



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 877**

51 Int. Cl.:
G01M 1/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06001730 .8**

96 Fecha de presentación : **27.01.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1813927**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.08.2007**

54 Título: **Aparato y procedimiento para equilibrar ruedas con colocación mejorada de radios escondidos en ruedas irregulares.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.09.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.09.2011

73 Titular/es:
SNAP-ON EQUIPMENT S.R.L. A UNICO SOCIO
Via Provinciale per Carpi, 33
42015 Correggio, Re, IT

72 Inventor/es: **Cultrera, Simona;**
Braghioli, Francesco y
Tralli, Marco

74 Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 364 877 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

5 [0001] La presente invención se refiere a un procedimiento para colocar radios escondidos de contrapesos en una rueda, teniendo un cubo, una llanta y estando el cubo y la llanta conectados mediante diversos radios según la reivindicación 1, y un aparato para equilibrar una rueda de vehículo y colocar los contrapesos necesarios detrás de los radios de una rueda destinada a equilibrarse según la reivindicación 16.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 [0002] En primer lugar, para evitar confusiones, para la presente solicitud se utilizarán la terminología indicada en relación con los términos técnicos de una rueda de vehículo. En referencia a la figura 1, todo el objeto debe concebirse como una rueda 100, que puede estar hecha de un material aplicable como una aleación de aluminio. La parte de la rueda 100 sobre la que el neumático (no mostrado) se va a montar se debe concebir como la llanta 110 y los bordes de la llanta 110 que evitan que un neumático se salga de la llanta 110 se conocen como el borde 115 de la llanta. El medio de la rueda 100, donde normalmente está montado el vehículo se denomina el cubo 105 de la rueda 100, los elementos que conectan el cubo 105 y la llanta 110 se denominan radios 120. El área en la que los radios 120 convergen con la llanta 110 se considera aquí como la base 125 de un radio 120. En este contexto, un vehículo puede ser un vehículo a motor, una motocicleta, un coche, un camión o incluso un avión, cuyo tren de aterrizaje también incluye ruedas. En otras palabras, cualquier tipo de objeto con ruedas de giro, cuyas ruedas pueden estar sujetas al procedimiento o aparato de la presente aplicación.

25 [0003] Las ruedas para vehículos necesitan contrapesos para evitar los desequilibrios. La denominada colocación de radios escondidos (HSP, del inglés *Hidden Spokes Placement*) requiere que el/los contrapeso(s) se escondan detrás de los radios de una rueda de tal modo que sean prácticamente invisibles. La idea fundamental de la colocación de radios escondidos se describe, por ejemplo, en la publicación de la solicitud DE 44 15 931, que corresponde a EP 0 681 170. A modo de ejemplo, la figura 1 muestra una rueda con diseño de aleación de aluminio que tiene cinco radios equidistantes 120 de igual anchura. La ubicación óptima considerando los requisitos de diseño de un contrapeso 120 se describe como detrás de un radio 121 (el peso descrito como una pequeña caja está indicado por una flecha).

30 [0004] Para automatizar el HSP, se requiere la implementación de diversas funciones en un aparato para equilibrar ruedas. Estas funciones comprenden, por ejemplo, medir el desequilibrio de la rueda y calcular el/los contrapeso/s óptimo/s necesario/s. Además, determinar las ubicaciones de los radios de las ruedas y, si fuera necesario, calcular la división de pesos necesaria para una colocación escondida. Estas funciones se pueden implementar en softwares en los que los algoritmos respectivos realicen las etapas del procedimiento necesarias.

35 [0005] En particular, para el HSP es muy importante que el aparato de equilibrio, es decir la unidad de control del mismo, conozca las posiciones exactas y correctas y la forma de los radios de la rueda de vehículo que se va a equilibrar. Con tal propósito, la rueda se puede explorar para obtener información sobre la configuración de la rueda, como la posición inter alia entre otros de los radios y la anchura de los radios.

40 [0006] El documento US 6.535.281 describe un procedimiento y un aparato para explorar una rueda de vehículo, en el que una ubicación de la rueda es detectada mediante un haz de luz emitido por una fuente de luz y es reflejado en un receptor sensible a la posición. La distancia entre la ubicación detectada en relación con la ubicación de referencia se mide desde las direcciones del haz emitido y el haz reflejado. La fuente de luz y el receptor sensible a la posición pivotan de forma sincrónica alrededor de un eje común mediante un mecanismo de rotación que incluye un motor paso a paso para las etapas de medición sucesivas. Un sensor de ángulo rotativo proporciona señales proporcionales a la posición rotativa del motor paso a paso a un sistema de evaluación. Con este procedimiento y aparato es posible proporcionar datos explorados digitalizados sobre la configuración de los radios de la rueda destinada a equilibrarse. Esta información está representada por la distancia medida de cada ubicación detectada en relación con la ubicación de referencia respectiva de la rueda.

55 [0007] Sin embargo, para garantizar un rendimiento adecuado de un aparato para equilibrar ruedas, los datos explorados deberían ser mínimos, así como su elaboración. Además, la elaboración de los datos explorados debería ser, por una parte, tan rápida como sea posible, pero también muy fiable.

[0008] Sin embargo, las ruedas modernas, en particular las ruedas caras hechas de aleaciones de aluminio, se presentan con una amplia variedad de configuraciones de radio. En otras palabras, no es probable que todos los radios tengan la misma distancia entre sí. Incluso también que todos los radios no tengan la misma anchura, como se puede apreciar en las figuras 2a a 2g.

60 [0009] En la figura 2a, la configuración del radio de la rueda 200a incluye una llanta 210a con cinco pares equidistantes 230a de radios 220a, en el que un par 230a de radios 220a tiene dos radios equidistantes 220a de igual anchura. En la figura 2b, la rueda 200b incluye una llanta 210 con radios oblicuos 220b, en la que los radios no se corresponden con la conexión directa más corta entre el cubo y el punto de la llanta donde se encuentra la base del radio. En la figura 2c los radios 220c de la rueda 200c forman cinco pares equidistantes 230c, en los que los radios 220c de cierto par 230c tienen dimensiones diferentes y también diferente anchura. La figura 2d muestra una rueda 200d con radios bifurcados

220d, en la que cierto radio 220d avanza desde el cubo 205d en la dirección de la llanta 210d y antes de que el radio 220d alcance la llanta 210d se bifurca en dos radios 221d, 222d. En la figura 2e, la configuración de radio de la rueda 200e comprende una llanta 210e con cinco pares equidistantes 230e de radios 220e, en el que un par 230e de radios 220e comprende dos radios simétricos 220e, y en el que se forman espacios 240e entre los pares de radios 230e en forma de círculos y espacios 241e dentro de un par de radios 230e se forman como una ranura. La rueda 200f en la figura 2f comprende cinco grupos 231f de radios 220f, en los que dos radios de un grupo 231f son finos y uno es relativamente ancho. Por el contrario, los espacios 240f de la rueda 200f están distribuidos de forma casi igual y equidistante. La rueda 200g de la figura 2g es en cierto modo una versión endurecida de la rueda 100 de la figura 1. La rueda 200g a primera vista parece fácil de manejar, sin embargo los pequeños espacios 241g de la base de los radios 200g son problemáticos para el HSP.

[0010] Es por tanto un objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento y un aparato mejorado para equilibrar ruedas que permita colocar radios escondidos de contrapesos, mediante el que sea posible manejar tantos tipos de configuraciones de radios de diferentes tipos como se ha descrito anteriormente.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0011] Según un primer aspecto, un procedimiento para colocar radios escondidos de contrapesos en una rueda con un cubo, una llanta y estando el cubo y la llanta conectado mediante diversos radios, incluye determinar los datos de la configuración de los radios con las etapas según la reivindicación 1.

[0012] Según un segundo aspecto, un aparato para equilibrar una rueda de vehículo y colocar los contrapesos necesarios detrás de los radios de una rueda que se va a equilibrar, incluye las características de la reivindicación 16.

[0013] Según el tercer aspecto, un procedimiento para colocar radios escondidos de contrapesos en una rueda que tiene un cubo, una llanta y estando el cubo y la llanta conectado mediante diversos radios, incluye determinar los datos de la configuración de los radios con las etapas de: tomar muestras de datos de radios a una distancia fija desde la llanta; transformar los datos de los radios del dominio espacial en dominio de frecuencia proporcionando características de frecuencia de los datos de radio recogidos; y derivar los datos de configuración de los radios de las características de frecuencia y los datos de los radios. Se ha hallado que las frecuencias que representan los datos explorados / muestreados en el dominio de frecuencia permiten la determinación de una primera aproximación del número de radios, así como de la posición de los mismos en relación con un punto de referencia predeterminado.

[0014] Adicionalmente se puede realizar la etapa de muestreo en diferentes posiciones que tengan distancias predeterminadas relativas al borde de la llanta. Mediante esta característica se pueden recoger datos de radios a distancias diferentes de la llanta, de tal modo que se pueden concluir a partir de las relaciones entre los diferentes datos de radios recogidos en diferentes posiciones de la configuración de radios.

[0015] Además, la etapa de muestreo puede comprender la evaluación de cada punto de datos de los radios que han servido de muestra mediante la asignación de un valor predeterminado que representa una condición predeterminada. Mediante este tipo de ponderación, los datos de radios recogidos, la evaluación de los datos de radios, en particular el análisis en el dominio de frecuencia se potencia.

[0016] Además, la etapa de muestreo se puede mejorar girando la rueda en varias revoluciones en cada posición de muestreo, en la que en cada revolución los datos de radios de muestreo se completan en las posiciones donde todavía no hay valores de muestra. De este modo, recogiendo un conjunto más completo en cada posición de exploración, la fiabilidad de los datos de radios recogidos aumenta.

[0017] En una realización, la etapa de transformación comprende realizar una transformación de Fourier en los datos explorados proporcionando datos Fourier de los datos de los radios. Preferiblemente se utiliza una transformación de Fourier rápida (FFT, del inglés, *Fast Fourier Transform*) que se puede implementar en software o hardware digital como un procesador de señales digital. Por tanto, se puede tener un procesamiento rápido de los datos explorados de los radios.

[0018] En otro desarrollo la etapa de derivación incluye la identificación de patrones periódicos como correspondientes a los grupos de radios mediante una información de frecuencia armónica de los datos de Fourier que tiene una elevada amplitud y posición de los grupos periódicos mediante una información de fase de la frecuencia armónica. Casi todas las ruedas incluyen grupos simétricos de datos y el patrón periódico del mismo se puede reconocer mediante la frecuencia armónica, con la máxima amplitud, de los datos de radios transformados. Por tanto, las posiciones de los radios se pueden deducir y la anchura de los radios respectiva se puede derivar en los patrones periódicos identificados de los datos de radios y las características de frecuencia de los mismos. Además, los datos de configuración del radio,

se pueden almacenar como una mapa que representa los datos de configuración de radio de la rueda. Este mapa de configuración de radio se puede utilizar como referencia para la colocación de radios escondidos (HSP) consecutivos de los contrapesos necesarios.

[0019] Por consiguiente, en primer lugar hay una etapa de determinación de un valor óptimo y una posición óptima de un contrapeso para la rueda que se va a equilibrar. Por tanto, puede haber una etapa de comparación de la posición óptima determinada del contrapeso con el mapa / datos de configuración de radio si la posición óptima del contrapeso ya concuerda con una posición de un radio. Así, mediante la comparación de la posición óptima del contrapeso y los datos de configuración del radio, es posible determinar si la posición óptima ya está detrás de un radio o no. Si fuera que sí, el peso se puede colocar inmediatamente en la posición de balanceo óptima. Sin embargo, si la posición óptima no está o no está parcialmente detrás de un radio de tal modo que el peso sería visible, puede haber una etapa adicional, en la que se hallan un primer y un segundo radio en el mapa / datos de configuración del radio, que son adyacentes a la posición óptima del contrapeso.

[0020] Por consiguiente, otro desarrollo puede comprender una etapa de determinación de un primer y un segundo radio en los datos de configuración del radio adyacente a la posición óptima del contrapeso, si el resultado de la etapa de comparación es tal que la posición óptima determinada del contrapeso no está o no está parcialmente detrás de un radio.

[0021] Además, todas las realizaciones pueden comprender una etapa de separación al calcular un primer y un segundo valor de separación para un primer y un segundo, respectivamente, contrapeso de separación basándose en el valor y la posición determinados del contrapeso y las posiciones del primer radio y el segundo radio.

[0022] En otro desarrollo, esta etapa de separación se puede realizar de manera iterada (o como un bucle) hasta que se alcance una condición predeterminada (o requisito de calidad HSP). Tales condiciones pueden ser que se alcance una dimensión (máxima) predeterminada para un contrapeso de separación. Es decir, si se comprueba que la dimensión calculada para un contrapeso es menor que un límite predeterminado. Otra condición puede ser que la dimensión determinada para un contrapeso de separación sea menor que la anchura de un radio determinado respectivo según el mapa / datos de configuración del radio. Es decir, la dimensión se evalúa de forma dependiente en el radio respectivo donde cierto contrapeso debe estar colocado por detrás. Como resultado, es posible iterar la separación de lo(s) contrapeso(s) para obtener piezas de peso menores, que se pueden esconder fácilmente detrás de los radios. Por tanto, después de una primera etapa de separación, el primer radio y el segundo radio se pueden convertir en puntos de salida nuevos para repetir el proceso de separación de contrapesos. Así, también es posible obtener buenos resultados en las ruedas que tienen HSP de radios finos.

[0023] Cada iteración de la etapa de separación (del contrapeso) se puede inicializar mediante la etapa de establecer al menos una de las posiciones determinadas del primer radio y el segundo radio con el respectivo valor calculado para el contrapeso separado como las nuevas condiciones de inicio respectivas para la siguiente etapa de separación. En otras palabras, puede haber casos en los que solo uno de los dos contrapesos de separación se separen en las etapas de separación adicionales, pero también es posible que ambos contrapesos de separación tengan que separarse de nuevo porque no cumplen los requisitos de calidad HSP establecidos.

[0024] Los procedimientos de la presente invención se pueden implementar como un producto de programa informático que incluye medios de codificación para llevar a cabo las etapas de uno de los procedimientos de la invención, cuando el medio de codificación se ejecuta en un ordenador que controla un respectivo aparato equipado para equilibrar ruedas. Además, el producto de programa informático se puede guardar en medio de almacenamiento de datos, que puede leer un ordenador respectivo de tal modo que los medios de codificación se cargan en un ordenador que se ejecutará en el ordenador.

[0025] Según un segundo aspecto, un aparato para equilibrar una rueda de vehículo y colocar los contrapesos necesarios detrás de los radios de una rueda que se va a equilibrar, incluye un eje de medición acoplado a una máquina de equilibrio; medios de montaje para montar la rueda de vehículo en el eje para su rotación alrededor del eje de la rueda; una fuente de luz que funciona para dirigir un haz de luz emitido en una ubicación de la rueda de vehículo; un receptor fotosensible que funciona para recibir un haz de luz reflejado en una ubicación detectada de la rueda de vehículo; medios para mover la fuente de luz y el receptor de forma sincrónica; medios para almacenar valores de medición del receptor sensible a la posición; medios de transformación para realizar una transformación en los valores de medición guardados del dominio espacial al dominio de frecuencia; y un sistema de evaluación electrónico configurado para evaluar los datos de radio transformados y generar datos de configuración del radio que representan las posiciones y las características de los radios y los espacios entre los radios consecutivos de la rueda.

[0026] En otro desarrollo, el aparato comprende también un dispositivo de medición de la fuerza que funciona para suministrar señales proporcionales a un desequilibrio de la rueda de vehículo para el sistema de evaluación; en el que el sistema de evaluación está configurado para evaluar los valores para equilibrar la rueda de vehículo y los valores de los datos de configuración del radio con el fin de proporcionar posiciones para los contrapesos que están en la llanta detrás de un radio de una rueda.

[0027] El aparato puede estar provisto de una fuente de luz y el receptor puede moverse de forma sincrónica para explorar los datos del radio en diferentes posiciones predeterminadas.

[0028] Los medios de transformación se pueden implementar como una unidad de procesamiento configurada para

realizar una transformación de Fourier. Además, los medios de transformación pueden ser un procesador de señales digitales, que está configurado para realizar una transformación de Fourier rápida.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 [0029] Otros objetos y características de esta invención se clarificarán a partir de la siguiente descripción en referencia a los dibujos adjuntos. Se debe comprender, sin embargo, que los dibujos están diseñados solamente con fines ilustrativos y no como una definición de los límites de la invención, por lo que se debe hacer referencia solo a las reivindicaciones adjuntas. También se debe comprender que los dibujos están destinados simplemente a ilustrar conceptualmente las estructuras y procedimientos aquí descritos.

10 La figura 1 muestra un ejemplo de una rueda de vehículo con cinco puntos equidistantes, en la que se describe la colocación de radios escondidos de un contrapeso;

15 Las figuras 2a-2g muestran diversos ejemplos de ruedas de vehículos con configuraciones de radio donde la determinación automática de las ubicaciones del radio es susceptible a errores;

Las figuras 3a-3b muestran ejemplos de una colocación incorrecta de contrapesos debido a una mala interpretación de los datos de radios de muestra.

20 La figura 4 muestra más detalladamente la colocación de radios escondidos mediante la presente invención de tal modo que los datos de los radios de muestra se interpreta correctamente y el contrapeso de la figura 3b se separa en dos contrapesos colocados para que estén escondidos;

25 La figura 5 muestra un ejemplo para analizar los datos de radios de muestra, en particular la identificación de patrones de radios; y

La figura 6a muestra la identificación de cinco radios equidistantes en los datos de radios de muestra de la figura 5;

30 La figura 6b muestra el análisis de los datos de datos de radios de muestra de un periodo / grupo en los datos de radios de la figura 6a más detalladamente;

La figura 7a muestra otro ejemplo de datos de radios de muestra analizados y la identificación de 6 pares de radios;

35 La figura 7b muestra el análisis de los datos de datos de radios de muestra de un periodo / grupo en los datos de radios de la figura 7a más detalladamente;

Las figura 8a-8d muestra un primer ejemplo detallado del apéndice de la descripción; y

40 Las figura 9a-9d muestra un segundo ejemplo detallado del apéndice de la descripción.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES

45 [0030] Según una primera realización, la exploración de un aparato para equilibrar ruedas se centra en la llanta de un vehículo, en una posición, por ejemplo 35 mm, por encima del borde de la llanta. Si esto no es posible, a exploración se puede centrar en una posición, por ejemplo, a 2/3 del radio de la llanta. Entonces, mientras la llanta hace una revolución completa, la exploración muestrea la rueda. Es decir, la distancia desde la exploración hasta el punto de la llanta, hacia el que el sensor del escáner está dirigido, se lee repetidamente.

50 [0031] Las distancias leídas se muestrean con una resolución predeterminada. Se sabe que, la resolución de datos digitalizados puede estar definida por un número predeterminado de etapas de cuantificación para el almacenamiento de la distancia leída / muestreada, es decir, los datos de radio explorados. Los datos de radios explorados se pueden almacenar en una memoria de una unidad de control o entorno informático respectivo para controlar el aparato para equilibrar.

