

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 825**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07810756 .2**  
96 Fecha de presentación: **24.07.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2073989**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.07.2009**

54 Título: **Procedimiento para diseñar el paso fundamental para un patrón de banda de rodadura de neumático con cuenta variable de salientes mediante nervios**

30 Prioridad:  
**17.10.2006 US 852220 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**31.08.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**31.08.2012**

73 Titular/es:  
**BRIDGESTONE AMERICAS TIRE OPERATIONS,  
LLC  
535 MARRIOTT DRIVE  
NASHVILLE, TN 37214, US**

72 Inventor/es:  
**STUCKEY, Jon;  
DUMIGAN, Keith y  
ZEMLA, David**

74 Agente/Representante:  
**Morales Durán, Carmen**

ES 2 386 825 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**

Procedimiento para diseñar el paso fundamental para un patrón de banda de rodadura de neumático con cuenta variable de salientes mediante nervios

5 Antecedentes de la invención

1. Campo técnico

10 La presente invención se refiere en general a neumáticos y a procedimientos para diseñar patrones de banda de rodadura de neumáticos para mejorar el ruido del neumático atribuido a la secuencia de paso. Más particularmente, la presente invención se refiere a patrones de banda de rodadura de neumáticos y procedimientos para el diseño del paso fundamental de un patrón de banda de rodadura que tiene múltiples agrupaciones de nervios con diferentes números de salientes en diferentes agrupaciones de nervios.

15 2. Información sobre los antecedentes

20 Un aspecto del diseño de los neumáticos implica reducir al mínimo el ruido del neumático no deseado. El ruido del neumático se genera cuando los salientes de la banda de rodadura entran en contacto con la superficie de la carretera. Un patrón de la banda de rodadura invariable, o un patrón de paso único de la banda de rodadura, crea un sonido de tono no deseado, o paso único. Los diseñadores de neumáticos varían el patrón de la banda de rodadura para evitar sonidos de paso único. Los patrones de la banda de rodadura típicamente se varían alterando el tamaño de los pasos de la banda de rodadura alrededor de la circunferencia del neumático. Variando los tamaños de los pasos de la banda de rodadura para crear una secuencia de pasos se tiende a reducir el ruido del neumático de paso único ampliando el dominio de frecuencia del espectro de ruido, pero un ruido indeseable en el dominio del tiempo todavía puede crearse. Los diseñadores de la banda de rodadura desean una secuencia de pasos que proporcione al neumático características de rendimiento deseables, a la vez que minimicen el ruido no deseado del neumático.

30 Los patrones de la banda de rodadura actualmente se analizan comparando el ruido generado por los neumáticos mediante diferentes variaciones en los pasos de la banda de rodadura. Técnicas de análisis conocidas permiten al diseñador de neumáticos seleccionar una secuencia de pasos para el diseño de la banda que genera un ruido del neumático aceptable. Una de estas técnicas de análisis utiliza el espectro de Fourier de la secuencia de pasos para identificar las concentraciones de frecuencias que se sabe que son objetables. Otra técnica descrita en la patente US 6,112,167 analiza las porciones de la secuencia de pasos alrededor de la circunferencia del neumático.

40 Un problema que enfrentan los diseñadores de bandas de rodadura de neumáticos es la creciente popularidad de los diseños de banda de rodadura asimétrica para neumáticos polivalentes. Los neumáticos asimétricos pueden ser diseñados con un lado del neumático optimizado para la tracción en seco y de larga duración, mientras que el otro lado del neumático está optimizado para la tracción sobre mojado y la dispersión de agua. Los patrones asimétricos de la banda de rodadura típicamente tienen diferentes patrones de banda de rodadura en lados diferentes del neumático y, por lo tanto, pueden tener diferentes números de salientes en los diferentes nervios circunferenciales del neumático. Un paso fundamental que proporciona el ruido del neumático conveniente para un grupo de nervios puede producir un ruido del neumático no deseado para otro grupo de nervios. Las metodologías de diseño no proporcionan un mecanismo para el análisis de secuencias de paso diferentes incorporadas en los neumáticos asimétricos. Los diseñadores de neumáticos, por lo tanto, desean una técnica de análisis y de diseño mejorada para su uso con patrones de la banda de rodadura de neumáticos que tiene múltiples nervios con diferentes secuencias de paso. Los usuarios de neumáticos desean un neumático de múltiples nervios que tenga diferentes números de salientes por nervio, mientras que también minimice el ruido del neumático indeseable atribuido a la secuencia de pasos.

50 Este problema no se limita a los patrones de banda de rodadura de neumáticos asimétricos. Convencionalmente, para los patrones de banda de rodadura de neumáticos simétricos, un diseñador tenía la opción de diseñar el mismo número de salientes en cada nervio circunferencial, o grupo de nervios, o podría subdividir un saliente en cualquier nervio dado o grupo de nervios. En el primer caso, la relación del número de salientes en todos los nervios circunferenciales es de 1:1. En el segundo caso, la proporción es de 1:2, un aumento del 100% en uno o más nervios circunferenciales. Para ajustar el rendimiento de los neumáticos para condiciones climáticas buenas y malas, el diseñador de neumáticos tiene un 25% más de salientes que el resalte para proporcionar un mejor rendimiento bajo inclemencias del tiempo, mientras que se mantiene el rendimiento bajo buen tiempo con los salientes de los resaltes. Así, el diseñador desearía una relación de 1:1,25 o 4:5 del número de salientes en un nervio o grupo de nervios, en otro nervio o grupo de nervios. Esta proporción de inclinación, por lo tanto, podría ser ecuatorialmente simétrica en un centro respecto a la inclinación del reborde, ecuatorialmente asimétrica en la inclinación hacia el interior respecto hacia el exterior. Si hay más de dos nervios circunferenciales o grupos de nervios, un diseñador también puede desear tener una inclinación diferente para cada uno, además afinando diseño del patrón de la banda de rodadura.

El documento EP 0 324 605 A describe un procedimiento para diseñar un paso fundamental para un patrón de banda de rodadura asimétrica que tiene al menos dos grupos de nervios dispuestos circunferencialmente con diferentes números de pasos en cada grupo de nervios de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación independiente 1. Además, a partir de este documento de la técnica anterior, se conocen un procedimiento para diseñar un patrón de banda de rodadura asimétrica de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación independiente 3 y un neumático según el preámbulo de la reivindicación independiente 7.

#### Sumario de la invención

De acuerdo con la invención, se proporcionan un procedimiento para diseñar un paso fundamental para un patrón de banda de rodadura asimétrica que tiene al menos dos grupos de nervios dispuestos circunferencialmente con diferentes números de pasos en cada grupo de nervios de acuerdo con la reivindicación independiente 1, un procedimiento para diseñar un patrón de banda de rodadura de neumático asimétrico de acuerdo con la reivindicación independiente 3, y un neumático de acuerdo con la reivindicación independiente 7. Las reivindicaciones dependientes definen realizaciones preferidas y ventajosas de la invención.

#### Breve descripción de las varias vistas de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática de cuatro elementos de diseño de la banda de rodadura de cuatro nervios de ejemplo (siendo genérica la geometría de la banda de rodadura) en la que un sub-paso está dispuesto en cada paso con dos tamaños diferentes (grande y pequeño) de sub-pasos.

