

**MERCOFRIO 2008 - CONGRESSO DE AR CONDICIONADO, REFRIGERAÇÃO,
AQUECIMENTO E VENTILAÇÃO DO MERCOSUL**

RESUMOS SESSÕES TÉCNICAS
(Ver Comunicações Técnicas no final)
(Sujeito a alterações)

RESFRIAMIENTO EVAPORATIVO, ESTUDIO DE APLICACION

Oscar Saul Hernandez M. - oscarhm@mecanica.ufu.br

Gilmar A. Borges

Juan G. Paz Alegrias - jgpaz@mecanica.ufu.br

Facultad de Ingenierías Mecanica, L.E.S.T, Universidad Federal de Uberlandia, Brasil

João M. Pimenta - pimenta@unb.br

Universidade de Brasilia, Departamento de Engenharia Mecanica.

A0101 - Residências
4ª feira, 10/9, 09h00min, Sala A

Resumen. *Este trabajo relata la primera parte del estudio de refrigeradores evaporativos adiabáticos, que están siendo usados para el mejoramiento ambiental, preferiblemente en regiones secas y calientes de Brasil. Para poder evaluar su potencial en cualquier región o país, es necesario modelar el proceso realizado sobre el aire ambiente en este refrigerador, validar este modelo con datos experimentales, relatar los errores del modelo y su alcance. Mostramos en este trabajo el banco de ensayos, instrumentación, técnicas experimentales y metodología de validación del modelo de procesos usado, el cual puede ser aplicado en cualquier lugar del mundo.*

Palabras claves: *conforto térmico, resfriamiento de aire, procesos adiabáticos.*

**DESAFIO DO MERCADO IMOBILIÁRIO À OBTENÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO
DOS SEUS OCUPANTES E À BUSCA DE MATERIAIS CONSTRUTIVOS APROPRIA-
DOS QUE CONSIDEREM AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS LOCAIS E GLOBAIS**

Clélia Mendonça de Moraes – clélia.moraes@yahoo.com.br

Kamal Abdel Radi Ismail – kamal@fem.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, Departamento de Engenharia Mecânica

A0301 - Edifícios Comerciais e Públicos
4ª feira, 10/9, 09h20min, Sala A

Resumo. *O presente artigo apresenta o panorama atual da construção civil no Brasil e tem como objetivo repensar o posicionamento do setor da construção civil para orientar e propor políticas públicas com responsabilidades sociais, empresariais e para o desenvolvimento sustentável da sociedade em relação ao meio ambiente. Nossa proposta neste artigo é discutir algumas questões sobre mudanças climáticas, métodos atuais de conforto térmico e simulação da edificação. Além disso, referiremos ao debate sobre desenvolvimento de valores sustentáveis e o uso excessivo de energia, como contribuição à uma proposta pedagógica para capacitação técnica dos profissionais do setor.*

Palavras-chave: Mercado imobiliário, Conforto térmico, Materiais de construção, Energia e Desenvolvimento sustentável.

METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DA SOLUÇÃO ÓTIMA DE MODERNIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES DE AR CONDICIONADO APLICADA AO PROJETO E MODERNIZAÇÃO DE EDIFÍCIOS

Eduardo Juliano L. de S. Ataíde – eduardojuliano@gmail.com

Guttemberg Rios – guto.rios@gmail.com

Thiago Hamilton Cordeiro – thiagohcordeiro@hotmail.com

Bruce dos Santos – emaildobruce@gmail.com

João Pimenta – pimenta@unb.br

Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Mecânica, LaAR-Laboratório de Ar condicionado e Refrigeração (www.laar.unb.br)

A0302 - Edifícios Comerciais e Públicos

4ª feira, 10/9, 09h40min, Sala A

Resumo. A eficiência energética de equipamentos de ar condicionado e refrigeração e os custos associados aos sistemas de refrigeração e ar condicionado são cada vez mais importantes para as indústrias e edificações, devido à magnitude que tais equipamentos representam nos custos desde o ato de sua concepção até o consumo de energia elétrica. Dentro desse contexto, o presente trabalho tem o objetivo de apresentar uma metodologia de análise de sistemas de ar condicionado e refrigeração. O trabalho iniciou-se com o estudo de um sistema de ar condicionado para um edifício concebido sem climatização ativa e se estendeu a uma instalação que opera próximo ao fim de sua vida útil. Para realização da análise foi proposta uma metodologia que levou em consideração os custos associados ao sistema de ar condicionado tendo em conta os custos iniciais de implantação e os custos operacionais do sistema. Os custos iniciais do investimento foram compostos pelos custos dos equipamentos, materiais, acessórios para montagem, transportes horizontal e vertical, montagem e custos envolvidos com projetos, taxas e licenças. Os custos operacionais por sua vez envolveram o consumo de energia elétrica, parâmetros operacionais de cada tipo de sistema (como COP), custos associados a manutenção e materiais de consumo além de custos ambientais onde foi adotada uma análise de TEWI (Total Equivalent Warming Impact), além de outros custos. Como resultado apresenta-se uma proposta de metodologia de análise que permite a avaliação completa de um sistema de ar condicionado tanto para prédios novos quanto para prédios onde o sistema já existe mas necessita de adequações tecnológicas.

Palavras-chave: Ar condicionado, Edifícios, Viabilidade econômica, Custos.

BANCADA DE AR CONDICIONADO VEICULAR

José Henrique Martins Neto – henrique@des.cefetmg.br

Luiz Augusto Ferreira de Campos Viana – lucamposviana@globocom

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Mecânica

A0901 - Transporte de Pessoas

4ª feira, 10/9, 10h00min, Sala A

Resumo. Este trabalho apresenta uma bancada de ar condicionado veicular projetada e construída para ser utilizada em demonstrações didáticas. A bancada poderá ser utilizada também para reali-

zação de pesquisas aplicadas na área automotiva, sendo útil para o desenvolvimento de trabalhos visando à busca de soluções que propiciem a redução do consumo de combustível dos veículos e a redução das emissões dos gases poluidores. A bancada foi montada com todos os componentes de refrigeração de uma instalação real veicular, exceto o sistema de acionamento que foi substituído por um motor elétrico e um inversor de frequência para variação da rotação do compressor. A bancada também possui um sistema de simulação de ar quente constituído de resistência elétrica, tanque de água quente, circulador e termostato de forma a permitir diferentes temperaturas e vazões de água. Um sistema de ventilação de quatro velocidades permite variar a vazão de ar quente ou frio. A bancada foi instrumentada com sensores para medição de temperatura e pressão e possui um sistema de aquisição de dados. Alguns testes experimentais estão sendo realizados e propostos para determinação das taxas de transferência de calor, trabalho do compressor e coeficiente de performance considerando diferentes rotações.

Palavras-chave: ar condicionado veicular, bancada de ar condicionado.

DEPURAÇÃO ISOENTÁLPICA – SISTEMA DE PRESSURIZAÇÃO DE SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS EM AMBIENTE INDUSTRIAL

Domenico Capulli – domenico-diva@uol.com.br

Vanessa Novello - vava_cpil@bol.com.br

Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia Química

A2901 – Ventilação do Ambiente Industrial
4ª feira, 10/9, 09h00min, Sala B

Resumo. As instalações abrigadas de utilidades elétricas de suporte à plataformas “off shore”, usinas de álcool e açúcar, plantas petroquímicas, siderúrgicas, cimenteiras e de papel e celulose tem como adversário a qualidade do ar ambiente externo com contaminantes em concentrações de elementos alheios a composição natural do ar nos aspectos químico (gases, vapores, odores) e físico (material particulado) tais como sais de sódio e potássio, enxofre, cloro, COV (compostos orgânicos voláteis) e coque, óxidos ferrosos, fuligem de combustão, óxidos de ferro, sal; que ao serem admitidos no sistema de pressurização dessas instalações causam panes em sistemas obstrutivos de filtração, incremento das ações de manutenção, redução da confiabilidade operacional, redução da vida útil de equipamentos e componentes elétricos e elevação do custo operacional, bem como a poluição secundária gerada no descarte dos elementos filtrantes saturados. Como característica funcional dessas instalações temos a elevada taxa de fluxo de calor sensível dissipado por equipamentos elétricos que afetam a sua performance, sendo requerido a disponibilização de um sistema de ventilação que assegure qualidade do ar insuflado e capacidade de remover a energia dissipada por resfriamento convectivo. Nosso trabalho consiste numa comparação dentre as três modalidades de pressurização das subestações elétricas a saber: sistema de insuflação do ar externo com filtração mecânica, insuflação de ar resfriado com a aplicação da tecnologia de centrifugação líquida multiventuri e a climatização do ar interno da subestação. Através de resultados de aplicações e estudos, bem como constatações de ensaios e análises da qualidade do ar de interiores em sistemas de ventilação para Tomada de Ar Externo (T.A.E.), foi constatado os problemas e vantagens de cada tecnologia nos aspectos de qualidade físico-química do ar, consumo de energia global, geração de rejeitos e resíduos, manutenção operacional, confiabilidade operacional e preservação patrimonial, destacando-se a tecnologia de depuração e resfriamento por centrifugação líquida que apresenta performance estável, expurgo automático e cíclico dos contaminantes por extração não acumulativa, independentemente da qualidade do ar no ambiente industrial externo, inclusive em situações de acidentes de processo com elevada emissão de poluentes.

Palavras Chave: Resfriamento isentálpico, Descontaminação do ar, Pressurização de subestação elétrica, Dessalinização do ar, Despoluição e insuflação

EVALUATION OF DISPLACEMENT AND MIXING MODES IN MECHANICAL VENTILATION ENCLOSURE

S. A. El-Agouz - elagouz2002@yahoo.com
Mechanical Power Engineering Department, Tanta University, Egypt

A2902 - Ventilation of the Industrial Environment
4ª feira, 10/9, 09h20min, Sala B

Abstract. A numerical simulation using computational fluid dynamics model is used to investigate and compare the performances of displacement and mixing ventilation modes under different boundary conditions. A companion paper will report the results in terms of the thermal comfort and the indoor air quality. Four modes (case 1, 2, 3 and 4) of displacement ventilations and two modes (cases 5 and 6) of mixing ventilations are studied. The influence of Reynolds and Schmidt numbers on the performance of displacement and mixing ventilations are presented. The results show that the lower performance in case 6 for mixing ventilation while the higher performance in case 5 for mixing ventilation and case 4 for displacement ventilation. The heat and mass transfer rates, the heat and contaminant removal effectiveness and the air clearing efficiency influenced by the change of the Reynolds and Schmidt numbers.

Keywords: CFD, Mixed convection, Displacement and mixing ventilation, Heat/Contaminant sources.

ANÁLISE DE UMA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE UM AMBIENTE CLIMATIZADO ALIMENTADO PELA REDE ELÉTRICA CONVENCIONAL E POR PAINÉIS SOLARES FOTOVOLTAICOS

Francisco Daniel Lima Silva – fdanielce@yahoo.com.br
Paulo Otto Beyer – paulo.beyer@ufrgs.br
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Mecânica, PROMEC

A3301 - Uso de Energia Solar e Eólica
4ª feira, 10/9, 09h40min, Sala B

Resumo. Tendo e vista a larga utilização de sistemas de ar condicionado e seu proporcional consumo energético e também o grande potencial da energia solar fotovoltaica como fonte limpa e renovável, um estudo científico exploratório da união oportuna destes dois sistemas se faz pertinente, dentro de uma visão atual e futurista quanto à utilização de energia, aliada a consciência ambiental. Utilizando a ferramenta de simulação computacional Energy Plus, busca-se contribuir cientificamente com o desenvolvimento e análise de simulações computacionais, que possibilitam análise térmica e energética de um sistema de refrigeração com alimentação proveniente da rede elétrica convencional e de painéis fotovoltaicos. Este estudo serve de base e motivação a uma aplicação da energia solar fotovoltaica como promissora alternativa energética quando aliada ao sistema de refrigeração, além de difundir a aplicação da tecnologia solar fotovoltaica, e da aplicação do software EnergyPlus como poderosa ferramenta de análise.

