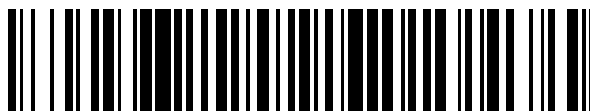


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 249**

51 Int. Cl.:

B27G 19/02 (2006.01)

B23Q 11/06 (2006.01)

G01M 99/00 (2011.01)

B23D 59/00 (2006.01)

G01M 13/00 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.10.2015** **PCT/US2015/056801**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.05.2016** **WO16069357**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.10.2015** **E 15790752 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019** **EP 3213047**

54 Título: **Procedimiento y aparato para probar una característica de seguridad de parada automática de una sierra rotativa**

30 Prioridad:

31.10.2014 US 201414530531

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

02.10.2019

73 Titular/es:

**UL LLC (100.0%)
333 Pfingsten Road,
Northbrook, IL 60062, US**

72 Inventor/es:

**HE, FAN;
JIANG, HAI y
TABADDOR, MAHMOOD**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 726 249 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato para probar una característica de seguridad de parada automática de una sierra rotativa

Referencia cruzada a aplicaciones relacionadas

Campo de la divulgación

- 5 Esta divulgación se refiere en general a sierras rotativas y, en particular, a un procedimiento y aparato para probar una característica de seguridad de parada automática de una sierra rotativa.

Antecedentes

- Las sierras rotativas, tales como, por ejemplo, las sierras de mesa o las sierras circulares de mano, se encuentran entre las más versátiles y ampliamente utilizadas de todos los tipos de sierras. Las sierras rotativas de estos tipos permiten al usuario realizar muchos tipos de cortes (tales como cortes transversales y cortes penetrantes, por ejemplo) y cortar a través de una amplia variedad de materiales, tales como paneles, maderas de encofrado y cemento. Una sierra rotativa típica incluye una hoja de cuchilla de sierra circular que gira alrededor de un eje central por medio de un accionamiento electromecánico. La hoja de cuchilla de sierra tiene una pluralidad de características cortantes dispuestas alrededor de una circunferencia de la hoja de cuchilla, y una porción de la hoja de cuchilla se extiende más allá de una característica de guiado. Cuando una pieza de material a cortar se desplaza a lo largo de la característica de guiado hacia la porción de la hoja de cuchilla que se extiende más allá de la característica de guiado, las características de corte de la hoja de cuchilla se aplican a la pieza de material, cortando así un canal en o a través de la pieza de material. Sin embargo, debido a que la pieza de material normalmente es movida manualmente hacia la hoja de cuchilla por un usuario, el usuario corre el riesgo de sufrir heridas graves si las características de corte de la hoja de cuchilla entran en contacto con un dedo del usuario. Para reducir o eliminar el riesgo de heridas, varias sierras rotativas tienen una función de detección y mitigación activa que (1) detecta el contacto (o el contacto inminente) con un dedo humano y (2) realiza una acción para mitigar cualquier herida adicional (interrumpe la rotación) de la hoja de cuchilla circular y / o retrae la hoja de cuchilla de modo que ninguna porción de la hoja de cuchilla pueda dañar aún más el dedo). Cada una de estas operaciones se debe realizar en un período de tiempo muy corto, generalmente, bastante menos de un segundo para que sean efectivas.

Breve resumen de la divulgación

- Un aspecto de la presente divulgación se refiere a un aparato de prueba para probar un mecanismo de parada de una sierra, que incluye un brazo de soporte amovible con respecto a una cuchilla de la sierra desde una primera posición hasta una segunda posición. El aparato de prueba también incluye un miembro de simulación acoplado al brazo de soporte, y el miembro de simulación tiene un primer extremo y un segundo extremo. En la primera posición, el primer extremo del miembro de simulación está adaptado para ser desplazado desde una porción de la hoja de cuchilla de la sierra, y en la segunda posición, el primer extremo del miembro de simulación está adaptado para estar en contacto con la porción de la hoja de cuchilla de la sierra. El aparato de prueba incluye además circuitería conectada operativamente al miembro de simulación, en el que el circuito y el miembro de simulación cooperan para replicar una propiedad eléctrica o una propiedad térmica de un dedo humano y de un cuerpo humano de tal manera que el contacto o contacto cercano entre la hoja de cuchilla y el primer extremo del miembro de simulación, cuando el brazo de soporte se encuentra en la segunda posición, activa el mecanismo de parada de la sierra.

- Otro aspecto de la presente divulgación está dirigido a un procedimiento para probar un mecanismo de parada de una sierra que incluye activar la rotación de una cuchilla de la sierra y desplazar un brazo de soporte con respecto a una porción de la hoja de cuchilla de la sierra desde una primera posición en la que un primer extremo de un miembro de simulación acoplado al brazo de soporte se encuentra desplazado de la porción de la hoja de cuchilla de la sierra, a una segunda posición en la que el primer extremo del miembro de simulación está en contacto con la porción de la hoja de cuchilla de la sierra. El procedimiento también puede incluir medir la profundidad de un corte realizado en el miembro de simulación que resulta del contacto con la porción de la hoja de cuchilla de la sierra.

- Un aspecto adicional de la presente divulgación se refiere a un aparato de prueba para probar un mecanismo de parada en una sierra, que incluye un brazo de soporte amovible con respecto a una cuchilla de la sierra desde una primera posición hasta una segunda posición. El aparato de prueba también incluye un miembro de simulación acoplado al brazo de soporte, y el miembro de simulación tiene un primer extremo y un segundo extremo. El miembro de simulación incluye una primera porción que comprende un primer material y una segunda porción que comprende un segundo material, y la primera porción está dispuesta en el primer extremo del miembro de simulación, y el primer material es diferente del segundo material. En la primera posición, el primer extremo del miembro de simulación está adaptado para ser desplazado desde una porción de la hoja de cuchilla de la sierra, y en la segunda posición, el primer extremo del miembro de simulación está adaptado para estar en contacto con o inmediatamente adyacente a la porción de la hoja de cuchilla de la sierra. El aparato de prueba incluye adicionalmente una red de impedancia acoplada eléctricamente al miembro de simulación, y el miembro de impedancia comprende al menos una resis-

cia y al menos un condensador. La red de impedancia y el miembro de simulación cooperan para replicar una propiedad eléctrica de un dedo humano, de manera que el contacto entre la hoja de cuchilla y el primer extremo del miembro de simulación cuando el brazo de soporte está en la segunda posición, activa el mecanismo de parada de la sierra.

5 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática de una realización de un aparato de prueba para probar un mecanismo de parada de una sierra, con un brazo de soporte del aparato de prueba en una primera posición;

la figura 2 es una vista esquemática de una porción de la realización del brazo de soporte de la figura 1 en la segunda posición;

10 la figura 3A es una vista lateral de una realización de un miembro de simulación y de una porción del brazo de soporte;

la figura 3B es una vista en sección de la realización del miembro de simulación de la figura 3A tomada a lo largo de la línea 3B - 3B de la figura 3A;

la figura 4A es una vista lateral de una porción de una realización de un miembro de simulación;

15 la figura 4B es una vista en sección de la realización del miembro de simulación de la figura 4A tomada a lo largo de la línea 4B - 4B de la figura 4A;

la figura 5A es una vista lateral esquemática de una realización de un aparato de prueba;

la figura 5B es una vista desde arriba del brazo de soporte en la primera posición;

la figura 5C es una vista desde arriba del brazo de soporte en la segunda posición;

20 la figura 6 es una vista esquemática de una realización de una red de impedancia; y

la figura 7 es un gráfico que ilustra la relación entre la frecuencia y la impedancia del cuerpo humano.

