

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODOS DE CONTROLE DE COMPRESSOR COM DUPLA SUÇÃO PARA SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO**".

O presente pedido reivindica prioridade do pedido de patente brasileiro nº PI1005090-6 cujo conteúdo é incorporado por referência.

A presente invenção refere-se a sistema e métodos de controle de compressor de dupla sucção para aplicação em sistemas de refrigeração, capazes de atender às diferentes demandas por custo, eficiência e controle das temperaturas através de técnicas de níveis de complexidade e diferentes configurações dos elementos da malha de controle (sensores de temperatura, atuadores, controladores, etc.). Assim, a presente invenção proporciona diferentes métodos adequados para cada configuração específica.

DESCRIÇÃO DO ESTADO DA TÉCNICA

Em primeiro lugar, algumas definições e nomenclaturas que serão utilizadas ao longo do texto estão apresentadas a seguir a fim de permitir um melhor entendimento.

F_{DS} [Hz]: Frequência de comutação das linhas de sucção, ou seja, a frequência com que a passagem do gás refrigerante é comutada entre as duas linhas de sucção e conseqüentemente entre os dois circuitos de refrigeração.

P_{DS} [s]: Período de comutação das linhas de sucção, ou seja, período de tempo em que se completa um ciclo de comutação das duas linhas de sucção. Inverso de F_{DS} .

D_{DS} [%]: Razão cíclica (*duty cycle*) da sucção, ou seja, havendo duas linhas de sucção, onde a passagem do gás refrigerante pela segunda linha é complementar a da primeira linha, haverá uma razão entre o tempo de condução de cada linha e o período P_{DS} . A razão é cíclica por se referir aos tempos existentes em um período de comutação das linhas de sucção, sendo possível variá-la a cada novo período. Para identificar a razão cíclica de cada linha de sucção, estipula-se $D1_{DS}$ como sendo a razão cíclica da primeira linha de sucção e $D2_{DS}$ como sendo a razão cíclica da segunda linha. A soma de $D1_{DS}$ e $D2_{DS}$ deve ser igual a um, portanto D_{DS} refere-se ao con-

junto de valores ($D1_{DS}$, $D2_{DS}$), como por exemplo, (80, 20%), (20, 80%), (50, 50%), etc.

RPM_{DS}: Rotação do motor interno ao compressor de dupla sucção. Pode ser um valor fixo ou zero para compressores convencionais de capacidade de fixa (ou compressor ON-OFF) ou um valor qualquer dentro de uma faixa de operação, para compressores de capacidade variável. Em um compressor de dupla sucção, o valor de RPM pode ser definido para cada linha de sucção, como RPM_{EV1} e RPM_{EV2}. A capacidade de refrigeração de um compressor é proporcional a rotação do motor interno ao compressor, ou proporcional a outra forma de bombeamento do gás refrigerante, como por exemplo, através de atuadores lineares.

CAP_{COMP}: Capacidade de refrigeração de um compressor, o valor de capacidade podendo ser único ou específico para cada linha de sucção (CAP_{COMP1} e CAP_{COMP2}).

T_{DS} [N.m]: Carga do motor do compressor de dupla sucção, seja o motor de velocidade fixa ou variável. A carga será específica para cada uma das duas linhas de sucção (T_{1DS} e T_{2DS}). A carga processada pelo motor pode ser obtida de forma direta ou indireta pela aquisição de sinais elétricos do motor (tensão, corrente, defasagens, etc).

Nomenclatura adotada na sequência para elementos empregados em sistemas de refrigeração:

CDS (Comando da Dupla Sucção) Dispositivo de acionamento de válvula em compressor de dupla sucção – Circuito eletrônico capaz de acionar a válvula interna ao compressor de dupla sucção, em uma razão cíclica D_{DS}.

SET (Sensor de Estado da Temperatura) – Qualquer contato ou sinal elétrico que mude de estado, entre dois níveis, de acordo com determinados valores de temperatura, formando uma janela de histerese. Por exemplo; termostato eletromecânico e termostato eletrônico com saída a relé para acionar compressor, ou um termostato eletrônico com saída digital para comandar outro atuador que acione o compressor.

SCT (Sensor Contínuo de Temperatura) – Qualquer sensor que entregue uma grandeza física (geralmente tensão ou corrente elétrica) proporcional a um valor de temperatura (NTC, PTC, etc.).

5 *STQ (Sensor de Carga)* – Circuito eletrônico que disponibiliza um sinal elétrico proporcional a carga sendo processada pelo motor do compressor.

ETH (Electronic Thermostat) Termostato eletrônico – Circuito eletrônico com função principal de interpretar os estados ou valores dos SETs e SCTs, e acionar ou enviar comando de acionamento para o compressor.

10 *TSD (Time Starting Device)* Dispositivo de partida temporizado – Circuito eletrônico responsável por realizar partida controlada de motor de indução monofásico empregado em compressores de capacidade fixa.

15 *I-VCC (Inverter of Variable Capacity Compressor)* Inversor para Compressor de capacidade variável – Circuito eletrônico denominado Inversor de Frequência, responsável por acionar o motor ou atuador presente em compressores de capacidade variável.

CVC (Comando da Válvula do Capilar) Dispositivo de acionamento de válvula reguladora da restrição do elemento capilar – Circuito eletrônico capaz de acionar uma válvula posicionada em série com o tubo capilar do circuito de refrigeração, em uma determinada frequência e razão cíclica.

20 O compressor de dupla sucção

O compressor de dupla sucção consiste em um compressor dotado de duas linhas de sucção cuja comutação ocorre internamente ao compressor, em um ciclo de trabalho complementar. A comutação se faz por meio de uma válvula, que comutando uma vez a cada período de tempo P_{DS} , distribui a vazão do gás por uma das linhas de sucção em um período $D1_{DS}$ x P_{DS} , e pela segunda linha de sucção em um período $(1-D1_{DS})$ x P_{DS} . A comutação da válvula é feita através de corrente elétrica aplicada por um atuador externo C_{DS} .

Sobre as possíveis configurações do Sistema de Refrigeração

30 O compressor de dupla sucção, sendo dotado de motor ou atuador de velocidade fixa ou variável, pode ser empregado em diferentes tipos de sistemas de refrigeração, classificados pela sua complexidade. Faz-se

esta classificação para facilitar o entendimento dos métodos de controle a serem propostos, pois os mesmos são adequados para diferentes objetivos de custo, eficiência, desempenho, etc.:

Sistema de baixa complexidade:

- 5 Prioriza a competitividade do produto pelo menor custo dos elementos empregados. Em geral, utiliza um compressor com motor de rotação fixa ("compressor ON-OFF"), termostato eletro-mecânico com controle por histerese de temperatura (liga, desliga). Em alguns casos, o termostato pode ser eletrônico para obter melhor ajuste da janela de histerese das temperatu-
10 ras controladas.

Sistema de média complexidade:

- Prioriza a competitividade do produto pelo equilíbrio entre custo e desempenho por consumo ou controle de temperatura. Em geral, utiliza-se um elemento adicional ou de maior complexidade para melhorar o controle
15 da temperatura em um ou mais compartimentos, ou reduzir o consumo de energia. Por exemplo, este elemento pode ser um compressor com motor ou atuador de velocidade ou deslocamento variável (*Variable Capacity Compressor*, ou "compressor VCC", também designado como tendo capacidade realizada através da variação escalonada em seu estado de operação), ou
20 válvulas reguladoras da vazão junto aos elementos capilares de cada circuito de refrigeração. O termostato pode ser tanto eletromecânico quanto eletrônico.

Sistema de alta complexidade:

- Prioriza a competitividade do produto pelo melhor desempenho
25 (menor consumo, melhor controle das temperaturas, melhor design, etc.). Em geral, utiliza-se uma configuração dotada de vários elementos de maior complexidade. Por exemplo, esta configuração pode possuir um compressor de capacidade variável, válvulas reguladoras da vazão junto aos elementos capilares, termostato eletrônico com leitura de vários sensores distribuídos
30 em cada compartimento, etc.

OBJETIVOS DA INVENÇÃO

Os objetivos da presente invenção consistem em prover siste-

mas e métodos de controle de compressor de dupla sucção para aplicação em sistemas de refrigeração, capazes de atender às diferentes demandas por custo, eficiência e controle das temperaturas através de dispositivos e técnicas de níveis de complexidade e diferentes configurações dos elementos da malha de controle (sensores de temperatura, atuadores, controladores, etc.).

BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

Os objetivos da invenção são alcançados através de um sistema de controle de compressor de dupla sucção para aplicação em sistemas de refrigeração, o sistema de refrigeração compreendendo pelo menos dois evaporadores, o compressor de dupla sucção sendo controlável para alternar a sua capacidade de compressão.

Os objetivos da invenção são alcançados através de um método de controle de compressor de dupla sucção para aplicação em sistemas de refrigeração, o sistema de refrigeração compreendendo pelo menos dois evaporadores, um compressor de dupla sucção do tipo ON-OFF, um sensor de temperatura do tipo SET, o método sendo caracterizado pelo fato de que compreende uma etapa de configuração de acionamento e controle de um compressor ON-OFF de dupla sucção com razão cíclica fixa, onde controle de ligar/desligar o compressor venha de um único elemento SET.

Os objetivos da invenção são também alcançados através de um método de controle de compressor de dupla sucção para aplicação em sistemas de refrigeração, o sistema de refrigeração compreendendo pelo menos dois evaporadores, um compressor de dupla sucção do tipo ON-OFF, dois sensores de temperatura do tipo SET, o método sendo caracterizado pelo fato de que compreende uma etapa de configuração de acionamento e controle de um compressor ON-OFF de dupla sucção com dois valores fixos para a razão cíclica, havendo dois sensores de temperatura do tipo SET, o compressor sendo desligado quando ambos os termostatos atingem seus respectivos valores de referência de temperatura (set-points).

