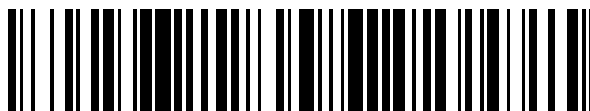


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 865**

51 Int. Cl.:

**F16H 61/4052** (2010.01)

**F15B 11/08** (2006.01)

**B64D 39/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.08.2013** **E 13181869 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019** **EP 2703694**

54 Título: **Sistema de repostaje en vuelo con conjunto de motor hidráulico que comprende derivación de orificios múltiples**

30 Prioridad:

**28.08.2012 US 201213597006**

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

**15.07.2020**

73 Titular/es:

**FEDERAL INDUSTRIES, INC. (100.0%)**  
**645 Hawaii Street**  
**El Segundo, CA 90245, US**

72 Inventor/es:

**BARTOV, ASHER**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 773 865 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**

Sistema de repostaje en vuelo con conjunto de motor hidráulico que comprende derivación de orificios múltiples

5 Antecedentes

El repostaje en vuelo de un avión receptor desde un avión cisterna se realiza comúnmente. No obstante, el repostaje en vuelo es una maniobra difícil y peligrosa que generalmente es intentada solo por personal militar en todo el mundo. Actualmente, generalmente se utilizan dos tipos de sistemas de repostaje en vuelo: sistemas de brazo extensible y sistemas de manguera y embudo.

15 En un sistema de manguera y embudo, el embudo está conectado al extremo de salida de una manguera. El extremo de entrada de la manguera está unido a un carrete de manguera en el que se enrolla la manguera. El carrete de manguera se monta normalmente dentro del fuselaje de un avión cisterna o en una cápsula o módulo de repostaje que está unido a la parte inferior del avión cisterna. El carrete de manguera se conecta comúnmente a un motor y/o bomba que se acciona hidráulicamente. La motobomba hidráulica se puede conectar a través de un sistema de acoplamiento, que puede incluir, por ejemplo, diversas cajas de engranajes, ejes y acoplamientos. Cuando la manguera se despliega desde el avión cisterna, el embudo encuentra resistencia y el carrete de manguera gira en una dirección de arrastre en la que la manguera se extiende detrás del avión cisterna.

20 Cuando la manguera y el embudo están completamente extendidos, un piloto de un avión receptor maniobra el avión receptor para enganchar una sonda de repostaje del avión receptor con el embudo. El peligro surge porque las altas velocidades de los aviones cisterna y receptor en relación con el suelo y entre sí pueden provocar que el embudo sea golpeado con una fuerza considerable durante el enganche. Dichos enganches pueden crear holgura en la manguera que debe eliminarse rápidamente. De lo contrario, el riesgo de accidentes aéreos aumenta sustancialmente. Retraer la manguera sobre el carrete de manguera elimina la holgura.

30 Después de que el embudo está enganchado, se puede bombear combustible desde el avión cisterna al avión receptor. Cuando se completa el repostaje, el piloto del avión receptor desengancha la sonda de repostaje del embudo. Cuando el avión receptor intenta desengancharse dentro del rango de repostaje, se denomina "desconexión con flujo", y las fuerzas de tracción en la manguera pueden aumentar significativamente. A continuación, la manguera se puede retraer sobre el carrete de manguera para almacenarla haciendo girar el carrete de manguera en una dirección de retracción.

35 Por lo tanto, la motobomba hidráulica opera en modo de bomba para hacer girar el carrete de manguera en una dirección de arrastre y extender la manguera. Por el contrario, la motobomba hidráulica opera en modo motor para girar el carrete de manguera en la dirección de retracción y para retraer la manguera sobre el carrete de manguera. En el modo de arrastre, la posición de la manguera se puede controlar independientemente de las variaciones en la tensión de la manguera. En el modo de retracción, la tensión de la manguera se puede controlar independientemente de las variaciones en la posición de la manguera.

40 Los sistemas de repostaje en vuelo han utilizado motobombas hidráulicas que incorporan motores hidráulicos de desplazamiento fijo que controlan la extensión de la manguera en modo bomba y controlan la retracción de la manguera en modo motor. Sin embargo, dichos sistemas adolecen de bajas tasas de retracción de la manguera y componentes accesorios que aumentan el peso total y el tiempo de respuesta del sistema. La información relevante para los intentos de abordar estos problemas se puede encontrar en las patentes de Estados Unidos N° 6.454.212 y 6.866.228, que desvelan sistemas de accionamiento de carrete de manguera controlados por motor hidráulico de desplazamiento variable.

50 Sumario de la descripción

La invención es un sistema de repostaje en vuelo según la reivindicación 1.

55 Un conjunto de motor hidráulico (HMA) incluye una VDMP acoplada con un conducto de suministro y un conducto de retorno. La VDMP tiene un eje estriado junto con un carrete de manguera de un sistema de repostaje en vuelo y cuando la VDMP opera en modo de bomba a un caudal, la VDMP hace girar el carrete de manguera en una dirección de arrastre. El HMA también incluye un orificio doble (DO) acoplado con el conducto de suministro y el conducto de retorno en paralelo con la VDMP, que puede funcionar como una válvula de derivación. El DO incluye un orificio fijo, que transporta continuamente fluido hidráulico desde el conducto de suministro al conducto de retorno, y un orificio variable, que solo transporta fluido hidráulico desde el conducto de suministro al conducto de retorno cuando la VDMP opera en el modo de bomba y el caudal alcanza un valor predeterminado. El HMA también puede incluir una válvula de retención ubicada entre la VDMP y un sistema hidráulico de avión para evitar que el fluido hidráulico sea transportado al sistema hidráulico de avión.

65 En una realización, el orificio fijo del DO transporta continuamente fluido hidráulico a un caudal en un intervalo de aproximadamente 1 a 5 galones por minuto (GPM) cuando el fluido hidráulico en el conducto de suministro está a aproximadamente 3000 psig de presión. En una realización, el orificio variable transporta fluido hidráulico a un caudal

en un intervalo de aproximadamente 5 a 15 GPM cuando está abierto y el fluido hidráulico en el conducto de suministro está a aproximadamente 3000 psig de presión. En una realización, el orificio variable comprende una válvula solenoide.

5 La invención también consiste en un método como se define en la reivindicación 6. El método incluye operar una VDMP en un primer modo de bomba a un primer caudal para hacer girar un carrete de manguera de un sistema de repostaje de un avión en una dirección de arrastre. El fluido hidráulico se transporta desde un conducto de suministro a un conducto de retorno a través de un orificio fijo de un DO mientras la VDMP está en el primer modo de bomba. En el método, la VDMP se cambia para operar en un segundo modo de bomba a un segundo caudal. En respuesta al segundo modo de bomba, el fluido hidráulico se transporta desde el conducto de suministro al conducto de retorno a través tanto del orificio fijo como de un orificio variable del DO. En una realización, el segundo caudal es más de 1 GPM. Por ejemplo, el segundo caudal puede estar en un intervalo de aproximadamente 1 a 5 GPM. En una realización, el orificio variable incluye una válvula solenoide. La referencia en el presente documento a galones significa galones líquidos estadounidenses.

15 El sumario anterior no incluye una lista exhaustiva de todos los aspectos de la presente invención.

#### Breve descripción de los dibujos

20 La presente invención se ilustra a modo de ejemplo y no como limitación en las figuras de los dibujos adjuntos en los que referencias similares indican elementos similares, pero no necesariamente idénticos.

La figura 1 es una ilustración en vista esquemática de un sistema de repostaje en vuelo de acuerdo con una realización.

25 La figura 2 es una ilustración en vista esquemática de un componente de orificio fijo de un orificio doble de acuerdo con una realización.

La figura 3 es una ilustración en vista esquemática de un componente de orificio variable de un orificio doble de acuerdo con una realización.

30 La figura 4A es una ilustración en vista esquemática de un conjunto de motor hidráulico que opera con una motobomba de desplazamiento variable en un modo motor de acuerdo con una realización.

La figura 4B es una ilustración en vista esquemática de un conjunto de motor hidráulico que opera con una motobomba de desplazamiento variable en un modo de bomba a bajo flujo de acuerdo con una realización.

La figura 4C es una ilustración en vista esquemática de un conjunto de motor hidráulico que opera con una motobomba de desplazamiento variable en un modo de bomba a alto flujo de acuerdo con una realización.

35 La figura 5 es un método de uso de un conjunto de motor hidráulico de acuerdo con una realización.

#### Descripción detallada

40 Se describirán diversas realizaciones y aspectos con referencia a los detalles analizados a continuación, y los dibujos adjuntos ilustrarán las diversas realizaciones. La siguiente descripción y los dibujos son ilustrativos y no deben interpretarse como limitantes de la invención. Se describen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión profunda de diversas realizaciones. Sin embargo, en ciertos casos, no se describen detalles bien conocidos o convencionales para proporcionar un análisis conciso de las realizaciones.

45 La referencia en la memoria descriptiva a "una realización" significa que un elemento, estructura o característica particular descrita junto con una realización puede incluirse en al menos una realización. Además, la presencia de la expresión "en una realización" en varios lugares de la memoria descriptiva, no tiene por qué referirse necesariamente a la misma realización en todos los casos.