Descripción detallada

Como se ilustra en la figura 1, un aparato de prueba 10 para probar un mecanismo de parada 11 en una sierra 12 incluye un brazo de soporte 14 amovible con relación a una hoja de cuchilla 16 de la sierra 12 desde una primera posición 18 hasta una segunda posición 20 (véase la figura 2). El aparato de prueba 10 también incluye un miembro de simulación 22 acoplado al brazo de soporte 14, y el miembro de simulación 22 tiene un primer extremo 24 y un segundo extremo 26. Como se muestra en las figuras 3A y 4A, el miembro de simulación 22 puede incluir una primera porción 52 y una segunda porción 54, y la primera porción 52 puede estar dispuesta en el primer extremo 24 del miembro de simulación 22. La primera porción 52 puede comprender un material de alta impedancia y puede estar adaptado para simular la capa seca exterior de la piel del dedo humano. La segunda porción 54 puede comprender un material de baja impedancia y puede estar adaptado para simular la capa húmeda interna del dedo humano, incluida la sangre y otros tejidos blandos. En la primera posición 18 (ilustrada en las figuras 1 y 5B), el primer extremo 24 del miembro de simulación 22 está adaptado para ser desplazado (por ejemplo, separado) de una porción 25 (por ejemplo, una porción de borde circunferencial) de la hoja de cuchilla 16 de la sierra 12, y en la segunda posición 20 (véase las figuras 2 y 5C), el primer extremo 24 del miembro de simulación 22 está adaptado para estar en contacto con la porción 25 de la hoja de cuchilla 16 de la sierra 12. Haciendo referencia de nuevo a la figura 1, el aparato de prueba 10 incluye además circuitos 28 conectados operativamente al miembro de simulación 22. El circuito 28 y el miembro de simulación 22 cooperan para replicar una propiedad eléctrica de un dedo humano y de un cuerpo humano de manera que el contacto o contacto cercano entre la hoja de cuchilla 16 y el primer extremo 24 del miembro de simulación 22 active el mecanismo de parada 11 de la sierra 12. Estando configurado de esta manera, el aparato de prueba 10 permite una activación consistente y predecible de una variedad de mecanismos de parada 11 utilizados en una variedad de sierras rotativas, lo que permite las características de rendimiento correspondientes (por ejemplo, daño al miembro de simulación 22) de cada mecanismo de parada 11 para verificar, probar y / o comparar.

45 Volviendo al aparato de prueba 10 con más detalle, el brazo de soporte 14 puede tener cualquier forma o combinación de formas adecuadas para permitir que el brazo de soporte 14 (y el miembro de simulación 22) se desplacen desde la primera posición 18 a la segunda posición 20. Por ejemplo, como se ilustra en la figura 1, el brazo de soporte 14 puede alargarse y extenderse a lo largo de un eje longitudinal 30 desde un primer extremo 32 hasta un segundo extremo longitudinalmente opuesto 34, y el brazo de soporte 14 puede desplazarse a lo largo o sustancialmente a lo largo del eje longitudinal 30. El brazo de soporte 14 puede ser una parte única, unitaria o puede ser un conjunto
50 que comprende dos o más partes. El brazo de soporte 14 puede tener cualquier forma de sección transversal ade-

cuada o combinación de formas, tal como una forma de sección transversal rectangular. En algunas realizaciones, el brazo de soporte 14 puede ser un componente de un conjunto de carril deslizante 36, y el brazo de soporte 14 puede extenderse desde una base que tiene uno o más rodillos que soportan y guían el brazo de soporte 14 cuando se extiende y / o retrae dentro de la base. El brazo de soporte 14 puede estar acoplado directa o indirectamente a un bastidor de soporte 38 que puede incluir una pluralidad de elementos de bastidor 40 que cooperan para proporcionar una base estable de soporte para el brazo de soporte desplazable 14.

Con referencia todavía a la figura 1, el brazo de soporte 14 puede estar acoplado a un actuador 42 que desplaza directa o indirectamente el brazo de soporte 14 entre la primera posición 18 y la segunda posición 20. El actuador 42 puede estar acoplado directa o indirectamente a cualquier porción del brazo de soporte 14, tal como el segundo extremo 34 del brazo de soporte 14. El actuador 42 puede ser cualquier tipo adecuado de actuador, tal como un actuador neumático, un actuador hidráulico, un actuador mecánico o un actuador electromecánico. El actuador 42 puede estar en comunicación con un ordenador 44 que tiene un procesador 46 y una memoria 48, y el ordenador 44 puede emitir una orden al actuador 42 para desplazar el brazo de soporte 14 entre la primera posición 18 y la segunda posición 20. El comando puede ser una entrada de un usuario o puede ser generado por un programa guardado en la memoria 48. El ordenador 44 puede estar en comunicación inalámbrica con el actuador 42 o puede comunicarse con el actuador por uno o más cables 95. El actuador 42 puede tener una velocidad de desplazamiento constante o la velocidad de desplazamiento puede variar. La velocidad de desplazamiento puede ser una entrada de un usuario o puede ser generada por un programa guardado en la memoria 48. Uno o más sensores 49 (por ejemplo, un foto detector, un sensor de proximidad, un sensor de efecto Hall, una cámara de video, etc.) pueden estar acoplados al ordenador 44 o al procesador 46 para verificar la velocidad de recorrido y / o el desplazamiento del actuador 42.

Como se ilustra en las figuras 1 y 3A, el miembro de simulación 22 puede estar acoplado al brazo de soporte 14 de tal manera que el segundo extremo 26 del miembro de simulación 22 pueda ser adyacente a, o estar en contacto con el primer extremo 32 del brazo de soporte 14. El miembro de simulación 22 puede incluir una primera porción 52 y una segunda porción 54, y la segunda porción 54 puede estar dispuesta entre la primera porción 52 y el primer extremo 32 del brazo de soporte 14. Sin embargo, el miembro de simulación 22 puede estar asegurado o acoplado a cualquier porción o porciones del brazo de soporte 14 para permitir que el primer extremo 24 del miembro de simulación 22 se desplace desde una porción de la hoja de cuchilla 16 de la sierra 12 en la primera posición 18 y para permitir que el primer extremo 24 del elemento de simulación 22 esté en contacto con la porción de la hoja de cuchilla 16 de la sierra 12 en la segunda posición 20.

Como se ilustra en la figura 3A, el miembro de simulación 22 puede ser alargado y extenderse desde el primer extremo 24 hasta el segundo extremo 26 a lo largo de un eje longitudinal 50, y el eje longitudinal 50 puede ser lineal y paralelo o alineado coaxialmente con el eje longitudinal 30 del brazo de soporte 14. Alternativamente, el eje longitudinal 50 puede extenderse en un ángulo con respecto al eje longitudinal 30 del brazo de soporte 14 o puede estar curvado. El elemento de simulación 22 puede tener cualquier forma o combinación de formas de sección transversal adecuada. Por ejemplo, como se ilustra en las figuras 3A y 3B, el miembro de simulación 22 puede tener una forma de sección transversal cuadrada cuando se ve a lo largo del eje longitudinal 50. En otras realizaciones, el miembro de simulación 22 puede tener la forma de sección transversal de un círculo, un óvalo, un polígono (por ejemplo, un hexágono), o una combinación de formas, cuando se ve a lo largo del eje longitudinal 50. En algunas realizaciones, la forma de la sección transversal del miembro de simulación 22 es constante a lo largo de todo el eje longitudinal 50 o la forma de la sección transversal puede variar en todo o en parte del eje longitudinal 50. En otras realizaciones, la forma de la sección transversal del miembro de simulación 22 puede ser constante en todo el eje longitudinal 50, pero el tamaño de la forma de la sección transversal puede variar a lo largo del eje longitudinal 50. Por ejemplo, como se ilustra en las figuras 4A y 4B, el miembro de simulación 22 puede tener una forma de sección transversal circular a lo largo del eje longitudinal 50, pero el diámetro de la sección transversal puede reducir o converger a lo largo del eje longitudinal 50 en, o en posición adyacente, al primer extremo 24 del miembro de simulación 22, de manera que el primer extremo 24 sea redondeado. En algunas realizaciones, el primer extremo 24 del miembro de simulación 22 puede tener una forma parcialmente esférica, tal como la forma de un hemisferio. De manera similar, el diámetro de la sección transversal puede reducirse o converger a lo largo del eje longitudinal 50 en o en posición adyacente al segundo extremo 26 del miembro de simulación 22, de manera que el segundo extremo 26 sea redondeado. En algunas realizaciones, el segundo extremo 26 del miembro de simulación 22 puede tener una forma parcialmente esférica, tal como la forma de un hemisferio. El miembro de simulación 22 puede tener la forma general de un dedo humano para activar los mecanismos de parada 11 que pueden tener un dispositivo de activación óptico.

