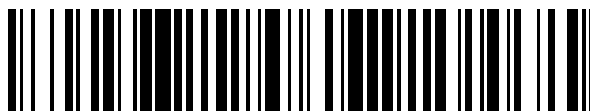


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 783 648**

51 Int. Cl.:

**G01L 5/28** (2006.01)

**G01M 17/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.02.2016 PCT/IB2016/050687**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **18.08.2016 WO16128899**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2016 E 16713986 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019 EP 3256830**

54 Título: **Aparato multiplacas y método para verificar el sistema de frenado de vehículos terrestres con al menos dos ejes**

30 Prioridad:

**11.02.2015 IT VA20150002**

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

**17.09.2020**

73 Titular/es:

**VAMAG S.R.L. (100.0%)  
Via Giovanni Pascoli 15  
21012 Cassano Magnago (VA), IT**

72 Inventor/es:

**CROSTA, GIANFRANCO y  
RATTI, ALESSANDRO**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 783 648 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**

Aparato multiplacas y método para verificar el sistema de frenado de vehículos terrestres con al menos dos ejes

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a un aparato y a un método para verificar el sistema de frenado en vehículos terrestres con ruedas de goma; más en particular, el aparato para la verificación del sistema de frenado es adecuado para vehículos con más de dos ejes.

**Antecedente técnico**

La seguridad de un vehículo de carretera depende de la capacidad de control del mismo, en particular de la capacidad del mismo para detenerse, especialmente en condiciones de emergencia.

10 Un vehículo en marcha es frenado por la fuerza que se desarrolla entre sus ruedas y la superficie de la carretera; dicha fuerza se genera debido al efecto de la fricción desarrollada cuando cada rueda se descompone a su vez por el sistema de frenado (disco o tambor) del vehículo.

La capacidad de frenado de un vehículo por lo tanto depende de la combinación correcta de múltiples elementos.

15 - la aplicación oportuna de la acción correcta sobre los elementos (tambores o discos) que definen el sistema de frenado;

- el modo de reacción del chasis del vehículo y de los miembros de suspensión correspondientes,

- la presencia de fricción adecuada entre la rueda y la superficie de la carretera.

20 La presente invención se ocupa de la verificación del funcionamiento correcto del sistema de frenado en general, por lo tanto con referencia no solo al funcionamiento del mismo en condiciones estacionarias, sino también a las interacciones reales que se muestran con el chasis del vehículo y con el suelo en condiciones dinámicas.

25 Las reglas proporcionan una verificación periódica de la capacidad de frenado de los vehículos. Actualmente existen dos aparatos para determinar la eficiencia de frenado: un aparato de rodillos y un sistema de plataforma. El primero de los dos proporciona rodillos accionados por motor, que hacen girar las ruedas del vehículo; al accionar el sistema de frenado, se produce un par resistente en el eje que acciona los rodillos: mediante la medición de dicho par es posible obtener la fuerza de frenado del sistema. Este último proporciona "placas" instrumentadas flotantes, en general denominadas plataformas, en las que es posible medir tanto la fuerza vertical aplicada sobre la plataforma (acción del peso real o aparente del vehículo), como la fuerza horizontal (movimiento del vehículo y fuerzas de frenado).

30 El sistema de rodillos tiene la ventaja de una mayor repetibilidad en la medición, es más compacto y menos costoso; sin embargo, permite realizar una medición de la fuerza de frenado de una manera extremadamente "sintética" y teórica. De hecho, en una situación real, cuando el vehículo frena, debido al efecto del comportamiento del chasis y de los amortiguadores, hay un cambio en la distribución de los pesos que altera también la dinámica del frenado: este efecto se descuida por completo en la medición realizada por los rodillos.

35 El sistema de plataforma - a pesar de ser menos repetible y también más voluminoso y más costoso - permite, sin embargo, simular de manera más precisa la dinámica del frenado real, incluidos los efectos de desplazamiento de carga en las ruedas individuales.

Además, cuando un vehículo frena en la carretera, la eficiencia de frenado depende de la suma de las eficiencias de cada rueda individual, y la seguridad de frenado también depende del equilibrio correcto de tales fuerzas: esta condición es detectable solo con el sistema de plataforma.

40 Un ejemplo de la técnica anterior se describe en el documento de Estados Unidos US5305636. Se refiere a un sistema para verificar las características de frenado de un vehículo, que utiliza placas de reposo con sensores de peso tanto estáticos como dinámicos y que lee las fuerzas verticales y horizontales. En el caso de que los ejes sean más de dos, se establece que el número de placas puede variar para poder leer varios ejes al mismo tiempo, pero no se proporciona ninguna indicación sobre cómo deben colocarse dichas placas. Una evolución de este sistema por el mismo inventor se describe en el documento de Estados Unidos US5979230: aquí se establece organizar un par de placas a una distancia preestablecida para detectar múltiples ejes de un vehículo largo; se sugieren técnicas preferidas que imponen velocidades de entrada y salida del vehículo en el sistema. Los ejes en cualquier caso se detectan individualmente.

50 Ninguno de los sistemas mencionados anteriormente es per se capaz de detectar la relación de tiempo entre las acciones de frenado de los distintos ejes de un vehículo, ni de distinguir el efecto producido por el eje único. Por tal motivo, estos sistemas de la técnica anterior establecen genéricamente que los ejes de las ruedas permanezcan en la misma placa de detección durante la acción de frenado. En el último análisis, eso limita la velocidad de prueba del vehículo y obliga a construir las placas lo suficientemente largas como para albergar todo el espacio de frenado.

En algunos casos, para tratar con vehículos de ejes múltiples, se ha sugerido explícitamente el uso de un sistema de placas múltiples, en el que – como evolución natural de dichos sistemas - se instala una placa de detección para cada rueda de frenado (consulte la tabla de la Figura 1, que de manera ejemplar se refiere a un vehículo de dos ejes y la Figura 2, que se refiere a un vehículo de tres ejes).

5 Al igual que en los documentos US'636 y US'230 mencionados anteriormente, durante la operación, normalmente cada placa detecta exclusivamente su propio eje relevante, para el cual se ha dispuesto y colocado adecuadamente.

Sin embargo, debido a la gran variabilidad en la distancia entre ejes de los vehículos, pero especialmente de los vehículos pesados de múltiples ejes, es imposible construir un sistema de placas múltiples que sea adecuado para cualquier tipo de vehículo, a menos que se defina una ruta continua de placas de detección pequeñas, dichas placas están dispuestas a una distancia cercana entre sí, como se contempla en el documento de Estados Unidos US6481298, lo que es económicamente oneroso.

10 En la tabla propuesta en la Figura 3, por ejemplo se contempla un caso de un sistema de plataforma con cuatro placas sucesivas, que, sin embargo, no es adecuado para el vehículo de tres ejes sobrepuesto: de hecho, se puede ver que las ruedas de dos ejes, R<sub>1</sub> y R<sub>3</sub>, descansan sobre las dos placas extremas P<sub>4</sub> y P<sub>1</sub>, respectivamente, pero la rueda de un tercer eje R<sub>2</sub> descansa sobre las dos placas P<sub>4</sub> y P<sub>3</sub>. En esta circunstancia, el sistema de plataforma convencional proporcionaría una lectura incorrecta de las fuerzas de frenado.