Os objetivos da invenção são também alcançados através de um método de controle de compressor de dupla sucção para aplicação em sis-

temas de refrigeração, o sistema de refrigeração compreendendo pelo menos dois evaporadores, um compressor de dupla sucção do tipo ON-OFF, dois sensores de temperatura do tipo SET, o método sendo caracterizado pelo fato de que compreende uma etapa de configuração de acionamento e controle de um compressor ON-OFF de dupla sucção com três ou mais valores fixos para a razão cíclica, a razão cíclica sendo escolhida dentre os três ou mais valores fixos, pela lógica de controle que se baseia na leitura dos estados dos dois termostatos.

Os objetivos da invenção são também alcançados através de um método de controle de compressor de dupla sucção para aplicação em sistemas de refrigeração, o sistema de refrigeração compreendendo pelo menos dois evaporadores, um compressor de dupla sucção do tipo ON-OFF, dois sensores de temperatura do tipo SET ou SCT, o método sendo caracterizado pelo fato de que compreende uma etapa de configuração de acionamento e controle de um compressor ON-OFF de dupla sucção com razão cíclica variável e contínua dentro de uma faixa de trabalho de 0 a 100%, definida com base na leitura de ambos os termostatos, sejam eles do tipo SET ou SCT.

Os objetivos da invenção são também alcançados através de um método de controle de compressor de dupla sucção para aplicação em sistemas de refrigeração, o sistema de refrigeração compreendendo pelo menos dois evaporadores, um compressor de dupla sucção do tipo ON-OFF, um ou dois sensores de temperatura do tipo SET ou SCT, um sensor STQ de carga T_{DS} do motor, o método sendo caracterizado pelo fato de que compreende uma etapa de configuração de acionamento e controle de um compressor ON-OFF de dupla sucção com razão cíclica variável e contínua dentro de uma faixa de trabalho de 0 a 100%, definida com base na leitura de um único sensor de temperatura posicionado em um dos dois evaporadores, e na leitura da carga processada pelo motor (seja ele um motor rotativo ou um atuador linear) para cada linha de sucção.

Os objetivos da invenção são também alcançados através de um método de controle de compressor de dupla sucção para aplicação em sis-

temas de refrigeração, o sistema de refrigeração compreendendo pelo menos dois evaporadores, um compressor de dupla sucção de capacidade variável (ou compressor VCC), dois sensores de temperatura, o método sendo caracterizado pelo fato de que compreende uma etapa de configuração em que o controle do sistema define qual é a capacidade requerida por cada compartimento do sistema, regulando estas capacidades através de ajustes na razão cíclica da sucção e através da capacidade do compressor.

Os objetivos da invenção são também alcançados através de um método de controle de compressor de dupla sucção para aplicação em sistemas de refrigeração, o sistema de refrigeração compreendendo pelo menos dois evaporadores, um compressor de dupla sucção de capacidade variável, um ou dois sensores de temperatura do tipo SET ou SCT, um sensor de carga T_{DS} do motor, o método sendo caracterizado pelo fato de que compreende uma etapa de configuração em que tanto a razão cíclica, variável e contínua dentro de uma faixa de trabalho, quanto as capacidades do compressor CAP_{COMP1} e CAP_{COMP2} , ou uma combinação das duas variáveis de ação, são definidas com base nas leituras de um ou dois sensores de temperatura do tipo SET ou SCT e nas leituras de carga $T1_{DS}$ e $T2_{DS}$.

Os objetivos da invenção são também alcançados através de um método de controle de compressor de dupla sucção para aplicação em sistemas de refrigeração, o sistema de refrigeração compreendendo um compressor com pelo menos duas sucções, dois evaporadores, um condensador, pelo menos um sensor de temperatura localizado em um dos compartimentos a serem refrigerados, dotado de capilares ligados a cada um dos evaporadores, e de pelo menos uma válvula de controle do fluxo de uma das sucções, um controle eletrônico operativamente ligado ao compressor e a válvula de controle de sucção, capaz de pelo menos detectar o ponto de carga do compressor por um processo que pode ser a observação da corrente de entrada ou pela observação da defasagem entre a corrente e a tensão aplicadas ao motor do compressor, e de controlar o estado de abertura ou fechamento da válvula de sucção, sendo que o compressor tem seu estado de operação ligado ou desligado determinado a partir da observação da

temperatura em pelo menos um dos compartimentos, caracterizado pelo fato do controlador eletrônico manter a válvula de sucção alternativamente aberta e fechada, numa relação de tempos calculada segundo uma função matemática que considera parâmetros fixos relacionados com características predefinidas do sistema de refrigeração, e parâmetros de carga medidos no compressor quando ligado alternativamente a linha de sucção do refrigerador ou do freezer.

Pormenorizadamente, os objetivos são alcançados através de um método de controle e ajuste das capacidades de refrigeração de um sistema de refrigeração equipado com compressor de dupla sucção, o sistema de refrigeração compreendendo compartimentos a serem refrigerados e compreendendo ao menos dois evaporadores 20 posicionados nos compartimentos a serem refrigerados 60,70, o compressor 10 de dupla sucção sendo controlável para alternar a sua capacidade de compressão, o método sendo caracterizado pelo fato de que compreende etapas de: (i) continuamente medir ao menos uma temperatura proveniente de um sensor de temperatura SET,SCT associado a, ao menos um dos evaporadores 20 e (ii) atuar na capacidade de compressão do compressor 10, a partir da medição da etapa (i).

Também, pormenorizadamente, os objetivos são alcançados através de um sistema de controle de compressor de dupla sucção 10 para aplicação em sistemas de refrigeração, o sistema de refrigeração compreendendo pelo menos dois evaporadores 20, posicionados nos compartimentos a serem refrigerados 60,70, o compressor 10 de dupla sucção SC_1, SC_2 sendo controlável para alternar a sua capacidade de compressão, o compressor sendo controlado por um controle eletrônico 90, o sistema sendo **caracterizado** pelo fato de que compreende ao menos dois evaporadores 20; o controle eletrônico sendo configurado para atuar na capacidade de compressão do compressor 10, a partir da medição de ao menos um sensor de temperatura SET,SCT associado a, ao menos um dos evaporadores 20; Bem como através de um sistema de controle de compressor de dupla sucção 10 para aplicação em sistemas de refrigeração, o sistema de refrigeração sendo ca-

racterizada pelo fato de que compreendendo: um compressor 10 com pelo menos duas sucções SC_1, SC_2 , pelo menos dois evaporadores 20, posicionados nos compartimentos a serem refrigerados 60,70, pelo menos um sensor de temperatura SET,SCT localizado em um dos compartimentos a serem refrigerados 60,70, dotado de capilares ligados a cada um dos evaporadores, e de pelo menos uma válvula de controle do fluxo de uma das sucções SC_1, SC_2 , um controle eletrônico 90 operativamente ligado ao compressor 10 e à válvula de controle de sucção, o controle eletrônico sendo configurado para detectar uma carga do compressor 10 e de controlar um estado de abertura ou fechamento da válvula de sucção, o compressor tendo seu estado de operação ligado ou desligado determinado a partir da observação de uma temperatura (T_1, T_2) em pelo menos um dos compartimentos a serem refrigerados 60,70, o controlador eletrônico 90 mantendo a válvula de sucção alternativamente aberta e fechada, numa relação de tempos calculada a partir da medição de ao menos um sensor de temperatura SET,SCT associado a, ao menos um dos evaporadores 20.

Finalmente, pormenorizadamente, os objetivos são alcançados através de um refrigerador que compreende um circuito de refrigeração que inclui um compressor 10 compreendendo ao menos duas sucções SC_1, SC_2 , o refrigerador compreendendo compartimentos a serem refrigerados e compreendendo ao menos dois evaporadores 20 posicionados nos compartimentos a serem refrigerados 60,70; um controle eletrônico operativamente ligado ao compressor e à válvula de controle de sucção; pelo menos uma válvula de controle do fluxo para seccionar a conexão fluida de uma das sucções para um dos evaporadores 20; o **refrigerador sendo caracterizado pelo fato de que** o controle eletrônico 90 é configurado para medir ao menos uma variável de comportamento do circuito de refrigeração para seletivamente comandar válvula de sucção e alternar um estado de operação de um dos evaporadores 20 em uma proporção de alternância estabelecida pela relação de medidas de ao menos uma variável de comportamento do circuito de refrigeração.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

A presente invenção será, a seguir, mais detalhadamente descrita com base em figuras:

Figura 1 – ilustra um exemplo de aplicação de um compressor de dupla sucção em um sistema com dois evaporadores. É ilustrado na figura, o elemento CDS para acionamento da válvula da dupla sucção interna ao compressor; o compressor com suas duas linhas de sucção; os dois evaporadores, cada um com seu meio de sensoriamento de temperatura, podendo ser por elemento SET (ex.: termostato eletromecânico) ou SCT (ex.: NTC); os elementos opcionais CVC e respectivas válvulas reguladoras da restrição do elemento capilar;

Figura 2 – ilustra duas formas usuais de sensoriamento de temperatura no compartimento ao qual cada evaporador é acoplado. Na figura 2a, há um elemento SET, geralmente sendo um contato de termostato eletromecânico. Na figura 2b, a temperatura é mensurada através de um elemento SCT, sendo que a informação é processada por um controle eletrônico ETH para uma posterior tomada de ação. O elemento ETH pode enviar sinais de comando à outro controle eletrônico para acionamento de algum atuador no sistema, como por exemplo, para um elemento CDS responsável pelo acionamento da válvula do compressor de dupla sucção. Os sinais de comando (neste exemplo da figura, como sendo a referência para D_{DS}) podem ser discretos (ligado ou desligado) ou contínuos. Os níveis de temperatura obtidos pelo elemento SCT podem ainda, ser processados por controles eletrônicos integrados, conforme se sugere em 8;

Figura 3 – ilustra um diagrama clássico de uma malha de controle;

