



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 338 867**

(51) Int. Cl.:
B60C 11/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **02770417 .0**

(96) Fecha de presentación : **21.08.2002**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1419054**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **19.05.2004**

(54) Título: **Método de análisis de una secuencia de espaciado de un neumático basándose en las variaciones de rigidez de los tacos.**

(30) Prioridad: **22.08.2001 US 314085 P**
23.08.2001 US 314403 P

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.05.2010

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.05.2010

(73) Titular/es: **BRIDGESTONE AMERICAS TIRE
OPERATIONS, L.L.C.**
535 Marriott Drive
Nashville, Tennessee 37214, US

(72) Inventor/es: **Stuckey, Jon, I.**

(74) Agente:
Gómez-Acebo y Duque de Estrada, Ignacio

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

DESCRIPCIÓN

Método de análisis de una secuencia de espaciado de un neumático basándose en las variaciones de rigidez de los tacos.

Referencia cruzada a las solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica prioridad respecto a la Solicitud de Estados Unidos con N° de serie 60/314.085 presentada el 22 de agosto de 2001 y la Solicitud de Estados Unidos con N° de serie 60/314.403 presentada el 23 agosto de 2001.

Antecedentes de la invención

1. Campo técnico

La presente invención se refiere en general a métodos para analizar patrones de la banda de rodadura para el ruido del neumático. Más particularmente, la invención se refiere a un método para comparar el ruido de un neumático según el patrón de la banda de rodadura creado por las variaciones en la rigidez de los tacos. La invención se refiere específicamente a un método para analizar el ruido del neumático creado por las variaciones en la rigidez de los tacos de la banda de rodadura basándose en la distribución de los tacos en la secuencia de espaciado de un tiempo, denominado también secuencia de espaciado del ruido del neumático en lo que sigue.

2. Información sobre antecedentes

Un aspecto del diseño de neumáticos implica minimizar el ruido indeseable del neumático. El ruido del neumático se genera cuando los tacos del patrón de la banda de rodadura entran en contacto con la superficie de la carretera. Un patrón de la banda de rodadura no variable crea un sonido monofrecuencia indeseable. Los diseñadores de neumáticos varían el patrón de la banda de rodadura para evitar los sonidos monofrecuencia. Los patrones de la banda de rodadura típicamente se varían alterando el tamaño de los espaciados de la banda de rodadura a lo largo de la circunferencia del neumático. Variar los tamaños de los espaciados de la banda de rodadura tiende a reducir el ruido del neumático monofrecuencia, ampliando el dominio de frecuencia del espectro del ruido, aunque aún puede crearse un ruido indeseable en el dominio del tiempo.

Los patrones de la banda de rodadura actualmente se analizan comparando el ruido del neumático generado por diferentes variaciones en los espaciados de la banda de rodadura. Las técnicas de análisis conocidas permiten que el diseñador de neumáticos seleccione un patrón de espaciado para el diseño de la banda de rodadura que genere un ruido del neumático aceptable. Una de esas técnicas usa el espectro de Fourier de la secuencia de espaciado para identificar secuencias de espaciado inaceptables. Otra técnica descrita en la Patente de Estados Unidos N° 6.112.167 analiza partes de las secuencias de espaciado a lo largo de la circunferencia del neumático. Aunque estas técnicas han sido eficaces, los diseñadores de neumáticos han encontrado que las técnicas conocidas pueden dar como resultado diseños de la secuencia de espaciado con un ruido del neumático que pasa la selección inicial aunque aún tienen un ruido del neumático indeseable. Los moldes para neumáticos que tienen dichas secuencias deben reconstruirse o modificarse para reducir el ruido indeseable. Una causa del ruido indeseable es el ruido del neumático atribuido a las variaciones en la rigidez de los tacos a lo largo de la circunferencia del neumático.

El documento EP-A-0 743 200 se refiere a bandas de rodadura de neumático agrícola radial, en particular, a bandas de rodadura de neumático en las que la longitud de los ciclos de diseño de repetición o espaciados se modulan para reducir la frecuencia de impacto del taco cuando el neumático rueda sobre una superficie dura. Este documento describe un neumático agrícola que tiene un primer y segundo conjuntos de tacos, dividiéndose la banda de rodadura del neumático en una pluralidad de ciclos de diseño de repetición circunferenciales que tienen al menos dos longitudes diferentes del ciclo de diseño y que están en una secuencia aleatorizada, en el que la anchura de cada taco es proporcional a la longitud del ciclo de diseño que abarca la mayor parte de la superficie radialmente externa del taco.

El documento EP-A-0 454 658 se refiere a una cubierta neumática para vehículo y sirve como base para el preámbulo de la reivindicación 1.

Cuando el tamaño de los espaciados de la banda de rodadura varía, el tamaño de los tacos del patrón de la banda de rodadura varía. Los tacos, por tanto, tienen diferente rigidez y producen diferentes amplitudes de sonido cuando entran en contacto con la superficie de la carretera. Estas diferencias crean una variación en la amplitud del sonido que puede hacer indeseable a una secuencia de espaciado que por lo demás es deseable. En el pasado, este ruido del neumático indeseable no se analizó y los neumáticos se producían antes de que se reconociera el ruido indeseable. Si el cliente ponía objeciones al ruido, el fabricante de neumáticos tendría que raspar el molde del neumático caro o tendría que modificar el molde. La técnica, por lo tanto, desea un método de selección secundario que permita al diseñador de neumáticos comparar un grupo de secuencias de espaciado, por lo demás deseables. Dicho método de selección secundario analizaría el ruido del neumático generado por las variaciones en la rigidez del taco.

Sumario de la invención

De acuerdo con la presente invención, dicho método de selección se proporciona mediante el método de acuerdo con la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes definen realizaciones preferidas o ventajosas.

En vista de lo anterior, la presente invención proporciona un método para comparar secuencias de espaciado del ruido del neumático basándose en el ruido del neumático generado por las variaciones en la rigidez del taco de la banda de rodadura del neumático. El método de la invención puede usarse como una técnica de análisis primaria o como una técnica de examen secundaria usada para evaluar las secuencias de espaciado del ruido del neumático que se han seleccionado mediante las técnicas de evaluación tradicionales.

