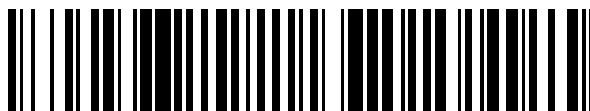


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 719**

51 Int. Cl.:

F03D 80/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.07.2013 PCT/EP2013/002035**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.01.2014 WO14009011**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2013 E 13737141 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 2872776**

54 Título: **Aerogenerador con un sistema de ajuste de ángulo de paso**

30 Prioridad:

11.07.2012 DE 102012013767

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

05.03.2019

73 Titular/es:

**LIEBHERR-COMPONENTS BIBERACH GMBH
(100.0%)**

**Hans-Liebherr-Strasse 45
88400 Biberach an der Riß , DE**

72 Inventor/es:

**GAILE, ANTON;
STAIMER, ANTON;
WENNHELLER, OLIVER y
LAVERGNE, HANS-PETER**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 702 719 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

Aerogenerador con un sistema de ajuste de ángulo de paso

La presente invención se refiere a un aerogenerador con un sistema de ajuste de ángulo de paso para el ajuste al menos al menos de un ala de rotor del aerogenerador, así como un sistema de ajuste de ángulo de paso para un aerogenerador.

Al ajuste de pala de rotor de aerogeneradores también se le llama sistema de ajuste de ángulo de paso. El ajuste de pala de rotor en un aerogenerador (WEA, de las siglas en alemán) sirve en este sentido para la regulación de la velocidad de giro del rotor en caso de velocidades de viento en aumento. Si la denominada velocidad nominal se supera, las palas de rotor a través de una lógica de control giran en paralelo a la dirección del viento o se regula el ángulo de paso. El ángulo de pivotado máximo se sitúa en este sentido en aproximadamente 90°, lo que corresponde a la denominada posición de bandera. Esta se utiliza al alcanzar la velocidad de desconexión para la parada del rotor. Los aerogeneradores están realizados por regla general con tres palas de rotor, estando equipada cada pala de rotor con un sistema de ajuste. A este respecto se habla también de un denominado ajuste de pala de rotor individual.

Los sistemas de ángulo de paso actuales son por regla general sistemas hidráulicos o sistemas eléctricos.

En el caso de sistemas de ajuste de ángulo de paso hidráulicos el ala de rotor presenta un rodamiento de pala no dentado que puede hacerse pivotar con un cilindro pivotante hidráulico. El movimiento axial generado por el cilindro pivotante hidráulico se transmite a través de una placa articulada montada en el rodamiento grande o rodamiento de pala en un movimiento de rotación de una pieza de rodamiento y por tanto del rotor. La energía eléctrica para el control del cilindro pivotante hidráulico se transmite a través de cuerpos de anillos colectores desde la sala de máquinas al rotor. Además se utilizan pasos giratorios a través de los cuales la energía hidráulica puede transmitirse al rotor desde la sala de máquina con la unidad hidráulica dispuesta allí centralmente.

A consecuencia del ajuste hidráulico los engranajes dentados se eliminan por completo, lo que ya es el caso en realidad en el caso de los sistemas hidráulicos existentes. La desventaja existe en el sistema hidráulico en la sala de máquinas del aerogenerador y de la sarta de tubería de suministro resultante del mismo hacia el interior del rotor. El punto de intersección entre sala de máquinas y rotor debe realizarse con pasos giratorios complicados. De este modo el suministro hidráulico debe guiarse a través de todo el engranaje principal, lo que de manera correspondiente hace que los árboles huecos complicados sean indispensables.

En los sistemas eléctricos conocidos se utilizan rodamientos de pala con dentado externo o dentado interno en combinación con un accionamiento pivotante. En este sentido hay también soluciones en las que el dentado se sustituye por accionamiento por correa. El par de torsión generado por un motor eléctrico se trasmite a través de un engranaje planetario con un piñón de accionamiento al dentado del rodamiento de pala del ala de rotor, por lo que se provoca un movimiento pivotante del ala de rotor. El motor eléctrico se conecta al rotor de manera eléctrica. La energía eléctrica se transmite por consiguiente a través de cuerpos de anillos colectores desde la sala de máquinas al rotor.

No obstante, en el caso de sistemas eléctricos a base de un ajuste a través de accionamientos giratorios, debido a ángulos de ajuste solo reducidos cada vez aparece el problema en cuanto a la formación de desgaste en el dentado, que existe en particular en la denominada posición 0°, es decir, el intervalo de ajuste entre velocidad de conexión y velocidad nominal.

Por el documento WO 2009/064264 ya se conoce un aerogenerador que presenta un sistema de ajuste de ángulo de paso con un accionamiento electrohidráulico, en el que los componentes del accionamiento electrohidráulico están dispuestos en el rotor el aerogenerador. Mediante la disposición del accionamiento electrohidráulico en el buje o el rotor puede prescindirse de un paso hidráulico mediante la unión giratoria entre el buje o el rotor y la góndola. El motor eléctrico en esta disposición electrohidráulica conocida está regulada o controlada de modo que, dependiendo de la regulación del motor o control del motor el flujo volumétrico del fluido hidráulico puede ajustarse. Por lo demás, este aerogenerador previamente conocido presenta ya un acumulador hidráulico a través del cual, en caso de fallo el sistema lleva las alas de rotor a una posición segura.

Los sistemas de ajuste electromecánicos actuales según el estado de la técnica y los actuadores electrohidráulicos anteriormente mencionados requieren una electrónica de potencia costosa. En las instalaciones disponibles hasta el momento tampoco existe ninguna solución compacta que disponga de todas las funciones necesarias, como funcionamiento de regulación, regulación de ángulo de paso de emergencia en caso de apagón y enclavamiento mecánico en posición segura.

Por tanto, el objetivo de la presente invención es perfeccionar un aerogenerador del tipo mencionado al principio de manera ventajosa, en particular en el sentido de que un aerogenerador se equipe sin una electrónica de potencia complicada con un sistema de ángulo de paso compacto y de funcionamiento seguro.

Este objetivo se resuelve según la invención mediante un aerogenerador con las características de la reivindicación 1. En esta está previsto que se facilite un aerogenerador con al menos un sistema de ajuste de ángulo de paso para el ajuste del ángulo de paso al menos de un ala de rotor del aerogenerador, en el que el sistema de ajuste de ángulo de paso presenta al menos un accionamiento electrohidráulico con al menos un cilindro hidráulico, al menos un acumulador hidráulico, al menos una válvula de control, al menos una unidad de bomba-motor eléctrico y al menos una unidad de control, en el que al menos los elementos constructivos hidráulicos, incluyendo el al menos un cilindro hidráulico y el al menos un acumulador hidráulico, estén reunidos en un aparato y están dispuestos en el rotor o sobre el rotor del aerogenerador, presentando el accionamiento electrohidráulico para la generación de presión al menos un motor eléctrico no regulado que gira en un sentido de giro.

Ventajosamente el motor eléctrico no regulado con solo un sentido de giro puede accionar una o varias bombas. El uso de varias bombas hace posible en este sentido un ajuste de actuador con diferentes velocidades de ajuste, por lo que el momento de accionamiento de motor en caso de altas cargas puede reducirse.

Configuraciones preferidas de la invención resultan gracias a las reivindicaciones dependientes que se unen a la reivindicación principal.

Por consiguiente, el cilindro hidráulico del accionamiento electrohidráulico puede presentar un enclavamiento de tal modo que al menos un perno de enclavamiento se engancha en al menos una depresión en el vástago del émbolo. Debido a este enclavamiento en el vástago del émbolo puede prescindirse de los enclavamientos externos por lo demás habituales. El al menos un perno de enclavamiento puede proveerse ventajosamente con un sistema de detección de posición para la detección de su posición.

Según otra configuración ventajosa de la invención el mecanismo para desbloquear el enclavamiento está acoplado directamente con la presión de un acumulador hidráulico, de tal modo que el desbloqueo del enclavamiento solo se realiza cuando el acumulador hidráulico está cargado en una presión predeterminada. Por ello puede prescindirse también de una válvula adicional.

Para la regulación de diferentes velocidades de ajuste pueden estar previstas al menos dos bombas accionadas por un motor que pueden conectarse o desconectarse a través de válvulas de derivación conmutables.

La al menos una bomba adicional puede conectarse solo cuando la carga externa aplicada se sitúa por debajo de un valor umbral predeterminado.

De manera muy especialmente preferible en el desplazamiento del cilindro de ajuste una cámara de cilindro con la bomba, mientras que la otra cámara de cilindro está conectada con un depósito.

En la presente invención se produce una ventaja especial cuando al menos un acumulador para el desplazamiento de al menos un ala hacia una posición segura está cargado a una presión elevada con respecto al nivel de presión del sistema hidráulico. Por ello se crea un sistema a prueba de fallos (*Fail-Safe*), de modo que también en el caso de fallo de la unidad de control y de suministro de energía presente en la sala de máquinas el sistema de ángulo de paso puede accionarse para girar el ala de rotor en la dirección paralela al viento.

Una forma de construcción del actuador electrohidráulico especialmente compacta se produce cuando todos los elementos constructivos hidráulicos están dispuestos sobre una placa de válvula central o al menos están conectados entre sí a través de esta.

Ventajosamente tanto el motor eléctrico como la bomba hidráulica pueden estar montados en el tanque pretensado del acumulador hidráulico. Por ello el motor puede refrigerarse en fluido y construirse en su totalidad más pequeño.

Según otra configuración de la invención en el actuador electrohidráulico en el lado del suelo está configurado un soporte de apoyo adicional con rigidez reducida, de tal modo que las fuerzas axiales del cilindro hidráulico del actuador se introducen a través del rodamiento principal en la estructura de buje, absorbiendo el soporte de apoyo adicional solo los componentes de las fuerzas de peso y/o de masa que provocan un momento de torsión alrededor del eje del cilindro hidráulico.

El aerogenerador puede presentar al menos dos alas de rotor que están dispuestas en el rotor. En este sentido a cada ala puede estar asociada en cada caso una unidad de ajuste hidráulica.

La invención se refiere a además un sistema de ajuste de ángulo de paso para un aerogenerador con las características de sistema de ajuste de ángulo de paso según una de las reivindicaciones anteriores.

Detalles y ventajas adicionales de la invención van a explicarse ahora con más detalle mediante un ejemplo de realización representado en el dibujo.

