

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 949 695**

51 Int. Cl.:

G01N 29/02 (2006.01)

G01N 29/22 (2006.01)

G01N 29/24 (2006.01)

G01N 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.06.2017 PCT/US2017/036564**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.12.2017 WO17214403**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2017 E 17731403 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2023 EP 3469349**

54 Título: **Conjunto de sensor de fluido**

30 Prioridad:

08.06.2016 US 201662347397 P

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

02.10.2023

73 Titular/es:

**EATON INTELLIGENT POWER LIMITED (100.0%)
30 Pembroke Road
Dublin 4, IE**

72 Inventor/es:

**GERARDI, JOSEPH;
INGRAM, RICHARD y
SLEDZIONA, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 949 695 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

Conjunto de sensor de fluido

5 **Campo técnico**

La presente descripción se refiere generalmente a sistemas de fluidos, sensores de fluidos y métodos de monitorización de sistemas de fluidos, tales como sistemas de lubricación asociados con aeronaves.

10 **Antecedentes**

Esta descripción de antecedentes se expone a continuación con el fin de proporcionar solo el contexto. Por lo tanto, cualquier aspecto de esta descripción de antecedentes, en la medida en que no se califique de otra manera como técnica anterior, no se admite expresamente ni implícitamente como técnica anterior contra la presente descripción.

15 Las maquinarias pueden utilizar sistemas de lubricación que pueden controlarse en tiempo real para indicar la degradación mecánica y fluida. Como componentes del desgaste de maquinaria, partículas de desechos pueden romperse y entrar en el sistema de lubricación. Entre otras cosas, puede ser deseable determinar la distribución del tamaño de partícula y las propiedades del material de cualquier contaminación en el fluido (por ejemplo, la presencia de partículas de desechos). Algunos diseños de sistemas de monitoreo pueden no ser capaces de detectar partículas de desechos de desgaste no metálicas. Las partículas de desechos más grandes pueden indicar condiciones de fallo potenciales más graves, por lo que una estrategia de muestreo puede no ser apropiada para partículas más grandes.

25 El documento WO 2014/194379 A1 describe un conjunto de sensor de fluido como se define en la porción de precaracterización de la reivindicación 1. Otros conjuntos de sensores de fluido se muestran en los documentos WO 2012/031292 A1, US-2013/080080 A1, US-2006/052963 A1 y US-2014/144216 A1.

30 Un ejemplo de un sistema de monitorización acústica se describe en la patente británica 1.012.010 (1963). Las patentes US-4.381.674, US-4.527.420 y US-4.339.944 describen métodos de detección ultrasónica de partículas. La detección ultrasónica de partículas también se describe en "Evaluation of an On-Line Ultrasonic Particle Sensor Using Bearing Test Data", Nemarich, C.P., J.C. Tuner, and Whitesel, H.K., 41st Meeting of the Mechanical Failures Prevention Group, Patuxent River, MD (1986). La patente US-6.205.848 describe un método y un equipo para caracterizar partículas mediante señales acústicas. El uso de transductores ultrasónicos para mediciones de desechos de desgaste es debatido en (1) "Detection of precursor wear debris in lubrication systems", Edmonds, J., M. Resner, and K. Skharlet, IEEE, 2000; (2) "Helicopter/Tiltrotor Gearbox Debris Monitoring", Edmonds, J., J. Gerardi, G. Hickman, Navy SBIR Phase I IDI Final Report, 1995).

40 Uno o más de los métodos anteriores pueden estar limitados por la forma del haz acústico, lo que puede conducir a que solo un volumen parcial del fluido que pasa por el transductor sea monitorizado. Pueden no detectarse partículas fuera de la región de enfoque, incluidas partículas de mayor tamaño indicativas de fallo inminente. Además, uno o más de los métodos anteriores pueden no muestrear lo suficientemente rápido como para detectar todos los desechos si el caudal o la concentración de desechos es relativamente alta. Además, algunos diseños pueden ser incapaces de diferenciar de manera fiable entre desechos metálicos y desechos no metálicos, burbujas de aire o agua.

45 En algunos diseños, un transductor puede enviar un pulso de interrogación a una zona diana y si se encuentra una partícula, puede desviar una señal de vuelta al mismo transductor. Además, un anillo del cristal de transmisión puede interferir con los retornos o los ecos recibidos de vuelta desde las dianas que están muy cerca del transductor (por ejemplo, una señal eléctrica del pulso de transmisión puede incidir en la traza de tiempo de la señal de eco y este efecto puede aumentar con la temperatura). Además, con algunos diseños, el transductor único solo puede recibir desviaciones de señal de ángulo pequeño del eje del transductor.

50 Existe el deseo de soluciones/opciones que minimicen o eliminen una o más deficiencias de los sistemas de fluido y monitoreo. La discusión anterior se pretende solo para ilustrar ejemplos del presente campo y no debe tomarse como una negación del alcance.

55 **Resumen**

La presente invención es un conjunto de sensor de fluido como se define en la reivindicación 1 y un método de detección de partículas en un fluido como se define en la reivindicación 10. El conjunto de sensor de fluido incluye un cuerpo que incluye un paso de fluido, un primer sensor conectado al cuerpo y dirigido hacia el paso de fluido, y un segundo sensor conectado al cuerpo y dirigido hacia el paso de fluido. Al menos uno del primer sensor y el segundo sensor está configurado para transmitir una señal al paso de fluido. Al menos uno del primer sensor y el segundo sensor está configurado para recibir al menos una versión desviada de la señal. La señal puede incluir un pulso ultrasónico. El primer sensor puede incluir un transductor de transmisión enfocado y el segundo sensor puede incluir un transductor de recepción no enfocado. El paso de fluido incluye un eje longitudinal.

Una bobina helicoidal está dispuesta al menos parcialmente alrededor del paso de fluido e incluye un eje longitudinal paralelo a un eje longitudinal del paso de fluido. El primer sensor está dispuesto en un primer ángulo oblicuo con respecto a un eje longitudinal del paso de fluido y/o está dispuesto en un segundo ángulo oblicuo con respecto a un eje transversal del cuerpo, y/o el primer sensor y el segundo sensor están dispuestos en una configuración en forma de V. El primer ángulo oblicuo puede estar entre aproximadamente 40 grados y 50 grados preferiblemente entre aproximadamente 44 y aproximadamente 46 grados. El segundo sensor puede estar alineado con el eje transversal del cuerpo. El primer sensor puede incluir un transductor de transmisión enfocado. El primer sensor puede incluir un primer cristal y el segundo sensor puede incluir un segundo cristal.

En realizaciones, el conjunto de sensor de fluido puede incluir un tercer sensor y un cuarto sensor. El tercer sensor puede configurarse para transmitir una segunda señal al paso de fluido y el cuarto sensor puede configurarse para recibir al menos una versión desviada de la segunda señal y la versión desviada de la señal. El conjunto de sensor de fluido puede incluir un tercer sensor configurado para recibir la versión desviada de la señal. El tercer sensor puede ser sustancialmente coaxial con el segundo sensor. En realizaciones, el conjunto de sensor de fluido puede incluir un conducto de fluido conectado a una entrada del cuerpo. El conducto de fluido puede incluir una porción vertical, una porción doblada y/o una salida. La salida puede estar dispuesta en un ángulo oblicuo con respecto a un eje longitudinal del paso de fluido. El primer sensor y el segundo sensor pueden estar dispuestos en una configuración en forma de V.

El método de detección de partículas en un fluido de acuerdo con la invención incluye proporcionar un conjunto de sensor de fluido. El conjunto de sensor de fluido incluye un alojamiento que incluye un paso de fluido, un primer sensor conectado al alojamiento y dirigido hacia el paso de fluido, un segundo sensor conectado al alojamiento y dirigido hacia el paso de fluido, y una bobina helicoidal dispuesta al menos parcialmente alrededor del paso de fluido, incluyendo la bobina un eje longitudinal paralelo a un eje longitudinal del paso de fluido. El método incluye además transmitir, a través del primer sensor, una señal en el paso de fluido, recibir, a través del segundo sensor, una versión desviada de la señal que se ha desviado o dispersado después de encontrar una partícula de desechos, y detectar la partícula de desechos según la versión desviada de la señal. Al menos uno del primer sensor y el segundo sensor está dispuesto en un primer ángulo oblicuo con respecto a un eje longitudinal del paso de fluido y en un segundo ángulo oblicuo con respecto a un eje transversal del alojamiento. El método de detección de partículas puede incluir determinar al menos uno de un tamaño, una forma y un material de la partícula de desechos según la versión desviada de la señal. El método de detección de partículas incluye detectar las partículas de desechos a través de un sensor inductivo conectado al alojamiento. El método de detección de partículas puede incluir transmitir, a través del segundo sensor, una segunda señal en el paso de fluido y/o recibir, a través del primer sensor, una versión desviada de la segunda señal que se ha desviado o dispersado después de encontrar una segunda partícula de desechos. El método de detección de partículas puede incluir proporcionar una unidad de control electrónico (ECU - *Electronic Control Unit*), y/o aplicar, a través de la ECU, métodos de procesamiento de señales para información del primer sensor, información del segundo sensor, e/o información del sensor inductivo para determinar un tamaño de la partícula de desechos y/o si las partículas de desechos incluyen metal. El método de detección de partículas puede incluir transmitir, a través del primer sensor, una segunda señal en el paso de fluido, y recibir, a través del segundo sensor, una versión desviada de la segunda señal que se ha desviado o dispersado después de encontrar la partícula de desechos.

Diversos aspectos de la presente divulgación resultarán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada de las diversas realizaciones, cuando se leen a la luz de los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

La **Figura 1** es una vista en perspectiva que ilustra generalmente una realización de un conjunto de sensor de fluido según las enseñanzas de la presente divulgación.

Las **Figuras 2, 3 y 4** son vistas en sección transversal que ilustran generalmente realizaciones de conjuntos de sensores de fluido según las enseñanzas de la presente divulgación.

La **Figura 5** es una vista en perspectiva que ilustra generalmente una realización de un conjunto de sensor de fluido según las enseñanzas de la presente divulgación.

Las **Figuras 6 y 7** son vistas en sección transversal que ilustran generalmente cuerpos de realizaciones de conjuntos de sensores de fluido según las enseñanzas de la presente divulgación.

La **Figura 8** es una vista lateral que ilustra generalmente una realización de un cuerpo de un conjunto de sensor de fluido según las enseñanzas de la presente divulgación.

La **Figura 9** es una vista lateral que ilustra generalmente una realización de un sensor de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación.

La **Figura 10** es una vista en sección transversal que ilustra generalmente una realización de un sensor de cartucho de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación.

Las **Figuras 11 y 12** son vistas en sección transversal que ilustran generalmente cuerpos de realizaciones de conjuntos de sensores de fluido según las enseñanzas de la presente divulgación.

La **Figura 13** es una vista lateral que ilustra generalmente realizaciones de sensores según las enseñanzas de la presente divulgación.

La **Figura 14** es una vista lateral que ilustra generalmente una realización de un conducto de fluido de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación.

La **Figura 15** es una vista en sección transversal que ilustra generalmente una realización de un conducto de fluido de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación.

Descripción detallada

Ahora se hará referencia en detalle a las realizaciones de la presente divulgación, cuyos ejemplos se describen en la presente descripción e ilustran en los dibujos adjuntos. Aunque la presente descripción se describirá junto con realizaciones y/o ejemplos, se entenderá que no pretenden limitar la presente descripción a estas realizaciones y/o ejemplos. Por el contrario, la presente descripción pretende cubrir alternativas, modificaciones y equivalentes, que pueden incluirse dentro del alcance de la presente divulgación como se define en las reivindicaciones adjuntas.