El método de la invención puede conseguirse definiendo la secuencia de espaciado del ruido del neumático y las longitudes de espaciado, calculando el diferencial entre la longitud del arco desde un punto de referencia fijo arbitrario hasta el final de cada longitud del espaciado en la secuencia de espaciado y la longitud del arco de la longitud del espaciado medio del número de espaciados desde este punto de referencia arbitrario y analizando el diferencial para identificar características del ruido del neumático deseables e indeseables.

En una realización de la invención, el diferencial puede calcularse disponiendo los números de la proporción de espaciado en el orden de la secuencia de espaciado del ruido del neumático y calculando el diferencial entre una suma acumulada de los números de la proporción de espaciado y la media acumulada de los números de la proporción de espaciado. Puede realizarse un análisis de Fourier u otra técnica de análisis espectral sobre el diferencial para proporcionar una herramienta de análisis.

La invención proporciona un método para diseñar neumáticos que tienen patrones de la banda de rodadura y secuencias de espaciado derivados de la aplicación del método de la presente invención. La invención proporciona también un ordenador adaptado para realizar el método de la invención.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra una representación gráfica de la relación lineal entre la resistencia a cizalla y el tamaño del taco de la banda de rodadura.

La Figura 2A es una representación gráfica de una secuencia de espaciado del ruido del neumático estructurada que tiene 10 unos a 0,8, 10 dos a 1,0, 20 tres a 1,2, 10 dos a 1,0 y 10 unos a 0,8.

La Figura 2B es un análisis de Fourier de la secuencia de espaciado del ruido del neumático estructurada de la Figura 2A que muestra pequeños picos de amplitud alrededor de 50, 50, 75, 100 y 120; esta técnica de análisis pertenece a la técnica anterior.

La Figura 2C es una representación gráfica de una secuencia de espaciado del ruido del neumático aleatoria en la que los unos, dos y tres se disponen aleatoriamente en la secuencia.

La Figura 2D es un análisis de Fourier de la secuencia de espaciado del ruido del neumático aleatoria de la Figura 2C que muestra un gran pico de amplitud alrededor de 60.

La Figura 3A es un diagrama de flujo del método general de la presente invención.

La Figura 3B es un diagrama de flujo que muestra las etapas de la técnica del análisis.

La Figura 4A es una representación gráfica del diferencial acumulado de la secuencia estructurada mostrada en la Figura 2A.

La Figura 4B es una representación gráfica del diferencial acumulado de la secuencia aleatoria mostrada en la Figura 2C.

La Figura 5 es un gráfico que muestra el análisis de Fourier de los datos a partir de ambas secuencias estructurada y aleatoria.

La Figura 6 muestra tres secuencias ejemplares, teniendo cada secuencia tres tamaños de espaciado.

La Figura 7 muestra el resultado gráfico de la técnica de análisis de la técnica anterior para las tres secuencias ejemplares.

La Figura 8 muestra el resultado gráfico del método de análisis de la presente invención usado en las tres secuencias de la Figura 6.

Los números similares se refieren a partes similares a lo largo de la memoria descriptiva.

Descripción detallada de la realización preferida

El método de la presente invención permite al diseñador de neumáticos analizar el ruido del neumático generado por las variaciones en la rigidez de los tacos de la banda de rodadura. Los patrones de la banda de rodadura de las cubiertas neumáticas incluyen segmentos del patrón de la banda de rodadura que tienen diferentes tamaños, de manera que los neumáticos no crean un ruido de neumático monofrecuencia indeseable. Cuando el tamaño de los segmentos de la banda de rodadura varía, la rigidez de los tacos de los segmentos de la banda de rodadura varía. Estos tacos impactan con el suelo cuando gira el neumático. El impacto provoca el ruido del neumático, cuya amplitud varía según la rigidez de los tacos. La presente invención permite al diseñador de neumáticos analizar este ruido del neumático y eliminar los diseños de neumático que tienen un ruido del neumático indeseable antes de producir neumáticos de muestra.

El método de la invención usa el hecho de que hay una relación sustancialmente lineal entre la rigidez del taco del neumático y el tamaño del taco del neumático. El gráfico 10 de la Figura 1 muestra la relación lineal entre la rigidez del taco y el tamaño del taco. El gráfico 10 tiene un eje horizontal 12 que representa proporciones de espaciado normalizadas de 0,75 a 1,25, que son iguales al tamaño del taco dividido por el tamaño del espaciado medio para la proporción de espaciado. El eje vertical 14 representa la resistencia a cizalla (N/m) de un elemento de la banda de rodadura o taco de la banda de rodadura. La línea de datos 16 muestra la relación sustancialmente lineal entre la resistencia a cizalla y el tamaño. Los datos representativos se muestran para un taco pequeño 20, un taco medio 22 y un taco grande 24. La rigidez varía linealmente con respecto al tamaño del taco debido a que los tacos de neumático de diferente tamaño son fundamentalmente de la misma forma. Los tacos se disponen también a ángulos similares con respecto a la dirección circunferencial del neumático. El método de la invención usa, por tanto, la variación de tamaño para analizar el ruido generado a partir de la variación de rigidez.

Las Figuras 2A y 2B muestran un análisis del modelo de impulsos de la técnica anterior de una secuencia de espaciado de estilo ondulado. La secuencia de espaciado se muestra gráficamente en la Figura 2A, donde el eje horizontal 30 representa 60 grados de la circunferencia de un neumático. El eje vertical 32 representa la proporción de espaciado. El gráfico de la Figura 2B muestra un análisis del modelo de impulsos de la secuencia de espaciado de la Figura 2A. El eje horizontal 34 representa el número de armónicos y el eje vertical 36 representa la amplitud. El gráfico de la Figura 2B muestra que la secuencia de espaciado de la Figura 2A carece de un armónico único grande, lo que sugiere que la secuencia no producirá un ruido del neumático indeseable relacionado con la secuencia de espaciado. Como se ha descrito anteriormente, un inconveniente de esta técnica es que la secuencia de la Figura 2A aún puede crear un ruido del neumático indeseable relacionado con las variaciones en la rigidez del taco. La técnica de análisis de la técnica anterior de la Figura 2B no identifica este problema.