5 Muestran:

la figura 1: una vista esquemática del ajuste de palas de rotor con una intensidad de viento en aumento en una primera posición;

la figura 2: una vista esquemática del ajuste de palas de rotor con una intensidad de viento en aumento en segunda posición;

10 la figura 3: una vista esquemática de la parte superior de un aerogenerador con un sistema de ajuste eléctrico de ángulo de paso;

la figura 4: una vista esquemática de la parte superior de un aerogenerador con un sistema de ajuste de ángulo de paso hidráulico;

15 la figura 5: una vista esquemática de la parte superior de un aerogenerador con un sistema de ajuste de ángulo de paso de acuerdo con la invención;

la figura 6: una vista esquemática de una unidad de ajuste hidráulica en una primera forma de realización;

la figura 7: una vista esquemática de una unidad de ajuste hidráulica en una segunda forma de realización;

la figura 8: una primera variante de disposición del cilindro hidráulico con respecto al rodamiento de pala del ala de rotor;

20 la figura 9: una segunda variante de disposición del cilindro hidráulico con respecto al rodamiento de pala del ala de rotor;

la figura 10: una tercera variante de disposición del cilindro hidráulico con respecto al rodamiento de pala del ala de rotor;

25 la figura 11: una cuarta variante de disposición del cilindro hidráulico con respecto al rodamiento de pala del ala de rotor;

la figura 12: un esquema hidráulico del actuador electrohidráulico de acuerdo con la invención;

fig.13-fig. 15: detalles del esquema hidráulicos según la figura 12 para la explicación de la invención;

la figura 16: una representación en perspectiva del actuador según la presente invención;

la figura 17: una representación seccionada a través de una parte del actuador según la figura 16 y

30 la figura 18: una representación seccionada adicional a través del detalle del actuador según la figura 16.

La figura 1 muestra en vista esquemática el ajuste de pala de rotor de la pala de rotor 11 o ala de rotor 11. Mostrada en la figura 1 se encuentra el ala de rotor 11 en una posición, que se denomina zona 0°, tal como resulta del diagrama incluido en la figura 1. El ala de rotor 11 puede ajustarse mediante el ajuste de ángulo de paso 40°, que actúa en el rodamiento de pala 90.

35 Un ajuste de este tipo con una intensidad de viento en aumento se muestra por lo tanto en la figura 2, estando representada la denominada "zona de ángulo de paso" tanto en el diagrama mostrado abajo en la figura 2 como en la representación esquemática del ala de rotor 11 en línea discontinua. El viento en la figura 1 y 2 está designado con el signo de referencia W.

40 La figura 3 muestra un aerogenerador 10' conocido con un sistema de ajuste de ángulo de paso 40' eléctrico. En este sentido sobre la torre 12' está montada la sala de máquinas 14' del aerogenerador 10'. En la sala de máquinas 14' el sistema de control de instalación 20' está dispuesto en el centro y por lo tanto es comparativamente fácil de

acceder. Mediante el sistema de control de instalación 20' se facilita tanto un suministro de energía E como de señales S a los sistemas de ajuste de ángulo de paso 40' pero también al sistema de control de azimut 60'. El sistema de control de azimut 60' está dispuesto en este sentido en la sala de máquinas 14' en el lado del suelo y permite un seguimiento de la sala de máquinas 14' y el rotor 16' de acuerdo con la dirección del viento.

La transmisión de las señales S y de la energía E mediante el sistema de control de instalación 20' en la sala de máquinas 14' en el rotor 16' se realiza a través del anillo colector 30', que permite garantizar también, cuando el rotor 16' rota, el suministro de señales S y energía E. En el ajuste de ángulo de paso 40' se trata de un ajuste de ángulo de paso eléctrico, que presenta como sistema a prueba de fallos 50' en cada caso una batería recargable. A cada ala de rotor individual está asociado un ajuste de ángulo de paso 40' propio, no estando representadas sin embargo las alas de rotor en la figura 3.

La figura 4 muestra un aerogenerador 10" conocido, que está construido de manera comparable al aerogenerador 10' mostrado en la figura 3. En particular están presentes componentes comparables como el sistema de control de instalación 20" y el sistema de control de azimut 60". También en este caso el sistema de control de instalación 20" está dispuesto en la sala de máquinas 14" del aerogenerador 10". Mediante los sistemas de control de azimut 60" puede realizarse un seguimiento de la sala de máquinas 14" y el rotor 16" de acuerdo con la dirección del viento, es decir un movimiento relativo con respecto a la torre estacionaria 12". Además, existe un freno azimut 90".

A través del anillo colector 30" se transmiten energía E y señales S desde el sistema de control de instalación 20" a los sistemas de control de ángulo de paso 40" dispuestos en el rotor 16". En el caso de estos sistemas de control de ángulo de paso 40" se trata sin embargo de actuadores hidráulicos que requieren adicionalmente un suministro de fluido hidráulico F. Para ello está dispuesta una unidad hidráulica 70" en la sala de máquinas 14" de manera central. El suministro hidráulico con fluido hidráulico F se realiza en este caso a través del paso giratorio 80", que puede estar realizado por ejemplo en forma de un pasaje como un árbol hueco en el engranaje del aerogenerador 10".

También en este caso a cada ala de rotor individual, que no está representada en detalle, está asociado un ajuste de ángulo de paso 40". Como sistema a prueba de fallos está previsto en este caso un acumulador de presión 75", mediante el cual por ejemplo las alas de rotor 11, que no están representadas en detalle, pueden girarse en la dirección paralela al viento.

El sistema representado en la figura 4 con un ajuste de ángulo de paso hidráulico presenta la ventaja de que los sistemas de ajuste de ángulo de paso 40" individuales pueden estar creados de tal modo que basta con abrir solo una única válvula de presión para poder girar, por ejemplo, las alas de rotor en la dirección paralela al viento. No obstante, va acompañada la desventaja de que, debido a la unidad hidráulica 70" dispuesta en la sala de máquinas 14" tiene que estar previsto un acoplamiento de fluidos 80", lo cual es muy costoso.

Un acoplamiento de fluidos 80" de este tipo no es necesario en el caso del sistema mostrado en la figura 3 de un aerogenerador 10", dado que en este caso solo requiere un anillo colector 30" para la transmisión de energía E y señales S desde el sistema de control de instalación 20". No obstante, en este caso los sistemas de ajuste de ángulo de paso 40" son de una construcción esencialmente más compleja con el fin de poder garantizar la precisión y seguridad necesarias del ajuste de ángulo de paso.

El concepto mostrado en la figura 5 de un aerogenerador 10 según la presente invención une las ventajas de los conceptos conocidos hasta el momento de un ajuste de ángulo de paso 40' eléctrico según la figura 3 y un ajuste de ángulo de paso 40" hidráulico según la figura 4.

En el caso del aerogenerador 10 de acuerdo con la invención este presenta igualmente una torre estacionaria 12 y una sala de máquinas 14 que puede girar mediante los sistemas de control de azimut 60 con respecto a la torre 12. En la sala de máquinas 14 el rotor 16 está alojado de manera giratoria. En la sala de máquinas 14 además el sistema de control de instalación 20 está dispuesto de manera central y accesible, pudiendo suministrarse mediante el sistema de control de instalación 20 los sistemas de control de azimut 60 y las unidades de ajuste hidráulicas 40 del sistema de ajuste de ángulo de paso con señales S y energía E. La transmisión de señales S y energía E al rotor 16 se realiza a través del anillo colector 30. Mediante la división en tres unidades de ajuste hidráulicas 40 descentralizadas, que están dispuestas todas en el rotor 16, puede prescindirse de un suministro hidráulico central mediante la unidad hidráulica 70", tal como es el caso en el aerogenerador según la figura 4.

Como consecuencia tampoco es necesario ningún paso de conductos hidráulicos desde la sala de máquinas 14 al rotor 16. Las unidades de ajuste hidráulicas 40 se accionan eléctricamente, es decir, mediante líneas de señal y conductos de energía correspondientes que también comprenden el anillo colector 30, puede conducirse energía E y señales S desde el sistema de control de instalación 20 a las unidades de ajuste hidráulicas 40 respectivas del sistema de ajuste de ángulo de paso. Se trata por lo tanto de unidades de ajuste hidráulicas 40 del sistema de ajuste de ángulo de paso, que funcionan eléctricamente o se controlan eléctricamente.

Como sistema a prueba de fallos a cada unidad de ajuste hidráulica 40 está asociado en cada caso un acumulador de energía 50.

Una primera forma de realización de una unidad de ajuste hidráulica 40 de este tipo se muestra en la figura 6 en vista esquemática. En este sentido se trata de una forma de realización con un cilindro diferencial 41 que presenta un espacio de émbolo 42 y un espacio anular 43. Mediante el vástago del émbolo 44 puede realizarse el ajuste del ala de rotor 11, lo que sin embargo no está representado en detalle en la figura 6. El control correspondiente del cilindro diferencial 41 se realiza por medio del tanque 49 para el fluido hidráulico, bomba 46 y un bloque de control con válvula 45. La bomba 46 se accionan en este sentido mediante un motor 47 que recibe a través del control 48 señales de control de motor correspondiente. Bomba 46 y motor 47 pueden denominarse también unidad de motor eléctrico-bomba. Dado que el rotor 16 en rotación no posibilita ninguna posición operativa definida de la unidad de ajuste hidráulica 40 el tanque 49 en el ejemplo de realización mostrado en la figura 6 está solicitado con una fuerza de resorte o una presión de resorte X de modo que no puede llegar aire al circuito hidráulico. Fundamentalmente es también concebible que, en lugar de una presión de resorte se realice sollicitación con presión de gas.

La figura 7 muestra un ejemplo de realización adicional de una unidad de ajuste hidráulica 140 de un sistema de ajuste de ángulo de paso según la invención, que puede utilizarse por ejemplo en lugar de la unidad de ajuste hidráulica 40 según la figura 5. En el caso de la unidad de ajuste hidráulica 140 se trata de una unidad de ajuste con un cilindro de sincronización 141, que presenta un primer espacio de émbolo 142 y un segundo espacio de émbolo 143. Según el llenado de los espacios de émbolo 142, 143 los extremos de vástago del émbolo 144, 144' entran y salen de manera correspondiente del cilindro de sincronización 141.

