



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial



(11) BR 112020007066-1 B1

(22) Data do Depósito: 05/10/2018

(45) Data de Concessão: 11/04/2023

(54) Título: SISTEMA QUE OPERA HIDRAULICAMENTE, MÉTODO PARA CONTROLAR O SISTEMA, GUINDASTE, E, MÁQUINA MÓVEL

(51) Int.Cl.: F15B 1/02.

(30) Prioridade Unionista: 09/10/2017 FI 20175884.

(73) Titular(es): NORRHYDRO OY.

(72) Inventor(es): ADI ETZIONI; MIKA SAHLMAN; JUSSI MÄKITALO; PETER STAMBRO.

(86) Pedido PCT: PCT FI2018050716 de 05/10/2018

(87) Publicação PCT: WO 2019/073114 de 18/04/2019

(85) Data do Início da Fase Nacional: 08/04/2020

(57) Resumo: Um sistema hidráulico que compreende: uma linha de pressão (40); uma bomba (12); um atuador (22); um dispositivo de válvula (38) configurado para controlar o fluxo de fluido hidráulico pressurizado para o atuador (22); uma unidade de controle eletrônico (30) configurada para controlar o dispositivo de válvula (38) por um sinal de controle (32) proporcional à velocidade desejada do atuador (10) a qualquer momento; um acumulador de pressão (26) capaz de fornecer, juntamente com a bomba (12), fluido hidráulico pressurizado para mover o atuador (22); um dispositivo sensor (34, 36) configurado para medir, direta ou indiretamente, a quantidade de fluido hidráulico pressurizado no acumulador de pressão (26) a qualquer momento; dispositivos de configuração configurados para definir um sinal de configuração (50) para ser proporcional à velocidade desejada do atuador (22) a qualquer momento. A unidade de controle eletrônico (30) está configurada para restringir a velocidade desejada do atuador (22) para não exceder uma velocidade máxima predeterminada que é proporcional à quantidade de fluido hidráulico pressurizado no acumulador de pressão (26). Em um exemplo, o dito dispositivo sensor (34, 36) é configurado para medir a pressão ou a quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão (26). Em um exemplo, o sistema é provido em um guindaste que pode ser incluído em uma máquina.

SISTEMA QUE OPERA HIDRAULICAMENTE, MÉTODO PARA CONTROLAR O SISTEMA, GUINDASTE, E, MÁQUINA MÓVEL

Campo da invenção

[001] A solução apresentada refere-se a um sistema que compreende um sistema hidráulico e um sistema de controle para o mesmo. A solução apresentada também se refere a um método para controlar o sistema hidráulico.

Fundamentos da invenção

[002] Os sistemas hidráulicos aplicam acumuladores de pressão hidráulica para receber e armazenar fluido hidráulico pressurizado. O fluido hidráulico pressurizado pode ser retornado do acumulador de pressão para o sistema hidráulico, se necessário. Consequentemente, uma determinada quantidade de energia pode ser armazenada no acumulador de pressão para ser devolvida para uso no sistema hidráulico, por exemplo, para um ou mais atuadores hidráulicos. Um fluxo de volume de fluido hidráulico pode ser transportado do acumulador de pressão para o atuador que pode ser mantido em movimento pelo dito fluxo de volume do acumulador de pressão.

[003] Uma quantidade máxima predeterminada de fluido hidráulico pode ser armazenada no acumulador de pressão, de modo que, por exemplo, o movimento de um atuador não possa ser mantido indefinidamente, porque o acumulador de pressão será esgotado e normalmente sua pressão diminuirá simultaneamente. A falta de fluxo de volume do fluido hidráulico pode resultar em alterações no comportamento do atuador que são incontrolláveis ou indesejáveis, como uma redução abrupta na velocidade do atuador.

Breve sumário da invenção

[004] Um sistema hidráulico formado por um sistema hidráulico de acordo com a solução a ser apresentada e seu sistema de controle será descrito na reivindicação 1. Alguns exemplos da dita solução serão apresentados nas outras reivindicações.

[005] O sistema de acordo com a solução apresentada, operado hidraulicamente, compreende uma linha de pressão que provê fluido hidráulico pressurizado; uma bomba configurada para fornecer fluido hidráulico pressurizado à linha de pressão; um atuador conectado à linha de pressão para receber fluido hidráulico pressurizado da linha de pressão e para mover uma carga; um dispositivo de válvula configurado para controlar o fluxo de fluido hidráulico pressurizado da linha de pressão para o atuador e a velocidade do atuador; uma unidade eletrônica de controle configurada para monitorar e controlar funções do sistema e para controlar o dispositivo da válvula por um sinal de controle que é proporcional à velocidade alvo do atuador desejada a qualquer momento; um acumulador de pressão conectado à linha de pressão da qual o acumulador de pressão pode receber fluido hidráulico pressurizado e ao qual o acumulador de pressão pode, simultaneamente com uma bomba, fornecer fluido hidráulico pressurizado para acionar o atuador; um dispositivo sensor configurado para medir, direta ou indiretamente, uma quantidade de fluido hidráulico pressurizado no acumulador de pressão a qualquer momento e o dispositivo sensor sendo configurado para transmitir para a unidade eletrônica de controle um sinal de medição proporcional à dita quantidade de fluido hidráulico pressurizado; e um dispositivo de entrada configurado para entrar um sinal de configuração na unidade eletrônica de controle, o sinal de configuração controlando a velocidade do atuador, e a unidade eletrônica de controle sendo, com base no sinal de configuração, adaptada para definir o dito sinal de controle para ser proporcional à velocidade alvo do atuador desejada a qualquer momento.

[006] Na solução apresentada, a dita unidade eletrônica de controle está configurada para limitar a velocidade desejada do atuador para não exceder uma velocidade máxima predeterminada, sendo a velocidade máxima proporcional à quantidade de fluido hidráulico pressurizado no acumulador de pressão.

[007] Em um exemplo da solução apresentada, a unidade eletrônica de controle é configurada para limitar a velocidade desejada do atuador a uma velocidade máxima que é proporcional não apenas à quantidade supracitada, mas também à pressão do fluido hidráulico pressurizado no acumulador de pressão.

[008] Em um exemplo da solução apresentada, a unidade eletrônica de controle é configurada para limitar a velocidade desejada do atuador a uma velocidade máxima que é proporcional não apenas à quantidade e pressão supracitadas, mas também à potência gerada pelo atuador em um determinado momento.

[009] No método de acordo com a solução apresentada, a velocidade desejada do atuador é limitada para não exceder uma velocidade máxima predeterminada, que é proporcional à quantidade de fluido hidráulico pressurizado no acumulador de pressão.

