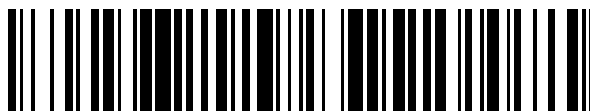


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 486 690**

51 Int. Cl.:

F16K 31/04 (2006.01)

F16K 37/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2010** **E 10720450 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.05.2014** **EP 2577130**

54 Título: **Actuador de válvula**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.08.2014

73 Titular/es:

ZODIAC AEROTECHNICS (100.0%)
61, Rue Pierre Curie
78373 Plaisir Cedex, FR

72 Inventor/es:

DENAT, FRÉDÉRIC y
REZIG, MOURAD

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 486 690 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

Actuador de válvula

5 **Sector de la técnica**

La presente invención se refiere, en general, a un actuador de válvula. Se refiere más particularmente a un actuador de válvula para accionar una válvula, tal como una válvula de combustible por ejemplo, destinado particularmente, pero no necesariamente de manera exclusiva, a conectarse a una unidad de control electrónico y/o a otro actuador de válvula.

Estado de la técnica

Los actuadores de válvula encuentran una amplia aplicación y se usan de manera destacable en sistemas de repostaje convencionales a bordo de aeronaves.

El documento WO 99/60291 describe un actuador de válvula según el preámbulo de la reivindicación 1.

Los actuadores de válvula generalmente tienen todos un control de procesador para configurar, monitorizar y controlar el actuador. Los factores de control claves incluyen la posición del actuador, es decir la posición de la válvula, y el par motor del actuador (principalmente para actuadores de salida giratorios) y el empuje (principalmente para actuadores de salida lineales). En un actuador de salida giratorio, por ejemplo, la posición de la válvula se determina normalmente contando las revoluciones o parte de una revolución del árbol de salida giratorio accionado mediante un codificador giratorio. La carga generada en el árbol de salida de actuador en un actuador de este tipo se determina normalmente mediante medios mecánicos, tales como mediante un medidor de esfuerzos o mediante un transductor para medir presiones. La carga también puede determinarse a partir de una corriente relacionada con el par motor en el motor.

Además, los actuadores de válvula también tienen generalmente capacidad de funcionamiento a prueba de fallos si, por ejemplo, hay una caída de tensión. Con este fin, la mayoría de actuadores incorporan además un mecanismo de retorno por resorte de compresión para devolver el actuador a la posición a prueba de fallos deseada.

Sin embargo, este tipo de actuador de válvula presenta el inconveniente de proporcionar un golpe de ariete en caso de sobrepresión.

Además, en sistemas de repostaje de aeronaves, estos actuadores de válvula sólo permiten una regulación general tal como se da a conocer en el documento US2008/0173762. Este documento da a conocer un sistema de repostaje de aeronave que permite aumentar las tasas de repostaje, en el que se montan estranguladores de flujo de combustible en las tuberías de repostaje de la aeronave que restringen el caudal de combustible de las tuberías de repostaje al interior de los depósitos de combustible. También se proporcionan válvulas de combustible para permitir desconectar cada depósito de las tuberías de repostaje. Mediante un regulador de presión de combustible a bordo de la aeronave se realiza una regulación general para definir la presión máxima en las tuberías de repostaje. Este tipo de regulación general no es adecuado cuando hay una necesidad de rellenar más un depósito de combustible específico. Por tanto, el circuito de combustible a bordo de una aeronave no siempre puede optimizarse según las necesidades concretas.

Por tanto, existe una necesidad de actuadores de válvula que eviten el golpe de ariete cuando aparece una sobrepresión y que permitan un nuevo modo de rellenar los respectivos depósitos de combustible de una aeronave de manera destacable.

Objeto de la invención

Realizaciones de la presente invención proporcionan un actuador de válvula que incluye:

- 55 - un alojamiento
- un motor acoplado a la válvula, en el que la rotación del motor cambia la posición de la válvula de una primera posición en la que puede tener lugar un flujo de fluido a lo largo de al menos una trayectoria y una segunda posición en la que el flujo de fluido o bien está bloqueado o bien puede tener lugar a lo largo de al menos una segunda trayectoria, suministrándose a dicho motor normalmente energía eléctrica procedente de una fuente principal de energía eléctrica,
- al menos un sensor configurado para detectar la posición de la válvula y/o la velocidad de válvula,
- 65 - un conmutador que controla la entrega de energía eléctrica al motor,

- un sistema de circuitos de energía conectado al conmutador;

5 el actuador de válvula incluye además un controlador conectado al al menos un sensor y al sistema de circuitos de energía, recopilando dicho controlador en tiempo real datos relativos a la posición y/o la velocidad de la válvula y datos relativos al ajuste de energía, calculando la corrección de posición y/o velocidad de manera proporcional a los errores entre los datos recopilados relativos a la posición y/o la velocidad de la válvula y los datos recopilados relativos al ajuste de energía, y enviando un nuevo ajuste de energía para el sistema de circuitos de energía, en el que el sistema de circuitos de energía amplifica la señal del controlador.

10 La válvula es una válvula de bola que comprende un conjunto de engranaje reductor que acopla el motor a la válvula. Dicho motor es un motor sin escobillas.

15 Por consiguiente, los ajustes de energía enviados por el controlador al sistema de circuitos de energía son función de al menos un parámetro.

Según una característica específica, el ajuste de energía enviado por el controlador al sistema de circuitos de energía es función del tiempo.

20 Además, el ajuste de energía enviado por el controlador al sistema de circuitos de energía está almacenado preferiblemente en una memoria no volátil.

Por consiguiente, el ajuste de energía es función del tiempo según la siguiente ecuación:

$$25 \text{ ajuste de energía} = at^3 - bt^2 + ct$$

en la que a, b y c son constantes y t es el tiempo expresado en segundos.

Además, el actuador de válvula comprende además medios para detectar un fallo del motor.

30 Según una característica específica, el controlador comprende además medios para conectar dicho controlador a una unidad de control electrónico (ECU) adaptada para conectarse con una pluralidad de actuadores de válvula.

35 Según otra característica, el controlador comprende además medios para conectar dicho controlador a al menos otro actuador de válvula.

Además, el motor comprende un sensor Hall para detectar la posición y/o la rotación de dicho motor.

Dicho conjunto de engranaje reductor que acopla el motor a la válvula incluye un engranaje de tornillo sin fin.