Palavras-chave: Simulação computacional, Refrigeração, Energia solar

UM ESTUDO PARAMÉTRICO DA SOLIDIFICAÇÃO COMPLETA EM CÁPSULAS CILINDRICA E ESFÉRICA

Kamal Abdel Radi Ismail – kamal@fem.unicamp.br

Raykleison Igor dos Reis Moraes – raykleison@fem.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Energia Térmica e Fluidos -DETF.

A3401 – Termoacumulação
4ª feira, 10/9, 10h00min, Sala B

Resumo. *O presente artigo visa investigar as diferentes temperaturas de mudança de fase encapsuladas em cilindros e esferas de diferentes materiais sujeitas a diferentes condições de trabalho. O principal objetivo foi determinar o tempo de solidificação completa e investigar opções mais baratas de encapsular o PCM. As cápsulas utilizadas foram testadas e sujeitas a condições de temperatura controlada onde o fluido de trabalho foi variado e sua precisão foi mantida em ± 1 °C. Os experimentos foram realizados em cápsulas de vidro e plástico em diâmetros de 0.0035, 0.076, 0.106, 0.131m e a temperatura de superfície de -5, -10, -12, -15, -18, -20 e -25°C. O material de mudança de fase usado foi a água e água-glicol misturado nas concentrações de 3.75, 7.5, 15, 25, 30, 40 e 50%. Testes similares foram usados com latas de refrigerante e garrafas PET cheias com PCM, pois apresentaram ser um bom candidato devido a sua alta condutividade térmica e por ser mais barato sendo que sua geometria facilita o arranjo dentro de tanques de armazenamento. Os resultados são apresentados e discutidos.*

Palavras-chave: *Solidificação, cápsulas esféricas, cápsulas cilíndricas, PCM, sistema de armazenamento, calor latente.*

ESTUDO EXPERIMENTAL DA SOLIDIFICAÇÃO DO PCM AO REDOR DE UM TUBO CURVO

Kamal Abdel Radi Ismail- kamal@fem.unicamp.br

Lourival Matos de Sousa Filho – lfilho@fem.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Engenharia Térmica e Fluidos

A3402 – Termoacumulação
4ª feira, 10/9, 11h00min, Sala A

Resumo. *Este artigo apresenta os resultados de um estudo experimental do processo da solidificação do material de mudança de fase ao redor de tubos curvos com diferentes curvaturas e temperaturas de trabalho. O principal objetivo fundamenta-se em analisar a massa solidificada, taxa de solidificação e o tempo de solidificação completo em função da temperatura do fluido de trabalho na entrada do tubo, o número de Dean, que quantifica o grau de curvatura do tubo, e a variação da vazão. Uma vez que uma das principais aplicações deste trabalho consiste em levantar parâmetros de projeto para armazenadores de calor latente e como resultado de estudo, espera-se otimizar a temperatura de trabalho para obter alta eficiência. Os experimentos foram realizados com curvaturas de 15,5cm, 10,15cm e 3,9cm e temperaturas de fluido de trabalho de -8, -14, -18, -20, -23 e -25°C. O material de mudança de fase usado foi água. Para determinar a espessura da camada solidificada, foi utilizada uma máquina fotográfica digital e uma régua de referência. As imagens da camada eram capturadas em intervalos pré-determinados de tempo e eram posteriormente digitalizadas por um software, AutoCAD. Para obter os valores das temperaturas na superfície do tubo fo-*

ram fixados termopares do tipo T, que atende com grande confiabilidade o intervalo de temperatura de interesse. Os resultados foram apresentados e discutidos..

Palavras-chave: Solidificação da água, Tubos curvos, Número de Dean, PCM, Calor Latente

MODELAGEM NUMÉRICA DO PROCESSO DE MUDANÇA DE FASE EM PLACAS PARALELAS

Kamal A.R. Ismail – kamal@fem.unicamp.br

Mario Gonzalez – mario.gonzalez@pantokrator.org.br

Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Engenharia Térmica e Fluidos

Carlos T. Salinas – csalinas_99@yahoo.com

Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica

A3403 – Termoacumulação
4ª feira, 10/9, 11h20min, Sala A

Resumo. No presente trabalho estuda-se numericamente o fenômeno de solidificação de um PCM em placas paralelas que compõem um banco de gelo. Parâmetros importantes como o espaçamento entre as placas, a temperatura da placa, a temperatura do fluido de trabalho e a vazão, são considerados numa faixa variável. Desenvolveu-se um modelo numérico para simular o processo de solidificação com o objetivo de determinar a posição da frente de solidificação e a distribuição de temperaturas na fase sólida, além de avaliar a influência dos parâmetros considerados. As equações governantes, considerando transferência de calor unidimensional, foram discretizadas utilizando o método de diferenças finitas e o esquema modificado de espaço de tempo variável (MVTs) para a resolução da malha computacional. Considera-se a temperatura inicial do PCM igual à da solidificação e com propriedades constantes. A modelagem da solidificação foi feita para os casos de temperatura da superfície da placa constante e variável. Para validar o modelo numérico, foi construída uma bancada experimental onde foram feitos diversos experimentos com os parâmetros mencionados anteriormente. Os resultados numéricos obtidos foram analisados e comparados. Estes mostraram concordância satisfatória com os resultados experimentais para a modelagem realizada com temperatura da placa variável. Os resultados deste trabalho podem ser utilizados para o projeto de armazenadores de calor latente em geometrias planas.

Palavras-chave: Modelagem numérica, Mudança de Fase, Placas Paralelas, Bancos de Gelo.

COMPARAÇÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO ENTRE SISTEMAS COM E SEM TERMOACUMULAÇÃO NO CONDICIONAMENTO DE AMBIENTES

Klicia Araújo Sampaio – klicia@fea.unicamp.br

Vivaldo Silveira Junior – Vivaldo@fea.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Engenharia de Alimentos

Marcos Rodrigues Amorim Afonso – m.r.a.Afonso@gmail.com

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia de Alimentos

A3404 – Termoacumulação
4ª feira, 10/9, 11h40min, Sala A

Resumo. Os equipamentos e sistemas que fornecem conforto térmico e qualidade do ar interno para ambientes comerciais, consomem cerca de 42 % do total de energia usada em ambientes acondicionados sendo, portanto o ponto principal nas discussões sobre consumo energético. Os sistemas de termoacumulação têm como principal objetivo a racionalização da demanda de energia elétrica, devido à utilização da mesma em períodos de baixa demanda, além da redução do investimento inicial. A acumulação do “frio” pode ser feita através de bancos de água ou bancos de gelo, sendo que estes últimos têm elevada capacidade de armazenamento de “frio”, devido à mudança de fase. As lógicas de controle convencionais são largamente utilizadas de acordo com a necessidade do processo. Neste trabalho utilizou-se um sistema de termoacumulação com banco de gelo e um sistema sem termoacumulação para o condicionamento da temperatura de diferentes ambientes. A temperatura de cada ambiente foi controlada através da lógica de controle On-off que atuou na distribuição da água gelada. O consumo energético foi medido nas etapas de carga e descarga destes sistemas. Pôde-se verificar além da redução do barulho, a economia de custos no faturamento mensal de energia elétrica.

Palavras-chave: Termoacumulação, On-off, consumo energético.

NUMERICAL AND EXPERIMENTAL STUDY WITH RADIAL FINS

Kamal Abdel Radi Ismail – kamal@fem.unicamp.br

Raquel da Cunha Ribeiro da Silva – raquelcrs@fem.unicamp.br

Raykleison Igor Reis Moraes – raykleison@fem.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Energia Térmica e Fluidos-DETF.

A3405 – Termoacumulação
4ª feira, 10/9, 11h00min, Sala B

Abstract The objective of the present study is to investigate the effects of the radial fins on the time for complete solidification, velocity of the solidification front and the solidified mass fraction in the case of a horizontal cylinder submersed in the PCM with the cold working fluid flowing into the cylinder. A conduction model is developed to represent the horizontal cylinder and was solved numerically by using the finite difference approximation associated with finite control volumes model. The program was tested and optimized to make the program independent of the grid size. Numerical tests were realized to investigate the effects of the working fluid temperature, mass flow, the fin thickness, diameter and fin spacing, on the time for complete solidification, fraction solidification mass and velocity of the solidified front. In order to validate the numerical results and the proposed model, an experimental set up was constructed and instrumented. The mass flow rate was measured by an orifice plate coupled to a differential transducer. Calibrated thermocouples were distributed radially and axially between two consecutive fins. Photographs were taken during the experiments of the solidification front, the solidified mass. Measurements were compared with the numerical predictions and the agreement was found satisfactory. The results are presented and discussed.

Key Words: Radially finned cylinder, phase change, storage system, externally finned horizontal tube

COMPORTAMENTO ÓTICO DOS POLICARBONATOS TRANSLÚCIDOS FRENTE À RADIAÇÃO SOLAR

Joaquim Cesar Pizzutti dos Santos – joaquim@smail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Estruturas e Construção Civil

Mauro Roberto Fernandes – mauro@iqsc.usp.br
Universidade de São Paulo, Instituto de Química de São Carlos

A4303 – Envoltória da Edificação
4ª feira, 10/9, 11h20min, Sala B

Resumo. *Duas das principais características a serem consideradas no processo de especificação dos materiais transparentes e translúcidos, são o Fator de Calor Solar e a Transmitância da Luz Visível, que servem como parâmetro para o cálculo dos ganhos de calor e disponibilidade de luz natural em um ambiente, respectivamente. Este trabalho apresenta resultados destes parâmetros para grande número de policarbonatos translúcidos usados no Brasil. Foram realizados ensaios em espectrofotômetro, para incidência normal, obtendo-se a curva de variação da transmissão e da reflexão na faixa espectral entre 300 e 2000 nm. A partir da integração destas curvas, ponderadas em relação a um espectro solar padrão, foram obtidos valores de refletância e transmitância das amostras para o espectro total e separadamente para as regiões do ultravioleta, visível e infravermelho. Os valores para o espectro total são usados no cálculo do Fator de Calor Solar, e os da região do visível são os valores da Transmitância da Luz Visível. A análise do comportamento espectrofotométrico das curvas resultantes e a utilização dos dados obtidos permitem ao projetista uma avaliação mais apurada do impacto do uso de diferentes tipos de policarbonatos translúcidos sobre o comportamento térmico e da iluminação natural da edificação.*

Palavras-chave: *Policarbonatos Translúcidos, Fator de Calor Solar, Transmitância da Luz Visível*

MOULD GROWTH RISK IN CONDITIONED OFFICE BUILDING

Roberto Zanetti Freire – roberto.freire@pucpr.br
Rogério Marcos Barbosa – rogerio_mbarbosa@yahoo.com.br
Marc Olivier Abadie – marc.abadie@pucpr.br
Nathan Mendes – nathan.mendes@pucpr.br
Pontifical Catholic University of Paraná - PUCPR, Thermal Systems Laboratory – LST

