

ANÁLISE EXPERIMENTAL DA EFICIÊNCIA DE UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO OPERANDO COM R22 E R1270

Marco Aurélio Rodrigues Bertoni, bertoni_marco@hotmail.com

Arthur Heleno Pontes Antunes, arthur.h.p.antunes@gmail.com

Enio Pedone Bandarra Filho, bandarra@mecanica.ufu.br

Universidade Federal de Uberlândia. Faculdade de Engenharia Mecânica, Av. João Naves de Ávila 2160, Campus Santa Mônica – Bloco 1M - Uberlândia/MG

RESUMO: O presente trabalho trata da avaliação experimental da eficiência energética de um sistema de refrigeração comercial utilizando fluidos refrigerantes halogenados e naturais. Concomitantemente ao objetivo inicial, adotaram-se estratégias de instrumentação e controle que permitiram estender a pesquisa em relação à economia energética de sistemas de refrigeração. A automatização do sistema convencional proporcionou uma redução de 27,4% na potência consumida pelo compressor. A substituição do R22 pelo R1270 (propileno) elevou ainda mais o valor do COP e reduziu os danos ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Refrigeração, Ar condicionado, R1270

ABSTRACT: The present work deals on the experimental evaluation of the energy efficiency of a commercial refrigeration system using halogenated and natural refrigerants. At the same time to the main goal, instrumentation and control strategies were adopted, allowing extending the focus of this research such as the energy savings. The automation of the conventional system reduced by 27.4% the power consumption of the compressor. The replacement of R22 by R1270 (propylene) increased even more the value of the COP and reduced the environmental damage.

KEYWORDS: Refrigeration, Air conditioning, R1270

INTRODUÇÃO

Os protocolos de Montreal (1987) e Kyoto (1997) buscam através de várias medidas a redução na emissão de gases do efeito estufa. Entre os gases que agridem o meio-ambiente, destacam-se os fluidos refrigerantes convencionais (CFCs, HCFCs e HFCs). Portanto, existe a necessidade quase imediata da substituição destes refrigerantes por fluidos alternativos. Os hidrocarbonetos (HC), concomitante com a água, amônia e dióxido de carbono são refrigerantes que atendem o requisito de potencial zero de destruição de ozônio (*ozone depletion potential* – ODP) e também possuem potencial de aquecimento global (*global warming potential* – GWP) muito baixo.

Colbourne e Suen (2000) mostraram as vantagens ao se utilizar HCs em relação ao uso de fluidos refrigerantes fluorados. A utilização dos HCs representou melhorias de desempenho na ordem de 8.8% para aplicações de ar condicionado.

Este trabalho pretende contribuir com o conhecimento acerca da necessidade de substituir os fluidos halogenados por refrigerantes naturais. A idéia foi utilizar o refrigerante R22 como fluido de trabalho e, posteriormente, substituí-lo pelo R1270.

Os experimentos comparativos foram realizados segundo duas configurações distintas da bancada experimental (sistema convencional com R22 e sistema automatizado com R1270) para comprovar que o sistema com R1270 consegue superar o convencional para a aplicação de conforto térmico de pessoas, portanto, ambos os sistemas operaram à mesma temperatura de evaporação, 3,5°C.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho visa comparar os sistemas com R22 e R1270, avaliando a melhora do COP, bem como o consumo energético, ao se agregar tecnologia no sistema convencional, para um mesmo valor da temperatura de evaporação do refrigerante.

Os equipamentos que compõem a bancada experimental são, basicamente, um compressor alternativo com variador de frequência, dois trocadores de calor de tubos concêntricos e duas válvulas de expansão (eletrônica e termostática), além de filtros secadores e instrumentação adequada. A Fig. (1) ilustra de forma esquemática a bancada experimental.

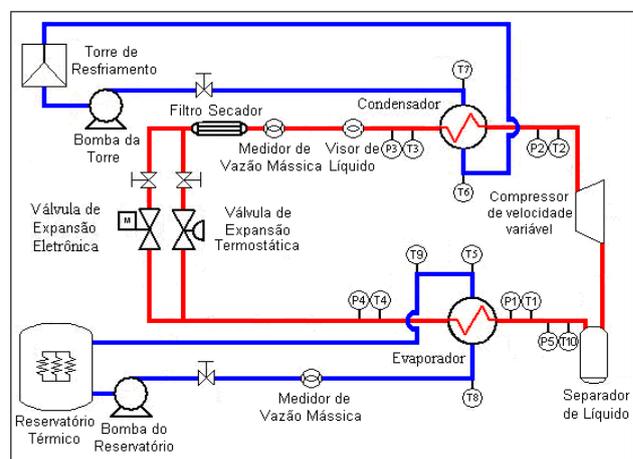


Figura 1. Representação da bancada experimental

Procedimento experimental

Os dados experimentais foram adquiridos em regime permanente, na situação em que os sistemas apresentaram temperatura de evaporação de 3,5°C.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo comparativo das propriedades para o R22 e o R1270 está detalhado a seguir. A Fig. 2 representa o diagrama pressão-entalpia para ambos os fluidos.