Figura 4 – ilustra um exemplo de controle de um compressor de dupla sucção, onde há informação de apenas um sensor de temperatura, neste caso, um elemento SET. A razão cíclica D_{DS} possui um único valor fixo, aplicado ao compressor sempre que este for acionado;

Figura 5 – ilustra um exemplo de controle de um compressor de dupla sucção, onde há informação de dois sensores de temperatura, neste

caso, dois elementos SET. A razão cíclica D_{DS} possui dois valores fixos, aplicados ao compressor sempre que este for acionado, e seguindo uma lógica relacionada à informação dos sensores de temperatura;

Figura 6 – ilustra um exemplo de controle de um compressor de dupla sucção, onde há informação de um sensor de temperatura, neste caso, um elemento SET. O elemento CDS aciona a válvula da sucção com razão cíclica D_{DS} e possui integrado, um sensor de carga STQ do motor do compressor (para sensoriamento de T_{DS});

Figura 7 – ilustra um exemplo de controle de um compressor de capacidade variável de dupla sucção, onde há informação de dois sensores de temperatura, neste caso, dois elementos SET. O elemento CDS aciona a válvula da sucção com razão cíclica D_{DS} e está integrado com o inversor I-VCC e sensor de carga STQ. O inversor I-VCC pode acionar o compressor com capacidades distintas para $D1_{DS}$ e $D2_{DS}$; e

Figura 8 – ilustra um exemplo de controle de um compressor de capacidade variável de dupla sucção, onde há informação de dois sensores de temperatura, neste caso, dois elementos SCT conectados a um controle único composto por termostato ETH, um elemento CDS que aciona a válvula da sucção com razão cíclica D_{DS} , um inversor I-VCC com sensor de carga STQ, e controles CVC.

Figura 9 - representa a topologia do motor a indução monofásico com as chaves SP e SA de controle para o enrolamento da bobina principal P e bobina de partida A. Também representa as tensões de alimentação VR e a corrente no enrolamento principal IP. O nível de corrente (IP) observado na bobina principal (P) é proporcional ao nível de carga (torque T) aplicado ao motor.

Figura 10 - esses diferentes pontos de carga ou torque (Carga 1 e Carga 2) implicam em níveis de corrente (IP1 e IP2).

Figuras 11 e 12 - representam os níveis de corrente observados no enrolamento de funcionamento do motor quando operando com cargas diferentes (Carga 1 e Carga 2), sendo também representado a defasagem ($F1$, $F2$) entre o vetor de corrente (IP) e o vetor de tensão (VR) da rede, res-

pectivamente. Esse ângulo altera com o nível de carga (Carga) do motor.

Figura 13 - representa o sistema de controle completo ligado ao compressor, sendo que o modulo de controle (Controle) recebe a informação de tensão da rede (VR), a informação de corrente no enrolamento principal do motor (IP), sendo que esse nível de corrente altera entre os valores (IP1 e IP2) dependendo se o compressor está conectado a sucção 1 ou sucção 2. Esse controle (Controle) calcula de acordo com essas informações de carga e parâmetros predefinidos, os momentos em que a válvula de sucção deve ser acionada (CDS) através do sinal de controle (comando para válvula de sucção).

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS FIGURAS E DA INVENÇÃO

Sobre os elementos e variáveis da malha de controle

Considerando o diagrama clássico de uma malha de controle (Figura 3), faz-se um breve descritivo dos elementos existentes em um sistema de refrigeração dotado de compressor de dupla sucção.

PLANTA

A planta a ser controlada é composta no mínimo pelos elementos passivos em um circuito de refrigeração, como os elementos de troca de calor (condensador 30 e evaporador 20) e de restrição (capilar). Os compartimentos a serem refrigerados são componentes indiretos da planta por estarem acoplados termicamente aos evaporadores.

Para os casos onde se emprega o compressor de dupla sucção, há pelo menos dois evaporadores, onde cada um está acoplado a um distinto compartimento do sistema de refrigeração (como por exemplo, um compartimento freezer e um compartimento refrigerador).

ATUADORES

Os atuadores são os elementos ativos dentro de um circuito de refrigeração, como o compressor (neste caso, de dupla sucção), a válvula interna ao compressor para comutar a linha de sucção, e uma ou duas válvulas reguladoras da restrição do elemento capilar de cada evaporador. Outros atuadores podem estar presentes, dependendo da complexidade e abran-

gência da planta, como por exemplo, *dampers*, ventiladores, válvulas de bloqueio, etc.

O compressor de dupla sucção pode ser dotado de motor convencional ou de rotação variável, motor linear de deslocamento e frequência
5 fixa ou variável. No compressor de capacidade fixa, ou “ON-OFF”, há dois estados (desligado e ligado), onde a capacidade de bombeamento do gás refrigerante é fixa quando ligado. No compressor de capacidade variável, ou “VCC – *Variable Capacity Compressor*”, a capacidade de bombeamento do gás refrigerante é regulada de acordo com a rotação do motor ou deslocamento e frequência de um atuador linear, sendo que pode haver uma capacidade específica para cada uma das duas linhas de sucção.
10

No caso da válvula interna ao compressor de dupla sucção, esta atua distribuindo o gás refrigerante para as duas linhas de sucção, onde sempre haverá uma das linhas conduzindo o gás e nunca duas linhas conduzindo no mesmo instante ($D1_{DS} + D2_{DS} = 1$). O atuador da linha de sucção do compressor opera em uma frequência alta se comparada a dinâmica do sistema de refrigeração, assim, os dois evaporadores conduzem o refrigerante com uma pulsação proveniente da comutação da válvula de sucção praticamente imperceptível para a capacidade de troca de calor dos evaporadores.
15
20

Em sistemas de alta complexidade, pode-se ter a presença de válvulas reguladoras da restrição dos capilares. Estes atuadores operam em uma frequência distinta daquela utilizada para comutar a válvula interna ao compressor de dupla sucção, de forma a evitar instabilidades no sistema.
25 Em um sistema dotado de compressor de dupla sucção e pelo menos dois evaporadores, cada evaporador possui seu elemento capilar, e, portanto, cada evaporador pode ter associado uma válvula reguladora da restrição em série com seu capilar.

CONTROLADOR

30 É o elemento responsável por comandar os atuadores conforme o valor de erro entre a variável de referência e o valor real da grandeza controlada. O controlador pode ser de baixíssima complexidade, sendo apenas um

comando de ligar e desligar, como pode ser gradualmente mais complexo, podendo receber e interpretar informações referentes a várias grandezas da planta, e comandando vários atuadores simultaneamente através de sinais discretos ou contínuos.

- 5 Em um sistema de baixa complexidade, equipado com compressor de dupla sucção, o controlador irá receber, no mínimo, informações de temperatura de um ou mais termostatos eletromecânicos. E com base na sua lógica de controle, irá comandar os atuadores: válvula da sucção e motor do compressor.
- 10 Em um sistema de alta complexidade, equipado com compressor de dupla sucção de capacidade variável, e ainda, válvulas reguladoras para um ou mais capilares, o controlador poderá receber um conjunto maior de informações, como a temperatura real em diferentes pontos do sistema, carga processada pelo motor interno ao compressor, consumo do compressor,
- 15 etc. E com base na sua lógica de controle, irá comandar os diversos atuadores: válvula da sucção do compressor, velocidade ou deslocamento do motor para cada linha de sucção, válvula(s) reguladora(s) do(s) capilar(es), etc.

SENSORES

- 20 O sensor mais elementar em um sistema de refrigeração é o sensor de temperatura, ou termostato, podendo ser do tipo SET (geralmente eletro-mecânico) ou SCT (sensores acoplados a um controle eletrônico, ou termostato eletrônico). O primeiro tipo, SET eletro-mecânico, é amplamente utilizado em sistemas de refrigeração de menor custo e baixa complexidade, e fornece uma informação de estado do sistema, ou seja, se a temperatura
- 25 mensurada atingiu um dos dois valores que determinam uma janela de histerese. No caso do termostato do tipo SCT eletrônico, de maior complexidade e custo, faz-se uma medida contínua e real da temperatura (salvo os erros de medição provenientes da tolerância do sensor de temperatura, qualidade do acoplamento térmico, etc.). A informação da temperatura real é proces-
- 30 sada por um circuito eletrônico, onde neste processo, faz-se a tradução do valor de temperatura em sinais elétricos para conseqüentes ações de controle do sistema de refrigeração.

Como forma indireta de realizar o sensoriamento do trabalho sendo realizado por um circuito de refrigeração, pode-se realizar o sensoriamento da carga processada pelo motor utilizado no compressor, seja ele de velocidade ou deslocamento fixo ou variável. O sensor de carga STQ é composto por sua vez, por sensores que monitoram grandezas elétricas do motor (como corrente, tensão, frequência, defasagem, etc).

Outros tipos de sensores podem estar presentes em sistemas de refrigeração equipados com o compressor de dupla sucção, como por exemplo, sensores de consumo de energia elétrica, sensores de abertura de porta, sensores de pressão, etc.

REFERÊNCIAS - $r(t)$:

São os valores desejáveis para as grandezas controladas. Em um sistema de refrigeração com compressor de dupla sucção, em geral, as referências estão relacionadas as temperaturas nos evaporadores (ou nos compartimentos), nos valores de carga do motor para cada uma das duas sucções, etc.

DISTÚRBIOS - $d(t)$:

É toda interferência externa a planta do sistema. Em qualquer sistema de refrigeração, os distúrbios mais comuns são abertura de porta e adição de carga térmica em um ou mais compartimentos.

GRANDEZAS CONTROLADAS:

São todas as grandezas físicas que se deseja controlar. Tais grandezas podem ser monitoradas de forma direta ou indireta através dos sensores; ou estimadas com base em um modelo teórico do sistema.

Dependendo da complexidade do sistema de refrigeração equipado com compressor de dupla sucção, tais grandezas podem ir de uma única temperatura até um conjunto de variáveis a serem priorizadas entre si (temperaturas, consumo, velocidade de resposta, etc.).