[0010] O sistema de acordo com a solução apresentada pode ser aplicado em um guindaste que compreende uma lança para elevar e transferir cargas, ou em uma máquina que pode ser usada para elevar ou transferir cargas. A dita lança está configurada para ser móvel pelo dito sistema. A dita lança pode ser colocada em uma máquina móvel.

[0011] O sistema de controle hidráulico de acordo com a solução apresentada tem a vantagem de máxima utilização da energia armazenada no acumulador de pressão, evitando uma mudança abrupta na velocidade do atuador, causada pela exaustão do acumulador de pressão.

Descrição dos desenhos

[0012] A presente solução será descrita em maiores detalhes a seguir, com referência aos desenhos anexos.

[0013] A Figura 1 mostra um princípio de implementação de um sistema hidráulico e seu sistema de controle, no qual a solução apresentada pode ser aplicada.

[0014] A Figura 2 mostra um princípio de controle da velocidade v do atuador do sistema da Fig. 1 e ajuste de sua velocidade máxima v_{max} com base na quantidade V de fluido hidráulico no acumulador de pressão.

Descrição detalhada da invenção

[0015] A Figura 1 mostra um exemplo de um sistema hidráulico e um sistema de controle para controlá-lo, cujo exemplo a solução apresentada pode ser aplicada.

[0016] O sistema hidráulico de acordo com a solução apresentada e seu sistema de controle, em outras palavras, um sistema 10, compreende uma linha de pressão 40, pelo menos um atuador 22, pelo menos um dispositivo de válvula 38 para controlar o fluxo de volume de fluido hidráulico, pelo menos um acumulador de pressão hidráulica 26, pelo menos um dispositivo sensor 34 e/ou um dispositivo sensor 36, pelo menos uma bomba hidráulica 12 e uma unidade eletrônica de controle 30 que controla a operação do sistema 10.

[0017] O atuador 22 pode ser configurado para mover uma carga 48 à qual o atuador aplica uma força que depende da pressão do fluido hidráulico fornecido ao atuador 22 e do dimensionamento do atuador 22. Preferencialmente, é um atuador linear, por exemplo, um cilindro hidráulico, compreendendo um pistão alternativo. O atuador 22 está configurado para se mover em duas direções opostas X1 e X2. Quando o fluido hidráulico é fornecido ao atuador 22, o atuador 22 se expande e se move na direção X1 ou se contrai e se move na direção X2. Em um exemplo, quando o fluido hidráulico é transportado para longe do atuador 22, o atuador 22 se move na direção oposta em relação à situação em que o fluido hidráulico é fornecido ao atuador 22. A velocidade do atuador 22, seu pistão ou a carga 48 dependerá do dimensionamento do atuador 22 e da vazão de volume do fluido hidráulico fornecido ao atuador 22, ou seja, o fluxo de fluido hidráulico por unidade de tempo e o volume do atuador 22.

[0018] O atuador 22 é conectado à linha de pressão 40 para fornecer

fluido hidráulico pressurizado ao atuador 22. Dispositivos de válvula, como um dispositivo de válvula 20, podem ser conectados à linha de pressão 40 para limitar a pressão do fluido hidráulico na linha de pressão 40 a um valor máximo predeterminado.

[0019] O atuador 22 pode ser de ação simples ou dupla. O atuador 22 pode ser um atuador de câmara única, câmara dupla ou multicâmara. Para mover o atuador 22, o fluido hidráulico é fornecido a uma ou mais câmaras do atuador 22 simultaneamente. Durante a operação do atuador 22, o fluido hidráulico pode sair de uma ou mais câmaras do atuador 22 simultaneamente.

[0020] A bomba 12 está configurada para fornecer fluido hidráulico pressurizado à linha de pressão 40. A bomba 12 está conectada à linha de pressão 40 através, por exemplo, de uma linha 44. O fluxo de volume máximo e a pressão máxima do fluido hidráulico produzido pela bomba 12 dependerão do tamanho da bomba 12.

[0021] A bomba 12 é de um tipo de volume fixo ou preferencialmente uma bomba de deslocamento ajustável, em que o fluxo de volume produzido pela bomba 12 pode ser ajustado, por exemplo, dentro de limites estabelecidos por valores mínimos e máximos predeterminados. A bomba 12 é girada por um motor 14. O motor 14 é, por exemplo, um motor elétrico ou um motor de combustão.

[0022] A bomba 12 é fornecida com fluido hidráulico de, por exemplo, um tanque 18 para fluido hidráulico.

[0023] O fluido hidráulico é retornado do atuador 22 para, por exemplo, outra linha de pressão 42, na qual a pressão do fluido hidráulico é menor do que na linha de pressão 40. A linha de pressão 42 também pode ser usada como uma linha de tanque, através da qual o fluido hidráulico que retorna do atuador 22 fluirá para o tanque 18. O tanque 18 está conectado à linha de pressão 40 através, por exemplo, de uma linha 46.

[0024] O sistema 10 pode compreender um dispositivo de válvula 20

pelo qual o acesso e fluxo de fluido hidráulico da bomba 12 para a linha de pressão 40, e *vice-versa*, pode ser controlado. O dispositivo de válvula 20 pode ser colocado, por exemplo, na linha 44. O dispositivo de válvula 20 também pode ser configurado para controlar o acesso e o fluxo de fluido hidráulico da linha de pressão 40 para o tanque 18. O dispositivo de válvula 20 pode compreender uma ou mais válvulas de controle.

[0025] O dispositivo de válvula 38 controla o fluxo de fluido hidráulico da linha de pressão 40 para o atuador 22, por exemplo, para e de uma ou mais de suas câmaras. Preferencialmente, o dispositivo de válvula 38 também está configurado para fechar a conexão e o fluxo de volume entre a linha de pressão 40 e o atuador. O dispositivo de válvula 38 controla a vazão de volume do fluido hidráulico, da qual a velocidade do atuador 22, por sua vez, é dependente. O fluxo de volume máximo dependente do dimensionamento do dispositivo de válvula 38 determina simultaneamente a velocidade máxima do atuador 22. Para ajustar o fluxo de volume, o dispositivo de válvula 38 é preferencialmente controlável eletronicamente.

[0026] O dispositivo de válvula 38 pode compreender uma ou mais válvulas de controle que podem ser, por exemplo, do tipo de uma válvula direcional proporcional que é controlável eletronicamente e cujo fluxo de volume é proporcional a um sinal de controle recebido pelo dispositivo de válvula 38. A dita válvula de controle é, por exemplo, uma válvula de controle direcional bidirecional proporcional. A dita válvula de controle pode ser uma válvula de retorno de posição, uma válvula de retorno de força ou uma válvula de retorno de velocidade. Para cada câmara do atuador 22, uma válvula de controle ou várias válvulas de controle paralelas são providas para fornecer fluido hidráulico da linha de pressão 40 para o atuador 20. Alternativamente, as ditas válvulas de controle paralelas podem ser, por exemplo, válvulas direcionais controladas de ligar/desligar ou válvulas de interrupção.

