



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

**(11) PI 0918207-1 B1**



**(22) Data do Depósito: 23/12/2009**

**(45) Data de Concessão: 03/03/2022**

---

**(54) Título:** MÉTODO PARA CONTROLAR UMA INSTALAÇÃO DE COMPRESSORES E DISPOSITIVO DE CONTROLE PARA UMA INSTALAÇÃO DE COMPRESSORES

**(51) Int.Cl.:** F04B 49/00.

**(30) Prioridade Unionista:** 23/12/2008 DE 10 2008 064 490.0.

**(73) Titular(es):** KAESER KOMPRESSOREN SE.

**(72) Inventor(es):** THOMAS OPPEL.

**(86) Pedido PCT:** PCT EP2009067851 de 23/12/2009

**(87) Publicação PCT:** WO 2010/072808 de 01/07/2010

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 22/06/2011

**(57) Resumo:** MÉTODO PARA CONTROLAR UMA INSTALAÇÃO DE COMPRESSORES, DISPOSITIVO DE CONTROLE PARA UMA INSTALAÇÃO DE COMPRESSORES E REGISTRO DE DADOS A invenção refere-se a um método para o controle de uma instalação de compressores, a qual compreende uma pluralidade de compressores, opcionalmente do tipo de construção e/ou potência diferentes, sendo que através da instalação de compressores, em um sistema de fluido comprimido, também, apesar eventualmente de a extração oscilante de fluido comprimido do sistema de fluido comprimido, deve ser mantida uma pré-determinada pressão excessiva, sendo que em intervalos de tempo fixos ou variáveis são tomadas decisões sobre a ação de comutação para ajustar o sistema às condições atuais, sendo que - em uma etapa de pré-seleção, preferivelmente considerando as condições atuais, são excluídas alternativas de comutação a partir de uma pluralidade de alternativas de comutação disponíveis de modo combinatório, em uma etapa principal de seleção as restantes alternativas de comutação são sopesadas entre si sob consideração de um ou vários critérios de otimização e considerando os critérios pré-determinados são selecionadas alternativas de comutação otimizadas, e - em uma etapa de controle as alternativas de comutação são liberadas para sua implementação na instalação de compressores.

"MÉTODO PARA CONTROLAR UMA INSTALAÇÃO DE COMPRESSORES E DISPOSITIVO DE CONTROLE PARA UMA INSTALAÇÃO DE COMPRESSORES"

Campo da invenção

[0001] A invenção refere-se a um método para controlar uma instalação de compressores, a qual compreende uma pluralidade de compressores, particularmente do um tipo de construção e/ou potência diferentes. Simultaneamente, a invenção refere-se a um dispositivo de controle para AUMA instalação de compressores, assim como a um registro de dados ("Datensatz") para o controle de uma instalação de compressores.

Antecedentes da invenção

[0002] Instalações de compressores, particularmente instalações de compressores previstas para aplicações industriais precisam, para a preparação de fluido comprimido suficiente, tipicamente de um grande número de compressores individuais para o fornecimento desse fluido comprimido. Para fazer funcionar uma instalação de compressores desse tipo de forma eficiente, é considerada cada vez mais a economia dos componentes individuais, assim como de toda a instalação de compressores, não somente na concepção e no planejamento da instalação de compressores, como também no seu funcionamento. Esses pontos de vista relacionados à economia da instalação de compressores são considerados, tipicamente, conjuntamente com eventuais exigências de qualidade e requerimentos ambientais que devem ser mantidos. O consumo de energia de uma instalação de compressores pode então ser de até 80% dos custos totais para o funcionamento, por isso considera-se a demanda de energia como o principal fator de custos para um operador de uma instalação de compressores.

[0003] Para utilizar o potencial de poupar energia de uma

instalação de compressores, além de medidas relacionadas ao ganho de calor ou à prevenção de vazamentos, reconheceu-se também que, através da utilização de sistemas de controle e regulagem adequados, os custos de operação de uma instalação de compressores podem ser reduzidos significativamente. Um controle ou regulagem da instalação de compressores possibilita a distribuição adequada dos tempos de operação de diferentes compressores e reduz conseqüentemente o risco de uma falha ou facilita a manutenção da instalação de compressores. Na falha de um compressor, por exemplo, do controle ou regulagem pode-se solicitar a outros compressores que se encontram inativos ou parados para fornecer o fluido comprimido, visando a diminuição da pressão de operação da instalação de compressores ou a prevenção de sua parada.

[0004] No caso mais simples, para o controle de instalações de compressores compreendendo vários compressores são utilizadas regulagens em cascata ou em faixas de pressão, as quais decidem qual compressor da instalação de compressores, em condições de operação pré-determinadas, é ligado ou desligado. Na regulagem em cascata, cada compressor é associado a uma determinada faixa de pressão, segundo a qual o controle determina se liga ou desliga o respectivo compressor. Através dessa definição de faixas de pressão individuais associadas aos compressores, também chamadas de bandas de pressão, pode-se cobrir a demanda requerida de fluido comprimido através da ligação de um número maior de compressores ou através da ligação de compressores com uma capacidade de fornecimento de fluido comprimido mais alta em comparação com os outros também, para elevadas taxas de extração de fluido comprimido. Desvantajoso em tais

regulagens é que, tipicamente, não é considerado o consumo de fluido comprimido atual ou a mudança da extração de fluido comprimido atual.

[0005] Instalações de compressores mais desenvolvidas utilizam a possibilidade de controlar, em uma única banda de pressão, um número qualquer de compressores. Através de um método de controle pode-se conseguir, por um lado, a redução da máxima pressão de fluido presente na instalação de compressores, e também, simultaneamente, são diminuídos algumas perdas na instalação de compressores.

[0006] Contudo, tem-se mostrado que as regulagens por banda de pressão para um escalonamento típico de um único compressor não são apropriadas, na extração oscilante de fluido comprimido da instalação de compressores, para controlar uma instalação de compressores, de modo que a demanda de fluido comprimido possa ser coberta, por um lado, suficientemente e, pelo outro lado, de forma energeticamente eficiente. Por exemplo, podem-se apresentar estados ou constelações de operação na instalação de compressores, os quais levam a uma preparação insuficiente de fluido comprimido ou a uma preparação ineficiente energeticamente de fluido comprimido.

[0007] Conforme essas desvantagens conhecidas do estado da técnica tem-se, conseqüentemente, o objetivo de propor um método melhorado para controlar uma instalação de compressores, o qual possibilita, também na extração oscilante de fluido comprimido da instalação de compressores, um fornecimento suficiente de fluido comprimido, sendo que simultaneamente as manipulações de ligação permitidas pelo controle devem ocorrer da forma mais econômica possível.

Sumário da invenção

[0008] Conforme a invenção, esse objetivo é alcançado através de um método para o controle de uma instalação de compressores, a qual compreende uma pluralidade de compressores, opcionalmente do tipo de construção e/ou potência diferentes, segundo a reivindicação 1 e 3. Além disso, o objetivo é alcançado através de um dispositivo de controle para uma instalação de compressores segundo a reivindicações 25 e 26, assim como através de um registro de dados para controle de uma tal instalação de compressores segundo as reivindicações 27 e 28.

[0009] Particularmente, o objetivo da presente invenção é alcançado através de um método para controlar uma instalação de compressores, a qual compreende uma pluralidade de compressores, opcionalmente do tipo de construção e/ou potência diferentes, sendo que através da instalação de compressores, em um sistema de fluido comprimido apesar, eventualmente, também de extração oscilante de fluido comprimido do sistema de fluido comprimido, deve ser mantida uma pré-determinada pressão excessiva, sendo que em intervalos de tempo constantes ou variáveis são tomadas decisões sobre a ação de comutação para adaptação do sistema às condições atuais, sendo que em uma etapa de pré-seleção, preferivelmente considerando as condições atuais, são excluídas alternativas de comutação a partir de uma pluralidade de alternativas de comutação disponíveis de modo combinatório, sendo que em uma etapa principal de seleção as restantes alternativas de comutação são sopesadas entre si sob consideração de um ou vários critérios de otimização e considerando os critérios pré-determinados são selecionadas

alternativas de comutação otimizadas, e sendo que em uma etapa de controle as alternativas de comutação são liberadas para sua implementação na instalação de compressores.

[0010] Além disso, o objetivo é alcançado através de um método para o controle de uma instalação de compressores, a qual compreende uma pluralidade de compressores, opcionalmente do tipo e/ou potência diferente, sendo que através da instalação de compressores, em um sistema de fluido comprimido apesar, eventualmente também, da extração oscilante de fluido comprimido do sistema de fluido comprimido, deve ser mantida uma pré-determinada pressão excessiva, sendo que a partir do controle da instalação, quando se alcança uma pressão de comutação no possível variável são tomadas medidas para o aumento da produção de fluido comprimido, e quando se alcança uma pressão de desconexão, são tomadas medidas para a redução da produção de fluido comprimido, sendo que a pressão de desconexão é variável, e pode ser mudada em dependência da configuração atual da instalação de compressores e/ou sob consideração de uma pré-determinada ação de comutação ("Schalthandlung") (de uma pré-determinada mudança da configuração da instalação de compressores).

[0011] Aqui e a continuação, deve ocorrer a manutenção de uma pré-determinada pressão excessiva de tal modo que, através do circuito de pressão ("Druckverlauf") real, uma pressão de adaptação pré-determinada a ser alcançada através do circuito de pressão real não seja, ou somente de forma não significativa, e/ou só por um tempo curto, ultrapassada.

[0012] Ademais, o objetivo da presente invenção é alcançado através de um dispositivo de controle para uma

instalação de compressores, a qual compreende uma pluralidade de compressores, opcionalmente do tipo e/ou potência diferente, sendo que através da instalação de compressores em um sistema de fluido comprimido, apesar da também eventual extração oscilante de fluido comprimido do sistema de fluido comprimido, uma pré-determinada pressão excessiva deve ser mantida, sendo que em intervalos de tempo constantes ou variáveis são tomadas decisões sobre a ação de comutação para a adaptação do sistema às condições atuais e sendo que o dispositivo de controle compreende: um dispositivo de exclusão, o qual, preferivelmente exclui alternativas de comutação a partir de uma pluralidade de alternativas de comutação disponíveis de forma combinatória, um dispositivo de seleção, o qual sopesa entre si as alternativas de comutação restantes sob consideração de um ou vários critérios de otimização e segundo os critérios pré-determinados seleciona uma alternativa de comutação otimizada, assim como um dispositivo de saída, o qual é formado para a saída da alternativa de comutação para a implementação na instalação de compressores.

[0013] Além disso, o objetivo da presente invenção é alcançado através de um dispositivo de controle para uma instalação de compressores, a qual compreende uma pluralidade de compressores, opcionalmente do tipo e/ou potência diferente, sendo que através da instalação de compressores em um sistema de fluido comprimido, apesar da também eventual extração oscilante de fluido comprimido do sistema de fluido comprimido, uma pré-determinada pressão excessiva deve ser mantida, e sendo que o dispositivo de controle compreende: um dispositivo de determinação de pressão de desconexão, o qual,

em uma produção excessiva de fluido comprimido, determina uma pressão de desconexão em dependência da configuração atual da instalação de compressores e/ou sob consideração de uma ação de comutação definida (de uma mudança definida da configuração da instalação de compressores).