VARIÁVEIS DE AÇÃO - ON-OFF, CAP_{COMP} , D_{DS} , etc.:

São variáveis de comando discretas ou contínuas aplicadas aos atuadores. Em um sistema de refrigeração com compressor de dupla sucção, as principais variáveis de ação estão relacionadas a operação do com-

pressor (ligado, desligado, valor de capacidade) e a operação da válvula interna ao compressor (razão cíclica e frequência de comutação da válvula).

Sobre o ajuste da capacidade para dois circuitos de refrigeração

Em um sistema de refrigeração equipado com compressor de dupla sucção, há pelo menos dois evaporadores com capacidades de refrigeração determinadas pela razão cíclica da válvula interna ao compressor. Como a válvula é comutada em uma frequência alta se comparada a dinâmica do sistema de refrigeração, os evaporadores conduzem o refrigerante com uma pulsação praticamente imperceptível para a capacidade de troca de calor (CAP_{EV}) dos evaporadores.

Assim, viabiliza-se uma capacidade de refrigeração própria para cada evaporador (CAP_{EV1} , CAP_{EV2}) que pode ser variável de acordo com a razão cíclica da válvula interna ao compressor, e do valor da capacidade do compressor.

Em um sistema onde o compressor é de capacidade fixa (ON-OFF), a variação da capacidade de cada evaporador é dependente da do outro, já que as razões cíclicas das duas sucções são complementares ($D1_{DS} + D2_{DS} = 1$). Ou seja, com o compressor ligado:

$$\begin{aligned} CAP_{EV1} &\propto CAP_{COMP} \times D1_{DS} \\ CAP_{EV2} &\propto CAP_{COMP} \times (1 - D1_{DS}) \\ CAP_{COMP} &\propto CAP_{EV1} + CAP_{EV2} \end{aligned}$$

Onde: CAP_{COMP} = Capacidade entregue pelo compressor;

CAP_{EV1} = Capacidade do evaporador 1;

CAP_{EV2} = Capacidade do evaporador 2.

Em um sistema onde o compressor é de capacidade variável, a variação da capacidade de cada evaporador pode ser controlada dentro de uma faixa mais larga, e até mesmo desacoplada dentre os dois evaporadores através do ajuste independente de cada capacidade do compressor para cada linha de sucção. Tomando por exemplo, um compressor de capacidade variável equipado com motor rotativo, e estando o motor ligado numa rotação de mesmo valor para as duas linhas de sucção (RPM_{SET}), a variação da

capacidade de cada evaporador dependerá desta rotação e da razão cíclica da sucção:

$$CAP_{EV1} \propto \frac{RPM_{SET}}{RPM_{MAX}} \times D1_{DS}$$

$$CAP_{EV2} \propto \frac{RPM_{SET}}{RPM_{MAX}} \times (1 - D1_{DS})$$

$$CAP_{COMP} \propto CAP_{EV1} + CAP_{EV2}$$

- 5 Onde: RPM_{SET} = Rotação do motor, mantida igual para as duas linhas de sucção;

RPM_{MAX} = Rotação máxima do motor do compressor VCC.

Com o compressor VCC de motor rotativo operando em uma rotação distinta para cada uma das duas linhas de sucção, a variação da capacidade pode ser feita de maneira independente para cada evaporador:

- 10

$$CAP_{EV1} \propto \frac{RPM_{EV1}}{RPM_{MAX}} \times D1_{DS}$$

$$CAP_{EV2} \propto \frac{RPM_{EV2}}{RPM_{MAX}} \times (1 - D1_{DS})$$

$$CAP_{COMP} \propto CAP_{EV1} + CAP_{EV2}$$

Onde: RPM_{EV1} e RPM_{EV2} = Rotação do motor, para cada uma das linhas de sucção.

15 Métodos de controle propostos para o Compressor de Dupla Sucção

- São propostos métodos de controle para sistemas de refrigeração equipados com compressor de dupla sucção, seja ele de capacidade fixa ou variável. Os métodos são citados em ordem crescente de complexidade do sistema, procurando apontar as vantagens competitivas para cada solução, seja por baixo custo, por baixo erro de temperatura, pelo menor consumo, etc.

1. *Sistema com pelo menos dois evaporadores, com compressor de dupla sucção do tipo ON-OFF, um único sensor de temperatura do tipo SET, e um único valor da razão D_{DS} :*
- 25 O que: Configuração de acionamento e controle de um compressor ON-OFF de dupla sucção com razão cíclica (D_{DS}) fixa, onde controle de ligar/desligar o compressor venha de um único elemento SET (ex.: contato de

termostato eletro-mecânico). A figura 4 exemplifica a configuração, onde o elemento SET é um contato que além de alimentar o compressor, também alimenta o elemento CDS 90.

SET	D1 _{DS}	D2 _{DS}	Compressor
OFF	OFF	OFF	OFF
ON	D _{FIXO}	1-D _{FIXO}	ON

Por que: Ter uma opção para aplicações de baixo custo, onde há um único termostato eletromecânico e a eletrônica CDS 90 acione as sucções numa razão cíclica fixa, definida, por exemplo, através de um temporizador simples e de menor custo.

Nota 1: Há 1 elemento SET (ex.: termostato eletromecânico) e 1 valor para a razão cíclica D_{DS}.

Nota 2: Aqui, um dos evaporadores estará em "malha aberta", seguindo o ciclo do outro evaporador monitorado pelo termostato.

2. *Sistema com pelo menos dois evaporadores, com compressor de dupla sucção do tipo ON-OFF, dois sensores de temperatura do tipo SET, e dois valores possíveis para a razão DDS:*

O que: Idem configuração anterior, porém com dois valores fixos para a razão cíclica D_{DS} (ex.: 80, 20% e 20, 80%), sendo um primeiro valor D1'_{DS} maior que D2'_{DS} e um segundo valor D1''_{DS} menor que D2''_{DS}, havendo dois sensores de temperatura do tipo SET (ex.: dois termostatos eletromecânicos). Neste caso, o compressor é desligado quando ambos os termostatos atingem seus respectivos valores de referência de temperatura (*set-points*). Caso o evaporador que esteja recebendo, neste exemplo, 80% da capacidade do compressor, atinja sua temperatura de *set-point* antes do outro, o controle CDS da válvula de sucção poderá modificar a razão cíclica D_{DS} para seu segundo valor fixo, aplicando a maior capacidade àquele evaporador no qual o termostato ainda não tenha atingido seu *set-point*. A figura 5 exemplifica a configuração, onde os elementos SETs são contatos de termostatos eletromecânicos, que além de alimentar o compressor, também alimentam o elemento CDS 90. A alimentação do elemento CDS 90, porém, pode ser independente dos elementos SET.

SET1	SET2	D1DS	D2DS	Compressor
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
OFF	ON	$1-D2''_{DS}$	$D2''_{DS} > D1''_{DS}$	ON
ON	OFF	$1-D2'_{DS}$	$D2'_{DS} < D1'_{DS}$	ON
ON	ON	$1-D2_{DS}$	$D2'_{DS}$ ou $D2''_{DS}$	ON

Por que: Reduzir o erro da temperatura não controlada na solução da configuração anterior. A razão cíclica alta (ex.: freezer 80%, refrigerador 20%) gera capacidade em excesso no freezer 60 (primeiro ambiente refrigerado), e gera deficiência de capacidade no refrigerador 70 (segundo ambiente refrigerado). Razão cíclica baixa é o inverso. Haverá nesta configuração, um elemento SET (termostato) dominante, ou aquele que chega primeiro ao seu *set-point*.

Nota 1: Há 2 elementos SET (termostatos eletromecânicos) e 2 valores possíveis para a razão cíclica D_{DS} .

Nota 2: Os dois evaporadores estarão em malha fechada, porém um deles terá prioridade, fazendo com que a temperatura em um segundo evaporador ainda possa excursionar fora dos limites da histerese do seu termostato. Para reduzir este erro, sugere-se a configuração seguinte.

3. *Sistema com pelo menos dois evaporadores, com compressor de dupla sucção do tipo ON-OFF, dois sensores de temperatura do tipo SET, e três ou mais valores possíveis para a razão DDS:*

O que: Idem configuração anterior, porém com três ou mais valores fixos para a razão cíclica D_{DS} (ex.: 50, 50%; 20, 80% e 80, 20%), havendo dois elementos SET. A razão cíclica D_{DS} é escolhida dentre os três ou mais valores fixos, pela combinação dos dois termostatos. Tomando como referência a Figura 5, a condição em que ambos os elementos SET estão ligados (ON) possui um terceiro valor de D_{DS} , que pode ser, por exemplo, (50, 50%). Portanto, poderá ser necessário um controle eletrônico CDS 90 com um mínimo de capacidade de processamento para interpretar estas combinações e comandar a válvula da sucção.

Por que: Reduzir o erro da temperatura em um segundo evaporador, erro que existe na configuração anterior.

Nota 1: Há 2 elementos SET e 3 ou mais valores possíveis para a razão cíclica D_{DS} .

Nota 2: Um valor intermediário de razão cíclica reduz a oscilação da temperatura de um segundo evaporador. Esta configuração deixa de ser interessante (custo) caso a solução exija uma eletrônica idêntica a da configuração a ser sugerida em 4. (com o uso, por exemplo, de um micro-controlador). Ou seja, a configuração seguinte traz um controle melhor que este configuração, e somente terá desvantagem se houver maior custo na eletrônica.

- 10 4. *Sistema com pelo menos dois evaporadores, com compressor de dupla sucção do tipo ON-OFF, dois sensores de temperatura (do tipo SET ou SCT), e valor contínuo para a razão DDS:*

O que: Configuração de acionamento e controle de um compressor ON-OFF de dupla sucção com razão cíclica D_{DS} variável e contínua dentro de uma faixa de trabalho (0 a 100%), definida com base na leitura de ambos os termostatos, sejam eles do tipo SET ou SCT.