A4304 - Envoltória da Edificação
4ª feira, 10/9, 11h40min, Sala B

Abstract. *Due to the fact of indoor air conditions and thermal comfort are certainly the main aspects when health and productivity are taken into account in office buildings especially when they are situated in hot and humid climates. This paper presents a case study which has been elaborated to test a generic and flexible computational algorithm developed to integrate models for the HVAC systems, hygrothermal building and mould growth risk. Thought simulation comparisons of a free-floating temperature and relative humidity case and by using the HVAC system, this paper showed the possibility of reduce mould growth by the wall drying effect. Results are presented in terms of the evaluation of the Mould Growth Risk (MGR) index, indoor air and wall surface temperature and relative humidity.*

Keywords: *Mould growth, HVAC systems, Moisture, Hygrothermal simulation.*

ESTUDO DA ENVOLTÓRIA COM BASE NOS CONCEITOS GREEN BUILDING

Maria Fernanda Martinez - fernanda@eficientysul.com.br
Paulo Otto Beyer - paulo.beyer@ufrgs.br

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UFRGS

Marta Baltar Alves - marta@eficientysul.com.br

EficientySul Projetos de Eficiência Energética

Luís Alberto Pereira - lpereira@puccrs.br

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, PUCRS

A4305 - Envoltória da Edificação

5ª feira, 11/9, 09h00min, Sala A

Resumo. Nos últimos anos, as alterações na estrutura do setor elétrico e o aumento do valor das tarifas fez com que fossem desenvolvidos programas e projetos visando a estabelecer uma nova conscientização para o uso eficiente da energia elétrica. Programas com estas características também estão sendo implantados na construção civil visando reduzir o consumo de energia, como é o caso das construções verdes e sustentáveis, conhecidas por sua denominação em língua inglesa *green building*. Para avaliar se estas construções foram construídas e funcionam de modo ambientalmente correto, foi criado pelo Conselho Norte-Americano de Construção Verde, o selo LEED. Este artigo tem como objetivo mostrar meios de redução do consumo de energia elétrica com o sistema de condicionamento ambiental e ao mesmo tempo garantir níveis adequados de conforto térmico aos usuários dos edifícios que buscam obter certificação LEED. As análises foram de desempenho energético realizadas através de simulações computacionais, feitas com o auxílio do programa EnergyPlus, por meio do qual foi possível verificar que alterando parâmetros construtivos, como a utilização de brises, uso de vidros laminados, e tela externa de proteção, o consumo energético do edifício pode ser reduzido significativamente. Para o caso apresentado esta redução chegou a 58%.

Palavras-Chave: Conforto Térmico, Consumo de Energia Elétrica, Edifício Verde, Energyplus, Simulações.

LÓGICA FUZZY APLICADA AO CONTROLE DE UM CHILLER ADSORTIVO A ENERGIA SOLAR E GÁS NATURAL

Anselmo de Oliveira Carvalho – anselmop@veloxmail.com.br

Antonio Pralon Ferreira Leite– antpralon@yahoo.com.br

Francisco Antonio Belo- belo@les-ufpb.br

Universidade Federal da Paraíba – LES- Laboratório de Energia Solar.

A4601 - Projetos e Aplicação de Controles

5ª feira, 11/9, 09h20min, Sala A

Resumo: A utilização de sistemas de refrigeração e climatização tem sido nos últimos anos muito importante para a humanidade e hoje é indispensável para a conservação e processos de transformação de alimentos, bem como, o conforto térmico humano. Em todas estas aplicações tem-se procurado o aumento da eficiência energética das instalações frigoríficas, considerando que a energia consumida causa um impacto muito grande nos custos das indústrias e principalmente nas instalações comerciais e residenciais. Tem-se buscado também alternativas para substituir os fluidos refrigerantes nocivos ao meio ambiente, ou seja, os CFCs, HCFCs e HFCs. Este trabalho apresenta o estudo que prevê a utilização da energia solar e do gás natural como fontes de energia alternativa à energia elétrica nos processos de refrigeração que não utiliza os gases halogenados e introduz controles automáticos, confiáveis e de baixo investimento, desenvolvidos através da Lógica “Fuzzy”, para maximizar o uso da energia solar, mesmo em dias parcialmente nublados e diminuir consideravelmente o uso do gás natural e assim viabilizar economicamente o uso de um “chiller”

de um sistema de climatização por adsorção, que utiliza como fonte de calor a energia solar e o gás natural.

Palavras chaves: Refrigeração, adsorção, “fuzzy”, energia solar e gás natural.

INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE CONTROLE DE CONFORTO TÉRMICO COM SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO

Gustavo von Dentz – gustavo.dentz@gmail.com

Karine Bauer – kaka_bauer@yahoo.com.br

Gustavo H. da Costa Oliveira - gustavo.oliveira@pucpr.br

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - PPGEPS

Nathan Mendes - nathan.mendes@pucpr.br

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - PPGEM

A4602 - Projeto e Aplicação de Controles

5ª feira, 11/9, 09h40min, Sala A

Resumo. Este artigo aborda o problema de controle de conforto térmico em edificações com sistemas de climatização HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning). Na busca pelo conforto térmico, um grande número de índices foram estabelecidos para análise de edificações e projetos de sistemas de controle para equipamentos de climatização. Neste trabalho, utiliza-se o índice de conforto denominado PMV (Predicted Mean Vote). Baseado no PMV, descreve-se uma estratégia de controle de sistemas de climatização onde a sinal de realimentação é o PMV, em substituição à realimentação da variável controlada do sistema. Para integração de sistemas de controle contínuo em equipamentos de climatização intrinsecamente discretos na entrada, apresenta-se a estratégia de Modulação por largura de pulso adaptativa PMAC (Pulse Modulation Adaptative Controller). Detalhes da interface homem máquina para este sistema são apresentados e resultados de simulação ilustram a estratégia proposta.

Palavras-chave: Conforto Térmico, Ar-Condicionado, Controle Adaptativo.

REDUÇÃO DE TROCA TÉRMICA E AUMENTO DE CUSTOS CAUSADOS PELA IMPUREZA DAS ÁGUAS INDUSTRIAIS UTILIZADAS EM SISTEMAS DE RESFRIAMENTO E GERAÇÃO DE VAPOR

Tatiana Costa de Oliveira Rocha – tatiana@dijan.com.br

Universidade Luterana do Brasil – ULBRA – Departamento de Química

A4801 – Tratamento de Águas

5ª feira, 11/9, 10h00min, Sala A

Resumo. O trabalho trata do entendimento da importância do controle da qualidade da água de utilidades em sistemas de resfriamento e geração de vapor, através de programas de tratamentos químicos. A motivação para um estudo mais aprofundado do tema deu-se pela verificação da falta de informação que as empresas possuem de seus bens imobilizados, não tendo consciência da perda financeira causada pela falta de controle químico das águas de utilidades empregadas em seus processos, esta falta de informação acarreta deficiência dos equipamentos, gerando perdas de troca térmica, entre outros e, conseqüentemente, perda de lucro. Dentre este contexto, este trabalho apresenta os seguintes objetivos: relacionar os parâmetros de ligação entre águas de make-up (reposição, alimentação) e incrustações; verificar o tipo de incrustação e sua relativa diminuição na

condutividade térmica dos equipamentos e, conseqüentemente, o aumento de consumo de energia (luz, água, óleo, gás, lenha), através de cálculos teóricos, baseados em dados reais. A metodologia aplicada para esta investigação foi à coleta de amostras em empresas selecionadas, realização de ensaios físico-químicos e análise dos resultados, confrontados com os dados das vistorias técnicas realizadas nos equipamentos os quais serão apresentados aos participantes.

Palavras-chave: Tratamento de Águas, Troca Térmica, Desempenho, Condutividade, Incrustações.

METODOLOGIA PARA ENSAIOS DE RESFRIADORES DE AR EVAPORATIVOS DIRETOS POR SUPERFÍCIE MOLHADA

José Rui Camargo – rui@unitau.br

Ederaldo Godoy Junior – godoyjr@unitau.br

Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica

A5101 - Resfriamento Evaporativo

5ª feira, 11/9, 09h00min, Sala B

Resumo. Um resfriador evaporativo direto por superfície molhada é um equipamento que promove o resfriamento do ar por meio da evaporação de água. Consiste, normalmente, de um gabinete no qual são instalados um elemento evaporativo (painel de contato), ventiladores que movimentam o ar e bombas para recirculação da água. O meio evaporativo é uma superfície sólida, mantida em contato com a água e através do qual flui o ar que será resfriado. Este trabalho apresenta uma metodologia adaptada da ANSI/ASHRAE Standard 133/2001 (Method of Testing Direct Evaporative Air Coolers) para ensaio em campo de resfriadores evaporativos. Os ensaios têm por objetivo a determinação de todos os dados necessários para o levantamento das “curvas de desempenho” do equipamento. O resultado dos ensaios são apresentados em gráficos, tendo o fluxo de ar como abscissa e, como ordenada, a eficiência de saturação, a pressão estática diferencial e a potência total consumida. São apresentadas, além da metodologia para a medição da vazão de ar, temperaturas, pressões e potências consumidas, as equações para correção das variáveis para condições padrão e os resultados de testes realizados em um equipamento comercialmente disponível.

Palavras-chave: Resfriador evaporativo, Painel de contato, Metodologia de ensaio, Normas Técnicas

DESENVOLVIMENTO DE UM APARATO EXPERIMENTAL PARA O ESTUDO DA TRANSFERÊNCIA DE CALOR E MASSA NO PROCESSO DE ABSORÇÃO DE SOLUÇÕES DE H₂O-LiBr

José A. Fonseca Jr. – zkaraujo@unb.br

João M. D. Pimenta – pimenta@unb.br

Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica.

LaAR – Laboratório de Ar Condicionado e Refrigeração (www.laar@unb.br)

F0103 - Termodinâmica e Ciclos de Refrigeração

5ª feira, 11/9, 09h20min, Sala B

Resumo. O desenvolvimento de equipamentos por absorção compactos requer a intensificação do processo de absorção do vapor d'água pela solução de água-brometo de lítio. A necessidade de aprofundamento nessa questão tem motivado estudos recentes, os quais inserem-se em duas corren-

tes principais. A primeira relaciona-se com os fluidos de trabalho, pela adição de aditivos àqueles já consagrados ou pelo emprego de fluidos alternativos. A segunda corrente está centrada na pesquisa de novas geometrias de superfícies de transferência e no formato do absorvedor. Neste último contexto, o presente trabalho apresenta o projeto de uma bancada de ensaios, destinada a determinar correlações de transferência de calor e massa no processo de absorção de filmes verticais descendente de solução de água-brometo de lítio. A bancada é projetada para permitir ampla flexibilidade operacional, possibilitando o estudo de superfícies de transferência especiais. Este projeto orientará a construção futura do aparato, contribuindo para aprofundar o conhecimento sobre aquele tema.

Palavras-chave: Absorção, Brometo de lítio, Filme descendente, Transferência de calor e massa.