50 Haciendo referencia a la figura 1, se muestra una ilustración en vista esquemática de un sistema de repostaje en vuelo de acuerdo con una realización. El sistema de repostaje en vuelo incluye un conjunto de motor hidráulico (HMA) 101 que tiene un sistema de conductos para interconectar diversos componentes de HMA 101. El sistema de conductos incluye diversos conductos, tales como el conducto de suministro 102 y el conducto de retorno 104. Además, el HMA 101 incluye una motobomba de desplazamiento variable (VDMP) 110 que se conecta con el conducto de suministro 102 y el conducto de retorno 104. El HMA 101 también incluye el doble orificio (DO) 112 que conecta con el conducto de suministro 102 y el conducto de retorno 104, en paralelo con la VDMP 110.

60 El conducto de suministro 102 puede extenderse desde el HMA 101 al sistema hidráulico de avión 113 a través de una serie de bombas hidráulicas, válvulas, casquillos, conductos, etc. Esta serie de vías de fluido se puede conectar con un depósito (no mostrado) del sistema hidráulico de avión 113 y se puede duplicar total o parcialmente para crear sistemas hidráulicos redundantes del avión que garanticen el suministro de fluido hidráulico al HMA 101 en el caso de fallo de un subsistema, por ejemplo, fallo de una bomba o válvula. El conducto de retorno 104 puede devolver el fluido hidráulico desde el HMA 101 al sistema hidráulico de avión 113. El fluido hidráulico puede ser transportado desde el conducto de retorno 104 al depósito del sistema hidráulico de avión 113 a través de una serie de bombas hidráulicas, válvulas, casquillos, conductos, etc., similares o diferentes de la serie descrita anteriormente con respecto al conducto de suministro 102.

Haciendo referencia aún a la figura 1, el fluido hidráulico se transporta entre el conducto de suministro 102 y el conducto de retorno 104. El transporte de fluido hidráulico entre el conducto de suministro 102 y el conducto de retorno 104 no necesita ser entre los mismos dos puntos. Dependiendo del modo en que esté operando el HMA 101, la dirección y/o trayectoria del flujo de fluido hidráulico puede variar. Por ejemplo, cuando el HMA 101 opera con la VDMP 110 en modo motor, el fluido hidráulico se transporta directamente desde el conducto de suministro 102 al conducto de retorno 104 a través de la VDMP 110 y el DO 112. Por el contrario, cuando el HMA 101 está operando con la VDMP 110 en modo de bomba, el flujo en la VDMP 110 se invierte de tal manera que el fluido hidráulico se transporta desde el conducto de retorno 104 al conducto de suministro 102 a través de la VDMP 110 mientras que el fluido hidráulico se transporta desde el conducto de suministro 102 al conducto de retorno 104 a través del DO 112. Por lo tanto, al menos en una realización, el fluido hidráulico se recircula a través de la VDMP 110 a través del DO 112 cuando la VDMP 110 opera en modo de bomba. Detalles adicionales con respecto a los patrones de flujo en el HMA 101 se proporcionan a continuación.

Se apreciará que un conducto como se usa en el presente documento se refiere generalmente a una vía de fluido, tal como una vía de fluido que existe entre dos componentes del HMA 101. Por lo tanto, cualquier conducto puede estar compuesto por uno o más tubos, mangueras, casquillos, etc., que puedan crear una vía de fluido continua entre los componentes con los que se describe que el conducto está conectado. En diversas realizaciones, el sistema de conductos puede incluir líneas de fluido rígidas, manguera flexible, pasajes perforados en colectores o cualquier volumen de comunicación en el que el fluido esté en un estado funcionalmente equivalente. Más particularmente, los diversos conductos pueden ser tubos rígidos fabricados de cobre, aleación de aluminio, acero o aleación de titanio 3A1-2,5V, como se usa comúnmente en los sistemas hidráulicos de aviones. Sin embargo, la selección del conducto puede basarse en consideraciones tales como presiones operativas, limitaciones de espacio y requisitos de itinerario a través del cuerpo del avión. Por lo tanto, un experto en la materia apreciará que los conductos pueden formarse a partir de diversos otros materiales y formas conocidos que cumplen los requisitos de diseño de un caso particular.

El HMA 101 incluye la VDMP 110 que tiene un primer puerto conectado con el conducto de suministro 102 y un segundo puerto conectado con el conducto de retorno 104. Como se describió anteriormente, cuando la VDMP 110 opera en modo motor, el fluido hidráulico se transporta desde el conducto de suministro 102 al conducto de retorno 104 a través de los puertos de la VDMP 110. Por el contrario, cuando la VDMP 110 opera en modo de bomba, se puede aspirar fluido hidráulico desde el conducto de retorno 104 al conducto de suministro 102 a través de los puertos de la VDMP 110.

La VDMP 110 también incluye el eje estriado 118 que es accionado por, o acciona, los mecanismos internos de la VDMP 110. Sin entrar en detalles, como los mecanismos internos y las funciones de la VDMP 110 serán conocidos por un experto en la materia, la VDMP 110 puede comprender estructuras internas, por ejemplo, Pistones, placas de montaje de pistones, etc., que facilitan la conversión de energía del fluido en energía mecánica, y viceversa. Más particularmente, en el modo de bomba, la VDMP 110 convierte la energía mecánica en el eje estriado 118 en energía del fluido en el fluido hidráulico del HMA 101. Por el contrario, en el modo motor, la VDMP 110 convierte la energía del fluido en el fluido hidráulico del HMA 101 en energía mecánica en el eje estriado 118.

El eje estriado 118 se conecta con el carrete de manguera 119 del sistema de repostaje en vuelo 100 a través de diversas cajas de engranajes, ejes y acoplamientos, como se conoce en la técnica. Adicionalmente, el carrete de manguera 119 puede conectarse con una manguera y un embudo del sistema de repostaje en vuelo 100. Por lo tanto, el eje estriado 118 girará en direcciones opuestas que corresponden a la extensión y retracción de la manguera. Más particularmente, en el modo de bomba, el eje estriado 118 girará en una dirección correspondiente a la rotación del carrete de manguera 119 en una dirección de arrastre y extensión de la manguera. Por el contrario, en el modo motor, el eje estriado 118 girará en una dirección correspondiente a la rotación del carrete de manguera 119 en una dirección de retracción y retracción de la manguera.

Por lo tanto, si la VDMP 110 opera en modo de bomba o motor puede caracterizarse observando el par neto aplicado al eje estriado 118 por la energía del fluido en el HMA 101 y por el carrete de manguera 119. Más particularmente, el par neto aplicado al eje estriado 118 puede considerarse positivo cuando se opera en modo motor y negativo cuando se opera en modo de bomba. Un experto en la materia apreciará que el par al que la VDMP 110 acciona el eje estriado 118, es decir, el par aplicado al eje estriado 118 por la energía del fluido en el HMA 101, puede controlarse mediante la válvula de control electrohidráulica 121. A modo de descripción abreviada, la válvula de control electrohidráulica 121 aumenta o disminuye la presión del fluido hidráulico dentro del pistón de control de desplazamiento solicitado por resorte 125. La presión hidráulica en el pistón de control 125 hace que el pistón se mueva a una posición correspondiente a dicha presión. La posición del pistón de control 125 determina el desplazamiento de la VDMP 110, que a su vez determina el par aplicado al eje estriado 118 por la energía del fluido en el HMA 101 para una presión hidráulica dada suministrada a la VDMP 110.

A modo de ejemplo, cuando la válvula de control electrohidráulica 121 maneja el pistón de control 125 de modo que el desplazamiento de la VDMP 110 sea cero, se transmite un par mínimo al eje estriado 118 por la energía del fluido en el HMA 101. Por lo tanto, si la manguera se despliega desde el fuselaje del avión cisterna, habría un par de resistencia insignificante para contrarrestar el par aplicado al eje estriado 118 mediante arrastre aerodinámico en la manguera a través del carrete de manguera 119. Por lo tanto, el eje estriado 118 giraría libremente y la manguera se

extendería a una velocidad máxima. En este modo de operación, la VDMP 110 puede describirse como operando en el "modo de bomba". Por el contrario, cuando la válvula electrohidráulica 121 maneja el pistón de control 125 de manera que se maximice el desplazamiento de la VDMP 110, se transmite el par máximo al eje estriado 118 por la energía del fluido en el HMA 101. Por lo tanto, en la mayoría de las condiciones, el eje estriado 118 puede superar el par aplicado por la resistencia aerodinámica y el carrete de manguera 119 se hace girar en una dirección de retracción para retraer la manguera sobre el carrete de manguera 119. En este modo de operación, la VDMP 110 puede describirse como operando en el "modo motor".