[0027] O dispositivo de válvula 38 é controlado por uma unidade eletrônica de controle 30 que pode compreender, por exemplo, um ou mais cartões de controle eletrônico para controlar o dispositivo de válvula 38. A função da unidade de controle 30 é gerar um sinal de controle 32, por exemplo, um sinal de corrente, para controlar o dispositivo de válvula 38.

[0028] As funções do sistema 10 são monitoradas e controladas pela unidade de controle 30. A unidade de controle 30 é preferencialmente um dispositivo programável baseado em microprocessador que executa um ou mais algoritmos de controle armazenados em sua memória e realiza funções de computação e lógica. A unidade de controle 30 compreende a interface para conectar, por exemplo, sinais gerados por sensores e dispositivos de controle e para conectar sinais de controle gerados na unidade de controle 30. Os ditos algoritmos de controle produzem, por exemplo, com base nos ditos sinais, um sinal de controle predeterminado a qualquer momento. A unidade de controle 30 é, ou pode ser, provida com dispositivos de interface do usuário para controlar a operação da unidade de controle 30. A unidade de controle 30 pode ser baseada em uma lógica programável ou em um computador operado sob controle de um programa de controle ou de um usuário. A unidade de controle 30 pode consistir em um ou vários dispositivos separados ou pode constituir em um sistema distribuído cujas diferentes partes ou dispositivos estão conectados um ao outro ou se comunicam.

[0029] O sinal de controle 32 depende, por exemplo, da velocidade do atuador 22 ou do fluxo de volume que deve ser implementado pelo dispositivo de válvula 38 a qualquer momento. Na geração do dito sinal de controle 32, um controlador pode ser aplicado, como um controlador PID, que é implementado na unidade de controle 30 e baseia-se, por exemplo, em retorno de posição, retorno de força ou retorno de velocidade. Para o controle, o sistema 10 pode compreender dispositivos sensores para medir a velocidade do atuador 22 e para transmitir o dito sinal de medição para a unidade de

controle 30.

[0030] O sistema 10 também pode compreender um ou mais dispositivos de controle 24 conectados à unidade de controle 30 com a finalidade de controlar o sistema 10, por exemplo, o atuador 22 no mesmo. O dispositivo de controle 24 é, por exemplo, controlável manualmente, em um exemplo, uma alavanca de controle. A alavanca de controle é operada por um usuário. O dispositivo de controle 24 está configurado para gerar um sinal de configuração 50 dependente da posição do dispositivo de controle 24, por exemplo, a inclinação da alavanca de controle. O dito sinal de configuração 50 é inserido na unidade de controle 30.

[0031] Alternativamente, o dito sinal de configuração 50 pode ser recebido com dispositivos de entrada, os quais podem incluir, por exemplo, a unidade de controle 30 ou parte dela, um dispositivo conectado à unidade de controle 30 ou o dispositivo de controle descrito acima 24. Na unidade de controle 30, o sinal de configuração 50 pode ser inserido manualmente pelos dispositivos de interface do usuário da unidade de controle 30, ou pode ser gerado pelo software executando algoritmos de controle para influenciar a velocidade do atuador 22.

[0032] Por exemplo, o dispositivo de controle 24 é usado para controlar a velocidade do atuador 22, de modo que a velocidade do atuador 22 seja diferente em diferentes posições do dispositivo de controle 24 ou alavanca de controle. A velocidade desejada do atuador 22 é proporcional à posição do dispositivo de controle 24 ou alavanca de controle. O algoritmo de controle da unidade de controle 30 é configurado para controlar o dispositivo de válvula 38 com base no sinal de configuração 50, de modo que a velocidade desejada do atuador 22 seja alcançada.

[0033] O acumulador de pressão 26 é conectado à linha de pressão 40 da qual o acumulador de pressão 26 pode receber fluido hidráulico pressurizado e ao qual o acumulador de pressão 26 proporciona fluido

hidráulico pressurizado. O acumulador de pressão 26 tem um volume efetivo predeterminado com base em seu dimensionamento e proporcional à quantidade máxima de fluido hidráulico que pode ser fornecido do acumulador de pressão 26 para a linha de pressão 40, por exemplo, dentro de um determinado período de tempo.

[0034] O acumulador de pressão 26 pode ser um acumulador carregado com peso, um acumulador carregado com mola ou preferencialmente um acumulador carregado com gás. O tipo do dito acumulador carregado com gás é um acumulador de bexiga ou um acumulador de membrana, ou preferencialmente um acumulador de pistão. É típico de um acumulador carregado com gás que a pressão do fluido hidráulico contido nele diminua à medida que a quantidade do dito fluido hidráulico diminui.

[0035] Se necessário, com base na dependência supracitada, a quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão 26 pode ser estimada medindo a pressão do dito fluido hidráulico, por exemplo, na linha à qual o acumulador de pressão 26 está conectado, tal como a linha de pressão 40.

[0036] Para carregar, o acumulador de pressão 26 pode ser fornecido com fluido hidráulico pressurizado. O acumulador de pressão 26 é dimensionado, por exemplo, para receber fluido hidráulico quando a pressão da linha hidráulica 40 é igual ou superior a uma pressão mínima predeterminada. O dimensionamento de um acumulador carregado com gás é baseado, por exemplo, na pressão de pré-carga do gás usada no acumulador de pressão. A dita pressão mínima é selecionada para ser, por exemplo, inferior à pressão prevalecente na linha de pressão 40, por exemplo, quando uma carga 48 é movida pelo atuador 22 ou quando o atuador 22 está em repouso.

[0037] A linha de pressão 40 pode ser provida com um dispositivo

sensor 36 configurado para medir a pressão do fluido hidráulico contido na linha de pressão 40. O sistema 10 também pode compreender outros dispositivos sensores que medem a pressão do fluido hidráulico e estão conectados à unidade de controle 30, por exemplo, para medir a pressão na linha de pressão 40.

[0038] O dispositivo sensor 36 gera um sinal de medição 16 que é, por exemplo, eletrônico, sendo o sinal de medição 16 proporcional à pressão medida. O sinal é, por exemplo, um sinal atual. O dispositivo sensor 36 está conectado à unidade de controle 30 para transmitir o sinal de medição 16 para a unidade de controle 30, onde o sinal de medição 16 é uma entrada para um algoritmo de controle.

