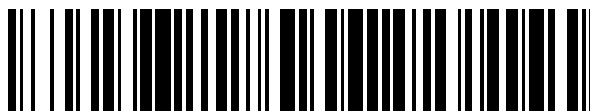


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 793 495**

51 Int. Cl.:

**B60C 23/04**

(2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.03.2013** **PCT/US2013/034675**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.10.2013** **WO13149187**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2013** **E 13718429 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020** **EP 2830893**

54 Título: **Enlace en bucle de presión de neumático de aeronave**

30 Prioridad:

**30.03.2012 US 201213436616**

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

**16.11.2020**

73 Titular/es:

**ELDEC CORPORATION (100.0%)**  
**16700 13th Avenue West**  
**Lynnwood, Washington 98037, US**

72 Inventor/es:

**LAMPING, JEFF y**  
**GONIODSKY, IGAL**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 793 495 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

Enlace en bucle de presión de neumático de aeronave

### 5 REFERENCIAS CRUZADAS A SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud es una continuación en parte de la Solicitud Nº 13/289,555, presentada el 4 de noviembre de 2011, que es una continuación de la Solicitud Nº 12/409,432 presentada el 23 de marzo de 2009, actualmente Patente Nº 8,059,014, que reivindica la prioridad y se basa en la Solicitud Provisional Nº 61/038,556, presentada el 21 de marzo de 2008.

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención se refiere en general a sistemas de control de presión de neumáticos de vehículos, y más en particular se refiere a un sistema para transmitir energía a un sensor de presión de neumáticos de aeronaves desde una unidad de control asociada con un cubo de rueda y transmitir datos entre el sensor de presión de neumáticos de aeronaves y la unidad de control. La invención se refiere más concretamente a un enlace de comunicación entre un sensor de presión de neumáticos en una llanta de rueda y una unidad electrónica de control conectada a un cubo de rueda, en particular para aeronaves.

Es de utilidad en una aeronave medir la presión de cada neumático y mostrar esta información en la cabina. Es necesario comunicar esta información desde la llanta de la rueda al cubo, desde el cubo de la rueda a la electrónica ubicada en el eje de rueda, y luego desde la unidad electrónica a la cabina.

Un sistema conocido de presión de neumáticos utiliza un par de bobinas de transformador para comunicarse entre una bobina primaria y una bobina secundaria en el eje de rueda. Estos transformadores son coaxiales y se enfrentan entre sí. Un tramo de cable conectado al secundario del par de transformadores se conecta directamente con el sensor de presión de neumático que se encuentra en la periferia de la llanta. Otro dispositivo conocido para mejorar el acoplamiento magnético en un sistema de comunicación inalámbrica RFID incluye bobinas de antena primera y segunda conectadas entre sí por conectores eléctricos en un circuito cerrado y formadas sobre un sustrato flexible que puede plegarse alrededor de un bloqueador de flujo magnético para evitar interferencias magnéticas desde el bloqueador de flujo magnético. Sin embargo, es deseable proporcionar comunicación entre el cubo de la rueda de una aeronave y un sensor de presión de neumático ubicado en la llanta de la rueda a una distancia de hasta seis pulgadas del cubo de la rueda sin utilizar conexiones eléctricas que puedan ser poco fiables y se rompan con facilidad en un entorno difícil de rueda de aeronave. Por lo tanto, es deseable proporcionar un método de comunicación sin contacto entre un cubo de la rueda de una aeronave y un sensor de presión de neumático ubicado en la llanta de la rueda que no requiera conexiones eléctricas o un tramo de cable para comunicarse entre el cubo de la rueda y el sensor de presión del neumático.

También se conoce un extensor de alcance de antena acoplado magnéticamente que está estructurado para interponerse entre una antena de RF y un dispositivo electrónico desde 0,5 a 5 centímetros de distancia desde la antena de RF o del dispositivo electrónico, para extender el margen operativo de comunicación entre la antena de RF y el dispositivo electrónico. El extensor de alcance de antena incluye un circuito de resonancia sintonizado en serie pasiva que debe sintonizarse para resonar prácticamente a la frecuencia de una señal de RF irradiada por la antena de RF. El circuito de resonancia sintonizado en serie pasiva puede estar formado por una bobina de bucle abierto de un conductor eléctrico, con un condensador conectado en serie y completando así el circuito. Sin embargo, se ha descubierto que se puede inducir una fuerza electromotriz en dicho bucle mediante un flujo magnético disperso que puede generar una corriente eléctrica que puede interferir con la señal deseada que se conduce.

Por lo tanto, sigue siendo necesario reducir el coste del dispositivo que enlaza las dos bobinas, y reducir la complejidad del dispositivo que enlaza el campo magnético, de una manera que evite la generación de interferencia de señales, el uso de conexiones eléctricas no fiables, y el uso de cables para conexiones eléctricas, que pueden romperse fácilmente en el entorno difícil de la rueda de la aeronave. La presente invención subsana esta y otras necesidades.

La publicación de la solicitud de patente de Estados Unidos Nº 2009/237273 da a conocer un enlace en bucle de presión de neumático de aeronave formado por un primer y un segundo bucles metálicos únicos conectados por ejes metálicos distanciados en paralelo, y que proporciona el acoplamiento de un campo magnético entre una bobina del cubo de la rueda y una bobina de sensor de presión de neumático para proporcionar comunicación electromagnética entre una unidad de control conectada a la bobina del cubo de la rueda y un sensor de presión de neumático conectado a la bobina del sensor de presión de neumático. La corriente inducida en el primer bucle metálico único recorre la distancia desde el borde de la bobina del eje de rueda hasta la periferia de la llanta de la rueda hasta el segundo bucle metálico único, que genera el flujo en la bobina receptora de sensor de presión de neumático necesario para alimentar el sensor de presión de neumático.

La publicación de la solicitud de patente de Estados Unidos Nº US 2008/084331 da a conocer un equipo de extremo de eje para un vehículo, en particular una aeronave. El equipo comprende una parte estacionaria para asegurar al eje

y una parte giratoria para asegurar a la rueda transportada por el eje. La parte giratoria comprende primeros medios de conexión distante en comunicación con un sensor montado en la rueda con el fin de poner al sensor y a la parte giratoria del equipo en una relación electromagnética sin contacto.

La publicación de la solicitud de patente de Estados Unidos Nº 2005/264406 da a conocer un sistema inalámbrico de detección de presión de neumáticos para una aeronave que comprende: dos circuitos resonantes montados en una rueda de la aeronave, comprendiendo cada circuito resonante: un sensor de capacitancia variable y un bucle de cable de una inductancia predeterminada acoplada al mismo, un sensor de capacitancia para controlar la presión de un neumático montado en la rueda y el otro sensor de capacitancia operativo como referencia al sensor de capacitancia; un circuito de interrogación acoplable magnéticamente a los circuitos resonantes duales y operativo para inducir magnéticamente una corriente de frecuencia variable en los circuitos resonantes duales, respondiendo el circuito resonante a la corriente inducida con una señal de campo E en una primera frecuencia resonante proporcional a la capacitancia de un sensor y el otro circuito resonante que responde a la corriente inducida con una señal de campo E a una segunda frecuencia resonante acorde con la capacitancia del otro sensor; un campo E del circuito receptor acoplable a los circuitos resonantes duales y operativo para recibir las señales del campo E en las frecuencias resonantes primera y segunda y generar las señales primera y segunda representativas de las mismas, y un circuito de procesamiento acoplado al circuito receptor para procesar las primera y segunda señales para generar una lectura de presión compensada del neumático.

## SUMARIO DE LA INVENCION

De conformidad con la presente invención, se proporciona un enlace en bucle de presión de neumático de aeronave tal como se menciona en las reivindicaciones adjuntas.

De manera breve y en términos generales, la invención proporciona un enlace en bucle de presión de neumático de aeronave para el acoplamiento electromagnético de un campo magnético entre una bobina del cubo de la rueda y una bobina de sensor de presión de neumático que no utiliza conexiones eléctricas no fiables y no utiliza cables que son propensos a romperse en el entorno difícil de la rueda de la aeronave.

Por consiguiente, en una primera forma de realización, la presente invención proporciona un enlace en bucle de presión de neumático de aeronave que se puede formar como un primer bucle metálico rígido primero o primario conectado por un par rígido de brazos electroconductores de conexión distanciados con un segundo o secundario bucle metálico único rígido, con el primero o primario bucle metálico único que está configurado para ser montado adyacente a una bobina de transmisión del transceptor electromagnético del eje de rueda, y estando el segundo bucle metálico único configurado para ser montado adyacente a una bobina del transceptor de sensor de presión de neumáticos. La corriente inducida en el primer bucle metálico único recorre la distancia desde el borde de la bobina del eje de rueda hasta la periferia de la llanta hasta el segundo bucle metálico único, lo que genera el flujo en la bobina receptora de sensor de presión de neumático necesario para alimentar el sensor de presión de neumático.

El par de brazos electroconductores de conexión distanciados suele estar formado a partir de un primer y un segundo bucles metálicos únicos y conectando ejes metálicos distanciados paralelos que pueden estar realizados a partir de un metal, tal como aluminio o titanio, por ejemplo, que no necesita ser un metal permeable, para acoplar el flujo en la distancia necesaria. Con el fin de recoger, concentrar y dirigir un flujo magnético incidente desde la bobina del transceptor electromagnético del eje de rueda al primer o primario bucle metálico único, el primero o primario bucle metálico único incluye, de manera ventajosa, un elemento de inserción del colector de flujo magnético conectado eléctricamente y fijado al primer bucle metálico único, con el fin de recoger, concentrar y dirigir el flujo magnético incidente a través de una zona de una parte central de una zona de sección transversal encerrada por el primer bucle metálico único. El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave se puede fabricar mediante estampado y plegado, y se puede escalar fácilmente para trabajar en diámetros de rueda más pequeños o más grandes. No se necesitan conexiones eléctricas entre el sensor de presión de neumático y la bobina del cubo de la rueda. Por lo tanto, la presente invención utiliza un método más fiable para comunicarse con el sensor de presión de neumático. La simplicidad del diseño hace que sea mucho más fácil de obtener. El diseño también es de menor coste. El diseño también se puede fortalecer utilizando láminas metálicas más gruesas para que puedan soportar el entorno difícil en la rueda de la aeronave. El diseño es sin contacto ya que el dispositivo de acoplamiento no hace contacto con la bobina del cubo de la rueda.

El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave permite que se produzca la comunicación a través de un campo magnético que acopla un sensor de presión de neumático y una bobina del eje de rueda. El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave permite el acoplamiento del flujo a una distancia importante sin la necesidad de utilizar materiales permeables que cubran toda la distancia, y permite que se produzca el acoplamiento de la señal sin requerir contacto con la bobina del cubo de la rueda de ninguna manera.

Estos y otros aspectos y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos, que ilustran, a modo de ejemplo, las características de la invención.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un enlace de flujo metálico laminado y multicapa muy permeable.

5 La Figura 2A muestra vistas parciales que ilustran el montaje del enlace de flujo de la Figura 1 en una rueda de aeronave que conecta electromagnéticamente un cubo de rueda a un sensor de presión de neumático.

La Figura 2B muestra vistas parciales que ilustran el montaje del enlace de flujo de la Figura 1 en otra rueda de aeronave que conecta electromagnéticamente un cubo de rueda a un sensor de presión de neumático.

10 La Figura 3 es una vista en perspectiva de un enlace en bucle de presión de neumáticos de aeronave.

La Figura 4 es una vista en perspectiva que ilustra el montaje del enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la Figura 3 en una rueda de una aeronave, conectando electromagnéticamente un cubo de la rueda a un sensor de presión de neumático.

La Figura 5 es otra vista en perspectiva similar a la Figura 4, que ilustra el montaje del enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la Figura 3 en una rueda de una aeronave, conectando electromagnéticamente un cubo de rueda a un sensor de presión de neumático.

20 La Figura 6 es otra vista en perspectiva similar a la Figura 4, que ilustra el montaje del enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la Figura 3 en una rueda de una aeronave, conectando electromagnéticamente un cubo de rueda a un sensor de presión de neumático.

25 La Figura 7 es una vista frontal en perspectiva del enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la Figura 3.

La Figura 8 es un diagrama esquemático funcional del enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la Figura 3 montado en una rueda de la aeronave, que ilustra los principios de funcionamiento del enlace en bucle de presión de neumático de aeronave.

La Figura 9 es una vista en perspectiva de una segunda forma de realización de un enlace en bucle de presión de neumático de aeronave montado en un soporte de conformidad con la invención.

35 La Figura 10 es una vista en perspectiva inferior del enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la Figura 9.