Se apreciará que la válvula de control electrohidráulica 121 puede controlarse mediante un microprocesador (por ejemplo, como se representa en el ordenador 123) basándose, por ejemplo, en datos de vuelo y comandos proporcionados por, por ejemplo, el piloto de un avión cisterna, equipo de aviónica o diversos sensores del HMA 101. Por lo tanto, el HMA 101 no es un sistema pasivo, sino más bien un sistema controlado activamente, incluso cuando el par neto en el eje estriado es negativo, es decir, cuando la VDMP 110 está operando en el modo de bomba. De manera más específica, el HMA 101 es un sistema de posicionamiento por retroalimentación cuya función principal es mantener la tensión en la manguera de repostaje y, por lo tanto, puede controlar el par aplicado al eje estriado 118 incluso cuando la manguera se extiende. Adicionalmente, la VDMP 110 es un sistema de presión constante en el que el par se controla mediante el desplazamiento variable para equilibrar el par del eje estriado 118 con el par de carga. Tal y como se ha comentado anteriormente, el desplazamiento es controlado por la válvula de control electrohidráulica 121, que opera el pistón de control 125 en un circuito de control por retroalimentación. Cuando el HMA 101 controla el desplazamiento (par de salida) de la VDMP 110 en un punto que es mayor que el requerido para mantener la carga, la VDMP 110 actúa como un motor para hacer girar el carrete de manguera 119 en una dirección de retracción y para retraer la manguera. Se apreciará que no todos los sensores y circuitos de retroalimentación requeridos para la operación de la VDMP 110 se muestran en las figuras adjuntas, y estos sensores y circuitos de retroalimentación también pueden ser controlados por un microprocesador representado por el ordenador 123.

En una realización, el HMA 101 incluye el DO 112 conectado con el conducto de suministro 102 y el conducto de retorno 104 en paralelo con la VDMP 110. La expresión "conectado en paralelo" no implica que el flujo a través de la VDMP 110 y el DO 112 deba estar en la misma dirección. De hecho, el flujo a través de la VDMP 110 y el DO 112 puede estar en direcciones opuestas, por ejemplo, en el caso de que la VDMP 110 opere en modo de bomba, como se describió anteriormente. El DO 112 incluye el orificio fijo 130 y el orificio variable 132, que permiten el flujo a través del DO 112 entre el conducto de suministro 102 y el conducto de retorno 104.

El orificio fijo 130 está dimensionado y configurado para permitir que el flujo de fluido hidráulico desde el conducto de suministro 102 al conducto de retorno 104 a un caudal dado. De manera más específica, el orificio fijo 130 puede ser una restricción de flujo, tal como un orificio mecanizado de precisión formado en un cilindro con un diámetro elegido para restringir el flujo a un caudal predeterminado cuando la VDMP 110 opera en modo motor. Como un ejemplo, el caudal predeterminado puede ser de aproximadamente 1 a 5 GPM cuando la presión del fluido hidráulico en el conducto de suministro 102 es de aproximadamente 3000 psig, ya que la VDMP 110 opera en modo motor. Un experto en la materia apreciará que se pueden usar diversos diámetros y secciones transversales de orificio fijo para lograr estas características de flujo. De manera más específica, la elección de las configuraciones de orificio puede depender de las características del sistema, tales como las propiedades del fluido hidráulico utilizado y la presión del fluido hidráulico suministrado por el sistema hidráulico de avión en operación normal. En una realización, el flujo a través del orificio fijo 130 es continuo, permitiendo un drenaje constante de fluido hidráulico desde el conducto de suministro 102 al conducto de retorno 104. Sin embargo, se contempla que el orificio fijo 130 pueda dimensionarse para limitar el flujo de drenaje a fin de minimizar el flujo desperdiciado de fluido hidráulico y la energía asociada.

El orificio variable 132 también está dimensionado y configurado para permitir que el fluido hidráulico fluya desde el conducto de suministro 102 al conducto de retorno 104. El orificio variable 132 puede proporcionar una restricción de flujo que varía dependiendo de una o más condiciones operativas del HMA 101. Por ejemplo, el orificio variable 132 puede configurarse para no permitir el flujo cuando la VDMP 110 está operando en modo motor o cuando la VDMP 110 está operando en modo de bomba a un caudal bajo. De manera más específica, el orificio variable 132 puede configurarse para permanecer cerrado a menos que la VDMP 110 esté operando, o se espera que opere, en un modo de bomba con un flujo de bomba de al menos 1 GPM. Aún más particularmente, el orificio variable 132 puede configurarse para permanecer cerrado a menos que la VDMP 110 esté operando, o se espere que opere, en un modo de bomba con un flujo de bomba en un intervalo de 1 a 5 GPM. El ordenador 123 puede accionar el orificio variable 132 basándose en las señales proporcionadas por los sensores en todo el HMA 101. Por ejemplo, los componentes del HMA 101 se pueden acoplar con diversos sensores para proporcionar una señal de salida al ordenador 123 proporcional al desplazamiento de la VDMP 110, la velocidad de rotación y la dirección del eje estriado 118 u otras condiciones del sistema. Basándose en estas señales, el ordenador 123 puede calcular un flujo esperado de la VDMP 110, y puede abrir o cerrar el orificio variable 132 para aumentar o disminuir el flujo de fluido hidráulico a través del DO 112 en respuesta al flujo esperado. Por lo tanto, en una realización, el orificio variable 132 puede abrirse antes de cambiar un desplazamiento de la VDMP 110.

En una realización, el HMA 101 puede incluir la válvula 134 para evitar el reflujo del fluido hidráulico desde la VDMP 110 y el DO 112 hacia el sistema hidráulico de avión 113. Por ejemplo, la válvula 134 puede ser una válvula de retención que limita el flujo en una sola dirección. Por lo tanto, la válvula 134 puede orientarse para permitir que el

fluido hidráulico fluya desde el sistema hidráulico de avión 113 a la VDMP 110 y el DO 112 cuando la presión del fluido hidráulico en una entrada de la válvula 134 excede la presión del fluido hidráulico en una salida de la válvula 134. Por el contrario, la válvula 134 puede impedir el reflujo del fluido hidráulico desde la VDMP 110 y el DO 112 al sistema hidráulico del avión 113 si la presión del fluido hidráulico en la salida excede la presión del fluido hidráulico en la  
 5 entrada. Se apreciará que la válvula 134 no necesita ser una válvula de retención. Por ejemplo, la válvula 134 puede ser una válvula controlada electromecánicamente, tal como una válvula de dos puertos que es controlada por el ordenador 123 en respuesta a diversos datos de retroalimentación de, por ejemplo, sensores de presión y flujo. Por lo tanto, la válvula 134 puede emular la operación de una válvula de retención al ser controlada de acuerdo con diversas condiciones del sistema.

Habiendo descrito generalmente una realización del HMA 101, ahora se prestará más atención a varios componentes del DO 112. Haciendo referencia ahora a la figura 2, se muestra una ilustración de vista esquemática de un componente de orificio fijo de un orificio doble de acuerdo con una realización. El orificio fijo 130 incluye el puerto de suministro 202 y el puerto de retorno 204. El puerto de suministro 202 se puede conectar con el conducto de suministro 102 y el puerto de retorno 204 se puede conectar con el conducto de retorno 104. Por ejemplo, el puerto de suministro 202 y el puerto de retorno 204 pueden incluir cualquiera de diversos casquillos, por ejemplo, roscados o de abrazadera, que son conocidos en la técnica para interconectar conductos hidráulicos. El orificio fijo 130 también incluye el canal 206 entre el puerto de suministro 202 y el puerto de retorno 204. El canal 206 transporta fluido desde el conducto de suministro 102 al conducto de retorno 104. Además, el orificio fijo 130 incluye la restricción 308 ubicada dentro del canal 206. La restricción 308 limita el flujo a través del orificio fijo 130. Se apreciará que la restricción 308 puede configurarse con numerosas formas para producir el efecto de flujo deseado. Por ejemplo, la restricción 308 puede conformarse de una manera para mantener el flujo laminar de fluido hidráulico o para inducir un flujo turbulento, si se desea. Sin limitación, la restricción 308 puede ser un orificio liso, un orificio de bordes afilados o un orificio rugoso de diversos diámetros y secciones transversales.

Por lo tanto, se apreciará que, al menos en una realización, el orificio fijo 130 se puede configurar como una restricción de flujo simple formada en un canal. Sin embargo, se apreciará que el orificio fijo 130 también puede materializarse mediante muchas otras válvulas y limitadores de flujo. Por ejemplo, al menos en una realización alternativa, el orificio fijo 130 puede incluir una válvula solenoide que se mantiene en un estado abierto para permitir el flujo continuo de fluido hidráulico a través de la válvula solenoide. Esta y otras realizaciones serán contempladas por un experto en la materia dentro del alcance de esta descripción.

