

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 768 255**

51 Int. Cl.:

**G01N 29/04** (2006.01)

**G01N 29/22** (2006.01)

**B61K 9/12** (2006.01)

**G01N 29/27** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2012 E 12175928 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020 EP 2549271**

54 Título: **Instalación para inspección de ruedas ferroviarias y aparato para inspección por ultrasonido que comprende dicha instalación para inspección**

30 Prioridad:

**19.07.2011 US 201113135915**

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

**22.06.2020**

73 Titular/es:

**AMSTED RAIL COMPANY, INC. (100.0%)  
311 S. Wacker, Suite 5300  
Chicago, IL 60606, US**

72 Inventor/es:

**OLIVER, JOHN R. y  
OLIVER, JOHN D.**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 768 255 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**

Instalación para inspección de ruedas ferroviarias y aparato para inspección por ultrasonido que comprende dicha instalación para inspección

5 La presente invención se refiere a la inspección por ultrasonido de ruedas ferroviarias.

Antecedentes de la invención

10 Las ruedas ferroviarias son generalmente de acero forjado o fundido, y a pesar de las estrictas medidas de control de calidad, pueden presentar defectos resultantes del proceso de fabricación. Estos defectos pueden incluir huecos, grietas, así como inclusiones, lo que puede debilitar la rueda y llegar a producir el fallo de la rueda. La inspección por ultrasonido se ha empleado comúnmente para detectar tales defectos.

15 Los transductores de posición fija que analizan las ruedas ferroviarias por ultrasonido normalmente examinan la rueda y su estructura subyacente únicamente en ubicaciones discretas e individuales alrededor del perímetro de la cara de la banda de rodadura de la rueda o la pestaña de la rueda. Para obtener un análisis de diagnóstico más completo de toda la estructura de la rueda, sin el análisis intensivo requerido por parte de un transductor de posición fija, se ha desarrollado un método de inspección por ultrasonido automatizada.

20 La inspección por ultrasonido automatizada se ha visto comprometida, hasta cierto punto, por el tamaño y el peso de las ruedas ferroviarias (que normalmente pesan entre 317,515 y 453,592 kg (700 y 1000 libras)), lo que puede dificultar la recopilación automatizada de datos precisos sobre la inspección por ultrasonido. Particularmente problemáticas son las ruedas ferroviarias con tolerancias dimensionales que, aunque se encuentran en un intervalo aceptable para fines de producción, obstaculizan la recopilación automatizada de datos precisos sobre la inspección.

25 En instalaciones para inspección de la técnica anterior, la rueda ferroviaria típica puede tener tolerancias dimensionales capaces de producir inestabilidades dinámicas a medida que la rueda es impulsada por rotación para un examen por ultrasonido. Estas inestabilidades dan como resultado la desviación de la rueda respecto de la rotación de la línea central axial alrededor del centro geométrico de la rueda en la instalación para inspección. Esto ha resultado problemático, ya que la recopilación de datos precisos sobre la inspección por ultrasonido a menudo requiere mantener una orientación geométrica estable a medida que se gira la rueda. El documento EP0708308 divulga un aparato para inspección de ruedas ferroviarias de no contacto perteneciente a la técnica anterior. El documento US3067872 divulga un método para inspeccionar recipientes. El documento US6248035B1 divulga un dispositivo giratorio que comprende dos elementos soportados para su rotación alrededor de un eje y un medio de resorte de diafragma que impulsa esos elementos axialmente el uno con respecto al otro.

Sumario de la invención

40 Una instalación para inspección de acuerdo con la reivindicación 1 y un aparato para inspección por ultrasonido que comprende dicha instalación para inspección de acuerdo con la reivindicación 7 se proporcionan para la aplicación de una inspección por ultrasonido automatizada a una rueda ferroviaria. Para lograr tasas de recopilación de datos más rápidas, así como datos sobre inspección por ultrasonido más precisos y reproducibles, se presenta un método y un aparato de carácter novedoso para mitigar las oscilaciones y otras inestabilidades dinámicas resultantes de la rotación de la rueda ferroviaria en la instalación para inspección por ultrasonido. Más específicamente, un conjunto de accionamiento de carácter novedoso en la instalación para inspección por ultrasonido acepta de manera adaptable tolerancias dimensionales en la rueda ferroviaria giratoria, amortiguando desviaciones y otras oscilaciones que, de otro modo, podrían afectar la precisión y la reproducibilidad de los datos sobre la inspección por ultrasonido.

50 Breve descripción de las figuras

En las figuras adjuntas, se describen e ilustran diversas realizaciones del aparato para inspección por ultrasonido. Las figuras se proporcionan solo como ejemplos y no se consideran limitaciones de la invención. En consecuencia, el aparato para inspección por ultrasonido y la instalación para inspección por ultrasonido se ilustran a modo de ejemplo y no como limitación en las figuras adjuntas, en las que:

- la FIG. 1 es una vista en alzado en sección transversal de una realización ejemplar del aparato para inspección por ultrasonido;
- la FIG. 2 es una vista en alzado en sección transversal a través de la sección 2--2 de la FIG. 1;
- 60 la FIG. 3 es una vista en alzado frontal del banco de montaje y el conjunto de codificador del aparato para inspección por ultrasonido representado en la FIG. 1;
- la FIG. 4 es una vista en alzado lateral del conjunto de codificador de la FIG. 3;
- la FIG. 5 es una realización que ilustra un esquema de circuito de control para el aparato para inspección por ultrasonido ejemplar de la FIG. 1;
- 65 la FIG. 6 es una vista en planta del aparato para inspección por ultrasonido ilustrado en la FIG. 1;
- la FIG. 7 es una vista en alzado a través de la sección 7--7 de la FIG. 6;

la FIG. 8 es una vista en planta de una realización del conjunto de codificador;  
 la FIG. 9 es una vista isométrica de una rueda ferroviaria ejemplar;  
 la FIG. 10 es una proyección ortogonal de una realización de un rodillo de accionamiento unitario ejemplar de la técnica anterior;  
 la FIG. 11 es una vista en sección transversal a través de la sección 10-10 del rodillo de accionamiento unitario de la técnica anterior representado en la FIG. 10;  
 la FIG. 12 es una vista en sección transversal parcial de una rueda ejemplar que se acopla con el rodillo de accionamiento ejemplar representado en la FIG. 11;  
 la FIG. 13 es una vista en sección transversal de una realización de un rodillo de accionamiento dividido ejemplar;

Descripción detallada

Aparato para inspección por ultrasonido de ruedas ferroviarias

Una realización del aparato para inspección por ultrasonido aparece representada en la vista en alzado frontal de la FIG. 1 y la vista en alzado lateral de la FIG. 2. El aparato para inspección por ultrasonido está diseñado para la evaluación no destructiva y el mapeo subsuperficial de la estructura de una rueda ferroviaria 100 del tipo ejemplificado por la ilustración de la FIG. 9.

El aparato para inspección por ultrasonido comprende, en una realización, la instalación para inspección por ultrasonido 11 para capturar y girar la rueda y el conjunto de detección por ultrasonido 90. Adicionalmente, una CPU (por ejemplo, un circuito lógico programable (PLC)) (no mostrado) se puede utilizar, en algunas realizaciones, para coordinar las actividades de adquisición de datos del conjunto de detección por ultrasonido 90 con las funciones de manipulación de la rueda, transferencia y accionamiento realizadas por la instalación para inspección por ultrasonido 11.

El aparato para inspección por ultrasonido 10 puede tener muchas realizaciones diferentes que incluyen conjuntos adicionales en diversas combinaciones. Por ejemplo, la medida en que la manipulación de la muestra para inspección de la rueda ferroviaria está automatizada afectará el número y a los tipos de conjuntos requeridos por el aparato para inspección. En una realización, el aparato para inspección 10 puede incluir varios conjuntos opcionales para posicionar y girar la muestra para inspección en la instalación para inspección 11. Estos conjuntos incluyen, en una realización, un conjunto de transferencia 50, un conjunto de carga 60, un conjunto de retención 120 y un conjunto de limitación 70; además del conjunto de accionamiento 80 para girar la muestra para inspección. Cada conjunto está montado en u es operable con, en esta realización, el conjunto de armazón 12 y el depósito de fluido de acoplamiento 22.

Tal y como se ha indicado anteriormente, no todos los conjuntos mencionados son necesarios para la recopilación de datos para inspección por ultrasonido. Por ejemplo, en otra realización, la rueda 100 se coloca en su posición en el conjunto de accionamiento 80 mediante un dispositivo manual tal como una grúa y un gancho (no mostrados). Como resultado, los conjuntos de transferencia y manipulación de ruedas no son necesarios en esta realización; en su lugar, solo el conjunto de armazón 12, el depósito 22 y el conjunto de accionamiento 80 son necesarios en la instalación para inspección 11. En consecuencia, en una realización, el aparato para inspección 10 puede comprender solo el conjunto de armazón 12, el conjunto de accionamiento 80 para girar la rueda, el depósito 22 para sumergir la rueda en un fluido de acoplamiento y el conjunto de detección 90 para recopilar datos sobre la inspección por ultrasonido.