La Figura 11 es una vista en perspectiva del enlace en bucle de presión de neumático de aeronave similar a la Figura 9, omitiendo el soporte.

40 La Figura 12 es una vista en perspectiva que ilustra el montaje del enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la Figura 9 en una rueda de la aeronave, conectando electromagnéticamente un cubo de la rueda a un sensor de presión de neumático.

45 La Figura 13 es una vista en perspectiva de una primera variante del enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la Figura 9.

La Figura 14 es una vista en perspectiva inferior de la variante del enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la Figura 13.

50 La Figura 15 es una vista en perspectiva de una segunda variante del enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la Figura 9, con una forma alternativa del soporte, e ilustra la soldadura por puntos vertical de las conexiones del bucle eléctrico.

55 La Figura 16 es una vista en perspectiva de la variante del enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la Figura 15, que ilustra la soldadura por puntos horizontal de las conexiones del bucle eléctrico.

La Figura 17 es un diagrama esquemático funcional del enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la Figura 9 montado en una rueda de la aeronave, que ilustra, además, el montaje de una bobina excitadora/lectora montada en el eje.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN PREFERIDAS

65 Mientras que las bobinas de transformador primarias y secundarias se han utilizado para comunicarse entre un sensor de neumático y un eje de rueda para transmitir información de presión de neumático a través del eje de rueda, con un tramo de cable que conecta la bobina secundaria directamente con el sensor de presión de neumático, esta disposición

ha demostrado ser no fiable en la comunicación entre un cubo de rueda de aeronave y un sensor de presión de neumático ubicado en la llanta de la rueda a una distancia de hasta seis pulgadas desde el cubo de la rueda, cuando sea necesario, en particular porque las conexiones eléctricas pueden ser poco fiables y pueden romperse con facilidad en un entorno difícil de rueda de aeronave.

Se desarrolló un sistema de monitor de presión de neumáticos en donde una unidad electrónica ubicada en el cubo de la rueda se comunica con un sensor de presión de neumáticos cerca de la llanta de la rueda utilizando un campo magnético. Una bobina centrada en el eje de rueda y ubicada en el cubo de la rueda genera el campo magnético. Este campo magnético se puede acoplar a una bobina receptora de sensor de presión de neumáticos usando un tramo de estructura metálica laminada y multicapa delgada y muy permeable para acoplar el flujo desde el borde de la bobina del cubo de la rueda hasta la periferia de la llanta en donde está ubicada la bobina receptora del sensor de presión de neumático. La información se puede transferir hacia y desde el sensor de presión de neumático a través de este campo magnético que acopla las dos bobinas. Sin embargo, la alta permeabilidad del enlace de flujo metálico acopla una fracción del flujo total al tramo del material y a la bobina del sensor de presión de neumático.

Un método para aumentar la intensidad del campo magnético es insertar un dispositivo de acoplamiento de campo magnético entre el borde de la bobina del cubo de la rueda y la bobina del sensor de presión de neumático. Un método para mejorar el campo magnético acoplado es recoger el flujo con una tira metálica magnética muy permeable. Esta tira se puede denominar un enlace de flujo, y se muestra en la Figura 1. Un diagrama del enlace de flujo instalado en una rueda de aeronave Messier-Bugatti se muestra en la Figura 2A, y un diagrama del enlace de flujo instalado en una rueda de aeronave Goodrich se muestra en la Figura 2B. La tira metálica magnética permeable acopla el flujo aproximadamente cuatro pulgadas hacia abajo del enlace de flujo al cuerpo del sensor de presión de neumático. El cuerpo permeable del sensor de presión de neumático acopla aún más el flujo a través de la bobina receptora del sensor de presión de neumático. Puesto que la frecuencia de operación es tan alta (135 KHz), el objeto metálico permeable debe estar constituido por numerosas capas de un material magnético muy delgado (0.004 pulgadas) para mantener bajas las pérdidas causadas por las corrientes parásitas de Foucault. Una puesta en práctica del diseño requirió 10 capas aisladas del material magnético delgado y muy permeable. El uso de una cantidad tan grande de capas de materiales magnéticos tan delgados y muy permeables dio como resultado una alta complejidad y un alto coste para proporcionar suficiente intensidad de campo magnético para permitir la transferencia de información hacia y desde el sensor de presión de neumáticos a través de dicho acoplamiento de campo magnético.

Por consiguiente, en una primera forma de realización, la presente invención proporciona un método y un sistema mejorados para acoplar un campo magnético entre una bobina de cubo de rueda y una bobina de sensor de presión de neumático que reduce el coste del dispositivo que enlaza las dos bobinas, y reduce la complejidad del dispositivo que enlaza el campo magnético, sin utilizar conexiones eléctricas y cables poco fiables que pueden romperse con facilidad en el entorno difícil de la rueda de la aeronave. Un ejemplo del enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la presente invención se ilustra en las Figuras 3-8.

La invención es ventajosa por cuanto que no utiliza un par de cables para conectar eléctricamente una bobina de rueda de eje con una bobina receptora de sensor de presión de neumático. Con referencia a los dibujos, en los que los elementos similares se indican con referencias numéricas similares, el enlace en bucle de presión de neumático de aeronave 10 de la invención suele estar formado como un primero o primario bucle metálico único rígido 12, un par rígido de brazos electroconductores de conexión distanciados 14, que suele incluir ejes metálicos distanciados paralelos 15, 16, y un segundo o secundario bucle metálico único rígido 18. Los ejes metálicos distanciados paralelos preferiblemente están estrechamente distanciados por un pequeño espacio, para minimizar su zona de bucle. El par de brazos electroconductores de conexión distanciados está conectado eléctricamente, de forma rígida, entre el primero o primario bucle metálico único y el segundo o secundario bucle metálico único. Tal como se ilustra en la Figura 3, el eje 15 del par de brazos electroconductores de conexión distanciados está conectado eléctricamente, de forma rígida, entre una primera parte 21 del primero o primario bucle metálico único 12 y una primera parte 23 del segundo o secundario bucle metálico único 18, y el eje 16 está conectado eléctricamente, de forma rígida, entre una segunda parte 25 del primero o primario bucle metálico único 12 y una segunda parte 27 del segundo o secundario bucle metálico único 18. El primero o primario bucle metálico único está configurado para ser montado adyacente a una bobina de transmisión del transceptor electromagnético 20, ilustrada en la Figura 8, de un eje de rueda 22, y el segundo bucle metálico único está configurado para ser montado adyacente a una bobina del transceptor de sensor de presión de neumáticos 24. Tal como se ilustra en las Figuras 3-6, el primero o primario bucle metálico rígido 12 se puede fijar al eje de rueda 22 por una brida 17 que tiene una abertura 19 para un dispositivo de fijación pasante. La corriente inducida en el primero o primario bucle metálico único recorre la distancia desde el borde 26 de la bobina de transmisión del transceptor del eje de rueda hasta la periferia 28 de la llanta 30 hasta el segundo bucle metálico único, que genera el flujo en la bobina receptora del sensor de presión de neumático necesario para alimentar un sensor de presión de neumáticos 32.

El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la presente invención puede obtenerse a partir de una diversidad de materiales metálicos, tales como metales de baja permeabilidad magnética, que incluyen aluminio o titanio, por ejemplo, que están fácilmente disponibles, y no es necesario utilizar un metal muy permeable magnéticamente para acoplar el flujo en la distancia necesaria. El par de brazos electroconductores de conexión distanciados se puede obtener a partir de cualquier tramo deseable sin pérdida de mejora del acoplamiento entre una

bobina de transmisión del transceptor electromagnético del eje de rueda y una bobina del transceptor de sensor de presión de neumático. El flujo se enlaza en una espira de un bucle metálico y la corriente inducida en el bucle recorre la distancia desde el borde de la bobina del eje de rueda hasta la periferia de la llanta de la rueda, donde el segundo bucle metálico único genera el flujo en la bobina receptora de sensor de presión de neumático. El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la presente invención proporciona, de manera ventajosa, una conexión de ruta de señal electromagnética de baja impedancia entre una bobina de transmisión del transceptor electromagnético del eje de rueda y una bobina del transceptor de sensor de presión de neumático, de modo que no se requiera ningún aislamiento eléctrico sobre el par de brazos de conexión del enlace en bucle. Además, el enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la presente invención proporciona, de manera ventajosa, una conexión de ruta de señal electromagnética de baja tensión entre la bobina de transmisión del transceptor electromagnético del eje de rueda y la bobina del transceptor de sensor de presión de neumático, de modo que el enlace en bucle no sea una fuente de radiación de campo eléctrico, y no sea sensible a la interferencia de campo eléctrico. El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la presente invención también puede ser ventajoso y puede ser también intrínsecamente rígido, como parte estructural autoportante, que no requiere ningún medio adicional de soporte.

La Figura 7 muestra otra vista del enlace en bucle de la presente invención, que ilustra la conexión eléctrica y la fijación de un elemento 42 de inserción de colector de flujo magnético muy permeable, tal como por medio de remaches de aluminio 40, por ejemplo. El elemento 44 es una pieza de chapa de aluminio plegada en la forma correspondiente. El elemento de inserción del colector de flujo magnético 42 proporciona un medio con el fin de recoger un flujo magnético incidente procedente de la bobina de transmisión del transceptor electromagnético del eje de rueda, y luego, para concentrar y dirigir ese flujo magnético a través de una zona 46 de una parte central de la zona de sección transversal encerrada por el primero o primario bucle metálico único superior 12. Esto mejora en gran medida la eficiencia de acoplamiento del enlace en bucle de la invención, al permitir que una mayor parte del flujo procedente de la bobina de transmisión del transceptor electromagnético del eje de rueda pase a través del primero o primario bucle metálico único como si el primero o primario bucle metálico único fuere físicamente mucho más grande. El elemento de inserción del colector de flujo magnético 42 suele estar formado a partir de un metal magnético muy permeable, tal como una aleación de níquel-hierro-molibdeno comercializada bajo la marca comercial HYMU-80, o una aleación magnética de níquel-hierro comercializada bajo la marca comercial PERMALLOY.

La Figura 8 muestra un diagrama esquemático funcional del enlace en bucle de la presente invención. La bobina de accionamiento del transceptor electromagnético 20 se excita con una corriente alterna,  $I_c$ , que suele tener una frecuencia con cualquier banda de frecuencia RFID deseada. La corriente  $I_c$  actual se muestra saliendo fuera de la ilustración. Se produce un campo magnético que rodea la bobina de transmisión del transceptor electromagnético 20 y se muestra mediante líneas de flujo 48. Parte de este campo magnético 48 está acoplado por el metal magnético muy permeable del elemento de inserción del colector de flujo magnético 42 y se muestra como líneas de flujo 50, 52 y 54. El flujo se acopla a través de la zona de la sección transversal 46 del primero o primario bucle superior 12, tal como se muestra en la Figura 7. Este flujo sinusoidal induce una corriente ( $I_L$ ) en el par de aluminio de los brazos electroconductores de conexión distanciados 14 formados por el primero y el segundo ejes metálicos distanciados en paralelo, elementos de referencia 15, 16. La corriente  $I_L$  fluye en sentido descendente por el par de brazos electroconductores de conexión distanciados 14 a un segundo o secundario bucle metálico único más pequeño inferior 18, y retorna a través del par de brazos electroconductores de conexión distanciados 14 al primero o primario bucle metálico único superior 12 más grande. En el segundo o secundario bucle metálico único inferior 18 más pequeño, la corriente sinusoidal genera un campo magnético que se muestra como la línea de flujo 56 que excita el sensor de presión de neumáticos 24 ubicado en ese campo.

La física involucrada está determinada por la ley circuital de Ampere. La circulación de la intensidad del campo magnético alrededor de cualquier ruta cerrada es igual a la corriente libre que fluye a través de la superficie limitada por la ruta. La ruta cerrada es el par de brazos electroconductores de conexión distanciados 14 formados por los ejes metálicos distanciados paralelos 15, 16 de aluminio. Si se dirige un campo magnético a través de la zona de la sección transversal encerrada por el primero o primario bucle metálico único superior 12 más grande, entonces se induce una corriente en el primero o primario bucle metálico único superior 12 más grande. El flujo se dirige a través de la zona del bucle mediante acoplamiento a lo largo de la superficie del metal magnético permeable, elemento de referencia 42. El campo magnético se puede acoplar directamente a la zona de la sección transversal del bucle sin el uso del metal permeable. Sin embargo, el metal magnético permeable aumenta la cantidad de flujo que se puede enlazar en la zona de la sección transversal del bucle superior. El flujo acoplado se desplaza sobre la superficie del metal magnético permeable y existe en la parte inferior del bucle superior, que se muestra como la línea de flujo 58.