[0014] Além disso, o objetivo da invenção é alcançado através de um registro de dados, o qual é preferivelmente configurado para a implementação em uma rede de dados ou armazenado em um portador de dados, para o controle de uma instalação de compressores, sendo que a instalação de compressores compreende uma pluralidade de compressores, opcionalmente do tipo e/ou potência diferente, sendo que através da instalação de compressores, em um sistema de fluido comprimido apesar, eventualmente, também de extração oscilante de fluido comprimido do sistema de fluido comprimido, deve ser mantida uma pré-determinada pressão excessiva, sendo que em intervalos de tempo constantes ou variáveis são tomadas decisões sobre a ação de comutação para adaptação do sistema às condições atuais, em uma etapa de pré-seleção, preferivelmente considerando as condições atuais, são excluídas alternativas de comutação a partir de uma pluralidade de alternativas de comutação disponíveis de modo combinatório, em uma etapa principal de seleção as restantes alternativas de comutação são sopesadas entre si sob consideração de um ou vários critérios de otimização e considerando-se os critérios pré-determinados são selecionadas alternativas de comutação otimizadas, e em uma etapa de controle as alternativas de comutação são liberadas para sua implementação na instalação de compressores.

[0015] Ademais, o objetivo da invenção é alcançado através

de um registro de dados, o qual é configurado, preferivelmente, para a expedição em uma rede de dados ou armazenado em portador de dados, para o controle de uma instalação de compressores, sendo que a instalação de compressores compreende uma pluralidade de compressores, opcionalmente do tipo e/ou potência diferente, sendo que através da instalação de compressores, em um sistema de fluido comprimido apesar, eventualmente, também de extração oscilante de fluido comprimido do sistema de fluido comprimido, deve ser mantida uma pré-determinada pressão excessiva, sendo que a partir do controle da instalação, quando se alcança uma pressão de comutação no possível variável são tomadas medidas para o aumento da produção de fluido comprimido, e quando se alcança uma pressão de desligamento, são tomadas medidas para a redução da produção de fluido comprimido, sendo que a pressão de desligamento é variável, e pode ser mudada em dependência da configuração atual da instalação de compressores e/ou sob consideração de uma pré-determinada ação de comutação (de uma pré-determinada mudança da configuração da instalação de compressores).

[0016] Aqui e a continuação, o termo controle deve ser entendido também no sentido de uma regulagem. Como o método para o controle de uma instalação de compressores, assim como as formas de concretização individuais do método podem apresentar tanto características específicas de controle como também específicas de regulagem, foi dispensado neste caso uma diferenciação rigorosa entre os dois conceitos no benefício da leitura.

[0017] Uma idéia central da presente invenção consiste em que, antes da implementação de uma ação de comutação para a

adaptação do sistema de fluido comprimido às condições atuais, são consideradas uma pluralidade de possíveis alternativas de comutação, as quais são sopesadas entre si com ajuda de um ou vários critérios de otimização, para poder escolher uma alternativa de comutação otimizada, na medida do possível, para implementação. Dessa forma, devido à utilização de uma etapa de pré-seleção, podem ser excluídas muitas alternativas de comutação antes da realização da etapa principal de seleção, por meio do qual em seguida têm que ser comparadas entre si um número pequeno de possíveis alternativas de comutação. Esta divisão de etapas de seleção diferentes permite uma seleção relativamente rápida de uma alternativa de comutação no possível otimizada, a qual é então liberada, em uma etapa de controle, através de um comando de comutação para implementação na instalação de compressores.

[0018] A seguir podem ser tomadas ações de comutação em intervalos de tempo curtos e subseqüentes, podendo-se obter por meio disso uma adaptação melhorada do sistema de fluido comprimido às condições atuais da instalação de compressores. Além disso, aumenta a economia do uso de compressores. Por exemplo, se ocorre uma forte extração de fluido comprimido do sistema de fluido comprimido, é possível para o sistema de controle, através da realização da etapa de pré-seleção, evitar demoradas comparações desnecessárias através da comparação de um número relativamente grande de possíveis alternativas de comutação com ajuda de um ou vários critérios de otimização, e limitar a comparação a um número menor de possíveis e apropriadas alternativas de comutação. Portanto, para o controle é possível reagir muito rapidamente, com uma

apropriada e no possível otimizada alternativa de comutação, a uma alta extração de fluido comprimido do sistema de fluido comprimido.

[0019] Uma outra idéia central da presente invenção consiste em que o controle da instalação de compressores, quando se alcança uma pressão de desligamento, toma medidas para a redução da produção de fluido comprimido, sendo que a pressão de desligamento é variável. Dessa forma, o presente controle difere de um controle de banda de pressão típico conhecido da técnica anterior em que as ações de comutação, normalmente, são liberadas ao chegar-se a valores de pressão fixos pré-determinados. A configuração variável da pressão de desligamento permite um ajuste apropriado de uma ação de comutação à configuração atual da instalação de compressores ou pode também considerar ações de ajuste definidas, segundo uma mudança definida da configuração da instalação de compressores.

[0020] Causas fundamentais da ineficiência da utilização de uma instalação de compressores com uso de um controle de banda de pressão típico podem consistir em que, por um lado, uma banda de pressão pré-determinada muito grande leva de vez em quando a pressões desnecessariamente altas no sistema de fluido comprimido, devido a isto os compressores que se encontram por último têm que trabalhar desnecessariamente. Por outro lado, uma banda de pressão pré-determinada muito pequena pode levar a ações de comutação desnecessariamente freqüentes dos compressores, por isso pode-se ter, de forma abrangente, trabalho desnecessário associado a essas ações de comutação.

[0021] Anteriormente e doravante, deve-se entender sob o

termo uma pressão de comutação um valor de pressão virtual para o qual o controle da instalação de compressores permite ações de comutação, as quais atuam contra uma queda da pressão excessiva reinante no sistema de fluido comprimido. A pressão de comutação está conseqüentemente abaixo da pressão de desligamento, a qual também é definida como valor de pressão virtual, que quando alcançado para perfil de pressão crescente, eventualmente, ações de comutação na instalação de compressores são permitidas, as quais têm como conseqüência o desligamento de compressores. Uma comutação assim como um desligamento de compressores pode não só compreender uma comutação ou um desligamento de toda a instalação de compressores para uma carga ou estado de espera, mas também uma mudança gradual da quantidade de saída para valores maiores ou menores.

[0022] Conforme a alternativa de comutação implementada na instalação de compressores tem-se um perfil variável da pressão reinante na instalação de compressores (pressão excessiva). Esse perfil de pressão, o qual representa uma grandeza real mensurável, apresentam no percurso de seu perfil temporal valores locais mínimos e valores locais máximos, os quais resultam da extração de fluido comprimido do sistema de fluido comprimido, ou da disponibilização de fluido comprimido através dos respectivos compressores. Ações de comutação típicas a serem realizadas na ultrapassagem da pressão de desligamento são a conexão de um compressor ou de um grupo de compressores de carga em um estado neutro e de espera ou também a redução da potência de marcha de compressores ou grupos de compressores funcionando. Ações de comutação típicas, para serem implementadas na instalação de

compressores em caso de que a pressão fique abaixo da pressão de comutação a qual é menor em comparação à pressão de desligamento, são a conexão de carga de um compressor que se encontre em estado neutro ou de espera ou também o aumento da potência de carga de compressores ou grupos de compressores em funcionamento para satisfazer a maior demanda de fluido comprimido.

[0023] Devido às características técnicas de construção de compressores, são realizadas, essencialmente, de forma imediata, ações de comutação em caso de ultrapassagem da pressão de desligamento. As ações de comutação, que são tomadas em caso de uma pressão excessiva caindo e ficando abaixo da pressão de comutação na instalação de compressores, são implementadas, contudo, tipicamente, com um certo atraso temporal (tempo morto), devido à necessidade de levar um compressor, a partir do estado neutro ou de espera, até operar com o número de voltas desejado para uma operação tecnicamente necessária. Conseqüentemente, tempos de execução desse tipo são menores no desligamento de um compressor se comparados com uma comutação de um compressor, entretanto, ambas as ações de comutação levam a uma implementação, tipicamente, com atraso temporal das ações de comutação.

[0024] De modo correspondente, a pressão de desligamento virtual é, na prática, essencialmente idêntica a um valor máximo, a ser alcançado localmente, do perfil de pressão real. Exceções são ainda possíveis em casos de diminuições muito rápidas da demanda de fluido comprimido e/ou da seleção errada de comutar compressores para carga externa muito pequena, porém na prática raramente ocorrem. Ao contrário, a pressão de comutação virtual fica, por regra, claramente

acima da pressão de ajuste virtual a ser alcançada, a qual deve corresponder ao valor mínimo do perfil real de pressão, porque para ficar abaixo da pressão de comutação é conduzida a implementação de ações de comutação, porém estas podem se iniciar, devido aos atrasos temporais intrínsecos dos compressores, somente atrasados no tempo com a demanda total de fluido comprimido.

[0025] Uma meta do presente método para controlar uma instalação de compressores consiste em determinar a pressão de comutação de tal modo que os valores mínimos do perfil de pressão real alcancem na medida do possível exatamente a pressão de ajuste, porém sem ficar abaixo da mesma. Em outras palavras, se a pressão de ajuste é um valor de pressão virtual, que deve ser alcançado, na medida do possível, exatamente pelos valores mínimos do perfil de pressão real. A pressão de ajuste é com isso um valor pré-definido para um valor de pressão real, abaixo do qual, na medida do possível, a pressão não deve ficar, o qual pode ser determinado, em uma possível forma de concretização, de forma variável em dependência do estado de operação atual da instalação de compressores.

[0026] Para a manutenção dos limites de resistência à pressão dos componentes no sistema de fluido comprimido é, tipicamente, também necessário que um limite de pressão superior, na medida do possível, não seja ultrapassado através do perfil de pressão real. Conseqüentemente, são tomadas ações de comutação apropriadas, a mais tardar, quando se alcança o limite de pressão superior na instalação de compressores, por exemplo, o desligamento de compressores que se encontram em carga, de modo que o perfil de pressão real

na medida do possível não ultrapasse o limite de pressão superior. Na prática, o limite de pressão superior pode ser sempre definido tão alto que ele fique acima das pressões de ajuste determinadas ocasionalmente com base em critérios para minimização do consumo de energia, de modo que as pressões de comutação e os valores máximos, coincidentes com as mesmas, do perfil de pressão resultam, sem influência do limite de pressão máximo e com isso dentro da margem de pressão entre a pressão de ajuste e o limite de pressão superior, preferivelmente ou exclusivamente de pontos de vista energéticos.

[0027] Se então a pressão de comutação virtual para ações de comutação individuais é ocasionalmente determinada de modo que o perfil de pressão virtual alcance, na medida do possível, exatamente a pressão de ajuste para perfil de pressão caindo, então isto tem efeitos positivos sobre o consumo de energia de toda a instalação de compressores, porque é evitado um aumento desnecessário do nível de pressão através da comutação temporalmente adiantada de compressores e não ocorre uma desnecessária condução de trabalho.