15 Tenga en cuenta además que una detección puntual en los ejes individuales sin la oportunidad de una detección de las fuerzas en todo el vehículo impide la posibilidad de hacer más consideraciones sobre el estado de salud del vehículo en general.

#### 20 **Breve descripción de la invención**

El objeto de la presente invención es proporcionar un sistema multiplataforma que permita superar los problemas descritos y, en particular, permitir la verificación del sistema de frenado en vehículos terrestres con más de dos ejes de rueda, que excede los límites de los límites de las distancias entre ejes específicas.

25 En particular, se desea obtener una detección de las fuerzas que actúan en general en todo el sistema del vehículo, para poder obtener más indicaciones sobre el estado general de funcionamiento del sistema de reposo en el suelo del vehículo, incluido el sistema de frenado, ruedas y sistema de amortiguación.

Tales objetos se logran con un sistema multiplataforma que tiene las características indicadas en las reivindicaciones principales adjuntas. Las reivindicaciones dependientes describen otras características preferenciales de la invención.

#### **Breve descripción de los dibujos**

30 Las características y ventajas adicionales de la invención son en cualquier caso más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas, dada únicamente como un ejemplo no limitativo e ilustrada en los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1, como se mencionó, es un diseño de plataforma de la técnica anterior, que proporciona el soporte de dos ruedas sobre dos placas respectivas;

35 La Figura 2, como se mencionó, es un diseño similar al de la Figura 1 que proporciona el soporte de tres ruedas sobre tres placas respectivas;

La Figura 3 es otro diseño de plataforma de la técnica anterior, que ilustra la interacción entre cuatro placas en sucesión y tres ruedas, una de las cuales cruza dos placas;

40 La Figura 4 es un diseño del sistema según una realización de la invención, que emplea cuatro placas, en la etapa inicial de medición de la velocidad de entrada;

La Figura 5 es un diseño similar al de la Figura 4 en un paso inicial de la prueba de medición en un vehículo de tres ejes;

La Figura 6 es un diseño similar al de la Figura 4 en el paso final de la prueba de medición, que muestra el desplazamiento de parte de los ejes de una placa a la otra;

45 La Figura 7 muestra un diagrama de integración de mediciones en un eje que, en el paso de frenado, va de una placa a la siguiente;

La Figura 8 es una vista en perspectiva esquemática de un sistema ejemplar de la invención;

La Figura 9 es un diagrama cinemático del vehículo con los amortiguadores y las ruedas del mismo;

50 La Figura 10 es un diagrama de las fuerzas detectadas dependiendo del tiempo en el que se informan los parámetros que se adquieren según una realización preferida de la invención; y

Las Figuras 11 y 12 son dos diagramas relacionados con la detección de las oscilaciones de las fuerzas medidas a lo largo del tiempo para un sistema eficiente y para uno en el que el amortiguador delantero es ineficiente, respectivamente.

**Descripción detallada de las realizaciones preferidas**

5 Un sistema de verificación de un sistema de frenado consiste en una pluralidad de placas de detección, alineadas según una dirección de prueba (es decir, la dirección de movimiento del vehículo) en dos caminos paralelos dispuestos a una distancia transversal típica, igual al promedio de la marca hecha por la rueda de los vehículos a verificar.

10 Cada placa de detección, de una manera conocida per se, comprende una placa de reposo superior montada integralmente con un marco de soporte que se encuentra encima o dentro de un asiento incrustado en el plano de referencia (es decir, el terreno de rodadura del vehículo). Por lo tanto la placa superior termina al ras con el plano de referencia o tiene pendientes ascendentes/descendentes, de modo que las ruedas del vehículo pueden ir sobre ellas continuamente. Para tal fin, las superficies superiores de las placas deben ser mutuamente coplanas con una tolerancia máxima de +/- 5 mm. Preferiblemente la superficie de reposo de las placas debe tener un coeficiente de fricción igual a al menos 0,6 incluso en condiciones húmedas.

15 Un mecanismo de conexión entre la placa y el marco define un dispositivo de detección de las tensiones que actúan sobre la placa, por ejemplo a través de una disposición adecuada de galgas extensométricas.

20 El dispositivo de detección de cada placa está configurado además para detectar tanto tensiones verticales, por lo tanto principalmente el peso que actúa sobre la placa, como tensiones horizontales. Las tensiones horizontales son sustancialmente atribuibles a la fuerza horizontal generada por el vehículo, a través de los neumáticos, debido al movimiento ascendente del mismo sobre la placa y al frenado posterior.

La longitud de estas placas es fija y está optimizada, en función del promedio de la flota de vehículos en circulación, de modo que:

- dos ejes adyacentes del vehículo nunca pueden encontrarse simultáneamente en la misma placa;
- el número de placas, al menos igual a tres, es el mínimo posible en relación con la longitud máxima del vehículo a ser medido, teniendo en cuenta que es necesario "cubrir" también una longitud adicional correspondiente al espacio de frenado necesario para el vehículo para detenerse;
- la distancia entre placas no debe exceder un valor umbral, más allá del cual se alterarían las condiciones de frenado, porque habría un cambio significativo del coeficiente de fricción de la rueda en el suelo en la región de paso entre una placa y la otra.

30 La Figura 8 muestra una realización ejemplar según la invención. Como se ilustra, el sistema proporciona una serie de placas de detección, dispuestas de forma continua o preferiblemente discontinua (es decir, dos grupos separados para el conjunto frontal y el conjunto posterior), con una distancia mutua de 5 mm. El sistema ilustrado se proporciona para vehículos de tres ejes, con una distancia del eje L + 2 metros entre el primer eje (delantero) y el segundo eje y una distancia total del eje que no exceda X. El carril transversal exterior es de 2800 mm como máximo mientras que el interior es mínimo de 800 mm. Las placas individuales tienen una longitud de 1100 mm para poder operar con

35 vehículos con una distancia mínima entre ejes de 1100 mm y ruedas con un diámetro máximo de 1020 mm.

40 La disposición de la placa de detección individual no es relevante per se para la enseñanza de la invención. Por lo tanto será posible usar una placa de prueba de freno de un tipo conocido, adecuada para detectar (por ejemplo, mediante células de carga dispuestas adecuadamente) las fuerzas horizontales y las fuerzas verticales que actúan sobre ellas.

Al construir un sistema según estos principios es posible verificar, con un solo aparato, la eficiencia del sistema de frenado de cualquiera de los vehículos en circulación con el dispositivo técnico que se expone a continuación.

45 Una unidad de verificación electrónica detecta simultáneamente las señales de tensión provenientes de todas las placas, coordinándolas de manera original entre sí. Las características peculiares del sistema según la invención pueden apreciarse mejor recurriendo a una descripción del método de operación del mismo.