55 [0032] Si se utiliza una resolución de 256 etapas para cada vector de datos de radios, cada etapa corresponde a $360^\circ/360 = 1,4^\circ$ de la circunferencia de la llanta. Es decir, la precisión de la detección baja cuando el diámetro de la llanta aumenta. Por ejemplo, la resolución de $1,4^\circ$ corresponde a 6,2 mm en la circunferencia de una llanta cuyo diámetro es de 50 cm (20 pulgadas). La siguiente tabla presenta valores del arco de la circunferencia (en referencia a una resolución de $1,4^\circ$) para diferentes diámetros de llanta:

diámetro de la llanta (pulgadas)	arco de la circunferencia (mm)
14	4,3
15	4,7
16	5,0

17	5,3
18	5,6
19	5,9
20	6,2

[0033] Por consiguiente, en la detección de radios, se tiene que aceptar un error, que está relacionado al menos con el punto medio del radio, que es tan ancho como el arco de la circunferencia en relación con el diámetro de la llanta. Sin embargo, dado que es muy difícil esconder contrapesos detrás de los radios si hay muchos radios finos, este problema se puede obviar.

[0034] En referencia al muestreo de los datos de los radios, es posible que las señales proporcionadas desde el escáner sean ruidosas o estén saturadas. Según otra realización, al utilizar más de una rotación durante el muestreo de los datos de radios, los huecos de las rotaciones previas en los datos de radios recogidos se pueden rellenar con los valores de muestreo útiles en los datos de radios explorados.

[0035] Los datos de radios explorados, que se corresponden con los datos de los dominios espaciales, se transforman en el dominio de frecuencia para un análisis adicional. Por ejemplo, una transformación de Fourier implementada en un software o un procesador de señales digital respectivo configurado como una transformación de Fourier, calcula a partir de los datos de radios recogidos, la información de frecuencia respectiva que representa los datos de radios explorados en el dominio de frecuencia. También se puede utilizar una transformación de Fourier rápida (FFT) para la implementación del diámetro de llanta (pulgada)-arco de circunferencia (mm) de la transformación de Fourier. Entonces, se busca la máxima armónico en los datos de frecuencia, es decir, el armónico con la máxima amplitud. En esta realización de la invención, el índice de este armónico se toma como el número de radios en la llanta. La fase de este armónico proporciona la posición de un radio y consecuentemente, en el caso de que todos los radios sean equidistantes, se conocen implícitamente todas las posiciones del resto de radios.

[0036] Ahora se hace referencia al tipo de ruedas que son difíciles de manejar. El primer tipo de ruedas no tiene radios equidistantes, como se muestra en las figuras 2a, 2c y 2e. Aquí la transformación de Fourier no cuenta exactamente los radios, sino los grupos equidistantes de radios o patrones periódicos de radios, respectivamente. En los ejemplos de la figura 2a, el armónico con la mayor amplitud llevaría erróneamente a 5 radios como resultado y no 10 que es lo correcto. Este problema viene por la utilización de la transformación de Fourier sin tener consideraciones adicionales.

[0037] En otras palabras, la característica de frecuencia de los datos de radios de muestreo proporciona la posibilidad de encontrar elementos periódicos en un intervalo dado. También, cuando en una rueda determinada los radios no son equidistantes, por ejemplo, porque hay pares de radios equidistantes como en las figuras 2a, 2c y 2e, la mera interpretación de las características de frecuencia no es suficiente. Como resultado, la posición obtenida para la colocación del peso podría ser en el espacio entre los radios del mismo par como se indica en las figuras 3a y 3b. Como resultado, el peso no queda escondido detrás de un radio.

[0038] El segundo tipo de ruedas tiene radios que no son rectos, sino oblicuos, como se muestra por ejemplo en las figuras 2b, y 2c. Aquí, cuando el punto donde se coloca el peso detrás de los radios se basa en la fase del armónico identificada en los datos de radios explorados de la transformación de Fourier, el proceso calcula el punto medio del segmento del radio en el que se centra la exploración. Sin embargo, el punto calculado se extrapola o se proyecta, respectivamente, en la base del radio, y se supone que el punto medio de la base del radio se deriva de este modo. Sin embargo, cuando los radios de la llanta no son perfectamente rectos como en las figuras 2b y 2c, la base del radio estimada no será el punto medio real de la base del radio, ya que la base se desplaza respecto a la zona donde se ha centrado la exploración. Como resultado, si se coloca un peso tomando como referencia el punto medio estimado / calculado, podría verse desde un lado del radio, porque la base del radio calculada no es el punto medio real de la base del radio.

[0039] El tercer tipo de ruedas tiene radios de diferentes dimensiones como se muestra en las figuras 2c y 2f, si se supone que los radios en una llanta tienen la misma anchura, el punto calculado y, por tanto, estimado desde la transformación de Fourier se considera como el punto medio de la base del radio. Es decir, la anchura del radio es un factor importante.

[0040] En resumen, la utilización de simplemente el armónico con la mayor amplitud de los datos de radios transformados y la información de fase no siempre conduce a resultados correctos. En este caso, en particular si los radios tienen valores de anchura diferentes, ya sea si los radios son perfectamente equidistantes entre sí (por ejemplo la figura 2f), o si los pares de radios son equidistantes (por ejemplo la figura 2c).

[0041] Como se ha descrito anteriormente, el análisis de los datos de radios de la transformación de Fourier devuelve resultados correctos solo en patrones de datos periódicos, que son pares o grupos de radios, que son perfectamente iguales. Sin embargo, se indica que es necesario saber la anchura y la posición de un radio determinado, para esconder completamente el contrapeso detrás de ese radio.

[0042] Además existe un tipo de radios denominados bifurcados como se ilustra en las figuras 2d y 2g, donde los radios

- se dividen en dos o más ramas, desde la parte superior de una radio en dirección a la base del radio. Si la zona o posición, respectivamente, en la que se centra la exploración durante el muestreo de los datos de radio se produce en la parte del radio donde es único y todavía no está dividido, entonces el análisis armónico de las características de frecuencia de los datos de radio no puede contar correctamente los radios. En una situación peor, el punto determinado para la colocación del peso puede ser exactamente entre las dos ramas del radio. Consecuentemente, el contrapeso no queda escondido detrás de un radio, sino que es visible entre una ramificación del radio y la otra. Para trabajar eficientemente, el muestreo de los datos de radio y el análisis de las características de frecuencia del mismo se debe realizar cerca de la base de la llanta.
- 10 [0043] Otra realización proporciona también una solución para los casos descritos anteriormente. La característica adicional principal comprende rebajar el punto donde se centra la exploración o añadir más datos de radios de muestreo en diferentes posiciones de exploración, calculando la anchura de cada radio, y girando la llanta más de dos rotaciones para muestrear los datos de radio.
- 15 [0044] En referencia a las posiciones de exploración, para manejar los radios bifurcados (figuras 2d y 2g) o los radios oblicuos (figuras 2b y 2c), puede ser suficiente bajar la observación o exploración, el punto del escáner en relación con un punto o posición fija como en la realización principal (el ejemplo anterior estaba 35 mm por encima del borde de la llanta) hacia un punto o posición más cerca de la base del radio; por ejemplo, 20 mm por encima del borde de la llanta. Sin embargo, hay cierto riesgo de que esta posición ya sea demasiado baja y la llanta no esté todavía dividida en radios.
- 20 En otras palabras, los datos de radios explorados no detectarían ningún radio, en absoluto.
- [0045] En otra realización, la exploración para muestrear los datos de radios se centra en más de una posición, por ejemplo, en dos o tres posiciones, lejos del contorno de la llanta hacia el cubo a lo largo del radio de la rueda. Esto proporciona una buena combinación entre los esfuerzos para recoger y analizar los datos de radios y los resultados conseguidos.
- 25 [0046] Como los datos más significativos son sobre las posiciones más cercanas al contorno de llanta (cerca de la base de los radios), el análisis armónico de las características de frecuencia de los datos de radio se puede limitar a recoger datos sobre la primera posición y, si fuera necesario, el resto de los datos se estudiarían después.
- 30 [0047] En referencia a la anchura del radio, los datos de radios leídos en la exploración se memorizan, por ejemplo, como un vector de datos (a continuación se denominará vector). En otra realización, este vector se utiliza para identificar la anchura de cada radio. Adicionalmente, con tal propósito, en una realización las distancias medidas, es decir, los datos de radios, se muestrean de tal modo que los datos ya no tienen un significado ambiguo. Los valores escritos en el vector en una posición determinada (a continuación se utiliza el índice i para identificar una posición determinada) pueden, por ejemplo, guardarse como se indica a continuación:
- 35
- 0 para un valor no recogido (los vectores se pueden inicializar con valores nulos);
 - 1 para indicar un espacio vacío entre dos radios consecutivos;
 - 2 para una señal ruidosa;
 - 3 para una señal saturada con luz (indica que el láser ha golpeado un radio); y
 - 4 para indicar la presencia de un radio.
- 40
- [0048] Para identificar la anchura del radio, en una realización se cuentan en el vector elementos consecutivos iguales a 0, 2, 3 ó 4. Es decir, los elementos de vector con un valor igual a 1 no se consideran porque el valor indica un espacio vacío. A su vez, para identificar la anchura de un espacio entre dos radios adyacentes o consecutivos, respectivamente, se cuentan los elementos consecutivos iguales a 0, 1, 2 ó 4. De este modo es posible que funcione correctamente en caso de que haya radios de dimensiones diferentes y también en casos de radios no equidistantes.
- 45
- [0049] Adicionalmente, se ha hallado que hay un equilibrio con respecto al número utilizado de rotaciones de la llanta para muestrear los datos de radio. Más rotaciones reducirían el número de elementos en el vector igual a 0 y 2, que simbolizan casos abiertos, es decir, no tiene información útil. En una realización, se gira la llanta en cuatro rotaciones.
- 50
- [0050] Por consiguiente, aproximadamente una rotación de la llanta, considerando que la máquina gira a 60 RPM, tarda en 1 segundo en hacer una rotación completa. Además, cuando los datos de radios se recogen en tres posiciones diferentes en la rueda, el escáner se mueve, por ejemplo, hacia las tres siguientes posiciones de exploración:
- 55
- posición de exploración 1: 50 mm por encima del borde de la llanta,
 - posición de exploración 2: 35 mm por encima del borde de la llanta, y
 - posición de exploración 3: 20 mm por encima del borde de la llanta.
- 60
- [0051] La posición de exploración 2 es la única posición de exploración según la solución básica. Cabe destacar que las distancias mencionadas anteriormente 20 mm, 35 mm y 50 mm no deben considerarse como una limitación al principio de estos valores, sino como que se han obtenido buenos resultados con estos ajustes. Además, en lugar de mover un escáner en las tres posiciones de exploración diferentes, también se pueden utilizar tres escáneres diferentes.
- 65

[0052] Si se utilizan cuatro rotaciones de llanta, en cada posición, el tiempo para capturar los datos de radios aumenta en comparación con la solución básica, pero se dispone de información más precisa y detallada para ayudar en el análisis de la configuración de radio.

- 5 Es decir, se necesitan alrededor de 2 segundos para capturar los datos, 1 segundo para hacer una rotación completa, y alrededor de 1 segundo para colocar el escáner de forma precisa. Si se mueve el escáner en tres posiciones diferentes y se realizan cuatro rotaciones en cada posición, la exploración de los datos de radio tarda aproximadamente 12 segundos.
- 10 [0053] Los tres vectores recogidos de los datos de radio se pueden guardar en una matriz de datos de radio representada, por ejemplo, como `spokes_data[3][256]`. Es decir, una sola fila hace referencia a una de las tres posiciones del escáner (20 mm, 35 mm, 50 mm). La siguiente tabla muestra la estructura de datos que se puede utilizar para guardar los datos de radio explorados:

	0	1	254	255	
50 mm	→ <code>spokes_data[0][256]</code>
35 mm	→ <code>spokes_data[1][256]</code>
20 mm	→ <code>spokes_data[2][256]</code>

- [0054] Entonces, las tres filas de la matriz de datos de radio se pueden gestionar como un solo vector y se pueden procesar distintamente a través de la transformación de Fourier, para reconocer posibles grupos periódicos. Como se ha explicado anteriormente, un grupo periódico puede, por ejemplo, estar en el caso sencillo de un radio entre dos espacios vacíos, o casos más complicados como un par de radios juntos con tres espacios vacíos, o tres radios y cuatro espacios vacío, etcétera. El proceso FFT descrito anteriormente en cada vector devuelve el número de grupos periódicos detectados y la posición de una de cada grupo periódico. Por tanto, un primer vector, por ejemplo el vector `spokes_data[2][256]`, se elige para ser analizado.

- [0055] En otra realización, al principio, se evalúan condiciones particulares, que pueden indicar que el vector podría ser inutilizable. Se puede verificar que el número de elementos con valor igual a 1 es suficiente. Por ejemplo, si el vector no contiene elementos que sugieren una presencia de espacio, puede ser que la posición del escáner sea demasiado baja. Es decir, la exploración se produce en la llanta por debajo de las bases de los radios. Además, se puede verificar que el número de elementos con valor igual a 3 ó 4 también es suficiente. Por ejemplo, si el vector está lleno de elementos iguales a 2 ó 0, el vector se considera como indeterminado. Si una de tales condiciones plausibles no se verifica, se puede concluir que no es posible identificar grupos periódicos en el vector, de modo que se elige el vector en la siguiente posición para analizarlo. En el caso de que ningún vector se considere válido, el proceso termina.

- [0056] La siguiente comprobación puede ser verificar que la anchura del radio es suficiente para esconder el contrapeso por detrás de los radios. Con tal propósito, se calcula la media de la anchura de los radios y se verifica que la media es mayor que un límite predeterminado. Otra comprobación plausible es que al menos la mitad de los radios tengan una anchura mayor que el límite predeterminado. En el caso de que una de estas condiciones no se verifique, se pueden contar los radios, pero no tiene sentido esconder contrapesos detrás de un radio tan fino.

- [0057] Después otra comprobación de plausibilidad es verificar que el número calculado de grupos periódicos es igual en los tres vectores. Si este no es el caso, se puede tomar como una fuerte indicación de que los radios están bifurcados. En presencia de este tipo de radios, el número de grupos periódicos debe ser el menor número y además, el número menor debe ser un divisor entero del número mayor, con relación al número de bifurcaciones (por ejemplo, si los radios están bifurcados, el número menos es exactamente la mitad del número mayor). En otras palabras, el número de grupos periódicos en un vector en la posición más alta está relacionado / comparado con el del vector examinado en una posición inferior (posición inferior significa más cerca de la base del radio). En otras palabras, la invención no se limita a manejar radios que se dividen en dos ramificaciones, sino que el principio de la invención permanece útil incluso cuando los radios que se dividen en más ramificaciones, no solo en dos ramificaciones como los radios bifurcados.

- [0058] Tras determinar el vector para analizar el número adecuado de grupos periódicos, se deben definir los grupos periódicos del vector. Entonces, los valores de los datos de radios recogidos se pueden interpretar para establecer la anchura del radio y la anchura de los espacios. En una realización, se establece un mapa detallado de la posición del radio y la posición del espacio en cada grupo periódico. Cada grupo periódico está unido a una posición en la llanta de la rueda mediante la fase de el armónico seleccionada, que se calcula mediante la transformación del dominio espacial en el dominio de frecuencia, por ejemplo, la transformación de Fourier.

- [0059] Las figuras 6a y 6b muestran un primer ejemplo del análisis de datos de radios de muestreo de una rueda que tiene cinco radios equidistantes 621, 622, ..., 625, que están separados por espacios equidistantes 641, 642, ..., 645. En el diagrama de la figura 6a se describen todos los datos de radios de muestreo, que ya se han pesado (o cuantificado)

como se describe anteriormente. Los valores de muestreo en la línea vertical 1 se reconocen claramente como valores de espacios y de muestreo y en la línea vertical 3 como radios. En la línea vertical 2 se encuentran muestras de la exploración, que son ruidosas o ambiguas. Ahora se pueden derivar un mapa de radios o datos de configuración de radios, que están localizados mediante los puntos en las líneas verticales 0 y 4. En la figura 6b se muestra más detalladamente un período identificado de los datos de radios de la figura 6a. Por tanto, solo es necesario un poco más de descripción. El armónico con el índice 5 se muestra mediante la curva sinodal 670, que es el armónico más fuerte de la representación del dominio de frecuencia de los datos de radios. El armónico más fuerte indica la que tiene la mayor amplitud. Cuando el análisis de los datos de radios de muestreo genera los datos de configuración de radios, en las zonas donde la presencia de un radio es plausible, los valores se pueden establecer en la línea 4 (representada en la figura 6b mediante 654b). A su vez, en las zonas identificadas como espacios, los valores en los datos de configuración de radios se pueden establecer como la línea 0 (representada en la figura 6b mediante 650b).

[0060] Las figuras 7a y 7b muestran un segundo ejemplo del análisis de datos de radios de muestreo de una rueda que tiene seis pares 731 a, 732a, ..., 736a de radios 701a, 702a, ..., 712a, que están separados por espacios equidistantes 741a, 742a, ..., 746a. En el diagrama de la figura 7a se representan todos los datos de radios de muestreo, que ya se han ponderado (o cuantificado) como se describe anteriormente. Los valores de muestreo en la línea vertical 1 son valores de espacios (reconocidos) y de muestreo y en la línea vertical 3 son radios (reconocidos). En la línea vertical 2 hay muestras ruidosas. De nuevo se puede derivar el mapa de radios o los datos de configuración de radios, que están localizados mediante los puntos en las líneas verticales 0 y 4.

[0061] En la figura 7b se muestra más detalladamente un periodo identificado de los datos de radios de la figura 7a. Por tanto, solo es necesario un poco más de descripción. El armónico con el índice 6 se muestra mediante la curva sinodal 770. Cuando el análisis de los datos de radios de muestreo genera los datos de configuración de radios (una especie de mapa de radios), en las zonas donde la presencia de un radio es plausible, los valores se pueden establecer en la línea 4 (representada en la figura 7b mediante 754b). A su vez, en las zonas identificadas como espacios, los valores de los datos de configuración de radios se pueden establecer como la línea 0 (representada en la figura 7b mediante 750b).

[0062] Toda la información recogida sobre la configuración de los radios se puede utilizar como una entrada para el algoritmo HSP. En particular, la relación entre una posición óptima para un contrapeso calculado y la información sobre la configuración de los radios se puede utilizar para separar un contrapeso de tal modo que los dos contrapesos separados respectivos se pueden colocar exactamente detrás de los radios cerca de la posición calculada. Dado que mediante el procedimiento aquí descrito se conoce la configuración de datos y la posición del contrapeso óptimo, el algoritmo HSP tiene como entrada las posiciones de los radios adyacentes a la posición óptima del contrapeso, para esconder los contrapesos detrás de éstos.

[0063] una vez que se ha determinado donde debe colocarse el contrapeso óptimo, se puede buscar esta posición en los datos de configuración de los radios o el mapa de radios. Así, se puede identificar el grupo periódico y el grupo de elementos que contienen la posición óptima. Si la posición de peso óptima está entre dos radios, el mapa de la llanta se puede estudiar para obtener las posiciones intermedias de los radios cercanos. Si la posición del peso ya está detrás de un radio, el peso puede permanecer en la posición óptima o se puede dividir, si solo está escondido parcialmente detrás del radio.