En realizaciones, tal como se ilustra generalmente en las **Figuras 1, 2, 3, 4, y 5**, un conjunto de sensor de fluido 20 puede incluir un cuerpo/alojamiento 22 y una pluralidad de sensores, tal como un primer sensor 60, un segundo sensor 90 y/o un tercer sensor 110. El cuerpo 22 puede incluir una entrada 24, una salida 26 y/o un paso de fluido 28 que proporciona comunicación fluida entre la entrada 24 y la salida 26. La entrada 24 puede estar dispuesta en o alrededor de un primer extremo 30 del cuerpo 22 (por ejemplo, una parte superior) y/o la salida 26 puede estar dispuesta en o alrededor de un segundo extremo 32 del cuerpo 22 (por ejemplo, una parte inferior). El paso de fluido 28 puede incluir un eje longitudinal 28A que puede, por ejemplo, alinearse y/o ser paralelo con una dirección vertical. El cuerpo 22 puede, por ejemplo, configurarse para contener o almacenar, al menos temporalmente un volumen de fluido 40. El fluido puede contener partículas 42. En realizaciones, el conjunto de sensor de fluido 20 puede utilizarse en relación con un separador de fluido, tal como el separador de fluidos descrito en la patente de Estados Unidos núm. 7.288.139 de propiedad común, que se incorpora en la presente descripción como referencia en la presente descripción en su totalidad. Por ejemplo y sin limitación, las partículas de desechos 42 pueden separarse o al menos dirigirse a un área de recepción de partículas y un conjunto de sensor de fluido 20 puede conectarse al área de recepción de partículas. El fluido 40 en el cuerpo 22 puede estar relativamente en reposo (por ejemplo, no fluir) durante la detección, y las partículas 42 pueden caer dentro del cuerpo 22 y burbujas pueden aumentar (por ejemplo, debido a diferencias de gravedad/densidad).

Con las realizaciones, la salida 26 puede configurarse como un puerto de intercambio/renovación de fluido que puede permitir el intercambio periódico de fluido 40 dentro del cuerpo 22, que puede proporcionar una muestra más precisa y/o actualizada del fluido 40 en un sistema de fluido. La detección puede suspenderse durante el intercambio de fluidos. Un intercambio de fluido puede incluir una purga sustancialmente completa del fluido 40 fuera del cuerpo 22 y el nuevo fluido 40 que entra en el cuerpo (por ejemplo, a través de la entrada 24). Un intercambio de fluido puede implicar cierto grado de reflujo desde la salida 26 a la entrada 24 y puede ser lo suficientemente suave como para empujar las partículas más grandes 42 hacia atrás a través de la entrada y hacia el sistema de fluido (por ejemplo, de vuelta a un separador).

Con realizaciones, como generalmente se ilustra en las **Figuras 1-8**, el cuerpo 22 puede incluir un primer rebaje o abertura 50 configurado para recibir al menos parcialmente el primer sensor 60 y/o puede incluir un segundo rebaje o abertura 52 configurado para recibir al menos parcialmente el segundo sensor 90.

Con realizaciones, como generalmente se ilustra en las **Figuras 1-5**, un sensor puede incluir uno o más de una variedad de formas, tamaños, configuraciones y/o materiales. Por ejemplo y sin limitación, el primer sensor 60 puede configurarse para transmitir una señal o señales 62 y/o un segundo sensor 90 puede configurarse para recibir una versión 92 desviada o reflejada (eco) de señal o señales 62. En realizaciones, el primer sensor 60 puede incluir un transductor de transmisión configurado para transmitir (por ejemplo, generar, propagar, emitir, etc.) una señal/onda acústica 62 hacia y/o en el paso de fluido 28. Por ejemplo y sin limitación, el primer sensor 60 puede incluir un cristal piezoeléctrico que puede ser pulsado a una frecuencia de aproximadamente 2,5 MHz a aproximadamente 5 MHz. El cristal puede incluir, por ejemplo, una frecuencia de aproximadamente 2,5 MHz o de aproximadamente 5 MHz. El primer sensor 60 puede configurarse como un transductor enfocado, incluir una lente acústica enfocada 72 y/o proporcionar una zona de enfoque 80 (véase, p.ej., la **Figura 9**). El primer sensor 60 y el segundo sensor 90 pueden estar dispuestos en una configuración biestática. El primer sensor 60 puede estar conectado y/o dispuesto al menos parcialmente en la primera abertura 50 de manera que un primer eje de sensor 60A está dispuesto en un ángulo 64 con respecto al eje longitudinal 28A. Por ejemplo y sin limitación, el ángulo 64 puede ser un ángulo oblicuo con respecto al eje longitudinal 28A, tal como un ángulo de aproximadamente 40 grados a 50 grados, aproximadamente 44 grados a aproximadamente 46 grados, y/o aproximadamente 45 grados. Un eje transversal 22T del cuerpo 22 puede ser perpendicular al eje longitudinal 28A. El primer eje de sensor 60A puede estar alineado en un ángulo 66 (por ejemplo, un ángulo oblicuo) con respecto al eje transversal 22T, por ejemplo y sin limitación, un ángulo de aproximadamente 40 grados a 50 grados, aproximadamente 44 grados a aproximadamente 46 grados, y/o aproximadamente 45 grados.

El primer eje de sensor 60A puede cruzarse con el eje longitudinal 28A en un punto de intersección 82 que puede estar dispuesto en el paso de fluido 28 (por ejemplo, centrado en el paso 28). El primer sensor 60 puede dirigirse generalmente hacia el primer extremo 30 del cuerpo 22 (por ejemplo, un primer extremo/extremo de transmisión 68 del primer sensor 60 puede disponerse más cerca del primer extremo 30 del cuerpo 22 que un extremo opuesto 70 del primer sensor 60).

En realizaciones, el segundo sensor 90 puede incluir un transductor de recepción configurado para recibir señal/onda acústica 62, y/o una versión o porción de la misma, transmitida por el primer sensor 60. Por ejemplo y sin limitación, el primer sensor 60 puede transmitir la señal 62 en una primera dirección hacia una zona diana o porción 100 del paso de fluido 28. El área diana 100 puede estar centrada en el eje longitudinal 28A y/o el punto de intersección 82. Si una partícula 42 está presente en la porción diana 100, la señal 62 puede desviarse de la partícula 42 y la señal 62 puede entonces dirigirse en una o más direcciones diferentes, al menos una dirección de la cual puede ser hacia el segundo sensor 90. El segundo sensor 90 puede configurarse para recibir una versión o porción desviada 92 de la señal 62 que ha encontrado una partícula 42. El segundo sensor 90 puede configurarse para convertir o traducir una versión o porción 92 de la señal 62 recibida por el segundo sensor 90 (por ejemplo, una señal/onda acústica) en una señal eléctrica que puede corresponder a una o más propiedades de la partícula 42 (por ejemplo, tamaño, forma, etc.). Con realizaciones, el segundo sensor 90 puede configurarse como un transductor receptor no enfocado. En las realizaciones, el segundo sensor 90 puede disponerse lo más cerca del área diana 100 como sea posible (por ejemplo, en o justo fuera de un diámetro de caída 102).

Con realizaciones, el segundo sensor 90 puede estar conectado y/o dispuesto al menos parcialmente en la segunda abertura 52 de manera que un segundo eje de sensor 90A pueda disponerse en paralelo con y/o puede ser coaxial con el eje transversal 22T. El segundo eje del sensor 90A puede cruzarse con el eje longitudinal 28A y/o el primer eje del sensor 60A. Por ejemplo y sin limitación, el eje longitudinal 28A, el primer eje de sensor 60A y el segundo eje de sensor 90A pueden pasar a través de un área común relativamente pequeña y/o pueden cruzarse en un punto común (por ejemplo, punto de intersección 82). El punto de intersección 82 puede estar dispuesto en el área o porción diana 100, tal como en o alrededor del centro de la zona o porción diana 100. El primer sensor 60 y el segundo sensor 90 pueden estar dispuestos en uno o más ángulos entre sí. Por ejemplo y sin limitación, el primer sensor 60 y el segundo sensor 90 pueden estar dispuestos en un ángulo 104 de aproximadamente 90 grados entre sí (por ejemplo, circunferencialmente/vistos a lo largo del eje longitudinal 28A). En realizaciones, una pluralidad de señales 62 puede transmitirse y encontrarse (y desviarse de) la misma partícula 42, que puede proporcionar información adicional sobre la partícula 42. El primer sensor y el segundo sensor pueden ser discretos, separados y/o independientes entre sí.

En realizaciones, el conjunto de sensor de fluido 20 puede incluir un tercer sensor 110 (véase, p.ej., las **Figuras 1 y 2**). El cuerpo 22 puede incluir un tercer rebaje 54 que puede configurarse para la conexión con y/o recibir al menos parcialmente el tercer sensor 110. El tercer sensor 110 puede estar conectado y/o dispuesto al menos parcialmente en el tercer rebaje 54 de manera que un tercer eje del sensor 110A pueda estar dispuesto sustancialmente en paralelo con el eje transversal 22T, en paralelo con el segundo eje del sensor 90A, y/o coaxial con el segundo eje del sensor 90A (por ejemplo, el segundo sensor 90 y el tercer sensor 110 pueden ser coaxiales). El tercer sensor 110 puede incluir un transductor de recepción que puede configurarse para recibir señales/ondas acústicas 62. Por ejemplo y sin limitación, el tercer sensor 110 puede configurarse para recibir una versión o porción desviada 92 de la señal/onda 62 que ha encontrado/se ha desviado de una partícula 42. Una versión o porción desviada 92 de la señal/onda 62 recibida por el tercer sensor 110 puede haberse desviado en una dirección diferente de la partícula 42 que una versión o porción desviada 92 de la señal/onda 62 recibida por el segundo sensor 90. El tercer sensor 110 puede utilizarse además de y/o en lugar del segundo sensor 90. El uso del tercer sensor 110 con el segundo sensor 90 puede permitir que se reciba una mayor porción de señal/onda 62 después de la deflexión, lo que puede proporcionar información más o mejor sobre una partícula 42, especialmente para partículas 42 de formas no uniformes (por ejemplo, partículas no esféricas). Por ejemplo y sin limitación, si una partícula 42 incluye una faceta y una versión desviada 92 de la señal 62 se desvía a un grado relativamente mínimo o no se desvía hacia el segundo sensor 90, parte de la versión desviada 92 puede desviarse y/o recibirse por el tercer sensor 110 (o viceversa). Con realizaciones, el tercer sensor 110 puede conectarse en paralelo con el segundo sensor 90.

En realizaciones, tal como se ilustra generalmente en las **Figuras 3, 4, 10, y 12**, un conjunto de sensor de fluido 20 puede incluir un cuarto sensor 130. El cuarto sensor 130 puede incluir un sensor inductivo que puede configurarse para detectar partículas metálicas 42 en el cuerpo 22 y/o el paso de fluido 28. Por ejemplo y sin limitación, el cuarto sensor 130 puede incluir una bobina 132 que puede disponerse alrededor de al menos una porción del cuerpo 22 de manera que un cuarto eje del sensor 130A pueda alinearse sustancialmente con (por ejemplo, coaxial con) el eje longitudinal 28A del paso de fluido 28 (ver, por ejemplo, las **Figuras 3, 4 y 12**). Adicional o alternativamente, una bobina 132 puede estar dispuesta dentro del cuerpo 22 y/o el paso de fluido 28 de manera que el cuarto eje del sensor 130A esté sustancialmente alineado con el eje longitudinal 28A del paso de fluido 28 (véase, p.ej., la **Figura 10**). Se puede proporcionar una corriente eléctrica a la bobina 132 y si una partícula metálica 42 se mueve a través de la bobina 132 (por ejemplo, radialmente dentro de la bobina 132), el cuarto sensor 130 puede detectar un cambio de inductancia que puede corresponder a un tamaño, forma y/o material de la partícula 42. El cuarto sensor 130 puede no estar configurado para detectar partículas no metálicas 42.