Otras realizaciones del aparato para inspección por ultrasonido 10 pueden incluir otras combinaciones de conjuntos. Por ejemplo, el depósito 22 no es necesario en realizaciones en las que se usan otros medios para acoplar el transductor ultrasónico a la rueda (por ejemplo, contacto directo del transductor en lugar del acoplamiento de inmersión).

Con referencia a la FIG. 1, el aparato para inspección por ultrasonido 10 representa, en una realización, un sistema automatizado para la recopilación de datos sobre la inspección por ultrasonido. El aparato para inspección por ultrasonido 10 representado en la FIG. 1 tiene un conjunto de armazón 12 con patas verticales 14, 16, 18 y 20 ancladas al suelo 17. Un depósito 22 para contener el fluido de acoplamiento 155 está montado en las patas 14, 16, 18 y 20 en los extremos superiores de las patas 15. El depósito 22, en una realización, se muestra con una forma rectangular en las FIGS. 1 y 2. El depósito 22 está definido por una pared inferior 23, una pared lateral frontal 25 (mostrada en la FIG. 2), una pared lateral trasera 27, una primera pared de extremo 29 y una segunda pared de extremo 31. La pared lateral frontal 25, la pared lateral trasera 27, la primera pared de extremo 29 y la segunda pared de extremo 31 forman un borde de pared superior 33 y encierran un volumen 35. Cada pared lateral 25, 27 y pared de extremo 29, 31 del depósito 22 tiene una pestaña inferior 37 y una pestaña superior 39.

En las esquinas 41, el aparato para inspección por ultrasonido 10 tiene brazos verticales 24, 26, 28 y 30 que se extienden verticalmente hacia arriba desde el depósito 22 y las pestañas superiores 39. Los brazos verticales 24, 26, 28 y 30 están conectados por abrazaderas transversales horizontales 36 y 38 por los extremos superiores 40 del conjunto de armazón 12.

Las ruedas ferroviarias, aunque son generalmente similares, pueden construirse según diferentes estándares y tener

diferentes dimensiones y tolerancias. Por ejemplo, con referencia a la FIG. 9, se ilustra una rueda ferroviaria típica 100 para su uso junto con el aparato para inspección por ultrasonido. La rueda ferroviaria 100 incluye una pestaña de rueda 102, una cara de pestaña 104, una cara de banda de rodadura 106, una cara de llanta 108 y un cubo 110 con un orificio axial 112.

5 Haciendo referencia de nuevo a la FIG. 1, una rueda ferroviaria 100 se ilustra en formato de trazo discontinuo en dos tamaños diferentes para representar la posición general de la rueda dentro del aparato para inspección por ultrasonido 10. En una realización, la inspección por ultrasonido de una rueda ferroviaria comienza con la entrada de la rueda 100, que rueda sobre su banda de rodadura 106, al conjunto de armazón 12 de izquierda a derecha de manera  
10 generalmente vertical a lo largo de una vía de riel con rieles de guía (no mostrados). La rueda 100 se mueve sobre la vía y las guías que se han indicado anteriormente hasta llegar a una posición generalmente central en el conjunto de armazón 12 sobre el depósito 22 y entre los brazos verticales 24, 26, 28 y 30 para posicionar la rueda de forma que se acople con el conjunto de transferencia de rueda 50.

15 Cuando la rueda 100 llega rodando hasta su posición, los sensores (no mostrados) comunican una señal que indica la posición de la rueda 100. Cuando la rueda alcanza una posición predeterminada en el aparato para inspección 10, el conjunto de retención lateral 120 se activa, deteniendo la rueda sobre los conjuntos de pista de rueda primero y segundo 140, 142 del conjunto de carga de rueda 60.

#### 20 Conjunto de retención de rueda

Con referencia a las FIGS. 6 y 7, se representa el conjunto de retención de rueda 120. El conjunto de retención 120 mantiene la posición lateral de la rueda 100 en la vía durante la inspección. Por ejemplo, en una realización, los rodillos de retención 251 en cada uno de los dos subconjuntos separados que comprenden el conjunto de retención 120 se trasladan mediante cilindros neumáticos en ambas trayectorias de avance y retroceso del desplazamiento de la rueda en la vía para capturar lateralmente la rueda.

El conjunto de retención 120 comprende dos subconjuntos mecánicos separados, pero generalmente idénticos, para bloquear cada lado de la rueda: los subconjuntos de rodillo de retención primero 220 y segundo 230. El segundo subconjunto de rodillo de retención 230, que está en relación yuxtapuesta con el primer subconjunto de rodillo de retención 220, tiene una relación de imagen especular y una operación con el primer subconjunto de rodillo de retención 220. En esta realización, todos los componentes en el primer subconjunto de rodillo de retención 220 también están presentes y funcionan de la misma manera que el segundo subconjunto de rodillo de retención 230. En consecuencia, la descripción y la operación del subconjunto de rodillo de retención 220 es generalmente aplicable a la operación del segundo subconjunto de rodillo de retención 230. A continuación, se describe la operación de uno de los dos subconjuntos de rodillo de retención en el conjunto de retención de rueda 120.

Un primer subconjunto de rodillo de retención 220 incluye un primer cilindro de retención neumático 222 acoplado de manera pivotante a un brazo vertical 26 con el grillete 224 y el primer pasador 226 en el extremo superior del cilindro 228 y el primer soporte con orejeta 229. Una varilla oscilante 232 es extensible desde el cilindro de retención neumático 222 en el extremo inferior del cilindro 234. Un casquillo 250 en el segundo orificio 246 tiene un brazo de pivote 236 que está acoplado al extremo distal 233 de la varilla oscilante 232 por un segundo grillete hembra 240 y un segundo pasador 242. Este acoplamiento permite la rotación pivotante del brazo de pivote 236 en el primer árbol de pivote 244 (que se extiende a través del segundo orificio 246) por la varilla oscilante 232. El brazo de detención 248 está acoplado al casquillo 250 en el primer extremo del brazo de detención 249 con el rodillo de retención 251 asegurado en el pasador 252 en el segundo extremo del brazo de detención 253. La oscilación de la varilla 232 induce la rotación del casquillo 250 y el brazo de detención 248 para posicionar el rodillo de retención 251 cerca de la rueda 100, capturando la rueda 100 en una dirección de desplazamiento a lo largo de la vía.

50 Durante la operación, los subconjuntos de rodillo de retención primero 220 y segundo 230 actúan conjuntamente para bloquear el desplazamiento lateral de la rueda 100 en la vía dentro del aparato para inspección por ultrasonido 10 con los rodillos de retención 251 a cada lado de la rueda. Los subconjuntos de rodillo de retención 220, 230 están diseñados para alinear automáticamente la rueda 100 en la instalación para inspección 11 con el subconjunto de puente en preparación para la transferencia de la rueda al conjunto de carga.

#### 55 Conjunto de transferencia de rueda

La rueda 100 se mueve inicialmente sobre el conjunto de transferencia de rueda 50 y, más específicamente, en los brazos que se extienden hacia abajo 125, 127 y el segundo pasador 126 del subconjunto de puente 130. Con la rueda 100 retenida en su lugar con el conjunto de retención de rueda 120, el subconjunto de puente 130 del conjunto de transferencia de rueda 50 transfiere la rueda 100 al conjunto de carga de rueda 60. A continuación, se describe con más detalle la operación de una realización del conjunto de transferencia de rueda 50 y sus partes componentes.

65 El conjunto de transferencia de rueda 50 representado en las FIGS. 1 y 2 tiene un primer soporte vertical 131 y un segundo soporte vertical 132 que se extienden hacia abajo desde la abrazadera horizontal 38. Los soportes angulares que se extienden hacia arriba 133, 134 están montados en la pared lateral posterior 27 y están conectados a los

soportes verticales 131, 132 respectivamente. Las abrazaderas de anclaje 135 y 136 se posicionan en las superficies externas de los soportes angulares 133, 134 (respectivamente) con pernos de fijación 137 que se extienden a través de las abrazaderas, los soportes y los soportes 131 a 136. Un pasador transversal 138 se extiende a través de las abrazaderas 135, 136 y los soportes angulares 133, 134 con los brazos que se extienden hacia abajo primero 125 y segundo 127, respectivamente. El segundo pasador 126 se extiende entre los brazos que se extienden hacia abajo 125 y 127.

El conjunto de transferencia de rueda 50 en las FIGS. 1 y 2 tiene un cilindro de transferencia neumático 340 fijado en su extremo superior 346 por un soporte con orejeta 342 del grillete 344. El soporte con orejeta 342 está montado en los soportes verticales primero 131 y segundo 132. El brazo de conexión 348 está conectado de manera pivotante por su primer extremo 349 a la varilla de accionamiento 350 en el extremo inferior 352 del cilindro de transferencia neumático 340 y está acoplado de manera motriz al pasador transversal 138 por el extremo inferior 354 del brazo de conexión 348.