Haciendo referencia ahora a la figura 3, se muestra una ilustración de vista esquemática de un componente de orificio variable de un orificio doble de acuerdo con una realización. El orificio variable 132 puede incluir una válvula solenoide, como se representa en la figura 3. Los diversos componentes del orificio variable 132 que tienen una válvula solenoide se pueden empaquetar dentro de uno o más subconjuntos, tales como la carcasa 314. De manera más específica, el orificio variable 132 puede incluir el puerto de suministro 302 conectado con el conducto de suministro 102 y el puerto de retorno 304 conectado con el conducto de retorno 104. El flujo de fluido hidráulico desde el puerto de suministro 302 al puerto de retorno 304 puede verse afectado por el accionamiento del émbolo 306. De manera más específica, el émbolo 306 puede moverse entre una primera posición, en la que restringe o impide el flujo a través del conducto de retorno 104, a una segunda posición, en la que permite dicho flujo. Aún más particularmente, cuando la válvula solenoide está desconectada de la energía, el émbolo 306 puede ser solicitado hacia el puerto de retorno 304 por el resorte 308 para obstruir el flujo de fluido hidráulico a través del puerto de retorno 304. Sin embargo, cuando se suministra energía a la válvula solenoide, el émbolo 306 puede alejarse del puerto de retorno 304 mediante una fuerza magnética aplicada al émbolo 306, o un componente relacionado. La fuerza magnética puede resultar del flujo de corriente a través de los devanados de bobina 310, como se conoce en la técnica. Los devanados 310 pueden recibir energía mediante la electricidad proporcionada por el cableado 312.

Por lo tanto, se apreciará que, al menos en una realización, el orificio variable 132 puede incluir, o estar representado por, una válvula solenoide. Sin embargo, se apreciará además que el orificio variable puede materializarse mediante cualquier número de válvulas y casquillos de salida variable, tales como los que son accionados por motores o sistemas hidráulicos, como se conoce en la técnica. Además, se apreciará que, aunque el orificio variable 132 se ha descrito principalmente como teniendo estados discretos abiertos y cerrados, el orificio variable 132 podría incluir como alternativa una vía de fluido hidráulico con un diámetro variable, de modo que el flujo se pueda aumentar y disminuir gradualmente desde una configuración cerrada a una configuración de flujo máximo, en lugar de estar completamente abierto o completamente cerrado.

En otra realización más, el orificio fijo 130 y el orificio variable 132 pueden reemplazarse con un único componente de orificio que simula la función de los dos orificios. Por ejemplo, se puede usar un orificio variable único como el orificio variable 132 mostrado en la figura 4 que tiene una configuración de flujo bajo y de flujo alto. En la configuración de flujo bajo, se puede colocar un émbolo del orificio variable único para permitir un primer flujo. Por ejemplo, en la configuración de flujo bajo, el orificio variable único puede permitir el flujo en un intervalo de 1 a 5 GPM cuando la presión del fluido hidráulico en el conducto de suministro 102 está a una presión de 3000 psig. En la configuración de flujo alto, el émbolo se puede mover para permitir un segundo flujo, tal como un flujo en un intervalo de 6 a 20 GPM. Por lo tanto, el orificio variable alternativo puede simular el orificio fijo 130 en la configuración de flujo bajo y puede simular la combinación del orificio fijo 130 y el orificio variable 132 en la configuración de flujo alto. Este flujo variable

se puede lograr diseñando el flujo del componente de orificio único para que dependa de la carrera, así como del espacio diametral entre el émbolo 306 y el puerto de retorno 304, como será evidente para un experto en la materia.

5 En otra realización más, el DO 112 se puede reemplazar con una válvula de derivación de orificios múltiples con más de dos orificios. Por ejemplo, el DO 112 puede tener tres o más orificios de diversas capacidades de caudal. Estos orificios pueden ser fijos o variables. Por lo tanto, la expresión "doble orificio" como se usa en esta descripción no debe interpretarse como limitada a dos orificios.

10 Los diversos componentes del HMA 101 descritos anteriormente, así como los subcomponentes de esos componentes, pueden fabricarse a partir de materiales que se usan comúnmente en los sistemas hidráulicos de aviones. Por ejemplo, al menos en una realización, uno o más componentes pueden estar formados total o parcialmente a partir de grupos de materiales que incluyen cobre, aleación de aluminio, acero o aleación de titanio 3Al-2,5V. Además, un experto en la materia apreciará que los diversos componentes pueden diseñarse con diversas formas, perfiles y secciones transversales para lograr la funcionalidad descrita anteriormente. Estas diversas características y modificaciones se han omitido en algunos casos en aras de la brevedad, pero se considera que están dentro del alcance de la descripción.

20 Habiendo perfilado varias características del HMA 101 y sus componentes, ahora se proporcionarán detalles adicionales relacionados con los patrones de flujo de fluido hidráulico a través del HMA 101 en diferentes condiciones operativas. Haciendo referencia ahora a la figura 4A, se muestra una ilustración de vista esquemática de un conjunto de motor hidráulico que opera con una VDMP 110 en un modo motor de acuerdo con una realización. Con la VDMP 110 operando en este modo, el eje estriado 118 y el carrete de manguera 119 se hacen girar en una dirección de retracción para hacer que la manguera se retraiga sobre el carrete de manguera 119. De nuevo, este es un proceso que involucra la operación del sistema HMA 101 controlado por retroalimentación utilizando comandos activos del sistema y diversos circuitos de retroalimentación.

30 Como se expuso antes, mientras la VDMP 110 opera en modo motor, el fluido hidráulico circula desde el conducto de suministro 102 a través de la VDMP 110 y el DO 112. De manera más específica, el fluido hidráulico fluye a través de la VDMP 110 y se drena a través del orificio fijo 130 del DO 112. El fluido hidráulico acciona la VDMP 110 en modo motor para retraer la manguera y vuelve al sistema hidráulico de avión 113 a través del conducto de retorno 104. Al menos en una realización, no hay flujo a través del orificio variable 132 del DO 112 en modo motor. Normalmente no hay necesidad de dicho flujo ya que el fluido hidráulico se dirige de manera óptima a través de la VDMP 110 para generar un par suficiente para retraer la manguera sobre el carrete de manguera 119. Por lo tanto, el drenaje de fluido hidráulico a través del DO 112 se limita al flujo a través del orificio fijo 130 al cerrar el orificio variable 132 mientras la VDMP 110 opera en modo motor. La limitación del drenaje es deseable porque el drenaje del fluido hidráulico es esencialmente un flujo desperdiciado y pérdida de energía, dado que el flujo de drenaje no se usa para generar par a través de la VDMP 110. En una realización, el orificio fijo 130 puede drenar continuamente fluido hidráulico a un caudal en un intervalo de 1 a 5 GPM.

40 Haciendo referencia ahora a la figura 4B, se muestra una ilustración de vista esquemática de un conjunto de motor hidráulico que funciona con una VDMP 110 en un modo de bomba a bajo flujo de acuerdo con una realización. Sobre la base de la descripción anterior, el fluido hidráulico aún se transporta a través del DO 112 desde el conducto de suministro 102 al conducto de retorno 104 cuando la VDMP 110 opera en un modo de bomba de bajo flujo. Sin embargo, en este modo de operación, el fluido hidráulico fluye a través de la VDMP 110 desde el conducto de retorno 104 al conducto de suministro 102. El flujo a través de la VDMP 110 puede ser relativamente bajo cuando la manguera se arrastra a baja velocidad o baja tensión. De manera más específica, el flujo generado por la VDMP 110 en un modo de bomba de bajo flujo generalmente puede estar en un intervalo de aproximadamente 1 a 5 GPM para producir un par de salida suficiente en el eje estriado 118 para mantener la rotación del carrete de manguera 119 a la velocidad adecuada. Se apreciará que esta velocidad podría ser realmente cero, como en el caso en que el carrete de manguera 119 se mantiene estacionario para mantener la manguera en una posición constante.

55 Como se ha expuesto antes, dado que el flujo a través de la VDMP 110 permanece por debajo de aproximadamente 1 a 5 GPM en el modo de bomba de bajo flujo, el orificio fijo 130 normalmente proporciona un pasaje suficiente para que el fluido hidráulico circule a través del DO 112. Por lo tanto, el orificio variable 132 puede permanecer cerrado para limitar el drenaje del sistema hidráulico de avión 113. Como se describirá más adelante, el sistema hidráulico de avión 113 puede suministrar fluido hidráulico al DO 112 para mantener el orificio fijo 130 a un caudal nominal cuando el flujo a través de la VDMP 110 que opera en el modo de bomba de bajo flujo está por debajo del caudal nominal.

60 Haciendo referencia a la figura 4C, se muestra una ilustración de vista esquemática de un conjunto de motor hidráulico que funciona con una VDMP 110 en un modo de bomba a alto flujo de acuerdo con una realización. En el modo de bomba de alto flujo, el fluido hidráulico fluye a través de la VDMP 110 desde el conducto de retorno 104 al conducto de suministro 102. Como se ha expuesto antes, el flujo a través de la VDMP 110 se puede aumentar para adaptarse a los requisitos de mayor par de salida. Los requisitos de par de salida pueden aumentar debido a, por ejemplo, por ejemplo, altas cargas aerodinámicas debido a condiciones meteorológicas adversas o al aumento de las cargas aplicadas por el avión receptor durante la fase de desconexión con flujo. En estos escenarios, se debe transmitir un mayor par al carrete de manguera 119 a través del eje estriado 118. Por lo tanto, el desplazamiento de la VDMP 110

está controlado por el ordenador 123 para operar la VDMP 110 en un modo de bomba de alto flujo. En este modo, los flujos pueden exceder el límite superior de flujo bajo de aproximadamente 1 a 5 GPM. Como un ejemplo, el flujo de fluido hidráulico a través de la VDMP 110 se puede aumentar a aproximadamente 12,5 GPM en el modo de bomba de alto flujo.

