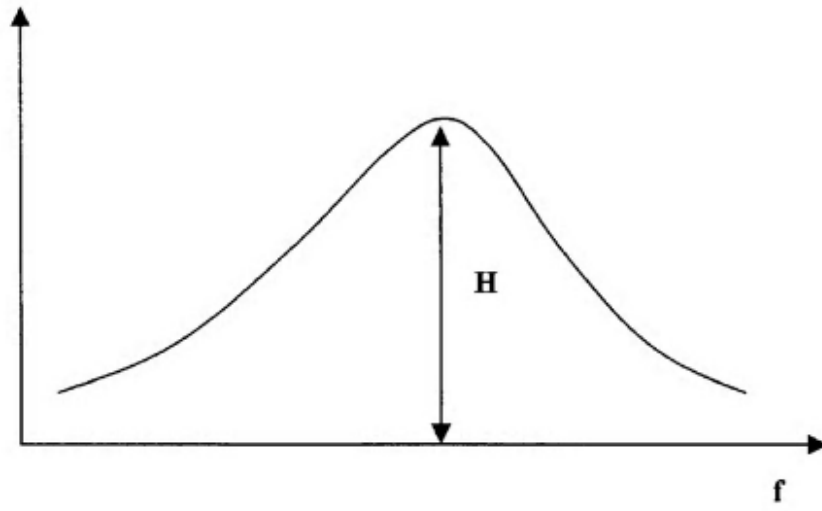


Fig. 3a

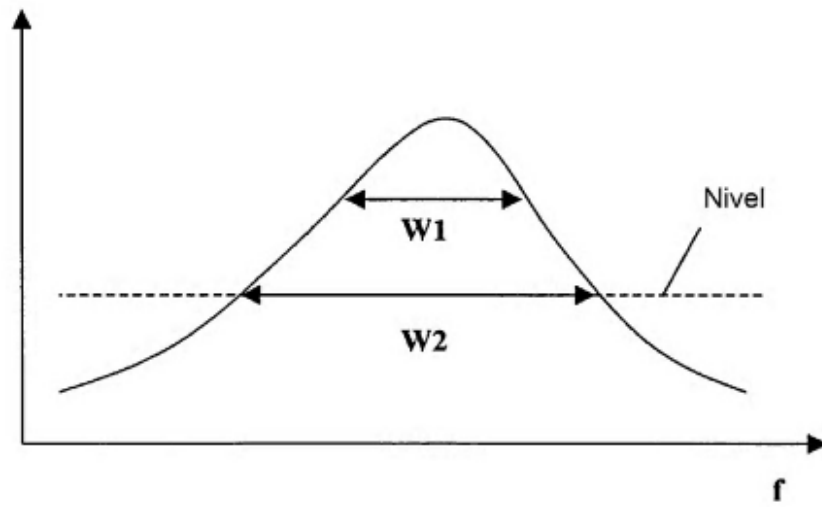


Fig. 3b

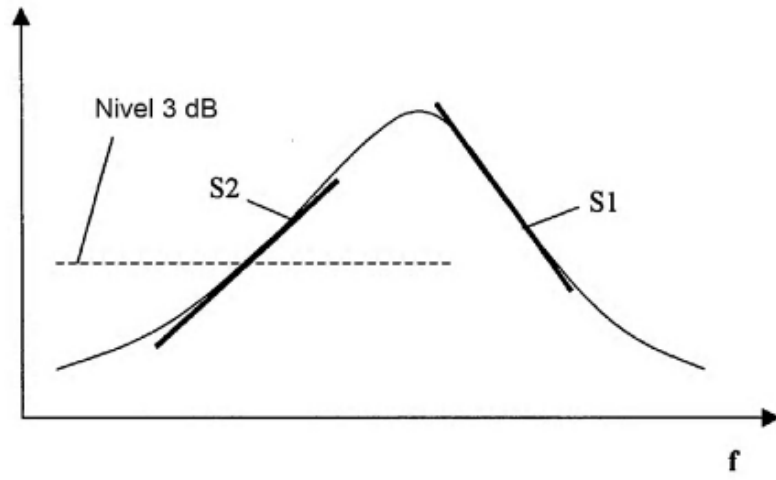


Fig. 3c

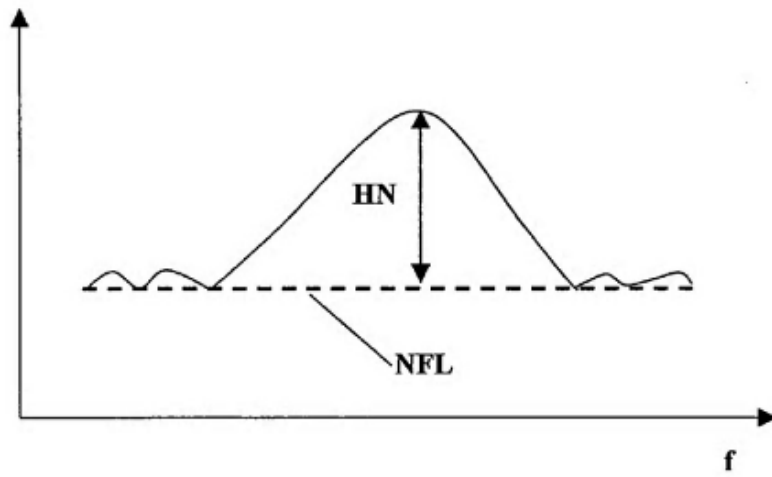


Fig. 3d

