



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

(11) PI 0508902-6 B1

(22) Data do Depósito: 15/03/2005

(45) Data de Concessão: 11/10/2016



(54) Título: PROCESSO E DISPOSITIVO PARA AMORTECIMENTO DE MOVIMENTO EM MÁQUINAS DE CONSTRUÇÃO

(51) Int.Cl.: E02F 9/22

(52) CPC: E02F 9/2207

(30) Prioridade Unionista: 17/03/2004 DE 10 2004 012 945.2

(73) Titular(es): CNH BAUMASCHINEN GMBH.

(72) Inventor(es): RENATO GIANOGLIO, SALVATORE FREDIANI, JÜRGEN WEBER

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PROCESSO E DISPOSITIVO PARA AMORTECIMENTO DE MOVIMENTO EM MÁQUINAS DE CONSTRUÇÃO"**.

[001] A presente invenção refere-se a um processo e a um dispositivo para amortecimento de movimento em máquinas de construção sem molejo, autopropulsoras, especialmente em carregadores sobre rodas, com um aparelho de trabalho acionado por meio de um cilindro hidráulico.

[002] Muitos tipos de máquinas de construção autopropulsoras não apresentam um sistema de amortecimento ou molejo segundo o gênero. Isso se deve por um lado ao fato de que para as operações de carga um molejo é desvantajoso devido a sua resiliência sob as forças de elevação e atrito; e, por outro lado, o comportamento de um sistema de molejo representa um alto dispêndio que é associado a custos de investimento e manutenção nada desprezíveis. Ao bom comportamento de marcha, como agilidade e manejo, dessas máquinas de construção sem molejo se contrapõe no entanto falta de conforme de marcha, especialmente quando do ciclo de trabalho, transporte e traslado.

[003] Mas a economicidade de tais máquinas de construção é consideravelmente determinada pelo fator tempo. Máquinas de construção autopropulsoras são frequentemente trasladadas em curto prazo entre diversos locais de construção, desempenhando um papel decisivo o tempo necessário para o traslado da máquina de construção, portanto o ciclo de traslado.

[004] Um aumento da velocidade de marcha para redução dos tempos de traslado em máquinas de construção sem molejo está, porém, estreitamente associado aos requisitos ao conforto de marcha e segurança de marcha bem como às solicitações para o usuário admissíveis sob o aspecto da medicina do trabalho. Quando da ultrapassa-

gem de uma determinada velocidade de marcha são registrados elevados impulsos e oscilações indesejados, que são introduzidos na cabine do motorista.

[005] Por isso, nos últimos anos se tentou, com emprego de sistemas de amortecimento de oscilações passivos, por exemplo, em carregadores sobre rodas, encontrar um compromisso entre o comportamento de marcha e o conforto de marcha de máquinas de construção autopropulsoras, sem molejo. Sistemas de amortecimento de oscilações ativos, pelo contrário, não têm até agora um significado prático devido à sua complexidade e aos problemas a isso associados quando da conversão construtiva.

[006] Da DE 42 21 943 C2 se conhece se conhece uma instalação hidráulica, executada como sistema de amortecimento de oscilações passivo, para uma máquina de trabalho deslocável, provida de aparelhos de trabalho. É previsto então que um armazenador hidráulico seja empregado como sistema de molejo de carga, sendo que os condutos hidráulicos responsáveis pela elevação e abaixamento do aparelho de trabalho estão conectados entre o cilindro de levantamento e uma válvula de controle. É evidente que para a equiparação variável da pressão de carga do acumulador hidráulico à respectiva pressão de carga do cilindro de levantamento estão previstos ao menos um bocal em conexão com várias válvulas de distribuição entre o sistema de molejo de carga, sendo que as válvulas são ativadas em condutos de pré-comando entre um emissor de pré-comando e a válvula de controle por meio de comutadores de pressão previstos. Em princípio, nesse sistema de amortecimento de oscilações passivo, a resiliência do acumulador hidráulico é utilizada para permitir um movimento do equipamento em fase contrária, que por sua vez amortece o movimento de uma pá relativamente à máquina de construção.

[007] A desvantagem dessa solução reside em que, ao lado do

acumulador hidráulico, adicionalmente na máquina de construção também devem ser previstos válvulas de distribuição, comutadores de pressão e bocais, o que conduz obrigatoriamente a maiores custos.