40 Opcionalmente, el conjunto reductor incluye además una palanca conformada para girarse manualmente o bien agarrándola o bien usando una herramienta y el conjunto reductor incluye además un conjunto de embrague que conecta la palanca al vástago de válvula y al conjunto de engranaje.

45 Según otra característica, el controlador incluye medios para calcular la corrección de posición y/o velocidad de manera proporcional a los errores entre los datos recopilados relativos a la posición y/o la velocidad de la válvula y los datos recopilados relativos al ajuste de energía.

50 Preferiblemente, el actuador de válvula comprende además medios adaptados para detectar un fallo en el actuador de válvula, tal como un fallo del controlador, un error de posición de la válvula, o una sobreintensidad, por ejemplo.

Además, la apertura y/o el cierre de la válvula se accionan con una velocidad constante cuando se detecta un fallo en el actuador de válvula.

55 Otras características y ventajas de la invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica durante la descripción que sigue, dada a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos.

Descripción de las figuras

60 La figura 1 es una vista en perspectiva de un actuador de válvula según la presente invención;

la figura 2 es una vista en perspectiva del interior del actuador de válvula según la invención;

la figura 3 muestra las diferentes partes del sistema de circuitos del actuador de válvula según la invención;

65 las figuras 4A y 4B muestran respectivas vistas esquemáticas de una válvula de bola dirigida por el actuador de válvula según la invención, en una posición cerrada y respectivamente en una posición abierta;

la figura 5 es un esquema del procedimiento seguido por el actuador de válvula según la invención;

la figura 6 es un esquema de la electrónica del actuador de válvula;

la figura 7 es una gráfica del ajuste de energía enviado por el controlador al sistema de circuitos de energía en función del tiempo;

la figura 8 muestra esquemáticamente un equipo de repostaje de aeronave que incluye actuadores de válvula según la invención.

Descripción detallada de la invención

En las diversas figuras se usan las mismas referencias para designar elementos idénticos o similares.

La figura 1 es una vista en perspectiva de un actuador (1) de válvula según la presente invención. Tal como se muestra en la figura 1, el actuador (1) de válvula incluye un alojamiento (2) cilíndrico cerrado por una tapa (3) y que contiene un motor (4) eléctrico, tal como un motor sin escobillas, y una clavija (5). El motor (4) está acoplado a la válvula, no mostrada, de tal manera que la rotación del motor cambia la posición de la válvula de una primera posición en la que puede tener lugar un flujo de fluido a lo largo de al menos una trayectoria y una segunda posición en la que el flujo de fluido o bien está bloqueado o bien puede tener lugar a lo largo de al menos una segunda trayectoria, suministrándose a dicho motor normalmente energía eléctrica procedente de una fuente principal de energía eléctrica, no mostrada.

La válvula es preferiblemente una válvula de bola. Dicha válvula de bola es una válvula con un disco esférico, la parte de la válvula que controla el flujo a través de la misma. La esfera tiene un orificio, o acceso, que atraviesa el centro de modo que el flujo tendrá lugar cuando el acceso esté en línea con ambos extremos de la válvula. Cuando la válvula está cerrada, el orificio es perpendicular a los extremos de la válvula, y se bloquea el flujo. Puede ser una válvula de bola de acceso total, o más comúnmente conocida como de paso total, que tiene una bola sobredimensionada de modo que el orificio en la bola es del mismo tamaño que el conducto, lo que da como resultado una pérdida de fricción inferior, una válvula de bola de acceso reducido, o más comúnmente conocida como válvula de bola de paso reducido, en la que el flujo a través de la válvula tiene un tamaño de conducto menor que el tamaño del conducto de la válvula, lo que da como resultado un área de flujo que se hace menor que el conducto, una válvula de bola de acceso en V que tiene una bola en forma de 'v' o un asiento en forma de 'v', o una válvula de bola guiada que tiene medios mecánicos de anclaje de la bola en la parte superior y la parte inferior. Además, puede ser una válvula de bola de acceso múltiple tal como una válvula de bolas de tres vías que tiene un orificio en forma de L o de T que atraviesa el centro, una válvula de bola de 4 vías, o más.

Aunque la válvula de bola es muy conocida por su durabilidad, ha de observarse que la válvula de bola puede sustituirse por cualquier tipo de válvula conocida tal como una válvula de compuerta, una válvula de globo, una válvula de guillotina, una válvula de aguja, una válvula de pistón, una válvula de pellizco, una válvula macho, una válvula de carrete, etc., sin apartarse del alcance de la invención.

Haciendo referencia a la figura 2, el alojamiento (2) define un recinto (6) y un reborde (7) que recibe la tapa (3). Una caja (8) de engranajes está dispuesta dentro del recinto (6), incluyendo dicha caja (8) de engranajes una rueda (9) sin fin que está conectada a un árbol (10) para accionar la válvula. La caja (8) de engranajes incluye además un tornillo (11) sin fin acoplado al motor (4) y que define un engranaje (12) que actúa conjuntamente con la rueda (9) sin fin.

Opcionalmente, comprende además un conjunto de engranaje reductor que acopla el motor al tornillo sin fin, una palanca conformada para girarse manualmente o bien agarrándola o bien usando una herramienta, y un conjunto de embrague que conecta la palanca al vástago de válvula y al conjunto de engranaje, no mostrado.

La disposición es tal que cuando el motor (4) gira el tornillo (11) sin fin tal como se indica mediante la flecha (a) alrededor del eje longitudinal del tornillo (11) sin fin, dicho tornillo (11) sin fin hace girar la rueda (9) sin fin alrededor de un eje (13) de rotación adicional tal como se indica mediante la flecha (b). El eje (13) de rotación adicional está dispuesto sustancialmente normal al eje del tornillo (9) sin fin y corresponde al eje longitudinal del árbol (10) que acciona la válvula.

Además, haciendo referencia a las figuras 2 y 3, el actuador (1) de válvula comprende al menos un sensor configurado para detectar la posición de la válvula y/o la velocidad de válvula, no mostrado, un conmutador que controla la entrega de energía eléctrica al motor, un controlador y un sistema de circuitos de energía conectado al conmutador. Dicho sensor puede consistir en cualquier sensor conocido bien por el *experto en la técnica* tal como un sensor óptico, un sensor magnético, un sensor Hall, etc. El conmutador que controla la entrega de energía eléctrica al motor, el controlador y el sistema de circuitos de energía están colocados en tres sustratos (14a, 14b, 14c) en

forma de disco interconectados, incluyendo cada sustrato en forma de disco un orificio (15a, 15b, 15c) central que forma un paso para el árbol (10), y apilados en el recinto (6).