Como se ilustra en la figura 3A y como se ha mencionado más arriba, el miembro de simulación 22 puede incluir la primera porción 52 y la segunda porción 54, y la primera porción 52 puede estar dispuesta en o en posición adyacente al primer extremo 24 del miembro de simulación 22. La primera porción 52 puede comprender un primer material 56 y la segunda porción 54 puede comprender un segundo material 58 que es diferente del primer material 56. El primer material 56 y el segundo material 58 pueden cooperar para proporcionar una firmeza / rigidez adecuada del material al miembro de simulación 22, de manera que la deflexión, cuando el elemento de simulación 22 entra en contacto con la hoja de cuchilla 16 durante la prueba, se encuentra dentro de un rango aceptable. El primer material

56 y el segundo material 58 también pueden cooperar para proporcionar una firmeza / rigidez adecuadas para el material, de manera que el primer material 56 y el segundo material 58 no se rompan cuando el elemento de simulación 22 entra en contacto con la hoja de cuchilla 16 durante la prueba. Dicha firmeza / rigidez del material también puede ser proporcionada por la forma del miembro de simulación 22.

- 5 De esta manera, el miembro de simulación 22 puede tener la forma general y las propiedades mecánicas de un dedo humano (1) para activar un mecanismo de parada que puede usar un sensor óptico para detectar visualmente un dedo, (2) para resistir un corte realizado por la hoja de cuchilla 16 que se aproxima con precisión o simula una herida en un dedo humano, y (3) para registrar la profundidad del corte resultante. Para este fin, como se ilustra en la figura 3A, la primera porción 52 puede ser plana y / o puede tener una forma de sección transversal cuadrada (por ejemplo, midiendo 12,5 mm por 12,5 mm) y puede tener un grosor (es decir, una primera distancia D1) en un rango de aproximadamente 1,0 mm a aproximadamente 0,25 mm, y puede ser de aproximadamente 0,5 mm. La segunda porción 54 puede tener una forma de sección transversal cuadrada (midiendo 12,5 mm por 12,5 mm) que tiene un grosor (es decir, una segunda distancia D2) en un rango de aproximadamente 20 mm a aproximadamente 100 mm, y puede ser de aproximadamente 60 mm. Dicho de otra manera, la primera porción 52 puede tener una superficie interior 62 que puede ser plana y estar dispuesta en posición normal al eje longitudinal 50 y una superficie exterior 63 que puede ser plana y puede estar desplazada longitudinalmente la primera distancia D1 desde la superficie interior 62. La primera distancia D1 puede ser constante y la forma de la primera porción 52 puede conformarse o conformarse sustancialmente a una forma de una porción extrema 60 de la segunda porción 54. Por ejemplo, como se ilustra en la figura 4A, la forma de la porción extrema 60 de la segunda porción 54 puede ser parcialmente esférica y convexa, la primera porción 52 puede tener una superficie interior cóncava, parcialmente esférica complementaria 62 que se conforma en forma a la porción extrema 60. La superficie exterior 63 de la primera porción 52 por lo tanto puede ser parcialmente esférica con un diámetro mayor que la superficie interior 62.

- La primera porción 52 y la segunda porción 54 (es decir, el primer material 56 y el segundo material 58) pueden cooperar para reproducir o replicar (o reproducir sustancialmente o replicar sustancialmente) una o más características o propiedades eléctricas (es decir, impedancia, resistencia y / o voltaje, por ejemplo) de un dedo humano de tal manera que el contacto o contacto cercano entre el miembro de simulación 22 (por ejemplo, con la primera porción 52) activará la función de parada automática 11 de una o más sierras rotativas 12 de la misma manera que un dedo humano activaría la función de parada automática 11. En algunas realizaciones, la propiedad eléctrica puede ser al menos una de entre una impedancia combinada (es decir, una medición de la oposición a la corriente alterna) del miembro de simulación 22 y la circuitería 28 o una impedancia del miembro de simulación 22. Se entiende que la resistencia podría reemplazarse con la impedancia cuando se usa una corriente continua en lugar de una corriente alterna.

- Es crítico que el miembro de simulación 22 (y, en algunas realizaciones, el miembro de simulación 22 y el circuito 28) repliquen o repliquen sustancialmente la impedancia de la piel humana en un rango de condiciones ambientales (por ejemplo, elevadas humedad ambiente y temperatura) debido a que la activación de los mecanismos de parada 11 está diseñada para activarse solo por el contacto con la piel humana. Específicamente, en los mecanismos de parada 11 que dependen de una o más propiedades eléctricas del dedo humano para determinar una condición de contacto, los cambios en una señal de CA suministrada a la sierra 12 pueden ser detectados por un sensor o procesador en comunicación con el mecanismo de parada 11 por monitorización de la impedancia de la hoja de cuchilla 16. Es decir, se envía una señal de monitorización de CA (típicamente, una señal de alta frecuencia, tal como varios cientos de kHz) a la hoja de cuchilla 16, y debido al contacto con un dedo humano, la impedancia de la hoja de cuchilla 16 puede ser cambiada por los efectos de la impedancia del cuerpo humano. Este cambio en la impedancia de la hoja de cuchilla da como resultado un cambio correspondiente de la señal de CA de monitorización en la sierra 12. Los mecanismos de parada 11 (o un sensor o procesador en comunicación con el mecanismo de parada 11) pueden registrar un cambio en la señal de CA de monitorización y tomarán una decisión que ha ocurrido una condición de contacto. Cuando se tome la decisión, se activará el mecanismo de parada 11.

- Como consecuencia, el primer material 56 y el segundo material 58 pueden incluir cada uno cualesquiera materiales o combinación de materiales que repliquen o simulen una o más propiedades eléctricas de un dedo humano, lo que permite la activación consistente de los mecanismos de parada automática 11. El primer material 56 y el segundo material 58 puede ser cada uno un material conductor, tal como un material de caucho conductor o un material orgánico conductor. Por ejemplo, el primer material 56 puede ser un polímero de etileno propileno dieno monómero (EPDM), y el segundo material 58 puede ser una silicona conductora. El primer material 56 puede tener una primera impedancia cuando la corriente alterna pasa a través del primer material 56 y el segundo material 58 puede tener una segunda impedancia cuando la corriente alterna pasa a través del segundo material 58 (o el primer material 56 puede tener una primera resistencia cuando la corriente continua pasa a través del primer material 56 y el segundo material 58 puede tener una segunda resistencia cuando la corriente continua pasa a través del segundo material 58), y la segunda impedancia (o la segunda resistencia) no es igual a la primera impedancia (o a la primera resistencia). En algunas realizaciones, la primera impedancia (o primera resistencia) puede ser mayor o significativamente mayor que la segunda impedancia (o la segunda resistencia). Más específicamente, la primera impedancia puede ser generada por un material con una resistividad de entre 100 kΩ·cm y 10 MΩ·cm y la segunda impedancia puede

ser generada por un material con una resistividad de entre 0 y 10 $\Omega \cdot \text{cm}$ a la frecuencia de CC. La primera y la segunda impedancia, junto con la circuitería 28 que se describe en el siguiente párrafo, pueden cooperar para lograr una impedancia general que replique la condición del caso más desfavorable (es decir, la respuesta de señal más baja a una frecuencia dada) para la impedancia de la piel humana, que se puede producir cuando la piel humana está seca. Es decir, el primer material 56 de la primera porción 52 puede tener una resistividad superficial superior a aproximadamente 100 $\text{k}\Omega \cdot \text{cm}$, pero menor a aproximadamente 10 $\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$ en la frecuencia de CC. Además, el primer material 56 de la primera porción 52 debe poseer propiedades eléctricas comparables a las de un dedo humano.

