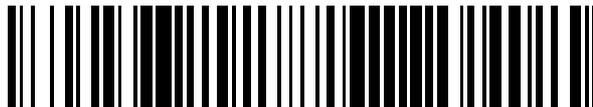


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 411 057**

51 Int. Cl.:

B60R 21/34 (2011.01)

B60R 21/0132 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.01.2008 E 08100293 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2013 EP 1955911**

54 Título: **Método y dispositivo para la activación de sistemas de seguridad para personas**

30 Prioridad:

12.02.2007 DE 102007006769

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

04.07.2013

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)
POSTFACH 30 02 20
70469 STUTTGART, DE**

72 Inventor/es:

**LANG, GUNTHER y
MACK, FRANK**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 411 057 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 y dispositivo para la activación de sistemas de seguridad para personas

Estado del arte

5 La presente invención hace referencia a un método, o bien a un dispositivo para la activación de sistemas de seguridad para personas, de acuerdo con la clase de las reivindicaciones independientes.

Esta clase se conoce a partir de la patente WO-A-2005/036108. Dicho documento revela un método para la activación de sistemas de seguridad para personas, en relación con una evaluación de, al menos, una señal de accidente,

10 - en donde la evaluación es influenciada en función a una señal que se relaciona con un accidente dividida en dos rangos de frecuencia,

- y en donde ambos rangos de frecuencia se diferencian en, al menos, un tercer rango de frecuencia (comp. página 15, líneas 5-27, figuras 4a-4b).

Dicho método se utiliza para determinar el lugar de colisión del obstáculo.

15 Por la patente DE 10 2004 042 467 A1 se conoce previamente un método y un dispositivo para generar una señal de activación para un dispositivo de seguridad para peatones. Además, se realiza una comprobación de activación y una prueba de plausibilidad de los datos de los sensores, en donde en la prueba de activación para la detección de un peatón con los datos de los sensores, se realiza una extracción de características y/o una detección de desplazamientos que determina un punto de impacto del objeto, en donde se genera la señal de activación para el dispositivo de seguridad para peatones cuando en el caso de una comprobación de activación se detecta una colisión con un peatón, y la prueba de plausibilidad de los datos de sensores resulta positiva.

Revelación de la presente invención

25 En comparación, el dispositivo conforme a la presente invención, o bien el método conforme a la presente invención, para la activación de sistemas de seguridad para personas, con las características de las reivindicaciones independientes, presentan la ventaja que consiste en que la decisión de activación resulta más fiable, y se permite una diferenciación de objetos mejor y más precisa en relación con el sistema de seguridad para peatones. Dicha decisión depende ahora de que la dinámica de una señal de accidente se utiliza para influir en la evaluación de la propia señal de accidente, preferentemente de la señal de aceleración o de la señal del ruido propagado por estructuras sólidas. Además, se considera la relación de dos rangos de frecuencia de la señal de accidente, que se diferencian, al menos, en un tercer rango. Es decir que, por ejemplo, la sección de alta frecuencia de la señal de accidente se establece en una proporción en una relación fraccional con la sección de baja frecuencia de la señal de accidente, o en relación fraccional con toda la señal de accidente completa. Es decir, que se pueden solapar ambos rangos de frecuencia, sin embargo, al menos un rango de frecuencia presenta un tercer rango de frecuencia fuera de dicho solapamiento.

35 Se puede realizar efectivamente la conformación de la relación fraccional, por ejemplo, mediante una división, o se utiliza el denominador de la división para evaluar un valor umbral y para realizar después la comparación. Sin embargo, también se pueden llevar a cabo otros métodos para realizar el análisis de dicha relación.

40 La presente invención se basa en el conocimiento de que, por ejemplo, la rigidez de un objeto se puede representar mediante la distribución de frecuencias de la señal de aceleración que tiene lugar ante una colisión. La frecuencia natural de una oscilación, en un modelo de elasticidad simple, es proporcional a la raíz de la constante de elasticidad. En el caso de objetos duros, la componente de la señal en alta frecuencia es más pronunciada que en el caso de objetos blandos. Por lo tanto, la evaluación de la dinámica de alta frecuencia de la señal permite la deducción de la dureza del objeto.

45 Además de la detección de peatones, mediante la presente invención también se puede mejorar la detección de colisiones de vehículos a motor. Las colisiones iniciadoras se diferencian de las colisiones no iniciadoras y de los objetos de colisión debidos a un manejo inadecuado, en general, en la característica de la frecuencia, es decir, la dinámica de señal de las señales de accidente, de manera preferente de las señales de aceleración. La dinámica de la señal se determina mediante la sucesión de los procesos de rotura en la zona de absorción de impactos. Las colisiones no iniciadoras presentan por lo general señales de aceleración con una frecuencia menor en comparación con las colisiones iniciadoras, debido a la velocidad de colisión reducida y, por lo tanto, a los procesos de rotura que se desarrollan más lentamente. También los objetos de colisión que se presentan debido a un uso inadecuado tienen, generalmente, características de frecuencia que se diferencian de manera notable de las señales de colisión.

Dichas características pueden presentar como señales de colisión por un lado baja frecuencia, por ejemplo montículos de arena, pero en parte también alta frecuencia, por ejemplo, con golpes de martillo.

5 Es objeto de la presente invención detectar las diferentes distribuciones de frecuencia mencionadas en la señal de accidente, de manera preferente en la señal de aceleración, mediante la evaluación de la dinámica de alta frecuencia de la señal. Lo más apropiado para la colisión frontal es, por ejemplo, el sensor de aceleración sensible en el sentido longitudinal de la marcha, dispuesto en la unidad de control central del airbag. Sin embargo, también resulta concebible la evaluación de las frecuencias de una señal de aceleración transversal, o de los denominados sensores frontales, o de los sensores de colisión lateral. La información obtenida de la dinámica de la señal, se puede utilizar después para influir en el algoritmo principal que opera en función de las señales de accidente, y a su primera y segunda integral en las señales de aceleración, mediante la adaptación de los valores umbrales iniciadores. La intervención en el algoritmo principal se puede realizar en principio de la misma manera en que actúan otros algoritmos adicionales en el algoritmo principal.

15 Por lo tanto, en relación con el sistema de seguridad para peatones mediante el método conforme a la presente invención, o bien el dispositivo conforme a la presente invención, se garantiza una diferenciación más precisa y fiable entre una colisión con peatones y una colisión con objetos, los cuales se diferencian de los peatones por su rigidez. Por ejemplo, de esta manera se pueden diferenciar a los objetos metálicos de los peatones.

20 De esta manera, por una parte, se incrementa el potencial de protección para el peatón y, por otra parte, se economizan los costes que se pueden generar mediante una activación no deseada. Además, se evitan las molestias para el conductor por causa de una activación, por ejemplo, la elevación del capó frontal, y que resulte perjudicada la calidad de su conducción.

Mediante el método conforme a la presente invención, se permite una diferenciación más precisa y fiable entre las colisiones iniciadoras y las colisiones no iniciadoras, así como los objetos de colisión debidos a un uso inadecuado. De esta manera, se mejora el potencial de protección de las unidades de control de seguridad, como las unidades de control del airbag, y se reduce aún más el riesgo de una activación incorrecta no deseada.

25 Mediante las medidas y los perfeccionamientos mencionados en las reivindicaciones relacionadas, se pueden realizar mejoras ventajosas del método indicado en las reivindicaciones independientes para la activación de sistemas de seguridad para personas, o bien del dispositivo indicado en las reivindicaciones independientes para la activación de sistemas de seguridad para personas.

30 Resulta particularmente ventajosa la conformación de una relación a partir de una componente de alta frecuencia y/o de baja frecuencia y/o de la señal de accidente completa. Resulta simple observar que se puede realizar un respectivo reemplazo, dado que la suma de la componente de alta frecuencia y de la componente de baja frecuencia da como resultado la señal de accidente completa. Sin embargo, en este caso se requiere un retraso en el tiempo de la señal de accidente de alta frecuencia, o bien de la completa, con el fin de lograr una mejor diferenciación entre las frecuencias. Además, resulta ventajosa la determinación de la dinámica de la señal de aceleración, o bien de una componente de alta o baja frecuencia de dicha señal, mediante la suma absoluta de la señal de aceleración, o bien de una componente de alta o baja frecuencia de dicha señal. Sin embargo, también se pueden utilizar otros métodos.

La influencia de la evaluación se puede alcanzar, de manera ventajosa, de manera que se modifique un valor umbral o una pluralidad de valores umbrales en función de una relación.

40 Además, resulta ventajoso que la influencia se realice en función de una comparación del valor umbral, en tanto que la relación se compara con un valor umbral. Dicha operación también se puede realizar evitando una división, tal como se explica a continuación. En este caso, la evaluación se realiza mediante la comparación del valor umbral, de manera que se verifique si existe un caso de iniciación o un caso de no iniciación, o de qué objeto se trata en relación con su rigidez.

45 Además, resulta ventajoso que cuando el método conforme a la presente invención se desarrolla en una ventana de tiempo predeterminada, se inicia un contador que se incrementa en relación con la comparación de la relación con el segundo valor umbral. Es decir, que el contador se incrementa en cuanto se excede el segundo valor umbral o cuando dicho valor es excedido en repetidas ocasiones. El exceso del valor umbral de la relación se acepta justo cuando dicho contador excede un valor umbral adicional. Dicho procedimiento proporciona un incremento de la fiabilidad en el resultado, dado que las señales pueden presentar una respuesta transitoria.

50 En el caso en que se utilicen una pluralidad de señales de accidente de una pluralidad de sensores, se puede conformar una suma ponderada para la relación. La ponderación también se puede realizar en función de las señales o con las componentes de las señales. De esta manera, se puede ponderar de una manera particularmente considerable, por ejemplo, un sensor que se encuentra muy próximo al punto de colisión.

5 El segundo valor umbral que se deduce para la relación que se utiliza en la comparación, se puede modificar en relación con una velocidad del vehículo a motor que se obtiene, por ejemplo, a través del bus CAN, o en relación con un punto de colisión del objeto de colisión o una temperatura ambiente. De esta manera, en relación con la velocidad del vehículo a motor, se puede deducir la gravedad del accidente, en relación con el punto de colisión, también el efecto en cuanto a la gravedad de la colisión, y en relación con la temperatura ambiente se puede deducir la reacción del sistema de sensores en el parachoques.