Las Figuras 2C y 2D muestran un análisis del modelo de impulsos de la técnica anterior de una secuencia de espaciado de estilo aleatorio. La secuencia de espaciado se muestra gráficamente en la Figura 2C, donde el eje horizontal 40 representa 60 grados de la circunferencia de un neumático. El eje vertical 42 representa la proporción de espaciado. El gráfico de la Figura 2D muestra un análisis del modelo de impulsos de la secuencia de espaciado de la Figura 2C. El eje horizontal 44 representa el número de armónicos y el eje vertical 46 representa la amplitud. El gráfico de la Figura 2D muestra que la secuencia de espaciado de la Figura 2C incluye un armónico fuerte en el número 60, lo que sugiere que la secuencia producirá un ruido del neumático indeseable relacionado con la secuencia de espaciado del ruido del neumático.

El método de la presente invención se muestra de forma general en el diagrama de flujo de la Figura 3A. En general, la presente invención permite al diseñador de neumáticos comparar diferentes secuencias de espaciado del ruido del neumático basándose en las variaciones en la rigidez del taco de la banda de rodadura. Aunque el método puede usarse por sí mismo, la invención puede usarse para comparar secuencias deseables que se han identificado por otros métodos. Por tanto, la invención se usa como una técnica de selección secundaria de esta manera. La invención, por tanto, se refiere ampliamente a un método para comparar la secuencia de espaciado del ruido del neumático simulando el ruido del neumático que se generaría por la secuencia de espaciado del ruido del neumático si se incorpora en un neumático. Las primeras etapas 50 y 52 son para seleccionar la primera y segunda secuencias de espaciado del ruido del neumático. Las segundas etapas 60 y 62 son para predecir el ruido del neumático generado por la primera y segunda secuencias de espaciado del ruido del neumático analizando las variaciones en la rigidez del taco de la banda de rodadura. La siguiente etapa 70 es para comparar el resultado de la etapa 60 con el resultado de la etapa 62 para determinar qué secuencia seleccionada en las etapas 50 y 52 tiene propiedades de ruido más deseables.

La Figura 3B muestra un diagrama de flujo de cada etapa del análisis 60 y 62 mostrado en la Figura 3A. El proceso de análisis incluye la etapa de realizar un análisis de Fourier o espectral 86 de la acumulación de la desviación (D) 84 de la longitud del arco 82 a partir de la longitud del arco del tamaño de espaciado medio 80. Las Figuras 4A y 4B representan gráficamente D para las secuencias estructuradas y aleatorias de las Figuras 2A y 2C. El análisis de Fourier de cada una se muestra en la Figura 5.

D es un vector de la diferencia en la longitud del arco real desde un punto de referencia arbitrario fijo a lo largo del neumático (generalmente el inicio de un espaciado dado) hasta el final del espaciado medio $i^{\text{ésimo}}$. Por ejemplo, el cálculo para el espaciado vigésimo requiere la suma de la longitud de los espaciados 1-20. Después se resta veinte veces la longitud del espaciado medio de esta suma para determinar la diferencia para D_{20} . D se calcula entonces para cada espaciado. $D = \{D_1, D_2, D_3, \dots, D_i, \dots, D_{N-1}, D_N\}$

ES 2 338 867 T3

N es el número total de espaciados de la banda de rodadura situados a lo largo de la circunferencia del neumático.

D_i puede calcularse usando la siguiente relación:

$$D_i = X_i - X_i \text{ medio}$$

$$X_i = \text{suma } L_j \text{ (j = 1 a i)}$$

$$X_i \text{ medio} = (i) (C/N)$$

en la que:

X_i es la longitud del arco desde el punto de referencia fijo hasta el final del espaciado de la banda de rodadura $i^{\text{ésimo}}$;

X_i medio es la longitud del arco de i espaciados por el tamaño de espaciado medio;

L_i es la longitud del espaciado $i^{\text{ésimo}}$; y

C es la circunferencia del neumático y puede representarse por una longitud, un porcentaje (100), un grado (360) o similares.

El método puede normalizar el cálculo de C de manera que puedan compararse secuencias que tienen números de espaciados diferentes. Por ejemplo, una circunferencia de neumático con 20 espaciados tiene un tamaño de espaciado medio del 5% o 18 grados, y la misma circunferencia con 40 espaciados tiene un tamaño de espaciado medio del 2,5% o 9 grados. En otra realización de la invención, el método no tiene que normalizarse. En esta solicitud, se usa la longitud de la circunferencia del neumático.