Por lo demás, la unidad de ajuste hidráulica 140 está construida de manera análoga a la unidad de ajuste 40 según la figura 6. También en este caso como sistema hidráulico está previsto un tanque 149, una bomba 146 y un bloque de control con válvula 145. Igualmente la bomba 146 se hace funcionar mediante un motor 147, pudiendo denominarse bomba 146 y motor 147 como unidad de motor eléctrico- bomba y controlándose el motor 147 a través del control 148. Al igual que en el caso del tanque 49 según la unidad de ajuste hidráulica 40 de la figura 6 está previsto también en este caso una presión de resorte X, de modo que no pueda llegar aire al circuito hidráulico de la unidad de ajuste hidráulica 140. Las figuras 8 a 11 muestran variantes de disposición de los cilindros 41 o 141 de las unidades de ajuste hidráulicas 40 o 140.

En la figura 8 se muestra una primera variante en la que se utiliza un cilindro diferencial 41 y el movimiento axial que puede generarse mediante el cilindro diferencial 41 se transforma a través de una placa articulada no representada con más detalle que está dispuesta en el rodamiento grande 90, que es el rodamiento de pala 90 de la pala de rotor 11, se transforma en un movimiento de rotación. Tal como se deduce de la figura 8 en este sentido el recorrido de elevación del cilindro diferencial 41 o del émbolo de este cilindro diferencial 41 puede seleccionarse de modo que toda la zona de ajuste de pala deseado de 0° a 90° puede recorrerse por completo.

Si fuera necesario utilizar cilindros diferenciales con longitud de montaje más reducida, entonces, tal como se muestra en la figura 9, puede seleccionarse una variante adicional en el sentido de que se utilizan dos cilindros diferenciales 41. Estos pueden estar dispuestos, tal como se muestra en la figura 9, sincronizados, o también, tal como se muestra en la figura 10, opuestos.

En la disposición según la figura 10 es ventajosa una conexión hidráulica de la siguiente manera: El espacio de émbolo 42 de uno de los cilindros diferenciales 41 está conectado hidráulicamente en cada caso con el espacio anular 43 del otro cilindro diferencial 41. Transforman conjuntamente el movimiento axial a través de una placa articula no representada con más detalle en el rodamiento de pala 90 en un movimiento de rotación de la pala de rotor 11. La ventaja principal de esta conexión hidráulica es evitar diferencias en el volumen de aceite. Por lo tanto, puede reducirse a un mínimo el tanque 49 necesario para la unidad de ajuste hidráulica 40, lo que repercute ventajosamente en el tamaño de construcción y en el peso.

Una forma de realización adicional consiste en emplear un cilindro de sincronización 141 tal como se muestra en la figura 11. A consecuencia de una entrada y salida de los extremos de vástago del émbolo 144, 144', que están articulados en cada caso en puntos de articulación o placas articuladas del rodamiento grande 90, puede realizarse un ajuste del ala de rotor 11 no mostrada en detalle (compárese la figura 1 y 2) al igual que en las formas de realización según la figura 8 a 10. Los extremos de vástago del émbolo 144 y 144' están fijados en puntos de articulación en la pieza estacionaria del rodamiento grande 90. A consecuencia de la entrada y salida del cilindro 150 (compárese la figura 7) a través de una biela o un muñón puede realizarse un ajuste del ala de rotor 11 no representada en detalle (compárese la figura 1 y 2). Con ayuda del acoplamiento el movimiento axial del cilindro 150 se transforma a través de una placa articulada no mostrada en detalle en el rodamiento de pala 90 en un movimiento de rotación de la pala de rotor 11.

Con ayuda del muñón el movimiento axial del cilindro 150 se transforma a través de una corredera no representada con más detalle en el rodamiento de pala 90 en un movimiento de rotación de la pala de rotor 11.

De esto resultan en particular las siguientes ventajas: Ambos espacios de émbolo 142 y 143 son del mismo tamaño y no se forma ninguna diferencia del volumen de aceite. Por lo tanto, puede reducirse a un mínimo el tanque 49 necesario para la unidad de ajuste hidráulica 40, lo que repercute ventajosamente en el tamaño de construcción y en el peso.

- 5 El suministro de aceite puede realizarse selectivamente a través del cilindro 150 o los extremos de vástago del émbolo 144 y 144' estacionarios.

La posición de montaje del cilindro de sincronización 141 depende del sentido de giro de la pala de rotor 11, dado que posee a ambos lados la misma fuerza.

- 10 En la figura 12 se muestra todo el esquema hidráulico del accionamiento electrohidráulico. Las figuras 13, 14 y 15 muestran en cada caso detalles de este esquema hidráulico. Mediante estas representaciones detalladas se explica con más detalle la función del esquema hidráulico. Las figuras 13 y 14 sirven inicialmente para la descripción del control o regulación del cilindro diferencial 41. Para la generación de presión sirve un motor eléctrico 100, que es un motor eléctrico no regulado con solo un sentido de giro. Este acciona una primera bomba 102 y en caso de demanda una bomba adicional 104. Pueden accionarse también, de una manera no representada en detalle en el presente documento, otras bombas adicionales. El uso de varias bombas 102, 104 hace posible un ajuste de actuador con diferentes velocidades de ajuste, por lo que el momento de accionamiento de motor en caso de altas cargas puede reducirse. En el caso de altas cargas se procede en este caso solo con una bomba. Para la limitación de la velocidad de marcha bajo carga de tracción entre una válvula distribuidora 4-3 106 y un tanque de baja presión 108 está integrada una válvula de regulación de corriente 110. La regulación de la posición de actuador se realiza a través de la válvula distribuidora 4-3 106. Entre el cilindro diferencial 41 y la válvula distribuidora 4-3 106 que sirve como válvula de presión está intercalada opcionalmente una válvula de mantenimiento de carga con el fin de minimizar en caso extremo la fuga del cilindro diferencial 41.

Con 112 están señaladas válvulas de retención, que están unidas con el depósito 108. Con 114 están señaladas válvulas de retención desbloqueables. 116 es una válvula de asiento 2-2.

- 25 En la figura 14 se muestra una forma de realización que es ligeramente diferente de la de la figura 13. En lugar de la válvula distribuidora 4-3 106 empleada en la forma de realización según la figura 13 en combinación con una válvula de regulación de corriente 110, en la variante de realización según la figura 14 se utiliza una válvula proporcional o servo válvula distribuidora 4-3. Por lo tanto, puede realizarse un comportamiento de conmutación más suave que, en el caso de elevadas inercias de la masa del ala puede ser necesario, y una limitación de la velocidad de marcha a través de algoritmos de regulación definidos.

La figura 15 muestra la parte del esquema hidráulico, que es responsable del sistema de respaldo (*backup*) y del enclavamiento.

- 35 Tal como puede deducirse de la figura 15 un acumulador de alta presión 118 puede cargarse a través de una bomba 104, que se acciona a través del motor eléctrico 100. La válvula de asiento 2-2- 120 se alimentan de corriente al 100 %. Con el sistema de respaldo representado en este caso están acoplados pernos de enclavamiento, de modo que estos solo se abren cuando el acumulador de alta presión está pretensado a una presión operativa.

- 40 En caso de pérdida de energía eléctrica el acumulador de alta presión se conecta a través de una válvula de asiento distribuidora 2-2-120 con la cámara de salida y la cámara de entrada a través de otra válvula de asiento distribuidora 2-2-120 con el tanque 108. Por lo tanto, el cilindro sale automáticamente y se coloca en la denominada " posición de bandera". Con la caída del nivel de presión en el acumulador de alta presión 118 se bajan pernos de enclavamiento correspondientes.

- 45 El esquema hidráulico global, compuesto por los esquemas hidráulicos parciales según las figuras 13 o 14 y 15, según la figura 12 hace posible por lo tanto que para la generación de presión se use un motor eléctrico no regulado sin electrónica de potencia, que solo posee un sentido de giro. Una inversión del sentido de giro del motor eléctrico no es necesario dado que para la inversión del sentido de la marcha del cilindro hidráulico está prevista una válvula 106 correspondiente. Se realizan diferentes velocidades de ajuste del al menos un cilindro hidráulico mediante conexión o desconexión hidráulica de al menos una bomba adicional. Si fuera necesario un ajuste continuo, la válvula 106 puede sustituirse por una válvula proporcional. Por ello puede prescindirse de la electrónica de potencia.

- 50 A diferencia de los otros actuadores conocidos, el actuador empleado en el presente documento está diseñado con un enclavamiento, por lo que el enclavamiento externo por lo demás habitual puede omitirse. El desbloqueo del enclavamiento está directamente acoplado con la presión de un acumulador de emergencia 118, por lo que queda garantizado que el sistema solo pueda ponerse en funcionamiento cuando el acumulador de emergencia está cargado a la máxima potencia. Puede prescindirse en este caso de una válvula adicional. Para reducir la demanda de energía, mediante una válvula distribuidora 4-3 106 (a diferencia de otros sistemas conocidos) siempre una

cámara de cilindro del cilindro de ajuste 41 se une directamente con la bomba 102 y la otra con el depósito 108. Para la regulación de diferentes velocidades se emplean dos o más bombas 102, 104, que se accionan por el mismo motor 100. A través de válvulas de derivación conmutables estas se conectan o desconectan en caso de demanda. Para bajar la carga máxima, las bombas adicionales solo se conectan cuando la carga externa aplicada se sitúa por debajo de un valor definido. La regulación puede realizarse dependiendo del trayecto o de la presión.

En las figuras 16 y 17 se muestra la forma de construcción de un actuador electrohidráulico 120 según la presente invención. Los elementos individuales están montados en este caso sobre una placa de válvula central 122 o unidos entre sí a través de la misma. En la representación según la figura 16 se muestra el tanque 108 y el acumulador 118.

En la representación seccionada según la figura 17 se muestra el tanque 108, en el que está sometido a presión fluido hidráulico 122, estando montados directamente en este el motor eléctrico 100 y la bomba hidráulica 102. Debido a este modo de construcción el motor 100 está refrigerado en aceite y por lo tanto puede construirse más pequeño.

De la figura 18 puede verse un detalle adicional. En este caso se muestra una representación seccionada a través de la disposición de émbolo-cilindro 41. Tal como puede verse en este caso, en el vástago del émbolo 124 está practicada una depresión 126 en la que puede engancharse un perno de enclavamiento 128. En el perno de enclavamiento está previsto adicionalmente un sistema de detección de posición que se compone de un sensor y un interruptor, que registra la posición del perno de enclavamiento 128. Por ello se garantiza que la indicación para el estado enclavado solo se realiza entonces, cuando el cilindro se encuentra realmente en una posición segura.