[0039] Com base no sinal de medição 16 gerado pelo dispositivo sensor 36, a quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão 26 pode ser medida indiretamente medindo a pressão na linha de pressão 40. A unidade de controle 30 está configurada para deduzir a quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão, por exemplo, das propriedades do acumulador de pressão 26 e da dita pressão. Na dita dedução, a unidade de controle 30 pode levar em conta, por exemplo, o comportamento conhecido das alterações, por exemplo, uma alteração adiabática na pressão de pré-carga ou no volume do gás no acumulador de pressão 26. No acumulador de pressão 26, a pressão do gás segue a pressão do fluido hidráulico que, por sua vez, tende a seguir a pressão na linha de pressão 40, e o volume do gás, por sua vez, depende da pressão do gás.

[0040] Em uma alternativa da solução apresentada, o sistema 10 compreende um dispositivo sensor 34 conectado ao acumulador de pressão 26 e configurado para medir a quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão 26, direta ou indiretamente. O dispositivo sensor 34 pode ser configurado para medir a quantidade de fluido hidráulico, por exemplo, indiretamente, com base na posição medida de uma parte móvel do

acumulador de pressão 26, dependente da quantidade de fluido hidráulico. A dita parte pode ser, por exemplo, a bexiga de um acumulador de bexiga, a membrana de um acumulador de membrana ou, preferencialmente, o pistão de um acumulador de pistão. A operação do dispositivo sensor 34 pode ser baseada em medição sem toque, um sensor linear ou um dispositivo de tração de cabo.

[0041] O dispositivo sensor 34 gera um sinal de medição 28 que é, por exemplo, eletrônico, sendo o sinal de medição 28 proporcional à quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão ou à posição medida supracitada. O sinal é, por exemplo, um sinal atual. O dispositivo sensor 34 está conectado à unidade de controle 30 para transmitir o sinal de medição 28 para a unidade de controle 30, onde o sinal de medição 28 é uma entrada para um algoritmo de controle. O dispositivo sensor 34 ou a unidade de controle 30 e seu algoritmo de controle podem deduzir a quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão 26, proporcional à dita posição medida.

[0042] Com o dispositivo sensor 34, um sinal de medição preciso 28 pode ser alcançado de uma maneira simples, quando incertezas relacionadas à medição da pressão e ao comportamento do gás devem ser evitadas.

[0043] O acumulador de pressão 26 e a bomba 12 são configurados para fornecer fluido hidráulico ao atuador 22 através da linha de pressão 40 e do dispositivo de válvula 38, simultaneamente, para mover o atuador 22. A pressão do fluido hidráulico é assim, de acordo com um primeiro exemplo, dimensionada para ser suficiente para mover pelo menos o atuador 22 e também uma carga 48, se necessário. A magnitude da carga 48 pode ser diferente ou variar em diferentes situações, em que a força necessária para movê-la pode variar. Quando o atuador 22 e a carga 48 param, a pressão pode aumentar ainda mais até o valor máximo definido para a linha de pressão 40 e o acumulador de pressão 26 pode ser carregado com fluido hidráulico

pressurizado. Alternativamente, após um aumento suficiente na pressão durante o movimento do atuador 22 e na carga 48, o acumulador de pressão 26 pode ser carregado com fluido hidráulico pressurizado.

[0044] O fluxo de volume total máximo produzido pelo acumulador de pressão 26 e pela bomba 12 determinará a velocidade máxima do atuador 22, porque o fluxo de volume representa a quantidade de fluido hidráulico que flui por unidade de tempo. Na solução apresentada, o fluxo de volume máximo produzido pela bomba 12 é menor do que o dito fluxo de volume total máximo. Em um exemplo, o fluxo de volume máximo produzido pela bomba 12 é 80%, 60%, 40% ou 20% do dito fluxo de volume total máximo ou inferior.

[0045] A velocidade do atuador 22 é controlada para ser menor do que a dita velocidade máxima usando um dispositivo de válvula 38 que é controlado por um sinal de controle 32 gerado pela unidade de controle 30 com base, por exemplo, em um sinal de configuração 50.

[0046] O acumulador de pressão 26 pode estar em um estado em que a quantidade total de fluido hidráulico nele é menor que a quantidade de fluido hidráulico a ser fornecida do acumulador de pressão 26 ao atuador 22 para mover o atuador 22 a uma distância desejada ou predeterminada a uma velocidade desejada, sob controle do dispositivo de válvula 38 e, por exemplo, do sinal de configuração 50.

[0047] Na solução apresentada, o fluxo de volume máximo produzido pela bomba 12 é dimensionado para ser menor do que o fluxo de volume de fluido hidráulico a ser fornecido pela linha de pressão 40 para o atuador 22 para mover o atuador 22 na velocidade máxima. Em um exemplo, o fluxo de volume máximo produzido pela bomba 12 é configurado para gerar 80%, 60%, 40% ou 20% da dita velocidade máxima ou inferior.

[0048] O sistema 10 pode estar na situação descrita acima, na qual a quantidade total de fluido hidráulico no acumulador de pressão 26 não é

suficiente para toda a distância de percurso desejada do atuador 22. Assim, quando o acumulador de pressão 26 está sendo esgotado, a velocidade do atuador 22 pode cair da velocidade desejada de maneira abrupta e descontrolada, após a qual o movimento do atuador 22 será continuado a uma velocidade dependente do fluxo de volume produzido pela bomba 12.

[0049] Na solução apresentada, o objetivo é evitar o problema descrito acima.

[0050] Na solução apresentada, a quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão 26 a qualquer momento é monitorada pela unidade de controle 30, utilizando o dispositivo sensor 34 e/ou o dispositivo sensor 36 como descrito acima.

[0051] A unidade de controle 30 está, sob controle de um algoritmo de controle, configurada para restringir a velocidade máxima do atuador 22 a um valor máximo proporcional à quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão 26. Conseqüentemente, a velocidade do atuador 22 pode ser controlada para ter apenas um valor ou magnitude que a dita velocidade, na sua velocidade mais alta, seja igual ou inferior ao dito valor máximo. A velocidade do atuador 22 é controlada pelo dispositivo de válvula 38 e, por exemplo, pelo sinal de ajuste 50, como descrito acima.

[0052] Como a restrição é baseada apenas na quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão 26, é alcançada uma operação simples, em termos de controle.