Después de haber ingresado (manualmente o mediante detección automática) en la unidad de verificación el número de ejes de las ruedas del vehículo, cuya eficiencia de frenado debe medirse, se procede de la siguiente manera:

- el vehículo se acelera hasta una velocidad preestablecida a la que se realizará la prueba;
- el vehículo debe correr sobre el sistema de plataforma a la velocidad de prueba (Figura 4), haciendo que avance (dirección F) hasta que todas las ruedas estén en las placas de detección;
- en este camino se detecta cuando las ruedas llegan a las placas determinando el instante  $T_1$  en el que el valor de la fuerza de carga vertical sobre la placa cambia de un valor nulo a un valor máximo; del mismo modo, el instante  $T_u$  en

- 5 el que el valor de la fuerza de carga vertical en la placa cambia de un valor máximo a un valor nulo indica el instante en que la rueda de ese eje se baja de la placa; el tiempo que transcurre entre el instante  $t_0$  en el que la primera rueda  $R_1$  se mete en un primer plato  $P_1$  y el instante  $t_1$  en el que dicha primera rueda  $R_1$  entra en la placa posterior  $P_2$ , conociendo la longitud de la placa, permite calcular la velocidad de entrada del vehículo (cuyo parámetro es relevante para establecer si la acción de frenado cumple con los requisitos de la regla);
- 10 - dado que la unidad de verificación posee la información relacionada con el número de ejes de ruedas del vehículo, puede calcular fácilmente cuál es el instante  $t_s$  es donde todas las ruedas llegaron a las placas, es decir, cuando la última rueda  $R_3$  - en un vehículo de tres ejes - ha sido el último en la primera placa  $P_1$  (posición mostrada en la Figura 5) y puede comenzar la adquisición de la medición de frenado real; opcionalmente, en este instante  $t_s$  se emite una señal sonora o visual (vea el sistema de semáforos en la Figura 8) que advierte al operador que comience a frenar;
- 15 - se inicia el frenado: el comienzo real del frenado en el instante  $t_{w1}$  se determina preferiblemente mediante el uso de un sensor adecuado que detecta la presión impartida sobre el pedal del freno, por ejemplo con un dispositivo como se describe en el documento EP2806255 en nombre del mismo solicitante;
- 20 - el vehículo realiza el frenado y todas las placas detectan las tensiones verticales y horizontales transmitidas por el vehículo; durante esta intervención de desaceleración, el vehículo por supuesto continúa moviéndose y las ruedas respectivas se mueven a lo largo de una misma placa y también pueden moverse de una placa a otra (precisamente porque, como se indicó, las placas no están dispuestas específicamente para un único vehículo); al final del frenado, es decir, en el instante  $t_{w2}$  cuando el vehículo está parado y ya no se detectan cambios significativos de las tensiones, el vehículo afectará algunas placas que no son necesariamente las mismas que al comienzo del frenado; más precisamente, con referencia a la Figura 6 (donde una comparación entre los tres ejes de las ruedas se representa en la posición al comienzo del frenado  $t_{w1}$  - referencias sin superíndices - y al final del frenado  $t_{w2}$  - referencias con superíndices), se puede notar que la rueda  $R_3$  se ha quedado en la placa  $P_1$ , mientras que las ruedas  $R_2$  y  $R_1$  han pasado a las placas  $P_3$  y  $P_4$ , respectivamente.
- 25 Según la invención, el procesamiento informático, implementado en un software adecuado a bordo de la unidad de verificación, determina y gestiona esta situación de cambio de la placa de detección durante el período de adquisición de datos. En particular, para poder adquirir la tensión de frenado de cada eje, el proceso informático funciona mediante la integración de las mediciones detectadas en dos (o más) placas posteriores cuando se detecta que un eje se ha movido de una placa a la otra (o a múltiples placas). Como se esquematiza en la Figura 6, esta operación consiste, en el modo más simple, en sumar las fuerzas horizontales detectadas entre dos placas posteriores afectadas por el mismo eje de la rueda durante el espacio de frenado; esta suma (o integración en términos más generales) debe por lo tanto realizarse solo en la condición en que se detecta el paso de las dos ruedas de un eje de una placa a la siguiente. Por lo tanto la unidad de verificación debe determinar, dentro del intervalo de tiempo de la acción de frenado (por lo tanto después del instante de inicio del frenado), cuáles son las placas de las que se ha salido una rueda y cuáles son las placas en las que se ha subido una rueda, según la detección de la tensión vertical debido principalmente al peso del vehículo. En todos los casos en que, en la ventana de tiempo de frenado  $t_{w1} - t_{w2}$ , una placa  $P_n$  ha sufrido una marcada reducción de la tensión vertical y una placa posterior  $P_{n+1}$  ha sufrido al menos un aumento significativo de la tensión vertical, la unidad de verificación realiza una suma o integración de las lecturas de tensión horizontal detectadas por estas dos placas  $P_n$  y  $P_{n+1}$ .
- 30
- 35
- En resumen, el procesamiento de los datos implementados en la unidad de verificación permite:
- 40 - detectar cuando un primer eje  $R_1$  del vehículo se sube a una primera placa  $P_1$ ; que se realiza mediante el uso de la medida de fuerza vertical,
- verificar el tiempo necesario para que el peso se desplace hacia la segunda placa  $P_2$ , calculando así la velocidad de entrada del vehículo;
- 45 - determinar, con base en el dato del número de ejes, cuándo todos los ejes han llegado al sistema de medición; debido al hecho de que la longitud de las placas es menor que la distancia mínima entre los ejes, es posible determinar la condición mencionada anteriormente mediante el conteo de cuántas veces la fuerza vertical del eje anterior ha caído temporalmente a cero, antes de aumentar nuevamente debido al peso del eje posterior;
- cuando todos los ejes han entrado en el sistema de medición, posiblemente activando una señal que incita al operador a comenzar el frenado;
- 50 - estableciendo que el vehículo aún no ha comenzado a frenar mientras todavía está entrando en las placas, detectando el componente horizontal de la fuerza para todas las placas y verificando que - durante el paso preliminar a la adquisición de las tensiones de frenado - dicha fuerza nunca tenga un componente en la dirección y opuesta a la dirección del movimiento de avance del vehículo (viceversa, es posible que exista un componente de fuerza en el frente del movimiento del vehículo debido a la fuerza de tracción, necesaria para que el vehículo poder acceder al sistema de medición);
- 55

- después del instante de inicio del frenado, adquiriendo la tensión de frenado en cada placa y para cada rueda individual, realizando las integraciones adecuadas - como se ve más arriba - cuando se evalúa que una rueda se ha movido de una placa a la siguiente.

5 Con el sistema según con la invención, es posible por lo tanto adquirir las tensiones transferidas desde el sistema de frenado de un vehículo terrestre a las placas de detección tanto en condiciones estacionarias como en condiciones dinámicas, en una amplia gama de configuraciones de eje de los vehículos. De este modo se obtiene una detección más realista del comportamiento del sistema de frenado, ya que es posible medir tanto los efectos estacionarios (fuerzas) como los efectos dinámicos (por ejemplo retrasos de activación en los distintos ejes, transferencia de carga, fuerzas de inercia).