[008] Além disso, do estado atual da técnica são conhecidos assim chamados sistemas de suspensão, que são empregados no setor de técnica rural sobretudo em tratores.

[009] Trata-se aí de combinações de molas conectadas em paralelo e amortecedores hidráulicos. A característica de amortecimento é então fixa em sistemas passivos (bocais fixos) e modificável por meio de uma eletrônica em sistemas ativos.

[0010] A diferença básica entre o sistema de amortecimento de oscilação passivo anteriormente descrito e um sistema de suspensão reside na estrutura mecânica das massa em movimento, sendo que o próprio sistema de suspensão é um elemento de amortecedor de mola, que fica disposto entre a massa do veículo e as distintas massas das rodas e eixos, para aniquilar por dissipação movimentos de oscilação indesejados. Na US 5,897,287 A é ainda descrita uma invenção para amortecimento de movimento de máquinas de construção, que trabalha à base de um sistema eletro-hidráulico para controle dos cilindros de elevação. O objetivo dessa invenção reside em garantir uma pressão constante nos cilindros de levantamento. Por meio de um sensor de pressão, sob consideração e posição das pás, é monitorada e mantida constante permanentemente a pressão nos cilindros de levantamento, para impedir uma indesejada queda das pás.

[0011] Desvantajoso nessa solução são especialmente as válvulas altamente dinâmicas, que são necessárias para a requerida regulação de pressão, mas não para o amortecimento de movimento em carregadores sobre rodas. Os estímulos/impulsos ou oscilações de inclinação produzidas pela inclinação das pás carregadas podem assim ser bem compensadas segundo a experiência; para as oscilações de ca-

bine, contudo, essa solução não é apropriada.

[0012] Em resumo, constatou-se que os sistemas de amortecimento de oscilação ou de movimento passivos, anteriormente conhecidos do estado da técnica, não são otimizado ou o são apenas restritamente para condições operacionais variadas, e, quando é levado em conta o amortecimento de vibração da cabine, são projetados apenas para objetivos bem específicos. Uma transposição dos sistemas de suspensão empregados na técnica rural a máquinas de construção sem molejo não é possível devido a um acoplamento fixo do eixo dianteiro com o chassi dianteiro. Com o emprego do sistema de amortecimento de oscilação ativo, anteriormente conhecido da US 5,897,287 resultam ainda custos muito altos devido a um injustificado dispêndio em válvulas de regulação de pressão altamente dinâmicas.

[0013] Da US 5,832,730 é conhecido um dispositivo para amortecimento de movimento em máquinas de construção autopropulsoras, sem molejo (por exemplo dragas de colher). O aparelho de trabalho é acionado por meio de um cilindro hidráulico. Além disso, a máquina de construção apresenta uma fonte hidráulica, uma válvula controlada para suprimento do cilindro hidráulico com fluido hidráulico bem como uma unidade de regulação com um software de controle. No cilindro da lança estão previstos dois sensores de pressão, cujos sinais de medição são processados por meio do software de controle como sinais de entrada e convertidos em um sinal de aceleração, do qual é determinado o fluxo de controle para a válvula como grandeza de saída para um movimento de compensação do cilindro hidráulico. Esse dispositivo é ativado quando da ativação do aparelho de trabalho pelo motorista, isto é, os sinais de controle do motorista são automaticamente sobremodulados para amortecimento de movimento, na medida em que ocorram movimentos indesejados. Um amortecimento de movimento durante a marca, independentemente da ativação do aparelho

de trabalho pelo motorista, não é descrito nessa publicação.

[0014] Da US-A-5,884,204 é conhecido um processo para amortecimento de movimento em máquinas de construção autopropulsoras, sem molejo, especialmente carregadores sobre rodas com um aparelho de trabalho acionado por meio de um cilindro hidráulico, uma fonte hidráulica, uma válvula controlada para suprimento do cilindro hidráulico com fluido hidráulico, uma unidade de regulação com um software de controle bem como com emprego de um sensor executado como sensor de aceleração sendo que o controle da velocidade do cilindro hidráulico à base de uma reciclagem da aceleração abrange as seguintes etapas de processo:

- a. detecção do sinal de aceleração pelo sensor de aceleração durante a marcha da máquina de construção,
- b. processamento do sinal de aceleração como grandeza de entrada pelo software de controle da unidade de regulação e determinação de um fluxo de controle para a válvula como grandeza de saída para amortecimento do movimento e
- c. suprimento do cilindro hidráulico com fluido hidráulico pela válvula em função do fluxo de controle.