Después de acoplar la rueda en su posición en el subconjunto de puente 130, el cilindro de transferencia neumático 340 se acciona para girar el conjunto de puente 130. Esto ocurre con la extensión de la varilla de accionamiento 350 por el cilindro de transferencia neumático 340, girando el brazo de conexión 348 y el pasador transversal 138, que consecuentemente gira los brazos que se extienden hacia abajo 125 y 127 alrededor del eje del pasador 139 y, de ese modo, deposita la rueda 100 en, o captura la rueda respecto de, el conjunto de carga de rueda 60. Esto sitúa la rueda 100 en los subconjuntos de pista de rueda primero 140 y segundo 142 del conjunto de carga de rueda 60.

#### Conjunto de carga de rueda

Después de que el conjunto de transferencia de rueda 50 haya posicionado la rueda 100 para su acoplamiento con los subconjuntos de pista de rueda primero 140 y segundo 142, el conjunto de carga de rueda 60 baja la rueda 100 para que se acople con los rodillos de accionamiento 150, 152 del conjunto de accionamiento 80. Los subconjuntos de pista de rueda en el conjunto de carga de rueda 60 son parte de dos subconjuntos separados e independientes que comprenden el conjunto de carga de rueda 60. Estos dos subconjuntos son generalmente idénticos en estructura y operación, y están yuxtapuestos a cada lado de la rueda en la instalación para inspección 11. Debido a que los dos subconjuntos de pista de rueda 140, 142 funcionan de manera similar, a modo de imágenes especulares, solo se describirá la estructura y la operación del subconjunto de pista de rueda 140.

Una realización del conjunto de carga de rueda 60 aparece ilustrada en la FIG. 1. En esta realización, la rueda está soportada por los rodillos de carga 145, 146 en ambos subconjuntos de pista de rueda 140 y 142. Los subconjuntos de pista de rueda 140, 142 son inmediatamente adyacentes y soportan igualmente la rueda 100 centrada por encima de los subconjuntos de pista. Los subconjuntos de pista de rueda 140, 142 pivotan de manera giratoria hacia abajo en un arco para bajar la rueda 100 entre los subconjuntos de pista sobre los rodillos de accionamiento del conjunto de accionamiento 80.

La operación del subconjunto de pista de rueda 140 está accionada por un cilindro de carga neumático 300. El cilindro de carga neumático 300 está acoplado de manera pivotante al brazo vertical 24 con un grillete 302 y un pasador 304 en el extremo superior del cilindro 306 y el tercer soporte con orejeta 308. Una varilla oscilante 310 con un extremo distal 314 es extensible desde el extremo inferior 312 del cilindro de carga neumático 300 y está acoplada al brazo de pivote 316 por el extremo del brazo de pivote 322 mediante un casquillo 320 y un pasador 324. El brazo de pivote 316 por su segundo extremo 319 está fijado a un casquillo 318 en el primer árbol de pivote 244 por su segundo extremo.

El primer subconjunto de pista de rueda 140 en la FIG. 1 tiene un brazo de pista 144 con un primer rodillo de carga 145 y un segundo rodillo de carga 146 por su extremo distal 147. El brazo de pista 144 también está fijado al primer árbol de pivote 244 y puede girar mediante el movimiento del brazo de pivote 316 para alinear los rodillos de carga 145, 146 con la vía (no mostrada) para recibir la rueda 100.

De manera similar, el segundo subconjunto de pista de rueda 142 tiene un segundo conjunto de rodillos de carga 145, 146 para recibir y transferir la rueda 100 dentro o fuera del aparato para inspección por ultrasonido 10. Tal y como se ha indicado anteriormente, el segundo subconjunto de pista de rueda 142 está yuxtapuesto al primer conjunto de pista de rueda 140, en consecuencia, la dirección de rotación de los árboles oscilantes y el pivotamiento de los diversos componentes son imágenes especulares de la dirección de movimiento de los componentes del subconjunto de pista de rueda 140.

Al usar el conjunto de carga de rueda 60, los rodillos de carga primero y segundo 145, 146 de los subconjuntos de pista de rueda 140 y 142 bajan la rueda 100 sobre los rodillos de accionamiento 150, 152 (véase la FIG. 6) del conjunto de accionamiento 80. Posteriormente, los subconjuntos de pista de rueda 140, 142 se alejan del contacto con la rueda 100. Los subconjuntos de pista de rueda 140, 142 se giran alejándose de la rueda 100 extendiendo las varillas 310 desde los cilindros de carga neumáticos 300, que alejan los brazos de pivote 316 en el primer árbol de pivote 244 respecto de la rueda.

#### Conjunto de limitación vertical de rueda

Además de limitar el movimiento lateral de la rueda 100 en el aparato para inspección 10, también es deseable, en determinadas realizaciones, soportar la porción superior de la rueda 100 para impedir un momento de vuelco. El conjunto de limitación vertical de rueda 70 realiza esta función.

5 Con referencia a la FIG. 2, después de transferir la rueda 100 al conjunto de carga 60, el conjunto de limitación vertical de la rueda 70 está en posición para capturar la parte superior de la rueda 100 en la muesca 362 del rodillo de limitación 360. El rodillo de limitación 360 está montado en el extremo distal 364 de la varilla 366 y se mueve a su posición por el extremo superior de la rueda 100 en el conjunto de armazón 12 extendiendo la varilla 366 desde el cilindro de limitación neumático 370. El cilindro de limitación neumático 370 está montado generalmente entre abrazaderas transversales 32, 34, 36 a 38 por el extremo superior 40 del conjunto de armazón 12. La muesca 362 del rodillo de limitación 360 captura el extremo superior de la rueda 100 dentro del conjunto de armazón 12, manteniendo la rueda en posición vertical durante el ciclo de inspección.

15 Ahora, en esta realización, la rueda 100 está capturada tanto vertical como lateralmente (en la vía). Con la rueda 100 acoplada con los rodillos de accionamiento primero 150 y segundo 152, el conjunto de accionamiento 80 puede girar los rodillos de accionamiento 150, 152 y, a su vez, girar la rueda 100.

#### Conjunto de accionamiento de rueda

20 Con referencia a las FIGS. 2 y 6, el conjunto de accionamiento 80 incluye los rodillos de accionamiento primero 150 y segundo 152 que, en una realización, se posicionan en el depósito 22 debajo de la superficie del fluido 154 del fluido de acoplamiento 155. El primer rodillo de accionamiento 150 y el segundo rodillo de accionamiento 152 tienen cada uno una muesca arqueada 190, 192, respectivamente, en cada circunferencia de rodillo de accionamiento. Las muescas 190, 192 del primer rodillo de accionamiento 150 y el segundo rodillo de accionamiento 152 están alineadas para acoplarse con una porción de la pestaña de rueda de la rueda 100 durante la inspección. Las muescas 190, 192 se acoplan con la pestaña de la rueda 102 para girar la rueda 100.

30 El primer rodillo de accionamiento 150 está montado en el primer extremo 156 del primer eje impulsor 158. El primer eje impulsor 158 se extiende a través de la primera abertura 160 y el primer sello 162 en la pared lateral posterior 27 del depósito 22 y a través del bloque de almohada y rodamiento primero y segundo 164, 166 respectivamente. El bloque de almohada y rodamiento primero y segundo 164, 166 están montados en la placa de rodamiento 168, que está fijada al conjunto de armazón 12. Fijado al primer eje impulsor 158 hay un primer piñón impulsado 170 montado en el segundo extremo 172 del primer eje impulsor 158.

35 Yuxtapuesto al primer rodillo de accionamiento 150 está el segundo rodillo de accionamiento 152 en el primer extremo 180 del segundo eje impulsor 174. El segundo eje impulsor 174 en la FIG. 6 es generalmente paralelo al primer eje impulsor 158 y se extiende a través de la segunda abertura 176 y sello 178 en el depósito 22. El segundo eje impulsor 174 continúa extendiéndose a través del bloque de almohada y rodadura tercero y cuarto 182 y 184 respectivamente. El bloque de almohada y rodadura tercero y cuarto 182 y 184 están montados en la placa de rodadura 168. Fijado al segundo eje impulsor 174 hay un segundo piñón impulsado 186 (mostrado en la FIG. 1) montado en el segundo extremo 188 del segundo eje impulsor.

45 Haciendo referencia de nuevo a la FIG. 1, el conjunto de accionamiento de rueda 80 también incluye una cadena de transmisión 198 que se extiende entre el primer piñón impulsado 170 y el piñón impulsor 200. El piñón impulsor 200 está fijado al árbol del motor 202 que se extiende desde el motor de accionamiento 204. De manera similar, la segunda cadena de transmisión 206 se extiende entre el piñón impulsor 200 y el segundo piñón impulsado 186. La rueda 100 puede girarse mediante la rotación de transmisión de ambos o cualquiera del primer piñón impulsado 170 o el segundo piñón impulsado 186 desde el motor de accionamiento 204 girando el piñón impulsor 200 y conectando las cadenas de transmisión 198, 206.

