

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 634 558**

51 Int. Cl.:

F15B 13/043 (2006.01)

F15B 19/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2012** E 12187609 (8)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2017** EP 2581609

54 Título: **Procedimiento de detección de un fallo de funcionamiento de una servo válvula y una servo válvula que aplica este procedimiento**

30 Prioridad:

10.10.2011 FR 1159118

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

28.09.2017

73 Titular/es:

**ZODIAC HYDRAULICS (100.0%)
Route de Jallans
28200 Châteaudun, FR**

72 Inventor/es:

OZZELLO, GUYLAIN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 634 558 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).

DESCRIPCION

Procedimiento de detección de un fallo de funcionamiento de una servo válvula y una servo válvula que aplica este procedimiento

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de detección de fallo de funcionamiento de una servo válvula de control de flujo de dos etapas cuyo órgano móvil de distribución de potencia está conectado con el rotor del motor de torsión de la etapa de control a través de un retorno mecánico. La invención tiene como objeto también una servo válvula.

10 Estado de la técnica

15 Una servo válvula clásica se compone de una etapa de control del tipo de chorro oscilante o desviado o del tipo de toberas con placa de rebote que controla un órgano móvil de distribución de potencia de la etapa de potencia. La etapa de potencia tiene como función el suministro de una presión o de un caudal proporcionales a una instrucción transmitida a la etapa de control.

20 En estas servo válvulas, la posición relativa del emisor hidráulico (de tobera o de chorro) y del receptor hidráulico (placa de rebote, deflector o receptor fijo) de la etapa de control genera unos diferenciales de presión que se utilizan para desplazar finamente el órgano móvil de distribución de potencia de la etapa de potencia de la servo válvula. Por regla general, la posición del emisor o del receptor hidráulico es controlada por un motor de torsión que desplaza uno de los elementos hidráulicos de la etapa de control (la placa de rebote para las servo válvulas de toberas y placas de rebote, el eyector para las servo válvulas de eyector móvil y el deflector para las servo válvulas de eyector fijo) al lado del otro. En respuesta a una demanda de un usuario, una calculadora envía una instrucción en forma de una corriente eléctrica al motor de torsión. Dicha instrucción activa un movimiento angular del rotor del motor de torsión con respecto al estator, que, modificando la posición relativa del emisor y del receptor hidráulico, acciona un diferencial de presión en el órgano móvil de distribución de potencia de la etapa de potencia. Éste se desplaza entonces por un valor sustancialmente proporcional a la instrucción eléctrica recibida por el motor de torsión. El desplazamiento del órgano móvil de distribución de potencia establece entonces una comunicación entre un conjunto de canales perforados y de luces cuya colocación permite suministrar una presión o un caudal, en función del desplazamiento de dicho órgano de distribución de potencia. Cuando se haya obtenido el efecto deseado (por lo general el posicionamiento de un elemento movido por un actuador conectado con la etapa de potencia de una servo válvula), la calculadora envía la instrucción de suspensión, la servo válvula suspende el suministro de presión o de caudal. Por lo general, unos lazos de control entre el movimiento del actuador y la instrucción de la servo válvula son establecidos a través de la calculadora.

40 Habitualmente estas servo válvulas comprenden una conexión mecánica entre el rotor del motor de torsión y el órgano móvil de distribución de potencia, denominada por ejemplo « vástago de retroacción ». Por regla general, este vástago está instalado en medio del elemento móvil y también es solidario de la placa de rebote o del eyector.

Las servo válvulas de este tipo se utilizan frecuentemente en la aeronáutica, en particular para los controles de vuelo o la orientación de las ruedas.

45 Puesto que la función de estos órganos es crítica, es importante para la seguridad de los aviones poder vigilar la conformidad del funcionamiento de las servo válvulas y avisar de este modo la calculadora de bordo en caso de fallo incluso antes de que el funcionamiento defectuoso de la servo válvula pueda causar un fallo de funcionamiento perceptible del material controlado. El piloto o el sistema pueden desconectar entonces el equipo identificado como defectuoso y activar un eventual equipo redundante.

50 De forma clásica, la calculadora de bordo emite, en respuesta a una demanda del piloto, una instrucción hacia el motor de torsión con el fin de generar una presión o un caudal adaptados a la realización del movimiento deseado de un elemento hidráulico. Dicha calculadora recibe también informaciones que le permiten verificar que el movimiento deseado se realiza de forma correcta.