Como se ilustra en la figura 1, el aparato de prueba 10 incluye además circuitos 28 conectados operativamente a una o más porciones del miembro de simulación 22, y el circuito 28 y el miembro de simulación 22 pueden cooperar para replicar una propiedad eléctrica (por ejemplo, la impedancia) de un dedo humano y un cuerpo humano de tal manera que el contacto o contacto cercano entre la hoja de cuchilla 16 y el primer extremo 24 del miembro de simulación 22 cuando el brazo de soporte 14 se encuentra en la segunda posición 20 activa el mecanismo de parada 11 de la sierra 12. Específicamente, el circuito 28 puede incluir un primer cable conductor 64 conectado en un primer extremo a una o más porciones del miembro de simulación 22 (tal como una o más porciones de la segunda porción 54) y conectado en un segundo extremo a un primer extremo de una red de impedancia 68 (por ejemplo, la realización ilustrada en la figura 6). El circuito 28 también puede incluir un segundo cable conductor 66 conectado por un primer extremo a un segundo extremo de la red de impedancia 68 y conectado por un segundo extremo a tierra 70 (por ejemplo, el bastidor de la sierra 12).

La red de impedancia 68 puede incluir cualquier elemento o configuración adecuada que coopere con el primer material 56 y el segundo material 58 para replicar o dar como resultado una salida de impedancia que sea idéntica o sustancialmente idéntica a la impedancia de un dedo humano en un rango de frecuencias. Es decir, la red de impedancia 68 puede depender de la frecuencia, y la red de impedancia 68 y el miembro de simulación 22 pueden cooperar para generar una impedancia basada en una frecuencia de entrada como se indica, por ejemplo, en el gráfico de la figura 7. Como se ilustra en la figura 6, una realización de la red de impedancia 68 puede incluir una primera resistencia R1 que está conectada en serie a una pluralidad de sub - circuitos 85a - 85e, y la primera resistencia R1 puede tener un valor de aproximadamente 61,2 Ω , por ejemplo. Cada uno de la pluralidad de sub - circuitos 85a - 85e incluye una resistencia en paralelo con un condensador. Por ejemplo, un primer sub - circuito 85a puede incluir una segunda resistencia R2 en paralelo con un primer condensador C1. La segunda resistencia R2 puede tener un valor de aproximadamente 14,4 $\text{k}\Omega$ y el primer condensador C1 puede tener un valor de aproximadamente 4,63 μF , por ejemplo. Un segundo subcircuito 85b puede incluir una tercera resistencia R3 en paralelo con un segundo condensador C2. La tercera resistencia R3 puede tener un valor de aproximadamente 1,55 $\text{k}\Omega$ y el segundo condensador C2 puede tener un valor de aproximadamente 0,875 μF , por ejemplo. Un tercer subcircuito 85c puede incluir una cuarta resistencia R4 en paralelo con un tercer condensador C3. La cuarta resistencia R4 puede tener un valor de aproximadamente 281,6 Ω y el tercer condensador C4 puede tener un valor de aproximadamente 0,65 μF , por ejemplo. Un cuarto subcircuito 85d puede incluir una quinta resistencia R5 en paralelo con un cuarto condensador C4. La quinta resistencia R5 puede tener un valor de aproximadamente 209,7 Ω y el cuarto condensador C4 puede tener un valor de aproximadamente 29,57 nF, por ejemplo. Un quinto subcircuito 85e puede incluir una sexta resistencia R6 en paralelo con un quinto condensador C5. La sexta resistencia R6 puede tener un valor de aproximadamente 316,3 Ω y el quinto condensador C5 puede tener un valor de aproximadamente 4,63 pF, por ejemplo. El quinto circuito secundario 85e puede estar conectado a tierra 70, por ejemplo, por medio del segundo cable conductor 66.

Como se ilustra en la figura 6, la red de impedancia 68 puede incluir adicionalmente un primer puerto 88a que está conectado por un cable conductor 91 a la primera resistencia R1, y el primer cable conductor 64 (véase la figura 1) que está conectado al miembro de simulación 22 puede estar acoplado al primer puerto 88a. Un segundo puerto 88b de la red de impedancia 68 puede estar conectado a un cable conductor 90 que está conectado al segundo cable conductor 66 de manera que el segundo puerto 88b está conectado a tierra 70. En otras realizaciones, la primera resistencia R1 puede estar conectada directamente al miembro de simulación 22 sin un primer puerto 88a, y la primera resistencia R1 puede estar conectada al miembro de simulación 22 por el primer cable conductor 64 (véase la figura 1). Además, el quinto circuito secundario 85e puede estar conectado a tierra 70 por el segundo cable conductor 66 (véase la figura 1) sin conectar el segmento 89.

Con esta configuración, en la segunda posición 20, cuando el primer extremo 24 del miembro de simulación 22 (es decir, la primera porción 52 del miembro de simulación 22) entra en contacto con una porción de la hoja de cuchilla 16 de la sierra 12, la corriente desde la hoja de cuchilla 16 pasa a través del miembro de simulación 22, el primer cable conductor 64, la red de impedancia 68 y el segundo cable conductor 66, a la tierra 70, y la primera impedancia y la segunda impedancia del primer material 56 y del segundo material 58, respectivamente, son idénticas o sustancialmente idénticas a la impedancia o impedancias combinadas de los materiales orgánicos que componen el dedo humano. En algunas realizaciones, se puede conectar una fuente de alimentación (no mostrada) a los circuitos 28 (por ejemplo, tal como en el segundo extremo del segundo cable conductor 66) para generar una corriente en el miembro de simulación 22 de manera que la hoja de cuchilla 16 detecte la primera impedancia y la segunda impe-

dancia resultantes del primer material 56 y del segundo material 58, respectivamente, para activar el mecanismo de parada 11 de la sierra.

En otras realizaciones, la circuitería 28 y el miembro de simulación 22 pueden cooperar para replicar una propiedad térmica (por ejemplo, la temperatura) y una forma física del cuerpo de un dedo humano. Específicamente, algunas realizaciones de los mecanismos de parada 11 disponibles tienen un sistema de activación de imágenes térmicas en el que una cámara térmica identifica un dedo en la proximidad inmediata de la hoja de cuchilla 16 de la sierra 12 por una o ambas de entre la firma de temperatura de un dedo humano y la forma de un dedo humano. Por consiguiente, para activar de manera consistente y repetitiva un mecanismo de parada 11 de este tipo, el circuito 28 puede incluir uno o más componentes que pueden hacer que la temperatura del miembro de simulación 22 sea idéntica o casi idéntica a la de un dedo humano. Por ejemplo, una o más resistencias y una fuente de energía (no mostrada) pueden estar acopladas operativamente al miembro de simulación 22. Con esta configuración, cuando el primer extremo 24 del miembro de simulación 22 contacta o casi contacta con una porción de la hoja de cuchilla 16 de la sierra 12, (es decir, cuando el brazo de soporte 14 está en la segunda posición 20), el sistema de activación por imagen térmica detectará el miembro de simulación 22 para aplicar el mecanismo de parada 11 de la sierra 12.

