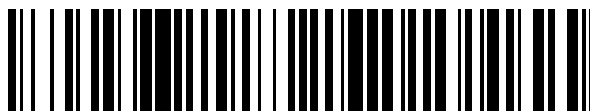


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 435 009**

51 Int. Cl.:

G01L 1/14 (2006.01)

G01L 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2010 E 10722758 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2013 EP 2440899**

54 Título: **Sistema de comprobación de los neumáticos de un vehículo**

30 Prioridad:

08.06.2009 GB 0909815

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

18.12.2013

73 Titular/es:

**WHEELRIGHT LIMITED (100.0%)
Begbroke Innovation Centre Begbroke Science
and Business Park Sandy Lane Yarnton
Oxfordshire OX5 1PF, GB**

72 Inventor/es:

**TAYLOR, MICHAEL y
RATHBONE, DAVID**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 435 009 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de comprobación de los neumáticos de un vehículo

Esta invención se refiere a un sistema de comprobación de los neumáticos de un vehículo. Esta invención se refiere particularmente, aunque no exclusivamente, a un sistema que puede determinar la presión de un neumático de un

5 vehículo.
 Han existido una serie de propuestas para determinar la presión de un neumático de un vehículo mientras pasa sobre una batería de sensores. Éstas pueden basarse en la suposición de que la presión de contacto es una aproximación de la presión de inflado del neumático. El área de contacto de un neumático con una superficie puede considerarse como el peso soportado por el neumático, dividido por la presión de inflado del neumático. A medida que disminuye el inflado del neumático, aumenta el área de contacto, aunque la relación depende de las propiedades estructurales del neumático. Por ejemplo, a presiones de inflado muy bajas los costados reforzados del neumático acogerán directamente una porción significativa de la carga. Un enfoque alternativo se basa en investigar el perfil lateral de la huella del neumático. Si un neumático está sobreinflado, habrá un perfil estrecho relativamente afilado. Si un neumático es un infrainflado, existirá un perfil más ancho relativamente plano. Se describen ejemplos de tales sistemas en WO 00/11442, EP 0545641 y EP 0656269.

En algunos casos puede existir una batería bidimensional de sensores, y en otros puede haber una batería lineal de sensores. En cualquiera de los casos, las salidas de los sensores se muestrean a intervalos mientras el neumático pasa por encima de ellos. Estas salidas pueden usarse para indicar la forma de la huella del neumático. En el caso de una batería lineal de sensores, o de una batería bidimensional de extensión limitada en la dirección de desplazamiento, se obtiene directamente la forma de la huella del neumático. Una fila de sensores que se extienden a través del neumático siempre estará en contacto con la misma porción de la circunferencia del neumático. Se alterará esa posición de esa porción de la huella del neumático y la longitud de la línea de contacto aumentará desde el contacto inicial y posteriormente disminuirá hasta que cese el contacto. La forma de la huella del neumático se extrapola a partir de los datos de los sensores.

25 La mayoría de los sistemas conocidos ignoran los efectos de la banda de rodadura cortada en la superficie del neumático. Existen huecos de banda de rodadura en los que no existe contacto entre el neumático y la batería de sensores, y no es posible usar los datos para determinar, por ejemplo, el área de contacto entre el neumático y la superficie dentro de la huella del neumático. Esto puede llevar a imprecisiones en las mediciones de cantidades tales como la presión del neumático, la carga sobre una rueda, la carga del eje y el peso del vehículo.

30 El documento US-A-6823728 revela un sistema para estimar la presión de un neumático en el que se proporciona un sensor de peso y, sobre el mismo, un sensor de área. El sensor de área estima directamente el área de contacto. Esto puede hacerse por medio de: un sensor capacitativo; o conmutadores en línea para determinar la longitud y anchura del área de contacto del neumático; o una batería de conmutadores lineal cuyas salidas se muestrean y se usan conjuntamente con la velocidad del vehículo, detectada mediante el uso de un par de conmutadores en línea, para estimar el área de huella del neumático. Se dice que el uso del método de batería de conmutadores proporciona una estimación más precisa del área que si se usan sólo la longitud y la anchura. Conocido el peso total, puede calcularse la presión del neumático dividiendo, el peso soportado por la rueda, por el área de huella del neumático.

40 En el documento WO 2006/003467 se revela un sistema que usa sensores de una resolución suficientemente alta para detectar huecos en la banda de rodadura de un neumático, de modo que sea posible estimar la extensión de cobertura de la banda de rodadura y determinar la presión del neumático usando sensores que están totalmente en contacto con el caucho del neumático, sin que resulte afectada el área por un hueco de la banda de rodadura. El sistema usa una batería lineal de sensores y los datos de salida vienen de una línea de contacto en una posición circunferencial sobre el neumático. Se realizan algunos cálculos basándose en las áreas de los sensores individuales y para algunos fines se proporciona una estimación del área de la huella del neumático. De este modo, el documento WO 2006/003467 revela un aparato para comprobar la presión de inflado de un neumático de un vehículo al tiempo que éste se mueve sobre el aparato en una dirección de desplazamiento, que comprende: una batería lateral de sensores que se extiende a través de la dirección de desplazamiento, teniendo la batería una extensión lateral suficiente para acomodar la anchura de un neumático de un vehículo, y en el que cada uno de los sensores de la batería lateral es un sensor de carga que proporciona salidas variables indicativas del valor de la carga en el sensor mientras el neumático se mueve en la dirección de desplazamiento; un sistema de muestreo para muestrear las salidas de los sensores de la batería lateral, y un sistema de procesamiento de datos configurado para procesar los datos obtenidos a partir del muestreo de las salidas de los sensores de la batería lateral y para calcular una indicación de la presión de inflado del neumático usando tales datos procesados.

55 La presente invención se caracteriza con respecto al documento WO 2006/003467 por que la batería lateral de sensores está montada sobre una superficie superior de una plataforma que está montada sobre una base, teniendo la plataforma una extensión suficiente en la dirección de desplazamiento y lateralmente respecto de la dirección de

desplazamiento para acomodar toda la huella de un neumático de un vehículo; un sistema sensor de carga de plataforma está dispuesto entre la plataforma y la base para proporcionar datos indicativos de cargas variables ejercidas sobre la base por la plataforma al tiempo que el neumático se mueve sobre la plataforma en una dirección de desplazamiento; se proporciona un segundo sistema de muestreo para muestrear las salidas del sistema sensor de carga de plataforma; y el sistema de procesamiento de datos está configurado para procesar los datos obtenidos a partir del muestreo de las salidas del sistema sensor de carga de plataforma.

Según este aspecto de la presente invención, puede determinarse una indicación de la presión de neumático sin que sea necesario calcular el área de huella de neumático, usando las salidas de los sensores de la batería lateral. Si el elemento receptor de presión tiene una porción totalmente en contacto con la superficie de un neumático, es decir que no puentea un hueco de banda de rodadura, entonces existe una relación entre la presión de inflado del neumático y la fuerza ejercida por el elemento receptor, que puede expresarse como:

$$(1) \quad P = aF_s + b$$

en donde P es la presión de inflado, F_s es la carga sobre el elemento receptor, y a y b son constantes, dependiendo los valores de las constantes de la construcción del neumático, tal como el efecto de las propiedades inherentes de los materiales involucrados, y del diseño del aparato, tal como el área de contacto del elemento receptor. Así, al obtener un segundo valor de carga de sensor representativo que puede usarse como F_s puede calcularse la presión P del neumático.

De este modo, los medios de procesamiento de datos están configurados preferiblemente para proporcionar al menos un valor de carga representativo a partir de la batería lateral de sensores, y el sistema de procesamiento de datos está configurado para proporcionar una indicación de la presión de inflado del neumático usando este valor de carga representativo.

Por un valor de carga "representativo" se entiende un valor que es una indicación razonable de la carga en un sensor ideal que está libre de interferencias, tales como efectos de los costados o huecos de banda de rodadura. El valor representativo podría ser, por ejemplo, el obtenido a partir de un sensor que proporcione la lectura más alta; un promedio (ya sea media, mediana, modo, etc.) de una gama de sensores que proporcionen las lecturas más altas; un promedio de una gama de sensores, excluyendo valores extremos, altos o bajos; un promedio de todos los sensores; etc. Podría haber una pluralidad de valores de carga de sensor representativos para ofrecer un perfil de valor de carga en toda la anchura del neumático. Esto podría facilitar que existiese una indicación de la presión del neumático hasta el extremo de indicar si el perfil es consistente con un inflado normal, infrainflado o sobreinflado.

Según se explicará con mayor detalle a continuación, para cualquier sensor dado de la batería lateral, las salidas que se usan pueden seleccionarse de entre un punto o región particular del perfil carga/tiempo de aquel sensor con la finalidad de ofrecer valores más fiables.

Otra manera de usar las salidas de los sensores de la batería lateral es calcular la carga total sobre la plataforma y usarla en el cálculo de la presión del neumático. Como se observa en la ecuación (1) existe una relación entre la presión de inflado de neumático, y la carga sobre un elemento receptor particular. El enfoque convencional es que para una presión de neumático dada, cuando aumenta la carga sobre el neumático, se expande la huella del neumático y la carga se extiende sobre un área mayor, y esto da como resultado que permanezca constante la presión sobre la superficie bajo el neumático. Sin embargo, ahora se ha establecido que la ecuación (1) puede ser precisa sólo para una carga constante del neumático. Si un neumático actuó como un simple balón, posteriormente al aumentar el peso del vehículo, aumentaría la carga sobre un neumático pero también se expandiría la huella del neumático, de modo que la presión permanece constante. Sin embargo, la característica física de un neumático de un vehículo normal no es la de un balón y la rigidez del neumático afecta, por ejemplo, al comportamiento. De este modo, cuando varía la participación del peso del vehículo soportado por el neumático, varía la presión sobre un elemento receptor individual. Esto puede expresarse afirmando que al menos una de las constantes a y b de la ecuación (1) no es una constante verdadera, sino que varía en función de la carga total. Esta carga total puede determinarse a partir de las salidas del sistema sensor de carga de plataforma.

Por ejemplo, al obtener un valor de carga representativo de un sensor de la batería lateral, para una gama de presiones de neumático conocidas y para una gama de cargas totales conocidas sobre el neumático, es posible establecer una relación o representar valores para la presión de neumático asociada con los valores de carga de sensor representativos particulares y las cargas totales.

Para uso en una disposición de esta case, el sistema sensor de carga de plataforma podría usar un solo sensor para medir la carga total de la plataforma. Este sensor podría estar distribuido bajo la plataforma, siendo, por ejemplo, un tubo que contenga un gas o líquido que esté conectado a un sensor neumático o hidráulico. El tubo podría seguir una trayectoria de serpentina.

Sin embargo, en algunas realizaciones preferidas el sistema sensor de carga de plataforma comprende una pluralidad de sensores en puntos distribuidos longitudinal o lateralmente sobre la base para indicar las cargas sobre la base de la plataforma en diversos puntos. Las salidas de estos sensores pueden usarse para calcular la carga total o de diversas maneras, según se expone con más detalle a continuación, para determinar, por ejemplo, la velocidad y/o dirección de movimiento del neumático, la carga total sobre la plataforma, la posición del neumático sobre la plataforma con el fin de iniciar el muestreo de las salidas de los segundos sensores, etc.

Al llevar a la práctica esta invención, la batería lateral de sensores puede ser como se describe en, por ejemplo, los documentos WO 00/11442, EP 0545641 o EP 0656269. Preferiblemente, sin embargo, la batería lateral de sensores tiene la configuración de una batería lineal de una manera como la descrita en el documento WO 2006/003467, y los sensores individuales son de una resolución suficientemente alta para detectar porciones a lo largo de una línea a través del neumático en donde no hay contacto como resultado de la existencia de un hueco en la banda de rodadura del neumático. Una manera de expresar la naturaleza de alta resolución de la batería lateral de sensores es decir que la extensión de una superficie de contacto de un sensor, tanto a lo largo de una línea a través del neumático como perpendicularmente a esa línea, es tal que la superficie de contacto del sensor puede caer totalmente dentro de los confines de un hueco de banda de rodadura; o tal que las superficies de contacto de una pluralidad de sensores adyacentes pueden caer simultáneamente dentro de los confines del mismo hueco de banda de rodadura. Esto no significa que todos los huecos de banda de rodadura puedan contener un superficie de contacto de sensor o una pluralidad de superficies de contacto de sensor, y según se discute más adelante puede ser deseable puentear algunos huecos de la banda de rodadura, junto a los bordes de un neumático.

Cuando se usa tal batería lateral de alta resolución, existirá una pluralidad de sensores que están alineados con porciones continuas de la superficie de neumático sin la intervención de huecos de banda de rodadura. Algunos de estos sensores estarán en una región central del neumático, o hacia la misma, alejados de los costados, en donde las salidas podrían resultar influidas por factores distintos de la presión del neumático. En consecuencia, existirán salidas de sensor en las que se puede confiar para la finalidad de los cálculos subsiguientes.