10 Debido a la oportunidad de tener una detección dinámica de fuerzas, que se puede asignar correctamente a cada eje de la rueda, se abre la oportunidad de detectar cantidades adicionales que permitan ampliar las capacidades de prueba del sistema. En particular, según la invención las placas de detección y la unidad de procesamiento se usan también para realizar una verificación del sistema de amortiguación del vehículo.

15 De hecho, como se sabe, para garantizar un cierto confort de conducción y permitir la máxima adherencia también en condiciones de caminos irregulares, las ruedas de un vehículo de motor no están fijadas rígidamente a la estructura del vehículo, sino que están montadas en un sistema de suspensión. En ese sentido, un vehículo de motor puede modelarse desde un punto de vista dinámico como un sistema en el que

el neumático está representado por una masa conectada con un resorte en paralelo a un amortiguador en la suspensión;

20 la suspensión a su vez está representada por un resorte en paralelo a un amortiguador (absorción de sacudidas), conectado a la estructura rígida del vehículo que cuenta con una masa propia, la superficie de la carretera constituye la tensión o la fuerza mecánica aplicada.

La Figura 9 representa el modelo de un vehículo de 4 ruedas en el que:

Kruedas representa el modelo de neumático,

25 Ksuspensión representa el modelo de suspensión.

La aspereza de una carretera hace que la suspensión, a través de Kruedas, vibre; a su vez, Ksuspensión acopla los movimientos de la suspensión con los de la carrocería del vehículo; en primera aproximación la suspensión vibra, desacoplando la aspereza de la carretera para dejar la carrocería del vehículo sustancialmente estacionaria. La masa de la suspensión, acoplada a través de Ksuspensión y Kruedas, se comporta como un sistema resonante que tiene una frecuencia propia. La vibración de la suspensión produce un cambio periódico de la fuerza vertical sobre la rueda: dicho cambio es más alto en correspondencia con la frecuencia de resonancia de la suspensión.

30 Cuando la fuerza vertical aplicada cae, la fuerza de fricción máxima cae proporcionalmente, reduciendo también la máxima eficiencia de frenado y por lo tanto la seguridad del vehículo. También por esta razón, por lo tanto, existe una interacción significativa entre el funcionamiento del sistema de frenado y el comportamiento de la suspensión y del neumático.

Por lo tanto existen sistemas de verificación que aplican al neumático una vibración de ancho fijo y frecuencia variable, midiendo la fuerza vertical dependiendo de la frecuencia, verificando que la fuerza mínima en la frecuencia de resonancia esté por encima de un mínimo establecido.

40 Sin embargo, la suspensión tiene una importancia fundamental también en la gestión de la estabilidad del vehículo durante una dirección: el momento generado durante un viraje cambia la distribución de las fuerzas verticales y por lo tanto la distribución de la misma entre las 4 suspensiones del vehículo. El cambio de carga en las suspensiones cambia la posición del centro de masa del vehículo, por ejemplo elevándolo, y en consecuencia la distribución de las fuerzas en un círculo positivo peligroso, reduciendo la fuerza vertical sobre la rueda individual lo suficiente como para evitar el correcto funcionamiento del mismo. .

45 Esta característica de la suspensión no se puede medir con los sistemas convencionales de "vibración" indicados anteriormente.

Según la invención, el sistema de placa de detección se explota para poder proporcionar - junto con la información de frenado - también una indicación importante sobre el funcionamiento del sistema de suspensión.

50 Suponiendo que se verifica un vehículo de 4 ruedas, se debe notar que durante el frenado, cada rueda experimenta una fuerza de frenado  $F_h(i)$  (horizontal, vinculada a la fricción entre la rueda y la placa) y un componente del peso del vehículo  $F_v(i)$  donde  $i = 1,2,3,4$  identifica las 4 ruedas (en un vehículo de 4 ruedas).

Con un vehículo estacionario, los componentes horizontales son nulos y los verticales dependen de la posición del centro de masa del vehículo con respecto a las 4 ruedas:  $Mg = F_v(1) + F_v(2) + F_v(3) + F_v(4)$ . Siendo  $d(i)$  las distancias

vectoriales (con las componentes  $x(i)$ ,  $y(i)$ ,  $z(i)$  en las que  $x(i)$  es la distancia medida a lo largo del eje de desplazamiento del vehículo,  $y(i)$  es el distancia medida en la dirección ortogonal y  $z(i)$  en la dirección vertical; para un vehículo en un plano se puede suponer que todas las  $z(i)$  son iguales a la altura desde el suelo del centro de gravedad,  $h$ ) de Los 4 puntos de contacto de las ruedas con el suelo con respecto al centro de gravedad. Debido al diferente punto de aplicación de la masa del vehículo  $Mg$  y de los diversos  $Fv(i)$ , en condiciones dinámicas un momento  $Mv = d(1)*Fv(1) + d(2)*Fv(2) + d(3)*Fv(3) + d(4)*Fv(4)$  se genera (que es cero en condiciones estacionarias), que es el que determina una distribución diferente en las 4 ruedas de las fuerzas  $Fv(i)$ . Dado que  $Fv(i)$  son fuerzas verticales, por lo tanto solo con un componente a lo largo del eje Z,  $Mv$  solo tiene componentes a lo largo de los ejes X e Y que cumplen las siguientes condiciones:

$$Mv(x) = Fv(1)*y(1) + Fv(2)*y(2) + Fv(3)*y(3) + Fv(4)*y(4) = 0$$

$$Mv(y) = Fv(1)*x(1) + Fv(2)*x(2) + Fv(3)*x(3) + Fv(4)*x(4) = 0$$

Durante la acción de frenado se puede suponer que la fuerza de frenado total, siempre aplicada al centro de masa, es igual a la suma de las cuatro fuerzas horizontales  $Ffrenado = Fh(1) + Fh(2) + Fh(3) + Fh(4)$ . Debido al diferente punto de aplicación de la  $Ffrenado$  y de los distintos  $Fh(i)$ , durante el frenado un momento  $Mh = d(1)*Fh(1) + d(2)*Fh(2) + d(3)*Fh(3) + d(4)*Fh(4)$  se genera, momento que tiene tres componentes:

- un componente orientado verticalmente, que tiende a hacer que el vehículo gire;
- un componente en la dirección del movimiento, que tiende a cambiar el equilibrio de los pesos entre las ruedas derecha e izquierda;
- un componente ortogonal a la dirección del movimiento que tiende a cambiar el equilibrio de los pesos entre las ruedas delanteras y las ruedas traseras.

Dado que durante el frenado, el vehículo, que consiste en el ensamblaje de la carrocería, las ruedas y las suspensiones, no debe girar (al menos hasta que se alcancen los límites de tolerancia del sistema, más allá de los cuales el vehículo pierde el control y la adherencia a la carretera), este momento se compensa por un cambio de  $Fv(i)$  para que  $Mv + Mh = 0$ .