50 En una realización alternativa, puede utilizarse un segundo motor de accionamiento (no mostrado) con un piñón impulsor separado (no mostrado) para un acoplamiento independiente al segundo piñón impulsado 186. También se podrían proporcionar otros tipos de unidades de transmisión; incluyendo, por ejemplo, correas y poleas, y transmisiones por engranaje. Como alternativa, en otra realización, el segundo piñón impulsado 186 y el segundo eje impulsor 174 pueden actuar como una rueda loca o rodillo sin acoplamiento directo a un motor de accionamiento; usando el segundo rodillo 152 como rueda loca solo para el soporte de la rueda.

60 Con referencia a la FIG. 10, se ilustra una proyección ortogonal de una realización ejemplar de un rodillo de accionamiento 150 de una técnica anterior que tiene una pluralidad de orificios de sujeción de eje 151. Los orificios de fijación de eje se alinean con los orificios en el eje impulsor (no mostrado) para permitir que el rodillo de accionamiento 150, en esta realización, se fije al eje impulsor con sujeciones roscadas (no mostradas).

65 Con referencia a la FIG. 11, se ilustra una vista en sección transversal del rodillo de accionamiento 150 representado en la FIG. 10. Se forma una muesca 190 para capturar la pestaña de rueda de la rueda alrededor de la circunferencia del rodillo de accionamiento 150. En la realización ilustrada en las FIGS. 10 y 11, el rodillo de accionamiento 150 es

un componente unitario.

Con referencia a la FIG. 12, se ilustra el acoplamiento de la rueda 100 con la muesca 190 del rodillo de accionamiento 150. El rodillo de accionamiento 150 imparte movimiento de rotación a la rueda 100 a través de la interacción de fricción entre la muesca 190 del rodillo de accionamiento 150 y la pestaña 102 de la rueda capturada en la muesca. Este ajuste por fricción y la efectividad del aparato para inspección por ultrasonido 10 en general son altamente dependientes de las tolerancias dimensionales de la rueda 100.

En la práctica, grandes variaciones en las tolerancias dimensionales de la rueda 100, particularmente a altas velocidades de rotación, pueden crear inestabilidades dinámicas que provocan que la rueda 100 se aparte de las muescas en los rodillos de accionamiento. La precisión de la recopilación de datos se degrada como resultado de las inestabilidades en el movimiento de rotación producido por el movimiento errático de la rueda. Para mitigar las oscilaciones y las inestabilidades dinámicas resultantes de las tolerancias dimensionales en la rueda, a continuación se describe una realización alternativa y novedosa de los rodillos de accionamiento.

Con referencia a la FIG. 13, se ilustra una vista en sección transversal de una realización ejemplar y novedosa de un rodillo de accionamiento (en lo sucesivo denominado rodillo de accionamiento 500). El rodillo de accionamiento 500, en una realización, se compone de una estructura 510 de una sola pieza que se ajusta en el extremo del eje impulsor 158.

La estructura 510 del rodillo de accionamiento está compuesta por una sección anular interior 520 y una sección anular exterior 530. Se forma un espacio 591 entre la sección anular interior 520 y la sección anular exterior 530. La pestaña 102 de la rueda ferroviaria 100 se ajusta en el espacio 591. La sección anular interior 520 puede incluir un área de recorte 515 que reduce la rigidez de una sección anular interior 520 para permitir que la sección anular interior 520 se flexione y ajuste al ancho del espacio 591 para aceptar tamaños y diseños variables de las pestañas 102 de las ruedas ferroviarias. La estructura 510 del rodillo de accionamiento puede estar compuesta de un acero o un plástico estructural; en cualquier caso, con un diseño para tener una resistencia adecuada y una resistencia al desgaste a la rotación de impacto a la rueda ferroviaria 100 a la vez que tiene una larga vida útil.

### Conjunto de detección por ultrasonido

Con referencia a la FIG. 5, se ilustra un esquema de control 400 del sistema de control del aparato para inspección por ultrasonido que incluye, en una realización, el conjunto de detección por ultrasonido 90. El conjunto de detección por ultrasonido 90 comprende, en una realización, la unidad para inspección por ultrasonido, transductores y un conjunto de codificador para transmitir y recibir, así como para procesar, señales ultrasónicas.

### Transductores ultrasónicos

Los transductores ultrasónicos transmiten señales ultrasónicas a la muestra para inspección (es decir, la rueda 100) y reciben señales ultrasónicas reflejadas. Las señales ultrasónicas reflejadas proporcionan los datos necesarios para permitir el análisis y la detección de defectos de la subestructura en la rueda. En una realización del conjunto de detección por ultrasonido 90, dos transductores pueden trabajar conjuntamente para mapear la posición de los defectos en la muestra para inspección.

Se proporciona un transductor fijo 414 en una ubicación fija en las proximidades de la cara de llanta de rueda 108, tal y como se indica en la FIG. 4, para proporcionar una posición de referencia. El otro transductor es un transductor de indexación 416 que se mueve en relación con la rueda 100 cerca de la cara de banda de rodadura 106. Para mover el transductor de indexación 416 en relación con la rueda 100, un conjunto de codificador 402 se usa para mover el transductor de indexación 416 en incrementos fijos para atravesar la rueda 100.

### Conjunto de codificador

En esta realización, el conjunto de codificador 402 (tal y como se ilustra en las FIGS. 3, 4 y 8) está fijado al banco de montaje 404 y funciona para mover y registrar la posición del transductor de indexación 416 a medida que se mueve en incrementos a través de la rueda en etapas discretas. El conjunto de codificador sincroniza la adquisición de datos con la posición del transductor de indexación, permitiendo que el aparato para inspección por ultrasonido identifique con precisión la ubicación y las dimensiones de los defectos encontrados durante la exploración. El conjunto de codificador 402 incluye los motores de accionamiento del transductor 406, 408; la mesa de control 410; y el brazo de transductor 412. Cada uno de estos componentes del conjunto de codificador 402 se describe a continuación con más detalle.

### Motores de accionamiento del transductor

El banco de montaje 404 al que está unido el conjunto de codificador 402 está anclado al suelo 17, tal y como se indica en las FIGS. 2 y 3. El conjunto de codificador 402 está fijado al banco de montaje 404 (encima de los bloques de almohada y rodamientos 164, 166, 182 y 184) con el primer motor de transmisión del transductor de dirección x 406 y

el segundo motor de transmisión del transductor de dirección y 408 fijados a la mesa de control 410 por la parte superior del banco de montaje 404. En esta configuración, la mesa de control 410 y el brazo de transductor 412 pueden moverse en la dirección x por el primer motor de accionamiento del transductor 406 (horizontalmente a lo largo del plano tal y como se indica en la FIG. 4). De manera similar, un segundo motor de accionamiento del transductor 408 es operable para mover la mesa de control 410 en la dirección y, tal y como se indica en la FIG. 3. Los motores de accionamiento del transductor 406, 408 pueden ser, en una realización, micromotores paso a paso.

Con referencia a la FIG. 4, el brazo de transductor 412 es accionado por la mesa de control 410. En su extremo distal, el brazo de transductor 412 tiene un transductor de indexación 416. El brazo de transductor 412, en esta realización, tiene una forma generalmente de L que se extiende hacia abajo en el fluido de acoplamiento 155 del depósito 22. El transductor de indexación 416 es accionado en pasos incrementales por los motores de accionamiento del transductor 406, 408 a través de la mesa de control 410 y el brazo de transductor 412. Con el transductor de indexación 416 controlado por el conjunto de codificador 402 y el transductor fijo 414 posicionado adyacente a la rueda, los transductores están listos para transmitir y recibir señales ultrasónicas bajo el control de la unidad para inspección por ultrasonido.

#### Unidad para inspección por ultrasonido

Haciendo referencia de nuevo a la FIG. 5, la unidad para inspección por ultrasonido 451, en una realización, controla los transductores 414, 416, incluida la frecuencia, la tensión (o más generalmente la potencia de la señal ultrasónica emitida por el transductor), los ritmos de repetición de pulso, las selecciones de filtro, etc. La unidad para inspección por ultrasonido 451 también recibe datos sobre la inspección por ultrasonido desde los transductores 414, 416.

En una realización, la unidad para inspección por ultrasonido 451 también proporciona puertos de entrada y salida (por ejemplo, puertos USB) para proporcionar capacidades de comunicación directamente a un ordenador personal 470 que está conectado a una impresora 480. El ordenador personal 470 funciona como una estación de trabajo para el operador, permitiendo la supervisión de la recopilación de datos y proporcionando la capacidad de realizar un análisis adicional de los datos recopilados. El ordenador personal 470 puede incluir un programa informático para procesar datos recopilados, proporcionar funciones de supervisión de alarma, así como funciones de imagen avanzadas para mostrar los datos ultrasónicos.

Por ejemplo, en una realización, el transductor fijo 414 comunica una señal a la unidad para inspección por ultrasonido 451 a través de la línea 452, que además se comunica con y se almacena en el ordenador personal 470 a través de la línea 471. De manera similar, el transductor de indexación 416 comunica una señal a la unidad para inspección por ultrasonido 451 a través de la línea 454, que también se comunica y se almacena en el ordenador personal 470 para comparación y evaluación a través de la línea 471.