5 Para adaptarse al aumento del flujo a través de la VDMP 110, el fluido hidráulico puede dirigirse a través del orificio fijo 130 y el orificio variable 132 del DO 112. De manera más específica, el orificio variable 132 puede ser accionado a una posición abierta por el ordenador 123 en respuesta a la determinación de que el flujo de bomba desde la VDMP 110 excederá los niveles predeterminados. Esta determinación puede incluir el cálculo del flujo esperado que resultará de los cambios en la operación de la VDMP 110, por ejemplo, desplazamiento o velocidad, requeridos para lograr la salida de par necesaria. Aún más particularmente, el orificio variable 132 puede abrirse para permitir que un caudal de aproximadamente 5 a 15 GPM de fluido hidráulico fluya desde el conducto de suministro 102 al conducto de retorno 104. Por lo tanto, el flujo combinado a través del orificio fijo 130 y el orificio variable 132 del DO 112 puede dar como resultado un flujo total en un intervalo de aproximadamente 6 a 20 GPM a través del DO 112. Como se describirá más adelante, el sistema hidráulico de avión 113 puede suministrar fluido hidráulico al DO 112 para mantener el orificio fijo 130 y el orificio variable 132 a un caudal nominal combinado cuando el flujo a través de la VDMP 110 que opera en el modo de bomba de alto flujo está por debajo del caudal nominal combinado.

20 Haciendo referencia a la figura 5, se muestra un método de uso de un conjunto de motor hidráulico de acuerdo con una realización. En la operación 501, la VDMP 110 se opera en un primer modo de bomba. Por ejemplo, la VDMP 110 se puede operar en un modo de bomba de bajo flujo. Ahora se apreciará que este modo puede usarse cuando la manguera se arrastra a baja velocidad y/o baja tensión, es decir, cuando se requiere un bajo par de salida. Como se ha expuesto antes, el desplazamiento y la velocidad de la VDMP 110 pueden controlarse mediante el ordenador 123 a través del accionamiento del pistón de control 125 en respuesta a diversas señales de retroalimentación de los sensores, por ejemplo, transductores de desplazamiento de transformador diferencial variable lineal, sensores de velocidad dobles y sensores de célula de carga conectados con una caja de engranajes planetarios (no mostrada) que se coloca entre el eje estriado 118 y el carrete de manguera 119, lo que indica que se requiere un par de salida bajo. Más particularmente, en este modo, la VDMP 110 puede funcionar para generar solo aproximadamente de 1 a 5 GPM de flujo de fluido hidráulico desde el conducto de retorno 104 al conducto de suministro 102.

30 En la operación 505, el fluido hidráulico se transporta a través del orificio fijo 130 del DO 112 mientras que la VDMP 110 opera en el modo de bomba de bajo flujo. En una realización, este fluido puede ser una combinación de fluido hidráulico que fluye desde el sistema hidráulico de avión 113 y fluido hidráulico que fluye inversamente desde el primer puerto de la VDMP 110. Por ejemplo, en una realización, el orificio fijo 130 permite 5 GPM de flujo de fluido hidráulico cuando el fluido hidráulico en el conducto de suministro 102 está a aproximadamente 3000 psig. Sin embargo, si la VDMP 110 se opera en un modo de bomba de bajo flujo con un flujo de solo 3 GPM para lograr la salida de par necesaria, entonces se requiere un flujo adicional para mantener el orificio fijo 130 en condiciones de flujo óptimas. Por lo tanto, el sistema hidráulico de avión 113 puede suministrar 2 GPM de flujo de fluido hidráulico al orificio fijo 130 para mantener el orificio fijo 130 a la capacidad máxima de flujo de 5 GPM. Si el flujo a través de la VDMP 110 disminuye para generar un par de salida menor, entonces el suministro de fluido hidráulico desde el sistema hidráulico de avión 113 aumentará, manteniendo el orificio fijo 130 a la capacidad máxima de flujo. Del mismo modo, si el flujo a través de la VDMP 110 aumenta para generar más par de salida, entonces el suministro de fluido hidráulico desde el sistema hidráulico de avión 113 disminuirá, manteniendo el orificio fijo 130 a la capacidad máxima de flujo. Por lo tanto, el fluido hidráulico recirculado a la VDMP 110 puede ser una mezcla de fluido hidráulico proveniente del sistema hidráulico de avión 113 y fluido hidráulico proveniente de la VDMP 110.

50 En una realización, la mezcla de fluido hidráulico del sistema hidráulico de avión 113 y la VDMP 110 a medida que fluye a través del orificio fijo 130 tiene un efecto global de enfriamiento sobre el fluido hidráulico que se recircula a la VDMP 110. Dado que el volumen total de fluido en el circuito de recirculación es pequeño, la temperatura del fluido alcanzará rápidamente un nivel intolerable si el fluido pasa repetidamente a través del orificio fijo 130. El calentamiento excesivo puede dañar el fluido hasta el punto de tener que reemplazarlo porque se vuelve corrosivo, las juntas de elastómero pueden resultar dañadas o destruidas, y el fluido sobrecalentado puede presentar un peligro de incendio. Sin embargo, el fluido hidráulico que fluye del sistema hidráulico de avión 113 puede ser más frío que el fluido hidráulico recirculado. Por lo tanto, la mezcla de fluido hidráulico del sistema hidráulico de avión 113 y la VDMP 110 en el DO 112 suministrará fluido hidráulico más frío a una salida del DO 112 que de lo contrario sería el caso si el mismo fluido hidráulico se recirculara continuamente durante el modo de bomba. Una parte del fluido mezclado se devolverá al sistema hidráulico de avión 113 a través del conducto de retorno 104, donde se puede disipar el calor impartido. Adicionalmente, una parte del fluido mezclado se recirculará a la VDMP 110 en el modo de bomba a la temperatura enfriada. Por lo tanto, la función de mezcla del DO 112 puede evitar daños al fluido hidráulico dentro del HMA 101, así como a la VDMP 110.

60 En la operación 510, el ordenador 123 recibe señales de retroalimentación que indican que la VDMP 110 requiere una salida de par aumentada. Por ejemplo, las señales de retroalimentación que indican que las altas cargas aerodinámicas requieren un alto par de frenado o que el avión receptor está tratando de desengancharse dentro del rango de repostaje, es decir, durante una etapa de desconexión con flujo del ciclo de repostaje, pueden ser recibidas por el ordenador 123. Estas señales pueden ser generadas por cualquiera de los sensores descritos anteriormente.



En respuesta a estas señales, el ordenador 123 calcula un flujo esperado de la bomba resultante del ajuste de la VDMP 110 para lograr el par de salida requerido. Por ejemplo, el ordenador 123 puede determinar que el flujo esperado de la VDMP 110 entrará en un modo de bomba de alto flujo y excederá un caudal predeterminado como resultado de cambios en el desplazamiento de la VDMP 110 para lograr un alto par de frenado necesario. Como se describió anteriormente, este caudal predeterminado podría ser mayor que 1 GPM, tal como en un intervalo de aproximadamente 1 a 5 GPM.

En la operación 515, en respuesta a que el ordenador 123 calcula el flujo esperado basándose en las señales de retroalimentación recibidas en la operación 510 y determina que el flujo esperado está por encima del nivel predeterminado, el ordenador 123 acciona el orificio variable 132 para aumentar el caudal permisible del DO 112. El accionamiento puede ser causado por, por ejemplo, la activación de una válvula solenoide del orificio variable 132.

En la operación 520, la VDMP 110 puede funcionar en un segundo modo de bomba. Por ejemplo, la VDMP 110 puede funcionar en el modo de bomba de alto flujo. Como se describió anteriormente, el ordenador 123 puede controlar el desplazamiento y la velocidad de la VDMP 110 a través del accionamiento del pistón de control 125. Como resultado, el flujo de bomba de la VDMP 110 aumentará hasta que la VDMP 110 entre en el modo de bomba de alto flujo. En una realización, la VDMP 110 entrará en el modo de bomba de alto flujo cuando el flujo generado por la VDMP 110 exceda el caudal predeterminado. Este caudal predeterminado se puede elegir para que coincida con la capacidad de flujo del orificio fijo 130. Por ejemplo, como se describió anteriormente, en al menos una realización, este caudal predeterminado puede estar en un intervalo de aproximadamente 1 a 5 GPM.