La presión del neumático puede calcularse a partir de las salidas de sensor usando diversos métodos. La presión del neumático podría comprobarse investigando el perfil de contacto para determinar si el neumático está infrainflado o sobreinflado. En otro método, los datos de la comprobación de un neumático podrían compararse con los datos procedentes de la comprobación de otros neumáticos del mismo vehículo para buscar un grado relativo de infrainflado o sobreinflado. Alternativamente, los datos procedentes de la comprobación de un neumático podrían compararse con datos almacenados para ese vehículo, obtenidos, por ejemplo, por la realización del método sobre el vehículo con los neumáticos a una presión correcta conocida; o con datos almacenados para ese tipo de vehículo, obtenidos, por ejemplo, al realizar el método sobre otro vehículo del mismo tipo con los neumáticos a una presión correcta conocida. De nuevo, la comprobación podría adoptar la forma de buscar un grado relativo de infrainflado o sobreinflado. Podría programarse un rango aceptable de variación en el sistema. Puede realizarse la detección de un vehículo de modo que pueda accederse a datos comparativos usando, por ejemplo, los métodos descritos en el documento WO 2006/003467 y esto puede incluir reconocimiento óptico de matrícula automático, acceso inalámbrico a un identificador, usando comunicaciones de corto alcance tales como Bluetooth® o RFID, etc.

Particularmente, en el caso de una flota de vehículos tales como camiones, furgonetas de reparto, autobuses o autocares, en la que puede haber varios vehículos del mismo tipo, sería posible calibrar el sistema usando neumáticos con presiones conocidas, de modo que para un vehículo de un tipo dado los datos de salida de sensor puedan trasladarse a una presión de neumático aproximada o un rango de presiones de neumático por comparación con datos almacenados para esas presiones o rangos.

Según se señaló anteriormente, en algunas realizaciones de la invención, los datos del sistema sensor de carga de la plataforma también se usan para determinar la presión del neumático, dado que estos datos indicarán directamente la carga sobre una rueda particular. Cuando existen datos almacenados con fines de referencia, esto también podría estar en una forma dependiente de carga de rueda, de tal manera que la presión del neumático determinada por el sistema para una salida dada de los sensores de la batería lateral de sensores dependerá de la información de carga procedente del sistema sensor de carga de plataforma. Similarmente, si existe un algoritmo para determinar la presión del neumático a partir de los datos de los sensores de la batería lateral de sensores, sin referencia a datos almacenados, este podría incluir factores dependientes de la carga de la rueda. En cualquier caso, también podrían tenerse en cuenta otros factores, tales como la temperatura, la del ambiente o la del neumático mismo. Estos otros factores podrían incluir, por ejemplo, el tipo de neumático o la fabricación particular de un neumático.

Aunque se usa una sola batería de sensores lineal de sensores de alta resolución en algunas realizaciones, sería posible usar una pluralidad de tales sensores lineales, tales como dos, tres o más, todos ellos montados sobre la misma plataforma.

Según se señaló anteriormente, cuando el neumático rueda sobre una línea de sensores, existirá contacto sobre una sola línea que se extiende a través del neumático, en un punto particular de la circunferencia del neumático. Los

sensores de alta resolución detectarán los bordes de la huella del neumático, que variarán a medida que el neumático rueda por encima. Al determinar la velocidad de movimiento, por ejemplo usando las salidas de los primeros sensores, es posible construir una "imagen" del contorno de la huella del neumático. Puede calcularse el área dentro del contorno de la huella de neumático, pero ésta no se corresponderá con el área de contacto debido a lo largo de una sola línea de contacto. La configuración de áreas de contacto y huecos de banda de rodadura a lo largo de esa línea puede no corresponder con la configuración en otros puntos alrededor de la circunferencia del neumático y en ese caso no es posible construir una "imagen" de la huella del neumático que muestra el dibujo de banda de rodadura. Siempre que se detecte un hueco de banda de rodadura a lo largo de la línea de contacto, esto dará como resultado una línea que se extiende longitudinalmente sobre la "imagen" de la huella, con independencia de si el hueco es una acanaladura circunferencial alrededor del neumático, o parte de un dibujo en "zig-zag". Sin embargo, sería posible calcular la proporción de huecos de banda de rodadura a lo largo de la línea de contacto, por ejemplo cuando la huella de neumático está en su máxima anchura, o un promedio de todas o algunas de las muestras. Si se asume que la proporción de huecos de banda de rodadura será similar en otras posiciones alrededor de la circunferencia de neumático, entonces esa proporción podría aplicarse al área de huella para determinar una estimación del área de contacto y, por el contrario, una estimación del grado de cobertura de la banda de rodadura.

Dada un área de contacto estimada, y las salidas de los sensores de la batería lateral, es posible calcular una estimación de la carga total sobre la rueda usando métodos tales como los expuestos en el documento WO 2006/003467. Sin embargo, un aparato según este aspecto de la invención también puede proporcionar una medición directa de la carga sobre la rueda usando las salidas procedentes del sistema sensor de carga de plataforma. Los dos resultados no serán idénticos y esto podría usarse de diversas maneras. Por ejemplo, el grado de diferencia podría usarse para ajustar el cálculo de la presión de neumático procedente de los sensores de la batería lateral. Adicional o alternativamente, dada todo el área de la huella de neumático y las salidas procedentes de los sensores de la batería lateral, puede usarse la carga real sobre la rueda determinada por el sistema sensor de carga de plataforma para estimar la proporción de la huella del neumático en donde hay, o no, contacto como resultado del dibujo de banda de rodadura de neumático.

El sistema sensor de carga de plataforma puede usarse para diversas finalidades adicionales. Por ejemplo, si el sistema sensor de carga de plataforma comprende una pluralidad de sensores distribuidos como una batería sobre la base, sus salidas pueden proporcionar una indicación de la dirección real de movimiento del neumático. Si el neumático está moviéndose estrictamente en la dirección longitudinal, los sensores proporcionarán salidas diferentes de aquellas proporcionadas cuando el neumático se está desplazando bajo un ángulo con respecto a esa dirección. Si es necesario, el ángulo de movimiento puede tomarse en cuenta al calcular la presión de neumático y/o la anchura de neumático y/o el área de huella y/o la cobertura de banda de rodadura. Por ejemplo, si el neumático se mueve sobre la batería lateral de sensores en un ángulo, la línea de contacto será más larga. Esto hará que la anchura del neumático y el área de la huella de neumático parezcan más grandes de lo que son. Pero al conocer el ángulo de desviación, puede aplicarse una corrección a los datos o a los resultados para tener en cuenta esta situación.

El sistema sensor de carga de plataforma puede usarse para detectar cuándo un neumático hace contacto por primera vez con el aparato. El tiempo entre esto y las primeras salidas procedentes de los sensores de la batería lateral puede usarse para determinar la velocidad a la cual el neumático se está moviendo sobre la plataforma dado que se conoce la distancia entre el borde frontal de la plataforma y los sensores. A partir de esto, puede calcularse la longitud del parche de contacto de neumático usando el tiempo durante el cual el neumático está en contacto con los sensores.

El sistema sensor de carga de plataforma puede usarse para proporcionar una indicación del peso del vehículo y ésta puede usarse como una indicación tosca del tipo de vehículo implicado. Por ejemplo, los camiones siempre pesan más que los coches de pasajeros. Incluso si no se conoce directamente qué tipo de vehículo está implicado, el sistema podría configurarse para seleccionar algo que probablemente sea apropiado. El sistema sensor de carga de plataforma y la batería lateral de sensores también pueden proporcionar otra información que pueda ayudar a identificar el tipo de vehículo implicado, tal como: la anchura de los neumáticos; el número de ruedas sobre un eje (siendo capaz el sistema de distinguir entre dos ruedas, y una rueda ancha); el número de ejes; la base de ruedas del vehículo; la presión aproximada de neumáticos (mucho más alta para un camión que para un coche de pasajeros); la tosquedad del dibujo de banda de rodadura; etc.

El sistema sensor de carga de plataforma comprende preferiblemente una pluralidad de filas de sensores separadas a lo largo de la dirección del movimiento del vehículo, por ejemplo dos, tres o más. En una realización, hay tres filas, una adyacente al borde frontal de la plataforma, una adyacente al borde trasero, y una posicionada entre los dos, por ejemplo aproximadamente en el punto medio. Dentro de cada fila habrá una pluralidad de sensores. Preferiblemente, por tanto, exista una matriz regular de sensores dispuestos en filas y columnas. En una realización

particular, a modo de ejemplo, puede haber tres filas de ocho sensores.

5 En las realizaciones preferidas de la invención se usa una batería lineal de alta resolución de sensores como la batería lateral, la cual puede distinguir entre puntos en los que hay contacto y puntos en los que no hay contacto como resultado de ahí que hay un dibujo de banda de rodadura. Se ha determinado ahora que en algunos casos esto puede proporcionar una indicación imprecisa de la anchura de neumático y de la forma de la huella de neumático.

10 En algunos casos, junto a uno o a ambos lados de un neumático existen huecos de banda de rodadura lateralmente orientados. Si uno de estos está alineado con una batería de sensores lineal, los sensores en el extremo de la línea a través del neumático detectarán el hueco de banda de rodadura y no proporcionarán salida alguna. Las salidas sólo serán proporcionadas desde sensores que estén más hacia dentro. Un análisis de los datos proporcionará así resultados similares a los que se obtendrían de un neumático más estrecho, lo cual conduce a datos imprecisos. Una manera de abordar este problema sería tener dos (o más) formaciones lineales, separadas por una distancia suficiente para garantizar que incluso si una batería está alineada con un hueco de banda de rodadura que se extiende lateralmente junto a la orilla de un neumático, la otra batería proporcionará lecturas correctas con respecto a la anchura del neumático. Sin embargo, una realización preferida de este aspecto de la presente invención proporciona un enfoque alternativo al problema. Según esta realización, el segundo sistema sensor es una batería lineal, que se extiende lateralmente, de sensores que proporciona salidas indicativas de cargas en puntos a lo largo de una línea a través del neumático mientras el neumático se mueve sobre el aparato en la dirección de desplazamiento, y cada sensor está asociado con una porción de accionamiento cuya anchura es suficientemente pequeña para proporcionar a la batería una resolución suficientemente alta con el fin de detectar puntos a lo largo de dicha línea en donde no hay contacto con el neumático como resultado de un dibujo de banda de rodadura en el neumático; y en el que cada porción de accionamiento es alargada y se extiende en la dirección de desplazamiento en un grado suficiente para pasar por encima de huecos de banda de rodadura que se extienden lateralmente junto a una orilla del neumático.

25 Por tanto, puede ofrecerse una indicación más precisa de la anchura de la huella de neumático, mientras que aún existirán porciones de accionamiento que estén totalmente en contacto con la superficie del neumático y porciones de accionamiento que pueden detectar huecos de banda de rodadura.

30 En realizaciones de la invención, la anchura del cabezal de una porción de accionamiento puede ser, por ejemplo, de: no más de aproximadamente 1 mm; no más de aproximadamente 1,5 mm; no más de aproximadamente 2 mm; no más de aproximadamente 2,5 mm; no más de aproximadamente 3 mm; no más de aproximadamente 3,5 mm; no más de aproximadamente 4 mm; no más de aproximadamente 4,5 mm; no más de aproximadamente 5 mm La anchura del cabezal de una porción de accionamiento puede ser, por ejemplo, de: entre aproximadamente 0,5 mm y aproximadamente 0,75 mm; entre aproximadamente 0,75 mm y aproximadamente 1 mm; entre aproximadamente 1 mm y aproximadamente 1,25 mm; entre aproximadamente 1,25 mm y aproximadamente 1,5 mm; entre aproximadamente 1,5 mm y aproximadamente 2 mm; entre aproximadamente 2 mm y aproximadamente 2,5 mm; entre aproximadamente 2,5 mm y aproximadamente 3 mm; entre aproximadamente 3 mm y aproximadamente 3,5 mm; entre aproximadamente 3,5 mm y aproximadamente 4 mm; entre aproximadamente 4 mm y aproximadamente 4,5 mm; o entre aproximadamente 4,5 mm y aproximadamente 5 mm La anchura del cabezal de una porción de accionamiento puede estar en el rango de: aproximadamente 0,5 mm hasta aproximadamente 1,5 mm; aproximadamente 1 mm hasta aproximadamente 2 mm; aproximadamente 1 mm hasta aproximadamente 3 mm; aproximadamente 1 mm hasta aproximadamente 5 mm; o aproximadamente 2 mm hasta aproximadamente 5 mm.

45 En realizaciones de la invención, la separación entre porciones de accionamiento adyacentes puede ser, por ejemplo, de: no más de aproximadamente 1 mm; no más de aproximadamente 1,5 mm; no más de aproximadamente 2 mm; no más de aproximadamente 2,5 mm; no más de aproximadamente 3 mm; no más de aproximadamente 3,5 mm; no más de aproximadamente 4 mm; no más de aproximadamente 4,5 mm; o no más de aproximadamente 5 mm. La separación entre porciones de accionamiento adyacentes puede ser, por ejemplo, de: entre aproximadamente 0,5 mm y aproximadamente 0,75 mm; entre aproximadamente 0,75 mm y aproximadamente 1 mm; entre aproximadamente 1 mm y aproximadamente 1,25 mm; entre aproximadamente 1,25 mm y aproximadamente 1,5 mm; entre aproximadamente 1,5 mm y aproximadamente 2 mm; entre aproximadamente 2 mm y aproximadamente 2,5 mm; entre aproximadamente 2,5 mm y aproximadamente 3 mm; entre aproximadamente 3 mm y aproximadamente 3,5 mm; entre aproximadamente 3,5 mm y aproximadamente 4 mm; entre aproximadamente 4 mm y aproximadamente 4,5 mm; o entre aproximadamente 4,5 mm y aproximadamente 5 mm La separación entre porciones de accionamiento adyacentes puede estar en el rango de: aproximadamente 0,5 mm hasta aproximadamente 1,5 mm; aproximadamente 1 mm hasta aproximadamente 2 mm; aproximadamente 1 mm hasta aproximadamente 3 mm; aproximadamente 1 mm hasta aproximadamente 5 mm; o aproximadamente 2 mm hasta aproximadamente 5 mm.