Las Figuras 4A, 4B y 5 muestran cómo la técnica de análisis de la invención se usa para analizar la secuencia estructurada de la Figura 2A y la secuencia aleatoria de la Figura 2C. La Figura 4A muestra el diferencial 90 entre la suma acumulada de la media y la suma acumulada de la secuencia. Para los primeros diez números de espaciado la media acumulada es 1,0, 2,0, 3,0, 4,0, 5,0, 6,0, 7,0, 8,0, 9,0 y 10,0. La suma acumulada de la secuencia es 0,8, 1,6, 2,4, 3,2, 4,0, 5,8, 5,6, 6,4, 7,2 y 8,0 (debido a que todos los espaciados son de 0,8). Los siguientes diez espaciados son de 1,0 y, por tanto, son iguales a la media de manera que el diferencial no cambia y se muestra mediante la parte plana de la curva entre los espaciados 10 y 20. Los siguientes 20 espaciados son de 1,2, lo que provoca que el diferencial suba en consecuencia. En la Figura 4A, el eje horizontal 92 es el número de espaciados en 60 grados, representando el eje vertical 94 el tamaño de espaciado acumulado. Se realiza un análisis de Fourier o espectral sobre el diferencial representado en el gráfico 90 de la Figura 4A para crear la información de modulación mostrada en la Figura 5 indicada por el número 116. En la Figura 5, el eje horizontal 112 son los órdenes de variación de la rigidez (incluso por revolución), representando el eje vertical 114 la amplitud lineal. Este análisis muestra que la secuencia estructurada de la Figura 2A tiene una magnitud de primer orden alta y generalmente de segundo a quinto órdenes baja. Esto indica que un ruido del neumático indeseable será el resultado de las variaciones de rigidez en la secuencia de la Figura 2A. Este resultado es contrario al resultado de la técnica anterior mostrado en la Figura 2B. Un análisis similar se representa en las Figuras 4B y 5 donde se analiza la secuencia aleatoria. En la Figura 4B, el eje horizontal 102 es el número de espaciados en 60 grados, representando el eje vertical 104 el tamaño de espaciado acumulado. Se realiza un análisis de Fourier u otro tipo de análisis espectral sobre el diferencial representado en el gráfico 100 de la Figura 4B para crear la información de modulación mostrada en la Figura 5 indicada por el número 118. Este análisis muestra la secuencia aleatoria de la Figura 2C que tiene amplitudes generalmente bajas y niveladas a lo largo de los cinco primeros órdenes. Esto indica que el ruido del neumático indeseable no será el resultado de las variaciones de rigidez en la secuencia de la Figura 2C. Este resultado es contrario al resultado de la técnica anterior mostrado en la Figura 2D. Este análisis, por tanto, muestra que las variaciones en la rigidez del taco deben analizarse por separado además de las técnicas del modelo por impulsos de la técnica anterior para identificar secuencias que tienen ruidos de neumático indeseables.

Las Figuras 6, 7 y 8 muestran cómo el método de la presente invención puede usarse para comparar tres secuencias 130, 140 y 150. La Figura 6 muestra las secuencias. La Figura 7 muestra un gráfico similar al gráfico representado en las Figuras 2B y 2D. La Figura 8 muestra un gráfico similar al cuadro representado en la Figura 5. La técnica de análisis de la técnica anterior se muestra gráficamente en la Figura 7 en la que la línea 152 asociada con la secuencia 150 tiene un pico de amplitud de aproximadamente sesenta. Las otras dos líneas 132 y 142 muestran buenos resultados según el método de la técnica anterior. Los resultados del método de análisis de la presente invención se muestran en la Figura 8, donde los dos buenos resultados 132 y 142 de la Figura 7 tienen resultados drásticamente diferentes en el primer orden. La línea 142 en la Figura 8 tiene un pico de gran amplitud en el primer orden, lo que indica que la secuencia 140 tendrá un ruido del neumático indeseable asociado con las variaciones de rigidez del taco. La línea 132 está generalmente nivelada a lo largo de los cinco primeros órdenes. El diseñador de neumáticos, por tanto, elegirá la secuencia 140 dados sus resultados aceptables a partir de ambos ensayos.

ES 2 338 867 T3

El método descrito anteriormente puede realizarse en un ordenador que realice algunas de las etapas descritas anteriormente. Dicho ordenador ejecutará un programa que acepta la información sobre el neumático requerida para ejecutar el método. El programa ejecuta el método y produce el resultado de análisis descrito anteriormente. En la descripción anterior, ciertos términos se han usado por brevedad, claridad y comprensión. No deben suponerse limitaciones innecesarias a partir de los mismos más allá del requisito de la técnica anterior porque dichos términos se usan para propósitos descriptivos y se pretende que se interpreten ampliamente.

Además, la descripción e ilustración de la invención es un ejemplo y la invención no se limita a los detalles exactos mostrados o descritos.

REIVINDICACIONES

1. Un método para analizar una secuencia de espaciado (130; 140; 150) de un neumático basado en las variaciones en la rigidez de los tacos de la banda de rodadura del neumático inducidas por las variaciones en la longitud de espaciado; comprendiendo el método las etapas de:

(a) definir la secuencia de espaciado y las proporciones de espaciado, estando determinadas estas últimas, respectivamente, por una longitud del taco dividida por una longitud del espaciado medio;

(b) identificar longitudes de espaciado para la secuencia de espaciado (130; 140; 150) y

caracterizado por la etapa de

(c) realizar un análisis espectral de la acumulación de la desviación de una longitud del arco respecto a una longitud del arco de la longitud del espaciado medio,

en el que la etapa (c) incluye las etapas de:

(d) calcular la longitud del arco desde un punto de referencia fijo arbitrario hasta el final de cada longitud de espaciado de la secuencia de espaciado (130; 140; 150);

(e) calcular la longitud del arco del espaciado medio para cada longitud de espaciado de la secuencia de espaciado (130; 140; 150) y

(f) analizar una diferencia (90; 100; 132; 142; 152) entre las longitudes del arco de la secuencia de espaciado (130; 140; 150) y las longitudes del arco de las longitudes del espaciado medio.

2. El método de la reivindicación 1, en el que la etapa (f) incluye la etapa de realizar un análisis de Fourier sobre la diferencia (90; 100; 132; 142; 152).

3. El método de la reivindicación 2, que incluye adicionalmente la etapa de calcular la diferencia con la fórmula $D_i = X_i - X_i \text{ medio}$, donde $X_i = \text{suma } L_j$ ($j = 1 \text{ a } i$) y $X_i \text{ medio} = (i) (C/N)$; en la que N es el número total de espaciados de la banda de rodadura situados a lo largo de la circunferencia del neumático; C es la circunferencia del neumático; X_i es la longitud del arco desde el punto de referencia fijo hasta el final del espaciado de la banda de rodadura $i^{\text{ésimo}}$; L_j en la longitud del espaciado de $j^{\text{ésimo}}$; y $X_i \text{ medio}$ es la longitud del arco de i espaciados por la longitud del espaciado medio.

4. El método de la reivindicación 2, que comprende adicionalmente la etapa de analizar la varianza en los órdenes primero a quinto identificados por el análisis de Fourier.