Con realizaciones, como generalmente se ilustra en la **Figura 2** una unidad de control electrónico (ECU) 140 puede conectarse con uno o más sensores (por ejemplo, el primer sensor 60, el segundo sensor 90, el tercer sensor 110, el cuarto sensor 130, un sensor de cartucho 150, un quinto sensor 230, un sexto sensor 270 y/u otros sensores). La ECU 140 puede configurarse para recibir información (por ejemplo, datos, señales, etc.) de uno o más sensores y ECU 140 puede determinar una o más de (i) si las partículas 42 están presentes en el paso de fluido, (ii) un tamaño asociado con cualquier partícula 42 de este tipo, (iii) una forma de cualquier partícula 42 de este tipo y/o (iv) un material de cualquier partícula 42 de este tipo (por ejemplo, metal o no metal). Por ejemplo y sin limitación, si una partícula 42 se detecta a través del primer sensor 60 y el segundo sensor 90 y también es detectada por el cuarto sensor 130, la ECU 140 puede determinar que la partícula 42 es metálica. Si una partícula 42 se detecta a través del primer sensor 60 y el segundo sensor 90, pero no es detectada por el cuarto sensor 130, la ECU 140 puede determinar que la partícula 42 es no metálica. La ECU 140 puede configurarse para controlar el funcionamiento de uno o más sensores (p. ej., el primer sensor 60, el segundo sensor 90, el tercer sensor 110, el cuarto sensor 130, el sensor de cartucho 150, el quinto sensor 230, el sexto sensor 270 y/u otros sensores). La ECU 140 puede configurarse para aplicar uno o más métodos de procesamiento de señal para recibir información (por ejemplo, información recibida desde uno o más sensores 60, 90, 110, 130, 150, 230, 270). Los métodos de procesamiento de señal pueden incluir diversas funciones, por ejemplo y sin limitación, promediado, lógica difusa y/o reconocimiento de patrones.

En realizaciones, la ECU 140 puede incluir un controlador electrónico y/o incluir un procesador electrónico, tal como un microprocesador programable y/o microcontrolador. En realizaciones, la ECU 140 puede incluir, por ejemplo, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC). La ECU 140 puede incluir una unidad central de procesamiento (CPU), una memoria y/o una interfaz de entrada/salida (E/S). La ECU 140 puede configurarse para realizar diversas funciones, incluyendo las descritas con mayor detalle en el presente documento, con instrucciones de programación y/o código apropiados incorporadas en software, hardware y/u otro medio. En realizaciones, la ECU 140 puede incluir una pluralidad de controladores. En realizaciones, la ECU 140 puede estar conectada a una pantalla.

Con realizaciones, como generalmente se ilustra en la **Figura 10**, un sensor 150 puede incluir una configuración de cartucho. Un sensor de cartucho 150 puede incluir un cuerpo 152, un transductor 170 de transmisión, un receptor 172, una bobina inductiva 174, un sensor 176 de suciedad y/o una lente acústica 178. El cuerpo 152 puede incluir una forma generalmente cilíndrica o tubular que puede conectarse al cuerpo del conjunto de sensor 22 en un ángulo, tal como el ángulo 190 (por ejemplo, un ángulo oblicuo). El cuerpo 152 puede incluir una entrada 154, una salida 156, un primer extremo 158, un segundo extremo 160, un primer lado 162 (por ejemplo, una parte superior) y/o un segundo lado 164 (por ejemplo, una parte inferior). La entrada 154 puede incluir una ranura o abertura en el primer lado 162 y/o la salida 156 puede incluir una ranura o abertura en el segundo lado 164. Las burbujas pueden purgarse a través de la entrada 154. La entrada 154 y la salida 156 pueden separarse axialmente entre sí de manera que si el cuerpo 152 está dispuesto en el ángulo 190 (por ejemplo, tras la conexión con el cuerpo 22), una trayectoria de fluido generalmente vertical 200 (por ejemplo, un trayecto de caída) puede proporcionarse a través del cuerpo 152 desde la entrada 154 a la salida 156. La trayectoria de fluido 28 del cuerpo 22 del conjunto de fluido 20 puede alinearse al menos parcialmente con y/o incluir la ruta de fluido 200 del cuerpo 152 del sensor de cartucho 150.

En realizaciones, el transductor de transmisión 170 puede disponerse en o alrededor del primer extremo 158 del cuerpo 152 y/o al menos parcialmente dentro del cuerpo 152. El transductor de transmisión 170 puede configurarse para transmitir una señal/onda acústica 62 al cuerpo hacia el segundo extremo 160 y/o puede proporcionar un campo acústico enfocado. La lente acústica 178 puede disponerse con el cuerpo 152 en o alrededor de un extremo de transmisión 158 del transductor de transmisión 170 entre el transductor de transmisión 170 y el segundo extremo 160 del cuerpo 152. Las partículas 42 que se alejan del eje longitudinal 28A pueden caer sobre el transductor de transmisión 170 y pueden deslizarse hacia abajo a una cara cónica 210 del transductor de transmisión 170 y/o de la lente acústica 178 hasta que las partículas 42 alcanzan la salida 156.

En las realizaciones, el receptor 172 puede incluir una configuración generalmente similar a un anillo o cilíndrica y puede incluir, por ejemplo, un receptor de anillo piezoeléctrico (por ejemplo, titanato de circonato de plomo o PZT) que puede configurarse para recibir señales (por ejemplo, señales desviadas 92) desde una pluralidad de direcciones. El receptor 172 puede estar dispuesto al menos parcialmente entre la entrada 154 y la salida 156 (por ejemplo, axialmente) de manera que la ruta de fluido 200 pueda extenderse desde la entrada 154 a través del receptor 172 hasta la salida 156. Por ejemplo y sin limitación, el fluido 40 y/o las partículas 42 pueden, al menos inicialmente, fluir/caer a la entrada 154, a través del receptor 172, y a la salida 156. La bobina inductiva 174 puede estar dispuesta al menos parcialmente entre la entrada 154 y la salida 156 (por ejemplo, axialmente) de manera que la ruta de fluido 200 pueda extenderse desde la entrada 154 a través de la bobina inductiva 174 a la salida 156. Por ejemplo y sin limitación, las partículas metálicas 42 que fluyen/caen en la entrada 154 pueden caer a través de la bobina inductiva 174, que puede detectar tales partículas metálicas 42, y las partículas metálicas 42 pueden continuar fluyendo/cayendo a la salida 156. La bobina inductiva 174 puede ser coaxial con el receptor 172 y/o la bobina inductiva 174 y el receptor 172 pueden integrarse y/o conectarse entre sí. Un sensor de suciedad 176 se puede conectar y/o disponer en o alrededor del segundo extremo 160 y puede dirigirse hacia el primer extremo 158, transductor de transmisión 170 y/o la lente acústica 178.

Con las realizaciones, si el fluido 40 está presente en el cuerpo 152 (por ejemplo, si el fluido 40 fluye hacia el cuerpo 152 a través de la entrada 154), el transductor de transmisión 170 puede transmitir una señal 62 al cuerpo 152. Si una partícula 42 está presente en el cuerpo 152 y/o el fluido 40, la señal 62 puede desviarse desde/fuera de la partícula

42. El receptor 172 puede recibir al menos una porción de la señal desviada 92 y puede generar una señal eléctrica que puede corresponder a una o más características de la partícula 42 (por ejemplo, tamaño, forma, material, etc.). El receptor 172 puede conectarse a un conector 212 que puede conectarse en o alrededor del primer extremo 158 del cuerpo 152 y/o puede conectarse al transductor de transmisión 170. El conector 212 puede, por ejemplo, conectarse a la ECU 140. Si una partícula metálica 42 está presente en o cerca de la bobina inductiva 174, una inductancia de la bobina inductiva 174 puede cambiar de acuerdo con una o más características de la partícula 42 (por ejemplo, tamaño, forma). Adicional o alternativamente, la bobina inductiva 174 puede conectarse al conector 212 y/o la ECU 140. Con realizaciones, el sensor de cartucho 150 puede conectarse con el cuerpo 22 del conjunto de sensor de fluido 20 y puede usarse junto con y/o en lugar del primer sensor 60, el segundo sensor 90 y/o el cuarto sensor 130.

Con las realizaciones, el cuerpo del cartucho 152 puede incluir una sección transversal generalmente cuadrada. En tales realizaciones, el receptor 172 y/o la bobina inductiva 174 pueden incluir secciones transversales de forma cuadrada correspondientes.

En las realizaciones, una configuración inversa puede incluir el primer sensor 60 que incluye un transductor de recepción y/o un segundo sensor 90 que incluye un transductor de transmisión. Por ejemplo y sin limitación, el segundo sensor 90 puede transmitir, sin una zona focal, una señal 62 que puede desviarse y/o salir de una partícula 42 y una versión o porción desviada 92 de la señal 62 puede ser recibida por el primer sensor 60. En una configuración inversa, un transductor de transmisión (por ejemplo, el segundo sensor 90) puede disponerse más cerca de una zona diana 100 (por ejemplo, con relación al primer sensor 60 en una configuración directa), lo que puede aumentar la energía de la señal de transmisión 62 que alcanza una partícula y/o la señal o señales 92 desviadas/dispersas desde una partícula 42. Adicional o alternativamente, parte de la energía acústica que puede haber perdido el transductor receptor (por ejemplo, el segundo sensor 90 en la configuración directa) puede recibirse al menos indirectamente por el primer sensor 60 ya que las señales 92 pueden desviarse o dispersarse de una pared de bolsillos de montaje 214 opuesta al primer sensor 60. Puede utilizarse una configuración inversa, por ejemplo, para detectar partículas 42 relativamente pequeñas (p. ej., aproximadamente $1,27\ \mu\text{m}$ - $2,54\ \mu\text{m}$ ($50\ \mu$ a $100\ \mu$) en comparación con $2,54\ \mu\text{m}$ - $25,4\ \mu\text{m}$ ($100\ \mu\text{pulg}$ a $1000\ \mu\text{pulg}$). La detección de partículas más pequeñas 42 puede llevarse a cabo mediante muestreo, ya que puede no desearse un recuento completo de partículas más pequeñas.

Con realizaciones, el conjunto de sensor de fluido 20 puede operarse tanto en un modo de sensor biestático (por ejemplo, para partículas grandes) como un modo monoestático (por ejemplo, para partículas más pequeñas, con el primer sensor 60 y/o el segundo sensor 90 funcionando como un transductor de transmisión y un transductor de recepción). Por ejemplo y sin limitación, en un ciclo de detección, se puede usar un modo de sensor biestático y luego se puede usar un modo monoestático, y dicho ciclo puede repetirse. En un modo biestático, la ECU 140 puede configurarse para registrar múltiples partículas/aciertos en la misma partícula 42, tal movimiento de una partícula 42 se puede rastrear para distinguir las partículas de burbujas. Si una partícula grande 42 está presente durante el modo monoestático, la ECU 140 puede identificar la partícula grande en función de su velocidad de descenso e ignorar (hasta que se reanuda el modo biestático).