[0028] Neste ponto deve-se observar também que a determinação da pressão de comutação variável virtual ocorre através do controle da instalação de compressores de tal modo que os valores mínimos do perfil de pressão real alcançam, na medida do possível, exatamente a pressão de ajuste previamente dada, mas não ficam abaixo e/ou somente pouco significativamente abaixo. Assim, a pressão de comutação é determinada de modo que um tempo de reação de comutação de um compressor a ser conectado em carga ou de um grupo de compressores a serem conectados em carga segue um perfil de

pressão prognosticado. A determinação da pressão de comutação ou da pressão de ajuste através do controle da instalação de compressores pode ocorrer também através de um controle da instalação de compressores sob uma base de tempo, no lugar de sob uma base de pressão, sendo que a determinação da pressão de comutação ou da pressão de ajuste é substituída pela determinação apropriada de um ponto de tempo de comutação ou de um ponto de tempo de desligamento. Um controle sob o princípio de uma base de tempo é, conseqüentemente, equivalente ao controle considerado sob o princípio de uma base de pressão. A determinação de um ponto de tempo de comutação é realizada, como a determinação de uma pressão de comutação (analogamente válido para um ponto de tempo de desligamento ou uma pressão de desligamento), ("jeweils fallweise") para ações de comutação futuras.

[0029] Além disso, deve-se observar que o método previsto para a disponibilização de uma pressão excessiva pré-determinada em um sistema de fluido comprimido pode ser utilizado analogamente também em um sistema a vácuo, no qual deve ser mantida uma pressão negativa ("unterdruck") a não ser ultrapassada, o qual é colocado a disposição dos usuários. Uma comutação de uma das bombas compreendidas em uma instalação correspondente teria, portanto, como conseqüência uma redução de pressão do fluido comprimido na instalação, e um desligamento de uma bomba ou de um grupo de bomba teria, portanto, como conseqüência um aumento da pressão no sistema de fluido comprimido, caso ocorra uma extração de vácuo ou o vácuo piore devido, por exemplo, a vazamentos. Uma transferência do presente método de controle de uma instalação para a manutenção de uma pressão excessiva

pré-determinada para um método de controle de uma instalação de compressores ou bombas, na qual não deve ser ultrapassada uma pré-determinada pressão negativa, pode ser realizado de forma análoga pelos especialistas da técnica.

[0030] Em uma forma de concretização preferida do método para controle de uma instalação de compressores é previsto que o controle da instalação tome medidas para o aumento da produção de fluido comprimido quando se alcança uma pressão de comutação possivelmente variável e medidas para a redução da produção de fluido comprimido quando se alcança uma pressão de desligamento possivelmente variável.

[0031] Em uma outra forma de concretização preferida do método para controle de uma instalação de compressores é previsto que a pressão de desligamento seja determinada, preferivelmente calculada, eventualmente em uma otimização de energia. Correspondentemente, as instalações de compressores são controladas prioritariamente com o objetivo de otimizar o consumo de energia, ou seja, minimizar-lo, sendo que simultaneamente é mantida uma pré-determinada pressão excessiva (pressão de ajuste) na instalação de compressores, ou seja, preferivelmente a pressão não fica abaixo ou somente pouco significativamente abaixo. Uma otimização das possíveis alternativas de comutação é, doravante, entendida como otimização ou minimização no contexto das possíveis alternativas de comutação. Devido a essa minimização de demanda de energia, o presente método difere claramente dos métodos de controle de banda de pressão tradicionais, os quais controlam a pressão como grandeza principal de regulagem e não a demanda de energia da instalação de compressores. Devido à exploração dos graus de liberdade

técnicos, os quais são disponibilizados através da escolha de uma alternativa de comutação apropriada a partir de uma pluralidade de diferentes alternativas de comutação, pode-se realizar uma economia de energia direcionada. Para isso, particularmente a pressão de comutação variável pode ser determinada de tal modo que, se a pressão fica abaixo da pressão de comutação através do perfil de pressão real, a pressão de ajuste virtual, no ponto extremo do perfil de pressão real, coincide na medida do possível exatamente com o valor mínimo da pressão real. Através de uma tal otimização é possível, por um lado, manter o nível de pressão desejado, por outro lado, o número de ações de comutação necessárias pode ser mantido pequeno, do qual resulta um funcionamento muito mais econômico.

[0032] Em uma outra forma de concretização do método segundo a invenção, a pressão de desligamento ótima é determinada através da minimização matemática do quociente da perda total em um intervalo de tempo periódico pré-definido referente a uma alternativa de comutação e do próprio intervalo de tempo. Neste sentido, a perda total compreende a soma da perda de todos os compressores em funcionamento de carga no intervalo de tempo, a perda de estado de espera de todos os compressores a serem comutados no intervalo de tempo e a perda na comutação de todos os compressores a serem comutados e desligados no intervalo de tempo. O intervalo de tempo periódico baseia-se então na contemplação dos assim chamados ciclos de funcionamento ("Schaltspiele"). Os ciclos de funcionamento (virtuais) deste tipo são curvas de tempo-pressão que se repetem de forma idêntica (periódicas) no intervalo de tempo (duração do ciclo de funcionamento)

aumentando de um ponto mínimo para um ponto máximo e diminuindo novamente para um valor de pressão mínimo, as quais resultariam para eventual extração de fluido comprimido, essencialmente, constante, ou seja, pelo menos para a duração do ciclo de funcionamento. Para o cálculo simplificado pode-se assumir que a extração de fluido comprimido do sistema de fluido comprimido ocorre de modo tal que o perfil de pressão real pode ser aproximada através de retas, ou como sendo linear, entre o valor de pressão mínimo e o valor de pressão máximo. O ou os compressores a serem comutados, quando se alcança a pressão de comutação em carga ou quando se alcança a pressão de desligamento fora de carga, são considerados como conhecidos e podem também ser escolhidos previamente com base em heurísticas. Além disso, tipicamente assume-se também que os estados operacionais dos compressores restantes são influenciados apenas através do perfil da pressão real e caso contrário ficam invariáveis.

[0033] Um ciclo de funcionamento refere-se então a um período de duração do perfil de pressão real eventualmente periódico. Sob a suposição da hipótese de simplificação, em uma expressão matemática fechada, a demanda de potência média de todos os compressores compreendidos na instalação de compressores durante um ciclo de funcionamento, ou seja durante o intervalo de tempo periódico descrito previamente, pode ser minimizada. Isso na requer a contemplação da demanda de potência média total de todos os compressores, mas que pode-se assumir, de forma simplificada, uma perda de potência total  $P_v$  definida apropriadamente, a qual é tratada representativamente. Essa perda de potência pode ser calculada, no caso mais simples, como quociente da perda

total previamente descrita, assim como do comprimento do intervalo de tempo periódico de um ciclo de funcionamento. A perda de potência total assim definida é uma perda de potência centrada temporalmente dentro de um ciclo de funcionamento. Como será mostrado mais para frente em detalhe, pode-se calcular uma diferença de pressão de ciclo de funcionamento otimizada através de manipulação matemática simples, a qual pode ser derivada de grandezas simples de serem determinadas. A diferença de pressão de ciclo de funcionamento define-se a partir da diferença de pressão de desligamento e pressão de ajuste.

[0034] Testes têm mostrado que os métodos de controle ou regulagem, os quais assumem uma otimização da diferença de pressão de ciclo de funcionamento como critério de otimização, têm sucesso na redução do consumo de energia da instalação de compressores.

[0035] Em uma outra concretização do método conforme a presente invenção pode ser previsto ainda que, no cálculo da pressão de desligamento sejam considerados as seguintes grandezas: demanda de energia dos compressores em funcionamento, particularmente na promoção contra uma continuamente crescente pressão e/ou perdas em espera dos compressores em estado neutro ou de espera a serem comutados e/ou perdas em espera dos compressores que se encontram em estado neutro e/ou perdas de energia dos compressores a serem comutados pro alternativa de comutação. Assim, as referidas grandezas podem, segundo heurísticas conhecidas, ser estabelecidas, ou determinadas em testes apropriados ou com ajuda de métodos de cálculo apropriados. Particularmente, elas podem compreender também o comportamento no tempo dos

compressores individuais na forma de curvas de perfil no tempo para todos os estados de carga, neutro ou comutação em forma quantitativa, sendo que o atraso temporal entre um ponto de tempo de comutação e a implementação completa de uma ação de comutação pode ser considerado explicitamente. Os tempos de atraso podem ser considerados assim, também, como grandezas de cálculo na determinação de uma pressão de comutação ou uma pressão de desligamento apropriada.

[0036] Segundo a concretização é possível também que a pressão de comutação no método para controlar uma instalação de compressores seja calculada de modo que o perfil de pressão real atinja uma pressão de ajuste a ser alcançada calculada, a qual esteja abaixo da pressão de comutação, na medida do possível exatamente, preferivelmente com menos de 5%, mais preferivelmente com menos de 2% de desvio, e ainda preferivelmente não esteja abaixo ou apenas não significativamente e/ou pouco abaixo. Correspondentemente, a manutenção de uma pré-determinada pressão excessiva na instalação de compressores pode ser garantida, sendo que simultaneamente tem-se um controle eficiente e econômico da instalação de compressores.

[0037] Em uma outra forma de concretização do método conforme a invenção é previsto que alternativas de comutação para a redução da produção de fluido comprimido sejam avaliadas segundo outros critérios de otimização como alternativas de comutação para a produção de fluido comprimido. Correspondentemente, pode ocorrer um outro ajuste diferenciado dos métodos conforme a concretização, por meio do qual pode-se conseguir aproximadamente que o perfil de pressão real alcance, na medida do possível de forma exata,

em seus pontos extremos, ou seja seus valores de pressão mínimos e máximos, durante uma duração de ciclo de funcionamento, a pressão de ajuste pré-determinada e a pressão de desligamento determinada ou eventualmente calculada conforme critérios de otimização de consumo de energia.

[0038] Em uma outra forma de concretização do método, segundo a presente invenção, para o controle de uma instalação de compressores são feitas exclusão e escolha de alternativas de comutação para a redução da produção de fluido comprimido sob critérios de otimização, as quais consideram prioritariamente ou exclusivamente o respectivo gasto energético total das diferentes alternativas de comutação sensu consideradas.

[0039] Em uma outra forma de concretização, recebe-se considerando-se o gasto energético total de diferentes alternativas de comutação pelo menos: demanda de energia dos compressores em funcionamento e/ou perdas em espera dos compressores em estado neutro ou de espera a serem comutados e/ou perda energética de comutação dos compressores a serem comutados pro alternativa de comutação. Como o gasto energético total eventualmente é calculado de forma otimizada em todos os períodos de tempo da utilização da instalação de compressores e flui direto na escolha de uma alternativa de comutação apropriada, consegue-se um controle particularmente eficiente energeticamente da instalação de compressores.

