



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 1003685-7 B1



(22) Data do Depósito: 30/09/2010

(45) Data de Concessão: 07/01/2020

(54) Título: SERVOVÁLVULA ELETRO-HIDRÁULICA DE DOIS ESTÁGIOS

(51) Int.Cl.: F16K 31/02.

(30) Prioridade Unionista: 12/10/2009 DE 10 2009 049 493.6; 30/09/2009 DE 10 2009 047 901.5.

(73) Titular(es): LIEBHERR-AEROSPACE LINDENBERG GMBH.

(72) Inventor(es): FRANZ WEIXLER; FLORIAN LAU.

(57) Resumo: SERVOVÁLVULA. A presente invenção refere-se a uma servoválvula eletrohidráulica de dois estágios com um primeiro estágio que funciona como estágio-piloto e inclui um tubo de bocal móvel, e um segundo estágio que funciona como estágio de potência, em que o tubo de bocal do estágio-piloto é guiado por meio de um elemento de torção e a fonte de petróleo do tubo de bocal móvel é integrada no elemento de torção.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"SERVO-VÁLVULA ELETRO-HIDRÁULICA DE DOIS ESTÁGIOS"**.

[001] A presente invenção refere-se a uma servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios com um primeiro estágio, que funciona como um estágio-piloto e inclui um tubo de bocal móvel, e um segundo estágio que funciona como estágio de potência.

[002] Em engenharias de hidrossistemas modernos, particularmente altas demandas frequentemente são colocadas sobre o ambiente de funcionamento dos componentes hidráulicos instalados dentro de tais hidrossistemas. Em particular, os componentes hidráulicos instalados são designados para regular certos fluxos e pressões de volume hidráulico com alta precisão correspondente para dados sinais de controle. As válvulas adequadas para esta finalidade, em particular, as válvulas contínuas permitem permitir uma transição contínua das posições de comutação da válvula. Nas ditas válvulas contínuas, um sinal de entrada elétrica correspondentemente é convertido em um sinal de saída hidráulica para acionar a válvula contínua. Uma categoria das válvulas contínuas inclui as servoválvulas bem conhecidas, que permitem um ajuste contínuo acima de tudo e altamente preciso da posição de comutação da válvula, o que em particular em tecnologia de aeronave moderna é considerado como um pré-requisito básico.

[003] A partir da técnica anterior, as assim chamadas servoválvulas de dois estágios são conhecidas, cujo estágio de potência inclui um pistão de controle que em sua posição de partida normalmente evita o fluxo de volume entre um canal de entrada de pressão e um de saída de pressão. No interior do estágio de potência, o pistão de controle está em uma pressão de equilíbrio. Para acionar o estágio de potência, isto é, para a deflexão controlada do pistão de controle, que permite um fluxo de volume entre um canal de entrada e um canal de saída, um estágio-piloto eletricamente acionável é usado, o que afeta a defle-

xão exigida do pistão de controle.

[004] Uma modalidade do estágio-piloto funciona de acordo com o princípio do tubo de bocal conhecido. Para este propósito, um tubo de bocal fornecido com fluido hidráulico é articulado de forma móvel em um ponto de pivô do estágio-piloto. O equilíbrio da pressão do pistão de controle do estágio de potência na posição de ponto zero pode ser influenciado pelas linhas de controle correspondentes conectadas ao tubo de bocal. Por meio das saídas dos sinais de controle elétrico para o estágio-piloto, o tubo de bocal pode ser girado para e dentre as duas linhas de controle, segundo o qual a pressão pode ser aumentada seletivamente para certo ponto do pistão de controle do estágio de potência. A troca na pressão força um movimento do pistão de controle fora da posição zero, que corresponde a uma transição de comutação contínua da válvula.

[005] Nos estágios-piloto até agora, o fornecimento de pressão do tubo de bocal é alcançado por um conduto do tubo externo, cujo ponto de conexão é suscetível às vibrações, flutuações de pressão e deslocamentos do ponto zero ocorrendo na válvula durante a operação.

