

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 106**

51 Int. Cl.:

**G01B 11/24** (2006.01)

**B60C 11/24** (2006.01)

**G01M 17/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.10.2016 PCT/GB2016/053148**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.04.2017 WO17060739**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2016 E 16781192 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020 EP 3359912**

54 Título: **Método y sistema para el análisis del estado de neumáticos**

30 Prioridad:

**09.10.2015 GB 201517926**

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

**09.07.2020**

73 Titular/es:

**WHEELRIGHT LIMITED (100.0%)  
Wheelright Limited, Begbroke Hill, Woodstock Road  
Begbroke, Oxfordshire OX5 1PF, GB**

72 Inventor/es:

**ROSE, PETER NORMAN;  
CODD, ALEXANDER PAUL y  
KAZMI, SYED WAJAHAT ALI SHAH**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 773 106 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**

Método y sistema para el análisis del estado de neumáticos

5 Esta invención se refiere a un método y aparato para analizar el estado de un neumático de vehículo en una rueda, mientras la rueda está girando y el vehículo se mueve. En particular, la invención se refiere a medir la profundidad de banda de rodadura en el neumático.

10 El documento US 2012/0020526 divulga un sistema y un método relacionado con el mismo, para inspeccionar automáticamente al menos una llanta de un vehículo en movimiento.

15 En el documento US 5987978 se divulga un sistema para medir la profundidad de banda de rodadura de un neumático. En una realización, una fuente de luz se usa para iluminar un neumático oblicuamente, de tal manera que se forman sombras dentro de las porciones rebajadas del dibujo de la banda de rodadura. Se proporciona una segunda fuente de luz para iluminar el neumático desde una dirección diferente. Las fuentes de luz primera y segunda pueden estar dispuestas para operar en una secuencia alterna y pueden estar dispuestas de tal manera que la luz que producen proviene de direcciones opuestas. Esas porciones del neumático que están iluminadas reflejarán una mayor intensidad de luz que aquellas porciones en la parte inferior de las bandas de rodadura que están en una región sombreada. Al comparar los patrones de luz reflejada cuando el neumático se ilumina desde  
20 cada lado, es posible calcular la profundidad de la banda de rodadura. Se afirma que a medida que el neumático se desgasta, la profundidad de las ranuras de banda de rodadura disminuye y posiblemente se desgastarán hasta tal punto que la luz pueda reflejarse desde la parte inferior de las ranuras. Se afirma que una vez que esto ocurre, el ancho de la sombra está directamente relacionado con la profundidad de la banda de rodadura. La luz reflejada se dirige hacia una cámara, donde la imagen se captura y se envía a un procesador de datos para su procesamiento. El  
25 aparato del documento US 5987978 no mide la profundidad de banda de rodadura de un neumático en múltiples posiciones alrededor de su circunferencia, mientras el neumático gira y se mueve a lo largo de una superficie. En su lugar, el neumático se puede hacer girar en un banco de pruebas, tal como una carretera rodante, o se puede mover un sensor alrededor de la periferia de un neumático, por ejemplo, durante una inspección en carretera.

30 En el documento US 8542881 se divulga un sistema de inspección de neumáticos automatizado asistido por visión computacional para la inspección en movimiento de neumáticos de vehículo. Una cámara en una estación de adquisición de imagen captura imágenes digitales de los neumáticos de un vehículo que se aproxima, y en particular las bandas de rodadura y las paredes laterales cuando el vehículo pasa a través de una estación de inspección. Hay una luz en la estación de adquisición de imagen, y esto también puede estar físicamente separado de la estación de  
35 adquisición de imagen. Se capturan imágenes suficientes para cubrir una revolución completa de un neumático. Se afirma que las imágenes se analizan para determinar la profundidad de la banda de rodadura del neumático. No se divulga cómo se mide la profundidad de la banda de rodadura, usando las imágenes.

40 En el documento WO2015/059457 se divulga un sistema para medir la profundidad de la banda de rodadura de un neumático en una rueda de un vehículo mientras la rueda gira y se mueve a lo largo del suelo. Una cámara captura imágenes mientras el neumático gira al menos durante la mayor parte de su circunferencia. Las fuentes de luz están distanciadas longitudinalmente y se dirigen en un ángulo agudo con respecto a la trayectoria del neumático, para iluminar el neumático mientras se capturan imágenes. Las imágenes se analizan mediante un aparato de procesamiento de datos y la profundidad de la banda de rodadura se determina a partir de la longitud de las sombras  
45 en los huecos entre los bloques de banda de rodadura. Las fuentes de luz se activan y desactivan secuencialmente de acuerdo con las señales de sensores distanciados longitudinalmente que detectan la presencia del neumático, para que cuando se capture una imagen de una porción de la banda de rodadura de neumático, solo se active una fuente de luz para iluminar esa porción de la banda de rodadura de neumático. En una disposición alternativa, se determina la velocidad del vehículo, y la secuencia de activación y desactivación de las unidades de *flash* se basa  
50 secuencialmente en el tiempo.

55 En el documento WO2015/059457 se explica que en algunos casos puede ser necesario tener fuentes de luz adyacentes activadas juntas de modo que haya zonas de iluminación solapadas. Esto podría ocurrir si, por ejemplo, hay un vehículo tal como una unidad tractora de vehículos pesados que tiene un eje de espaciado aproximadamente igual a la distancia entre los sensores que activan/desactivan las fuentes de luz, de modo que una rueda delantera y una rueda trasera operen los sensores aproximadamente al mismo tiempo. Esto podría provocar que las fuentes de luz adyacentes se activen al mismo tiempo, pero las fuentes de luz se operan de manera controlada de modo que el neumático no se encuentre en la región de iluminación de solapamiento cuando se capturan imágenes. Por ejemplo, una primera fuente de luz se desactivaría antes de que el neumático entre en la  
60 región de solapamiento.

Los aspectos de la invención se exponen en las reivindicaciones adjuntas.

65 Algunas realizaciones de la invención se describirán ahora a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- La figura 1 es un diagrama de una realización de un sistema utilizado para llevar a cabo la invención;
- la figura 2 es una vista lateral de un neumático que se está fotografiando;
- 5 la figura 3 es una vista frontal de un neumático que se está fotografiando;
- la figura 4 muestra una porción de un neumático de vehículo;
- la figura 5 muestra cómo se forma una sombra;
- 10 la figura 6 muestra una configuración alternativa para montar un dispositivo de generación de imágenes;
- la figura 7 es un diagrama que ilustra un sistema de medición de distancia;
- 15 la figura 8 muestra en detalle la disposición de las unidades de *flash*, dispositivo de generación de imágenes y sensores;
- la figura 9 muestra la secuencia de dos unidades de *flash* que se activan y desactivan;
- 20 la figura 10 ilustra el tiempo de los *flashes* cuando se activan las unidades de *flash*;
- la figura 11 muestra un diseño de un sistema para su uso con un vehículo pesado (HGV, por sus siglas en inglés);
- 25 la figura 12 muestra un HGV que se conduce a través del sistema ilustrado en la figura 11;
- la figura 13 muestra una realización de un sistema de generación de imágenes de pared lateral de acuerdo con aspectos de la presente invención;
- 30 La figura 14 muestra una realización alternativa de un sistema de generación de imágenes de pared lateral de acuerdo con aspectos de la presente invención;
- la figura 15 muestra una serie de imágenes de porciones de paredes laterales de neumático obtenidas usando una primera cámara;
- 35 la figura 16 muestra una serie de imágenes de diferentes porciones de las paredes laterales del neumático de la figura 15, obtenidas usando una segunda cámara;
- la figura 17 muestra los sectores respectivos del neumático cubiertos por las dos series de imagen de las figuras 15 y 16;
- 40 la figura 18 muestra las posiciones de neumático extrapoladas mediante análisis de imagen de las porciones de la pared lateral del neumático;
- 45 la figura 19 muestra imágenes sin envolver de las porciones de pared lateral del neumático mostradas en la figura 18;
- la figura 20 muestra un ejemplo de texto en relieve en la pared lateral de un neumático que ha sido fotografiado usando un método de acuerdo con la invención;
- 50 la figura 21 muestra otro ejemplo de una imagen de una pared lateral que muestra texto en relieve;
- la figura 22 muestra otro ejemplo de una imagen de una pared lateral con texto en relieve;
- 55 la figura 23 muestra una imagen de ejemplo de una pared lateral con daños por grietas en la región de un indicador de desgaste de la pared lateral;
- la figura 24 muestra una imagen de ejemplo que muestra el daño por grietas en la región de un talón de neumático;
- 60 la figura 25 muestra una imagen de ejemplo de una pared lateral del neumático con daños por falla de recauchutado; y
- 65 la figura 26 muestra una imagen de ejemplo de una pared lateral del neumático que muestra una ruptura de cremallera.

Haciendo referencia ahora a las Figuras, que muestran un aparato para poner en práctica los aspectos de la invención, la figura 1 es una ilustración de una primera realización de un sistema, en forma esquemática. Un camión 1 tiene diez ruedas indicadas en 2, y está viajando en la dirección indicada por la flecha A. Ubicadas debajo del nivel del cuerpo de camión hay dos dispositivos de generación de imágenes en forma de cámaras digitales fijas 3 y 4, respectivamente, dirigido en un ángulo agudo con respecto a las ruedas en el lado izquierdo del camión y el lado derecho del camión. Una primera serie de unidades de *flash* F1, F2, F3 y F4 están dispuestas longitudinalmente distanciadas a lo largo de una línea que generalmente corre paralela a la trayectoria de movimiento del camión, fuera del lado izquierdo del camión. Una segunda serie de unidades de *flash* F5, F6, F7 y F8 están dispuestas longitudinalmente distanciadas a lo largo de una línea que generalmente corre paralela a la trayectoria de movimiento del camión, fuera del lado derecho del camión. Cada unidad de *flash* consta de dos tubos de *flash* de xenón, descritos con más detalle a continuación, y opera eficazmente como una única fuente de luz.

Con referencia a la figura 2, la rueda 2 está equipada con un neumático de goma 5 y gira en la dirección de la flecha B, mientras se mueve en una dirección longitudinal sobre una base 6 como lo indica la flecha A. Ambas cámaras generan imágenes de una región 7 del neumático debajo de la carrocería del camión 1. En la figura 2, el lado derecho del vehículo se ilustra diagramáticamente, con la cámara 4 mostrada; el otro lado corresponde. La figura 3 ilustra diagramáticamente el lado izquierdo, mostrando cómo se usa la unidad de *flash* F4 para iluminar la región 7 del neumático, mientras que la cámara 3 captura una imagen. La operación de las unidades de *flash*, tal como F4 que se muestra en la figura 3, y las cámaras, tal como la cámara 3 mostrada en la figura 3 están controladas por una unidad de procesamiento de datos 8, que también recibe los datos de imagen de las cámaras y puede manipular los datos y calcular las profundidades de banda de rodadura. Los datos de imagen y otros datos se pueden mostrar en una pantalla 9.

La figura 4 muestra una porción del neumático 5, que tiene bloques de banda de rodadura 10 separados por huecos 11. La figura 5 muestra cómo se forman las sombras cuando la superficie del neumático 5 está iluminada por una unidad de *flash* tal como F1. Hay una porción de sombra 12 que se extiende por el lado del hueco de banda de rodadura 11, y una porción de sombra 13 que se extiende a lo largo de la base. A medida que la profundidad del hueco de banda de rodadura 11 se reduce, con el desgaste del neumático, ambas sombras se acortan.

A medida que la rueda gira, diferentes porciones de la superficie del neumático entran sucesivamente en los campos de visión de las cámaras 3 y 4. Las unidades de *flash* operan bajo el control de la unidad de procesamiento de datos 8. Se apreciará que la unidad de procesamiento de datos podría comprender una serie de equipos separados unidos para realizar juntos las funciones requeridas por un método de acuerdo con la invención.

La figura 6 muestra una disposición alternativa similar a la figura 2, en el que la cámara 4 está empotrada debajo de la superficie 6. La cámara puede estar cubierta por una ventana 14 de vidrio templado o similar, de modo que no se dañe la rueda y el neumático que pasa por encima.

La figura 7 ilustra un sistema para detectar la distancia de un objeto O. Un plano de observación OP está dispuesto en un ángulo agudo  $\theta$  con respecto a la trayectoria de movimiento B de un neumático. La distancia D1 desde el plano de observación hasta un punto de partida, P1, donde se dispara la toma de imágenes, se conoce por una etapa de calibración. Cuando el objeto O se ha movido a lo largo de la trayectoria de movimiento A hasta un punto P2, la distancia D2 del objeto desde el plano de observación OP está relacionada con la distancia L a través del plano de observación OP de la siguiente manera:

$$D2 = D1 - L \times \cotan \theta$$

Por consiguiente, si se mide la distancia L, se puede calcular la distancia D2. En la práctica, se situará una cámara en el plano de observación y la distancia real L estará relacionada con la distancia aparente en la imagen, tal como una cantidad de píxeles. La dirección a la que está orientada la lente de la cámara estará en el ángulo  $\theta$  con respecto a la trayectoria del movimiento B. El objeto O podría ser cualquier cosa adecuada, tal como el centro de la rueda como se identifica en las imágenes.