Tal como puede verse por la figura 16, en el lado del suelo de la placa de válvula 122 está previsto un soporte de apoyo adicional 130 para impedir un tambaleo del actuador 120 durante el giro del rotor no representado en este caso al detalle. El soporte de apoyo 130 está diseñado con rigidez reducida, por lo que se asegura que las fuerzas axiales del cilindro se introduzcan a través del rodamiento principal 132 en la estructura de rotor, mientras que el soporte de apoyo solo absorbe los componentes de las fuerzas de peso y/o de masa que provocan un momento de torsión alrededor del eje del cilindro hidráulico.

REIVINDICACIONES

1. Aerogenerador (10) con al menos un sistema de ajuste de ángulo de paso (40) para el ajuste del ángulo de paso al menos de un ala de rotor (11) del aerogenerador (10), en el que el sistema de ajuste de ángulo de paso (40) presenta al menos un accionamiento electrohidráulico con al menos un cilindro hidráulico (41), al menos un acumulador hidráulico, al menos una válvula de control, al menos una unidad de motor eléctrico-bomba (100, 104) y al menos una unidad de control, en el que al menos los elementos constructivos hidráulicos, incluyendo el al menos un cilindro hidráulico (41) y el al menos un acumulador hidráulico (118), está reunidos en un aparato y están dispuestos en el rotor o sobre el rotor del aerogenerador (10), **caracterizado por que** el accionamiento electrohidráulico presenta para la generación de presión al menos un motor eléctrico no regulado (100), que gira solo en un sentido de giro.
2. Aerogenerador (10) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el cilindro hidráulico (41) del accionamiento electrohidráulico presenta un enclavamiento de tal modo que al menos un perno de enclavamiento (128) se engancha en al menos una depresión en el vástago del émbolo (124).
3. Aerogenerador (10) según la reivindicación 2, **caracterizado por que** el al menos un perno de enclavamiento (128) está provisto de un sistema de detección de posición para la detección de su posición.
4. Aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizado por que** el mecanismo para desbloquear el enclavamiento está acoplado directamente con la presión de un acumulador hidráulico (118) de tal modo que el desbloqueo del enclavamiento solo se realiza entonces cuando el acumulador hidráulico (118) está cargado a una presión predeterminada.
5. Aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones 1 - 4, **caracterizado por que** para el ajuste de diferentes velocidades de ajuste están previstas al menos dos bombas accionadas (102, 104) por un motor (100) que pueden conectarse o desconectarse a través de válvulas de derivación conmutables.
6. Aerogenerador (10) según la reivindicación 5, **caracterizado por que** la al menos una bomba adicional (104) solo se conecta cuando la carga externa aplicada se sitúa por debajo de un valor umbral predeterminado.
7. Aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones 1 - 6, **caracterizado por que** en el desplazamiento del cilindro de ajuste (41) una cámara de cilindro está conectada con la bomba, mientras que la otra cámara de cilindro está conectada con el depósito.
8. Aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones 1 - 7, **caracterizado por que** al menos un acumulador (118) está cargado para el desplazamiento del al menos un ala (11) hacia una posición segura a una presión elevada con respecto al nivel de presión del sistema hidráulico.
9. Aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones 1 - 8, **caracterizado por que** todos los elementos constructivos hidráulicos del actuador electrohidráulico están dispuestos sobre una placa de válvula central o al menos están conectados hidráulicamente entre sí a través de esta.
10. Aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones 1 - 9, **caracterizado por que** tanto el motor eléctrico (100) como la bomba hidráulica (102, 104) están montados en el tanque pretensado del acumulador hidráulico (118).
11. Aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones 1 - 10, **caracterizado por que** en el actuador electrohidráulico en el lado del suelo está configurado un soporte de apoyo adicional con rigidez reducida de tal modo que las fuerzas axiales del cilindro hidráulico (41) del actuador se introducen a través del rodamiento principal en la estructura de buje, absorbiendo el soporte de apoyo adicional solo los componentes de las fuerzas de peso y/o de masa que provocan un momento de torsión alrededor del eje del cilindro hidráulico (41).
12. Aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el aerogenerador (10) presenta al menos dos alas de rotor (11), que están dispuestas en el rotor, y/o por que a cada ala (11) en cada caso está asociada una unidad de ajuste hidráulica.

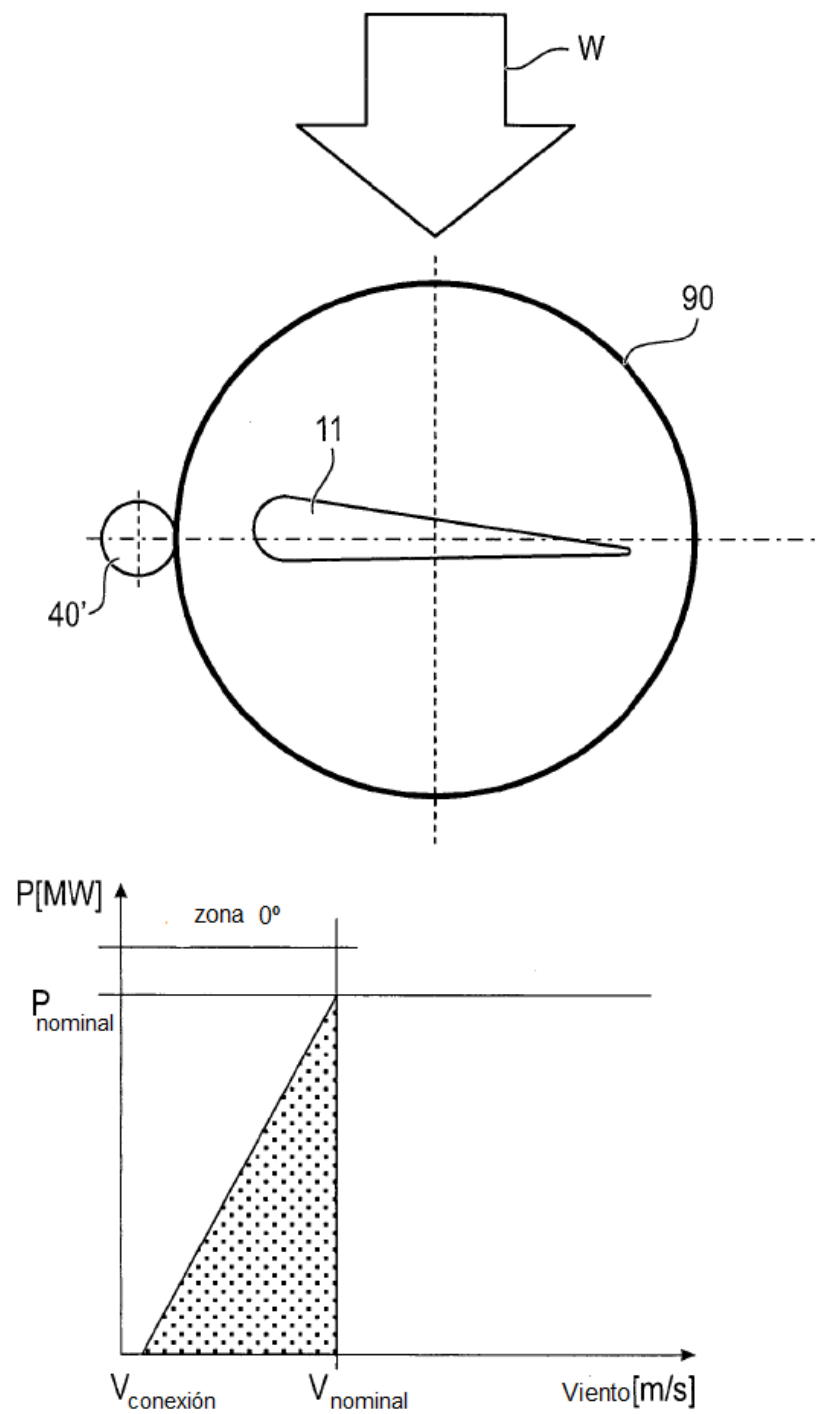


FIG. 1

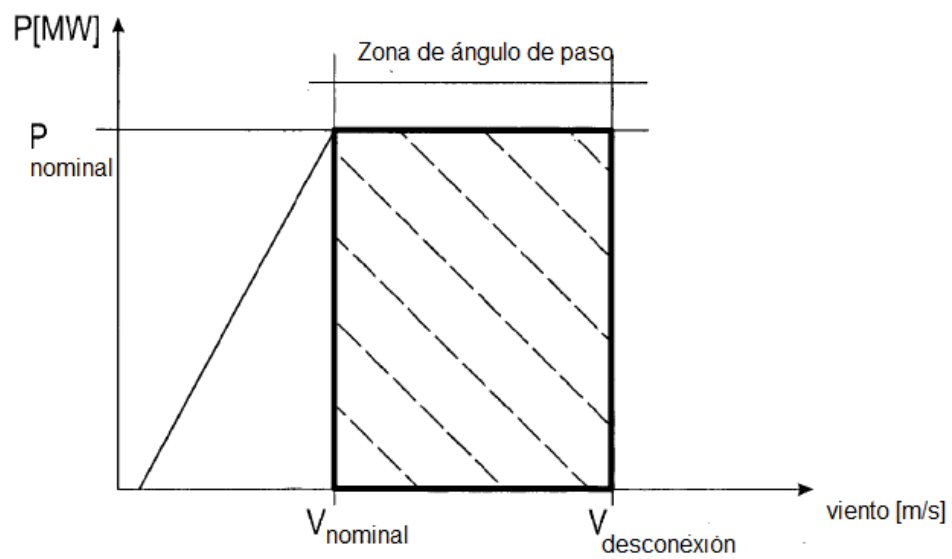
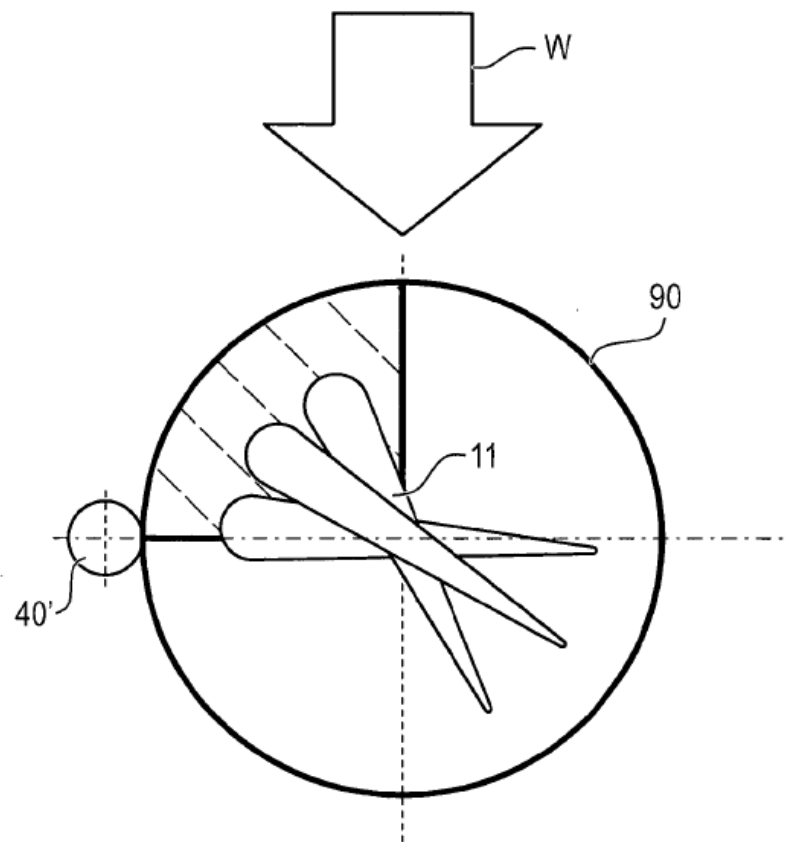