[006] É objetivo da presente invenção prover ao versado na técnica com uma servoválvula de dois estágios que oferece um ambiente mais robusto no caso de flutuações de vibrações e pressão bem como um melhor ambiente no caso de um deslocamento do ponto zero.

[007] A presente invenção é resolvida pela combinação de características inventivas. Do mesmo modo, em uma servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios com um primeiro estágio, que funciona como estágio-piloto e inclui um tubo de bocal móvel, e um segundo estágio que funciona como estágio de potência, o tubo de bocal do estágio-piloto é guiado por meio de um elemento de torção, em que a alimentação de óleo do tubo de bocal é integrada no elemento de torção.

Do mesmo modo, o estágio-piloto funciona de acordo com o princípio do tubo de bocal conhecido para acionar o estágio de potência.

[008] De acordo com a invenção, é, portanto, omitido soldar um tubo externo ao tubo de bocal para fornecimento do mesmo com pressão, porém o conduto de alimentação para o fornecimento de pressão do tubo de bocal é integrado dentro do elemento de torção. Através do elemento de torção o tubo de bocal é disposto de forma rotacional em torno do eixo de torção que se estende na direção do eixo longitudinal do elemento de torção. Devido a isto, o arranjo inventivo do tubo de bocal, do elemento de torção e do conduto de fornecimento, menos partes, devem ser movidos na operação atual da servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios. Consequentemente, vantagens podem ser alcançadas pela mesma, em termos das dinâmicas da servoválvula eletro-hidráulica e robustez com relação às influências de vibração. O ângulo máximo de rotação do tubo de bocal é dependente da elasticidade e do comprimento do elemento de torção. A torção do elemento de torção também serve para reajustar o tubo de bocal. A alimentação de óleo é efetuada através do interior da cavidade presente no elemento de torção. É também concebível, portanto, que para este propósito um conduto extra seja provido no interior do elemento de torção.

[009] Vantajosamente, a alimentação de óleo do tubo de bocal é disposta na fibra neutra do elemento de torção. A fibra neutra do elemento de torção designa a região na qual nenhum estiramento de flexão ocorre durante uma operação de flexão ou uma torção. Como um resultado, as cargas que agem sobre a alimentação de óleo dentro do elemento de torção devido à ocorrência de forças sobre o elemento de torção são significativamente reduzidas, segundo as quais um fornecimento de petróleo suficiente e satisfatório do tubo de bocal é garantido em qualquer momento. Consequentemente, a robustez com relação às vibrações e dinâmicas da válvula, bem como a precisão de co-

mutação da válvula, é otimizada.

[0010] O elemento de torção usado preferencialmente é uma mola em barra de torção em cuja região do meio o tubo de bocal é disposto sobre o eixo longitudinal. Para obter uma rigidez simétrica em ambas as ramificações do elemento de torção, que se estende lateralmente a partir do ponto de montagem do tubo de bocal em ambas as direções, ele pode ser provido que além do buraco da alimentação de óleo em um lado da ramificação do elemento de torção um buraco adicional é disposto na ramificação oposta. O buraco da alimentação de óleo serve para fornecer fluido à alimentação de óleo integrada no elemento de torção. Particularmente, ambos os ditos buracos são dispostos de forma simétrica com relação ao ponto de conexão do tubo de bocal. Como um resultado, não há apenas uma rigidez simétrica alcançada em ambas as ramificações do elemento de torção, mas a rigidez total de torção do elemento de torção também é reduzida.

[0011] É concebível que o elemento de torção é feito de cobre-berílio e/ou de titânio e/ou de aço. Todas as três variações de material representam uma possibilidade de projeto particularmente estável e resistente à vibração do elemento de torção.

[0012] Para selar a conexão do elemento de torção e o tubo de bocal e assim evitar uma perda de fluido hidráulico, um selo pode ser provido na conexão do elemento de torção e do tubo de bocal no ponto de pivô. Um selo radial do anel em O é particularmente preferido, o que permite uma selagem completa do tubo de bocal no ponto de conexão ao elemento de torção e não influencia substancialmente a precisão do movimento de rotação do tubo de bocal para acionar o estágio de potência.