5. El método de la reivindicación 4, que comprende adicionalmente la etapa de analizar las amplitudes de los órdenes primero a quinto.

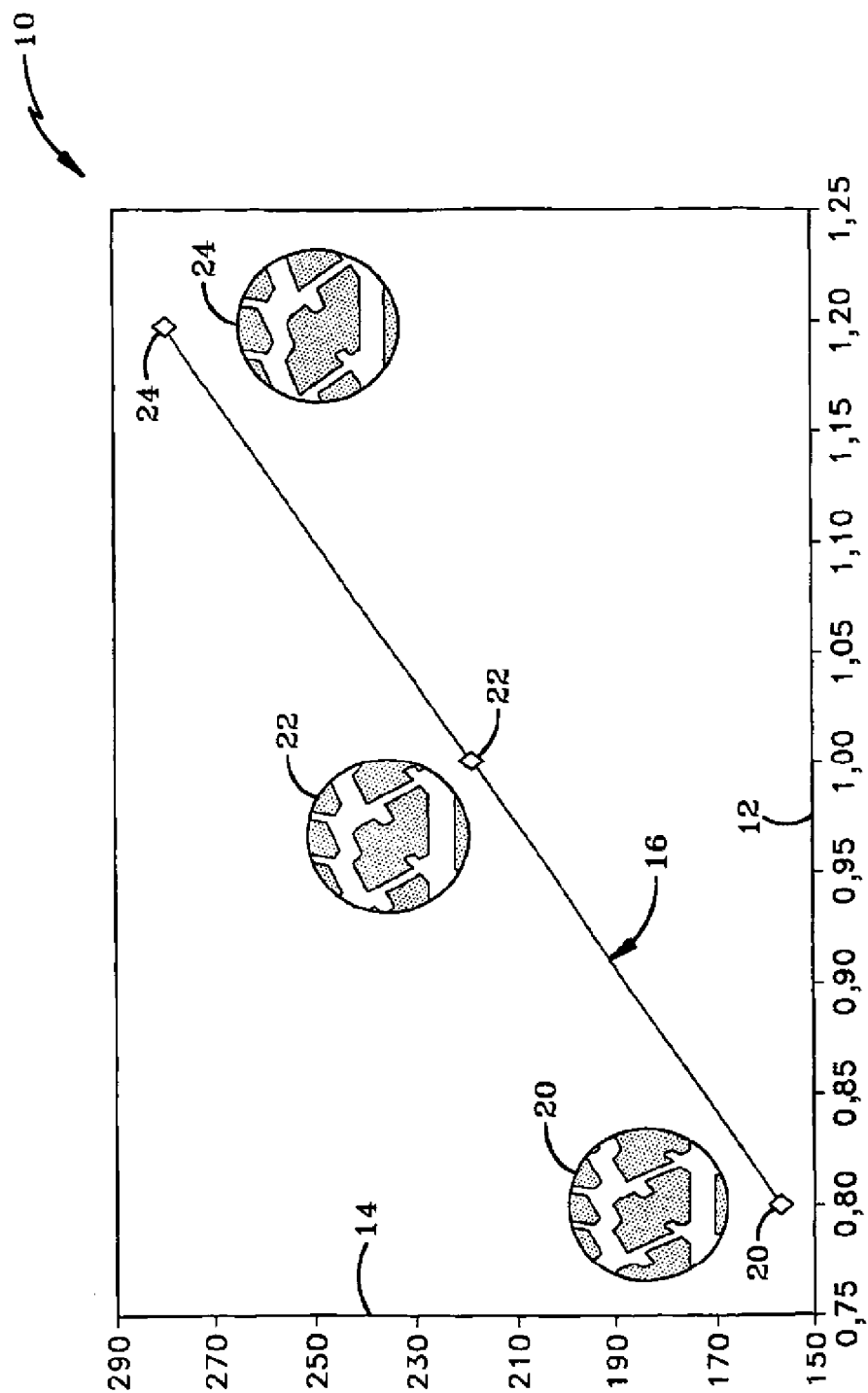
6. El método de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente las etapas de:

seleccionar una segunda secuencia de espaciado (130; 140; 150);

predecir un ruido del neumático generado por la segunda secuencia de espaciado (130; 140; 150); realizando un análisis espectral de la acumulación de la desviación de una longitud del arco respecto a una longitud del arco de la longitud del espaciado medio, incluyendo las etapas de calcular la longitud del arco desde un punto de referencia fijo arbitrario hasta el final de cada longitud de espaciado de la segunda secuencia de espaciado (130; 140; 150), calculando la longitud del arco del espaciado medio para cada longitud de espaciado de la segunda secuencia de espaciado (130; 140; 150) y analizando una diferencia (90; 100; 132; 142; 152) entre las longitudes de arco de la segunda secuencia de espaciado (130; 140; 150), y las longitudes de arco de las longitudes del espaciado medio de dicha segunda secuencia de espaciado; y

comparar el ruido del neumático predicho para la segunda secuencia de espaciado (130; 140; 150), con el resultado de la etapa (c).

7. Un método para diseñar un neumático, que comprende las etapas de introducir la información del neumático que incluye una secuencia de espaciado (130; 140; 150) en un ordenador, analizando la secuencia de espaciado (130; 140; 150) con dicho ordenador usando el método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5 y produciendo un resultado del análisis.