[0064] En una realización, se considera la anchura del radio para evaluar si el contrapeso, dividido en dos partes, se puede esconder completamente o será parcialmente visible. Alternativamente, siempre es posible dividir el peso. Consecuentemente, los dos pesos resultantes están escondidos detrás del radio de referencia y el siguiente, si la posición del peso es mayor que el punto medio del radio, o detrás del anterior, si la posición es menor que el punto medio del radio. En relación con este aspecto, se han examinado varios tipos de contrapesos y se ha hallado que seleccionar cierto tipo de peso también puede influenciar en el efecto del HSP, en particular en casos en los que cierto peso tendría una forma que sería parcialmente visible, con otros tipos de pesos no lo sería. Por tanto, en otra realización, aparte de la información de la configuración de los radios evaluada, también se tiene en cuenta la posición del contrapeso óptimo y también las mediciones de los diferentes tipos de contrapesos. La siguiente tabla muestra este efecto en diferentes tipos de pesos como un ejemplo.

material	anchura (mm)	longitud (mm)	Peso (g)	Longitud por gramo (mm/g)
Zn	15	80	40	2,00
Zn	19	104	40	2,60
Pb	15	107	60	1,78
Pb	19	110	60	1,83
Pb	20	63	60	1,05
Pb	20	84	80	1,05
Pb	20	21	10	2,10
Pb	20	42	20	2,10
Cu	15	70	50	1,40
Cu	15	83	60	1,38

[0065] En otra realización, los datos conocidos sobre las dimensiones de los contrapesos disponibles y los datos de configuración de los radios derivados se consideran de tal modo que se determina si un peso determinado se puede esconder detrás de un radio determinado. En el caso de que un peso concreto no se pueda esconder totalmente detrás de su radio, la división del contrapeso se itera hasta que se alcanza un tamaño predeterminado del peso, correspondiente con la anchura del radio disponible. Así es posible lograr una alta tasa de pesos escondidos satisfactoriamente detrás de su radio respectivo. En otras palabras, la división del contrapeso se itera / repite hasta que el proceso llega a las piezas de pesos más pequeñas, que se pueden esconder incluso en radios finos.

[0066] Por ejemplo, después de una primera etapa de división, se comprueban el primer y el segundo radio calculados para comprobar si los pesos calculados pueden esconderse totalmente detrás del radio respectivo.. Si uno o ambos pesos son parcialmente visibles, el peso respectivo y la posición del radio respectivo se utilizan como nuevos puntos de inicio para repetir el proceso de división de contrapesos.

Ejemplo detallado para la implementación utilizando un pseudo-código:

[0067] A continuación se describe detalladamente una realización de un algoritmo para la implementación de un procedimiento según una realización. Para mostrarlo mejor, se ha añadido en el ejemplo la utilización de un pseudo-código, que a su vez no está destinado a limitar la presente descripción.

[0068] Para calcular la transformación de Fourier, se implementa la transformación rápida de Fourier como un procedimiento `spokes_fft()`. Del mismo modo, los vectores `spokes_data[n]` son procesados mediante el procedimiento `spokes_fft()`. Para cada vector se busca en el armónico con la amplitud más elevada, el índice `j` del mismo y la fase `arg` del mismo se guardan respectivamente en las variables `iNumberG[n]` y `xFirstP[n]`.

[0069] Ahora en referencia a la figura 5, que muestra los valores de datos de radios recogidos en un vector `spokes_data[]` y su procesamiento mediante la transformación de Fourier. En este ejemplo, `j=5` y `arg=42`. El índice `j` se corresponde con el índice del armónico con la mayor amplitud y se interpreta como el número de grupos periódicos. El parámetro `arg`, la fase del armónico `j`, se utiliza como referencia para la posición de un grupo periódico relacionada con la llanta.

[0070] La evaluación de plausibilidad de este vector resulta ser positiva, este vector se elige para ser analizado. Después se determina la dimensión del grupo periódico como el número de elementos `d` vector que componen un solo grupo. El período de un grupo periódico es `k=256/j`. Dado que `k` es un número racional, el período `T` se establece como el número par más cercano a `k`. Si `c=[k]`,

```
if (c mod 2 == 0)
    T = c;
else T = c + 1;
```

[0071] Entonces, se construye la matriz `period[j][t]`, con (`j= 0, 1, 2, ..., J-1`) y (`t= 0, 1, 2, ..., T-1`). Esta matriz contiene los grupos periódicos `j` reconocidos en el vector `spokes_data[]`:

```
for (j=0; j<J; j++)
    for (t=0; t<T; t++)
    {
        if (arg < T/2)
            x = arg + T/2 + t*j*T;
        else
            x = arg - T/2 + t + j*T;
        if (x >= 256)
            x -= 256;
        if (x<0)
            x += 256;
        period [j] [t] = spokes_data[x];
    }
```

[0072] Ahora, para cada grupo periódico, se pueden definir elementos individuales: radios y espacios. Para definir la anchura del radio, se cuentan elementos consecutivos con valor igual a 0, 2, 3 ó 4 (3 y 4 son valores que sin duda indican la presencia de un radio, 0 y 2 son en lugar valores que no llevan a discriminación entre radios y espacios vacío), tras hallar un 3 o un 4.

[0073] Cuando se halla un elemento con valor igual a 1 (ausencia de radio), se supone que desde este punto empieza un espacio vacío, de modo que todos los elementos igual a 0, 1 ó 2 se cuentan, hasta que se vuelve a hallar un 3 o un 4. Así se define la anchura del espacio vacío.

[0074] Como una hipótesis, el primer elemento del grupo periódico debe ser un espacio vacío. Tras este espacio, podría

haber uno o más radios e igualmente uno o más espacios. En otra hipótesis, se decide que en un solo grupo periódico hay al menos 5 radios y consecuentemente 6 espacios. Ambas hipótesis se pueden utilizar también como consideraciones de plausibilidad.

5 [0075] A continuación, se puede definir una estructura para representar un radio (bSpoke=verdad) o un espacio vacío (bSpoke=falso) y guarda su anchura:

```

typedef struct TElement
{
10     bool bSpoke;
        int iWidth;
};
[0076] Entonces, se establece la matriz rElement[j][i], con (j= 0, 1, 2, ..., J-1) y (i= 0, 1, ..., 11) y conteniendo los
15 elementos l detectados en el grupo periódico j:
for (int t 0; t<T; t++)
    switch (period [j] [t])
    {
20         case 0:
        case 2:
                if (t == 0)
                        rElement[j] [i].bSpoke = false; // i = 0;
                rElement [j] [i].iWidth ++ ;
25         break;
        case 1:
                if(t== 0)
                        rElement[j] [i].bSpoke = false; // i = 0;
                if (rElement [j] [i].bSpoke == true)
30         {
                        i++;
                        rElement [j] [i].bSpoke false;
                }
                rElement [j] [i].iWidth ++ ;
35         break;
        case 3:
        case 4:
                if (t == 0)
                        rElement [j] [i] .bSpoke = true; // i = 0;
                if (rElement [j] [i]. bSpoke == false)
40         {
                        i++;
                        rElement [j] [i].bSpoke = true;
                }
                rElement [j] [i].iwidth ++ ;
45         break;
    }
}

```

50 [0077] El vector iNumberElements[] guarda el número de elementos detectados para cada grupo periódico.

[0078] Al final del proceso de obtención del mapa, se realiza el cómputo de la anchura de radio media:

```

int iCount = 0, iGroupCount = 0;
double dMean = 0. 0;
55 for (j = 0; j < J; j++)
    for (i = 0; i < iNumberElements[j]; i++)
        if (rElement [j] [i].bSpoke == true)
        {
60             dMean += rElement [j] [i].iWidth;
            iCount++;
            if (rElement [j] [i].iWidth >= SPOKE_WIDTH_MIN)
                iGroupCount++;
        }
65 dMean /= iCount;
if ((dMean >= SPOKE_WIDTH_MIN) && (iGroupCount >= iCount/2))

```

```

        WIDTH OK;
else
{
5     INADEGUATE WIDTH;
    exit;
}

```

10 [0079] Si la anchura de radio media no es mayor que el umbral SPOKE_WIDTH_MIN, que en la presente realización está establecido en 5, y si al menos la mitad de los radios tienen una anchura no superior a este mismo límite, el proceso termina porque las dimensiones de los radios no son suficientes para la colocación de radio escondido.

15 [0080] Si la comprobación de la dimensión de los radios tiene un resultado positivo, el procedimiento PreHSP(int iWeightPosition) establece las posiciones donde esconder los contrapesos detrás de éstos. La entrada del proceso es el índice del peso que no se ha dividido todavía, en referencia al mapa de llanta en las etapas 256. Obviamente, también es posible utilizar una resolución mayor, pero se han logrado buenos resultados con las etapas 256.

20 [0081] El procedimiento define primero el grupo periódico del peso (iWeightGroup: el grupo contiene la posición del peso establecida) y su posición dentro de este grupo (iWeightPosGroup)). Entonces, el grupo define el elemento de grupo (iWeightElement) y la posición del peso dentro de este elemento (iWeightPosElement).

25 [0082] Si el peso se debe colocar donde hay un espacio en la rueda (rElement[iWeightGroup][iWeightElement] . bSpoke = falso), el elemento anterior (iPrevElement) y el siguiente (iPostElement) en el mapa de llanta identifican los dos radios donde esconder los pesos separados. Teniendo los elementos anteriores y siguientes, y sus anchuras, los puntos medios de los radios se calculan (iIndexPrev e iIndexPost) y se proporcionan al algoritmo HSP respectivo.

[0083] Si, en su lugar, se debe colocar el peso de forma ya parcialmente escondido detrás de un radio, se tiene que dividir detrás del radio en cuestión y el siguiente, si la posición inicial del peso es superior que el punto medio del radio, o detrás del anterior, si la posición es inferior que el punto medio del radio.

30 [0084] Finalmente, el procedimiento HSP continúa de forma normal, dividiendo el peso detrás de dos radios, en el que el procedimiento respectivo, llamado por ejemplo, proporciona las dos posiciones donde esconder los radios detrás de éstos.

35 [0085] Aunque se han mostrado y descrito e indicado características fundamentales de la invención aplicada a las realizaciones preferidas de la misma, se comprenderá que varias omisiones y cambios en la forma y los detalles de los dispositivos descritos pueden hacerse por aquellos expertos en la materia sin apartarse del ámbito de la invención. Por ejemplo, se intenta claramente que todas las combinaciones de estos elementos y/o etapas del procedimiento, que realizan sustancialmente la misma función de sustancialmente el mismo modo para lograr los mismos resultados, están dentro de la invención. Además, se debe reconocer que las estructuras y/o elementos y/o etapas del procedimiento mostradas y/o descritas en conexión con cualquier forma o realización descrita de la invención se pueden incorporar en cualquier otra forma o realización descrita o sugerida como un asunto general. Por tanto, la intención es limitarse solamente al ámbito de las siguientes reivindicaciones.

45 [0086] Las realizaciones de un aparato para realizar uno de los procedimientos aquí descritos puede incluir o utilizarse con cualquier voltaje o fuente de alimentación adecuado, como una batería, un alternador, pila energética y similares, proporcionando cualquier corriente y/o voltaje, como aproximadamente 12 Voltios, aproximadamente 42 Voltios y similares.

50 [0087] Además, las realizaciones aquí descritas se pueden utilizar con cualquier sistema o motor deseado. Aquellos sistemas o motores pueden comprender artículos que utilicen pilas de combustible, como gasolina, gas natural, propano y similares, electricidad, como la generada por una batería, imán, pila de combustible, pila solar, y similares, viento e híbrido o combinaciones de los mismos. Estos sistemas o motores se pueden incorporar en otras combinaciones de otros sistemas, como un automóvil, un camión, un barco, una motocicleta, un generador, un avión o similares.

55 [0088] A continuación se describen brevemente dos ejemplos prácticos. Sin embargo, se debe indicar que estos ejemplos se han incorporado con el único fin de proporcionar ejemplos prácticos que ayuden a obtener toda la imagen de las realizaciones y desarrollos descritos del procedimiento y el aparato. Por tanto, estos ejemplos no están destinados a ser una limitación.

60 El ámbito de protección se define en las reivindicaciones adjuntas,

Ejemplo 1

65 [0089] Como una hipótesis, una rueda de vehículo que se va a equilibrar 5 tiene radios equidistantes como, por ejemplo, la rueda 100 mostrada en la figura 1. En la tabla siguiente se citan los valores de la matriz spokes_data[3][256] recogidos durante la exploración de los datos de radio. Los datos de los radios ya se han tomado como se ha descrito

anteriamente:

	spoke_data [0]	spoke_data [1]	spoke_data [2]
spoke_data [] [0] =	2	2	1
spoke_data [] [1] =	1	2	1
spoke_data [] [2] =	1	1	2
spoke_data [] [3] =	1	1	3
spoke_data [] [4] =	1	3	3
spoke_data [] [5] =	3	3	3
spoke_data [] [6] =	2	3	3
spoke_data [] [7] =	3	3	2
spoke_data [] [8] =	3	3	3
spoke_data [] [9] =	3	3	2
spoke_data [] [10] =	3	3	3
spoke_data [] [11] =	3	3	2
spoke_data [] [12] =	3	3	3
spoke_data [] [13] =	3	3	2
spoke_data [] [14] =	3	3	3
spoke_data [] [15] =	3	3	3
spoke_data [] [16] =	3	3	3
spoke_data [] [17] =	3	3	3
spoke_data [] [18] =	3	2	3
spoke_data [] [19] =	3	3	3
spoke_data [] [20] =	3	3	3
spoke_data [] [21] =	3	3	2
spoke_data [] [22] =	1	3	3
spoke_data [] [23] =	1	4	3
spoke_data [] [24] =	1	1	3
spoke_data [] [25] =	2	1	1
spoke_data [] [26] =	1	1	1
spoke_data [] [27] =	1	2	1

	spoke_data [0]	spoke_data [1]	spoke_data [2]
spoke_data [] [28] =	1	1	1
spoke_data [] [29] =	1	1	1
spoke_data [] [30] =	1	1	1
spoke_data [] [31] =	1	1	1
spoke_data [] [32] =	1	1	2
spoke_data [] [33] =	1	1	1
spoke_data [] [34] =	1	2	1
spoke_data [] [35] =	1	1	1
spoke_data [] [36] =	1	1	1
spoke_data [] [37] =	2	1	1
spoke_data [] [38] =	1	1	2
spoke_data [] [39] =	1	2	1
spoke_data [] [40] =	2	1	2
spoke_data [] [41] =	1	1	1
spoke_data [] [42] =	1	2	1
spoke_data [] [43] =	1	1	2
spoke_data [] [44] =	1	1	1
spoke_data [] [45] =	2	1	1
spoke_data [] [46] =	1	1	1
spoke_data [] [47] =	1	2	1
spoke_data [] [48] =	1	1	2
spoke_data [] [49] =	1	1	1
spoke_data [] [50] =	1	2	1
spoke_data [] [51] =	1	1	1
spoke_data [] [52] =	1	1	1
spoke_data [] [53] =	1	1	2
spoke_data [] [54] =	1	1	2
spoke_data [] [55] =	1	2	3
spoke_data [] [56] =	3	3	3
spoke_data [] [57] =	2	2	3
spoke_data [] [58] =	3	3	3
spoke_data [] [59] =	2	3	3
spoke_data [] [60] =	3	3	3
spoke_data [] [61] =	2	3	3
spoke_data [] [62] =	3	3	3
spoke_data [] [63] =	3	3	3
spoke_data [] [64] =	3	3	3
spoke_data [] [65] =	3	3	3
spoke_data [] [66] =	3	3	3
spoke_data [] [67] =	3	3	3
spoke_data [] [68] =	3	2	3
spoke_data [] [69] =	3	3	3
spoke_data [] [70] =	3	2	3
spoke_data [] [71] =	3	3	3
spoke_data [] [72] =	3	3	3
spoke_data [] [73] =	3	3	3
spoke_data [] [74] =	2	3	3
spoke_data [] [75] =	1	1	4
spoke_data [] [76] =	1	1	1
spoke_data [] [77] =	1	1	1

	spoke_data [0]	spoke_data [1]	spoke_data [2]
spoke_data [] [78] =	1	1	1
spoke_data [] [79]	1	1	1
spoke_data [] [80] =	1	1	1
spoke_data [] [81] =	1	1	2
spoke_data [] [82] =	1	1	1
spoke_data [] [83] =	2	1	1
spoke_data [] [84] =	1	1	1
spoke_data [] [85] =	1	1	1
spoke_data [] [86] =	1	1	1
spoke_data [] [87] =	1	2	2
spoke_data [] [88] =	1	1	1
spoke_data [] [89] =	1	1	1
spoke_data [] [90] =	1	1	1
spoke_data [] [91] =	1	2	1
spoke_data [] [92] =	1	1	2
spoke_data [] [93] =	1	1	1
spoke_data [] [94] =	1	2	1
spoke_data [] [95] =	1	1	2
spoke_data [] [96] =	1	1	1
spoke_data [] [97] =	1	1	1
spoke_data [] [98] =	1	1	1
spoke_data [] [99] =	2	2	1
spoke_data [] [100] =	1	1	2
spoke_data [] [101]	1	1	1
spoke_data [] [102] =	1	1	1
spoke_data [] [103] =	1	1	1
spoke_data [] [104] =	2	1	3
spoke_data [] [105] =	1	2	2
spoke_data [] [106] =	1	3	3
spoke_data [] [107] =	3	2	3
spoke_data [] [108] =	3	2	3
spoke_data [] [109] =	2	3	3
spoke_data [] [110] =	3	2	3
spoke_data [] [111] =	3	3	3
spoke_data [] [112] =	3	2	3
spoke_data [] [113] =	3	3	3
spoke_data [] [114] =	3	2	3
spoke_data [] [115] =	3	3	2
spoke_data [] [116] =	3	2	3
spoke_data [] [117] =	3	3	3
spoke_data [] [118] =	3	2	3
spoke_data [] [119] =	3	3	3
spoke_data [] [120] =	2	2	3
spoke_data [] [121] =	3	3	3
spoke_data [] [122] =	2	2	3
spoke_data [] [123] =	3	3	3
spoke_data [] [124] =	2	3	3
spoke_data [] [125] =	1	1	3
spoke_data [] [126] =	2	1	3
spoke_data [] [127] =	1	2	1

