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

(11) PI 0708006-9 B1

(22) Data do Depósito: 18/01/2007

(45) Data de Concessão: 09/07/2019

(54) Título: DISPOSITIVO COMPRESSOR DE AR

(51) Int.Cl.: F04C 28/08; F04B 49/20.

(30) Prioridade Unionista: 31/01/2006 BE 2006/0062.

(73) Titular(es): ATLAS COPCO AIRPOWER, NAAMLOZE VENNOOTSCHAP.

(72) Inventor(es): ALEXANDER ANTOON FRANS M. SMETS.

(86) Pedido PCT: PCT BE2007000011 de 18/01/2007

(87) Publicação PCT: WO 2007/087693 de 09/08/2007

(85) Data do Início da Fase Nacional: 30/07/2008

(57) Resumo: DISPOSITIVO COMPRESSOR OTIMIZADO Trata-se de um dispositivo compressor otimizado que consiste principalmente em um invólucro (2) que contém um elemento compressor (6) que é acionado por um motor de velocidade variável (7) com uma caixa de controle (8) com um número máximo estabelecido de revoluções (Nmax) para o elemento compressor (6), um resfriamento de ar (10) quesuga o ar do ambiente através de uma entrada (11) e sopra o mesmo de volta para o ambiente através do invólucro (2) e através de um escapamento (12), e um circuito deresfriamento (13) para o resfriamento do gás que foi comprimido pelo elemento compressor (6) , caracterizado pelo fato de que uma caixa de controle (8) é equipada com um algoritmo (24) que reduz o número máximo ajustado permitidode revoluções mencionado acima (Nmax) em um nível definido assim que a temperatura ambiente monitorada (T20) se eleva em um nível máximo estabelecido (Tmax) e o número máximo ajustado permitido de revoluções (Nmax) se eleva novamente assim que a temperatura ambiente (T20) se encontra abaixo do nível mencionado acima (Tmax)

DISPOSITIVO COMPRESSOR DE AR

A presente invenção refere-se a um dispositivo compressor.

Mais particularmente, a presente invenção se refere a um dispositivo compressor do tipo velocidade variável que consiste basicamente em um invólucro com um elemento compressor no mesmo, que é acionado por motor de velocidade com um número máximo ajustado fixo de revoluções para o compressor, um resfriamento de ar que suga o ar do ambiente através de uma entrada e sopra o mesmo através de um escapamento, através deste invólucro, de volta para o ambiente e um circuito de resfriamento separado com um meio de resfriamento para resfriar o gás que foi comprimido pelo compressor ou um resfriamento do ar comprimido.

Os dispositivos compressores comuns são geralmente projetados para serem capazes de funcionar em certas condições de temperatura ambiente máxima, estas condições são chamadas como as condições.

No caso em que os limites das condições ambientais nominais foram excedidos, então, o bom funcionamento do dispositivo compressor não pode mais ser garantido e isto levará a paradas imprevisíveis do dispositivo compressor.

Em tal caso, decidiu-se usar atualmente um dispositivo compressor que é dimensionado em excesso e, portanto, gera menos calor que um dispositivo compressor menor nas mesmas condições ou para um dispositivo compressor que esteja funcionando em sua capacidade máxima através daquele número máximo permitido estabelecido fixo de revoluções do compressor ser limitado, por exemplo, através da aplicação de uma transmissão com razão de

transmissão menor que nas condições nominais. Portanto, cria-se uma reserva térmica extra que pode ser usada a fim de neutralizar a temperatura ambiente mais alta.

A desvantagem disto consiste na necessidade de um maior investimento para o dispositivo compressor e o mesmo não é otimamente utilizado sob todas as condições nominais resultando em uma perda de desempenho das condições nominais.