En el bucle superior, la ley circuital de Ampere se aplica a la corriente  $I_L$  y al campo magnético acoplado a través de la zona del bucle (véase Figura 7, zona 46). El campo magnético atraviesa la zona 46 e induce una corriente en el primero o primario bucle metálico único superior 12 que encierra la zona 46 mediante la aplicación de las siguientes ecuaciones:

$$\oint_C (\nabla \times H) \cdot ds = \int_S J \cdot dS$$

$$\oint_C (\nabla \times H) \cdot ds = I_L$$

El campo magnético H es el campo perpendicular a la zona de la sección transversal 46, que se muestra en las Figuras 7 y 8. La integral de este campo magnético debe calcularse numéricamente porque el campo H no es constante en la ruta cerrada que rodea al bucle de corriente  $I_L$ . Se muestra que la ecuación proporciona la teoría general del funcionamiento del enlace en bucle. Esta ecuación muestra que el enlace de campo magnético en la zona de la sección transversal que rodea el par de aluminio de brazos electroconductores de conexión 14 distanciados produce una corriente  $I_L$  en el par de brazos electroconductores de conexión 14 distanciados.

No se necesitan conexiones eléctricas entre el sensor de presión de neumático y la bobina del cubo de la rueda. Por lo tanto, esta disposición utiliza un método más fiable para comunicarse con el sensor de presión de neumático. La simplicidad del diseño hace que sea mucho más fácil de obtener. El diseño también es de menor coste. El diseño también se puede fortalecer utilizando láminas metálicas más gruesas para que puedan soportar el entorno difícil en la rueda de la aeronave. El diseño es sin contacto ya que el dispositivo de acoplamiento no hace contacto con la bobina del cubo de la rueda.

El enlace en bucle se demostró con éxito en la mitad de la llanta de una rueda principal 787 en una muestra de laboratorio de Crane Aerospace & Electronics entre el sensor de presión de neumáticos 83-202-01 y el concentrador de datos distante del eje 142-12922 en Lynnwood, Washington.

Haciendo referencia a las Figuras 9-17, en una segunda forma de realización, el método y el sistema para acoplar un campo magnético entre una bobina de cubo de rueda y una bobina de sensor de presión de neumáticos de la presente invención, sin utilizar conexiones eléctricas y cables poco fiables que pueden romperse fácilmente en el entorno difícil de la rueda de la aeronave. El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave 110 se suele formar como un primero o primario bucle metálico único rígido 112 más grande, un par rígido de brazos electroconductores de conexión distanciados 114, que suelen incluir ejes metálicos distanciados paralelos 115, 116, y un segundo o secundario bucle metálico único 118 rígido. Los ejes metálicos distanciados paralelos están preferiblemente distanciados estrechamente por un pequeño espacio, para minimizar su zona de bucle.

El primero o primario bucle metálico único está configurado para montarse adyacente a una bobina de transmisión del transceptor electromagnético 120, ilustrada en la Figura 17, de un eje de rueda 122 (ilustrado en la Figura 12), y el segundo bucle metálico único está configurado para montarse adyacente a una bobina de transceptor de sensor de presión de neumáticos 124 (ilustrada en la Figura 12). Tal como se ilustra en las Figuras 9-11, un anillo de soporte, tal como un anillo de soporte de plástico moldeado 113, está configurado para ser montado alrededor y rodear el eje de rueda 122 (tal como se muestra en la Figura 12), y primero o primario bucle metálico único rígido 112 puede ser fijado alrededor del anillo de soporte de plástico moldeado 113 que rodea el eje de rueda, y puede fijarse adicionalmente al anillo de soporte de plástico moldeado 113 mediante bridas o pestañas 117 que suelen tener aberturas 119 para dispositivos de fijación pasantes.

Tal como se ilustra en las Figuras 9-11, el par de brazos electroconductores de conexión distanciados está conectado, de forma rígida, al anillo de soporte de plástico moldeado 113, y está conectado eléctricamente entre el primero o primario bucle metálico único y el segundo o secundario bucle metálico único. De esta manera, el eje 115 del par de brazos electroconductores de conexión distanciados está eléctricamente conectado, de forma rígida, en la parte del eje 115a entre una primera parte 121 del primero o primario bucle metálico único, que puede formarse como una brida o pestaña para la conexión al soporte y para la conexión eléctrica a la parte de eje 115a a través del contacto adicional 160a, y una primera parte 123 del segundo o secundario bucle metálico único 118; y el eje 116 también está conectado eléctricamente, de forma rígida, entre una segunda parte 125 del primero o primario bucle metálico único, que puede formarse como una brida o pestaña para la conexión al soporte y para la conexión eléctrica a la parte del eje 116a a través del contacto adicional 160b, y una segunda parte 127 del segundo o secundario bucle metálico único 118.

Con referencia a la Figura 12, la corriente inducida en el primero o primario bucle metálico único circula en la distancia desde el borde de la bobina excitadora o lectora del transceptor del eje de rueda a la periferia de la llanta de rueda hasta el segundo bucle metálico único, que genera el flujo en la bobina receptora de sensor de presión de neumático necesario para alimentar un sensor de presión de neumático 132. El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la presente invención puede obtenerse a partir de una diversidad de materiales metálicos, tales como metales de baja permeabilidad magnética, incluido aluminio o titanio, por ejemplo, que están fácilmente disponibles, y no es necesario utilizar un metal muy permeable magnéticamente para acoplar el flujo en la distancia necesaria. El par de brazos electroconductores de conexión distanciados se pueden obtener de cualquier tramo deseable sin pérdida de mejora del acoplamiento entre una bobina de transmisión del transceptor electromagnético del eje de rueda y una bobina del transceptor de sensor de presión de neumático. El flujo está enlazado a una espira de primero o primario bucle metálico, y la corriente inducida en el bucle recorre la distancia desde el borde de la bobina del eje de rueda hasta la periferia de la llanta de la rueda, en donde el segundo bucle metálico único genera el flujo en la bobina receptora de sensor de presión de neumático. El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la presente invención proporciona, de manera ventajosa, una conexión de ruta de señal electromagnética de baja impedancia

entre una bobina excitadora o lectora del transceptor electromagnético de eje de rueda y una bobina del transceptor de sensor de presión de neumático, de modo que no se requiere aislamiento eléctrico sobre el par de brazos de conexión del enlace en bucle. Además, el enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la presente invención proporciona, de manera ventajosa, una conexión de ruta de señal electromagnética de baja tensión entre la bobina excitadora o lectora del transceptor electromagnético del eje de rueda y la bobina del transceptor de sensor de presión de neumático, de modo que el enlace en bucle no sea una fuente de radiación de campo eléctrico y no sea sensible a la interferencia de campo eléctrico. El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave de la presente invención también puede ser, de manera ventajosa, una parte estructural intrínsecamente rígida y autoportante, que no requiera ningún medio adicional de soporte.

La Figura 17 muestra un diagrama esquemático en sección de una parte del enlace en bucle de la presente invención. La bobina excitadora o lectora del transceptor electromagnético 120 se excita con una corriente alterna,  $I_c$ , que suele estar a una frecuencia dentro de cualquier banda de frecuencia RFID deseada. Se genera un campo magnético que rodea a la bobina excitadora o lectora del transceptor electromagnético 120, y parte de este campo magnético está acoplado al primer bucle primario 112. Este flujo sinusoidal induce una corriente ( $I_L$ ) en el par de aluminio de brazos electroconductores de conexión eléctrica distanciados formados por el primero y segundo ejes metálicos distanciados paralelos. La corriente  $I_L$  fluye en sentido descendente por el par de brazos electroconductores de conexión distanciados al segundo o secundario bucle metálico único inferior, más pequeño, y retorna a través del par de brazos electroconductores distanciados al primero o primario bucle metálico único superior más grande. En el segundo o secundario bucle metálico único inferior más pequeño, la corriente sinusoidal genera un campo magnético que excita una bobina receptora de sensor de presión de neumáticos necesario para alimentar un sensor de presión de neumáticos.

En una primera variante de la segunda forma de realización ilustrada en las Figuras 13-14, el par rígido de brazos electroconductores de conexión distanciados 214 que incluyen ejes metálicos distanciados en paralelo 215, 216 del enlace en bucle de presión de neumático de aeronave 210 puede estar conectado, de manera rígida, como alternativa, a una forma alternada del anillo de soporte de plástico moldeado 213 que tiene una ranura externa 262 configurada para recibir el primero o primario bucle metálico único rígido 212, que puede fijarse, de forma adhesiva, en la ranura externa, y una pluralidad de limitadores de compresión 263 distanciados uniformemente alrededor del anillo de soporte. El par rígido de brazos electroconductores de conexión distanciados 214 está conectado eléctricamente entre el primero o primario bucle metálico único 212 y el segundo o secundario bucle metálico único 218. El eje 215 incluye una parte de eje 215a formada como una brida o pestaña que puede ser plegada para la conexión al anillo de soporte de plástico moldeado, lo que suele efectuarse después de la soldadura por puntos de la conexión eléctrica del eje 215 a una primera parte del primero o primario bucle metálico único 212; y el eje 216 también incluye una parte del eje 216a formada como una brida o pestaña que puede plegarse para la conexión al anillo de soporte de plástico moldeado, lo que se suele efectuarse después de soldar por puntos la conexión eléctrica del eje 216 a una segunda parte del primero o primario bucle metálico único 212.

En otra variante de la segunda forma de realización ilustrada en la Figura 15, el enlace en bucle de presión de neumático de aeronave 310 puede estar conectado rigidamente a una forma alternativa del anillo de soporte de plástico moldeado 313 configurado para la soldadura por puntos vertical de las conexiones del bucle eléctrico, y que tiene una ranura externa 362 configurada para recibir el primero o primario bucle metálico único rígido 312.

En otra variante de la segunda forma de realización ilustrada en la Figura 16, el enlace en bucle de presión de neumático de aeronave 410 puede estar conectado, de manera rígida, a una forma alternativa del anillo de soporte de plástico moldeado 413 configurado para la soldadura por puntos horizontal de las conexiones del bucle eléctrico, y el anillo de soporte de plástico moldeado 413 puede incluir rebajes de posicionamiento 464 para posicionar el primer o primario bucle metálico único 412 internamente dentro del anillo de soporte, y el par rígido de brazos electroconductores de conexión distanciados 414 puede estar montado en el anillo de soporte mediante una placa 466 que incluye sujetadores de aluminio 468.

La segunda forma de realización de la presente invención descrita en este documento no utiliza un metal permeable para acoplar el flujo en el bucle conductor que se encuentra cerca de la bobina lectora del cubo. Además, la segunda forma de realización de la presente invención no utiliza bobinas de múltiples espiras para enlazar el flujo magnético al sensor de presión de neumático. En cambio, el flujo está enlazado en una sola espira mayor (360 grados) de un bucle metálico y la corriente inducida en el bucle recorre la distancia desde el borde de la bobina del eje de rueda hasta la periferia de la llanta. Un segundo bucle metálico único genera el flujo en la bobina receptora de sensor de presión de neumático. No se necesitan conexiones eléctricas entre el sensor de presión de neumático y la bobina del cubo de rueda. Por lo tanto, esta disposición utiliza un método más fiable para comunicarse con el sensor de presión de neumático. La simplicidad del diseño hace que sea mucho más fácil de obtener. Los bucles primarios y secundarios rígidos hacen que el dispositivo sea estructuralmente sólido, lo cual es una ventaja en el entorno difícil de la rueda. Además, no se necesita un metal muy permeable para acoplar el campo magnético en el bucle rígido primario. El diseño también es de menor coste. El diseño también puede hacerse más sólido mediante el uso de láminas metálicas más gruesas para que pueda soportar el entorno difícil en la rueda de la aeronave. El material de soporte para el bucle interno único se puede fabricar con plásticos moldeados, tales como PEEK relleno de vidrio, por ejemplo. El diseño es sin contacto puesto que el dispositivo de acoplamiento no hace contacto con la bobina del cubo de rueda. Una ventaja

añadida de la presente invención es que el diseño sin contacto permite un espacio de aire más grande, tal como aproximadamente 5.969 mm a 6.020 mm (0.235 a 0.237 pulgadas), por ejemplo, entre el bucle rígido primario y el conjunto de la bobina lectoras RFID montado en el eje. Esta característica elimina la presencia de objetos extraños que dañen los conjuntos internos.

5      Será evidente a partir de la descripción anterior, que, aunque se han ilustrado y descrito formas particulares de la invención, se pueden realizar diversas modificaciones sin desviarse por ello del alcance de la invención según se define en las reivindicaciones adjuntas.