La figura 2 es una vista esquemática de los primeros dieciséis pasos de una secuencia de pasos utilizando los elementos de diseño de la banda de rodadura de cuatro nervios de la figura 1.

La figura 3 es una vista esquemática de elementos de diseño de la banda de rodadura de cuatro nervios de ejemplo (siendo la geometría de la banda de rodadura genérica) en la que dos sub-pasos están dispuestos en cada paso con dos tamaños diferentes (grande y pequeño) de cada sub-paso.

La figura 4 es una vista esquemática de los primeros ocho pasos de una secuencia de pasos que utilizan los elementos de diseño de la banda de rodadura de cuatro nervios de la figura 3.

La figura 5 es un gráfico que muestra una variedad de valores de D.

La figura 6 es un gráfico que muestra un conjunto de ejemplo de los valores de S aplicados a una secuencia de pasos del neumático con una relación D de 4:3 ó 1,33.

Las figuras 7 y 8 son ejemplos de unos patrones de la banda de rodadura diseñados para diferentes objetivos. La figura 7 está diseñada para el desgaste y el buen tiempo, ya que tiene un menor número de salientes. La figura 8 está diseñada para las inclemencias del tiempo y el nivel de ruido, ya que tiene más salientes.

La figura 9 es un ejemplo de un patrón de la banda de rodadura que utiliza porciones de los diseños de la banda de rodadura de las figuras 7 y 8.

La figura 10 es otra banda de rodadura de ejemplo con 1 sub-paso por paso.

La figura 11 representa 6 subsecciones que se utilizan para formar la banda de rodadura.

Las figuras 7 y 8 son ejemplos de patrones de la banda de rodadura diseñados para diferentes objetivos. La figura 7 está diseñada para el desgaste y el buen tiempo, ya que tiene un menor número de salientes. La figura 8 está diseñada para las inclemencias del tiempo y el nivel de ruido, ya que tiene más salientes.

La figura 9 es un ejemplo de un patrón de banda de rodadura que utiliza porciones de los diseños de la banda de rodadura de las figuras 7 y 8.

La figura 10 es otra banda de rodadura de ejemplo con 1 sub-paso por paso.

La figura 11 representa 6 subsecciones que se utilizan para formar la banda de rodadura de la figura 12.

La figura 12 es un ejemplo de un patrón de banda de rodadura del neumático usando las 6 subsecciones representadas en la figura 11.

La figura 13 muestra la distribución de frecuencia del ruido predicha de 3 patrones.

La figura 14 es un diagrama del ruido modelado.

La figura 15 es un gráfico de rendimiento predicho de los neumáticos.

La figura 16 es un gráfico que muestra los números deseables de salientes para números de paso fundamentales y números de sub-pasos.

Números de referencia y letras similares se refieren a partes similares a lo largo de la memoria.

#### Descripción detallada de la invención

El procedimiento de la presente invención se utiliza para diseñar patrones de la banda de rodadura de neumáticos que tienen una pluralidad de elementos circunferenciales de soporte de carga, o salientes dispuestos en bandas o nervios circunferenciales. Las bandas o nervios con el mismo número de salientes se consideran en conjunto como un grupo de nervios. A pesar de que con frecuencia son adyacentes, las bandas o nervios en un grupo de nervios pueden estar separados mediante otras bandas o nervios y no necesitan ser adyacentes. Un grupo de nervios puede incluir una solo nervio de salientes circunferenciales o una pluralidad de nervios de salientes circunferenciales. Aunque la invención se puede aplicar a una variedad más amplia de diseños, los ejemplos descritos a continuación se centran en diseños de la banda de rodadura que tienen de 20 a 160 salientes dispuestos en 1 a 7 grupos de nervios. Este rango de grupos de nervios se basa en el hecho de que la mayoría de neumáticos

deseados en el mercado tienen circunferencias de la banda de rodadura del neumático en un intervalo de aproximadamente 1680 mm a 3200 mm. La mayoría de los salientes utilizados con estos neumáticos tienen una longitud circunferencial de entre 20 mm y 75 mm, y por lo tanto se obtiene un intervalo de aproximadamente 22 a 84 salientes en un neumático pequeño y de 43 a 160 salientes en un neumático más grande. Cuando se consideran los criterios de fabricación de neumáticos, los criterios de desgaste, y los criterios de ruido de los neumáticos, la mayoría de los neumáticos producidos comercialmente incluyen de 40 a 80 salientes. El procedimiento de la invención se describe así para su uso con los patrones de banda de rodadura de neumáticos en este intervalo. El procedimiento también puede ser utilizado para neumáticos que caen fuera de este intervalo mediante la aplicación de las etapas para el intervalo de salientes fuera de este intervalo.

Para cada diseño de la banda de rodadura en un neumático, hay un número "x" de grupos de nervios R de salientes L dispuestos circunferencialmente. Los patrones de la banda de rodadura de los neumáticos creados de acuerdo con el procedimiento de la presente invención tienen combinaciones enteras de sub-pasos S que forman pasos fundamentales P dentro de cada grupo de nervios R. El paso fundamental se define como una porción de la banda de rodadura del neumático que comienza en un límite común (en el diseño de la banda de rodadura) y termina en un límite común (en el diseño de la banda de rodadura) en la que el mayor factor común del número de salientes mediante los nervios para cada uno de las nervios contenidos dentro del paso fundamental es uno. El paso fundamental se repite "k" veces dentro de un grupo de nervios alrededor de la circunferencia del neumático. Un sub-paso es una porción de la geometría de la banda de rodadura dentro de un paso fundamental P. Hay "m" sub-pasos S que puede escalarse individualmente dentro de un paso fundamental P.

Dentro de cualquier grupo de nervios R dado, el número total "y" de salientes L puede determinarse mediante la ecuación de los salientes:  $y_R = k * m_R$ . Cuando sólo hay un sub-paso S dentro de cada paso fundamental P (referido como un solo diseño de unidad), el número total de salientes L en cada grupo de nervios R es igual al número de pasos fundamentales P. Cuando hay dos sub-pasos S dentro de cada paso fundamental P, entonces el número total y de salientes L en cada grupo de nervios R es igual a dos veces el número k de pasos fundamentales P. Estos dos ejemplos se ilustran en las figuras 1 a 4.

Para ilustrar un solo de diseño de unidad, elementos del patrón de la banda de rodadura de cuatro nervios R de ejemplo se muestran en la figura 1, en los que sólo hay un sub-paso S por paso P con los sub-pasos siendo pequeños ( $S_m$ ) o grandes ( $L_g$ ). En este ejemplo, cada grupo de nervios incluye un solo nervio. La geometría de la banda de rodadura que se muestra en estos dibujos es esquemática, genérica, y de ejemplo. Esta invención puede aplicarse a una amplia variedad de geometrías de salientes. Cualquiera de una amplia variedad de patrones de la banda de rodadura puede utilizarse. Por ejemplo, un pequeño sub-paso ( $S_m$ ) puede tener una longitud de 25 mm y un gran sub-paso ( $L_g$ ) puede tener una longitud de 40 mm. Una secuencia de pasos de muestra puede ser [25, 25, 40, 40, 25, 40, 40, 25, 25, 40, 40, 40, 25, 40, 40, ...]. La figura 2 representa esquemáticamente los elementos de la banda de rodadura de la figura 1 aplicados en esta secuencia de pasos.