La figura 8 muestra la disposición de la cámara 3 y las unidades de *flash* F1 a F4 con más detalle. La disposición de la cámara 4 y las unidades de *flash* F5 a F8 corresponde. La trayectoria de desplazamiento de un neumático que se está fotografiando se indica en C. El campo de visión de la cámara se indica mediante el segmento 15 y está dispuesto de modo que, en una longitud considerable de su trayectoria o desplazamiento, el neumático se encuentra dentro de este campo de visión. Las unidades de *flash* F1 a F2 se sitúan a distancias iguales a lo largo de una línea 16 que es paralela a la línea de desplazamiento C del neumático, y están desplazadas a la izquierda de esa línea de viaje.

Las unidades de *flash* F1, F2, F3 y F4, iluminan segmentos marcados respectivamente como 17, 18, 19 y 20. Estos segmentos de iluminación se superponen y se dirigen en ángulos agudos con respecto a la trayectoria de desplazamiento del neumático. Entre ellos, los segmentos de iluminación cubren toda la trayectoria de desplazamiento del neumático que cae dentro del campo de visión de la cámara.

También se proporcionan a intervalos distanciados a lo largo de una línea paralela a la trayectoria de desplazamiento del neumático, sensores S1, S2, S3 y S4 que detectan la presencia de la rueda/neumático. Todos los sensores están en comunicación con el procesamiento de datos 8. Inicialmente, las unidades de *flash* F1 a F4 no están activadas. Cuando el neumático ingresa al sistema, dispara el sensor S1. Esto se comunica con la unidad de procesamiento de datos y activa la unidad de *flash* F1. A medida que el neumático se mueve hacia adelante, dispara el sensor S2, lo que hace que se active la unidad de *flash* F2. A medida que el neumático se mueve más hacia adelante, dispara el sensor S3, lo que hace que se active la unidad de *flash* F3. A medida que el neumático se mueve más hacia adelante, dispara el sensor S4, lo que hace que se active la unidad de *flash* F4.

5 Una vez que se ha activado una unidad de *flash*, produce una serie de *flashes* de luz durante un período de tiempo predeterminado, con una frecuencia de *flash* predeterminada, por ejemplo, generar una ráfaga durante un período de aproximadamente 0,1 segundo a aproximadamente 1 segundo, con una frecuencia de *flash* de aproximadamente 25 *flashes* por segundo, es decir, *flashes* disparados a intervalos de 40 ms. El ancho de cada pulso de *flash* será, por ejemplo, entre 135  $\mu$ s y 150  $\mu$ s. La unidad de *flash* se desactivará para proporcionar tiempo para recargar. Normalmente, esto puede tomar aproximadamente un segundo y, en algunas realizaciones, la unidad de *flash* se activará durante aproximadamente un segundo y luego se desactivará durante al menos aproximadamente un segundo antes de activarse de nuevo. En algunos casos, una unidad de *flash* no se activará de nuevo a menos que el sensor asociado detecte otro neumático.

10 La disposición es tal que los pulsos de *flash* producidos por la unidad de *flash* F2 se generan en los espacios entre los pulsos individuales producidos por las unidades de *flash* F1 y F3; y los pulsos de *flash* producidos por la unidad de *flash* F4 se generan en los espacios entre los pulsos individuales producidos por la unidad de *flash* F3. Por lo tanto, dos unidades de *flash* adyacentes no producen pulsos individuales al mismo tiempo y una porción de un neumático no está iluminada por dos unidades de *flash* en el mismo momento en el tiempo. Por esta razón, no es necesario desactivar una unidad de *flash* cuando el neumático se mueve a un área de solapamiento entre la cobertura de dos unidades de *flash*, antes de que se active la siguiente unidad de *flash* de la serie.

Finalmente, se proporciona un quinto sensor S5 que detecta la presencia de la rueda/neumático cuando sale de la región donde se capturan las imágenes.

30 En casos apropiados, por ejemplo, con coches en lugar de camiones, sería posible operar el sistema en un modo alternativo de acuerdo con el método del documento WO2015/059457, en el que las unidades de *flash* se activan y desactivan secuencialmente como se describe en ese documento, y sin que las unidades de *flash* estén dispuestas de modo que cuando se activen al mismo tiempo, los *flashes* producidos por una unidad están desfasados con los *flashes* producidos por una unidad adyacente de la serie.

40 Como se muestra en la figura 8, antes de que el vehículo encuentre los sensores principales S1 a S5, pasa sobre un sensor de velocidad 21, que puede tener la forma de dos interruptores de presión montados en la carretera muy cercanos. Esto puede alimentar información de velocidad a la unidad de procesamiento de datos 8, para ajustar los parámetros del sistema. Este sensor también puede proporcionar información sobre el número de ejes y el espacio entre los ejes. Adicionalmente, puede haber otro dispositivo de captura de imagen 22, que captura datos sobre el vehículo que también se pueden alimentar a la unidad de procesamiento de datos 8 para identificar el tipo de vehículo. En una disposición alternativa, como se conoce la distancia entre el sensor 21 y el sensor S1, esto se puede utilizar para detectar la velocidad. Como se conocen las distancias entre todos los sensores S1 a S5, se puede controlar la velocidad a medida que avanza el vehículo.

50 La unidad de procesamiento de datos contiene un módulo que produce señales que se alimentan a las unidades de *flash* F1 a F8 y a los dispositivos de generación de imágenes 3 y 4. Estas señales controlan cuando el dispositivo de generación de imágenes captura imágenes; cuando las unidades de *flash* se activan y desactivan; y la sincronización de los pulsos individuales cuando se activa una unidad de *flash*. El dispositivo de captura de imagen debe sincronizarse con la producción de los *flashes* de luz individuales cuando se activan las unidades de *flash*.

La figura 9 muestra la secuencia de activación y desactivación de las unidades de *flash* F1 y F2, con respecto al tiempo. La unidad de *flash* F1 tiene períodos 23 de activación, que duran un segundo, alternando con períodos 24 de desactivación que duran un segundo.

60 La unidad de *flash* F2 tiene períodos 25 de activación, que duran un segundo, alternando con períodos 26 de desactivación que duran un segundo. Los períodos de activación 25 de la unidad de *flash* F2 están desplazados en el tiempo con respecto a los períodos de activación 23 de la unidad de *flash* F1, ya que la activación de F2 comienza más tarde que la activación de F1. Aunque los períodos de activación de F1 y F2 están desplazados, hay una zona marcada 27 donde se activan ambas unidades de *flash*.

65 La figura 10 muestra la zona de solapamiento con más detalle. Cuando el *flash* F1 está activado, por los períodos 23, la unidad de *flash* F1 emite una serie de pulsos de luz P, que están separados por intervalos G. Hay entonces un período 24 de desactivación cuando no se emiten pulsos. La unidad de *flash* F2 permanece en un período de desactivación 26 después de que se haya activado la unidad de *flash* F1, pero mientras la unidad de *flash* F1 todavía

está en un período de activación 23, la unidad de *flash* F2 entra en un período de activación 25 y esto da como resultado una región de solapamiento 27 cuando ambas unidades de *flash* F1 y F2 están en un estado de activación. Cuando se activa, la unidad de *flash* F2 también emite una serie de pulsos de luz P, que están separados por intervalos G, y el perfil de esta serie de pulsos coincide con el de la unidad de *flash* F1. Sin embargo, la serie de pulsos emitidos por la unidad de *flash* F2 cuando se activa, está desfasada con la serie de pulsos emitidos por la unidad de *flash* F1 cuando se activa, de modo que los pulsos P emitidos por la unidad de *flash* F2 se emiten en los intervalos G entre los pulsos emitidos por la unidad de *flash* F1, y viceversa. Por lo tanto, aunque hay un período de solapamiento 27 cuando ambas unidades de *flash* F1 y F2 están activadas, los pulsos de las dos unidades de *flash* no coinciden. De esta manera, el neumático no está iluminado por dos unidades de *flash* al mismo tiempo.

La figura 11 muestra un diseño de un sistema para su uso con un vehículo pesado (HGV). V representa una línea central V de un vehículo en movimiento. Las áreas objetivo para la generación de imágenes se muestran como A1, A2, A3 y A4. Éstos están iluminados por cuatro unidades de *flash* de orientación trasera distanciadas longitudinalmente 28, 29, 30 y 31 que están dispuestas a lo largo de la línea central V, iluminando respectiva y principalmente las áreas objetivo A1, A2, A3 y A4. Las áreas objetivo también están iluminadas por cuatro unidades de *flash* orientadas hacia adelante distanciadas longitudinalmente 32, 33, 34 y 35, iluminando respectiva y principalmente las áreas objetivo A1, A2, A3 y A4. Las unidades de *flash* se operan en secuencia como se indicó anteriormente, y los *flashes* están desfasados según sea necesario si se activan al mismo tiempo. Además de cualquier otra diferencia de fase que se requiera, las unidades de *flash* orientadas hacia atrás pueden operarse desfasadas con respecto a las unidades de *flash* orientadas hacia adelante, de modo que cada unidad de *flash* trasero se inicie a retraso de 1/50° con respecto a las unidades de cámara frontal.

Las imágenes son capturadas por las cámaras traseras 36 y 37, y las cámaras frontales 38 y 39 opuestas.

Hay un área objetivo adicional A5, provista de unidad de *flash* orientada hacia atrás 40 y unidad de *flash* orientada hacia delante 41; así como la cámara trasera 42 y la cámara delantera 43. Proporcionan un sistema de acoplamiento cercano más cercano a las ruedas de un vehículo, que puede generar imágenes de áreas difíciles. Normalmente, la cantidad de cobertura es limitada, pero al menos se pueden capturar algunas imágenes.

La figura 12 muestra un HGV 44 que se conduce a través del sistema ilustrado en la figura 11. La disposición se duplica para el otro lado del vehículo mediante una imagen especular de la disposición que se muestra en la Figura 11. Se muestran seis ruedas y neumáticos externos, T1, T2, T3, T4, T5 y T6. Es probable que el neumático T5 sea difícil de fotografiar, ya que está obstruido por los neumáticos T4 y T6. La Tabla 1 a continuación, muestra la cantidad de cada neumático que las cámaras pueden fotografiar y la cobertura total de cada neumático.

TABLE 1

Cámara	Cobertura (°)					
	Neumático 1	T2	T3	T4	T5	T6
36	180	180	0	180	0	0
37	180	180	0	180	0	0
38	0	0	180	0	0	180
39	0	0	180	0	0	180
42	10	10	10	10	10	10
43	10	10	10	10	10	10
Total	360	360	360	360	20	360

Se puede ver que el sistema proporciona cobertura alrededor de la circunferencia para todos los neumáticos, excepto T5, donde el sistema de acoplamiento cerrado proporciona 20° de cobertura y las otras cámaras no pueden generar la imagen del neumático en absoluto.

La figura 13 muestra una representación en vista superior esquemática realización de un sistema de generación de imágenes 45 de pared lateral de acuerdo con aspectos de la presente invención. El sistema de generación de imágenes 45 comprende una primera sección de generación de imágenes 46 y una segunda sección de generación de imágenes 47 para obtener generar imágenes de una rueda en un vehículo 48 a medida que pasa. La primera sección de generación de imágenes 46 comprende una primera cámara 49 y una primera y segunda unidades de *flash* 50, 51.

La primera cámara 49 está situada de modo que la mitad superior 52 del neumático del vehículo 53 pasa a través del campo de visión de la cámara 54 a medida que el vehículo 48 pasa.

Las unidades de *flash* primera y segunda 50, 51 están situadas para iluminar la pared lateral 55 del neumático del vehículo 53. La primera unidad de *flash* 50 está situada para iluminar un extremo cercano 56 del neumático 53, mientras la unidad de *flash* 51 está situada para iluminar un lado lejano 57 del neumático 53. La iluminación a través del neumático 53 mientras el vehículo 48 pasa puede lograrse activando ambas unidades de *flash* laterales 50, 51 al

mismo tiempo.

Las unidades de *flash* primera y segunda 50, 51 están posicionadas para dirigir los *flashes* de luz hacia la superficie de la pared lateral 55 en un ángulo de aproximadamente 40° con respecto a la dirección de desplazamiento del vehículo (mostrada por la flecha 60). En variaciones de esta realización, el ángulo de incidencia de la luz con respecto a la dirección de desplazamiento está en el rango de 30° y 50°, aunque otros ángulos son posibles.