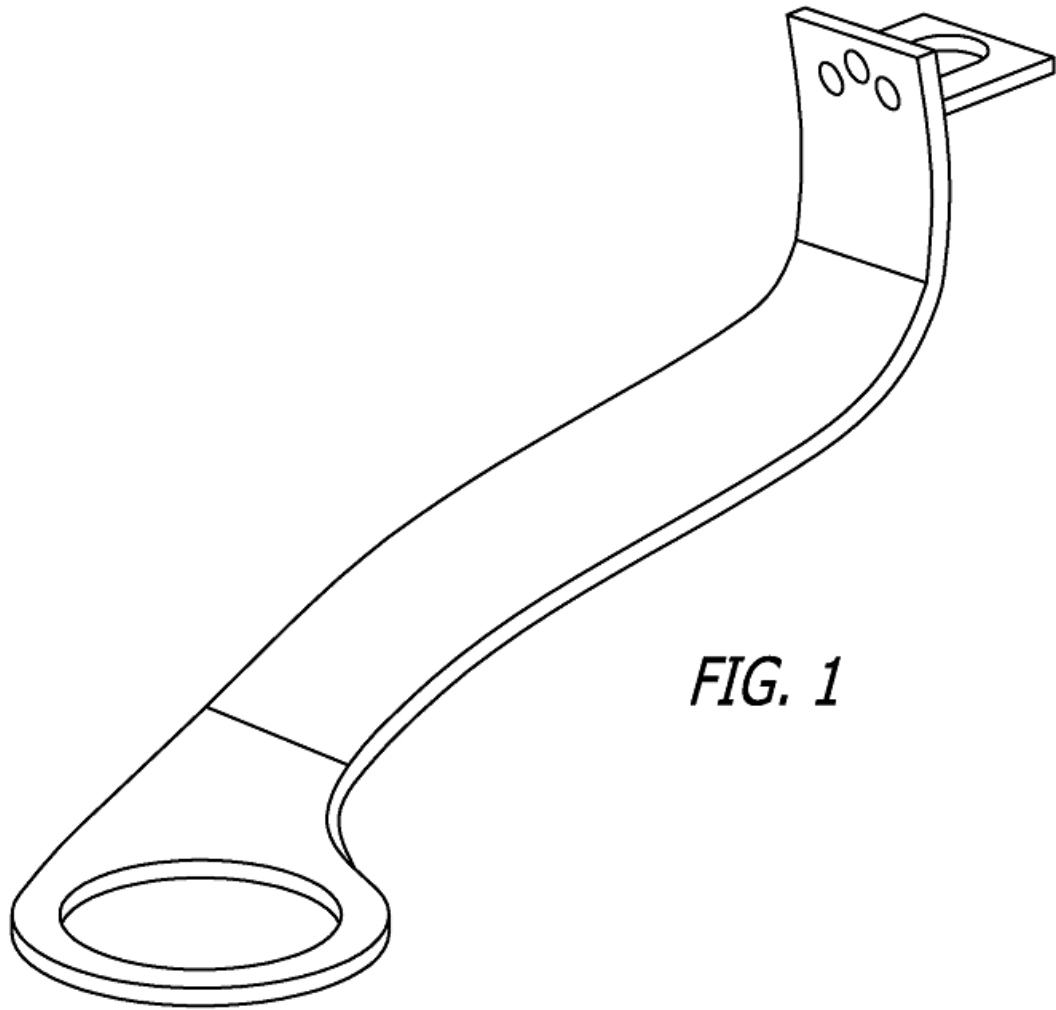
10

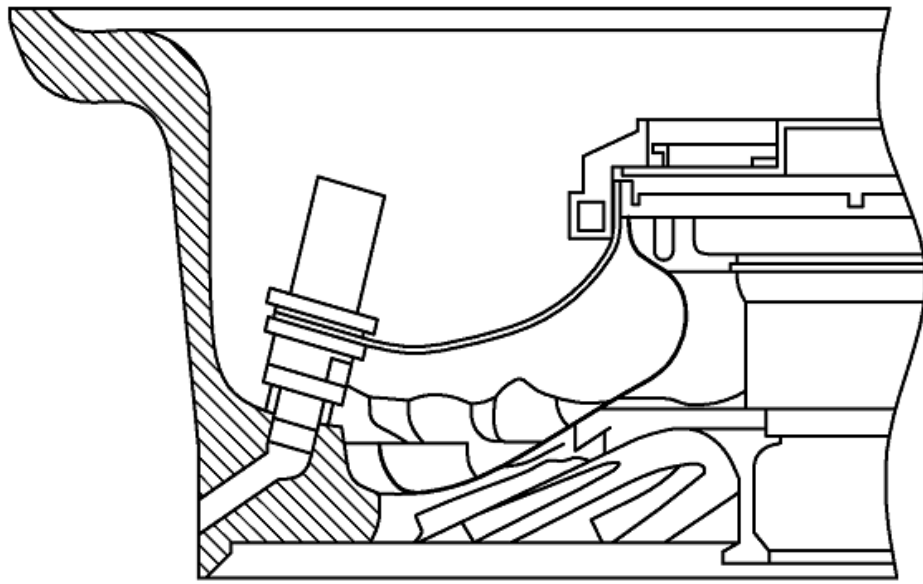
# REIVINDICACIONES

1. Un enlace en bucle de presión de neumático de aeronave (110) para acoplar electromagnéticamente un campo magnético entre una bobina del transceptor electromagnético (120) de un eje de rueda (122) y una bobina receptora de sensor de presión de neumático espaciada de la bobina del transceptor electromagnético (120) del eje de rueda (122) para accionar un sensor de presión de neumáticos (132), que comprende:  
5 un primer bucle metálico único (112) configurado para montarse en un anillo de soporte (113) configurado para rodear un eje de rueda adyacente a la bobina del transceptor electromagnético (120) del eje de rueda (122);  
10 un segundo bucle metálico único (118) configurado para montarse adyacente a una bobina de transceptor de sensor de presión de neumáticos (124); y  
15 un par de brazos electroconductores de conexión distanciados (114, 115, 116) conectados eléctricamente entre dicho primer bucle metálico único (112) y dicho segundo bucle metálico único (118), estando dicho par de brazos electroconductores de conexión distanciados (114, 115, 116) configurados para transportar la corriente generada en el primer bucle metálico único (112) desde la bobina del transceptor electromagnético (120) del eje de rueda (122) al segundo bucle metálico único (118), por lo que la corriente inducida en el primer bucle metálico único (112) se desplaza a través del par de brazos electroconductores de conexión distanciados (114, 115, 116) a una distancia desde la bobina del transceptor electromagnético (120) del eje de rueda (122) al segundo bucle metálico único (118), para generar flujo en la bobina receptora de sensor de presión de neumático para alimentar el sensor de presión de neumático (132) a través del enlace en bucle de presión de neumático de aeronave (110).  
20  
2. El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave según la reivindicación 1, en donde dicho primer bucle metálico único (112) está formado por un metal que tiene baja permeabilidad magnética.  
25  
3. El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave según la reivindicación 1 o 2, en donde dicho soporte (113) comprende un anillo de soporte de plástico moldeado.  
30  
4. El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave según la reivindicación 1, 2 o 3, en donde el primer bucle metálico único (112) incluye un elemento de inserción de colector de flujo magnético (42) conectado eléctricamente y fijado a dicho primer bucle metálico único con el fin de recoger un flujo magnético incidente procedente de la bobina del transceptor electromagnético (120) del eje de rueda (122).  
35  
5. El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde dicho par de brazos electroconductores de conexión (114, 115, 116) están poco distanciados por un pequeño espacio para minimizar una zona de bucle de dicho par de brazos electroconductores de conexión (114, 115, 116).  
40  
6. El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave (110) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde no se incluyen conexiones de cables en el enlace en bucle de presión de neumático de aeronave (110) para formar un circuito eléctrico entre la bobina del transceptor electromagnético (120) del eje de rueda (122) y la bobina del transceptor de sensor de presión de neumático (124).  
45  
7. El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde dicho par de brazos electroconductores de conexión distanciados (114, 115, 116) pueden tener cualquier longitud deseable sin pérdida de mejora del acoplamiento.  
50  
8. El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde dicho enlace en bucle de presión de neumático de aeronave proporciona una conexión de ruta de señal electromagnética de baja impedancia entre la bobina del transceptor electromagnético del eje de rueda (120) y la bobina del transceptor de sensor de presión de neumático (124), por lo que no se requiere aislamiento eléctrico sobre dicho par de brazos electroconductores de conexión distanciados (114, 115, 116).  
55  
9. El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde dicho enlace en bucle de presión de neumático de aeronave proporciona una conexión de ruta de señal electromagnética de baja tensión entre la bobina del transceptor electromagnético del eje de rueda (120) y la bobina del transceptor de sensor de presión de neumático (124), por lo que el enlace en bucle de presión de neumático de aeronave no es una fuente de radiación de campo eléctrico y no es sensible a la interferencia de campo eléctrico.  
60  
10. El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde dicho enlace en bucle de presión de neumático de aeronave comprende una parte estructural rígida y autoportante.  
65  
11. El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde dicho par de brazos electroconductores de conexión distanciados (114, 115, 116) comprende un primer y

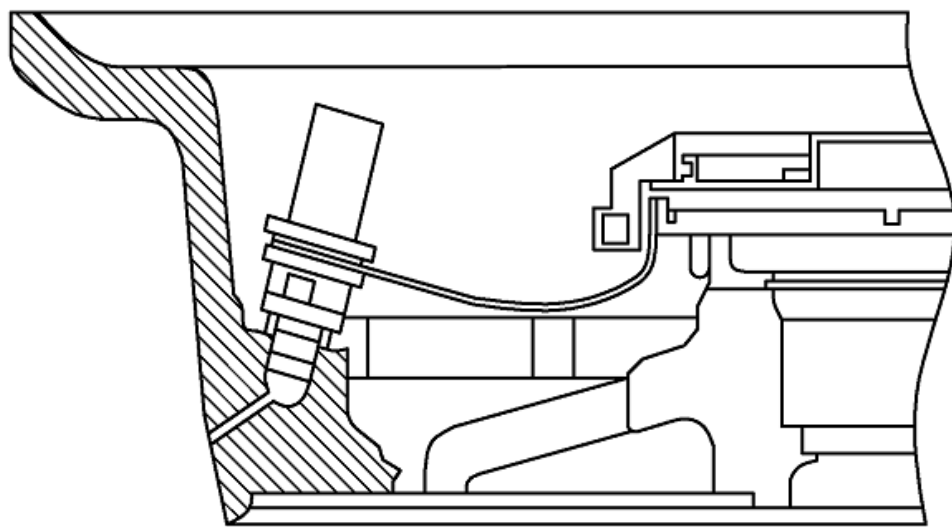
segundo ejes metálicos distanciados paralelos (115, 116) conectados entre dicho primer bucle metálico único (112) y dicho segundo bucle metálico único (118).

- 5 12. El enlace en bucle de presión de neumático de aeronave según la reivindicación 11, en donde dichos primero y segundo ejes metálicos distanciados en paralelo (115, 116) comprenden aluminio.