#### Control del aparato para inspección por ultrasonido

El esquema de control eléctrico representado en la FIG. 5 ilustra una realización de la operación y el control del aparato para inspección por ultrasonido 10. El aparato para inspección por ultrasonido 10 tiene un conjunto de detección por ultrasonido 90 que funciona en cooperación con una CPU 450 que coordina el conjunto de detección por ultrasonido 90 con las capacidades de manipulación de la rueda de la instalación para inspección por ultrasonido 11 (a través del control de los cilindros neumáticos).

Por ejemplo, en algunas realizaciones, la CPU 450 funciona como un controlador lógico programable (PLC) para proporcionar señales de control a través de las líneas 456 a los cilindros neumáticos de la instalación para inspección por ultrasonido 11 para la entrega y transferencia de la rueda 100 hacia y desde el conjunto de armazón 12. Estos cilindros neumáticos están presentes en el conjunto de retención lateral, el conjunto de limitación vertical, el conjunto de transferencia y el conjunto de carga. La CPU 450 controla cada uno de los cilindros neumáticos en los conjuntos anteriores para posicionar la rueda en el aparato para inspección 10. Una serie de sensores de posición (no mostrados), en comunicación con la CPU 450, activan la secuencia de manipulación apropiada en la CPU 450 cuando la rueda 100 se posiciona inicialmente en la instalación para inspección 11. El aparato para inspección por ultrasonido 10 se controla mediante programación de un programa informático ejecutado por la CPU 450.

En otras realizaciones, sin embargo, el conjunto de transmisión puede ser el único mecanismo de manipulación de la rueda presente en el aparato para inspección por ultrasonido (es decir, no se necesitan controles de cilindro neumático). En algunas realizaciones, la CPU 450 todavía es necesaria para controlar el conjunto de codificador 402, el transductor de indexación 416, así como los motores de accionamiento del transductor 406, 408. En consecuencia, la CPU 450 también es parte del conjunto de detección por ultrasonido 90 en algunas realizaciones.

Además de controlar los cilindros neumáticos, la CPU 450 también controla la operación del motor de accionamiento 204 en el conjunto de accionamiento 80 para girar la muestra para inspección. Una vez que la muestra para inspección se acopla con el conjunto de accionamiento 80, la CPU 450 también puede, en una realización, comunicar señales de control a través de la línea 458 para arrancar el motor de accionamiento 204 para la rotación sincronizada de la rueda 100 en el conjunto de armazón 12.



5 La CPU 450, en una realización, también coordina el control de partes del conjunto de detección por ultrasonido 90, incluido el conjunto de codificador para indexar el transductor 416. En esta realización, la CPU 450 puede proporcionar señales de control a los motores de accionamiento del transductor 406 y 408 a través de la línea 460 para indexar el transductor 416. En otras realizaciones más, el conjunto de codificador 402 y la CPU 450 no son necesarios en actividades no automatizadas de recopilación de datos ultrasónicos.

10 La señal del transductor fijo 414 proporciona un punto de referencia para observar la ubicación relativa de los defectos en la rueda 100 que se registran con el transductor de indexación 416. En una realización, las señales del transductor de indexación 416 y el transductor fijo 414 pueden comunicarse a través de las líneas 454 y 452 respectivamente a la CPU 450 a través de las líneas 455 y 453 para ayudar en el control de la instalación para inspección 11 y la manipulación y transferencia apropiadas de la rueda.

15 Inspección por ultrasonido de antenas en fase

Si se desea, se puede utilizar un instrumento para inspección por ultrasonido más avanzado, incluyendo, inspección por ultrasonido de antenas en fase. En una realización, la unidad para inspección por ultrasonido 451 puede ser una unidad ultrasónica de antenas en fase, capaz de un control más preciso de las señales ultrasónicas transmitidas y recibidas desde un transductor de antenas de fase. En una realización, la unidad ultrasónica de antenas en fase incluye una placa de pulso/receptor (no se muestra) para transmitir y recibir señales ultrasónicas y un multiplexor (no se muestra) para abordar los transductores de fase de múltiples elementos (no se muestran).

20 Los transductores de antenas en fase tienen una construcción de múltiples elementos para permitir que la unidad para inspección por ultrasonido 451 aborde individualmente y active elementos específicos en el transductor para producir una apertura controlada dinámicamente que tenga una distribución calculada de elementos activados individualmente. Estas aperturas programables se personalizan para cada región de interés en la muestra para inspección, proporcionando la capacidad de enfocar la energía ultrasónica en ángulo y profundidad de una manera que maximice la claridad de la representación visual de la muestra para inspección en esa región. Un transductor de antenas en fase de transmisión (es decir, una apertura de transmisión) y un transductor de antenas en fase de recepción (es decir, una apertura de recepción) puede funcionar junto con ángulos de recepción y transmisión seleccionados independientemente a una distancia focal predeterminada para desarrollar la imagen deseada en la muestra para inspección en la región de interés.

25 Recopilación de datos de referencia

La configuración inicial de la CPU 450 y la unidad para inspección por ultrasonido 451 incluye el desarrollo de una medición de inspección por ultrasonido de referencia de una rueda de referencia que tiene el mismo tamaño que las ruedas que se van a inspeccionar. Los datos recopilados de la rueda ferroviaria de referencia proporcionan un conjunto de referencia de parámetros de referencia empíricos para la comparación y evaluación de los datos sobre la inspección recopilados con los transductores 414, 416 de la muestra para inspección.

35 Recopilación de datos sobre la muestra para inspección

La rueda 100, soportada en los rodillos de accionamiento 150, 152, está en posición para inspeccionar y evaluar la superficie inferior de la cara de banda de rodadura 106 de la rueda. En esta posición, la rueda 100 puede girarse tal y como se ha indicado anteriormente por accionamiento del motor de accionamiento 204.

40 Inicialmente, la posición relativa del segundo transductor o indexador 416, en una realización, se establece mediante una señal detectada por el primer transductor fijo 414 en la cara de llanta 108 en la FIG. 4. Esta señal de posición relativa se comunica a la CPU 450 desde la unidad para inspección por ultrasonido 451 en la línea 452 y se utiliza para comparar la cara de llanta 108 con los datos de la rueda de referencia para posicionar el segundo transductor 416. La posición del segundo transductor o de indexación 416 se basa en los datos empíricos de referencia de la rueda de referencia. Esta evaluación luego ubica la línea central 118 de la cara de banda de rodadura 106, que determina la distancia de desplazamiento del transductor de indexación 416 desde la cara de llanta 108 hacia la pestaña 102 de la rueda.

45 Sin embargo, en esta realización, el segundo transductor o de indexación 416 está desplazado respecto de la horizontal por un ángulo agudo "a" en la FIG. 4. El ángulo agudo "a" es la inclinación del desplazamiento angular de la cara de banda de rodadura 106 desde un plano horizontal. Esta inclinación o conicidad es aceptada por la instalación para inspección para mantener el transductor de indexación 416 en una relación normal o de orientación con la cara de banda de rodadura 106.

50 En una realización, la posición inicial del transductor 416 es un desplazamiento desde la cara de llanta 108 hacia la línea central 118 (véase la FIG. 2) de la rueda 100. Posteriormente, la rueda 100 gira con los rodillos de accionamiento 150, 152. Cuando la rueda 100 gira, un motor de accionamiento del transductor 406, en una realización, indexa en incrementos el transductor de indexación 416 hacia la pestaña de la rueda 102. El motor de accionamiento del

transductor 406 mueve el brazo 412 y, con él, el transductor de indexación 416.

5 En una realización, el transductor 416 está indexado a lo largo de la cara de banda de rodadura 106 desde la cara de llanta 108 hasta la pestaña de la rueda 102 a una velocidad de aproximadamente 1,905 mm (0,075 pulgadas) de desplazamiento lateral por revolución de la rueda, proporcionando un intervalo de desplazamiento de aproximadamente 17,145 mm (0.675 pulgadas) a lo largo de la superficie de la cara de banda de rodadura 106. En una realización, la rueda 100 gira a través de nueve revoluciones a una velocidad predeterminada. El número de revoluciones de las ruedas, sin embargo, puede variarlo el operador para adaptarse a las variaciones del tamaño de la rueda u otras variables.

10 A medida que el transductor de indexación indexa sobre la rueda, una señal ultrasónica se comunica a través del fluido de acoplamiento 155 en el depósito 22 a la cara de banda de rodadura 106 para analizar la subsuperficie en busca de varias discontinuidades o defectos tales como grietas, huecos e inclusiones. Cualquiera de las anomalías anteriores puede dar como resultado una discontinuidad ejemplificada por la presencia de una señal reflejada detectada por el transductor de indexación 416.

15 La señal reflejada, que puede ser analógica a una señal de radar reflejada, proporciona una señal comparativa a los datos empíricos de referencia. Si la señal no proporciona una indicación de una estructura de rueda de sonido puede dar como resultado más inspecciones y evaluaciones, reparación o rechazo de la rueda como chatarra. En el caso de una señal que exceda un valor predeterminado, el ordenador puede proporcionar una alarma u otra señal para indicar un producto inaceptable o indicar el requisito de volver a ejecutar la inspección.