[0053] Assim, quando a restrição descrita acima está em uso, o sinal de ajuste 50 não pode ser usado para ajustar a velocidade do atuador 22 para um valor que exceda o valor máximo supracitado. A unidade de controle 30 controla o dispositivo de válvula 38 de tal maneira que o sinal de controle 32 gerado pela unidade de controle 30 e o algoritmo de controle agora depende não apenas do sinal de ajuste 50, mas também da quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão 26. A quantidade de fluido hidráulico no

acumulador de pressão 26, por sua vez, é medida pelo dispositivo sensor 34 e/ou pelo dispositivo sensor 36.

[0054] Se o sistema 10 compreender o dispositivo de controle 24, uma posição predeterminada do dispositivo de controle 24 gerará um sinal de configuração predeterminado 50. Assim, quando a restrição descrita acima estiver em uso, uma determinada posição do dispositivo de controle 24 resultará em uma velocidade do atuador 22 que pode ser menor que a velocidade resultante da mesma posição em uma situação em que a restrição descrita acima não está em uso. Em tal situação, o usuário do dispositivo de controle 24 detectará uma desaceleração do atuador 22, mesmo que o usuário não mude a posição do dispositivo de controle 24.

[0055] Por meio da restrição descrita acima, é possível controlar a alteração da velocidade do atuador 22, pela qual é evitada uma queda abrupta e descontrolada na velocidade, como descrito acima.

[0056] O fluxo de volume fornecido pelo acumulador de pressão 26 ao atuador 22 dependerá do dimensionamento das conexões, da linha de pressão 40 e do dispositivo de válvula 38, tal como o tamanho nominal da válvula de controle. No método descrito acima, quando a restrição não está em uso, o dispositivo de válvula 38 pode ser controlado de modo que o fluxo de fluido hidráulico não seja restrito e/ou a(s) abertura(s) de fluxo de uma ou mais válvulas de controle nele seja(m) a(s) maior(es). Quando a restrição deve ser usada, o dispositivo de válvula 38 é controlado de modo que o fluxo de fluido hidráulico é restrito e/ou a(s) abertura(s) de fluxo de uma ou mais válvulas de controle nele é (são) diminuída(s).

[0057] De acordo com um exemplo da solução apresentada, a unidade de controle 30 está, sob controle de um algoritmo de controle, configurada para restringir a velocidade do atuador 22 da maneira descrita acima, levando em consideração a quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão 26, bem como a pressão do fluido hidráulico no acumulador de pressão 26. A

dita pressão é determinada, por exemplo, pelo dispositivo sensor 36.

[0058] Com base na dita quantidade e pressão, a unidade de controle 30 deduz a quantidade de energia armazenada no acumulador de pressão 26. O acumulador de pressão 26 fornece energia com base em sua quantidade de fluido hidráulico pressurizado que pode ser fornecido em um determinado tempo e a uma determinada vazão de volume. O objetivo é garantir o suprimento de energia, restringindo também a potência do atuador 22, de modo que sua velocidade seja simultaneamente restringida da maneira desejada. A velocidade pode ser determinada, por exemplo, com base na força gerada pelo atuador 22 que, por sua vez, depende da pressão e do tamanho do atuador 22.

[0059] Conseqüentemente, em um exemplo da solução apresentada, a unidade de controle 30 está, sob controle de um algoritmo de controle, configurada para restringir a velocidade do atuador 22 da maneira descrita acima, levando em consideração a quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão 26, a pressão do fluido hidráulico no acumulador de pressão 26, bem como a pressão gerada pelo atuador 22. A dita força é definida, por exemplo, por meio de um dispositivo sensor ou da dita pressão, quando o dimensionamento do atuador é conhecido.

[0060] Em um exemplo da solução apresentada, a unidade de controle 30 está, sob controle de um algoritmo de controle, configurada para restringir a velocidade máxima do atuador 22 para um valor máximo que é reduzido quando a quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão 26 é reduzida; em outras palavras, quanto menor for, menor será a quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão 26.

[0061] Em um exemplo da solução apresentada, a restrição descrita acima é aplicada como um método quando a quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão 26 cai para um valor igual ou inferior a um valor limite predeterminado.

[0062] Em um exemplo, o dito valor limite predeterminado para a quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão 26 é de 3%, 5%, 10%, 15%, 20% ou 25% da capacidade útil do acumulador de pressão 26 ou da quantidade máxima de fluido hidráulico que pode ser fornecida a partir do acumulador de pressão 26.

[0063] Em um exemplo, e além do que foi descrito acima, a unidade de controle 30 está, sob controle de um algoritmo de controle, configurada para reduzir a velocidade máxima do atuador 22, no seu mais baixo, para um valor máximo proporcional ao fluxo de volume produzido pela bomba 12, por exemplo, igual ou inferior ao fluxo de volume máximo produzido pela bomba 12.

[0064] A proporcionalidade descrita acima pode ser baseada em uma função baseada na quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão 26, ou está em declínio linear ou segue o formato de uma curva em declínio, tendo em vista a dita quantidade de fluido hidráulico que está diminuindo.

[0065] A Figura 2 ilustra, com um exemplo, o controle da velocidade v do atuador 22 no sistema 10 e a determinação da velocidade máxima v_{max} definida para ele, com base na quantidade V de fluido hidráulico no acumulador de pressão 26.

[0066] No exemplo da Fig. 2, a proporcionalidade descrita acima (veja a faixa $Q1+f(Q2)$) é linear; em outras palavras, é baseado em uma função. A dita proporcionalidade também pode ser baseada em uma função que não é linear. Quando a quantidade V de fluido hidráulico tem um valor V_x , de acordo com a solução apresentada, pode-se deduzir que a velocidade v do atuador 22 tem um valor máximo v_{max} . Assim, nessa faixa, também são permitidas tais velocidades do atuador 22 que são inferiores ao valor máximo definido.

[0067] No exemplo da Fig. 2, implementa-se também que a restrição descrita acima é aplicada como um método quando a quantidade de fluido

hidráulico no acumulador de pressão 26 cai para um nível igual ou inferior a um valor limite predeterminado. Quando a restrição não está em uso (ver faixa Q1+Q2), o valor máximo de velocidade v_{max} será determinado, no máximo, de acordo com o fluxo de volume geral produzido pela bomba 12 e pelo acumulador de pressão 26 em combinação. Assim, nessa faixa, também são permitidas tais velocidades do atuador 22 que são inferiores ao valor máximo definido.

[0068] No exemplo da Fig. 2, após a quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão 26 ter diminuído suficientemente ou ter sido utilizada, a restrição descrita acima também é implementada para que a velocidade máxima do atuador 22 seja reduzida, na sua mais baixa, para um valor máximo proporcional ao fluxo de volume máximo produzido pela bomba 12 (consulte a faixa Q1). Nessa faixa, também são permitidas tais velocidades do atuador 22 que são inferiores ao valor máximo definido. Nesse caso, as ditas velocidades são baseadas apenas no fluxo de volume produzido pela bomba 12.