[0015] O objetivo da invenção reside em desenvolver um processo e um dispositivo para amortecimento de movimento em máquinas de construção, que possa ser adaptado a objetivos variados, por exemplo, amortecimento de cabine ou amortecimento de pás, da máquina de construção, que seja de baixo custo e possibilite um reequipamento em máquinas de construção até então sem molejo com pouco dispêndio, sendo que o amortecimento deve ser otimizado também com pá carregada.

[0016] Esse objetivo é alcançado de acordo com a invenção pelas características do processo para amortecimento de movimento em máquinas de construção processo inclui a etapa de seleção de um

modo de amortecimento de várias funções de amortecimento adaptáveis, depositadas na unidade de regulagem para minimização da aceleração da cabine e/ou minimização da aceleração da pá, e pelas características do dispositivo para amortecimento de movimento em máquinas de construção onde a unidade de regulagem apresenta várias funções de amortecimento adaptáveis para a minimização da aceleração da cabine e/ou minimização da aceleração da pá.

[0017] Segundo a concepção da invenção, o processo para amortecimento de movimento em máquinas de construção abrange as etapas de processo a seguir descritas e correspondentes componentes do dispositivo:

- a. Detecção do sinal de aceleração pelo sensor de aceleração durante a marcha da máquina de construção,
- b. Seleção de um modo de amortecimento de várias funções de amortecimento adaptáveis, depositadas na unidade de regulagem para minimização da aceleração da cabine e/ou minimização da aceleração da pá,
- c. Processamento do sinal de aceleração como grandeza de entrada pelo software de controle da unidade de regulagem e determinação de um fluxo de controle para a válvula em função do modo de amortecimento selecionado como grandeza de saída para amortecimento do movimento e
- d. Suprimento do cilindro hidráulico com fluido hidráulico pela válvula em função do fluxo de controle.

[0018] Em uma configuração preferida da invenção, também os sinais de pressão detectados por um sensor de pressão no cilindro hidráulico para determinação do grau de enchimento e/ou a posição da aparelhagem de elevação detectada por um sensor angular adicionalmente à grandeza de entrada (A) podem ser aduzidos como outras grandezas de entrada à unidade de regulagem. Os sinais de pressão

no cilindro hidráulico indicam o grau de enchimento ou a carga de pá, para se poder determinar parâmetros de regulação dependentes de carga em um algoritmo adaptativo. Como o algoritmo é executado adaptativo, portanto com auto-ajuste, pode ser atingido um amortecimento otimizado para distintos pontos operacionais relativamente à carga de pá.

[0019] É especialmente vantajoso o fato de que a máquina de construção pode ser operada com dois modos de amortecimento diferentes, a saber, modo de cabine e modo de pá. O modo de cabine é então de preferência ativado para se atingir maior velocidade de marca em viagens de traslado. A comutação para o modo de pá é então executado quando a pá posicionada no equipamento de elevação é amortecida, com o que no uso em trabalho da máquina de construção pode ser obtido um melhor manejo. Para completar, cabe mencionar que naturalmente também é possível uma combinação de ambos os modos de amortecimento. A escolha do modo pode se dar manualmente pelo motorista da máquina ou, de maneira especialmente vantajosa, automaticamente, para se ativar o modo de pá com pá cheia e com pá vazia o modo de cabine.

[0020] A comutação entre os distintos modos de amortecimento pode ser realizada pelo operador da máquina de construção não apenas no estado paralisado, mas sim também durante a marcha, sendo que se pode distinguir entre um ponto operacional de um nível de pressão e/ou a velocidade de marcha. De preferência, a comutação se dá entre os distintos modos de amortecimento com emprego do sensor de pressão disposto no cilindro hidráulico.

[0021] As características e vantagens significativas da invenção são essencialmente:

- conversão a baixo custo de um sistema de amortecimento ativo mediante complementação de um sensor de aceleração e de um algo-

ritmo implementado na unidade de regulação com emprego do sistema eletrohidráulico existente na máquina de construção,

- aumento das velocidades de marcha alcançáveis por uma estabilização da máquina de construção,
- aumento da produtividade e do conforto de marcha pela possibilidade de selecionar entre diversos modos de amortecimento, por exemplo amortecimento da cabine e/ou amortecimento da pá,
- realização de um amortecimento dependente da velocidade por meio da unidade de regulação executada adaptativa e
- determinação do grau de enchimento da pá por meio de um sensor de pressão opcional.