En realizaciones de la invención, la separación entre porciones de accionamiento adyacentes puede expresarse de una manera alternativa, como el paso entre porciones de accionamiento adyacentes – es decir, la distancia entre los centros de los cabezales. El paso entre porciones de accionamiento adyacentes debe ser al menos ligeramente

mayor que la anchura de una sola porción de accionamiento para que haya un leve hueco entre las porciones de accionamiento adyacentes. En algunas realizaciones, el paso entre porciones de accionamiento adyacentes es de entre: aproximadamente 1,5 y aproximadamente 5 veces la anchura de una porción de accionamiento; aproximadamente 1,5 y aproximadamente 4 veces la anchura de una porción de accionamiento; aproximadamente 1,5 y aproximadamente 3 veces la anchura de una porción de accionamiento; aproximadamente 1,5 y aproximadamente 2,5 veces la anchura de una porción de accionamiento; o aproximadamente 1,5 y aproximadamente 2 veces la anchura de una porción de accionamiento. En términos absolutos, el paso entre porciones de accionamiento adyacentes puede estar: entre aproximadamente 1,25 mm y aproximadamente 1,5 mm; entre aproximadamente 1,5 mm y aproximadamente 2 mm; entre aproximadamente 2 mm y aproximadamente 2,5 mm; entre aproximadamente 2,5 mm y aproximadamente 3 mm; entre aproximadamente 3 mm y aproximadamente 3,5 mm; entre aproximadamente 3,5 mm y aproximadamente 4 mm; entre aproximadamente 4 mm y aproximadamente 4,5 mm; o entre aproximadamente 4,5 mm y aproximadamente 5 mm.

Se apreciará que estos valores posibles para la anchura del cabezal de una porción de accionamiento, la separación entre porciones de accionamiento adyacentes y el paso entre porciones de accionamiento adyacentes, también puede aplicarse a la anchura, separación y paso entre porciones de sensor contactadas por las porciones de accionamiento. Además estos valores con respecto a las porciones de accionamiento o porciones de sensor son aplicables haya o no porciones de accionamiento con cabezales alargados y, por ejemplo, si hay cabezales de accionamiento que son cuadrados o circulares (en cuyo caso la anchura se considera como el diámetro). Asimismo, se apreciará que en realizaciones preferidas los tamaños y separaciones entre elementos tales como las porciones de accionamiento o porciones de sensor serán sustancialmente constantes, aunque podrían existir realizaciones en las que existieran variaciones.

En realizaciones de la invención, la longitud del cabezal de una porción de accionamiento puede estar en el rango de: aproximadamente 10 mm hasta aproximadamente 25 mm; aproximadamente 10 mm hasta aproximadamente 20 mm; aproximadamente 10 mm hasta aproximadamente 15 mm; o aproximadamente 15 mm hasta aproximadamente 25 mm. La longitud del cabezal de una porción de accionamiento puede ser de: no menos de aproximadamente 10 mm; no menos de aproximadamente 15 mm; no menos de aproximadamente 20 mm; o no menos de aproximadamente 25 mm. La longitud del cabezal de una porción de accionamiento puede ser: no mayor de aproximadamente 15 mm; no mayor de aproximadamente 20 mm; no mayor de aproximadamente 25 mm; no mayor de aproximadamente 30 mm. La longitud del cabezal de una porción de accionamiento puede ser de: al menos aproximadamente 10 veces la anchura del cabezal de la porción de accionamiento; al menos aproximadamente 15 veces la anchura del cabezal de la porción de accionamiento; al menos aproximadamente 20 veces la anchura del cabezal de la porción de accionamiento; o al menos aproximadamente 25 veces la anchura del cabezal de la porción de accionamiento; o al menos aproximadamente 30 veces la anchura del cabezal de la porción de accionamiento.

En realizaciones preferidas, el cabezal de cada porción de accionamiento es sustancialmente rectangular, y una porción colgante que se extiende hacia abajo desde el cabezal termina en una porción de acoplamiento de sensor con un área sustancialmente menor que el cabezal. La porción de acoplamiento con sensor puede tener, por ejemplo, una anchura que sea la misma, o del mismo orden, que la anchura del cabezal. La porción de acoplamiento de sensor puede tener, por ejemplo, una longitud que es la misma, o del mismo orden, que la anchura de la porción de acoplamiento con sensor. La porción de acoplamiento con sensor puede ser, por ejemplo, cuadrada o circular.

Una batería lineal de sensores para uso en realizaciones de la invención puede usar sensores individuales de diversos tipos, tales como piezoeléctricos, compuestos de tunelación cuántica, etc. Sin embargo, algunas realizaciones de la invención usan una disposición que está adecuada particularmente para uso en una batería de sensores lineal de alta definición.

Por tanto, en realizaciones de la invención, la segunda batería de sensores comprende una pluralidad de miembros resilientemente desviables paralelos alargados cuya dirección longitudinal se extiende en la dirección de desplazamiento; estando provisto cada miembro desviable de una porción de accionamiento respectiva que se extiende hacia abajo desde un cabezal hasta una pieza que se acopla con el miembro desviable; estando provisto cada miembro desviable de al menos dos porciones receptoras separadas a lo largo de su longitud, teniendo cada porción receptora propiedades eléctricas que varían según un esfuerzo aplicado; y en donde las porciones receptoras de un miembro desviable están conectadas eléctricamente como nodos en una disposición en puente y se disponen unos medios para proporcionar una entrada eléctrica al puente y para detectar salida eléctrica desde el puente.

Podrían existir dos porciones de material receptor, conectadas en una disposición de medio puente, o cuatro porciones de material receptor conectadas en una disposición de puente de Wheatstone.

Los miembros desviables podrían montarse de un modo en voladizo, con un extremo soportado y el otro libre para desviarse. En una disposición de esta clase, la porción de accionamiento puede acoplarse con el miembro desviable junto al extremo libre. Sin embargo, en una realización preferida, el miembro desviable está soportado en ambos extremos y la porción de accionamiento se acopla con el miembro desviable en una región central, entre sus

extremos. Una realización preferida de los aspectos primero, segundo y tercero de la invención usa una realización de esta clase y proporciona una manera efectiva de crear los elementos desviables. Según esta realización, un sustrato alargado de un material resiliestamente deformable está provisto de una pluralidad de acanaladuras paralelas que se extienden lateralmente en el sustrato y que están separadas entre ellas en la dirección longitudinal de modo que entre cualquier par adyacente de acanaladuras se define un miembro desviable alargado que tiene unos extremos primero y segundo que están conectados integralmente con el resto del sustrato.

Una disposición similar podría usarse para proporcionar miembros desviables en voladizo. En una realización de esta clase se dispone un sustrato alargado de material resiliestamente deformable con una pluralidad de acanaladuras paralelas que se extienden lateralmente en el sustrato, las cuales se extienden desde un borde del sustrato y están separadas entre ellas en la dirección de modo que entre cualquier par adyacente de acanaladuras se define un miembro desviable alargado que tiene unos extremos primero y segundo que están conectados integralmente con el resto del sustrato, y un segundo extremo libre.

La porción o porciones receptoras usadas en estas realizaciones de la invención podrían ser, por ejemplo, elementos piezoeléctricos o piezorresistivos.

Típicamente, el aparato según la invención estará sometido a condiciones operativas bastante arduas, estando colocado al aire libre y siendo accionado repetidamente por vehículos tan grandes y tan pesados como los camiones, autobuses, etc. En el documento WO 2006/003467 se usa cinta flexible para cubrir los sensores, y se señala que esta capa exterior necesita proteger los sensores frente a las condiciones ambientales y resistir el desgaste, pero también debe permitir la transmisión de la presión del neumático a cada elemento sensor. Asimismo, se señala que no deben existir interferencias, de modo que la presión percibida por cualquier sensor sea debida a la presión aplicada sobre el área de ese sensor y no sea afectada por la presión aplicada a un sensor adyacente o cercano.

Se ha verificado ahora que es posible usar una cubierta exterior que es mucho menos flexible que una cinta y que proporciona mayor protección, al tiempo aún permite una resolución suficiente por la batería de sensores.

Por tanto, en algunas realizaciones de la invención existe una batería de sensores lineal que se extiende lateralmente y sobre la cual va a rodar el neumático, comprendiendo la batería de sensores una pluralidad de sensores de fuerza individuales, en el que cada sensor de fuerza comprende una porción receptora y una porción de accionamiento, teniendo la porción de accionamiento un primer extremo para recibir una carga del contacto con el neumático y un segundo extremo para transmitir la fuerza de contacto del neumático a la porción receptora; la batería de sensores tiene una resolución suficientemente alta para detectar puntos a lo largo de dicha línea en la que no hay contacto con el neumático como resultado de un dibujo de banda de rodadura en el neumático; y en el que una lámina de cubierta que tiene una superficie superior y una superficie inferior cubre los primeros extremos de las porciones de accionamiento, estando la superficie superior en contacto con el neumático y la superficie inferior dispuesta para transmitir cargas hacia los primeros extremos de las porciones de accionamiento, siendo suficientemente rígida la lámina de cubierta para que se autosostenga sustancialmente al tiempo que es localmente deformable de una manera resiliente con el fin de permitir el movimiento individual de porciones de accionamiento en respuesta a la carga procedente de un neumático por encima de la superficie superior de la lámina de cubierta.

Preferiblemente, la lámina de cubierta también es sustancialmente resistente a la compresión. Sin embargo, en algunas realizaciones podría disponerse también una lámina de cubierta incompresible con una capa de material resiliestamente compresible, tal como caucho, entre la lámina de cubierta y los primeros extremos, o cabezales, de las porciones de accionamiento.

La lámina de cubierta puede tener la forma de una capa de metal, tal como acero, y en una realización preferida puede ser de acero inoxidable. Alternativamente, la lámina de cubierta puede estar formada de material de plástico. En cualquier caso, la lámina de cubierta puede tener un grosor de, por ejemplo, aproximadamente 0,5 mm. Grosos posibles para la lámina de cubierta en algunas realizaciones preferidas de la invención son: entre 0,3 mm y aproximadamente 1 mm; entre aproximadamente 0,3 mm y aproximadamente 0,8 mm; o entre aproximadamente 0,4 mm y aproximadamente 0,6 mm.

Una lámina de cubierta del tipo anterior protegerá el aparato contra la penetración de agua, suciedad y otros contaminantes, al tiempo que aún permite el uso de sensores de alta resolución que pueden detectar huecos de banda de rodadura.

Como se expresó anteriormente, la lámina de cubierta es suficientemente rígida para estar autosostentada, al tiempo que es localmente deformable de una manera resiliente con el fin de permitir el movimiento individual de porciones de accionamiento en respuesta a la carga procedente de un neumático por encima de la superficie superior de la lámina de cubierta. Características alternativas, o adicionales, para definir la lámina de cubierta podrían ser: (i) la lámina de cubierta es metálica y tiene un grosor de al menos 0,3 mm; o (ii) la lámina de cubierta no experimenta una compresión sustancial bajo el peso de un neumático sobre un vehículo, sino que se flexiona resiliestamente.