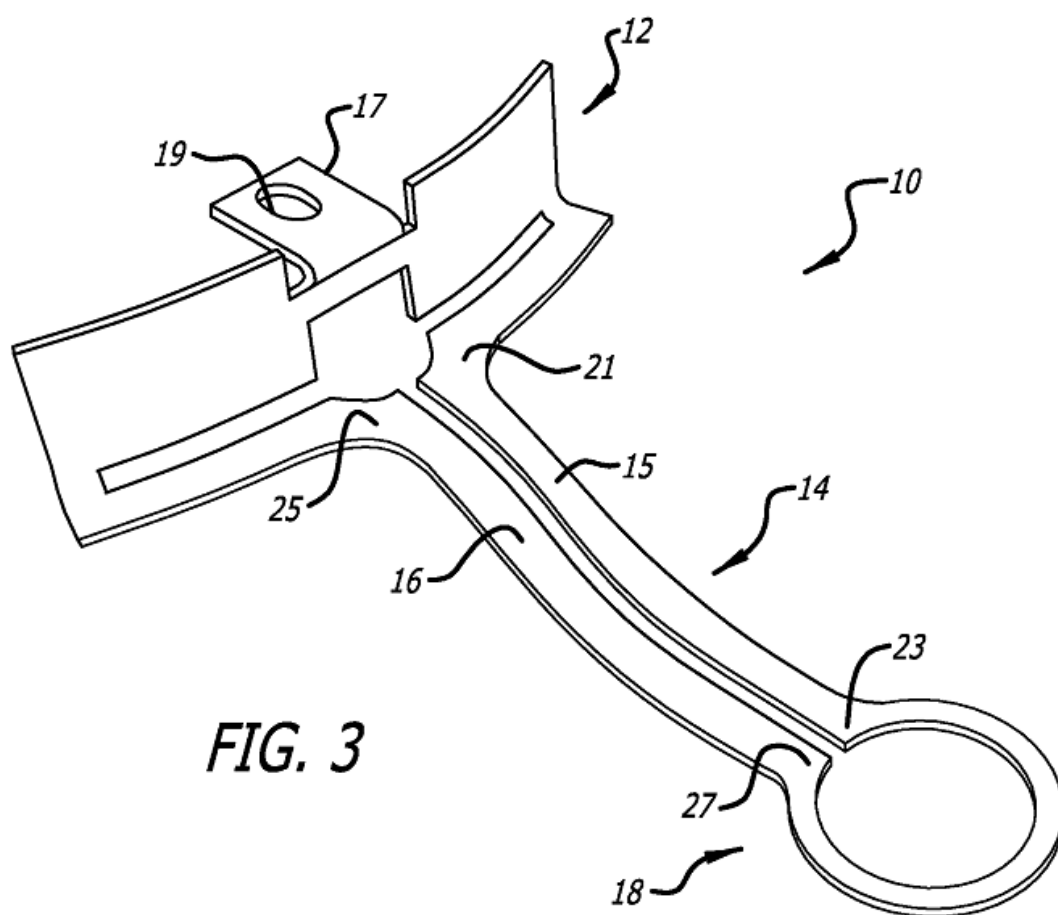


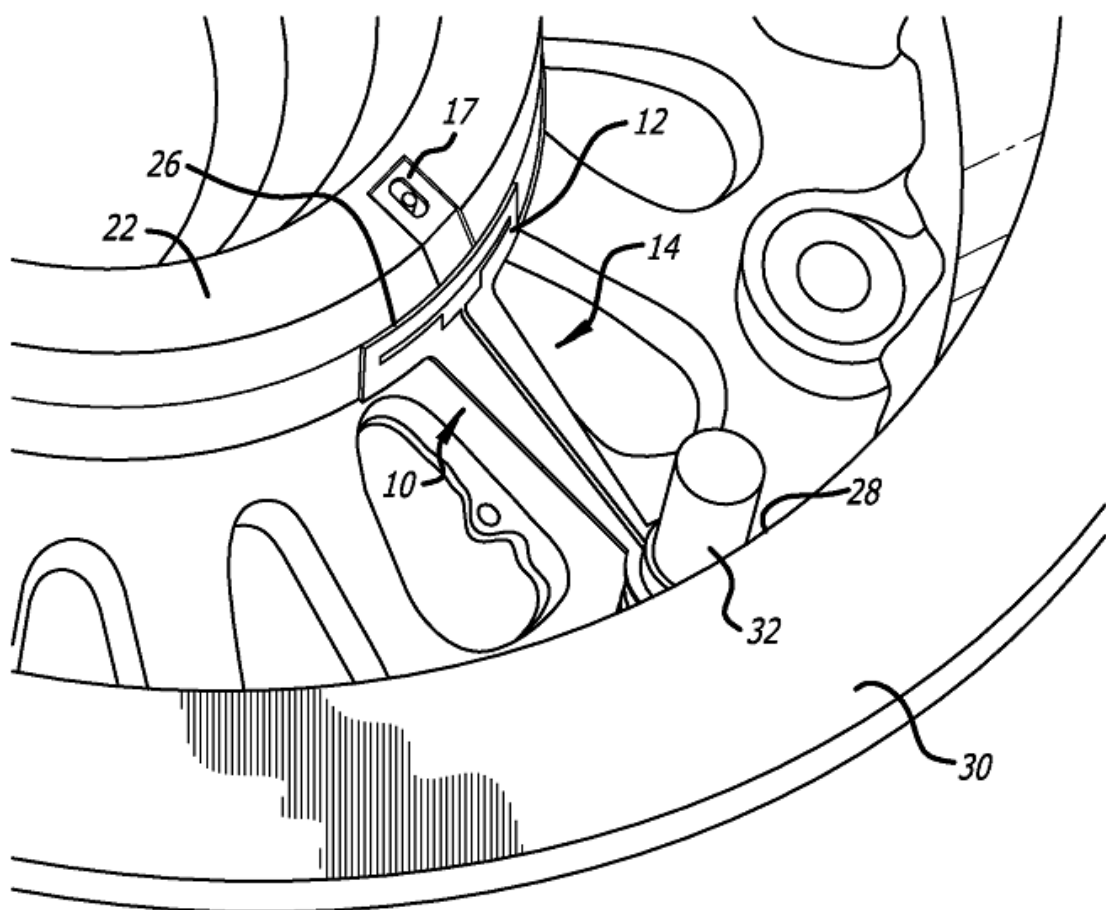


*FIG. 2A*

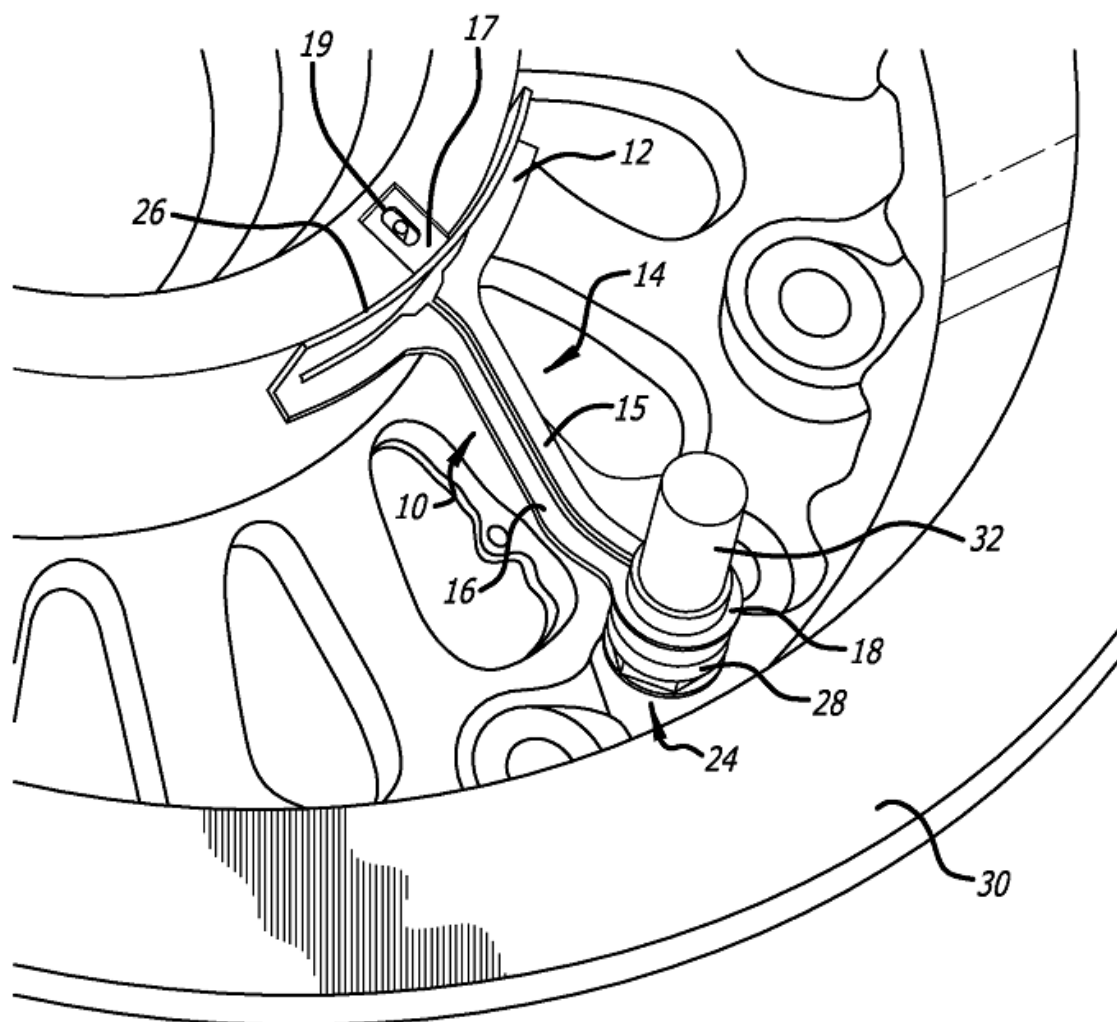


*FIG. 2B*

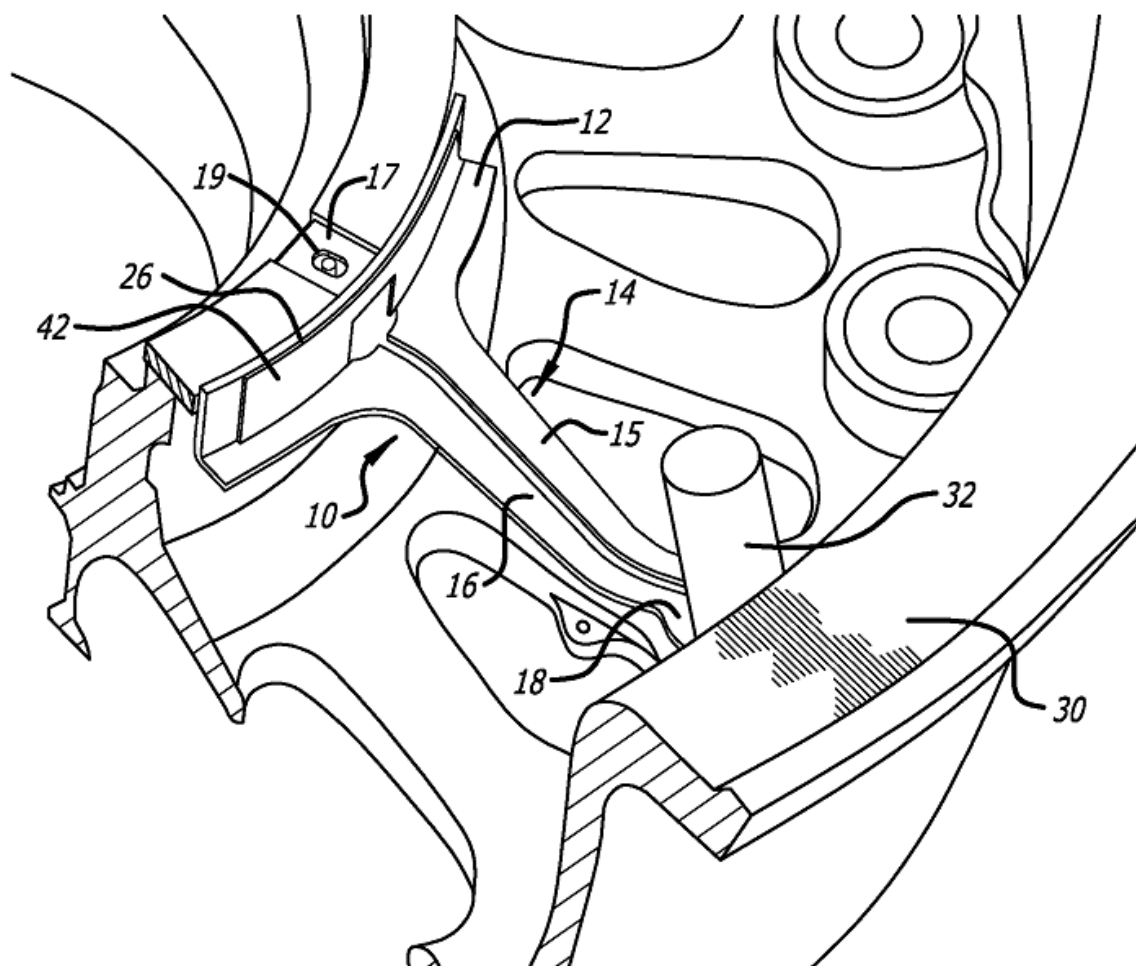




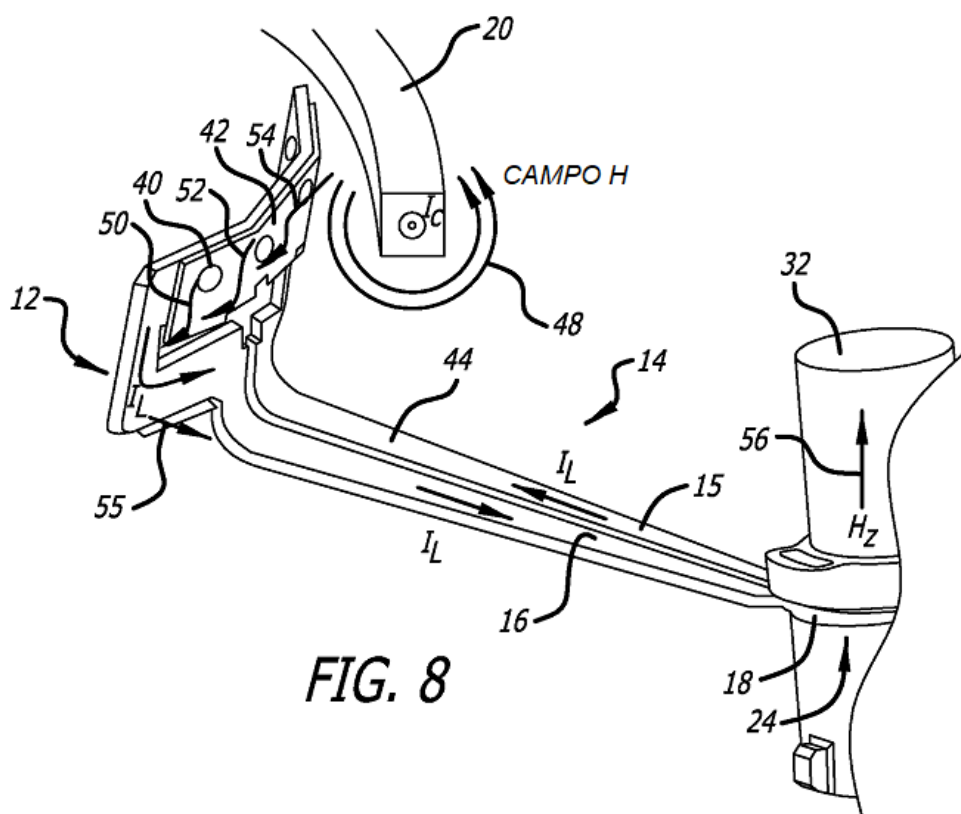
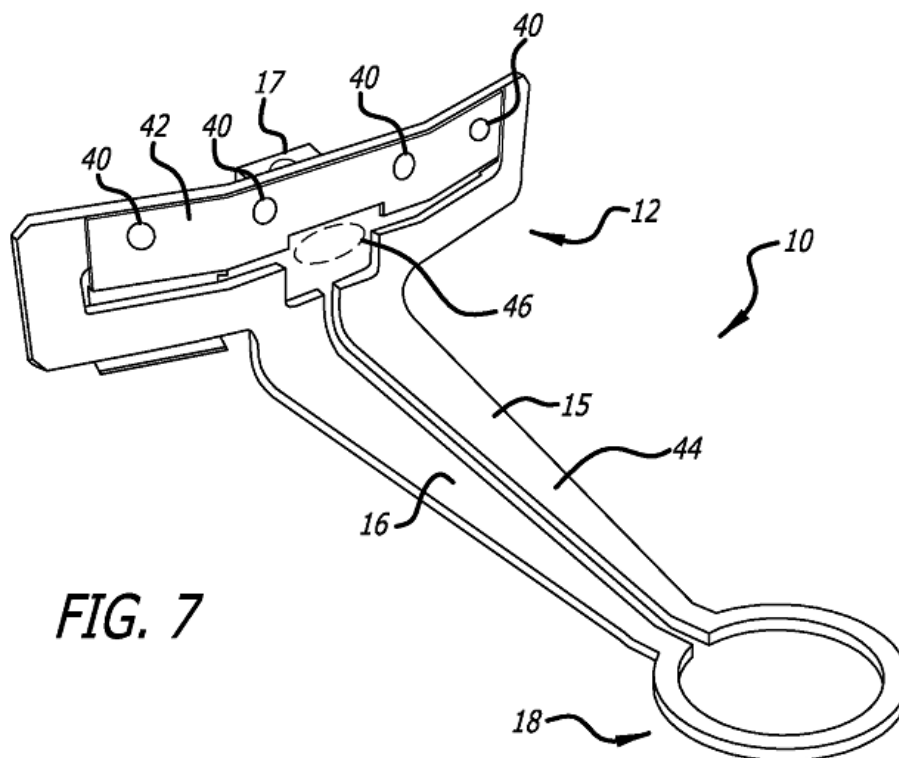
**FIG. 4**