FIG. 2

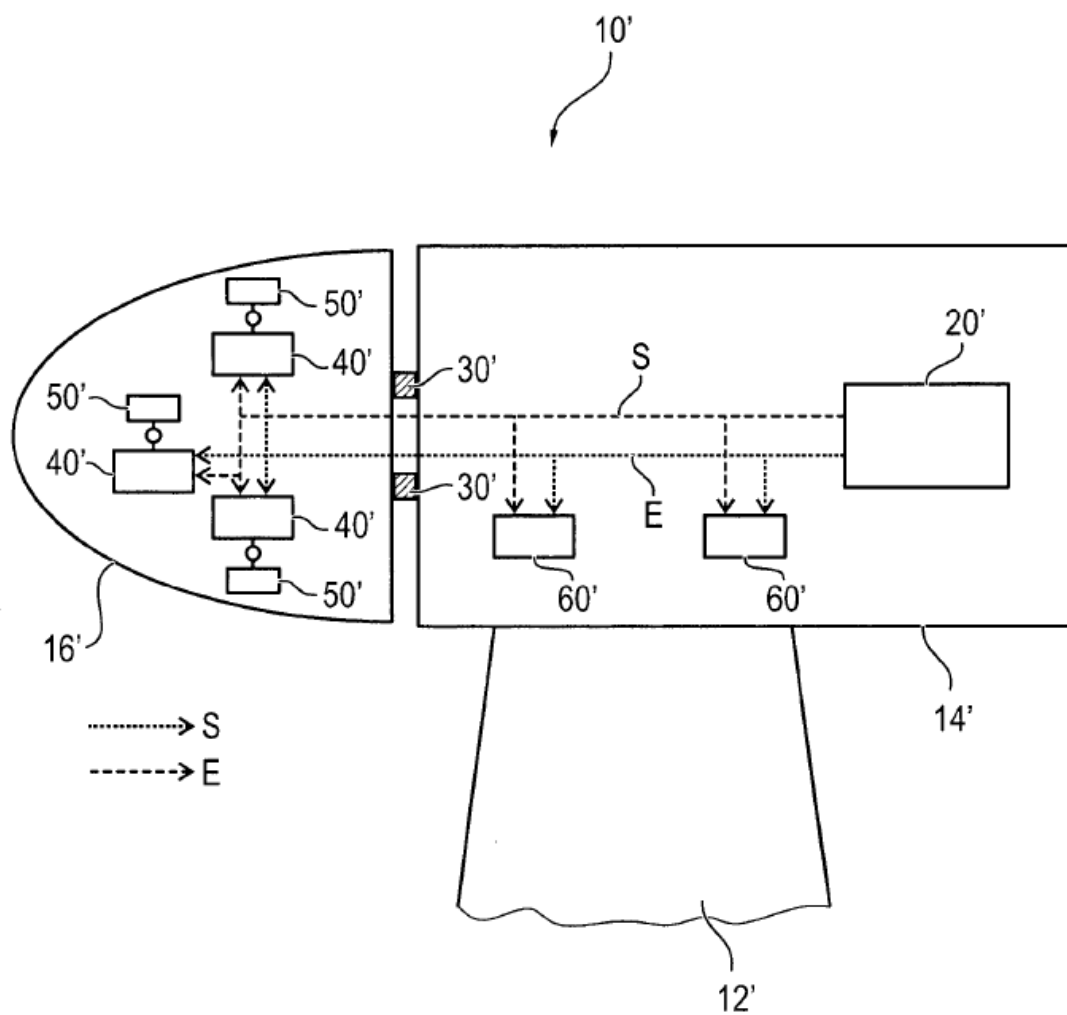


FIG. 3

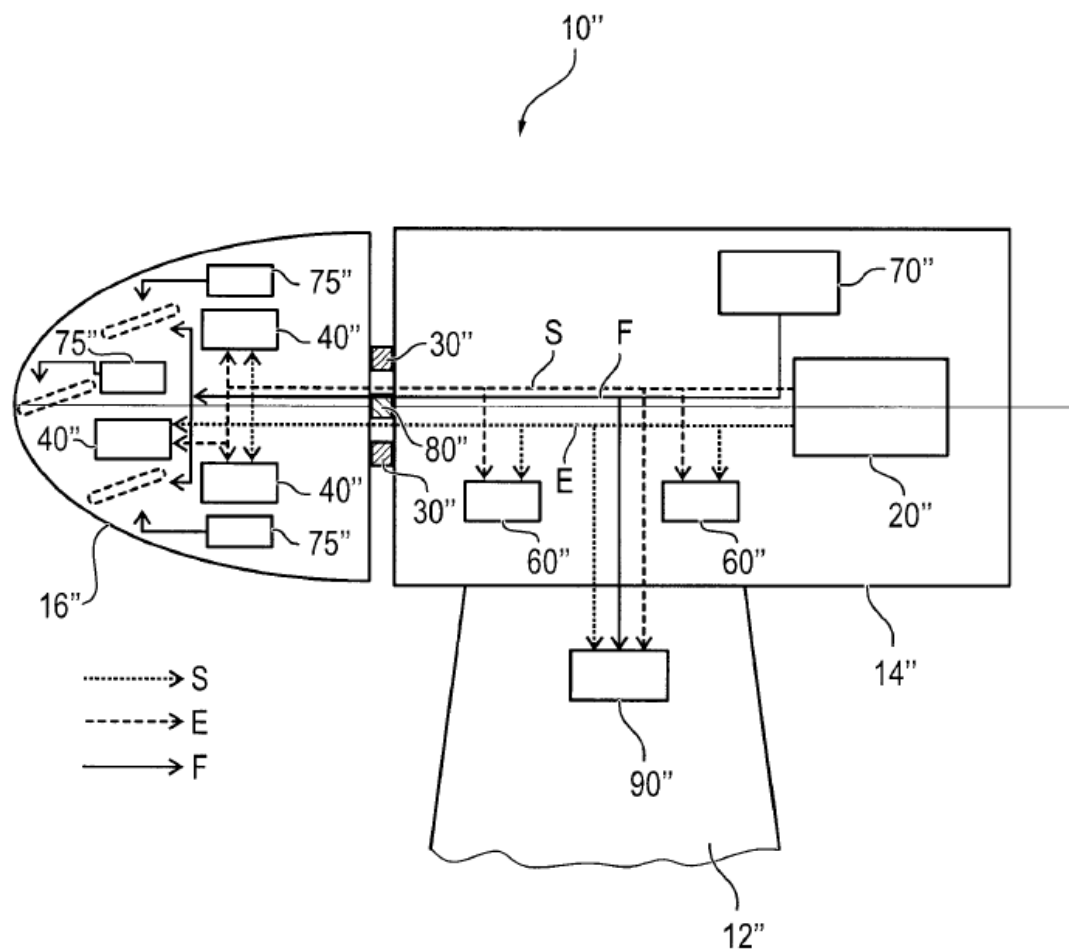


FIG. 4

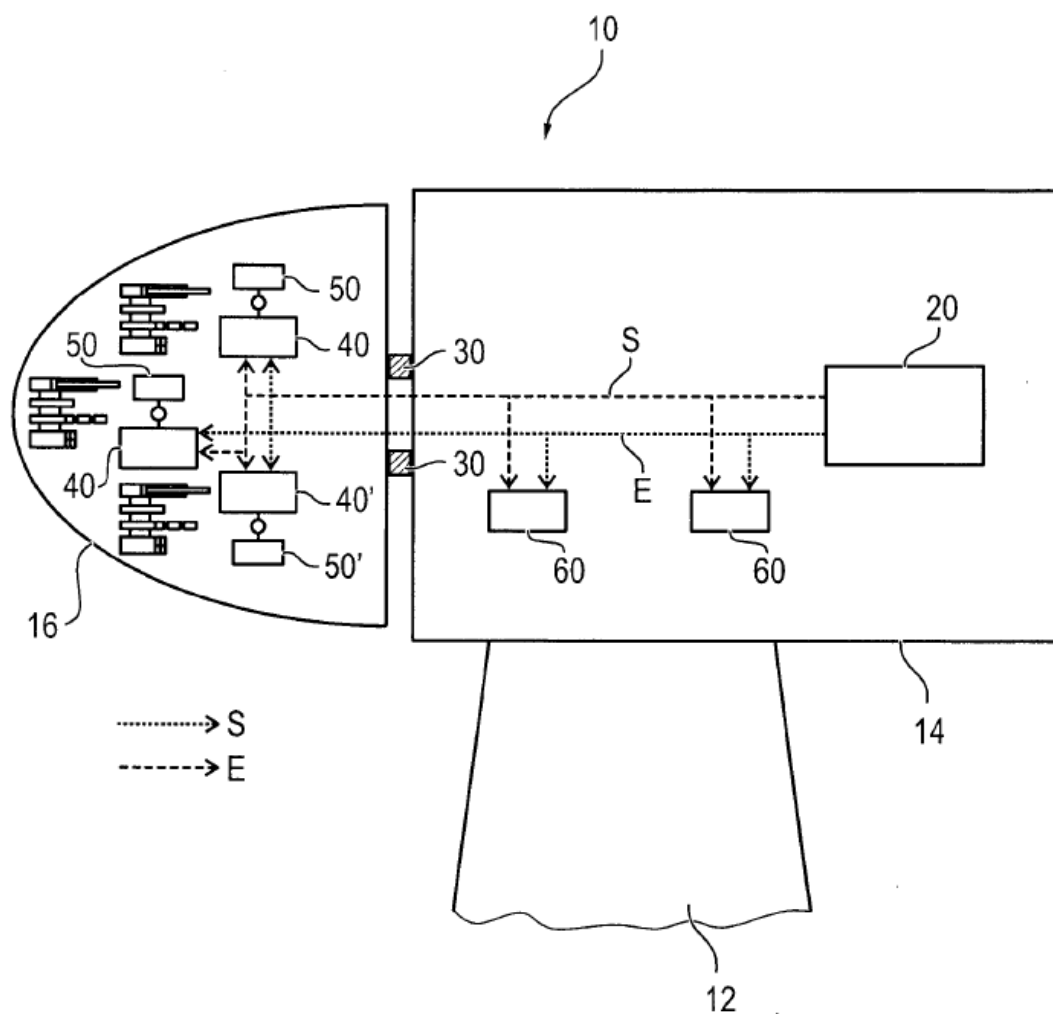


FIG. 5

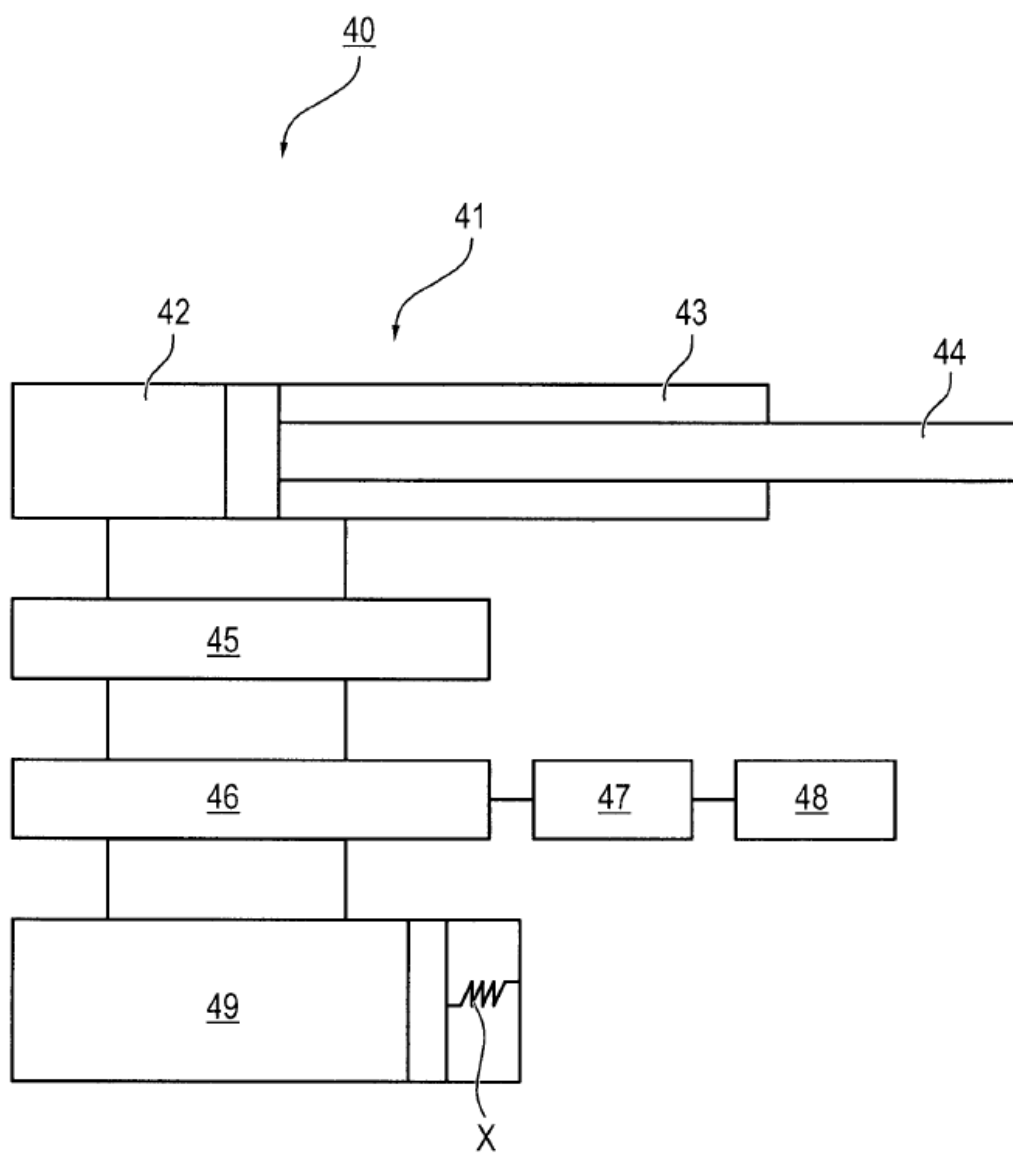


