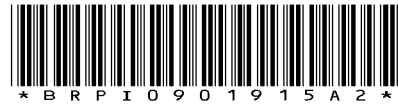




República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0901915-4 A2**



(22) Data de Depósito: 18/06/2009
(43) Data da Publicação: 13/04/2010
(RPI 2049)

(51) *Int.Cl.*:
F01L 25/06 (2010.01)

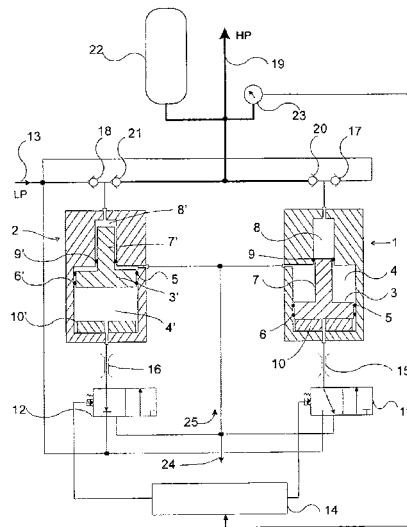
(54) Título: **INTENSIFICADORES HIDRÁULICOS**

(30) Prioridade Unionista: 19/06/2008 GB 0811205.4

(73) Titular(es): Vetco Gray Controls Limited

(72) Inventor(es): Simon David Gill, Timothy James Roberts

(57) **Resumo:** INTENSIFICADORES HIDRÁULICOS. Um intensificador hidráulico compreende um conjunto de pistão e de cilindro (1) que tem um primeiro pistão (3) em uma câmara (4) de um cilindro de baixa pressão e um segundo pistão (7) em uma câmara (8) de um cilindro de alta pressão. Os primeiro e segundo pistões são acoplados em conjunto, e o primeiro pistão tem uma área de seção transversal maior do que o segundo pistão. Uma saída à alta pressão (19) é acoplada à câmara do cilindro de alta pressão, havendo: meios (13) para o suprimento de um fluido hidráulico à baixa pressão para a câmara do cilindro de baixa pressão; uma válvula de controle direcional operada eletricamente (11) para controle do suprimento de fluido hidráulico à baixa pressão para a câmara do cilindro de baixa pressão; e um meio eletrônico (14) para operação de controle da válvula de controle direcional.





INTENSIFICADORES HIDRÁULICOS

A presente invenção se refere a intensificadores hidráulicos.

Os intensificadores hidráulicos são dispositivos que geram uma pressão hidráulica alta a partir de uma fonte de pressão baixa. Tipicamente, eles são empregados em poços submarinos, tal como em poços de produção ou injeção de hidrocarboneto, para a provisão de uma fonte de fluido hidráulico à alta pressão para a operação de dispositivos atuados hidraulicamente, tais como válvulas e reguladores de controle de fluxo. Esses poços, tipicamente, são fornecidos com um fluido hidráulico à baixa pressão, através de um umbilical, o qual pode ter mais de 100 km de comprimento. O suprimento de fluido à alta pressão através do umbilical não é favorecido por operadores de poço, já que uma alimentação à alta pressão no umbilical, precisando de uma espessura de parede muito maior do que o usual, resulta em custos muito maiores de umbilical e manuseio. Intensificadores usam pistões de área de seção transversal relativamente grande, operando à baixa pressão, para atuação de pistões de área de seção transversal pequena, para a geração de pressões altas, desse modo se utilizando a vantagem mecânica das relações de áreas de seção transversal de pistão para 'intensificação' da pressão.

Tipicamente, dois conjuntos de pistões são utilizados, os quais operam alternadamente para sustentação de um fluxo de fluido contínuo. A operação alternada dos conjuntos de pistão é controlada por um arranjo complicado de válvulas e molas e, uma vez que estas e os conjuntos de pistão são integrados em um conjunto, os intensificadores hidráulicos

atuais são dispositivos complicados, os quais são difíceis de fabricar e, assim, de alto custo. Mais ainda, eles são dispositivos pesados, tipicamente de 37 kg, e são propensos a uma multiplicidade de problemas, os quais incluem uma
5 fala de selos 'corrediços' e válvulas de comutação, sensibilidade à contaminação e uma tendência a 'travarem' devido a uma pressão em suas linhas de retorno. O reparo requer a remoção completa e a desmontagem do conjunto, o que também é dispendioso, e novos projetos requerem testes
10 de aprovação completos, antes de eles poderem ser empregados.