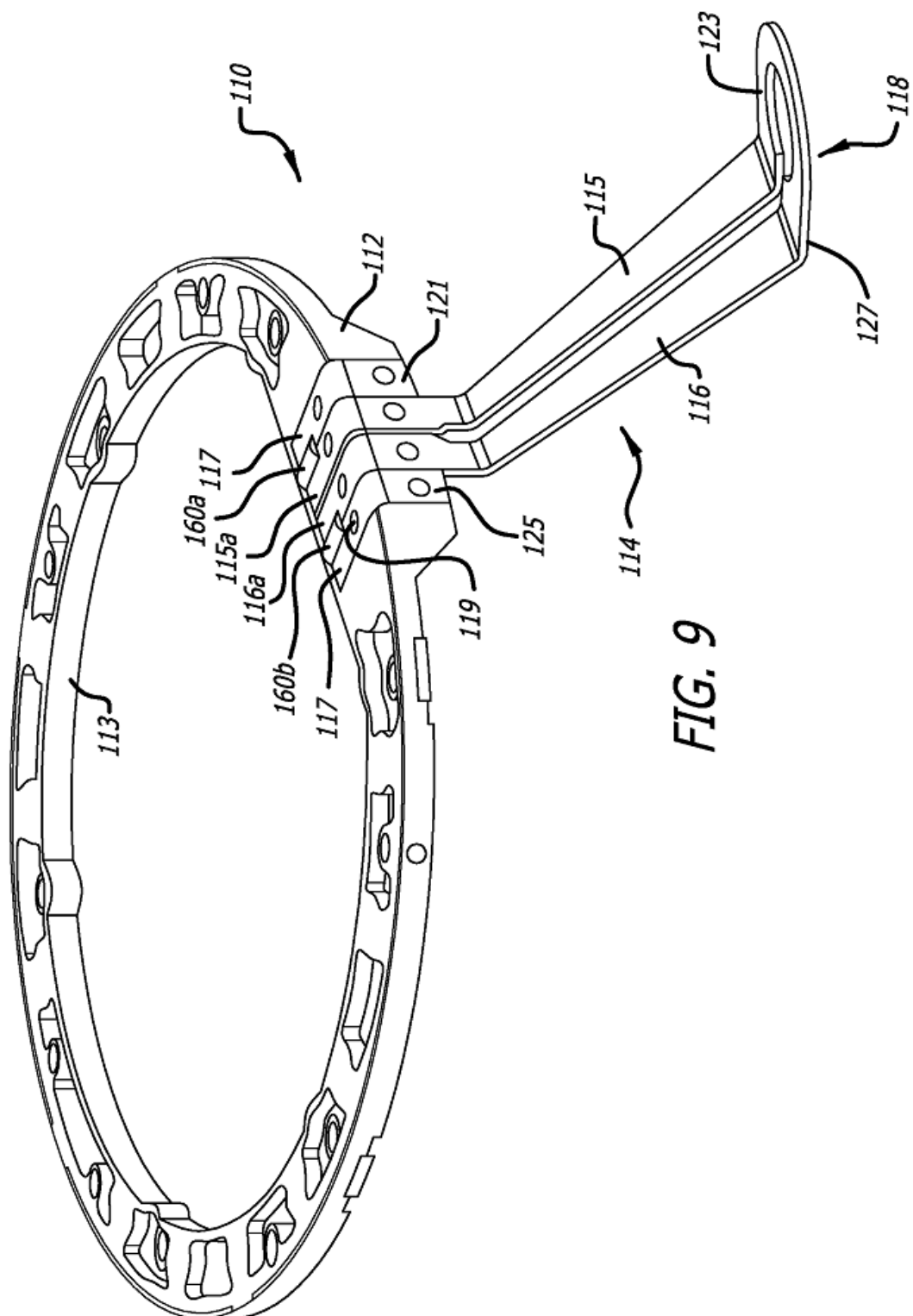


**FIG. 5**



**FIG. 6**





**FIG. 9**

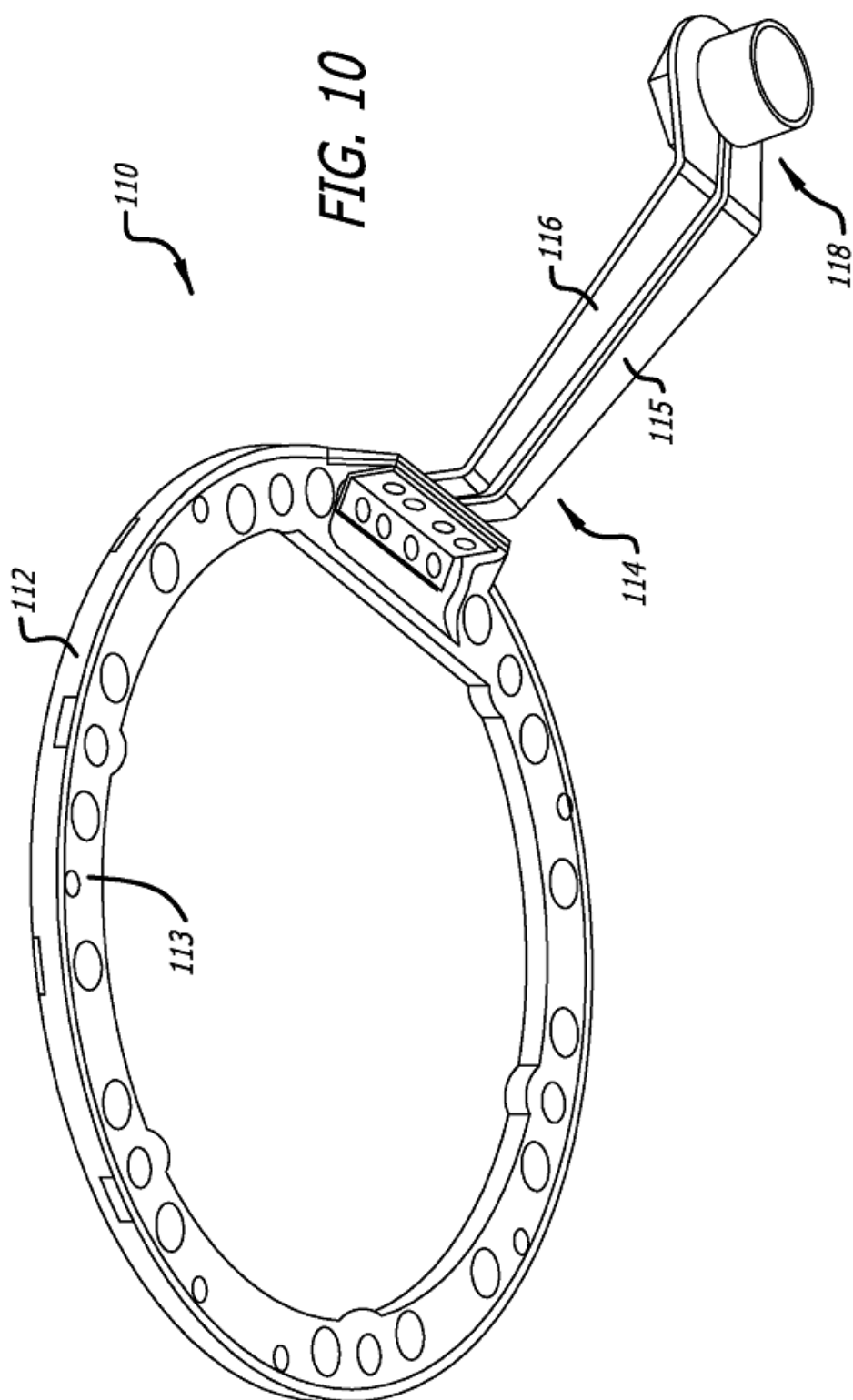
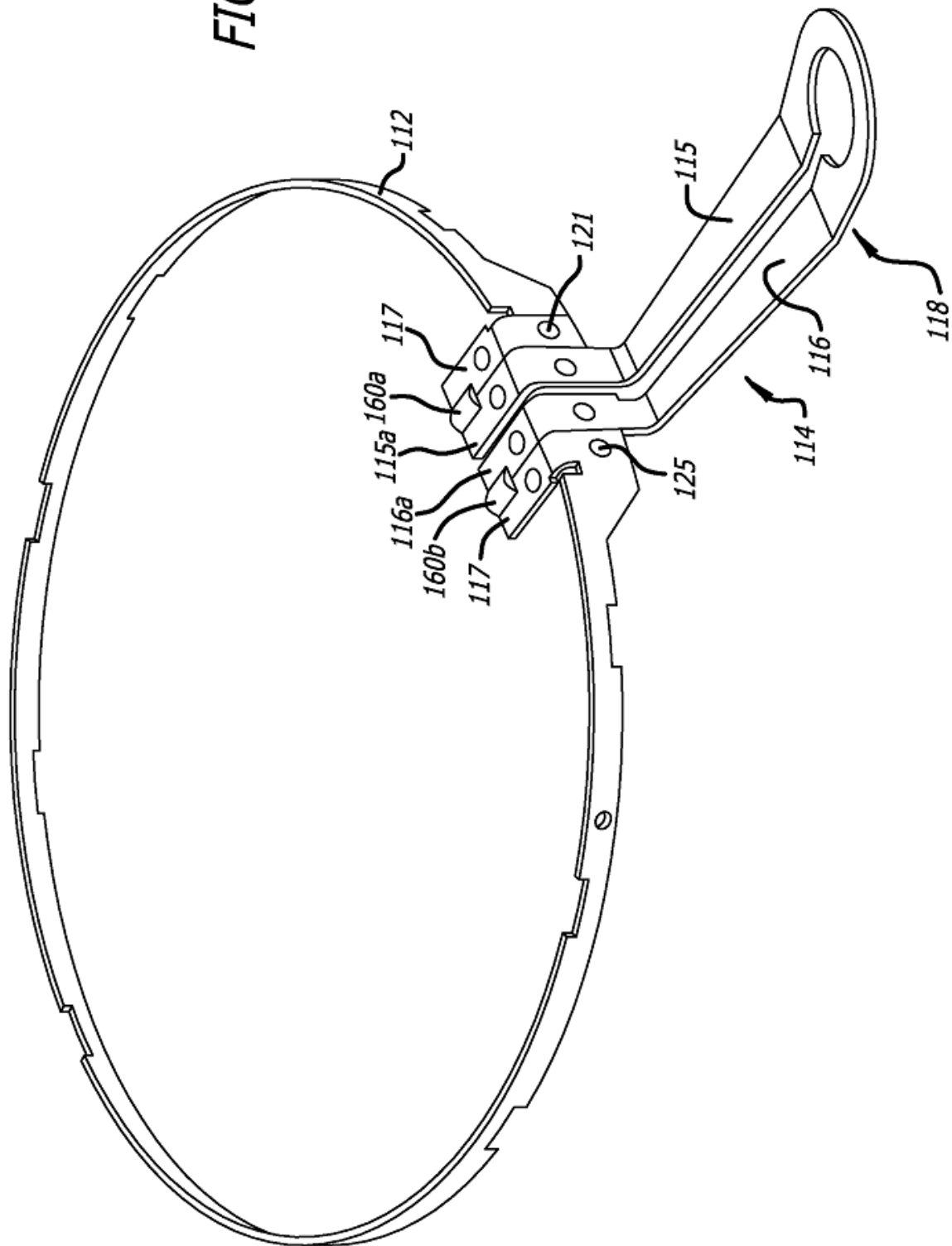