10 El dispositivo conforme a la presente invención presenta una interfaz que se puede realizar mediante soporte físico y/o mediante soporte lógico. Dicha interfaz se puede encontrar como un módulo de soporte lógico en un microcontrolador, y dentro del mismo en la memoria de trabajo, o se puede encontrar dispuesta, por ejemplo, como un circuito integrado en la unidad de control. A dicha interfaz se conecta el sistema de sensores de accidente. En el caso del circuito de evaluación se trata, convencionalmente, de un microcontrolador que, sin embargo, puede ser reemplazado también por cualquier otra clase de procesador. También se puede utilizar otro circuito integrado o un circuito de evaluación conformado de manera discreta. También en el caso del circuito de activación, se puede tratar de un circuito integrado que presenta interruptores, y eventualmente una lógica para realizar las conexiones. Dicho
15 circuito integrado se puede extender para obtener elementos discretos, o se puede conformar de manera completamente discreta.

En los dibujos se representan los ejemplos de ejecución de la presente invención, y se explican en detalle en la siguiente descripción. Muestran:

Figura 1 un diagrama de bloques del dispositivo conforme a la presente invención,

20 Figura 2 módulos de soporte lógico del microcontrolador,

Figura 3 un diagrama de flujo del método conforme a la presente invención,

Figura 4 un primer diagrama del desarrollo de una señal,

Figura 5 un segundo diagrama del desarrollo de una señal,

Figura 6 un diagrama de peso-rigidez,

25 Figura 7 un primer diagrama en función del tiempo de una señal,

Figura 8 un segundo diagrama en función del tiempo de una señal,

Figura 9 un tercer diagrama en función del tiempo de una señal,

Figura 10 un cuarto diagrama en función del tiempo de una señal,

Figura 11 un quinto diagrama en función del tiempo de una señal,

30 Figura 12 un sexto diagrama en función del tiempo de una señal,

Figura 13 un séptimo diagrama en función del tiempo de una señal,

Figura 14 un octavo diagrama en función del tiempo de una señal,

Figura 15 un noveno diagrama en función del tiempo de una señal, y

Figura 16 un décimo diagrama en función del tiempo de una señal.

35 El método conforme a la presente invención, o bien el dispositivo conforme a la presente invención, con las características de las reivindicaciones independientes, utilizan la dinámica de la señal particularmente en el rango de las altas frecuencias. Dicha dinámica de la señal se utiliza para influir en un algoritmo de activación para un sistema de seguridad para personas, como por ejemplo, airbags, tensores de cinturones de seguridad, barras antivuelco o sistemas de seguridad para peatones, de manera que se realice una activación precisa de dichos sistemas. En particular, de este modo se detectan de una mejor manera las colisiones no iniciadoras. A continuación, se explica el funcionamiento de la presente invención.
40

La fórmula consiste en la comparación de una señal de aceleración $a(t)$ con su componente de baja frecuencia $a_{LF}(t)$. Además, la componente de baja frecuencia se obtiene mediante un filtro de paso bajo a partir de la señal

original $a(t)$. Una opción para el filtro de paso bajo consiste en la utilización de las medias móviles sobre los valores de x (integrales de la ventana de la longitud x). La característica de transmisión de las integrales de la ventana, presenta la particularidad de que ya no se transmite la frecuencia correspondiente a la longitud de la ventana inversa. Por ejemplo, una integral de una ventana de 4 milisegundos de longitud presenta un punto cero en la función de transmisión ante 250 Hz. Por lo tanto, resulta ventajosa la conformación del filtro de paso bajo (en el ejemplo descrito se puede ajustar a lo largo de la longitud de la ventana) como parámetro de aplicación variable, y se puede codificar de una manera suave.

La componente de alta frecuencia de la señal, se obtiene mediante $a_{HF}(t) = a(t) - a_{LF}(t)$. Se obtiene una medida relativa de la dinámica de la componente de alta frecuencia de la señal, en tanto que la componente de alta frecuencia de la señal se suma de manera absoluta, y se establece una relación con la señal completa sumada de manera absoluta.

$$\frac{AbsInt(a - a_{LF})}{AbsInt(a)} = \frac{\sum_i |a_i - a_{LF,i}|}{\sum_i |a_i|} \quad (1)$$

El cálculo de las integrales absolutas en el numerador y el denominador, se inicia de manera ventajosa justo cuando se ha excedido la condición de inicio del algoritmo de activación. Dicho cálculo se puede realizar, por ejemplo, mediante un umbral de la señal de aceleración, un umbral de la integral de ventana, o mediante condiciones de inicio más complejas.

A continuación, se describe la manera en que se puede mejorar esencialmente la fórmula (1) comparativamente simple.

Resulta esencial para el entendimiento de dicha explicación, el hecho de que la señal filtrada mediante filtro de paso bajo presenta dos propiedades esenciales diferentes:

- a) En consecuencia, sólo puede seguir de forma parcial el rango de las señales de alta frecuencia que presentan el orden de magnitud de su frecuencia límite (con una amplitud reducida).
- b) Se presenta detrás de la señal $a(t)$ obteniendo un desplazamiento de fase determinado, denominados a continuación como m ciclos. En la realización del filtrado mediante filtro de paso bajo en integrales de ventana (suma de los últimos n valores de aceleración), la "antigüedad" de los valores de aceleración utilizados se encuentra entre 0 y $n-1$ ciclos de cálculo. La "antigüedad media" y , de esta manera, el desplazamiento de fase, en dicha realización asciende a $m=(n-1)/2$ ciclos de cálculo. Dicho desplazamiento de fase se presenta incluso en el caso de las señales de baja frecuencia que el filtro de paso bajo deja pasar prácticamente de manera completa (observar la figura 7).

Sin embargo, para la evaluación de la componente de alta frecuencia de la señal, sólo reviste importancia la propiedad a). Por el contrario, la propiedad b) no se debe evaluar dado que dicha propiedad es una consecuencia necesaria del filtrado mediante el filtro de paso bajo.

Dichas propiedades se representan nuevamente en las figuras 8 y 9. En la figura 8 se presenta una oscilación de 250 HZ, así como su media móvil a lo largo de 5 ciclos = 2.5 milisegundos, que se presenta detrás de la señal en $(5-1)/2=2$ ciclos=1 milisegundo. En una oscilación de 250 Hz, esto corresponde justo a un cuarto de periodo, es decir, los pasajes por cero de $a_{LF}(t)$ inciden en los extremos de $a(t)$ y de manera inversa. Se puede evidenciar que en este caso la diferencia sumada de manera absoluta $a_{HF}(t)=a(t)-a_{LF}(t)$ corresponde precisamente a la señal completa $a(t)$ sumada de manera absoluta (expresado de otra manera: el plano diferencial absoluto entre las curvas corresponde al plano absoluto por debajo de la curva $a(t)$). Esto significa que la característica (1) adopta el valor 1. En la figura 4 se representa una oscilación de 400 Hz. Dicha oscilación corresponde precisamente a un punto cero en una función de transmisión de la integral de ventana de 2.5 milisegundos, de manera que después del fenómeno transitorio se aplique $a_{LF}(t) = 0$. De esta manera, la característica (1) adopta también el valor 1, es decir, que con la fórmula (1) no se pueden diferenciar oscilaciones de 250 Hz y 400 Hz, aunque la oscilación de 250 Hz se deja pasar desde la media móvil con aproximadamente el 47% de su amplitud, en comparación con la oscilación de 400 Hz.

Por lo tanto, la fórmula (1) se debe modificar, debido a que la señal $a(t)$ se debe retrasar para la comparación con $a_{LF}(t)$ en m ciclos (almacenamiento intermedio). A continuación, se indica como una señal retrasada,

$$a_{ret}(t) = a(t - m\Delta t)$$

con Δt =tiempo del ciclo de cálculo, por ejemplo, 0.5 milisegundos o bien, en una representación discreta

$$a_{ret,i} = a_{i-m}.$$

En la figura 10 y 11 se representan las señales retrasadas y la media móvil a lo largo de 2.5 milisegundos para oscilaciones de 250 Hz o bien, de 400 Hz, en este momento se trata de una diferenciación de dichas oscilaciones mediante la relación entre el plano diferencial y el plano completo.

La evaluación de la medida (1) puede comenzar con la utilización de la señal retrasada, aunque no con la clase de algoritmo (ciclo $i=1$), sino justo m ciclos después (en el ciclo $i=1+m$). En lugar de (1) se obtiene la característica que presenta esencialmente una capacidad de transmisión mayor

$$DevRatio = \frac{AbsInt(a_{ret} - a_{LF})}{AbsInt(a_{ret})} = \frac{\sum_{i=m+1} |a_{ret,i} - a_{LF,i}|}{\sum_{i=m+1} |a_{ret,i}|} = \frac{\sum_{i=m+1} |a_{i-m} - a_{LF,i}|}{\sum_{i=m+1} |a_{i-m}|} \quad (2)$$

Dicha relación se puede interpretar ahora como la “dinámica de la componente de alta frecuencia de la señal”, que se mide en función de la “dinámica de la señal completa”.

Para las señales de baja frecuencia notablemente inferiores a la frecuencia límite del filtrado mediante el filtro de paso bajo, se aplica $a_{ret} \approx a_{LF}$, y se obtiene $DevRatio \approx 0$. Para las señales de alta frecuencia desciende $DevRatio$, y para las frecuencias cercanas a la frecuencia de transmisión cero ($a_{LF} \approx 0$) se aplica $DevRatio \approx 1$.

De manera alternativa a (2), también se puede considerar la “dinámica de la componente de alta frecuencia de la señal” en función de la “dinámica de la componente de baja frecuencia de la señal”,

$$DevRatio_2 = \frac{AbsInt(a_{ret} - a_{LF})}{AbsInt(a_{LF})} = \frac{\sum_{i=m+1} |a_{ret,i} - a_{LF,i}|}{\sum_{i=m+1} |a_{LF,i}|} = \frac{\sum_{i=m+1} |a_{i-m} - a_{LF,i}|}{\sum_{i=m+1} |a_{LF,i}|} \quad (3)$$

Para las señales de baja frecuencia notablemente inferiores a la frecuencia límite del filtrado mediante el filtro de paso bajo, se aplica $a_{ret} \approx a_{LF}$, y se obtiene $DevRatio_2 \approx 0$. Para las señales de alta frecuencia desciende $DevRatio_2$, y para las frecuencias cercanas a la frecuencia de transmisión cero ($a_{LF} \approx 0$) se aplica $DevRatio_2 \rightarrow \infty$.