[0022] Está previsto que o dispositivo para amortecimento de movimento em máquinas de construção autopropulsoras, sem molejo, especialmente em carregadores sobre rodas, com um aparelho de trabalho acionado por meio de um cilindro hidráulico apresente uma fonte hidráulica, uma válvula controlada para suprimento do cilindro hidráulico com fluido hidráulico, ao menos um sensor para detecção de uma grandeza de medição física e uma unidade de regulação com um software de controle, sendo que como sensor é previsto um sensor de aceleração e a unidade de regulação é de tal maneira executada, para processar os sinais do sensor de aceleração por meio do software de controle como sinais de entrada e determinar um fluxo de controle para a válvula como grandeza de saída para um movimento compensador do cilindro hidráulico.

[0023] O dispositivo de acordo com a invenção apresenta, frente ao estado atual da técnica, a diferença de que não é realizada uma regulação de pressão, mas sim um controle de velocidade do cilindro hidráulico à base de uma reciclagem de aceleração. Com isso não são necessárias válvulas altamente dinâmicas, mas sim pode ser usada, de maneira vantajosa, a válvula para o circuito de trabalho do bloco de

controle.

[0024] Para o caso de que a máquina de construção seja equipada com um sistema eletro-hidráulico, isto é, quando o bloco de controle principal para o controle das funções de trabalho é ativado por um controlador com sinais elétricos, não são necessários outros componentes hidráulicos adicionais ou componentes eletrônicos especiais para solução do objetivo almejado.

[0025] Por meio do sensor de aceleração podem ser detectadas as acelerações diretamente atuando sobre a pá e/ou a cabine da máquina de construção, para produzir um movimento do cilindro hidráulico em fase contrária. O sinal detectado pelo sensor de aceleração é aduzido à unidade de regulação, ali eventualmente ponderado com um sinal de pressão e um sinal compensador de pista e convertido em um correspondente sinal, que determina o valor de fluxo para a válvula controlando o cilindro hidráulico. A válvula ativada libera então uma seção transversal de válvula, de modo que um correspondente fluxo pode fluir para o cilindro hidráulico.

[0026] A disposição do sensor de aceleração pode se dar em um ponto qualquer da máquina de construção, de preferência, contudo na região da função ou componente de máquina a ser amortecido, respectivamente pá ou cabine de motorista, da máquina de construção.

[0027] Cada estímulo exterior da máquina de construção é associado a um efeito de força e portanto de movimento indesejado sobre a estrutura da máquina. O sistema de amortecimento de movimento de acordo com a invenção produz para compensação do efeito de força ou movimento por meio do fluido hidráulico uma contraforça nos cilindros hidráulicos do equipamento de trabalho, especialmente vantajosamente nos cilindros de elevação. Em uma configuração particularmente vantajosa da invenção, o sinal de pressão é detectado por um sensor de pressão, que fica disposto de preferência na região do fundo

do cilindro hidráulico do cilindro de elevação. Esse sinal de pressão representa o grau de enchimento da pá do equipamento. Como o grau de enchimento pode variar continuamente, está previsto que a unidade de regulação seja executada adaptativa. Assim, pode ser obtida uma compensação de oscilação ótima por via adaptativa. O sensor de pressão está por conseguinte em condições de distinguir uma pá vazia de uma cheia e aduzir o correspondente sinal à unidade de regulação.

[0028] O sensor de pressão pode, adicionalmente, ser complementado por um sensor angular ou um outro sensor de posição (por exemplo sensor de elevação para cilindro de elevação). O sensor angular detecta a posição do andaime de elevação e a compara com um valor de referência previamente memorizado. A divergência da posição angular da posição de referência é processada por um regulador. Na unidade de regulação, vantajosamente, pode ser definida uma faixa admissível para a posição do andaime de elevação, cuja observância durante o movimento de amortecimento é um dos objetivos de controle ou regulação do dispositivo de regulação. A posição momentânea é mensurável por um sensor angular disposto no andaime de elevação.