5 Haciendo referencia a las figuras 4A y 4B, el cuerpo de válvula (B) puede ser una bola girada por un posicionador convencional (no mostrado) accionado por un motor (4) o servomotor (131) o unidad servo similar. Un sensor (132) de posición proporciona una señal indicativa de la posición del cuerpo de válvula (B). Cuando el elemento de motor del servomotor (131) es de tipo giratorio, el sensor (132) de posición puede detectar la posición angular del cuerpo de válvula (B) u otro elemento conectado al cuerpo de válvula (B). La apertura de la válvula puede ajustarse de manera selectiva a una posición abierta definida entre la posición abierta total tal como se muestra en la figura 4A y la posición cerrada tal como se muestra en la figura 4B. El actuador permite ajustar en tiempo real la apertura de la válvula correspondiente. La posición angular del accionamiento giratorio (D) puede definir de manera precisa la razón de apertura del cuerpo de válvula (B).

15 Ventajosamente, haciendo referencia a la figura 5 que ilustra esquemáticamente el procedimiento seguido por el actuador de válvula según la invención, el controlador conectado al al menos un sensor y al sistema de circuitos de energía recopila en tiempo real datos relativos a la posición y/o la velocidad de la válvula y datos relativos al ajuste de energía, calcula la corrección de posición y/o velocidad de manera proporcional a los errores entre los datos recopilados relativos a la posición y/o la velocidad de la válvula y los datos recopilados relativos al ajuste de energía, y envía un nuevo ajuste de energía al sistema de circuitos de energía, en el que el sistema de circuitos de energía amplifica la señal del controlador.

25 Haciendo referencia a la figura 6, el sistema de circuitos electrónico incluye un conmutador (16) que controla la entrega de energía eléctrica al motor (17), un dispositivo (18) de resolución (*resolver*) configurado para detectar la posición de la válvula y/o la velocidad de válvula, un sistema (19) de circuitos de energía conectado al conmutador (16) y un controlador (20) conectado al dispositivo (18) de resolución y al sistema (19) de circuitos de energía, recopilando dicho controlador (20) en tiempo real datos relativos a la posición y/o la velocidad de la válvula y datos relativos al ajuste de energía, calculando la corrección de posición y/o velocidad de manera proporcional a los errores entre los datos recopilados relativos a la posición y/o la velocidad de la válvula y los datos recopilados relativos al ajuste de energía, y enviando un nuevo ajuste de energía al sistema de circuitos de energía, en el que el sistema (19) de circuitos de energía amplifica la señal del controlador.

35 Ha de observarse que el dispositivo (18) de resolución puede sustituirse por cualquier sensor conocido bien por el *experto en la técnica* y configurado para detectar la posición de la válvula y/o la velocidad de válvula sin apartarse del alcance de la invención.

En la realización mostrada en la figura 6, el sistema de circuitos incluye además un decodificador (21) conectado, en primer lugar, al dispositivo (18) de resolución y, en segundo lugar, a un gestor (22) del decodificador. Dicho gestor del decodificador está conectado al controlador (20) y a un gestor (23) de fallo.

40 Opcionalmente, el motor (17) comprende un sensor (24) Hall para detectar la posición y/o la rotación de dicho motor. Dicho sensor (24) Hall está conectado a una unidad (25) de controlador de energía y de dirección automática del conmutador (16).

45 Además, el controlador (20) incluye un gestor (26) del estado conectado a un gestor (27) del modo que está conectado a una unidad (28) de control. La unidad (28) de control está conectada a la unidad (25) de controlador de energía y de dirección automática del conmutador (16). El sistema de circuitos incluye también una memoria (29) no volátil ROM conectada al gestor (27) del modo, un primer convertidor (30) de analógico a digital denominado ADC conectado a un primer gestor (31) del ADC que está conectado al gestor (27) del modo del controlador (20), un segundo convertidor (32) de analógico a digital (ADC) conectado a un segundo gestor (33) del ADC que está conectado al gestor (22) del decodificador del dispositivo (18) de resolución. Cada convertidor (30) y (32) de analógico a digital incluye al menos un filtro.

55 El sistema (19) de circuitos de energía incluye un filtro (34) que protege el sistema de circuitos frente a sobreintensidades, descargas eléctricas e interferencias electromagnéticas (EMI), una primera unidad (35) con funciones de reducción, control y filtro y una segunda unidad (36) con funciones de reducción y control.

El sistema de circuitos incluye una fase (37) de entrada/salida que comprende una pluralidad de puertas lógicas de entrada y puertas lógicas de salida.

60 El gestor (27) del modo comprende al menos tres modos, un primer modo denominado "modo dañado" en el que la válvula se acciona con una alta velocidad constante independientemente de un fallo del sensor de posición, un segundo modo denominado "modo encendido-apagado" en el que el motor que acciona la válvula funciona a una velocidad constante, aproximadamente a un cuarto de su velocidad máxima, y en el que se usan conmutadores (38) para detener la rotación, un tercer modo denominado "modo anti golpe de ariete" en el que el motor se acciona según una ley de control de tal modo que se reduce o elimina el golpe de ariete. Todos estos modos están definidos

por puertas lógicas de entrada (EN1) y (EN2) de la fase (37) de entrada/salida y la petición de apertura/cierre se determina mediante el estado de la puerta lógica de entrada (EN3).

5 Opcionalmente, el gestor (27) del modo comprende un cuarto modo denominado "modo AE" en el que dicho gestor (27) del modo recibe un paquete de datos del gestor (31) del ADC para determinar un ajuste correspondiente a una posición del árbol de accionamiento final del motor. El convertidor (30) de analógico a digital (ADC) decodifica y transforma la señal analógica que entra procedente del puerto (EA1) en un paquete de datos de 12 bits, posteriormente el gestor (31) del ADC envía dicho paquete de datos al gestor (27) del modo.

10 La unidad (25) de controlador de energía y de dirección automática determina las órdenes del transistor del puente de energía a partir de la información enviada por el sensor (24) Hall del motor (17), la modulación de ancho de pulso (PWM), la dirección de rotación del motor (17) y el modo.