Finalmente, como medida para las componentes de alta frecuencia de la señal, también se puede considerar la “dinámica de la señal completa” en función de la “dinámica de la componente de baja frecuencia de la señal”,

$$Dyn = \frac{AbsInt(a_{ret})}{AbsInt(a_{LF})} = \frac{\sum_{i=m+1} |a_{i-m}|}{\sum_{i=m+1} |a_{LF,i}|} \quad (4)$$

Para las señales de baja frecuencia notablemente inferiores en comparación con la frecuencia límite del filtrado mediante el filtro de paso bajo, se aplica $a_{ret} \approx a_{LF}$, y se obtiene $Dyn \approx 1$. Para las señales de alta frecuencia se incrementa Dyn , y para las frecuencias cercanas a la frecuencia de transmisión cero ($a_{LF} \approx 0$) se aplica $Dyn \approx \rightarrow \infty$.

Mediante la comparación de (2), (3) y (4), se comprueba que los diferentes criterios cumplan con la siguiente ecuación:

$$DevRatio_2 = DevRatio \cdot Dyn$$

De esta manera, $DevRatio_2$ como producto de las otras dos medidas, en la mayoría de los casos, presenta las mejores propiedades de discriminación para las señales de baja y de alta frecuencia. Esto se observa también en el

rango de valores de los criterios, cuando la frecuencia se incrementa desde cero hasta la frecuencia de transmisión cero: Por lo tanto, el rango de valores es

$$DevRatio = 0..1, Dyn = 1..∞, DevRatio2 = 0..∞.$$

5 En las figuras 12-14 se representan DevRatio, DevRatio2 y Dyn para oscilaciones sinusoidales de diferentes frecuencias.

Los criterios (2), (3) y (4) representan en conjunto una relación de dos magnitudes. En este punto, en el código de la unidad de control se permite expresar una consulta de valores umbrales de una magnitud de esta clase, por ejemplo, numerador/denominador < valor umbral, en la fórmula

$$\text{numerador} < \text{denominador} * \text{Valor umbral} \quad (5)$$

10 De esta manera, se evita la operación de división que requiere de un tiempo de cálculo prolongado.

15 Como ejemplo para una evaluación de la dinámica de la señal, en la figura 15 se representa el criterio (2) para las colisiones del vehículo a motor en una plataforma determinada del vehículo a motor, a comparar con el temporizador del algoritmo. Se representan colisiones no iniciadoras de seguridad AZT 16 km/h (negro) en comparación con las colisiones iniciadoras del tipo ODB (40 km/h verde, 56 km/h azul, 64 km/h rojo). Después de 20 ciclos (10 milisegundos) según la clase de algoritmo, la evaluación de la dinámica de la señal del sensor de la carcasa central, permite una diferenciación inequívoca entre las colisiones iniciadoras y las no iniciadoras.

20 Para la aplicación en la zona del sistema de seguridad para peatones, se utilizan convencionalmente 2 ó 3 sensores de aceleración. En este caso, se presenta la problemática de cómo combinar entre sí las evaluaciones de la dinámica de las señales individuales de cada sensor, considerando la intensidad de dichas señales. En lo posible, se debe evitar la división en los criterios (2), (3) y (4).

Dichos requisitos se cumplen de la manera que se describe a continuación. La medida de la dinámica (2) aplicada, en dicho ejemplo, en tres sensores independientes (izquierdo, central, derecho) da como resultado en primer lugar tres evaluaciones individuales

$$DevRatio_L = \frac{AbsInt(a_ret,L - a_LF,L)}{AbsInt(a_ret,L)},$$

$$DevRatio_R = \frac{AbsInt(a_ret,R - a_LF,R)}{AbsInt(a_ret,R)}$$

25 y

$$DevRatio_M = \frac{AbsInt(a_ret,M - a_LF,M)}{AbsInt(a_ret,M)}.$$

30 Una promediación ponderada de dichos tres criterios individuales se debe realizar de manera que las señales individuales de los sensores se ponderen de acuerdo con la "dinámica de la señal completa". Esto significa que el sensor se pondera de una manera más fiable con la dinámica mayor. De esta manera, se asegura que ante una colisión con un peatón, el sensor más próximo, que convencionalmente presenta la señal más intensa, acepte también en correspondencia señales más intensas que los demás sensores para el análisis de las señales.

Con los factores normalizados de ponderación

$$g_{-i} = \frac{AbsInt(a_{ret,i})}{\sum_j AbsInt(a_{ret,j})},$$

en donde el índice i y j pasan por las posiciones de sensores L, R y M, se obtiene el criterio completo

$$DevRatio = \sum_i g_{-i} \cdot DevRatio_{-i} = \frac{\sum_i AbsInt(a_{ret,i} - a_{LP,i})}{\sum_i AbsInt(a_{ret,i})}. \quad (6)$$

5 En el denominador se suman las integrales absolutas de las señales retrasadas de todos los sensores, y en el numerador se suman las integrales absolutas de las componentes de alta frecuencia de las señales de todos los sensores.

Dado que en el caso de (6) se trata de un cociente simple, una consulta de los valores umbrales se puede representar nuevamente en la fórmula (5) evitando una división.

10 La medida de la dinámica (3) se puede incrementar de una manera similar en una pluralidad de sensores. Los resultados individuales

$$DevRatio2_{-i} = \frac{AbsInt(a_{ret,i} - a_{LF,i})}{AbsInt(a_{LF,i})} \text{ con } i=L,R,M$$

se ponderan en este caso, de manera que las señales individuales de los sensores se ponderen de acuerdo con la "dinámica de la componente de baja frecuencia de la señal". Mediante los factores normalizados de ponderación

$$h_{-i} = \frac{AbsInt(a_{LF,i})}{\sum_j AbsInt(a_{LF,j})}$$

15 se obtiene, de esta manera, el criterio completo

$$DevRatio2 = \sum_i h_{-i} \cdot DevRatio2_{-i} = \frac{\sum_i AbsInt(a_{ret,i} - a_{LF,i})}{\sum_i AbsInt(a_{LF,i})}. \quad (7)$$

En el denominador se suman las integrales absolutas de las componentes de baja frecuencia de las señales de todos los sensores, y en el numerador se suman las integrales absolutas de las componentes de alta frecuencia de las señales de todos los sensores.

20 También en el caso de (7) se trata de un cociente simple, de manera que se puede representar nuevamente una consulta de valores umbrales en la fórmula (5) evitando una operación de división.

También los criterios individuales (4) con los resultados

$$Dyn_{-i} = \frac{AbsInt(a_{ret,i})}{AbsInt(a_{LF,i})}$$

se pueden ponderar con los factores de ponderación h_i de acuerdo con la “dinámica de la componente de baja frecuencia de la señal”,

$$Dyn = \sum_i h_i \cdot Dyn_i = \frac{\sum_i AbsInt(a_i)}{\sum_i AbsInt(a_{LF,i})} \quad (8)$$

5 En el denominador se suman las integrales absolutas de las componentes de baja frecuencia de las señales de todos los sensores, y en el numerador se suman las integrales absolutas de la señal retrasada de todos los sensores.

También en el caso de (8) se trata de un cociente simple, de manera que se puede representar nuevamente una consulta de valores umbrales en la fórmula (5) evitando una división.

10 En la figura 16 se representan las señales de la pierna de un peatón (impactador que consiste en un modelo de pierna de 13,4 Kg.), y de una columna de acero con un peso comparable (12,2 Kg.) en el caso de una colisión central contra un parachoques del vehículo a motor, a una velocidad del vehículo a motor de 20 km/h. La evaluación de la dinámica de las señales de ambos sensores se realiza en función de GI. En este caso, la fórmula (7) permite una clasificación segura de dichos objetos a partir de los 10 milisegundos.

15 Todos los criterios descritos (2), (3), (4) o bien (6), (7), (8), se pueden representar como consultas de los valores umbrales en la fórmula (5).

20 En comparación con la colisión con objetos duros originada por un uso inadecuado, los accidentes con peatones se caracterizan por presentar una dinámica de señal reducida (observar también la figura 16), es decir, los criterios son inferiores a un valor umbral. Para garantizar también una diferenciación de los peatones en relación con la colisión con objetos materiales blandos debido a un uso inadecuado (por ejemplo, contra montículos de arena suelta), también resulta ventajosa la aplicación de un valor umbral inferior (observar también la figura 6). Por lo tanto, se proporciona una consulta de la fórmula

$$\text{denominador} * \text{umbral_inferior} < \text{numerador} < \text{denominador} * \text{umbral_superior} \quad (9)$$

25 En las colisiones de vehículos a motor, las colisiones iniciadoras presentan una dinámica de la señal mayor en comparación con las colisiones no iniciadoras (observar también la figura 15), de manera que en este caso para la detección de colisiones iniciadoras, el valor umbral inferior cumple una función importante en la fórmula (9).

Dado que todos los criterios descritos son criterios normalizados, su dependencia con el tiempo es relativamente reducida, después de la estabilización del cálculo cuando han transcurrido un par de ciclos de cálculo. Esto también se puede observar en las figuras 15 y 16 que se basan en datos reales.

30 Por lo tanto, la comparación de la fórmula (5) ó (9) se debe realizar justo después de la estabilización del cálculo. Dicha comparación se puede realizar de una manera simple, de manera que la consulta de valores umbrales sólo se evalúe en una ventana de tiempo determinada. Una estabilización del criterio se genera convencionalmente justo cuando el denominador ha alcanzado una medida determinada (la división por denominadores demasiado bajos conduce a una fluctuación del criterio). Por lo tanto, de manera alternativa o como complemento para la ventana de tiempo, también se puede utilizar una ventana de rango de valores para el respectivo denominador. (En este caso se debe considerar que el denominador de cada uno de los criterios, es una integral absoluta y, por lo tanto, se incrementa de manera uniforme con el tiempo).

40 En el caso de las colisiones de vehículos a motor que, en comparación con los accidentes con peatones, se caracterizan por presentar un incremento relativamente uniforme de la primera o de la segunda integral como función del tiempo, en lugar de la ventana de tiempo o como complemento para la ventana de tiempo o para la ventana del rango de valores del denominador, también se puede utilizar una ventana del rango de valores de la primera y de la segunda integral.

45 Dentro de la ventana de evaluación definida, los criterios descritos sólo se modifican levemente. Por lo tanto, resulta concebible la variación de los valores umbrales en (5) ó (9) como función del tiempo o de la primera integral, o de la segunda integral, o del respectivo denominador. En la mayoría de los casos resulta suficiente un valor umbral fijo debido a la constancia relativa de los criterios. Sin embargo, para que dicho valor presente una fiabilidad determinada en comparación con las divergencias individuales de los valores, se proporciona un contador fiable: en este caso, dentro de la ventana de evaluación se cuenta la frecuencia con la cual se cumple la consulta de valores

umbrales de la fórmula (5) ó (9). Justo después de que el contador fiable exceda un valor umbral, el resultado positivo de la evaluación de la dinámica de la señal, se suministra para utilizar en el algoritmo principal del sistema de seguridad para peatones o bien, de la unidad de control del airbag.