20 El aparato para inspección descrito anteriormente, en una realización, rastrea la ubicación precisa de cualquier discontinuidad registrando una posición de referencia en la rueda. Con estos datos, el aparato para inspección de carácter novedoso no solo proporciona un medio práctico para proporcionar una inspección exhaustiva de la cara de la banda de rodadura, sino también una metodología para desarrollar un programa de mantenimiento predictivo utilizando una base de datos histórica de firmas ultrasónicas para detectar fallos incipientes. Además, el aparato para inspección de carácter novedoso brinda la oportunidad de evaluar las ruedas ferroviarias recién fabricadas para verificar la integridad estructural, así como verificar también la efectividad de los procesos de control de calidad implementados durante el proceso de fabricación.

25  
30

**REIVINDICACIONES**

1. Una instalación para inspección (11) para la inspección por ultrasonido de una rueda ferroviaria, teniendo la instalación para inspección un conjunto de accionamiento (80) que comprende:  
5 una pluralidad de rodillos de accionamiento (150, 152) para soportar la rueda ferroviaria, en donde al menos uno de la pluralidad de rodillos de accionamiento (150) comprende:
- 10 una estructura unitaria que tiene una primera sección anular (520) fijada alrededor de un eje impulsor (158), y una segunda sección anular (530), siendo la segunda sección anular adyacente a la primera sección anular para formar una muesca (591) entre la primera sección anular y la segunda sección anular para acoplar la rueda ferroviaria;
- 15 un motor de accionamiento conectado al eje impulsor (158) para hacer girar el al menos uno de la pluralidad de rodillos de accionamiento (150); y caracterizada por que la primera sección anular (520) tiene una flexibilidad tal que la muesca (591) entre la primera sección anular y la segunda sección anular es ajustable para aceptar tamaños variables de ruedas ferroviarias.
2. La instalación para inspección según la reivindicación 1, que comprende además un orificio a través de la primera sección anular, en donde una sujeción se acopla de manera deslizante al orificio.
- 20 3. La instalación para inspección según la reivindicación 1 o 2, que comprende además un depósito (22).
4. La instalación para inspección según la reivindicación 3, que comprende además un conjunto de armazón (12), en donde el depósito (22) está montado en el conjunto de armazón (12), y además en donde la pluralidad de rodillos de accionamiento (150, 152) está montada dentro del depósito.
- 25 5. La instalación para inspección según la reivindicación 3, en donde la pluralidad de rodillos de accionamiento (150, 152) está montada dentro del depósito (22), y además en donde el depósito contiene un fluido de acoplamiento (155).
- 30 6. La instalación para inspección según la reivindicación 4, que comprende además un rodillo de limitación (360) montado en el conjunto de armazón, siendo el rodillo de limitación para acoplar selectivamente la rueda para mantener la orientación vertical de la rueda en la pluralidad de rodillos de accionamiento.
- 35 7. Un aparato para inspección por ultrasonido que comprende una instalación para inspección (11) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 y un conjunto de detección por ultrasonido (90).