En realizaciones, tal como se ilustra generalmente en las **Figuras 11 y 12**, el primer sensor 60 y el segundo sensor 90 pueden estar dispuestos en una configuración en forma de V y/o cuerpo 22 puede incluir una configuración en forma de V. Por ejemplo y sin limitación, el primer sensor 60 puede conectarse al cuerpo 22 de manera que el primer eje de sensor 60A se dispone en un primer ángulo agudo 220 con relación al eje longitudinal 28A, que puede incluir el primer sensor 60 apuntando generalmente hacia abajo con un extremo de transmisión 68 del primer sensor 60 más cerca del eje longitudinal 28A que un extremo opuesto 70 del primer sensor 60. Una primera pared interior 222 del cuerpo 22 puede extenderse en el primer ángulo agudo 220 y/o puede disponerse opuesta al segundo sensor 90. El segundo sensor 90 puede conectarse al cuerpo 22 de manera que el segundo eje del sensor 90A puede disponerse en un segundo ángulo agudo 224 con respecto al eje longitudinal 28A, que puede incluir el segundo sensor 90 apuntando generalmente hacia abajo con un extremo receptor 94 del segundo sensor 90 más cerca del eje longitudinal 28A que un extremo opuesto 96 del segundo sensor 90. Una segunda pared interior 226 del cuerpo 22 puede extenderse en el segundo ángulo agudo 224 y/o puede disponerse opuesta al primer sensor 60. El primer sensor 60 y el segundo sensor 90 pueden estar dispuestos en lados opuestos del eje longitudinal 28A y pueden estar sustancialmente alineados en un plano común (por ejemplo, un plano vertical). El primer ángulo agudo 220 y el segundo ángulo agudo 224 pueden ser sustancialmente iguales. Por ejemplo y sin limitación, el primer ángulo agudo 220 y el segundo ángulo agudo 224 pueden ser de aproximadamente 30 grados a 40 grados, aproximadamente 33 grados a aproximadamente 37 grados y/o aproximadamente 35 grados. Un ángulo entre el primer eje de sensor 60A y el segundo eje de sensor 90A (por ejemplo, una suma de ángulo y ángulo) puede ser, por ejemplo, de aproximadamente 70 grados. En una configuración en forma de V, las partículas 42 pueden no acumularse en o cerca del primer sensor 60 y/o el segundo sensor 90 (por ejemplo, la gravedad puede tirar de las partículas 42 generalmente hacia abajo/lejos del primer sensor 60 y/o el segundo sensor 90). Una configuración en forma de V puede proporcionar una ruta de fluido más larga 28 (por ejemplo, una ruta de caída) dentro del cuerpo 22 con relación a otras configuraciones, tales como las configuraciones ilustradas generalmente en las **Figuras 1-10**. Con realizaciones, el primer sensor 60 y el segundo sensor 90 pueden estar dispuestos perpendicularmente al eje 28A de la ruta de fluido. Por ejemplo y sin limitación, el primer eje de sensor 60A y el segundo eje de sensor 90A pueden estar dispuestos en un ángulo entre sí y/o estar sustancialmente alineados en el plano común (por ejemplo, un plano horizontal).

Con realizaciones, el conjunto de sensor de fluido 20 puede incluir una serie de sensores. Por ejemplo y sin limitación, como se ilustra generalmente en la **Figura 12**, el conjunto de sensor de fluido 20 puede incluir el primer sensor 60, el segundo sensor 90, el tercer sensor 110, el cuarto sensor 130 y/o un quinto sensor 230. El quinto sensor 230 puede configurarse de la misma manera o de una manera similar a la del primer sensor 60. Por ejemplo y sin limitación, el quinto sensor 230 puede incluir un transductor de transmisión enfocado configurado para transmitir una señal/onda acústica 62 hacia y/o dentro del paso de fluido 28. El primer sensor 60 y el segundo sensor 90 pueden estar dispuestos en una primera configuración en V y el tercer sensor 110 y el quinto sensor 230 pueden estar dispuestos en una segunda configuración en forma de V que puede reflejar la primera configuración en V. Por ejemplo y sin limitación, el primer sensor 60, el segundo sensor 90, el tercer sensor 110 y el quinto sensor 230 pueden estar dispuestos en una configuración con forma de X. El primer sensor 60 y el quinto sensor 230 pueden estar sustancialmente alineados entre sí (por ejemplo, coaxiales) y/o el segundo sensor 90 y el tercer sensor 110 pueden estar sustancialmente alineados entre sí. El primer sensor 60 y el tercer sensor 110 pueden estar dispuestos en un primer lado del eje longitudinal 28A y/o el segundo sensor 90 y el quinto sensor 230 pueden estar dispuestos en un segundo lado del eje longitudinal 28A. Con las realizaciones, el quinto sensor 230 puede usarse en otras configuraciones, tales como las ilustradas generalmente en las **Figuras 1-5**. Por ejemplo y sin limitación, el conjunto de sensor de fluido 20 puede incluir uno o más del primer sensor 60, el segundo sensor 90, el tercer sensor 110, el cuarto sensor 130 y/o un quinto sensor 230.

En realizaciones, tal como se ilustra generalmente en las **Figuras 3, 4, 5, 12 y 15**, el conjunto de sensor de fluido 20 puede incluir un puerto/bolsa de desechos 240. El puerto de desechos 240 puede configurarse para recibir y/o al menos almacenar temporalmente las partículas 42 que fluyen/caen a través de la ruta de fluido 28. Una cubierta 250 puede estar conectada al puerto de desechos 240 y puede permitir el acceso a las partículas de desechos 42 en el puerto de desechos 240 (por ejemplo, las partículas de desechos 42 pueden eliminarse para el estudio). El puerto 240 y/o la cubierta 250 pueden ser magnéticos.

Con realizaciones, como generalmente se ilustra en la **Figura 13** el conjunto de sensor de fluido 20 puede incluir un reflector 260 y una configuración inversa del primer sensor y del segundo sensor. El reflector 260 puede estar dispuesto opuesto al primer sensor 60 (que puede incluir/estar configurado como un transductor receptor). El reflector 260 puede incluir un foco con un radio 262 que puede extenderse al primer sensor 60. El reflector 260 puede configurarse para reflejar señales (por ejemplo, señal/porción 92') hacia el primer sensor 60. Por ejemplo y sin limitación, una señal 62 transmitida desde el segundo sensor 90 puede dar como resultado dos señales de retorno 92, 92' que alcanzan el primer sensor, tal como una señal original, desviada 92 y una señal reflejada 92'. La señal reflejada 92' puede ser más pequeña que la señal desviada 92 y/o puede alcanzar el primer sensor 60 después de la señal desviada 92. Puede utilizarse un retardo de tiempo entre la señal desviada 92 y la señal reflejada 92' para compensar el ruido eléctrico. De forma adicional o alternativa, el conjunto de sensor de fluido 20 puede incluir un sexto sensor 270 que puede disponerse opuesto al primer sensor 60. El sexto sensor 270 puede incluir un reflector 260 y/o puede incluir una superficie cóncava que puede funcionar como reflector 260. El sexto sensor puede incluir un transductor de recepción que puede funcionar como una fuente de disparo para activar un modo de escucha del primer sensor 60. El modo de escucha puede corresponder a una ventana de tiempo estrechamente definida justo antes de la llegada de un evento de reflexión inversa del reflector 260 del sexto sensor 270. La ECU 140 puede muestrear una señal recibida por el primer sensor 60 para determinar un pico en la señal. Un campo 272 del sexto sensor 270 puede ser de bajo ruido o sin ruido, de manera que la señal desviada 92 y la señal reflejada 92' se pueden utilizar y/o promediar, y la ECU 140 puede determinar si las señales 92, 92' son un resultado de una burbuja (si se mueve hacia arriba) o una partícula 42 (si cae/se mueve hacia abajo).

Con realizaciones, como generalmente se ilustra en la **Figura 14** el conjunto de sensor de fluido 20 puede incluir un conducto de fluido 280 que puede conectarse a la entrada 24 del cuerpo 22 y/o está al menos parcialmente dispuesto en el cuerpo 22. El conducto de fluido 280 puede incluir una entrada 282 que puede abrirse sustancialmente verticalmente hacia arriba y/o y la salida 284 que puede abrirse generalmente hacia abajo en un ángulo 286 con relación a una dirección vertical. Por ejemplo y sin limitación, el conducto de fluido 280 puede incluir una sección doblada 288 que puede doblarse a aproximadamente 45 grados y la salida 284 puede abrirse en un ángulo de aproximadamente 45 grados. Si una partícula 42 cae/fluye desde la entrada 282 hacia la salida 284, la partícula 42 puede contactar una superficie interior orientada hacia arriba 290 de la sección doblada 288 y puede deslizarse la superficie hacia abajo 290 hasta que la partícula 42 cae fuera de la salida 284. La salida 284 puede estar sustancialmente alineada con el eje longitudinal 28A del paso de fluido 28 de manera que las partículas 42 que salen de la salida 284 pueden caer sustancialmente a lo largo del eje longitudinal 28A, lo que puede hacer que la detección de las partículas 42 sea más consistente. Facilitar las partículas 42 que caen a lo largo del eje longitudinal 28A pueden reducir una zona de descenso 102 esperada (por ejemplo, un diámetro alrededor del eje longitudinal 28A en el que se espera que las partículas 42 caigan, como generalmente se ilustra en la **Figura 9**), que puede permitir disponer sensores más cerca del eje longitudinal 28A (por ejemplo, proporcionar más energía y/o recibir más energía de las partículas 42) y/o permitir que uno o más sensores incluyan un semifoco en lugar de un campo cilíndrico (u otra forma). El primer sensor 60 puede incluir un punto focal o una zona de enfoque completa 106. Puede utilizarse un conducto de fluido 280 además de y/o como una alternativa a una constricción 300 en o alrededor de la entrada 24 (véanse, p.ej., las **Figuras 3 y 4**). El conducto de fluido 280 puede ser menos propenso a obstruirse (por ejemplo, con respecto a los diseños que incluyen constricciones) a medida que un diámetro interior 292 del conducto de fluido 280 puede ser sustancialmente constante desde la entrada 282 a la salida 284 (por ejemplo, aproximadamente 5,08 mm (0,2 pulgadas)).

En realizaciones, tal como se ilustra generalmente en la **Figura 15**, el cuerpo del conjunto de sensor de fluido 20 puede incluir una pared de reflexión 310 que puede alinearse con el eje longitudinal 28A (por ejemplo, el eje longitudinal 28A puede cruzarse con la pared cónica 310). El primer sensor 60 puede incluir un transductor de transmisión y puede disponerse sobre la pared de reflexión 310 de manera que el primer eje de sensor 60A pueda ser sustancialmente paralelo con un eje transversal 22T. El segundo sensor 90 puede incluir un transductor receptor y/o estar dispuesto de manera que el segundo eje del sensor 90A pueda ser sustancialmente paralelo al eje transversal 22T y/o puede cruzarse con la pared de reflexión 310 en o alrededor del mismo punto que el eje longitudinal 28A. La pared de reflexión 310 puede incluir, por ejemplo, un ángulo de inclinación 312 de aproximadamente 45 grados. En realizaciones, la pared de reflexión 310 puede incluir una curvatura y/u otras formas. El primer sensor 60 puede transmitir una señal 62 que puede desviarse o de una partícula 42 y una señal o porción 92 desviada puede reflejarse fuera de la pared de reflexión 310 hacia el segundo sensor 90. Dicha configuración puede proporcionar una funcionalidad similar a si el segundo sensor 90 estaba montado verticalmente hacia arriba y alineado con el eje longitudinal 28A, pero las partículas 42 pueden no acumularse y/u obstruir el segundo sensor 90.

En realizaciones, un puerto de desechos 240 puede estar dispuesto debajo de la pared de reflexión 310. Las partículas 42 pueden caer hasta que alcanzan la pared de reflexión 310 y pueden deslizarse hacia abajo por la pared de reflexión 310 hasta que las partículas 42 caigan en el puerto de desechos 240.

Con las realizaciones, el cuerpo 22 puede incluir una cavidad de retardo 320 que puede disponerse opuesta al primer sensor 60. Las señales 62 del primer sensor 60 que pasan más allá de la zona diana 100 (por ejemplo, significativamente más allá del eje longitudinal 28A) pueden entrar en la cavidad de retardo 320 y pueden retrasarse lo suficiente y/o pueden atenuarse lo suficiente para no contribuir al ruido de señal.

Con las realizaciones, una configuración biestática del primer sensor 60 y del segundo sensor 90 puede proporcionar una o más ventajas con respecto a otros diseños (por ejemplo, diseños monoestáticos). Por ejemplo y sin limitación, un anillo del transductor de transmisión puede no ser material como el transductor de transmisión (por ejemplo, el primer sensor 60) y puede aislarse acústicamente del receptor (por ejemplo, el segundo sensor 90), lo que puede permitir que se use una ganancia mayor. El receptor (por ejemplo, el segundo sensor 90) puede disponerse más cerca de la zona diana 100, ya que podría ser deseable disponer un transductor de transmisión a una distancia mínima de la zona diana 100.