15 El dispositivo (18) de resolución dirigido por un componente electrónico tal como AD2S1200, por ejemplo, es un sensor de posición. El decodificador (21), que es un componente electrónico AD2S1200, genera la tensión del dispositivo (18) de resolución. Las señales secundarias generadas por el dispositivo (18) de resolución se decodifican mediante el decodificador (21) que transforma dichas señales secundarias en dos paquetes de datos numéricos de 12 bits, correspondiendo un primer paquete de datos a la posición y correspondiendo un segundo paquete de datos a la velocidad. Dicho decodificador (21) envía paquetes de datos al gestor (22) del decodificador que, en primer lugar, envía al segundo gestor (33) del ADC y a la unidad (28) de control el paquete de datos correspondiente a la posición, y en segundo lugar, envía al gestor (23) de fallo el paquete de datos correspondiente a la velocidad. Dicho gestor (23) de fallo verifica periódicamente que el motor (18) gira, es decir que la velocidad del motor (18) no es igual a cero, cuando está pendiente una orden de apertura y/o cierre.

25 Además, el gestor (23) de fallo monitoriza y detecta diferentes tipos de fallos tales como un fallo del conmutador, es decir cuando la información de apertura y cierre del conmutador se envía simultáneamente, un bloqueo del árbol de accionamiento final del motor, correspondiente a una velocidad del motor igual a cero, un fallo del dispositivo de resolución en el que dicho fallo se detecta mediante el decodificador (21), un fallo de encadenado de la posición, o una detección de sobreintensidad.

30 Cuando se detecta un fallo, la información del fallo se envía al gestor (27) del modo a través del gestor (26) del estado. Entonces se envía un ajuste correspondiente al "modo dañado" a la unidad (28) de control.

35 Cuando no se detecta ningún fallo, y cuando el gestor (27) del modo recibe un paquete de datos del gestor (31) del ADC, la unidad (28) de control compara estos ajustes con la copia de posición. Entonces la unidad (28) de control la amplifica y determina el sentido de rotación y la amplitud del error. Dicho sentido de rotación y dicha amplitud del error se envían a la unidad (25) de dirección automática.

40 Cuando no se detecta ningún fallo y cuando el gestor (27) del modo no recibe ningún paquete de datos del gestor (31) del ADC, el gestor (27) del modo envía a la unidad (27) de control un ajuste correspondiente al "modo anti golpe de ariete". Este ajuste correspondiente al "modo anti golpe de ariete" está almacenado en la memoria (29) no volátil ROM y es función del tiempo según la siguiente ecuación:

$$\text{ajuste de energía} = at^3 - bt^2 + ct$$

45 En la que a, b y c son constantes y t es el tiempo expresado en segundos.

En la figura 7 se representa un ejemplo de esta función del tiempo. En este ejemplo particular, la ecuación es la siguiente:

$$\text{ajuste de energía} = 0,067t^3 - 0,347t^2 + 0,776t$$

50 Ha de observarse que los ajustes de energía enviados por el controlador (20) al sistema (16) de circuitos de energía son función de al menos un parámetro, el tiempo; sin embargo, dichos ajustes de energía pueden ser función de una pluralidad de parámetros sin apartarse del alcance de la invención.

55 Ventajosamente, el controlador (20), la unidad (25) de controlador de energía y de dirección automática, el gestor (23) de fallo, el gestor (22) del decodificador, los gestores (31) y (33) de los ADC y la memoria (29) no volátil ROM están incluidos en un dispositivo lógico programable (PLD), tal como una disposición de puertas programables en campo (FPGA) por ejemplo, para calcular la corrección de posición y/o velocidad de manera proporcional a los errores entre los datos recopilados relativos a la posición y/o la velocidad de la válvula y los datos recopilados relativos al ajuste de energía, etc.

65 Es evidente que el dispositivo lógico programable (PLD) que calcula de manera destacable la corrección de posición y/o velocidad de manera proporcional a los errores entre los datos recopilados relativos a la posición y/o la velocidad

de la válvula y los datos recopilados relativos al ajuste de energía, puede sustituirse por cualquier medio equivalente tal como un software por ejemplo sin apartarse del alcance de la invención.

5 Además, el controlador (20) comprende ventajosamente medios para conectar dicho controlador (20) a una unidad de control electrónico (ECU) adaptada para conectarse con una pluralidad de actuadores de válvula, y/o para conectar dicho controlador (20) a al menos otro actuador de válvula.

10 Tal arquitectura permite una amplia variedad de aplicaciones. A continuación en el presente documento se da a conocer un ejemplo no limitativo de aplicación en un sistema de repostaje de aeronave.

15 La figura 8 es un diagrama esquemático de un sistema (100) de repostaje de aeronave usado convencionalmente para el repostaje de aviones comerciales tales como el A320. Este sistema (100) de repostaje de aeronave está dotado de válvulas (111) de solenoide en una conexión en estrella con un acoplamiento (112) de repostaje que define una entrada (112a) de suministro de combustible para la línea (113) de suministro de combustible. En este ejemplo, el depósito (114) central tiene una capacidad de 8250 litros y cada uno de los depósitos (115, 116) laterales tiene una capacidad de 6925 litros (dentro del depósito de combustible). También pueden proporcionarse depósitos de combustible opcionales, por ejemplo al menos un depósito central adicional ACT (no mostrado).

20 Realizaciones de la invención proporcionan un equipo (120) para rellenar con combustible de manera dinámica el sistema (121) de depósitos de aeronave, con el fin de minimizar los tiempos de repostaje. Tal equipo (120) puede usarse apropiadamente para un avión que tiene una pluralidad de depósitos de combustible, por ejemplo tres depósitos (114, 115, 116) de combustible.

25 El equipo (120) comprende una línea (113) de suministro de combustible, tres líneas de suministro a depósitos y tres depósitos (114, 115, 116) de combustible. Las tuberías de repostaje, denominadas a continuación en el presente documento tuberías (122), tienen respectivos conductos conectados a cada uno de los depósitos (114, 115, 116) de combustible. A través de una unión J de las tuberías (122) se forma una conexión en estrella. En este punto, una válvula, por ejemplo una válvula (123) de solenoide, está dispuesta entre la entrada (113) de suministro de combustible y la unión J, para funcionar como válvula maestra con respecto a una pluralidad de válvulas (124, 125, 126) controlables. La válvula (124) está conectada al depósito (114) de combustible, la válvula (125) está conectada al depósito (115) de combustible y la válvula (126) está conectada al depósito (116) de combustible. Por consiguiente, cada una de estas válvulas (124, 125, 126) permite desconectar cada depósito de combustible de la línea (113) de suministro de combustible de manera que el combustible pueda dirigirse según se requiera.