[0029] A unidade de regulação existente na máquina de construção para o controle das funções de trabalho é complementada de acordo com a invenção por um software de controle, cujo algoritmo pode incluir várias funções de amortecimento. Enquanto que em sistemas de amortecimento de movimento no estado atual da técnica até agora apenas as acelerações indesejadas da pá podiam ser compensadas, agora através da seleção de um modo de amortecimento desejado pode ser ativada a correspondente função de amortecimento. Funções de amortecimento típicas para o modo de pá, o modo de cabine, mas também para o modo combinado estão então previstas no software de controle. Em função do modo de amortecimento selecionado, de acordo com a correspondente função de amortecimento, é

liberado um correspondente fluxo de controle para a válvula.

[0030] Outros detalhes, características e vantagens da invenção se depreendem da descrição a seguir de um exemplo de execução com referência aos correspondentes desenhos.

Mostram então:

Figura 1 - representação esquemática dos impulsos/estímulos exteriores atuando sobre uma máquina de construção,

Figura 2 - arquitetura de controle do dispositivo para amortecimento de movimento e

Figura 3 - estrutura de sinal do dispositivo para amortecimento de movimento.

[0031] A figura 1 ilustra esquematicamente os impulsos/estímulos 4 exteriores, que atuam tipicamente sobre a máquina de construção 1. A cabine 1.1 do carregador sobre rodas aqui representada é acelerada verticalmente 5 pelo estímulo da pista 4.1 e o estímulo 4.2 pelo movimento de equipamento. De um lado, os impulsos/estímulos 4 ou oscilações de elevação produzidos pelas irregularidades da pista 3 durante o deslocamento são transferidos pelos pneus 1.3 à cabine 1.1 e, de outro lado, os impulsos/estímulos 4.2 ou oscilações de inclinação produzidos pela inclinação da pá 1.2.2 carregada são introduzidos na cabine 1.1 pelos cilindros hidráulicos 1.4 aqui não representados. O amortecimento de veículo ou de cabine se dá sem sistema de amortecimento exclusivamente pelos pneus 1.3 da máquina de construção 1. Durante o ciclo de trabalho ou traslado da máquina de construção 1, impulsos /estímulos pela pista 4.1 ou pelo equipamento 4.2 pode eventualmente se superpor, o que conduz a uma aceleração de cabine elevada e portanto indesejada.

[0032] A figura 2 mostra a arquitetura de controle do dispositivo para amortecimento de movimento em máquinas de construção 1 em um circuito de regulação fechado. Esse exemplo de execução ilustra,

com emprego do sensor de aceleração 2.1 de acordo com a invenção, do sensor angular 2.2 e do sensor de pressão 2.3, a ativação do cilindro hidráulico 1.4 quando de um estímulo da máquina de construção 1 pelo equipamento 1.2 representado na fig. 1 e pela pista 3.

[0033] A máquina de construção 1 representada na fig. 1 apresenta, de fábrica, uma válvula 1.5 do bloco de controle não representado, uma unidade de regulação 6, os sensores angulares 2.2, o sensor de pressão 2.3 opcionalmente empregado e um sensor de aceleração 2.1.

[0034] Os estímulos 4.1 da máquina de construção 1 pela pista 3 são transferidos pelas rodas/pneus 1.3 da máquina de construção 1, assim como através dos estímulos 4.2 do equipamento 1.2, à cabine 1.1 da máquina de construção 1. Esses estímulos 4 superpostos são detectados por um sensor de aceleração 2.1 e aduzidos à unidade de regulação 6 como sinal elétrico. Esse sinal elétrico forma a primeira grandeza de entrada para a unidade de regulação 6. Como uma outra grandeza de entrada é aduzida a posição 10 do andaime de elevação 1.2.1 à unidade de regulação 6. O monitoramento da posição 10 do andaime de elevação 1.2.1 se processa por meio de sensores angulares 2.2 presentes de fábrica na máquina de construção 1, para evitar elevações de cilindro hidráulico demasiado altas e um posicionamento de equipamento à deriva. Ademais, no exemplo aqui representado, a medição da pressão 8 no cilindro hidráulico 1.4 é feita por meio de um sensor de pressão 2.3. Com esse sensor de pressão 2.3 opcionalmente utilizável pode ser determinado o grau de enchimento da pá 1.2.2. Os materiais associados a massa, que se encontram na pá 1.2.2, exercem sobre o cilindro hidráulico 1.4 uma força de pressão, que é detectada pelo sensor de pressão 2.3. Os sinais de entrada anteriormente descritos dos sensores 2 ou conversores de valor de medição são processados segundo um algoritmo representado na fig. 3 para