[0040] Conforme a concretização, a avaliação e escolha da alternativa de comutação pode ocorrer em tempo real. Sob o termo "em tempo real" entende-se aqui e doravante uma medida de tempo, que é significativamente menor que a seqüência de

tempo de duas alternativas de comutação a serem implementadas. Correspondentemente, ocorre a avaliação e seleção da alternativa de comutação com velocidade suficiente para poder considerar ainda mudanças fortes inesperadas do fluido comprimido disponibilizado no sistema de fluido comprimido. Em outras palavras, o atraso causado pela avaliação e seleção da alternativa de comutação não precisa ser considerado explicitamente no método de controle.

[0041] Em uma outra forma de concretização do método conforme a presente invenção, a determinação da pressão de desligamento e/ou da pressão de comutação ocorre em tempo real. Correspondentemente, pode ocorrer um ajuste imediato do controle aos estados de operação variáveis no sistema de fluido comprimido, sem que durante o tempo, que é necessário para a determinação da pressão de desligamento e/ou de comutação, se produzam basicamente novos estados de operação, que façam necessário a seleção de uma outra alternativa de comutação.

[0042] Em uma outra forma de concretização preferida do método conforme a presente invenção, ocorre o controle da instalação sob consideração de grandezas de experiência de ações de comutação passadas (controle adaptativo). Particularmente, o controle pode determinar a pressão de comutação de tal modo que o início de um compressor comutado em carga ocorre o suficientemente cedo para deixar que a reversão de pressão do perfil de pressão real ocorra na medida do possível perto da pressão de ajuste. Para isso, o método de controle pode apreender, para cada compressor, de forma adaptativa um tempo de reação de comutação, o qual é entendido como período de tempo entre o envio de um comando

de comutação para implementação de uma alternativa de comutação e o verdadeiro início do efeito sobre o perfil de pressão real. A pressão de comutação pode ser escolhida de modo que o tempo de reação de comutação seja igual ao período de tempo, no qual o perfil de pressão real como previsto cai da pressão de comutação para a pressão de ajuste. Este período de tempo pode ser estimado aproximadamente através da previsão do perfil de pressão futuro com base em hipóteses adequadas, aproximadamente com base na hipótese de um perfil de pressão caindo linearmente.

[0043] Uma aprendizagem adaptativo do tempo de reação de comutação para cada compressor pode ocorrer, entre outros, através da avaliação dos perfis de pressão reais em vários intervalos de tempo periódicos escolhidos de um compressor ou de um grupo de compressores. Os tempos de reação de comutação aprendidos de forma adaptativa podem ainda ser atualizados, também continuamente, através a formação apropriada de novos valores, por exemplo, através de da formação de valores de medias móveis.

[0044] O comportamento de aprendizagem adaptativo do controle dá suporte importante à meta de otimizar a demanda de energia da instalação de compressores. O comportamento adaptativo baseia-se de forma típica em algoritmos de aprendizagem fundamentais e grandezas adaptativas, cujas grandezas são reajustadas no curso do processo de controle e ficam disponíveis atualizadas para cada nova avaliação e seleção de uma alternativa de comutação. Conseqüentemente, o comportamento de aprendizagem adaptativo permite um ajuste automático do controle a todas as propriedades de técnica de controle relevantes e às condições da instalação de

compressores em funcionamento. Como também podem ser compreendidas e avaliadas grandezas técnicas de utilização relevantes (grau de demanda de energia), ajusta-se o controle no sentido de uma otimização energética flexível ao comportamento da instalação de compressores em estado de funcionamento.

[0045] Os algoritmos de aprendizado fundamentais podem calcular as denominadas grandezas adaptativas ou através da avaliação de uma medida realizada por um período de tempo mais longo ou através da avaliação de um número apropriado de eventos individuais. Ambos modos de realização são apropriados para monitorar as grandezas adaptativas em operação da instalação de compressores e manter fora influencias de curta duração ou influencias singulares do cálculo das grandezas adaptativas.

[0046] O comportamento adaptativo do controle permite ter somente relativamente poucos parâmetros de regulagem no controle, sendo que o comportamento de regulagem do controle não tem que ser otimizado ou pós-otimizado manualmente e também não precisam ocorrer outros ajustes nas ampliações ou reconstruções da instalação de compressores. O parâmetro de controle essencial é então, tipicamente, a pressão de ajuste, enquanto a pressão de desligamento e a diferença de ciclo de comutação de a pressão de desligamento e a pressão de ajuste resultam de critérios visando a minimização do consumo de energia. Conseqüentemente, o gasto técnico de funcionamento e de manutenção é mínimo para a colocação em operação e o cuidado do controle.

[0047] Em uma outra forma de concretização do método conforme a invenção, as grandezas de experiência compreendem

o nível de demanda de energia (demanda de energia por quantidade de fluido) de compressores individuais ou de determinadas combinações de compressores e/ou os tempos de reação de comutação dos compressores e/ou o comportamento de consumo dos extratores de fluido comprimido e/ou o tamanho dos armazenadores de pressão e/ou o nível de compensação de pressão dos compressores ou de determinadas combinações de compressores.

[0048] O nível de demanda de energia descreve, como grandeza adaptativa, a demanda de energia de compressores individuais ou de combinações de compressores em funcionamento e representa-se como a relação da demanda de energia assim como da quantidade de fluido demandada através dos compressores participantes. Dessa forma, a demanda de energia, assim como a quantidade de fluido demandada, são calculadas através da integração numérica de o consumo de energia ou a quantidade extraída disponibilizado numericamente e/ou com medições, sobre um intervalo de tempo selecionado apropriadamente. Como o cálculo do nível de demanda de energia descreve com suficiente exatidão todo trabalho realizado (carga, inatividade, perda, perda de comutação) assim como a quantidade de fluido realmente extraída, o nível de demanda de energia pode fornecer, ao contrário dos valores calculados a partir de dados nominais quase puramente teóricos dos compressores, o aproveitamento energético verdadeiro em operação.

[0049] Dessa forma, também é possível considerar no controle que, para compressores, assim como para grupos de compressores, os quais apresentam um aproveitamento energético pobre devido aos ciclos de carga inconvenientes

energeticamente com atraso no tempo e são classificados injustificadamente a longo prazo de subordinados na escolha dos agregados a serem comutados em carga (retroalimentação positiva), o nível de demanda de energia é ajustado, através de um mecanismo de compensação, sucessivamente, às características de aproveitamento energético atuais da instalação de compressores.

[0050] Assim, também é combinado que, para poupar energia através da prevenção de a perda em estado de espera e em operação, são preferidos, para comutar em carga, tipicamente, compressores os quais se encontram em espera e apresentam uma perda proporcionalmente grande, em detrimento de compressores que apresentam uma perda proporcionalmente menor ou cujo motor já está desconectado. Além disso, são preferidos, para desligar da carga, tipicamente, entre compressores de igual ou semelhante tamanho, aqueles com perda em espera certamente menor, para poupar energia através da prevenção de perda em espera.

[0051] O efeito técnico de pressão dos compressores individuais sobre o controle é descrito na forma de um grau de compensação de pressão dos compressores como uma grandeza adaptativa, e pode ser determinado sobre o efeito de compensação de pressão de processos de comutação através da formação de valor médio sobre um número medido de eventos individuais. Para isso, o efeito de compensação de pressão dos processos de comutação é extraído do perfil de pressão no tempo.

[0052] Como na seleção de compressores a serem comutados preferivelmente são considerados somente compressores ou grupos de compressores cujo efeito de compensação de pressão

(soma do grau de compensação de pressão) é ajustado ao estado de funcionamento atual (perfil de pressão atual) da instalação de compressores, é produzido oportunamente, através da comutação dos compressores escolhidos, tipicamente, o perfil de pressão desejado, de modo que praticamente não são necessários processos de comutação adicionais energeticamente desvantajosos.

[0053] Em estados de funcionamento, que são caracterizados através de uma mudança rápida da redução de fluido comprimido, podem ser escolhidos sob determinadas condições compressores cujo efeito de compensação de pressão não pode compensar completamente o perfil de pressão real no sentido de uma inversão de direção de pressão, o que representa no ponto de tempo de comutação uma sub-compensação do perfil de pressão real. Por isso, neste tipo de casos, no controle o ponto de tempo de comutação pode ser trazido para um período de tempo ajustado na medida da sub-compensação. Segundo a concretização, é disponibilizado um buffer de tempo para comutar em tempo outros compressores conforme a necessidade, por meio do qual pode ser conseguido que no melhor dos casos nenhum outro compressor tenha que ser comutado, ou que após um processo de comutação a pressão possa pelo menos ser estabilizada por um tempo relativamente mais longo em um nível energético vantajoso.

[0054] Além disso, em casos muito raros pode ocorrer que, sob condições de fortes oscilações da extração de fluido comprimido da instalação de compressores, a pressão de ajuste seja de forma inamissível ultrapassada negativamente. Em tais situações, o controle pode, segundo a necessidade, atuar em contra, imediatamente e de acordo com a situação, do desvio

do perfil de pressão da pressão de ajuste, comutando em carga imediatamente um ou vários compressores adicionalmente. Ainda durante o processo de comutação em andamento, ou seja, ainda antes que o efeito de compensação de pressão dos compressores comutados seja sentido, pode ser verificado com base no perfil de pressão, se o futuro efeito de compensação de pressão será explicitamente suficiente para produzir um desejado perfil de pressão real. Se o futuro efeito de compensação de pressão é definido como suficiente, nenhum outro compressor é comutado em carga. No caso contrário, um ou vários compressores são imediatamente comutados em carga.

[0055] Em uma forma de concretização alternativa do método conforme a presente invenção, as grandezas de experiência podem compreender o seguinte: grau de compensação de pressão de um compressor em dependência do volume de armazenamento e do esquema de instalação do sistema de fluido comprimido e/ou grau de demanda de energia de um compressor em dependência de seu modo de operação até o presente, de sua temperatura ambiente, de seus estado de manutenção, desgaste e limpeza e/ou o tempo de reação de comutação e o grau de compensação de pressão de um compressor em dependência de padrões típicos da mudança da extração de fluido comprimido. Conseqüentemente, o controle pode aprender também não apenas propriedades específicas do compressor adaptativas, mas também algumas propriedades que se derivam da conjugação de compressores e do estado de funcionamento ou do respectivo ambiente de utilização.

[0056] Em uma outra forma de concretização preferida do método segundo a presente invenção, este caracteriza-se pelo fato de que uma comutação de compressores ou combinações de

compressores é assumida em tempo de modo que sob a consideração do comportamento de funcionamento do compressor ou da combinação de compressores, particularmente sob a consideração de tempos de reação de comutação adaptativamente aprendidos, o perfil de pressão real alcança a pressão de ajuste na medida do possível exatamente, preferivelmente com menos de 5%, mais preferivelmente com menos de 2% de desvio, e ainda mais preferível é que não a ultrapasse negativamente ou apenas não significativamente e/ou pouco significativamente. Assim, o perfil de pressão alcança, em seu valor de pressão mínimo, dentro de limites relativamente estritos, na medida do possível exatamente a pressão de ajuste virtual determinada.