A GB-A-2 275 969 mostra um intensificador hidráulico compreendendo dois conjuntos de pistões de pressão alta e baixa para a compressão de um líquido à baixa pressão, os
15 conjuntos de pistão sendo acoplados em conjunto pela corrediça de uma válvula piloto, de modo a atuarem em uma oposição mútua, os pistões à baixa pressão dos conjuntos de pistão sendo acionados pelo líquido à baixa pressão fornecido por meio de uma válvula de comutação, e a válvula
20 de comutação sendo comutada no fim de cada curso da válvula piloto para reversão do movimento dos conjuntos de pistão, a válvula de comutação sendo efetiva para se manter um suprimento de líquido à baixa pressão para acionamento dos conjuntos de pistão através do curso da válvula piloto.

25 De acordo com a presente invenção, a partir de um aspecto, é provido um intensificador hidráulico que compreende:

um conjunto de pistão e de cilindro que tem um primeiro pistão em uma câmara de um cilindro de baixa
30 pressão e um segundo pistão em uma câmara de um cilindro de

alta pressão, os primeiro e segundo pistões sendo acoplados em conjunto e o primeiro pistão tendo uma área de seção transversal maior do que o segundo pistão;

5 uma saída à alta pressão acoplada à câmara do cilindro de alta pressão;

meios para o suprimento de fluido hidráulico à baixa pressão para a câmara do cilindro de baixa pressão;

10 uma válvula de controle direcional operada eletricamente para controle do suprimento de fluido hidráulico à baixa pressão para a câmara do cilindro de baixa pressão; e

meios eletrônicos para operação de controle da válvula de controle direcional.

15 Preferencialmente, o intensificador hidráulico compreende:

um outro desses conjuntos de pistão e de cilindro, a saída à alta pressão sendo acoplado à câmara do cilindro de alta pressão do outro conjunto de pistão e de cilindro; e

20 uma outra válvula de controle direcional como essa para controle do suprimento de fluido à baixa pressão a partir do meio de suprimento para a câmara do cilindro de baixa pressão do outro conjunto de pistão e de cilindro, os meios eletrônicos controlando as válvulas de controle direcional para suprimento de um fluido à baixa pressão
25 alternadamente para as câmaras dos cilindros à baixa pressão do primeiro conjunto e do outro conjunto de pistão e de cilindro.

De acordo com a presente invenção a partir de um outro aspecto, é provido um intensificador hidráulico que
30 compreende:

um primeiro conjunto de pistão e de cilindro que tem um primeiro pistão em uma câmara de um cilindro de baixa pressão e um segundo pistão em uma câmara de um cilindro de alta pressão, os primeiro e segundo pistões sendo acoplados em conjunto e o pistão tendo uma área de seção transversal maior do que o segundo pistão;

um outro conjunto de pistão e de cilindro como esse; uma saída à alta pressão acoplada às câmaras dos cilindros à alta pressão do primeiro conjunto e do outro conjunto de cilindro e de pistão;

meios para o suprimento de um fluido hidráulico à baixa pressão para as câmaras dos cilindros de baixa pressão do primeiro conjunto e do outro conjunto de pistão e de cilindro;

as primeira e segunda válvulas de controle direcionais operadas eletricamente para controle do suprimento de um fluido hidráulico à baixa pressão para as câmaras dos cilindros à baixa pressão do primeiro conjunto e do outro conjunto de pistão e de cilindro, respectivamente; e

meios eletrônicos para operação de controle das válvulas de controle direcionais para suprimento de um fluido hidráulico à baixa pressão alternadamente para as câmaras dos referidos cilindros à baixa pressão.

Neste caso, o fluido hidráulico à baixa pressão poderia ser fornecido para os cilindros à alta pressão através de respectivas primeira e segunda válvulas de retenção, as referidas câmaras dos cilindros à alta pressão sendo acopladas à referida saída à alta pressão através de respectivas terceira e quarta válvulas de retenção.