Para calibrar el miembro de simulación 22 (y los circuitos 28) para encontrar una impedancia general, en primer lugar se determinó la variación de la señal debida a la posición del dedo humano. Es decir, se probó la variación de la señal debida al uso de una porción izquierda, media y derecha de un dedo, y se determinó que la variación de la señal era insignificante. Se probaron las variaciones de la señal de seres humanos de diferentes tamaños y se determinó que la respuesta de la señal no está correlacionada con el peso corporal o la altura. La respuesta de señal de un dedo humano se midió en condiciones húmedas y secas, y se observó que un dedo seco tiene una respuesta de señal más baja que un dedo húmedo. En la figura 7 se proporciona un gráfico de la impedancia de un dedo humano húmedo en un rango de frecuencias de CA, y una salida de la red de impedancia 68 puede ser igual o aproximadamente igual a la impedancia de un dedo humano húmedo sobre el rango de frecuencias de CA. Además, una salida de la red de impedancia 68 puede ser igual o aproximadamente igual a la impedancia de un dedo humano seco en el rango de las frecuencias de CA. Un miembro de simulación 22 que tiene la primera porción 52 que tiene un material de alta impedancia y una segunda porción 54 que tiene un material de baja impedancia se probó a continuación para determinar la variación de la señal, y el miembro de simulación 22 se conectó operativamente a una red de impedancia que estaba conectada operativamente a tierra. A continuación se determinó un valor (o rango de valores) de la red de impedancia que generará con precisión una variación de señal que es sustancialmente idéntica a la variación de señal de un dedo seco, que es la variación de señal humana más débil. Las pruebas han demostrado que el miembro de simulación 22 teniendo la primera porción 52 un material de alta impedancia y teniendo una segunda porción 54 un material de baja impedancia, y acoplado a una red de impedancia que está acoplada a tierra, se encontró que se lograba una respuesta de señal similar a la respuesta de señal táctil humana más débil (es decir, un toque de dedo seco). Otros objetos que se pueden usar para activar (o intentar activar) un mecanismo de parada alcanzan resultados inconsistentes. Por ejemplo, un perrito caliente a veces puede activar un mecanismo de parada, pero la variación de la señal es relativamente grande y, por lo tanto, reproduce la variación de la señal de un dedo humano. Por consiguiente, no es posible realizar una prueba repetible y precisa de cómo un dedo humano puede activar un mecanismo de parada dado utilizando un perrito caliente.

En uso, el brazo de soporte 14 puede colocarse inicialmente en la primera posición 18 de manera que el primer extremo 24 del miembro de simulación 22 (por ejemplo, la superficie exterior 63 de la primera porción 52) esté desplazado y no en contacto con una porción de la hoja de cuchilla 16 de la sierra 12, como se ilustra en la figura 1. El brazo de soporte 14 puede tener cualquier orientación adecuada con respecto a la hoja de cuchilla 16 para permitir que el primer extremo 24 del miembro de simulación 22 esté desplazado de la hoja de cuchilla 16 en la primera posición 18 y para permitir que el primer extremo 24 del miembro de simulación 22 entre en contacto con una porción deseada de la hoja de cuchilla 16 en la segunda posición 20. Por ejemplo, si el actuador 42 desplaza el brazo de soporte 14 linealmente a lo largo del eje longitudinal 30 del brazo de soporte 14, el brazo de soporte puede estar orientado con el eje longitudinal 30 en o paralelo a (o sustancialmente en o paralelo a) un plano de rotación de la hoja de cuchilla 16, y el eje longitudinal 30 puede estar orientado hacia un eje de rotación de la hoja de cuchilla 16.

Con esta disposición, la potencia de la sierra 12 se activa y se da una orden al actuador 42 para que traslade el brazo de soporte 14 y el miembro de simulación 22 hacia la hoja de cuchilla 16 a lo largo del eje longitudinal 30 desde la primera posición 18 a la segunda posición 20, como se muestra en la figura 2. Como se ilustra en la figura 1, se pueden proporcionar uno o más sensores 72 que pueden estar en comunicación con un procesador, tal como el procesador 46, para determinar la velocidad de rotación de la hoja de cuchilla 16. La velocidad de desplazamiento del actuador 42 (y, por lo tanto, del brazo de soporte 14 y del miembro de simulación 22) hacia la hoja de cuchilla 16 puede ser constante y repetible. Por ejemplo, la velocidad de desplazamiento puede ser de 2,5 m/s. Cuando se produce el contacto entre el primer extremo 24 del miembro de simulación 22 y la hoja de cuchilla 16 en la segunda posición 20, el contacto puede activar inmediatamente o casi inmediatamente el mecanismo de parada 11 de la sierra 12, y la hoja de cuchilla 16 cesará (o cesará sustancialmente) su rotación y / o se retraerá del miembro de simulación 22. Como se ilustra en la figura 1, un sensor 74, tal como un fotodetector, puede estar en comunicación

con un procesador, tal como el procesador 46, y el sensor 74 puede determinar cuándo se enciende una luz indicadora 76 del mecanismo de parada 11.

Debido a que los parámetros (por ejemplo, el actuador 42, la velocidad de desplazamiento, la dirección de contacto, la forma y la rigidez del elemento de simulación 22) del aparato de prueba 10 son consistentes y / o repetibles cuando se prueban varios mecanismos de parada 11, el rendimiento de un primer mecanismo de parada puede compararse con el rendimiento de un segundo mecanismo de parada. Por ejemplo, el daño al primer extremo 24 del miembro de simulación y de otro miembro de simulación 22 se usaron para probar varios mecanismos de parada 11. Es decir, la profundidad de un corte en un primer miembro de simulación 22 causado por una hoja de cuchilla 16 de una primera sierra 12 puede compararse con la profundidad de un corte en un segundo miembro de simulación 22 causado por una hoja de cuchilla 16 de una segunda sierra 12. Se puede determinar que la profundidad de cada corte está dentro de un rango aceptable, es decir, un rango en el que no se produciría un daño permanente a un dedo humano. Por ejemplo, la profundidad de corte se puede medir por análisis de imágenes y la profundidad debe ser menor de 4 mm. Es decir, la profundidad de cualquier punto de corte en el miembro de simulación 22 debe estar dentro de 0 a 4 mm de una superficie más externa de la primera porción 52 y / o de la segunda porción 54, y la superficie más externa puede ser la superficie en la que se realiza el corte. Por consiguiente, el aparato de prueba 10 permite una activación consistente y predecible de una variedad de mecanismos de parada 11 usados en una variedad de sierras rotativas, permitiendo así que se comparen las características de rendimiento correspondientes de cada mecanismo de parada 11.

Con referencia a la figura 5A, una realización del aparato de prueba 10 puede incluir un brazo 83 de la cámara que se puede asegurar al brazo de soporte 14 (o se puede asegurar directa o indirectamente al bastidor de soporte 38 que se ilustra en la figura 1), y el brazo 83 de la cámara puede ser adaptado para soportar una cámara 80 (por ejemplo, una cámara digital) y / o una fuente de luz 82. El brazo 83 de la cámara puede tener cualquier forma o configuración que permita que al menos una de entre la cámara 80 o la fuente de luz 82 sea soportada de tal manera que la cámara 80 sea capaz de tomar una fotografía del primer extremo 24 del miembro de simulación 22 y la porción 25 de la hoja de cuchilla 16 en contacto con el miembro de simulación 22 cuando el miembro de simulación 22 está en la segunda posición 20. Más específicamente, el brazo 83 de la cámara puede incluir un primer miembro 83a que se extiende normal (o sustancialmente normal) al eje longitudinal 30 del brazo de soporte 14, y el brazo 83 de la cámara también puede incluir un segundo miembro 83b que se puede extender en paralelo (o sustancialmente paralelo) al eje longitudinal 30 del brazo de soporte 14. Con esta configuración, el segundo miembro 83b puede estar alineado con (y desplazarse verticalmente) del eje longitudinal 30 del brazo de soporte 14 cuando se ve en dirección normal al eje longitudinal 30 del brazo de soporte 14. La cámara 80 puede estar asegurada o acoplada a una primera porción 84a del segundo miembro 83b del brazo 83 de la cámara. La primera porción 84a puede estar dispuesta en cualquier ubicación del segundo miembro 83b que centra el campo de visión de la cámara 80 en el primer extremo 24 del miembro de simulación 22. La fuente de luz 82 se puede asegurar o acoplar a una segunda porción 84b del segundo miembro 83b del brazo 83 de la cámara, y la segunda porción 84b puede ser cualquier ubicación que ilumine adecuadamente el primer extremo 24 del miembro de simulación 22. Debido a que el brazo 83 de la cámara está asegurado al brazo de soporte 14, el brazo 83 de la cámara se desplaza con el brazo de soporte 14 y la posición del primer extremo 24 del miembro de simulación 22 se fija con relación a la cámara 80 y a la fuente de luz 82. cuando el brazo de soporte 14 se traslada desde la primera posición 18 (véase la figura 5B) a la segunda posición 20 (véase la figura 5C), la cámara 80 está posicionada para grabar o fotografiar la porción 25 de la sierra 16 que impacta contra el primer extremo 24 del miembro de simulación 22 para permitir una medición precisa de la profundidad del corte que se produce en el miembro de simulación 22.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de prueba (10) configurado para probar un mecanismo de parada (11) de una sierra (12), comprendiendo el aparato de prueba (10):

