

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 791 876**

51 Int. Cl.:

G01B 11/22 (2006.01)

B60C 11/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.01.2015 PCT/GB2015/050176**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.07.2015 WO15110841**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2015 E 15702304 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2020 EP 3100001**

54 Título: **Método y aparato para determinar la profundidad de la rodadura del neumático y/o el estado del neumático**

30 Prioridad:

27.01.2014 GB 201401352

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

06.11.2020

73 Titular/es:

**PRE-CHASM RESEARCH LIMITED (100.0%)
44 Hawthorn Road
Hale, Cheshire WA15 9RG, GB**

72 Inventor/es:

RHOADES, ANTHONY DAVID GEORGE

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 791 876 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 aparato para determinar la profundidad de la rodadura del neumático y/o el estado del neumático

Esta invención se refiere a la determinación de la profundidad de la rodadura del neumático y del estado del neumático.

5 Los neumáticos de vehículos están sujetos a desgaste y daños. Los neumáticos gastados o dañados pueden ser peligrosos en los vehículos de carretera, y los neumáticos se revisan en una inspección de rutina, tal como la prueba anual del Ministerio de Transporte (MOT) del Gobierno Británico. Los neumáticos que no tienen una profundidad mínima de la rodadura prescrita no pasarán la prueba. El control anual, sin embargo, significa que el neumático podría haberse desgastado y ser peligroso durante algunos meses antes.

10 Por supuesto, es responsabilidad del propietario del vehículo mantenerlo, y particularmente sus neumáticos, en condiciones seguras y aptas para circular. La condición de los neumáticos y, a menudo, el inflado de los neumáticos, a menudo se pasan por alto o no se revisan con suficiente frecuencia. Los neumáticos gastados o dañados están implicados en alrededor del 50% de las lesiones graves o mortales en la carretera.

15 Los medidores de profundidad de la rodadura son fácilmente disponibles. Comprenden una sonda deslizante en un cilindro. La sonda se inserta en un surco del neumático y el cilindro avanza hasta que su extremo está en contacto con la rodadura. La profundidad de la rodadura se lee desde una escala, que en algunos casos está en el otro extremo de la sonda que se proyecta desde el otro extremo del cilindro. Tal medidor se usa mejor cuando el vehículo está en una rampa o cuando la rueda está fuera del vehículo, de modo que se pueda inspeccionar todo el ancho y la circunferencia: los neumáticos a menudo están sujetos a un desgaste desigual debido al seguimiento defectuoso o la alineación de las ruedas. Usar tales medidores cuando el vehículo está en la carretera con mayor frecuencia significa arrodillarse, ponerse en cuclillas o incluso tumbarse en el suelo, y aun así solo una pequeña parte de la mayoría de los neumáticos estará disponible para su inspección.

20 Se han hecho otras propuestas para la inspección de neumáticos, algunas implican hacer una imagen a partir de iluminación de luz estructurada que se puede analizar para proporcionar información del contorno de la superficie del neumático a partir de la cual se puede calcular la profundidad de la rodadura. La imagen se puede tomar a lo ancho del neumático para detectar un desgaste desigual. Una de esas propuestas tiene la disposición de imagen en una superficie de la carretera.

25 Sin embargo, no hay una disposición disponible para que la medición de la profundidad de la rodadura del neumático y la inspección de daños se puedan realizar de manera fácil y objetiva si el neumático está dentro o fuera de un vehículo y las observaciones y mediciones registradas, que estarían disponibles para los propietarios de vehículos para monitorización regular o a las agencias de aplicación de la ley para verificaciones puntuales en vehículos estacionados.

30 El documento WO2013/156212 se refiere a un método para determinar la profundidad de la rodadura de la rodadura del neumático de un vehículo, en donde se proporciona al menos un indicador de desgaste en la rodadura y tiene al menos una incisión, que corre en la dirección radial y la longitud de la cual es visible en el exterior de la rodadura, que se acorta de manera definida con el desgaste creciente y tiene al menos dos marcas de referencia, la distancia mutua entre la cual permanece constante y visible sobre el desgaste de la rodadura.

35 La presente invención proporciona una medición rápida y simple realizada en un instrumento que está fácilmente disponible tanto para automovilistas como para agencias de cumplimiento.

40 La invención proporciona un método para evaluar la profundidad de la rodadura del neumático y/o el estado del neumático de acuerdo con la reivindicación 1. Realizaciones preferidas se proporcionan en las reivindicaciones dependientes.

45 La invención también comprende un aparato para evaluar la profundidad de la rodadura del neumático y/o el estado del neumático que comprende instrumentación portátil de acuerdo con la reivindicación 12. Realizaciones preferidas se proporcionan en las reivindicaciones dependientes.

La instrumentación puede comprender un equipo de comunicación portátil tal como un teléfono móvil que puede comprender un teléfono inteligente que incluye una cámara. Sin embargo, se puede usar un dispositivo de imágenes separado junto con un teléfono inteligente. Dicho dispositivo de imagen separado puede comprender una cámara que puede comunicarse con el teléfono inteligente como por Wi-Fi.

50 El teléfono inteligente puede cargarse con una aplicación que controla o dirige el control de una cámara, ya sea una cámara de teléfono inteligente incorporada o una cámara auxiliar, para tomar una imagen o imágenes prescritas. La aplicación puede contener un software de análisis de imágenes que puede evaluar la profundidad de la rodadura y el estado de los neumáticos a bordo del teléfono inteligente y/o comunicar datos de imágenes a un ordenador remoto adaptado para realizar dicha evaluación y comunicar la evaluación al teléfono inteligente.

El software de ordenador puede estar comprendido en una aplicación para un teléfono inteligente con cámara adaptada para analizar imágenes hechas usando la cámara del teléfono inteligente.

5 Sin embargo, una aplicación de teléfono inteligente puede controlar un proceso de formación de imágenes de la rodadura del neumático, cuyas imágenes pueden analizarse en un ordenador remoto, las cuales pueden enviarse desde el teléfono inteligente a través de una red.

Sin embargo, de manera ventajosa, el control y el análisis de imágenes se llevan a cabo en un teléfono inteligente, para generar un informe instantáneo de la profundidad de la rodadura del neumático.