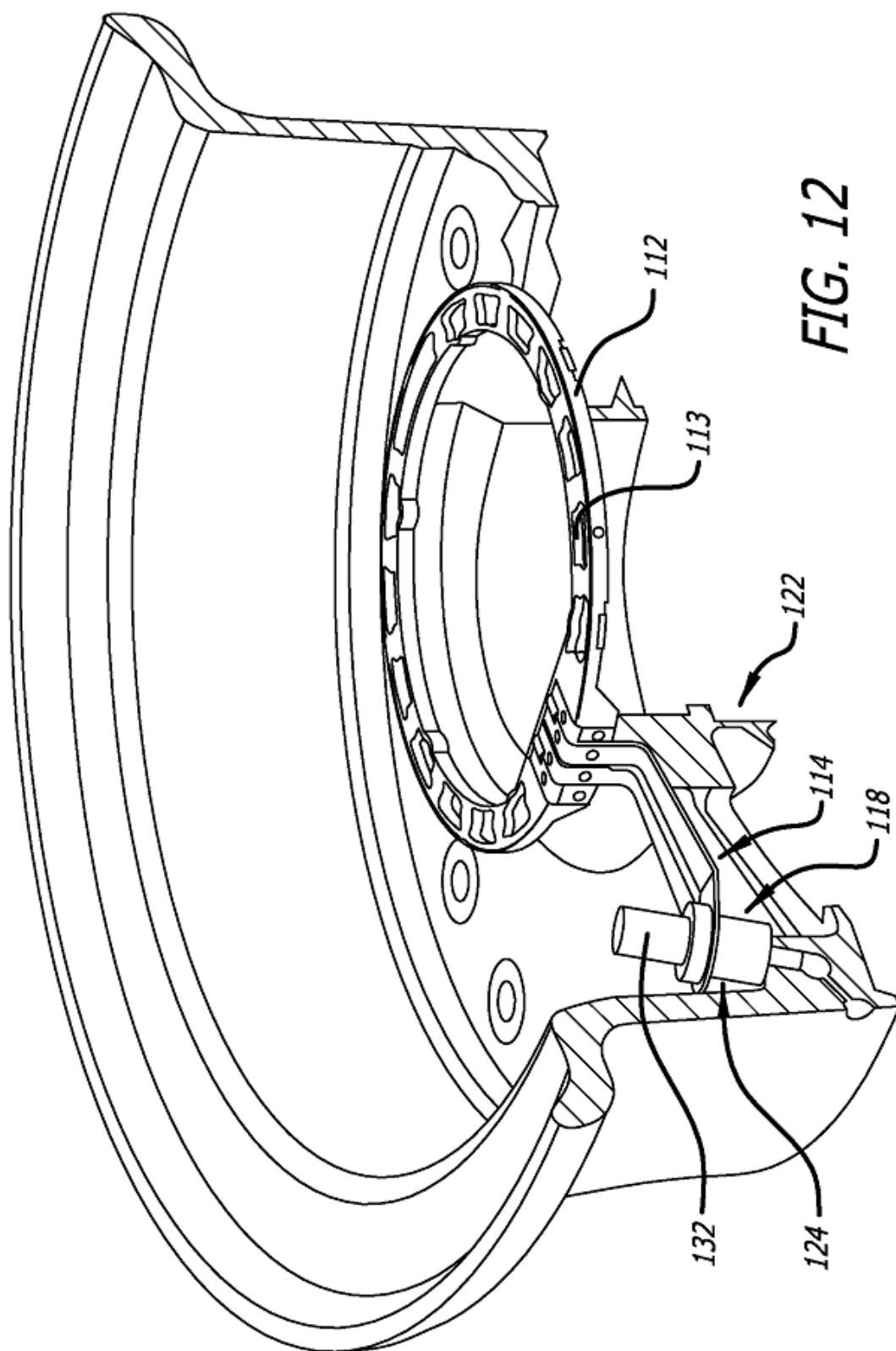


FIG. 11





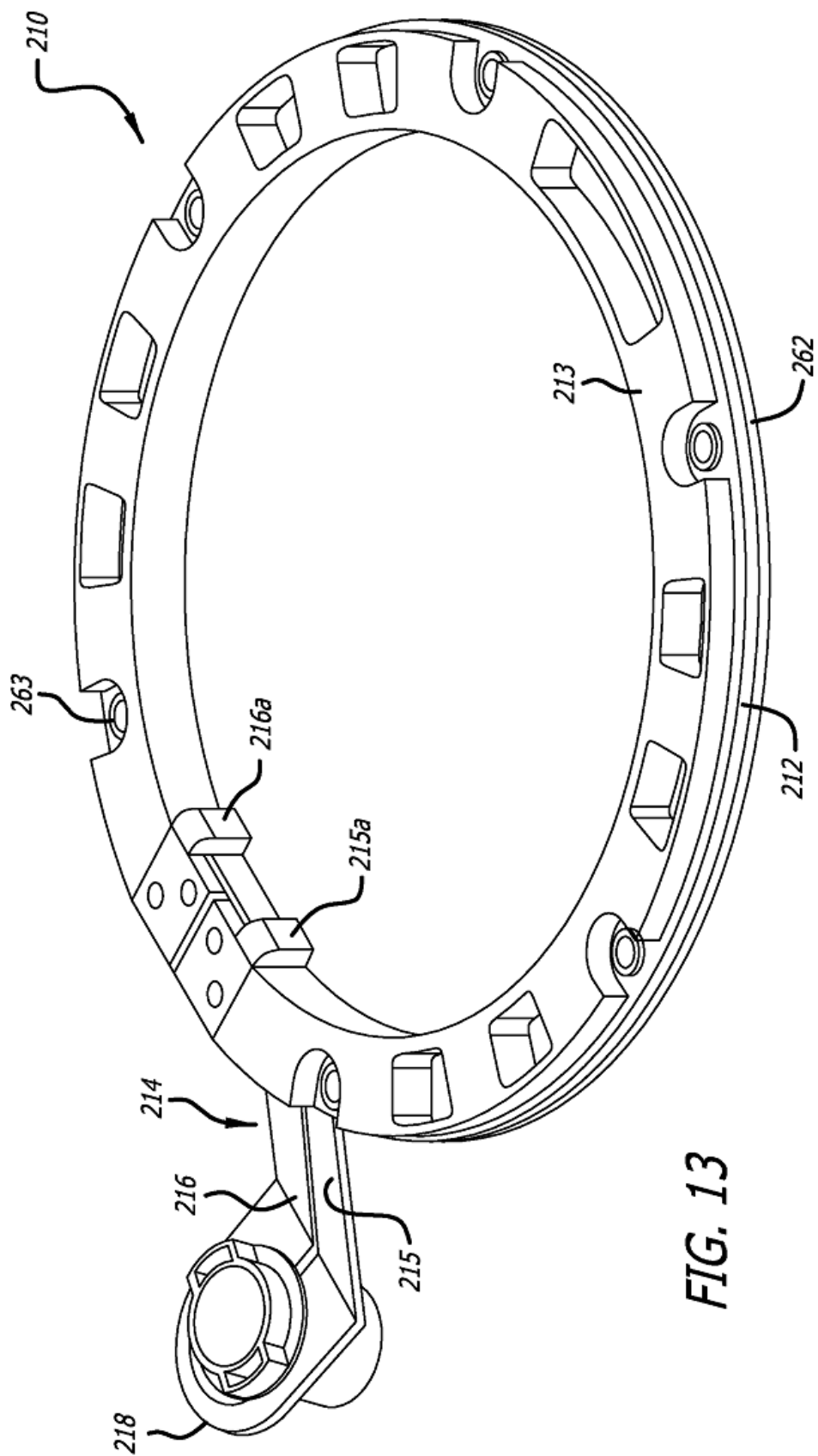
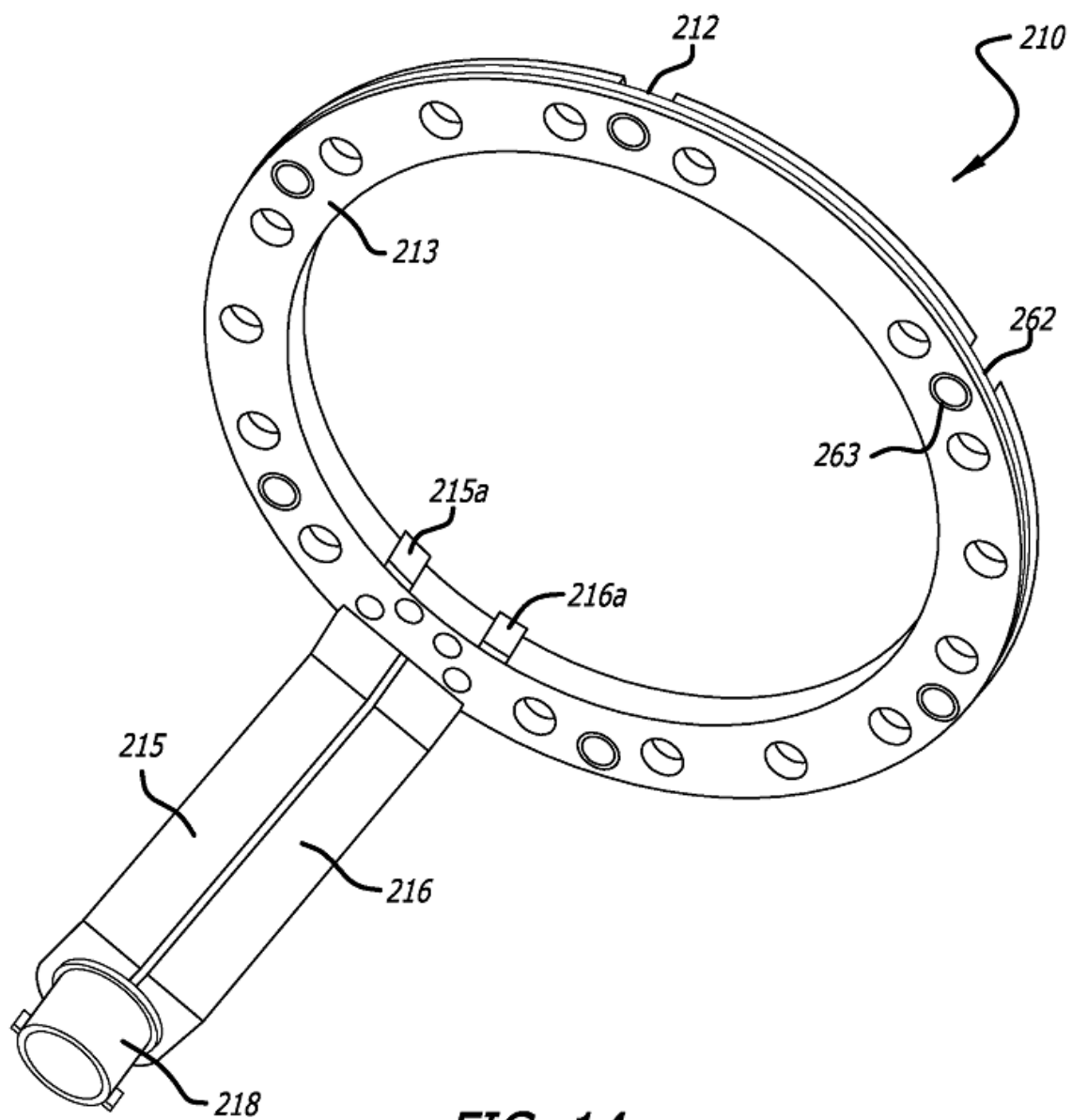
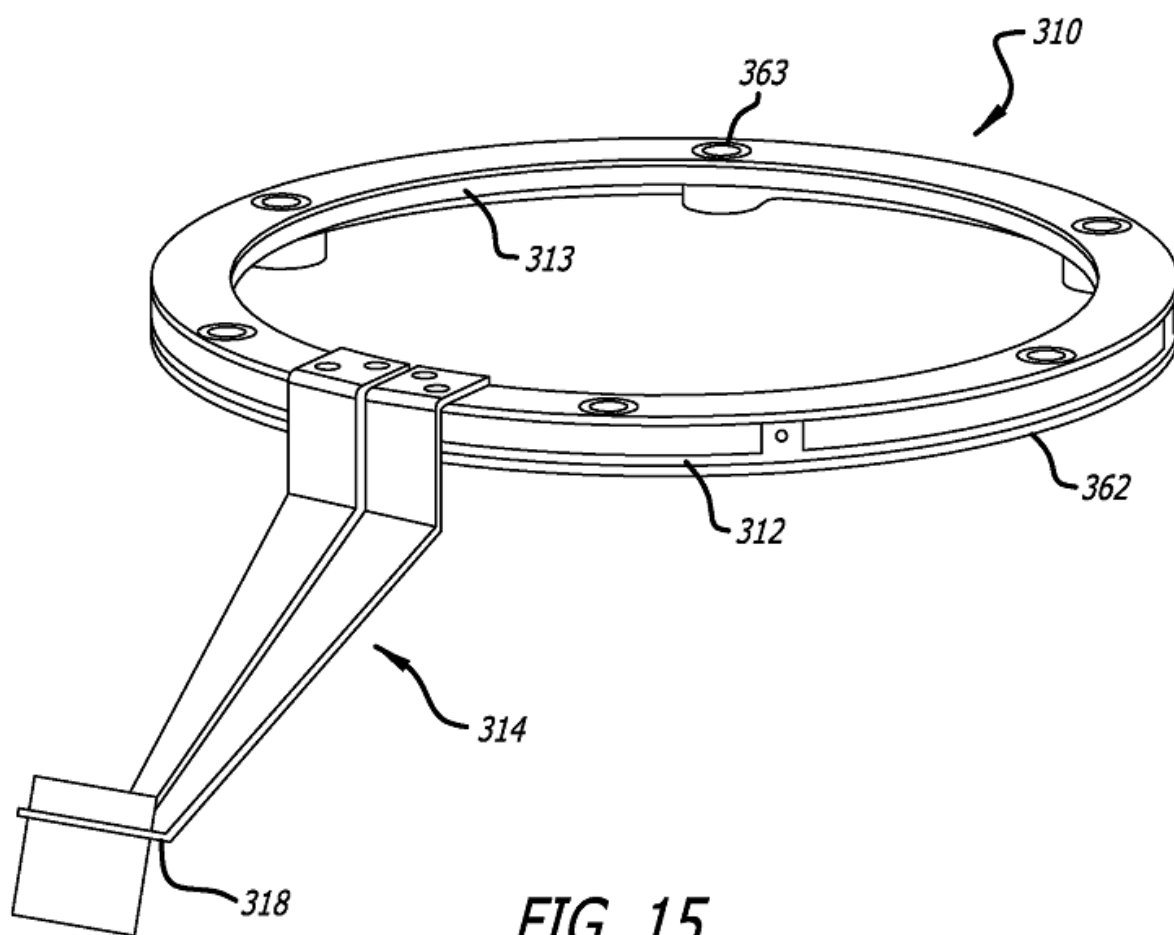