Para ilustrar un diseño de unidad doble, elementos del patrón de la banda de rodadura de cuatro nervios R de ejemplo se muestran en la figura 3. La figura 3 muestra que el primer sub-paso ( $S_1$ ) tiene la misma geometría que el ejemplo descrito anteriormente con referencia a la figura 1, mientras que el segundo sub-paso ( $S_2$ ) tiene una geometría diferente (la ranura lateral se ha eliminado de los nervios  $R_2$  y  $R_3$ ). La figura 3 muestra las longitudes grandes ( $L_g$ ) y pequeñas ( $S_m$ ) para los sub-pasos. La figura 4 representa esquemáticamente los elementos de la banda de rodadura de la figura 3 que se aplican a la secuencia de pasos de muestra establecidos anteriormente [25, 25, 40, 40, 25, 40, 40, 25, 25, 25, 40, 40, 40, 25, 40, 40, ...]. En este ejemplo, cada paso P incluye  $S_1$  y  $S_2$  (con el tamaño de  $S_1$  y  $S_2$  siguiendo la secuencia de pasos de la muestra) y los diferentes nervios R tienen diferentes números de salientes L.  $R_1$  y  $R_4$  tienen el doble de salientes de  $R_2$  y  $R_3$ . La distribución particular de los salientes L en este ejemplo es irrelevante para la invención y  $R_1$  y  $R_2$  podrían ser el doble de los salientes de  $R_3$  y  $R_4$  o  $R_2$  y  $R_3$  podrían tener el doble de los salientes L como  $R_1$  y  $R_4$ .

Para analizar los diferentes ruidos de los neumáticos causados por el número diferente de salientes en cada nervio, un diferencial de nervios D está determinado por la fórmula:  $D = (\text{Número máximo de salientes en cualquier grupo de nervios}) / (\text{Número mínimo de salientes en cualquier grupo de nervios})$ . El diferencial de nervios (D) proporciona una relación que representa el número de eventos que causan ruido en el nervio del saliente más alto en comparación con el número de eventos que causan ruido en el nervio del saliente más bajo. En el primer ejemplo de la figura 2,  $D = 1$  y en el segundo ejemplo de la figura 4,  $D = 2$ . Los diseños que tienen un  $D > 2$  son posibles, pero se han encontrado que proporcionan propiedades indeseables porque estos diseños tienen diferencias indeseablemente grandes en las rigideces de los salientes. Los diseños de la banda de rodadura con un D de exactamente 2 son también indeseables porque la frecuencia de pasaje de la banda de rodadura máxima será un múltiplo de la frecuencia de pasaje de la banda de rodadura mínima, causando un pico de amplitud indeseable en esta frecuencia. La frecuencia de pasaje de la banda de rodadura F se define como:  $F = V*y/C$ , donde V representa la velocidad del suelo del neumático y C representa la circunferencia del neumático. A medida que el neumático gira, cada saliente impactará con la superficie de la carretera, y así actuará como un impulso. Así hay múltiples frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia principal. Estas frecuencias se determinan mediante  $F_j = j*(V*y/C)$ , donde  $j = 1, 2, 3, \dots$ . Un diseñador de neumáticos no quiere tener cualquiera de las tres primeras frecuencias de un nervio que coincida con las tres primeras frecuencias de un nervio que tiene un número diferente de salientes. Esto sucederá

cuando  $D = 1, 2,0$  ó  $1,5$ . Diseños de la banda de rodadura de neumáticos que tienen un  $D$  entre 1 y 2 (excluyendo  $D = 1,0, 1,5,$  y  $2,0$ ) son, por lo tanto, deseable para el ruido del neumático. En el contexto de esta solicitud, el término "entre" excluye los límites extremos de 1,0 y 2,0. Sin embargo, los valores de  $D$  entre 1,5 y 2,0 producen resultados menos deseables que los valores de  $D$  entre 1,0 y 1,5, debido a la mayor diferencia en la rigidez de los salientes cuando el valor  $D$  es entre 1,5 y 2,0.

El gráfico de la figura 5 se utiliza para definir los parámetros de diseño. El número mínimo de salientes en el ciclo de diseño fundamental está dispuesto horizontalmente y el número máximo de salientes está dispuesto verticalmente. El valor de  $D$  para cada combinación se calcula en las celdas del gráfico.

Para cada una de las combinaciones del gráfico, un gráfico adicional se puede desarrollar para examinar el equilibrio del número de salientes en el patrón completo basado en el número de ciclos de diseño fundamentales. Para el propósito de proporcionar un ejemplo, la relación ( $m$ ) de 4 salientes pequeños en 3 salientes grandes ( $D = 1,33$ ) se examina en el gráfico de la figura 6. A partir de este gráfico, se puede observar que el número deseable de salientes se logra mediante el uso de 14 a 20 ciclos de diseño fundamentales porque el número total de salientes en cada nervio cae dentro de los parámetros de diseño deseables descritos anteriormente. Con 14 pasos fundamentales ( $k = 14$ ), hay 42 y 56 salientes en los dos nervios con un diferencial de 14 pasos entre los nervios y para  $P = 20$ , hay 60 y 80 salientes en los dos nervios con un diferencial de 20 pasos. La diferencia ( $\Delta$ ) en el número de pasos se define por:  $\Delta = P * (m_{\max} - m_{\min})$ . A medida que aumenta esta diferencia  $\Delta$ , la variación en la rigidez del saliente aumenta. Un mayor número de salientes en un diseño de la banda de rodadura del neumático proporciona un rendimiento mejorado en las condiciones climáticas de nieve o en mojado, así como la reducción de la energía del impacto en la interfaz neumático-carretera que resulta en una amplitud menor del ruido. La reducción del número de salientes o el aumento de la rigidez de los salientes proporciona una tracción en seco mejorada en buenas condiciones climáticas, así como para mejorar la longevidad del neumático. Las bandas de rodadura diseñadas de acuerdo con esta invención equilibran el rendimiento del neumático al tener características del neumático para la tracción en seco y las inclemencias del tiempo.

Las figuras 7 y 8 muestran dos patrones de la banda de rodadura de ejemplo diferentes que tienen propiedades diferentes que se combinan para crear el patrón de la banda de rodadura del neumático de la figura 9, como la porción superior de la banda de rodadura de la figura 8 atravesada sobre el ecuador del neumático y la parte inferior de la banda de rodadura de la figura 7 atravesada sobre el ecuador del neumático. La banda de rodadura de la figura 7 tiene un menor número de salientes, mientras que la banda de rodadura de la figura 8 tiene más salientes cuando está dispuesta alrededor de la circunferencia del neumático. La figura 9 representa un patrón que tiene los dos nervios superiores ( $R1$  y  $R2$ ) que tienen la configuración de la figura 8 con los dos nervios inferiores ( $R3$  y  $R4$ ) que tienen la configuración de la figura 7. El patrón de la banda de rodadura de la figura 9, por lo tanto, incorpora ventajas en el rendimiento de los dos patrones de la banda de rodadura. En este ejemplo,  $D$  es 1,33 con 8 salientes por paso en  $R1$  y  $R2$  y 6 salientes por paso en  $R3$  y  $R4$ . La banda de rodadura de la figura 9 proporciona así un ejemplo de la invención.