[0069] No exemplo da Fig. 2, o símbolo Q1 representa o fluxo de volume máximo produzido pela bomba 12 e o símbolo Q2 representa o fluxo de volume produzido pelo acumulador de pressão 26 e fornecido ao atuador 22.

[0070] O sistema hidráulico descrito acima e seu sistema de controle podem ser aplicados em vários guindastes para elevar e/ou mover cargas. Para isso, o guindaste pode ser equipado com uma lança que pode ser articulada em direções laterais por meio de um mecanismo de rotação. A lança pode compreender uma lança de elevação que pode ser telescópica. A lança também pode compreender uma lança de transferência que é conectada de maneira articulada à lança de elevação. A lança de transferência pode ser telescópica. O atuador apresentado acima 22 pode ser um atuador, particularmente um atuador linear, para mover a lança, lança de transferência

ou lança de elevação, pelo qual a carga 48 apresentada acima pode ser a lança, lança de transferência ou lança de elevação, isoladamente ou em combinação com uma carga transportada pela lança, lança de transferência ou lança de elevação. O guindaste e/ou o sistema hidráulico apresentados acima e seu sistema de controle podem ser aplicados em várias máquinas que podem ser usadas para suspender ou mover cargas e que podem ser máquinas de autopropulsão controladas por um usuário. A dita máquina é uma colheitadeira, como uma transportadora ou uma máquina de corte de árvores, uma máquina de escavação ou uma máquina de terraplanagem. A dita máquina pode compreender um implemento, como um balde, conectado a um mecanismo para mover o implemento. O atuador descrito acima 22 pode ser um atuador para mover o dito mecanismo.

[0071] Na descrição acima, proporcionalidade refere-se a essa proporcionalidade entre duas variáveis, funções ou fatores diferentes que podem ser representados por meio de, por exemplo, uma relação ou função matemática. Alternativamente ou além disso, a dita proporcionalidade refere-se a uma conexão ou interdependência entre as duas variáveis, funções ou fatores diferentes, em que estados predeterminados de uma variável, função ou fator correspondem a estados predeterminados da outra variável, função ou fator. Dessa forma, uma variável, função ou fator pode ser usado para controlar a outra variável, função ou fator, para fazer o sistema operar de maneira direcionada, de acordo com a solução desejada.

[0072] A solução apresentada não se limita apenas às alternativas, exemplos e modalidades que foram apresentadas acima e que não devem ser consideradas as únicas modalidades da solução. Na solução apresentada, também é possível aplicar as alternativas apresentadas acima, exemplos e modalidades em conjunto, para implementar os objetivos apresentados acima.

[0073] A implementação da solução apresentada será definida em mais detalhes nas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema que opera hidraulicamente e compreende:

uma linha de pressão para fornecer fluido hidráulico pressurizado;

uma bomba configurada para fornecer fluido hidráulico pressurizado à linha de pressão;

um atuador conectado à linha de pressão, para receber fluido hidráulico pressurizado da linha de pressão e para mover uma carga;

um dispositivo de válvula configurado para controlar um fluxo de fluido hidráulico pressurizado da linha de pressão para o atuador, e uma velocidade do atuador;

uma unidade eletrônica de controle configurada para monitorar e controlar funções do sistema e para controlar o dispositivo de válvula por um sinal de controle proporcional à uma velocidade alvo do atuador desejada a qualquer momento;

um acumulador de pressão conectado à linha de pressão da qual o acumulador de pressão pode receber fluido hidráulico pressurizado e ao qual o acumulador de pressão pode, simultaneamente com a bomba, fornecer fluido hidráulico pressurizado para mover o atuador;

caracterizado pelo fato de que compreende:

um dispositivo sensor configurado para medir, direta ou indiretamente, uma quantidade de fluido hidráulico pressurizado no acumulador de pressão a qualquer momento, em que o dispositivo sensor é configurado para transmitir para a unidade eletrônica de controle um sinal de medição proporcional à dita quantidade de fluido hidráulico pressurizado; e

um dispositivo de entrada configurado para inserir um sinal de configuração na unidade eletrônica de controle, o sinal de configuração controlando a velocidade do atuador, em que

a unidade eletrônica de controle é adaptada para definir o dito

sinal de controle para ser proporcional à velocidade alvo do atuador baseado no sinal de configuração a qualquer momento; e

a unidade eletrônica de controle está configurada para restringir a velocidade desejada do atuador para não exceder uma velocidade máxima predeterminada que é proporcional à quantidade de fluido hidráulico pressurizado no acumulador de pressão.

2. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a unidade eletrônica de controle é configurada para restringir a dita velocidade desejada quando a quantidade de fluido hidráulico pressurizado é igual ou inferior a um valor limite predeterminado.

3. Sistema de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a bomba está configurada para produzir um fluxo de volume limitado a um fluxo de volume máximo predeterminado da bomba; e

em que a unidade eletrônica de controle está configurada para reduzir a velocidade alvo do atuador para que seja igual a ou abaixo de uma velocidade máxima predeterminada que é proporcional ao dito fluxo de volume máximo da bomba.

4. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a dita velocidade máxima predeterminada reduz com a redução da quantidade de fluido hidráulico pressurizado.

5. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de entrada compreende um dispositivo de controle que é uma alavanca de controle manualmente controlável.

6. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que

o dito dispositivo sensor é configurado para medir uma pressão do fluido hidráulico contido na linha de pressão a qualquer momento para

medição indireta da quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão, e

a unidade eletrônica de controle é configurada para deduzir a quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão a partir de propriedades do acumulador de pressão e a pressão do fluido hidráulico contido na linha de pressão.

7. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que o dito dispositivo sensor é conectado ao acumulador de pressão e configurado para medir a quantidade de fluido hidráulico no acumulador de pressão a qualquer momento.

8. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de entrada compreende um dispositivo de controle conectado à unidade eletrônica de controle, configurado para gerar o dito sinal de configuração, e configurado para definir o dito sinal de controle para ser proporcional a uma posição do dispositivo de controle.

9. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que a bomba está configurada para produzir um fluxo de volume restrito a um fluxo de volume máximo predeterminado da bomba.

10. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que a unidade eletrônica de controle é configurada para restringir a velocidade desejada do atuador para uma velocidade máxima que é proporcional não apenas à quantidade do fluido hidráulico pressurizado no acumulador de pressão, mas também à pressão do fluido hidráulico pressurizado no acumulador de pressão.