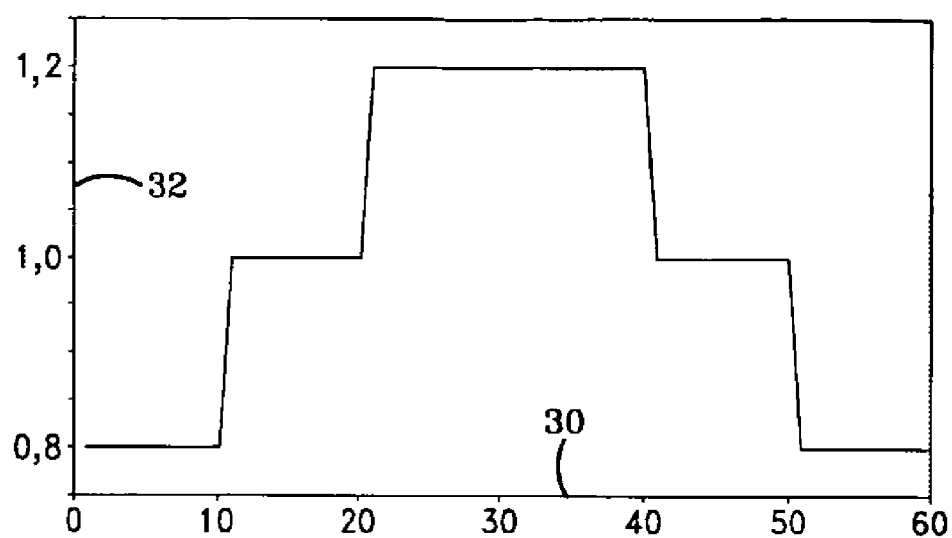


FIG-2A

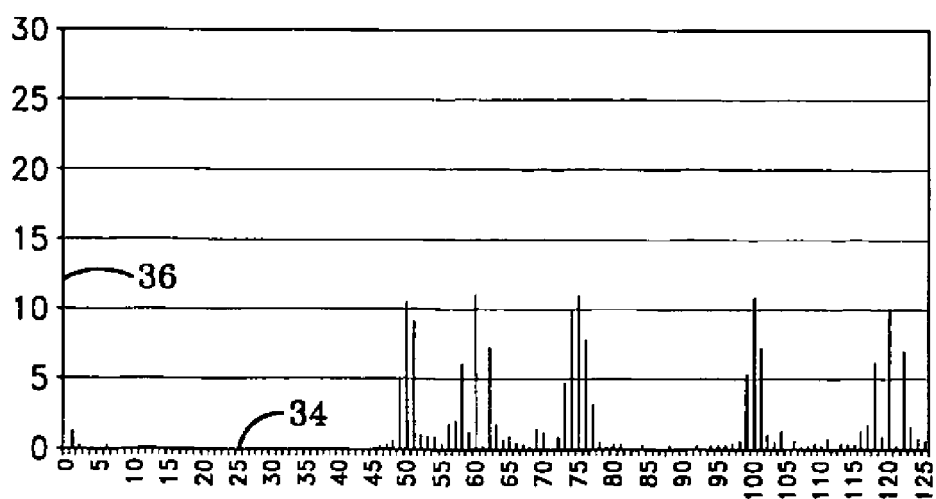


FIG-2B

TÉCNICA ANTERIOR

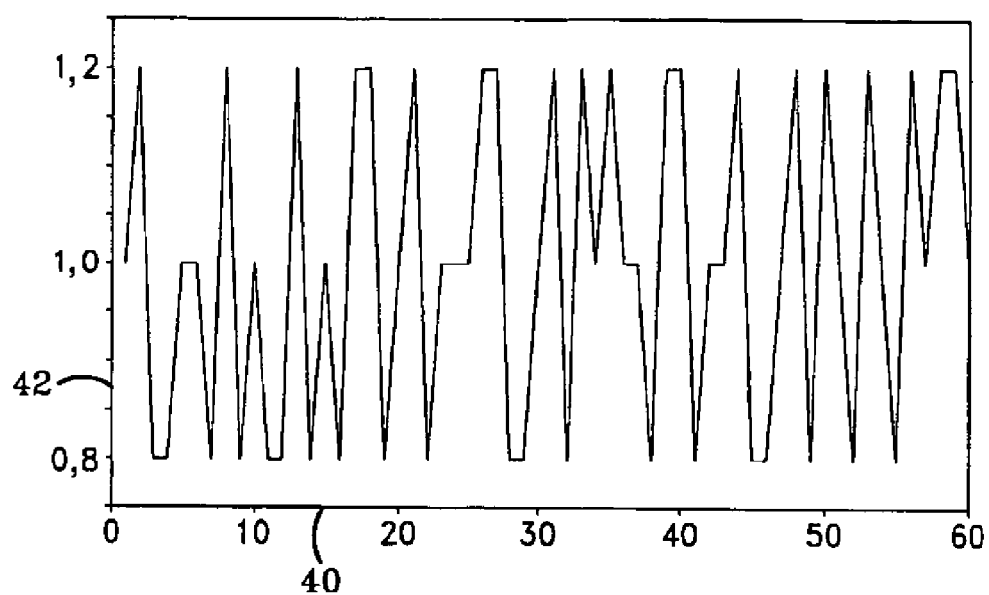


FIG-2C

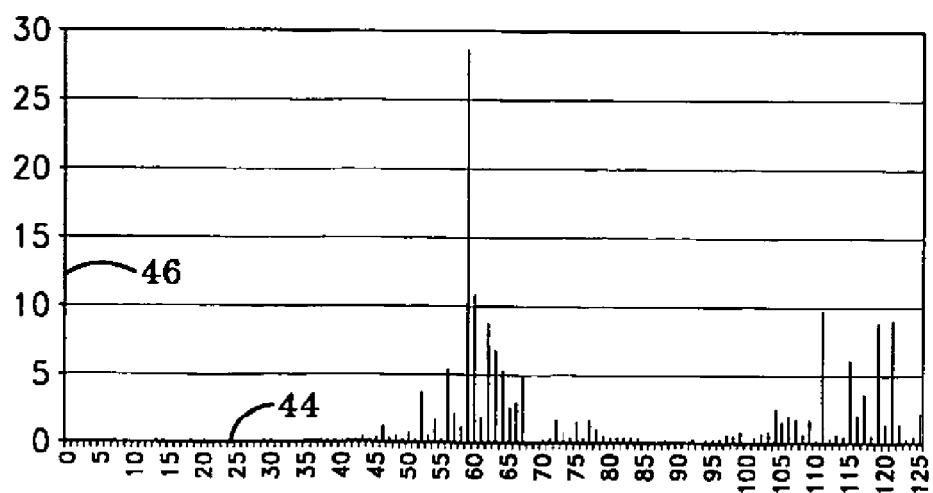


FIG-2D

TÉCNICA ANTERIOR