Por 'control de imagen' se entiende uno o más de:

La prescripción de cómo se debe tomar una imagen o imágenes puede incluir:

- 10
- prescribir una secuencia de formación de imágenes
 - prescribir un modo de formación de imagen
 - prescribir una distancia formación de imagen y/u orientación

Establecer un modo de formación de imagen de cámara puede incluir:

- 15
- configurar controles de apertura y velocidad de obturación
 - configurar para exposición única o múltiple
 - configurar para foto o vídeo
 - establecer un modo de escaneo

La configuración de un modo de *flash* puede incluir:

- 20
- configurar para un solo *flash* o *flash* múltiple
 - establecer un perfil de intensidad/tiempo de *flash*

Los métodos que pueden usarse para medir la profundidad de la rodadura incluyen:

- 25
- formar una imagen estéreo al tomar dos o más imágenes de ubicaciones de cámaras espaciadas a través del ancho del neumático, utilizando triangulación u otros métodos de extracción de profundidad
 - utilizar luz estructurada, como proyectando, desde el *flash* incorporado o un iluminante auxiliar, una línea a través de la rodadura desde una posición desplazada del eje del lente de la cámara y calculando la profundidad de la rodadura a partir del desplazamiento observado
 - utilizar luz modulada, como al iluminar la rodadura, desde el *flash* incorporado o un iluminante auxiliar, con una intensidad de iluminación variable en el tiempo
 - utilizar análisis de imágenes que incluyen detección de bordes y características para detectar indicadores de desgaste, presencia/ausencia de surcos de diferentes profundidades en patrones de la rodadura conocidos
 - utilizar la información del tiempo de vuelo, detectando la diferencia en el tiempo necesario para que la luz se refleje desde la superficie del neumático y la base de un surco
- 30

La invención, en un aspecto, comprende un método para inspeccionar un neumático, que comprende formar una imagen de cámara digital de un área de la rodadura y someter la imagen a análisis de imagen para dar una indicación del estado del neumático.

35

La imagen puede contener información tridimensional. Cuando la condición del neumático que requiere una indicación involucra la profundidad de la rodadura, la imagen puede ser tal que contiene información tridimensional a partir de la cual se puede estimar la profundidad de la rodadura. Sin embargo, hay otros posibles indicadores de desgaste de la rodadura.

40 La mayoría de los neumáticos, si no todos, tienen indicadores incorporados de desgaste de la rodadura, tierras elevadas de goma dura moldeadas en la base de cada surco, en su mayoría 1,6 mm pero a veces 2 mm sobresale de la base del surco. No se notan mucho en un neumático nuevo porque están bien dentro del surco, pero a medida que la rodadura se desgasta, se vuelven más visibles. Cuando están nivelados con la superficie de la rodadura, la profundidad de la rodadura es de 1,6 mm o, según el caso, de 2 mm, generalmente se considera que el neumático en

cuestión es seguro y, de hecho, como límite legal, se fusionan con la superficie de la rodadura. Sería una cuestión relativamente simple hacer que los indicadores de desgaste sean más útiles al pisarlos a, digamos, intervalos de 2 mm.

5 La detección de bordes en el análisis de imágenes de una imagen digital de un área de la rodadura que incluye un indicador de desgaste de la rodadura revelará un borde de surco cuando el indicador está debajo de la superficie de la rodadura, pero no cuando está nivelado con esta. La presencia del indicador puede revelarse al detectar sus bordes transversales.

10 Se puede detectar mucho más a partir de una imagen digital mediante análisis de imagen, incluso si la imagen no incluye un indicador de desgaste de la rodadura. Los neumáticos tienen un número de tipos diferentes de surcos con diferentes profundidades. Los surcos principales, que rodean completamente el neumático, son los más profundos, pero hay otros surcos en las tierras entre los surcos principales que no son tan profundos. Cuando el neumático se desgasta hasta el nivel de los surcos más superficiales, dejará de ser recogido por una rutina de detección de bordes en un procedimiento de análisis de imágenes. La comparación de la imagen contra una imagen de un neumático sin
15 desgaste indicará inmediatamente que el neumático se ha desgastado al menos hasta la profundidad de ese surco en particular. Esto puede ser tolerable para los surcos menos profundos, pero si los surcos que se extienden hasta la profundidad legal mínima de la rodadura se borran, se puede deducir que el neumático es ilegal e inseguro.

20 Hay un número finito de fabricantes de neumáticos, cada uno de los cuales produce un rango limitado de neumáticos con patrones de la rodadura individuales. Las imágenes de cada dibujo de la rodadura se pueden almacenar en una base de datos y la imagen de una cámara se puede comparar con las imágenes de la base de datos para encontrar la mejor coincidencia. Si hay neumáticos que no tienen surcos apropiados para este enfoque, se pueden identificar comparando la imagen con las imágenes en la base de datos, y se adopta un enfoque diferente para la evaluación del estado de los neumáticos. Sin embargo, no debería ser demasiado difícil persuadir a todos los fabricantes de neumáticos para que incluyan surcos críticos en todos los patrones de la rodadura, ya que no debería afectar negativamente el rendimiento de los neumáticos y debería alentar a los automovilistas a cambiar sus neumáticos antes
25 de lo que podrían haberlo hecho.

El procesamiento de imágenes puede implicar cambiar el tamaño, lo que permite la distancia de la rodadura de la cámara, los niveles de luz, el ángulo de visión y la distancia de visualización, la limpieza de la imagen para 'eliminar' la suciedad de los surcos, entre otras cosas.

30 Ya sea que se pueda obtener o no información de la profundidad de la rodadura a partir del indicador de desgaste o la observación de ausencia de surco, existen métodos directos para evaluar la profundidad del surco de una imagen de cámara. Si, por ejemplo, el lente de la cámara está situado en el centro del ancho de la rodadura, la información de profundidad sobre los surcos de los bordes se puede calcular mediante trigonometría, siempre que, por supuesto, el lente pueda ver la parte inferior del surco. Sin embargo, si dada una cierta geometría, el lente no puede ver el fondo de ningún surco, mientras que la profundidad de la rodadura puede no ser calculable, se puede inferir que la
35 profundidad de la rodadura es adecuada. Una vista tangencial permite calcular fácilmente la profundidad de la rodadura a partir del ancho conocido del surco. Se pueden tomar dos o más imágenes desde diferentes posiciones.