En la operación 525, el fluido hidráulico se transporta a través del orificio fijo 130 y el orificio variable 132 del DO 112. El DO 112 puede permitir un flujo de fluido hidráulico de aproximadamente 6 a 20 GPM cuando tanto el orificio fijo 130 como el orificio variable 132 están abiertos y la presión del fluido hidráulico en el conducto de suministro 102 es de aproximadamente 3000 psig. Por ejemplo, en dichas condiciones, el orificio fijo 130 puede adaptarse al flujo de fluido hidráulico en un intervalo de aproximadamente 1 a 5 GPM y el orificio variable 132 puede adaptarse al flujo de fluido hidráulico en un intervalo de aproximadamente 5 a 15 GPM. Sin embargo, como se ha indicado anteriormente, el DO 112 puede adaptarse a otras condiciones de flujo máximo a través del orificio fijo 130 y el orificio variable 132. Además, se apreciará que el flujo de fluido hidráulico a través del DO 112 en este modo puede ser una mezcla de fluido hidráulico recirculado desde la VDMP 110 y suministrado por el sistema hidráulico de avión 113, de manera similar a la descrita anteriormente con respecto a la operación 505. De manera más específica, el sistema hidráulico de avión 113 puede suministrar fluido hidráulico adicional al DO 112 para mantener el DO 112 a una capacidad de flujo máxima cuando el flujo generado por la VDMP 110 es menor que la capacidad de flujo máxima. Por lo tanto, la salida del DO 112 puede ser una mezcla enfriada de fluido hidráulico que evita daños a la VDMP 110 y devuelve el calor generado por el DO 112 al sistema hidráulico de avión 113, donde puede ser disipado.

En la memoria descriptiva anterior, la invención se ha descrito con referencia a realizaciones ejemplares específicas de la misma. Será evidente que se pueden realizar diversas modificaciones a las mismas sin apartarse del alcance de la invención como se establece en las siguientes reivindicaciones. La descripción y los dibujos deben considerarse, por consiguiente, en un sentido ilustrativo y no restrictivo.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de repostaje en vuelo (100) que comprende:
  - 5 un sistema hidráulico de avión (113) que tiene un conducto de suministro (102) y un conducto de retorno (104); un carrete de manguera (119); un conjunto de motor hidráulico (101), que comprende:
    - 10 una motobomba de desplazamiento variable (110) acoplada con el conducto de suministro (102) y el conducto de retorno (104) y que comprende un eje estriado (118) acoplado con el carrete de manguera (119), en el que la motobomba de desplazamiento variable (110) opera en un modo de bomba a un caudal para hacer girar el carrete de manguera (119) en una dirección de arrastre; caracterizado por que el conjunto del motor hidráulico (101) comprende, además
      - 15 un orificio doble (112) acoplado con el conducto de suministro (102) y el conducto de retorno (104) en paralelo con la motobomba de desplazamiento variable (110), comprendiendo el orificio doble (112):
        - un orificio fijo (130) para transportar continuamente fluido hidráulico desde el conducto de suministro (102) al conducto de retorno (104); y
        - 20 un orificio variable (132) configurado para transportar fluido hidráulico desde el conducto de suministro (102) al conducto de retorno (104) solo cuando la motobomba de desplazamiento variable (110) opera en el modo de bomba y el caudal alcanza un valor predeterminado.
- 25 2. El sistema de repostaje en vuelo (100) de la reivindicación 1, en el que el orificio variable (132) transporta fluido hidráulico a un caudal en un intervalo de 18,9 a 29,9 litros (5 a 15 galones estadounidenses) por minuto.
- 30 3. El sistema de repostaje en vuelo (100) de la reivindicación 1 o 2, en el que el orificio variable comprende una válvula solenoide.
4. El sistema de repostaje en vuelo (100) de la reivindicación 1, 2 o 3, que comprende además una válvula de retención (134) ubicada entre la motobomba de desplazamiento variable (110) y el sistema hidráulico de avión (113) para evitar el reflujo de fluido hidráulico en el sistema hidráulico de avión (113).
- 35 5. El sistema de repostaje en vuelo (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el orificio fijo (130) está configurado para transportar continuamente fluido hidráulico a un caudal en un intervalo de 3,78 - 18,9 litros (1 a 5 galones estadounidenses) por minuto cuando el fluido hidráulico en el conducto de suministro está a 21 MPa (3000 psig) de presión.
- 40 6. Un método para operar un sistema de repostaje en vuelo, que comprende:
  - 45 operar una motobomba de desplazamiento variable (110) en un primer modo de bomba a un primer caudal para hacer girar un carrete de manguera (119) de un sistema de repostaje en vuelo (100) en una dirección de arrastre; caracterizado por que el método comprende, además:
    - transportar fluido hidráulico desde un conducto de suministro (102) a un conducto de retorno (104) a través de un orificio fijo (130) de un orificio doble (112); operar la motobomba de desplazamiento variable (110) en un segundo modo de bomba a un segundo caudal; y
    - transportar fluido hidráulico desde el conducto de suministro (102) al conducto de retorno (104) a través tanto del orificio fijo (130) como de un orificio variable (132) del orificio doble (112) en respuesta al segundo modo de bomba.
  - 50 7. El método de la reivindicación 6, en el que el segundo caudal es más de 3,78 litros (1 galón estadounidense) por minuto.
  - 55 8. El método de la reivindicación 6 o 7, en el que el segundo caudal está en un intervalo de 3,78-18,9 litros (1 a 5 galones estadounidenses) por minuto.
  - 60 9. El método de la reivindicación 6, 7 u 8, en el que el orificio fijo (130) transporta continuamente fluido hidráulico a un caudal en un intervalo de 3,78-18,9 litros (1 a 5 galones estadounidenses) por minuto cuando el fluido hidráulico en el conducto de suministro está a 21 MPa (3000 psig) de presión.
  10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en el que el orificio variable (132) transporta fluido hidráulico a un caudal en un intervalo de 18,9 a 29,9 litros (5 a 15 galones estadounidenses) por minuto.
  - 65 11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, en el que el orificio variable (132) comprende una válvula solenoide.