	spoke_data [0]	spoke_data [1]	spoke_data [2]
spoke_data [] [128] =	1	1	1
spoke_data [] [129] =	2	2	1
spoke_data [] [130] =	1	1	1
spoke_data [] [131] =	2	2	1
spoke_data [] [132] =	1	1	2
spoke_data [] [133] =	2	2	1
spoke_data [] [134] =	2	2	1
spoke_data [] [135] =	1	1	1
spoke_data [] [136] =	2	2	1
spoke_data [] [137] =	1	1	1
spoke_data [] [138] =	2	2	1
spoke_data [] [139] =	1	1	1
spoke_data [] [140] =	1	1	1
spoke_data [] [141] =	1	2	2
spoke_data [] [142] =	1	1	1
spoke_data [] [143] =	2	1	1
spoke_data [] [144] =	1	1	2
spoke_data [] [145] =	1	1	1
spoke_data [] [146] =	2	1	1
spoke_data [] [147] =	1	1	1
spoke_data [] [148] =	2	1	1
spoke_data [] [149] =	1	2	2
spoke_data [] [150] =	1	1	1
spoke_data [] [151] =	2	1	1
spoke_data [] [152] =	1	1	2
spoke_data [] [153] =	2	1	1
spoke_data [] [154] =	1	1	1
spoke_data [] [155] =	1	1	3
spoke_data [] [156] =	2	1	3
spoke_data [] [157] =	1	1	3
spoke_data [] [158] =	2	3	3
spoke_data [] [159] =	2	3	3
spoke_data [] [160] =	3	3	3
spoke_data [] [161] =	2	3	3
spoke_data [] [162] =	3	3	3
spoke_data [] [163] =	3	2	3
spoke_data [] [164] =	3	3	3
spoke_data [] [165] =	3	2	3
spoke_data [] [166] =	3	3	3
spoke_data [] [167] =	3	3	3
spoke_data [] [168] =	3	3	3
spoke_data [] [169] =	3	3	3
spoke_data [] [170] =	3	3	3
spoke_data [] [171] =	3	3	3
spoke_data [] [172] =	3	3	3
spoke_data [] [173] =	3	3	3
spoke_data [] [174] =	3	3	3
spoke_data [] [175] =	3	3	3
spoke_data [] [176] =	1	1	3
spoke_data [] [177] =	1	1	3

	spoke_data [0]	spoke_data [1]	spoke_data [2]
spoke_data [] [178] =	1	2	1
spoke_data [] [179] =	1	1	1
spoke_data [] [180] =	2	2	1
spoke_data [] [181] =	1	1	1
spoke_data [] [182] =	1	1	1
spoke_data [] [183] =	1	1	1
spoke_data [] [184] =	1	1	1
spoke_data [] [185] =	2	2	1
spoke_data [] [186] =	1	1	1
spoke_data [] [187] =	1	1	1
spoke_data [] [188] =	1	1	1
spoke_data [] [189] =	1	1	1
spoke_data [] [190] =	1	1	1
spoke_data [] [191] =	1	1	1
spoke_data [] [192] =	1	2	1
spoke_data [] [193] =	1	1	1
spoke_data [] [194] =	1	1	1
spoke_data [] [195] =	1	1	1
spoke_data [] [196] =	1	1	1
spoke_data [] [197] =	1	1	1
spoke_data [] [198] =	1	2	1
spoke_data [] [199] =	1	1	1
spoke_data [] [200] =	2	1	1
spoke_data [] [201] =	1	1	1
spoke_data [] [202] =	1	1	1
spoke_data [] [203] =	2	2	1
spoke_data [] [204] =	1	1	1
spoke_data [] [205] =	2	1	1
spoke_data [] [206] =	1	2	4
spoke_data [] [207] =	1	1	3
spoke_data [] [208] =	1	1	3
spoke_data [] [209] =	2	3	3
spoke_data [] [210] =	3	3	3
spoke_data [] [211] =	3	3	2
spoke_data [] [212] =	3	3	3
spoke_data [] [213] =	3	3	3
spoke_data [] [214] =	3	3	3
spoke_data [] [215] =	2	3	2
spoke_data [] [216] =	3	3	3
spoke_data [] [217] =	2	2	2
spoke_data [] [218] =	3	3	3
spoke_data [] [219] =	2	3	3
spoke_data [] [220] =	3	3	3
spoke_data [] [221] =	3	3	3
spoke_data [] [222] =	3	3	3
spoke_data [] [223] =	3	3	3
spoke_data [] [224] =	3	3	3
spoke_data [] [225] =	3	3	3
spoke_data [] [226] =	3	3	3
spoke_data [] [227] =	1	3	3

	spoke_data [0]	spoke_data [1]	spoke_data [2]
spoke_data [] [228] =	1	2	3
spoke_data [] [229] =	2	1	3
spoke_data [] [230] =	1	2	1
spoke_data [] [231] =	1	1	1
spoke_data [] [232] =	1	2	1
spoke_data [] [233] =	1	1	1
spoke_data [] [234] =	1	2	2
spoke_data [] [235] =	1	1	1
spoke_data [] [236] =	2	1	2
spoke_data [] [237] =	1	2	1
spoke_data [] [238] =	1	1	2
spoke_data [] [239] =	1	2	1
spoke_data [] [240] =	1	1	1
spoke_data [] [241] =	1	1	2
spoke_data [] [242] =	1	2	1
spoke_data [] [243] =	1	1	1
spoke_data [] [244] =	1	2	1
spoke_data [] [245] =	1	1	1
spoke_data [] [246] =	2	1	1
spoke_data [] [247] =	1	2	2
spoke_data [] [248] =	2	1	1
spoke_data [] [249] =	1	2	1
spoke_data [] [250] =	1	2	2
spoke_data [] [251] =	2	1	2
spoke_data [] [252] =	1	2	1
spoke_data [] [253] =	2	2	1
spoke_data [] [254] =	1	2	1
spoke_data [] [255] =	1	2	2

[0090] La transformación consecutiva de los valores mediante los FFT (el proceso SpokesFft(int n)) proporciona:

iNumberG[0] = 5 xFirstP[0] = 13
iNumberG[1] = 5 xFirstP[1] = 13
iNumberG[2] = 5 xFirstP[2]= 12

5 [0091] En las figuras 8a a 8c se muestran los vectores spoke_data[0], spoke_data[1], y spoke_data[2]. Se ha omitido una descripción detallada de estas figuras por motivos de brevedad- Se indica que las figuras 8a a 8d se pueden interpretar como las figuras 6a a 7b anteriormente.

10 [0092] Como el vector spokes_data [2] [256] comprende suficientes elementos de valor igual a 1 (iCountSpaces = 117) e igual a 3 ó 4 (iCountSpokes = 103), se ha elegido como el vector para realizar un examen más exhaustivo. Además, como los números de grupos periódicos son iguales para cada vector (iNumberG[2] = iNumberG[1] = iNumberG[0] = 5), los valores calculados para el vector elegido se consideran como válidos:

15 **iNumberGroups = iNumberG [2] = 5**
xFirstPosition = xFirstP[2] = 12

[0093] La longitud del periodo se obtiene de:

20 $k = 256 / iNumberGroups = 51,2$
 $c = 51$
 $c \text{ mod } 2 \neq 0 \rightarrow T = c + 1 = 52$

[0094] Ahora se pueden definir los grupos periódicos:

Group number 0	Group number 1	Group number 2	Group number 3	Group number 4
spoke_data[2][38] = 2	spoke_data[2][90] = 1	spoke_data[2][142] = 1	spoke_data[2][194] = 1	spoke_data[2][246] = 1
spoke_data[2][39] = 1	spoke_data[2][91] = 1	spoke_data[2][143] = 1	spoke_data[2][145] = 1	spoke_data[2][247] = 2
spoke_data[2][40] = 2	spoke_data[2][92] = 2	spoke_data[2][144] = 2	spoke_data[2][196] = 1	spoke_data[2][248] = 1
spoke_data[2][2][41] = 1	spoke_data[2][93] = 1	spoke_data[2][145] = 1	spoke_data[2][197] = 1	spoke_data[2][249] = 1
spoke_data[2][42] = 1	spoke_data[2][94] = 1	spoke_data[2][146] = 1	spoke_data[2][198] = 1	spoke_data[2][250] = 2
spoke_data[2][43] = 2	spoke_data[2][95] = 2	spoke_data[2][147] = 1	spoke_data[2][199] = 1	spoke_data[2][251] = 2
spoke_data[2][44] = 1	spoke_data[2][96] = 1	spoke_data[2][148] = 1	spoke_data[2][200] = 1	spoke_data[2][252] = 1
spoke_data[2][45] = 1	spoke_data[2][97] = 1	spoke_data[2][149] = 2	spoke_data[2][201] = 1	spoke_data[2][253] = 1
spoke_data[2][46] = 1	spoke_data[2][98] = 1	spoke_data[2][150] = 1	spoke_data[2][202] = 1	spoke_data[2][254] = 1
spoke_data[2][47] = 1	spoke_data[2][99] = 1	spoke_data[2][151] = 1	spoke_data[2][203] = 1	spoke_data[2][225] = 2
spoke_data[2][48] = 2	spoke_data[2][100] = 2	spoke_data[2][152] = 2	spoke_data[2][204] = 1	spoke_data[2][0] = 1
spoke_data[2][49] = 1	spoke_data[2][101] = 1	spoke_data[2][153] = 1	spoke_data[2][205] = 1	spoke_data[2][1] = 1
spoke_data[2][50] = 1	spoke_data[2][102] = 1	spoke_data[2][154] = 1	spoke_data[2][206] = 4	spoke_data[2][2] = 2
spoke_data[2][51] = 1	spoke_data[2][103] = 1	spoke_data[2][155] = 3	spoke_data[2][207] = 3	spoke_data[2][3] = 3
spoke_data[2][52] = 1	spoke_data[2][104] = 3	spoke_data[2][156] = 3	spoke_data[2][208] = 3	spoke_data[2][4] = 3
spoke_data[2][53] = 2	spoke_data[2][105] = 2	spoke_data[2][157] = 3	spoke_data[2][209] = 3	spoke_data[2][5] = 3
spoke_data[2][54] = 2	spoke_data[2][106] = 3	spoke_data[2][158] = 3	spoke_data[2][210] = 3	spoke_data[2][6] = 3
spoke_data[2][55] = 3	spoke_data[2][107] = 3	spoke_data[2][159] = 3	spoke_data[2][211] = 2	spoke_data[2][7] = 2
spoke_data[2][56] = 3	spoke_data[2][108] = 3	spoke_data[2][160] = 3	spoke_data[2][212] = 3	spoke_data[2][8] = 3
spoke_data[2][57] = 3	spoke_data[2][109] = 3	spoke_data[2][161] = 3	spoke_data[2][213] = 3	spoke_data[2][9] = 2
spoke_data[2][58] = 3	spoke_data[2][110] = 3	spoke_data[2][162] = 3	spoke_data[2][214] = 3	spoke_data[2][10] = 3
spoke_data[2][59] = 3	spoke_data[2][111] = 3	spoke_data[2][163] = 3	spoke_data[2][215] = 2	spoke_data[2][11] = 2

Group number 0	Group number 1	Group number 2	Group number 3	Group number 4
spoke_data[2][60]= 3	spoke_data[2][112]= 3	spoke_data[2][164]= 3	spoke_data[2][216]= 3	spoke_data[2][12]= 3
spoke_data[2][61]= 3	spoke_data[2][113]= 3	spoke_data[2][165]= 3	spoke_data[2][217]= 2	spoke_data[2][13]= 2
spoke_data[2][62]= 3	spoke_data[2][114]= 3	spoke_data[2][166]= 3	spoke_data[2][218]= 3	spoke_data[2][14]= 3
spoke_data[2][63]= 3	spoke_data[2][115]= 2	spoke_data[2][167]= 3	spoke_data[2][219]= 3	spoke_data[2][15]= 3
spoke_data[2][64]= 3	spoke_data[2][116]= 3	spoke_data[2][168]= 3	spoke_data[2][220]= 3	spoke_data[2][16]= 3
spoke_data[2][65]= 3	spoke_data[2][117]= 3	spoke_data[2][169]= 3	spoke_data[2][221]= 3	spoke_data[2][17]= 3
spoke_data[2][66]= 3	spoke_data[2][118]= 3	spoke_data[2][170]= 3	spoke_data[2][222]= 3	spoke_data[2][18]= 3
spoke_data[2][67]= 3	spoke_data[2][119]= 3	spoke_data[2][171]= 3	spoke_data[2][223]= 3	spoke_data[2][19]= 3
spoke_data[2][68]= 3	spoke_data[2][120]= 3	spoke_data[2][172]= 3	spoke_data[2][224]= 3	spoke_data[2][20]= 3

[0095] Entonces los elementos de los grupos periódicos se pueden definir como:

	Grupo número 0	Grupo número 1	Grupo número 2	Grupo número 3	Grupo número 4
Elemento número 0	radio de longitud 17	radio de longitud 14	radio de longitud 13	radio de longitud 12	radio de longitud 13
Elemento número 1	radio de longitud 21	radio de longitud 23	radio de longitud 23	radio de longitud 24	radio de longitud 22
Elemento número 2	radio de longitud 14	radio de longitud 15	radio de longitud 16	radio de longitud 16	radio de longitud 17

5 [0096] La anchura media de los radios se calcula y es suficiente para continuar:

iCount = 5
iCount/2 = 2,5
dMean = (21 + 23 + 23 + 24 + 22) / 5 = 113 / 5 = 22,6

10 iGroupCount = 5
dMean > SPOKE_WIDTH_MIN
iGroupCount > iCount/2

15 [0097] Como resultado de la medición del desequilibrio de la rueda, se asume en este ejemplo que el desequilibrio hallado se debería corregir colocando un contrapeso en una posición representada por el índice 90, en referencia al mapa de llanta en la etapa 256, en la que una etapa corresponde a 1,4° de la circunferencia de la llanta.

20 [0098] A partir del procedimiento PreHSP(int iWeightPosition) se obtiene de este modo: iWeightGroup = 1, que es el grupo periódico donde se debe colocar el peso, es el número 1; iWeightPosGroup = 0 es el peso que se debe colocar en la primera posición del grupo periódico; iWeightElement = 0 es el peso que se debe colocar en el primer elemento del grupo periódico; iWeightPosElement = 0 es el peso que se debe colocar en la primera posición del primer elemento del grupo periódico.

25 [0099] El grupo periódico donde se debe colocar el peso es el grupo 1. EL grupo 1 comprende el elemento número 0, que es un espacio, cuya longitud es 14; el elemento número 1, un radio, cuya anchura es de 23; y el elemento número 2, un espacio, cuya longitud es de 15.

[0100] Consecuentemente, el grupo periódico anterior es el grupo 0. El grupo 0 comprende el elemento número 0, que

es un espacio, cuya longitud es de 17; el elemento número 1, un radio, cuya anchura es de 21; y el elemento número 2, un espacio, cuya longitud es de 14.

5 [0101] Consecuentemente, el siguiente grupo periódico es el grupo 2. El grupo 2 comprende el elemento número 0, que es un espacio, cuya longitud es 13; el elemento número 1, un radio, cuya anchura es de 23; y el elemento número 2, un espacio, cuya longitud es de 16.

10 [0102] En resumen, la posición óptima para colocar el contrapeso se ha identificado como `rElement[iWeightGroup][iWeightElement].bSpoke = falso` y `rElement[iWeightGroup][iWeightElement].iWidth = 14`; es decir, el peso de colocarían donde hay un espacio vacío de longitud 14. El algoritmo de la realización, por tanto, muestra la división del peso óptimo en dos pesos de reemplazo, que se pueden colocar escondidos detrás del radio anterior y posterior respecto a la posición óptima.

15 [0103] Es decir, la posición adecuada antes de la calculada coincide con el radio del grupo periódico anterior, identificado por `rElement[iGroupPre][iPrevElement].bSpoke = verdad` y `rElement[iGroupPre][iPrevElement].iWidth = 21`. La posición adecuada después de la calculada coincide con el radio del grupo periódico dado, identificado por `rElement[iWeightGroup][iPostElement].bSpoke = verdad` y `rElement[iWeightGroup][iPostElement].iWidth = 23`.

20 [0104] El índice respectivo relacionado con la llanta de la rueda que está en el mapa en las etapas 256 es `iIndexPrev = 66` y `iIndexPost = 115`. Como resultado, el contrapeso tiene que dividirse en dos pesos para colocarlo detrás de los radios dados por el índice 66 y el índice 115.

Ejemplo 2

25 [0105] Como hipótesis, una rueda de vehículo que se va a equilibrar comprende 7 radios bifurcados; más precisamente son radios bifurcados, que significa que un radios se ramifica en dos ramas como, por ejemplo, se muestra en la rueda 200d de la figura 2d. En la tabla siguiente se indican los valores de la matriz `spokes_data[3][256]` recogidos durante la exploración de los datos del radio. Los datos de los radios ya se han tomado como se ha descrito anteriormente:

	spoke_data[0]	spoke_data [1]	spoke_data [2]
spoke_data[[0] =	3	3	2
spoke_data [] [1] =	3	3	3
spoke_data[[2] =	3	2	2
spoke data[[3] =	3	3	1
spoke_data [] [4] =	3	3	1
spoke_data [] [5] =	3	3	1
spoke_data [] [6] =	3	3	3
spoke_data[] [7] =	3	3	3
spoke_data[] [8] =	3	3	3
spoke_data [] [9] =	3	3	3
spoke_data[] [10] =	3	3	3
spoke-data[] [11] =	3	3	1
spoke_data[] [12] =	3	3	2
spoke data [] [13] =	1	1	1
spoke_data [] [14] =	1	1	1
spoke_data [] [15] =	2	1	1
spoke_data [] [16] =	1	1	2
spoke_data [] [17] =	1	1	2
spoke_data [] [18] =	1	1	1
spoke_data [] [19] =	1	2	1
spoke_data [] [20] =	2	2	1
spoke_data [] [21] =	2	2	1
spoke_data [] [22] =	2	1	2
spoke_data [] [22] =	1	1	1
spoke_data [] [24] =	2	1	2

	spoke_data[0]	spoke_data [1]	spoke_data [2]
spoke_data [] [25] =	1	1	1
spoke_data [] [26] =	1	1	1
spoke_data [] [27] =	1	2	1
spoke_data [] [28] =	1	1	2
spoke_data [] [29] =	2	1	1
spoke_data [] [30] =	1	1	1
spoke_data [] [31] =	3	3	3
spoke_data [] [33] =	3	3	2
spoke_data [] [34] =	2	3	
spoke_data [] [35] =	3	3	3
spoke_data [] [36] =	3	2	3
spoke_data [] [37] =	3	3	3
spoke_data [] [38] =	3	3	2
spoke_data [] [39] =	3	3	1
spoke_data [] [40] =	3	3	1
spoke_data [] [41] =	3	3	1
spoke_data [] [42] =	3	3	1
spoke_data [] [43] =	3	3	2
spoke_data [] [44] =	3	3	3
spoke_data [] [45] =	3	3	2
spoke_data [] [46] =	3	3	3
spoke_data [] [47] =	3	3	2
spoke_data [] [48] =	3	3	1
spoke_data [] [49] =	3	1	1
spoke_data [] [50] =	1	1	1
spoke_data [] [51] =	1	2	1
spoke_data [] [52] =	1	1	2
spoke_data [] [53] =	1	2	2
spoke_data [] [54] =	1	1	2
spoke_data [] [55] =	1	1	1
spoke_data [] [56] =	2	2	2
spoke_data [] [57] =	2	2	1
spoke_data [] [58] =	2	1	2
spoke_data [] [59] =	2	1	1
spoke_data [] [60] =	1	2	2
spoke_data [] [61] =	1	1	2
spoke data[] [62] =	1	2	2
spoke_data [] [63] =	1	1	2
spoke_data [] [64] =	1	1	1
spoke_data [] [65] =	1	1	2
spoke_data [] [66] =	1	1	1
spoke_data [] [67] =	2	2	1
spoke_data [] [68] =	2	1	2
spoke data [] [69] =	3	3	2
spoke_data [] [70] =	3	3	3
spoke_data [] [71] =	3	3	3
spoke_data [] [72] =	3	2	2
spoke_data [] [73] =	3	3	3
spoke_data [] [74] =	3	3	3
spoke_data [] [75] =	3	3	1