En el presente documento se describen diversas realizaciones para diversos aparatos, sistemas y/o métodos. Se exponen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión completa de la estructura, función, fabricación y uso generales de las realizaciones como se describe en la memoria descriptiva e ilustrados en los dibujos adjuntos. Los expertos en la técnica entenderán, sin embargo, que las realizaciones pueden ponerse en práctica sin dichos detalles específicos. En otros casos, las operaciones, componentes y elementos bien conocidos no se han descrito en detalle para no complicar las realizaciones descritas en la memoria descriptiva. Los expertos en la técnica entenderán que las realizaciones descritas e ilustradas en la presente descripción son ejemplos no limitantes y, por lo tanto, se puede apreciar que los detalles estructurales y funcionales específicos descritos en la presente descripción pueden ser representativos y no limitan necesariamente el alcance de las realizaciones.

La referencia a lo largo de la memoria descriptiva a “diversas realizaciones”, “con realizaciones”, o similares, significa que una característica, estructura o característica particular descrita en relación con la realización se incluye en al menos una realización. Por lo tanto, las apariciones de las frases “en varias realizaciones”, “con las realizaciones”, “en las realizaciones” o “una realización”, o similares, en lugares a lo largo de la descripción no se refieren necesariamente a la misma realización. Además, las características, estructuras o funciones particulares pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones. Por lo tanto, las características, estructuras o funciones particulares ilustradas o descritas en relación con una realización pueden combinarse, en su totalidad o en parte, con las características, estructuras o funciones de una o más de otras realizaciones sin limitación dada que dicha combinación no es lógica ni no funcional.

Debe entenderse que las referencias a un solo elemento no están necesariamente limitadas y pueden incluir uno o más de dicho elemento. Cualquier referencia direccional (por ejemplo, más, menos, superior, inferior, hacia arriba, hacia abajo, izquierda, derecha, hacia la izquierda, hacia la derecha, arriba, abajo, por encima, por debajo, vertical, horizontal, en el sentido de las agujas del reloj y en el sentido contrario a las agujas del reloj) solo se usa para fines de identificación para ayudar a la comprensión del lector de la presente divulgación y no crea limitaciones, particularmente en cuanto a la posición, orientación o uso de las realizaciones.

Las referencias de unión (por ejemplo, unidas, acopladas, conectadas y similares) deben interpretarse ampliamente y pueden incluir miembros intermedios entre una conexión de elementos y un movimiento relativo entre elementos. Como tales, las referencias de unión no implican necesariamente que dos elementos estén conectados/acoplados directamente y en relación fija entre sí. El uso de “por ejemplo” a lo largo de la memoria descriptiva debe interpretarse ampliamente y se usa para proporcionar ejemplos no limitantes de realizaciones de la divulgación, y la divulgación no se limita a tales ejemplos. Los usos de “y” y “o” deben interpretarse ampliamente (por ejemplo, para ser tratados como “y/o”). Por ejemplo y sin limitación, los usos de “y” no requieren necesariamente todos los elementos o características enumerados, y los usos de “o” pretenden ser inclusivos a menos que dicha construcción sería ilógica.

Se pretende que toda la materia contenida en la descripción anterior o mostrada en los dibujos adjuntos se interprete como ilustrativa únicamente y no limitante. Pueden realizarse cambios en detalle o estructura sin apartarse de la presente divulgación.

- 5 Además, la mezcla y coincidencia de características, elementos y/o funciones entre diversos ejemplos se contempla expresamente en el presente documento de modo que un experto en la materia apreciaría a partir de esta divulgación que las características, elementos y/o funciones de un ejemplo pueden incorporarse en otro ejemplo según sea apropiado, a menos que se describa lo contrario. Además, se pueden hacer muchas modificaciones para adaptar una situación o material particular a las enseñanzas de la presente divulgación sin apartarse del alcance de la misma. Por lo tanto, se pretende que
- 10 las presentes enseñanzas no se limiten a los ejemplos particulares ilustrados por los dibujos y descritos en la memoria descriptiva, sino que el alcance de la presente divulgación incluirá cualquier realización que se encuentre dentro de la descripción anterior y los dibujos adjuntos dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de sensor de fluido (20), que comprende:

un cuerpo (22) que incluye un paso de fluido (28);
un primer sensor (60) conectado al cuerpo (22) y dirigido hacia el paso de fluido (28); y
un segundo sensor (90) conectado al cuerpo (22) y dirigido hacia el paso de fluido (28);
en donde al menos uno del primer sensor (60) y el segundo sensor (90) está configurado para
transmitir una señal al paso de fluido (28), y al menos uno del primer sensor y el segundo sensor
está configurado para recibir al menos una versión desviada de la señal;
el conjunto de sensor de fluido comprende además un sensor inductivo (130) que comprende una
bobina helicoidal (132) dispuesta al menos parcialmente alrededor del paso de fluido (28),
incluyendo la bobina un eje longitudinal (130A) paralelo a un eje longitudinal (28A) del paso de fluido
(28), estando configurado el sensor inductivo para detectar partículas metálicas;
comprendiendo además el conjunto de sensor de fluido (20) una unidad de control electrónico (ECU
- *Electronic Control Unit*) (140) configurada para recibir y procesar señales de datos de los sensores
(60, 90) y el sensor inductivo (130) para determinar las partículas en el paso de fluido (28); y
Se aplica al menos uno de los siguientes:

el primer sensor (60) está dispuesto en un primer ángulo oblicuo (64) con relación
al eje longitudinal (28A) del paso de fluido (28);
el primer sensor (60) está dispuesto en un segundo ángulo oblicuo (66) con
respecto a un eje transversal (22T) del cuerpo (22); y
el primer sensor (60) y el segundo sensor (90) están dispuestos en una
configuración en forma de V.

2. El conjunto de sensor de fluido de la reivindicación 1, en donde la señal incluye una señal ultrasónica, en donde la señal ultrasónica incluye opcionalmente un pulso.

3. El conjunto de sensor de fluido de la reivindicación 1, en donde al menos uno de:

el primer sensor (60) incluye un transductor de transmisión enfocado y el segundo sensor (90)
incluye una transductor receptor no enfocado; y
el primer sensor (60) incluye un primer cristal y el segundo sensor (90) incluye un segundo cristal.

4. El conjunto de sensor de fluido de la reivindicación 3, en donde el primer ángulo oblicuo (64) está entre
aproximadamente 40 grados y 50 grados, preferentemente entre aproximadamente 44 y aproximadamente
46 grados.

5. El conjunto de sensor de fluido de la reivindicación 3, en donde el segundo sensor (90) está alineado con el
eje transversal (22T) del cuerpo (22).

6. El conjunto de sensor de fluido de la reivindicación 1, que incluye un tercer sensor (110) y un cuarto sensor
(130), en donde el tercer sensor (110) está configurado para transmitir una segunda señal al paso de fluido
(28) y el cuarto sensor (130) está configurado para recibir al menos una de una versión desviada de la
segunda señal y la versión desviada de la señal.

7. El conjunto de sensor de fluido de la reivindicación 1, que comprende un tercer sensor (110) configurado para
recibir la versión desviada de la señal.

8. El conjunto de sensor de fluido de la reivindicación 7, en donde el tercer sensor (110) es sustancialmente
coaxial con el segundo sensor (90).

9. El conjunto de sensor de fluido de la reivindicación 1, que comprende un conducto de fluido (280) conectado
a una entrada (24) del cuerpo (22), incluyendo el conducto de fluido (280) una porción vertical, una porción
doblada (288) y una salida (284) dispuesta en un ángulo oblicuo (286) con respecto a un eje longitudinal
(28A) del paso de fluido (28).

10. Un método de detección de partículas en un fluido, comprendiendo el método:

proporcionar un conjunto de sensor de fluido (20), el conjunto de sensor de fluido que incluye:

un alojamiento (22) que incluye un paso de fluido (28);
un primer sensor (60) conectado al alojamiento (22) y dirigido hacia el paso de fluido (28);
un segundo sensor (90) conectado al alojamiento (22) y dirigido hacia el paso de fluido
(28); y

- 5 un sensor inductivo (130) que comprende una bobina helicoidal (132) dispuesta al menos parcialmente alrededor del paso de fluido (28), incluyendo la bobina (132) un eje longitudinal (130A) paralelo a un eje longitudinal (28A) del paso de fluido (28) para detectar partículas metálicas;
- 10 transmitir, a través del primer sensor (60), una señal en el paso de fluido (28);
recibir, a través del segundo sensor (90), una versión desviada de la señal que se ha desviado o dispersado después de encontrar una partícula de desechos y señales del sensor inductivo (130); y
detectar la partícula de desechos según las señales recibidas;
en donde al menos uno del primer sensor (60) y el segundo sensor (90) está dispuesto en un primer ángulo oblicuo (64) con respecto al eje longitudinal (28A) del paso de fluido (28) y en un segundo ángulo oblicuo (66) con respecto a un eje transversal (22T) del alojamiento (22).
- 15 11. El método de la reivindicación 10, que comprende determinar, a través de una unidad de control electrónico (140), al menos uno de un tamaño, una forma y un material de la partícula de desechos según la versión desviada de la señal.
- 20 12. El método de la reivindicación 10, que comprende detectar las partículas de desechos a través de un sensor inductivo conectado al alojamiento (28).
- 25 13. El procedimiento de la reivindicación 10, que comprende:
proporcionar una unidad de control electrónico (ECU) (140);
proporcionar un sensor inductivo; y
aplicar, a través de la ECU, métodos de procesamiento de señales a información del primer sensor (60), información del segundo sensor (90) e información del sensor inductivo para determinar un tamaño de la partícula de desechos y si las partículas de desechos incluyen metal.
- 30 14. El método de la reivindicación 10, que comprende uno de:
transmitir, a través del segundo sensor (90), una segunda señal en el paso de fluido (28); y recibir, a través del primer sensor (60), una versión desviada de la segunda señal que se ha desviado o dispersado después de encontrar una segunda partícula de desechos; o
35 transmitir, a través del primer sensor (60), una segunda señal en el paso de fluido (28); y recibir, a través del segundo sensor (90), una versión desviada de la segunda señal que se ha desviado o dispersado después de encontrar la partícula de desechos.