La iluminación de los *flashes* hace que las sombras se proyecten mediante marcas en relieve en la superficie de la pared lateral 55 y por cualquier daño en la pared lateral 55, tal como grietas o protuberancias.

Un primer sensor 58 detecta cuando el vehículo se acerca al campo de visión 54 de la primera cámara 49, y luego activa las unidades de *flash* 50, 51 y la cámara 49 para comenzar el proceso de generación de imágenes cuando el vehículo pasa por el sensor 58. Un segundo sensor 59 detecta cuando el vehículo ha salido del campo de visión 54 de la primera cámara 49, y desactiva la primera cámara 49 y las unidades de *flash* primera y segunda 50, 51.

La primera cámara se sitúa aproximadamente a 1,8 metros de la posición del neumático del vehículo 53 cuando el sistema está en uso. A esta distancia, el campo de visión de la cámara es de aproximadamente 0,5 metros de ancho. Las unidades de *flash* primera y segunda se sitúan aproximadamente a 0,5 metros y 0,2 metros respectivamente del neumático cuando el sistema está en uso. Tener una unidad de *flash* lateral más cerca del neumático que la otra unidad de *flash* proporciona la ventaja de que la unidad de *flash* más cercana puede iluminar neumáticos que son más pequeños y más lejos de todos modos.

A medida que el vehículo 48 continúa en la dirección de desplazamiento mostrada por la flecha 60, el vehículo 48 se mueve hacia la segunda sección de generación de imágenes 47. La segunda sección de generación de imágenes 47 comprende una segunda cámara 61 y una tercera y cuarta unidades de *flash* 62, 63. Estos componentes están dispuestos de la misma manera que la primera cámara 49 y las unidades de *flash* primera y segunda 50, 51 de la primera sección de generación de imágenes 46, pero desplazada lateralmente en la dirección de desplazamiento por aproximadamente 1 metro. El segundo sensor 59, que detecta que el vehículo ha salido de la primera sección de generación de imágenes 46, también sirve para determinar que el vehículo ha entrado en la segunda sección de generación de imágenes 47. Cuando esto sucede, la segunda cámara 61 y las unidades de *flash* tercera y cuarta 62, 63, se activan de manera similar a la descrita anteriormente con referencia a la primera sección de generación de imágenes 46.

A medida que el vehículo recorre la distancia entre el campo de visión de la primera cámara y el campo de visión de la segunda cámara, el neumático 53 gira de modo que una porción diferente de la pared lateral 55 se sitúa en la parte superior del neumático. Por consiguiente, la porción de la pared lateral 55 que está en el campo de visión de la segunda cámara 61 es diferente de la porción que estaba en el campo de visión de la primera cámara 49. De esta manera, la segunda cámara 61 es capaz de obtener una imagen de una porción diferente de la pared lateral 55 de la imagen de la primera cámara 49.

Un tercer sensor 64 detecta cuando el vehículo se ha movido fuera del campo de visión de la segunda cámara 61, y desactiva la segunda cámara 61 y las unidades de *flash* tercera y cuarta 62, 63 cuando el vehículo sale de la segunda sección de generación de imágenes 47.

Las cámaras 49, 61 son cámaras JAI GigE GO-5000M-PGE, que graban a 23 cuadros por segundo, con una exposición de cámara de 200 microsegundos a 5 megapíxeles, y use una lente de 50 mm (por ejemplo, Kowa LM50HC-SW 14.50 vista horizontal con sensor de 1"). Se apreciará que se podrían usar diferentes cámaras con otras especificaciones en esta o en otras realizaciones.

La figura 14 muestra una realización alternativa de un sistema de generación de imágenes de pared lateral 65. El sistema 65 comprende una primera sección de generación de imágenes 66 y una segunda sección de generación de imágenes 67. La primera y segunda secciones de generación de imágenes 66, 67 comprenden respectivas primera y segunda cámara 68, 69, que están dispuestas de la misma manera que las cámaras primera y segunda en la realización de la figura 13. El sistema de generación de imágenes 65 también comprende primer, segundo y tercer sensores, 70, 71, 72 que están dispuestos y funcionan de la misma manera que los sensores de la figura 13. El sistema de generación de imágenes 65 funciona de la misma manera que el sistema de generación de imágenes 45 de la figura 13 para fotografiar la pared lateral 73 de un neumático 74 en un vehículo 75, excepto que solo se proporciona una unidad de *flash* en cada sección de generación de imágenes, es decir, hay una unidad de *flash* por cámara.

La primera unidad de *flash* 76 en la primera sección de generación de imágenes 66 está provista de un primer reflector parabólico 77 y está situada en un ángulo para dirigir un haz de luz sobre el neumático 74 en un ángulo de incidencia de aproximadamente 35° con respecto a la dirección de desplazamiento del vehículo como lo indica la flecha 78. En algunas otras realizaciones que usan reflectores parabólicos, el ángulo de incidencia es de entre 20° y 50°, aunque otros ángulos son posibles.

El haz de luz producido por la primera unidad de *flash* 76 es dirigido por el primer reflector parabólico 77 hacia un extremo lejano 79 del neumático 74. Esto ayuda a producir una intensidad de luz incluso más uniforme sobre la superficie de la pared lateral ya que la parte más brillante del haz de luz se dirige a la parte más alejada del neumático. El uso del reflector parabólico 77 significa que la iluminación proporcionada por la unidad de *flash* único  
 5 76 es suficiente para iluminar toda la pared lateral. Esto está en contraste con la realización de la figura 13, donde se utilizan dos unidades de *flash* sin reflectores parabólicos para iluminar por completo la porción de la pared lateral que es fotografiada por la cámara. El reflector parabólico 77 también permite que los neumáticos que son más pequeños y/o más alejados se iluminen sin la necesidad de dos unidades de *flash* laterales por neumático. En otras realizaciones, por ejemplo, la realización de la figura 13, esto se puede lograr situando una unidad de *flash* lateral  
 10 más cerca del vehículo.

En la segunda sección de generación de imágenes 67, se proporciona una segunda unidad de *flash* 80, con un segundo reflector parabólico correspondiente 81. La segunda unidad de *flash* 80 y el segundo reflector 81 están dispuestos en la misma posición que la primera unidad de *flash* 76 y el primer reflector 77, excepto por que están  
 15 desplazados lateralmente aproximadamente 1 metro en la dirección de desplazamiento 78. La segunda sección de generación de imágenes 67 opera así de manera equivalente a la primera sección de generación de imágenes 66, pero como el neumático ha girado debido a que el vehículo se mueve hacia adelante (como se explicó anteriormente), una porción diferente de la pared lateral 73 es fotografiada por la segunda cámara 69.

Los sistemas mostrados en las figuras 13 y 14 pueden combinarse con sistemas de medición de profundidad de banda de rodadura y/o sistemas de medición de presión de neumáticos, pero otros sistemas se omiten de estas figuras para mayor claridad.

La figura 15 muestra una serie de imágenes obtenidas usando la primera cámara en la realización mostrada en la figura 14. Cada una de las imágenes sucesivas mostradas en la figura 15 corresponde a un cuadro de la grabación de la primera cámara. Se apreciará que no todas las imágenes capturadas por la cámara se muestran en la figura  
 25 15, ya que la primera cámara graba a 23 cuadros por segundo. Las imágenes seleccionadas representan un rango de tiempos de captura de imagen desde el punto en que el neumático ingresa al campo de visión de la cámara hasta el momento en que sale.

Cada imagen en la figura 15 muestra la parte superior de una rueda 82 con su neumático 83 debajo del arco de la rueda del vehículo 84. En la imagen central se ve el texto 85 "UNIROYAL", indicando que el neumático es de la marca Uniroyal™. En la imagen del extremo izquierdo de la figura 15, también se ven marcas en relieve adicionales, que se puede leer en las imágenes usando el software de análisis de imagen. Los datos extraídos de este texto  
 30 pueden usarse para identificar la especificación del neumático.

La figura 16 muestra una serie similar de imágenes tomadas con la segunda cámara en la realización de la figura 14. Entre la primera y la segunda cámaras, la rueda ha girado a medida que el vehículo se mueve hacia adelante, por lo que las imágenes de la figura 16 muestran la porción de la pared lateral que no es visible en las imágenes de la  
 40 figura 15.

La figura 17 muestra dos imágenes de la rueda 82 que ha sido fotografiada en las figuras 15 y 16. En la imagen de la izquierda, una línea de puntos muestra el sector principal fotografiado por la primera cámara, como se muestra en la figura 15. En la imagen de la derecha, una línea de puntos muestra el sector principal fotografiado por la segunda  
 45 cámara, como se muestra en la figura 16. De estas imágenes se puede ver que las imágenes de la primera y la segunda cámara juntas cubren toda la pared lateral del neumático, con cierto solape.

La figura 18 muestra cuatro imágenes de ejemplo, cada una de un neumático diferente 86, 87, 88, 89, obtenida usando el sistema representado en la figura 14. El software de análisis de imágenes se ha utilizado para identificar el neumático en la imagen y para extrapolar la posición de todo el neumático. La posición extrapolada se muestra en  
 50 cada imagen usando círculos blancos 90 que indican el borde interno y la periferia del neumático.

Una vez que se ha identificado la posición del neumático, el software de imagen se puede utilizar para desenvolver el neumático y mostrar toda la pared lateral como una única imagen alargada. Esto se muestra en la figura 19. Las  
 55 cuatro imágenes corresponden a un neumático respectivo como se muestra en la figura 18. Tener una imagen sin envolver de la pared lateral puede ayudar a evaluar el daño de la pared lateral, ya que toda la pared lateral es visible en una única imagen. También puede ayudar con la extracción de datos de marcas en relieve sobre la pared lateral, ya que, en las imágenes sin envolver, el texto se puede ver en posición vertical en formato rectilíneo, que puede ayudar con, por ejemplo, reconocimiento óptico de caracteres para leer los datos.

Las figuras 20 a 26 muestran imágenes de pared lateral de ejemplo obtenidas usando un sistema de acuerdo con la presente invención.

En la figura 20, la mitad superior de una pared lateral 91 ha sido fotografiada. En la imagen se puede ver el texto en relieve 92. El texto ha sido iluminado por un *flash* de luz de una unidad de *flash* para que el texto en relieve proyecte  
 65 sombras, creando regiones contrastantes de sombra y luz que hacen que el texto sea claramente visible en la

imagen. Un reflejo 93 del *flash* de luz se puede ver en la carrocería del coche.

La figura 21 muestra otro ejemplo de una pared lateral 94 que ha sido fotografiada de acuerdo con la presente invención. De nuevo, el texto en relieve 95 se puede ver sobre la pared lateral 94.

5 La figura 22 muestra otro ejemplo de una pared lateral 96 que ha sido fotografiada, con texto en relieve 97. Sobre algunas de las paredes laterales, también hay logotipos, por ejemplo, el logotipo 98 visible en la figura 22. El análisis de imagen de logotipos, pictogramas y marcas similares también se puede llevar a cabo por el software de análisis de imagen para identificar un neumático o, de lo contrario, obtener información relacionada con él.

10 La figura 23 muestra un ejemplo de una imagen de una pared lateral 99 de un neumático, donde la pared lateral ha sido dañada. El daño es visible como grietas 100 en la región de un indicador de desgaste de la pared lateral 101. El indicador de desgaste se proporciona en el neumático para proporcionar una indicación temprana de que se está reduciendo el espesor de la pared lateral y que pronto será necesario reemplazar un neumático.

15 La figura 24 muestra otro ejemplo de daño en la pared lateral 102 de un neumático. El agrietamiento 103 es visible en la región del talón de neumático 104.

20 La figura 25 muestra una imagen de la pared lateral de un neumático 105 que muestra el daño 106 resultante del fallo de recauchutado, es decir, donde la banda de rodadura de reemplazo se ha aplicado a un neumático desgastado para repararlo, pero la nueva banda de rodadura se ha desprendido del cuerpo del neumático.