Además de la profundidad de la rodadura, también se puede determinar la presión de los neumáticos, al menos en la medida en que un neumático desinflado se pueda distinguir de uno inflado adecuadamente. El análisis de imágenes puede distinguir un neumático inflado por debajo de un neumático de referencia midiendo la protuberancia lateral.

40 De esta forma, se puede usar una cámara digital simple para capturar la imagen, y esa cámara puede ser una ya incorporada en un teléfono inteligente, que se puede adaptar cargando una aplicación para realizar el cálculo necesario, comunicar una imagen o un conjunto de imágenes, a una instalación de ordenador remoto donde se puede hacer una comparación con una base de datos y hacer cualquier otra cosa que se requiera. La aplicación también puede indicar qué imágenes se deben tomar, especificando las posiciones y la orientación de la cámara. La
45 comparación también se podría hacer utilizando la potencia informática del teléfono inteligente.

Como ya se mencionó, es posible usar una cámara digital que tenga funcionalidad Wi-Fi junto con un teléfono inteligente, de modo que el teléfono inteligente pueda controlar la cámara o al menos descargar imágenes hechas por la cámara. Los lentes 3D están disponibles para al menos algunas cámaras digitales, y la información de profundidad se puede extraer fácilmente de las imágenes tomadas con una. El teléfono inteligente se puede adaptar para
50 comunicarse con una licencia u otra autoridad para registrar un delito sobre el cual se puede contactar al propietario del vehículo, y se puede usar junto con, por ejemplo, la máquina que emite el boleto de un guardia de tráfico para emitir un boleto apropiado, que pueden variar desde una advertencia de que un neumático está desgastado ilegalmente, o casi, y debe cambiarse, lo que puede requerir pruebas dentro de un límite de tiempo dado de que esto se ha hecho, hasta una multa en el acto o un aviso de enjuiciamiento previsto. También puede comunicarse con una
55 compañía de seguros que puede, en una situación particular, una póliza de prima reducida, requerir actualizaciones regulares o bajo demanda de la condición de los neumáticos.

Para el uso de guardia de tráfico, se puede proporcionar una vara, adaptada para sostener un teléfono inteligente u otro dispositivo de imágenes cerca del nivel del suelo, y esto puede incluir medios para operar el dispositivo de imágenes de forma remota.

5 Una aplicación puede ser descargada por cualquier propietario de vehículo que desee una forma fácil de monitorizar el estado de los neumáticos. En tal caso, la comunicación con una base de datos puede ser innecesaria: un vehículo tiene solo unos pocos neumáticos, incluso un vehículo comercial e, incluso si hay cuatro o veinte neumáticos diferentes, la aplicación podría tener su propia mini base de datos en el teléfono de imágenes de comparación que cubren todos los neumáticos del vehículo. Esto tendría que actualizarse, por supuesto, cuando se cambiaran los neumáticos.

10 Los métodos y aparatos para evaluar la profundidad de la rodadura del neumático y/o el estado del neumático de acuerdo con la invención se describirán ahora con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

Figura 1 es una imagen de un área de buena rodadura del neumático que incluye un indicador de desgaste;

Figura 2 es una sección en la línea II - II de la figura 1;

Figura 3 es una imagen de un área similar que indica un desgaste inaceptable de los neumáticos;

15 Figura 4 es una imagen de un área de buena rodadura del neumático con surcos de profundidad graduados;

Figura 5 es una imagen de un área similar que indica el desgaste de los neumáticos;

Figura 6 es una imagen de una rodadura profunda con una línea proyectada;

Figura 7 es una imagen como la figura 6, de una rodadura poco profunda;

Figura 8 es una imagen de una rodadura profunda iluminada con haces cónicos circulares proyectados;

20 Figura 9 es una vista de una vara utilizada para colocar un teléfono inteligente u otra cámara a nivel del suelo para obtener imágenes de la rodadura de un neumático;

Figura 10 es un diagrama de flujo que muestra una secuencia de pasos para evaluar la profundidad de la rodadura del neumático y la condición del neumático.

25 Los dibujos ilustran un método para evaluar la profundidad de la rodadura del neumático y/o el estado del neumático tomando y analizando una imagen de cámara o imágenes de un neumático usando instrumentación portátil. En las figuras 1 a 8 se muestran imágenes a partir de las cuales se puede evaluar la profundidad de la rodadura del neumático y/o el estado del neumático.

30 Las figuras 1 a 3 ilustran el uso de un indicador 11 de desgaste de la rodadura, que es un área elevada en la parte inferior de un surco 12 del neumático 13. Los indicadores de desgaste convencionales son simples bloques de goma, pero el indicador 11 es un indicador de 2 niveles con niveles 11a, 11b separados por un milímetro. El neumático de las figuras 1 y 3 es nuevo, mientras que el de la figura 2 está desgastado hasta el nivel 11b. Los bordes del surco 12 han desaparecido, y esta desaparición es detectable por algoritmos de detección de bordes en el software de procesamiento de imágenes. En este caso, el neumático aún no se ha desgastado hasta el nivel 11a, en el que habrá desaparecido más de los bordes. Se puede usar el desgaste hasta el nivel 11b para indicar que se debe reemplazar el neumático, el desgaste hasta el nivel 11a que ya está por debajo de su límite legal.

35 Las figuras 4 y 5 ilustran el uso de surcos de la rodadura de profundidad graduada. La figura 4 muestra los surcos 14, 15 que se extienden lateralmente desde el surco 12 principal. Los surcos 14 se extienden hacia abajo hasta la base del surco 12 pero los surcos 15 solo hasta 1,6 mm por encima de la base del surco 12. Cuando, como en la figura 5, los surcos 14 ya no aparecen en la imagen, la rodadura está en su límite legal.

40 Las figuras 6 y 7 ilustran la evaluación de la profundidad de la rodadura utilizando una imagen 61 de línea proyectada sobre el neumático desde una posición desplazada de la cámara. La línea discontinua muestra dónde aparecería la imagen en una superficie plana, la línea continua donde aparece en la imagen de la cámara debido a que partes de ella caen sobre las bases de los surcos 12. En la figura 6, los surcos son más profundos y la imagen de línea se desplaza más que en la figura 7, donde los surcos son menos profundos. Esto podría usarse con una disposición de proyector auxiliar, que podría comprender simplemente un colimador de hendidura con clip para el *flash* de la cámara del teléfono inteligente. Sin embargo, se puede incorporar una función de escaneo de línea similar a un lector QRC en una aplicación de teléfono inteligente.