TRANSIENT THERMAL MANAGEMENT OF ELECTRONIC COMPONENTS USING PHASE CHANGE MATERIALS

Musa M. Radwan - musaradwan@yahoo.com

Ziad Salah Zarem

Almabrouk Mansour

Department of Mechanical Engineering, Academy of Post Graduate Studies, Tripoli, Libya

F0303 - Heat Transfer
5ª feira, 11/9, 09h40min, Sala B

Abstract. *In this work, a Finite Volume Code has been developed to assess the feasibility of utilizing solid liquid phase change materials as a heat absorbing media for proper control of the surface temperature of high power density electronics specifically Silicon Carbide Devices. In the present study, a multilayered structure of silicon carbide material, phase change materials and a copper base plate were used to model the electronic package. The Numerical model incorporates the enthalpy porosity method to model the latent heat evolution in one and two dimensional cases. The model uses time dependent boundary condition as a periodical heat flux at the top of the wafer and convection heat flux at the bottom side of the copper base plate. The results of the simulations has been presented in terms of the spatial temperature distributions for different power levels, temporal variations of surface temperatures at different power cycles and isotherms of temperature within the micro-channels filled with PCM. The results have indicated that the surface temperature is influenced by the thermal conductivity of the phase change materials as well as by the physical dimensions of the micro-channels. Since most of PCM has low thermal conductivity, diamond heat spreaders have been incorporated to enhance the cooling process, this results in lowering the surface temperature of the Silicon Carbide device.*

Key words: *Cooling of Electronics; PCM; Micro channels*

DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA CÁLCULO PSICROMÉTRICO DA VAZÃO DE AR

Tiago José Bulla – tiagobulla@yahoo.com.br

Paulo Otto Beyer – paulo.beyer@ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Mecânica

Rodrigo Ghiorzzi Donni – rgdonni@yahoo.com.br

F0601 – Psicrometria

5ª feira, 11/9, 10h00min, Sala B

Resumo. Este trabalho trata do desenvolvimento de um programa computacional em linguagem Quick-Basic, destinado ao cálculo psicrométrico da vazão de ar em processos de resfriamento e desumidificação. A criação do programa foi inspirada no Manual de Ar Condicionado da Carrier, o qual possui uma metodologia de cálculo psicrométrico bastante difundida para obtenção da vazão de condicionadores de ar. No programa foram inseridas as equações psicrométricas do ASHRAE Fundamentals Handbook, aliadas a rotinas de cálculo para obtenção dos resultados desejados. Facultou-se ao usuário do programa a possibilidade de optar por um sistema convencional, com mistura de ar de retorno e ar exterior, ou por um sistema com cem por cento de ar exterior, sem retorno. Além disso, o programa também foi concebido para situações onde o ambiente possua carga latente elevada, caso em que o software diagnostica e calcula reaquecimento, conforme necessário. Foi também criada uma rotina para desenhar a carta psicrométrica na tela com as retas dos processos, de modo que o usuário do programa tenha uma visão gráfica dos resultados obtidos. Por fim, foi feita uma comparação entre resultados obtidos pelo programa e os resultados obtidos com a metodologia de cálculo constante no Manual de Ar Condicionado da Carrier, para alguns exemplos estudados.

Palavras-chave: Psicrometria, Programa Computacional, Cálculo da Vazão de Ar, Sistemas de Ar Condicionado, Carta Psicrométrica.

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O VOTO DE SENSAÇÃO TÉRMICA REAL E O MODELO SIMULADO DE PMV

Luís Felipe Orsatto – luisfeo@gmail.com

Eduardo Leite Krüger – ekruger@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Construção Civil

F0801 - Conforto Térmico
5ª feira, 11/9, 09h00min, Sala C

Resumo. O presente artigo tem por objetivo comparar os Votos de Sensação Térmica reais com o modelo de simulação baseado no método de Fanger. Pretende-se estabelecer se o modelo simulado condiz com as respostas reais de sensação térmica dos indivíduos. A presente pesquisa é constituída por um estudo de caso realizado com os alunos de uma sala de aula da UTFPR, campus Curitiba. Foram realizadas três medições, sendo uma com o ambiente climatizado por ar-condicionado. Em seguida foram comparadas as sensações térmicas reais dos indivíduos com as simuladas pelo software Analysis CST, que prevê a sensação térmica que o indivíduo teria.

Palavras-chave: Método de Fanger, Analysis CST, Voto de Sensação Térmica, Conforto térmico.

AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CONFORTO TÉRMICO ENTRE OS BLOCOS “F” E “K” do CCT/UDESC

Ana Mirthes Hackenberg - amckeg@terra.com.br, dec2amh@joinville.udesc.br

Laboratório de Meteorologia/Departamento de Engenharia Civil / CCT / UDESC

F0802 - Conforto Térmico
5ª feira, 11/9, 09h20min, Sala C

Resumo - Neste estudo comparou-se as condições térmicas e sensoriais dos ocupantes de duas edificações acadêmicas, blocos F e K, localizadas em Joinville, no CCT - Centro de Ciências Tecnológicas – UDESC Universidade do Estado de Santa Catarina, utilizadas como salas de aula para estudantes de engenharia e computação. Foram levados em conta as condições construtivas e orientação geográfica dos prédios, além de fatores externos característicos, buscando-se verificar mudanças extremas nas condições a que os blocos são expostos.

Foram aplicados questionários de múltipla escolha a aproximadamente 330 estudantes, contendo perguntas relacionadas a diversos fatores sensoriais e de condições físicas, como peso, idade e altura. As medições das variáveis ambientais foram efetuadas conforme a norma ISO 7726 Fazendo-se uso de ferramentas probabilísticas, relacionou-se a sensação dos indivíduos com as condições térmicas reinantes no local, possibilitando a elaboração de gráficos que representam as evoluções sensoriais de acordo com a temperatura para cada bloco. As plantas baixas de cada sala estudada foram plotadas, posicionando-se nestas cada aluno e este caracterizado conforme a sua sensação térmica no presente momento das medições por meio de uma graduação de cores, possibilitando diretamente a observação de regiões críticas, razoáveis ou ótimas dentro de uma escala normatizada formando uma “mancha de satisfação” em cada ambiente.

Trata-se basicamente de eventos aleatórios, tendo sido conveniente sua análise por métodos probabilísticos, com verificações de correlação entre as variáveis levantadas, além do lançamento de gráficos que se julgaram interessantes, procurando explorar ao máximo o espaço amostral tratado. Os limites de conforto térmico para cada bloco foram encontrados através do ajuste de linhas de tendência em gráficos de dispersão com auxílio de sistemas computacionais.

Palavras-chave: conforto térmico – Mancha de satisfação – Limites de Conforto

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES TÉRMICAS DE TRABALHADORES E ESTUDANTES EM DIFERENTES MICROCLIMAS NO BRASIL

Ana Mirthes Hackenberg - amckeg@terra.com.br, dec2amh@joinville.udesc.br

Robison Negri - robison_n@ig.com.br

Laboratório de Meteorologia/Departamento de Engenharia Civil / CCT / UDESC

F0803 - Conforto Térmico
5ª feira, 11/9, 09h40min, Sala C

Resumo - As sensações térmicas dos trabalhadores de seis indústrias e estudantes de uma universidade em duas regiões, Joinville/SC e Campinas/SP, com características climáticas e controles térmicos diferentes foram avaliadas, utilizando-se a metodologia da ISO, caracterizando o ambiente térmico e o usuário. A temperatura, a umidade e a velocidade do ar e a temperatura radiante média foram medidas de acordo com a norma ISO 7726. A produção de calor metabólico dos usuários foi avaliada conforme a ISO 8996 e a resistência térmica da vestimenta conforme a ISO 9920. A sensação térmica dos usuários foi avaliada, concomitante com as medições ambientais, aplicando-se o questionário da ISO 10551 e calculando-se os índices PMV conforme a ISO 7730 e o I-BUTG conforme a ISO 7243 e a NR15. As respostas dos usuários foram comparadas com as características e condições térmicas das edificações e características dos usuários, levantando correlações para avaliar o conforto térmico nas edificações e a relação entre as variáveis, identificando os fatores que mais afetam as respostas ao ambiente térmico. As respostas mostraram um ajuste razoável com a função senoidal. As curvas de conforto relacionadas ao frio e ao calor, em diferentes ambientes, não foram simétricas. A curva de desconforto ao calor foi mais acentuada, mostrando que nas variações térmicas o desconforto ao calor é sentido mais rapidamente do que ao frio.

Palavras-chave: Conforto térmico, Sensações térmicas, Controle térmico, Índices de conforto térmico

ESCOAMENTO DO AR E CONFORTO TÉRMICO EM CABINE DE AERONAVE

Danilo de Moura – kenobidan@yahoo.com.br

Vitor Barbosa Felix– victor.felix@poli.usp.br

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da USP

Israel Belletti Mutt Urasaki – israel.urasaki@poli.usp.br

Curso de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da USP

Arlindo Tribess – atribes@usp.br

Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da USP

F0804 - Conforto Térmico
5ª feira, 11/9, 10h00min, Sala C

Resumo. A aviação comercial vem experimentando expressivo crescimento. Embora o número de fabricantes de aeronaves seja reduzido, a competitividade é muito grande. Produzir aeronaves com nível de conforto diferenciado transformou-se em importante ferramenta de marketing e de venda. Função disto, estudos estão sendo realizados em vários centros de pesquisa, em colaboração com a indústria aeronáutica, para melhorar as condições de conforto térmico de cabine. Novas tecnologias de distribuição de ar e de dispositivos de ventilação personalizada estão sendo testadas. Ambientes que reproduzem a cabine de aeronave, os mock-ups, estão sendo construídos e condições de conforto de cabine avaliadas. Neste trabalho é apresentada, inicialmente, uma discussão destas novas tecnologias e dos trabalhos que estão sendo desenvolvidos. Em seguida são apresentados detalhes de mock-up com 12 poltronas (quatro poltronas por fileira) que foi construído para avaliação de condições de escoamento do ar e de conforto térmico de cabine. Finalmente, são apresentados resultados de simulação do escoamento utilizando dinâmica de fluidos computacional (CFD), considerando formas alternativas de distribuição do ar.

Palavras-chave: Climatização, Conforto Térmico, Escoamento do Ar, Cabine, Aeronave.

CONFORTO TÉRMICO EM AMBIENTES SEMI-CONFINADOS

Leonardo Marques Monteiro – leo4mm@gmail.com

Marcia Peinado Alucci – marciaalu@usp.br

Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Tecnologia, Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética

F0805 - Conforto Térmico
5ª feira, 11/9, 11h00min, Sala A

Resumo. Esta pesquisa trata-se de uma verificação empírica comparativa de diferentes modelos de conforto térmico para avaliação de espaços semi-confinados na cidade de São Paulo. O método adotado é dedutivo, por meio de simulações de modelos preditivos, e experimental indutivo, realizando-se levantamentos de campo de variáveis microclimáticas (temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do ar, temperatura radiante média), individuais (taxa metabólica e isolamento térmico da roupa) e subjetivas (percepção e preferência de sensação térmica). Os modelos preditivos de conforto térmico foram processados computacionalmente. Para a verificação empírica, dois estudos de caso foram considerados, em dois espaços semi-confinados, com características predo-

minantemente comparáveis a de um ambiente interno e a de um ambiente externo. Realizou-se a aplicação de 886 questionários em um total de 24 situações microclimáticas distintas. Os resultados da simulação computacional foram comparados com os dos levantamentos empíricos. Considerando os resultados finais encontrados, o modelo que se mostrou mais apropriado foi o modelo adaptativo de Temperatura Operativa Neutra. Utilizando os dados empíricos coletados, esse modelo foi calibrado por meio de proposição de uma nova equação que proporciona resultados ainda mais significativos para a predição de conforto térmico em espaços semi-confinados na cidade de São Paulo.