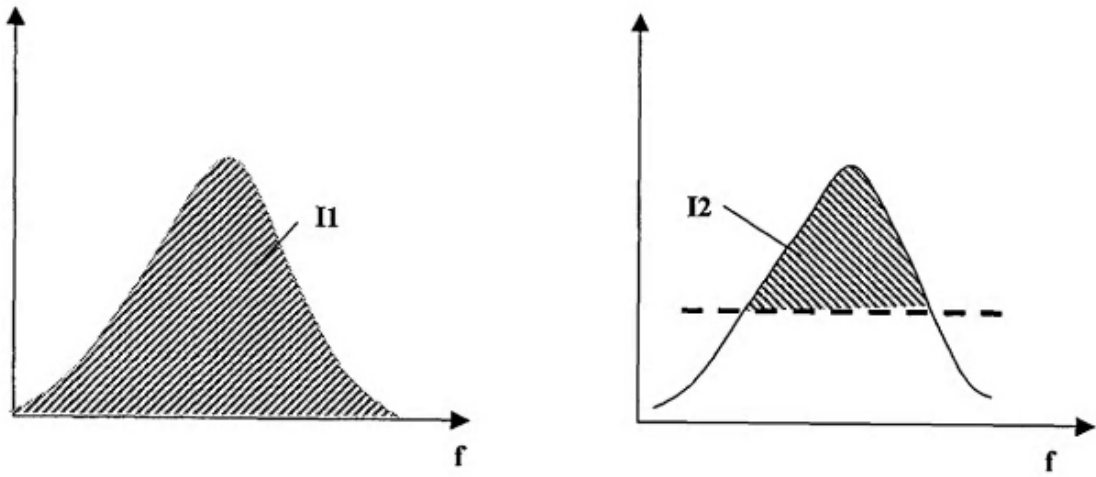


Fig. 3e

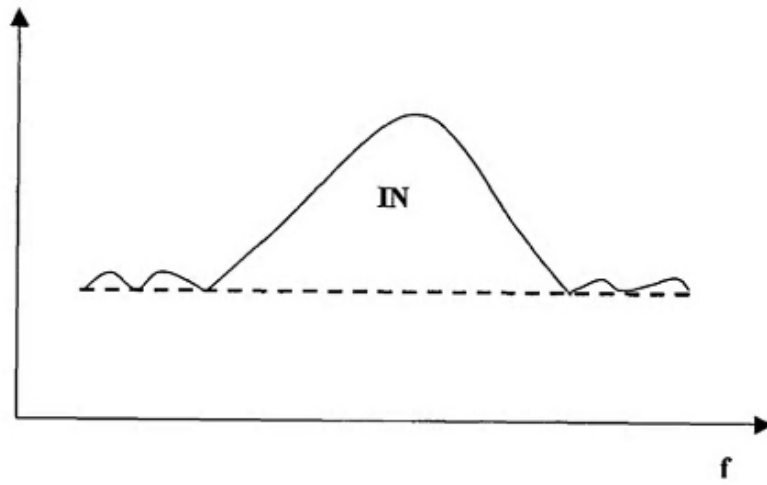


Fig. 3f

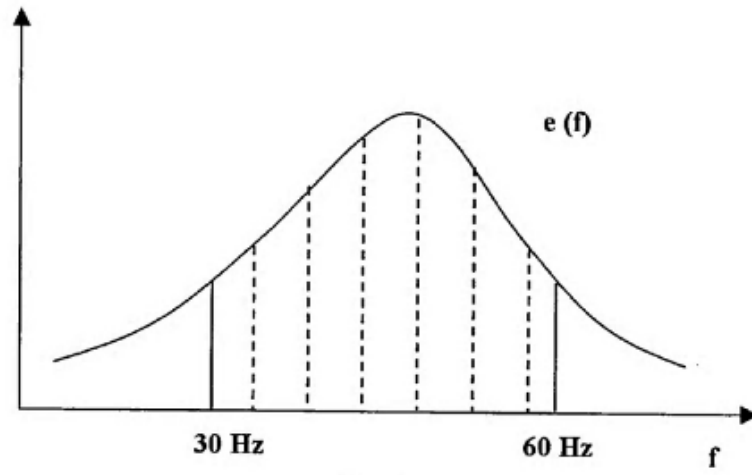


Fig. 4a

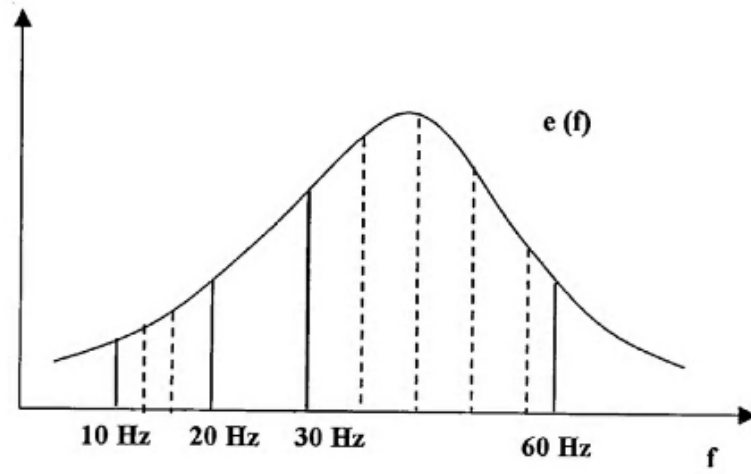


Fig. 4b