5 un brazo de soporte (14) amovible con respecto a una hoja de cuchilla (16) de la sierra (12) desde una primera posición (18) a una segunda posición (20);

 un miembro de simulación (22) acoplado al brazo de soporte (14), teniendo el miembro de simulación (22) un primer extremo (24) y un segundo extremo (26), en el que en la primera posición (18), el primer extremo (24) del miembro de simulación (22) está adaptado para ser desplazado desde una porción de la hoja de
10 cuchilla (16) de la sierra (12), y en la segunda posición (20), el primer extremo (24) del miembro de simulación (22)) está adaptado para estar en contacto con la porción de la hoja de cuchilla (16) de la sierra (12); y

 circuitos (28) conectados operativamente al miembro de simulación (22), en el que el circuito (28) y el miembro de simulación (22) cooperan para replicar una propiedad eléctrica o una propiedad térmica de un
15 dedo humano de tal manera que el contacto entre la hoja de cuchilla (16) y el primer extremo (24) del miembro de simulación (22)) cuando el brazo de soporte (14) está en la segunda posición (20), activa el mecanismo de parada (11) de la sierra (12).
2. El aparato de prueba (10) de la reivindicación 1, en el que la propiedad eléctrica es una impedancia del miembro de simulación (22), en el que la impedancia del miembro de simulación (22) es idéntica a una impedancia de un
20 dedo humano, y opcionalmente, en el que la impedancia del miembro de simulación (22) se mide con una resistencia (R1) conectada en serie a una pluralidad de sub - circuitos, en los que cada uno de la pluralidad de sub - circuitos (85a - e) incluye un condensador (C1 - C5), en los que cada uno de la pluralidad de sub - circuitos incluye opcionalmente un condensador (C1 - C5) y una resistencia (R2 - R6) conectados en paralelo.
3. El aparato de prueba (10) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el miembro de simulación (22) incluye una primera porción (52) que comprende un primer material (56) y una segunda porción (54) que comprende un segundo material (58) que es diferente del primer material (56), en el que la primera porción
25 (52) está dispuesta en el primer extremo (24) del miembro de simulación (22);

 en el que el primer material (56) tiene opcionalmente una primera impedancia y el segundo material (58) tiene una segunda impedancia menor que la primera impedancia.
4. El aparato de prueba (10) de la reivindicación 3, en el que cuando el primer material (56) tiene la primera impedancia y el segundo material (58) tiene la segunda impedancia, la primera impedancia es generada por un material con resistividad comprendida entre 100 kΩ·cm y 10 MΩ·cm y la segunda impedancia es generada por un
30 material con resistividad comprendida entre 0 y 10 Ω·cm; y / o

 en el que el primer material (56) y el segundo material (58) son ambos un material orgánico conductor.
5. El aparato de prueba (10) de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el brazo de soporte (14) se desplaza linealmente desde la primera posición hasta la segunda posición (20) y / o en el que los circuitos (28) incluyen una red de impedancia dependientes de la frecuencia (68) conectada a tierra (70).
- 35 6. El aparato de prueba (10) de una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que el miembro de simulación (22) es alargado y se extiende a lo largo de un eje longitudinal, y en el que la segunda porción (54) está dispuesta entre la primera porción (52) y el primer extremo (32) del brazo de soporte (14); en el que la primera porción (52) tiene opcionalmente una superficie interna plana (62) dispuesta normal al eje longitudinal (30) y una superficie externa plana (63) dispuesta normal al eje longitudinal (30), en el que la superficie interna (62) está desplazada longitudinalmente una primera distancia (D1) de la superficie exterior (63); en el que la primera distancia (D1) está opcionalmente en el rango de aproximadamente 1,0 mm a aproximadamente 0,25 mm.
- 40 7. El aparato de prueba (10) de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además:

 un brazo de cámara (83) asegurado al brazo de soporte (14); y

45 una cámara (80) acoplada a una primera porción (84a) del brazo de cámara (83), estando adaptada la cámara (80) para tomar una fotografía del primer extremo (24) del miembro de simulación (22) y la porción de la hoja de cuchilla (16) en contacto con el miembro de simulación (22) cuando el miembro de simulación (22) está en la segunda posición (20).
- 50 8. El aparato de prueba (10) de una cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, en el que el brazo de soporte (14) es alargado y tiene un eje longitudinal (30) paralelo o coaxial con el eje longitudinal (50) del miembro de simulación

(22), y en el que el brazo de soporte (14) se desplaza desde la primera posición (18) a la segunda posición (20) a lo largo del eje longitudinal (30) del brazo de soporte (14).

9. El aparato de prueba (10) de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además un bastidor de soporte (38), y el brazo de soporte (14) está acoplado de manera desplazable al bastidor de soporte (38);
y / o una fuente de luz (82) acoplada a una segunda porción (84b) del brazo de cámara (83), estando adaptada la fuente de luz (82) para iluminar el primer extremo (24) del miembro de simulación (22);

y / o en el que la propiedad térmica es una temperatura del miembro de simulación (22),

en el que la temperatura del miembro de simulación (22) es idéntica o sustancialmente idéntica a la temperatura de un dedo humano.

10. Un procedimiento para probar un mecanismo de parada (11) de una sierra (12) utilizando el aparato de prueba de una de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo el procedimiento:

activar la rotación de la hoja de cuchilla (16) de la sierra (12);

desplazar el brazo de soporte (14) con respecto a la porción de la hoja de cuchilla (16) de la sierra (12) desde la primera posición (18) en la que el primer extremo (24) del miembro de simulación (22) acoplado al brazo de soporte (14) está desplazado de la porción de la hoja de cuchilla (16) de la sierra (12), a la segunda posición (20), en la que el primer extremo (24) del miembro de simulación (22) está en contacto con la porción de la hoja de cuchilla (16) de la sierra (12) para activar el mecanismo de parada (11).

11. El procedimiento de la reivindicación 10, que comprende además medir la profundidad de un corte realizado en el miembro de simulación (22) que resulta del contacto con la porción de la hoja de cuchilla (16) de la sierra (12).

12. El procedimiento de la reivindicación 11, que comprende además determinar si la profundidad del corte está dentro de un rango aceptable en el que no se produciría daño permanente a un dedo humano.

13. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que el primer extremo (24) del miembro de simulación (22) es una porción de una primera porción (52), y en el que una segunda porción (54) del miembro de simulación (22)) está dispuesta entre la primera porción (52) y el brazo de soporte (14).

14. El procedimiento de la reivindicación 13, en el que la primera porción (52) comprende un primer material (56) y la segunda porción (54) comprende un segundo material (58) que es diferente del primer material (56); y opcionalmente en el que el primer material (56) tiene una primera impedancia y el segundo material (58) tiene una segunda impedancia menor que la primera impedancia, en el que la primera impedancia es generada opcionalmente por un material con una resistividad comprendida entre 100 kΩ·cm y 10 MΩ·cm y la segunda impedancia es generada por un material con resistividad comprendida entre 0 y 10 Ω·cm, en el que el primer material (56) y el segundo material (58) son opcionalmente ambos materiales orgánicos conductores.

15. El procedimiento de la reivindicación 14, que comprende además calibrar una impedancia global del miembro de simulación (22),

en el que la calibración de la impedancia global incluye opcionalmente determinar variaciones de señal de dedos humanos en condiciones húmedas y secas;

en el que la calibración de la impedancia global incluye opcionalmente conectar operativamente el miembro de simulación (22) a una red de impedancia (68) que está conectada operativamente a una tierra (70), y determinar un valor para la red de impedancia (68) que generará con precisión una variación de la señal que es sustancialmente idéntica a la variación de la señal de un dedo seco;

y / o que comprende además comparar la profundidad del corte realizado en el miembro de simulación (22) con la profundidad de un corte realizado por una sierra diferente (12) en un miembro de simulación diferente (22) para determinar si la profundidad de cada uno de los cortes se encuentra dentro de un rango aceptable.