A presente invenção tem como objetivo proporcionar uma solução para uma ou mais desvantagens mencionadas acima ou outras, à medida que proporciona um dispositivo compressor otimizado que é equipado com um controle de auto-regulação que assegura que o dispositivo compressor também em desempenho máximo possa ser empregado em todas as temperaturas ambientes com operação de resfriamento permanentemente ótima. Para este propósito, a invenção diz respeito a um dispositivo compressor otimizado que consiste principalmente em um invólucro com um elemento compressor interno que é acionado por motor de velocidade variável motor com uma caixa de controle com um número máximo estabelecido de revoluções para o compressor, um resfriamento de ar que suga o ar do ambiente através de uma entrada e sopra o mesmo de volta para o ambiente uma vez que este passou através de um escapamento e um circuito de resfriamento para o resfriamento do gás que foi comprimido pelo compressor, caracterizado pelo fato de que a caixa de controle é equipada com um algoritmo que reduz o número ajustado permitido máximo de revoluções mencionado acima com um valor definido assim que a temperatura ambiente medida se eleva acima de um nível máximo estabelecido e o

número máximo ajustado permitido de revoluções se eleva novamente assim que a temperatura ambiente cai abaixo do nível mencionado acima.

A vantagem de tal dispositivo, de acordo com a invenção, é que, quando a temperatura ambiente se eleva acima do nível nominal ao qual o dispositivo compressor é designado, o número máximo permitido de revoluções será automaticamente reduzido, como um resultado do dispositivo compressor que irá desenvolver menos calor e da capacidade de resfriamento do resfriamento de ar ser suficiente para o compressor, mesmo nesta temperatura ambiente elevada, para manter o resfriamento suficiente a fim de evitar paradas indesejadas devido ao superaquecimento e garantir o bom funcionamento do dispositivo.

De preferência, o algoritmo mencionado acima é, adicionalmente, o número máximo estabelecido de revoluções que é adicionalmente reduzido quando a temperatura do resfriamento mencionada acima do gás comprimido é insuficiente ou a temperatura do meio de resfriamento se eleva acima de um nível estabelecido.

Através do monitoramento da temperatura do ar ambiente e/ou o resfriamento de maneira contínua ou intermitente e o ajuste do número máximo permitido estabelecido de revoluções como uma função dos resultados de medida, o dispositivo compressor será capaz de funcionar mesmo em temperaturas ambiente mais altas do que é nominalmente fornecido, de maneira permanente, em sua capacidade máxima sem risco de paradas ou danos.

Geralmente, o invólucro inclui um compartimento eletrônico que é equipado com resfriamento de ar que suga o

ar ambiente através de uma abertura e sopra o mesmo de volta para o ambiente através de uma saída, por meio da qual se evita qualquer dano causado aos componentes eletrônicos, um nível máximo é imposto para a temperatura do ar frio que é usado para este propósito. O resfriamento de ar deste compartimento eletrônico é geralmente calculado para condições nominais e ao exceder a temperatura máxima do ar frio, isto irá levar a paradas indesejadas do dispositivo compressor.

De acordo com um aspecto adicional da invenção, neste caso, um resfriamento adicional pode ser fornecido para o resfriamento do ar que funciona como um meio de resfriamento do compartimento eletrônico, por meio do qual este resfriamento é comutado somente quando a temperatura ambiente indicar a elevação acima de um nível estabelecido. Isto ocorre para manter os custos de energia tão baixos quanto possíveis.

Este resfriamento adicional pode funcionar independentemente ou pode ser usado em combinação com o algoritmo para o controle do número máximo estabelecido de revoluções do dispositivo compressor, por meio do qual este resfriamento é controlado, de preferência, pela caixa de controle do dispositivo compressor mencionada acima.

Com a intenção de mostrar as características da invenção, mais adiante neste documento, como um exemplo sem qualquer caráter limitado, uma forma preferida da modalidade do dispositivo compressor, de acordo com a invenção, é descrita com referência aos desenhos em anexo, onde:

A Figura 1 mostra esquematicamente um dispositivo

compressor otimizado, de acordo com a invenção,

As Figuras 2 e 3 mostram dois algoritmos de controle que podem ser aplicados pelo dispositivo da Figura 1.

O dispositivo compressor 1 da Figura 1 consiste basicamente em um invólucro que, neste caso, é dividido em dois compartimentos 4 e 5 através do enchimento 3, no compartimento 4 um elemento compressor 6 que é acionado por um motor de velocidade variável 7, por exemplo, um motor de freqüência controlada, com uma caixa de controle 8 com um número máximo estabelecido de revoluções Nmax e o compartimento 5 é um compartimento eletrônico em que os componentes eletrônicos 9 são encontrados, tal como, por exemplo, a caixa de controle mencionada acima 8.