5 Para la aplicación en la zona del sistema de seguridad para peatones, resulta más apropiada la ejecución de las consultas de los valores umbrales (5) ó (9) que se basan en las fórmulas (6), (7) u (8), con un valor umbral que se puede seleccionar en relación con la velocidad de CAN y/o el punto de impacto detectado y/o la temperatura ambiente actual. De manera alternativa, el valor umbral también se puede mantener constante, y las características se pueden modificar en relación con la velocidad de CAN y/o el punto de impacto detectado y/o la temperatura ambiente actual.

10 La figura 1 muestra en un esquema de bloques, el dispositivo conforme a la presente invención que en la presente invención se encuentra diseñado como una unidad de control SG. La unidad de control SG se encuentra conectada además con sensores de aceleración BS1 a BS4 dispuestos en la zona del parachoques, y con sistemas de seguridad para personas PS. Los sensores de aceleración BS1 a BS4 se fabrican mediante micromecánica, y presentan además del elemento sensor que detecta la aceleración de manera capacitiva, un sistema de regeneración de la señal, como por ejemplo, un amplificador de medición, un convertidor analógico-digital, y un componente emisor. Además, se pueden implementar funciones adicionales. Los sensores de aceleración BS1 a BS4 obtienen la energía eléctrica desde la unidad de control SG a través de la línea de transmisión de datos. De esta manera, existe una denominada transmisión de datos a través de la línea eléctrica. En la presente invención se proporcionan cuatro sensores de aceleración, sin embargo, se puede utilizar una cantidad menor o mayor de sensores de aceleración. Además de la conexión punto a punto que se prevé en este caso desde los sensores hasta la unidad de control SG, también se puede seleccionar una conexión bus o un radioenlace.

20 Los sensores de aceleración BS1 a BS4 se encuentran conectados con la unidad de control SG a través de una interfaz IF. La interfaz IF está diseñada como un componente integrado. Dicha interfaz se puede diseñar de manera discreta o mediante una pluralidad de componentes integrados, o como una interfaz de soporte lógico. La interfaz IF se ocupa de que las señales de los sensores se transmitan al microcontrolador μ C a través de un denominado bus SPI (interfaz periférica serial). También se pueden utilizar otras opciones para la transmisión.

25 El microcontrolador μ C procesa las señales de aceleración mediante la memoria S y mediante un algoritmo cargado desde la memoria S. Por lo tanto, la memoria S presenta zonas temporales y no temporales. También se pueden conformar de manera separada. Adicionalmente, el microcontrolador μ C utiliza la señal de un sensor de aceleración BS5 que se encuentra en la unidad de control SG, el cual se encuentra conectado con el microcontrolador μ C a través de una interfaz de soporte lógico. Además, la transmisión desde el sensor de aceleración BS5 hacia el microcontrolador μ C se puede realizar de manera analógica o digital, en donde en la transmisión analógica, el propio microcontrolador μ C presenta un convertidor analógico-digital. El sensor de aceleración BS5 es sensible en el sentido longitudinal del vehículo a motor. Se pueden utilizar otros ejes adicionales de sensibilidad o en lugar de dicho eje, también otros sensores de aceleración y otros sensores de velocidad de rotación.

30 Además de los sensores representados en este caso, se pueden proporcionar también sensores periféricos, sensores de colisión lateral, como sensores de presión atmosférica, y un sistema de sensores de ocupantes, en donde dichas opciones de sensores transmiten sus datos al microcontrolador μ C. El microcontrolador μ C evalúa todas las señales de sensores mencionadas mediante sus algoritmos, y ante un caso de activación genera una señal de activación que se transmite también a través del bus SPI a un circuito de activación FLIC. En relación con dicha señal de activación, el circuito de activación FLIC se ocupa de la activación de los sistemas de seguridad para personas PS correspondientes.

35 El microcontrolador μ C ejecuta el método conforme a la presente invención. Además, no sólo ejecuta un algoritmo de activación, sino que también ejecuta una evaluación particular de las señales, en tanto que dicho microcontrolador divide la señal de aceleración en dos rangos de frecuencia, y además determina la dinámica respectivamente en dichos rangos de frecuencia, y establece una relación entre dichas dinámicas. El concepto mencionado anteriormente, se basa en el hecho de que particularmente la señal de alta frecuencia, presenta la información en relación con el objeto, es decir, si se trata de un objeto duro o de un objeto blando, o en relación con la colisión, es decir, si se trata de una colisión iniciadora o de una colisión no iniciadora. Para la determinación de la dinámica de la señal de aceleración o bien, de una componente de alta o baja frecuencia de dicha señal, se puede utilizar la señal de aceleración sumada de manera absoluta o bien, una componente de alta o baja frecuencia de dicha señal. Para lograr una mejor diferenciación de las frecuencias, resulta ventajosa la provisión de la componente de alta frecuencia o la señal de accidente completa, con un retraso en el tiempo.

45 La relación de las dinámicas se compara después con un valor umbral, con el fin de determinar si se requiere una influencia en relación con dicha consideración de la dinámica del algoritmo principal de activación. Para evitar además una operación de división en la conformación de la relación, se evalúa simplemente el valor umbral con el denominador de la relación. El valor umbral se puede realizar de manera constante o de manera adaptativa. La

adaptación se puede realizar en función de la señal de aceleración, de la primera o la segunda integral, u otros parámetros, como por ejemplo, la velocidad del vehículo a motor que se puede determinar a través del bus CAN.

5 Para ejecutar el método de una manera particularmente fiable, se proporciona un contador que se incrementa en relación con dicha comparación del valor umbral, es decir, que mientras más seguido se exceda el valor umbral o por más tiempo, más se incrementa el contador. Dicho contador también se compara con un valor umbral correspondiente, para determinar si la consideración de la relación es estable.

Si se consideran una pluralidad de señales de diferentes sensores como en el presente caso, entonces se ponderan las dinámicas de las señales individuales de cada sensor, es decir, de la manera anteriormente mencionada.

10 La figura 2 muestra algunos elementos del soporte lógico que utiliza el microcontrolador μ C. Entre ellos se encuentran la interfaz de soporte lógico IF2, el módulo de evaluación 20 que evalúa la señal de aceleración para determinar si se debe realizar la activación o no, el módulo de evaluación 21 que evalúa las dinámicas de las señales de la manera indicada conforme a la presente invención, y el módulo de activación 22 que genera finalmente la señal de activación. Se pueden proporcionar otros módulos de soporte lógico. Dicho soporte lógico se puede almacenar también en un soporte de datos como programa de ordenador. Como soporte de datos se
15 consideran las memorias magnéticas, magneto-ópticas, ópticas o electrónicas.

La figura 3 muestra, en un diagrama de flujo, el método conforme a la presente invención. En la etapa del método 300, la señal de accidente se genera mediante los sistemas de sensores BS1 a BS5, y en la etapa del método 301 se somete a la evaluación conforme a la presente invención. En la etapa del método 302, el algoritmo de activación se calcula con la señal de accidente, en donde la evaluación influye eventualmente en dicha ejecución, por ejemplo,
20 mediante el ajuste de los valores umbrales. En la etapa del método 303, se activan eventualmente los sistemas de seguridad para personas PS.

La figura 4 explica, en un diagrama del desarrollo de una señal, un ejemplo para el desarrollo de una señal conforme a la presente invención. La señal de aceleración se filtra en el bloque 400, de manera que sólo permanece una componente de alta frecuencia a_HF, que se suministra a un decisor de valores umbrales 401. El valor umbral en el
25 decisor de valores umbrales 401 se evalúa con la señal de aceleración BS, en donde se realiza una adaptación de dicho valor umbral simultáneamente mediante el bloque 402, por ejemplo, en relación con la velocidad que se puede detectar mediante el bus CAN CAN, en relación con las señales periféricas de un sistema de sensores periféricos U, o en relación con la señal de la temperatura T. Sin embargo, la comparación del valor umbral se realiza en relación con la dinámica de las señales, es decir, de la señal de aceleración integrada de manera absoluta HF, o también la
30 dinámica de la señal de aceleración BS, en donde dicha determinación de la dinámica se realiza adicionalmente en el bloque 401.

En la etapa del método 404, se comprueba si dicho valor umbral ha sido excedido en el bloque 401. Si este no fuera el caso, entonces el método finaliza en la etapa del método 407. Sin embargo, si este fuera el caso, entonces se
35 influye en un decisor de valores umbrales 406. Dicho decisor de valores umbrales 406 se utiliza para comprobar si se debe generar una señal de activación o no. Para ello, el valor umbral se compara en el bloque 405 con una señal de aceleración procesada. En este caso, se puede tratar, por ejemplo, de la primera integral, es decir, de una señal de velocidad. También se puede realizar una promediación ponderada o se pueden tomar otras medidas alternativas. Se ha comprobado que también resulta ventajosa la utilización de la segunda integral. En la etapa del
40 método 408, se comprueba si el valor umbral ha sido excedido en la etapa del método 406. Si este no fuera el caso, entonces el método finaliza en la etapa del método 407. Si en la etapa del método 408 se ha establecido que el valor umbral ha sido excedido en el decisor de valores umbrales 406, entonces la señal de activación se genera en la etapa del método 409.

La figura 5 muestra otro diagrama del desarrollo de una señal. En este caso, por otra parte, la señal de aceleración BS se somete a un filtrado en el bloque 500, de manera que permanece una componente de alta frecuencia a_HF.
45 Dicha componente se somete a la determinación de la dinámica en la etapa del método 501, mediante la conformación de la integral absoluta. Simultáneamente a dicha determinación, la señal de aceleración se somete también a la determinación de la dinámica en el bloque 503. En la etapa del método 502, se realiza la comparación mediante el valor umbral. Dicha comparación se realiza de manera constante. Por otra parte, para evitar una operación de división, el valor umbral se evalúa y se compara con el valor de la dinámica de la señal de aceleración
50 BS, para determinar si dicho valor es menor al valor de la dinámica de la señal de alta frecuencia. Dicha diferencia se comprueba en la etapa del método 504. Si este no fuera el caso, el método finaliza en la etapa del método 505. Si este fuera el caso, en la etapa del método 506 se contabiliza el tiempo durante el cual el valor umbral ha sido excedido. Dicha operación se realiza a lo largo de una ventana de tiempo determinada. En la etapa del método 507 se comprueba si dicho contador supera otro valor umbral predeterminado, para determinar si el exceso del valor
55 umbral se puede caracterizar como fiable. Si este fuera el caso, en la etapa del método 508 se influye en el algoritmo principal de la manera anteriormente mencionada. Si este no fuera el caso, entonces el método finaliza en la etapa del método 509.