55 Los fallos que pueden afectar una servo válvula tienen todos un impacto sobre la posición del órgano móvil de distribución de potencia. En particular, se pueden citar los casos de fallo de funcionamiento siguientes:

- 60 a) Cajón en posición final de carrera creando un embarque rápido del servocontrol: rotura del vástago de retroacción, extrusión de ciertas juntas del revestimiento,...
- b) Cajón bloqueado creando un embarque más o menos brusco, en función del caudal sobre el cual está bloqueado el cajón: tirta atrapada entre el revestimiento y el cajón.
- c) Ruptura de alimentación hidráulica de la etapa de control: grietas en las piezas de estructura, obstrucción de la alimentación hidráulica de la primera etapa.
- d) Ruptura de alimentación eléctrica: ruptura de las 2 bobinas, ruptura de los hilos de alimentación. La detección de este tipo de avería se debe habitualmente al dispositivo de control de la calculadora.

El embarque de un servocontrol se define como estado defectuoso del material controlado, tal como un cilindro, que se posiciona de manera rápida y brusca en uno de sus estados extremos. Por ejemplo, en el caso de un cilindro, el embarque de servocontrol se traduce por un pasaje rápido del vástago del cilindro hacia el estado « vástago completamente salido » o « vástago completamente entrado ». La servo válvula de este lazo de servocontrol se encuentra igualmente en un estado de fallo de funcionamiento, entre otros en uno de los casos a) a d) arriba mencionados, en el cual suministra un flujo o una presión de salida diferente de la que se ha mandado, debido a una posición incorrecta del cajón de distribución del órgano de potencia ».

La medición de una diferencia de posición del órgano móvil de distribución de potencia entre la posición mandada por la calculadora y su posición efectiva indica un fallo de funcionamiento de la servo válvula.

Actualmente, la determinación de la posición del órgano móvil de distribución de potencia es realizada por un sensor de desplazamiento lineal pasivo del tipo transformador diferencial variable lineal (LVDT). Este tipo de sensor requiere un módulo electrónico, llamado condicionador, para poder funcionar. Estos sensores presentan la ventaja de ser de constitución sencilla, de poder funcionar en unos entornos extremadamente exigentes y de tener una buena resolución. No obstante, la integración de este tipo de sensor en la servo válvula crea los problemas siguientes:

- el volumen de la servo válvula se ve aumentado de entre 10 y 50% según los modelos;
- la masa de la servo válvula se ve aumentada de entre 5 y 20%. Este efecto es particularmente perjudicial para las aplicaciones aeronáuticas en las cuales la regla es la reducción del peso de equipo;
- el coste de una servo válvula equipada es de 5 a 20% superior al coste de una servo válvula no equipada;
- el tiempo promedio entre las averías (Mean Time Between Failure) es aumentado de entre 10 y 20%;
- la necesidad de un condicionador que trata la señal del sensor penaliza de modo suplementario los aspectos de volumen, de masa, de coste y de fiabilidad.

El estado de la técnica está representado en particular por el documento US 4576198.

Objeto de la invención

Un objeto de la invención es proponer un procedimiento sencillo de detección de fallo de funcionamiento de una servo válvula de dos etapas con retroacción mecánica.

Presentación de la invención

A este efecto se propone un procedimiento de detección de fallo de funcionamiento de una servo válvula que comprende una etapa de potencia con un órgano móvil de distribución de potencia y una etapa de control comprendiendo un motor de torsión, en el cual dicho motor de torsión comprende un estator y un rotor cuya posición angular es controlada con el fin de desplazar el órgano móvil de distribución de potencia de manera controlada, estando dicho órgano móvil de distribución de potencia conectado con el rotor del motor de torsión a través de un retorno mecánico, donde dicho procedimiento comprende según la invención la detección de una llegada al tope del rotor del motor de torsión, y la generación de una señal de fallo de funcionamiento en respuesta a esta detección.

El procedimiento está basado en la detección de un estado discreto: la llegada al tope del rotor. Este tipo de estado puede ser detectado a través de medios sencillos tal como contactos secos o sensores sin tacto (por ejemplo, de tipo magnético). La elección del medio de detección dependerá de la naturaleza del circuito de detección que se desea realizar, en particular en lo que se refiere a su capacidad de ser perturbado por su entorno o unas facilidades de tratamiento por la calculadora de la señal generada. La simplicidad de estos medios también puede tener como efecto mejorar la fiabilidad, la economía y la masa del dispositivo. Cabe la posibilidad de equipar una servo válvula existente, para un suplemento reducido de coste y de peso, de un dispositivo particularmente robusto y fiable que puede generar una señal de fallo de funcionamiento clara y rápida.

De hecho, los inventores se han dado cuenta de que un fallo de funcionamiento de la servo válvula provocaba en la mayoría de los casos una llegada al tope del rotor del motor de torsión.