Por que: Ter um ajuste contínuo da razão cíclica D_{DS} para buscar erro zero (ficar dentro da histerese) em pelo menos dois evaporadores (freezer 60 e refrigerador 70), melhorando desempenho e eficiência do sistema de refrigeração.

Nota 1: Há 2 sensores de temperatura (termostatos eletromecânicos ou eletrônicos, do tipo SET ou SCT), e razão cíclica D_{DS} com valor contínuo dentro de uma faixa.

Nota 2: Um controle eletrônico dotado de capacidade de processamento de sinais, terá que ajustar a razão cíclica D_{DS} através de um algoritmo de controle das temperaturas dos evaporadores, tomando como realimentação, os comandos de ligar e desligar de ambos os termostatos do tipo SET (ex.: eletromecânicos), ou os valores de temperaturas mensurados por termostatos eletrônicos do tipo SCT (a Figura 4 traz exemplos de uso de sensores de temperatura do tipo SET e SCT).

Nota 3: Uma das vantagens de se utilizar esta configuração é a possibilidade de controlar a válvula da sucção com uma razão cíclica D_{DS} ideal para

que se obtenha um ponto de operação, onde ambos os termostatos atinjam suas respectivas temperaturas de *set-point* no mesmo instante, quando em regime permanente. Para tanto, o controle deverá ser dotado de um algoritmo que busque este ponto de operação com base na realimentação dos dois termostatos. Fazendo com que uma das variáveis controladas seja o instante em que as temperaturas monitoradas (primeira temperatura T1 e segunda temperatura T2) atinjam seus respectivos valores de referência, faz-se com que o tempo de operação (ligado) do compressor seja minimizado, ou seja, o compressor não precisará estar ligado devido a um único compartimento ainda não ter atingido a temperatura desejada. Assim, estando a temperatura em um primeiro compartimento (T1) acima do valor de referência, faz-se o incremento da razão cíclica de sucção D_{1DS} , e de forma idêntica, estando a temperatura em um segundo compartimento (T2) acima do valor de referência, faz-se o incremento da razão cíclica de sucção D_{2DS} .

5. *Sistema com pelo menos dois evaporadores, com compressor de dupla sucção do tipo ON-OFF, um ou dois sensores de temperatura (do tipo SET ou SCT), um sensor STQ de carga T_{DS} do motor, e valor contínuo para a razão D_{DS} :*

O que: Configuração de acionamento e controle de um compressor ON-OFF de dupla sucção com razão cíclica D_{DS} variável e contínua dentro de uma faixa de trabalho, definida com base na leitura de um único sensor de temperatura posicionado em um dos evaporadores, e na leitura da carga processada pelo motor para cada linha de sucção (T_{1DS} e T_{2DS}). Elimina-se a necessidade de um segundo sensor de temperatura, porém um segundo sensor, posicionado no segundo evaporador, pode ser utilizado para melhor controle de temperatura. A Figura 6 exemplifica a configuração onde há um sensor do tipo SET (ex.: eletromecânico).

Por que: Reduzir o erro da temperatura dos evaporadores, em um sistema com um único sensor de temperatura, obtendo desempenho e eficiência com uma configuração de menor custo do que a sugerida na configuração 4.

Nota 1: Há pelo menos 1 sensor de temperatura SET ou SCT (ou seja, pelo menos um evaporador tem sua temperatura medida), e razão cíclica D_{DS} com valor contínuo dentro de uma faixa.

Nota 2: Havendo um conhecimento preliminar do sistema de refrigeração, que relacione a carga do motor com a carga térmica de cada evaporador ($T1_{DS}$ e $T2_{DS}$) e a temperatura do compartimento monitorado ($T1$), pode-se estimar a temperatura no compartimento não monitorado ($T2$). Assim, o controle do sistema irá atuar sobre a razão cíclica D_{DS} até que as cargas $T1_{DS}$ e $T2_{DS}$, em conjunto com a leitura do sensor SET ou SCT do compartimento monitorado, atinjam um valor que corresponda ao valor da temperatura estimada para o compartimento não monitorado.

6. *Sistema com pelo menos dois evaporadores, com compressor de dupla sucção do tipo VCC, dois sensores de temperatura (do tipo SET ou SCT), valor contínuo para a razão D_{DS} , e valor de capacidade do compressor independente para cada linha de sucção:*

O que: Configuração onde o controle do sistema define qual é a capacidade requerida por cada compartimento ou evaporador do sistema, e regula estas capacidades CAP_{EV} através de ajustes na razão cíclica D_{DS} da sucção e através da capacidade do compressor. Pode haver uma capacidade do compressor para cada compartimento ($CAP_{COMP1} \neq CAP_{COMP2}$), ou uma fixa ($CAP_{COMP1} = CAP_{COMP2}$), priorizando a melhor eficiência ou a menor variação de capacidade do compressor.

Por que: Através do ajuste independente da capacidade em cada evaporador, pode-se reduzir o consumo, pois um dos evaporadores não terá seu desempenho prejudicado por eventuais transitórios de carga térmica no segundo evaporador. Há também a redução de consumo pela obtenção de uma capacidade menor do que a mínima obtida apenas pelo compressor de capacidade variável convencional, ou seja, a capacidade de cada evaporador é definida pela capacidade mínima do compressor e pela razão cíclica D_{DS} , viabilizando menor capacidade e menor ciclagem do compressor.

Nota 1: Há 2 dois sensores de temperatura (do tipo SET ou SCT), uma razão D_{DS} com valor contínuo dentro de uma faixa, e capacidades do com-

pressor, iguais ou diferentes para cada linha de sucção (CAP_{COMP1} e CAP_{COMP2}).

7. *Sistema com pelo menos dois evaporadores, com compressor de dupla sucção do tipo VCC, um ou dois sensores de temperatura (do tipo SET ou SCT), um sensor de carga TDS do motor, valor contínuo para a razão D_{DS} , e valor de capacidade do compressor independente para cada linha de sucção:*

O que: Configuração idêntica a anterior, porém com a adição de um sensor para a carga processada pelo motor T_{DS} . Nesta configuração, tanto a razão cíclica D_{DS} (variável e contínua dentro de uma faixa de trabalho) quanto as capacidades do compressor CAP_{COMP1} e CAP_{COMP2} , ou uma combinação das duas variáveis de ação, são definidas com base nas leituras de um ou dois sensores de temperatura (do tipo SET ou SCT) e nas leituras das cargas $T1_{DS}$ e $T2_{DS}$. Combinando esta configuração com a proposta em 5, tem-se a possibilidade de realizar o controle do sistema com um único sensor do tipo SET (ex.: termostato eletromecânico), sendo que a temperatura no evaporador não monitorado ($T2$) é estimada com base no conhecimento prévio da relação entre a temperatura no outro evaporador ($T1$) e nas cargas $T1_{DS}$ e $T2_{DS}$.

Por que: Ajuste adequado da capacidade do compressor de dupla sucção, sem necessidade de termostato eletrônico ETH no sistema, mas de um ou dois sensores do tipo SET (ex.: termostatos eletromecânicos) e um sensor para as cargas $T1_{DS}$ e $T2_{DS}$. Ver figura 7.

Nota 1: Há 1 ou 2 sensores de temperatura (do tipo SET ou SCT), uma razão D_{DS} com valor contínuo dentro de uma faixa, e capacidades do compressor, iguais ou diferentes para cada linha de sucção (CAP_{COMP1} e CAP_{COMP2}).

8. *Sistema com pelo menos dois evaporadores, com compressor de dupla sucção do tipo ON-OFF, um ou dois sensores de temperatura (do tipo SET ou SCT), um controle capaz de acionar e quantificar a carga de um motor a indução, e valor contínuo para a razão D_{DS} :*

O *que*: Configuração de acionamento e controle de um compressor ON-OFF de dupla sucção com razão cíclica D_{DS} variável e contínua dentro de uma faixa de trabalho, definida com base na leitura de um ou dois sensores (do tipo SET ou SCT), e na leitura da carga requerida pelo motor a indução para cada linha de sucção. Nesta configuração, o sistema é equipado com um compressor de dupla sucção, do tipo ON-OFF, dotado de um motor a indução monofásico, o controlador poderá simultaneamente controlar a energia fornecida ao motor a indução, a partir da rede de corrente alternada de 50Hz, 60Hz ou outra frequência e tensão fornecidas pela rede comercial de energia, e controlar a válvula instalada na sucção do compressor, usando as informações calculadas pelo controlador do motor acerca do nível de carga que este motor a indução está operando, e com base numa lógica de controle, decidir sobre a proporção de tempo ou numero de ciclos de compressão que o compressor operará bombeando gás a partir de cada uma das linhas de sucção. Esse controlador do compressor pode ser do tipo dotado de pelo menos uma chave bilateral controlável (pode ser do tipo Triac) ligada em serie ao enrolamento principal ou de funcionamento do motor, sendo que o controlador mede a diferença de fase entre a tensão e a corrente aplicadas a esse motor, o que permite concluir sobre o nível de carga a que este motor está submetido, podendo assim ao longo do tempo concluir sobre a evolução desta carga aplicada ao eixo do motor, permitindo concluir sobre a proporção e evolução entre as cargas $T1_{DS}$ e $T2_{DS}$ quando operando conectado a primeira ou a segunda linha de sucção, podendo assim o controlador, decidir sobre o tempo de abertura da válvula da sucção de acordo com uma lógica predefinida. Essa carga aplicada ao motor quando ligado a cada uma das linhas de sucção guarda uma proporção principalmente com as pressões de evaporação e conseqüentemente as temperaturas de evaporação em cada evaporador.

Sobre a integração dos controles a outros elementos do Sistema

São sugeridas possíveis realizações práticas do controle do compressor de dupla sucção integrado a um sistema de refrigeração, onde os elementos “atuadores”, “controles”, “sensores”, entradas para leitura de sen-

sores e saídas de tensão e corrente podem ser integrados em um único controle eletrônico já empregado para realizar outras funções dentro do sistema de refrigeração.