35 Dentro de las tuberías (122) se proporcionan uno o más detectores (130) para transmitir un parámetro físico indicativo de las condiciones de flujo. En este punto el detector (130) es un sensor de presión situado entre la unión J y la válvula (123) de solenoide o cualquier válvula maestra similar conectada directamente a la línea (113) de suministro de combustible. El sensor de presión o detector (130) similar está en conexión con una unidad de control electrónico ECU. Este detector (130) permite realizar, en combinación con los respectivos conjuntos válvula-actuator también conectados a la unidad de control electrónico ECU, una regulación de los respectivos caudales de repostaje. El detector (130) también puede sustituirse por uno o más medidores de flujo dispuestos adecuadamente en las tuberías (122) y que proporcionan, cada uno, señales indicativas de un caudal.

45 Datos sobre la presión detectada por el detector (130) dentro de las tuberías (122) y datos sobre la apertura de las primeras válvulas (124, 125, 126) se recuperan mediante un módulo de recepción (M) de la unidad de control electrónico. Este módulo (M) está configurado para estimar los respectivos parámetros de flujo de la primera válvula, usando los datos de presión y los datos de posición.

50 Cada una de las válvulas (124, 125, 126) puede estar equipada con actuadores y posicionadores para definir una válvula de control de flujo que regula el flujo de combustible. Haciendo referencia a las figuras 4A y 4B que ilustran esquemáticamente un ejemplo no limitativo de la arquitectura de la válvula de control de flujo, el cuerpo de válvula (B) puede ser una bola girada por un posicionador convencional (no mostrado) accionado por un servomotor (131) o unidad servo similar. En este punto, un sensor (132) de posición proporciona una señal indicativa de la posición del cuerpo de válvula (B). Cuando el elemento de motor del servomotor (131) es de tipo giratorio, el sensor (132) de posición puede detectar la posición angular del cuerpo de válvula (B) u otro elemento conectado al cuerpo de válvula (B). La apertura de las válvulas (124, 125, 126) puede ajustarse de manera selectiva a una posición abierta definida entre la posición abierta total tal como se muestra en la figura 4A y la posición cerrada tal como se muestra en la figura 4B. Como resultado, el caudal puede ajustarse entre los dos accesos de válvula de la válvula de bola. El actuator permite ajustar en tiempo real la apertura de la primera válvula correspondiente. La posición angular del accionamiento giratorio (D) puede definir de manera precisa la razón de apertura del cuerpo de válvula (B).

65 Aunque en el presente documento se representa una válvula de bola de paso recto, que tiene una respuesta rápida y una larga vida útil, se entiende que las primeras válvulas (124, 125, 126) no son necesariamente válvulas de bola o válvulas de cuarto de giro similares. Más generalmente, las válvulas (124, 125, 126) comprenden cada una un cuerpo de válvula con una pluralidad de posiciones ajustables entre la posición abierta total y la posición cerrada,

con el fin de permitir la regulación de flujo o presión del combustible o fluido similar que va a almacenarse en los respectivos depósitos (114, 115, 116) de combustible.

5 El control de la posición de los respectivos cuerpos de válvula puede tener en cuenta datos de parámetros de flujo así como datos de nivel de combustible. En este punto, los datos de nivel de combustible pueden obtenerse midiendo, para cada uno de los depósitos (114, 115, 116) de combustible que van a rellenarse con combustible, un nivel de combustible. Uno y preferiblemente una pluralidad de dispositivos (134, 135, 136) de calibración pueden asociarse con cada uno de los depósitos (114, 115, 116) de combustible para proporcionar una señal indicativa del nivel de combustible medido a la unidad de control electrónico ECU. Durante la operación de repostaje, la unidad de control electrónico está procesando las señales del detector (130) y los dispositivos (134, 135, 136) de calibración para regular dinámicamente la apertura de las respectivas primeras válvulas (124, 125, 126). Por tanto, las señales del detector (130) o cualquier detector similar se convierten en primeros datos de parámetros de flujo de válvula, mientras que las señales de los dispositivos (134, 135, 136) de calibración se convierten en datos de nivel de combustible. Estos datos o cualquier dato similar recuperado por la unidad de control electrónico ECU se usan para determinar las necesidades individuales en los respectivos depósitos (124, 125, 126) de combustible.

15 Ningún símbolo de referencia en las reivindicaciones siguientes debe interpretarse como que limita la reivindicación. Resultará evidente que el uso del verbo “comprender” y sus conjugaciones no excluye la presencia de algún otro elemento aparte de los definidos en una reivindicación. Las palabras “un” o “una” precediendo a un elemento no excluyen la presencia de una pluralidad de tales elementos.