45 La figura 8 muestra una imagen de un área de la rodadura que incluye un surco 12 sobre el que brillan haces de luz cónicos. La base del surco 12 está más lejos de la fuente de luz, cuanto más se ha extendido el haz y más grande es la imagen 81 en comparación con las imágenes 82 en la superficie del neumático, lo que proporciona una forma sencilla de evaluar la profundidad de la rodadura. Nuevamente, esto podría usarse con una disposición de proyector auxiliar que podría ser un clip. Si, en lugar de haces cónicos discretos, se utiliza un solo haz divergente extendido a

través de la rodadura, la imagen comprenderá una banda de ancho variable que será esencialmente un perfil de la rodadura.

Los métodos descritos con referencia a las figuras 1 a 8 son ilustrativos de diversas formas en que la información de profundidad puede derivarse de las imágenes. Otras formas incluyen la triangulación a partir de imágenes de una exposición binocular, como se podría hacer desplazando la cámara entre imágenes o usando un lente binocular; aquí, una cámara digital de lentes intercambiables separada equipada con un lente estéreo podría usarse para la formación de imagen, especialmente una con la provisión de Wi-Fi que podría comunicarse con y ser controlado por un teléfono inteligente.

La figura 9 ilustra cómo un guardia de tráfico puede acceder fácilmente a los neumáticos de vehículos estacionados utilizando un teléfono inteligente 91 desplegado en una vara 92, que podría ser extensible telescópicamente.

El diagrama de flujo de la figura 10 ilustra el método tal como lo llevaría a cabo un guardia de tráfico utilizando una máquina típica de emisión de boletos.

Al comienzo del procedimiento, se evalúa un vehículo - paso 1 - para ver si está estacionado ilegalmente o tiene algo obviamente mal con él, tal como un disco de licencia de fondo de carretera desactualizado. Si la decisión es Sí, entonces se crea un archivo - paso 2 - en la máquina 14, y detalles del vehículo, tal como su número de registro, tipo, color, entre otras cosas, a partir del cual se puede identificar, y del delito, se ingresan - paso 3 - en el archivo a través del teclado o teclado numérico 14a en la máquina que emite el boleto.

Si no se observa tal ofensa, no se crea un archivo, pero se puede hacer una evaluación visual de la condición del neumático y, si parece que al menos un neumático puede estar defectuoso, se realiza el registro 12 - paso 4 - equipo en o asociado con la máquina 14, como se describirá más particularmente a continuación.

Este registro luego se evalúa - paso 5 - nuevamente como se describirá a continuación, y se toma una decisión sobre si el neumático o uno de los neumáticos está defectuoso. Si la decisión es No, el procedimiento finaliza, y el guardia se traslada a otro vehículo y se descarta el registro.

Si la decisión es Sí, se pregunta si ya se ha creado un archivo en el paso 2. Si la decisión es No, entonces se crea un archivo - paso 2 - y se ingresan los detalles del vehículo. Si la decisión es Sí, ya que, de hecho, será después de que el archivo se haya creado después de una decisión de No en esta etapa, entonces el registro se agrega al archivo - paso 7 - y el archivo es accionado - paso 8. Por 'accionado' se refiere a, por ejemplo, imprimir un boleto de estacionamiento o un aviso de advertencia de desgaste de neumáticos o un aviso de infracción de neumáticos defectuosos, y almacenar el archivo para descargarlo en una base de datos maestra, ya sea mediante una descarga en bloque al final de un turno o una descarga regular por enlace de radio para que un supervisor pueda tomar una decisión sobre nuevas medidas. El procedimiento luego termina.

La máquina que emite el boleto se lleva en la mano o se lleva con una correa y comprende el teclado habitual y la pantalla indicadora por la cual se pueden ingresar detalles de un vehículo y un estacionamiento u otro delito, y un mecanismo de impresión de boletos para imprimir un boleto. Además, tiene un aparato de creación de registros mediante el cual se puede hacer un registro de la rodadura de los neumáticos para su análisis como por software dentro de la máquina. El aparato de creación de registros comprende una cámara y un *flash* que pueden apuntar a la rodadura del neumático. En el modo de formación de imagen, que puede iniciarse mediante una entrada de teclado, la pantalla puede visualizar la imagen vista por la cámara, de modo que el guardia puede apuntar la cámara correctamente. Un arreglo de enfoque automático puede aconsejar, por ejemplo, a través de un icono de pantalla, cuando la cámara está a la distancia correcta.

Se puede incluir una función de GPS en la máquina que emite el boleto que se puede usar para verificar la posición de un vehículo en un momento determinado, y esto puede respaldar el testimonio personal de un guardia de tráfico.

La aplicación del teléfono inteligente controla y dirige el control de la cámara, ya sea la cámara del teléfono inteligente o una controlada por Wi-Fi. Dirigir el control incluye dar instrucciones en pantalla (y/o audio) al operador sobre dónde colocar y apuntar la cámara, por ejemplo, indicando en un diagrama de la pantalla qué rueda se va a la imagen y mostrar en otro diagrama cómo alinear la cámara con la rodadura. El control de la cámara incluye detectar desde la imagen de la pantalla cuando el foco y la luz son correctos y tomar la foto, evaluar la calidad de la imagen grabada y repetir la toma si es necesario, y visualizar la siguiente instrucción del operador y, cuando se hayan registrado todas las imágenes necesarias, efectuando las rutinas de análisis de imágenes a bordo del teléfono inteligente o enviando datos a un ordenador remoto.

Una aplicación adecuada para descargar por automovilistas que deseen poder revisar sus neumáticos regularmente y fácilmente puede guiarnos a través del proceso.

Una pantalla de inicialización puede solicitar información del usuario/vehículo, que puede guardarse para futuras verificaciones. La información del vehículo incluirá la cantidad de neumáticos.