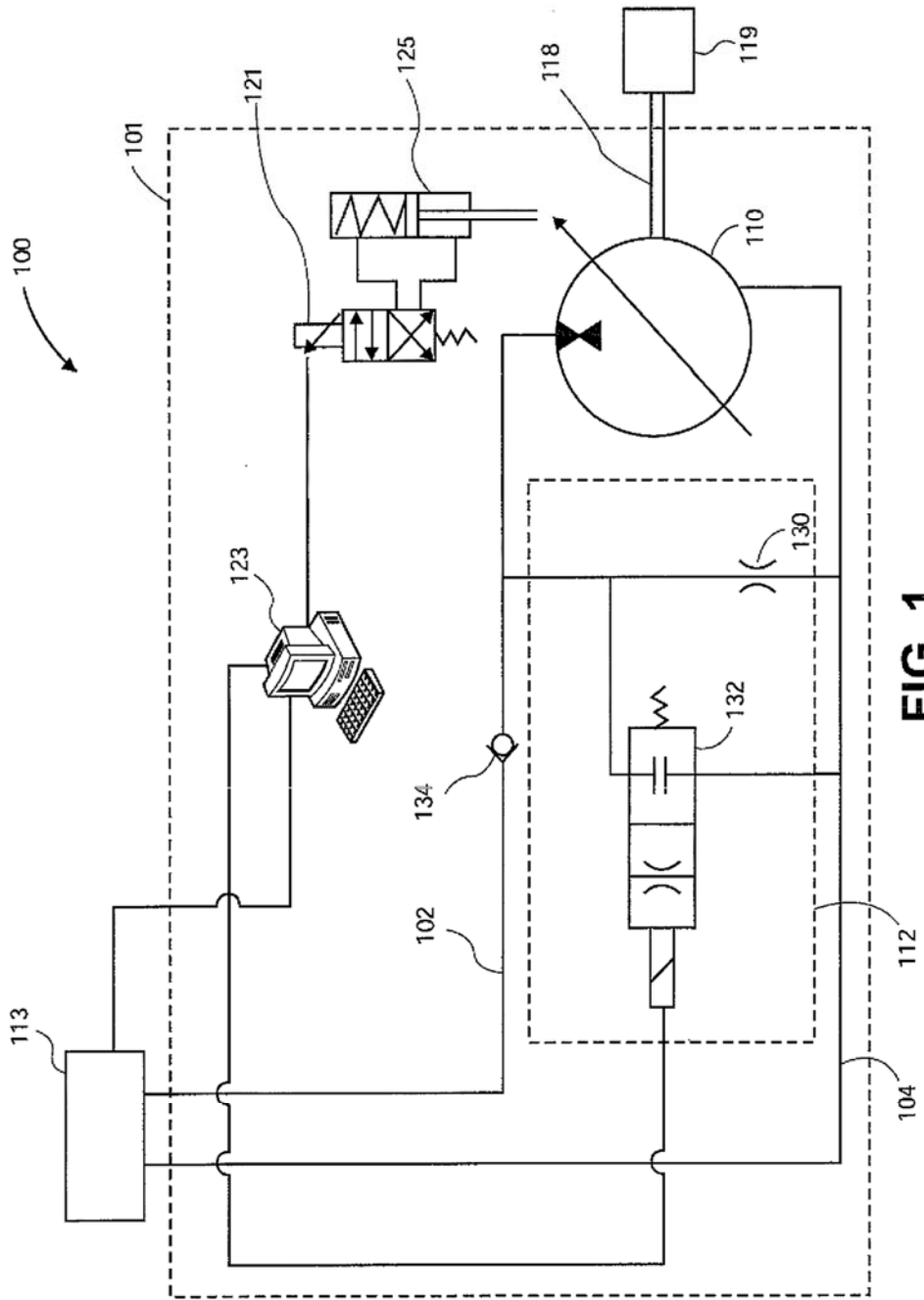
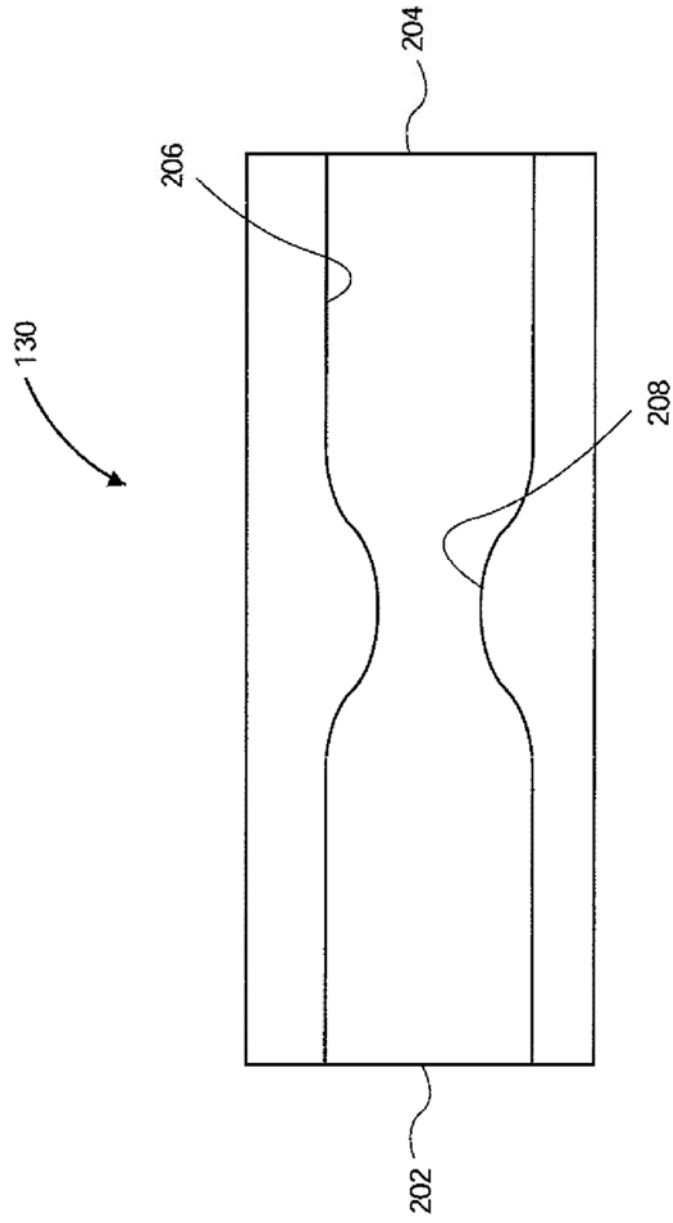
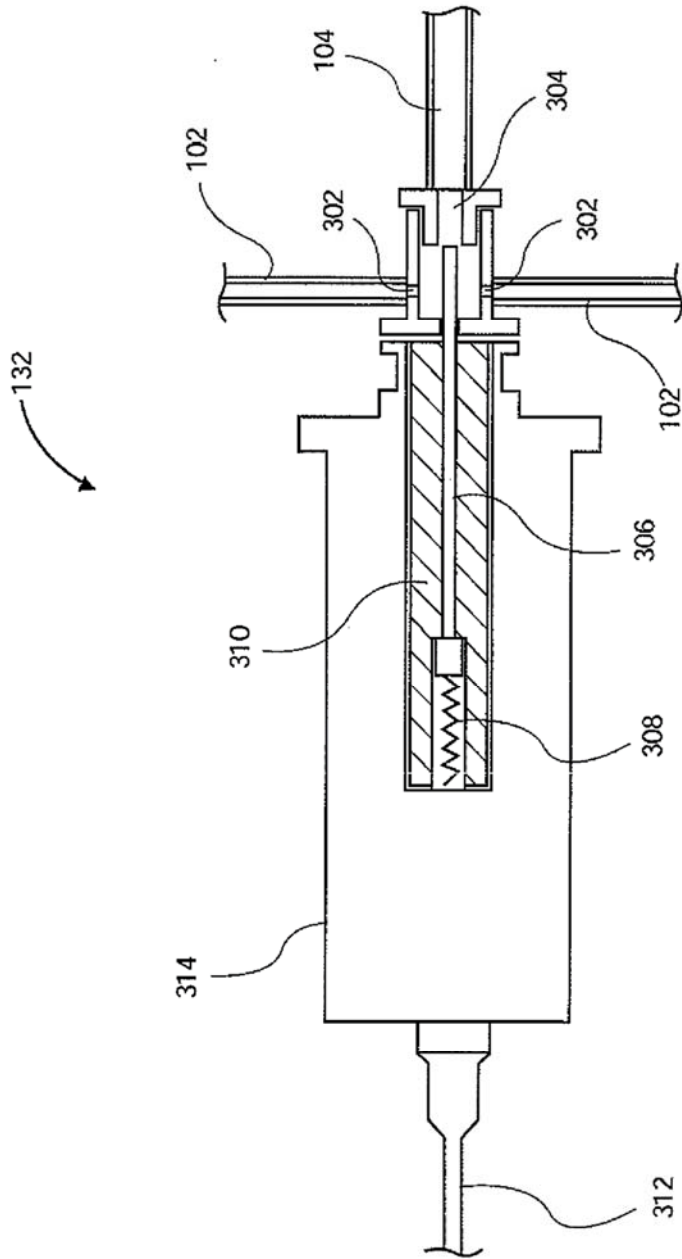