[0057] Em uma outra forma de concretização do método segundo a presente invenção pode ser previsto que, na determinação das alternativas de comutação como compressores a serem comutados em carga, são escolhidos preferivelmente aqueles compressores ou combinações de compressores, que apresentam valores vantajosos de grandezas de experiência para o grau de demanda de energia. Dessa forma, garante-se um funcionamento no possível econômico energeticamente da instalação de compressores.

[0058] Em uma outra forma de concretização do método para controlar uma instalação de compressores são escolhidos, na determinação das alternativas de comutação como compressores a serem comutados em carga, aqueles compressores que se encontram em estado de espera e ainda apresentam um grande tempo em ponto morto restante ou trabalho em tempo morto restante, e/ou para compressores em ponto morto ou em espera a serem comutados são escolhidos preferivelmente aqueles

compressores que apresentam pouco tempo de ponto morto ou trabalho em espera. Dessa forma, a perda de trabalho total como soma de todas as perdas de trabalho é também diminuída, já que é considerada uma redução do trabalho em ponto morto na determinação da alternativa de comutação a ser escolhida visando de uma otimização energética.

[0059] Em uma outra forma de concretização preferida do método conforme a presente invenção é previsto que a determinação de alternativas de comutação e/ou a determinação de uma pressão de desligamento e/ou a determinação de uma pressão de comutação ocorrem sob a hipótese de uma extração de fluido constante. Para isso, assume-se a hipótese de uma constante extração de fluido comprimido com todo sentido somente para a determinação da próxima pressão de comutação ou desligamento. Para determinação subsequente e uma futura e seguinte pressão de comutação ou de desligamento parte-se, dado o caso, de um novo valor constante para a extração de fluido comprimido. Essa hipótese de uma extração constante de fluido comprimido permite poder calcular o perfil de pressão real durante uma ciclo de comutação, incluindo o próximo processo de comutação, com a utilização de expressões matemáticas simplesmente disponíveis em sentido energético. Em consequência, pode ser calculado também um ótimo energético em relação com o funcionamento da instalação de compressores ou uma eficiência máxima para o tempo de duração de um ciclo de comutação.

[0060] Em uma outra forma de concretização do método conforme a presente invenção, a determinação de um valor atual da extração de fluido comprimido é feita ou através de um dispositivo de medição e/ou a partir de o perfil de

pressão real passado, o estado de funcionamento dos compressores e/ou o tamanho de armazenamento eventualmente aprendido adaptativamente da instalação de compressores.

[0061] Em um outra forma de concretização do método conforme a presente invenção, este caracteriza-se pelo fato de que sob condições pré-determinadas os comandos de comutação ou os comandos de desligamento a serem enviados quando se alcança a pressão de comutação ou a pressão de desligamento podem ser suprimidos e/ou independentemente de se alcançar a pressão de comutação ou a pressão de desligamento podem ser enviados comandos de comutação ou comandos de desligamento adicionais. Assim, por exemplo, podem ser enviados comandos de desligamento quando da aproximação do limite de pressão superior, para evitar uma ultrapassagem do limite de pressão superior através do perfil de pressão real. Ademais, um comando de comutação determinado pode ser suprimido para uma curvatura positiva clara e mantida do perfil de pressão decrescente devido a uma extração de fluido comprimido reduzida, para poder estimar melhor o subsequente perfil de pressão real. Consequentemente, comandos de desligamento podem também ser suprimidos para uma curvatura negativa clara e mantida de um perfil de pressão real crescente, o qual resulta de uma extração de fluido comprimido aumentando. Também aqui, para a realização de um cálculo energético melhorado, é suprimida primeiro a alternativa de comutação selecionada pelo controle, para poder estimar melhor o perfil de pressão real subsequente, e para poder realizar futuramente uma ação de comutação melhorada em relação ao consumo de energia.

[0062] Em uma outra forma de concretização eventualmente

preferida do método conforme a presente invenção, na determinação de várias alternativas de comutação consideram-se adicionalmente como energeticamente equivalentes outros critérios de seleção, como o número de horas de operação de um compressor sendo considerado. Consequentemente, pode ser garantido que o número de horas de operação de diferentes compressores compreendidos na instalação de compressores é bastante uniforme, através do qual falhas condicionadas pelo uso ou a manutenção de compressores individuais podem ser reduzidas a uma medida pré-determinada.

[0063] Segundo uma outra forma de concretização do método conforme a presente invenção, o desligamento determinado é liberado pelo controle somente quando é assegurado que se pode fazer em tempo um processo de comutação necessário, segundo o caso, sob consideração do comportamento transiente de uma possível combinação de comutação. Por meio de uma consideração do comportamento transiente de um compressor ou de uma combinação de compressores da instalação de compressores pode-se obter sempre a disponibilização de uma pressão excessiva pré-determinada no sistema de fluido comprimido. Com isso pode ser evitado uma comutação imprevista e, em caso normal, energeticamente desvantajosa de outros compressores ou grupos de compressores devido à liberação de uma ação de comutação determinada, a qual não pode ser implementada em tempo.

[0064] Outras formas de concretização da invenção resultam das reivindicações dependentes.

#### Breve descrição das figuras

[0065] A continuação, a invenção é descrita com base nos exemplos de concretização, os quais são explicados mais

detalhadamente com ajuda das figuras, nas quais:

[0066] A figura 1 é uma representação esquemática de uma forma de concretização de uma instalação de compressores compreendendo uma pluralidade de compressores;

[0067] A figura 2 é uma representação esquemática de uma forma de concretização do dispositivo de controle, conforme a invenção, para o controle da instalação de compressores representada na figura 1;

[0068] A figura 3 é uma representação esquemática de uma forma de concretização do controle segundo a invenção em uma representação tipo fluxograma;

[0069] A figura 4 é uma representação de um perfil de pressão real in uma instalação de compressores sob indicação de grandezas de controle específicas segundo uma forma de concretização do método de controle conforme a presente invenção.

#### Descrição detalhada da invenção

[0070] A figura 1 mostra uma representação esquemática de uma instalação de compressores 1, a qual apresenta ao todo seis compressores 2 respectivamente conectados com um barramento de comunicação 5. Cada compressor 2 é ligado por meio de condutos de pressão apropriados com os elementos de tratamento 21, os quais, por exemplo, podem ser realizados como secadores ou filtros. Os seis compressores 2 alimentam com fluido tecnicamente comprimido um reservatório de fluido comprimido central 3, o qual adicionalmente apresenta um dispositivo de medição 20, o qual eventualmente encontra-se em comunicação técnica com o barramento de comunicação 5. O dispositivo de medição 20 permite neste caso uma medição contínua do estado de pressão no reservatório de fluido

comprimido 3 e fornece, através do barramento de comunicação 5, parâmetros de medição ao controle da instalação de compressores 1, o quais estão disponíveis para propósitos de regulagem técnica no método de controle 41 (não mostrado).

[0071] O fluido comprimido disponibilizado no reservatório de fluido comprimido 3 através dos compressores 2 é conduzido, por meio de um conduto de pressão apropriado, o qual alternativamente pode compreender outros elementos funcionais 22 (preferivelmente uma válvula de ajuste), a um usuário para a extração de fluido comprimido. O controle ou regulagem da pressão excessiva mantida no reservatório de fluido comprimido 3 ocorre com ajuda de um dispositivo de controle central 4, que não é mostrado aqui, o qual se encontra em conexão de comunicação técnica com o barramento de comunicação 5. Para isso, a comunicação entre os compressores 2 e o barramento de comunicação 5 pode ocorrer através de condutores de sinais convencionais ou também através de cominhos de comunicação sem fio.

[0072] Segundo a concretização, o protocolo de comunicação escolhido pode garantir a finalização do método de controle, detalhado mais abaixo, em tempo real. A pressão reinante no reservatório de fluido comprimido 3 é medida em preferivelmente em tempo real pelo dispositivo de medição 20. No sentido pratico, aqui é apropriada uma captação em intervalos de tempo menores que um segundo, preferivelmente menores que um décimo de segundo. Em aplicações de fluido comprimido típicas, o dispositivo de medição 20 mede uma pressão excessiva no reservatório de fluido comprimido 3. Para eventualmente possíveis aplicações a vácuo, como acima descrito, o dispositivo de medição 20 mede uma pressão

negativa correspondente, a qual eventualmente pode estar já disponível no reservatório de fluido comprimido. Como pode ser compreendido pelo especialista da técnica, neste caso são substituídos os compressores 2 por bombas a vácuo adequadas. O valor de pressão captado pelo dispositivo de medição 20 pode ser, segundo o objeto de aplicação, mais ou menos fortemente suavizado, ser avaliado de forma diferencial no tempo ou absoluta ou de forma combinatória, para ser introduzido no método de controle ou de regulagem. O valor de pressão assim condicionado pode ser utilizado, entre outros, para o cálculo de uma pressão de desligamento energeticamente ótima 1003 (não mostrado aqui), para o cálculo de um grau de compensação de pressão dos compressores e para o cálculo de tempos de reação de comutação dos compressores em ponto morto ou em estado de espera.

[0073] Como suporte, pode-se prever ademais um outro dispositivo de medição, o qual eventualmente é conectado com o dispositivo de controle central e determina o consumo de fluido comprimido medido ou a extração de fluido comprimido, para estimar tempos de reação de comutação de maior exatidão.

[0074] Os dados de operação dos compressores intercambiados por meio do barramento de comunicação 5 com o dispositivo de controle central referem-se, entre outros, ao estado de funcionamento atual de cada compressor. O método de controle ou o método de regulagem precisa desta informação, entre outros, para a seleção dos compressores a serem comutados em carga. Além disso, essas informações compreendem o número de revoluções do motor com base no qual o método de controle pode determinar a demanda de energia de um compressor ou de um grupo de compressores. Ademais, essa

informação pode incluir sensores de pressão internos de compressor para a determinação de tempos de parada, quando o compressor se encontra em ponto morto, ou tempos de parada esperados, quando o compressor se encontra em operação de carga, assim como informações sobre se o compressor se encontra ou não em operação de carga. Alternativamente, alguns ou todos os dados de operação mencionados dos compressores podem também ser reproduzidos ou aproximados no método de controle, de modo que estes não precisam ser intercambiados por meio do barramento de comunicação 5 e do dispositivo de controle central, mas encontram-se disponíveis em aproximação suficiente.

[0075] A instalação de compressores 1 pode ademais, por motivos técnicos de utilização, apresentar elementos de tratamento 21, os quais dão origem a uma mudança característica das pressões de fluido internas da instalação. A influencia dos elementos de tratamento 21 na instalação de compressores 1 pode, porém, ser compensada apropriadamente através de um processo de aprendizado adaptativo do controle ou da regulagem. Por exemplo, um atraso temporal crescente no subministro de fluido comprimido entre um compressor e um reservatório de fluido comprimido, devido a um filtro cada vez mais sujo, pode ser compensado adaptativamente na forma de um tempo de reação de comutação mais longo do compressor do estado inativo, assim como do estado de ponto morto.