5 La aplicación luego indicará al usuario que proceda al neumático #1, identificado, tal vez, por un diagrama, especialmente para vehículos de mercancías con ruedas múltiples, y, por otro diagrama, indique dónde en relación con el neumático #1 la cámara debería colocarse. Esta primera imagen puede analizarse rápidamente para verificar la alineación correcta de la cámara y para solicitar el reposicionamiento de una segunda imagen si es necesario. Esta primera imagen se puede utilizar para acceder a una base de datos para identificar el neumático. La base de datos puede ser remota, a la que se puede acceder por Internet o mediante un enlace de USSD, o puede ser una pequeña base de datos que se encuentra en el teléfono inteligente para un solo usuario en uno o un pequeño número de vehículos.

10 El software de procesamiento de imágenes puede ejecutar rutinas de detección de bordes y esquinas tales como SIFT (Transformación de Funciones Invariables de Escala) y detección de esquinas FAST para derivar un descriptor comprimido único para un tipo de neumático, en lugar de usar la imagen completa para comparar, lo que ahorra en tiempo de procesamiento y comunicación. Las rutinas están diseñadas para ser lo suficientemente robustas como para identificar el tipo de neumático a pesar de que el neumático objeto está desgastado en mayor o menor medida, y esto se logra seleccionando características sobresalientes que sobreviven al desgaste, tales como las dimensiones del surco principal, ignorando características tales como surcos menos profundos que pueden no estar presentes en el neumático desgastado.

Después de identificar el tipo de neumático, la aplicación puede indicar al usuario que tome otra imagen o imágenes, más apropiadas para tomar medidas.

20 La aplicación luego llama al software de procesamiento de imágenes para evaluar el desgaste del neumático usando una o más de las técnicas descritas anteriormente.

25 Después de ocuparse del neumático #1, la aplicación puede solicitar al usuario que visite los otros neumáticos en un pedido particular, identificado nuevamente, posiblemente, por un diagrama, y repita el procedimiento tantas veces como haya neumáticos. De esta manera, la aplicación puede verificar combinaciones inapropiadas de capas cruzadas y neumáticos radiales. La identificación de las imágenes de la estructura del vehículo con el neumático se puede usar para confirmar que se ha seguido el orden correcto, o incluso para prescindir de la necesidad de ir en un orden particular, identificando qué neumático se muestra desde su ubicación como lo demuestra la estructura adyacente, y eliminando la posibilidad de que un buen neumático haya sido fotografiado varias veces.

30 Después de completar el análisis de neumáticos, la aplicación puede comunicar el resultado a una compañía de seguros, por ejemplo, que podría requerir controles regulares o bajo demanda para mantener el seguro validado, e incluso, cuando se indica el reemplazo de neumáticos, buscar proveedores de neumáticos y consultar precios e iniciar compras y/o citas en un garaje o establecimiento de montaje de neumáticos.

35 Regular, por ejemplo, mensualmente, los controles se pueden usar para evaluar la tasa de desgaste de los neumáticos con base en un 'desgaste de mm por cada mil millas' o un 'porcentaje de desgaste permitido por cada mil millas', lo que puede requerir el ingreso de millas de vez en cuando. Esto predecirá cuándo será necesario cambiar los neumáticos, pero también podría, si el desgaste parece ser excesivo, sugerir una modificación de la técnica de conducción. Si se toma una imagen de todo el ancho de la rodadura, también sería posible detectar un desgaste desigual de los neumáticos que marcaría un problema de suspensión o seguimiento.

REIVINDICACIONES

1. Un método para evaluar la profundidad de la rodadura del neumático y/o la condición del neumático, el método comprende:
- tomar y analizar una imagen de cámara o múltiples imágenes de un neumático utilizando instrumentación portátil; y
- 5 realizar análisis de imagen de detección de bordes y características en la imagen o imágenes de la cámara para detectar la presencia/ausencia de surcos de diferentes profundidades en patrones de la rodadura conocidos, para así medir la profundidad de la rodadura del neumático.
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el método comprende además realizar análisis de imagen de detección de bordes y características en la imagen o imágenes de la cámara para detectar indicadores de desgaste para medir así la profundidad de la rodadura del neumático.
- 10 3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la instrumentación comprende un equipo de comunicación portátil tal como un teléfono móvil que puede comprender un teléfono inteligente que incluye una cámara.
4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que se usa un dispositivo de formación de imágenes separado junto con un teléfono inteligente.
- 15 5. Un método de acuerdo con la reivindicación 3 o la reivindicación 4, en el que el teléfono inteligente se carga con una aplicación que controla o dirige el control de una cámara, ya sea una cámara de teléfono inteligente incorporada o una cámara auxiliar, para tomar una imagen o imágenes prescritas, preferiblemente en donde la aplicación contiene un software de análisis de imágenes que puede evaluar la profundidad de la rodadura y el estado de los neumáticos a bordo del teléfono inteligente y/o comunicar datos de imágenes a un ordenador remoto adaptado para realizar dicha evaluación y comunicar la evaluación al teléfono inteligente.
- 20 6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la aplicación es una aplicación de control de imagen que controla un proceso de formación de imagen de la rodadura del neumático.
7. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende un método para medir la profundidad de la rodadura que comprende:
- 25 formar una imagen estéreo tomando dos o más imágenes de ubicaciones de cámaras espaciadas a través del ancho del neumático, usando triangulación u otros métodos de extracción de profundidad; y/o
- utilizar luz estructurada, al proyectar, desde el *flash* incorporado o un iluminante auxiliar, una línea a través de la rodadura desde una posición desplazada del eje del lente de la cámara y calculando la profundidad de la rodadura a partir del desplazamiento observado; y/o
- 30 utilizar luz modulada, al iluminar la rodadura, desde el *flash* incorporado o un iluminante auxiliar, con una intensidad de iluminación que varía con el tiempo; y/o
- información del tiempo de vuelo, detectando la diferencia en el tiempo que tarda la luz en reflejarse desde la superficie del neumático y la base de un surco.
- 35 8. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que:
- el análisis de imagen presenta detección de bordes u otras características en los indicadores de desgaste de la rodadura que aparecen en la imagen; y/o
- el análisis de imagen caracteriza detección de bordes u otras características para determinar la presencia o ausencia de surcos poco profundos.
- 40 9. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la imagen se compara con las imágenes almacenadas en una base de datos para identificar la marca y el modelo del neumático, o mediante una solicitud en pantalla se le solicita al usuario que ingrese los datos de identificación del neumático que se leen en la pared lateral del neumático.
- 45 10. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la instrumentación portátil se comunica con una agencia de cumplimiento y/o una compañía de seguros con respecto a la condición de los neumáticos.
11. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el teléfono inteligente está involucrado y se carga con una aplicación que controla el análisis de imagen de la imagen, preferiblemente en donde:
- la aplicación guía interactivamente a un usuario a través de los pasos de un programa de inspección de neumáticos;

la aplicación indica el posicionamiento del teléfono inteligente para la formación de imágenes; y opcionalmente en el cual la aplicación se comunica con:

una base de datos para identificar un neumático; y/o

una agencia de cumplimiento y/o una compañía de seguros con respecto a la condición de los neumáticos.