Palavras-chave: conforto térmico, ambientes semi-confinados, modelos preditivos, verificação empírica

A INFLUÊNCIA DO PROJETO DE VENTILAÇÃO NA SENSAÇÃO DE CONFORTO BASEADO NAS RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS DISTRIBUÍDOS A ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS

Clélia Mendonça de Moraes – clélia.moraes@yahoo.com.br

Kamal Abdel Radi Ismail – kamal@fem.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, Departamento de Engenharia Mecânica

F0806 - Conforto Térmico
5ª feira, 11/9, 11h20min, Sala A

Resumo. O foco de nossa pesquisa foi avaliar sensações de conforto térmico humano e métodos de conforto térmico em salas de aula por uma aproximação experimental com a aplicação de questionário. Também foi verificada a influência no conforto térmico pelos materiais de construção, variáveis climatológicas que consideram a atmosfera interna e externa para reduzir a diferença entre as temperaturas internas e externas. Para isso, nós investigamos os métodos de conforto térmico principais na literatura e tentamos os adaptar à realidade brasileira. Neste trabalho, salas de aula foram investigadas na Universidade de Campinas (UNICAMP) e Universidade de São Paulo (USP) foram monitoradas e os resultados experimentais avaliaram de acordo com o método de M.A Humphreys & Y.F. Nicol (1970). As perguntas propostas aos estudantes foram elaboradas baseado em: 1) o perfil do estudante; 2) condições de conforto térmicas; 3) fatores de desconforto; 4) avaliação pós-ocupação do projeto arquitetônico. Pelas avaliações de método de conforto térmicas no projeto arquitetônico e sensação humana de conforto, é possível avaliar a importância de construções naturalmente ventiladas como uma variável, além disso, a diferença climática que deveria ser usada para adaptar a arquitetura, ser humano e clima. Discute-se a doença de trabalho devido ao projeto de ventilação e os sistemas de refrigeração ou desígnio de projeto.

Palavras-chave: Projeto de ventilação, Sensação de conforto térmico, Métodos de conforto térmico e Humano doenças de trabalho.

MEDIÇÃO, PREDIÇÃO E ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO EM UMA SALA CIRÚRGICA

Marcelo Luiz Pereira - marcelo@sj.cefetsc.edu.br

CEFETSC/SJ – Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina

Danilo de Moura - danilo.moura2@poli.usp.br

Victor Barbosa Felix - victor.felix@poli.usp.br

Programa de Pós Grad. Escola Politécnica - Universidade de São Paulo - Dep. Eng. Mecânica

Arlindo Tribess - atribess@usp.br

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Departamento de Engenharia Mecânica

F0901 - Qualidade do Ar Interno

5ª feira, 11/9, 11h40min, Sala A

Resumo. Durante uma cirurgia, a trajetória do ar pode ser uma fonte significativa de infecção. As partículas que contêm microrganismos, e que se mantêm dispersas no ar, podem contaminar a ferida cirúrgica depois de se precipitarem diretamente sobre ela, pela contaminação dos instrumentos, por outros materiais cirúrgicos e pelas roupas da equipe cirúrgica. A concentração de partículas no interior de uma sala cirúrgica é afetada por vários fatores. Desta forma, é de fundamental importância o desenvolvimento de mecanismos de predição, análise e controle para esses agentes. A utilização de modelos matemáticos é uma ferramenta muito eficaz no processo de predição e análise desses contaminantes, bem como, no desenvolvimento de projetos de implantação, avaliações e readequações de instalações existentes. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho, consiste em descrever uma metodologia de medição, predição e análise da concentração e tamanho das partículas em suspensão em uma sala cirúrgica com um sistema de ventilação com insuflamento pela parede e retorno próximo ao piso. Para a predição da concentração de partículas no interior da sala, foram obtidos modelos por meio de balanço de massa. Em cada intervalo de predição, os modelos foram alimentados com dados relativos ao ambiente físico e ao sistema de ventilação bem com as concentrações de partículas proveniente das diversas fontes. Também foram realizadas simulações para se verificar os fatores que contribuem para a geração e para remoção das partículas do interior da sala. De forma geral, com base nos resultados obtidos, verificou-se que, na maioria dos casos analisados, os modelos propostos conseguem predizer com boa precisão qual concentração das partículas no interior da sala cirúrgica ao longo tempo. Da mesma forma, foi possível prever com suficiente precisão a contribuição de todos os fatores no processo de geração e remoção das partículas no interior da sala.

Keywords : *Operating room, indoor air quality, particle contamination and particle prediction.*

ESTIMAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE TEMPERATURAS NUM FORNO A GÁS A PARTIR DE IMAGENS DE ENERGIA RADIATIVA

Carlos T. Salinas – csalinas_99@yahoo.com

Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica

F1401 - Medição e Instrumentação

5ª feira, 11/9, 11h00min, Sala B

Resumo. A reconstrução da distribuição de temperatura num sistema bidimensional, que contém um meio absorvente e emissor, pode ser feita utilizando um método baseado no processamento de imagens radiativas. Neste método, a energia radiante recebida pelos elementos de formação de imagens (pixels) de uma câmera CCD é dominada pela energia radiante emitida do gás e das paredes dentro do sistema. O cálculo dos valores da taxa de energia radiante recebida pelos elementos da câmera CCD, que foram emitidas de cada elemento do gás e da superfície, pode ser feita com maior precisão utilizando o método de Monte Carlo. Na abordagem numérico-experimental são utilizadas duas câmeras para capturar as imagens de energia radiante na faixa de luz visível. O problema de reconstrução da distribuição de temperatura é resolvido usando um método modificado de Tikhonov. Os valores das propriedades radiativas do meio e das paredes são assumidos. Os resultados da estimação têm boa representatividade física do problema e mostram a aplicabilidade

do método. Em futuros trabalhos serão feitas estimativas mais elaboradas utilizando medições experimentais das propriedades radiativas ou pela utilização de métodos de estimativa simultânea.

Palavras-chave: Medição de temperatura, Radiação, Métodos Inversos, Imagens Radiativas

OBTENÇÃO DE CURVAS CARACTERÍSTICAS PARA SIMULAÇÃO DE CONDICIONADORES DE AR

José Walter Meissner – jose.meissner@pucpr.br

Nathan Mendes – nathan.mendes@pucpr.br

Kátia C. Mendonça – k.mendonca@pucpr.br

Luís Mauro Moura – luis.moura@pucpr.br

Marc Olivier Abadie – marc.abadie@pucpr.br

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia

F1402 - Medição e Instrumentação

5ª feira, 11/9, 11h20min, Sala B

Resumo. O trabalho tem como objetivo a obtenção de curvas características de dois condicionadores de ar com sistemas de funcionamento diferentes para que possam ser feitas simulações - em computador utilizando um programa de simulação termoenergética de edificações - a fim de comparar o desempenho dos dois sistemas em condições climáticas reais. O documento descreve a bancada de aquisição, composta pelos condicionadores de ar, calorímetro calibrado, sensores, psicrômetro, sistema de aquisição de dados, software supervisorio, e também relata informações relevantes quanto à obtenção das curvas características de cada condicionador de ar assim como detalhes das simulações feitas em computador. Também é apresentado o procedimento de ensaio para obtenção dos dados referente aos dois aparelhos de condicionador de ar avaliados nas condições que a norma brasileira NBR5882 prescreve e também fora das condições de norma, possibilitando uma melhor avaliação do desempenho dos condicionadores de ar em diversas condições ambientais obtendo maior fidelidade nas curvas características encontradas.

Palavras-chave: Condicionadores de ar, Simulação, Calorímetro, Ensaio, Curvas Características.

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE UM COMPRESSOR DE CAPACIDADE VOLUMÉTRICA FIXA E UM COMPRESSOR DE CAPACIDADE VOLUMÉTRICA VARIÁVEL PARA APLICAÇÃO AUTOMOTIVA

Luís Mauro Moura – luis.moura@pucpr.br

Carlos Alexandre Borin Petroski – carlospetroski@yahoo.com.br

Choukri Touati – chokri.touati@insa-lyon.fr

Nathan Mendes – nathan.mendes@pucpr.br

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Centro de Ciências Exatas e da Tecnologia, Laboratório de Sistemas Térmicos, LST

F1403 - Medição e Instrumentação

5ª feira, 11/9, 11h40min, Sala B

Resumo. Apresenta-se uma análise comparativa entre um compressor de capacidade volumétrica fixa e um compressor de capacidade volumétrica variável (swash plate) utilizados em automóveis. Analisa-se a eficiência do sistema em função da massa de fluido refrigerante no sistema e da rota-

ção do compressor. Resultados mostram que o compressor de capacidade variável apresenta maior eficiência energética.

Palavras-chave: Condicionamento de Ar Automotivo, Refrigeração, HVAC

USO DE HIDROCARBONETOS REFRIGERANTES EM APLICAÇÕES RESIDENCIAIS

João Pimenta – pimenta@unb.br

Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Mecânica, LaAR-Laboratório de Ar condicionado e Refrigeração (www.laar.unb.br)

F1903 – Refrigerantes
5ª feira, 11/9, 11h00min, Sala C

Resumo. O uso de hidrocarbonetos como fluido refrigerante em sistemas de refrigeração e climatização residenciais têm se expandido e consolidado nas últimas décadas. Atualmente a busca por refrigerantes que não causem impactos sobre o meio-ambiente tem se concentrado no desenvolvimento de fluidos naturais, entre os quais, os hidrocarbonetos, têm um papel importante a desempenhar, particularmente no segmento residencial. O presente trabalho apresenta uma revisão do uso de hidrocarbonetos em aplicações residenciais, discutindo aspectos técnicos relacionados a seu desempenho energético, custo, condições para uso seguro e perspectivas de pesquisa.

Palavras-chave: Refrigerante, Hidrocarbonetos, TEWI, Meio Ambiente, Aquecimento Global

COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO DO FREON-12, R134A E MP39, EM EQUIPAMENTOS DE REFRIGERAÇÃO

Joaquim Antonio dos Reis – jareis@feg.unesp.br

José Luz Silveira – joseluz@feg.unesp.br

Universidade Estadual Paulista - Departamento de Energia

F1905 – Refrigerantes
5ª feira, 11/9, 11h20min, Sala C

Resumo. Este estudo visa comparar o desempenho dos refrigerantes R 134^a, MP39 e o Freon-12, num sistema de refrigeração por compressão de vapor. São apresentadas as vantagens e desvantagens do uso desses fluidos alternativos sob o ponto de vista termodinâmico. Essa análise é para ajudar na opção mais adequada, quando da substituição. Para uma dada temperatura de condensação (44°C) e evaporação (10°C), são comparadas as quantidades de calor desenvolvidas, o trabalho de compressão e o COP do sistema. O desempenho dos refrigerantes são avaliados baseando-se em medidas experimentais. Verificou-se que o MP39 proporciona uma diminuição na capacidade de refrigeração exigindo, por sua vez, menor potência de compressão, ocasionando um menor consumo de energia que o CFC12 e o R134a. O COP do sistema foi maior usando o MP39, quando comparado com o CFC12 (da ordem de 5%) e quando comparado com o R134a (da ordem de 5%).

Palavras-chave: Refrigerantes alternativos, retrofit, coeficiente de performance, consumo de energia.