FIG. 1

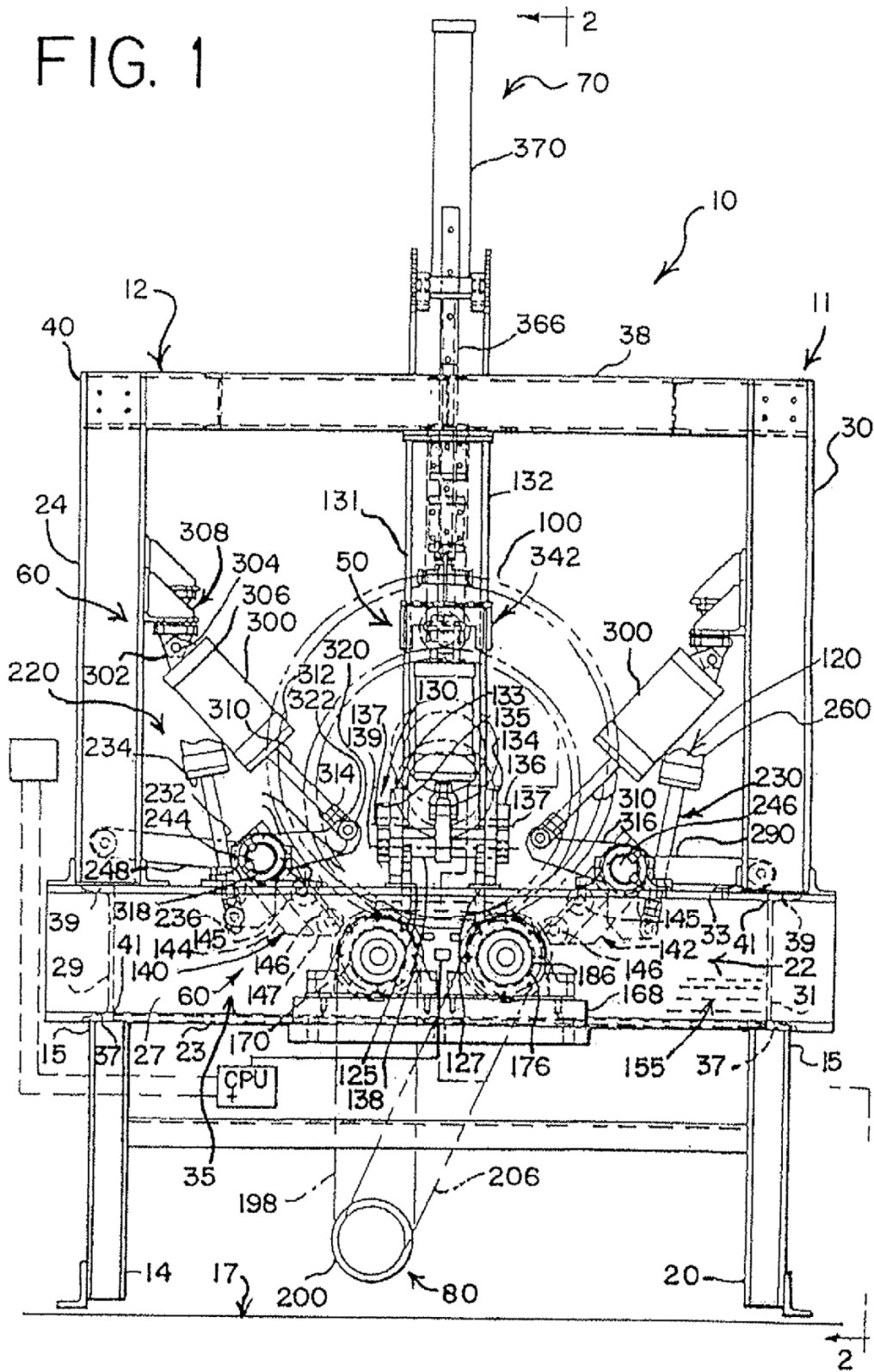


FIG. 2

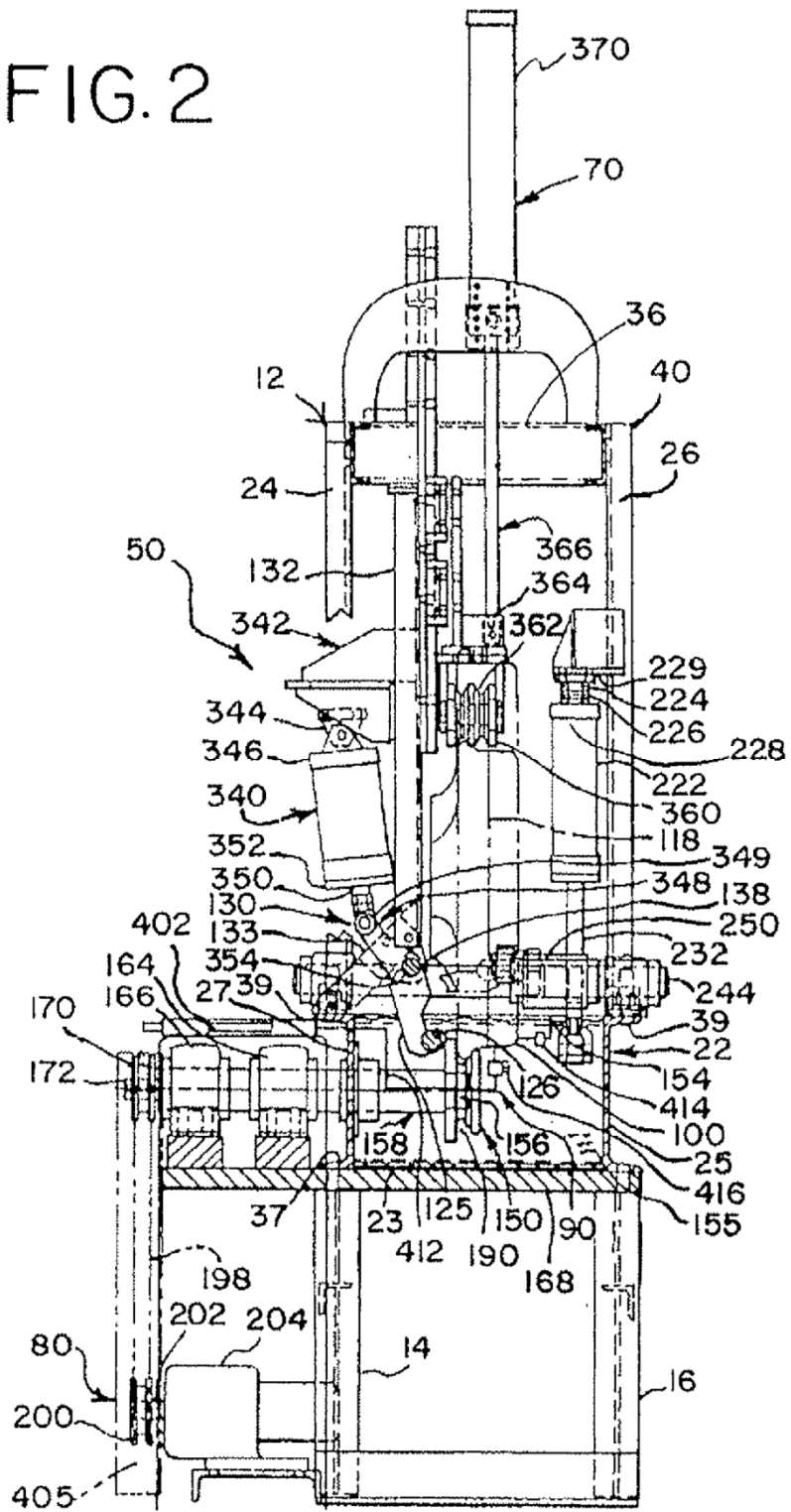


FIG.3

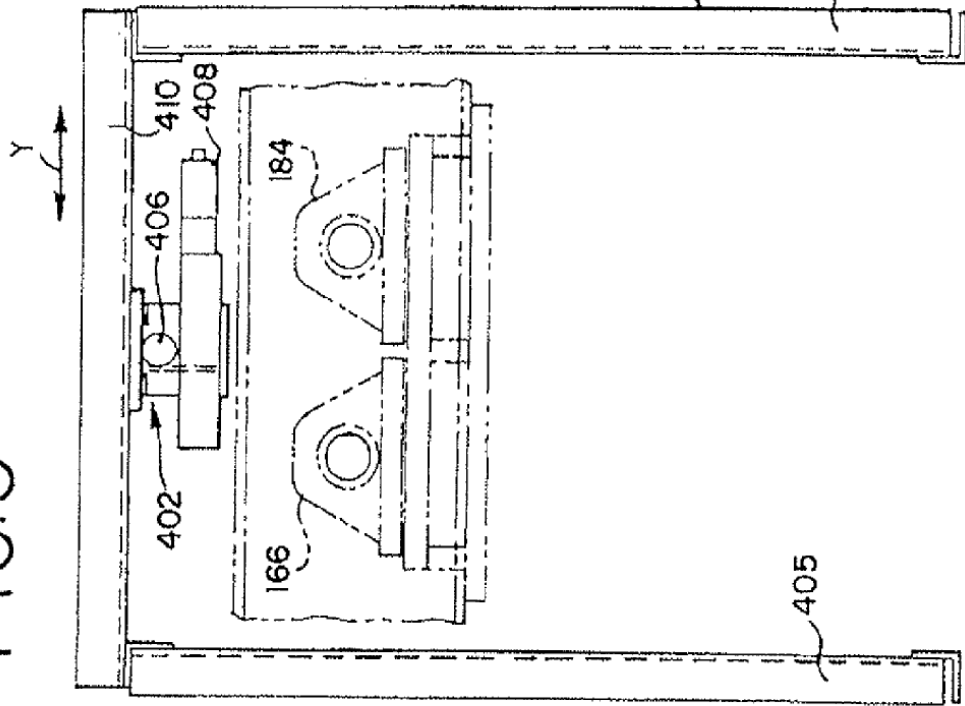


FIG.4

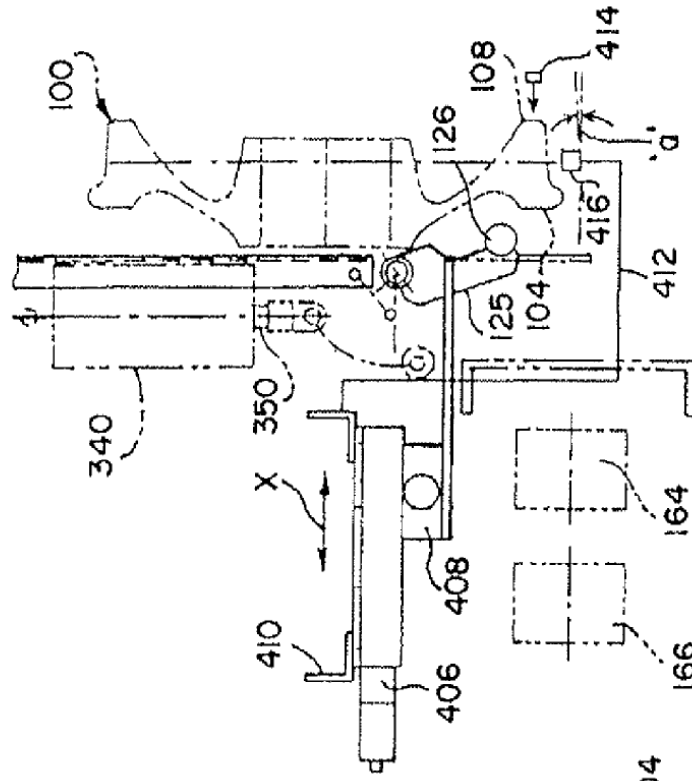


FIG. 5

SISTEMA DE CONTROL DEL APARATO PARA INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO

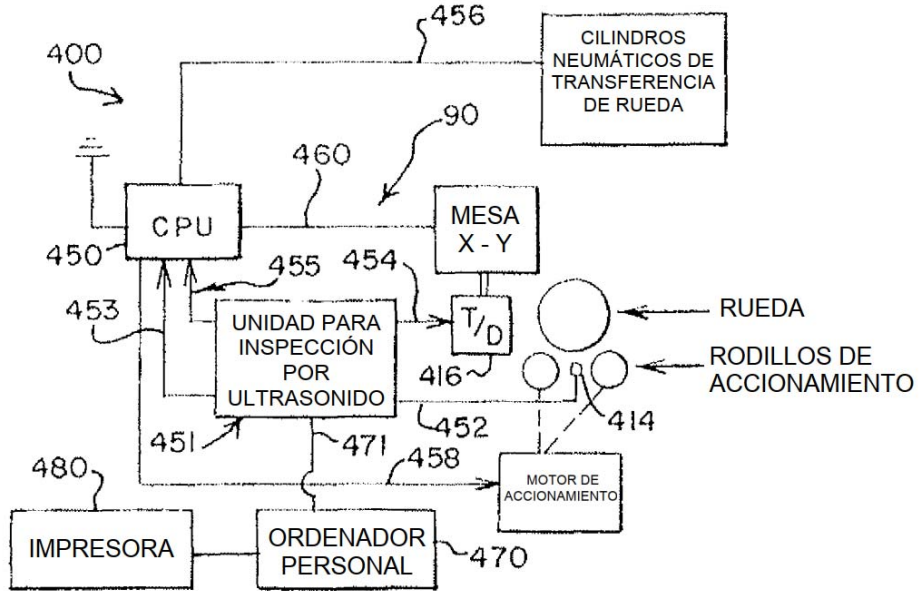


FIG. 6

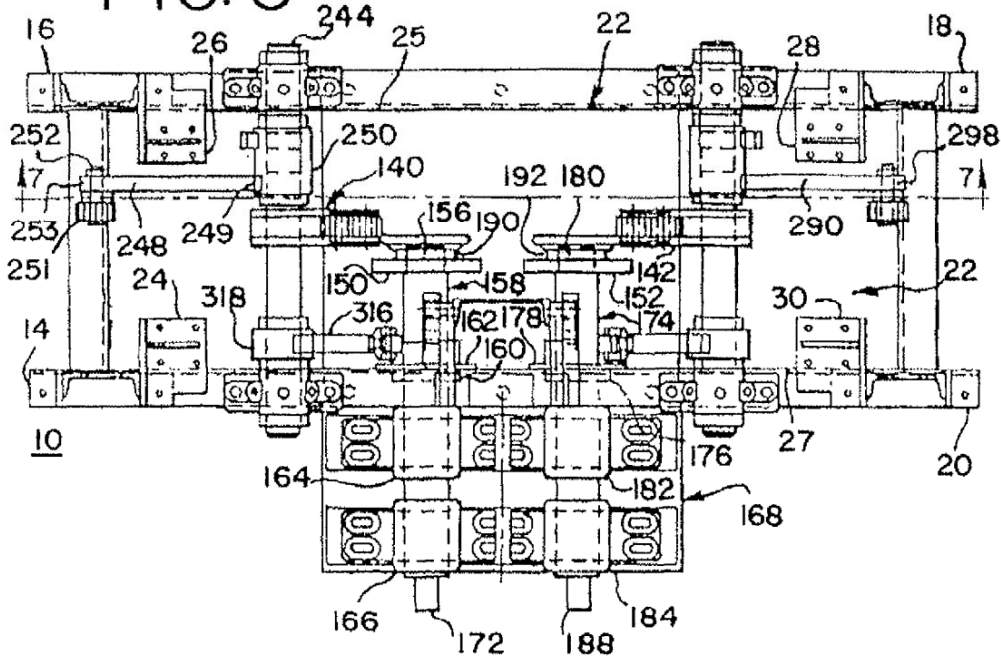


FIG. 7

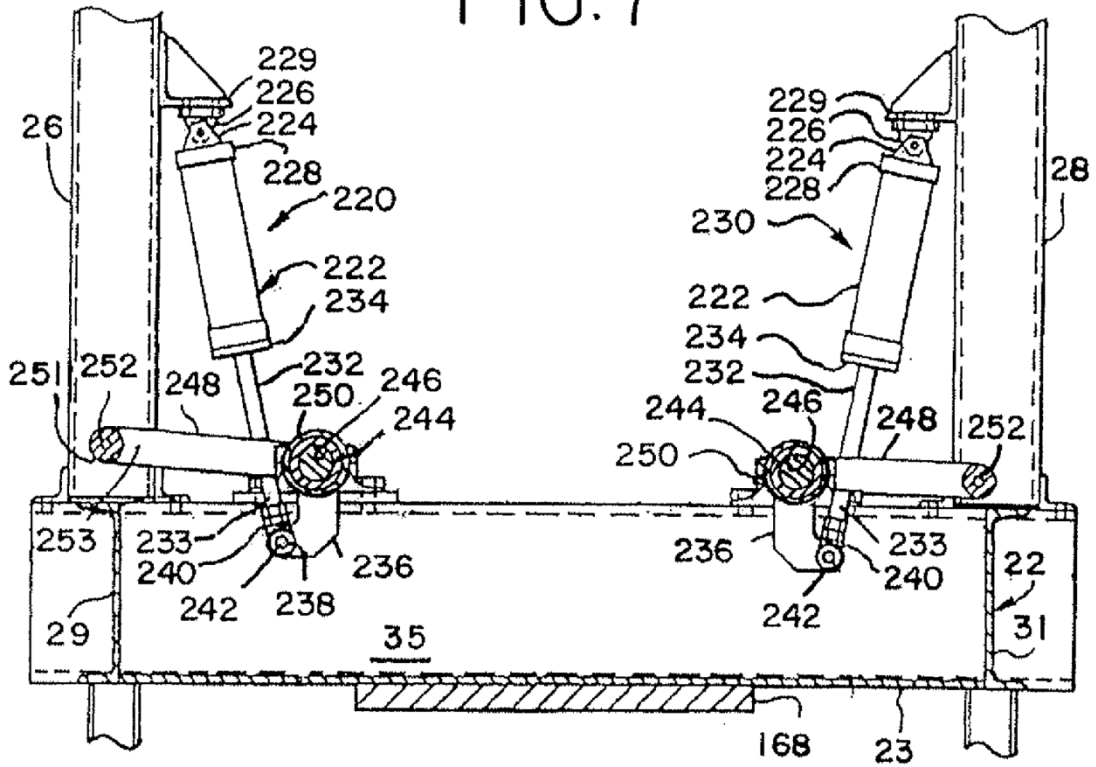


FIG. 8

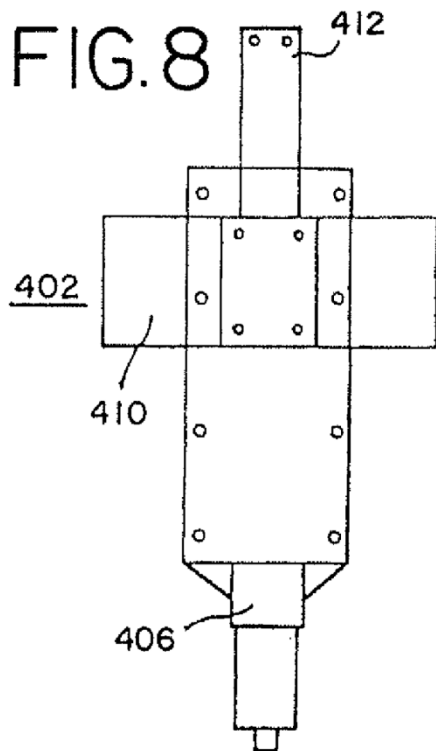
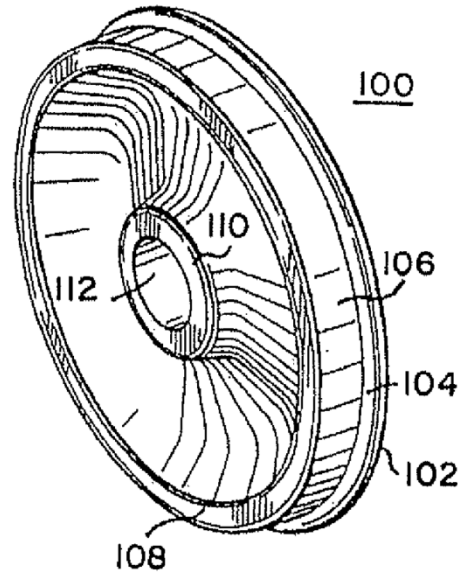


FIG. 9





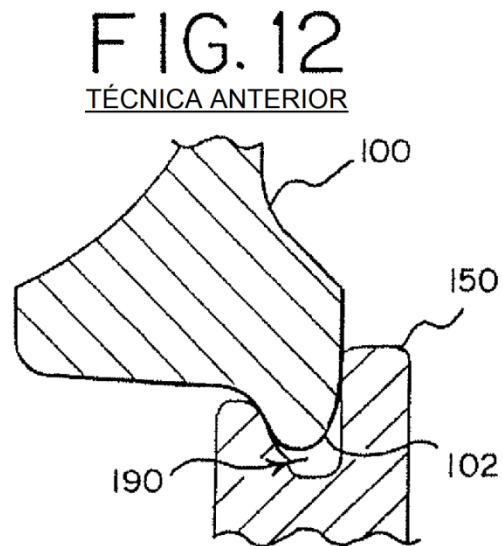
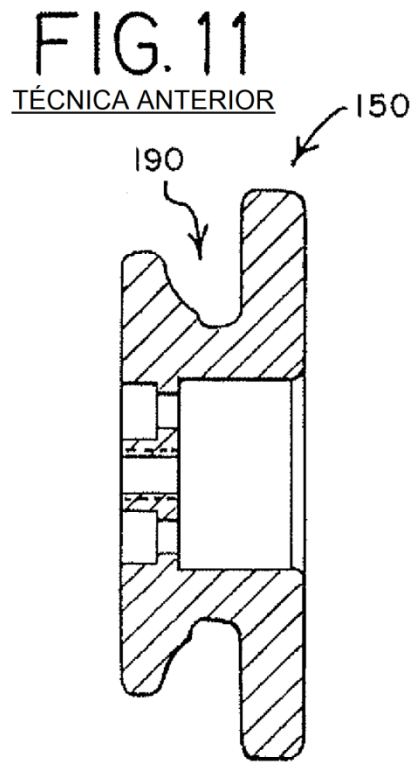
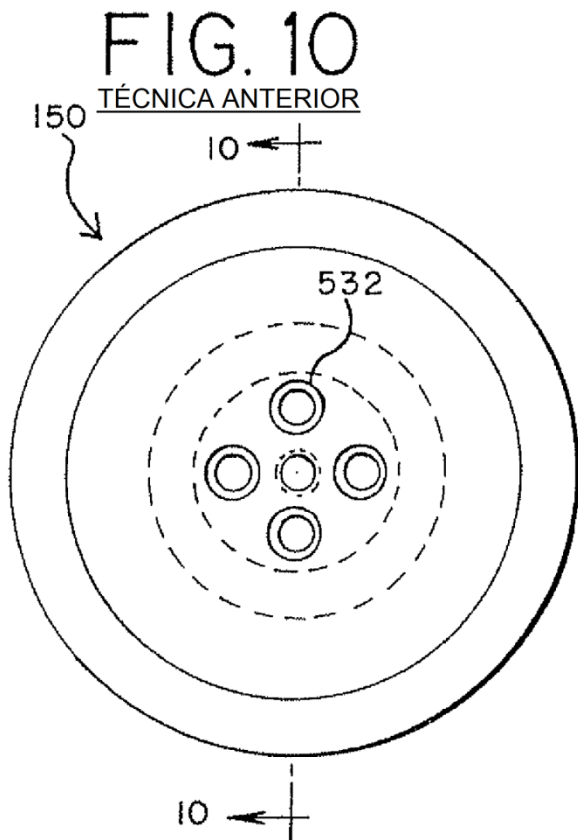


FIG. 13