Para los moldes de neumáticos tipo de carcasa de dos piezas que prevalecen en la industria de los neumáticos hasta el final del siglo XX, la banda de rodadura del neumático de la figura 9 sería deseable desde un punto de vista de fabricación del molde del neumático. Estos moldes de dos piezas son atravesados circunferencialmente en una posición cerca o en el ecuador del neumático. La fabricación de cada pieza se puede realizarse de forma independiente y, por lo tanto, puede comprender patrones de la banda de rodadura no relacionados, tal como se muestra en la figura 9. Para moldes de neumáticos de tipo convencional creados por ocho a tanto como 100 o más segmentos de la banda de rodadura como secciones laterales del molde del neumático desde un lado de la banda de rodadura al otro lado de la banda de rodadura, es deseable tener secciones de la banda de rodadura del neumático con un límite continuo desde un lado del patrón de la banda de rodadura al otro lado. Ejemplos de límites continuos de la banda de rodadura del neumático representada en la figura 9 son las secciones transversales identificadas como la sección A-A y la sección B-B. Un patrón de la banda de rodadura del neumático construido mediante este procedimiento tiene por lo menos 1 límite común al comienzo del patrón de la banda de rodadura, tal como se muestra en la figura 9, la sección AA. En base a las complejidades de la secuencia de ruido del patrón de la banda de rodadura del neumático para cada uno de los patrones de la banda de rodadura de los neumáticos de las figuras 7 y 8, es posible tener más de un límite común, tal como se muestra en la figura 9, sección B-B. El número mínimo de límites comunes es, por lo tanto, de uno, y el número máximo de límites comunes se conoce en la terminología geométrica como el mayor factor común. Cada patrón de repetición del neumático de la figura 7 tiene 12 secciones. El neumático de la figura 8 tiene 16 secciones. El número doce tiene seis factores numéricos que incluyen uno, dos, tres, cuatro, seis y doce. El número dieciséis tiene cinco factores numéricos que incluyen uno, dos, cuatro, ocho y dieciséis. El máximo factor común de doce y dieciséis es cuatro. Así, es posible tener un máximo de cuatro límites comunes para el patrón de la banda de rodadura combinada de la figura 9.

El paso fundamental se puede definir entonces como una porción de la banda de rodadura del neumático que empieza en un límite común y que termina en un límite común en el que el mayor factor común en el número de salientes mediante los nervios para cada uno de los nervios contenidos dentro del paso fundamental es uno. Un paso fundamental para un neumático tal como se ejemplifica en la figura 9 sería uno, en el que el número de salientes en cada nervio es igual al número total de salientes en cualquier nervio dado dividido por el mayor factor

común calculado anteriormente. Para este caso, el número de salientes en el paso fundamental en los nervios R1 y R2 es cuatro ( $16/4 = 4$ ) y el número en los nervios R3 y R4 es tres ( $12/4 = 3$ ).

5 La figura 10 representa un patrón de banda de rodadura de neumático que tiene el mismo número de salientes por nervio como el patrón de la banda de rodadura del neumático en la figura 9, pero que comprende cuatro pasos fundamentales en los que cada paso fundamental es una unidad compuesta de dos tamaños de paso variable, uno grande y uno pequeño. El patrón de la banda de rodadura completo incluye pasos fundamentales ordenados secuencialmente sobre la base de los requisitos de la secuencia de paso de ruido de los neumáticos. Así, el número de los límites de paso comunes del patrón de la banda de rodadura del neumático de la figura 10 es igual al mayor múltiplo común del número de salientes en cada nervio y es una aplicación preferida para los neumáticos fabricados a partir de moldes de neumáticos convencionales de tipo segmentado. Una limitación en el diseño de la figura 10 es que la variabilidad del tamaño del saliente dentro de la banda de rodadura del neumático se reduce a la variabilidad de las dimensiones del tamaño de paso fundamental. En la figura 10, cada longitud de sub-paso es equivalente a la longitud de paso fundamental. Cada paso fundamental (P) así se subdivide en múltiples (m) sub-pasos (S). El valor de m puede ser cualquier entero tal que  $m = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ , etc. Cuando el valor de m aumenta, el número de secciones únicas del molde aumenta. En la figura 10,  $m = 1$ , y el número de tamaños de paso (t) es 2 (pequeño y grande). El número de geometrías de sub-paso (S) únicas (U) entonces se pueden expresar como la ecuación:  $U = m \cdot t$ . Para aumentar el número de geometrías únicas (U), el número de tamaños de sub-pasos (t) o el número de divisiones de paso fundamentales (m) debe aumentarse. Es típico en la técnica que el número de tamaños de paso (t) sea entre 2 y 8. Una forma de aumentar drásticamente el número de geometrías únicas (U) es aumentar m.

25 No es práctico elegir un valor para m mayor que el mayor número de salientes en un paso fundamental (4 en este ejemplo en curso) e indeseable para elegir un valor de m más pequeño que el número mínimo de salientes en un paso fundamental (3 en este ejemplo). Para minimizar la complejidad de fabricación del molde, el número mínimo de geometrías únicas se selecciona inicialmente. En esta invención, m debe ser seleccionado primero como el número mínimo de salientes del ciclo de diseño principal en cualquier nervio. Si se determina que un mayor número de segmentos únicos (U) se requiere para el ruido u otro rendimiento, m se incrementa hasta que m es igual al número máximo de salientes del ciclo de diseño principal en cualquier nervio.

30 La figura 11 representa un conjunto de subsecciones pequeñas y grandes del paso fundamental. La figura 12 representa una sección típica de un patrón de banda de rodadura utilizando una repetición 1, 2, 3, 1, 2, 3, ... de las geometrías y la selección de tamaño basadas en la secuencia seleccionada del tamaño. Este diseño tiene una variabilidad geométrica aumentada con un diseño donde los nervios 1 y 2 tienen 4 salientes por paso fundamental y los nervios 3 y 4 tienen 3 salientes por paso fundamental. Basado en el gráfico de la figura 6, si hubieran 15 pasos fundamentales, los nervios 1 y 2 tendrían 60 salientes y los nervios 3 y 4 tendrían 45 salientes. El lado del neumático con 60 salientes ofrece un rendimiento para las inclemencias del tiempo y el lado con 45 salientes ofrece un rendimiento en tiempo agradable. El ruido del neumático se reduce considerablemente con la invención a partir del análisis de los patrones de ruido anteriores. La figura 13 muestra la distribución de frecuencia del ruido predicha de 3 patrones del ejemplo. El neumático con el mayor nivel de ruido es el neumático cuyas geometrías únicas están representadas en la figura 1 y ejemplo del patrón representativo se muestra en la figura 2, donde el número de salientes en todos y cada uno de los nervios. Por lo tanto, hay 45 pasos fundamentales con sólo 1 sub-paso por paso fundamental. El neumático con el segundo nivel de ruido más alto tiene 60 pasos fundamentales con 1 sub-paso por paso fundamental y tiene las mismas geometrías únicas que se muestran en la figura 1. El neumático con el menor nivel de ruido es el de la realización preferida de esta invención. Este neumático tiene 6 geometrías únicas tal como se especifica en la figura 10 y es representativo de la figura 12. En este diseño, hay efectivamente 60 salientes en los nervios 2 superiores y 45 nervios en los dos nervios inferiores. La diferencia del nivel de ruido modelado puede verse en la figura 14. Un gráfico de rendimiento del neumático predicho puede verse en la figura 15. Un neumático diseñado de la manera que ha sido diseñado para tener un rendimiento equilibrado en todas las condiciones meteorológicas con una mejora en el rendimiento del ruido.