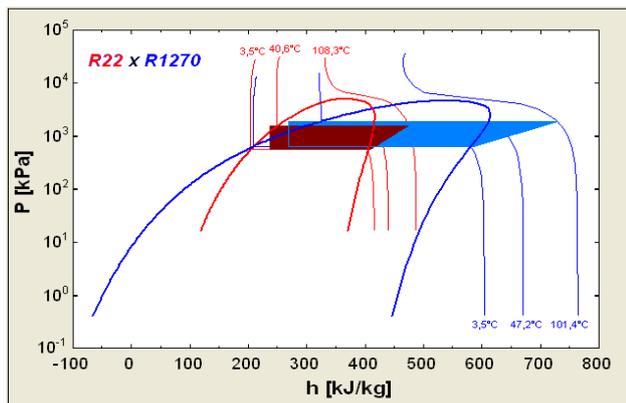


Figura 2. Diagrama pressão-entalpia para o R22 e o R1270

Entre as propriedades visualizadas podem-se destacar as linhas de saturação (título) e as isotermas (temperatura) relativas aos dois fluidos separadamente.

As isotermas representam os limites de operação (temperaturas de evaporação e condensação) dos ciclos, além das temperaturas de descarga. O sistema com R22 operou a pressões semelhantes ao R1270. A temperatura de descarga diminuiu o que reflete em benefícios ao sistema, pois evita problemas quanto à lubrificação do compressor, já que a temperatura máxima do ciclo afasta-se daquela de fulgor do óleo mineral.

A utilização do HC pode ser realizada com sucesso devido à grande semelhança com o HCFC. Observa-se no diagrama, que para ambos os fluidos à mesma temperatura de evaporação (3,5 °C), a entalpia de vaporização do R1270 é superior à entalpia de vaporização do R22. Este fato é uma vantagem do propileno sobre o fluido convencional, pois para realizar a mesma troca de calor no evaporador o sistema automatizado com R1270 utiliza vazão mássica inferior, fato comprovado durante os testes. Assim, uma vez que 3,5 °C foi adotado como o valor para a temperatura de evaporação durante os ensaios, pode-se garantir que a capacidade de refrigeração do sistema operando com R1270 é, no mínimo, igual à capacidade de refrigeração alcançada pelo sistema com R22.

A Tabela 1 apresenta os principais resultados referentes ao comportamento do sistema de refrigeração com R22 e do sistema com R1270. Segundo Antunes (2011), elevadas frequências aliadas a mínimos valores de superaquecimento, conduzem a capacidade de evaporação do sistema a valores máximos. Os efeitos da frequência de

operação do compressor e do grau de superaquecimento são preponderantes quanto à influência no COP.

Tabela 1. Resultados dos sistemas para a mesma temperatura de evaporação.

Sistema Convencional (R22)	Sistema Automatizado (R1270)
$P_{cd} = 1560,35 \text{ kPa}$	$P_{cd} = 1925,7 \text{ kPa}$
$T_{cd} = 40,6^\circ \text{C}$	$T_{cd} = 47,2^\circ \text{C}$
$P_{ev} = 555,3 \text{ kPa}$	$P_{ev} = 647,5 \text{ kPa}$
$T_{ev} = 3,5^\circ \text{C}$	$T_{ev} = 3,5^\circ \text{C}$
$T_d = 108,3^\circ \text{C}$	$T_d = 101,4^\circ \text{C}$
$\dot{m}_R = 0,05 \text{ kg/s}$	$\dot{m}_R = 0,03 \text{ kg/s}$
$T_{st} = 7,5^\circ \text{C}$	$T_{st} = 1,6^\circ \text{C}$
$T_{sr} = 9,8^\circ \text{C}$	$T_{sr} = 20,0^\circ \text{C}$
$m = 2,0 \text{ kg}$	$m = 1,0 \text{ kg}$
$F = 60 \text{ Hz}$	$F = 50 \text{ Hz}$
$W = 3,10 \text{ kW}$	$W = 2,25 \text{ kW}$
$Q_{ev,R} = 9,05 \text{ kW}$	$Q_{ev,R} = 9,24 \text{ kW}$
$COP = 2,92$	$COP = 4,11$

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos em regime permanente comprovaram que o R1270 alcançou valores de capacidade de refrigeração e COP superiores aos valores do sistema com R22. Além disso, a automatização e a substituição do fluido tradicional por um refrigerante natural proporcionaram uma redução de 27,4% na potência consumida pelo compressor e redução nos impactos ambientais referentes ao aquecimento global.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, A. H. P. Análise experimental da eficiência energética de um sistema de refrigeração automatizado utilizando R22 e propileno como fluido refrigerante. 2011. 134 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.
- COLBOURNE, D.; SUEN, K. O. Assessment of performance of hydrocarbon refrigerants. In: PROCEEDINGS OF THE FOURTH IIRGUSTAV LORENTZEN CONFERENCE ON NATURAL WORKING FLUIDS, Purdue, USA, 2000.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis pelo material impresso contido neste artigo.