- 5 La figura 6 muestra, como se ha mencionado anteriormente, un diagrama de peso-rigidez, en donde la persona se desplaza en la zona central, en donde un adulto se encuentra en la parte superior derecha de dicha zona, y un niño de unos seis años de edad se encuentra en la parte inferior izquierda. En la primera zona, es decir, con una rigidez reducida y un peso reducido, se asociaría, por ejemplo, a un balón. En la zona por encima de dicha zona, se observaría un pájaro, un gato, y sobre ella una pelota de golf. En la zona por encima de la persona se podría asociar a un cubo de basura y una columna de acero de gran tamaño. En la zona derecha a la anteriormente mencionada, se observaría otro vehículo a motor o una pared.
- 10 La figura 7 muestra un diagrama de una señal en función del tiempo, en donde la oscilación 700 es una oscilación de 500 Hz, y la oscilación 701 es una media móvil sobre cinco valores, en donde la media móvil se presenta con un retraso de 1 milisegundo, que consiste en dos ciclos, y permite el paso del 98% de la amplitud de la señal.
- La figura 8 muestra otro diagrama de una señal en función del tiempo, en donde se representan una oscilación 800 de 250 Hz, y una media móvil 801. También en este caso, como se ha mencionado anteriormente, la media móvil presenta un retraso de 1 milisegundo, aunque ante dicha frecuencia, la media móvil sólo permite el paso del 47% de la amplitud de la señal. Esto demuestra la necesidad de un retraso de la señal o bien, de un retardo.
- 15 La figura 9 muestra una oscilación 90 de 400 Hz, y una media móvil 91, en donde los 400 Hz corresponden precisamente a la frecuencia de transmisión cero de una integral de ventana de 2,5 milisegundos. Por lo tanto, después del fenómeno transitorio, la media móvil es igual a cero, la cual ha sido adoptada sobre cinco valores iguales a 2,5 milisegundos.
- 20 La figura 10 muestra otro diagrama de una señal en función del tiempo, en donde se representa una oscilación 101 de 250 Hz retrasada 1 milisegundo, y una media móvil sobre cinco valores iguales a 2,5 milisegundos 102.
- La figura 11 muestra una oscilación 110 de 400 Hz retrasada 1 milisegundo, y una media móvil sobre cinco valores iguales a 2,5 milisegundos 112.
- 25 La figura 12 muestra el resultado de una evaluación de la dinámica de la señal, para curvas sinusoidales con frecuencias de 100 Hz a 500 Hz. Además, la señal 1201 corresponde a 500 Hz, y la señal 1209 corresponde a 100 Hz. Las señales entonces decrecen respectivamente hasta alcanzar alrededor de 50 Hz, partiendo de los 100 Hz.
- La figura 13 muestra el resultado de una evaluación de la dinámica de la señal, para curvas sinusoidales con frecuencias de 100 Hz, en este caso la curva menor 1307, hasta 400 Hz la curva 1301.
- La figura 14 muestra el resultado de una evaluación de la dinámica de la señal, para curvas sinusoidales con frecuencias desde 100 Hz 1407 hasta 400 Hz 1401.
- 30 La figura 15 muestra el resultado de la evaluación de la dinámica de la señal, de acuerdo con la fórmula 2 para colisiones de vehículos a motor: La colisión no iniciadora 1501 en comparación con la colisión iniciadora 1502. Después de veinte ciclos, es decir, 10 milisegundos según la clase de algoritmo, se puede realizar una diferenciación inequívoca entre colisiones iniciadoras y no iniciadoras. Por lo tanto, la evaluación resulta fiable desde dicho punto en el tiempo.
- 35 La figura 16 muestra, en el diagrama superior, la señal de aceleración del sensor de aceleración izquierdo y del derecho, que se indica con el símbolo de referencia L o bien, R. Esta es la prueba que se realiza para el denominado criterio del modelo de piernas, que presenta 13,4 Kg. a 20 km/h. El diagrama en el centro muestra la señal de aceleración para la derecha y para la izquierda, que se indica con R y L, sin embargo, en este caso para la columna de acero que presenta 12,2 Kg. a 20 km/h. En el diagrama inferior se representa la evaluación de la
- 40 dinámica de la señal, de acuerdo con la fórmula 7 para ambos criterios, es decir, las curvas se indican en este caso respectivamente con los símbolos de referencia LEG para el criterio de las piernas y SP para la columna de acero.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Método para la activación de sistemas de seguridad para personas (PS) en relación con una evaluación de, al menos, una señal de accidente (BS), **caracterizado porque** la evaluación es influenciada en función de una relación de una respectiva dinámica de la, al menos una, señal de accidente dividida en dos rangos de frecuencia, en donde ambos rangos de frecuencia se diferencian en, al menos, un tercer rango de frecuencia.
- 2.** Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la relación se conforma a partir de una componente de alta frecuencia y/o de baja frecuencia y/o a partir de la señal de accidente completa, en donde se incluye un retraso en el tiempo para una determinación de la componente de alta frecuencia o de la señal de accidente completa.
- 10 **3.** Método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** la respectiva dinámica se determina mediante la suma de las componentes o de la señal de accidente completa.
- 4.** Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la influencia de la evaluación se realiza de manera que se modifica, al menos, un primer valor umbral en función de la relación.
- 15 **5.** Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la influencia se realiza en función de una comparación de la relación con un segundo valor umbral.
- 6.** Método de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado porque** en una ventana de tiempo predeterminada, se incrementa un contador en función de la comparación.
- 7.** Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la relación para una pluralidad de señales de accidente, se conforma mediante una suma ponderada.
- 20 **8.** Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 ó 7, **caracterizado porque** el segundo valor umbral se modifica en función de la velocidad del vehículo a motor y/o un punto de impacto o la temperatura ambiente.
- 9.** Dispositivo para la activación de sistemas de seguridad para personas (PS) con:
- al menos, una interfaz (IF1, IF2) que proporciona, al menos, una señal de accidente (BS) de un sistema de sensores de accidente (BS1 a BS5),
 - 25 - un circuito de evaluación (μ C) que genera una señal de activación en función de la, al menos una, señal de accidente (BS),
 - un circuito de activación que activa los sistemas de seguridad para personas (PS), en función de la señal de activación,
- 30 **caracterizado porque** el circuito de evaluación (μ C) está configurado de tal manera que dicho circuito de evaluación (μ C) influye en la generación de la señal de activación en función de una relación de la respectiva dinámica de la, al menos una, señal de accidente dividida en dos rangos de frecuencia, en donde ambos rangos de frecuencia se diferencian en, al menos, un tercer rango de frecuencia.
- 10.** Programa de ordenador que ejecuta todas las etapas de un método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, cuando se ejecuta en una unidad de control (SG).
- 35 **11.** Producto de programa de ordenador con un código de programa que se encuentra almacenado en un soporte legible por máquina, para la ejecución del método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, cuando el programa se ejecuta en una unidad de control.