50 Los ejemplos anteriores se han centrado sobre un neumático con una relación baja a alta de 3:4. El gráfico de la figura 16 es un cálculo del número de salientes en cualquier nervio dado para las condiciones de 3 a 16 sub-pasos para 2 a 27 pasos fundamentales. Las celdas sombreadas claras son aquellas cuyo número de salientes es menor que 40 y los salientes sombreados oscuros son aquellos cuyo número de salientes es mayor que 80. Para los intervalos de este gráfico, las celdas no sombreadas representan el número deseable de salientes para cierto número de sub-pasos y pasos fundamentales.

60 Un diseñador utiliza el gráfico de la figura 16 para identificar las combinaciones deseables de los pasos fundamentales, sub-pasos, y el número de salientes basados en los criterios del diseñador de un neumático. Por ejemplo, si el diseñador de neumáticos sabe que el neumático ha de tener cinco grupos de nervios, el gráfico de la figura 16 limita inicialmente al diseñador a los diseños de banda de rodadura con 10, 8, 7, 6, 5 y 4 pasos fundamentales porque son las únicas filas del gráfico con cinco o más cajas del gráfico no sombreadas. El diseñador puede entonces limitar las selecciones potenciales mediante el cálculo de la relación D o mediante la selección de intervalos de números de salientes. En este ejemplo, la selección de 10 pasos fundamentales y 5 grupos de nervios produce una relación D de 2,0 (80/40). Esta relación excluye así la selección de 10 pasos fundamentales. El diseñador puede entonces mirar la selección de 8 pasos fundamentales y encontrar que hay tres opciones

disponibles de relaciones de rendimiento D de 2,00 (80/40), 1,80 (72/40), y 1,67 (80/48). La opción de D = 2,00 se excluye a continuación por la figura 5. Tal como se describió anteriormente, las otras selecciones se podrán utilizar, pero se debe valorar si proporciones más deseables de D están disponibles. El diseñador puede entonces analizar las opciones disponibles para los 7 pasos fundamentales. El diagrama proporciona tres posibilidades de 70/42 (D = 1,67), 77/49 (D = 1,57), y 77/42 (D = 1,83). Los datos de 6 pasos fundamentales producen seis posibilidades de D de 1,57, 1,71, 1,85, 1,5, 1,63 y 1,44. La opción de D = 1,5 entonces se excluye por la figura 5. La relación de 1,44 es deseable y permite que el diseñador utilice los grupos de nervios 54, 60, 66, 72, y 78 salientes. Cada grupo de nervios dispone de 6 pasos fundamentales divididos en 9, 10, 11, 12 y 13 sub-pasos. El mismo análisis se puede realizar para las posibilidades de 5 y 4 pasos fundamentales que proporcionan posibilidades alternativas.

Otra forma para que el diseñador utilice el diagrama de diseño es para seleccionar el número deseado de salientes en los grupos de nervios y luego a ver dónde se ajusta la selección en el gráfico. Por ejemplo, un diseñador de la banda de rodadura puede desear diseñar un neumático de 5 nervios con un número diferente de salientes en cada nervio (por lo tanto, que tiene 5 grupos de nervios) y una serie de salientes por nervio no menor de 47 y no mayor de 79. El gráfico de diseño muestra que filas de al menos 5 bloques no sombreados con números de salientes mayores de 47 existen para 8, 7, 6, 5 y 4 pasos fundamentales. En 6 pasos fundamentales, existen las opciones de 72/48 (D = 1,5), 78/48 (D = 1,63), y 78/54 (D = 1,44). La opción de D = 1,5 se excluye entonces por la figura 5. El cálculo de la relación D produce la única selección de los nervios con 78, 72, 66, 60 y 54 salientes. Estos nervios no tienen que colocarse en cualquier orden particular. El gráfico de diseño también proporciona posibilidades en 5 pasos fundamentales (70/50 y 75/55).

Esta invención proporciona a un diseñador de neumáticos la flexibilidad de crear diseños con un rendimiento equilibrado para toda la temporada y un rendimiento mejorado del ruido. En la descripción anterior, ciertos términos han sido utilizados por razones de brevedad, claridad y comprensión. No se implican limitaciones innecesarias a partir de los mismos más allá del requisito de la técnica anterior, porque tales términos se utilizan con fines descriptivos y se pretende que entiendan en sentido amplio.

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

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para diseñar un paso fundamental para un patrón de la banda de rodadura asimétrica de un neumático, que tiene al menos dos grupos de nervios dispuestos circunferencialmente con diferentes números de pasos en cada grupo de nervios;
- 5 estando definido el paso fundamental como una porción del patrón de la banda de rodadura del neumático que empieza en un límite común y que termina en un límite común en el que el mayor factor común de un número de salientes de la banda de rodadura por los nervios para cada uno de los nervios contenidos dentro del paso fundamental es uno;
- 10 comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- (a) proporcionar un patrón de la banda de rodadura asimétrica que tiene  $x$  nervios de salientes de la banda de rodadura en la dirección de desplazamiento, en el que  $x > 1$ ;
- (b) agrupar los límites de los salientes de la banda de rodadura en  $n$  grupos de nervios, en el que  $n > 1$ ;
- 15 (c) definir el número de terminales  $s_i$  de salientes de la banda de rodadura en cada grupo de nervios, en el que  $s_i$  es el número de salientes de la banda de rodadura en el  $i$ -ésimo nervio, de manera que  $s_i < s_{i+1}$  e  $i$  se incrementa linealmente desde 1 a  $n-1$ ; y
- (d) definir  $s$  de tal manera que el máximo factor común de  $s_1$  a  $s_n$  es 1;
- 20 caracterizado por la etapa de limitar la relación de  $s_n$  a  $s_1$  a un número entre 1,0 y 1,5.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, que también comprende la etapa de:
- 25 seleccionar  $k$  pasos fundamentales con el menor número de salientes de la banda de rodadura en cualquier grupo de nervios, siendo  $k*s_1 > 39$  y el mayor número de salientes de la banda de rodadura en cualquier nervio siendo  $k*s_n < 81$  para diseñar un patrón de la banda de rodadura del neumático.
3. Procedimiento para diseñar un patrón de la banda de rodadura asimétrica de un neumático, que tiene al menos dos nervios circunferenciales de salientes de la banda de rodadura, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- 30 seleccionar un paso fundamental para el patrón de la banda de rodadura, estando definido el paso fundamental como una porción de la banda de rodadura del neumático que empieza en un límite común y que termina en un límite común, en el que el mayor factor común del número de salientes de la banda de rodadura por los nervios para cada uno de los nervios contenidos dentro del paso fundamental es uno, con el paso fundamental teniendo una pluralidad de grupos de nervios de salientes de la banda de rodadura dispuestos en la dirección circunferencial del neumático; teniendo un grupo de nervios un mayor número,  $s_n$ , de salientes y otro grupo de nervios teniendo un número menor,  $s_1$ , de salientes; siendo la relación del mayor número de salientes y el menor número de salientes mayor que 1,0 y menor que 2,0 y no 1,5; y
- 35 seleccionar un número,  $k$ , de pasos fundamentales para el patrón de la banda de rodadura, en el que el número seleccionado de pasos fundamentales multiplicado por el número mayor de salientes en cualquier grupo de nervios del paso fundamental es 80 o menos, y en el que el número seleccionado de pasos fundamentales multiplicado por el menor número de salientes en cualquier grupo de nervios del paso fundamental es 40 o más,
- 45 caracterizado por la etapa de limitar la relación de  $k*s_n$  a  $k*s_1$  a un número entre 1,0 y 1,5.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, que también comprende la etapa de maximizar el número de pasos fundamentales y minimizar un número de sub-pasos dentro de los pasos fundamentales para maximizar el número de límites comunes para el patrón de la banda de rodadura.
- 50 5. Procedimiento según la reivindicación 3, que también comprende la etapa de variar la longitud física del paso fundamental alrededor de la circunferencia del neumático para formar una secuencia de pasos de ruido del neumático.
- 55 6. Procedimiento según la reivindicación 3, que también comprende las etapas de subdividir el paso fundamental en  $m$  sub-pasos y variar la longitud física de los sub-pasos alrededor de la circunferencia del neumático para formar una secuencia de pasos de ruido del neumático.
- 60 7. Neumático que comprende:
- un cuerpo que define un patrón de la banda de rodadura asimétrica; teniendo la banda de rodadura una pluralidad de grupos de nervios circunferenciales;
- 65 teniendo cada grupo de nervios el mismo número,  $k$ , de pasos fundamentales, estando definido cada paso fundamental como una porción del patrón de la banda de rodadura que empieza en un límite común y que termina en un límite común, en el que el mayor factor común de un número de salientes de la banda de rodadura por nervios