O compartimento 4 é resfriado por um resfriamento de ar 10 que suga o ar ambiente através de uma entrada 11 e sopra o mesmo de volta para o ambiente através do compartimento 4 do invólucro 2 e através de um escapamento 12, conforme mostrado nas setas A. O dispositivo compressor 1 é adicionalmente equipado com um circuito de resfriamento 13 com ou sem um meio de resfriamento como óleo, água ou similar para o resfriamento do gás que é comprimido pelo compressor e através de um cano de descarga 14 160 e uma conexão 15 pode ser distribuído para uma rede de ar de descarga.

O compartimento eletrônico 5 inclui resfriamento de ar 16 que suga o ar ambiente através de uma abertura 17 e sopra o mesmo de volta para o ambiente ao longo do compartimento eletrônico 5 através de uma saída 18, como mostrado pelas setas B.

Embora na Figura 1 seja mostrado um dispositivo compressor em que o resfriamento de ar 10 e 16 dos compartimentos 4 e 5 são separados, não se excluem estes resfriamentos de ar 10 e 16 que são comuns ou que incluem partes comuns.

Adicionalmente, de acordo com a invenção, um resfriamento 19 é fornecido para o resfriamento do ar sugado através do resfriamento de ar 16.

Ademais, o dispositivo compressor 1 inclui um meio 20 para determinar a temperatura T20 do ar ambiente; um meio 21 para determinar a temperatura T21 do resfriamento 13 do compressor, por exemplo, na saída deste circuito de resfriamento 13 e um meio 22 para a determinação da temperatura T22 do ar frio que flui através do compartimento eletrônico 5 para o resfriamento do componente eletrônico 9. Estes meios 20, 21 e 22 são eletronicamente conectados à caixa de controle mencionada acima 8 através das conexões 23.

O dispositivo compressor é projetado para ser capaz de operar em condições nominais através da temperatura ambiente máxima Tmax que é estabelecida na caixa de controle 8.

A caixa de controle 8 é equipada, de acordo com a invenção, com um algoritmo 24 que é sistematizado na Figura 2 para o estabelecimento do número máximo de revoluções Nmax do elemento compressor 6, através do qual na primeira faze 25 a temperatura ambiente T20 é comparada com o nível estabelecido Tmax da temperatura ambiente e através da qual, em um uma fase seguinte 26, este número máximo permitido de revoluções Nmax com um nível definido é

reduzido assim que a temperatura ambiente T20 indicar a elevação acima de um nível máximo estabelecido Tmax e o número máximo permitido estabelecido de revoluções é novamente elevado até seu nível inicial assim que a temperatura ambiente T20 fica abaixo e acima do nível mencionado Tmax.

De preferência, o número máximo estabelecido de revoluções Nmax é ajustado pelo algoritmo em que a capacidade de resfriamento do resfriamento de ar 10 é, em todas as vezes, suficiente com a temperatura ambiente monitorada para permitir que o elemento compressor 6 opere neste número máximo estabelecido ajustado de revoluções Nmax sem o perigo de superaquecimento.

Em uma fase seguinte 27 do algoritmo 24 a temperatura T21 do meio de resfriamento do circuito de resfriamento 3 e/ou da temperatura do ar comprimido são comparadas com o nível máximo estabelecido T21max e como na fase 26 o número máximo permitido estabelecido de revoluções Nmax é novamente reduzido quando a temperatura T21 do meio de resfriamento mencionado acima se eleva acima do nível estabelecido T21max.

É claro que este algoritmo pode ser realizado de maneira contínua ou regularmente intermitente e que o valor com o qual o número máximo estabelecido de revoluções é reduzido ou ajustado pode ser uma função dos resultados de medida e, portanto, a diferença entre as temperaturas medidas e os níveis máximos estabelecidos correspondentes.

O funcionamento do dispositivo compressor 1 é simples e da seguinte forma.