- En realizaciones de la invención, la extensión del movimiento de la porción de accionamiento que se corresponde con una carga máxima para una porción de sensor individual puede estar, por ejemplo: en el rango de aproximadamente 10 micras hasta aproximadamente 30 micras; en el rango de aproximadamente 10 micras hasta aproximadamente 20 micras; en el rango de aproximadamente 15 micras hasta aproximadamente 20 micras; no más de aproximadamente 30 micras; no más de aproximadamente 25 micras; o no más de aproximadamente 20 micras. La carga máxima sobre un sensor individual puede ser, por ejemplo: entre aproximadamente 15 kg y aproximadamente 25 kg; no menos de 15 kg; o no menos de aproximadamente 20 kg. La carga máxima sobre un sensor individual podría ser significativamente de más de 20 kg, por ejemplo en el caso de neumáticos de aeronave o vehículos para movimiento de tierras.
- La lámina de cubierta puede ser tal que alise las señales procedentes de sensores adyacentes. Sin ninguna conexión a través de los sensores, si un sensor está alineado con el caucho del neumático y el siguiente sensor está totalmente alineado con un hueco de banda de rodadura, no existe indicación alguna de dónde comienza el hueco de banda de rodadura. El procesamiento de datos procedentes de los sensores llevará a la conclusión de que el hueco de banda de rodadura comienza inmediatamente después del primer sensor, con una transición brusca. En algunas aplicaciones, esto puede afectar la usabilidad de los datos y se desean transiciones menos bruscas.
- La lámina de cubierta sirve para transferir una porción de la carga sobre un sensor dado a sensores adyacentes. Este efecto también puede obtenerse vinculando conjuntamente porciones de accionamiento directamente para sensores individuales mediante enlaces adecuados.
- Por tanto, en realizaciones de la invención, un miembro de distribución de fuerzas flexible que se extiende lateralmente cubre las porciones transmisoras de fuerza en contacto con sus segundos extremos con la finalidad de estar entre el neumático y las porciones transmisoras de fuerza en uso, con lo que una parte de la fuerza ejercida por el neumático sobre una porción transmisora de fuerza dada se distribuye a porciones transmisoras de fuerza adyacentes.
- El miembro de distribución de fuerzas puede ser una porción formada integralmente con una pluralidad de porciones transmisoras de fuerzas. El miembro de distribución de fuerzas puede comprender una lámina de cubierta y puede ser una capa de metal o material de plástico. El miembro de distribución puede comprender una capa relativamente rígida de material resiliente. El miembro de distribución de fuerza puede ser suficiente rígido para ser sustancialmente autoportante, pero suficientemente flexible para permitir el movimiento individual de porciones de transmisión de fuerza adyacentes, y puede ser descrito en el contexto de las aspectos precedentes de la invención.
- Otra área se ocupa de determinar los datos de sensor que se han de utilizar para establecer la presión del neumático, cuando se usa una batería de sensores que se extiende lateralmente sobre la cual pasa el neumático. Las salidas de sensor serán muestreadas a medida que pasa el neumático sobre la batería de sensores y, en términos generales, se ha supuesto que la carga detectada aumentará hasta una meseta desde un mínimo cuando el neumático hace contacto por primera vez con un sensor, y luego disminuirá hasta que el neumático haya pasado sobre la batería. Los sensores que proporcionan las salidas más altas serán normalmente aquellos que estén totalmente en contacto con el neumático, y las lecturas de los sensores situados hacia el centro del neumático, alejado de los efectos cercados a los costados, proporcionarán los datos más fiables para uso en la determinación de la presión del neumático.
- Se ha determinado que existe un pico inicial cuando una porción de un neumático se acopla por primera vez con la batería de sensores. Existe entonces una meseta aproximada después del pico, hasta que la carga comienza de nuevo a disminuir. En el documento US-A-5942681 se ilustran tres curvas de la carga/tiempo para un neumático. Cada una de estas muestra un pico inicial de esta clase y se señala que estas máximas de las curvas se usan en los cálculos. Se ha averiguado ahora que los picos son inestables y que sus amplitudes pueden variar por una serie de razones que no están relacionadas con la presión de inflado del neumático. Según otro aspecto de la invención, los datos usados para determinar la presión del neumático se toman, en cambio, de la región de meseta en donde los datos son más estables y fiables.
- De este modo, en algunas realizaciones de la invención, a medida que el neumático se mueve sobre la batería de sensores lateral aumenta la carga sobre un sensor desde cero, o un mínimo, hasta un pico y disminuye subsiguientemente hasta una meseta y luego a cero, o el mínimo, y las salidas de un sensor que se usa para determinar la presión de neumático son sólo las que se obtienen en un intervalo de tiempo que comienza después de que la carga haya disminuido desde el pico hasta la meseta y que termina antes de que la carga comience a disminuir desde la meseta.
- La meseta no necesita ser completamente plana y puede tener variaciones en la amplitud de salida, o incluso una tendencia en una dirección – hacia arriba o hacia abajo. Sin embargo, es distinto de lo que normalmente será inicialmente un incremento empinado hasta el pico, un descenso empinado desde el pico, y un último descenso empinado, y es significativamente más constante. En algunas realizaciones, el intervalo de tiempo con respecto al cual se usan las salidas comienza en un punto que está sustancialmente más cercano en el tiempo al punto en el

cual la carga comienza a disminuir desde la meseta, que de lo que está al pico. En algunas realizaciones, la extensión del intervalo de tiempo con respecto al cual se usan las salidas es sustancialmente menor que el tiempo durante el cual el neumático imparte una carga sobre el sensor.

- 5 Cuando un neumático se mueve sobre una batería lineal existe una sola línea de contacto entre la batería y el neumático, cuya posición en la huella de neumático cambia de estar en la parte frontal de la huella a estar en la parte trasera de la huella. Para comprobar la presión de neumático, en algunas realizaciones de este aspecto de la invención, se usan salidas de sensor sólo con respecto a: no más de aproximadamente el 75% más posterior de la longitud de la huella de neumático; no más de aproximadamente el 65% más posterior de la longitud de la huella de neumático; no más de aproximadamente el 50% más posterior de la longitud de la huella de neumático; o no más de aproximadamente el 30% más posterior de la longitud de la huella de neumático. Dicho de otra manera, sólo se usan las salidas de sensor con respecto a: no más de aproximadamente el 75% final del tiempo total durante el cual se producen salidas; no más de aproximadamente el 65% final del tiempo total durante el cual se producen salidas; no más de aproximadamente el 50% final del tiempo total durante el cual se producen salidas; o no más de aproximadamente el 30% final del tiempo total durante el cual se producen salidas.
- 10
- 15 En realizaciones en las que la presión de neumático se comprueba por referencia a datos comparativos almacenados, esta disposición proporciona mayor fiabilidad dado que las salidas de sensor en el intervalo elegido de tiempo son más consistentes y, por tanto, existirá una correlación más precisa con salidas proporcionadas durante una fase de calibración, por ejemplo.

20 En algunas realizaciones que usan esta disposición, las salidas de sensor adecuadas que se van a usar pueden calcularse usando un algoritmo que comprueba el pico inicial y luego espera durante un tiempo apropiado, o que comprueba la meseta y elige un punto apropiado de esa meseta. En algunas realizaciones, el sistema sensor de carga de plataforma puede usarse para determinar la posición y velocidad de neumático y esa información puede usarse para identificar las salidas de sensor apropiadas que se van a usar procedentes de los sensores de la batería lateral. En una realización de esta clase, las lecturas del sistema sensor de carga de plataforma pueden usarse para iniciar el muestreo de las salidas de los sensores de la batería lateral y para finalizar el muestreo. Alternativamente, las salidas del sistema sensor de carga de plataforma pueden usarse para determinar un intervalo de tiempo durante el cual se van a usar las salidas de los sensores de la batería lateral y pueden seleccionarse salidas muestreadas dentro de este intervalo de tiempo.

25

30 En lo que se refiere a la posición de los sensores de la batería lateral cuyas salidas se usan, éstos pueden estar limitados, por ejemplo, a los de la región central de la huella de neumático, alejada de las orillas del neumático. Éstos pueden seleccionarse a partir del análisis de los datos de los sensores de la batería lateral para identificar los bordes de la huella de neumático y la anchura de neumático, y para seleccionar sensores en la región central. Alternativamente, el sistema sensor de carga de plataforma puede usarse para identificar los límites aproximados del neumático y usar esta información para identificar sensores de la batería lateral cuyas salidas se han de usar. En general, estas posibilidades pueden combinarse, y los sensores de la batería lateral pueden seleccionarse teniendo en cuenta las salidas de los sensores de la batería lateral y las salidas de sensores del sistema sensor de carga de plataforma.

35

40 Como se señaló anteriormente, los sensores seleccionados para la medición de la presión de neumático se escogen preferiblemente de una región central del neumático, alejada de los costados del neumático. Esta región central puede estar dispuesta, por ejemplo, simétrica o aproximadamente simétrica en cualquier lado de la línea central del neumático, y puede, por ejemplo, ocupar: hasta aproximadamente un 10% de la huella de neumático; hasta aproximadamente un 15% de la anchura de la huella de neumático; hasta aproximadamente un 20% de la anchura de la huella de neumático; hasta aproximadamente un 25% de la anchura de la huella de neumático; hasta aproximadamente un 30% de la anchura de la huella de neumático; hasta aproximadamente un 35% de la anchura de la huella de neumático; hasta aproximadamente un 40% de la anchura de la huella de neumático; hasta aproximadamente un 45% de la anchura de la huella de neumático; hasta aproximadamente un 50% de la anchura de la huella de neumático; hasta aproximadamente un 55% de la anchura de la huella de neumático; hasta aproximadamente un 60% de la anchura de la huella de neumático; hasta aproximadamente un 65% de la anchura de la huella de neumático; hasta aproximadamente un 70% de la anchura de la huella de neumático; o hasta aproximadamente un 75% de la anchura de la huella de neumático. Dicho de otra manera, la región central puede estar dispuesta, por ejemplo, simétrica o aproximadamente simétrica en cualquier lado de la línea central de la línea de contacto entre la batería de sensores y el neumático y puede, por ejemplo, ocupar: hasta aproximadamente un 10% de la longitud de la línea de contacto entre la batería de sensores y el neumático; hasta aproximadamente un 15% de la longitud de la línea de contacto entre la batería de sensores y el neumático; hasta aproximadamente un 20% de la longitud de la línea de contacto entre la batería de sensores y el neumático; hasta aproximadamente un 25% de la longitud de la línea de contacto entre la batería de sensores y el neumático; hasta aproximadamente un 30% de la longitud de la línea de contacto entre la batería de sensores y el neumático; hasta aproximadamente un 35% de la longitud de la línea de contacto entre la batería de sensores y el neumático; hasta aproximadamente un 40% de la longitud de la línea de contacto entre la batería de sensores y el neumático; hasta aproximadamente un 45% de la longitud de la línea de contacto entre la batería de sensores y el neumático; hasta aproximadamente un

50% de la longitud de la línea de contacto entre la batería de sensores y el neumático; hasta aproximadamente un 55% de la longitud de la línea de contacto entre la batería de sensores y el neumático; hasta aproximadamente un 60% de la longitud de la línea de contacto entre la batería de sensores y el neumático; hasta aproximadamente un 65% de la longitud de la línea de contacto entre la batería de sensores y el neumático; hasta aproximadamente un 70% de la longitud de la línea de contacto entre la batería de sensores y el neumático; o hasta aproximadamente un 75% de la longitud de la línea de contacto entre la batería de sensores y el neumático.

A partir de las salidas de los sensores de la región central y durante un periodo de tiempo seleccionado para que coincida con la parte deseada de la meseta, podría seleccionarse la salida más grande dado que representa la carga sobre un solo sensor que está totalmente en contacto con el neumático. Sin embargo, podrían existir razones por lo que esto no fuera una representación precisa de la carga verdadera, por ejemplo si el sensor coincide con la posición de una piedra en un hueco de banda de rodadura del neumático. Por tanto, de manera preferible se eligen las salidas de una serie de sensores con los valores más altos, excluyendo éstos entonces las salidas de sensores que coinciden total o parcialmente con huecos de bandas de rodadura. Por ejemplo, podrían seleccionarse: hasta el 5% superior de las salidas; hasta el 10% superior de las salidas; hasta el 15% superior de las salidas; hasta el 20% superior de las salidas; hasta el 25% superior de las salidas; hasta el 30% superior de las salidas; hasta el 35% superior de las salidas; hasta el 40% superior de las salidas; hasta el 45% superior de las salidas; o hasta el 50% superior de las salidas. Podrían usarse técnicas estadísticas para excluir cualesquiera anomalías, por ejemplo valores particularmente altos o valores particularmente bajos. El valor medio podría calcularse a partir de las salidas restantes.

La intención de tales realizaciones de la invención es la de obtener un valor fiable para la carga sobre un sensor que está totalmente alineados con el caucho del neumático, sin los efectos de los huecos de banda de rodadura, alejados de efectos transientes hacia las orillas del neumático, y en una región meseta estable del perfil de carga a medida que el neumático rueda sobre la batería de sensores.

Las realizaciones de la invención pueden incluir investigar el desgaste de los neumáticos buscando variaciones en la anchura de la huella de neumático sobre la cual hay huecos de banda de rodadura. Cuando un neumático es nuevo, existirán huecos de banda de rodadura a través de la anchura del neumático. A medida que se desgasta el neumático, se desgastarán rebajándose y finalmente desaparecerán las bandas de rodadura hacia las orillas exteriores del neumático. De este modo, almacenando los datos para un neumático particular, es posible seguir el dibujo de desgaste.

Se describirán ahora algunas realizaciones de la invención a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos anexos, en los que:

La figura 1 es una vista diagramática de un sistema usado para medir características de neumático;

La figura 2 es una vista extrema diagramática del aparato sensor usado en el sistema;

La figura 3 es una vista frontal diagramática de la porción principal del aparato;

La figura 4 es una vista superior del aparato;

La figura 5 es una vista superior esquemática de un sensor individual usado en el aparato;

La figura 6 es una vista lateral esquemática del sensor;

La figura 7 es una vista superior del sensor mostrando conexiones eléctricas;

La figura 8 es un diagrama de una circuitería puente para uso con el sensor;

La figura 9 es una vista en planta de un sustrato para formar una pluralidad de los sensores;

La figura 10 es una vista lateral que muestra una porción de accionamiento del sensor;

La figura 11 es una vista superior de la porción de accionamiento,

La figura 12 es una vista superior de un bloque para guiar las porciones de accionamiento;

La figura 13 es una vista en planta que muestra el bloque posicionado sobre el sustrato;

La figura 14 es una vista lateral que muestra una lámina de cubierta sobre la porción de accionamiento;

La figura 15 es una vista superior que muestra la lámina de cubierta;

La figura 16 es una vista esquemática de un neumático de vehículo que pasa sobre la batería de sensores;

La figura 17 es un diagrama de una salida de huella de neumático que usa la disposición de la figura 16;

La figura 18 es un diagrama de una salida de huella de neumático alternativa que usa la disposición de la figura 16, pero con sensores diferentes;

La figura 19 es una realización alternativa para proporcionar porciones de accionamiento;

5 La figura 20 es una realización alternativa que usa una porción de accionamiento diferente,

La figura 21 es un gráfico de la carga sobre un sensor en el segundo conjunto en función del tiempo;

La figura 22 es una gráfica de la salida de carga del segundo conjunto de sensores en función del tiempo;

La figura 23 es una vista superior esquemática de un sensor individual alternativo usado en el aparato;

La figura 24 es un diagrama de una circuitería puente alternativa para uso con el sensor;

10 La figura 25 es una vista en planta de un sustrato alternativo para formar una pluralidad de los sensores; y

La figura 26 es una vista en planta de una disposición sensora alternativa entre la plataforma y la base.