El cambio de las fuerzas aplicadas a las suspensiones produce una deformación de las mismas, que cambia ligeramente la  $d(i)$  y por lo tanto cambia aún más la actitud del vehículo al frenar.

Cuando el vehículo se detiene, el componente horizontal de las fuerzas  $Fh(i)$  cae a cero, y como tal las fuerzas verticales vuelven al valor de reposo del mismo; sin embargo, las suspensiones han acumulado energía debido al cambio de las fuerzas durante el frenado y liberan esta energía cuando termina el frenado.

Tan pronto como  $Fh(i)$  cae a cero, la suspensión comienza a regresar hacia la condición de reposo, generando instantáneamente una fuerza igual a la fuerza que determinó la deformación de la misma: dicha fuerza se aplica al plano de soporte, por lo tanto a las placas de detección del sistema de verificación de la invención, a través de  $Kruedas$  (que se considera muy alto) y a la carrocería del vehículo, generando un sistema acoplado de resonadores armónicos (las 4 suspensiones), en el que la frecuencia de resonancia depende de la masa del vehículo  $M$  y de  $Ksuspensión$ .

Por lo tanto, mediante la medida con el sistema de la invención la tendencia de las fuerzas  $Fv(i)$ , al final de un frenado repentino (es decir un tiempo de frenado más corto que el tiempo de estabilización natural del sistema armónico del vehículo más la suspensión), es posible para obtener el estado operativo de las suspensiones.

Según la invención, se sugiere adquirir algunos parámetros significativos durante la prueba de frenado, que luego permiten obtener con suficiente fiabilidad el estado de salud de las suspensiones de un vehículo. En particular, los parámetros a adquirir son los indicados en la Figura 10: para cada rueda, la fuerza vertical en reposo  $Fv(i)_{reposito}$ , la fuerza horizontal máxima  $Fh(i)_{max}$ , los dos primeros picos de fuerza vertical máxima  $Fv(i)_{max}$  y  $Fv(i)_{max2}$  y los dos primeros picos de fuerza vertical mínima  $Fv(i)_{min}$  y  $Fv(i)_{min2}$ .

Con estos parámetros es posible establecer un estado de suspensión así caracterizado:  
las fuerzas  $Fh(i)_{max}$  se escalan dependiendo de las fuerzas relativas  $Fv(i)$  en reposo, para determinar la eficiencia de cada rueda;

la relación  $Fh(i)_{max}/Fv(i)_{reposito}$  entre las cuatro ruedas debe ser razonablemente uniforme, para eliminar el evento de una rueda que no frena y posiblemente se desliza;

la relación  $Fv(i)_{\max}/Fv(i)_{\text{reposo}}$  es una medida del desplazamiento de las fuerzas causadas por el momento  $Mh$ ; los valores referidos a las ruedas en el mismo eje no deben diferir en más de unas pocas unidades porcentuales; por el contrario, hay un signo evidente de disimetría entre las suspensiones del mismo eje;

5 la relación entre  $(Fv(i)_{\max} - Fv(i)_{\text{reposo}})$  y  $(Fv(i)_{\min} - Fv(i)_{\text{reposo}})$  es una medida de la eficiencia de amortiguación de la suspensión;

la relación entre  $(Fv(i)_{\max} - Fv(i)_{\text{reposo}})$  y  $(Fv(i)_{\max 2} - Fv(i)_{\text{reposo}})$  es una medida de la eficiencia de amortiguación de la suspensión.

La comparación de los parámetros anteriores entre las ruedas del mismo eje permite verificar cualquier desequilibrio del sistema, que puede causar momentos peligrosos de vuelco del vehículo.

10 La comparación entre estos parámetros, obtenida de las adquisiciones proporcionadas por el sistema según la invención, permite obtener una medición de la eficiencia de la suspensión en general, en relación con la seguridad del comportamiento de la carretera.

15 Como sumariamente detectable a partir de la comparación de los dos diagramas de las Figuras 11 y 12, el segundo sistema (Figura 12) tiene una tendencia de la curva de las fuerzas que no es igualmente efectiva con respecto al primer sistema (Figura 11), denunciando alguna anomalía de funcionamiento de las suspensiones.

Sin embargo, se entiende que la invención no debe considerarse limitada a las disposiciones especiales ilustradas anteriormente, que constituyen solo realizaciones ejemplares de la misma, sino que son posibles diferentes variantes, todas al alcance de una persona experta en el campo, sin apartarse del alcance de protección de la invención, tal como se define en las siguientes reivindicaciones.