Quando a temperatura ambiente T20 se eleva acima

do nível máximo estabelecido Tmax, o número máximo estabelecido de revoluções Nmax será reduzido, com um valor definido como um resultado do elemento compressor 6 que irá/pode ser acionado por um número inferior de revoluções, que resulta em uma geração de calor reduzida que é a função primária do número de revoluções do elemento compressor 6 e da pressão de compressão do gás pressurizado na saída do elemento compressor 6.

Além disso, com esta regulação existe um perigo de que a temperatura T21 do circuito de resfriamento 13 seja muito alta, o número máximo estabelecido de revoluções Nmax será ajustado em um nível ainda mais baixo, de modo que não exista não perigo de superaquecimento das partes do compressor no compartimento 4.

Deste modo, assegura-se que o dispositivo compressor 1 possa ser permanentemente acionado em um número máximo de revoluções e, portanto, com um gás pressurizado com capacidade máxima, tendo em mente, a capacidade de resfriamento disponível do resfriamento de ar 10 e do circuito de resfriamento 13. Portanto, não é necessário proporcionar qualquer resfriamento medido em excesso é geralmente o caso dos dispositivos compressores previamente conhecidos.

Esta regulação normalmente não ocorre entre o controle normal do número de revoluções do motor, mas funciona com número dinâmico limitado de revoluções.

A caixa de controle 8 pode ser opcionalmente equipada com um segundo algoritmo 28 que é esquematicamente exibido na Figura 3 e cujo propósito é assegurar a proteção dos componentes eletrônicos 9 no compartimento eletrônico

5, tendo em mente, o fato de que estes componentes 9 não podem ficar desprotegidos em altas temperaturas e que, como um resultado, a temperatura T22 do ar frio que flui através do compartimento eletrônico 5 não pode se elevar acima de um certo nível máximo crítico.

O algoritmo 28 compara a temperatura ambiente T20 em uma primeira fase 29 com um nível máximo estabelecido Tmax que pode ou não ser o mesmo que aquele usado no algoritmo 24 e compara em uma segunda fase 30 a temperatura T22 do ar frio no compartimento 5 com o nível máximo prévio estabelecido T22max.

Quando a temperatura ambiente T20 se eleva acima de T20max, o circuito de resfriamento 19 liga e o ar frio que é enviado através do compartimento eletrônico torna-se adicionalmente resfriado.

Quando tanto a temperatura ambiente T20 como a temperatura do ar frio T22 se eleva acima de seus respectivos níveis máximos estabelecidos Tmax e T22max, então, na fase 31, a capacidade de resfriamento Q do resfriamento 19 é mais alta a fim de reduzir a temperatura do ar frio T22 logo abaixo da temperatura crítica dos componentes eletrônicos 9.

Este segundo algoritmo 28 oferece as seguintes vantagens:

- o resfriamento de ar 16 não precisa ser dimensionado em excesso para reciprocar as temperaturas ambientes nominais;

- não existem perdas de energia para o resfriamento extra quando o resfriamento de ar 16 é suficiente, como no caso de temperaturas ambientes normais;

- através do resfriamento adicional do ar frio do compartimento eletrônico 5 para permitir o resfriamento logo abaixo da temperatura crítica do componente 9, a energia extra é economizada, através da capacidade de resfriamento mínima. Isto resulta na eficiência total da máquina permanecer tão alta quanto possível.

Também, o segundo algoritmo pode ser aplicado com uma certa freqüência de maneira contínua ou intermitente.

É claro que tanto o algoritmo 24 como o 28 podem ser aplicados, individualmente, separadamente ou juntos no dispositivo compressor 1. Também é claro que ambos os algoritmos podem ser aplicados na mesma caixa de controle 8 ou em caixas de controle separadas.