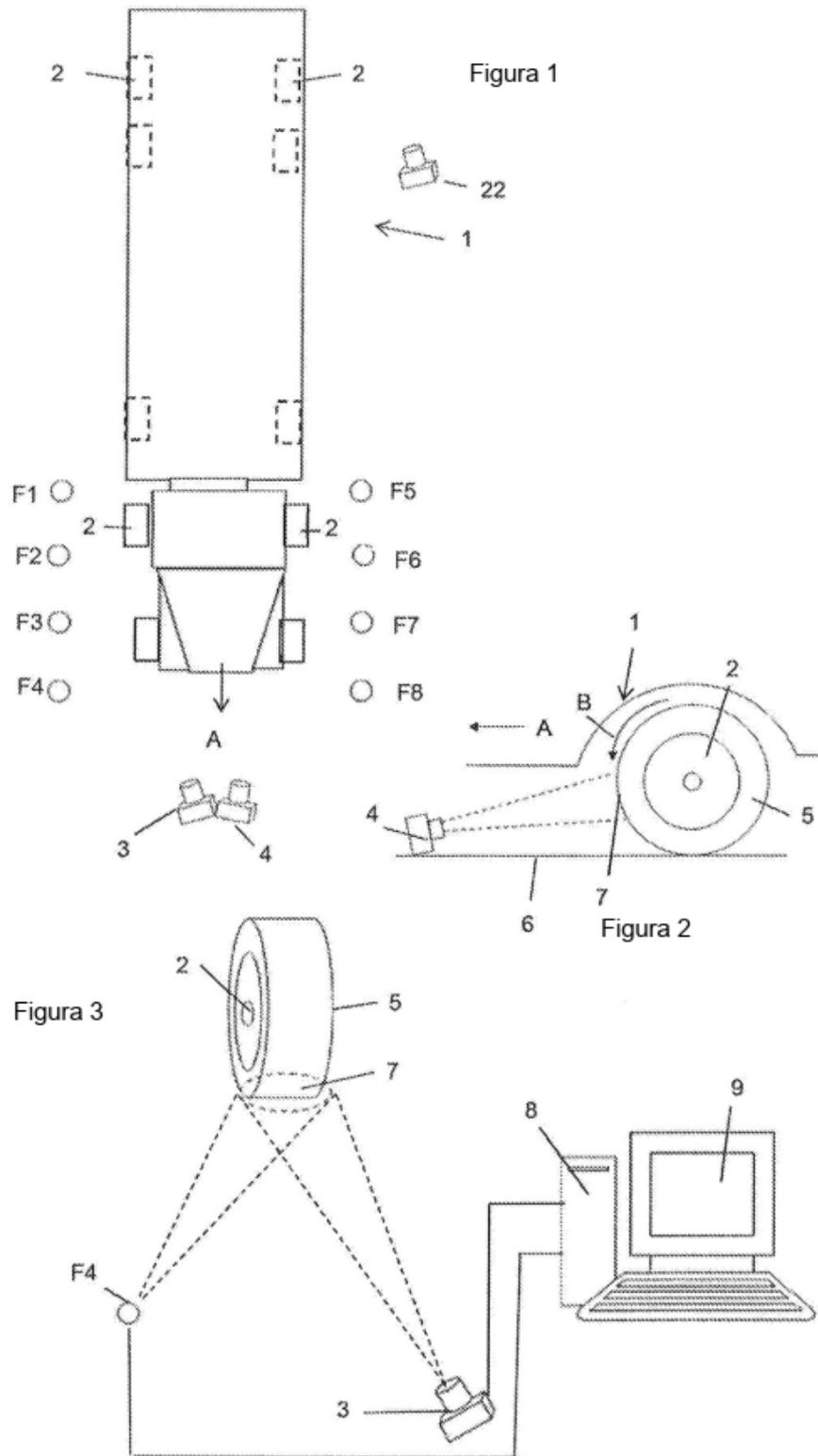
La figura 26 muestra una imagen adicional de una pared lateral del neumático 107 que muestra una ruptura de la cremallera del neumático, es decir, una ruptura circunferencial en la pared lateral media del neumático.

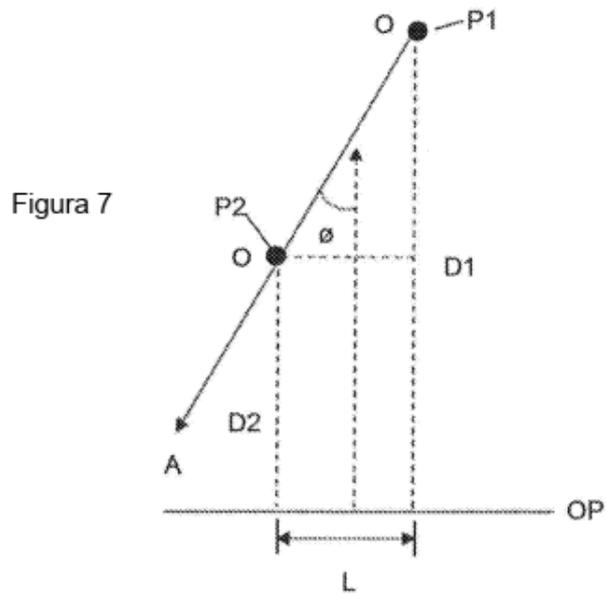
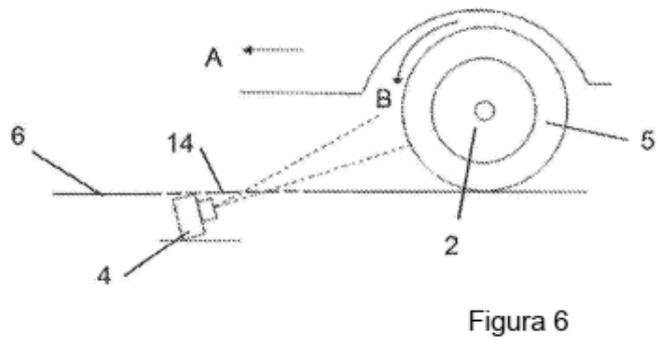
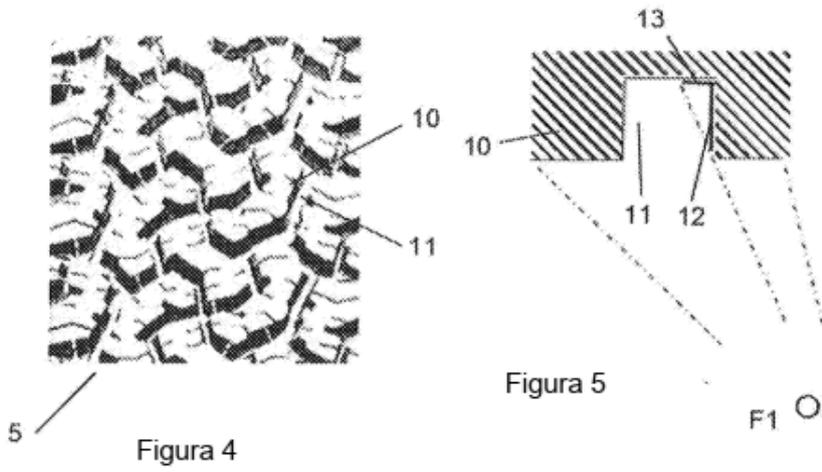
REIVINDICACIONES

1. Un método para evaluar el estado de un neumático en una rueda (2) que está montada en un vehículo (1), mientras el vehículo se mueve y el neumático gira y se mueve longitudinalmente a lo largo de una trayectoria de movimiento, teniendo la periferia del neumático porciones de banda de rodadura separadas por huecos de banda de rodadura; en donde el método comprende
- 5
- usar un dispositivo de generación de imágenes (3) para capturar imágenes de una pluralidad de porciones diferentes de la periferia del neumático mientras el neumático gira,
- 10
- siendo las imágenes capturadas mientras se activan unidades de *flash* (F1, F2, F3, F4) distanciadas longitudinalmente para iluminar porciones de la periferia del neumático, estando las unidades de *flash* situadas a un lado de la trayectoria de movimiento (A) del neumático y dirigiendo la luz en un ángulo agudo con respecto a la trayectoria de movimiento del neumático, haciendo la luz que se proyecten sombras en los huecos de banda de rodadura entre las porciones de banda de rodadura; y las imágenes son analizadas por un aparato de procesamiento de datos que determina la extensión de las sombras en los huecos de banda de rodadura para proporcionar una indicación de la profundidad de los huecos de banda de rodadura;
- 15
- en donde cada unidad de *flash* produce una serie de *flashes* de luz cuando se activa la unidad de *flash*, estando cada *flash* de luz de la serie separado del siguiente *flash* de luz de la serie por un intervalo;
- 20
- en donde, para cualquier unidad de *flash* (F1, F2, F3, F4) que se active al mismo tiempo e ilumine porciones solapadas de la periferia del neumático, las respectivas series de *flashes* de luz están desfasadas de modo que los *flashes* de luz de una unidad de *flash* se emiten en los intervalos entre los *flashes* de luz de la otra o cada una de las otras unidades de *flash*, y en donde
- la captura de las imágenes se sincroniza con la producción de los respectivos *flashes* de luz cuando las unidades de *flash* (F1, F2, F3, F4) están activadas.
- 25
2. Un método según la reivindicación 1, en donde cada unidad de *flash* (F1, F2, F3, F4), cuando se activa, produce una serie de pulsos sustancialmente idénticos separados por intervalos que son sustancialmente idénticos.
3. Un método según la reivindicación 2, en donde el dispositivo de generación de imágenes (3) captura imágenes con una frecuencia que es sustancialmente el doble de la frecuencia con la que se producen los pulsos cuando se activa una unidad de *flash*.
- 30
4. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde un sistema de control envía disparadores para emitir *flashes* desde las unidades de *flash* (F1, F2, F3, F4) y también disparadores para hacer que el dispositivo de generación de imágenes (3) capture imágenes.
- 35
5. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde un sistema de detección de velocidad detecta la velocidad del vehículo y la frecuencia con la que las unidades de *flash* (F1, F2, F3, F4) emiten *flashes* y la frecuencia con la que las imágenes son capturadas por el dispositivo de generación de imágenes (3) varía en función de la velocidad del vehículo.
- 40
6. Un método según la reivindicación 5, en donde la frecuencia con la que las unidades de *flash* (F1, F2, F3, F4) emiten *flashes* y la frecuencia con la que las imágenes son capturadas por el dispositivo de generación de imágenes (3) se sitúan en un primer valor si la velocidad del vehículo está por debajo de una velocidad predeterminada y en un segundo valor, mayor, si la velocidad del vehículo es igual o superior a la velocidad predeterminada.
- 45
7. Un método según la reivindicación 5, en donde la frecuencia con la que las unidades de *flash* (F1, F2, F3, F4) emiten *flashes* y la frecuencia con la que las imágenes son capturadas por el dispositivo de generación de imágenes (3) están directamente relacionadas con la velocidad del vehículo.
- 50
8. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo de generación de imágenes (3) captura imágenes mientras el neumático completa al menos una gran parte de una revolución completa.
- 55
9. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además generación de imágenes de al menos parte de una pared lateral del neumático usando una pluralidad de dispositivos de generación de imágenes de pared lateral distanciados longitudinalmente para capturar imágenes de una pluralidad de diferentes porciones de la pared lateral del neumático mientras el neumático gira, siendo las imágenes capturadas mientras se activan unidades de *flash* laterales distanciadas longitudinalmente para iluminar porciones de la pared lateral del neumático, estando las unidades de *flash* laterales situadas a un lado de la trayectoria de movimiento del neumático y dirigiendo la luz sobre la pared lateral del neumático longitudinal en un ángulo agudo con respecto a la trayectoria de movimiento, en donde cada unidad de *flash* lateral produce una serie de *flashes* de luz cuando se activa la unidad de *flash* lateral, estando cada *flash* de luz de la serie separado del siguiente *flash* de luz de la serie por un intervalo.
- 60
10. Un sistema para evaluar el estado de un neumático en una rueda que está montada en un vehículo, mientras el vehículo se mueve y el neumático gira y se mueve longitudinalmente a lo largo de una trayectoria de movimiento,
- 65

teniendo la periferia del neumático porciones de banda de rodadura separadas por huecos de banda de rodadura; comprendiendo el sistema:

- 5 unidades de *flash* (F1, F2, F3, F4) distanciadas longitudinalmente, situadas a un lado de la trayectoria de movimiento del neumático y que dirigen la luz en un ángulo agudo con respecto a la trayectoria de movimiento del neumático, haciendo la luz que se proyecten sombras en los huecos de banda de rodadura entre las porciones de banda de rodadura;
- 10 un dispositivo de generación de imágenes (3) dispuesto para capturar imágenes de una pluralidad de porciones diferentes de la periferia del neumático mientras el neumático gira, siendo las imágenes capturadas mientras se activan las unidades de *flash* distanciadas longitudinalmente para iluminar porciones de la periferia del neumático; y
- 15 un aparato de procesamiento de datos dispuesto para analizar las imágenes y determinar la extensión de las sombras en los huecos de banda de rodadura para proporcionar una indicación de la profundidad de los huecos de banda de rodadura;
- 20 en donde cada unidad de *flash* produce una serie de *flashes* de luz cuando se activa la unidad de *flash*, estando cada *flash* de luz de la serie separado del siguiente *flash* de luz de la serie por un intervalo; en donde, para cualquier unidad de *flash* (F1, F2, F3, F4) que se active al mismo tiempo e ilumine porciones solapadas de la periferia del neumático, las unidades de *flash* están configuradas para emitir las respectivas series de *flashes* de luz desfasadas de modo que los *flashes* de luz de una unidad de *flash* se emiten en los intervalos entre los *flashes* de luz de la otra o cada una de las otras unidades de *flash*, y en donde el dispositivo de imagen (3) está configurado para sincronizarse con la producción de los respectivos *flashes* de luz cuando se activan las unidades de *flash*.
- 25 11. El sistema de la reivindicación 10, que comprende un sistema de detección de velocidad configurado para detectar una velocidad del vehículo y una frecuencia con la que las unidades de *flash* (F1, F2, F3, F4) emiten *flashes*, en donde el dispositivo de generación de imágenes (3) está configurado para variar la frecuencia con la que se capturan las imágenes dependiendo de la velocidad del vehículo.
- 30 12. El sistema de la reivindicación 11, en donde dicha frecuencia con la que las unidades de *flash* (F1, F2, F3, F4) emiten *flashes* y dicha frecuencia con la que las imágenes son capturadas por el dispositivo de generación de imágenes (3), se sitúan en un primer valor si la velocidad del vehículo está por debajo de una velocidad predeterminada y en un segundo valor, mayor, si la velocidad del vehículo es igual o superior a la velocidad predeterminada.
- 35 13. El sistema de la reivindicación 11, en donde dicha frecuencia con la que las unidades de *flash* emiten *flashes* y dicha frecuencia con la que las imágenes son capturadas por el dispositivo de generación de imágenes (3) están directamente relacionadas con la velocidad del vehículo.