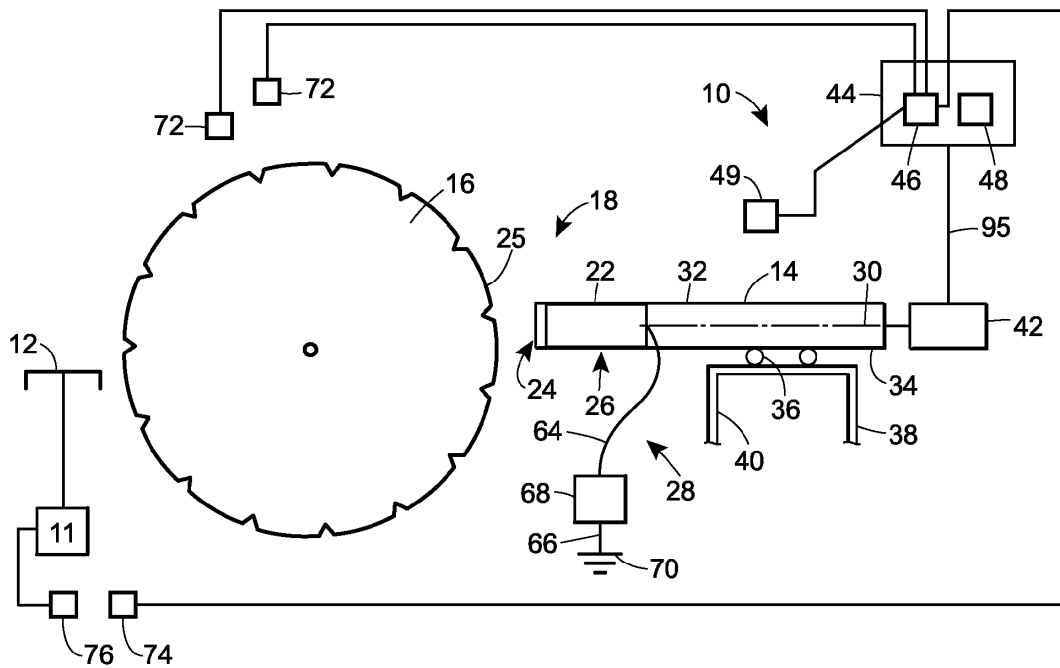


Fig. 1

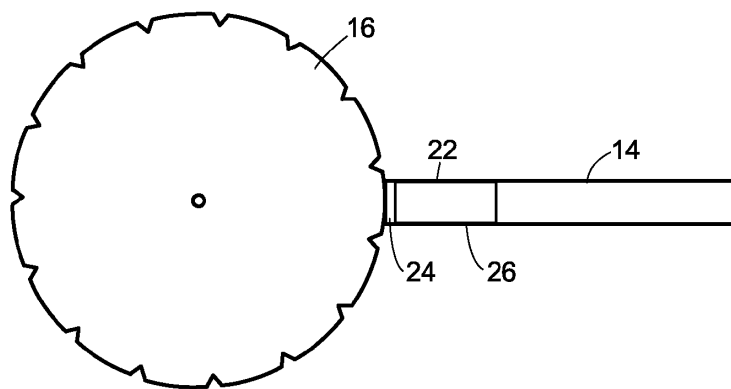


Fig. 2

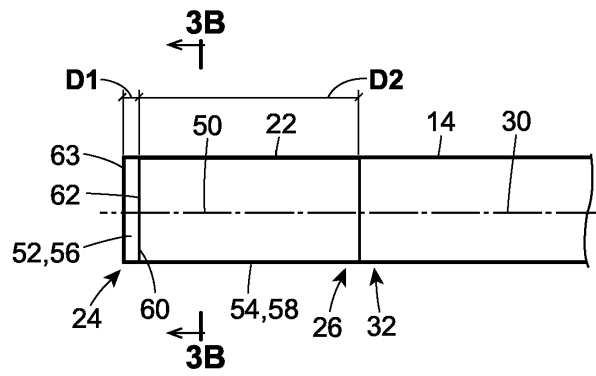


Fig. 3A

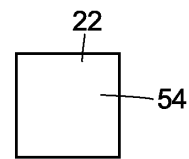


Fig. 3B

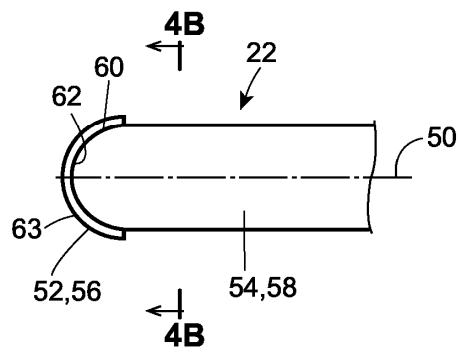


Fig. 4A

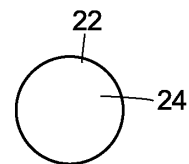