	spoke_data[0]	spoke_data [1]	spoke_data [2]
spoke_data [] [76] =	3	3	1
spoke_data [] [77]=	3	3	2
spoke_data [] [78] =	3	2	1
spoke_data [] [79] =	3	3	4
spoke_data [] [80] =	3	3	3
spoke_data [] [81] =	3	3	3
spoke_data [] [82] =	3	3	3
spoke_data [] [83] =	3	3	2
spoke_data [] [84]	3	3	1
spoke_data [] [85] =	3	1	1
spoke_data [] [86] =	3	1	2
spoke_data [] [87] =	1	1	1
spoke_data [] [88] =	1	1	2
spoke_data [] [89] =	1	1	2
spoke_data [] [90] =	1	1	2
spoke_data [] [91] =	1	1	1
spoke_data [] [92] =	1	1	2
spoke_data [] [93] =	1	1	2
spoke_data [] [94] =	2	1	3
spoke_data [] [95] =	2	1	3
spoke_data [] [96] =	2	1	1
spoke_data [] [97] =	1	1	1
spoke_data [] [98] =	1	1	1
spoks_data [] [99] =	1	1	2
spoks_data [] [100] =	2	1	1
spoks_data [] [101] =	1	1	2
spoks_data [] [102] =	1	1	2
spoks_data [] [103] =	1	2	1
spoke_data [] [104] =	3	2	1
spoke_data[] [105] =	3	2	2
spoke_data [] [106] =	3	3	3
spoks_data [] [107] =	3	3	3
spoks_data [] [108] =	3	3	3
spoks_data [] [109] =	3	3	3
spoks_data [] [110] =	3	3	3
spoks_data [] [111] =	3	3	1
spoks_data [] [112] =	2	3	1
spoks_data [] [113] =	3	3	1
spoks_data [] [114] =	3	3	1
spoks_data [] [115] =	3	3	2
spoks_data [] [116] =	3	3	3
spoke data [] [117] =	3	3	3
spoks_data [] [118] =	3	3	3
spoks_data [] [119] =	3	2	3
spoks_data [] [120] =	3	3	3
spoks_data [] [121] =	3	3	1
spoks_data [] [122] =	3	1	1
spoks_data [] [123] =	1	1	1
spoks_data [] [124] =	1	1	1
spoks_data [] [125] =	1	1	2

	spoke_data[0]	spoke_data [1]	spoke_data [2]
spoks_data [] [126] =	1	1	2
spoke_data [] [127] =	2	1	1
spoks_data [] [128] =	1	2	2
spoks_data [] [129] =	1	2	1
spoks_data [] [130] =	2	2	1
spoks_data [] [131] =	2	2	1
spoks_data [] [132] =	2	1	1
spoks_data [] [133] =	1	1	2
spoks_data [] [134] =	2	1	2
spoks_data [] [135] =	1	1	2
spoks_data [] [136] =	2	1	2
spoks_data [] [137] =	1	2	2
spoks_data [] [138] =	1	1	2
spoks_data [] [139] =	1	1	2
spoks_data [] [140] =	2	2	2
spoks_data [] [141] =	3	1	2
spoks_data [] [142] =	3	2	3
spoks_data [] [143] =	3	3	2
spoks_data [] [144] =	3	3	3
spoks_data [] [145] =	2	3	3
spoks_data [] [146] =	3	3	3
spoke_data [] [147] =	3	3	3
spoks_data [] [148] =	3	3	2
spoks_data [] [149] =	3	3	1
spoks_data [] [150] =	3	3	3
spoks_data [] [151] =	3	3	1
spoks_data [] [152] =	3	3	3
spoks_data [] [153] =	3	3	3
spoks_data [] [154] =	3	3	1
spoks_data [] [155] =	3	3	3
spoks_data [] [156] =	3	3	3
spoks_data [] [157] =	3	3	2
spoks_data [] [158] =	3	3	1
spoks_data [] [159] =	4	1	2
spoks_data [] [160] =	2	1	2
spoks_data [] [161] =	1	1	1
spoks_data [] [162] =	1	1	1
spoks_data [] [163] =	1	1	2
spoks_data [] [164] =	1	1	1
spoks_data [] [165] =	1	2	1
spoks_data [] [166] =	2	2	2
spoks_data [] [167] =	2	2	1
spoks_data [] [168] =	2	1	1
spoks_data [] [169] =	2	1	2
spoks_data [] [170] =	1	1	2
spoks_data [] [171] =	1	1	1
spoks_data [] [172] =	1	2	2
spoks_data [] [173] =	1	1	1
spoks_data [] [174] =	1	1	2
spoks_data [] [175] =	2	1	2

	spoke_data[0]	spoke_data [1]	spoke_data [2]
spoks_data [] [176] =	1	1	1
spoks_data [] [177] =	1	1	2
spoks_data [] [178] =	3	2	1
spoks_data [] [179] =	3	3	2
spoks_data [] [180] =	3	3	1
spoks_data [] [181] =	3	3	3
spoks_data [] [182] =	3	3	1
spoks_data [] [183] =	3	3	2
spoke_data [] [184] =	3	3	2
spoks_data [] [185] =	3	3	1
spoks_data [] [186] =	3	2	1
spoke_data [] [187] =	3	3	1
spoks_data [] [188] =	3	3	1
spoks_data [] [189] =	3	3	2
spoks_data [] [190] =	3	3	3
spoks_data [] [191] =	3	3	2
spoks_data [] [192] =	3	3	3
spoks_data [] [193] =	3	3	1
spoks_data [] [194] =	3	3	1
spoks_data [] [195] =	3	1	1
spoks_data [] [196] =	1	1	1
spoks_data [] [197] =	1	1	1
spoks_data [] [198] =	1	1	2
spoks_data [] [199] =	1	1	2
spoks_data [] [200] =	1	1	2
spoks_data [] [201] =	1	2	1
spoks_data [] [202] =	1	2	2
spoks_data [] [203] =	2	2	1
spoks_data [] [204] =	2	2	2
spoks_data [] [205] =	2	1	2
spoks_data [] [206] =	2	2	1
spoks_data [] [207] =	1	1	2
spoks_data [] [208] =	1	2	1
spoks_data [] [209] =	1	1	2
spoks_data [] [210] =	1	1	2
spoks_data [] [211] =	1	2	2
spoks_data [] [212] =	1	1	1
spoks_data [] [213] =	1	1	2
spoks_data [] [214] =	1	1	2
spoks_data [] [215] =	3	3	3
spoks_data [] [216] =	3	3	3
spoks_data [] [217] =	3	3	3
spoks_data [] [218] =	3	3	3
spoks_data [] [219] =	3	3	3
spoks_data [] [220] =	3	2	3
spoks_data [] [221] =	3	3	1
spoks_data [] [22] =	3	2	1
spoks_data [] [223] =	3	3	2
spoks_data [] [224] =	3	3	1
spoks_data [] [225] =	3	3	1

	spoke_data[0]	spoke_data [1]	spoke_data [2]
spoks_data [] [226] =	3	3	3
spoks_data [] [227] =	3	3	3
spoks_data [] [228] =	3	3	3
spoks_data [] [229] =	3	3	3
spoks_data [] [230] =	3	3	1
spoks_data [] [231] =	3	3	1
spoks_data [] [232] =	3	1	1
spoks_data [] [233] =	1	1	1
spoks_data [] [234] =	1	1	1
spoks_data [] [235] =	1	1	1
spoks_data [] [236]	1	1	1
spoks_data [] [237] =	1	2	1
spoks_data [] [238] =	1	2	1
spoks_data [] [239] =	1	2	2
spoks_data [] [240] =	2	2	1
spoks_data [] [241] =	2	2	1
spoks_data [] [242] =	2	1	2
spoks_data [] [243] =	1	1	1
spoks_data [] [244] =	2	2	2
spoks_data [] [245] =	2	1	1
spoks_data [] [246] =	1	1	1
spoks_data [] [247] =	1	1	2
spoks_data [] [248] =	1	1	1
spoks_data [] [249] =	2	1	2
spoks_data [] [250] =	1	1	1
spoks_data [] [251] =	3	1	2
spoks_data [] [252] =	3	3	3
spoks_data [] [253] =	3	3	3
spoks_data [] [254] =	2	3	3
spoks_data [] [255] =	3	3	3

[0106] al estudiar los valores mediante la transformación del dominio de frecuencia, como mediante el proceso SpokesFft(int n), se obtiene:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{iNumberG[0]} &= 7 & \mathbf{xFirstP[0]} &= 3 \\
 \mathbf{iNumberG[1]} &- 7 & \mathbf{xFirstP[1]} &= 3 \\
 \mathbf{iNumberG[2]} &= 7 & \mathbf{xFirstP[2]} &= 1
 \end{aligned}$$

5 [0107] Como el vector spokes_data [2] [256] tiene suficientes elementos de valor igual a 1 (iCountSpaces = 103) e igual a 3 ó 4 (iCountSpokes = 65), es elige como vector para ser examinado.

[0108] Como el número de grupos periódicos es igual para cada vector ($\mathbf{iNumberG[2]} = \mathbf{iNumberG[1]} = \mathbf{iNumberG[0]} = 7$), los valores calculados para el vector elegido se consideran como válidos:

$$\begin{aligned}
 10 \quad \mathbf{iNumberGroups} &= \mathbf{iNumberG [2]} - 7 \\
 \mathbf{xFirstPosition} &= \mathbf{xFirstP [2]} - 1
 \end{aligned}$$

[0109] La longitud del periodo se obtiene de:

$$15 \quad \mathbf{k} = 256 / \mathbf{iNumberGroups} = 36,6$$

c = 36

c mod 2 = 0 - - > T = c = 36

5 [0110] En las figuras 9a a 9c se muestran los vectores `spoke_data[0]`, `spoke_data[1]`, y `spoke_data[2]`. Se ha omitido una descripción detallada de estas figuras por motivos de brevedad. De nuevo, se indica que las figuras 9a a 9d se pueden interpretar como las figuras 6a a 7b anteriormente.

10 [0111] En las figuras 9a a 9c se puede observar que en las posiciones más altas solo se ha detectado un radio por grupo. Sin embargo, en la posición más baja, los datos muestran un par de radios: este es el caso de los radios bifurcados. Como se ha indicado anteriormente, un radio bifurcado se divide en dos ramas en la parte inferior del radio, que se considera como la base del radio en la llanta de la rueda.

[0112] Ahora se pueden definir los grupos periódicos como se indica a continuación:

Group num 0	Group num 1	Group num 2	Group num 3	Group num 4	Group num 5	Group num 6
spoke [2][19] =1	spoke [2][55] =1	spoke [2][91] =1	spoke [2] [127]=1	spoke [2] [163]=2	spoke [2] [199]=12	spoke [2][19] =1
spoke [2][20] =1	spoke [2][19] =1	spoke [2][19] =2	spoke [2][19] =2	spoke [2][19] = 1	spoke [2][19] = 2	spoke [2][236] = 2
spoke [2][21] =1	spoke [2][57] =1	spoke [2][93] =2	spoke [2] [129]=1	spoke [2] [165]=1	spoke [2] [201]=1	spoke [2][55] =1
spoke [2][22] =2	spoke [2][58] =2	spoke [2][94] =3	spoke [2] [130]=1	spoke [2] [166]=2	spoke [2] [202]=	spoke [2][238] =1
spoke [2][23] =1	spoke [2][59] =1	spoke [2][95] =3	spoke [2] [131]=1	spoke [2] [167]=1	spoke [2] [203]=1	spoke [2][239] =2
spoke [2][24] =2	spoke [2][60] =2	spoke [2][96] =1	spoke [2] [132]=1	spoke [2] [168]=1	spoke [2] [204]=2	spoke [2][240] =1
spoke [2][25] =1	spoke [2][61] =2	spoke [2][97] =1	spoke [2] [133]=2	spoke [2] [169]=1	spoke [2] [205]= 2	spoke [2][241] =1
spoke [2][26] =1	spoke [2][62] =2	spoke [2][98] =1	spoke [2] [134]=1	spoke [2] [170]=2	spoke [2] [206]=1	spoke [2][242] =2
spoke [2][27] =1	spoke [2][63] =2	spoke [2][99] = 2	spoke [2] [135]=2	spoke [2] [171]=1	spoke [2] [207]=	spoke [2][55] =1
spoke [2][28] =2	spoke [2][64] = 1	spoke [2] [100]=1	spoke [2] [136]= 2	spoke [2] [172]= 2	spoke [2] [208]=1	spoke [2][234] =2
spoke [2][29] =1	spoke [2][65] =1 2	spoke [2] [101]= 2	spoke [2] [137]=2	spoke [2] [173]=1	spoke [2] [209]=2	spoke [2][235] =1
spoke [2][30] =1	spoke [2][66] =1	spoke [2] [102]=2	spoke [2] [138]=2	spoke [2] [174]= 2	spoke [2] [210]= 2	spoke [2][246] =1
spoke [2][31] = 2	spoke [2][67] =1	spoke [2] [103]=1	spoke [2] [139]=2	spoke [2] [175]= 2	spoke [2] [211]=1	spoke [2][247] =2
spoke [2][32] =3	spoke [2][68] =2	spoke [2] [104]=1	spoke [2] [140]= 2	spoke [2] [176]= 1	spoke [2] [212]= 1	spoke [2][248] = 1
spoke [2][33] = 2	spoke [2][69] =2	spoke [2] [105]= 2	spoke [2] [141]= 2	spoke [2] [177]=2	spoke [2] [213]= 2	spoke [2][249] =2
spoke [2][34] =3	spoke [2][70] =3	spoke [2] [106]=3	spoke [2] [142]= 3	spoke [2] [178]=1	spoke [2] [214]=2	spoke [2][250] =1
spoke [2][35] = 3	spoke [2][71] = 3	spoke [2] [107]= 3	spoke [2] [143]= 2	spoke [2] [179]=1	spoke [2] [215]=3	spoke [2][251] = 2
spoke [2][36] = 3	spoke [2][72] = 2	spoke [2][55] =1 3	spoke [2] [144]= 3	spoke [2] [180]=3	spoke [2] [216]= 3	spoke [2][252] = 3
spoke [2][37] =3	spoke [2][73] = 3	spoke [2] [109]= 3	spoke [2] [145]= 3	spoke [2] [181]=3	spoke [2] [217]= 3	spoke [2][55] =1 3

Group num 0	Group num 1	Group num 2	Group num 3	Group num 4	Group num 5	Group num 6
spoke [2][38] =2	spoke [2][74] = 3	spoke [2] [110]= 3	spoke [2] [146]= 3	spoke [2] [162]= 3	spoke [2] [218]=3	spoke [2] [2545]=1= 3
spoke [2][39] =1	spoke [2][75] =1	spoke [2] [111]=1	spoke [2] [147]= 3	spoke [2] [183]=	3 spoke [2] [219]= 3	spoke [2][255] =3
spoke [2][40] =1	spoke [2][76] =1	spoke [2] [112]=1	spoke [2] [148]= 2	spoke [2] [184]= 2	spoke [2] [220]= 3	spoke [2][0]=2 2
spoke [2][41] =1 l	spoke [2][77] = 2	spoke [2] [113]=1	spoke [2] [149]=1	spoke [2] [158]=1	spoke [2] [221]=1	spoke [2][1]= 3
spoke [2][42] =1 l	spoke [2][78] =1	spoke [2] [114]=1	spoke [2] [150]=1	spoke [2] [159]=1	spoke [2] [223]=1	spoke [2][2]= 2
spoke [2][43] = 2	spoke [2][79] = 4	spoke [2] [115]=2	spoke [2] [151]=1	spoke [2] [187]=1	spoke [2] [224]= 2	spoke [2][3]= 1
spoke [2][44] = 3	spoke [2][80] = 3	spoke [2] [116]= 3	spoke [2] [152]= 3	spoke [2] [188]= 1	spoke [2] [224]=1	spoke [2][4]=1
spoke [2][45] = 2	spoke [2][81] =3	spoke [2] [117]= 3	spoke [2] [153]= 3	spoke [2] [188]= 3	spoke [2] [225]= 1	spoke [2][5]=1
spoke [2][46] = 3	spoke [2][82] =3	spoke [2] [118]= 3	spoke [2] [154]= 3	spoke [2] [190]= 3	spoke [2] [226]= 3	spoke [2][6]=3
spoke [2][47] = 2	spoke [2][83] = 2	spoke [2] [119]=3	spoke [2] [156]=3	spoke [2] [110]= 2	spoke [2] [227]= 3	spoke [2][7]= 3
spoke [2][48] =1	spoke [2][84] =1	spoke [2] [120]=3	spoke [2] [156]= 3	spoke [2] [192]= 3	spoke [2] [228]=3	spoke [2][8]=3
spoke [2][50] =1	spoke [2][85] =1	spoke [2] [121]=1	spoke [2] [157]=2	spoke [2] [193]= 3	spoke [2] [229]=3	spoke [2][9]=3
spoke [2][51] =1	spoke [2][86] = 2	spoke [2] [122]=1	spoke [2] [158]=1	spoke [2] [194]=1	spoke [2] [230]=1	spoke [2][10] =3 3
spoke [2][52] =1	spoke [2][87] =1	spoke [2] [123]=1	spoke [2] [159]= 2	spoke [2] [195]=1	spoke [2] [231]=1	spoke [2][11] =1
spoke [2][52] =2	spoke [2][88] = 2	spoke [2] [124]=1	spoke [2] [160]=2	spoke [2] [196]=1	spoke [2] [232]=1	spoke [2][12]= 22
spoke [2][53] = 2	spoke [2][89] =2	spoke [2] [125]=2	spoke [2] [161]=1	spoke [2] [196]=1	spoke [2] [233]=1	spoke [2][13] =1
spoke [2][54] = 2	spoke [2][90] =2	spoke [2] [126]=2	spoke [2] [162]=1	spoke [2] [197]=2	spoke [2] [234]=1	spoke [2][14] =1

[0113] Entonces los elementos E10, E11, .E16 de los grupos periódicos se pueden definir como:

	Grupo número 0	Grupo número 1	Grupo número 2	Grupo número 3
E1 0	longitud de radio 13	longitud de radio 15	longitud de radio 3	longitud de radio 15
E1 1	longitud de radio 7	longitud de radio 5	longitud de radio 2	longitud de radio 7
E1 2	longitud de radio 5	longitud de radio 4	longitud de radio 10	longitud de radio 3
E1 3	longitud de radio 4	longitud de radio 7	longitud de radio 5	longitud de radio 6
E1 4	longitud de radio 7		longitud de radio 5	longitud de radio 5
E1 5			longitud de radio 5	
E1 6			longitud de radio 6	

	Grupo número 4	Grupo número 5	Grupo número 6
E1 0	longitud de radio 17	longitud de radio 16	longitud de radio 17
E1 1	longitud de radio 5	longitud de radio 6	longitud de radio 7
E1 2	longitud de radio 4	longitud de radio 5	longitud de radio 3
E1 3	longitud de radio 5	longitud de radio 4	longitud de radio 5
E1 4	longitud de radio 5	longitud de radio 5	longitud de radio 4
E1 5			
E1 6			

- 5 [0114] El grupo periódico número 2 muestra una anomalía en comparación con los otros grupos. Parece que la exploración detecta más de un radio en este grupo. Sin embargo, este "radio corto se corresponde con la válvula de la llanta. Comparando los dos grupos, el algoritmo puede detectar la anomalía y modifica los elementos de grupo, absorbiendo la válvula en los espacios contiguos. Por consiguiente, el elemento número 0 es un espacio, su anchura es de 15; el elemento número 1 es una radio, su anchura es de 5; el elemento número 2 es un espacio, su anchura es de 5; el elemento número 3 es un radio, su anchura es de 5; el elemento número 4 es un espacio, su anchura es de 6.