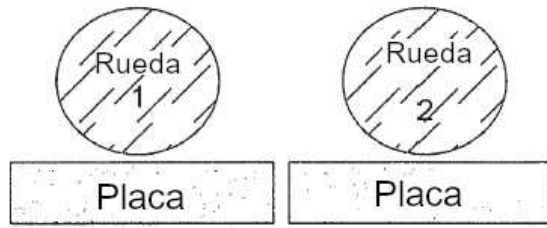
20



**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de placas múltiples para verificar la capacidad de frenado de vehículos de motor con al menos dos ejes de rueda, que comprende pares de placas de detección alineadas según una dirección de movimiento en dos caminos paralelos separados por una distancia relacionada con la pista de la rueda, en donde cada placa de detección tiene al menos una superficie de soporte configurada con medios de detección aptos para detectar componentes horizontales ( $F_h(i)$ ) y verticales ( $F_v(i)$ ) de una tensión transferida por las ruedas del vehículo a dicha superficie, caracterizado por que:
- se proporcionan al menos tres pares de placas de detección alineadas, dimensionadas y espaciadas mutuamente para evitar que las ruedas de un solo eje descansen simultáneamente en dos pares de placas de detección y que en un mismo par de placas de detección se muevan las ruedas de múltiples ejes descansando simultáneamente;
  - se proporciona además una unidad de verificación que detecta el desarrollo en el tiempo de dichos componentes verticales ( $F_v(i)$ ) y horizontales ( $F_h(i)$ ) de la tensión y que determina cuándo las ruedas de un eje entran y salen de una única placa ( $P_n$ ) de detección basada en los picos de medición de dicho componente vertical ( $F_v(i)$ ) de la tensión;
  - dicha unidad de verificación tiene medios de procesamiento de datos aptos para integrar en el tiempo las mediciones de dicho componente horizontal ( $F_h(i)$ ) de la tensión en una primera placa de detección ( $P_n$ ) y en la siguiente ( $P_{n+1}$ ) cuando se detecta, dentro de un rango de tiempo de medición de frenado ( $tw_1 - tw_2$ ), que dicho componente vertical ( $F_v(i)$ ) de la tensión en dicha primera placa de detección ( $P_n$ ) sufre una reducción significativa y dicho componente vertical ( $F_v(i)$ ) de la tensión en dicha placa de detección posterior ( $P_{n+1}$ ) experimenta un aumento significativo.
2. Sistema de placas múltiples como se reivindica en 1, caracterizado por que dichos medios de procesamiento de datos también son aptos para detectar el tiempo transcurrido entre el tiempo de detección inicial ( $t_0$ ) de un componente vertical de la tensión en una primera placa ( $P_1$ ) y un tiempo de detección inicial ( $t_1$ ) de un componente vertical de la tensión en una placa ( $P_2$ ) posterior para determinar la velocidad de entrada del vehículo en el sistema de verificación.
3. Sistema de placas múltiples como se reivindica en 1 o 2, caracterizado por que dicha unidad de verificación también comprende medios de entrada de datos por los cuales se ingresa el número ( $N$ ) de ejes del vehículo en dichos medios de procesamiento de datos, de modo que se determina el tiempo en el cual el  $n$ ésimo pico del componente vertical de la tensión es detectado por una primera ( $P_1$ ) de dichas placas de detección y una señal audible/visible se proporciona a un operador para iniciar la acción de frenado y el rango de tiempo de medición de la acción de frenado ( $tw_1-tw_2$ ).
4. Método de verificación de un sistema de frenado de un vehículo terrestre equipado con al menos dos ejes de rueda, que comprende los pasos para hacer que un vehículo se mueva en un sistema de placas múltiples como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores y realiza una detección de los componentes vertical y horizontal de las tensiones transferidas por las ruedas del vehículo a las superficies de detección de las placas de detección, caracterizado por que:
- al detectar la diferencia de tiempo entre un pico del componente vertical ( $F_v(i)$ ) de dichas tensiones en una primera placa ( $P_1$ ) de detección y en una ( $P_2$ ) posterior, la velocidad de entrada del vehículo se determina en el sistema;
  - al ingresar el número ( $N$ ) de ejes del vehículo, se determina el tiempo en el cual el  $n$ ésimo pico del componente vertical de la tensión es detectado por dicha primera placa ( $P_1$ ) de detección y por lo tanto el inicio de un rango de tiempo de medición de la acción de frenado ( $tw_1 - tw_2$ ) se determina;
  - se detectan las tensiones en dichas placas de detección en dicho intervalo de tiempo de medición de la acción de frenado ( $tw_1 - tw_2$ );
  - las mediciones de dicho componente horizontal de la tensión ( $F_h(i)$ ) en una placa ( $P_n$ ) de detección y en la siguiente ( $P_{n+1}$ ) se integran en el tiempo cuando se detecta, dentro de dicho intervalo de tiempo de medición de la acción de frenado ( $tw_1 - tw_2$ ), que dicho componente vertical ( $F_v(i)$ ) de la tensión en dicha placa ( $P_n$ ) de detección sufre una reducción significativa y dicho componente vertical ( $F_v(i)$ ) de la tensión en dicha placa ( $P_{n+1}$ ) de detección posterior sufre un aumento significativo.
5. Método según la reivindicación 4, en el que antes de dicho intervalo de tiempo de medición de la acción de frenado ( $tw_1 - tw_2$ ), dicho componente horizontal ( $F_h(i)$ ) de la tensión en el sistema de placas múltiples se detecta para verificar que no tiene componentes en la dirección de movimiento del vehículo y en la dirección opuesta.
6. Método como en 4 o 5, en el que para cada una de las ruedas del vehículo se adquiere el parámetro de fuerza vertical en reposo  $F_v(i)_{reposito}$ , y durante el tiempo de frenado, también los parámetros fuerza horizontal máxima  $F_h(i)_{max}$ , los dos primeros picos de fuerza vertical máxima  $F_v(i)_{max}$  y  $F_v(i)_{max2}$  y los dos primeros picos de fuerza vertical mínima  $F_v(i)_{min}$  y  $F_v(i)_{min2}$

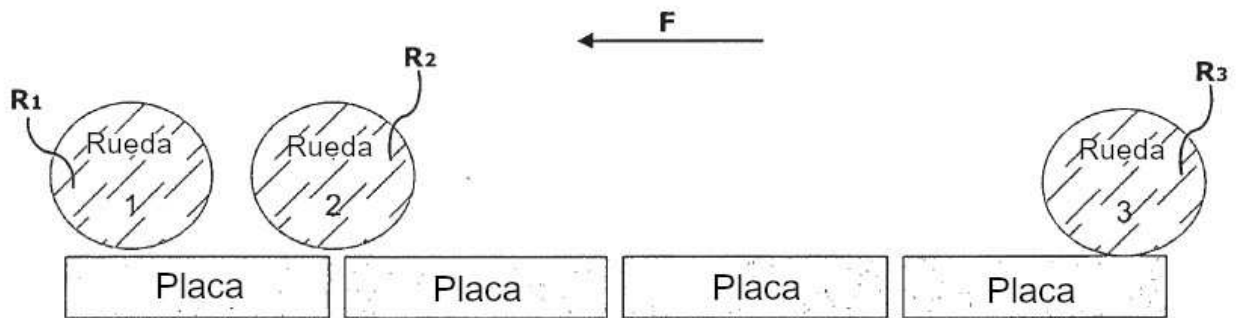
para determinar posteriormente también el estado de funcionamiento de la disposición de suspensión del vehículo caracterizado por dichos parámetros.