Um intensificador hidráulico de acordo com a invenção

poderia compreender meios acoplados aos referidos meios eletrônicos para a detecção de uma pressão de fluido hidráulico na referida saída à alta pressão e fazendo com que a ou cada válvula de controle direcional não supra
5 fluido hidráulico para a câmara ou as câmaras do cilindro ou dos cilindros à baixa pressão, em resposta à pressão detectada estar em um valor requerido.

Os referidos meios eletrônicos poderiam compreender um dispositivo biestável.

10 Um intensificador hidráulico de acordo com a invenção poderia compreender um acumulador hidráulico acoplado à referida saída à alta pressão.

Um intensificador hidráulico de acordo com a invenção poderia ser um para uso em um poço submarino. Neste caso, o
15 referido meio eletrônico poderia ser provido através de um módulo eletrônico submarino para um poço submarino e/ou a ou cada válvula de controle direcional poderia ser provida por uma válvula de controle direcional de um módulo de controle submarino para um poço submarino.

20 De acordo com a presente invenção a partir de um outro aspecto, é provido um método de produção de um fluido hidráulico à alta pressão compreendendo:

a provisão de um conjunto de pistão e de cilindro tendo um primeiro pistão em uma câmara de um cilindro de
25 baixa pressão e um segundo pistão em uma câmara de um cilindro de alta pressão, os primeiro e segundo pistões sendo acoplados em conjunto, o primeiro pistão tendo uma área de seção transversal maior do que o segundo pistão e havendo uma saída à alta pressão acoplada à câmara do
30 cilindro de alta pressão;

o suprimento de um fluido hidráulico à baixa pressão para a câmara do cilindro de baixa pressão;

a provisão de uma válvula de controle direcional operada eletricamente para controle do suprimento de um fluido hidráulico à baixa pressão para a câmara do cilindro de baixa pressão; e

a operação de controlar eletronicamente a válvula de controle direcional.

Preferencialmente, o método compreende:

10 a provisão de um outro conjunto de pistão e de cilindro como esse, a saída à alta pressão sendo acoplada à câmara do cilindro de alta pressão do outro conjunto de pistão e de cilindro;

15 a provisão de uma outra válvula de controle direcional como essa para controle do suprimento de fluido à baixa pressão para a câmara do cilindro de baixa pressão do outro conjunto de pistão e de cilindro; e

20 o controle eletrônico das válvulas de controle direcional para suprimento do fluido à baixa pressão alternadamente para as câmaras dos cilindros à baixa pressão do primeiro conjunto e do outro conjunto de pistão e de cilindro.

A presente invenção possibilita um intensificador hidráulico modular, o qual utiliza válvulas de controle direcional (DCVs) aprovadas padronizadas, as quais são controladas eletronicamente, em conjunto com conjuntos de pistão selados com selos aprovados padronizados comprovados. Por ser modular, um intensificador como esse pode ter serviços executados pela substituição de componentes individuais, a maioria dos quais sendo

dispositivos padronizados, os quais serão prontamente mantidos como peças avulsas de estoque para o restante do sistema de controle do poço.

A figura única dos desenhos associados mostra, de forma diagramática, um intensificador hidráulico para um poço de extração ou de injeção de hidrocarboneto submarino. Dois conjuntos de pistão e de cilindro idênticos 1 e 2 são mostrados em uma vista em corte, ao passo que o restante do circuito hidráulico é mostrado esquematicamente. Cada conjunto de pistão tem um pistão de área de seção transversal grande 3 ou 3' na câmara 4 ou 4' de um cilindro de baixa pressão (selado por anéis de vedação aprovados padronizados 5 e 6 ou 5' e 6') e acoplado a um pistão de área de seção transversal menor 7 ou 7' na câmara 8 ou 8' de um cilindro de alta pressão (selado com um anel de vedação aprovado 9 ou 9'). A câmara 4 ou 4' de cada cilindro de baixa pressão é adaptada com um amortecedor ou 10' fabricado a partir de um material resistente a fluido hidráulico resiliente, para minimização do impacto de um pistão de retorno rápido. A operação de cada um dos conjuntos de pistão 1 e 2 é controlada, alternadamente, por respectivas válvulas de controle direcional (DCVs) operadas por solenóide padronizadas 11 e 12, cada uma das quais sendo suprida por um fluido hidráulico de uma fonte à baixa pressão (LP) 13, tipicamente através do umbilical do poço. Os solenóides das DCVs 11 e 12 são eletricamente energizados de forma alternada a partir de uma fonte de potência dc comutada por um dispositivo eletrônico biestável 14, tal como um multivibrador, e cada DCV é acoplada à câmara 4 ou 4' do respectivo cilindro de baixa

pressão através de um respectivo elemento de restrição 15 ou 16.