A presente invenção não se limita, de modo algum, à modalidade descrita por meio de exemplo e mostrada nas Figures mas, um dispositivo compressor otimizado, de acordo com a, invenção pode ser realizado em todos os formatos e dimensões sem sair do escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo compressor de ar que consiste principalmente em um invólucro (2) que contém um elemento compressor (6) que é acionado por um motor de velocidade variável (7) com uma caixa de controle (8) com um número máximo estabelecido de revoluções (Nmax) para o elemento compressor (6), um resfriamento de ar (10) que suga o ar ambiente via através de uma entrada (11) e sopra o mesmo de volta para o ambiente através do invólucro (2) e através de um escapamento (12) e um circuito de resfriamento (13) para o resfriamento do gás que foi comprimido pelo elemento compressor (6), **CARACTERIZADO** pelo fato de que a caixa de controle (8) é equipada com um algoritmo (24) que reduz o número máximo ajustado permitido de revoluções (Nmax) mencionado acima em um certo nível assim que a temperatura ambiente medida (T20) se eleva acima de um nível máximo estabelecido (Tmax) e o número ajustado permitido máximo de revoluções (Nmax) se eleva novamente assim que a temperatura ambiente (T20) se encontrar abaixo do nível mencionado acima (Tmax).

2. Dispositivo compressor de ar, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que um número máximo estabelecido de revoluções (Nmax) é ajustado através do algoritmo (24) de tal modo que a capacidade de resfriamento do resfriamento de ar (10) através da temperatura ambiente medida (T20) seja suficiente para permitir que o compressor (6) opere neste número máximo estabelecido de revoluções ajustado (Nmax) sem o perigo de superaquecimento ou paradas indesejadas.

3. Dispositivo compressor de ar, de acordo com a

reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que um algoritmo mencionado acima (24) seja de tal modo que o número máximo estabelecido de revoluções (Nmax) seja adicionalmente reduzido quando a temperatura (T21) do circuito de resfriamento mencionado acima se elevar acima de um nível estabelecido (T21max).

4. Dispositivo compressor de ar, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma temperatura (T20-T21) do ambiente e/ou o resfriamento é medido de maneira contínua ou intermitente e o número máximo estabelecido de revoluções (Nmax) é ajustado em função dos resultados medidos.

5. Dispositivo compressor de ar, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o invólucro (2) inclui um compartimento eletrônico (4) que é equipado com um resfriamento de ar (16) que suga o ar ambiente através de uma abertura (17) e sopra o mesmo através de uma saída (18) de volta para o ambiente e que o dispositivo compressor (1) inclui um resfriamento adicional (19) para o resfriamento do ar deste resfriamento de ar (16) do compartimento eletrônico (5), por meio do qual este resfriamento adicional (19) é ligado quando a temperatura ambiente (T20) indicar a elevação acima de um nível estabelecido (Tmax).

6. Dispositivo compressor de ar, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que um nível estabelecido (Tmax) da temperatura ambiente (T20) é definido pela temperatura máxima permitida do ar frio (T22) do componente no compartimento eletrônico (5).

7. Dispositivo compressor de ar, de acordo com a

reivindicação 5 ou 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a temperatura (T22) do ar que é resfriado pelo resfriamento adicional (19) é medida e que a capacidade de resfriamento (Q) deste resfriamento adicional (19) é elevada quando a temperatura medida (T22) do ar resfriado se elevar próxima a um nível máximo crítico estabelecido (T22max).

8. Dispositivo compressor de ar, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma capacidade de resfriamento (Q) do resfriamento adicional (19) é ajustado de modo que a temperatura (T22) do ar frio que flui através do compartimento eletrônico (5) fique logo abaixo do nível crítico mencionado acima (T22max).

9. Dispositivo compressor de acordo com qualquer uma das reivindicações 5, 6, 7 ou 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que um resfriamento adicional (19) é controlado através da caixa de controle mencionada acima 8 do motor (7).