- 5 12. Aparato para evaluar la profundidad de la rodadura del neumático y/o el estado del neumático que comprende instrumentación portátil, la instrumentación portátil comprende:

medios de formación de imágenes de neumáticos adaptados para tomar y analizar una imagen de cámara o múltiples imágenes de un neumático; y

- 10 medios de análisis de imagen adaptados para realizar análisis de imagen de detección de bordes y características en la imagen o imágenes de la cámara para detectar la presencia/ausencia de surcos de diferentes profundidades en patrones de la rodadura conocidos, para así medir la profundidad de la rodadura del neumático.

- 15 13. Aparato de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la instrumentación portátil también comprende medios de análisis de imagen adaptados para realizar análisis de imagen de detección de bordes y características en la imagen de la cámara o imágenes para detectar indicadores de desgaste para así medir la profundidad de la rodadura del neumático.

14. Aparato de acuerdo con la reivindicación 12, en el que:

la instrumentación comprende un equipo de comunicación portátil, tal como un teléfono móvil, que puede comprender un teléfono inteligente que incluye una cámara; y/o

se usa un dispositivo de formación de imágenes separado junto con un teléfono inteligente.

- 20 15. Aparato de acuerdo con las reivindicaciones 12 o 14, que comprende medios de despliegue adaptados para desplegar medios de formación de imágenes en una posición de formación de imágenes con respecto a un neumático, opcionalmente en donde dichos medios de despliegue comprenden una vara adaptada para sostener un teléfono inteligente u otro dispositivo de formación de imágenes cerca del nivel del suelo.

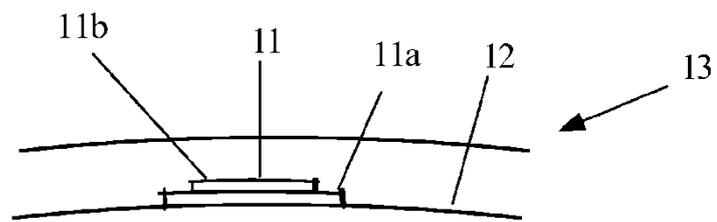
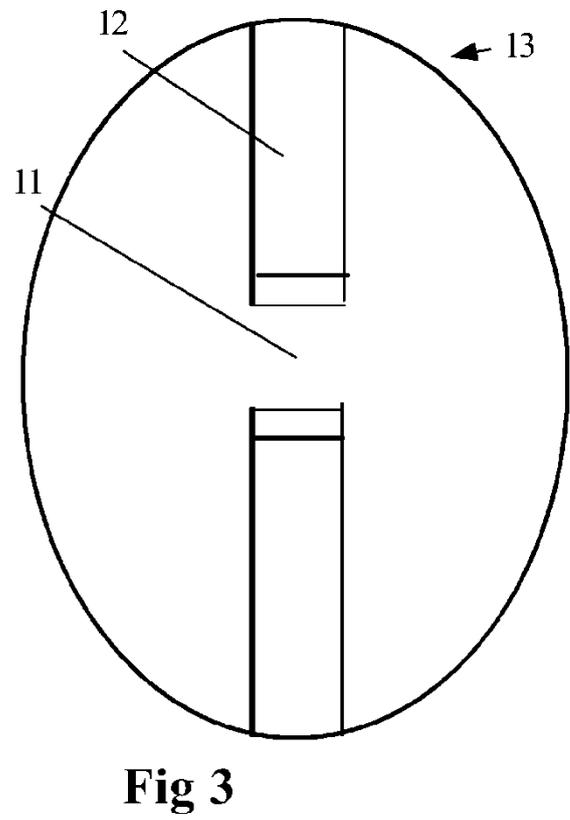
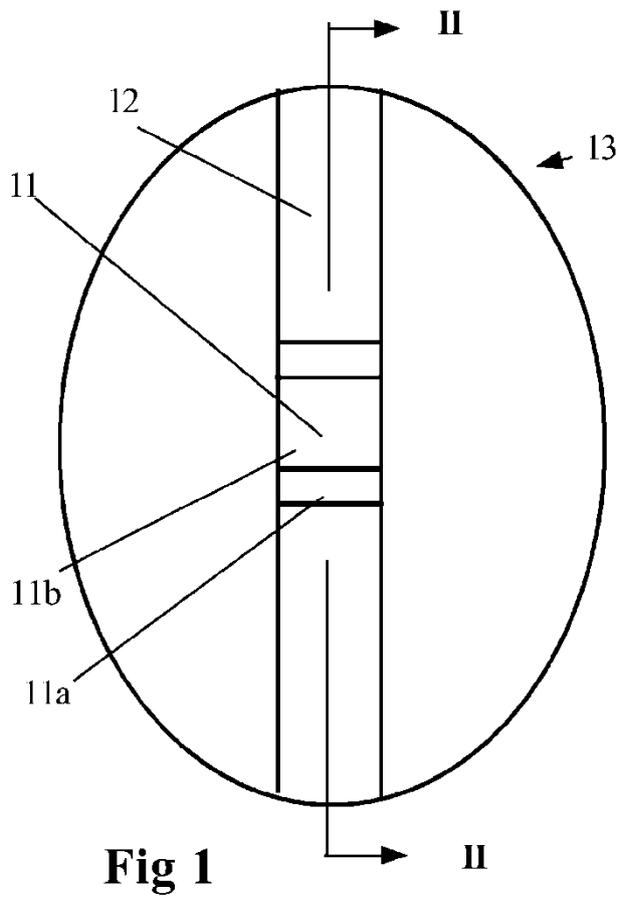