São sugeridos os seguintes controles integrados para o compressor de dupla sucção:

- 5 A. *CDS com temporizador fixo*: Controle eletrônico com função principal de acionar a válvula de sucção com uma única razão cíclica fixa, sempre que um único elemento SET atuar (ver Figura 4). Controle possui um circuito temporizador simples para definir a razão D_{DS} , e pode ser construído de forma a ser acoplado ou não ao compressor. O controle e o compressor podem ou não receber alimentação proveniente do fechamento do elemento SET. Controle de baixo custo e complexidade, atendendo as necessidades da configuração de acionamento e controle conforme 1.
- 10 B. *CDS com temporizadores fixos e sensoramento de dois elementos SET*: Controle eletrônico com função principal de acionar a válvula de sucção com uma de duas razões cíclicas D_{DS} pré-fixadas, sendo que cada um dos dois valores de D_{DS} está referenciado a atuação de um de dois elementos SET do sistema (ver Figura 5). Controle possui um circuito com temporizadores simples para definir os dois valores de D_{DS} ; é dotado de
- 15 sensores para identificar o estado de ambos os elementos SET, e pode ser construído de forma a ser acoplado ou não ao compressor. O controle e o compressor podem ou não receber alimentação proveniente do fechamento dos elementos SET. Controle de baixo custo e complexidade, atendendo as necessidades da configuração de acionamento e controle
- 20 conforme 2.
- 25 C. *CDS com temporizadores fixos, capacidade de processamento lógico, e sensoramento de dois elementos SET*: Controle eletrônico com função principal de acionar a válvula de sucção com uma de três ou mais razões cíclicas D_{DS} pré-fixadas, sendo que o emprego de cada um dos
- 30 valores de D_{DS} está condicionado a uma lógica de controle baseada no estado de pelo menos dois elementos SET do sistema. Controle possui um circuito com temporizadores simples para definir os valores fixos de D_{DS} ;

um circuito lógico capaz de definir o melhor valor de D_{DS} com base nos estados dos elementos SET; é dotado de sensores para identificar o estado dos elementos SET, e pode ser construído de forma a ser acoplado ou não ao compressor. O controle CDS e o compressor podem ou não receber alimentação proveniente do fechamento dos elementos SET. Controle de médio custo e complexidade, atendendo as necessidades da configuração de acionamento e controle conforme 3.

5
10
15
20
25
D. *CDS com capacidade de processamento digital, e sensoramento de dois elementos SET*: Controle eletrônico com função principal de acionar a válvula de sucção com uma razão cíclica D_{DS} contínua dentro de uma faixa, sendo que o valor de D_{DS} é continuamente ajustado de acordo com lógica de controle baseada no estado de pelo menos dois elementos SET do sistema. Controle possui um elemento de processamento digital (micro-controlador ou DSP – *Digital Signal Processor*); uma lógica capaz de definir o melhor valor de D_{DS} com base nos estados dos elementos SET; é dotado de sensores para identificar o estado dos elementos SET, e pode ser construído de forma a ser acoplado ou não ao compressor. O controle CDS e o compressor podem ou não receber alimentação proveniente do fechamento dos elementos SET. Caso seja necessário ter o histórico dos acionamentos dos elementos SET para definir o melhor valor de D_{DS} , o elemento CDS 90 deverá estar permanentemente energizado ou ter capacidade de memorizar seu estado antes do desligamento simultâneo dos elementos SET. Controle de maior custo e complexidade, atendendo as necessidades da configuração de acionamento e controle conforme 4.

30
E. *CDS com capacidade de processamento digital, dotado de um elemento STQ e sensoramento de um ou dois elementos SET*: Controle eletrônico com função principal de acionar a válvula de sucção com uma razão cíclica D_{DS} contínua dentro de uma faixa, sendo que o valor de D_{DS} é continuamente ajustado de acordo com lógica de controle baseada no estado de um ou dois elementos SET do sistema, e nos valores de carga processada pelo motor do compressor, obtidos pelo elemento STQ. A

Figura 6 ilustra a configuração onde há apenas um elemento SET. Controle possui um elemento de processamento digital (micro-controlador ou DSP); uma lógica capaz de definir o melhor valor de D_{DS} com base no estado de um ou dois elementos SET; um elemento STQ, e é dotado de sensores para identificar o estado de até dois elementos SET, e pode ser construído de forma a ser acoplado ou não ao compressor. Controle de maior custo e complexidade, atendendo as necessidades da configuração de acionamento e controle conforme 5.

10 F. *CDS seguidor de comandos*: Controle eletrônico com função principal de acionar a válvula de sucção com uma razão cíclica D_{DS} contínua dentro de uma faixa, sendo que o valor de D_{DS} é continuamente ajustado de acordo com sinais de comando provenientes de outro controle eletrônico, como um controle ETH (ver Figura 2b) ou I-VCC. Controle possui um circuito seguidor de sinais de comando, traduzindo-os em valores de razão cíclica D_{DS} . Pode ser construído de forma a ser acoplado ou não ao compressor, ou junto aos controles ETH ou I-VCC. Controle de menor custo e complexidade, sendo um dos elementos necessários para realizar a configuração de acionamento e controle conforme 6.

20 G. *CDS integrado ao controle I-VCC*: Conjunto eletrônico único, contendo o controle I-VCC e o controle CDS descrito em *CDS seguidor de comandos*. Neste controle integrado o valor de D_{DS} e da capacidade do compressor VCC (CAP_{COMP1} e CAP_{COMP2}) são continuamente ajustados de acordo os comandos provenientes de um controle ETH. Pode ser construído de forma a ser acoplado ou não ao compressor. Controle de maior custo e complexidade, sendo uma das formas de se realizar a configuração de acionamento e controle conforme 6.

25 H. *CDS integrado com controles I-VCC e ETH*: Conjunto eletrônico único, contendo os controles I-VCC e ETH, e o controle CDS descrito em *CDS seguidor de comandos*. Neste controle integrado o valor de D_{DS} e da capacidade do compressor VCC (CAP_{COMP1} e CAP_{COMP2}) são continuamente ajustados de acordo com uma lógica de controle baseada nas leituras dos sensores SCT do sistema. Controle possui um elemento de

processamento digital (micro-controlador ou DSP); uma lógica capaz de definir o melhor conjunto de variáveis de ação (D_{DS} , CAP_{COMP1} e CAP_{COMP2}) com base nas leituras dos sensores SCT, e pode ser construído de forma a ser acoplado ou não ao compressor. Controle de maior custo e complexidade, sendo uma das formas de se realizar a configuração de acionamento e controle conforme 6.

I. *CDS integrado com controles I-VCC, dotado de um elemento STQ*: Conjunto eletrônico único, contendo os controles I-VCC e CDS conforme descrito em *CDS seguidor de comandos*, contendo ainda um elemento STQ (ver Figura 7). Neste controle integrado o valor de D_{DS} e da capacidade do compressor VCC (CAP_{COMP1} e CAP_{COMP2}) são continuamente ajustados de acordo com o estado de um ou dois elementos SET do sistema, e nos valores de carga processada pelo motor do compressor, obtidos pelo elemento STQ. Controle possui um elemento de processamento digital (micro-controlador ou DSP); uma lógica capaz de definir o melhor conjunto de variáveis de ação (D_{DS} , CAP_{COMP1} e CAP_{COMP2}) com base no estado de um ou dois elementos SET; um elemento STQ, e é dotado de sensores para identificar o estado de até dois elementos SET, e pode ser construído de forma a ser acoplado ou não ao compressor. Controle de maior custo e complexidade, sendo uma das formas de se realizar a configuração de acionamento e controle conforme 7.

J. *CDS integrado com controle TSD*: Conjunto eletrônico conforme “CDS com temporizador fixo”; “CDS com temporizadores fixos e sensoriamen- to de dois elementos SET”; “CDS com temporizadores fixos, capacidade de processamento lógico, e sensoriamen- to de dois elementos SET”; “CDS com capacidade de processamento digital, e sensoriamen- to de dois elementos SET”; “CDS com capacidade de processamento digital, dotado de um elemento STQ e sensoriamen- to de um ou dois elementos SET” e; “CDS seguidor de comandos”, integrado com controle TSD.

K. *CDS integrado com controle CVC*: Conjunto eletrônico conforme “CDS com capacidade de processamento digital, e sensoriamen- to de dois elementos SET”; e “CDS com capacidade de processamento digital, dota-

do de um elemento STQ e sensoramento de um ou dois elementos SET”, integrado com controle CVC 80, onde um único elemento de processamento digital (micro-controlador ou DSP) define as variáveis de ação D_{DS} e razão cíclica da(s) válvula(s) reguladora(s) 40 da restrição 50 do elemento capilar (ver Figura 8).

L. CDS integrado com controle CVC seguidor de comandos: Conjunto eletrônico conforme “CDS seguidor de comandos”, integrado com controle CVC 80, havendo dois circuitos seguidores de sinais de comando, traduzindo-os em valores de razão cíclica D_{DS} e razão cíclica da(s) válvula(s) reguladora(s) 40 da restrição 50 do elemento capilar. Pode ser construído de forma a ser acoplado ou não ao compressor.

Uma possível solução alternativa para a lógica de controle do sistema está representada nas figuras 9, 10, 11, 12 e 13.

Nesta solução, um refrigerador, composto de um compressor com pelo menos duas sucções, sendo o refrigerador dotado de pelo menos dois evaporadores, um condensador, pelo menos um sensor de temperatura localizado em um dos compartimentos a serem refrigerados, dotado de capilares ligados a cada um dos evaporadores, e de pelo menos uma válvula de controle do fluxo de uma das sucções, um controle eletrônico operativamente ligado ao compressor e a válvula de controle de sucção, capaz de pelo menos detectar o ponto de carga do compressor por um processo que pode ser a observação da corrente de entrada ou pela observação da defasagem entre a corrente e a tensão aplicadas ao motor do compressor, e de controlar o estado de abertura ou fechamento da válvula de sucção, sendo que o compressor tem seu estado de operação ligado ou desligado determinado a partir da observação da temperatura em pelo menos um dos compartimentos, caracterizado pelo fato do controlador eletrônico manter a válvula de sucção alternativamente aberta e fechada, numa relação de tempos calculada segundo uma função matemática que considera parâmetros fixos relacionados com características predefinidas do sistema de refrigeração, e parâmetros de carga medidos no compressor quando ligado alternativamente a linha de sucção do refrigerador ou do freezer.