DETALHAMENTO DE PLANILHAS ELETRÔNICAS PARA AVALIAÇÃO DO

DESEMPENHO DE VENTILAÇÃO NATURAL DE APARTAMENTOS

Joyce de Amorim Hasten-Reiter – joycehastenreiter@ctec.ufal.br

Alexandre Márcio Toledo – amt@ctec.ufal.br

Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

F2701 - Infiltração e Ventilação

5ª feira, 11/9, 11h40min, Sala C

Resumo. *A avaliação do desempenho da ventilação natural de edifícios residenciais no trópico quente e úmido é de suma importância para o conforto térmico dos usuários, principalmente nos edifícios não climatizados. A Metodologia de Avaliação Multicritério de Ventilação Natural (MAM-VN) - a qual avalia a ação do vento por meio de quatro itens: abrangência de escoamento, níveis de percurso, localização da cozinha e dos banheiros - tem-se mostrado útil para esse fim. Porém, a MAM-VN foi detalhada apenas para a tipologia de apartamentos de três dormitórios com dez ambientes. O objetivo do presente artigo, desenvolvido como atividade de iniciação científica, foi detalhar a MAM-VN para outras tipologias de apartamentos e também automatizá-la. Utilizaram-se como base tipologias de apartamentos de duas quadras da orla marítima da cidade de Maceio-AL. O detalhamento resultou em vinte e duas diferentes planilhas, decorrentes do número de ambientes de cada apartamento, bem como do ajuste dos níveis de impacto considerados. Os sete níveis de impacto, relativos aos níveis de percurso, em algumas planilhas foram reduzidos para cinco e três. A automação da planilha permitiu maior agilidade na obtenção dos resultados. Pretende-se divulgar amplamente essa Metodologia e disponibilizar as planilhas eletrônicas para uso de estudantes, profissionais e pesquisadores.*

Palavras-chave: *Ventilação natural, Avaliação de desempenho, Metodologia de avaliação, Edifícios residenciais.*

MELHORIA NO DESEMPENHO DE VENTILAÇÃO NATURAL DE APARTAMENTOS PELO REDESENHO DO SISTEMA DE ABERTURAS

José Thadeu Maciel Marques Luz Filho – thadeu_luz@ctec.ufal.br

Alexandre Márcio Toledo – amt@ctec.ufal.br

Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

F2702 - Infiltração e Ventilação

5ª feira, 11/9, 11h00min, Sala D

Resumo. *No trópico quente e úmido, a ventilação natural é de suma importância para garantir o conforto térmico dos usuários de edifícios não climatizados, sobretudo os residenciais. A avaliação da ventilação natural pela ação do vento em apartamentos constitui-se em situação complexa, por envolver vários fatores relacionados às condições climáticas, ao entorno natural e construído e a fatores inerentes ao próprio edifício. O objetivo deste artigo foi avaliar o desempenho de ventilação natural de um pavimento tipo de um edifício de apartamentos, comparando-se os desempenhos da situação inicial com alternativa com modificações do sistema de aberturas. A metodologia consistiu na realização de ensaios analógicos de escoamento com maquetes vazadas no equipamento mesa d'água, utilizando o método do traçador e a técnica de injeção direta, seguidos da aplicação da Metodologia de Avaliação Multicritério de Ventilação Natural (MAM-VN) para quatro diferentes direções de vento (NE, L, SE e S). Os resultados mostram que as alterações da quantidade, localização e tamanho das aberturas implicaram em melhoria substancial em relação área de abrangência do escoamento, ao número de entradas e saídas de ar e, conseqüentemente nos desempe-*

nhos da ventilação natural para todas as direções. Conclui-se pela importância da aplicação da MAM-VN como ferramenta de projeto do edifício.

Palavras-chave: Ventilação Natural, MAM-VN, Edifícios de Apartamento

CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA DE RESFRIAMENTO PELO MÉTODO DA SÉRIE RADIANTE – EFEITO DA INÉRCIA TÉRMICA E DO COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Alexandre Marconi de Souza da Costa – amscosta@uem.br
Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Mecânica

F3201 - Métodos de Modelamento e Simulação Energética
5ª feira, 11/9, 11h20min, Sala D

Resumo. Neste trabalho foi analisado e implementado em planilha o procedimento de cálculo de carga térmica de resfriamento utilizando o método da série radiante (Radiant Time Series Method). Tal método foi proposto pela ASHRAE (2001) em substituição aos métodos clássicos de cálculo de carga térmica de resfriamento tais como TETD/TA (média temporal equivalente- médias temporais). Sua vantagem deve-se ao menor número de considerações empíricas requeridas durante os cálculos. O método fundamenta-se na quantificação do efeito do armazenamento de energia térmica dos ambientes sobre a carga térmica de resfriamento instantânea. A quantificação é feita dividindo as componentes de ganho de calor em parcelas convectiva e radiante. As parcelas radiantes são transformadas pelo uso de séries temporais. Os coeficientes das séries temporais são dependentes do tipo de construção e tipo de ganho de calor (solar ou não solar) que originou a parcela radiante. As parcelas transformadas são adicionadas às parcelas convectivas para o cálculo da carga térmica de resfriamento instantânea. O procedimento anterior foi aplicado a um estudo paramétrico dos efeitos da inércia térmica do ambiente, das paredes e do coeficiente global de transferência de calor. Finalizando, é apresentado um sumário dos resultados para os parâmetros mencionados.

Palavras-chave: Carga térmica, ar condicionado, conforto térmico

SIMULAÇÃO ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS COMO FERRAMENTA DE PROJETO. CASO DE ESTUDO: MUSEU DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE BRASÍLIA

André Nascimento – andre.nascimento@imsel.com.br

João Pimenta – pimenta@unb.br

Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Mecânica, LaAR-Laboratório de Ar condicionado e Refrigeração (www.laar.unb.br)

F3203 - Métodos de Modelamento e Simulação Energética
5ª feira, 11/9, 11h40min, Sala D

Resumo. No presente trabalho realizou-se uma simulação computacional tendo em vista a otimização do desempenho energético do Museu de Ciência e Tecnologia de Brasília, cujo projeto encontra-se em execução. Como ferramentas computacionais para a simulação energética de edificações foram utilizados os programas DesignBuilder e Energy Plus. O programa DesignBuilder foi adotado como plataforma de análise devido a disponibilizar uma interface de utilização mais simples e flexível do programa Energy Plus. A partir de informações sobre o projeto arquitetônico fornecidas

pelos Laboratório de Projetos da Universidade de Brasília, fez-se a simulação energética do Museu de C&T de Brasília calculando dados como cargas térmicas, demanda de energia pelo sistema de condicionamento de ar e emissões equivalentes de dióxido de carbono. Resultados de referência foram obtidos para o projeto original, os quais foram comparados a cinco diferentes cenários relativos à alternativas de modificação propostas. As alternativas consideradas analisaram a influência de alterações gerais sobre a envoltória e orientação sobre a carga térmica total, demanda de energia pelo sistema de condicionamento de ar e emissões. Os resultados obtidos permitem apreciar a influência das modificações propostas obtendo-se resultados como redução de até 15% na carga térmica total da edificação.

Palavras-chave: Simulação, Eficiência Energética, DesignBuilder, Energy Plus, Museu.

AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DO DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO OPERANDO COM PROPANO (R290) COMO REFRIGERANTE ALTERNATIVO AO R22

Araí Augusta Bernardez Pécora – arai@fem.unicamp.br

Ricardo Greber Arini – arini@fem.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Energia Térmica e de Fluidos - DETF

R0201 - Sistemas de Refrigeração com Halocarbonados
6ª feira, 12/9, 09h00min, Sala A

Resumo. Visando atender as necessidades do mercado atual de refrigeração, que busca alternativas que atendam à exigência de substituição gradual dos refrigerantes hidroclorofluorcarbonados (HCFC's), este trabalho teve como objetivo analisar experimentalmente um sistema de refrigeração por compressão de vapor operando com o hidrocarboneto propano (R290). O estudo foi realizado em um mini-tanque de resfriamento de leite, produzido comercialmente para operar com o refrigerante R22. Foram analisadas as influências da temperatura do fluido no tanque e da temperatura do ar de resfriamento do condensador sobre parâmetros de desempenho do ciclo de compressão como: coeficiente de desempenho, taxa de resfriamento, potência de compressão, vazão mássica de refrigerante, taxa de transferência de calor no condensador, temperatura do refrigerante na descarga do compressor e volume específico do refrigerante na aspiração do compressor. As medidas experimentais foram realizadas em condições de regime permanente. A temperatura do fluido do tanque e a temperatura do ar de resfriamento do condensador foram mantidas constantes através de resistências elétricas inseridas no tanque e na entrada do condensador, respectivamente. A análise de resultados mostrou que é possível a substituição do refrigerante R22 pelo R290 no sistema estudado.

Palavras-chave: Refrigerantes alternativos, estudo experimental de ciclo de resfriamento, R22, Propano.

UTILIZAÇÃO DO DIÓXIDO DE CARBONO, CO₂, COMO FLUIDO REFRIGERANTE EM SISTEMAS DE AR CONDICIONADO AUTOMOTIVO

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

Faculdade de Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Uberlândia – MG.

R0301 - Sistemas de Amônia e Dióxido de Carbono
6ª feira, 12/9, 09h20min, Sala A

Resumo. O presente artigo apresenta o estado da arte na utilização do dióxido de carbono como fluido refrigerante em sistemas de ar condicionado automotivo. Uma pesquisa bibliográfica abrangente permitiu verificar a evolução dos resultados em relação ao desempenho térmico do CO₂ escoando como fluido de trabalho em sistemas de ar condicionado automotivo. Resultados em veículos, considerados de potência média e elevada são mostrados, evidenciando comparações entre sistemas instalados em veículos utilizando R-134a e CO₂, além de mostrar uma redução no consumo de combustível quando o sistema de ar condicionado operava com CO₂. Os resultados mais interessantes demonstraram que com a utilização do CO₂ como fluido refrigerante, o tempo de resfriamento da cabine do veículo foi reduzido significativamente. Os resultados mais recentes foram realizados em automóvel de pequena potência, denominados de carros populares tipo 1.0. Tais resultados foram bastante encorajadores, demonstrando que o veículo que continha o sistema com CO₂ também apresentou o tempo de resfriamento da cabine reduzido, o consumo de combustível foi menor e o Coeficiente de Eficiência, COP, também mostrou-se superior àquele com o sistema utilizando o refrigerante R134a.

Palavras-chave: Automotivo, CO₂, Refrigerante, Ar Condicionado, Dióxido de Carbono.

ANÁLISE EXPERIMENTAL DE UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO VARIANDO A VELOCIDADE DE ROTAÇÃO DO COMPRESSOR E ABERTURA DA VÁLVULA DE EXPANSÃO TERMOSTÁTICA

Francisco E. Moreno Garcia - femgarcia@mecanica.ufu.br

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

Oscar S. Hernandez Mendoza - oscarh@mecanica.ufu.br

Juan G. Paz Alegrias - jgpaz@mecanica.ufu.br

Faculdade de Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Uberlândia – MG.

R0401 - Sistemas de Refrigeração com Fluidos Secundários
6ª feira, 12/9, 09h40min, Sala A

Resumo. O presente trabalho se concentrou na avaliação do desempenho de um sistema de refrigeração por compressão de vapor (SRCV), com capacidade de refrigeração de 5TR (17,5 kW) trabalhando com uma válvula de expansão termostática e inversor de frequência. O sistema de refrigeração (chiller) é composto, basicamente, por um compressor semi-hermético a pistão, dois trocadores de calor de tubos tipo tubo concêntricos e válvula de expansão termostática. Sistemas de refrigeração, convencionalmente, trabalham com rotação do compressor fixa e dispositivo de expansão também fixo. Neste trabalho, procurou-se desenvolver uma alternativa para avaliar o SRCV com diferentes velocidades de rotação do compressor, utilizando um variador de frequência e ajustando manualmente a abertura da válvula de expansão termostática em cinco posições referenciais pré-estabelecidas em seu grau de abertura. A vantagem do uso dos sistemas SRCV com rotação do compressor variável e ajuste em seu dispositivo de expansão representa a potencialidade de se melhorar consideravelmente o desempenho energético do mesmo.

Palavras-chave: Sistema de refrigeração, Desempenho térmico, Compressor de velocidade variável, Válvula de expansão termostática.

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE DETECÇÃO E DIAGNÓSTICO DE FALHAS PARA AUXÍLIO DE MANUTENÇÃO DE CÂMARAS FRIAS.