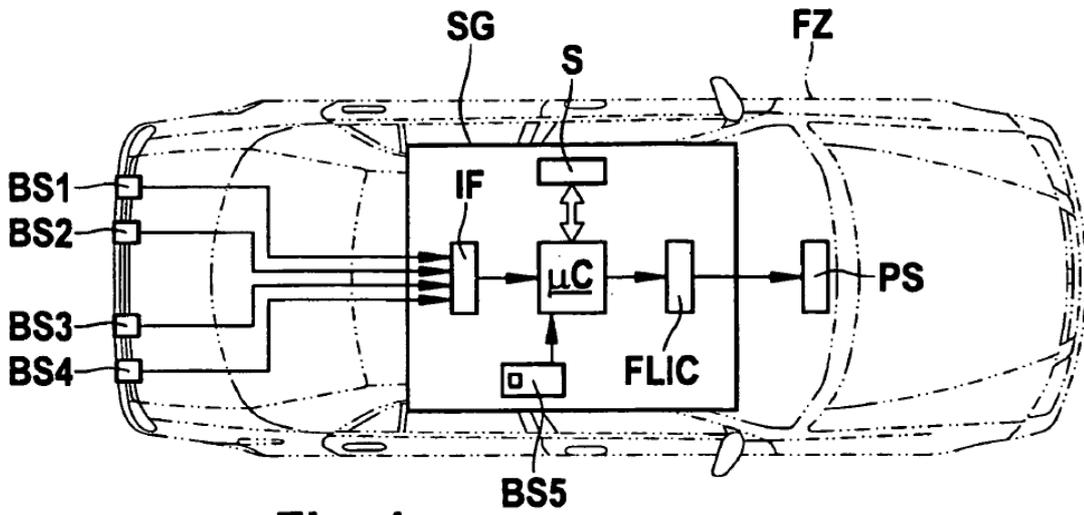


Fig. 1

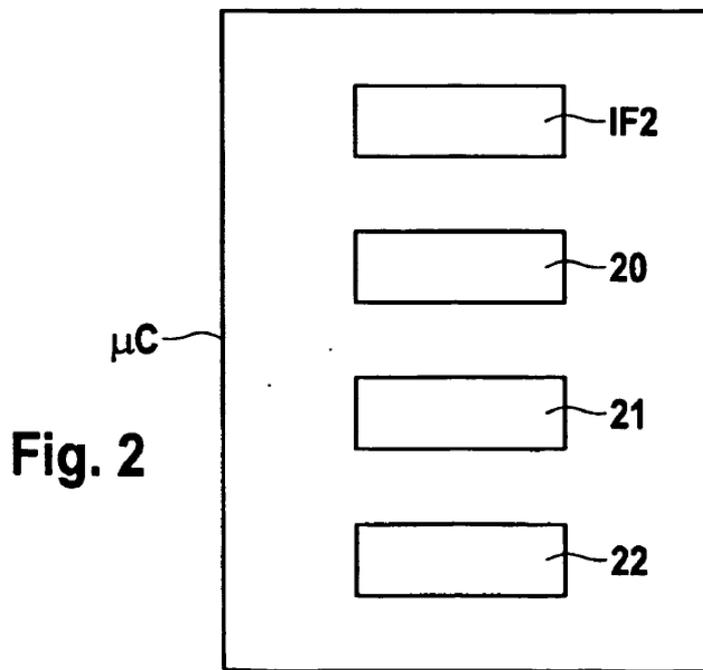


Fig. 2

Fig. 3

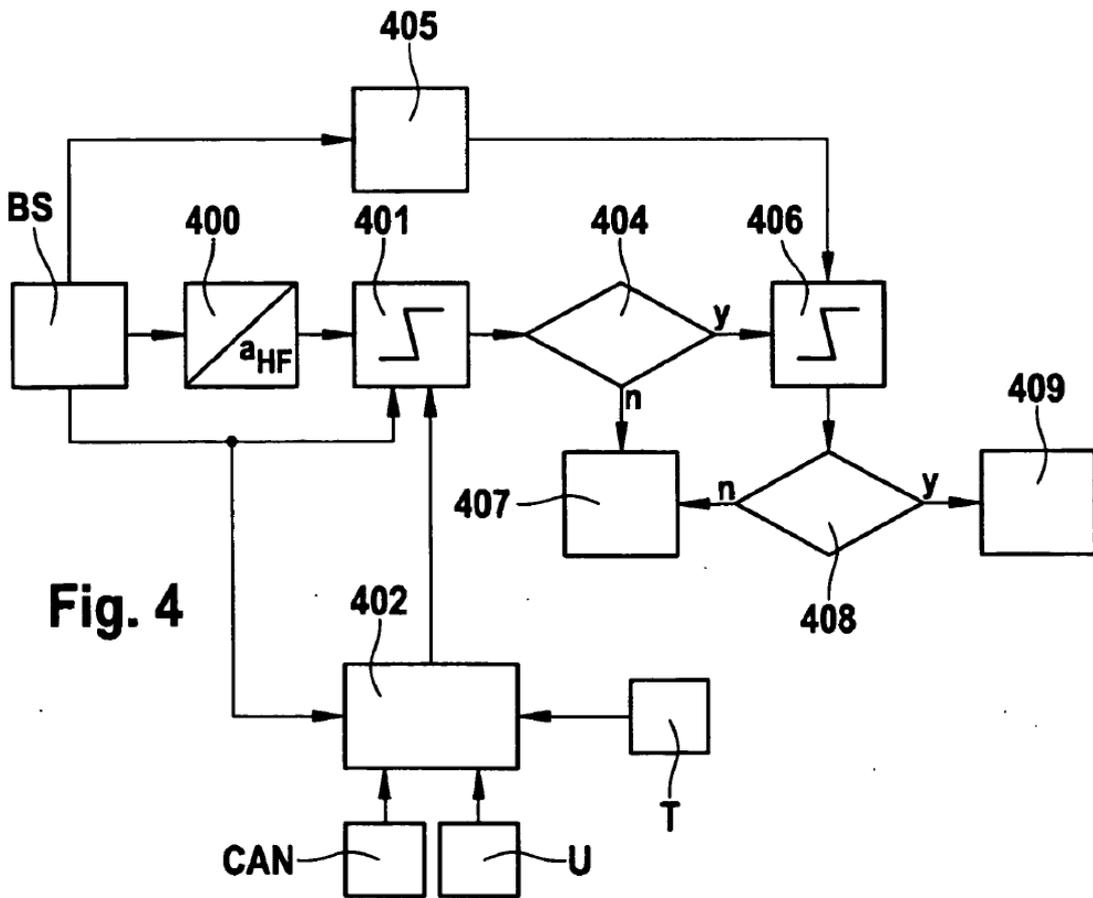
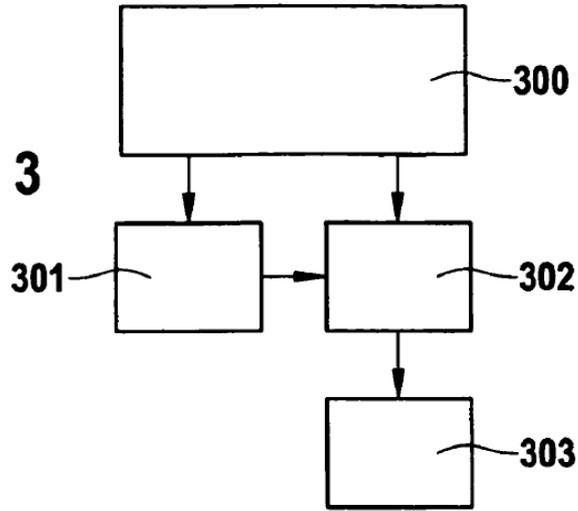


Fig. 4

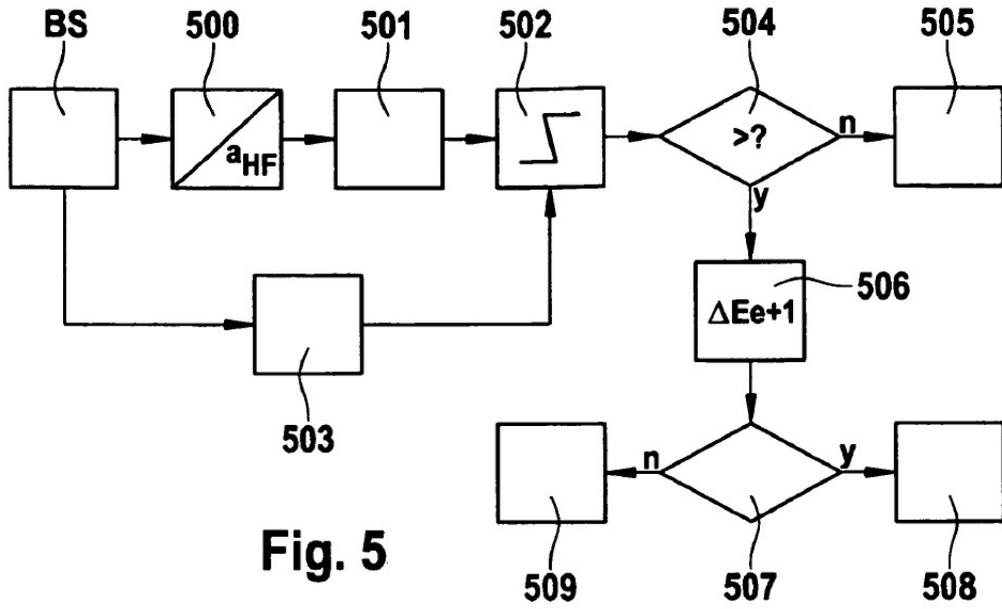
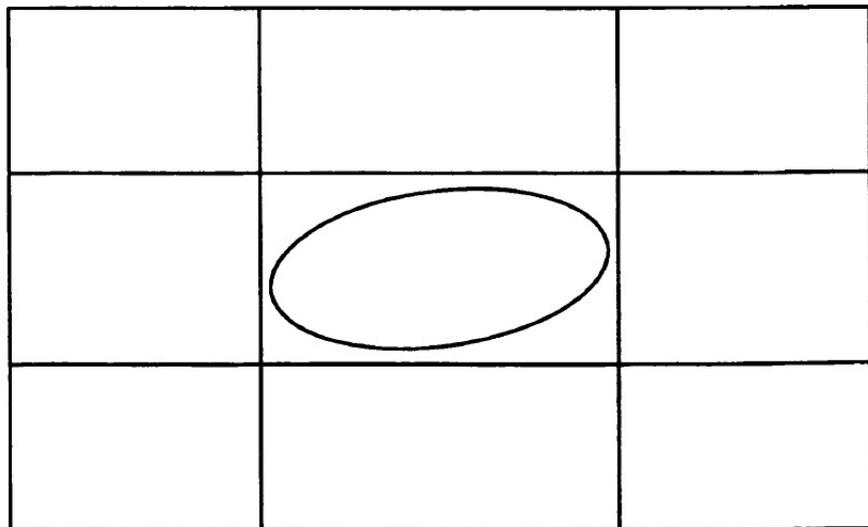