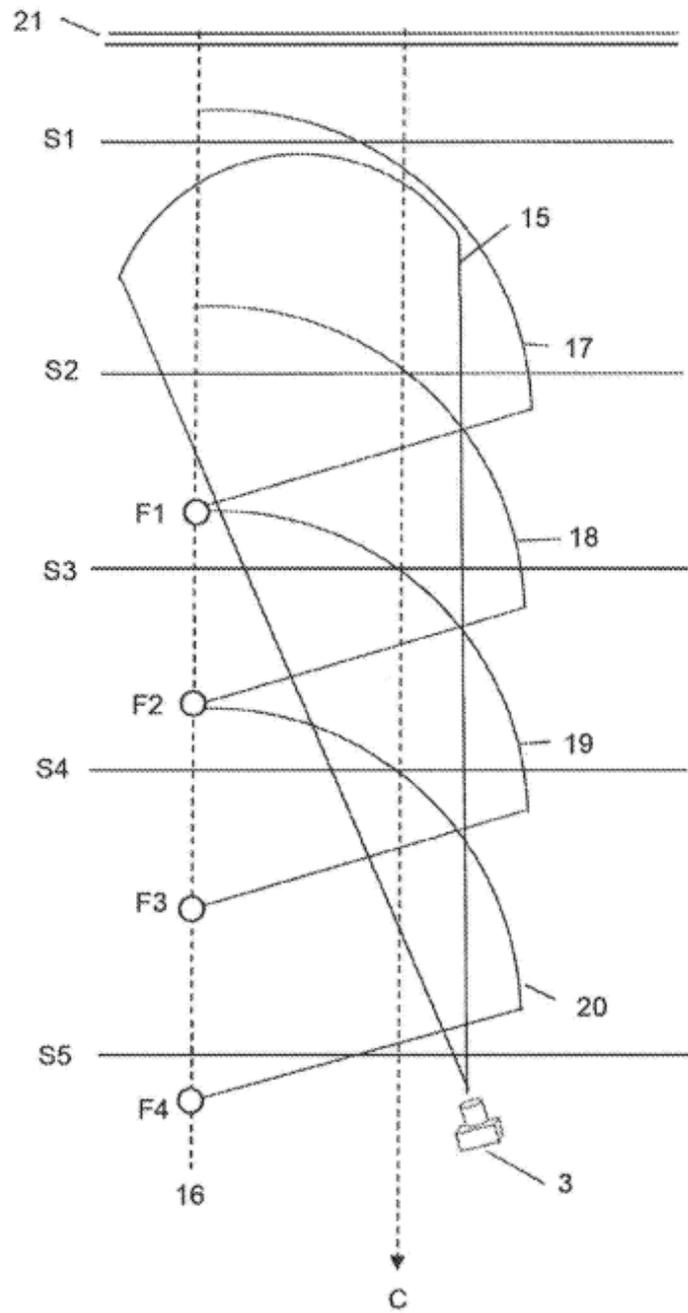


Figura 8

Figura 9

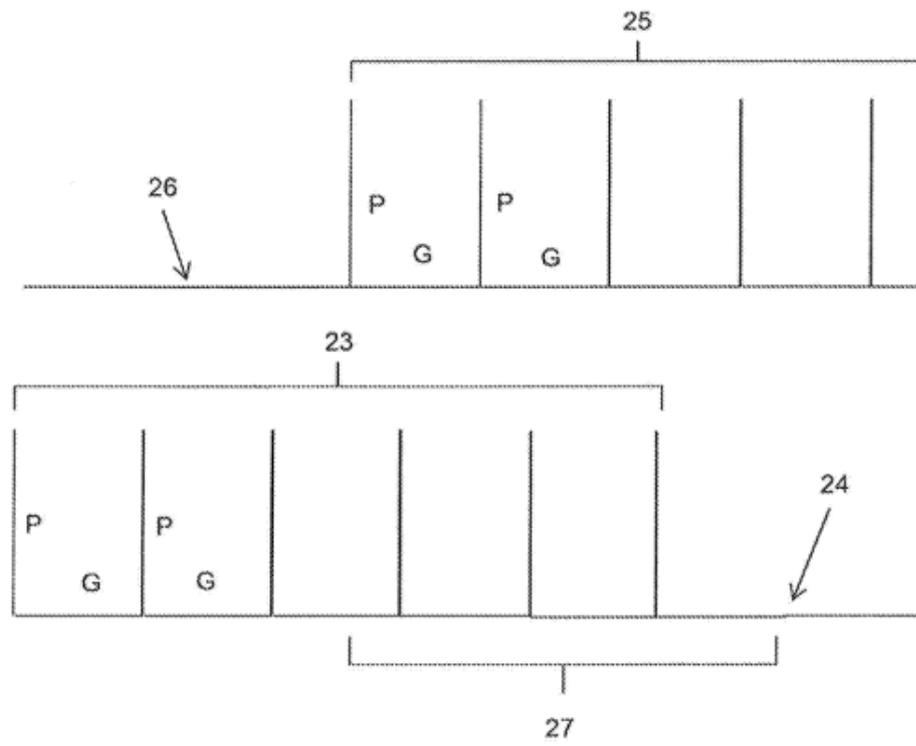
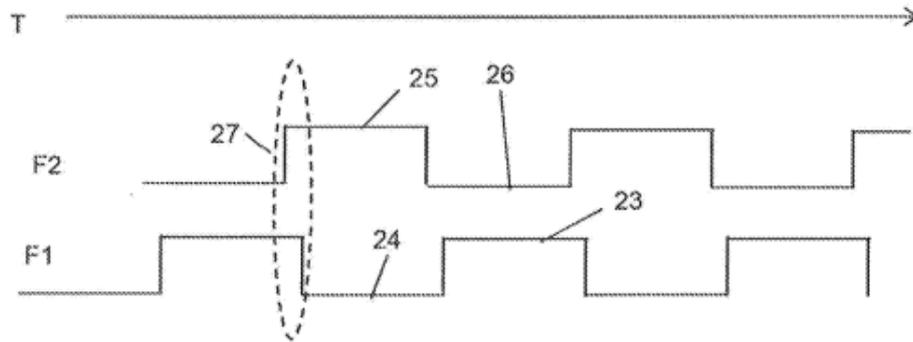