[0115] A continuación, la anchura media de los radios se calcula y se considera suficiente para continuar:

15
$$\begin{aligned} iCount &= 14 \\ iCount/2 &= 7 \\ dMean &= (7 + 4 + 5 + 5 + 5 + 5 + 7 + 6 + 5 + 5 + 6 + 4 + 7 + 5) / 14 = 76/14 = 5,4 \\ iGroupCount &= 12 \end{aligned}$$

- 20 [0116] Para el siguiente ejemplo se asume que el desequilibrio hallado en la rueda se debería corregir colocando un contrapeso en una posición representada por el índice 117, en referencia al mapa de llanta en la etapa 256. A partir del procedimiento PreHSP(int iWeightPosition) se obtiene de este modo: iWeightGroup = 2, que es el grupo periódico donde se debe colocar el peso, es el número 2; iWeightPosGroup = 26 es el peso que se debe colocar en la posición 26 del grupo periódico; iWeightElement = 3 es el peso que se debe colocar en el elemento 3 del grupo periódico; y iWeightPosElement = 1 es el peso que se debe colocar en la segunda posición del elemento número 3 del grupo periódico.

- 30 [0117] Para el grupo periódico 2, el debería colocar el peso: elemento número 0 es un espacio de 15 de anchura; el elemento número 1 es un radio de anchura 5; el elemento número 2 es un espacio de anchura 5; el elemento número 3 es un radio de anchura 5; y el elemento número 4 es un espacio de anchura 6.

- [0118] Para el grupo periódico 1 anterior: el elemento número 0 es un espacio de anchura 15; el elemento número 1 es un radio de anchura 5; el elemento número 2 es un radio de anchura 4; el elemento número 3 es un radio de anchura 5; y el elemento número 4 es un espacio de anchura 7.

- 35 [0119] El siguiente grupo periódico es 3: el elemento número 0 es un espacio de anchura 15; el elemento número 1 es un radio anchura 7; el elemento número 2 es un espacio de anchura 3; el elemento número 3 es un radio anchura 6; y el elemento número 4 es un espacio de anchura 5.

- 40 [0120] En resumen, la posición óptima para colocar el contrapeso se ha identificado mediante rElement [iWeightGroup][iWeightElement].bSpoke = verdad y rElement[iWeightGroup][iWeightElement].iWidth = 5, que es el peso que se debe colocar detrás de un radio de anchura 5.

- 45 [0121] La posición adecuada antes de la calculada coincide con la primera ramificación del radio del grupo periódico dado: rElement[iWeightGroup][iPrevElement].bSpoke = verdad y rElement[iWeightGroup][iPrevElement].iWidth = 5.

[0122] La posición adecuada después de la calculada coincide con la segunda ramificación del radio del grupo periódico dado, detrás del que el peso no dividido se debería colocar de todos modos:

rElement[iWeightGroup][iPostElement].bSpoke = verdad y rElement[iWeightGroup][iPostElement].iWidth = 5.

[0123] El índice respectivo relacionado con la llanta de la rueda que está en el mapa en las etapas 256 es iIndexPrev = 109 y iIndexPost = 118. El contrapeso debe dividirse en dos pesos para colocarlos detrás de las ramificaciones de los
5 radios dados por el índice 109 y el índice 118.

Conclusiones a partir de la exposición anterior y los ejemplos 1 y 2:

10 [0124] El procedimiento presentado para la colocación de radios escondidos (HSP) de forma mejorada de contrapesos en una rueda, que tiene un cubo, una llanta y el cubo y la llanta están conectados mediante varios radios, incluye la determinación de los datos de configuración de los radios. Ahora es posible analizar la configuración del radio y la anchura de los radios en detalle, permitiendo la división de los contrapesos detrás de los radios incluso cuando están bifurcados, son oblicuos, no equidistante, o tienen diferentes dimensiones, como se ilustra en las figuras 2a a 2g.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para colocar radios escondidos de contrapesos en una rueda, que tiene un cubo, una llanta y estando el cubo y la llanta conectados mediante diversos radios, incluyendo el procedimiento la determinación de los datos de la configuración de los radios mediante las etapas de:
- 5 - tomar muestras de datos de radios en una posición de muestreo que está a una distancia fija de la llanta;
- transformar los datos de radios de muestreo del dominio espacial al dominio de frecuencia para proporcionar características de frecuencia de los datos de radios; y
- derivar los datos de configuración de radios a partir de las características de frecuencia y los datos de radios.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se realiza la etapa de muestreo en diferentes posiciones cada una con una distancia predeterminada relativa al borde de la llanta.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que la etapa de muestreo comprende además la evaluación de cada punto de datos de los datos de radios de muestreo mediante la asignación de un valor predeterminado que representa una condición predeterminada.
- 15 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de muestreo comprende girar la rueda durante varias revoluciones en la posición de muestreo y en el que en cada revolución los datos de radios de muestreo se completan también en las posiciones donde todavía no hay valores de muestreo.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de transformación comprende realizar una transformación de Fourier en los datos explorados proporcionando datos de Fourier de los datos de radios.
- 20 6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que la etapa de derivación incluye la identificación de patrones periódicos correspondientes a los grupos de radios mediante una información de frecuencia armónica de los datos de Fourier que tiene la mayor a amplitud y posición de los grupos periódicos mediante una información de fase de la frecuencia armónica.
- 25 7. Procedimiento según la reivindicación 6, comprendiendo además una etapa de deducir posiciones de radios y derivar las anchuras de radio respectivas en los patrones periódicos identificados y generar un mapa de configuración de radio que representa los datos de configuración de radios de la rueda.
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo además una etapa de determinación de un valor óptimo y una posición óptima de un contrapeso para la rueda.
- 30 9. Procedimiento según la reivindicación 8, comprendiendo además una etapa de comparación de la posición óptima del contrapeso y los datos de configuración de radio para saber si la posición óptima del contrapeso ya concuerda con una posición de un radio.
10. Procedimiento según la reivindicación 9, comprendiendo además una etapa de determinación de un primer y un segundo radio en los datos de configuración del radio adyacente a la posición óptima del contrapeso, si el resultado de la etapa de comparación es tal que la posición óptima determinada del contrapeso no está o no está parcialmente detrás de un radio.
- 35 11. Procedimiento según la reivindicación 10, comprendiendo además una etapa de separación calculando un primer y un segundo valor de separación para un primer y un segundo, respectivamente, contrapeso de separación basándose en el valor y la posición determinados del contrapeso y las posiciones del primer radio y el segundo radio.
12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que la etapa de separación se itera hasta que se alcanza una dimensión predeterminada de un contrapeso dividido o hasta que una determinada dimensión para un contrapeso dividido es menor que una anchura de un radio determinado respectivo según los datos de configuración de radio.
- 40 13. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que la iteración de la etapa de separación comprende al menos la etapa de establecer al menos una de las posiciones determinadas del primer radio y el segundo radio con el respectivo valor calculado para el contrapeso separado como las nuevas condiciones de inicio respectivas para la siguiente etapa de separación.
- 45 14. Producto de programa informático que comprende medios de codificación para llevar a cabo las etapas de uno de los procedimientos según las reivindicaciones a 1 13, cuando el medio de codificación se ejecuta en un ordenador que controla un aparato para equilibrar ruedas.
15. Medio para almacenar datos que comprende el producto de programa informático según la reivindicación 14 almacenado en el mismo.
- 50 16. Aparato para equilibrar una rueda de vehículo y colocar los contrapesos necesarios detrás de los radios de una

rueda que se va a equilibrar, comprendiendo el aparato:

- un árbol de medición acoplado a una maquina de equilibrado;
 - medios de montaje para montar la rueda de vehículo en el eje para su rotación alrededor de un eje de rueda;
 - una fuente de luz que puede funcionar para dirigir un haz de luz emitido en una ubicación de la rueda de vehículo;
- 5 - un receptor fotosensible que puede funcionar para recibir un haz de luz reflejado en una ubicación detectada en la rueda de vehículo;
- medios para mover la fuente de luz y el receptor sincrónicamente;
 - medios para guardar valores de medición del receptor sensible a la posición, caracterizado por:
- 10 - medios de transformación para realizar una transformación en los valores de medición guardados desde el dominio espacial hasta el dominio de frecuencia; y
- un sistema de evaluación electrónico configurado para evaluar los datos de radio transformados y generar datos de configuración del radio que representan las posiciones y las características de los radios y los espacios entre los radios consecutivos de la rueda.
17. Aparato según la reivindicación 15, incluyendo además:
- 15 - un dispositivo de medición de fuerza que puede funcionar para dar señales proporcionales a un desequilibrio de la rueda de vehículo al sistema de evaluación; y
- en el que el sistema de evaluación está configurado para evaluar los valores para equilibrar la rueda de vehículo y los valores de los datos de configuración de radio para proporcionar posiciones para los contrapesos, que están en la llanta detrás de un radio de la rueda.
- 20 18. Aparato según la reivindicación 16 ó 17, en el que la fuente de luz y el receptor pueden moverse de forma sincrónica para explorar los datos del radio explorados en diferentes posiciones predeterminadas.
19. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, en el que los medios de transformación son una unidad de procesamientos configurada para realizar una transformación de Fourier.
- 25 20. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, en el que los medios de transformación son una unidad de procesamiento digital configurada para realizar una transformación de Fourier rápida.