Fig. 5

Dureza del objeto

Fig. 6



Peso

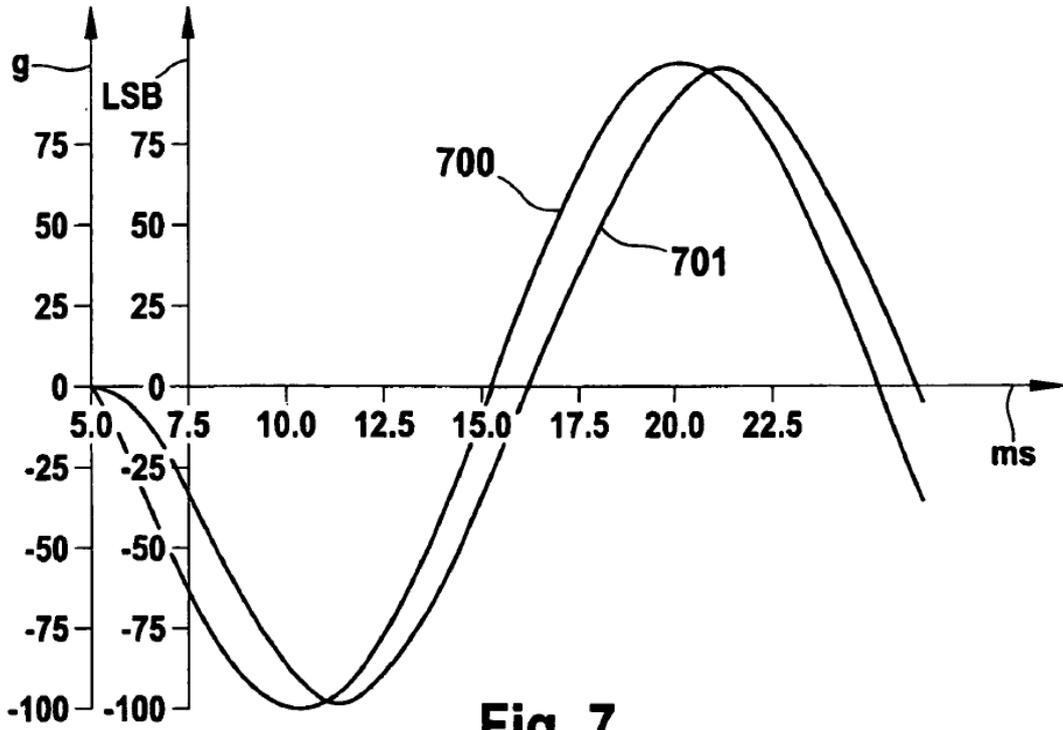


Fig. 7

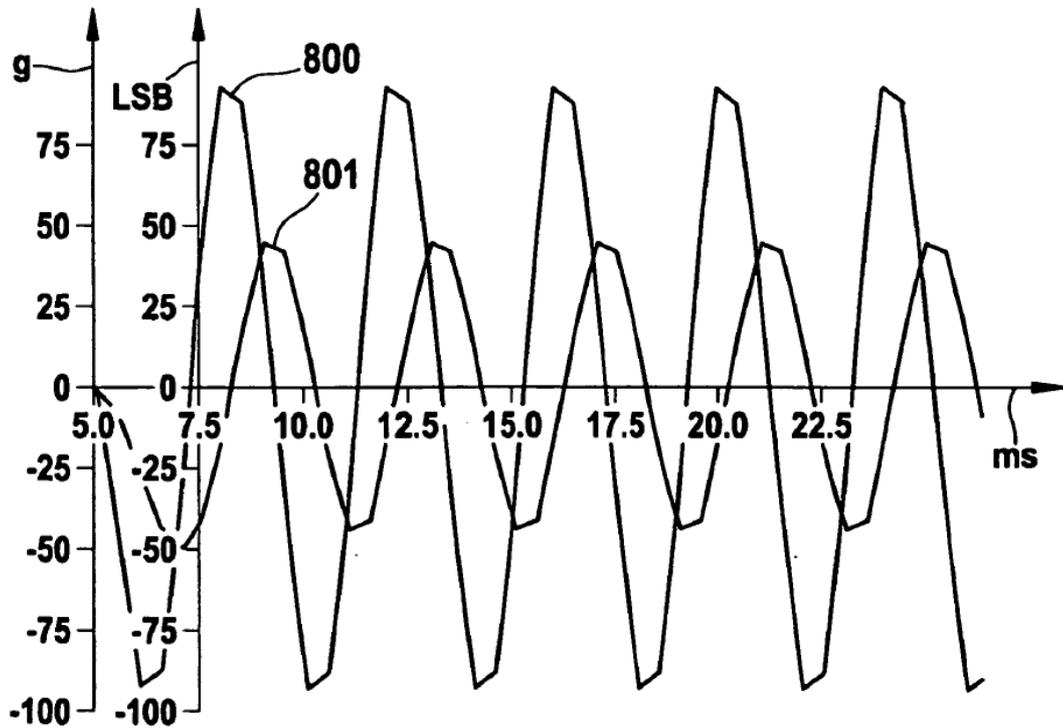


Fig. 8

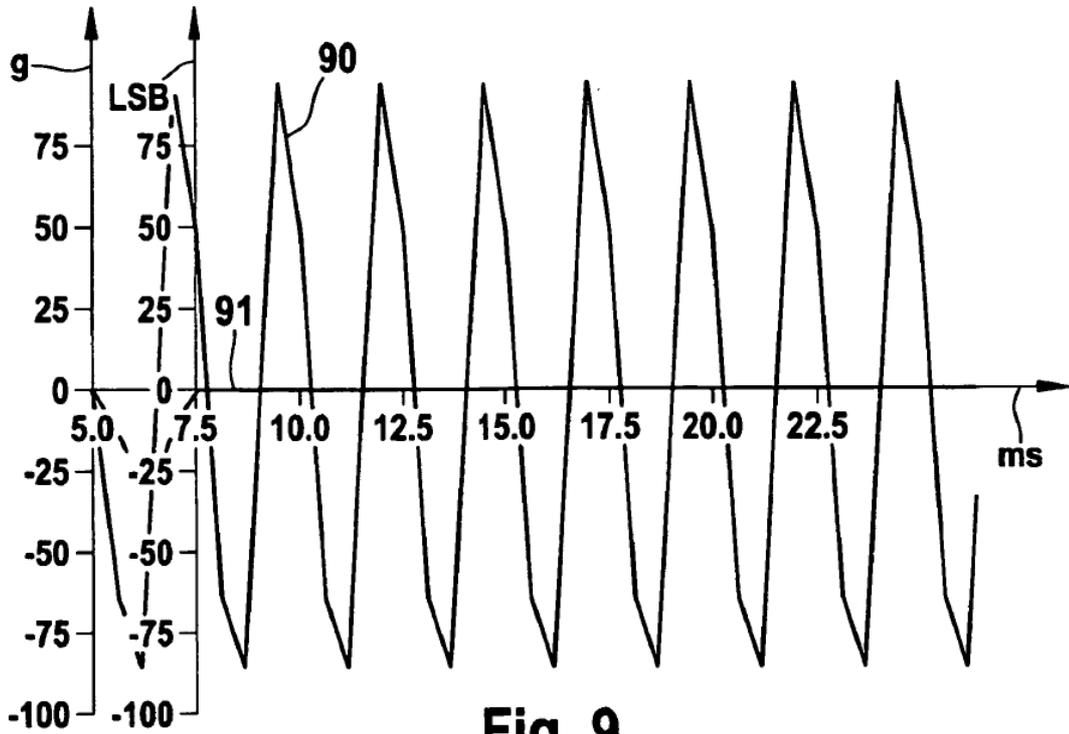


Fig. 9

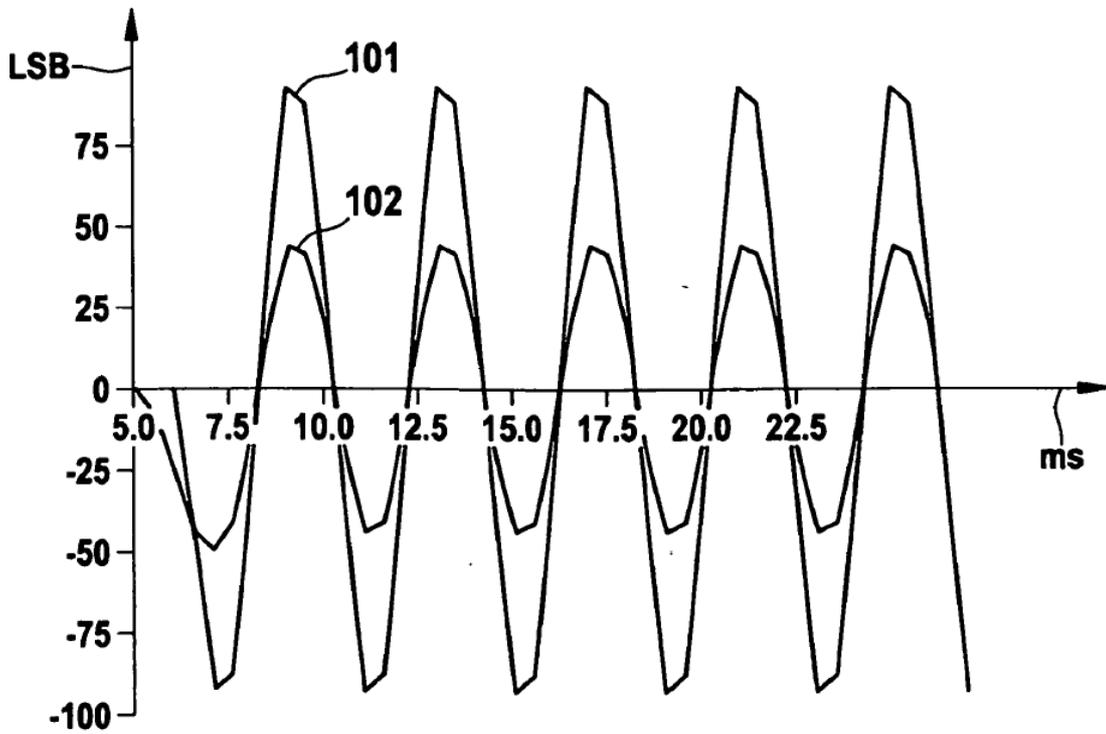


Fig. 10