11. Sistema de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a unidade eletrônica de controle está configurada para restringir a velocidade desejada do atuador a uma velocidade máxima

proporcional à quantidade e pressão do fluido pressurizado no acumulador de pressão e também proporcional a uma potência gerada pelo atuador a qualquer momento.

12. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que o dito atuador é um atuador linear ou um cilindro hidráulico.

13. Método para controlar um sistema que opera hidráulicamente como definido na reivindicação 1, o sistema compreendendo:

uma linha de pressão para fornecer fluido hidráulico pressurizado;

uma bomba configurada para fornecer fluido hidráulico pressurizado à linha de pressão;

um atuador conectado à linha de pressão, para receber fluido hidráulico pressurizado da linha de pressão e para mover uma carga;

um dispositivo de válvula configurado para controlar um fluxo de fluido hidráulico pressurizado da linha de pressão para o atuador, e uma velocidade do atuador;

uma unidade eletrônica de controle configurada para monitorar e controlar funções do sistema e para controlar o dispositivo de válvula por um sinal de controle proporcional a uma velocidade alvo do atuador desejada a qualquer momento;

um acumulador de pressão conectado à linha de pressão da qual o acumulador de pressão pode receber fluido hidráulico pressurizado e ao qual o acumulador de pressão pode, simultaneamente com a bomba, fornecer fluido hidráulico pressurizado para mover o atuador;

um dispositivo sensor configurado para medir, direta ou indiretamente, uma quantidade de fluido hidráulico pressurizado no acumulador de pressão a qualquer momento, em que o dispositivo sensor é configurado para transmitir para a unidade eletrônica de controle um sinal de

medição proporcional à dita quantidade de fluido hidráulico pressurizado; e

um dispositivo de entrada configurado para inserir um sinal de configuração na unidade eletrônica de controle, o sinal de configuração controlando a velocidade do atuador, em que

a unidade eletrônica de controle é adaptada para definir o dito sinal de controle para ser proporcional à velocidade alvo do atuador baseado no sinal de configuração a qualquer momento; e

a unidade eletrônica de controle está configurada para restringir a velocidade desejada do atuador para não exceder uma velocidade máxima predeterminada que é proporcional à quantidade de fluido hidráulico pressurizado no acumulador de pressão;

o método caracterizado pelo fato de que compreende:

restringir a velocidade desejada do atuador para não exceder a velocidade máxima predeterminada que é proporcional à quantidade de fluido pressurizado no acumulador de pressão.

14. Guindaste, caracterizado pelo fato de que compreende uma lança para suspender e transferir cargas, a lança sendo configurada para ser móvel por um sistema que opera hidraulicamente como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 12, o sistema compreendendo:

uma linha de pressão para fornecer fluido hidráulico pressurizado;

uma bomba configurada para fornecer fluido hidráulico pressurizado à linha de pressão;

um atuador conectado à linha de pressão, para receber fluido hidráulico pressurizado da linha de pressão e para mover uma carga;

um dispositivo de válvula configurado para controlar um fluxo de fluido hidráulico pressurizado da linha de pressão para o atuador, e uma velocidade do atuador;

uma unidade eletrônica de controle configurada para monitorar

e controlar funções do sistema e para controlar o dispositivo de válvula por um sinal de controle proporcional à uma velocidade alvo do atuador desejada a qualquer momento;

um acumulador de pressão conectado à linha de pressão da qual o acumulador de pressão pode receber fluido hidráulico pressurizado e ao qual o acumulador de pressão pode, simultaneamente com a bomba, fornecer fluido hidráulico pressurizado para mover o atuador;

um dispositivo sensor configurado para medir, direta ou indiretamente, uma quantidade de fluido hidráulico pressurizado no acumulador de pressão a qualquer momento, em que o dispositivo sensor é configurado para transmitir para a unidade eletrônica de controle um sinal de medição proporcional à dita quantidade de fluido hidráulico pressurizado; e

um dispositivo de entrada configurado para inserir um sinal de configuração na unidade eletrônica de controle, o sinal de configuração controlando a velocidade do atuador, em que

a unidade eletrônica de controle é adaptada para definir o dito sinal de controle para ser proporcional à velocidade alvo do atuador baseado no sinal de configuração a qualquer momento; e

a unidade eletrônica de controle está configurada para restringir a velocidade desejada do atuador para não exceder uma velocidade máxima predeterminada que é proporcional à quantidade de fluido hidráulico pressurizado no acumulador de pressão.

15. Máquina móvel, caracterizada pelo fato de que compreende um guindaste como definido na reivindicação 14, em que o guindaste compreende uma lança para suspender e transferir cargas, a lança sendo configurada para ser móvel por um sistema que opera hidraulicamente e compreende:

uma linha de pressão para fornecer fluido hidráulico pressurizado;

uma bomba configurada para fornecer fluido hidráulico pressurizado à linha de pressão;

um atuador conectado à linha de pressão, para receber fluido hidráulico pressurizado da linha de pressão e para mover uma carga;

um dispositivo de válvula configurado para controlar um fluxo de fluido hidráulico pressurizado da linha de pressão para o atuador, e uma velocidade do atuador;

uma unidade eletrônica de controle configurada para monitorar e controlar funções do sistema e para controlar o dispositivo de válvula por um sinal de controle proporcional à uma velocidade alvo do atuador desejada a qualquer momento;

um acumulador de pressão conectado à linha de pressão da qual o acumulador de pressão pode receber fluido hidráulico pressurizado e ao qual o acumulador de pressão pode, simultaneamente com a bomba, fornecer fluido hidráulico pressurizado para mover o atuador;

um dispositivo sensor configurado para medir, direta ou indiretamente, uma quantidade de fluido hidráulico pressurizado no acumulador de pressão a qualquer momento, em que o dispositivo sensor é configurado para transmitir para a unidade eletrônica de controle um sinal de medição proporcional à dita quantidade de fluido hidráulico pressurizado;

um dispositivo de entrada configurado para inserir um sinal de configuração na unidade eletrônica de controle, o sinal de configuração controlando a velocidade do atuador, em que

a unidade eletrônica de controle é adaptada para definir o dito sinal de controle para ser proporcional à velocidade alvo do atuador baseado no sinal de configuração a qualquer momento; e

a unidade eletrônica de controle está configurada para restringir a velocidade desejada do atuador para não exceder uma velocidade máxima predeterminada que é proporcional à quantidade de fluido hidráulico

pressurizado no acumulador de pressão.