[0013] Vantajosamente, o tubo de bocal é conectado com o elemento de torção por ajuste de pressão, segundo o qual uma conexão particularmente estável e robusta dos dois elementos é alcançada.

[0014] É concebível que os buracos no interior do elemento de torção sejam fecháveis ou fechados por meio de rolamentos de esferas de apoio. É também concebível que os buracos do elemento de torção sejam fecháveis ou fechados por meio de plugues cilíndricos em vez de rolamentos de esferas de apoio, ou uma combinação das duas técnicas de fechamento é empregada.

[0015] Vantajosamente, o estágio-piloto inclui uma placa de base. A mesma se adere à região ou ao bloco do estágio de potência. A placa de base serve para acomodar o elemento de torção, em que o eixo longitudinal do tubo de bocal toma uma posição vertical e é guiado através da placa de base na direção do estágio de potência ou para a mesma. Em particular, a selagem do tubo de bocal na região do ponto de pivô do elemento de torção é integrada na placa de base. Isto corresponde a um arranjo particularmente estável e robusto com relação às influências de vibração que podem agir sobre a servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios.

[0016] Pode ser provido que a placa de base seja selada com relação ao estágio de potência ou com relação ao bloco do estágio de potência por meio de um selo do eixo. Em particular, o selo do eixo é localizado na região da extensão vertical do tubo de bocal entre a placa de base e o bloco do estágio de potência.

[0017] Uma vez que a alimentação de óleo do tubo de bocal se estende para fora da alimentação de óleo do estágio de potência, é particularmente vantajoso que um conduto da alimentação de óleo seja guiado através da placa de base até o elemento de torção. A extensão adicional da alimentação de óleo então é integrada dentro do elemento de torção até o tubo de bocal de acordo com a invenção. Consequentemente, no arranjo inventivo da servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios uma fonte de pressão externa do tubo de bocal é completamente omitida. Soldagem de um tubo externo para a fonte de

pressão pode ser evitada, segundo a qual um ambiente melhor e mais robusto da servoválvula é obtido no caso de vibrações, flutuações de pressão e um deslocamento do ponto zero.

[0018] Para preservação e selagem adicional do conduto da alimentação de óleo é vantajoso selar o mesmo por meio de um selo axial na região entre o elemento de torção e a placa de base. O que é concebível aqui é o uso de vários meios de selagem, em particular na região da transição entre o bloco da válvula do estágio de potência e a placa de base bem como na região entre o elemento de torção e a placa de base.

[0019] Além disso, características, vantagens e detalhes serão agora explicados em detalhes com referência a uma modalidade ilustrada em dois desenhos, nos quais:

[0020] a figura 1 mostra uma representação esquemática da servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios da invenção em uma seção longitudinal, e

[0021] a figura 2 mostra uma representação esquemática da servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios da invenção como mostrado na figura 1 em uma seção transversal.

[0022] A construção básica da servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios da invenção é ilustrada na seção longitudinal da válvula como mostrado na figura 1. A servoválvula consiste na unidade de estágio-piloto 1 e na de estágio de potência hidráulica 2.

[0023] No interior do bloco do estágio de potência 2 um pistão de controle 3 é montado de forma móvel. Nesta superfície inferior, o bloco do estágio de potência 2 inclui um canal de entrada de pressão PP e dois canais de saída de pressão C1 e C2. No diâmetro externo do pistão de controle 3 cada borda de controle é formada sobre os dois canais de saída de pressão C1 e C2, cuja largura na direção axial do pistão de controle 3 aproximadamente corresponde ao diâmetro dos dois

canais de saída C1 e C2.

[0024] Através da abertura de entrada de pressão PP um fluido hidráulico adequado, em particular um óleo hidráulico, é introduzido na primeira câmara de pressão 8a e passado para a segunda câmara de pressão 8b através do conduto de compensação 7.