REIVINDICACIONES

1. Actuador (1) de válvula que incluye:
- 5 - un alojamiento (2),
- un motor (4) acoplado a la válvula, en el que la rotación del motor (4) cambia la posición de la válvula de una primera posición en la que puede tener lugar un flujo de fluido a lo largo de al menos una trayectoria y una segunda posición en la que el flujo de fluido o bien está bloqueado o bien puede tener lugar a lo largo de al menos una segunda trayectoria, suministrándose a dicho motor (4) normalmente energía eléctrica procedente de una fuente principal de energía eléctrica,
- 10 - al menos un sensor (24,132) configurado para detectar la posición de la válvula y/o la velocidad de válvula,
- 15 - un conmutador (16) que controla la entrega de energía eléctrica al motor (4),
- un sistema (19) de circuitos de energía conectado al conmutador (16),
- 20 - un controlador (20) conectado al al menos un sensor (24,132) y al sistema (19) de circuitos de energía, recopilando dicho controlador (20) en tiempo real datos relativos a la posición y/o la velocidad de la válvula y datos relativos al ajuste de energía, caracterizado porque el controlador calcula la corrección de posición y/o velocidad de manera proporcional a los errores entre los datos recopilados relativos a la posición y/o la velocidad de la válvula y los datos recopilados relativos al ajuste de energía, y enviando un nuevo ajuste de energía al sistema (19) de circuitos de energía, en el que el sistema (19) de circuitos de energía amplifica la señal del controlador.
- 25
2. Actuador de válvula según la reivindicación 1, en el que la válvula es una válvula de bola.
- 30 3. Actuador de válvula según la reivindicación 1 ó 2, en el que comprende además un conjunto de engranaje reductor que acopla el motor (4) a la válvula.
4. Actuador de válvula según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el motor (4) es un motor sin escobillas.
- 35 5. Actuador de válvula según una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que los ajustes de energía enviados por el controlador (20) al sistema (19) de circuitos de energía es función de al menos un parámetro.
- 40 6. Actuador de válvula según la reivindicación 5, en el que el ajuste de energía enviado por el controlador (20) al sistema (19) de circuitos de energía es función del tiempo.
7. Actuador de válvula según una cualquiera de las reivindicaciones 5 ó 6, en el que el ajuste de energía enviado por el controlador (20) al sistema (19) de circuitos de energía está almacenado en una memoria (29) no volátil.
- 45 8. Actuador de válvula según la reivindicación 6, en el que el ajuste de energía es función del tiempo según la siguiente ecuación:
- 50
$$\text{ajuste de energía} = at^3 - bt^2 + ct$$
- en la que a, b y c son constantes y t es el tiempo expresado en segundos.
9. Actuador de válvula según una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que comprende además medios para detectar un fallo del motor.
- 55 10. Actuador de válvula según una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que el controlador (20) comprende además medios para conectar dicho controlador (20) a una unidad de control electrónico (ECU) adaptada para conectarse con una pluralidad de actuadores (1) de válvula.
- 60 11. Actuador de válvula según una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que el controlador (20) comprende además medios para conectar dicho controlador (20) a al menos otro actuador (1) de válvula.
- 65 12. Actuador de válvula según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el que el motor (4) comprende un sensor (24) Hall para detectar la posición y/o la rotación de dicho motor (4).

13. Actuator de válvula según una cualquiera de las reivindicaciones 1-12, en el que el conjunto de engranaje reductor que acopla el motor (4) a la válvula incluye un engranaje (11,12) de tornillo sin fin.
- 5 14. Actuator de válvula según la reivindicación 13, en el que el conjunto reductor incluye además una palanca conformada para girarse manualmente o bien agarrándola o bien usando una herramienta.
15. Actuator de válvula según la reivindicación 14, en el que el conjunto reductor incluye además un conjunto de embrague que conecta la palanca al vástago de válvula y al conjunto de engranaje.
- 10 16. Actuator de válvula según una cualquiera de las reivindicaciones 1-15, en el que el controlador (20) incluye medios para calcular la corrección de posición y/o velocidad de manera proporcional a los errores entre los datos recopilados relativos a la posición y/o la velocidad de la válvula y los datos recopilados relativos al ajuste de energía.
- 15 17. Actuator de válvula según una cualquiera de las reivindicaciones 1-16, en el que comprende además medios adaptados para detectar un fallo en el actuator (1) de válvula, tal como un fallo del controlador (20), un error de posición de la válvula, o una sobrecarga, por ejemplo.
- 20 18. Actuator de válvula según la reivindicación 17, en el que la apertura y/o el cierre de la válvula se acciona con una velocidad constante cuando se detecta un fallo en el actuator (1) de válvula.

FIG. 1

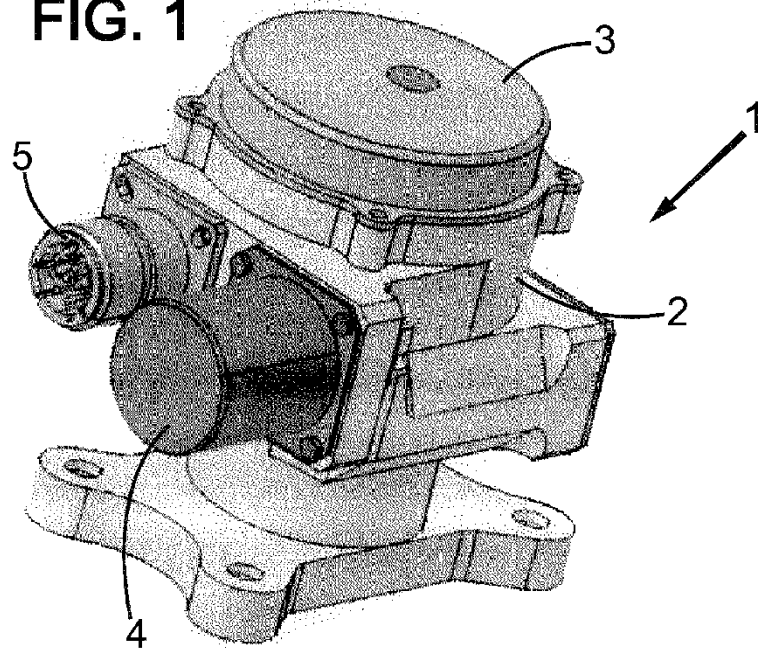
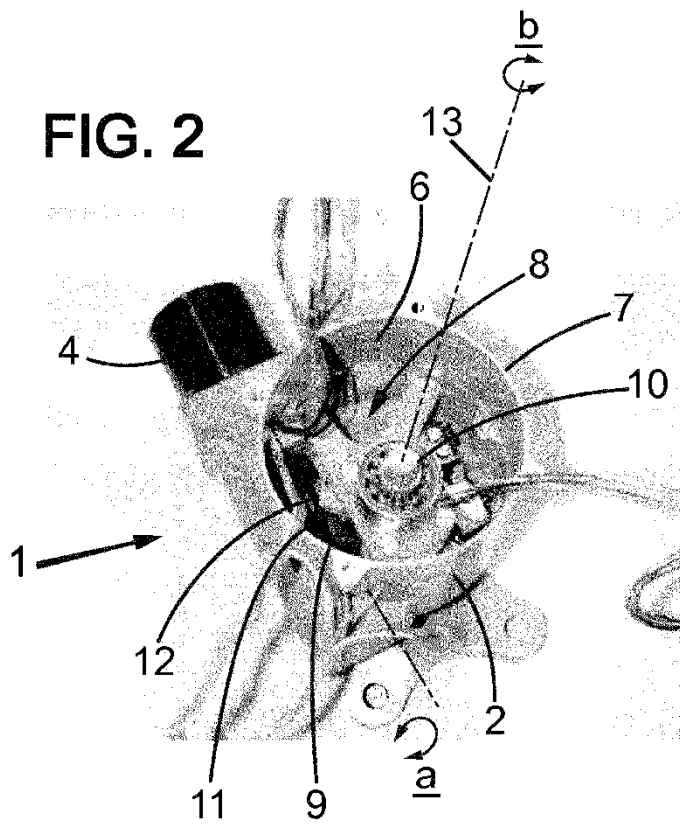