Figura 10

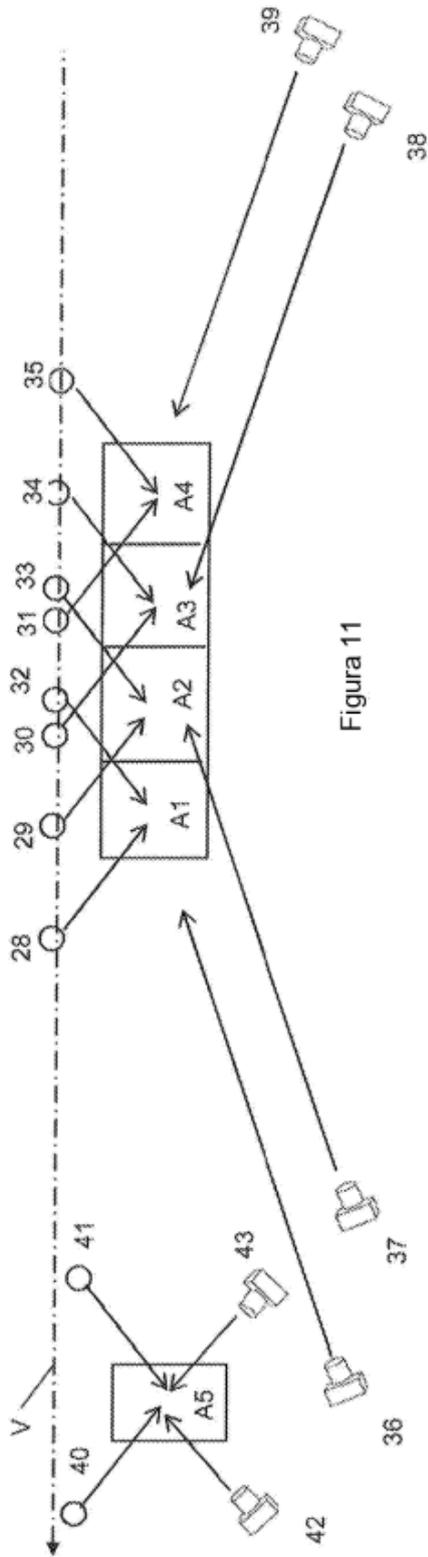


Figura 11

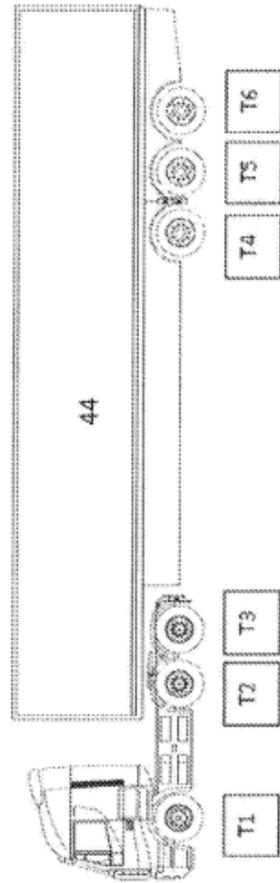


Figura 12

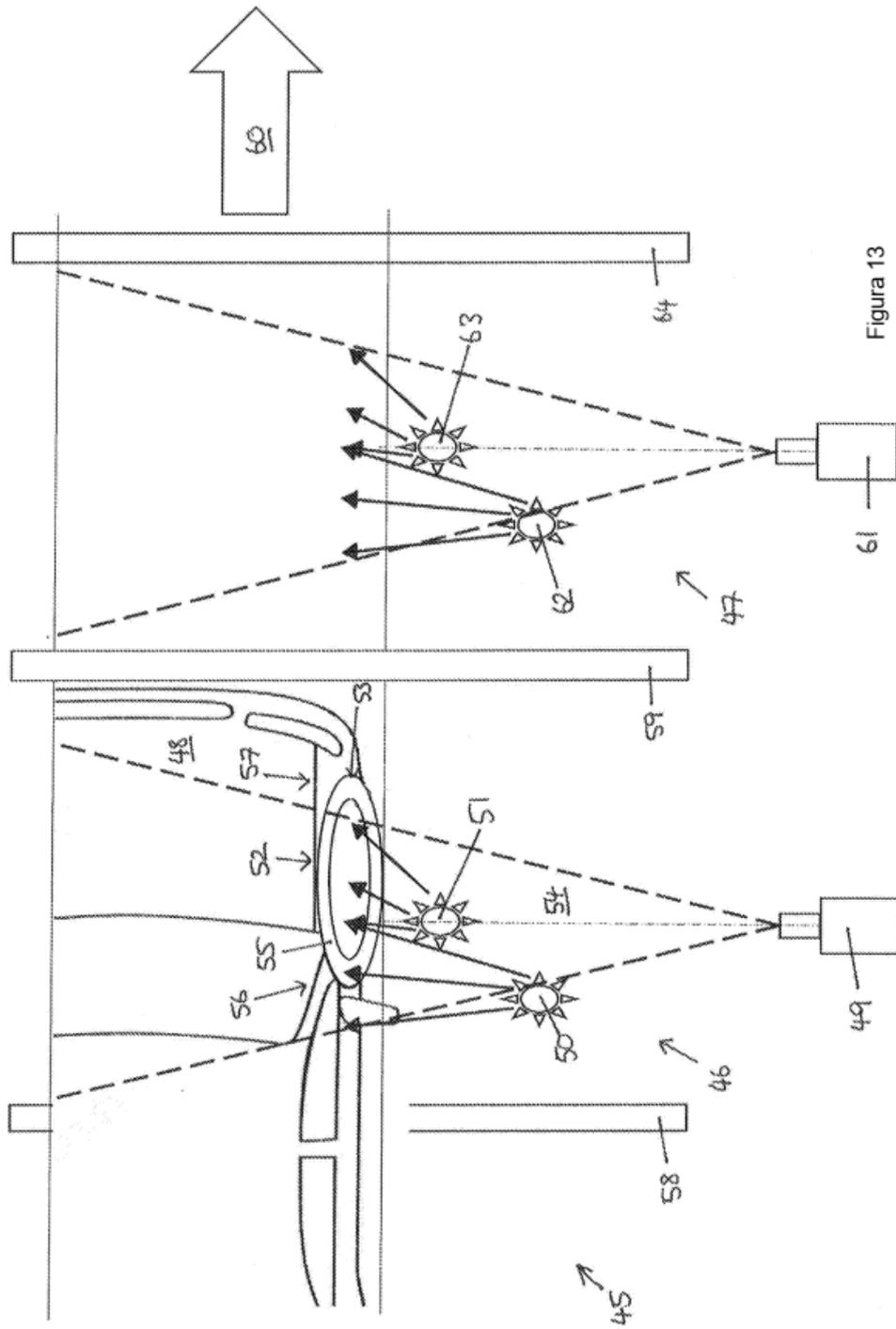


Figura 13

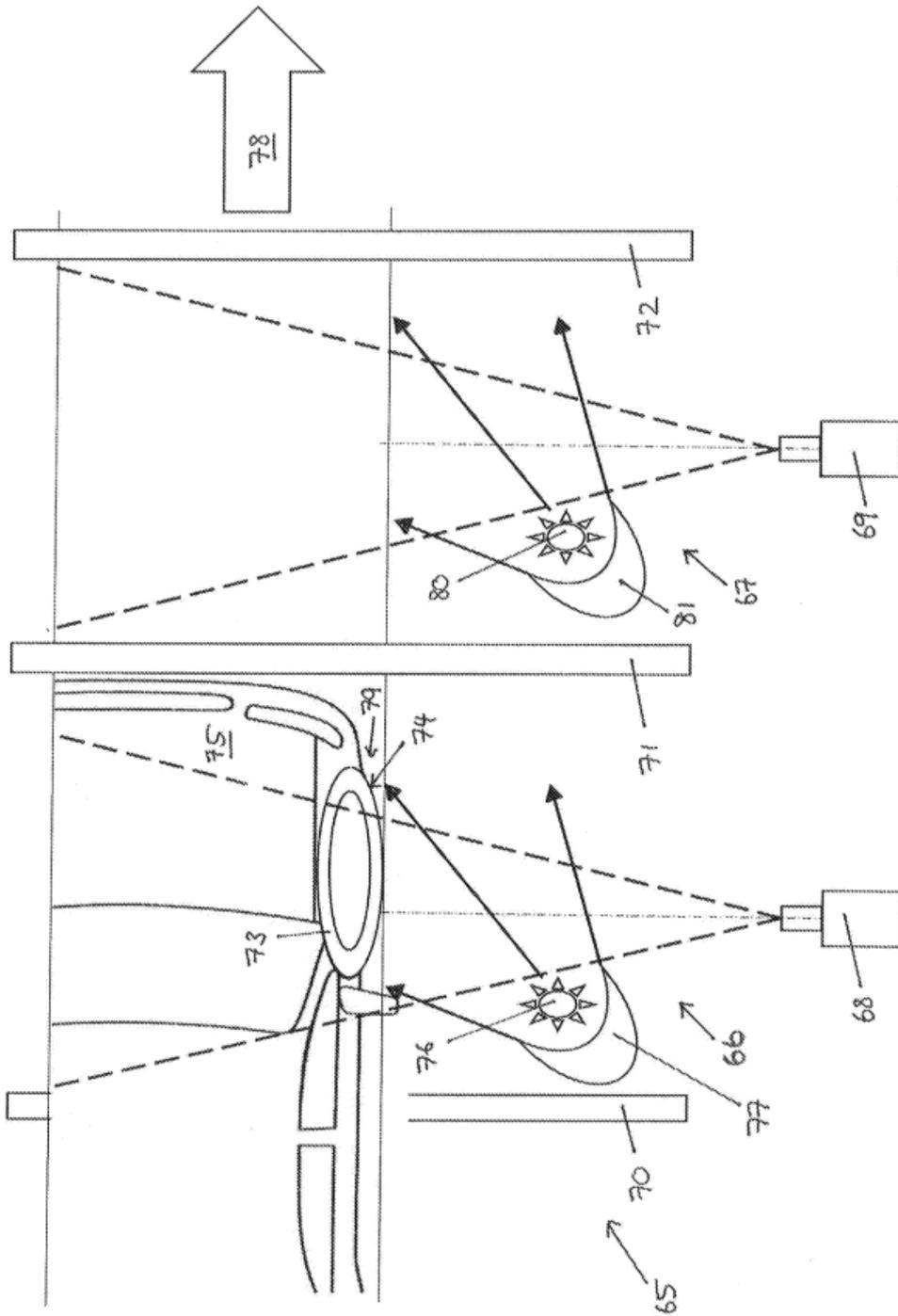


Figura 14

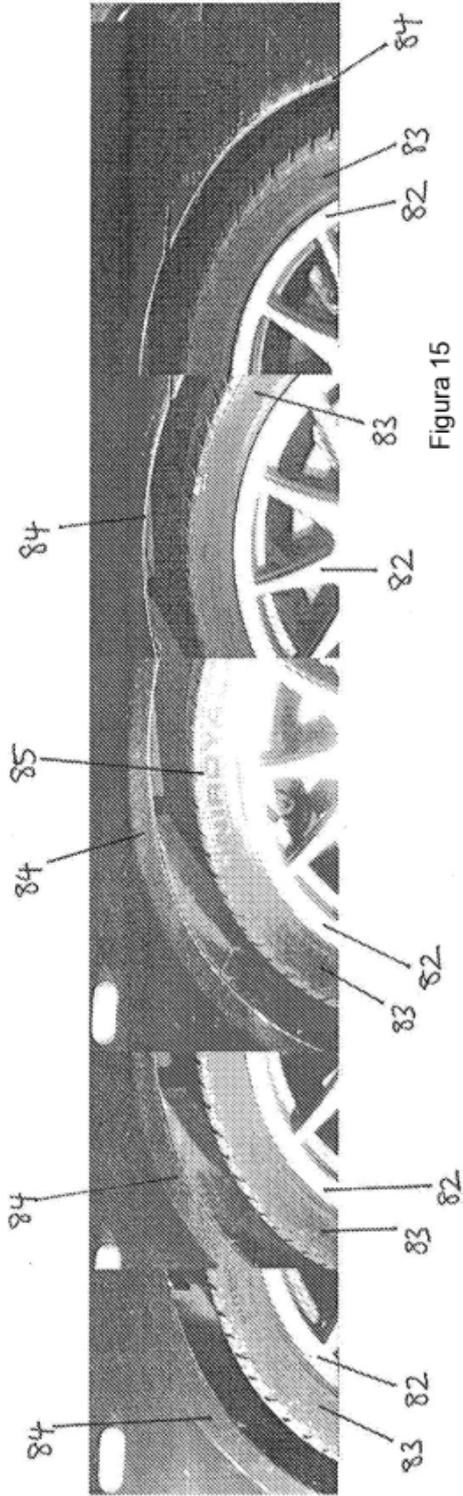


Figura 15

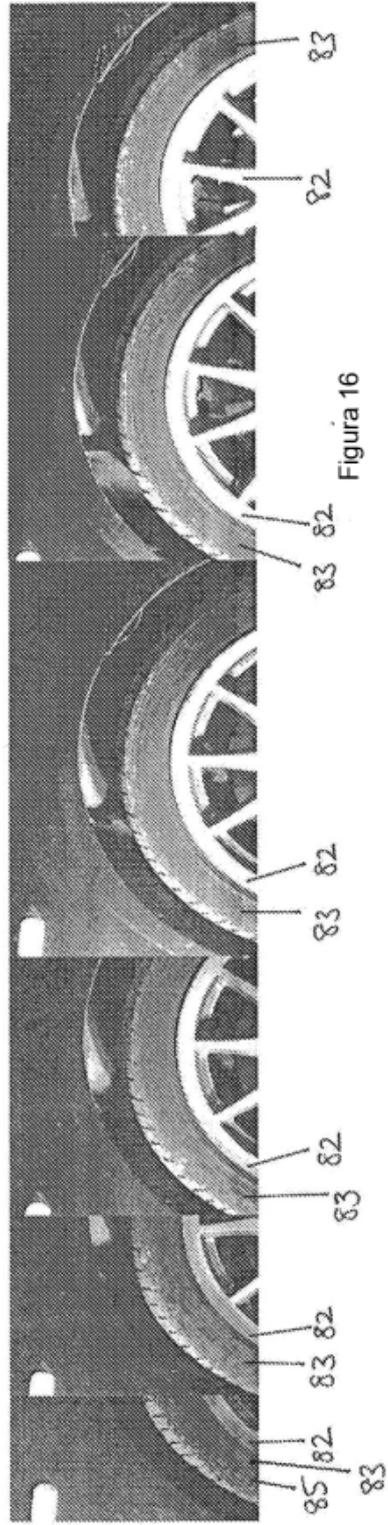


Figura 16

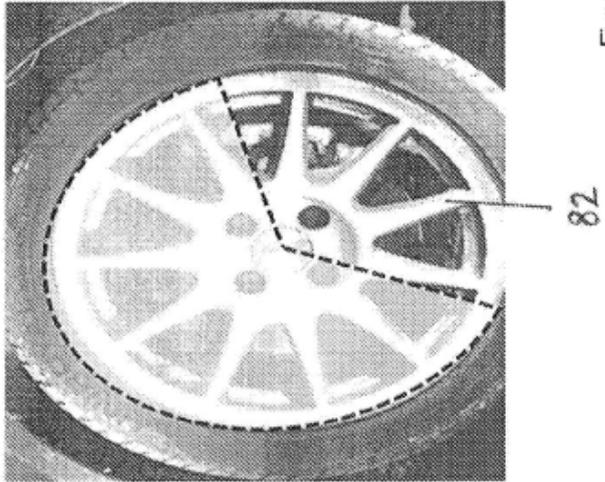
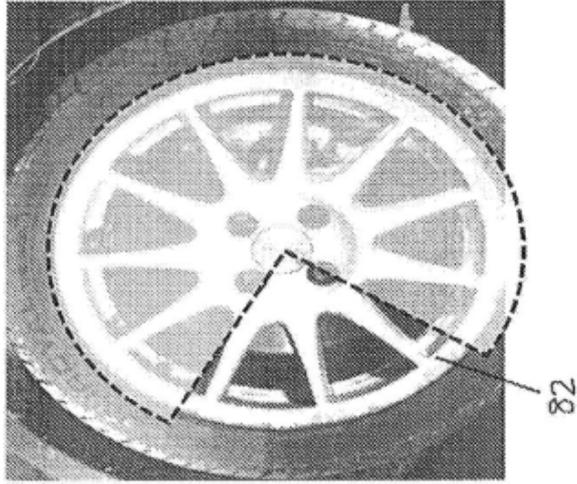