A fonte 13 também é conectada às câmaras 8 e 8' dos cilindros à alta pressão através de válvulas de retenção 17 e 18, respectivamente. Também, cada uma das câmaras 8 e 8' é conectada à linha de saída de intensificador de alta pressão (HP) 19 através de válvulas de retenção 20 e 21, respectivamente, o número de referência 22 designando um acumulador hidráulico conectado à linha 19 e o número de referência 23 designando um comutador de pressão conectado ao dispositivo 14. O número de referência 24 designa uma linha de retorno para um fluido em excesso.

O modo de operação do intensificador é conforme se segue.

Após a instalação, um fluido hidráulico à baixa pressão a partir da fonte 13 ativa o sistema e adicionalmente provê um suprimento contínuo de fluido hidráulico para as câmaras 8 e 8' dos cilindros à alta pressão, através das válvulas de retenção 17 e 18, respectivamente. Na condição dos conjuntos 1 e 2 e das DCVs 11 e 12 conforme mostrado, o solenóide da DCV 11 foi desenergizado e aquele da DCV 12 foi energizado, de modo que o pistão 3' tenha sido acionado pelo fluido à baixa pressão que entrou na câmara 4'. Então, o solenóide da DCV 11 é energizado pela potência DC, comutado pelo dispositivo 14, o qual permite que um fluido hidráulico à baixa pressão opere o pistão 3 na câmara 4 do cilindro de baixa pressão do conjunto de pistão e de cilindro 1, o solenóide da DCV 12 estando desenergizado. A taxa de movimento do pistão 3 é controlada pelo elemento de restrição hidráulico 15. A

operação resultante do pistão 7 força o fluido hidráulico da câmara 8 do cilindro de alta pressão do conjunto 1 a uma alta pressão (HP) através da válvula de retenção 20 para a linha de saída de intensificador 19 e para o acumulador 5 hidráulico 22. A válvula de retenção 17 se fechará para isolar a alta pressão gerada da fonte de baixa pressão.

O pistão 7' no conjunto de pistão e de cilindro 2 será forçado para baixo, com o fluido hidráulico se transferindo da câmara 4' para a câmara 8' através da DCV 12, cujo 10 estado quiescente é para comutação do fluxo através do percurso de retorno, conforme indicado pela seta 25, enquanto, ao mesmo tempo, a câmara 8' do cilindro de alta pressão de conjunto 2 é preenchida pela fonte de baixa pressão 13 através da válvula de retenção 18. A 15 transferência de fluido da câmara 4' para a câmara 8' na direção de fluxo 25 minimiza o consumo de fluido hidráulico.

Em um tempo pré-regulado, o dispositivo 14 mudará de estado, desse modo removendo a potência dc do solenóide da 20 DCV 11 e aplicando uma potência dc ao solenóide da DCV 12, permitindo que o fluido à baixa pressão opere o pistão 3' no conjunto de pistão e de cilindro 2, de modo que o fluido à alta pressão seja bombeado através da válvula de retenção 21 para a linha de saída de intensificador 19 e para o 25 acumulador 22. Assim, as DCVs 11 e 12 operam alternadamente, provendo um bombeamento alternado pelos conjuntos de pistão e de cilindro 1 e 2 de fluido à alta pressão para o acumulador 22. Um fluido em excesso do processo é exaurido através da linha de retorno 24 como 30 para os intensificadores existentes. O processo de

bombeamento continua até a pressão alta requerida ser obtida no acumulador 22, conforme detectado pelo comutador de pressão 23, o qual então, comuta para desligada a potência dc dos solenóides de DCV através do dispositivo 5 14.