Diego Cardelino Ghobad – dieggoin@gmail.com

Matheus Sodré Valverde – theuvalverde@hotmail.com

João Pimenta – pimenta@unb.br

Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Mecânica, LaAR-Laboratório de Ar condicionado e Refrigera o (www.laar.unb.br)

R1401 - Câmaras Frias
6  feira, 12/9, 10h00min, Sala A

Resumo. *O presente trabalho descreve um sistema de Detec o e Diagnóstico de Falhas (DDF) aplicado a uma câmara fria da Universidade de Brasília (UnB). Inicialmente   apresentado o resultado de uma avalia o técnica geral das câmaras frias existente, observando-se uma condi o precária para a maioria das câmaras, devido a obsolescência e deferentes problemas operacionais. Em seguida, um modelo matemático para o ciclo de compressão a vapor   proposto e implementado através de um aplicativo para a detec o e diagnóstico de falhas cujo objetivo   contribuir para com a gestão e procedimentos de manuten o utilizados na UnB. O aplicativo desenvolvido baseia-se na aquisi o remota de sinais transmitidos pela rede de dados interna da UnB, os quais as provenientes de uma câmara fria instrumentada para monitoramento contínuo de suas condi es de opera o. A metodologia consiste em suprir os dados medidos remotamente para um modelo semi-empírico que simula as condi es de opera o do equipamento gerando informa es sobre o desempenho normal da câmara fria. Os resultados obtidos são comparados com a saída do sistema real, gerando um resíduo, a partir do qual   possível detectar uma condi o de falha. A metodologia foi desenvolvida para regime permanente, assim, os valores do modelo são recalculados apenas, caso haja uma varia o na temperatura ambiente, modificando a condi o de opera o do ciclo. O aplicativo foi avaliado por uma série de testes, simulando o envio de sinais pelos módulos de aquisi o, verificando-se que a lógica adotada no mesmo era coerente com a metodologia de monitoramento proposta. Por fim, pode-se verificar a viabilidade do uso do aplicativo em câmaras frias para o monitoramento on-line detectando e diagnosticando possíveis falhas.*

Palavras-chave: *Detec o, Diagnóstico, Falhas, Câmaras Frias, Manuten o.*

ANÁLISE TERMOECONÔMICA: PRODU O DE ÁGUA GELADA EM UM SISTEMA DE REFRIGERA O POR ABSOR O

Ira des Aparecida de Castro Villela - iraides@debas.fauenquil.br

Escola de Engenharia de Lorena – EEL - USP

José Luz Silveira - joseluz@feg.unesp.br

UNESP – Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá

R4102 - Equipamentos de Absor o
6  feira, 12/9, 09h00min, Sala B

Resumo. *Neste trabalho   proposto o uso de biogás gerado numa Esta o de Tratamento de Efluentes de um Laticínio do Estado de São Paulo. A gera o desse biogás se d  através da decomposi o do material residual que   normalmente misturado com água e enviado para tratamento o qual apresenta a seguinte composi o molar: 62,7 % CH₄; 3,4 % N₂; 5 % CO; 2,4 % CO₂, 2,4 % H₂O e 14,1 % H₂S. O modelo termoeconômico proposto se baseia no conceito de exergia e na constru o de diagramas funcionais. A principal vantagem desse modelo   a não necessidade de nenhuma ferramenta computacional, pois   um modelo algébrico de fácil implementa o e interpreta o. O objetivo   a aplica o da análise termoeconômica para minimizar o Custo de Manufatura Exergético, representado pelo custo de produ o de água gelada num Sistema de Refrigera o por Absor-*

ção $NH_3 + H_2O$, acionado com queima direta do biogás. Conclui-se que, o método termoeconômico proposto pode ser aplicado de modo satisfatório para se minimizar o custo de produção de água gelada, em base exérgica, para as vazões mínima ($58 \text{ Nm}^3/\text{h}$) e máxima ($80 \text{ Nm}^3/\text{h}$) de biogás, utilizando-se um Sistema de Refrigeração por Absorção $NH_3 + H_2O$.

Palavras-chave: Modelo Termoeconômico, Sistema de Refrigeração por Absorção, Estação de Tratamento de Efluentes, Biogás.

ANÁLISE DE UM SISTEMA DE ABSORÇÃO DE UM ESTÁGIO UTILIZANDO ÁGUA-AMÔNIA – SIMULAÇÃO TEÓRICA

Joaquim Antonio dos Reis – jareis@feg.unesp.br

José Luz Silveira – joseluz@feg.unesp.br

Michael Audie Ojoe Junior

Universidade Estadual Paulista - Departamento de Energia

R4103 – Equipamentos de Absorção
6ª feira, 12/9, 09h20min, Sala B

Resumo. Entre os desafios que a humanidade enfrenta, dois são particularmente importantes: a poluição ambiental e a utilização racional de energia. Este trabalho estuda um sistema de refrigeração por absorção de um estágio, utilizando o par água-amônia como fluido de trabalho. No Brasil e em muitos países em desenvolvimento, a utilização de máquinas térmicas que trabalham com o ciclo de absorção é bastante promissora, seja no aspecto econômico, pela integração energética de processos ou redução do emprego de energia elétrica. Também, em nível ambiental, esses sistemas evitam a poluição térmica e não utilizam refrigerantes do grupo CFC como fluido de trabalho. Estuda-se 3 parâmetros fundamentais que influenciam o sistema de absorção, equacionando cada processo e considerando a simulação (ou modelagem) em regime permanente. Esses parâmetros são a concentração da amônia após o processo de retificação, a largura do processo e o emprego de sub-resfriador (troca de calor condensador-evaporador). Analisa-se os processos que ocorrem em cada um dos componentes e verifica-se a influência dos 3 parâmetros sobre o desempenho do sistema.

Palavras-chave: Refrigeração por absorção, simulação matemática, consumo de energia, modelagem.

A INFLUÊNCIA DO INVERSOR DE FREQUÊNCIA EM SISTEMAS DE CONDICIONAMENTO DE AR POR COMPRESSÃO DE VAPOR COM CARGA TÉRMICA VARIÁVEL

Rafael da Silveira Moreira – rafaelpaty@yahoo.com.br

Pedro Magalhães Sobrinho – sobrinho@feg.unesp.br

Teófilo Miguel de Souza – teofilo@feg.unesp.br

Universidade Estadual Paulista, Departamento de Engenharia Elétrica

R4401 - Dispositivos de Controle de Refrigeração
6ª feira, 12/9, 09h40min, Sala B

Resumo. Este artigo apresenta os resultados de um trabalho teórico experimental, onde se constatou a diferença de potência elétrica de acionamento e do coeficiente de performance no funcionamento de dois diferentes tipos de compressores: um hermético a pistão e outro do tipo scroll, ope-

rando com inversor de frequência. No estudo variou-se a vazão do fluido refrigerante, e conseqüentemente o efeito frigorífico, por dois procedimentos distintos: restrição da passagem do refrigerante através de uma válvula de estrangulamento, mantendo-se a rotação do compressor hermético constante, e por meio de variação de rotação do compressor scroll com aplicação de um inversor de frequência, mantendo-se a válvula de estrangulamento em uma posição fixa. Os ensaios foram realizados sob condições onde foram mantidas constantes a pressão barométrica local e a temperatura de bulbo seco de circulação do ar, além da umidade relativa mantida numa faixa entre 50 e 80 %. Os ensaios foram realizados em bancada de testes, detalhada no trabalho, provida de sistema supervisorio de coleta de dados. As faixas de operação dos parâmetros obtidos mantiveram-se entre os seguintes limites: potência elétrica de funcionamento dos compressores entre 900 e 3400 W; vazão de fluido refrigerante entre 95 e 140 l/h; efeito refrigerante entre 19000 e 27000 BTU/h; coeficiente de performance dos compressores entre 3,5 e 5,75; frequência da energia elétrica de acionamento do compressor scroll entre 30 e 60 Hz e do hermético em 60 Hz. Os resultados são apresentados comparando os diversos parâmetros medidos e calculados. O estudo demonstrou que existe uma região onde o inversor de frequência é capaz de economizar até 59 % da potência exigida pelo sistema para uma carga térmica definida em relação ao sistema desprovido do inversor de frequência, no qual o controle da vazão de refrigerante ocorre através da válvula de estrangulamento. Conclui-se que a utilização do inversor de frequência, em sistemas onde a carga térmica requerida (efeito refrigerante) varia significativamente, pode resultar em uma significativa economia de energia.

Palavras-chave: Eficiência energética, Condicionamento de ar por compressão de vapor, Inversor de frequência

ANÁLISE EXPERIMENTAL DA INFLUÊNCIA DOS GRADIENTES DE TEMPERATURA DA CÂMARA FRIA NA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UM REFRIGERADOR DE PEQUENO PORTE

Cleiton Rubens Formiga Barbosa - cleiton@ufrnet.br

Francisco de Assis Oliveira Fontes - francisfontes@uol.com.br

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Mecânica

Washington Batista Lima - uoxito@hotmail.com

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Aluno de Graduação em Engenharia Mecânica

Marcelo Renney Alves de Freitas - mrenney2000@yahoo.com.br

Artur Frederico Fonseca da Cruz - arturffc@ufrnet.br

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

R4801 - Refrigeradores e Freezers

6ª feira, 12/9, 10h00min, Sala B

Resumo. No mundo atual, a busca por produtos e processos com menor impacto ambiental e maior eficiência energética e tem sido a tônica. O consumo de energia elétrica e o COP de um sistema frigorífico são fortemente dependentes das condições operacionais e das características de seus componentes. O propósito da presente pesquisa foi investigar a influência dos gradientes de temperatura da câmara fria na performance de um refrigerador de pequeno porte. Uma bancada experimental com aquisição de dados computadorizada foi desenvolvida possibilitando o mapeamento das propriedades físicas e termodinâmicas de interesse. Foram analisados o COP e o consumo de energia elétrica do refrigerador para diferentes condições de operação. A formação de uma camada de gelo na serpentina do evaporador com convecção natural prejudica substancialmente as trocas térmicas na câmara fria. O tempo de operação do compressor até o estabelecimento do “set point” é reduzido com a inserção de um misturador mecânico na câmara fria (convecção forçada

do evaporador), resultando numa economia significativa do consumo de energia elétrica do refrigerador.

Palavras-chave: Eficiência energética, COP, Ciclo de Refrigeração.

ENHANCED DESALINATION PERFORMANCE BY AIR PASSING THROUGH SEAWATER USING HUMIDIFICATION AND DEHUMIDIFICATION PROCESS

S. A. El-Agouz - elagouz2002@yahoo.com

Mechanical Power Engineering Department, Tanta University, Tanta, Egypt

Mabruk M. Abugderah - mabruk@yahoo.com

Abedalla Muhra

Mechanical Engineering Department, 7th of April University, Sabrata, Libya

S2001 – Humidifier

6^a feira, 12/9, 11h00min, Sala A

Abstract. *Experimental investigation of Humidification process by air passing through seawater is presented. The main objective of this work was to determine the humid air behaviour through single-stage of heating-humidifying processes. This experimental work studied the influence of the operating conditions such as the water temperature, the headwater difference, the air velocity and the inlet air temperature to evaporator chamber on the vapour content difference and humidification efficiency. Two cases of different inlet conditions of ambient and heated air cases are studied. The experimental results show that, the vapour content difference and the humidification efficiency of the system is strongly affected by the saline water temperature in the evaporator chamber, headwater difference and the air velocity. The inlet air temperature to evaporator chamber variation was found to have a small affect on the vapour content difference. The obtained maximum vapour content difference of the air was about $222 \text{ gr}_w/\text{kg}_a$ at $75 \text{ }^\circ\text{C}$ for water and air. The obtained vapour content is high compared to that obtained in literature for single-stage and very similar for multi-stage.*

Keywords: Air humidification process, Experimental work, evaporation chamber

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN HUMIDIFICADOR PARA UNA UNIDAD MANEJADORA DE AIRE CON APLICACIÓN DE CUARTO LIMPIO CLASE 100

Agustín Torres Rodríguez – agustin71tr@yahoo.com.mx

David Morillón Gálvez – damg@pumas.iingen.unam.mx

Postgrado de energía e Instituto de ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México

S2002 – Humidificadores

6^a feira, 12/9, 11h20min, Sala A

Resumen. *El trabajo propone el diseño de un humidificador que formara parte de una unidad manejadora de aire con aplicación de cuarto limpio clase 100. Como punto de partida se realiza una breve descripción de los humidificadores utilizados en aplicaciones de cuarto limpio. En el diseño del humidificador se tomo en cuenta un tubo dispersor, el cual estará ubicado dentro de una unidad manejadora de aire que suministrará aire limpio a una velocidad de 6.1 m/s . Por lo que el diseño comprende el cálculo de las cargas de humidificación y deshumidificación, el cálculo de las dimensiones del tanque de almacenamiento de agua, el cálculo del tubo dispersor y tubo de con-*

densados y 4 resistencias eléctricas que evaporaran el agua del tanque. Finalmente se realiza una comparación de los resultados obtenidos con esta metodología y los proporcionados con el software DRI-CALC.