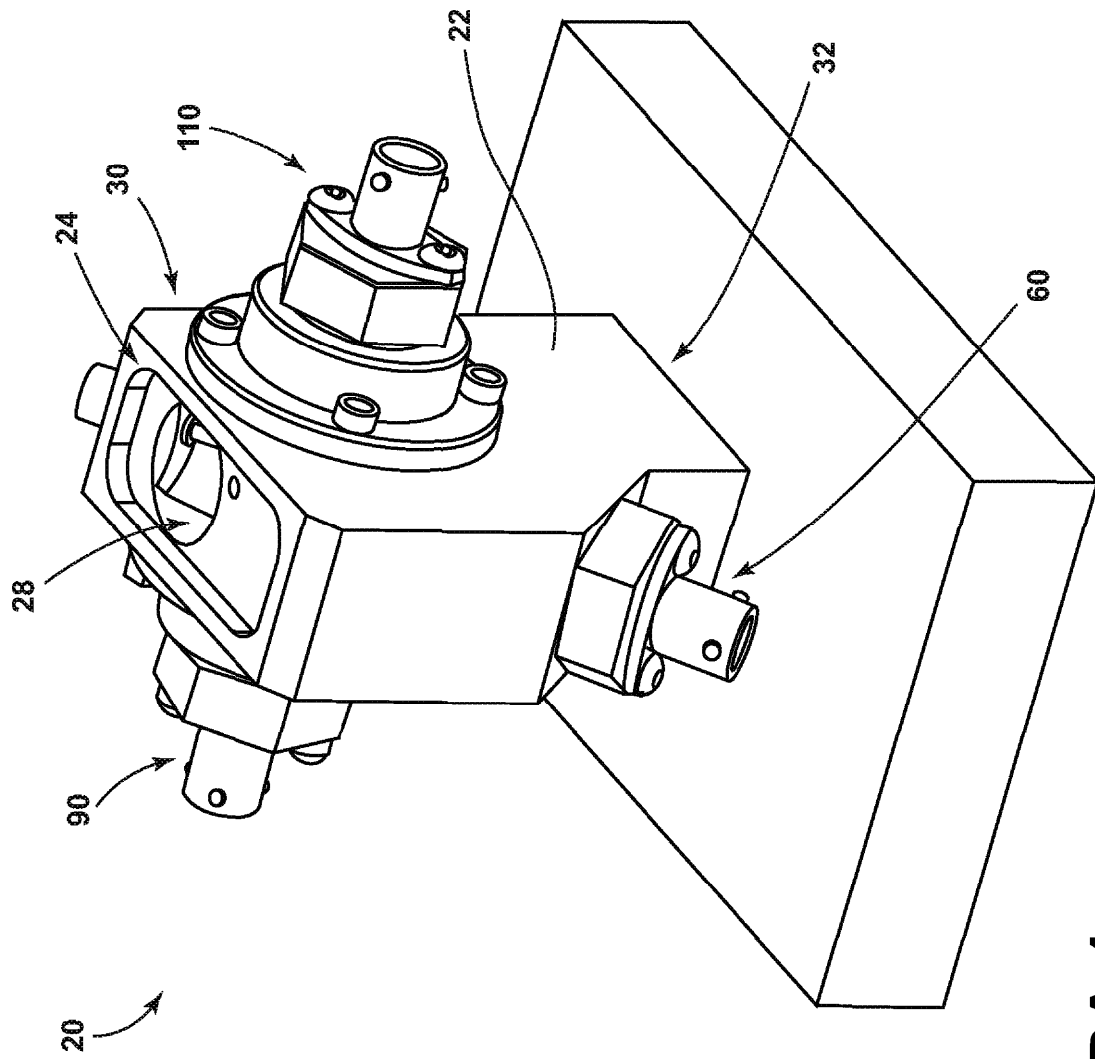


FIGURA 1

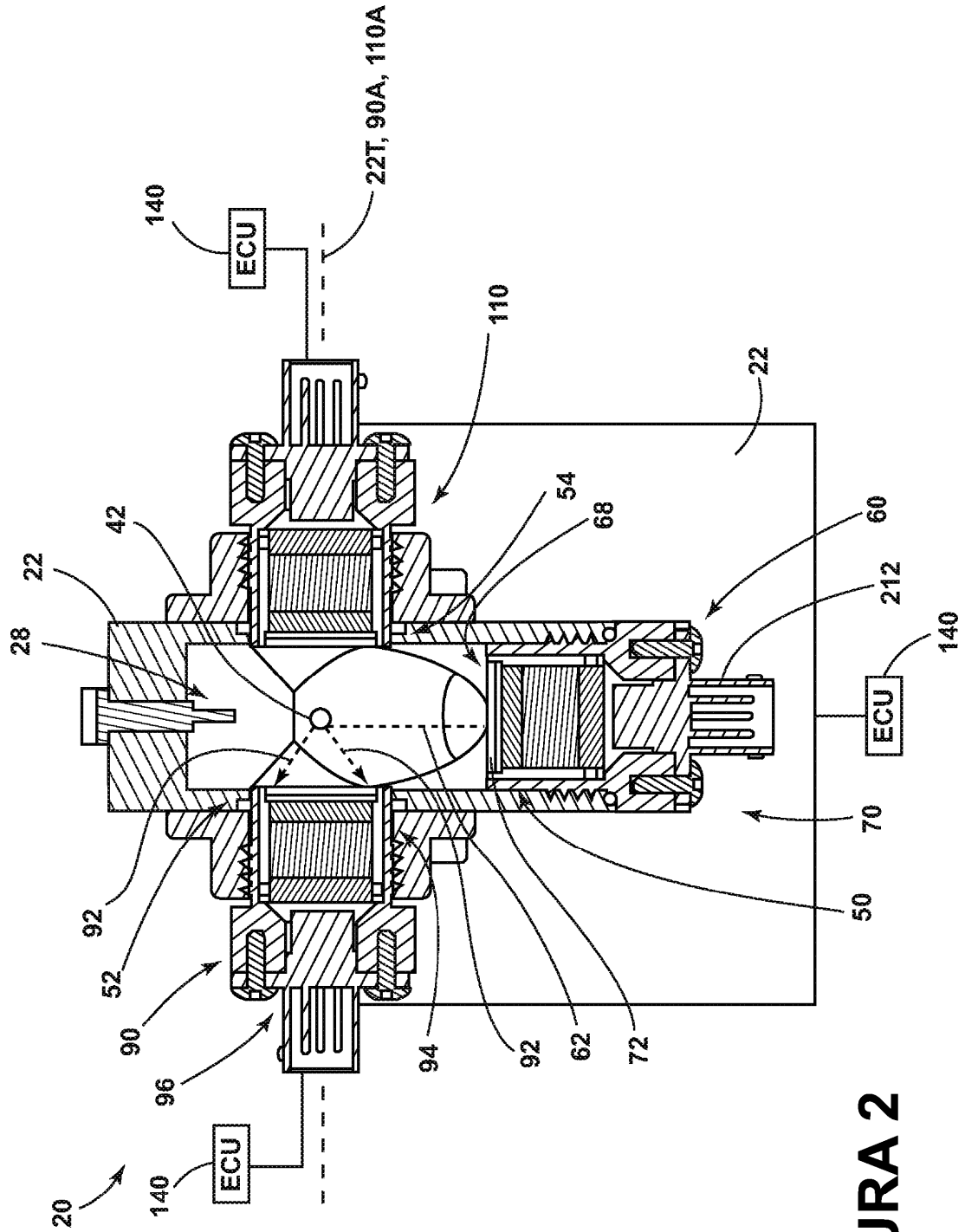


FIGURA 2

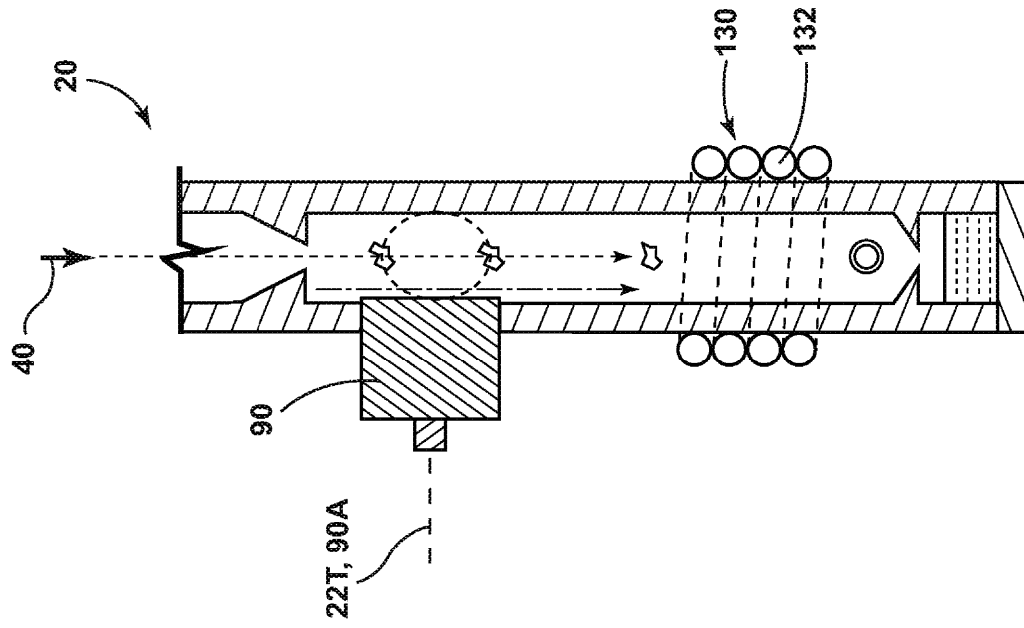


FIGURA 4

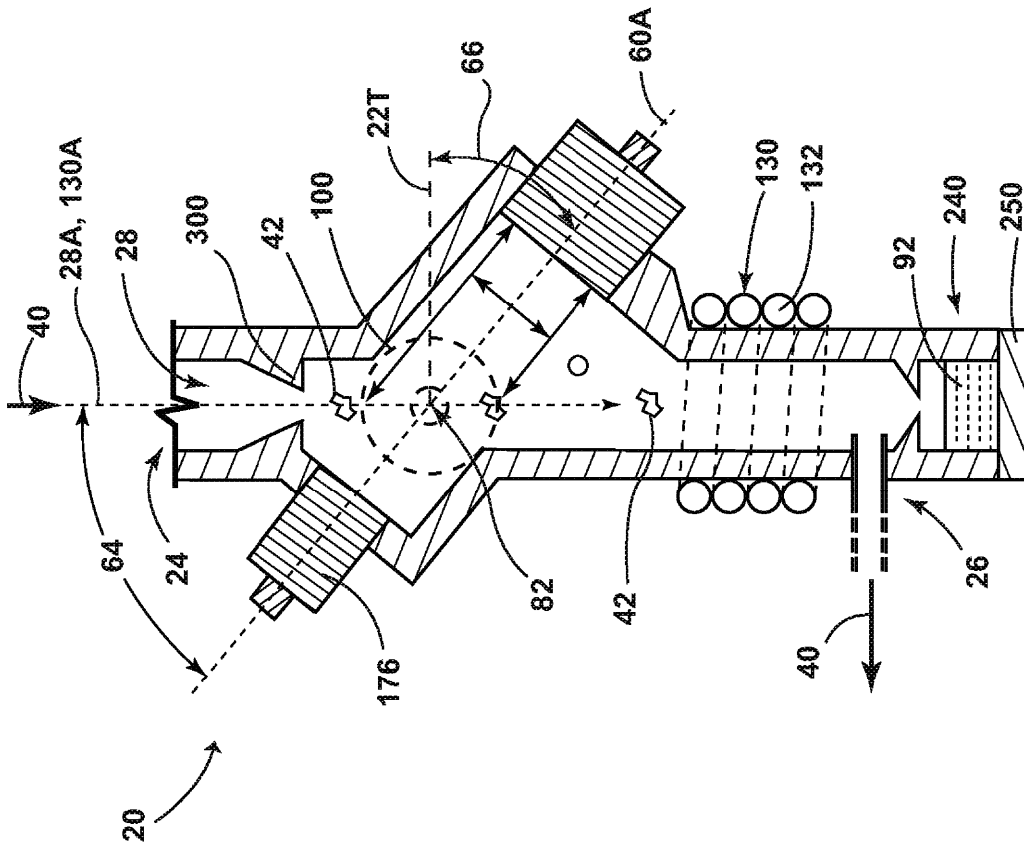


FIGURA 3

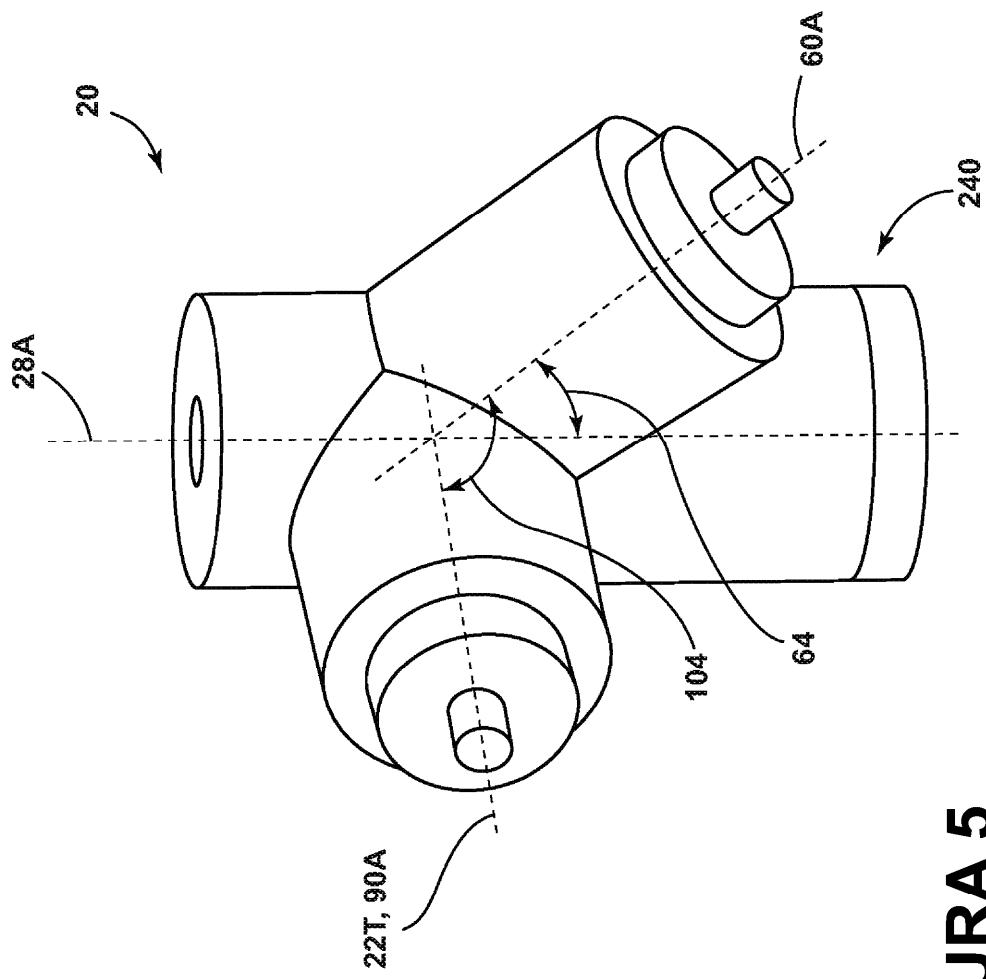