para cada uno de los nervios contenidos dentro del paso fundamental es uno; teniendo cada grupo de nervios un número diferente,  $n$ , de salientes de la banda de rodadura; teniendo uno de los grupos de nervios un número mínimo de salientes y uno de los grupos de nervios un número máximo de salientes; y siendo la relación del número máximo de salientes y el número mínimo de salientes mayor que 1,0 y menor que 2,0, pero excluyendo 1,5,

- 5
- caracterizado porque la proporción es mayor que 1,0 y menor que 1,5.
- 10 8. Neumático según la reivindicación 7, en el que el número máximo de salientes en cualquier grupo de nervios es de 80 o menos, y en el que el menor número de salientes en cualquier grupo de nervios es de 40 o más.
9. Neumático según la reivindicación 7, en el que el patrón de la banda de rodadura tiene un grupo de nervios central, un grupo de nervios interior, y un grupo de nervios exterior.
- 15
10. Neumático según la reivindicación 9, en el que el grupo de nervios central tiene más salientes que cualquiera de los grupos de nervios interior y exterior.
- 20
11. Neumático según la reivindicación 9, en el que el grupo de nervios central tiene menos salientes que cualquiera de los grupos de nervios interior y exterior.
12. Neumático según la reivindicación 7, en el que el patrón de la banda de rodadura tiene un grupo de nervios interior y un grupo de nervios exterior.
- 25
13. Neumático según la reivindicación 12, en el que el grupo de nervios interior tiene más salientes que el grupo de nervios exterior.
14. Neumático según la reivindicación 12, en el que el grupo de nervios exterior tiene más salientes que el grupo de nervios interior.

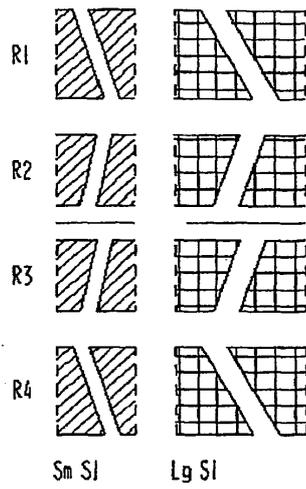


FIG. 1

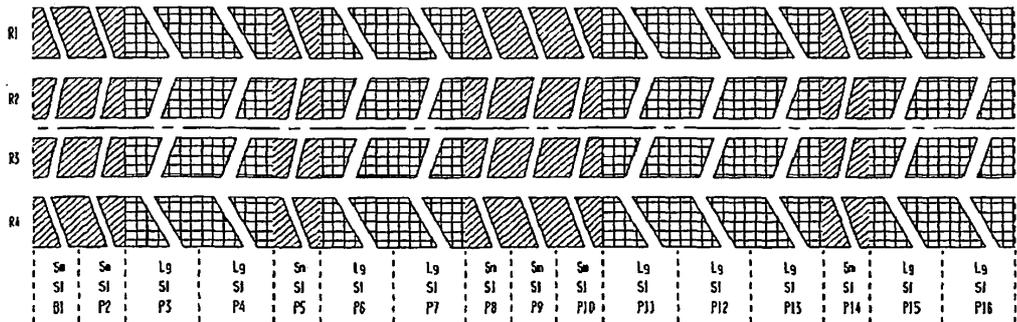


FIG. 2

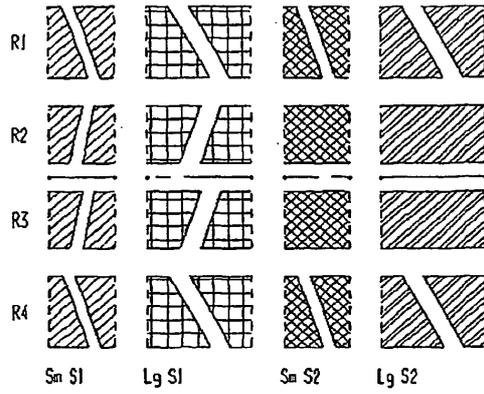


FIG. 3

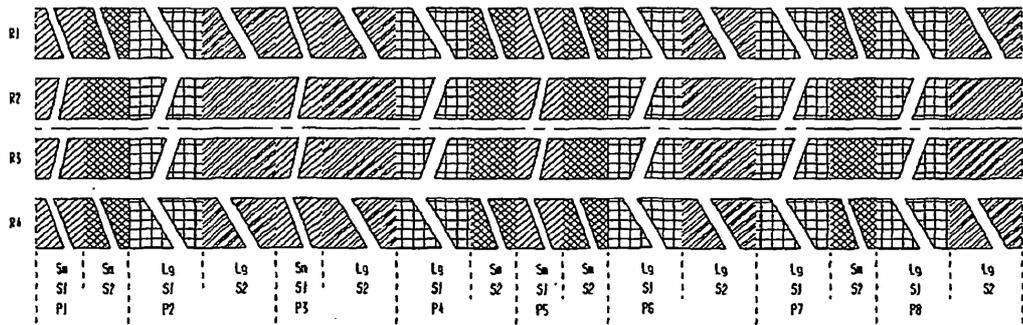


FIG. 4

		Número menor de salientes en un ciclo de diseño del principio													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Número mayor de salientes en un ciclo de diseño del principio	1	1.00	0.50	0.33	0.25	0.20	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07
	2	2	1.00	0.67	0.50	0.40	0.33	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14
	3	3	1.5	1.00	0.75	0.60	0.50	0.43	0.38	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21
	4	4	2	1.33	1.00	0.80	0.67	0.57	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.29
	5	5	2.5	1.67	1.25	1.00	0.83	0.71	0.63	0.56	0.50	0.45	0.42	0.38	0.36
	6	6	3	2	1.5	1.20	1.00	0.86	0.75	0.67	0.60	0.55	0.50	0.46	0.43
	7	7	3.5	2.33	1.75	1.40	1.17	1.00	0.88	0.78	0.70	0.64	0.58	0.54	0.50
	8	8	4	2.67	2	1.6	1.36	1.14	1.00	0.89	0.80	0.73	0.67	0.62	0.57
	9	9	4.5	3	2.25	1.8	1.5	1.29	1.13	1.00	0.90	0.82	0.75	0.69	0.64
	10	10	5	3.33	2.5	2	1.67	1.43	1.25	1.11	1.00	0.91	0.83	0.77	0.71
	11	11	5.5	3.67	2.75	2.2	1.83	1.57	1.38	1.22	1.10	1.00	0.92	0.85	0.79
	12	12	6	4	3	2.4	2	1.71	1.5	1.35	1.20	1.09	1.00	0.92	0.86
	13	13	6.5	4.33	3.25	2.6	2.17	1.86	1.63	1.44	1.30	1.18	1.08	1.00	0.93
	14	14	7	4.67	3.5	2.8	2.33	2	1.75	1.56	1.40	1.27	1.17	1.08	1.00