[0025] A posição de partida do pistão de controle 3 é referida como a assim chamada posição zero, na qual o pistão de controle 3 é montado de forma centrada no bloco do estágio de potência e está na pressão de equilíbrio. Na dita posição zero, as bordas de controle no pistão de controle 3 cobrem totalmente os dois canais de saída de pressão C1 e C2, de modo que nenhum fluxo de fluido seja possível entre o canal de entrada PP e um dos dois canais de saída de pressão C1 e C2.

[0026] A figura 2 mostra uma seção transversal ao longo de uma linha de corte que se estende aproximadamente através do centro da servoválvula da invenção. Sobre a borda superior do bloco de válvula do estágio de potência 2, a placa de base 17 do estágio-piloto 1 é disposta. A placa de base 17 carrega um elemento de torção 11, que é configurado como mola de barra de torção 11. A mola de barra de torção 11 é montada de forma rotacional sobre a placa de base 17 em torno do eixo de torção 12, que se estende na direção do eixo longitudinal da mola de barra de torção 11 sendo firmemente fixada na placa de base 17. Além disso, a figura 2 mostra uma formação tipo etapa da mola de barra de torção 11, para cuja etapa central um tubo de bocal 10 é anexado de uma maneira centrada por meio de um ajuste de pressão. O eixo longitudinal do tubo de bocal 10 se estende na direção vertical procedendo a partir da mola da barra de torção 11 através da placa de base até o bloco de válvula do estágio de potência 2. Na extremidade o tubo de bocal 10, isto é, na abertura inferior do tubo as duas as linhas de controle 5a, 5b são dispostas dentro do estágio de

potência 2 deslocado lateralmente com relação ao tubo de bocal verticalmente estendido 10.

[0027] Por meio de um dispositivo adequado, uma força pode ser exercida sobre o tubo de bocal 10, que inicia a rotação do tubo de bocal 10 contra sua posição vertical de partida. Por exemplo, o dispositivo pode gerar um campo eletromagnético que age sobre o tubo de bocal 10 de tal mesmo modo como mostrado na figura 1, é girado tanto para a esquerda como para a direita na direção da seta, segundo o qual a abertura do tubo de bocal 10 é abordada tanto para a linha de controle 5a ou para a linha de controle 5b. O controle da força agindo sobre o tubo de bocal 10, isto é, a quantidade do campo eletromagnético, é efetuado através de sinais de controle elétricos que são transmitidos ao estágio-piloto por um controle externo da válvula.

[0028] Devido a este movimento rotacional do tubo de bocal 10, a mola de barra de torção 11 simultaneamente é girada em torno do eixo de torção 12 e dentro da mola de barra de torção 11 um estiramento de torção é criado, o que age contra o movimento rotacional do tubo de bocal 10. Após reduzir ou desligar o campo eletromagnético, o tubo de bocal 10 é ajustado de volta na direção de sua posição vertical de partida pelo estiramento de torção dentro da mola de barra de torção 11. Continua a ser mencionado que a deflexão do tubo de bocal 10 é efetuada continuamente pelo controlador de válvula. O ângulo máximo de rotação do tubo de bocal 10, bem como a relação entre a força de atuação e o ângulo de rotação, é dependente do comprimento e elasticidade da mola de barra de torção 11.

[0029] O conduto da alimentação de óleo 20 serve para suprir o tubo de bocal 10 com óleo hidráulico. O mesmo inicia na entrada do canal de entrada de pressão PP do bloco de válvula do estágio de potência 2 e se estende na mesma direção vertical até a placa de base 17. De acordo com a invenção, a alimentação de óleo por meio do

conduto da alimentação de óleo 20 é guiada através da placa de base 17 até a mola de barra de torção 11 e entra através de um buraco no interior ou cavidade da mola de barra de torção 11. Assim, a alimentação de óleo adicional até o tubo de bocal 11 é agora efetuada completamente dentro da mola de barra de torção 11 e assim se estende a partir do buraco de entrada da mola de barra de torção 11 ao longo da forma de etapa da mola de barra de torção 11 até o ponto de conexão do tubo de bocal 10 com a mola de barra de torção 11. Por conseguinte, a presente invenção não faz uso de um conduto externo do tubo do estágio-piloto, mas integra a alimentação de óleo do tubo de bocal 10 completamente dentro do elemento de torção, em particular dentro da mola de barra de torção 11. O uso de um conduto externo do tubo, que é anexado ao tubo de bocal 10 por soldadura, possui uma susceptibilidade pronunciada a vibrações, flutuações de pressão e deslocamentos do ponto zero. Devido à integração da alimentação de óleo dentro do elemento de torção de acordo com a invenção, o dito ponto de desgaste pode ser omitido, segundo o qual vantagens substanciais podem ser alcançadas em termos de dinâmicas de válvula e em termos de robustez com relação às influências de vibração.