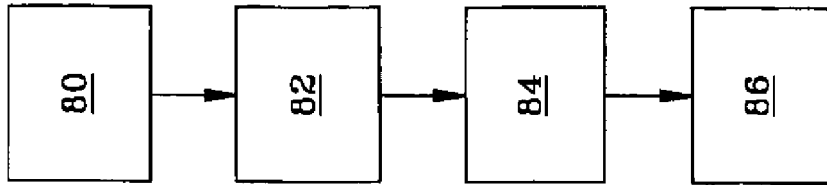


FIG-3B

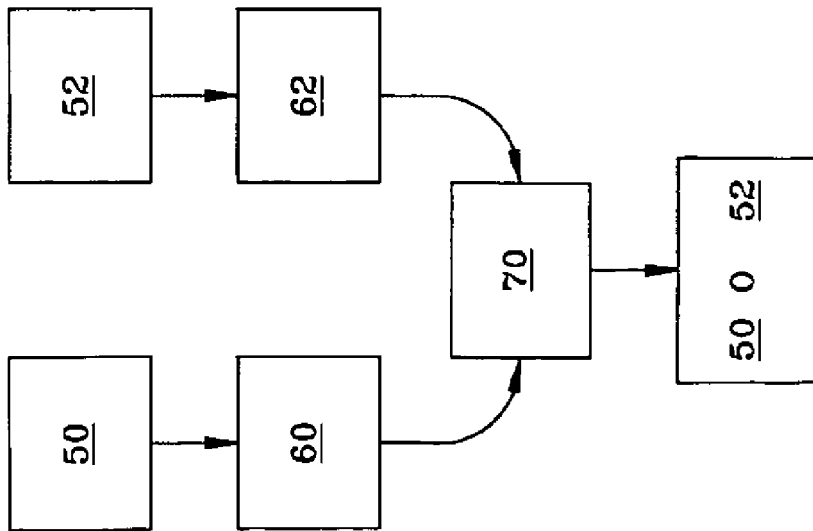


FIG-3A

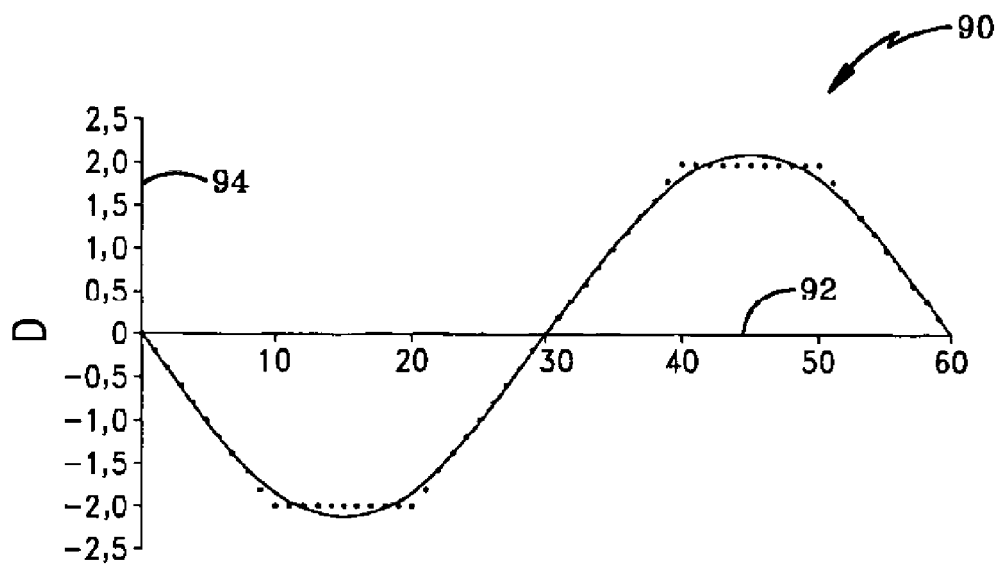


FIG-4A

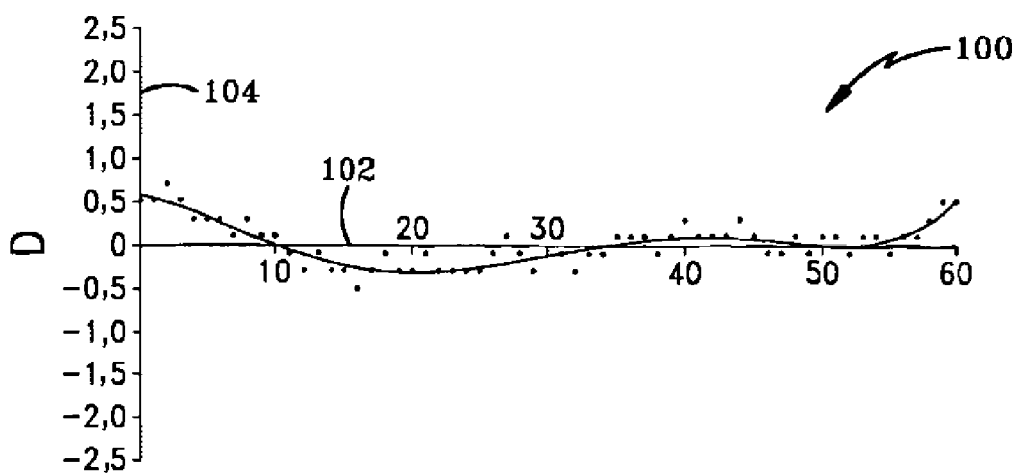
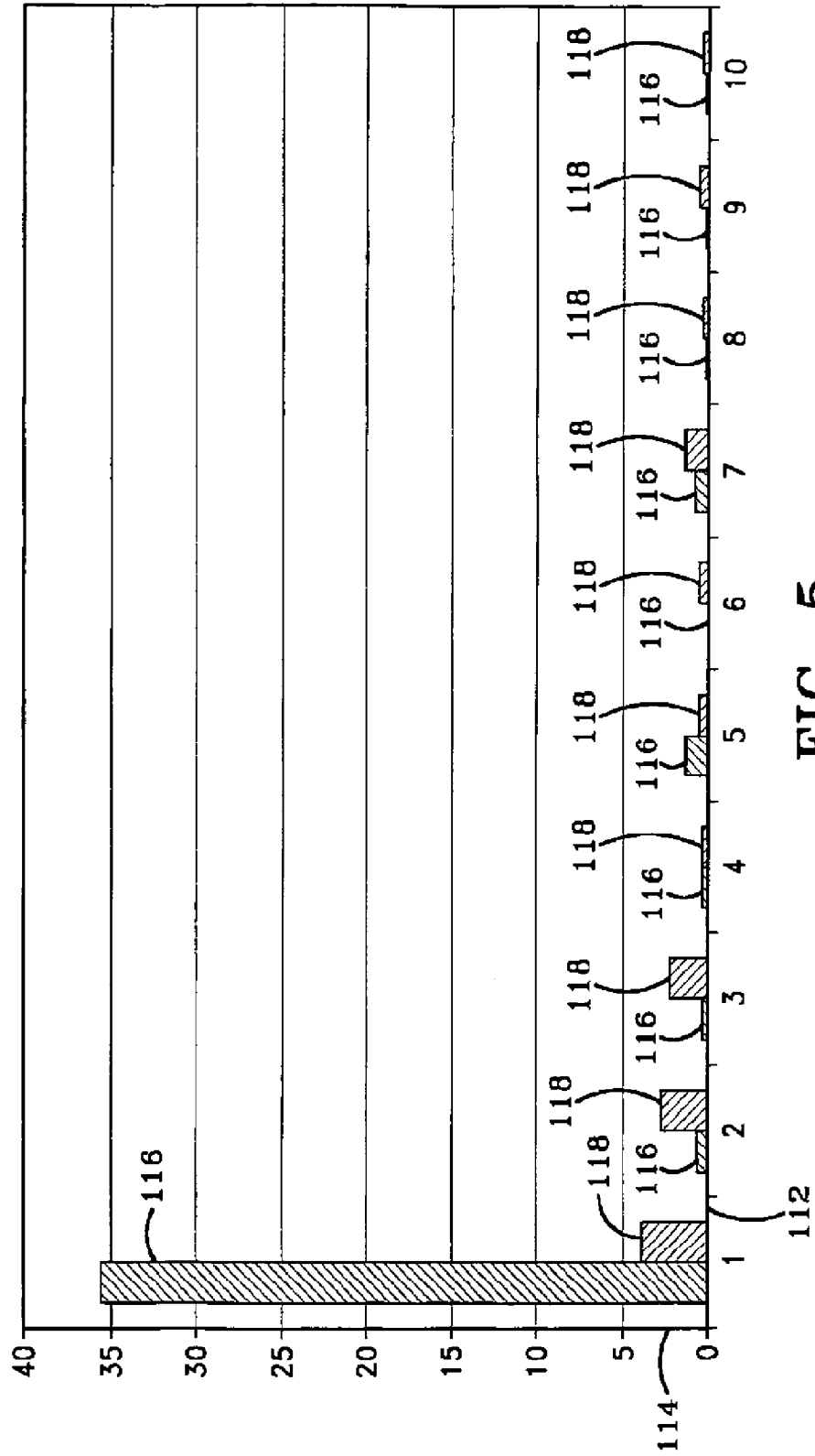


FIG-4B

110