Haciendo referencia ahora a la figura 1, se usa un sistema 1 para determinar características de neumático de un vehículo 2 que tiene cuatro ruedas 3 y que se mueve en la dirección de la flecha A. El sistema incluye dos conjuntos de aparatos sensores, a saber el aparato 4 para las ruedas izquierdas del vehículo y el aparato 5 para el lado derecho. Estos aparatos son idénticos y están conectados a una unidad 6 de procesamiento de datos.

15 Según se muestra en las figuras 2, 3 y 4, el aparato sensor incluye una base 7 sobre la cual está soportada una plataforma 8 mediante una matriz de primeros sensores 9 de carga dispuestos en tres filas de a ocho. Se disponen una rampa 10 de borde delantero y un borde trasero 11. Una batería lateral 12 de segundos sensores está montada en la plataforma 8 en una posición central. En uso, un neumático 3 rodará hacia arriba por la rampa 10 y pasará por encima de la plataforma 8, provocando salidas de los primeros sensores 9 hasta que el neumático descienda por la rampa 11. Mientras rueda sobre la plataforma 8, el neumático pasa sobre la batería lineal 12 de sensores que se extiende lateralmente. Las salidas de los primeros sensores 9 se muestrean a intervalos y se usan para determinar, entre otras cosas, la carga total de la rueda 3 sobre el aparato. Las salidas de la batería 12 de sensores se muestrean a intervalos y se usan para determinar, entre otras cosas, la presión de inflado del neumático 3.

20 Con referencia a las figuras 5 a 8, cada sensor de la batería 12 comprende una viga 13 que está soportada por ambos extremos y que puede desviarse resilientemente bajo la acción de una fuerza aplicada en sentido descendente en un punto medio 14, en la dirección de la flecha B. Separados a intervalos a lo largo de la viga 13 están cuatro elementos piezorresistivos 15, 16, 17 y 18, con la forma de porciones de película gruesa impresas sobre la viga 13. Cada uno de estos tiene dos conexiones y éstas están unidas en pares según se muestra esquemáticamente en la figura 5 para proporcionar cuatro puntos de conexión A, B, C y D. Esto puede realizarse por medio de unas porciones conductoras 19, 20, 21 y 22, impresas sobre la viga 13, según se muestra en la figura 7. Los puntos de conexión A, B, C y D forman los nodos de un Puente de Wheatstone según se muestra en la figura 8, aplicándose la tensión de entrada V_i a través de los nodos A y C y proporcionándose la señal de salida V_o a través de los nodos B y D. Esta señal de salida V_o varía en amplitud según la desviación de la viga 13 y, por tanto, depende de la carga aplicada en el punto 14.

25 Para producir la batería lineal 12, se usa una lámina 23 de sustrato según se muestra en la figura 9. La lámina puede ser de cualquier material adecuado, tal como acero inoxidable, revestido con un material dieléctrico. Una serie de acanaladuras paralelas 24 igualmente separadas se recortan en el sustrato, usando, por ejemplo, un cortador láser, para definir las vigas paralelas individuales 13.

30 Para desviar las vigas, se usan una serie correspondiente de actuadores 25, según se muestra en la figura 10. Cada uno de estos tiene generalmente forma rectangular para proporcionar un cabezal rectangular alargado 26 en el extremo superior. En el extremo inferior hay un pie 27 de un tamaño mucho menor que el cabezal, el cual se acopla con el punto medio 14 de la viga 13. La finalidad del cabezal alargado se expondrá a continuación.

35 La figura 12 muestra un bloque 28 de soporte con una serie de acanaladuras paralelas separadas 29 que reciben a los actuadores 25. La figura 13 muestra el bloque 28 posicionado sobre el sustrato 23, con las acanaladuras 29 alineadas con las vigas individuales 13. La figura 14 es una vista lateral que muestra cómo un actuador 25 está soportado en el bloque 28 con su cabezal 26 sobresaliendo por encima del bloque y su pie 27 acoplándose con el punto medio 14 de la viga 13. Se dispone una lámina 30 de cubierta de acero inoxidable de 0,5 mm de grosor sobre los cabezales 26 de los actuadores 25. Ésta es resilientemente deformable para permitir que las cargas de un neumático que se acopla con la lámina sean transmitidas a los actuadores individuales 25.

40 La figura 15 es una vista superior del conjunto de batería de sensores con la lámina 30 mantenida en su sitio por una

pestaña periférica 31, que se sella a la lámina y al material adyacente de modo que se proporciona una barrera efectiva contra la entrada de agua, polvo y otros contaminantes en el interior del conjunto.

La figura 16 muestra una vista diagramática de un neumático 32 que pasa sobre una batería de sensores, según se describió anteriormente, cuyos cabezales 26 de actuador están representados como una batería 33. La batería se extiende lateralmente respecto de la dirección de movimiento del neumático a medida que éste rueda sobre el aparato. El neumático tiene dos dibujos centrales 34 y 35 de banda de rodadura en "zig-zag" recortados en él, así como unos huecos 36 y 37 de banda de rodadura lateralmente dirigidos que se extienden hacia el interior desde el borde del neumático. Según puede verse, los cabezales alargados de los actuadores son suficientemente largos para puentear un hueco 36 de banda de rodadura en un borde del neumático. Sin embargo, en los huecos 34 y 35 de banda de rodadura centrales existen cabezales de actuador que están totalmente dentro de los huecos de banda de rodadura. En esta región central, existen también cabezales de actuador que están acopladas totalmente con el caucho del neumático.

A medida que el neumático rueda sobre la batería, el contacto con la batería es siempre a través de la misma línea, pero cambia la posición de esa línea en la huella de neumático. Los datos de los sensores de la batería pueden procesarse para proporcionar una representación del contorno 38 de la huella de neumático, según se muestra en la figura 17. La anchura máxima de la huella de neumático es la distancia entre los puntos 39 y 40. Sin embargo, dentro del contorno de la huella de neumático no puede verse el dibujo de banda de rodadura del neumático. Se han detectado los huecos 34 y 35 de banda de rodadura, pero sólo a través de una sola línea. La naturaleza en zig-zag de los huecos no puede verse y éstos se representan sólo por unas líneas longitudinales 41 y 42. Debido a que los cabezales de actuador abarcan el hueco 36 de banda de rodadura, este no aparece en absoluto.

La figura 18 muestra el resultado que se obtendría si se usasen cabezales de actuador mucho más cortos que los cabezales alargados 26 de los actuadores 25. En este caso, el hueco de banda de rodadura lateral se detectaría en al menos parte de su extensión. Dado que es imposible resolver esta información alrededor de la circunferencia del neumático, escogiendo otros puntos en los que haya caucho y no hace ningún hueco, el resultado sería como el mostrado en la figura 18. El costado del neumático con el hueco 36 de banda de rodadura aparece como totalmente perdido y la anchura máxima percibida de la huella entre los puntos 39 y 40 sería significativamente menor. Esto afectará a los cálculos relativos a la anchura del neumático, perfil y área de huella, simetría de huella, etc.

La figura 19 muestra una modificación de la realización descrita anteriormente en la que en vez de que los actuadores 25 sean elementos individuales, éstos se proporcionan como unos módulos 43 en los se han moldeado una serie de los actuadores integralmente con una tira conectora 44 que une los cabezales. Esto es suficientemente flexible para permitir que los actuadores se muevan independientemente, aunque, al igual que la lámina 26 de cubierta, no hay necesidad de que la tira sea tan flexible como una cinta, por ejemplo. La tira podría ser suficientemente rígida para ser autoportante, al tiempo que aún permite el movimiento de los actuadores individuales de una manera que proporciona suficiente resolución. La tira podría ser tan ancha como se desee, por ejemplo tan ancha como los actuadores mismos o, como se muestra en la figura 19, relativamente estrecha.

La figura 20 ilustra una disposición de actuador alternativa para una viga 13. En esta, un actuador 45 con una profundidad significativamente reducida está unido a una lámina 46 de cubierta que puede ser idéntica o similar a la lámina 26 de cubierta antes expuesta. Los actuadores estarán separados a intervalos a lo largo de la lámina 46 de modo que cubran sus vigas respectivas 13. En el extremo inferior del actuador 45 se dispone un pie 47 que se acopla con la viga 13. Puede proporcionarse a los actuadores una guía opcional 48 con acanaladuras adecuadas.

La figura 21 muestra cómo la carga sobre un sensor individual de la batería 12, es decir la viga 13, varía con el tiempo a medida que el neumático rueda por encima. Existe una elevación inicial hasta un pico indicado en X, una disminución hasta una meseta indicada en Y, y luego una disminución desde un punto Z. Se marca con P la porción de la meseta en la que se usan las salidas de los sensores para determinar la presión de neumático. La elevación inicial hasta un pico puede ocurrir, por ejemplo, como resultado de la distorsión del caucho del neumático, existiendo efectos debidos a la naturaleza del caucho, refuerzos del neumático, etc. El caucho del neumático puede relajarse subsiguientemente en la región de la meseta.

La figura 22 muestra la variación de la carga sobre los sensores 9 entre la plataforma y la base, a medida que el neumático rueda sobre el aparato, en función del tiempo. La curva inferior izquierda 49 representa las salidas acumulativas de los sensores de la primera fila, la curva central 50 representa las salidas acumulativas de los sensores de la fila media, y la curva media derecha 51 representa las salidas acumulativas de los sensores de la fila media. La curva superior 52 representa la carga total sobre todos los sensores 9. La región Q representa el tiempo durante el cual se usarán las salidas del segundo conjunto de sensores, extendiéndose desde el momento en el que el neumático está centrado sobre la plataforma de modo que esté acoplado con la batería 12 de sensores, hasta antes de que el neumático comience a moverse hacia fuera de la plataforma. La salida de los sensores 9 puede usarse así para disparar el muestreo de las salidas de la batería 12 de sensores. En esta disposición, el tiempo de arranque para usar las segundas salidas de sensor es aproximadamente el punto de cruce entre las curvas de salida 49 y 51, es decir, las salidas de las filas primera y tercera de sensores. El final del periodo usado representa el cruce

entre las curvas 50 y 51, es decir, las salidas de las filas media y tercera. Sería posible prescindir de la tercera fila central y usar en su lugar la salida de las otras dos filas para determinar cuándo finalizar el uso de las segundas salidas de sensor. Sería posible usar dos filas centrales, una a cada lado de la línea central.

5 En un método de uso, las lecturas de sensor de la batería 12 que se usan, son las del periodo de tiempo seleccionado en el que las salidas están en la región de meseta. Los sensores elegidos para la medición de presión del neumático se toman de una región central del neumático, alejada de los costados del neumático, y se hace un promedio de una proporción superior de los valores de salida, excluyéndose valores excepcionalmente altos o bajos, usándose este promedio para determinar la presión de neumático según métodos expuestos anteriormente. En otro método de uso, las lecturas de los sensores de la batería 12 que se usan, son también las del periodo de tiempo
10 seleccionado cuando las salidas están en la región de meseta. Los sensores elegidos para la medición de presión de neumático se toman de una región central, o de una región más ancha, del neumático, y todas esas salidas de sensor se usan para determinar un perfil lateral de la huella de neumático de modo que pueda determinarse el sobreinflado y el infrainflado a partir del examen de este perfil. De nuevo, podrían excluirse valores excepcionalmente altos o excepcionalmente bajos.

15 La figura 23 muestra una viga 53 de sensor alternativa para uso en la batería lineal de sensores. Esta puede proporcionarse de la misma manera que la viga 13 de realizaciones anteriores. En vez de tener cuatro elementos perceptores, la viga 53 está dotada de dos elementos perceptores 54 y 55, que están conectados a unas pistas 56, 57 y 58, que dan unos terminales X, Y y Z como se muestra en la figura 24; éstos se usan para conectar los elementos perceptores en un semipunto, conectándose el suministro positivo al terminal X y la tierra al terminal Z, y
20 proporcionándose la señal de salida s desde el terminal Y.

La figura 25 muestra una disposición alternativa de la segunda batería de sensores. En ésta existe una base 59, por ejemplo un sustrato de acero de 2,5 mm de grosor. Por encima está colocada una lámina 60 de acero inoxidable de 0,5 mm de grosor, y entre las dos están montados unos elementos perceptores 61 igualmente separados. Esto proporciona una disposición compacta sencilla que no requiere porciones de accionamiento independientes.