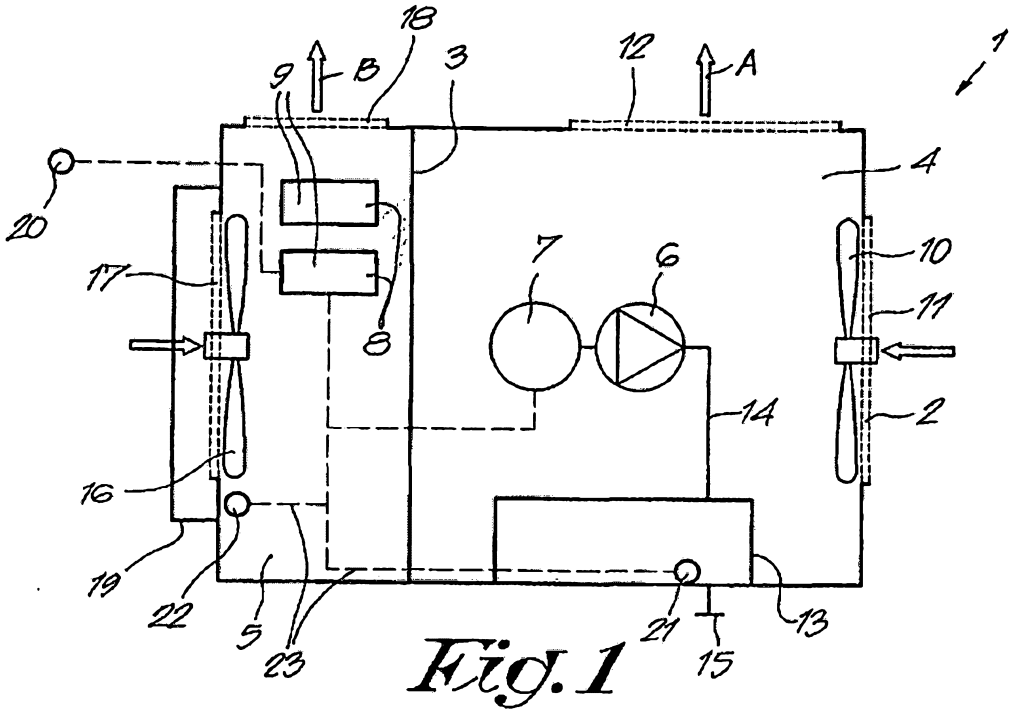

Fig.1

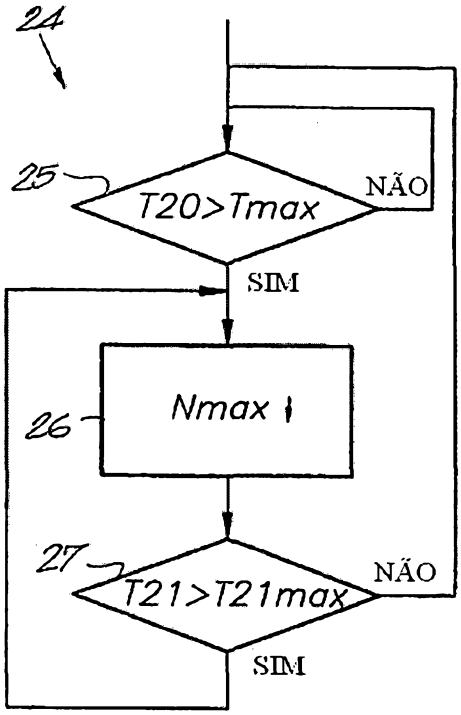

Fig.2

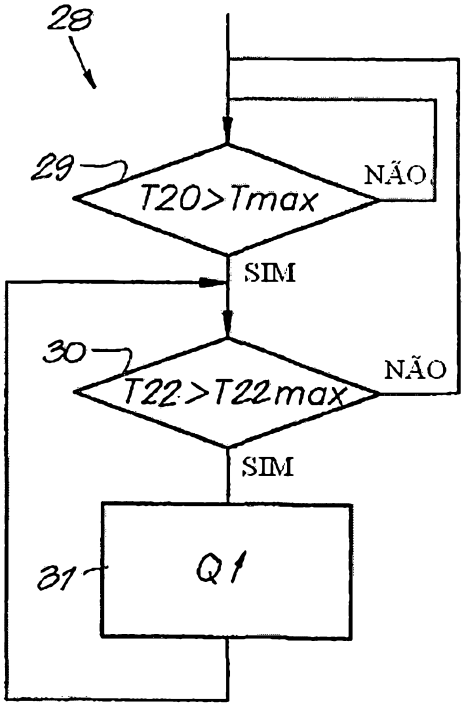

Fig.3