x	Combinaciones donde $D > 1$ y $D < 1,5$
x	Combinaciones donde $D \leq 1,0$
x	Combinaciones donde $D \geq 1,5$
x	Combinaciones ya definidas (Ex: 8:10 = 4:5)

FIG. 5

		Número de ciclos de diseño del principio													
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
m	3	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66
	4	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88

x	Combinaciones deseables donde $L \Rightarrow 40$ y $L \leq 80$
x	Combinaciones indeseables donde $L < 40$
x	Combinaciones indeseables donde $L > 80$

FIG. 6

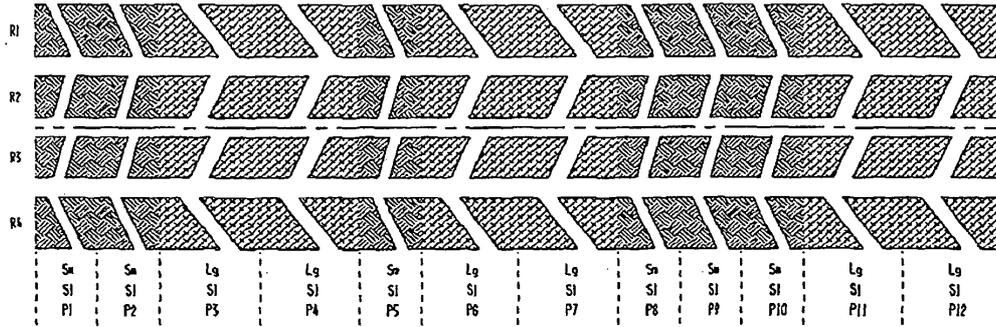


FIG. 7

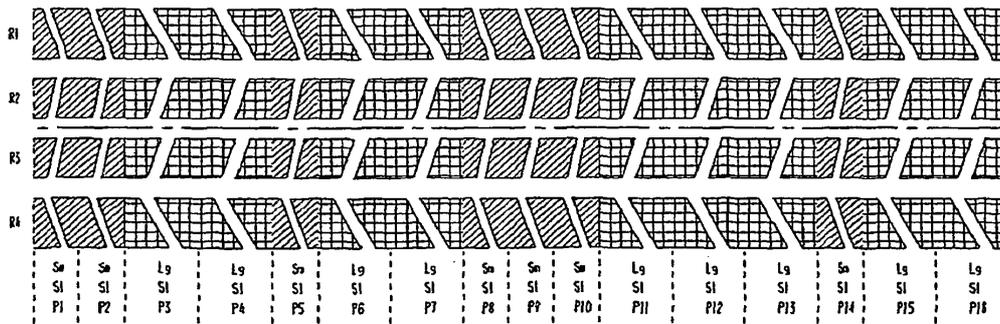


FIG. 8

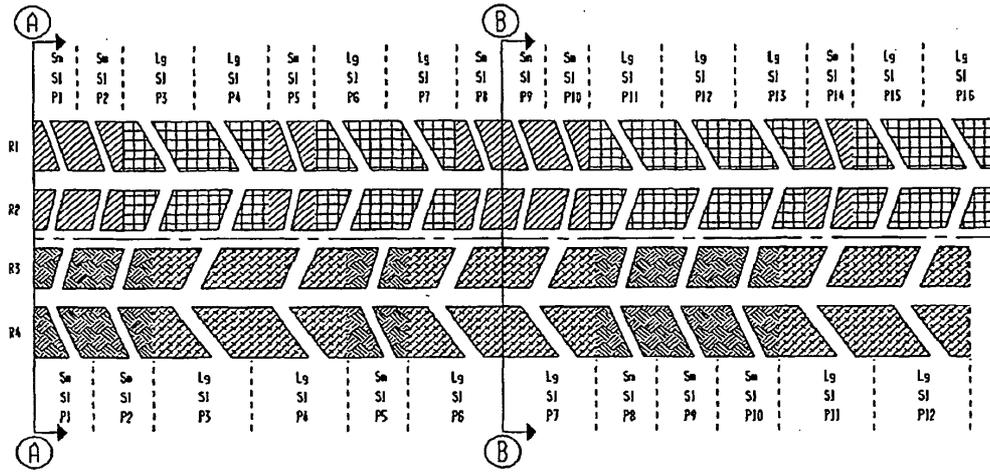


FIG. 9

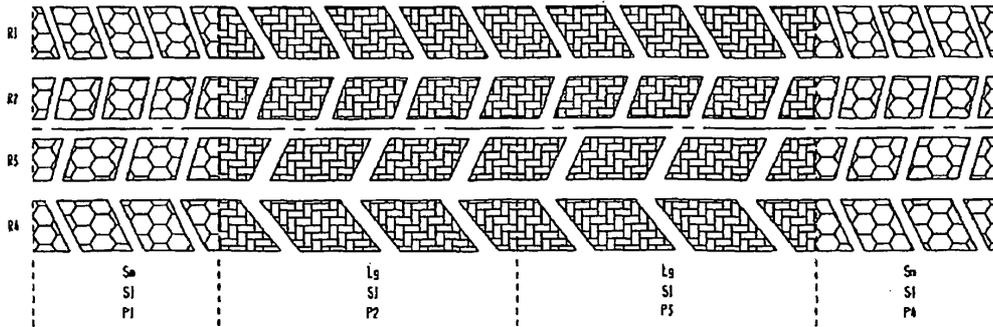


FIG. 10

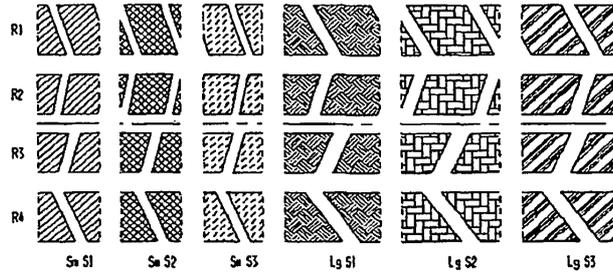


FIG. 11

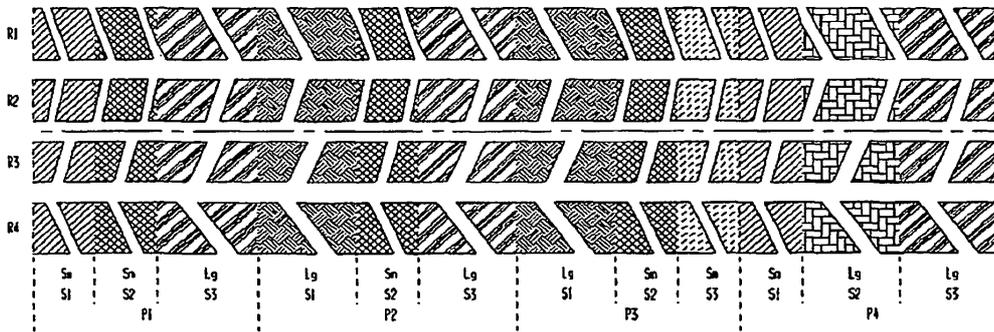


FIG. 12

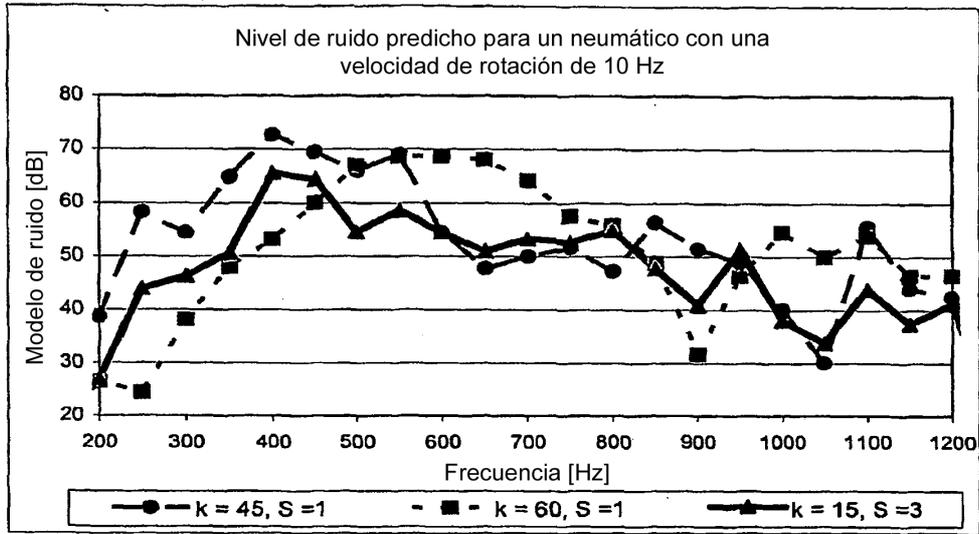


FIG. 13

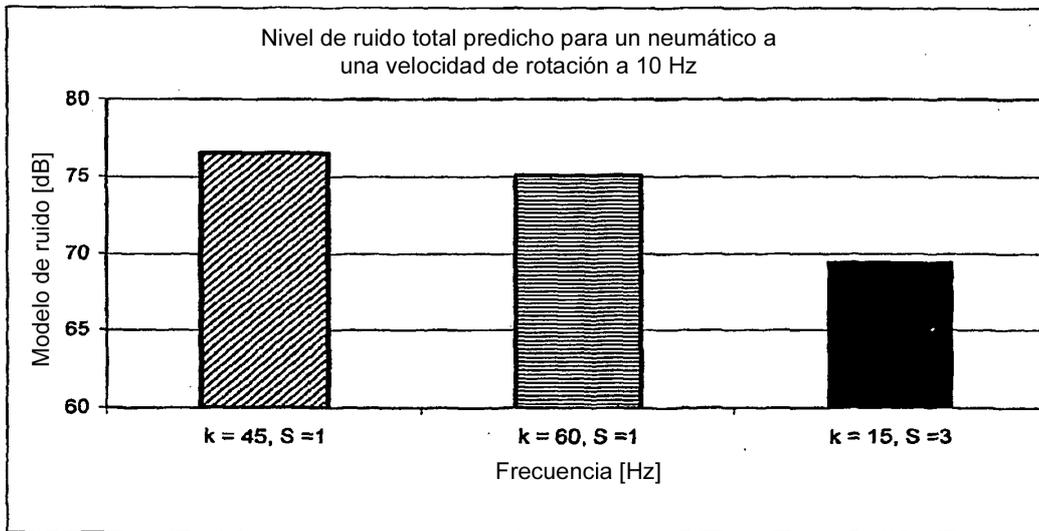


FIG. 14

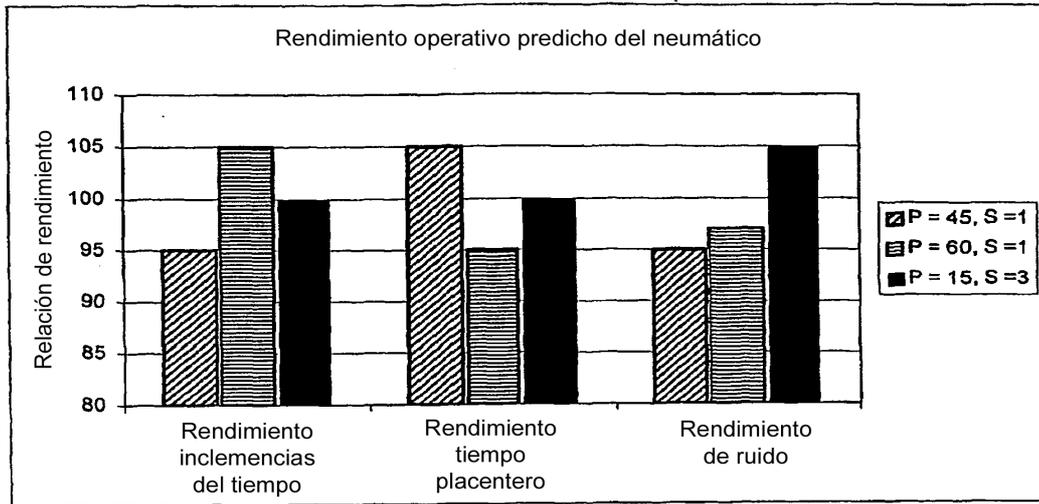


FIG. 15

		Número de sub-pasos por paso fundamental													
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Número de pasos fundamentales	2	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
	3	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
	4	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64
	5	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
	6	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96