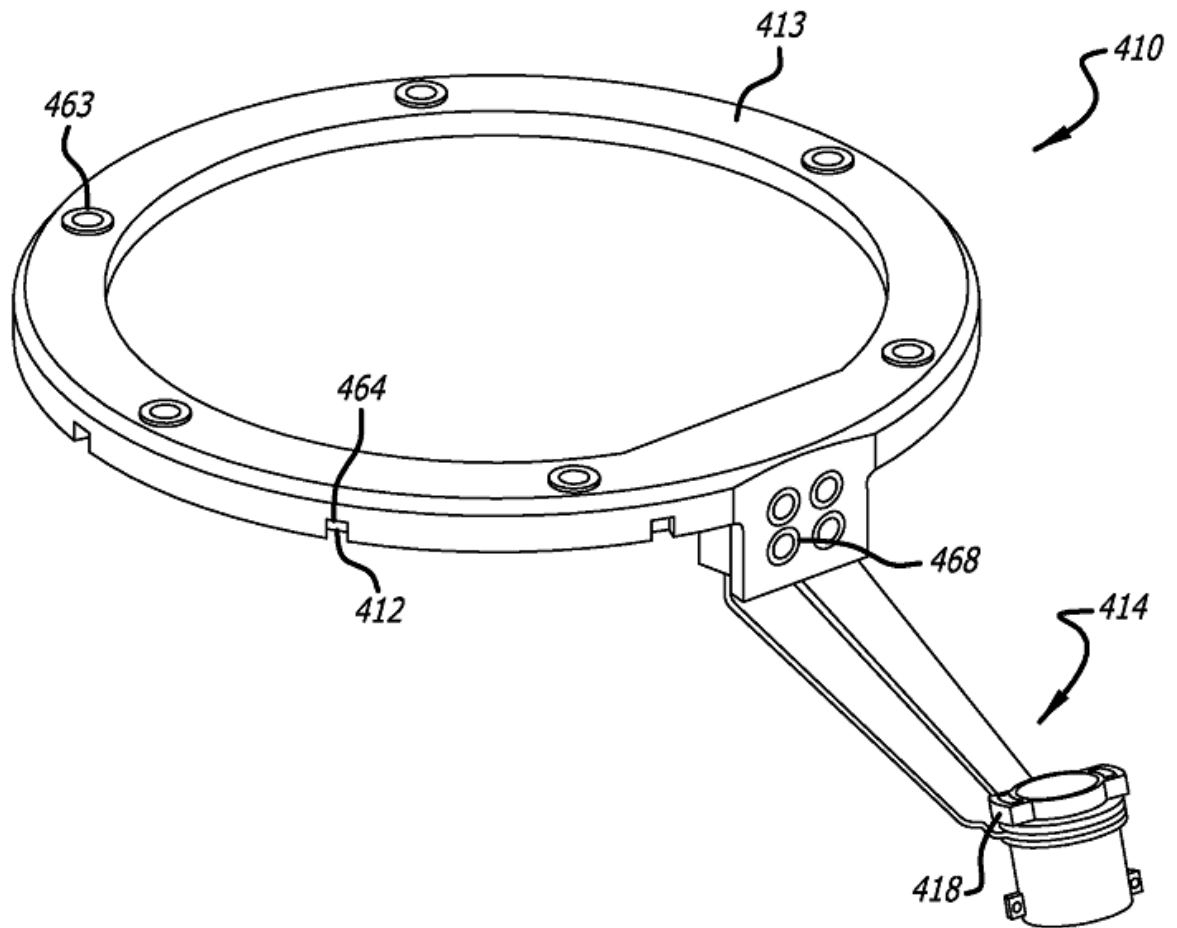
FIG. 13



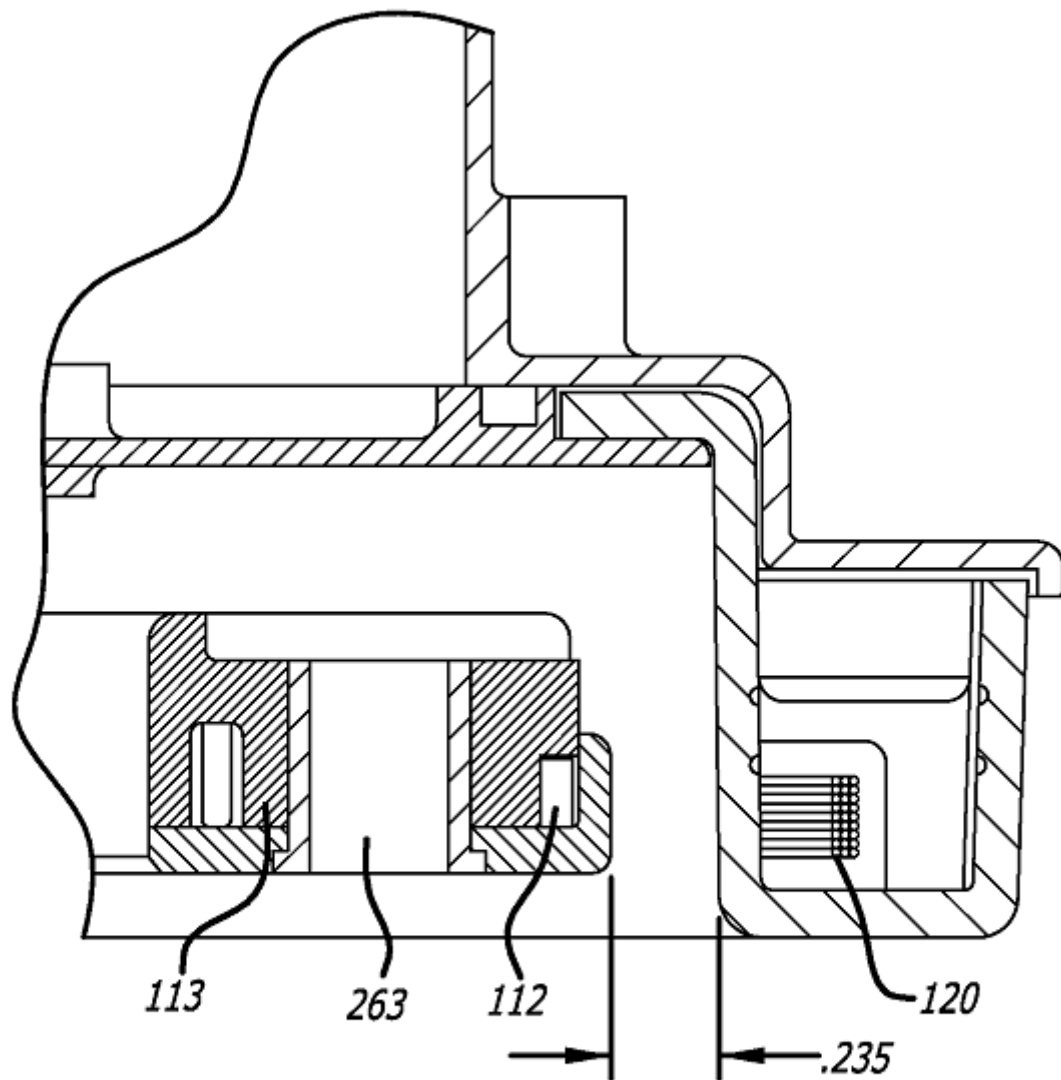
**FIG. 14**



**FIG. 15**



**FIG. 16**



**FIG. 17**