FIG. 1



**FIG. 2**



**FIG. 3**

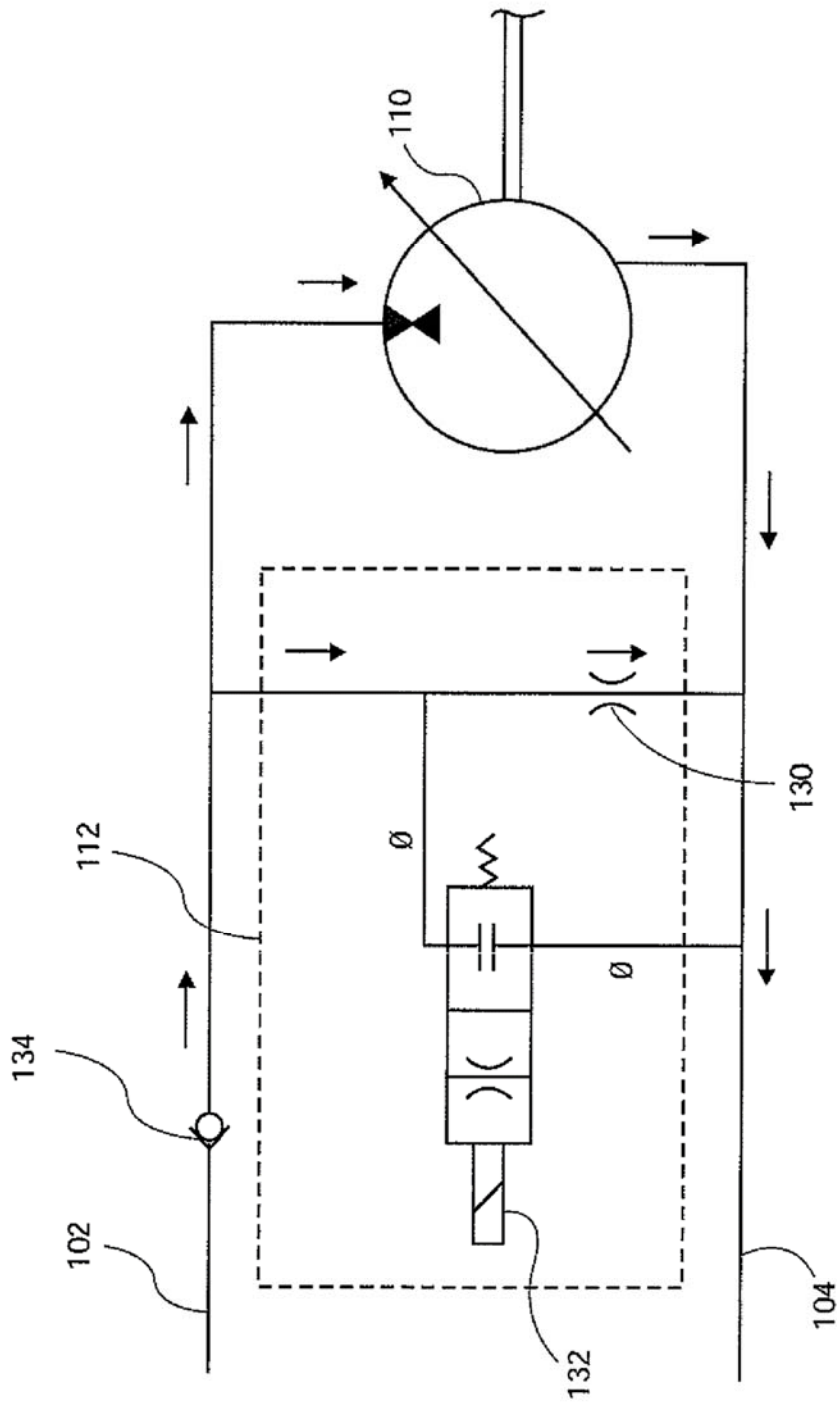
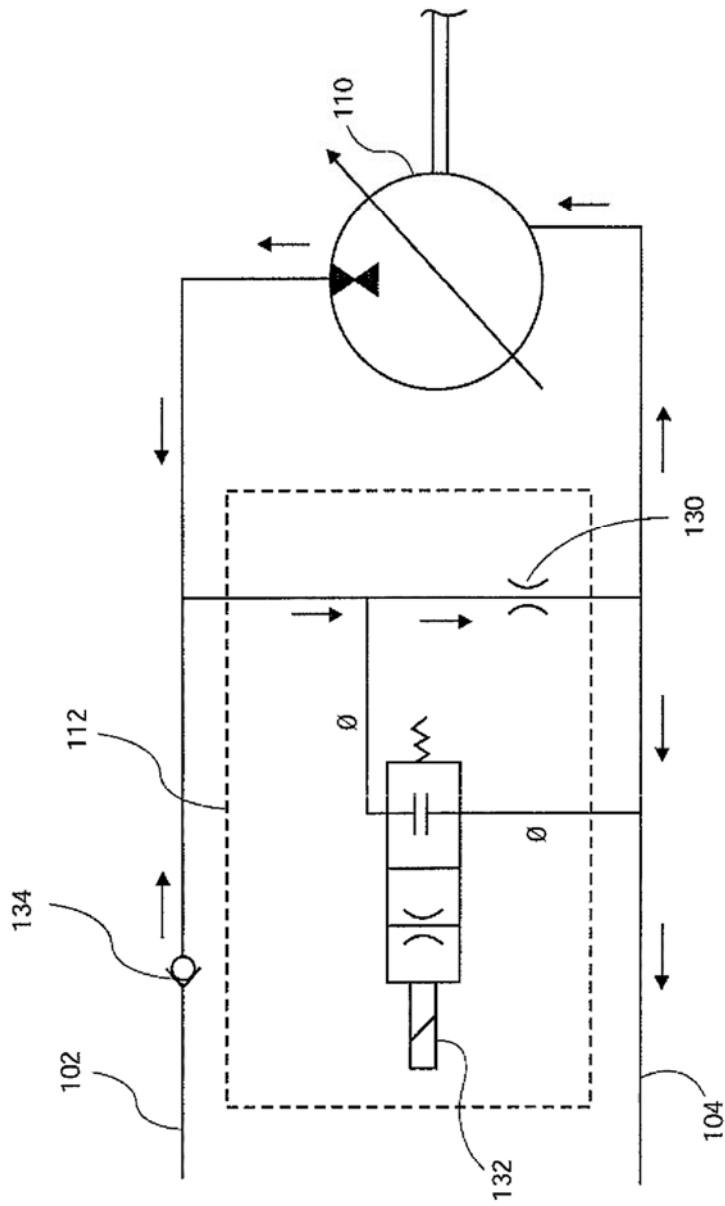
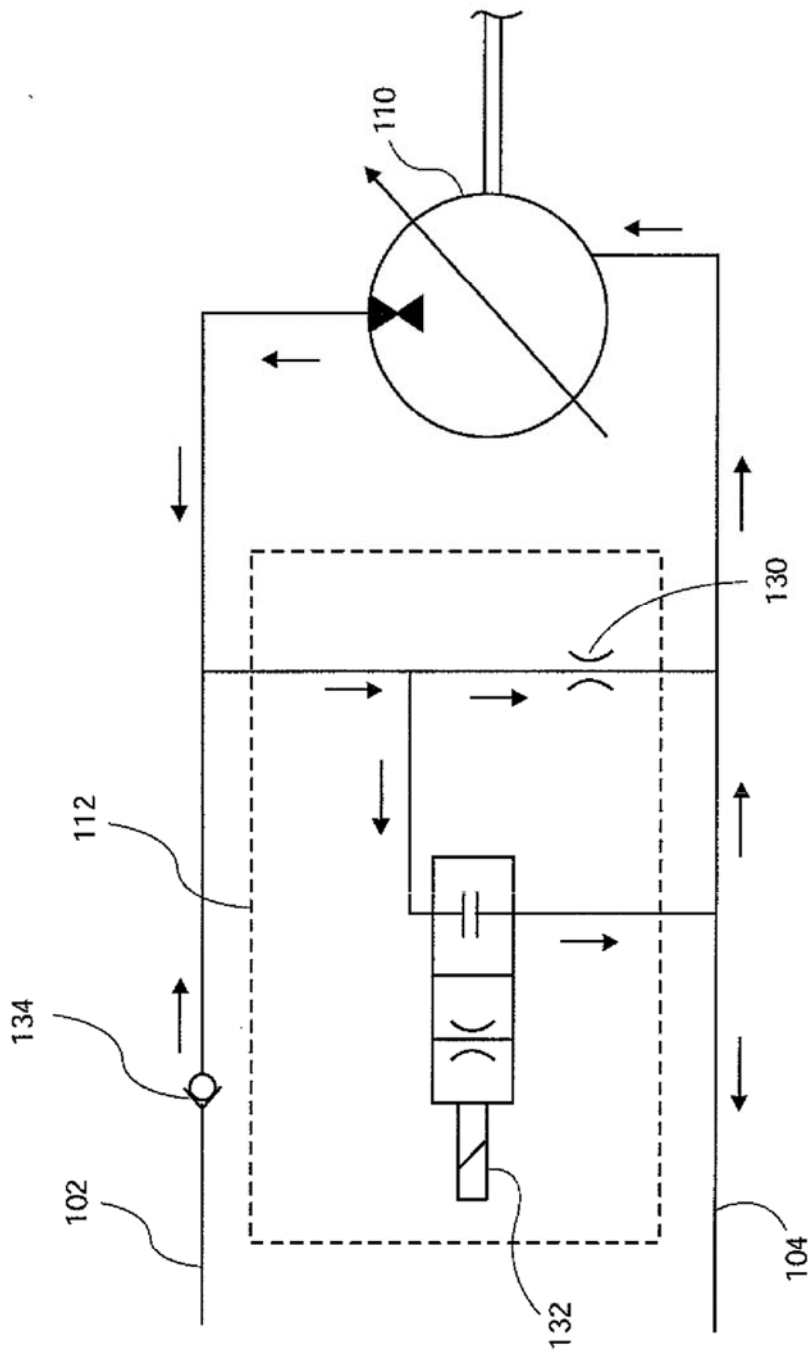


FIG. 4A

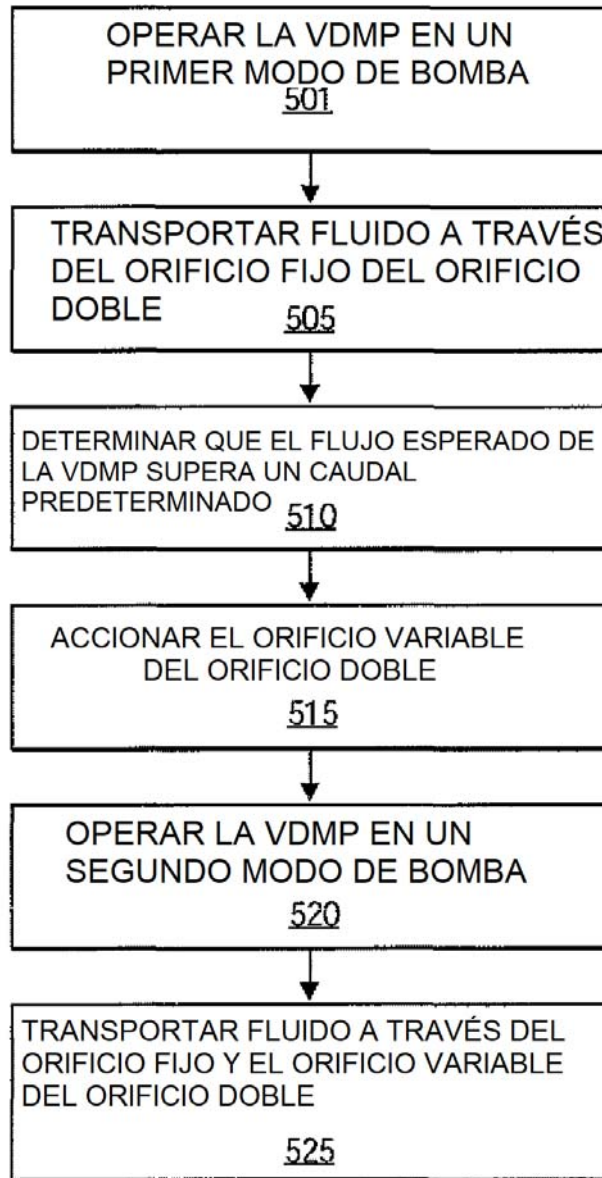


**FIG. 4B**



**FIG. 4C**





**FIG. 5**