25 En una realización de la invención, cada uno de los dos conjuntos de aparato sensor 4 y 5 contiene 320 sensores individuales de presión, comprendiendo cada sensor de presión una viga 13 y un actuador 25, según se describió anteriormente. Éstos están divididos en cinco módulos, teniendo cada uno 64 sensores individuales. Cada módulo de sensor comprende un sustrato 23, que está provisto de acanaladuras 24 que definen 64 vigas individuales. Cada módulo incluye un número correspondiente de actuadores 25 y un bloque de guía con 64 acanaladuras.
30 Alternativamente, cada módulo podría incluir dos submódulos, teniendo cada submódulo 32 sensores, y un bloque de guía y actuadores asociados. Las vigas y los actuadores están dispuestos con un paso constante de 3 mm, y el cabezal de cada actuador tiene 2 mm de ancho y 20 mm de largo.

Puede disponerse una lámina 30 de cubierta sobre cada módulo individual, o puede disponerse una lámina de cubierta común sobre todos los cinco módulos. Los módulos se disponen en una caja moldeada por inyección, y se
35 montan cinco cajas en unos rebajos en la superficie superior de la plataforma 8. Dentro de los rebajos se disponen también unos cables de conexión, tarjetas de adquisición y/o procesamiento de datos con memoria y potencia de procesamiento adecuadas, y unos interfaces para proporcionar datos a otros componentes tales como la unidad 6 de procesamiento de datos, si se desea mediante una unidad de procesamiento local receptora de datos procedentes de ambos conjuntos de los aparatos sensores 4 y 5.

40 En operación, las salidas de los sensores individuales se muestrean, por ejemplo, a aproximadamente de 8 a 10 k Hz.

Dentro de cada módulo, las salidas de sensor analógicas individuales se transmiten a dos amplificadores de etapas, por ejemplo dispuestos en dos grupos de 32 amplificadores, los cuales envían señales analógicas desde cada sensor a convertidores analógico a digital de alta velocidad, por ejemplo cuatro ADCs de alta velocidad basados en
45 dos microcontroladores. Las células de carga convencionales necesitan una compensación de CC para establecer el umbral de arranque. Esto puede lograrse con ajustes finos o mediante el control de un microcontrolador. El presente sistema usa el control mediante un microcontrolador de una manera diferente. El control tosco de la compensación mediante un convertidor digital a analógico bajo el firmware del microcontrolador se maneja dentro de la primera etapa de un amplificador de CC, pero existe un control fino de la compensación mediante un segundo DAC en el
50 segundo amplificador de etapas. Este sistema de dos etapas permite un control muy preciso del ajuste fino, el cual podría entorpecer un sistema de célula de carga convencional sin él. Por tanto, se puede proporcionar un sistema dinámico de tara cero y temperatura estable.

Cada módulo 16 usa un bus de datos en paralelo de alta velocidad de 16 bits con una dirección lateral de plataforma de hardware de 4 bits para seleccionar el módulo. El bus permite que un cable plano común conecte conjuntamente
55 los módulos.

El firmware de los módulos de sensor controla la compensación de CA y envía valores a cada grupo de 32 sensores. Los módulos de sensor leen las fuerzas de neumático cuando un vehículo pasa sobre ellos. Este evento es

5 disparado por un controlador para el conjunto de aparatos implicado, el cual usa las salidas del primer conjunto de sensores para determinar la posición y dirección del movimiento del neumático. Sólo se leerán módulos que contengan carga. Una vez que el neumático ha pasado por encima, los módulos de sensor que contienen datos notifican al controlador de adquisición para que los recoja. Los datos se recogen rápidamente de modo que los módulos de sensor puedan ocuparse de la siguiente rueda del vehículo.

10 El primer conjunto de sensores de cualquier conjunto de los aparatos 4, 5 puede tener que manejar, por ejemplo, un peso total de 5 toneladas y una carga dinámica de 20 toneladas. Cada sensor puede comprender, por ejemplo, un sustrato de acero inoxidable de 2 mm de grosor con un revestimiento dieléctrico, sobre el cual se dispone un material de película grueso piezoresistivo. La base del aparato puede ser metal, tal como aluminio, con una capa inferior de caucho opcional. Existen tres filas de ocho sensores, dispuestos en una matriz de filas y columnas, y éstos pueden usarse para detectar la dirección de desplazamiento, la posición de rotación del neumático, y la carga máxima, de modo que puedan determinarse las mejores posiciones de los sensores del segundo conjunto para recoger datos.

15 Los módulos y al menos parte de la circuitería electrónica asociada pueden acomodarse en la plataforma del conjunto respectivo de aparatos 4 o 5. Parte de la circuitería puede situarse en una unidad separada que recibe datos de los dos conjuntos de aparatos.

20 El uso de la lámina de cubierta de acero inoxidable no sólo protege los sensores y la circuitería, también sirve para alisar algunas de las salidas y, en particular, puede alisar datos cuando existe un borde en un hueco de banda de rodadura. En otros casos, sin embargo, el alisamiento puede evitarse dado que puede desearse analizar los datos adyacentes a un hueco de banda de rodadura, dado que este puede ser un indicador de desgaste de banda de rodadura. Cuando un neumático es nuevo, existe una transición relativamente brusca desde la superficie de caucho hasta un hueco de banda de rodadura. Cuando un neumático es nuevo, existe una transición relativamente brusca desde la superficie de caucho hasta un hueco de banda de rodadura. A medida que la banda de rodadura se desgasta rebajándose, la transición se hace más lisa y, por tanto, la transición puede analizarse para proporcionar una indicación del desgaste de banda de rodadura.

25 Según se observó anteriormente, la presión de inflado del neumático puede expresarse como:

$$(1) \quad P = aF_s + b$$

30 En donde P es la presión de inflado, F_s es la carga sobre un elemento perceptor individual en el segundo conjunto de sensores, es decir, los alojados por la plataforma, a es una constante y b es una constante. Los valores de las constantes puede determinarse por experimentos, usando presiones de inflado máxima y mínima. Para un vehículo que está descargado, la presión del neumático puede calcularse usando lo siguiente.

$$(2) \quad P_{(u)} = \left(\frac{P_{(max)} - P_{(min)}}{F_{t(max)} - F_{t(min)}} \right) F_{t(u)} + \left(\frac{F_{t(min)}P_{(min)} - F_{t(min)}P_{(max)}}{F_{t(max)} - F_{t(min)}} + P_{(min)} \right)$$

En donde:

35 $P_{(u)}$ = La presión de neumático calculada en bares para una carga de elemento perceptor dada $F_{t(u)}$ (para el vehículo descargado).

$F_{t(u)}$ = La carga del elemento perceptor medida.

$P_{(max)}$, $P_{(min)}$ = La presión de neumático evaluada en bares a la presión máxima y mínima (constantes)

$F_{t(max)}$, $F_{t(min)}$ = La lectura de carga del elemento perceptor a la presión de neumático evaluada máxima y mínima (constantes).

40 Ejemplo 1:

Se desinflan los neumáticos de un vehículo hasta una clasificación de presión de neumático mínima de 1,6 bares, a continuación se hace pasar el vehículo sobre el aparato y la lectura de carga del elemento perceptor se mide la como 1000. Los neumáticos de vehículo se inflan a continuación hasta la clasificación de presión de neumático máxima de 2,0 bares, se hace pasar de nuevo el vehículo sobre el aparato y la lectura de carga del elemento

perceptor se mide como 1200.

$P_{(min)} = 1,6$ bares, $P_{(max)} = 2,0$ bares, $F_{t(min)} = 1000$, $F_{t(max)} = 1200$

$$P_{(u)} = \left(\frac{2.0 - 1.6}{1200 - 1000} \right) F_{t(u)} + \left(\frac{1000 \times 1.6 - 1000 \times 2.0}{1200 - 1000} + 1.6 \right)$$

5 De este modo, usando la ecuación (2) la fórmula de cálculo de la presión para este neumático de muestra se convierte en:

$$(3) \quad P_{(u)} = 0.002 F_{t(u)} - 0.4$$

El neumático de muestra está ahora inflado a una presión desconocida. El vehículo se hace pasar sobre el aparato y la lectura carga del elemento perceptor $F_{t(u)}$ se mide como 1150. La presión (en bares) puede calcularse ahora como:

$$10 \quad P_{(u)} = (0.002 \times 1150) - 0.4$$

A partir de la cual, la presión de inflado del neumático $P_{(u)} = 1,9$ bares. De este modo, para este tipo particular de neumático y para un peso de vehículo dado (en este caso, el peso descargado) puede calcularse la presión de neumático.

15 Sin embargo, se ha establecido que existe una relación entre la lectura de carga del elemento perceptor y el peso del vehículo para una presión de inflado de neumático dada.

Supóngase que, para una presión de neumático fija, existe una relación lineal entre la lectura de carga de un elemento perceptor F_t y la fuerza que actúa sobre el neumático es decir $F_t \propto W$. Es posible derivar una relación entre las dos que permitirá que el valor del elemento perceptor sea ajustado en peso para un vehículo cargado con un peso desconocido.

$$20 \quad \text{Este relación ("TWR")} = \frac{\Delta F_t}{\Delta W}$$

De este modo:

$$(4) \quad TWR = \frac{F_{t(l)} - F_{t(u)}}{W_{(l)} - W_{(u)}}$$

En donde:

25 $F_{t(u)}$, $F_{t(l)}$ = La lectura de carga del elemento perceptor en el estado "descargado" (u) y el estado "cargado" (l) del vehículo (constantes).

$W_{(u)}$, $W_{(l)}$ = El peso total de la plataforma, medida usando la primera batería de sensores, en el estado "descargado" y "cargado" del vehículo (constantes).

Ejemplo 2

30 El mismo vehículo de prueba y neumático de prueba que los usados en el ejemplo anterior tiene sus neumáticos inflados hasta una presión nominal de 1,8 bares. El vehículo "descargado" se hace pasar sobre la plataforma. El valor de carga del elemento perceptor procedente de la batería lineal de sensores se mide como 1100 y el valor de carga total usando la primera batería de sensores se mide como 500. El vehículo se carga entonces con peso hasta que el vehículo alcanza su estado "cargado". Se hace pasar de nuevo el vehículo sobre la plataforma. El valor del elemento perceptor se mide como 1150 y el valor de carga total se mide en 700.

$$F_{t(u)} = 1100, F_{t(l)} = 1150, W_{(u)} = 500, W_{(l)} = 700$$

$$\text{Relación (TWR)} = \frac{1150 - 1100}{700 - 500}$$

$$\text{TWR} = 0,25 \frac{AD_{(F_t)}}{\Delta W}$$

En donde:

- 5 $AD_{(F_t)}$ = La unidad de medición de una lectura de un elemento perceptor en la batería lineal.

$AD_{(W)}$ = La unidad de medición de la lectura de carga total.

Usando la relación (TWR) es posible calcular un el valor $F_{t(u)}$ de carga del elemento perceptor ajustado para el vehículo en su estado descargado.

$$F_{t(u)} = F_t - \text{TWR}(W - W_{(u)})$$

- 10 De este modo

$$(5) \quad F_{t(u)} = F_t - \left[\left(\frac{F_{t(l)} - F_{t(u)}}{W_{(l)} - W_{(u)}} \right) (W - W_{(u)}) \right]$$

En donde

$F_{t(u)}$ = El valor de carga del elemento perceptor ajustado para el vehículo en su estado descargado.

F_t = El valor de carga del elemento perceptor para un peso W de vehículo desconocido (variable).

- 15 W = La fuerza total medida que actúa sobre el neumático (variable).

$W_{(u)}$ = La fuerza total que actúa sobre el neumático en el estado "descargado" del vehículo (constante).

Ejemplo 3

Usando el mismo vehículo de prueba y neumático de prueba que los usados en los ejemplos anteriores:

$$F_{t(u)} = F_t - [(0.25)(W - 500)]$$

$$(6) \quad F_{t(u)} = F_t - 0.25W + 125$$

- 20 **Cálculo de presión para un peso variable de vehículo**

Es ahora posible calcular la presión de neumático para el neumático con un peso variable de vehículo.

Tomando la fórmula original de cálculo de presión para un peso fijo o vehículo "descargado" y sustituyendo $F_{t(u)}$ de la fórmula anterior, se obtiene una fórmula para calcular la presión a cualquier peso dado:

(7)

$$P = \left(\frac{P_{(max)} - P_{(min)}}{F_{t(max)} - F_{t(min)}} \right) \left(F_t - \left[\left(\frac{F_{t(l)} - F_{t(u)}}{W(l) - W(u)} \right) (W - W(u)) \right] \right) + \left(\frac{F_{t(min)} P_{(min)} - F_{t(max)} P_{(max)}}{F_{t(max)} - F_{t(min)}} + P_{(min)} \right)$$

En donde:

P = La presión calculada

F_t = La lectura del elemento perceptor procedente de la batería lineal (variable).

5 W = La carga total que actúa sobre y a través del neumático, medida por el primer conjunto de sensores (variable).

Todas las demás partes de la ecuación son constantes como se definió previamente:

P_(min), P_(max) = Presión de neumático en bares a las presiones clasificadas máxima y mínima (vehículo en estado descargado).

F_{t(min)}, F_{t(max)} = La lectura del elemento perceptor en P_(min) y P_(max) (vehículo en estado descargado).

10 W_(u), W_(l) = Las lecturas de carga total de la primera batería de sensores con el vehículo en el estado descargado y cargado (neumáticos a presión "nominal").

F_{t(u)}, F_{t(l)} = La lecturas de elemento perceptor con el vehículo en los estados descargado y cargado (neumáticos a presión "nominal").