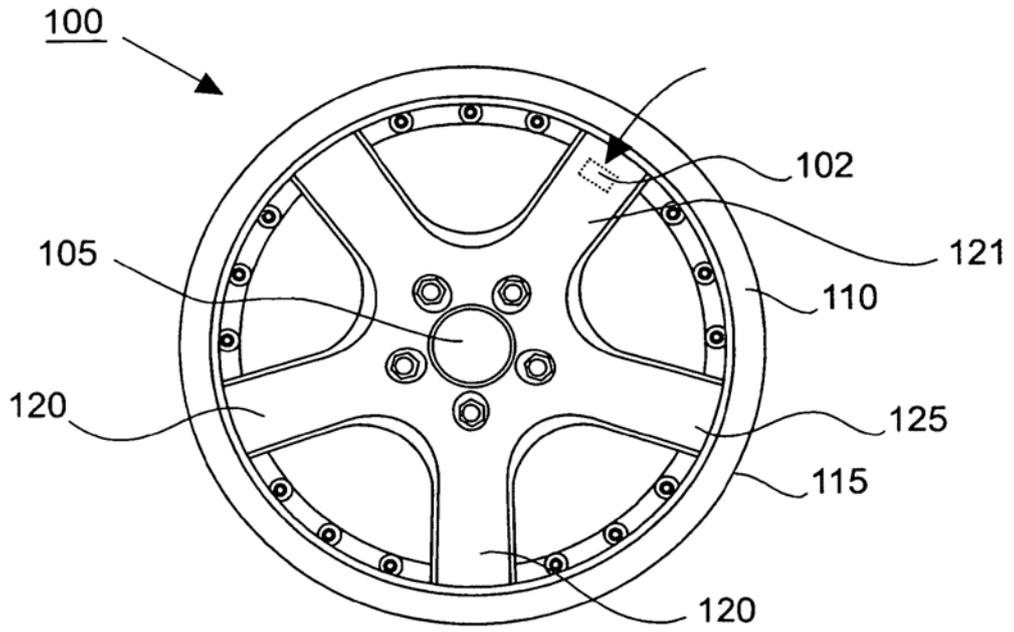


Fig.1

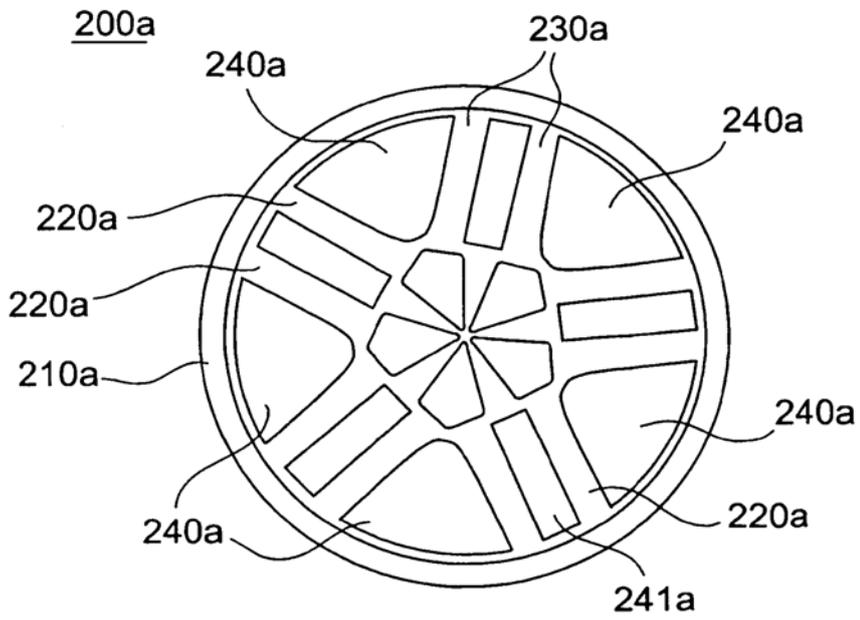


Fig.2a

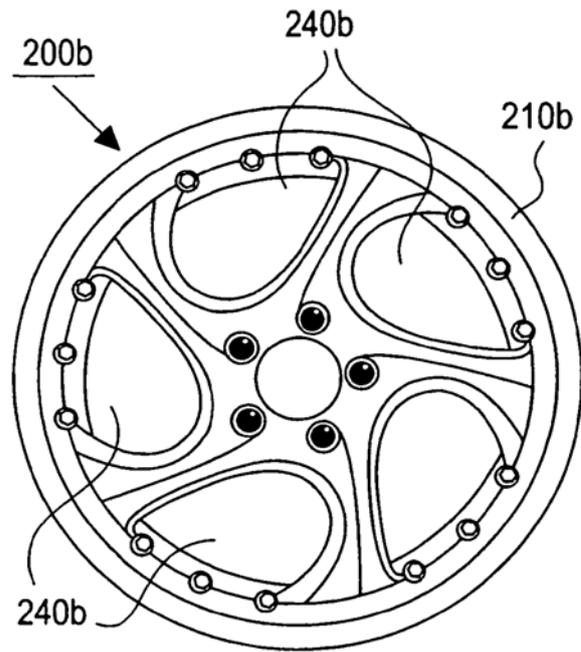


Fig.2b

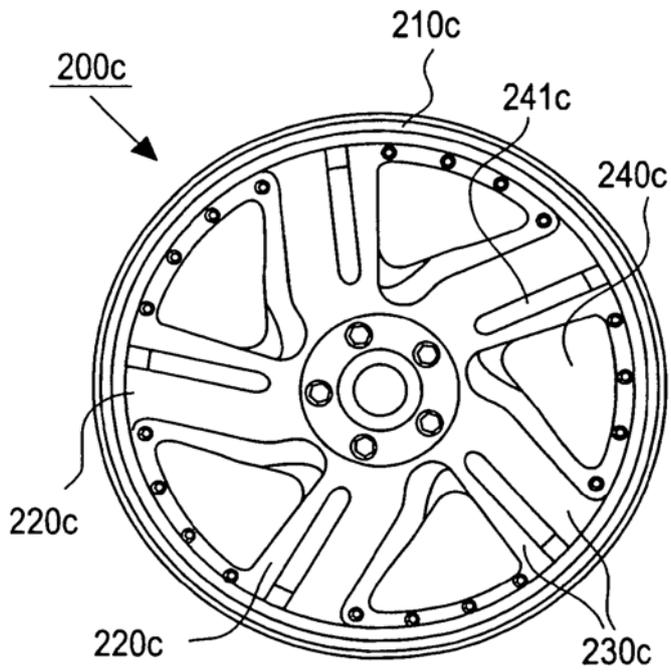


Fig.2c

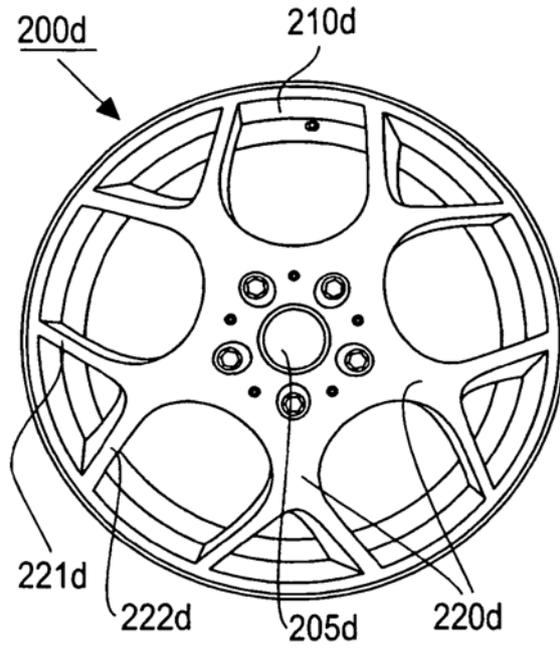


Fig.2d

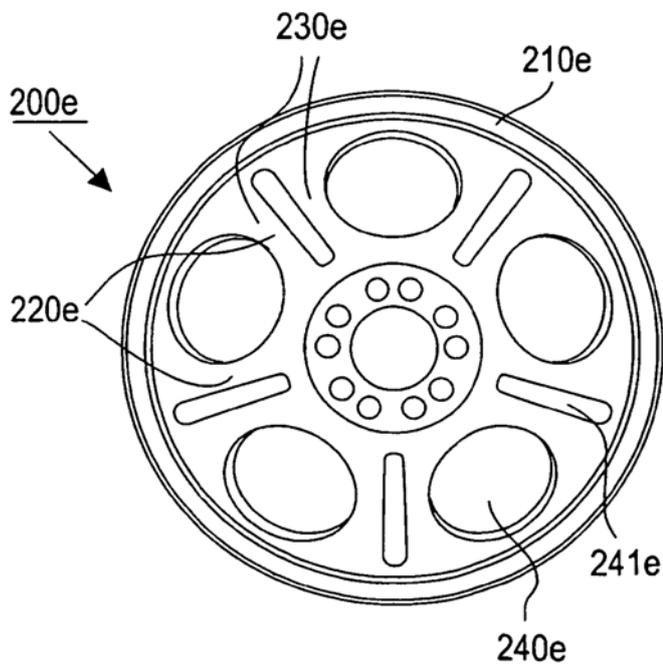


Fig.2e

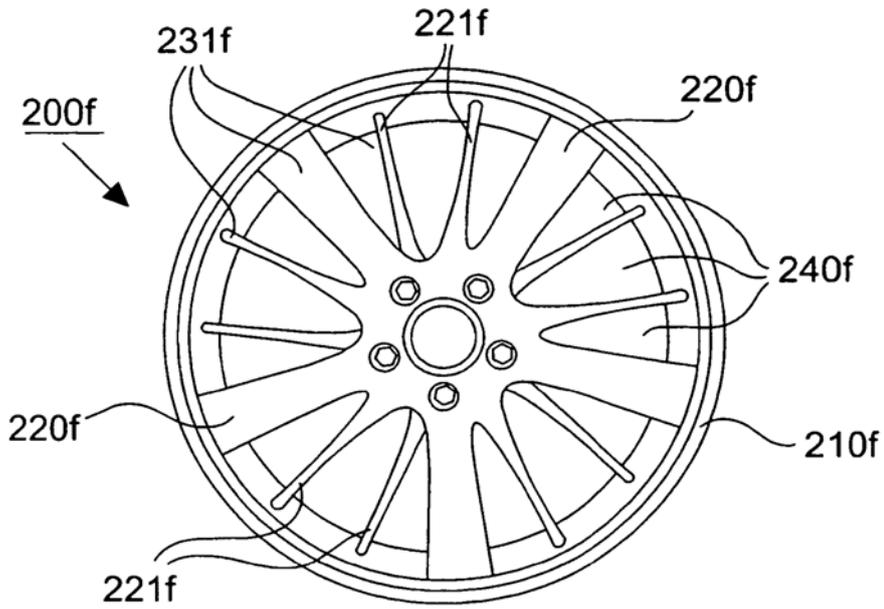


Fig.2g

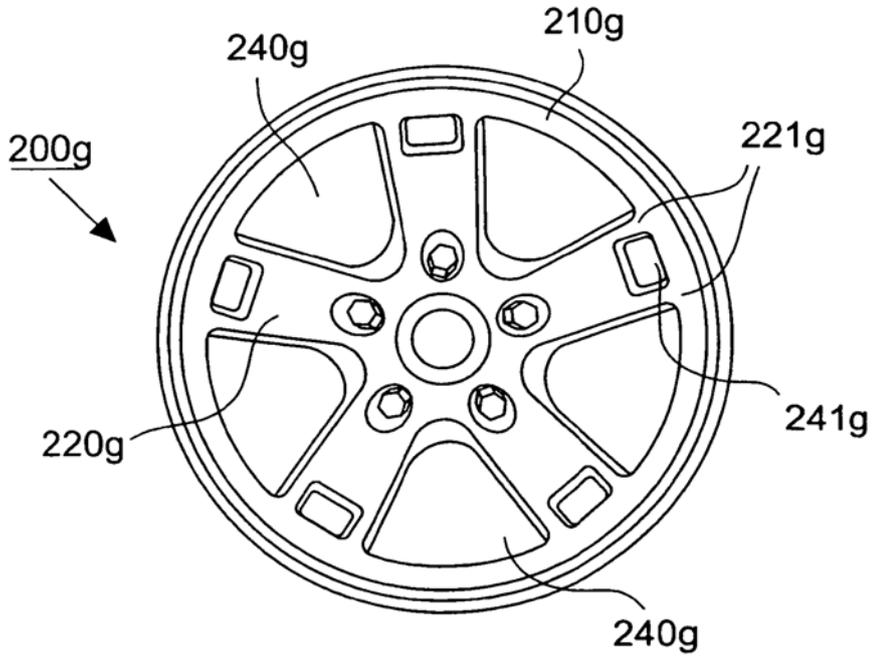


Fig.2f

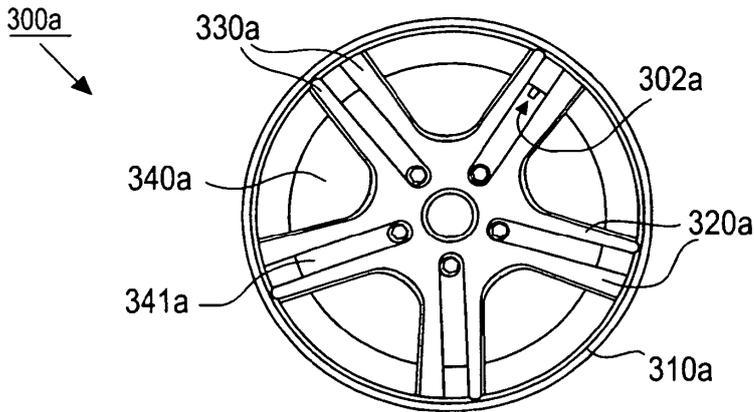


Fig. 3a

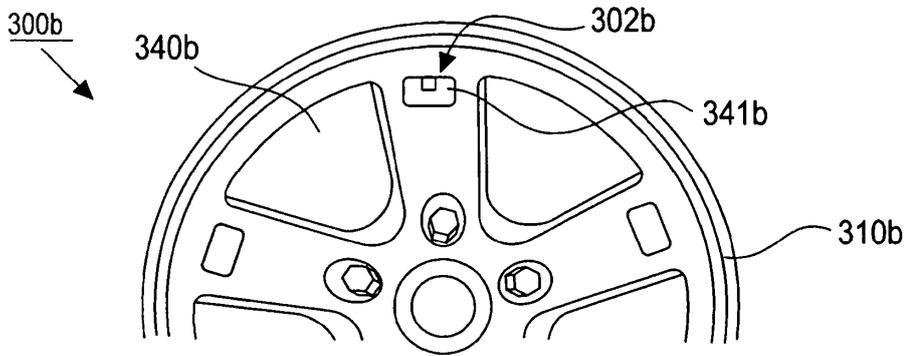


Fig. 3b

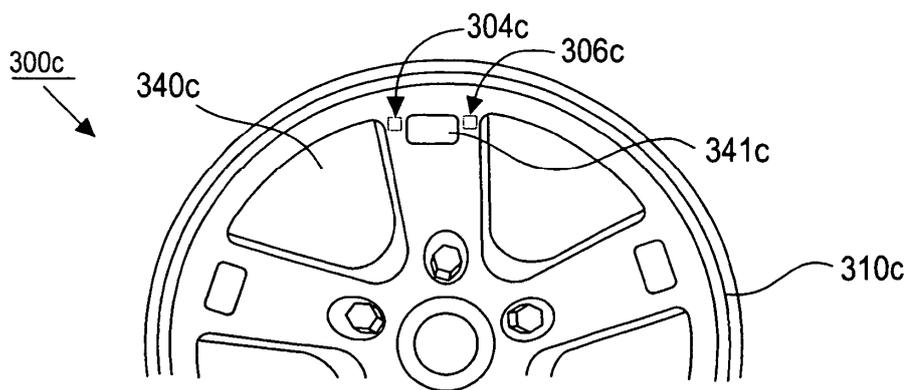


Fig. 4

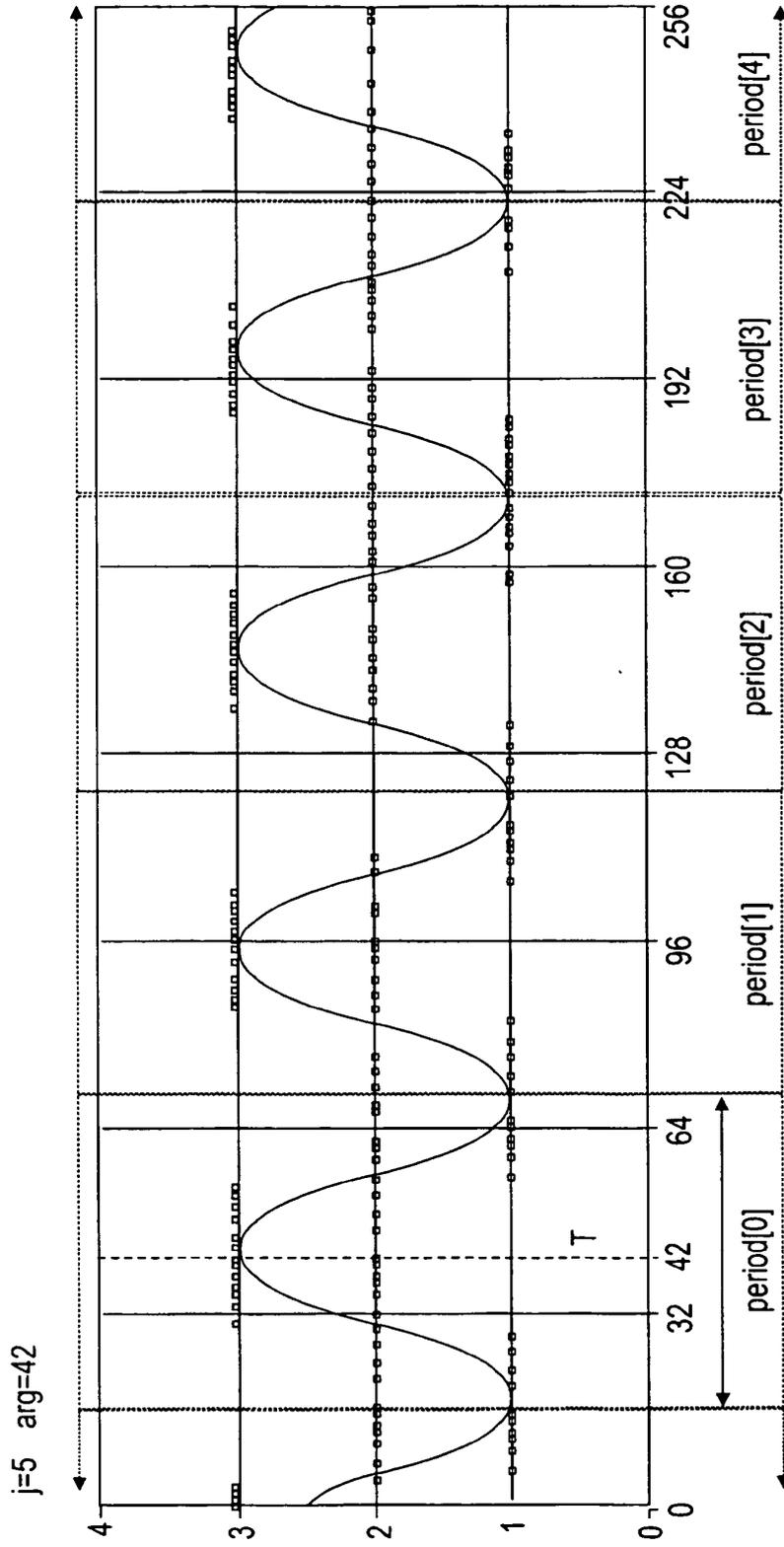