Fig 2

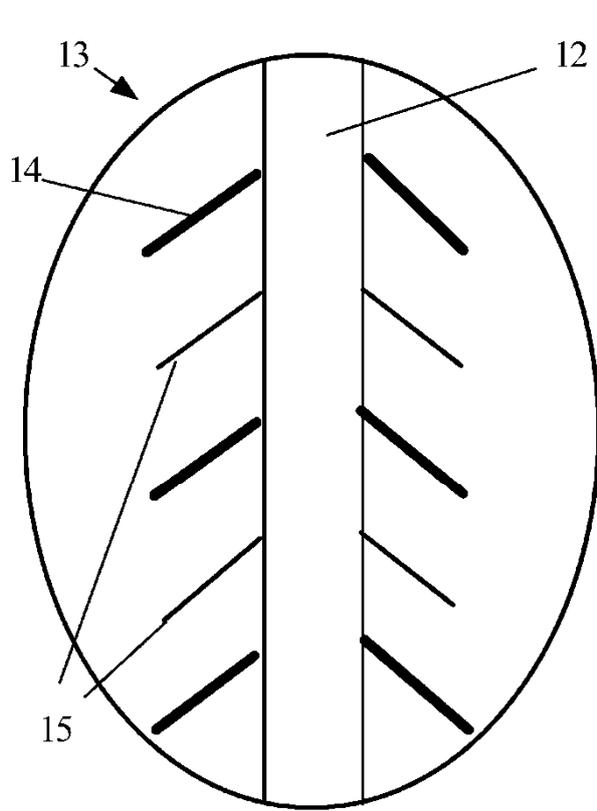


Fig 4

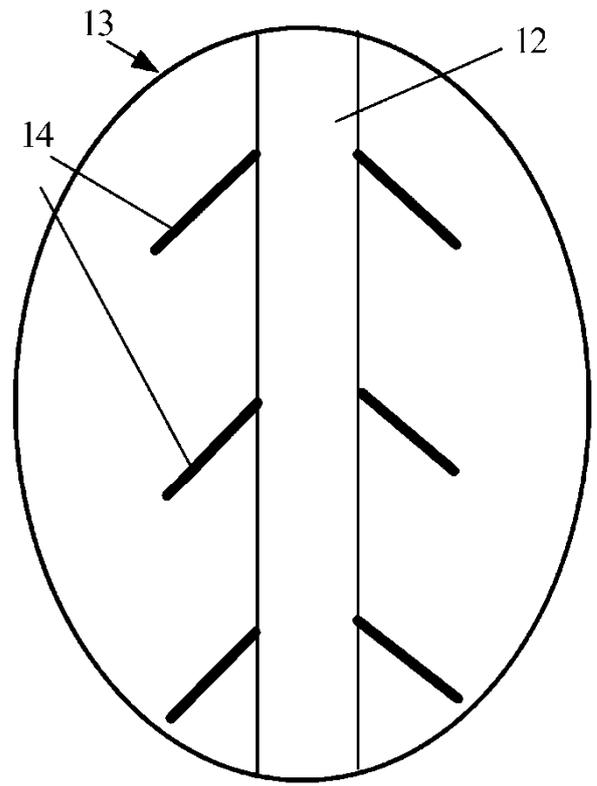


Fig 5

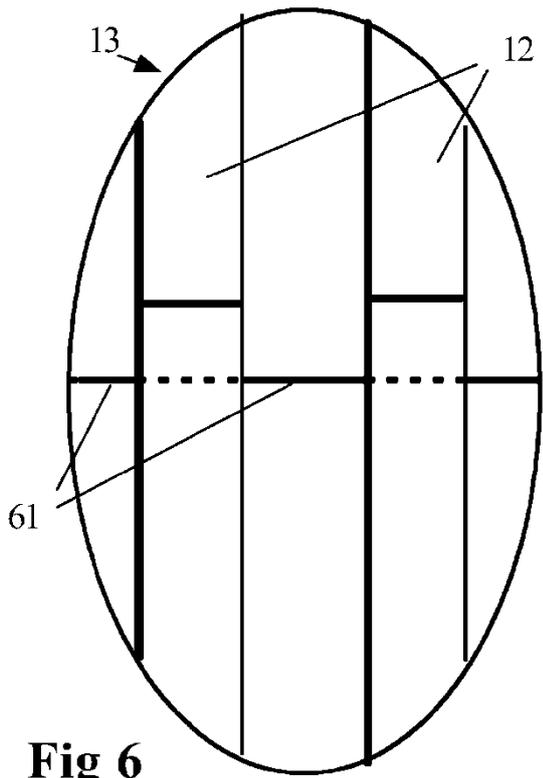


Fig 6