[0030] Devido à deflexão lateral do tubo de bocal 10, mais ou menos pressão pode ser aplicada tanto à linha de controle 5a quanto à linha de controle 5b, segundo a qual dentro dos espaços de controle 4a e 4b uma pressão alterada age sobre as faces finais do pistão de controle 3, que é variável continuamente por meio dos sinais de controle.

[0031] Por exemplo, quando o movimento rotatório do tubo de bocal 10 procedendo de um eixo vertical para a esquerda é efetuado pelo sinal de controle elétrico correspondente, a aberturado tubo de bocal aborda a linha de controle 5b, segundo a qual a maioria do fluido hidráulico emergente da abertura é descarregada para a linha de contro-

le 5b. Consequentemente, a pressão dentro do espaço de controle 4b aumenta. Dentro do espaço de controle 4b, uma pressão aumentada pelo mesmo age sobre a face final do pistão de controle 3, o que resulta em um deslocamento do pistão de controle 3 ao longo de seu eixo longitudinal para a direita. Devido a este movimento do pistão de controle 3, as bordas de controle acima do canal de saída de pressão C1 simultaneamente são deslocadas para a direita, segundo as quais o canal C1 é aberto. O fluido que entra através do canal de entrada de pressão PP pode sair da servoválvula através do canal de compensação 7 e a câmara 8b através do canal de saída de pressão C1 e, por exemplo, fornece a carga conectada a C1 com óleo hidráulico. É concebível aqui que o petróleo re-circulado da carga é recirculado para a válvula através do canal de saída de pressão C2 e é recirculado para o tanque de petróleo através da conexão simultaneamente aberta de C2 e o canal de retorno RP. A mola de retorno 6 que engaja no pistão de controle 3 é firmemente conectada ao tubo de bocal 10 e agora gera mais e mais aumento do torque reverso sobre o tubo de bocal 10, até que o mesmo gire de volta para a posição neutra vertical. As pressões nos espaços de controle 4a e 4b então são as mesmas. O pistão de controle 3 para nesta posição. O curso do pistão de controle é proporcional ao sinal de controle elétrico aplicado. Derivado do mesmo, o fluxo de volume de PB para C1 ou C2 para PR é proporcional ao sinal elétrico aplicado.

[0032] A abertura do canal de saída de pressão C2 analogamente é efetuada através de um movimento rotacional do tubo de bocal 10 na direção do canal de controle 5a.

[0033] Todos os buracos da mola de barra de torção 11 que por um lado compreende o buraco para o conduto da alimentação de óleo 20 e por outro lado um buraco no lado oposto da mola de barra de torção 11 opcionalmente podem ser fechados por meio de rolamentos de

esferas de apoio 16 ou plugues cilíndricos. Para selar adicionalmente o ponto de conexão do tubo de bocal 10 e a mola de barra de torção 11 e assim evitar uma perda indesejada de fluido hidráulico ou perda de pressão dentro da servoválvula, um selo de anel em O radial 13 é disposto, em particular, no ponto de pivô 18. Na região de transição da placa de base 17 para o bloco de válvula do estágio de potência 2, o tubo de bocal 10 adicionalmente é selado por um selo axial 14. Para selagem adicional do conduto da alimentação de óleo 20 uma pluralidade de selos 15 é usada, que é disposta na região da transição entre a placa de base 17 e o bloco de válvula do estágio de potência 2 bem como na região da mola de barra de torção 11.