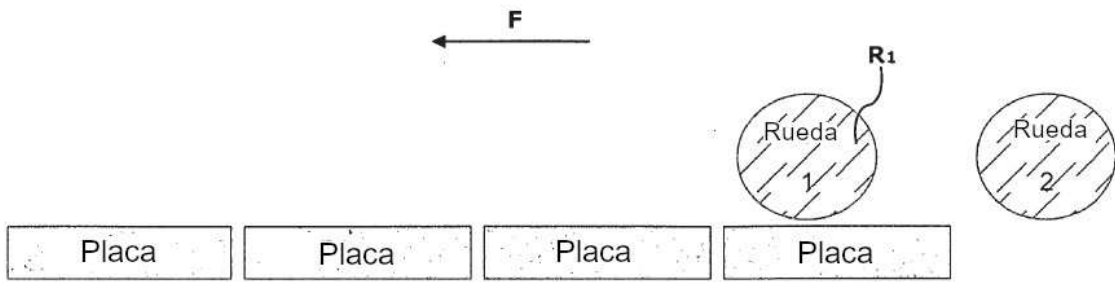
**Fig. 1**



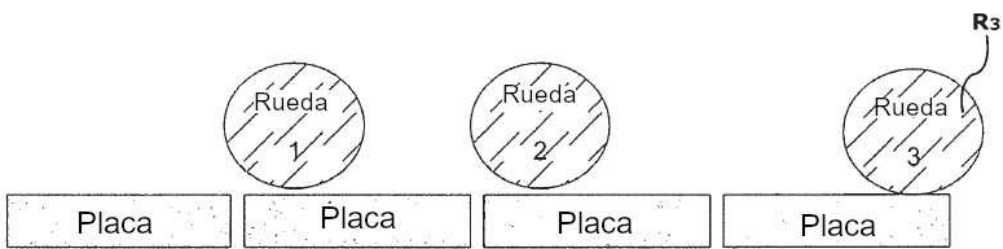
**Fig. 2**



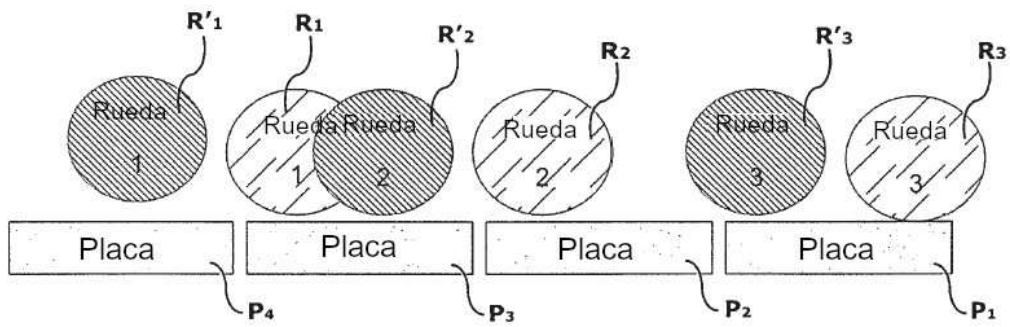
**Fig. 3**



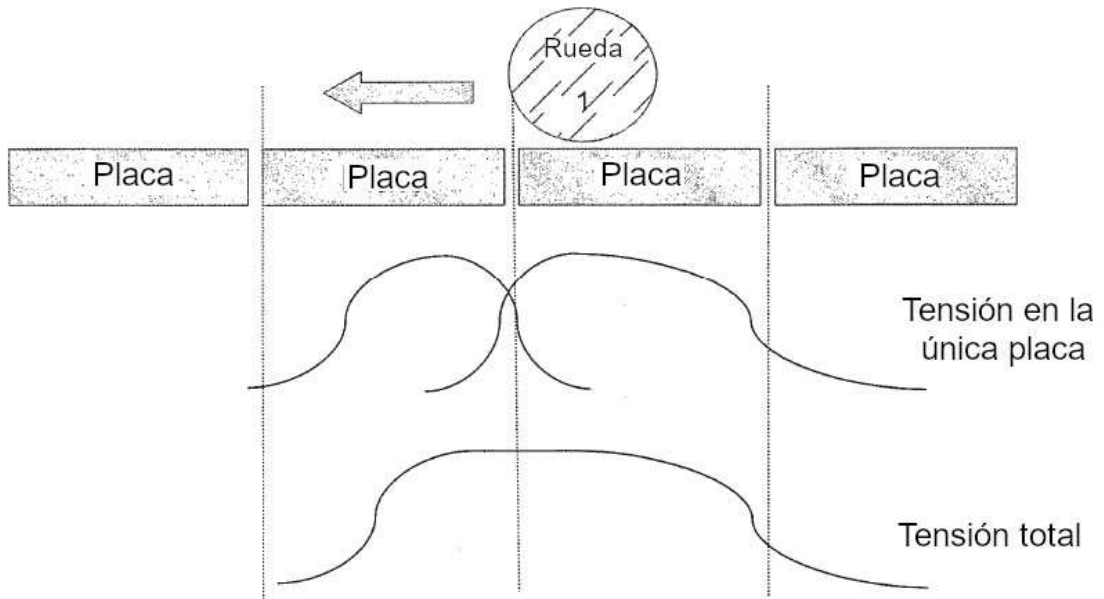
**Fig. 4**



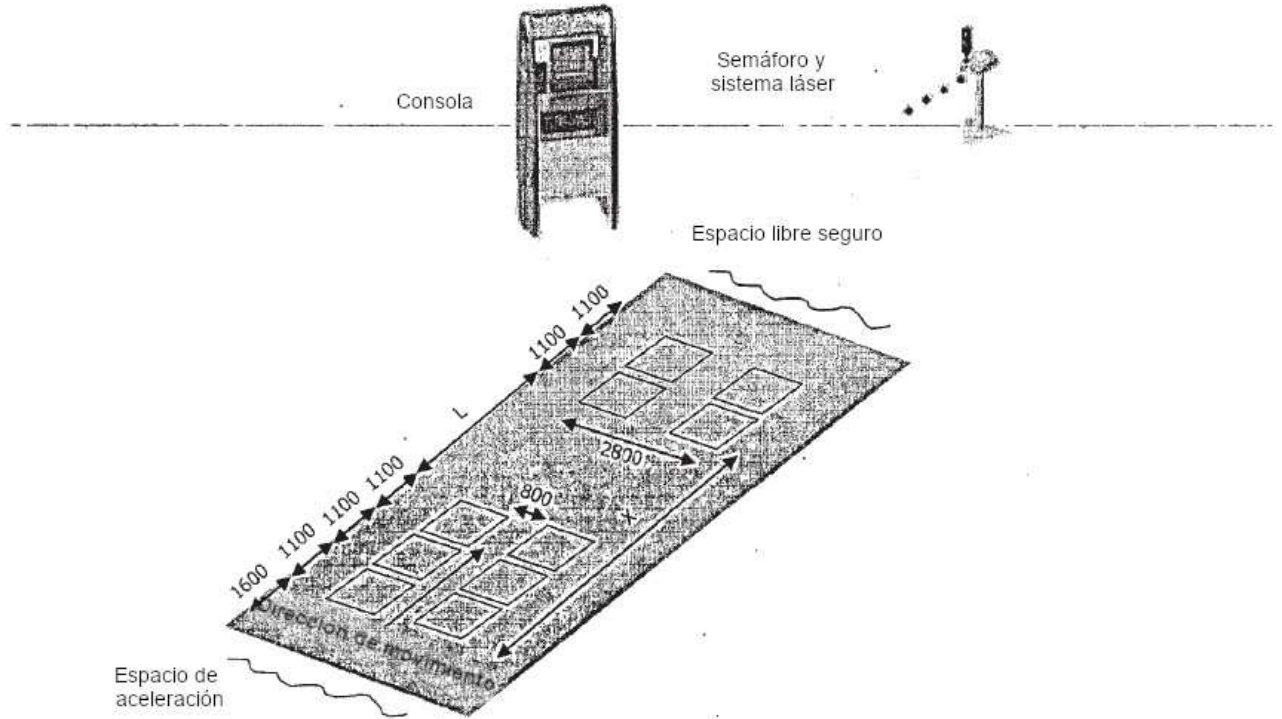