333322112122311332311212122323113213322133321312132131322121	130
3131121212212112313221323313223223323231132313121332133121	140
13213223111312233322113331121321322212313131112332222211323	150

FIG-6

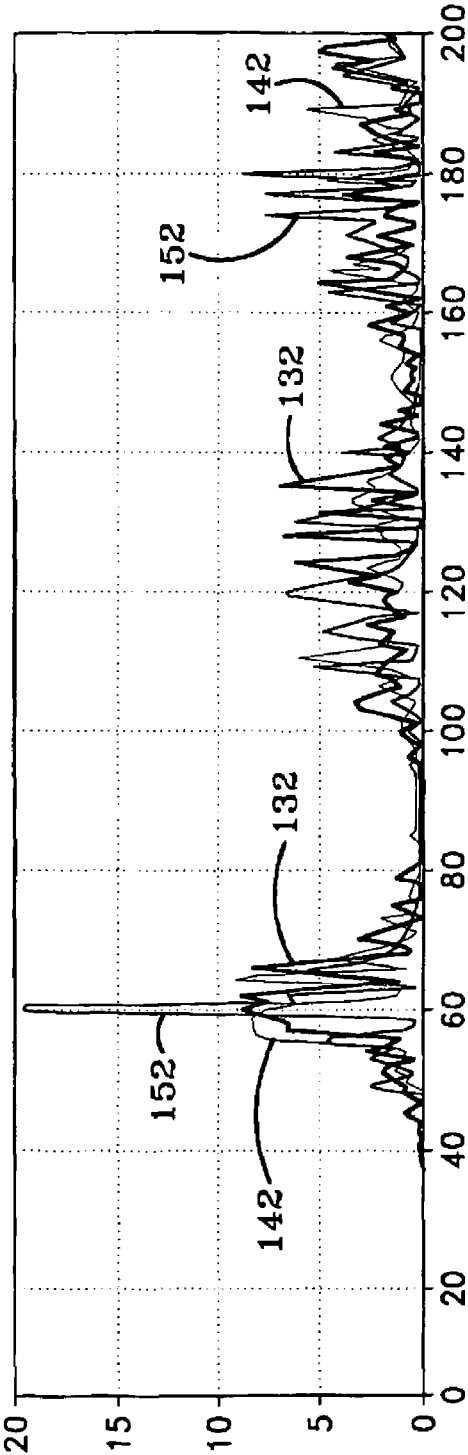


FIG-7