Fig. 4B

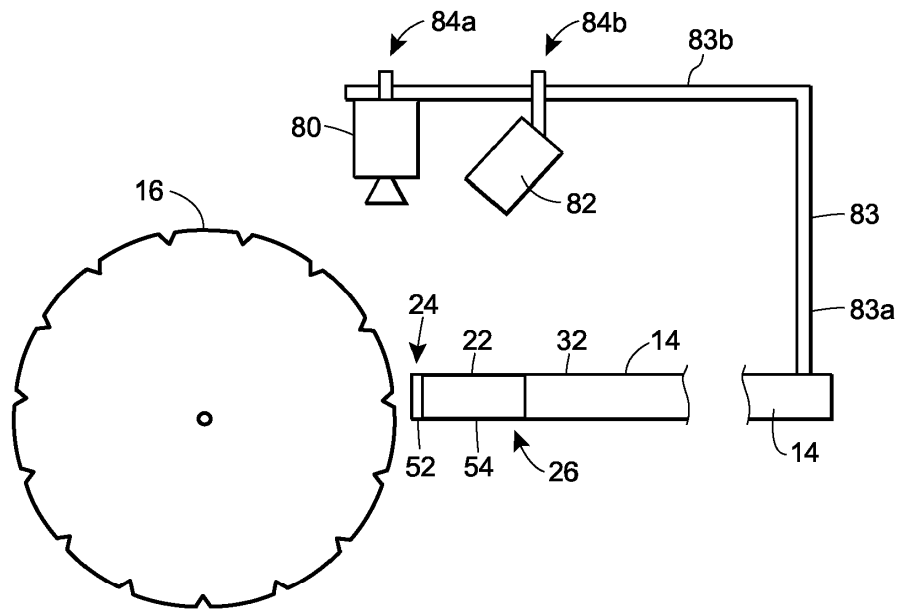


Fig. 5A

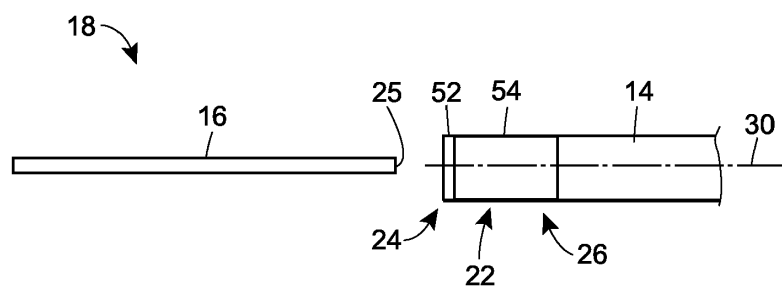


Fig. 5B

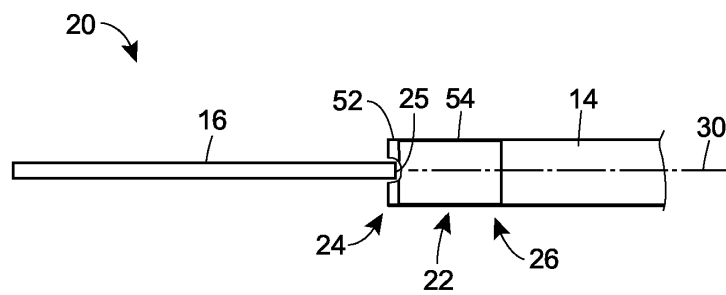


Fig. 5C

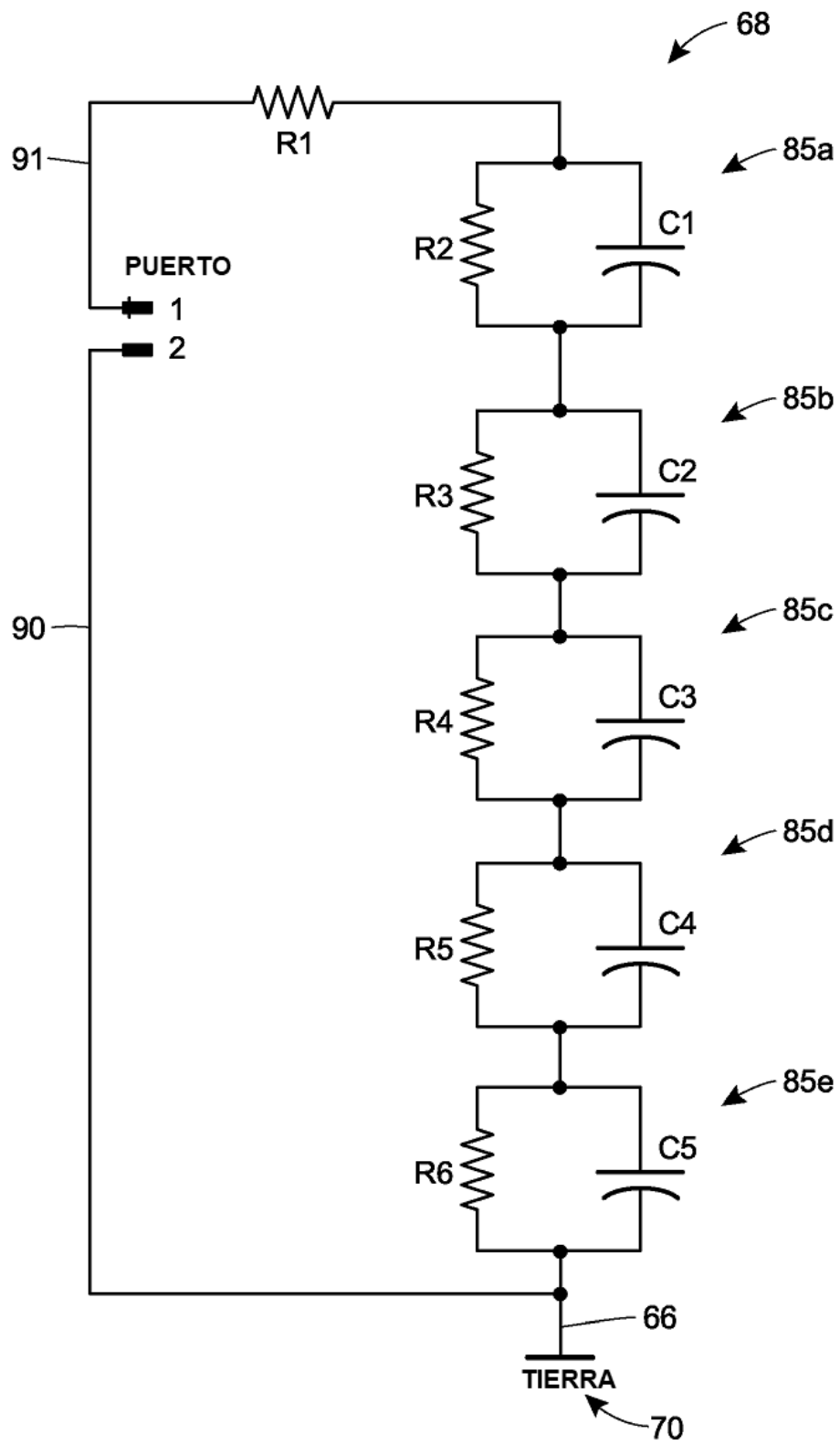


Fig. 6

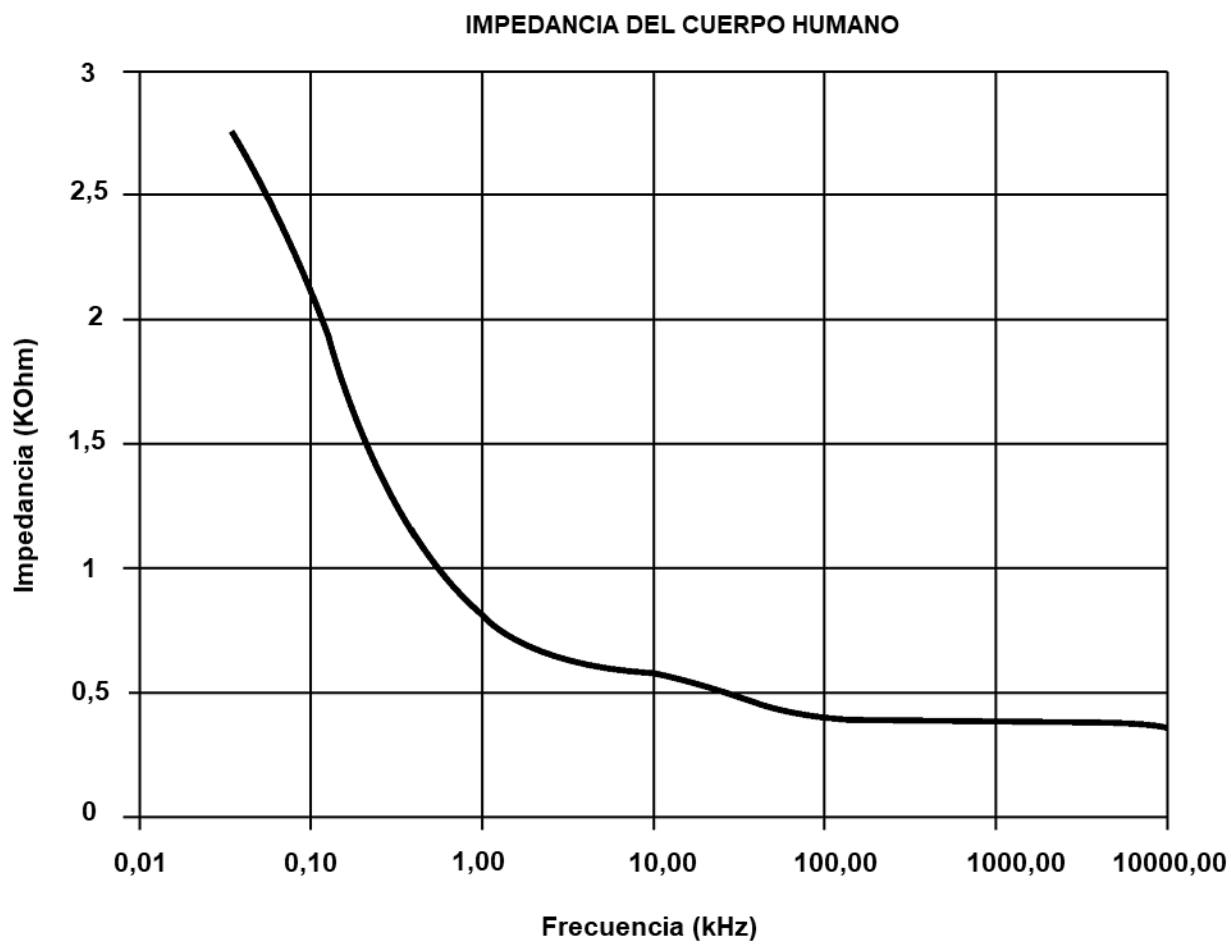


Fig. 7