Fig. 5

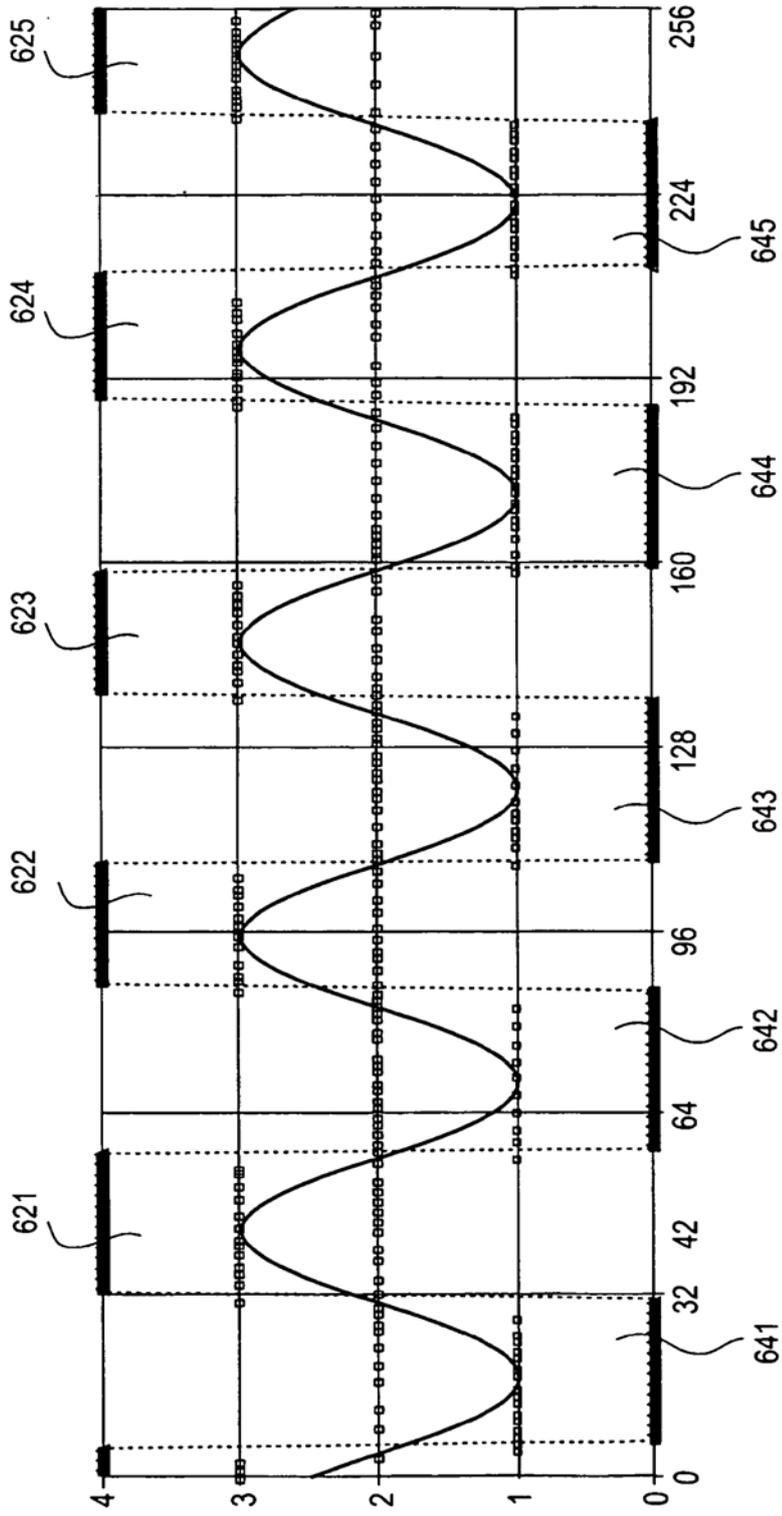


Fig. 6a

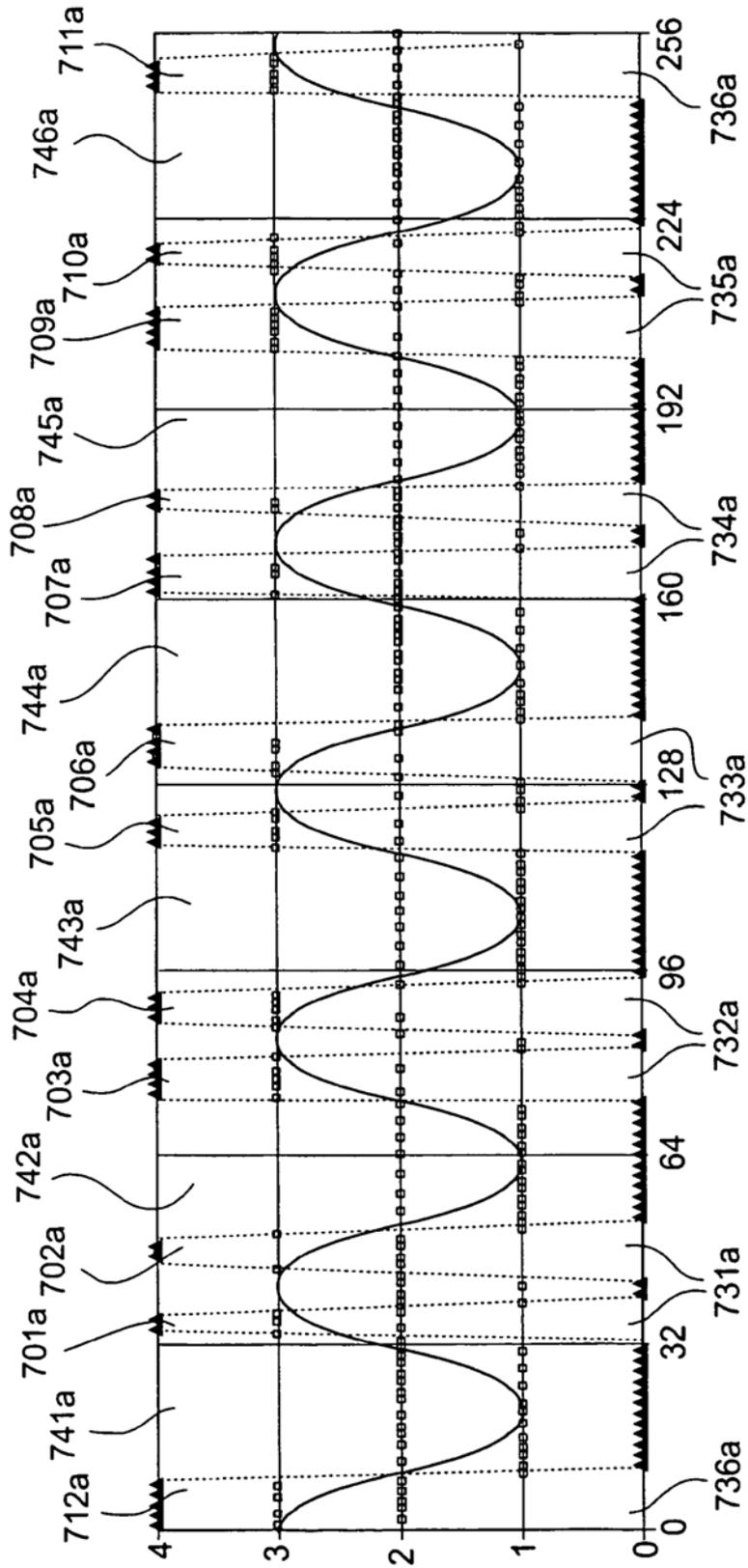


Fig.7a

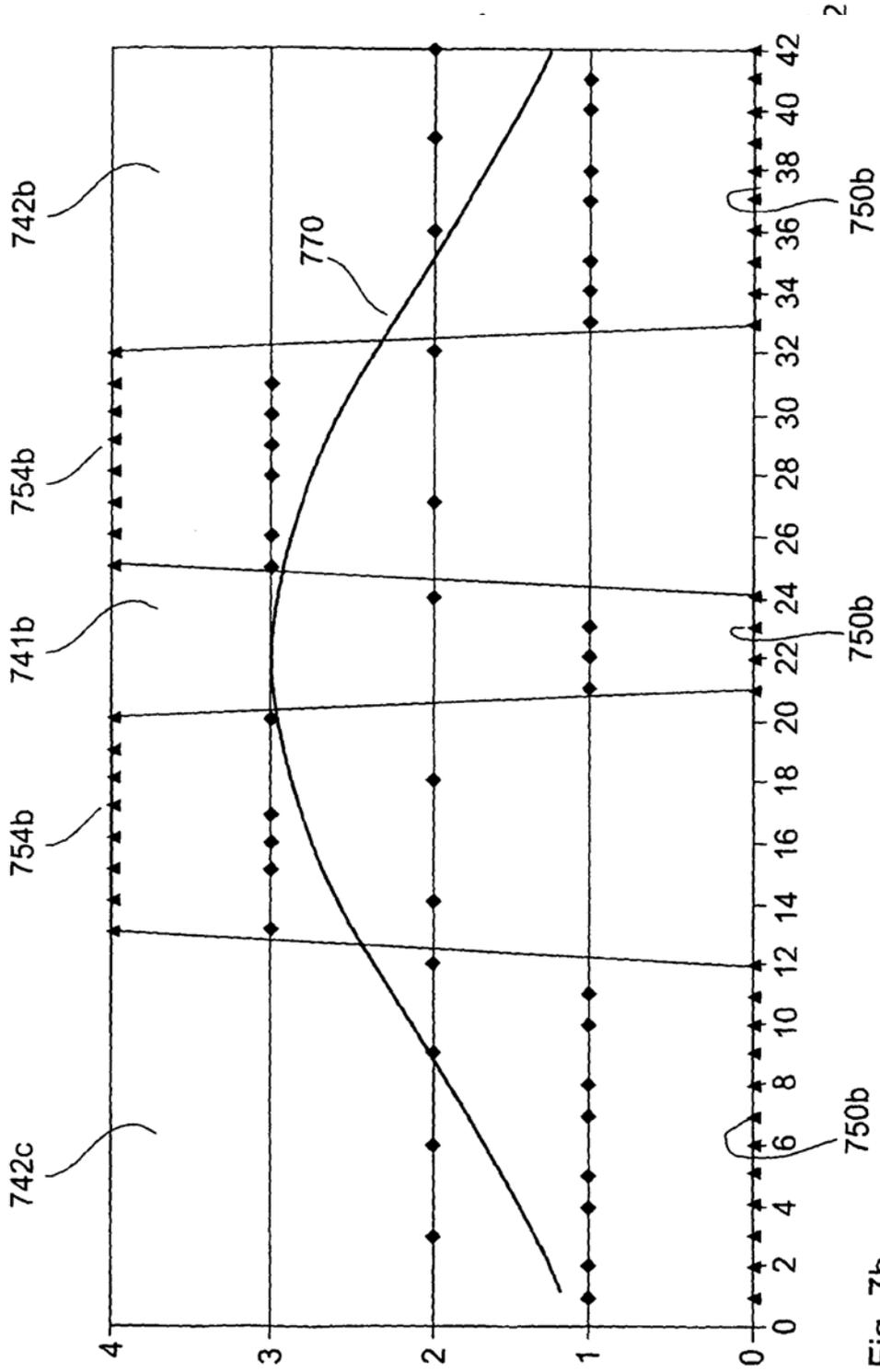


Fig. 7b

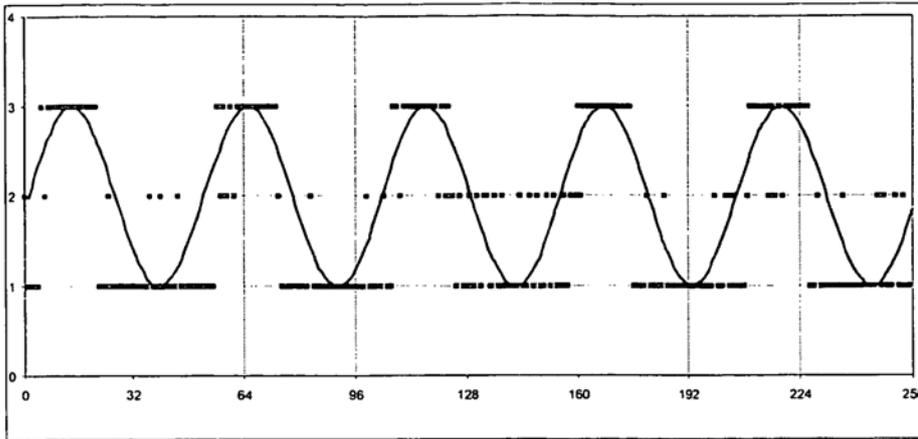


Fig. 8a

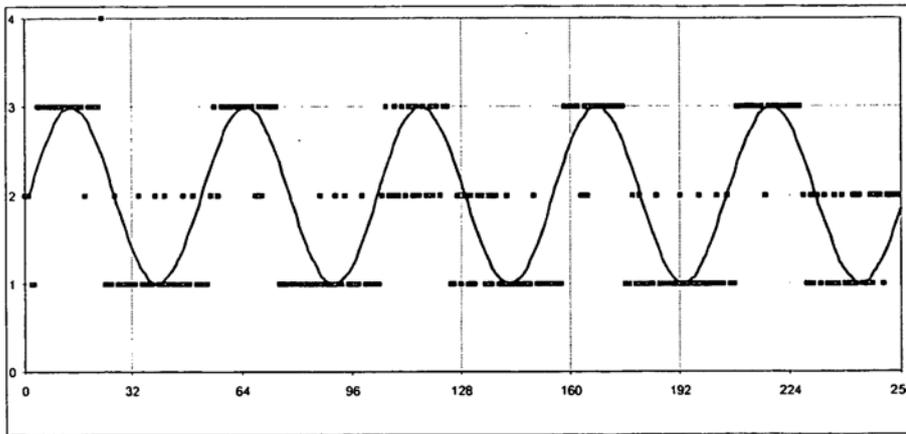


Fig. 8b

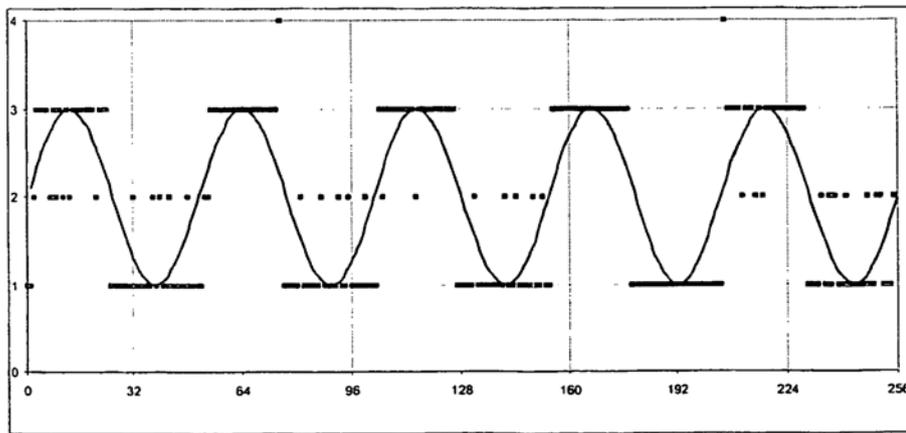


Fig. 8c

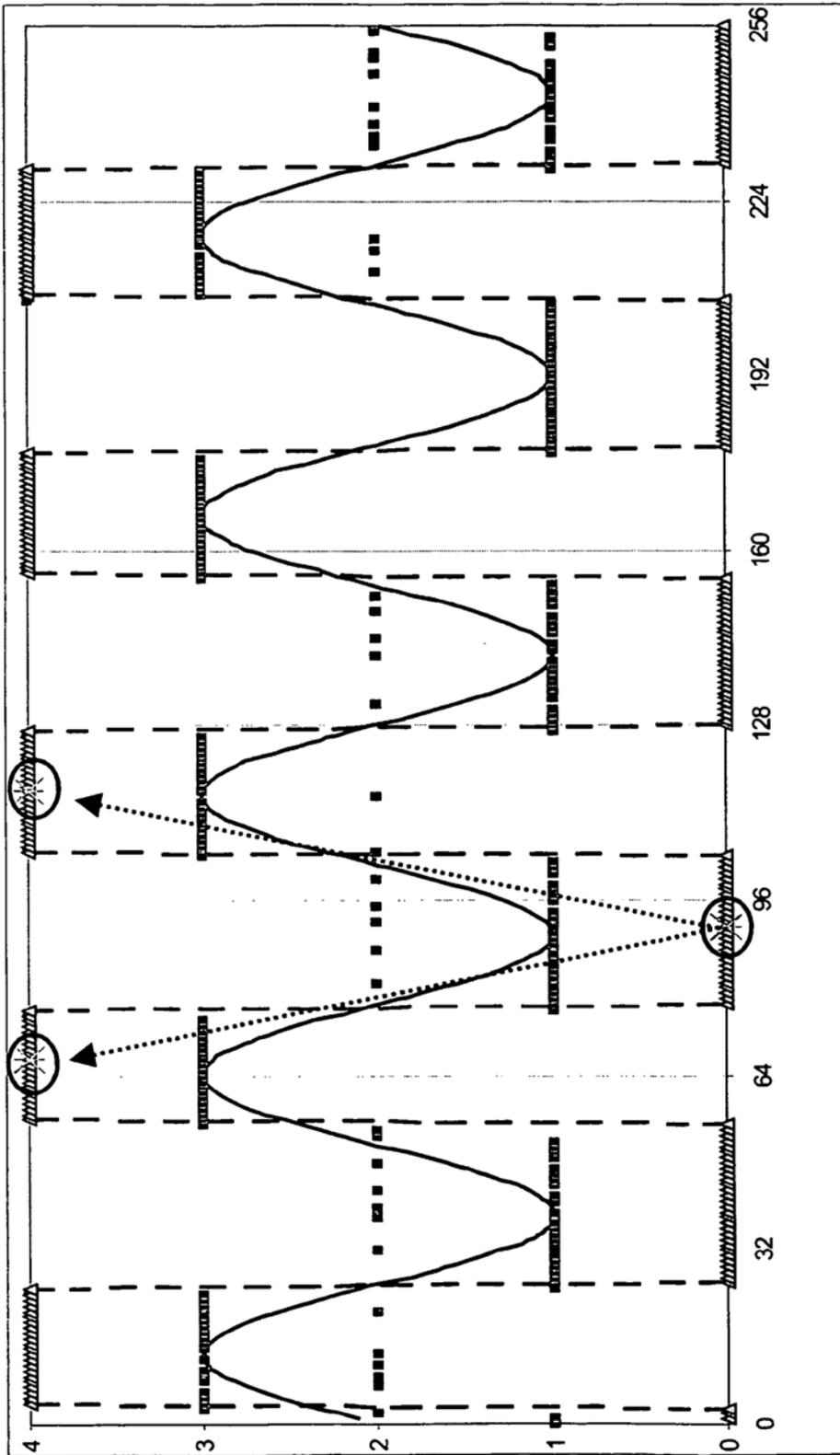


Fig. 8d

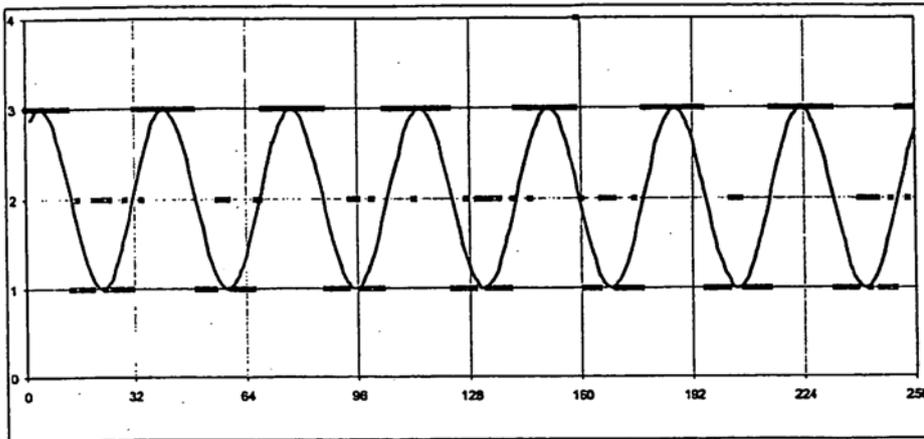


Fig. 9a

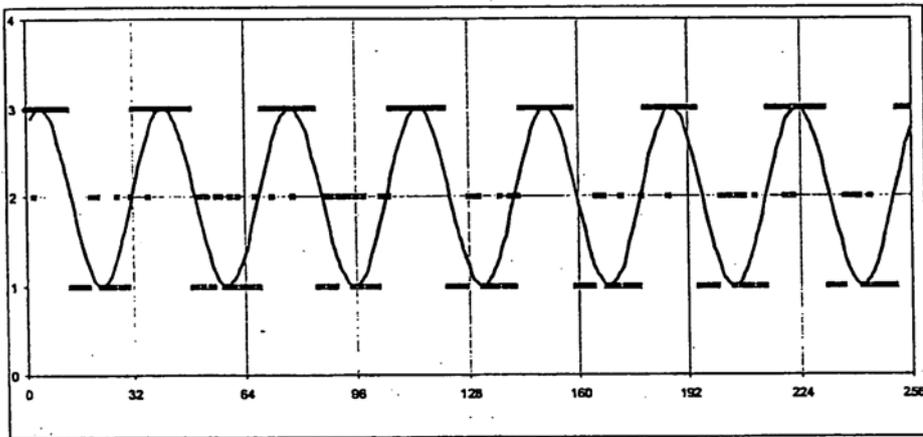


Fig. 9b

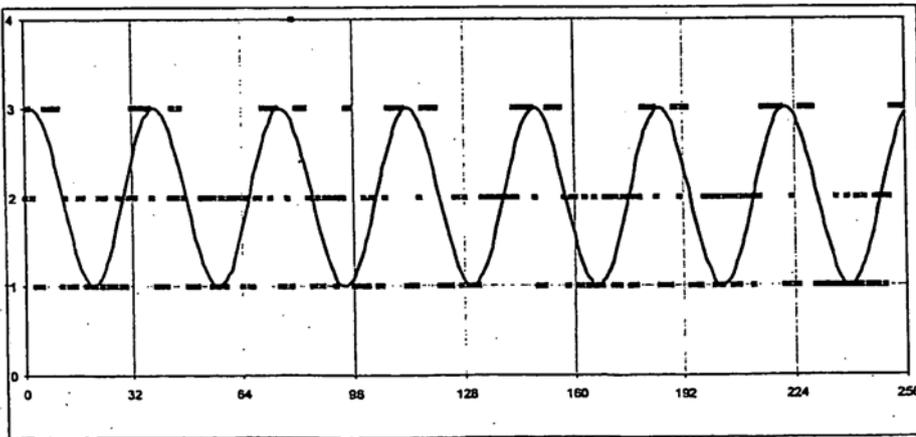


Fig. 9c

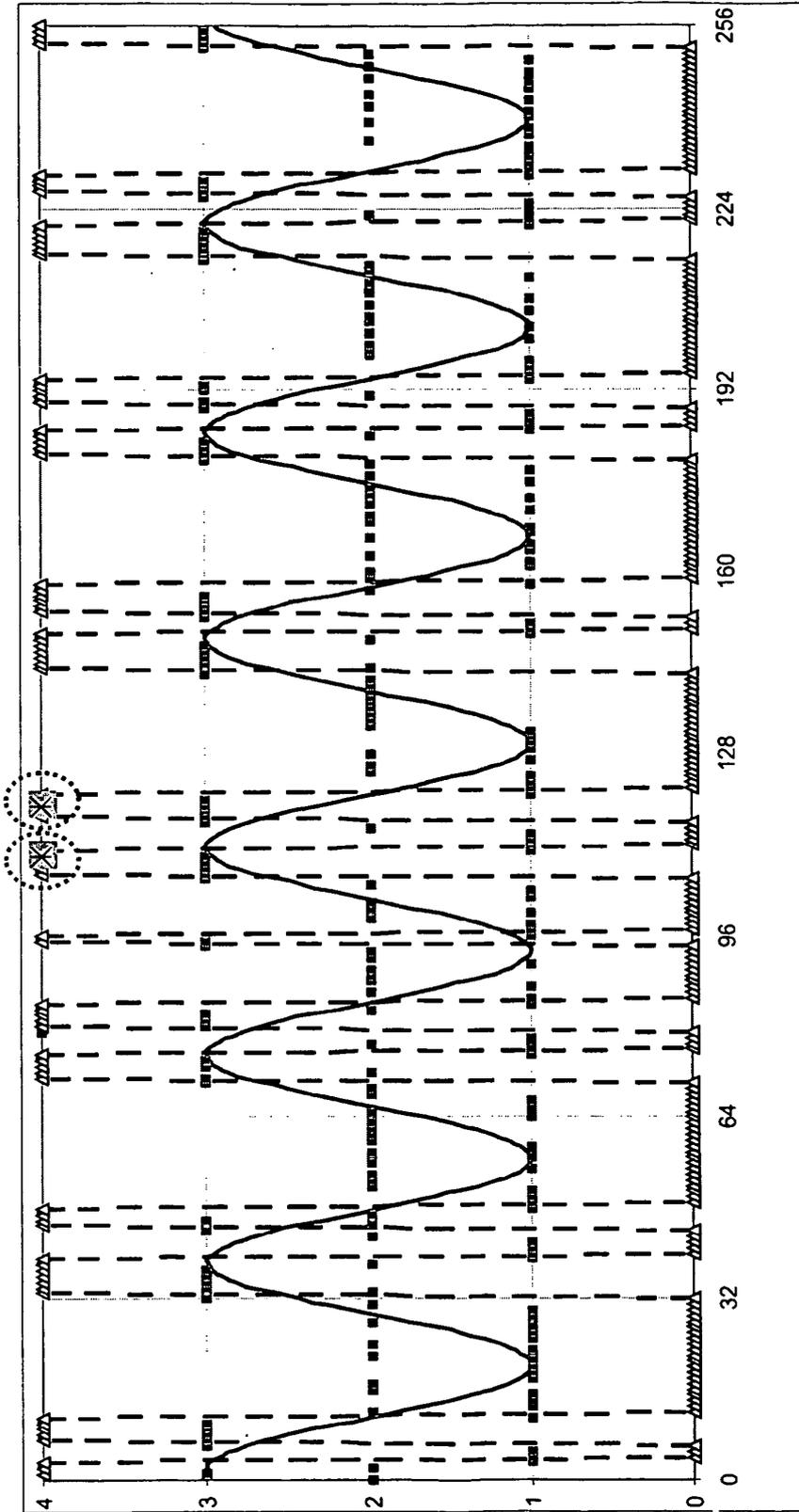


Fig. 9d