Ejemplo 4

15 Usando el ejemplo original y fórmula de cálculo de presión (para un vehículo de peso "descargado" fijo), P_(u) = 0,002F_{t(u)} - 0,4 y sustituyendo en la fórmula por la lectura del elemento perceptor ajustada al peso, F_{t(u)} = F_t - 0,25W + 125, se proporciona una fórmula para calcular la presión de neumático para cualquier peso dado:

$$P = 0,002 (F_t - 0,25W + 125) - 0,4$$

$$P = 0,002 F_t - 0,0005W + 0,25 - 0,4$$

20 De este modo:

$$(8) \quad P = 0,002 F_t - 0,0005W + 0,15$$

Si el vehículo esta cargado con una carga desconocida y los neumáticos están inflados a una presión desconocida, se hace pasar un neumático sobre la plataforma y el sistema calcula W como 600 y F_t como 1175, la presión de inflado puede calcularse como:

$$25 \quad P = (0,002 \times 1175) - (0,0005 \times 600) - 0,15$$

Obteniendo P = 1,9 bares.

Se apreciará que no es necesario usar los valores y unidades de carga o peso reales. Los cálculos pueden usar datos en bruto, o datos intermedios, tales como las salidas de los conversores de analógico a digital (ADCs) que podrían procesarse en teoría para ofrecer una carga real o un peso real y, por tanto, indicativos de tal carga o peso.

30 Los ejemplos anteriores son no limitativos y son posibles otros cálculos. Estos ejemplos suponen relaciones lineales, pero podrían contemplarse fórmulas alternativas que usen relaciones no lineales.

La figura 25 muestra un diseño de sustrato alternativo para uso en la fabricación de una batería de sensores, que es una modificación del descrito con referencia a la figura 9. La lámina 61 de sustrato puede ser de cualquier material adecuado tal como acero inoxidable, revestido en un material dieléctrico. Una serie de acanaladuras paralelas igualmente separadas 62 están recortadas en el sustrato, por ejemplo usando un cortador láser, para definir las vigas paralelas individuales 63. Las acanaladuras comienzan en un punto separado de un borde de la lámina, pero continúan hasta el otro borde. Las vigas 63 están, por tanto, en voladizo, estando soportadas sólo en un extremo.

La figura 26 muestra un primer sistema sensor alternativo. En vez de la batería de sensores entre una plataforma 64 y una base 65, existe un solo sensor 66. Éste tiene la forma de un tubo lleno de fluido que sigue una trayectoria en serpentina. Éste está conectado a un dispositivo perceptor de presión neumático o hidráulico 67. A medida que aumenta o disminuye la carga sobre la plataforma, la presión dentro del tubo 66 se eleva o baja y esto es detectado

por el dispositivo perceptor 67.

Se apreciará que las realizaciones descritas tienen únicamente fines ilustrativos y que pueden existir muchas alteraciones, modificaciones y estructuras y pasos de procesamiento equivalentes, sin apartarse del alcance de la invención reivindicada.

5

REIVINDICACIONES

1. Aparato (4, 5) para comprobar la presión de inflado de un neumático de vehículo mientras éste se mueve sobre el aparato en una dirección de desplazamiento, comprendiendo: una batería lateral (12) de sensores que se extiende a través de la dirección de desplazamiento, teniendo la batería una extensión lateral suficiente para acomodar la anchura de un neumático de vehículo, y en el que cada uno de los sensores de la batería lateral es un sensor (13) de carga que proporciona salidas variables indicativas del valor de la carga en el sensor mientras el neumático se mueve en la dirección de desplazamiento; un primer sistema de muestreo para muestrear las salidas de los sensores de la batería lateral, y un sistema (6) de procesamiento de datos configurado para procesar los datos obtenidos a partir del muestreo de las salidas de los sensores de la batería lateral y para calcular una indicación de la presión de inflado del neumático usando tales datos procesados;
- caracterizado** por que la batería lateral de sensores está montada sobre una superficie superior de un plataforma (8) que está montada sobre un base (7), teniendo la plataforma una extensión suficiente en la dirección de desplazamiento y lateralmente respecto de la dirección de desplazamiento para acomodar toda la huella de un neumático de un vehículo; un sistema sensor (9) de carga de plataforma está dispuesto entre la plataforma y la base para proporcionar datos indicativos de cargas variables ejercidas sobre la base por la plataforma al tiempo que el neumático se mueve sobre la plataforma en la dirección de desplazamiento; se proporciona un segundo sistema de muestreo para muestrear las salidas del sistema sensor de carga de plataforma; y el sistema (6) de procesamiento de datos está configurado para procesar los datos obtenidos a partir del muestreo de las salidas del sistema sensor (9) de carga de plataforma.
2. Aparato según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el sistema (6) de procesamiento de datos está configurado de modo que los datos obtenidos por el muestreo de las salidas del sistema sensor (9) de carga de plataforma sean procesados para proporcionar una indicación de la carga total sobre el neumático soportado por la plataforma (8).
3. Aparato según la reivindicación 2, **caracterizado** por que el sistema (6) de procesamiento de datos está configurado para calcular la indicación de la presión de inflado del neumático en función de (i) los datos procesados obtenidos del muestreo de las salidas de los sensores (13) de la batería lateral (12) y (ii) la carga total sobre el neumático soportado por la plataforma (8) obtenida del procesamiento de las salidas muestreadas del sistema sensor (9) de carga de plataforma.
4. Aparato según la reivindicación 3, **caracterizado** por que el sistema (6) de procesamiento de datos está configurado para calcular la indicación de la presión de inflado del neumático sin que sea necesario calcular el área de huella del neumático.
5. Aparato según la reivindicación 3 o 4, **caracterizado** por que el sistema (6) de procesamiento de datos está configurado de modo que los datos procesados obtenidos del muestreo de salidas de los sensores (13) de la batería lateral (12) sean un valor de carga de sensor representativo.
6. Aparato según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el sistema sensor de carga de plataforma comprende una pluralidad de sensores (9) distribuidos como una batería sobre la base (7), y el sistema (6) de procesamiento de datos está configurado para procesar los datos obtenidos del muestreo de las salidas del sistema sensor de carga de la plataforma con el fin de obtener datos representativos del ángulo de desplazamiento del neumático sobre la batería lateral (12).
7. Aparato según la reivindicación 6, **caracterizado** por que el sistema (6) de procesamiento de datos está configurado para que el ángulo de desplazamiento del neumático sobre la batería lateral (12) de sensores se tenga en cuenta en el cálculo de la presión de inflado del neumático.
8. Aparato según la reivindicación 6 o 7, **caracterizado** por que el sistema (6) de procesamiento de datos está configurado para que el ángulo de desplazamiento del neumático sobre la forma lateral (12) de sensores se tenga en cuenta en el cálculo de la anchura de neumático y/o el área de huella de neumático y/o el ángulo de rodada del neumático.
9. Aparato según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el sistema (6) de procesamiento de datos está configurado para procesar los datos obtenidos del muestreo de las salidas del sistema sensor (9) de carga de plataforma para obtener datos representativos de la velocidad de desplazamiento del neumático sobre la plataforma (8).
10. Aparato según la reivindicación 5, **caracterizado** por que el valor de carga de sensor representativo se obtiene usando la salida del sensor (13) de la batería lateral (12) de sensores que proporciona el valor más alto.
11. Aparato según la reivindicación 5, **caracterizado** por que el valor de carga de sensor representativo se obtiene

promediando los valores entregados desde los sensores (13) de la batería lateral (12) de sensores.

12. Aparato según la reivindicación 11, **caracterizado** por que el valor de carga de sensor representativo se obtiene promediando los valores entregados por una gama de sensores (13) de la batería lateral (12) de sensores que proporcionan los valores más altos.

5 13. Aparato según la reivindicación 11, **caracterizado** por que el valor de carga de sensor representativo se obtiene promediando los valores entregados por una gama de sensores (13) de la batería lateral (12) de sensores, excluyendo los valores extremos.

10 14. Un método para determinar la presión de inflado de un neumático de vehículo usando el aparato según la reivindicación 1, que comprende los pasos de mover el neumático sobre el aparato (4, 5) en la dirección de desplazamiento, usar los sensores (13) de carga de la batería lateral (12) de sensores para proporcionar salidas variables indicativas del valor de la carga sobre los sensores mientras se mueve el neumático en la dirección de desplazamiento, usar el sistema sensor (9) de carga de plataforma para proporcionar datos indicativos de cargas variables ejercidas sobre la base (7) por la plataforma (8) mientras el neumático se mueve sobre la plataforma en la dirección de desplazamiento; muestrear las salidas de los sensores (13) de la batería lateral (12); muestrear las salidas del sistema sensor (9) de carga de plataforma; usar el sistema (6) de procesamiento de datos para procesar los datos obtenidos del muestreo de las salidas de los sensores de la batería lateral y de las salidas del sistema sensor de carga de plataforma; y usar el sistema de procesamiento de datos para calcular la indicación de la presión de inflado del neumático.

15 20 15. Un método según la reivindicación 14, que comprende realizar los pasos que el aparato está configurado para ejecutar según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 13.