[0076] Uma tal tempo de reação de comutação mais longo pode, sem problemas, ser compensado pelo controle, de modo que o aumento de sujeira no filtro não afete desvantajosamente a manutenção da pressão excessiva pré-determinada no reservatório de fluido comprimido 3.

[0077] Além disso, a presente instalação de compressores 1 pode, por considerações de ordem técnica, apresentar uma ou várias válvulas de regulagem de pressão para a estabilização da pressão.

[0078] A figura 2 mostra uma representação esquemática do método de controle do dispositivo de controle 4. O dispositivo de controle 4 está neste caso em contato de comunicação técnica com o barramento de comunicação 5 e pode ler tanto informações saindo como entrando. Particularmente, o dispositivo de controle 4 pode transmitir comandos de comutação por meio do barramento de comunicação 5 a compressores individuais 2. Para alimentar com parâmetros de regulagem ou para a entrada de dados para caracterização dos compressores 2, o dispositivo de controle 4 compreende uma interface de alimentação 40. Esses dados são conduzidos para o método de controle 41, o qual pode ser implementado, no sentido de um método de regulagem, como software de aplicação. O método de controle 41 produz, para o controle dos compressores 2, comandos de controle ou comandos de comutação apropriados, os quais são transmitidos para os compressores 2 através do barramento de comunicação. Para isso, o método de controle 41 compreende um algoritmo de controle 42, o qual otimiza a demanda de energia da instalação de compressores dentro de uma banda de pressão entre a pressão de ajuste 101 e o limite de pressão superior 104. Deve-se observar neste ponto que o algoritmo de controle 42 pode ser entendido também como algoritmo de regulagem. Ademais, o dispositivo de controle 4 compreende um relógio de sistema não mostrado aqui com contador apropriado, o qual pode disponibilizar para o método de controle 41 uma entrada

de tempo adequada.

[0079] Conforme a concretização, o algoritmo de controle 42 permite uma regulagem adaptativa guiada por energia e determina, orientado energeticamente, uma pressão de desligamento 103 para os compressores a serem desconectados da carga dentro da banda de pressão disponível. Dessa forma, o algoritmo de controle 42 calcula em forma matemática analítica a pressão de desligamento 103 energeticamente ótima. Essa pressão de desligamento ótima 103 é, conforme a concretização, definida através do valor mínimo de uma função, o qual descreve a perda de potência total causada durante um ciclo de funcionamento de todos os compressores 2 da instalação de compressores 1 em dependência da pressão de desligamento 103. Assim, conforme a concretização, tem-se como hipótese no cálculo que a extração de fluido comprimido fica em média constante e por isso repete-se da mesma forma o ciclo de funcionamento em relação às mudanças de pressão médias entre dois valores de pressão mínimos ou máximos contíguos. Traves da hipótese de uma extração de fluido comprimido em média constante podem ser consideradas no perfil de pressão real também oscilações do perfil de pressão.

[0080] O algoritmo de controle 42 orientado energeticamente usa, então, os graus de liberdade existentes, sendo que esses graus de liberdade não são restringidos através de parâmetros fixos previstos ou de uma região de regulagem de pressão rígida muito pequena pré-determinada, mas otimizados no sentido energético. Tanto a seleção dos compressores 2 a serem comutados como também os pontos de tempo ou pressões para as ações de comutações a serem

implementadas não são parametrizados, mas são calculados energeticamente otimizados ocasionalmente pelo método de controle 41.

[0081] Além da gestão de energia, o método de controle 41 caracteriza-se ainda, também, por um comportamento adaptativo em relação ao ajuste de grandezas adaptativas na operação em andamento. Dessa forma, o comportamento adaptativo da suporte significativo à otimização da demanda de energia da instalação de compressores 1. O comportamento adaptativo baseia-se em um algoritmo de ajuste 43 compreendido no método de controle 41, o qual orienta todos as grandezas adaptativas durante a operação da instalação de compressores e dica a disposição do algoritmo de controle 42. O comportamento adaptativo permite também um ajuste automático da seleção dos compressores a serem comutados a todas as propriedades ou condições fixas e variáveis relevantes desde um ponto de vista técnico da instalação de compressores, assim como da utilização em funcionamento. Exemplos das grandezas adaptativas desse tipo podem ser a demanda de energia por quantidade de fluido solicitado de um compressor 2 ou de uma combinação de compressores 2 em funcionamento, como também o volume de armazenamento de pressão efetivo do sistema de fluido comprimido e o comportamento de comutação no tempo dos compressores 2.

[0082] A figura 3 mostra uma representação esquemática da seqüência de etapas individuais, segundo uma forma de concretização do método conforme a presente invenção, para o controle de uma instalação de compressores 1, em uma representação na forma de fluxograma. Assim, em uma etapa de pré-seleção 10, em um dispositivo de exclusão 6 de um

dispositivo de controle 4, não mais mostrado, preferivelmente sob consideração das condições atuais, são excluídas determinadas alternativas de comutação 13 de uma pluralidade de alternativas de comutação 13 disponíveis de forma combinatória. A pré-seleção pode ocorrer, por exemplo, sobre a base de critérios de seleção, os quais consideram no cálculo a aplicabilidade técnica das alternativas de comutação pré-determinadas. No presente, por exemplo, tem-se disponíveis em total oito possíveis alternativas de comutação combinatórias 13, a partir das quais resultam como não adequadas para as presentes condições de operação quatro alternativas de comutação 13 (descartadas por cruzamento). A partir das alternativas de comutação 13 restantes é selecionada uma alternativa de comutação 13, em uma etapa de seleção principal 11, em um dispositivo de seleção 7 do dispositivo de controle 4 não mais mostrado, sob a consideração de um ou vários critérios de otimização, sendo que todas as alternativas de comutação 13 não descartadas na etapa de pré-seleção 10 são sopesadas entre si. A alternativa de comutação 13 selecionada na etapa de seleção principal 11 é enviada, na etapa de controle, em um dispositivo de saída 18 do dispositivo de controle 4 não mais mostrado para implementação na instalação de compressores 1. Simbolicamente, a saída representada como transmissão de informação a partir do dispositivo de saída 8 para o barramento de comunicação 5, o que não deve ser interpretado, entretanto, como restritivo.

[0083] A figura 4 mostra uma representação do perfil de pressão real 105 no sistema de fluido comprimido durante um intervalo de tempo periódico  $T_{Schalt}$ . O comprimento do

intervalo de tempo periódico  $T_{\text{Schalt}}$  refere-se aqui exatamente o comprimento de um ciclo de comutação. Segundo a forma de concretização do método de controle conforme a presente invenção, o controle determina uma pressão de desligamento individual 103 para os compressores 2 a serem desligados da carga, dentro do espaço de banda de pressão disponível conforme os princípios da otimização energética. O espaço de banda de pressão é então a região de pressão entre uma pressão de ajuste 103 a não ser ultrapassada negativamente e um limite de pressão superior 104 a não ser ultrapassado. Conforme a forma de concretização, a diferença de pressão de ciclo de comutação energeticamente ótima e a pressão de desligamento energeticamente ótima 103 para os compressores 2 a serem comutados fora de carga é calculada matematicamente e analiticamente como ótimo energético. Para o cálculo é assumido que a extração de fluido comprimido é em média constante. A extração de pressão pode, conseqüentemente, ser reproduzida como inclinação de uma reta de queda linear, a qual descreve aproximadamente o perfil de pressão real. Analogamente, a extração de fluido comprimido no sistema de fluido comprimido pode ser descrita, através de uma média matemática similar do perfil de pressão real aumentando como reta cuja inclinação aumenta de forma monótona.

[0084] Sob essas pré-condições da extração de fluido comprimido em média constante, o ciclo de comutação incluindo o próximo processo de comutação pode ser descrito energeticamente através de uma representação matemática simples. Com base nessa representação matemática simples é possível calcular o ótimo energético ou o grau de eficiência da instalação de compressores durante um ciclo de comutação

tal. Com esse objetivo, o método de controle 41 regula a pressão de desligamento 103 dos compressores 2 a serem comutados de tal modo que a perda de potência total dependente do ciclo de comutação (perda de trabalho total por intervalo de tempo periódico  $T_{Schalt}$ ) é mínima.

[0085] Para essa perda de potência dependente do ciclo de comutação contribuem tanto os compressores 2 em funcionamento de carga como também os a serem comutados e em ponto morto. A demanda de energia dos compressores em funcionamento (trabalho de carga) aumenta com a diferença de pressão de ciclo de comutação, porque se eleva em média sua diferença de pressão de trabalho interna. Ao contrário, reduz-se então a perda de trabalho de comutação assim como a perda de trabalho em ponto morto dos compressores a serem comutados com uma diferença de pressão de ciclo de comutação aumentando, já que o número (frequência) dos ciclos de comutação baixa. Para a diferença de pressão de ciclo de comutação calculada tem-se que a soma dos componentes da perda na otimização energética é um mínimo. A expressão a ser minimizada resulta da seguinte equação (1):

$$P_v = (\Delta W_{Last} + \Delta W_{Leer} + \Delta W_{Schalt}) / T_{Schalt} \quad (1)$$

sendo que  $\Delta W_{Last}$  é a perda de trabalho de compressores em funcionamento de carga por ciclo de comutação devida ao aumento de pressão em relação à pressão de comutação,  $\Delta W_{Leer}$  é a perda de trabalho em ponto morto dos compressores a serem comutados por ciclo de comutação devida a suas potências em ponto morto e seu tempo de seguimento,  $\Delta W_{Schalt}$  é a perda de trabalho de comutação por ciclo de comutação dos compressores 2 a serem comutados devida ao lento processo interno de compensação de pressão na comutação em ponto

morto, eventualmente de uma re-inicialização de motor e da aproximação de pressão interna na comutação em carga,  $T_{Schalt}$  é a duração de ciclo de comutação, a qual se estende temporalmente sobre um aumento de pressão periódico e a conseqüente queda de pressão que se segue.

[0086] Os componentes individuais da perda de trabalho total calculam-se conforme a equação (2):

$$\Delta W_{Last} = 0,5 \cdot r_{Last} \cdot \Delta p_{Schalt}^2 \cdot (P_{Last1} / I_{dp} / dtl_{mittel1} + P_{Last2} / I_{dp} / dtl_{mittel2}) \quad (2)$$

sendo que  $r_{Last}$  é o aumento relativo da potência de carga dos compressores 2 em funcionamento por unidade de pressão,  $\Delta p_{Schalt}$  é a diferença de pressão de ciclo de comutação,  $P_{Last1}$  é a potência de carga dos compressores em funcionamento de carga durante o perfil de pressão na direção da pressão de desligamento 103, inclusive dos compressores 2 a serem comutados, para a pressão de desligamento 102,  $I_{dp} / dtl_{mittel1}$  é o montante do aumento de pressão médio esperado durante o perfil de pressão real na direção da pressão de desligamento 103, calculado com base em um espaço de tempo medido,  $P_{Last2}$  é a potência de carga dos compressores 2 em funcionamento durante o perfil de pressão na direção da pressão de desligamento 102, excluídos os compressores 2 a serem comutados, para a pressão de desligamento 102,  $I_{dp} / dtl_{mittel2}$  é o montante do aumento de pressão médio esperado durante o perfil de pressão na direção da pressão de desligamento 102 a partir de  $I_{dp} / dtl_{mittel1}$  e do efeito de compensação de pressão dos compressores 2 a serem comutados.