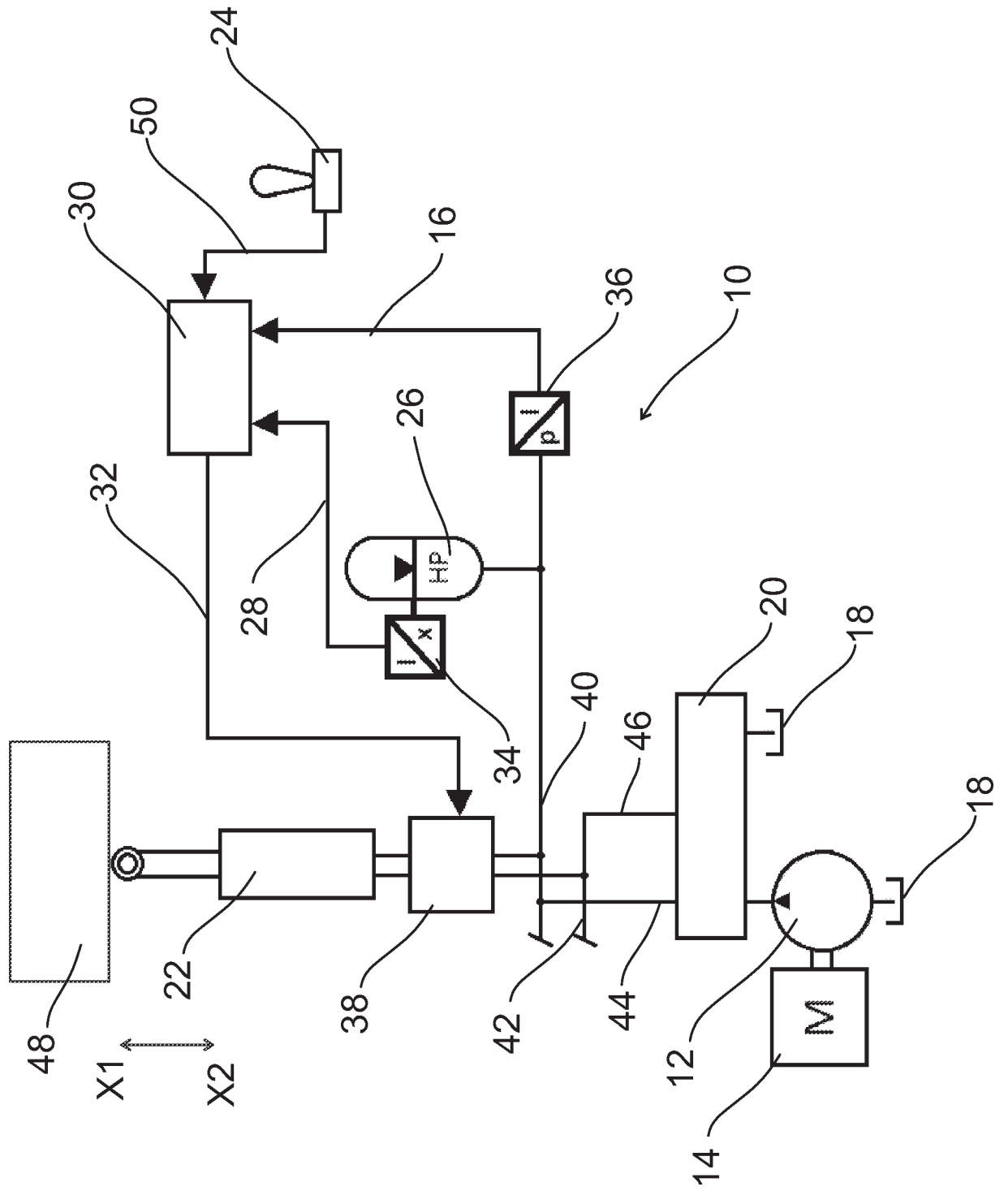


Fig. 1

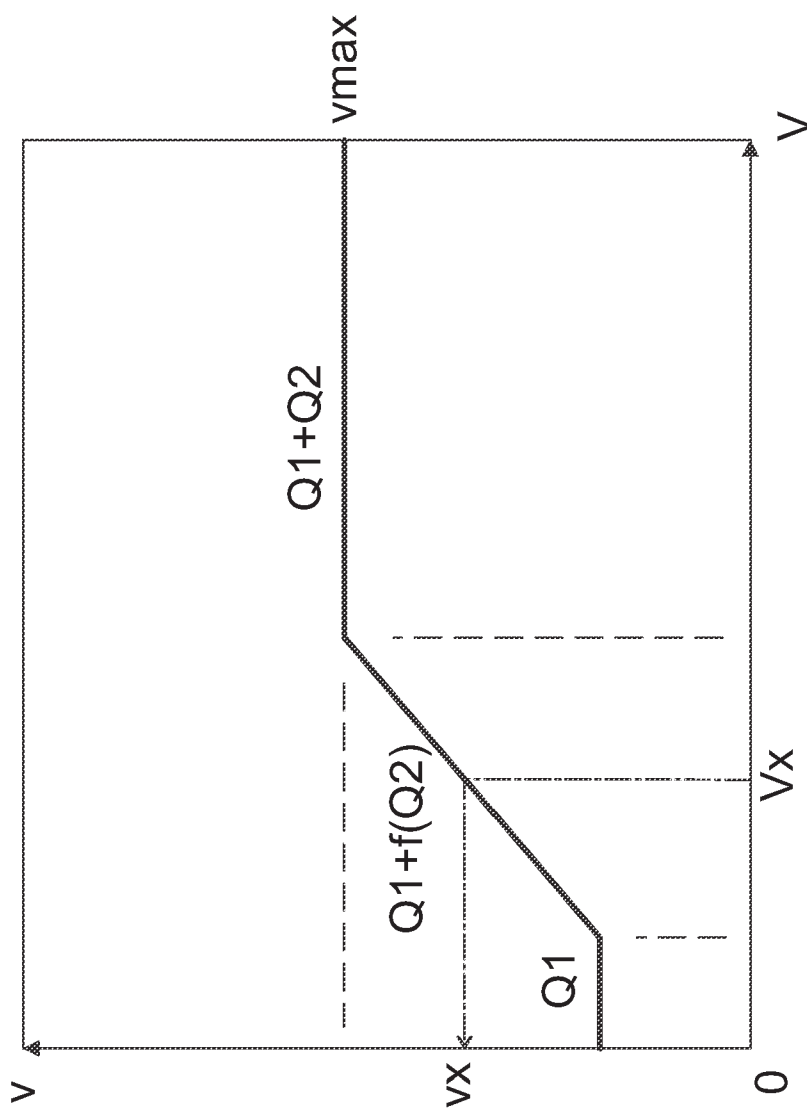


Fig. 2