Essa função matemática considera parâmetros predefinidos do projeto do sistema de refrigeração como, por exemplo, as temperaturas desejadas em cada gabinete, sua correspondente pressão de saturação do gás refrigerante, e a relação entre essas pressões, e parâmetros medidos a partir do compressor que são as cargas do compressor quando ligado a cada uma das linhas de sucção, e a proporção entre essas cargas.

Tendo sido descrito exemplos de concretizações preferidos, deve ser entendido que o escopo da presente invenção abrange outras possíveis variações, sendo limitado tão somente pelo teor das reivindicações apensas, onde são incluídos os possíveis equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de controle e ajuste das capacidades de refrigeração de um sistema de refrigeração equipado com compressor de dupla sucção, o sistema de refrigeração compreendendo compartimentos a serem refrigerados e compreendendo ao menos dois evaporadores (20) posicionados nos
5 compartimentos a serem refrigerados (60,70),
o compressor (10) de dupla sucção sendo controlável para alternar a sua capacidade de compressão, o método sendo caracterizado pelo fato de que compreende etapas de:
- 10 (i) Continuamente medir ao menos uma temperatura proveniente de um sensor de temperatura (SET,SCT) associado a, ao menos um dos evaporadores (20);
(ii) atuar na capacidade de compressão do compressor (10), a partir da medição da etapa (i).
- 15 2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a atuação na capacidade (CAP_{COMP}) do compressor (10) é realizada através do ligamento e desligamento intermitente de sua operação.
3. Método de acordo com as reivindicações caracterizado pelo fato de que, em operação, o sistema de refrigeração alterna a atuação de cada
20 uma das sucções da dupla sucção do compressor (10).
4. Método de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a alternância de atuação das sucções do compressor (10) é realizada através de modulação com uma razão cíclica ($D1_{DS}$, $D2_{DS}$), a modulação sendo realizada de maneira complementar entre cada uma das sucções
25 (SC_1, SC_2).
5. Método de acordo com as reivindicações 4, caracterizado pelo fato de que a modulação compreende razões cíclicas ($D1_{DS}$, $D2_{DS}$) variáveis entre cada uma das sucções (SC_1, SC_2).
6. Método de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato
30 de que a modulação compreende razão cíclica ($D1_{DS}$, $D2_{DS}$) com um valor de razão fixo entre cada uma das sucções (SC_1, SC_2).
7. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fa-

to de que compreende uma etapa de medir uma primeira temperatura (T1) a partir de um único sensor de temperatura (SET), o sensor de temperatura (SET) estando posicionado em um compartimento a ser refrigerado (60,70) e que por sua vez está relacionado a uma primeira linha de sucção que opera
5 em uma primeira razão cíclica ($D1_{DS}$).

8. Método de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o compressor (10) é ligado quando a primeira temperatura (T1) estiver acima de um valor de referência.

9. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a etapa de medir uma primeira temperatura (T1) e uma segunda temperatura (T2) a partir de sensores de temperatura (SET,SCT), os sensores de temperatura (SET,SCT) estando posicionados em compartimentos a serem refrigerados (60,70) distintos, o compressor (10) sendo desligado quando ambos as primeira e segundas temperaturas (T1,T2) atingem valores de referência de temperatura.
15

10. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizada pelo fato de que CPF de que a razão cíclica ($D1_{DS}$, $D2_{DS}$) é ajustada em um valor tal que as primeira e segunda temperaturas (T1,T2) atinjam seus respectivos valores de referência no mesmo instante.

11. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a etapa de medir uma primeira temperatura (T1) e uma segunda temperatura (T2) a partir de sensores de temperatura (SET), os sensores de temperatura (SET,SCT) estando posicionados em compartimentos a serem refrigerados (60,70) distintos, o compressor (10) terá sua capacidade elevada caso a primeira ou a segunda temperaturas (T1,T2) atinjam valores de referência de temperatura em instantes distintos.
25

12. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a alternância de atuação das sucções do compressor (10) é realizada através de modulação com uma razão cíclica ($D1_{DS}$, $D2_{DS}$), a modulação sendo realizada de maneira complementar entre cada uma das sucções (SC_1 , SC_2), e sendo escolhida dentre os três valores fixos de razão cíclica a partir da combinação de valores obtidos da primeira temperatura (T1) e da
30

segunda temperatura (T2).

13. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a atuação na capacidade do compressor (10) é realizada através da variação escalonada em seu estado de operação.

5 14. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a alternância de atuação das sucções do compressor (10) é realizada através de modulação com uma razão cíclica ($D1_{DS}$, $D2_{DS}$), a modulação sendo realizada de maneira complementar entre cada uma das sucções (SC_1 , SC_2).

10 15. Método de acordo com as reivindicações 13, caracterizado pelo fato de que a modulação compreende razões cíclicas ($D1_{DS}$, $D2_{DS}$) variáveis entre cada uma das sucções (SC_1 , SC_2).

15 16. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que a modulação compreende razão cíclica ($D1_{DS}$, $D2_{DS}$) com um valor de razão fixo entre cada uma das sucções (SC_1 , SC_2).

17. Método de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que uma capacidade de refrigeração de um primeiro compartimento refrigerado (60), relacionado à capacidade de um primeiro evaporador (CAP_{EV1}) relacionado à uma primeira linha de sucção (SC_1), e que a capacidade de refrigeração de um segundo compartimento refrigerado (70), relacionado à capacidade de um segundo evaporador (CAP_{EV2}) relacionado à uma segunda linha de sucção (SC_2), são resultados da multiplicação da capacidade (CAP_{COMP}) do compressor (10) e das respectivas razões cíclicas de sucção ($D1_{DS}$, $D2_{DS}$).

18. Método de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que uma primeira linha de sucção (SC_1) é acionada a partir da medida da primeira temperatura (T1) e que a segunda linha de sucção (SC_2) é acionada a partir da segunda temperatura (T2).

19. Método de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que de o valor das razões cíclicas ($D1_{DS}$, $D2_{DS}$) e os valores de capacidade do compressor (CAP_{COMP1} , CAP_{COMP2}) são definidos com base na leitura de dois sensores de temperatura (SET, SCT), o primeiro sensor de temperatura (SET, SCT) estando relacionado à primeira temperatura (T1) do primeiro compartimento refrigera-

do (60), que por sua vez está relacionado à primeira linha de sucção (SC_1) que opera em uma primeira razão cíclica ($D1_{DS}$) e que o segundo sensor de temperatura (SET, SCT) está relacionado à segunda temperatura ($T2$) de um segundo compartimento refrigerado (70), que por sua vez está relacionado à uma segunda linha de sucção que opera em uma segunda razão cíclica ($D2_{DS}$).

20. Método de acordo com a reivindicação 19, caracterizada pelo fato de que uma demanda de capacidade do primeiro compartimento refrigerado (60), relacionado à capacidade de um primeiro evaporador (CAP_{EV1}), é obtida através da leitura da primeira temperatura ($T1$) e que uma demanda de capacidade do segundo compartimento refrigerado (70), relacionado à capacidade do segundo evaporador (CAP_{EV2}), é obtida através da leitura da segunda temperatura ($T2$).

21. Método de acordo com a reivindicação 17, caracterizada pelo fato de que o valor das razões cíclicas ($D1_{DS}$, $D2_{DS}$) e os valores de capacidade do compressor (CAP_{COMP1} , CAP_{COMP2}) são definidos com base na leitura de dois ou mais sensores de temperatura (SET, SCT) e com base na leitura de um sensor de carga (STQ) do compressor (10), onde pelo menos um primeiro sensor está relacionado à primeira temperatura ($T1$) do primeiro compartimento refrigerado (60), que por sua vez está relacionado à uma primeira linha de sucção (SC_1) que opera em uma primeira razão cíclica ($D1_{DS}$) e que o segundo sensor de temperatura (SET, SCT) está relacionado à segunda temperatura ($T2$) de um segundo compartimento refrigerado (70), que por sua vez está relacionado à uma segunda linha de sucção que opera em uma segunda razão cíclica ($D2_{DS}$).

22. Método de acordo com a reivindicação 17, caracterizada pelo fato de que o valor das razões cíclicas ($D1_{DS}$, $D2_{DS}$) são definidos com base na leitura de um primeira temperatura ($T1$) e com base na leitura de um sensor de carga (STQ) do compressor (10), a segunda temperatura estimada ($T2_E$) sendo calculada a partir do valor da leitura de um sensor de carga (STQ).

23. Sistema de controle de compressor de dupla sucção (10) para aplicação em sistemas de refrigeração, o sistema de refrigeração compreen-

dendo pelo menos dois evaporadores (20), posicionados nos compartimentos a serem refrigerados (60,70),

o compressor (10) de dupla sucção (SC_1, SC_2) sendo controlável para alternar a sua capacidade de compressão, o compressor sendo
5 controlado por um controle eletrônico (90),

o sistema sendo caracterizado pelo fato de que compreende:

ao menos dois evaporadores (20);

o controle eletrônico sendo configurado para atuar na capacidade de compressão do compressor (10), a partir da medição de ao menos
10 um sensor de temperatura (SET,SCT) associado a, ao menos um dos evaporadores (20).

24. Sistema de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que atuação na capacidade (CAP_{COMP}) do compressor (10) é realizada através do ligamento e desligamento intermitente de sua operação.

15 25. Sistema de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de que o controle eletrônico (90) comanda uma alternância de atuação de cada uma das sucções da dupla sucção do compressor (10).