**Fig. 5**



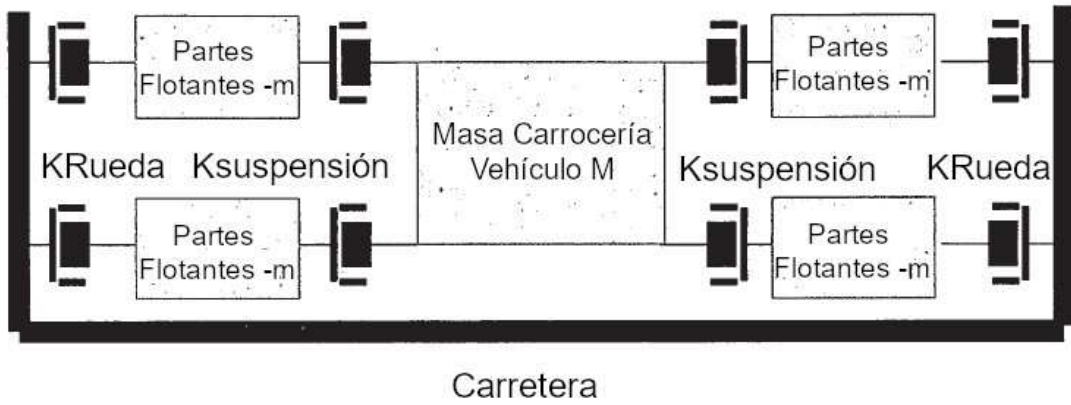
**Fig. 6**



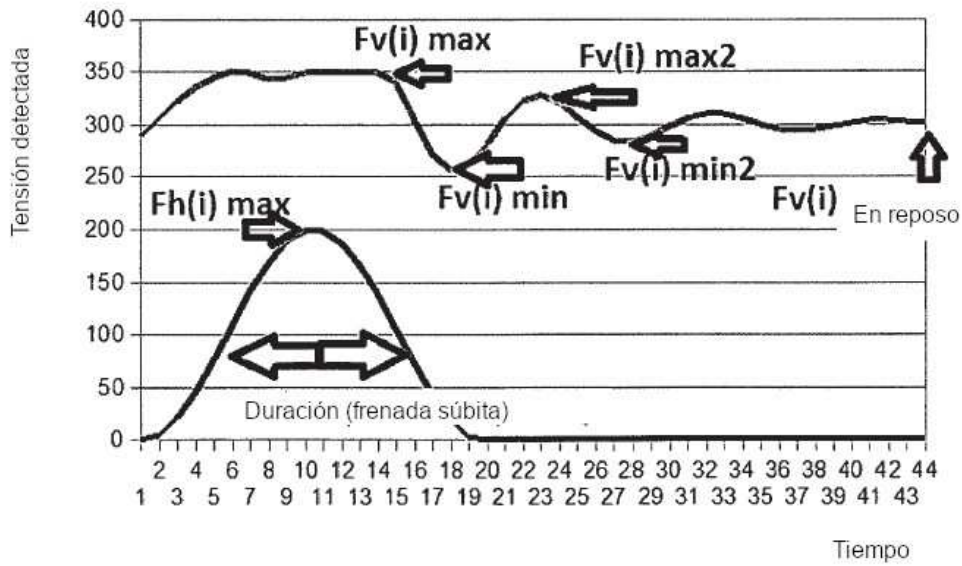
**Fig. 7**



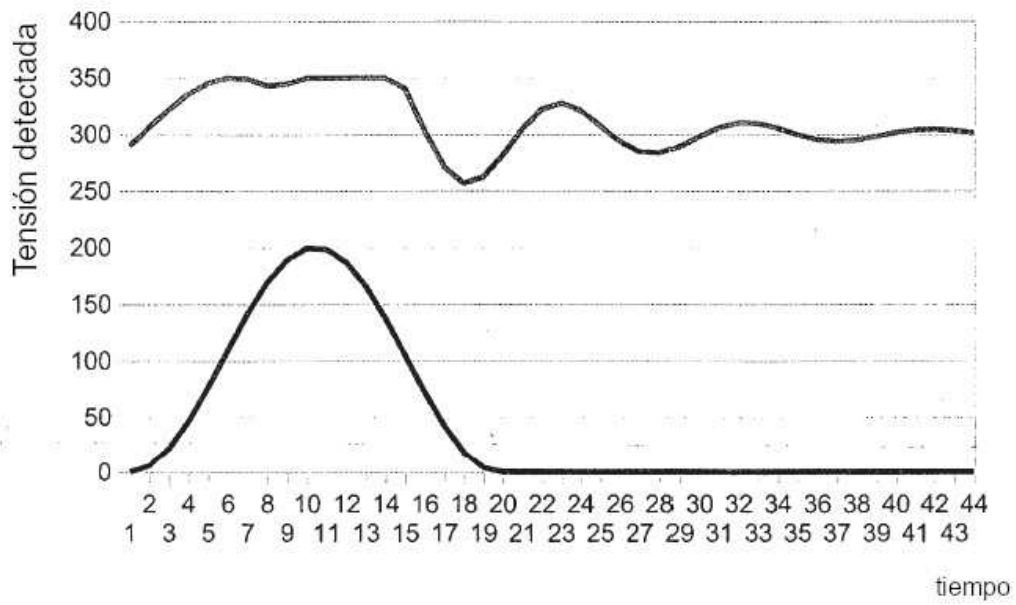
**Fig. 8**



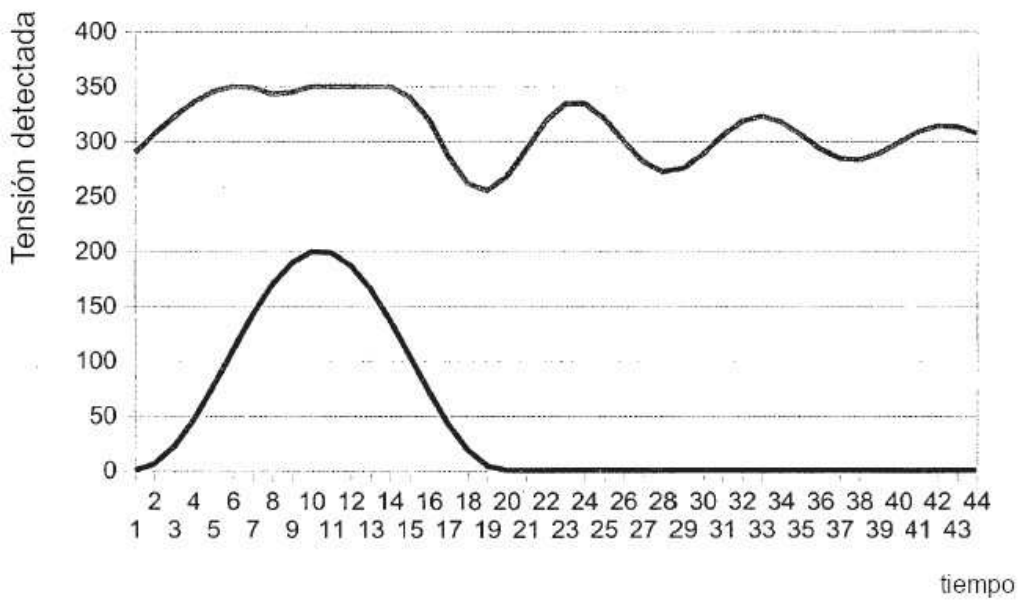
**Fig. 9**



**Fig. 10**



**Fig. 11**



**Fig. 12**