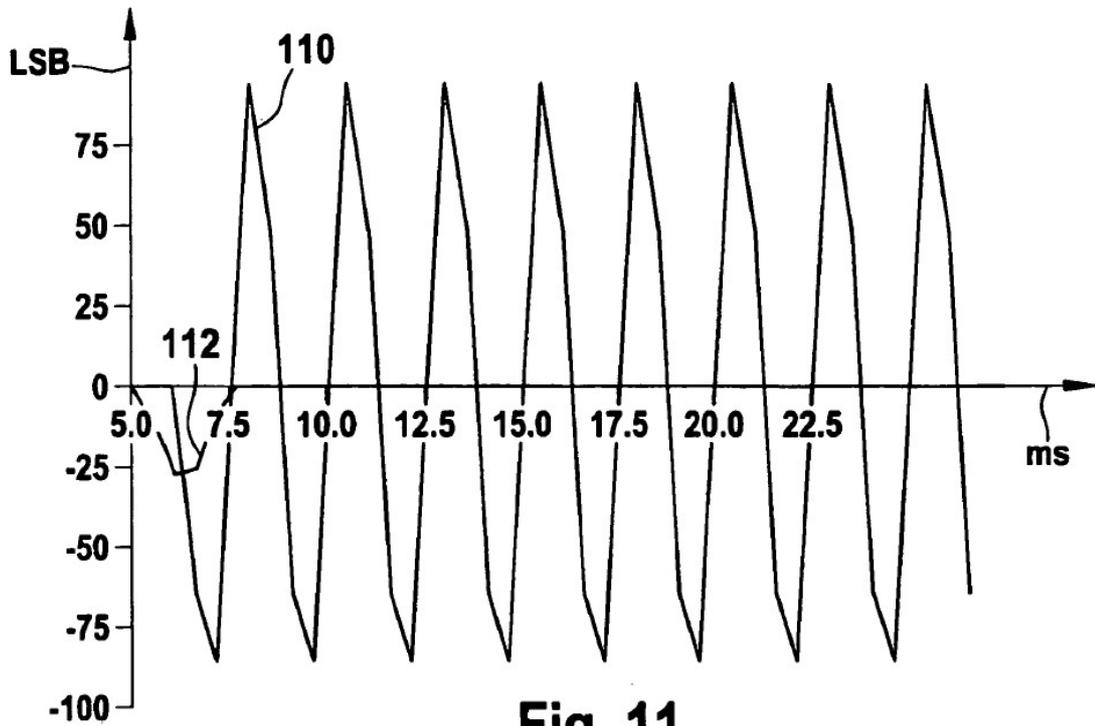


Fig. 11

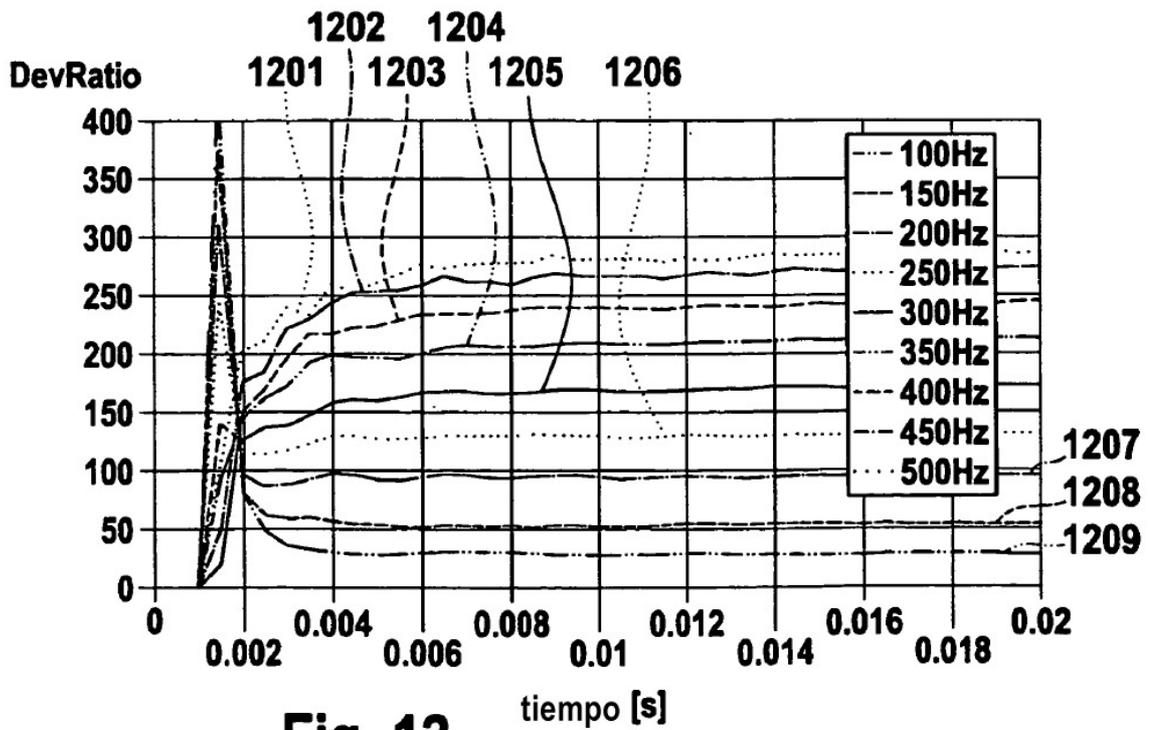


Fig. 12

DevRatio2

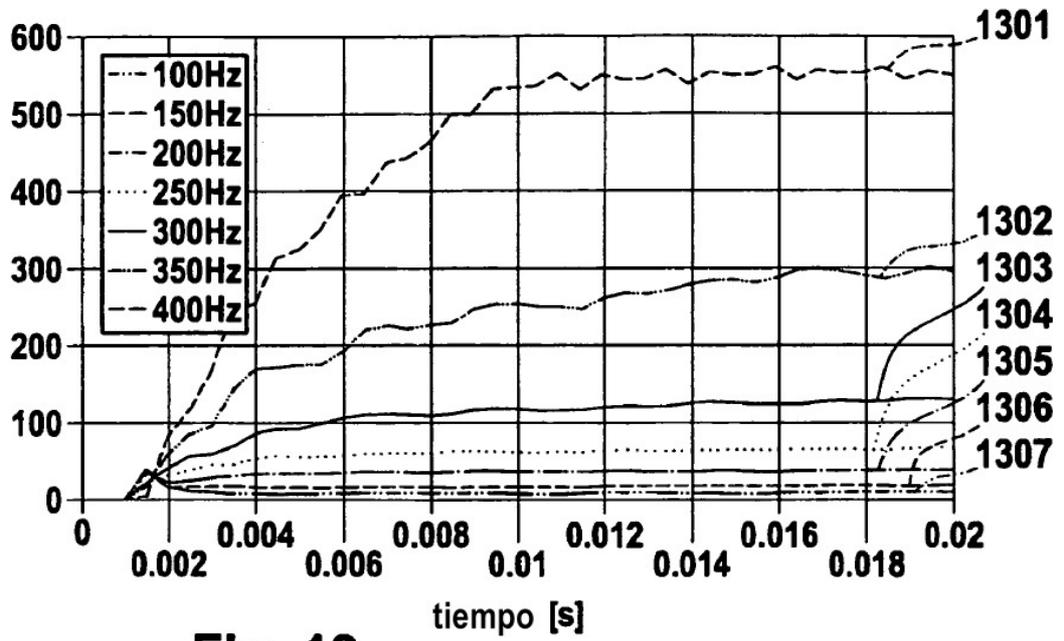


Fig. 13

AbsRatio

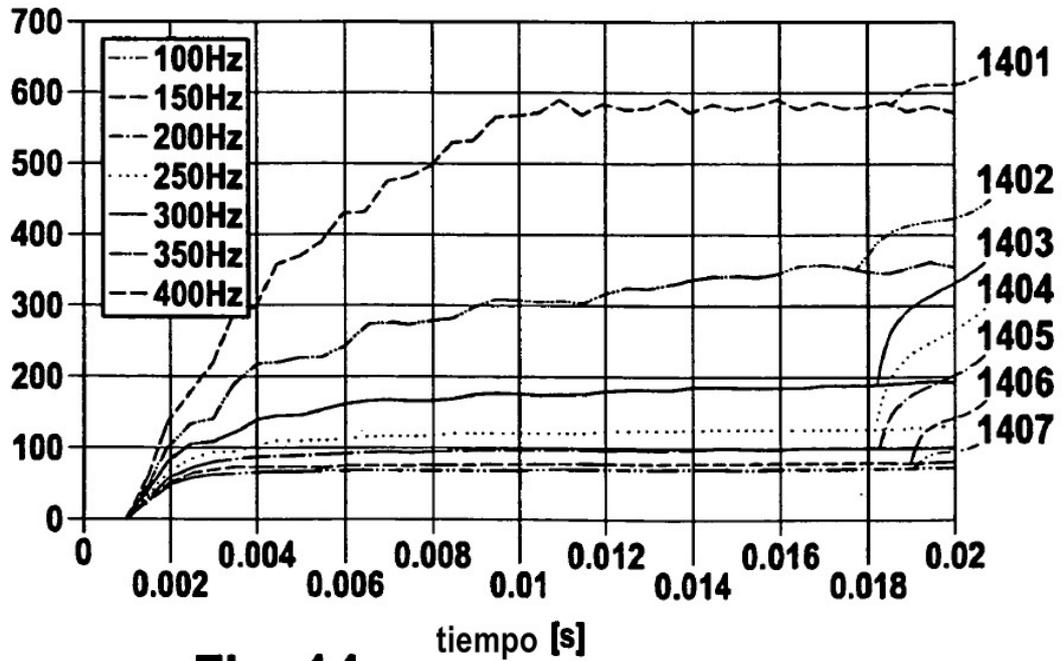


Fig. 14

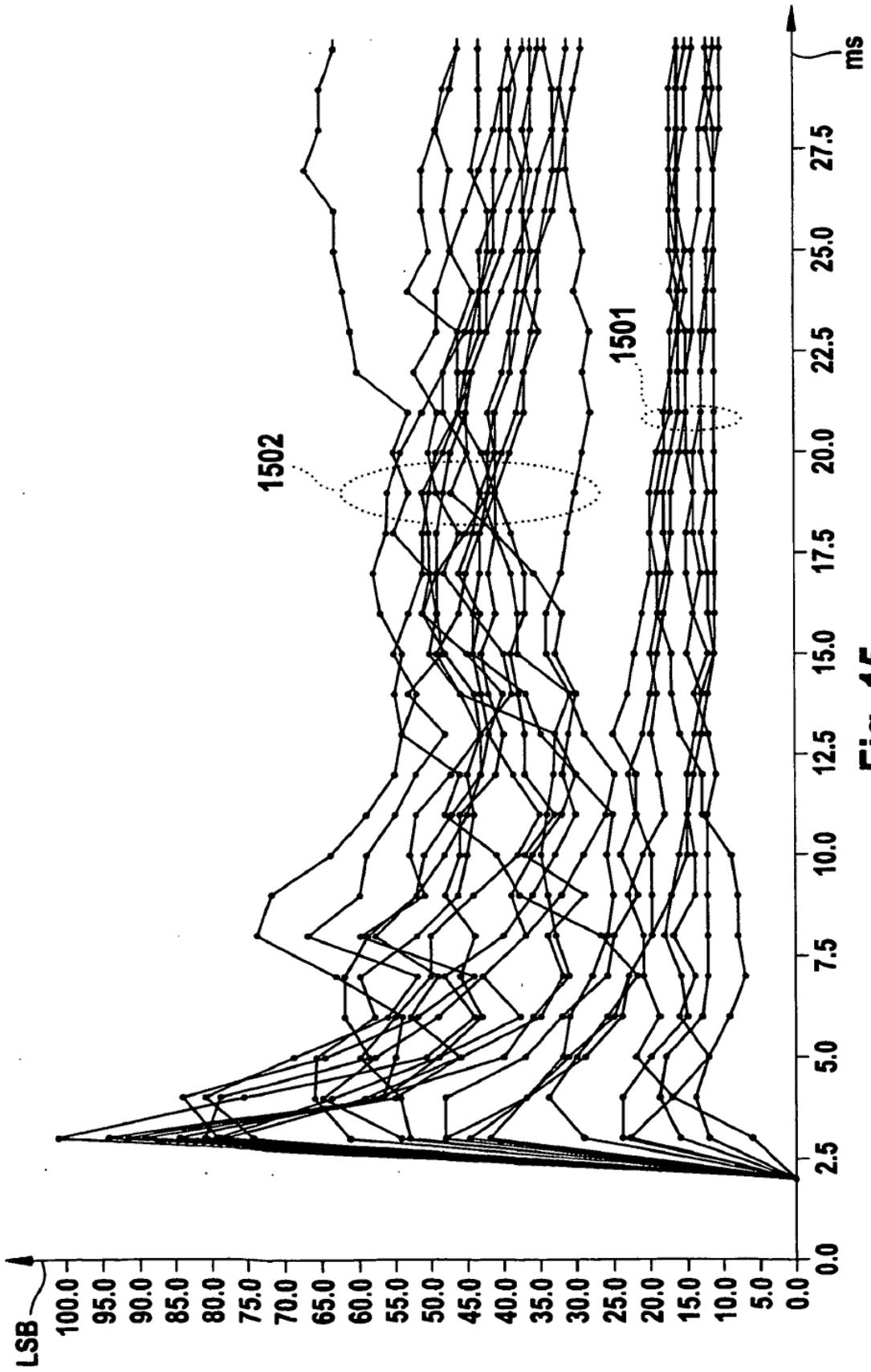


Fig. 15

Fig. 16