En caso de un fallo de funcionamiento de la servo válvula, la calculadora de bordo emite una instrucción correctiva (aumento/reducción/suspensión de la alimentación hidráulica) hacia la servo válvula. La misma se traduce por la aplicación de un par electromagnético sobre el rotor durante todo el tiempo que el movimiento deseado del elemento hidráulico no haya sido ejecutado. Así, en caso de fallo de funcionamiento de la servo válvula, siendo aplicado un par constante sobre el rotor, dicho rotor alcanza uno de sus topes, ya que la flexibilidad de los elementos unidos al rotor autoriza este movimiento.

La invención comprende también una servo válvula equipada de medios para realizar un procedimiento de este tipo.

Unas características y ventajas adicionales de la invención se desprenderán de la lectura de la descripción que sigue de las formas de realización particulares no limitativas de la invención.

Breve descripción de los dibujos

Se hará referencia a los dibujos anexos, en los cuales:

- 5 - la figura 1 es una vista esquemática de una servo válvula en una configuración sin fallo de funcionamiento
- la figura 2 es una vista esquemática de una servo válvula en una configuración con fallo de funcionamiento

Descripción detallada de al menos una forma de realización de la invención

10 La figura 1 es un esquema funcional de una servo válvula identificada por 1 en su totalidad. La misma puede estar integrada en el circuito de mando de un equipo hidráulico como un gato de mando de alerón de ala de avión 12. La servo válvula comprende un motor de torsión identificado por MC.

15 La servo válvula 1 comprende una etapa de control y una etapa de potencia. La etapa de control comprende un motor de torsión MC cuyo movimiento es controlado por una calculadora 100 que transmite sus instrucciones al motor de torsión MC a través de un canal de instrucción 10. La etapa de potencia está conectada con una alimentación hidráulica P, un puerto de retorno R y dos salidas C1 y C2. Las salidas C1 y C2 alimentan las 2 cámaras de un actuador de doble efecto 12 a través de los conductos 14. La calculadora 100 recibe informaciones que provienen del motor de torsión a través de un canal de vigilancia de funcionamiento 11 así como informaciones sobre la posición del vérin por el canal d'information 13.

20 El motor de torsión MC comprende un estator 2 y un rotor 3. El estator 2 es una jaula que rodea el rotor 3 y dispone de topes magnéticos 2.1 destinados para recibir el rotor en sus posiciones extremas. El rotor 3 comprende dos elementos principales:

- 25 - una placa de rebote magnética 3.1 solicitada por el campo magnético desarrollado por el estator y móvil con respecto al cuerpo de la servo válvula 1
- una columna 3.2 que se extiende sobresaliendo del estator y que penetra en el interior del cuerpo de la servo válvula.

30 El rotor 3 es solidario de un eyector de fluido 4 que está opuesto a un receptor fijo 5. El eyector 4 orienta de modo selectivo un fluido hidráulico en función del movimiento del rotor 3. Un retorno mecánico en forma de un vástago de retroacción 6 conecta de modo mecánico el órgano móvil de distribución de potencia – el cajón 7- con la columna 3.2.

35 Unos detectores de llegada al tope, aquí en forma de interruptores NO 2.2, están situados a proximidad de los topes magnéticos 2.1 y dispuestos de tal manera que son accionados por el extremo de la placa magnética 3.1 cuando el rotor 3 alcanza el tope. Comunican con la calculadora 100 a través del canal de vigilancia de funcionamiento 11. El receptor fijo 5 dispone de 2 canales 8, representados de manera esquemática, que desembocan en las cámaras 9 situadas en ambos lados del cajón. Un movimiento del rotor 3 desplaza el eyector 4 con respecto al deflector 5. Dos flujos diferentes se dirigen entonces a través de los canales 8 en las cámaras 9 situadas en ambos lados del cajón 7. Estos flujos crean un diferencial de presión en las cámaras 9 que provoca la traslación del cajón 7 que suministra al actuador 12, a través de los conductos 14, un caudal de salida de servo válvula 1 sustancialmente proporcional a la corriente de mando aplicada en la entrada del motor de torsión MC.