	7	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	112
	8	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120	128
	9	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126	135	144
	10	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
	11	33	44	55	66	77	88	99	110	121	132	143	154	165	176
	12	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156	168	180	192
	13	39	52	65	78	91	104	117	130	143	156	169	182	195	208
	14	42	56	70	84	98	112	126	140	154	168	182	196	210	224
	15	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240
	16	48	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	240	256
	17	51	68	85	102	119	136	153	170	187	204	221	238	255	272
	18	54	72	90	108	126	144	162	180	198	216	234	252	270	288
	19	57	76	95	114	133	152	171	190	209	228	247	266	285	304
	20	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320
	21	63	84	105	126	147	168	189	210	231	252	273	294	315	336
	22	66	88	110	132	154	176	198	220	242	264	286	308	330	352
	23	69	92	115	138	161	184	207	230	253	276	299	322	345	368
	24	72	96	120	144	168	192	216	240	264	288	312	336	360	384
	25	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400
	26	78	104	130	156	182	208	234	260	286	312	338	364	390	416
	27	81	108	135	162	189	216	243	270	297	324	351	378	405	432

x	Combinaciones deseables donde $L > 40$ y $L < 80$
x	Combinaciones indeseables donde $L < 40$
x	Combinaciones indeseables donde $L > 80$

FIG. 16