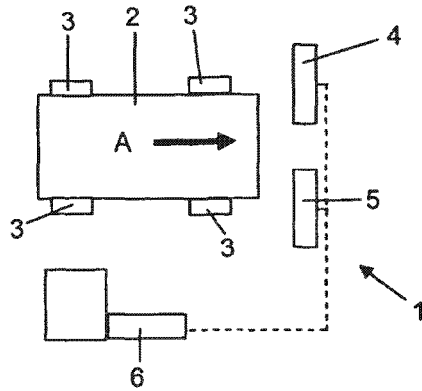


Figura 1

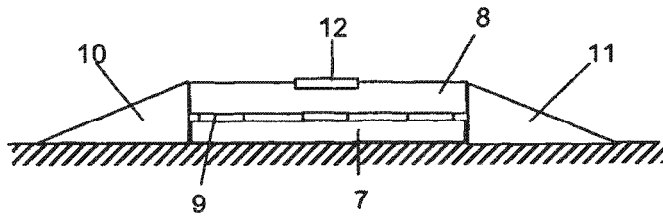


Figura 2

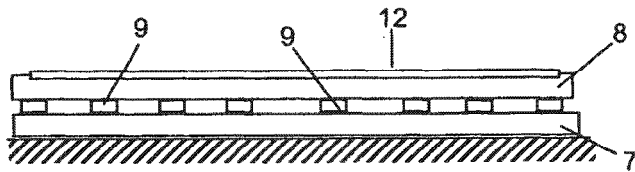


Figura 3

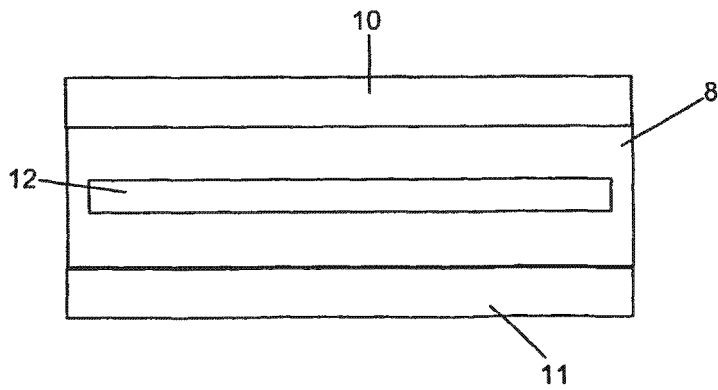


Figura 4

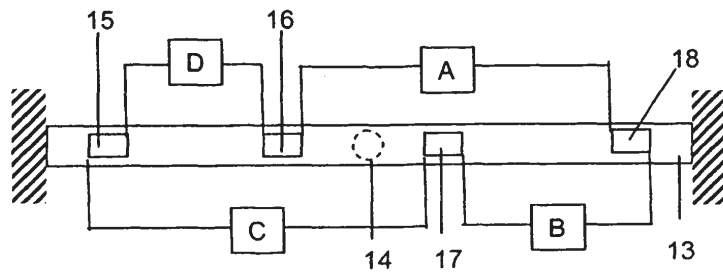


Figura 5

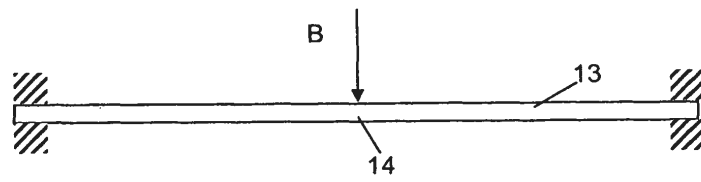


Figura 6

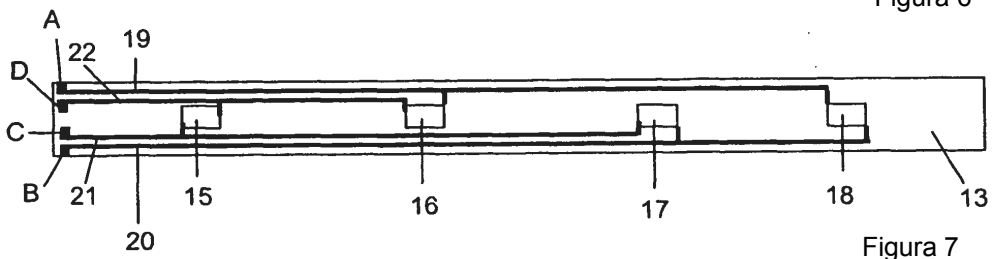


Figura 7

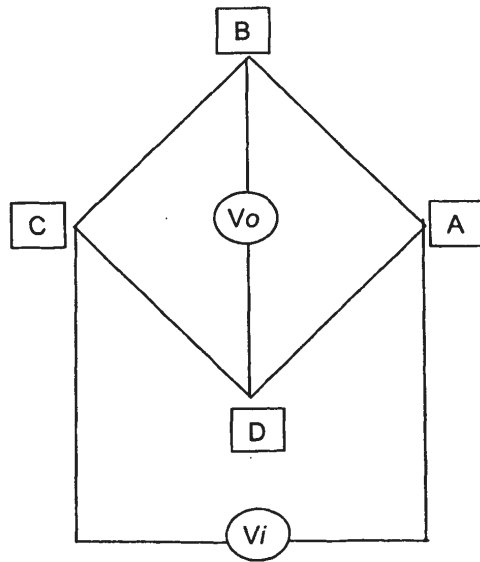


Figura 8

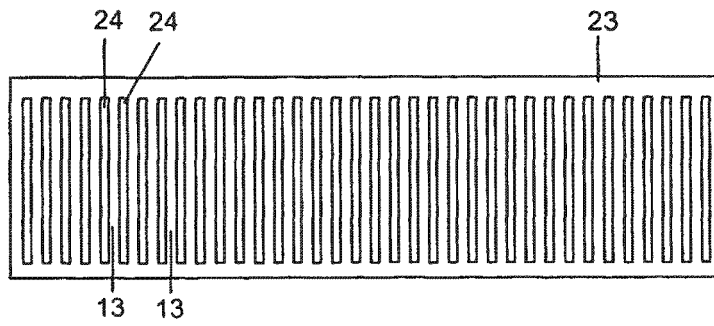


Figura 9

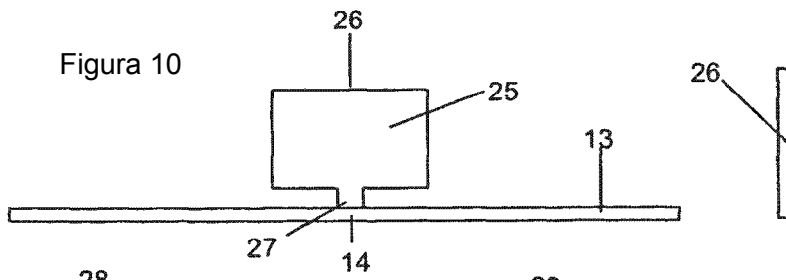


Figura 10

Figura 11

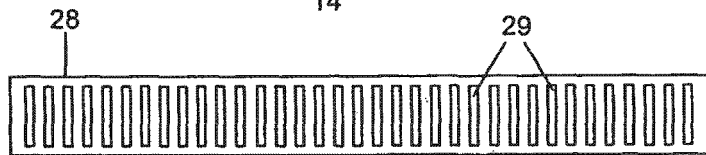


Figura 12

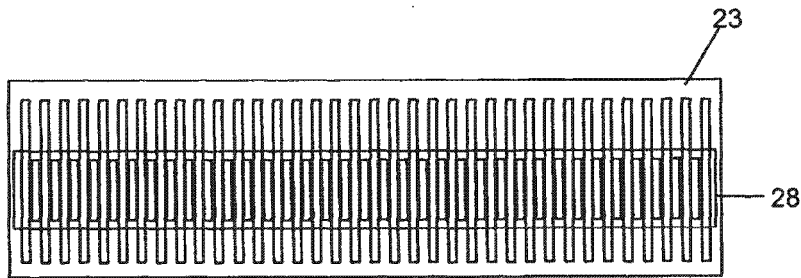


Figura 13

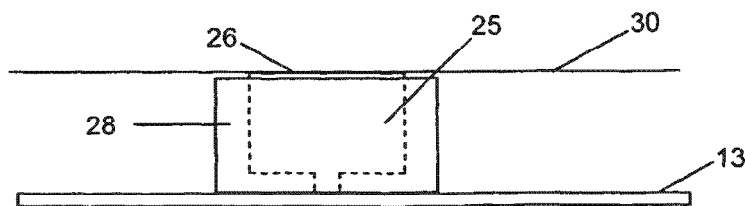
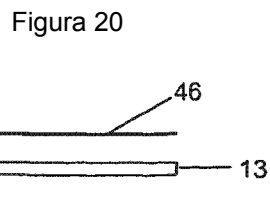
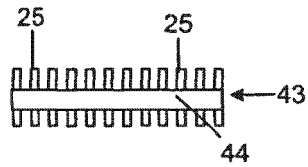
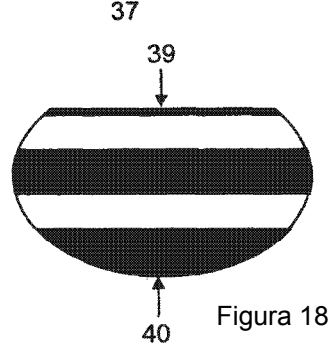
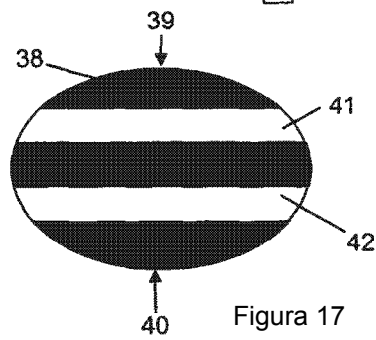
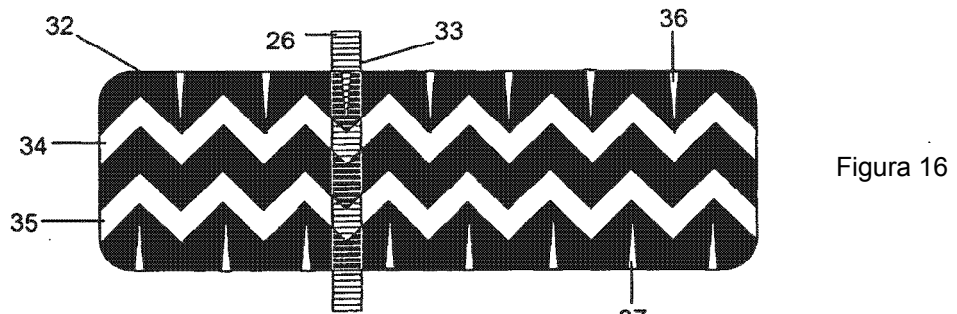
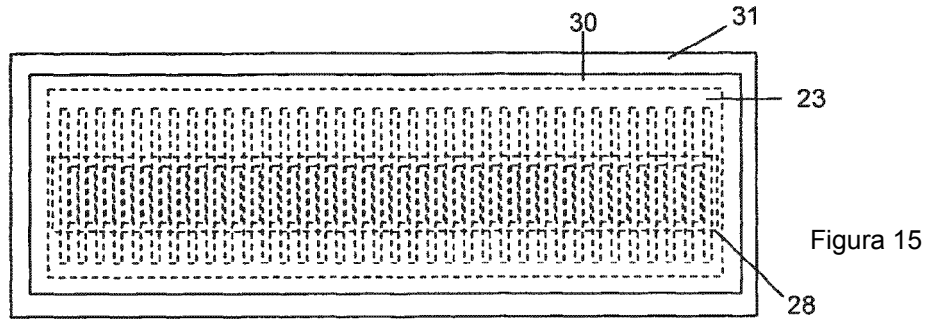
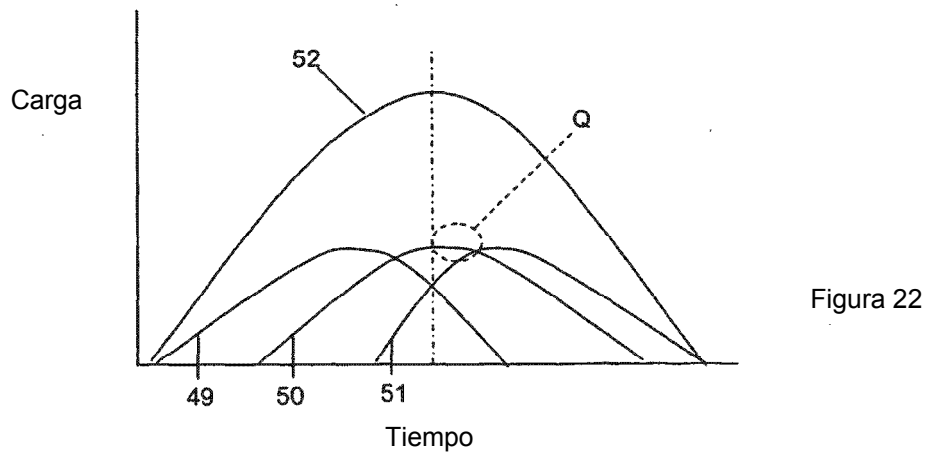
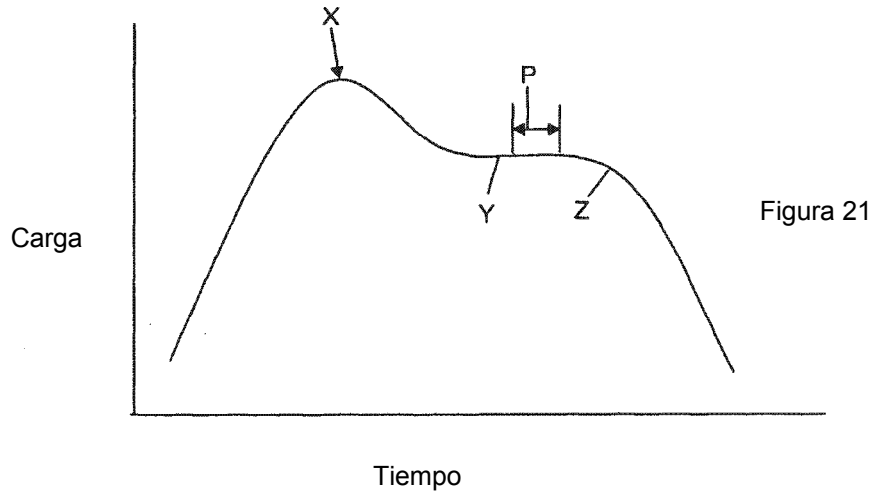


Figura 14





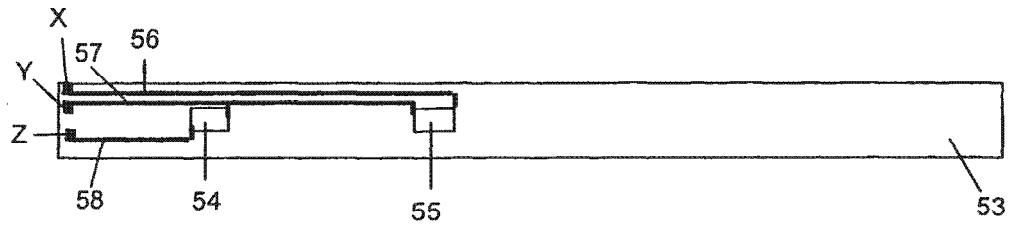


Figura 23

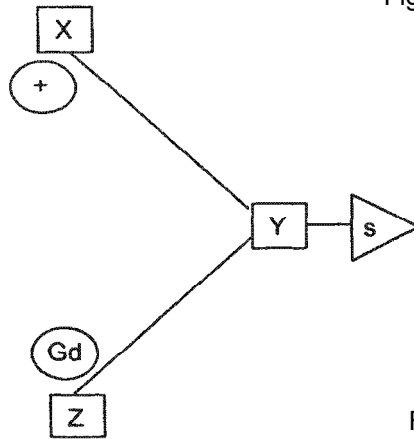


Figura 24

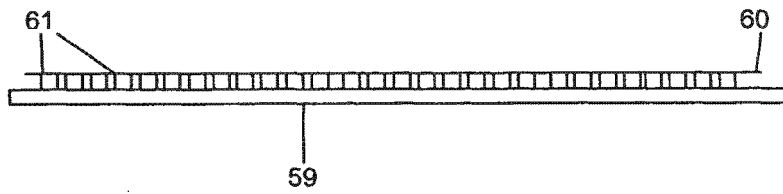


Figura 25

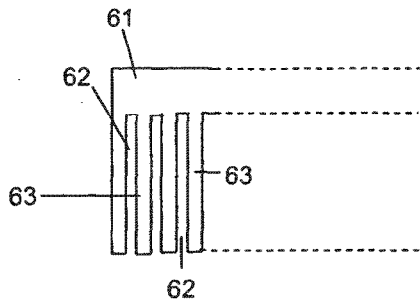


Figura 26

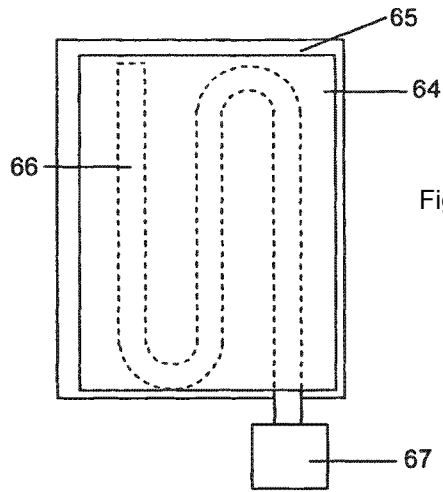


Figura 27