FIGURE 5

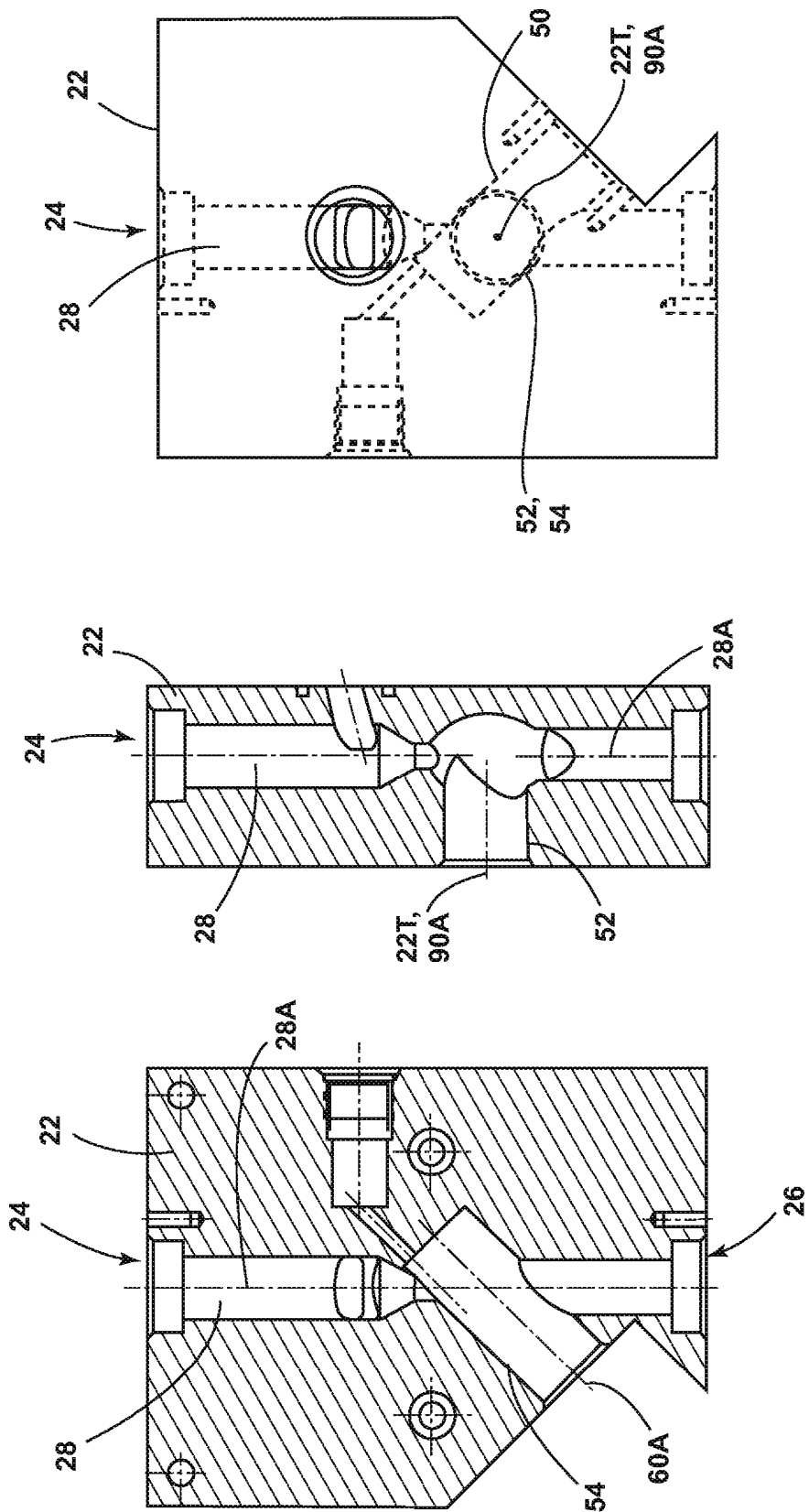


FIGURA 8

FIGURA 7

FIGURA 6

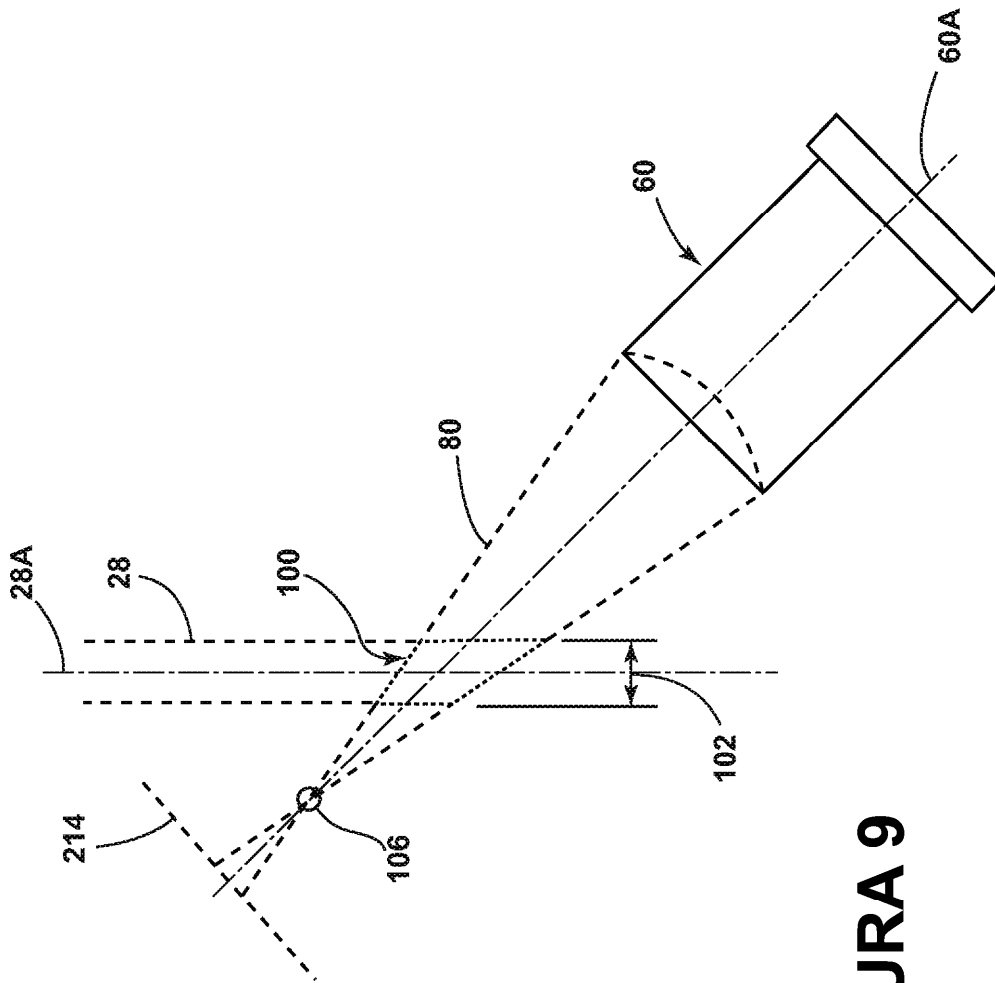
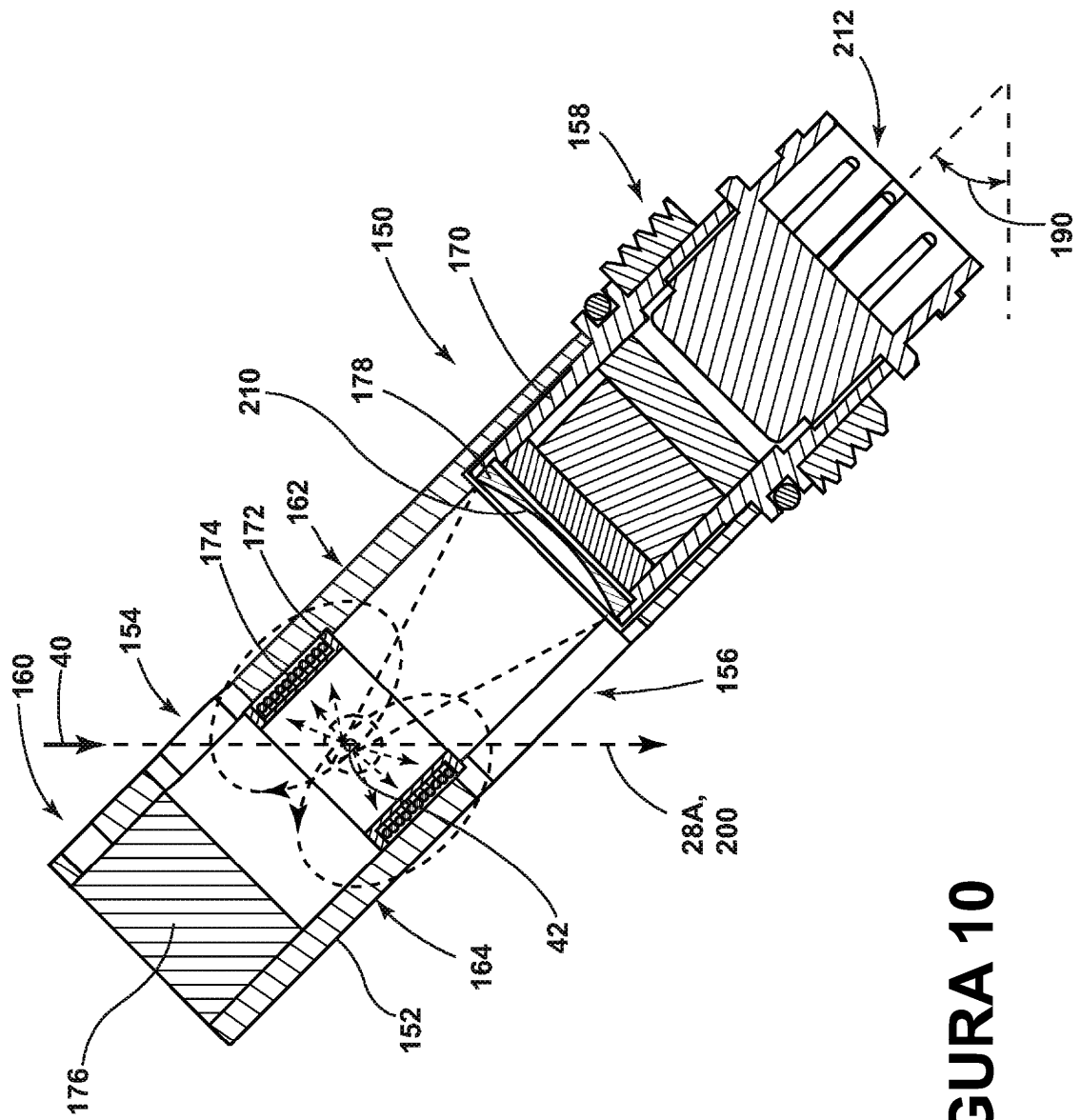
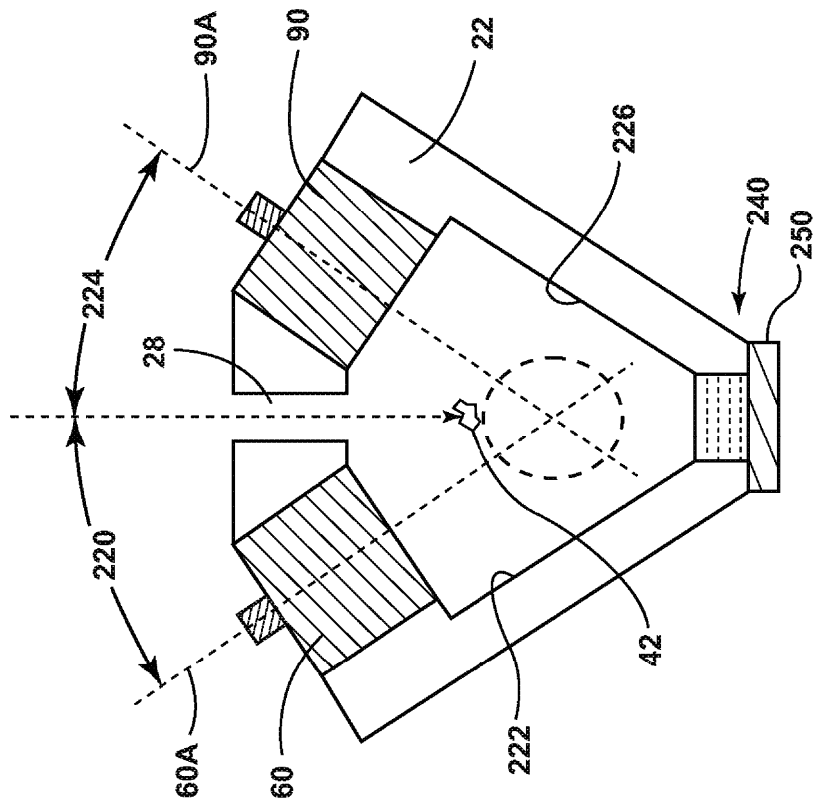
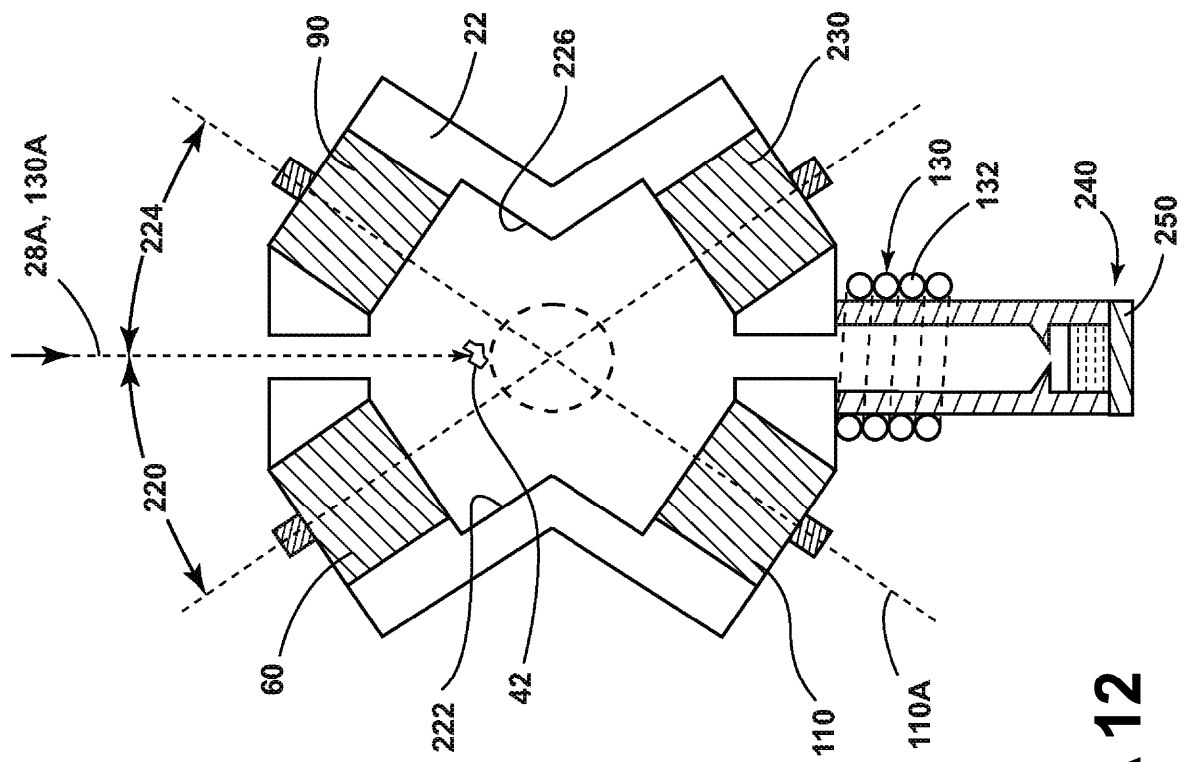