40 La figura 2 es una representación de la servo válvula 1 en el caso de una anomalía, aquí la ruptura del vástago de retroacción 6. En esta situación, el cajón 7 se posicionará inmediatamente en el tope al fondo de una u otra de las cámaras 9, provocando un embarque del servocontrol. Se suministra entonces un caudal importante por la servo válvula 1 hacia el actuador 12 a través de los conductos 14. La calculadora 100, informada sobre el movimiento del actuador 12 por el canal de información 13, envía una instrucción correctiva a la servo válvula a través del canal de instrucción 10. Esta última toma la forma de una corriente aplicada al motor de torsión MC y destinada para provocar el desplazamiento de la placa de rebote en una dirección que permite el retorno al movimiento deseado del actuador 12. Dicha instrucción correctiva se mantiene durante el tiempo que el movimiento del actuador 12 no se haya realizado de modo conforme. Sometida por el estator 2 a un par magnético constante, la placa magnética 3.1 del rotor 3 alcanza uno de los topes magnéticos 2.1 y cierra uno de los interruptores 2.2. En respuesta a esta llegada al tope, el cierre de este circuito genera una señal de fallo de funcionamiento en el canal de vigilancia de funcionamiento 11. Puede resultar ser útil añadir una temporización o un filtro a la detección del cierre de uno de los interruptores 2.2 ya que las fuertes solicitaciones de caudal pueden generar unos breves desplazamientos al tope del rotor 3. No obstante, la dinámica elevada de la primera etapa hace que la rapidez de detección por el dispositivo de la invención sea del mismo orden que aquella de un sistema que comprende un sensor de tipo LVDT en el cajón de la servo válvula.

60 La señal de fallo de funcionamiento puede generar una alerta para el piloto o ser tratada directamente por la calculadora que puede decidir la aplicación de un procedimiento de seguridad que consiste en desactivar la servo válvula defectuosa y activar un eventual material redundante.

Por supuesto, la invención no está limitada a las formas de realización descritas sino abarca cualquier variante que entra en el ámbito de la invención tal como está definida por las reivindicaciones.

En particular,

- 5 - la servo válvula puede ser una servo válvula que suministra una indicación de presión;
- la detección de la llegada al tope del rotor 3 puede ser realizada por otros tipos de sensor, tal como por ejemplo un sensor inductivo, un interruptor NO o NF, un sensor piezométrico, un sensor óhmico o también mediante la medición de la resistencia entre el estator y el rotor;
- 10 - la detección de la llegada al tope puede realizarse en cualquier punto del sistema, por ejemplo mediante la medición de la torsión de la columna 3.2;
- los sensores de llegada al tope 2.2 pueden ser llevados por el propio rotor, permitiendo la realización de un elemento compacto;
- 15 - los sensores de llegada al tope 2.2 pueden ser llevados por el propio estator 2, permitiendo la realización de un elemento compacto, en particular sustituyendo los topes magnéticos 2.1;
- los sensores de llegada al tope 2.2 pueden estar posicionados en el interior o el exterior de la jaula del estator 2;
- el motor de torsión MC puede cargar el rotor 3 en torsión;
- los canales de instrucción 10 y de vigilancia de funcionamiento 11 pueden ser confundidos (multiplexación);
- 20 - un circuito conectado en paralelo a los detectores de llegada al tope y que se cierra en caso de ausencia de corriente de alimentación de las bobinas puede ser añadido al dispositivo;
- aunque la invención haga referencia aquí a un motor de torsión que comprende una parte fija bajo la forma de un estator y una parte móvil bajo la forma de un rotor, la invención se aplica igualmente a un motor lineal una parte fija del cual arrastra en traslación una parte móvil.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de detección de fallo de una servo válvula (1) comprendiendo una etapa de potencia con un órgano
móvil de distribución de potencia (7) y una etapa de control que comprende un motor de torsión (MC)
comprendiendo una parte fija (2) y una parte móvil (3) cuya posición es controlada con el fin de desplazar el órgano
móvil de distribución de potencia (7) de manera controlada, estando dicho órgano móvil de distribución de potencia
10 (7) conectado con la parte móvil (3) del motor (MC) a través de un órgano de retroacción (6), caracterizado por el
hecho de que se detecta una llegada al tope de la parte móvil (3) del motor (MC) y que se genera una señal de fallo
de funcionamiento en respuesta a esta detección.
- 15 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la detección de la llegada al tope del rotor (3) es
realizada por un sensor (2.2) que está conectado funcionalmente con la parte móvil (3) del motor (MC) de tal manera
que cambia su estado cuando la parte móvil (3) del motor (MC) llega al tope, generando el cambio de estado una
señal de fallo de funcionamiento.
- 20 3. Servo válvula (1) que comprende una etapa de potencia con un órgano móvil de distribución de potencia (7) y una
etapa de control que comprende un motor de torsión (MC) que dispone de una parte fija (2) y una parte móvil (3)
cuya posición angular es controlada con el fin de desplazar el órgano móvil de distribución de potencia (7) de
manera controlada, estando dicho órgano móvil de distribución de potencia (7) conectado con la parte móvil (3) del
motor (MC) por un órgano de retroacción (6), caracterizada por el hecho de que la servo válvula está provista de
unos medios (2.2) de detección de una llegada al tope de la parte móvil (3) del motor (MC).
- 25 4. Servo válvula de acuerdo con la reivindicación 3, comprendiendo un sensor (2.2) conectado funcionalmente con la
parte móvil (3) del motor (MC) de ta manera que cambia su estado cuando la parte móvil (3) del motor (MC) alcanza
el tope, generando el cambio de estado una señal de fallo de funcionamiento.