Figura 17

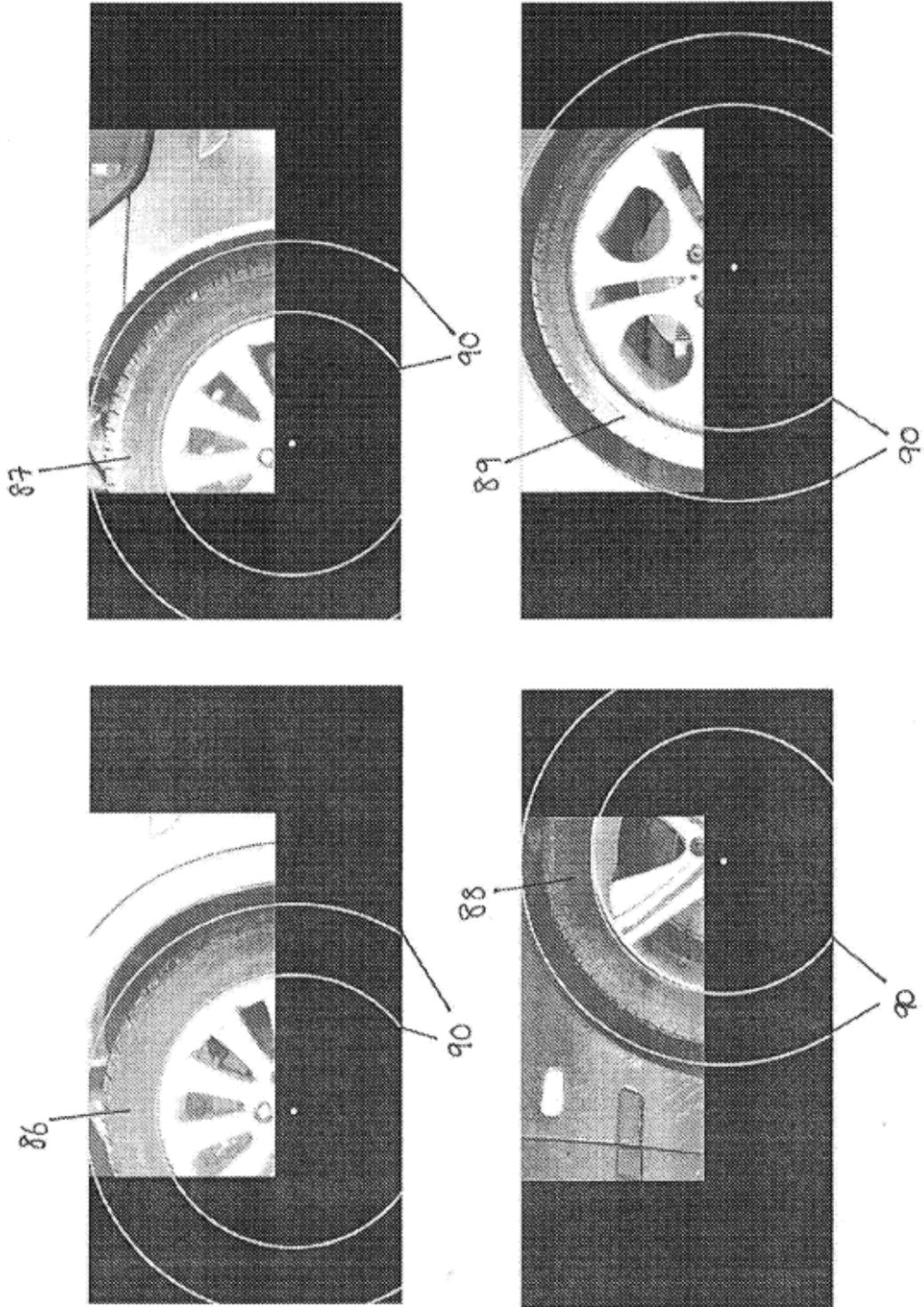


Figura 18

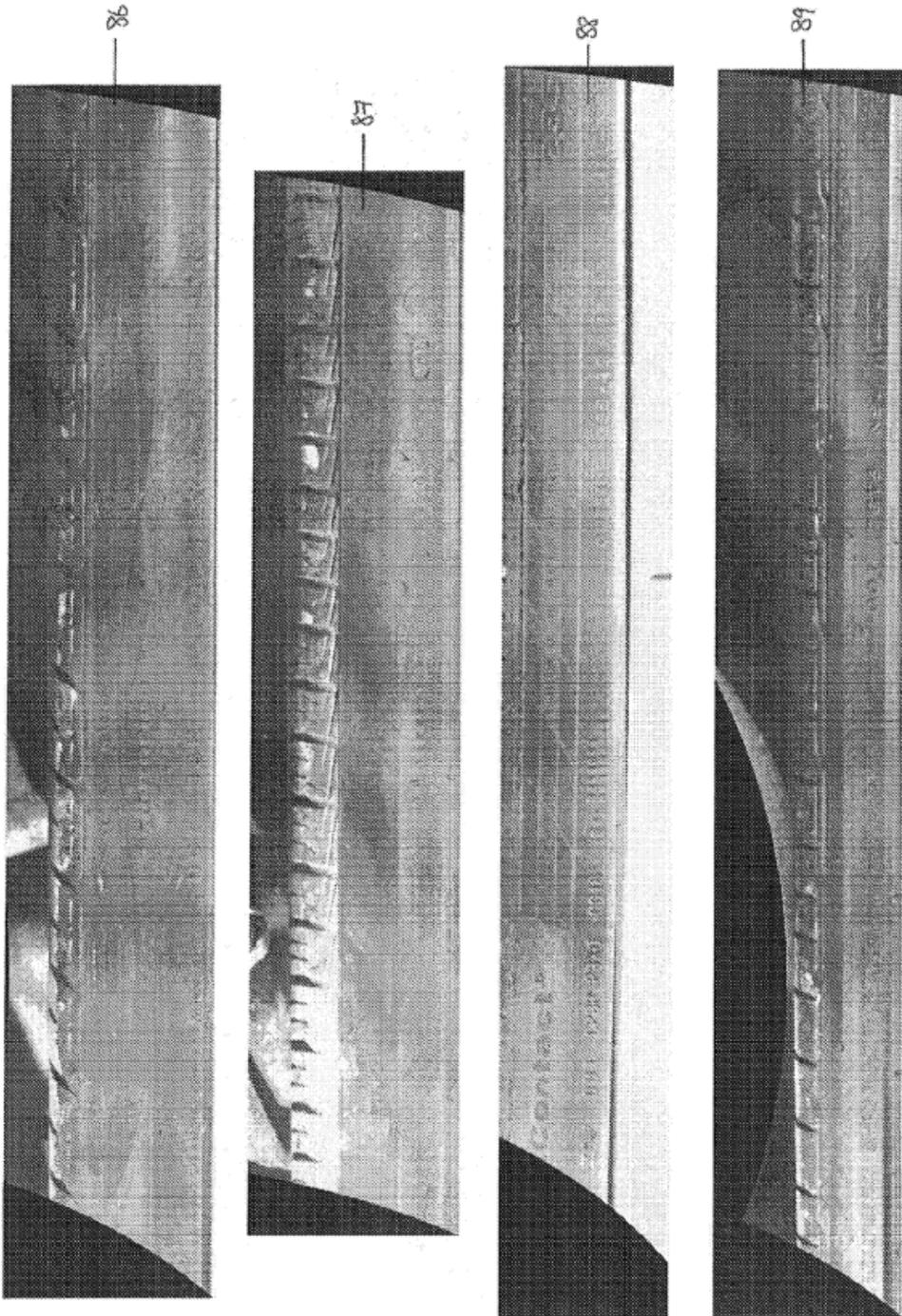


Figura 19

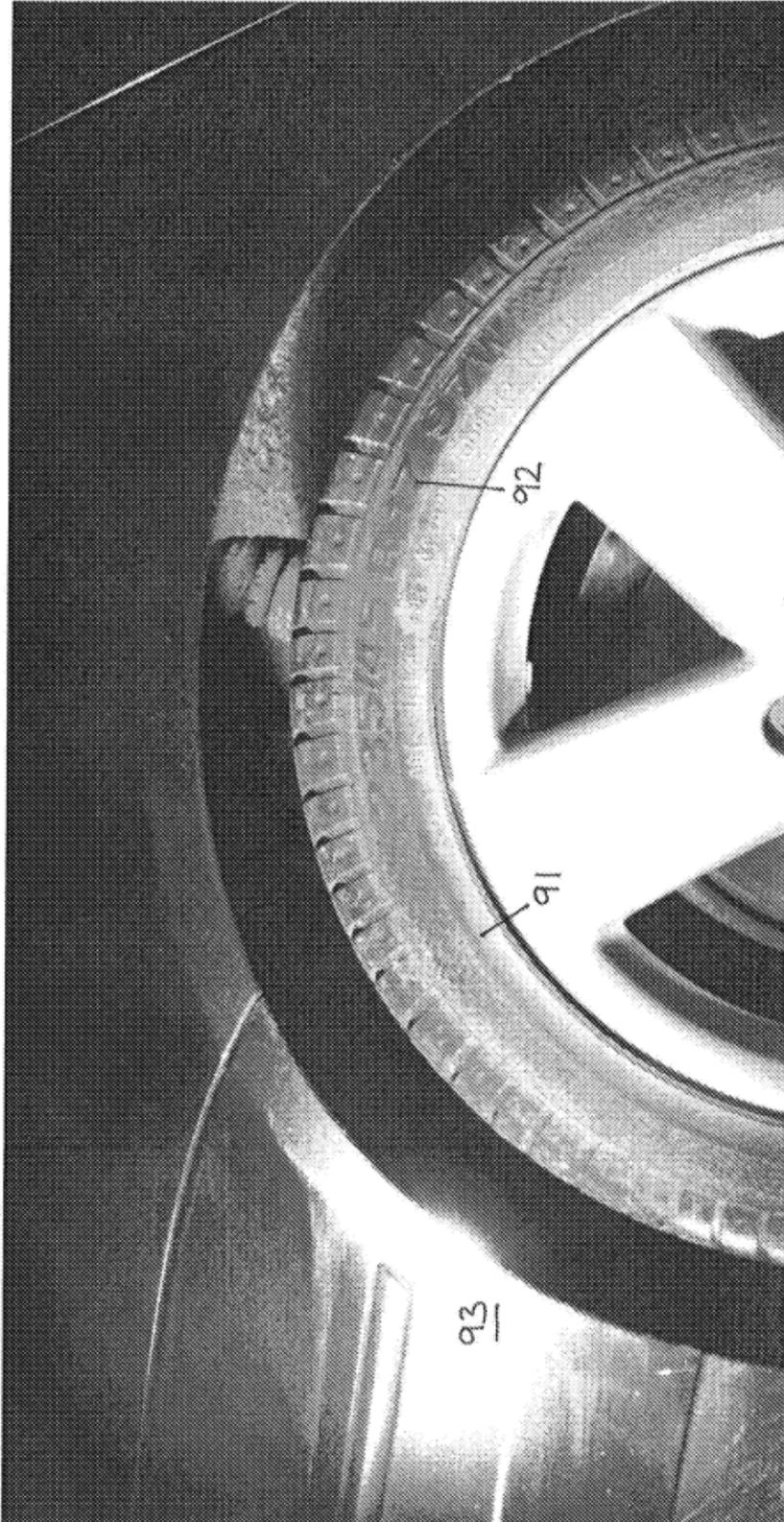


Figura 20

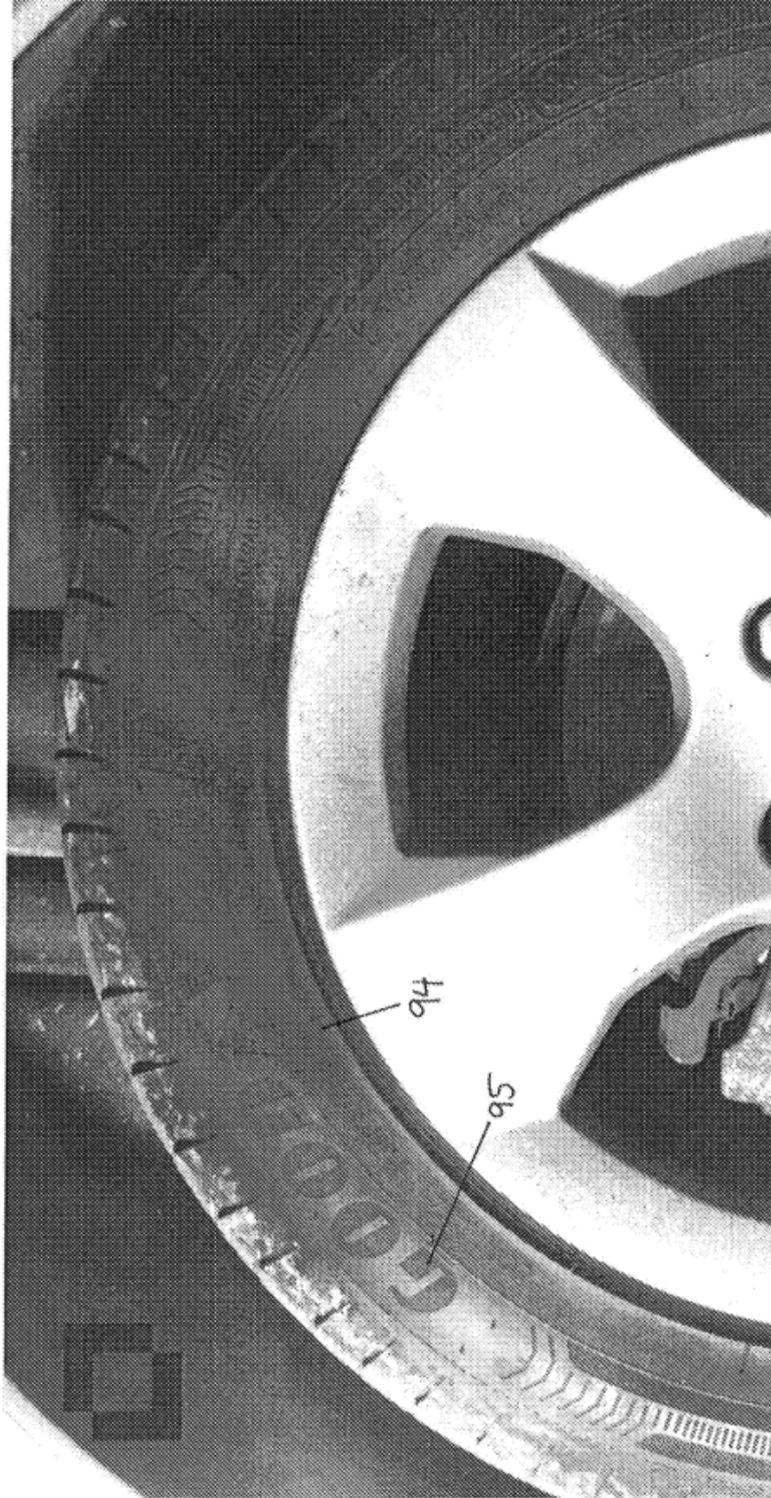