FIGURE 9







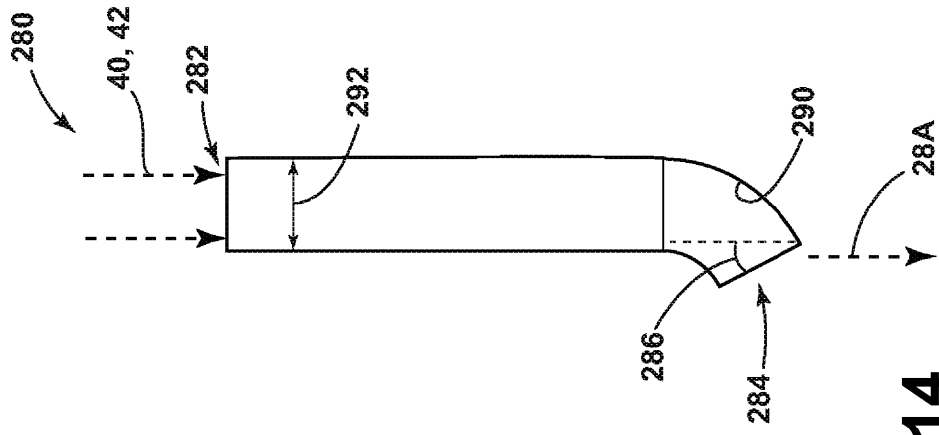


FIGURA 14

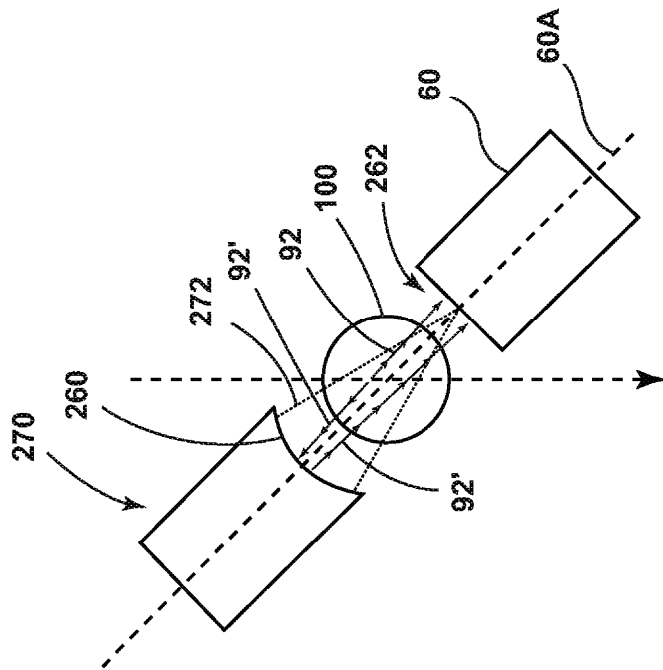


FIGURA 13

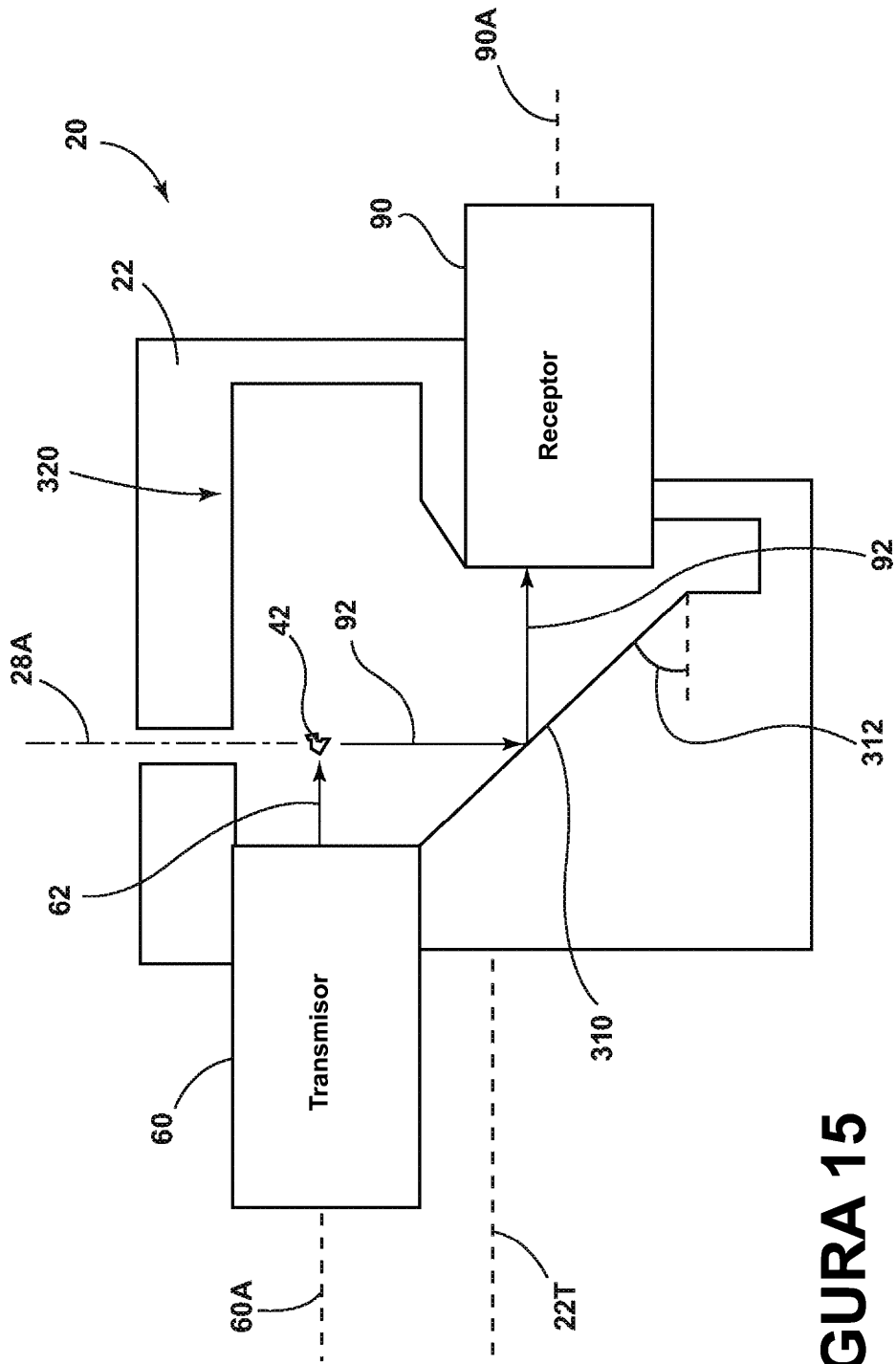


FIGURA 15