[0087] A perda de trabalho em ponto morto  $\Delta W_{Leer}$  calcula-se com base na seguinte equação (3):

$$\Delta W_{Leer} = \Sigma (P_{Leer} \cdot T_{Leer}) \quad (3)$$

sendo que  $\Delta W_{Leer}$  é a potência em ponto morto dos compressores individuais a serem comutados e  $T_{Leer}$  é o tempo de re-inicialização em ponto morto dos compressores individuais a serem comutados limitado a um tempo entre o desligamento e a comutação.

[0088] A perda de trabalho de comutação  $\Delta W_{Schalt}$  calcula-se como soma das perdas de trabalho de comutação  $W_{Schalt}$  por ciclo de comutação dos compressores 2 a serem comutados segundo a equação (4):

$$\Delta W_{Schalt} = \Sigma W_{Schalt} \quad (4)$$

[0089] Além disso, o intervalo de tempo periódico  $T_{Schalt}$  de um ciclo de comutação pode ser calculado facilmente com base na seguinte relação dada pela equação (5), a qual resulta de considerações geométricas simples segundo a figura 4:

$$T_{Schalt} = \Delta p_{Schalt} \cdot (1/ldp/dtl_{mittel1} + 1/ldp/dtl_{mittel2}) \quad (2)$$

(5)

[0090] O cálculo da diferença de pressão de ciclo de comutação energeticamente ótima  $\Delta p_{Schalt,opt}$  pode ser calculada através da simples substituição dos termos para as perdas de trabalho individuais  $\Delta W_{Last}$ ,  $\Delta W_{Leer}$ ,  $\Delta W_{Schalt}$  assim como o comprimento dos intervalo de tempo periódico (duração de ciclo de comutação)  $T_{Schalt}$  na equação 1 para a perda de potência  $P_v$  dependente do ciclo de comutação, em seguida através da derivação pela diferença de pressão de ciclo de comutação  $\Delta p_{Schalt}$  e correspondentemente igualando a zero a derivada. Dessa forma, a diferença de pressão de ciclo de comutação energeticamente ótima  $\Delta p_{Schalt,opt}$  pode ser representada com uma expressão matemática simples de ser obtida na mão conforme a equação (6):

$$\Delta p_{Schalt,opt} = \sqrt{\{\Sigma (P_{Leer} \cdot T_{Leer}) + \Sigma$$

$$W_{\text{Schalt}} / [0,5 \cdot r_{\text{Last}} \cdot (P_{\text{Last1}} / \text{ldp} / \text{dtl}_{\text{mittel1}} + P_{\text{Last2}} / \text{ldp} / \text{dtl}_{\text{mittel2}})]$$

(6)

[0091] A pressão de desligamento energeticamente ótima obtém-se, para aplicações de fluido comprimido, como soma da pressão de ajuste 101 assim como da diferença de pressão de ciclo de comutação energeticamente ótima  $\Delta p_{\text{Schalt,opt}}$  calculada. Para aplicações a vácuo correspondentes, a pressão de desligamento energeticamente ótima 103 obtém-se como a diferença de ambos os valores mencionados, como pode ser entendido pelos especialistas da técnica.

[0092] Além disso, deve-se observar que o método de controle, conforme a concretização, considera os tempos de atraso dos compressores 2 individuais ou das combinações de compressores 2, os quais são determinados a partir dos tempos entre a comutação e o desligamento de um compressor 2 e os pontos de tempo da real implementação da mudança de estado. Consequentemente, os pontos de tempo de comutação  $T_{zu}$  também, como os pontos de tempo de desligamento  $T_{ab}$  em comparação com os valores de pressão mínimos do perfil de pressão real 105 ou em comparação com os valores de pressão mínimos, são deslocados para frente no tempo.

[0093] Além disso, na figura 4 é representado um ciclo de comutação parcialmente idealizado com fins ilustrativos. Um limite de pressão superior 104 é fixado conforme o sistema, por exemplo, através da resistência à pressão dos componentes. A linha mais inferior no diagrama representa a pressão de ajuste 101 já várias vezes discutida. O perfil de pressão movimenta-se para o ciclo de comutação aqui representado entre um valor mínimo  $P_{\text{min}}$  (local) e um valor máximo  $P_{\text{max}}$  (local). No ponto de tempo  $T_{AB}$ , ou seja, quando se

alcança a pressão de desligamento 103 no perfil de pressão crescente, são tomadas medidas para a redução da produção de fluido comprimido, as quais atuam de tal modo que a pressão rapidamente aumenta sobre a pressão de desligamento 103 no valor máximo  $P_{\max}$  (local), logo em seguida o aumento de pressão se converte em uma queda de pressão. Assim que a pressão de comutação 102 para perfil de pressão em queda é alcançado, são tomadas medidas para a elevação da produção de fluido comprimido, de modo que a pressão abaixa ainda mais para o valor mínimo (local)  $P_{\min}$ , em seguida a queda de pressão torna-se um novo aumento de pressão.

[0094] Deve-se observar neste ponto que todas as partes descritas acima vistas individualmente ou em cada combinação, particularmente os detalhes representados nas figuras, são reivindicadas como essências da invenção. Variações são possíveis ao especialista da técnica.

#### Referências numéricas

- 1 instalação de compressores
- 2 compressor
- 3 reservatório de fluido comprimido
- 4 dispositivo de controle
- 5 barramento de comunicação
- 6 dispositivo de exclusão
- 7 dispositivo de seleção
- 8 dispositivo de saída
- 9 dispositivo de determinação da pressão de desligamento
- 10 etapa de pré-seleção
- 11 etapa de seleção principal
- 12 etapa de controle
- 13 alternativa de comutação

20	dispositivo de medição
21	elemento de tratamento
22	elemento funcional
30	registro de dados
40	interface de alimentação
41	método de controle
42	algoritmo de controle
43	algoritmo de ajuste
101	pressão de ajuste
102	pressão de comutação
103	pressão de desligamento
104	limite de pressão superior
$T_{zu}$	ponto de tempo de comutação
$T_{ab}$	ponto de tempo de desligamento

REIVINDICAÇÕES

1. Método para controlar uma instalação de compressores, compreendendo uma pluralidade de compressores (2), sendo que uma pré-determinada pressão excessiva deve ser mantida através da instalação de compressores (1) em um sistema de fluido comprimido, apesar uma possibilidade de a extração oscilante de fluido comprimido do sistema de fluido comprimido, sendo que em intervalos de tempo fixos ou variáveis são tomadas decisões sobre a ação de comutação para ajustar o sistema às condições atuais, caracterizado pelo fato de

- em uma etapa de pré-seleção (10), considerando as condições atuais, são excluídas alternativas de comutação (13) a partir de uma pluralidade de alternativas de comutação (13) disponíveis de modo combinatório,

- em uma etapa principal (11) de seleção as restantes alternativas de comutação (13) são ponderadas entre si sob consideração de um ou vários critérios de otimização e considerando os critérios pré-determinados são selecionadas alternativas de comutação (13) otimizadas, e

- em uma etapa de controle (12) as alternativas de comutação (13) são liberadas para sua implementação na instalação de compressores (1).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o controle da instalação (1), quando se alcança uma pressão de comutação (102) na possível variável, tomar medidas para o aumento da produção de fluido comprimido, e quando se alcança uma pressão de desconexão (103), tomar medidas para a redução da produção de fluido comprimido.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2,

caracterizado pelo fato de o controle da instalação (1), quando se alcança uma pressão de comutação (102) no possível variável toma medidas para o aumento da produção de fluido comprimido, e quando se alcança uma pressão de desconexão (103), toma medidas para a redução da produção de fluido comprimido, sendo que a pressão de desligamento (103) é variável e pode ser mudada em dependência da configuração atual da instalação de compressores (1) e/ou sob consideração de uma ação de comutação determinada.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 2 ou 3, caracterizado pelo fato de a pressão de desligamento ótimo (103) ser determinada através de uma minimização numérica do quociente da perda de trabalho total em um intervalo de tempo periódico pré-definido referente a uma alternativa de comutação (13) e do próprio intervalo de tempo, sendo que a perda de trabalho total compreende a perda de trabalho de todos os compressores (2) em funcionamento de carga no intervalo de tempo, a perda de trabalho em ponto morto de todos os compressores (2) a serem comutados no intervalo de tempo e a perda de trabalho de comutação de todos os compressores (2) a serem comutados e desligados no intervalo de tempo.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de serem avaliadas alternativas de comutação (13) para a redução da produção de fluido comprimido segundo outros critérios de otimização como alternativas de comutação (13) para o aumento da produção de fluido comprimido.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5, caracterizado pelo fato de a comparação e seleção de

alternativas de comutação (13) serem realizadas para a redução da produção de fluido comprimido sob critérios de otimização, considerando principalmente ou exclusivamente o respectivo consumo de energia total das diferentes alternativas de comutação (13) analisadas.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de a consideração do consumo de energia total das diferentes alternativas de comutação (13) incluir pelo menos:

- a demanda de energia dos compressores em funcionamento de carga e/ou
- as perdas em ponto morto dos compressores em ponto morto ou em espera a serem comutados e/ou
- as perdas em ponto morto dos compressores que se encontram em ponto morto e/ou
- as perda de energia de comutação dos compressores a serem comutados por alternativa de comutação (13).

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 7, caracterizado pelo fato de a avaliação e seleção da alternativa de comutação (13) ocorrer em tempo real.

9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, caracterizado pelo fato de o controle da instalação (1) ocorrer sob consideração de parâmetros empíricos de ações de comutação passadas (controle adaptativo).

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de as parâmetros empíricos compreenderem:

- o grau de demanda de energia (demanda de energia por quantidade de fluido) de compressores (2) individuais ou de determinadas combinações de compressores (2) e/ou
- os tempos de reação de comutação dos compressores (2) e/ou
- o comportamento de consumo do extrator de fluido comprimido

e/ou

- o tamanho do armazenador de pressão e/ou
- grau de compensação de pressão dos compressores (2) ou de determinadas combinações de compressores (2).

11. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, caracterizado pelo fato de na determinação das alternativas de comutação (13) serem escolhidos, como compressores (2) a ser comutados em carga, preferivelmente aqueles compressores (2) ou combinações de compressores (2), que apresentam valores vantajosos de parâmetros empíricos para o grau de demanda de energia.

12. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 9, caracterizado pelo fato de na determinação das alternativas de comutação (13) serem escolhidos, como compressores (2) a ser comutados em carga, preferivelmente aqueles compressores (2) que se encontram em ponto morto e ainda apresentam um grande tempo de ponto morto, e/ou serem escolhidos para compressores a serem comutados em ponto morto ou em espera aqueles compressores (2) que apresentam um baixo trabalho em ponto morto.

13. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 10, caracterizado pelo fato de a determinação de alternativas de comutação (13) e/ou a determinação de uma pressão de desligamento (103) e/ou a determinação de uma pressão de comutação (102) ocorrerem sob a hipótese de uma extração de fluido comprimido constante.

14. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 11, caracterizado pelo fato de na determinação de uma pluralidade de alternativas de comutação (13) como sendo equivalentes energeticamente considerar outros critérios

adicionais, tais como o número de horas de operação de um compressor (2) considerado.

15. Dispositivo de controle para uma instalação de compressores, compreendendo uma pluralidade de compressores (2), sendo que uma pré-determinada pressão excessiva deve ser mantida através da instalação de compressores (1) em um sistema de fluido comprimido, apesar uma possibilidade de a extração oscilante de fluido comprimido do sistema de fluido comprimido, sendo que em intervalos de tempo fixos ou variáveis são tomadas decisões sobre as ações de comutação para o ajuste do sistema às condições atuais e sendo que o dispositivo de controle, caracterizado pelo fato de o dispositivo de controle compreender:

- um dispositivo de exclusão (6), o qual, sob consideração das condições atuais, exclui alternativas de comutação (13) de uma pluralidade de alternativas de comutação combinatórias disponíveis,
- um dispositivo de seleção (7), o qual pondera as alternativas de comutação (13) restantes considerando um ou vários critérios de otimização e sob os critérios pré-definidos escolhe uma alternativa de comutação (13) ideal, e
- um dispositivo de saída (8), configurado para a saída da alternativa de comutação (13) selecionada para implementação na instalação de compressores.

1/2

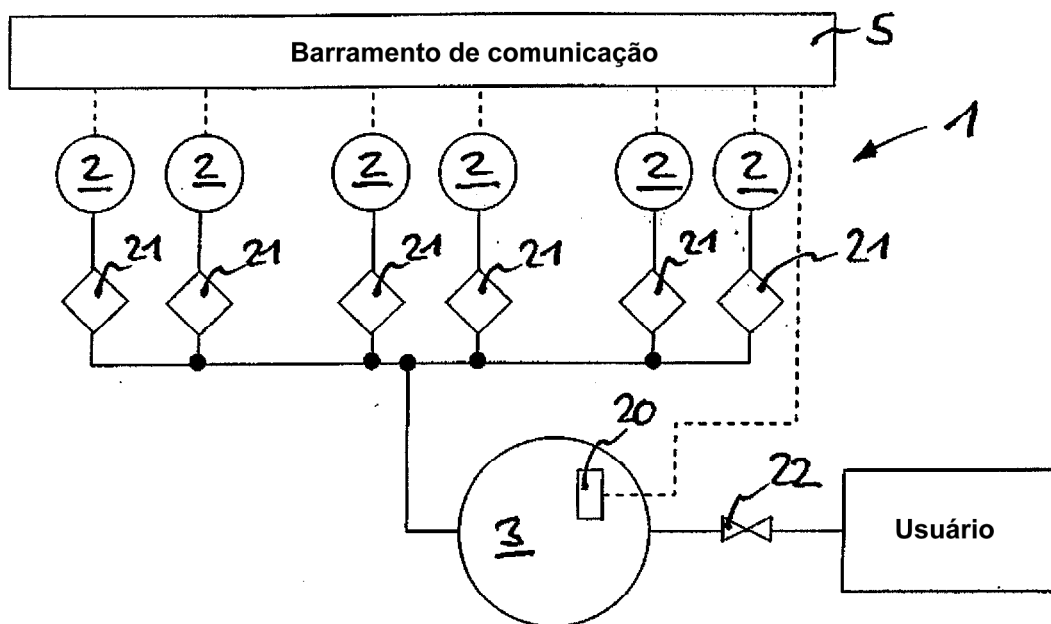


FIG.1

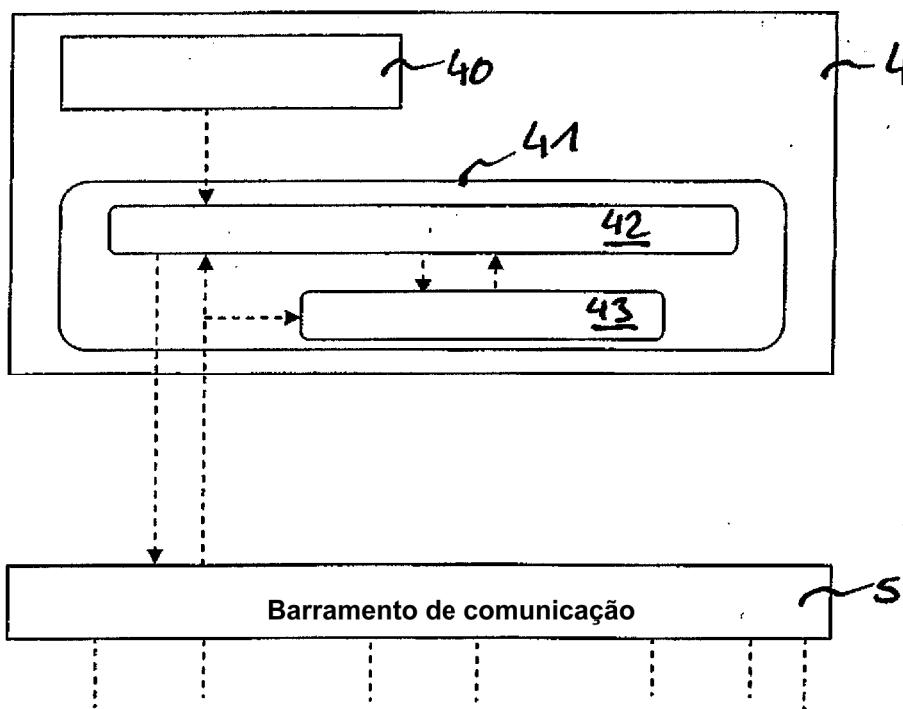


FIG.2

2/2

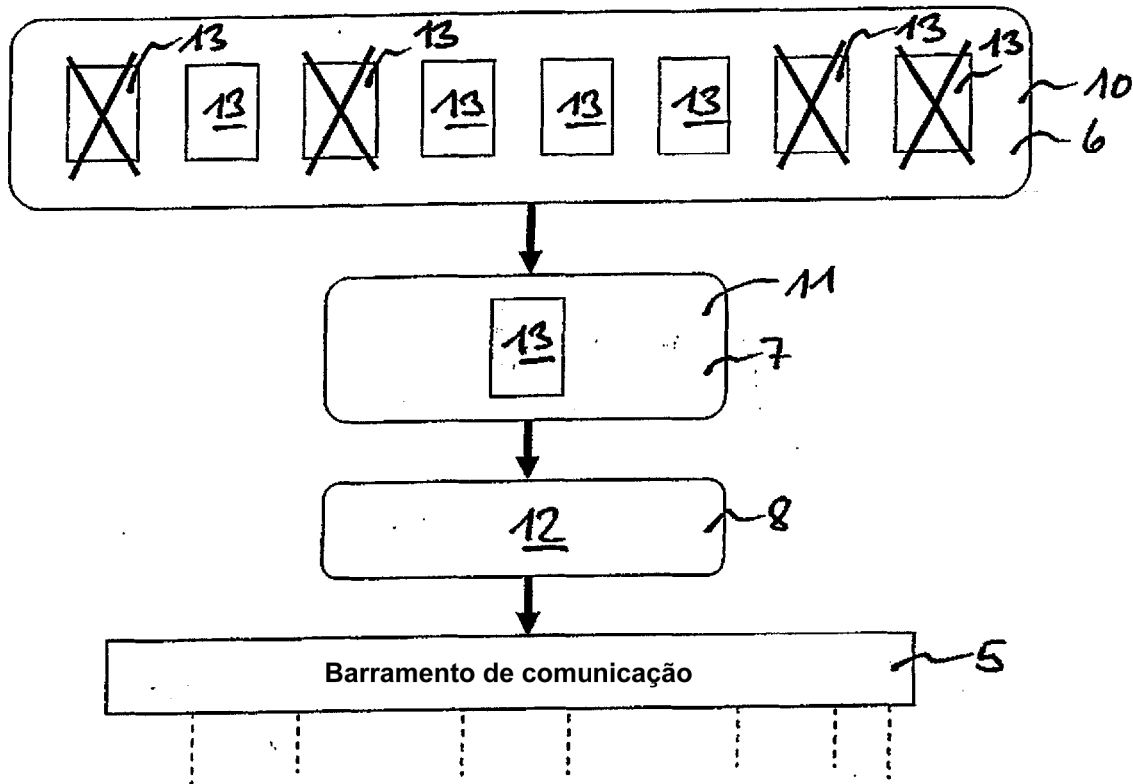


FIG.3

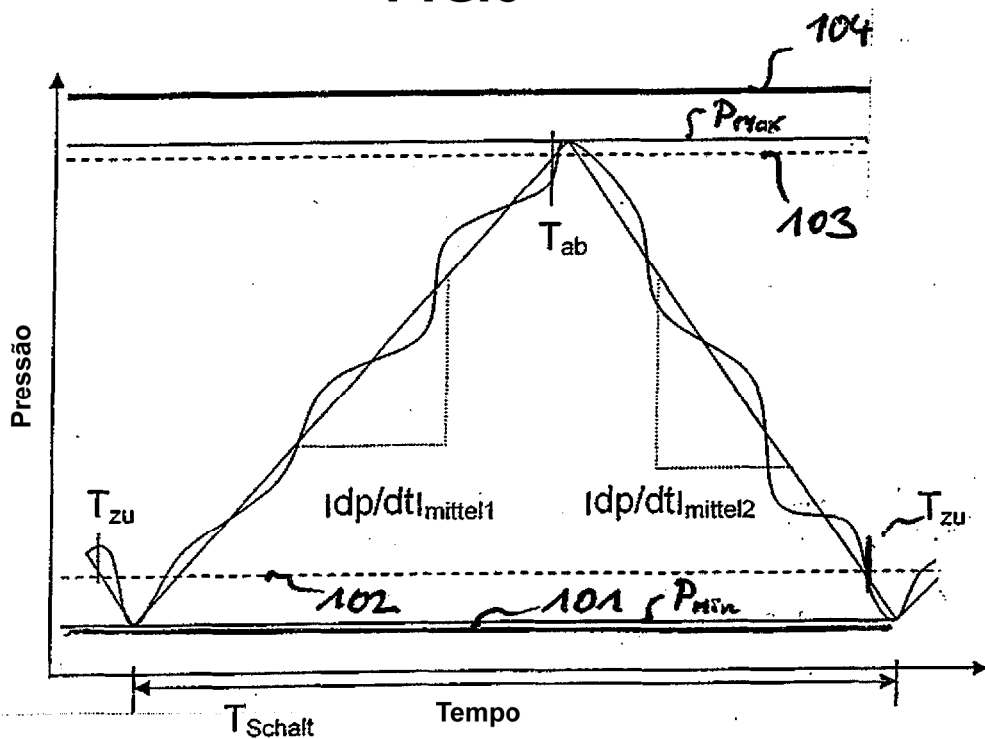


FIG.4