produção de um sinal de saída. O sinal de saída é um sinal elétrico e fornece o valor de fluxo para uma válvula 1.5 de um bloco de controle não representado. A válvula 1.5 libera uma seção transversal de válvula em função do valor de fluxo, sendo que o valor de fluxo é proporcional ao fluxo de volume 7 liberado. Com a admissão ou descarga de fluido hidráulico é movido o cilindro hidráulico 1.4. A velocidade do movimento de elevação é então proporcional ao fluxo de volume 7 liberado. O movimento de elevação do cilindro hidráulico 1.4 corresponde então a um movimento de compensação relativamente ao estímulo da pista 4.1 e ao estímulo do equipamento 4.2. A pressão 8 que então se estabelece no cilindro hidráulico 1.4 é novamente detectada por meio do sensor de pressão 2.3 e aduzida à unidade de regulação 6. Os estímulos 4 exteriores, não amortecidos pela unidade de regulação 6 da máquina de construção 1 são detectados pelo sensor de aceleração 2.1 como aceleração 5 e novamente aduzidos à unidade de regulação 6. É assim fechado o ciclo de regulação.

[0035] Por meio dessa estratégia de regulação com emprego de componentes previamente descritos pode ser gerado um movimento de fase contrária do cilindro hidráulico 1.4, para compensar os estímulos 4 exteriores, como por exemplo o estímulo de pista 4.1 ou o estímulo de equipamento 4.2.

[0036] A figura 3 mostra a estrutura de sinal do dispositivo para amortecimento de movimento. Na unidade de regulação 6 foi implementado um algoritmo para processamento dos sinais de entrada. A unidade de regulação 6 apresenta três módulos 12, a saber, o "active-ride-compensator" 12.1, o "boom-position-compensator" 12.2 e o "load-compensator" 12.3, sendo que cada módulo 12.1-12.3 processa ao menos um sinal de entrada e produz um sinal de saída correspondente.

[0037] O módulo "active-ride-compensator" 12.1 processa o sinal

do sensor de aceleração 2.1 e determina o necessário fluxo de controle 9 para a válvula 1.5, para promover um movimento de elevação de cilindro compensador. A aceleração detectada é reforçada por meio de um elemento de amplificação e em função de um modo de amortecimento 11 selecionado convertida em um sinal por meio de uma função de interpolação. A função de interpolação só é, contudo, ativada por um sinal gerado do "load-compensator" 12.3 a seguir descrito.

[0038] Os modos de amortecimento 11, amortecimento de cabine 11.1 e amortecimento de pá 11.2 contêm distintas funções de transferência matemáticas, que podem ser ativadas individualmente ou em cooperação. O sinal gerado para o fluxo de corrente 9 é amplificado imediatamente antes do abandono do módulo 12.1. A sobreposição presente na válvula 1.5 é ainda compensada por uma fração adicional 6.6 do fluxo de controle 9.

[0039] Ao "boom-position-compensator" 12.2 é aduzido um sinal, que representa a posição 10 do andaime de elevação 1.2.1. Esse sinal é detectado por sensores angulares 2.2 dispostos no andaime de elevação 1.2.1. No momento da ativação da função de amortecimento, o sistema memoriza a posição atual 10 do andaime de elevação 1.2.1 como posição de referência. Com entrada de carga na pá 1.2.2 do aparelho de trabalho 1.2 se altera o ângulo de ataque, alterando-se a posição 10 do andaime de elevação 1.2.1. Essa posição angular é detectada pelo sensor angular 2.2 e comparada no "boom-position-compensator" 12.2 com a posição de referência. O desvio da posição angular da posição de referência é processada por um regulador PID 6.1 e em seguida ulteriormente processado por um elemento de transmissão 6.4 executado como limitador. O regulador de posição só responde então quando a posição do andaime de elevação abandona uma faixa admissível. O sinal gerado pelo regulador PID 6.1 e o sinal limitado pelo limitador são agora adicionados ao sinal gerado do "acti-

ve-ride-compensator".