Figura 21

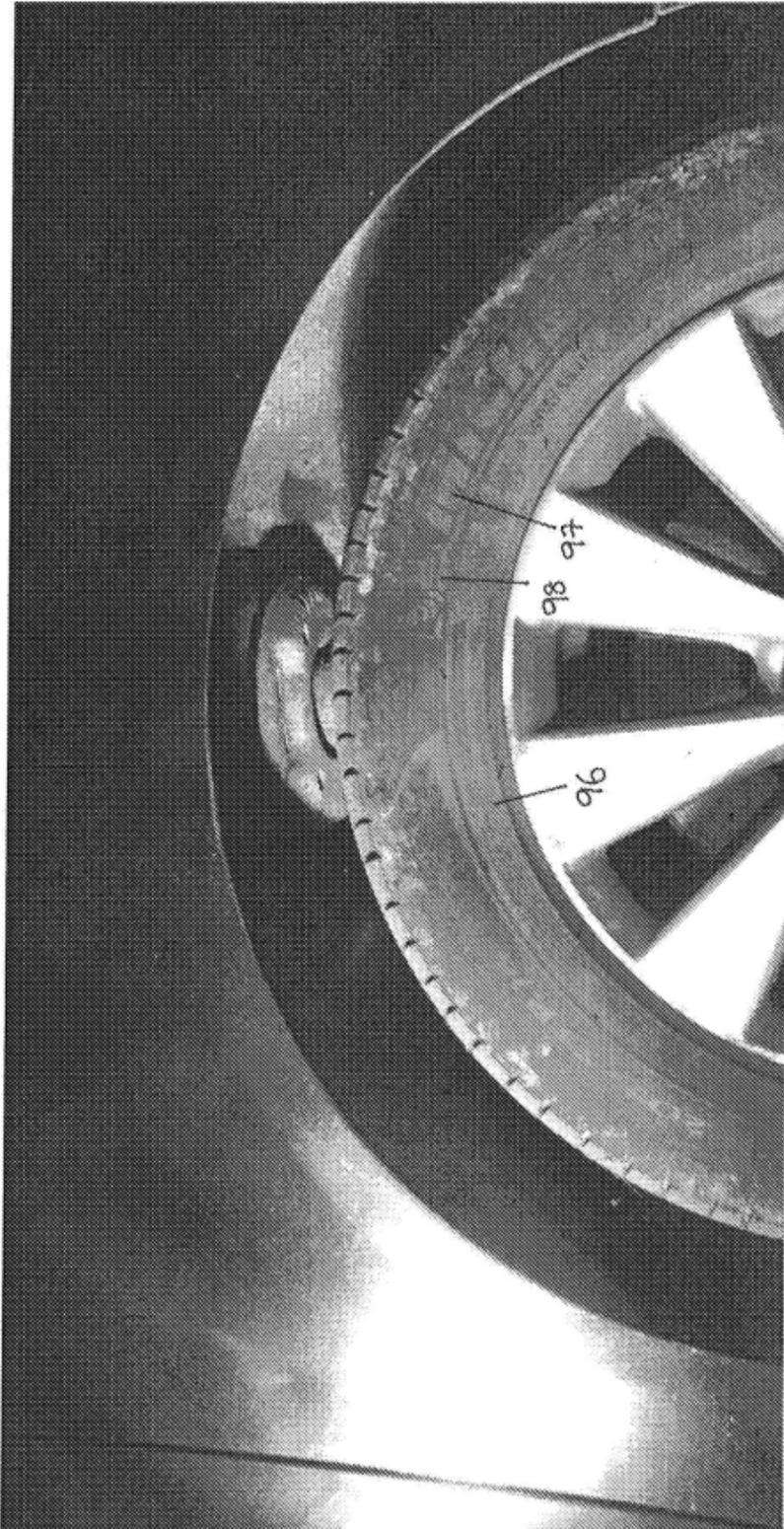


Figura 22

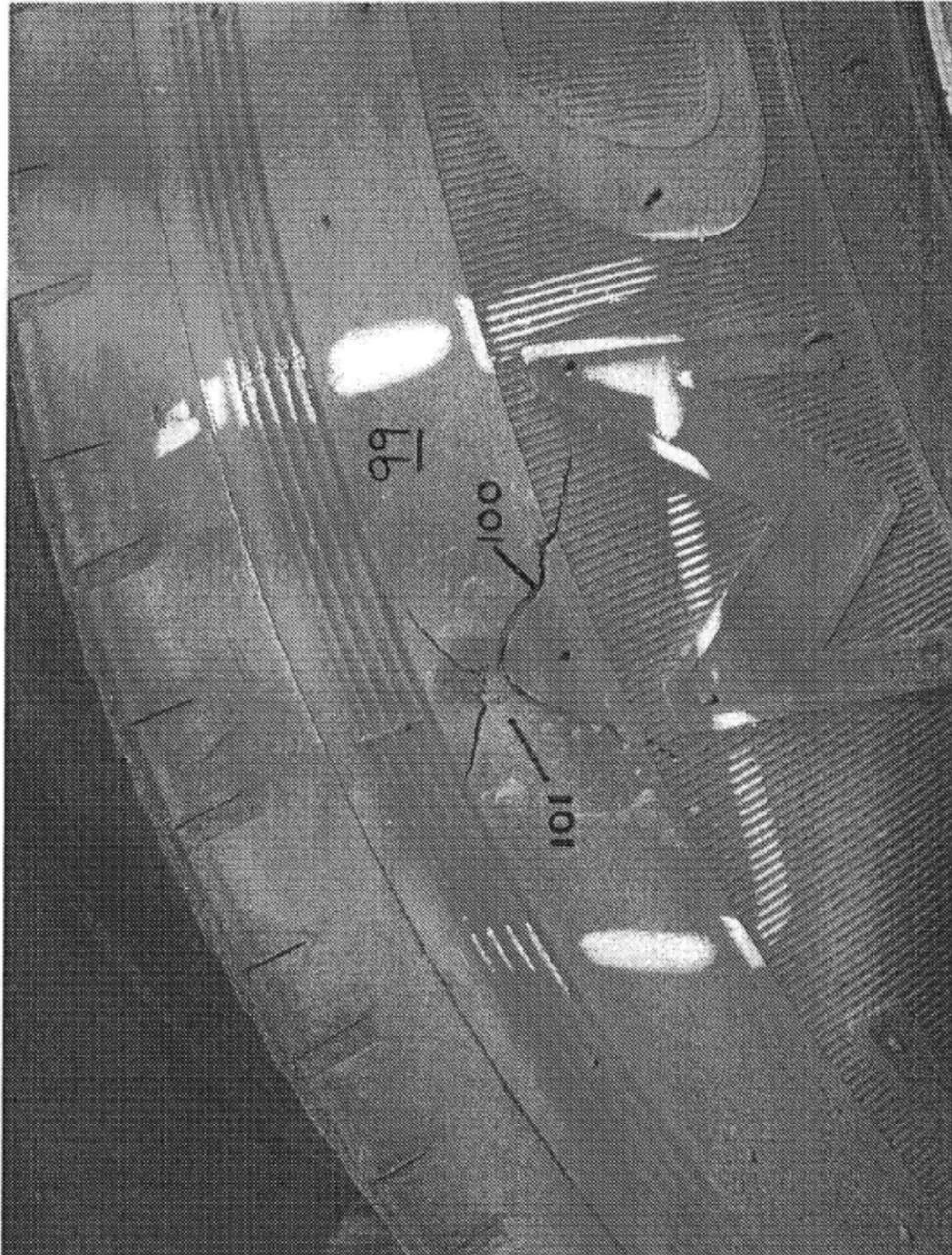


Figura 23

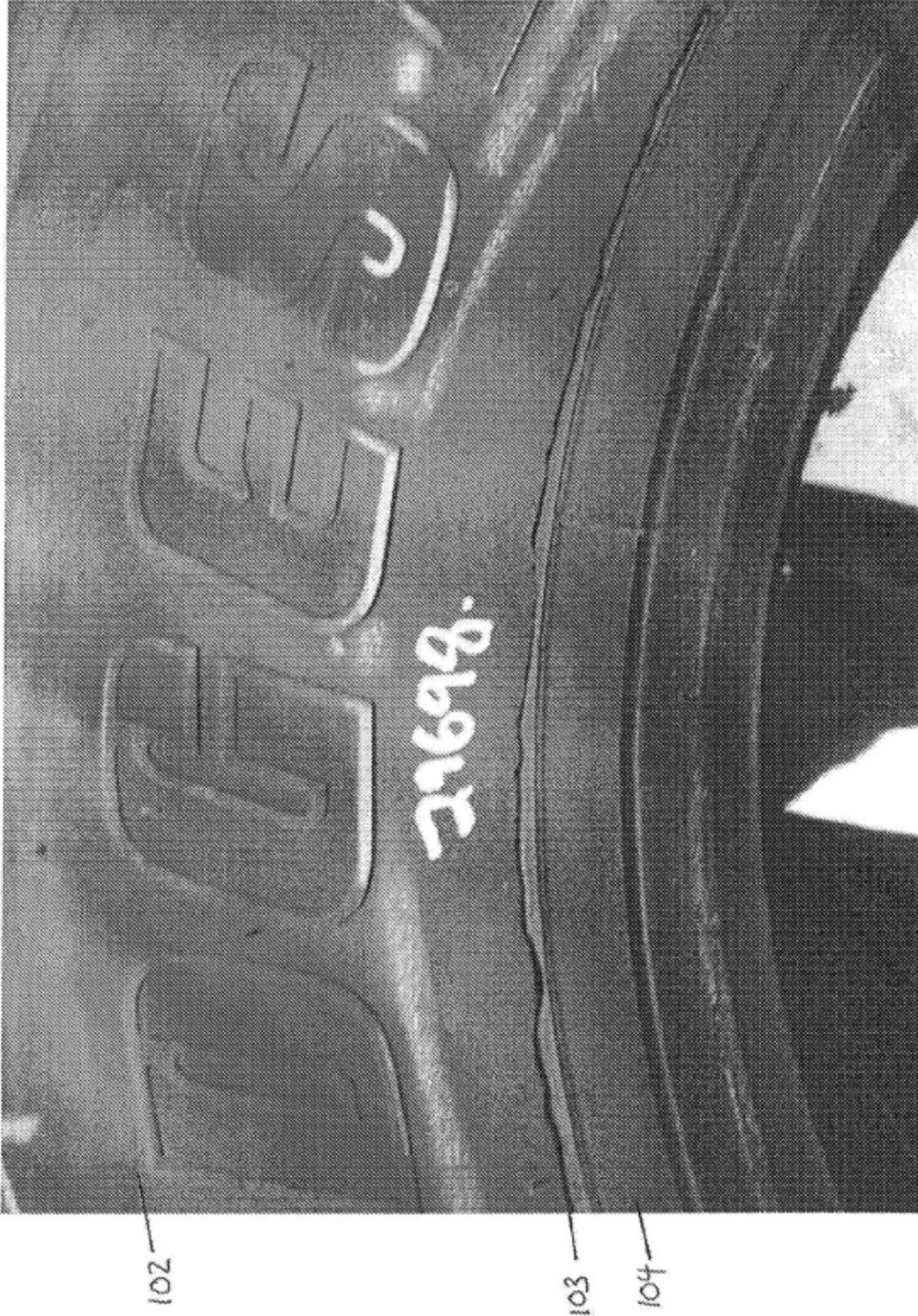


Figura 24



Figura 25



Figura 26