FIG. 6

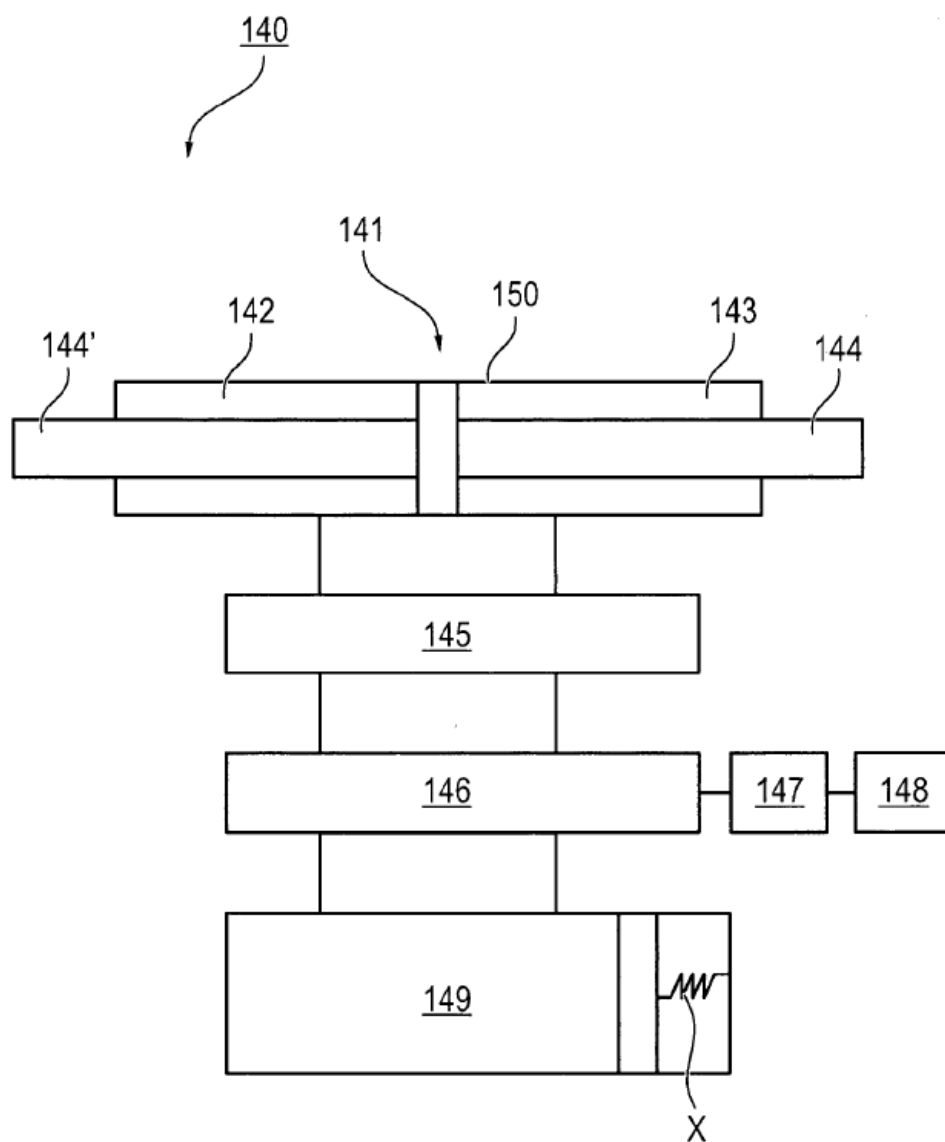


FIG. 7

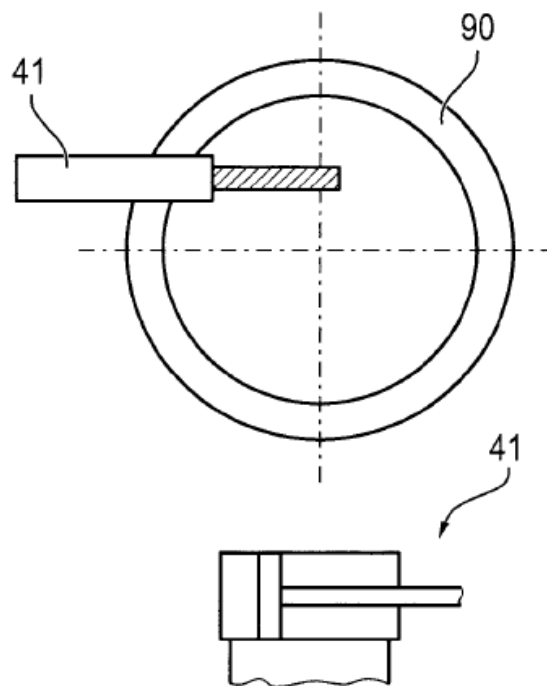


FIG. 8

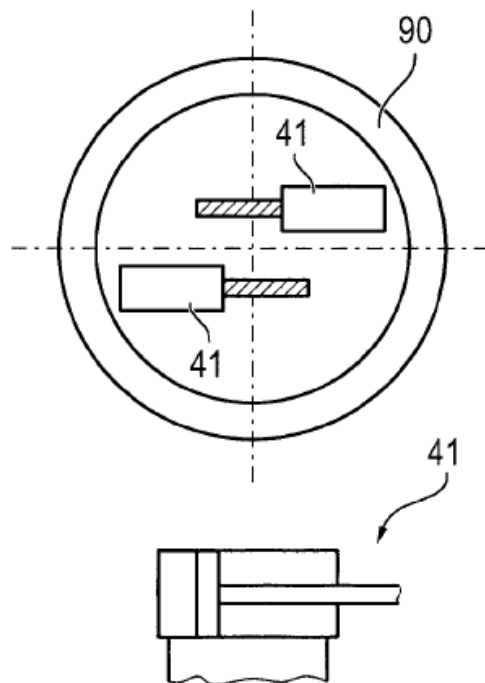


FIG. 9

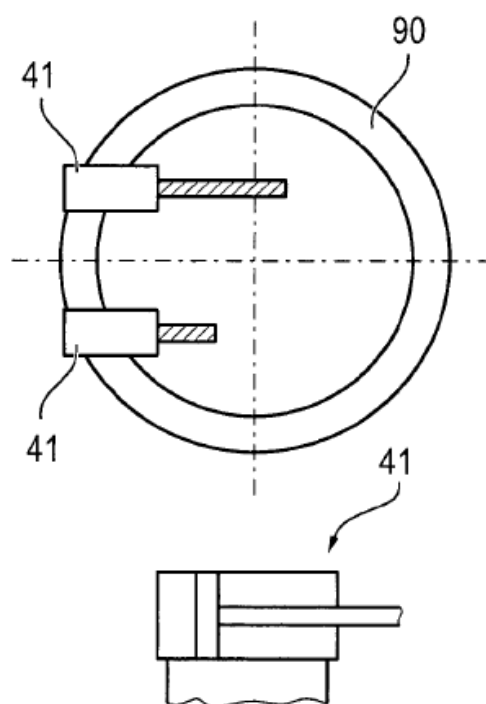