Na prática, o dispositivo 14 pode ser prescindido em uma instalação típica de poço, uma vez que o controle dos solenóides das DCVs pode ser efetuado pelo membro de came submarino (SCM) do poço. Este módulo já aloja DCVs e um 10 módulo de eletrônica submarino (SEM) para controle eletrônico deles, tipicamente por um processador eletrônico acionando amplificadores de potência para operação dos solenóides de DCV. Portanto, seria uma adição relativamente simples ao SEM incorporar as funções do dispositivo 14 no 15 software do processador de SCM, e os acionadores de potência de solenóide necessários ao SCM. Também, as DCVs de intensificador poderiam ser alojadas no SCM. Mais ainda, o acumulador hidráulico 22 pode não ser necessário para algumas instalações.

20 Embora o exemplo acima da invenção use um arranjo duplo de pistão / cilindro, o intensificador poderia usar um arranjo único de pistão / cilindro. Contudo, o arranjo duplo descrito provê redundância no caso de uma falha e, portanto, geralmente, é a opção preferida.

25 Preferencialmente, as DCVs são dispositivos aprovados padronizados, uma grande vantagem do uso das mesmas para controle do intensificador sendo que elas não requereriam um teste dispendioso para aprovação de tipo em um ambiente de poço submarino.

30 Outras vantagens as quais são permitidas pela invenção

são: modularidade, o que permite um reparo efetivo em termos de custos; apenas duas partes móveis básicas, se comparado com os projetos existentes que usam uma multiplicidade de partes móveis para a provisão
5 mecanicamente das seqüências de comutação de fluido para operação dos pistões hidráulicos; uma fabricação mais barata, já que apenas duas partes 'especiais' (conjuntos de pistão e de cilindro) são requeridas; e o potencial de uso em instalações existentes (por exemplo, DCVs avulsas e/ou
10 potência de processamento) em um SCM para operação dos pistões.

REIVINDICAÇÕES

1. Intensificador hidráulico caracterizado pelo fato de compreender:

um conjunto de pistão e de cilindro que tem um
5 primeiro pistão em uma câmara de um cilindro de baixa pressão e um segundo pistão em uma câmara de um cilindro de alta pressão, os primeiro e segundo pistões sendo acoplados em conjunto e o primeiro pistão tendo uma área de seção transversal maior do que o segundo pistão;

10 uma saída à alta pressão acoplada à câmara do cilindro de alta pressão;

meios para o suprimento de fluido hidráulico à baixa pressão para a câmara do cilindro de baixa pressão;

uma válvula de controle direcional operada
15 eletricamente para controle do suprimento de fluido hidráulico à baixa pressão para a câmara do cilindro de baixa pressão; e

meios eletrônicos para operação de controle da válvula de controle direcional.

20 2. Intensificador hidráulico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender:

um outro desses conjuntos de pistão e de cilindro, a saída à alta pressão sendo acoplada à câmara do cilindro de alta pressão do outro conjunto de pistão e de cilindro; e

25 uma outra dessas válvulas de controle direcional para controle do suprimento de fluido à baixa pressão a partir do meio de suprimento para a câmara do cilindro de baixa pressão do outro conjunto de pistão e de cilindro, os meios eletrônicos controlando as válvulas de controle direcional
30 para suprimento de um fluido à baixa pressão alternadamente

para as câmaras dos cilindros à baixa pressão do primeiro conjunto e do outro conjunto de pistão e de cilindro.

3. Intensificador hidráulico caracterizado pelo fato de compreender:

5 um primeiro conjunto de pistão e de cilindro que tem um primeiro pistão em uma câmara de um cilindro de baixa pressão e um segundo pistão em uma câmara de um cilindro de alta pressão, os primeiro e segundo pistões sendo acoplados em conjunto e o pistão tendo uma área de seção transversal
10 maior do que o segundo pistão;

um outro conjunto de pistão e de cilindro como esse;

uma saída à alta pressão acoplada às câmaras dos cilindros à alta pressão do primeiro conjunto e do outro conjunto de cilindro e de pistão;

15 meios para o suprimento de um fluido hidráulico à baixa pressão para as câmaras dos cilindros de baixa pressão do primeiro conjunto e do outro conjunto de pistão e de cilindro;

as primeira e segunda válvulas de controle direcionais
20 operadas eletricamente para controle do suprimento de um fluido hidráulico à baixa pressão para as câmaras dos cilindros à baixa pressão do primeiro conjunto e do outro conjunto de pistão e de cilindro, respectivamente; e

25 meios eletrônicos para operação de controle das válvulas de controle direcionais para suprimento de um fluido hidráulico à baixa pressão alternadamente para as câmaras dos referidos cilindros à baixa pressão.