[0040] O "load-compensator" processa os sinais do sensor de pressão 2.3, que está disposto no cilindro hidráulico 1.4. A pressão no cilindro hidráulico 1.4 indica o grau de enchimento da pá 1.2.2 ou a força de pressão, que é aplicada pelo material associado a massa, que se encontra na pá 1.2.2, sobre o cilindro hidráulico 1.4. Os sinais do sensor de pressão 2.3 são convertidos por meio de um elemento de transmissão, em seguida amplificados por um elemento de amplificação e em seguida processado por meio de um filtro passa-baixo. O filtro passa-baixo filtra apenas a fração estacionária do sinal, que é proporcional à carga de pá ou enchimento da pá. O sinal gerado é agora aduzido ao "active-ride-compensator" e ativa, em função da magnitude do sinal, a função de interpolação já mencionada. A função de interpolação contém a determinação dos parâmetros reguladores do "active-ride-compensator" em função da carga da pá.

[0041] Com o dispositivo descrito e o processo para amortecimento de movimento em máquinas de construção 1 se pôde comprovar que a aceleração de cabine 5 de máquinas de construção 1 com estímulo de pista e de equipamento 4.1., 4.2 é essencialmente reduzida relativamente a sistema de amortecimento de movimento passivos em uma faixa de frequência definida. Medições indicaram que com aumento da carga de pá se eleva ainda, além disso, o amortecimento de movimento relativo. Resumindo, pode-se constatar que o sistema de amortecimento de movimento de acordo com a invenção melhora duradouramente a estabilidade da máquina e garante melhor dirigibilidade da máquina de construção 1, sobretudo a maiores velocidades de marcha.

Lista de Referências

- 1 máquina de construção
- 1.1 cabine

- 1.2 aparelho de trabalho
 - 1.2.1 andaime de elevação
 - 1.2.2 pá
- 1.3 pneus/rodas
- 1.4 cilindro hidráulico
- 1.5 válvula
- 2 sensores
 - 2.1 sensor de aceleração
 - 2.2 sensor angular
 - 2.3 sensor de pressão no cilindro hidráulico
- 3 pista
- 4 estímulos/impulsos
 - 4.1 estímulos da pista
 - 4.2 estímulos do equipamento
- 5 aceleração da cabine
- 6 unidade de regulação/controle de dirigibilidade ativo (Active Ride Control)
 - 6.1 regulador
 - 6.2 elemento de comparação
 - 6.3 elemento de amplificação
 - 6.4 elemento de transmissão
 - 6.5 valor de referência para posição do andaime de elevação
 - 6.6 fração adicional do fluxo
 - 6.7 função de interpolação
- 7 fluxo de volume do fluido hidráulico
- 8 pressão no cilindro hidráulico
- 9 fluxo de corrente para a válvula
- 10 posição do andaime de elevação
- 11 modos de amortecimento
 - 11.1 modo de cabine

11.2 modo de pá

12 módulo

12.1 compensador de carga (load compensator)

12.2 compensador de dirigibilidade ativo (active ride compensator)

12.3 compensador de posição de boom (boom position compensator)

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para amortecimento de movimento em máquinas de construção (1) autopropulsoras, sem molejo, especialmente carregadores sobre rodas, com uma cabine (1.1), uma pá (1.2.2) acionada por meio de um cilindro hidráulico (1.4), uma fonte hidráulica, uma válvula (1.5) controlada para suprimento do cilindro hidráulico (1.4) com fluido hidráulico, uma unidade de regulação (6) com um software de controle bem como ao menos um sensor de aceleração (2.1), sendo que o processo abrange as seguintes etapas de processo:

detecção do sinal de aceleração pelo sensor de aceleração (2.1) durante a marcha da máquina de construção,

processamento do sinal de aceleração como grandeza de entrada pelo software de controle da unidade de regulação (6) e determinação de um fluxo de controle (9) para a válvula (1.5) em função do modo de amortecimento selecionado como grandeza de saída para amortecimento do movimento,

suprimento do cilindro hidráulico (1.4) com fluido hidráulico pela válvula (1.5) em função do fluxo de controle (9),

caracterizado pelo fato de que o processo inclui a etapa de seleção de um modo de amortecimento de várias funções de amortecimento adaptáveis, depositadas na unidade de regulação (6) para minimização da aceleração (5) da cabine (1.1) e/ou minimização da aceleração (4.2) da pá (1.2.2).