FIG. 2



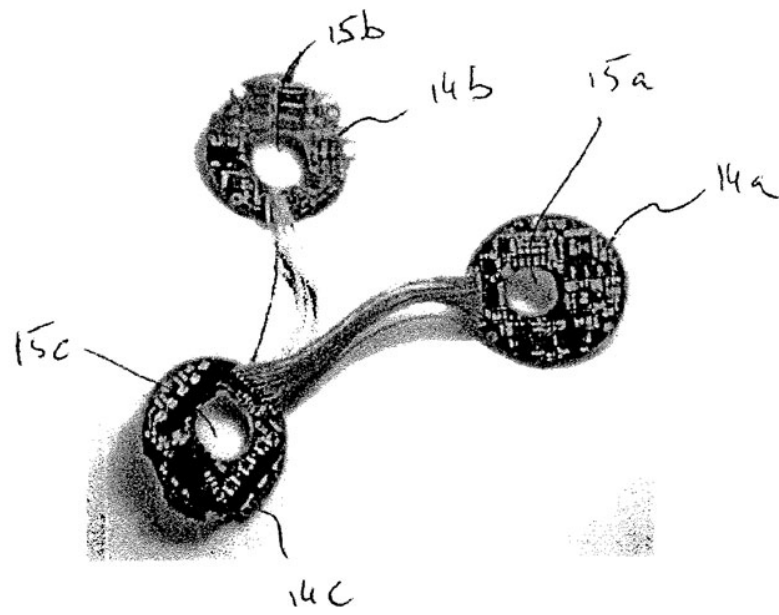


Fig. 3

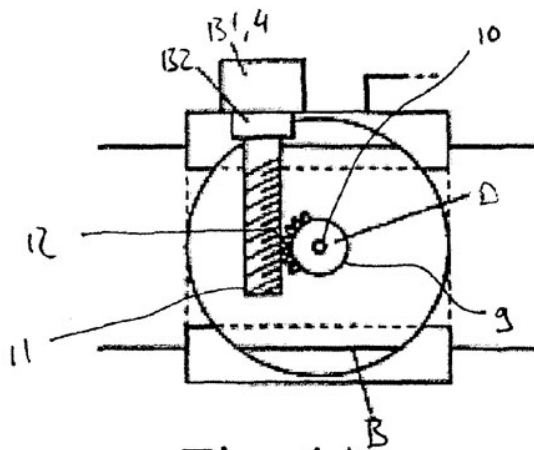


Fig. 4A

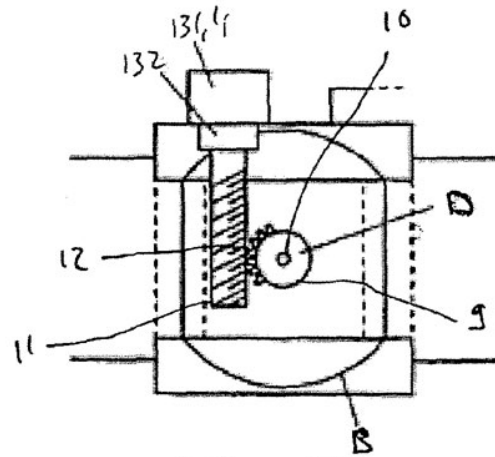


Fig. 4B