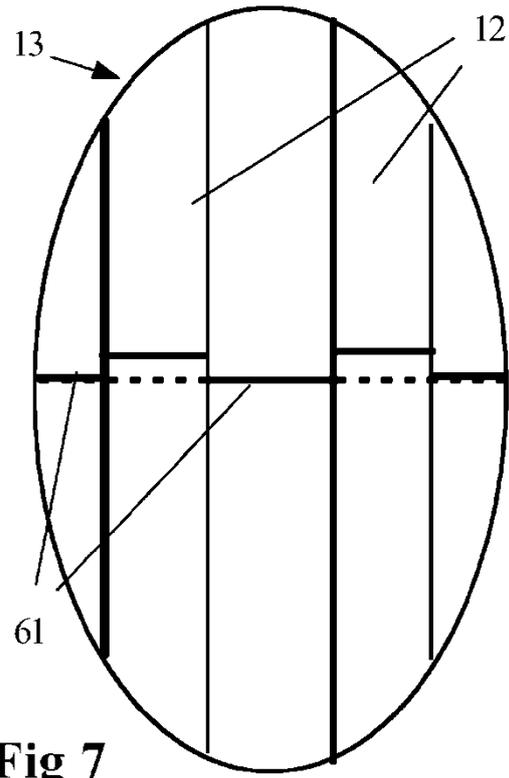


Fig 7

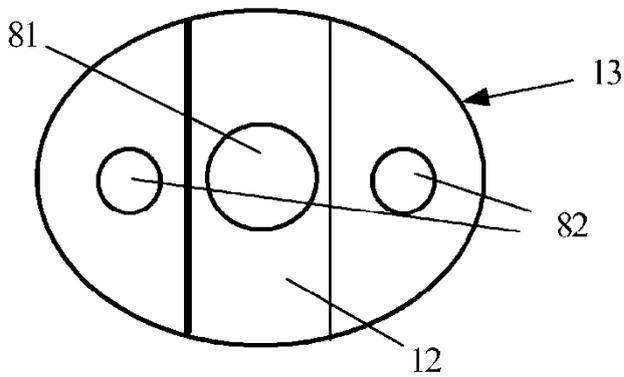


Fig 8

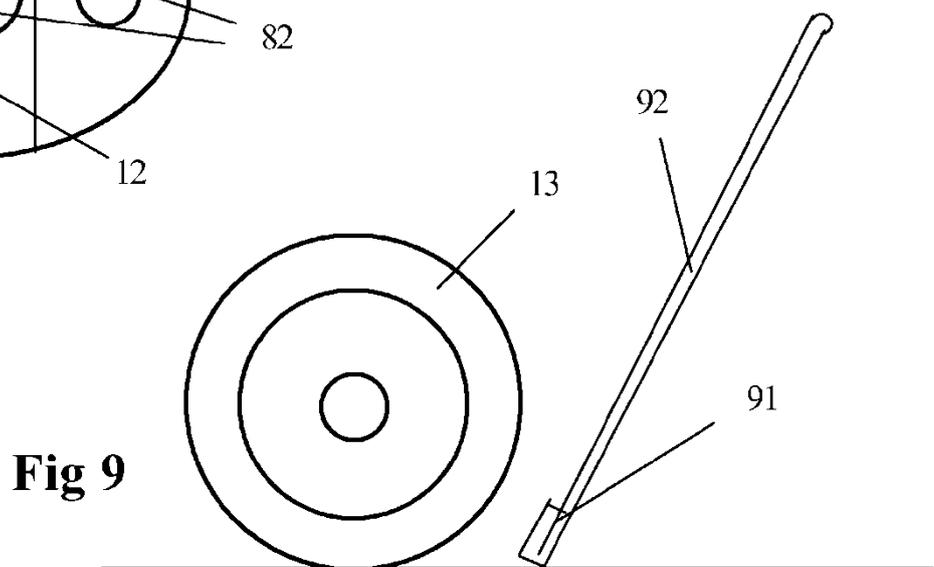


Fig 9

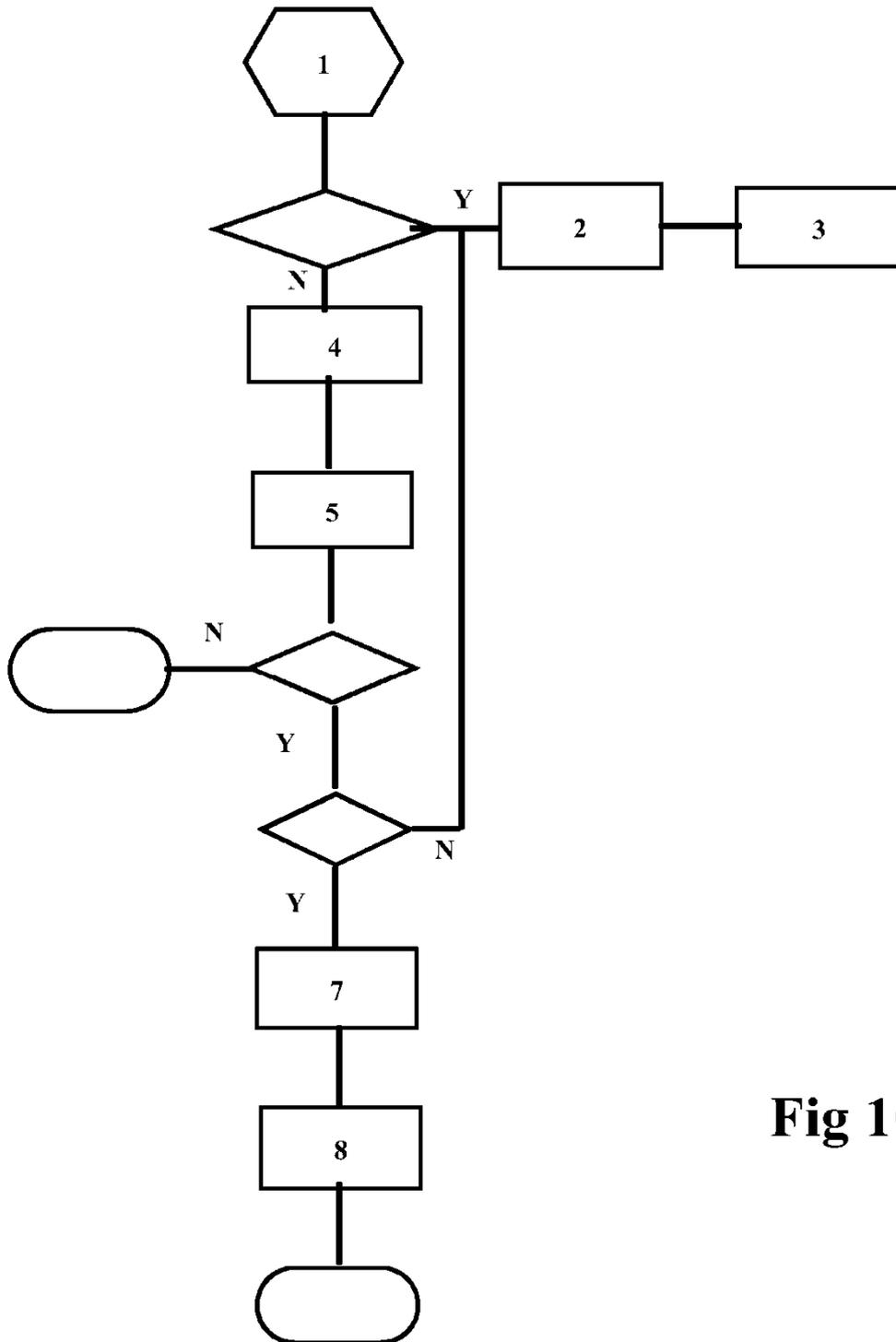


Fig 10