Fig.1

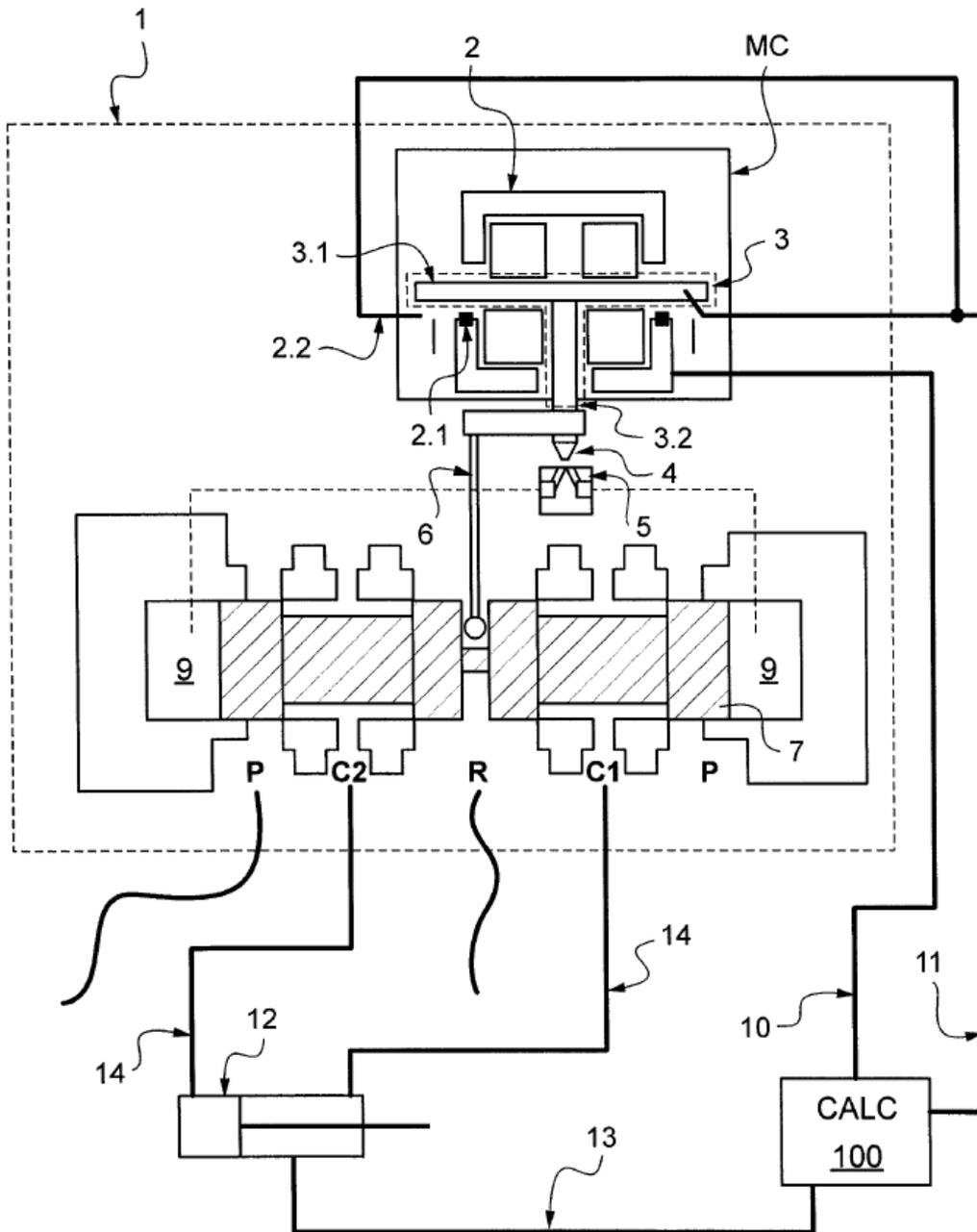


Fig.2