FIG. 10

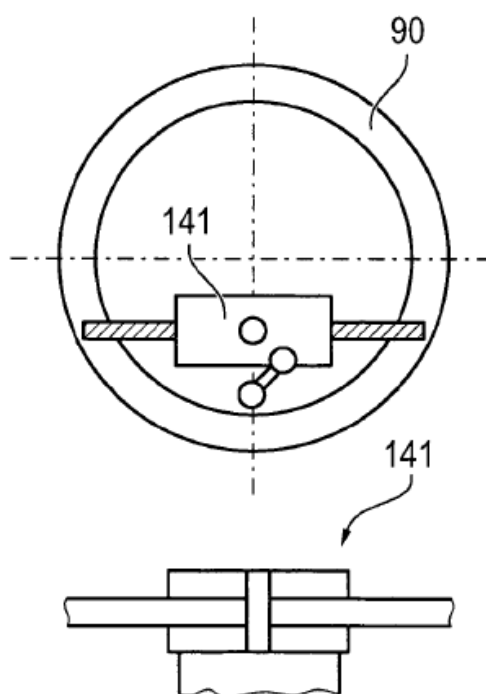


FIG. 11

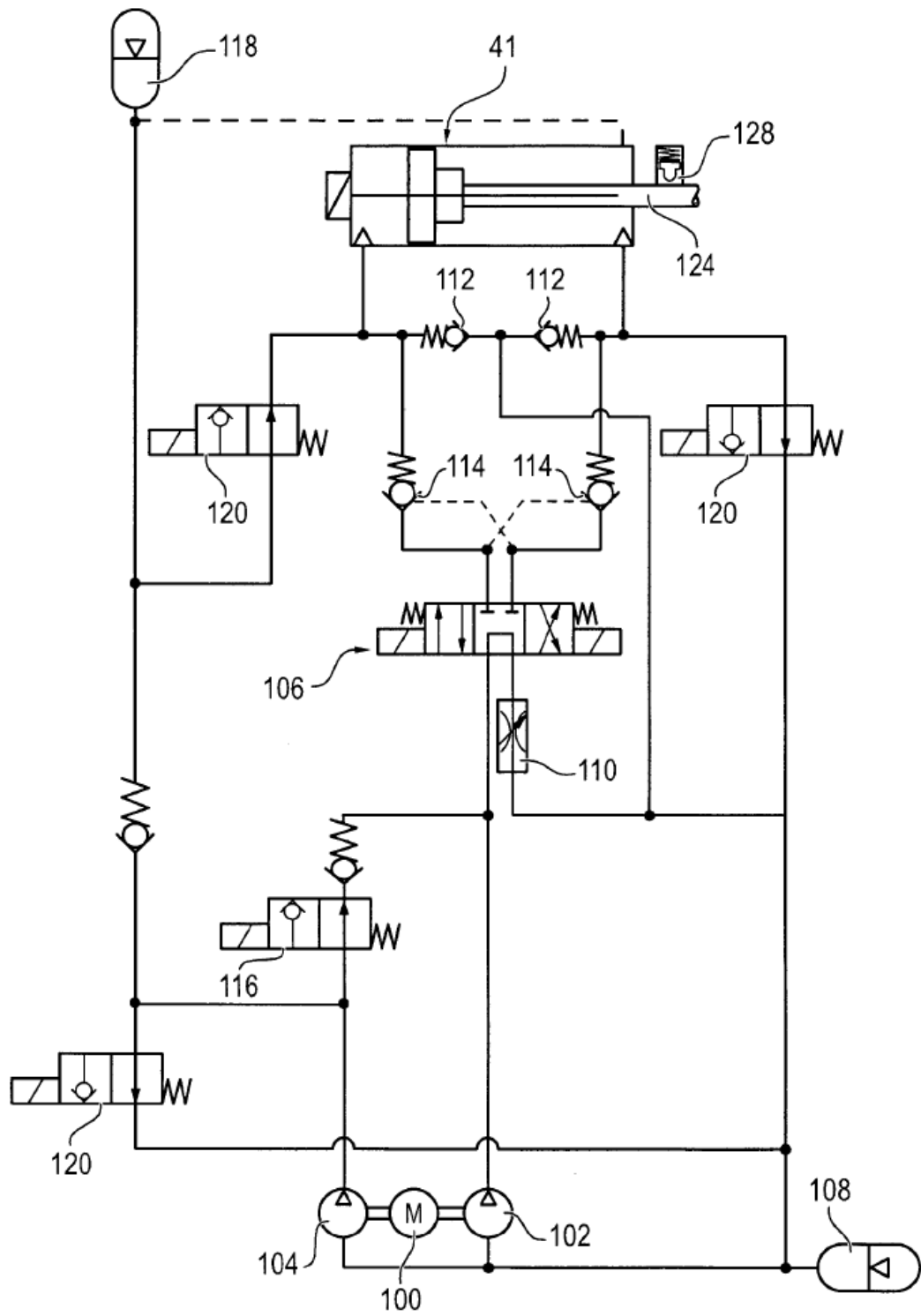


FIG. 12

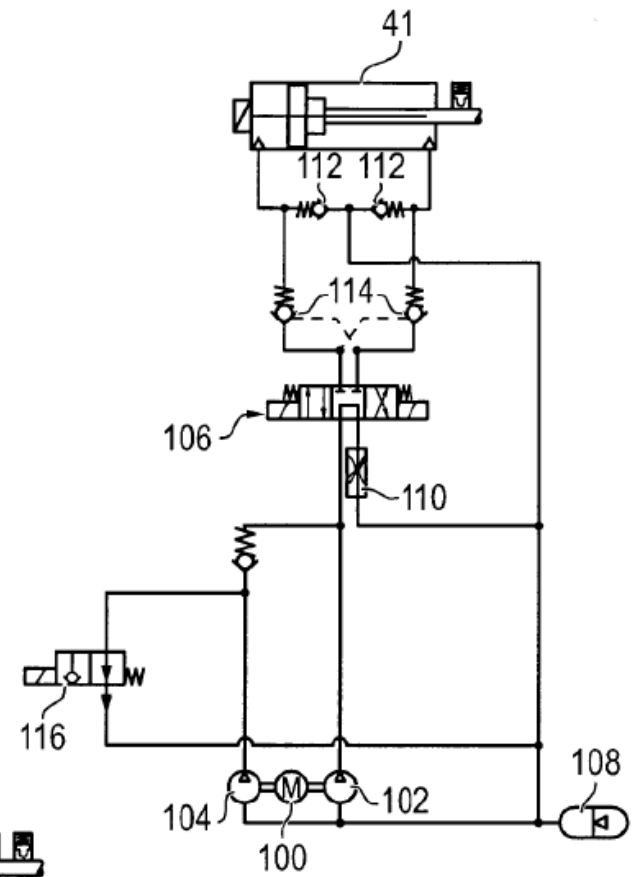


FIG. 13

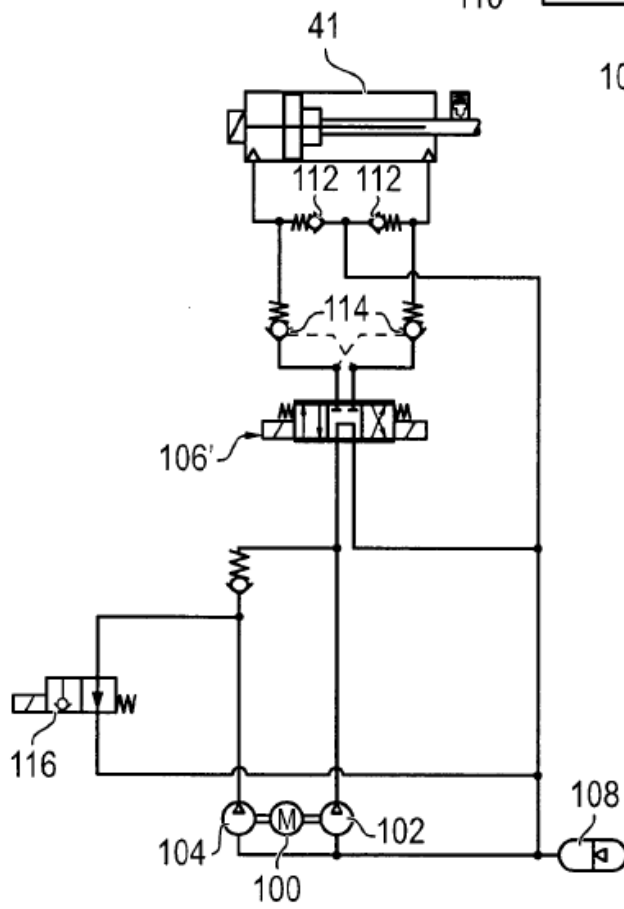