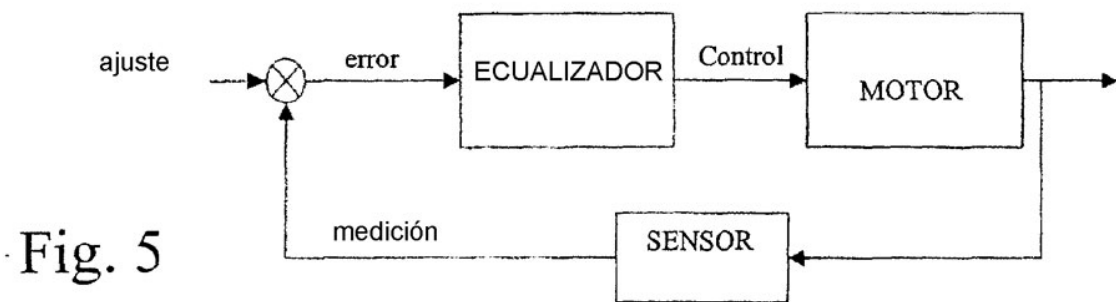


Fig. 5

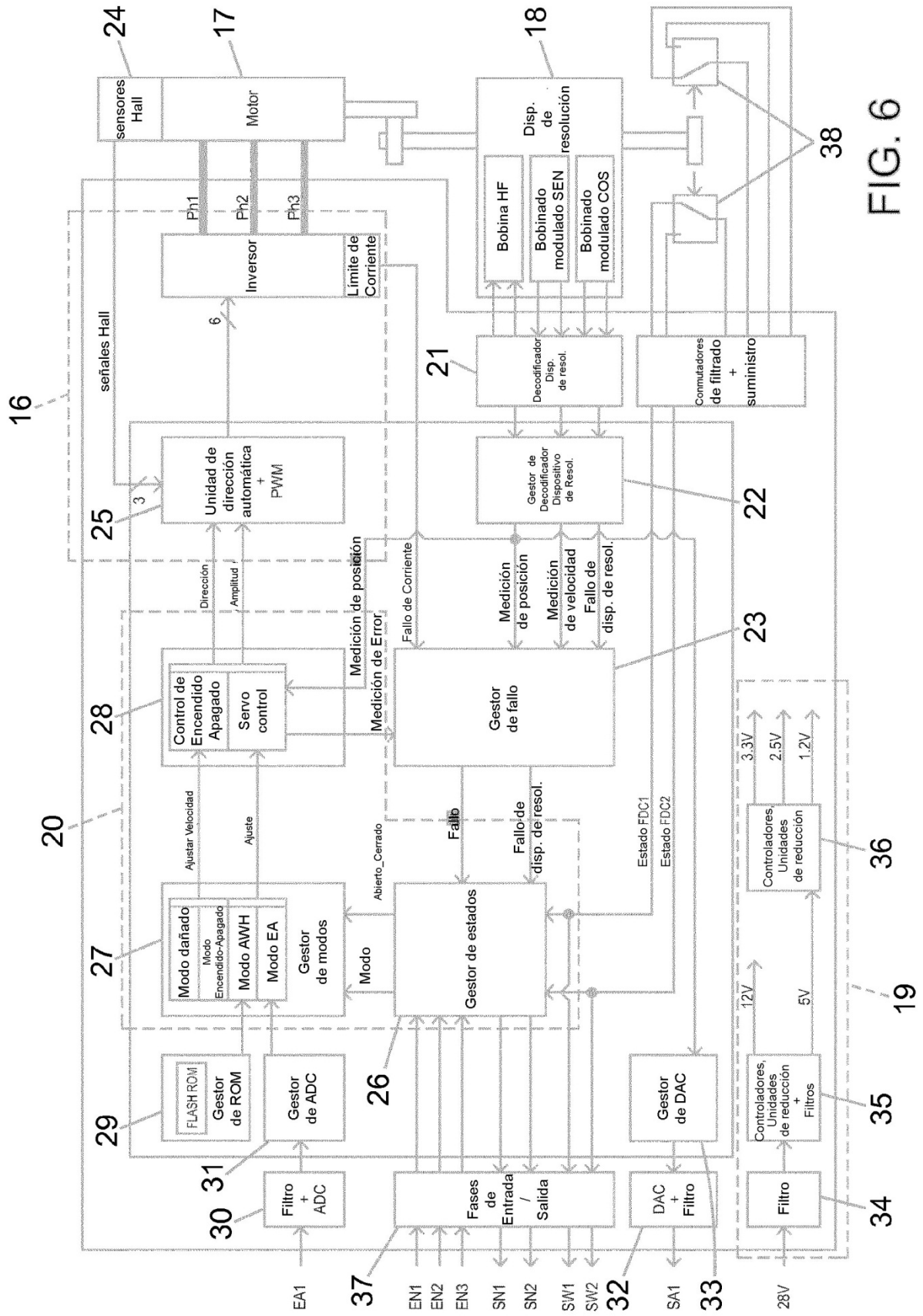


FIG. 6

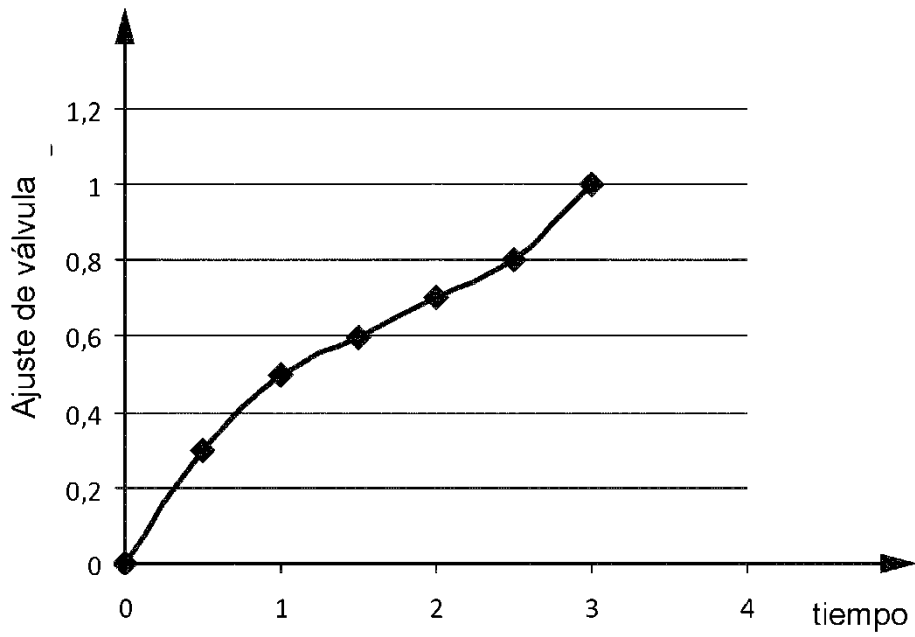


FIG. 7

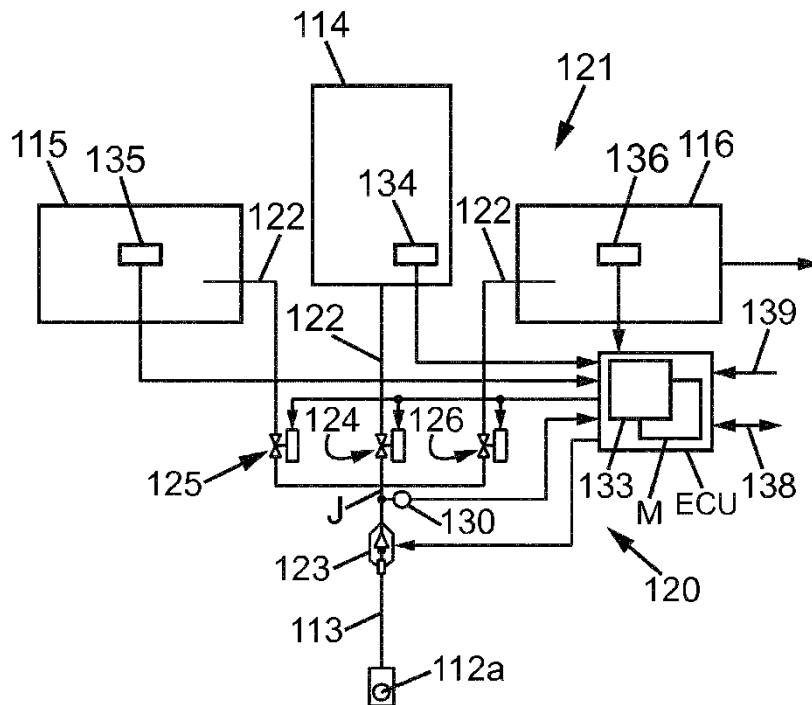


FIG. 8