4. Intensificador hidráulico, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de o fluido
30 hidráulico à baixa pressão ser fornecido para os cilindros

à alta pressão através de respectivas primeira e segunda válvulas de retenção, as referidas câmaras dos cilindros à alta pressão sendo acopladas à referida saída à alta pressão através de respectivas terceira e quarta válvulas de retenção.

5. Intensificador hidráulico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3 ou 4, caracterizado pelo fato de compreender meios acoplados aos referidos meios eletrônicos para a detecção de pressão de fluido hidráulico na referida saída à alta pressão e fazendo com que a ou cada válvula de controle direcional não supra fluido hidráulico para a câmara ou as câmaras do cilindro ou dos cilindros à baixa pressão, em resposta à pressão detectada estar em um valor requerido.

6. Intensificador hidráulico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4 ou 5, caracterizado pelo fato de compreender um dispositivo biestável.

7. Intensificador hidráulico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5 ou 6, caracterizado pelo fato de compreender um acumulador hidráulico acoplado à referida saída à alta pressão.

8. Intensificador hidráulico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6 ou 7, caracterizado pelo fato de ser adaptado para uso em um poço submarino.

9. Intensificador hidráulico, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de o referido meio eletrônico ser provido através de um módulo de eletrônica submarino para um poço submarino.

10. Intensificador hidráulico, de acordo com a reivindicação 8 ou 9, caracterizado pelo fato de a ou cada

válvula de controle direcional ser provida por uma válvula de controle direcional de um módulo de controle submarino para um poço submarino.

11. Método de produção de um fluido hidráulico à alta
5 pressão, caracterizado pelo fato de compreender:

a provisão de um conjunto de pistão e de cilindro tendo um primeiro pistão em uma câmara de um cilindro de baixa pressão e um segundo pistão em uma câmara de um cilindro de alta pressão, os primeiro e segundo pistões
10 sendo acoplados em conjunto, o primeiro pistão tendo uma área de seção transversal maior do que o segundo pistão e havendo uma saída à alta pressão acoplada à câmara do cilindro de alta pressão;

o suprimento de um fluido hidráulico à baixa pressão
15 para a câmara do cilindro de baixa pressão;

a provisão de uma válvula de controle direcional operada eletricamente para controle do suprimento de um fluido hidráulico à baixa pressão para a câmara do cilindro de baixa pressão; e

20 a operação de controlar eletronicamente a válvula de controle direcional.

12. Método, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de compreender:

a provisão de um outro conjunto de pistão e de
25 cilindro como esse, a saída à alta pressão sendo acoplada à câmara do cilindro de alta pressão do outro conjunto de pistão e de cilindro;

a provisão de uma outra válvula de controle direcional como essa para controle do suprimento de fluido à baixa
30 pressão para a câmara do cilindro de baixa pressão do outro

conjunto de pistão e de cilindro; e

o controle eletrônico das válvulas de controle direcional para suprimento do fluido à baixa pressão alternadamente para as câmaras dos cilindros à baixa
5 pressão do primeiro conjunto e do outro conjunto de pistão e de cilindro.

RESUMO**INTENSIFICADORES HIDRÁULICOS**

Um intensificador hidráulico compreende um conjunto de pistão e de cilindro (1) que tem um primeiro pistão (3) em uma câmara (4) de um cilindro de baixa pressão e um segundo pistão (7) em uma câmara (8) de um cilindro de alta pressão. Os primeiro e segundo pistões são acoplados em conjunto, e o primeiro pistão tem uma área de seção transversal maior do que o segundo pistão. Uma saída à alta pressão (19) é acoplada à câmara do cilindro de alta pressão, havendo: meios (13) para o suprimento de um fluido hidráulico à baixa pressão para a câmara do cilindro de baixa pressão; uma válvula de controle direcional operada eletricamente (11) para controle do suprimento de fluido hidráulico à baixa pressão para a câmara do cilindro de baixa pressão; e um meio eletrônico (14) para operação de controle da válvula de controle direcional.