26. Sistema de acordo com a reivindicação 25, caracterizada pelo fato de que a alternância de atuação das sucções do compressor (10) é realizada através de modulação com uma razão cíclica ($D1_{DS}, D2_{DS}$), a modulação sendo realizada de maneira complementar entre cada uma das sucções (SC_1, SC_2).

27. Sistema de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que o controle eletrônico (90) comanda a modulação entre cada uma
25 das sucções (SC_1, SC_2) em razões cíclicas ($D1_{DS}, D2_{DS}$) variáveis.

28. Sistema de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que a modulação compreende razão cíclica ($D1_{DS}, D2_{DS}$) com um valor de razão fixo entre cada uma das sucções (SC_1, SC_2).

29. Sistema de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo
30 fato de que compreende um único sensor de temperatura (SET,SCT) para medir uma primeira temperatura ($T1$), o sensor de temperatura (SET,SCT) estando posicionado em um compartimento a ser refrigerado (60,70) e que

por sua vez está relacionado a uma primeira linha de sucção (SC_1) que opera na razão cíclica primeira ($D1_{DS}$).

30. Sistema de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de que o controle eletrônico (90) é configurado para ligar o compressor (10) quando a primeira temperatura ($T1$) estiver acima de um valor de referência.

31. Sistema de acordo com a reivindicação 30, caracterizado pelo fato de que compreende sensores de temperatura (SET, SCT) posicionados em compartimentos a serem refrigerados (60,70) distintos, o controle eletrônico (90) sendo configurado para desligar o compressor (10) quando ambas as primeira e segundas temperaturas ($T1, T2$) atingem valores de referência de temperatura.

32. Sistema de acordo com a reivindicação 30, caracterizado pelo fato de que compreende sensores de temperatura (SET, SCT) posicionados em compartimentos a serem refrigerados (60,70) distintos, o controle eletrônico (90) sendo configurado para elevar a capacidade do compressor (10) caso a primeira ou a segunda temperaturas ($T1, T2$) atinjam valores de referência de temperatura em instantes distintos.

33. Sistema de acordo com a reivindicação 32, caracterizado pelo fato de que o controle eletrônico (90) é configurado para comandar a alternância de atuação das sucções (SC_1, SC_2) do compressor (10) através de modulação com uma razão cíclica ($D1_{DS}, D2_{DS}$), a modulação sendo realizada de maneira complementar entre cada uma das sucções (SC_1, SC_2), e sendo escolhida dentre os três valores fixos de razão cíclica a partir da combinação de valores obtidos da primeira temperatura ($T1$) e da segunda temperatura ($T2$).

34. Sistema de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que o compressor (10) é configurado para ter sua capacidade ajustável através da variação escalonada em seu estado de operação.

35. Sistema de acordo com a reivindicação 34, caracterizado pelo fato de que o compressor (10) é do tipo de capacidade variável.

36. Sistema de acordo com a reivindicação 35, caracterizado pelo fato de que o controle eletrônico é configurado para comandar a alternância de atuação das sucções (SC_1, SC_2) do compressor (10) é realizada através de modulação com uma razão cíclica ($D1_{DS}, D2_{DS}$), a modulação sendo realizada de maneira complementar entre cada uma das sucções (SC_1, SC_2).

37. Sistema de acordo com as reivindicações 37, caracterizado pelo fato de que a modulação compreende razões cíclicas ($D1_{DS}, D2_{DS}$) variáveis entre cada uma das sucções (SC_1, SC_2).

38. Sistema de acordo com a reivindicação 36, caracterizado pelo fato de que a modulação compreende razões cíclicas ($D1_{DS}, D2_{DS}$) variáveis entre cada uma das sucções (SC_1, SC_2).

39. Sistema de acordo com a reivindicação 38, caracterizado pelo fato de que uma capacidade de refrigeração de um primeiro compartimento refrigerado (60), relacionado à capacidade de um primeiro evaporador (CAP_{EV1}) relacionado à uma primeira linha de sucção (SC_1), e que a capacidade de refrigeração de um segundo compartimento refrigerado (70), relacionado à capacidade de um segundo evaporador (CAP_{EV2}) relacionado à uma segunda linha de sucção (SC_2), são resultantes da multiplicação da capacidade (CAP_{COMP}) do compressor (10) e das respectivas razões cíclicas de sucção ($D1_{DS}, D2_{DS}$).

40. Sistema de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que o controle eletrônico é configurado para que uma primeira linha de sucção (SC_1) seja acionada a partir da medida da primeira temperatura ($T1$) e que a segunda linha de sucção (SC_2) seja acionada a partir da segunda temperatura ($T2$).

41. Sistema de acordo com a reivindicação 40, caracterizado pelo fato de que o valor das razões cíclicas ($D1_{DS}, D2_{DS}$) e os valores de capacidade do compressor (CAP_{COMP1}, CAP_{COMP2}) são definidos com base na leitura de dois sensores de temperatura (SET, SCT), o primeiro sensor de temperatura (SET, SCT) estando relacionado à primeira temperatura ($T1$) do primeiro compartimento refrigerado (60), que por sua vez está relacionado à primeira linha de sucção (SC_1) que opera em uma primeira razão cíclica

($D1_{DS}$) e que o segundo sensor de temperatura (SET, SCT) está relacionado à segunda temperatura ($T2$) de um segundo compartimento refrigerado (70), que por sua vez está relacionado à uma segunda linha de sucção (SC_2) que opera em uma segunda razão cíclica ($D2_{DS}$).

5 42. Sistema de acordo com a reivindicação 41, caracterizado pelo fato de que uma demanda de capacidade do primeiro compartimento refrigerado (60), relacionado à capacidade de um primeiro evaporador (CAP_{EV1}), é obtida através da leitura da primeira temperatura ($T1$) e que uma demanda de capacidade do segundo compartimento refrigerado (70), relacionado à
10 capacidade do segundo evaporador (CAP_{EV2}), é obtida através da leitura da segunda temperatura ($T2$).

 43. Sistema de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de que o valor das razões cíclicas ($D1_{DS}$, $D2_{DS}$) e os valores de capacidade do compressor (CAP_{COMP1} , CAP_{COMP2}) são definidos com base na leitura
15 de dois ou mais sensores de temperatura (SET, SCT) e com base na leitura de um sensor de carga (STQ) do compressor (10), onde pelo menos um primeiro sensor está relacionado à primeira temperatura ($T1$) do primeiro compartimento refrigerado (60), que por sua vez está relacionado à uma primeira linha de sucção (SC_1) que opera em uma primeira razão cíclica
20 ($D1_{DS}$) e que o segundo sensor de temperatura (SET, SCT) está relacionado à segunda temperatura ($T2$) de um segundo compartimento refrigerado (70), que por sua vez está relacionado à uma segunda linha de sucção que opera em uma segunda razão cíclica ($D2_{DS}$).

 44. Sistema de acordo com a reivindicação 43, caracterizada pelo
25 fato de que o valor das razões cíclicas ($D1_{DS}$, $D2_{DS}$) são definidos com base na leitura de um primeira temperatura ($T1$) e com base na leitura de um sensor de carga (STQ) do compressor (10), a segunda temperatura estimada ($T2_E$) sendo calculada a partir do valor da leitura de um sensor de carga (STQ).

30 45. Sistema de controle de compressor de dupla sucção (10) para aplicação em sistemas de refrigeração, o sistema de refrigeração sendo caracterizada pelo fato de que compreendendo:

- um compressor (10) com pelo menos duas sucções (SC_1, SC_2),
 - pelo menos dois evaporadores (20), posicionados nos compartimentos a serem refrigerados (60,70),
 - pelo menos um sensor de temperatura (SET,SCT) localizado em
- 5 um dos compartimentos a serem refrigerados compartimentos a serem refrigerados (60,70), dotado de capilares ligados a cada um dos evaporadores, e de pelo menos uma válvula de controle do fluxo de uma das sucções (SC_1, SC_2),
- um controle eletrônico (90) operativamente ligado ao compressor
- 10 (10) e à válvula de controle de sucção, o controle eletrônico sendo configurado para detectar uma carga do compressor (10) e de controlar um estado de abertura ou fechamento da válvula de sucção, o compressor tendo seu estado de operação ligado ou desligado determinado a partir da observação de uma temperatura (T_1, T_2) em pelo menos um dos compartimentos a se-
- 15 rem refrigerados (60,70), o controlador eletrônico (90) mantendo a válvula de sucção alternativamente aberta e fechada, numa relação de tempos calculada a partir da medição de ao menos um sensor de temperatura (SET,SCT) associado a, ao menos um dos evaporadores (20).
46. Refrigerador que compreende um circuito de refrigeração que
- 20 inclui um compressor (10) compreendendo ao menos duas sucções (SC_1, SC_2),
- o refrigerador compreendendo compartimentos a serem refrigerados e compreendendo ao menos dois evaporadores (20) posicionados nos compartimentos a serem refrigerados (60,70);
- 25 um controle eletrônico operativamente ligado ao compressor e à válvula de controle de sucção;
- pelo menos uma válvula de controle do fluxo para seccionar a conexão fluida de uma das sucções para um dos evaporadores (20);
 - o refrigerador sendo caracterizado pelo fato de que
- 30 o controle eletrônico (90) é configurado para medir ao menos uma variável de comportamento do circuito de refrigeração para seletivamente comandar válvula de sucção e alternar um estado de operação de um dos

evaporadores (20) em uma proporção de alternância estabelecida pela relação de medidas de ao menos uma variável de comportamento do circuito de refrigeração.

47. Refrigerador de acordo com as reivindicações 48, caracterizado pelo fato de que o controle eletrônico (90) é associado a pelo menos um sensor de temperatura (SET,SCT) localizado em pelo menos um dos compartimentos a ser refrigerado (60,70), o controle eletrônico (90) sendo configurado para que a operação do compressor (10) sendo desligada quando o sensor de temperatura (SET,SCT) atingir um valores de referência de temperatura previamente estabelecido.