REIVINDICAÇÕES

1. Servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios com um primeiro estágio (1), que funciona como estágio-piloto e inclui um tubo de bocal móvel (10), e um segundo estágio (2) que funciona como estágio de potência e inclui um pistão de controle (3) suportado de modo móvel, como estágio-piloto (1) tendo uma placa de base (17), sendo que o tubo de bocal (10) do estágio-piloto (1) é guiado por meio de um elemento de torção (11) e o elemento de torção (11) é disposto na placa de base (17), caracterizado pelo fato de que as duas extremidades do elemento de torção (11) são fixadas de modo firme na placa de base (17), com a alimentação de óleo do tubo de bocal (10) móvel sendo integrada no elemento de torção (11), e sendo que uma mola de retorno (6) é provida engatando com o pistão de controle (3) e sendo firmemente conectada ao tubo de bocal (10) e aplicando um torque de retorno no tubo de bocal (10) no deslocamento do pistão de controle (3) até o tubo de bocal (10) oscilar de volta para uma posição vertical neutra.

2. Servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a alimentação de óleo é localizada na fibra neutra do elemento de torção (11).

3. Servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizada pelo fato de que o elemento de torção (11) é uma mola de barra de torção.

4. Servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios, de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, caracterizada pelo fato de que o elemento de torção (11) possui um buraco da alimentação de óleo sobre um lado e um buraco adicional é provido no lado oposto.

5. Servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que o elemento de torção (11) é feito de titânio.

6. Servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que o elemento de torção (11) é feito de uma liga cobre-berílio.

7. Servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que o elemento de torção (11) é feito de aço.

8. Servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que no ponto de pivô (18) na conexão do elemento de torção (11) e o tubo de bocal (10) um selo (13) preferencialmente um selo radial é provido.

9. Servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que o tubo de bocal (10) é conectado com o elemento de torção (11) por ajuste de pressão.

10. Servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que os buracos no elemento de torção (11) são fechados por meio de esferas de rolamento de esferas (16).

11. Servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizada pelo fato de que os buracos no elemento de torção (11) são fechados por meio de plugues cilíndricos.

12. Servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que o selo do ponto de pivô (13) do tubo de bocal (10) é integrado na placa de base (17).

13. Servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios, de acordo com a reivindicação 12, caracterizada pelo fato de que a placa

de base (17) é selada contra o estágio de potência (2) por meio de um selo axial (14).

14. Servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios, de acordo com a reivindicação 12 ou 13, caracterizada pelo fato de que um conduto da alimentação de óleo (20) é guiado através da placa de base (17) até o elemento de torção (11).

15. Servoválvula eletro-hidráulica de dois estágios, de acordo com a reivindicação 12, 13 ou 14, caracterizada pelo fato de que o conduto da alimentação de óleo (20) é selado entre o elemento de torção (11) e a placa de base (17) por meio de um selo axial (15).

Fig.1

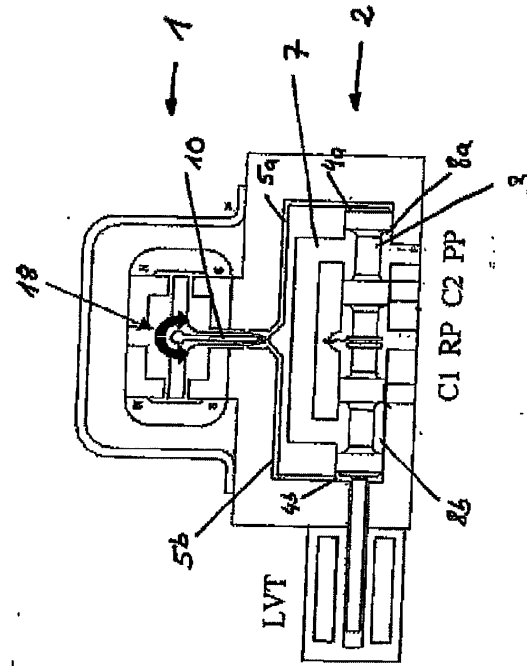


Fig.2