2. Processo para amortecimento de movimento de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a determinação de um fluxo de controle (9) para a válvula (1.5) é realizada pela unidade de regulação (6) segundo um primeiro modo de amortecimento para máximo amortecimento da cabine (1.1) ou segundo um segundo modo de amortecimento para máximo amortecimento da pá (1.2.2).

3. Processo para amortecimento de movimento de acordo

com reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o modo de amortecimento é selecionado pelo operador da máquina de construção (1).

4. Processo para amortecimento de movimento de acordo com reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a seleção do modo de amortecimento se efetua automaticamente em função do estado de enchimento da pá (1.2.2).

5. Processo para amortecimento de movimento de acordo com reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que para determinação do nível de enchimento da pá é empregado um sensor de pressão (2.3) disposto no cilindro hidráulico (1.4), cujos sinais de pressão são aduzidos à unidade de regulação (6), para selecionar um modo de amortecimento ótimo adaptado à carga.

6. Processo para amortecimento de movimento de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que a posição (10) da pá (1.2.1) detectada por um sensor angular (2.2) é adicionalmente aduzida como outra grandeza de entrada à unidade de regulação (6), para se contrapor a inadmissíveis movimentos de elevação do cilindro hidráulico (1.4).

7. Processo para amortecimento de movimento de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que a velocidade de marcha da máquina de construção (1) detectada por um sensor de velocidade é aduzida adicionalmente como outra grandeza de entrada à unidade de regulação (6), para se selecionar um ótimo modo de amortecimento adaptado à velocidade.

8. Processo para amortecimento de movimento de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que é distinguido entre um ponto de operação de um nível de pressão e/ou a velocidade de marcha.

9. Dispositivo para amortecimento de movimento em má-

quinas de construção (1) autopropulsoras, sem molejo, especialmente carregadores sobre rodas, com uma cabine (1.1), uma pá (1.2.2) acionada por meio de um cilindro hidráulico (1.4), uma fonte hidráulica, uma válvula (1.5) controlada para suprimento do cilindro hidráulico (1.4) com fluido hidráulico, ao menos um sensor executado como sensor de aceleração (2.1) bem como uma unidade de regulação (6) com um software de controle, e é de tal maneira executada para processar os sinais do sensor (2) por meio do software de controle como sinal de saída e determinar um fluxo de controle para a válvula como grandeza de saída para um movimento compensador do cilindro hidráulico (1.4) em função de um modo de amortecimento selecionado das funções de amortecimento depositadas na unidade de regulação (6), caracterizado pelo fato de que a unidade de regulação (6) apresenta várias funções de amortecimento adaptáveis para a minimização da aceleração (5) da cabine (1.1) e/ou minimização da aceleração (4.2) da pá (1.2.2).

10. Dispositivo de acordo com reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a unidade de regulação (6) apresenta ao menos um primeiro modo de amortecimento para máximo amortecimento da cabine (1.1) e um segundo modo de amortecimento para máximo amortecimento da pá (1.2.2).

11. Dispositivo de acordo com reivindicação 9 ou 10, caracterizado pelo fato de que um sensor de pressão (2.3) é previsto para detecção da pressão no cilindro hidráulico (1.4) para determinação do grau de enchimento da pá (1.2.2) como outra grandeza de entrada para a unidade de regulação (6), para possibilitar uma ótima compensação de oscilações adaptada à carga.

12. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 11, caracterizado pelo fato de que é previsto um sensor angular para detecção da posição do andaime de elevação (1.2.1) como outra grandeza de entrada para a unidade de regulação (6), para se

contrapor a inadmissíveis movimentos de elevação do cilindro hidráulico (1.4).

13. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 12, caracterizado pelo fato de que é previsto um sensor de velocidade para detecção da velocidade de marcha da máquina de construção (1) como outra grandeza de entrada para a unidade de regulação (6), para possibilitar uma ótima compensação de oscilações relativa à velocidade.

14. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 13, caracterizado pelo fato de que o sensor de aceleração (2.1) está disposto na região da cabine (1.1) da máquina de construção.

15. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 13, caracterizado pelo fato de que o sensor de aceleração (2.1) está disposto na região da pá (1.2.2) da máquina de construção.

FIG. 1