FIG. 14

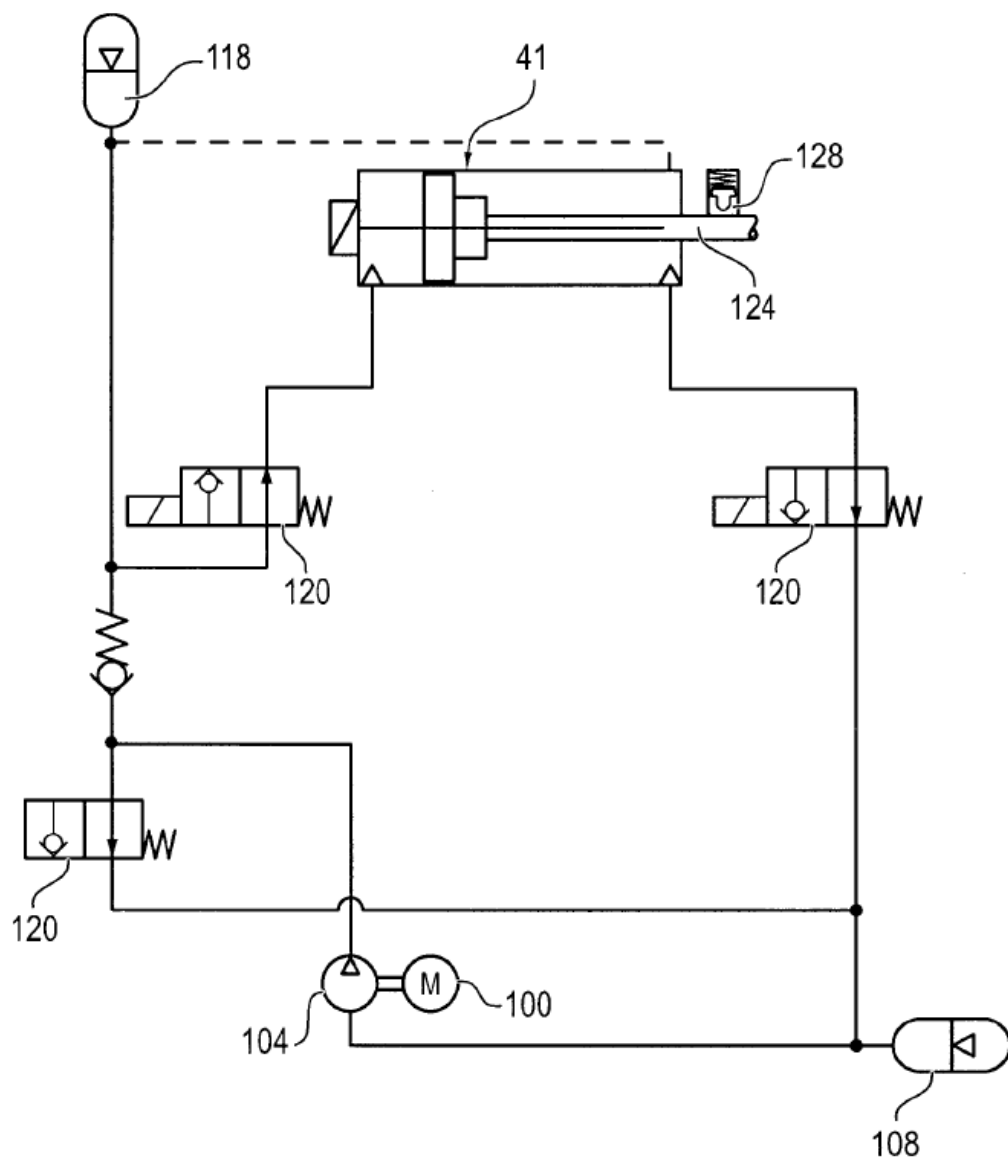
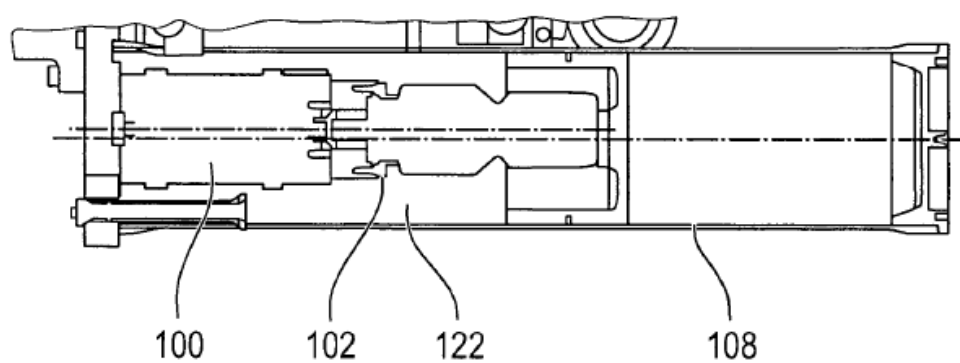
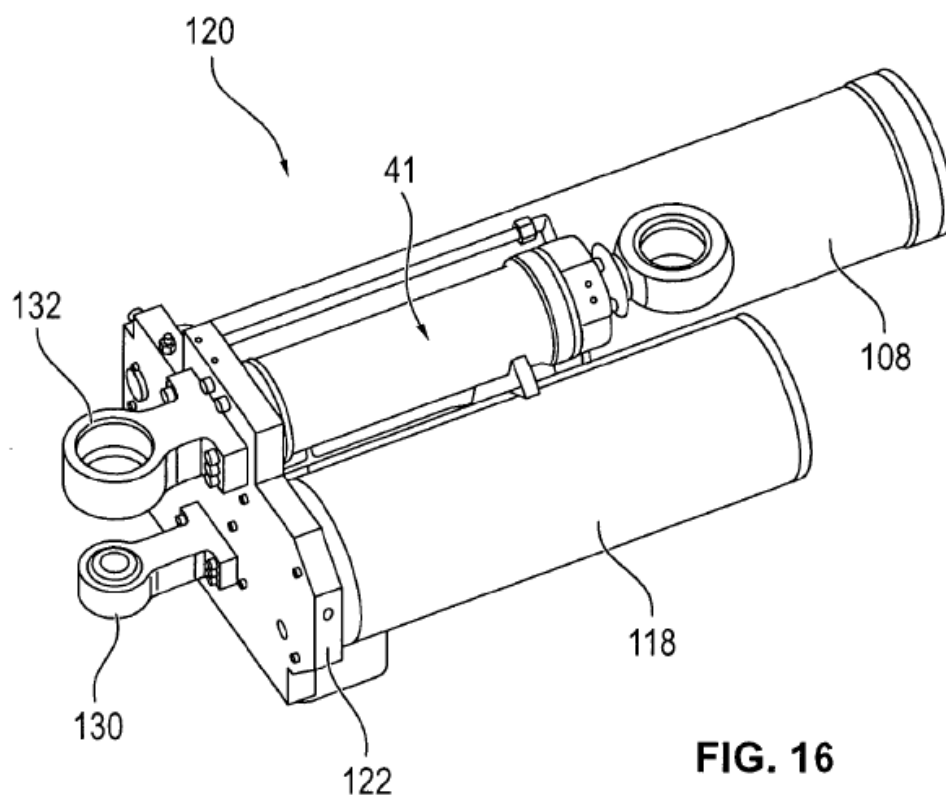


FIG. 15



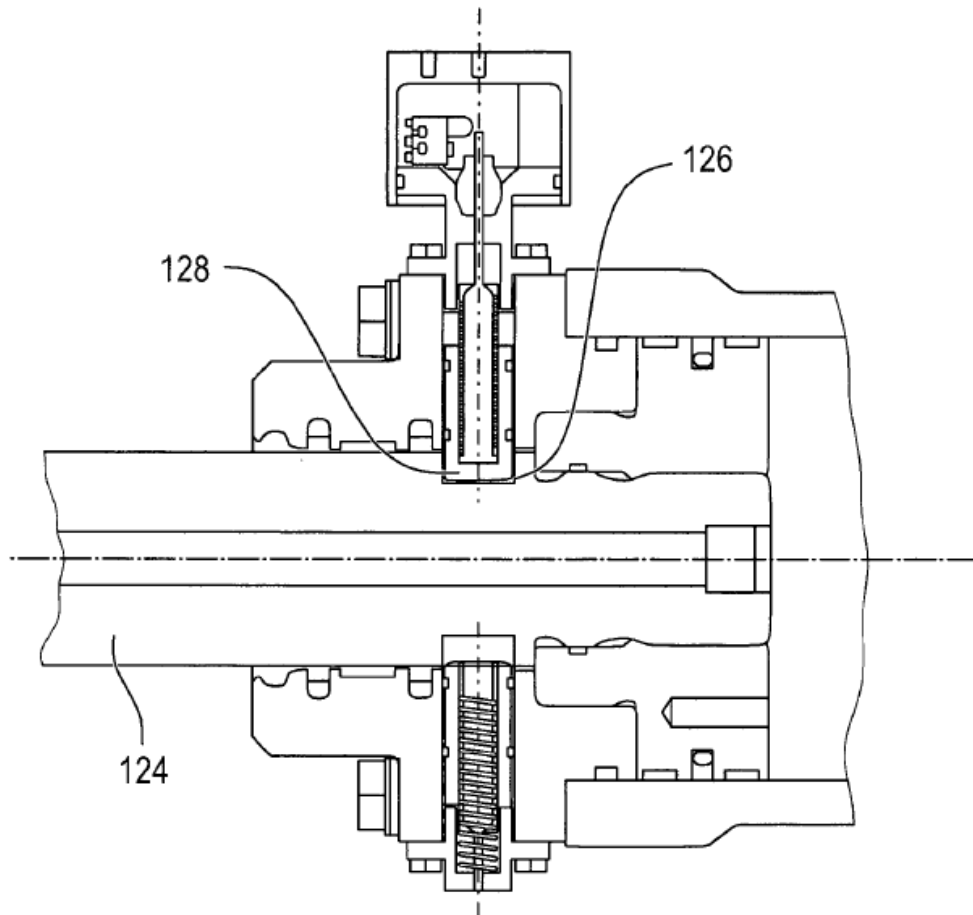


FIG. 18