Palabras-clave: humidificador, cuarto limpio, tubo dispersor, humidificación

AVALIAÇÃO DE DESGASTE MECÂNICO E PERDA DE DESEMPENHO EM COMPRESSORES HERMÉTICOS VIA TESTES DE VIDA ACELERADA

Carlos Augusto – carlosaugustomiranda@gmail.com

Klaus Itai Haupt – klaus_haupt@yahoo.com.br

Marcus Vinícius L. Finotti – mvfinotti@yahoo.com.br

Walter J. Pimenta – wpimenta@unb.br

Bruce dos Santos – emaildobruce@gmail.com

João M. D. Pimenta – pimenta@unb.br

Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Mecânica, LaAR-Laboratório de Ar condicionado e Refrigeração (www.laar.unb.br)

S3401 – Compressores
6ª feira, 12/9, 11h40min, Sala A

Resumo. *O presente trabalho propõe uma nova metodologia de teste cujo objetivo principal é a avaliação do desgaste em compressores herméticos para refrigeradores domésticos. Uma comparação é feita considerando os refrigerantes HC600a e HFCR134a, por meio de um método de ensaio de vida acelerada. Com auxílio de uma análise tribológica, os compressores são submetidos à uma vida útil simulada de 10 anos. Para tal a nova metodologia proposta é desenvolvida para reproduzir com maior fidelidade possível as condições de operação na qual o compressor é submetido ao longo de sua vida útil. Para a aplicação da metodologia uma bancada de ensaios foi projetada e construída, a qual é capaz de simular situações distintas para representar os ciclos de inverno e verão através de ajustes de pressão utilizando um circuito pneumático automatizado, e ainda a capacidade de simular as partidas e paradas as quais o motor é submetido em seu uso normal. Informações necessárias para a preparação, realização do experimento e fabricação da bancada de vida acelerada, além de diretrizes para o processo de avaliação comparativa dos compressores testados, são apresentadas juntamente com resultados preliminares do ensaio de vida acelerada dos compressores.*

Palavras-chave: Compressor, Refrigerante, Hidrocarbonetos, Desgaste mecânico, Desempenho.

ANÁLISE NUMÉRICA DO ESCOAMENTO NO INTERIOR DA CARÇA DE UM COMPRESSOR HERMÉTICO

Elizabet Vera Becerra – elizabet.verabecerra@honeywell.com

Honeywell International Inc, Buffalo Research Laboratory

José Alberto dos Reis Parise – parise@puc-rio.br

PUC-Rio, Departamento de Engenharia Mecânica

S3402 – Compressores
6ª feira, 12/9, 11h00min, Sala B

Resumo. No presente trabalho apresenta-se o estudo do escoamento do gás refrigerante desde sua passagem pelo duto de sucção até a entrada na mufla de sucção de um compressor hermético com a ajuda de um pacote computacional (FLUENT). Com esta análise pretende-se determinar a razão de recirculação de gás no interior da carcaça e estimar os coeficientes de transferência de calor, parâmetros importantes para o entendimento destes compressores os quais apresentam relativa facilidade de fabricação, disponibilidade e baixo custo.

Palavras-chave: compressor hermético, CFD, gás recirculante

A STUDY ON THE POLYTROPIC EXPONENT OF RECIPROCATING SEMI-HERMETIC COMPRESSORS

Elizabet Vera Becerra* – Elizabet.VeraBecerra@Honeywell.com

Paul Ortega Sotomayor – paulpuc@aluno.puc-rio.br

Frank Chaviano Pruzaesky – pruza@esp.puc-rio.br

José Alberto Reis Parise – parise@puc-rio.br

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Department of Mechanical Engineering

* Currently working for Honeywell International – USA

S3403 – Compressores
6ª feira, 12/9, 11h20min, Sala B

Abstract. The objective of the present work is to find how reasonable is the assumption, when modeling reciprocating semi hermetic compressors, of a constant polytropic exponent. Experimental data from different compressors, running on different refrigerants, were employed in the analysis. For each run, the exponent was calculated from the pressure and temperature measurements, taken at the suction and discharge of the compressor. Results have shown that, for a given open reciprocating compressor, the polytropic exponent remains fairly independent of the operating conditions. On the other hand, its value can be different for distinct refrigerants, for the same compressor.

Key-words: Semi-hermetic compressor, polytropic exponent, modeling, refrigeration

PROJETO E OTIMIZAÇÃO DE CONDENSADORES DE FLUXO PARALELO COM MINI CANAIS

Mario Henrique Macagnan – mhmac@unisinós.br

Jacqueline Biancon Copetti – jcopetti@unisinós

Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Engenharia Mecânica

S4301 – Trocadores de calor
6ª feira, 12/9, 11h40min, Sala B

Resumo. Trocadores de calor compactos de fluxo paralelo em mini canais são amplamente utilizados como condensadores em sistemas de ar condicionado automotivo em função de algumas características importantes, tais como: compactidade, baixo peso, desempenho e confiabilidade. Estas características, associadas a menor perda de carga tanto no lado do refrigerante como no lado do ar, tem possibilitado a expansão de sua aplicação para sistemas de refrigeração comercial. Poucos trabalhos sobre o dimensionamento e otimização destes trocadores estão disponíveis na literatura aberta. Desta forma, o objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia de análise de desempenho e otimização destes trocadores, apresentando resultados de alguns casos analisados. Para

este estudo, foi desenvolvido um programa computacional onde o trocador foi subdividido em segmentos e, para cada um deles, aplicado o método ϵ -NTU. Foi utilizado o refrigerante R-410a e as propriedades termodinâmicas e de transporte foram obtidas do programa RefProp, através de uma interface especialmente desenvolvida. Os resultados obtidos de potência dissipada, coeficientes de transferência de calor do refrigerante e do ar e perda de carga concordam com valores disponíveis na literatura. O programa também permite, através da variação dos parâmetros geométricos do trocador, buscar-se uma otimização da troca térmica a fim de minimizar o tamanho (e massa) do trocador de calor.

Palavras-chave: Trocadores de calor compactos, Condensadores a ar de mini canais, Refrigerante R-410a, Otimização de trocadores de calor

ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO DE UM CONDICIONADOR DE AR TIPO JANELA UTILIZANDO FLUIDOS REFRIGERANTES ALTERNATIVOS

José Junio Urbano, juniourbano@yahoo.com.br

José de Castro Silva, castrojsilva@oi.com.br

Reginaldo Soares de Oliveira, reginaldosoares2001@yahoo.com.br

Ana Rosa Mendes Primo, armprimo@ufpe.br

Deptº de Engª Mecânica da Universidade Federal de Pernambuco

S4601 - Condicionadores de Ar Individuais e Compactos

6ª feira, 12/9, 11h00min, Sala C

Resumo: Vários estudos vêm sendo realizados para encontrar substitutos dos fluidos refrigerantes que possuem cloro em sua composição química. Estes gases possuem um alto poder destruidor da camada que protege a terra do excesso de raios solares. O isobutano (R-600a) e o propano (R-290) são opções de substituição, pois além de não possuírem o cloro na sua fórmula química, seu potencial de efeito estufa (GWP) é muito pequeno. O desempenho térmico de um condicionador de ar tipo janela (ACJ) com capacidade de refrigeração correspondente a 7.500 BTU/h foi analisado em um calorímetro inovador construído em módulos, onde estão localizados sensores de temperatura e umidade relativa, bateria de resistências, sistema de umidificação, laminadores de ar e um ventilador auxiliar. Todos os dados fornecidos pelos sensores mencionados foram registrados por um sistema de aquisição de dados. Neste experimento foram utilizados como fluido refrigerante o propano e isobutano, com performances comparadas a ensaios com o R22. A capacidade de refrigeração e o Coeficiente Operacional de Performance (COP) foram avaliados através da análise dos dados obtidos. Os resultados indicaram que o R-290 apresentou um COP comparável ao R-22, não sugerindo mudanças na unidade, como foi o caso do R-600a. Portanto, o R-290 provou ser uma boa alternativa para a substituição do R-22.

Palavras-chave: propano, isobutano, R22, condicionador de ar, refrigerantes alternativos.

ANÁLISE EXPERIMENTAL DE SISTEMA CONDICIONADOR DE AR VEICULAR OPERANDO SOB FALHAS

Sergio Libanio de Campos - Sergio.libanio@gmail.com

José Luiz Fernandes - jlui fernandes@gmail.com

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET-RJ

José Alberto Reis Parise - parise@puc-rio.br

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC-RIO

S4602 - Condicionadores de Ar Individuais e Compactos
6ª feira, 12/9, 11h20min, Sala C

Resumo. O presente trabalho tem por objetivo analisar experimentalmente falhas típicas em sistemas condicionadores de ar veiculares, por meio de experimentos em uma bancada de teste onde se encontram montados todos os componentes um sistema condicionador veicular, além da instrumentação necessária para a aquisição dos dados observados. Foram simuladas duas falhas típicas desses sistemas e duas condições severas de funcionamento, a saber: (i) Impurezas no condensador, simulando a deposição de lama, insetos, poeira etc. em sua superfície de troca de calor; (ii) Impurezas no evaporador, simulando um filtro anti-pólem sujo; (iii) Sobrecarga do condensador, gerada pelo aumento da temperatura do ar de troca de calor e (iv) Carga térmica elevada no evaporador, representada por alta temperatura do compartimento de passageiros do veículo. Foram elaboradas 32 tabelas e 64 gráficos dos valores obtidos nos experimentos, diante da variação da velocidade do compressor versus pressão de descarga do compressor, pressão de sucção do compressor, temperatura do ar na saída do evaporador e o torque gerado pelo sistema, com o sistema operando diante das condições já citadas e suas combinações. Busca-se, desta forma, levantar subsídios para a realização de diagnóstico de falhas nestes sistemas.

Palavras-chave: Diagnóstico de Falhas, Condicionador de Ar Automotivo

RESUMOS COMUNICAÇÕES TÉCNICAS

NOVOS CONCEITOS EM CLIMATIZAÇÃO DE DATA CENTERS, SEUS PROBLEMAS E SOLUÇÕES PROPOSTAS PARA O FUTURO

Eduardo José Braga – eduardo.braga@emerson.com
Gerente de Produtos – Emerson Network Power

A1702 - Áreas para Processamento de Dados
4ª feira, 10/9, 11h00min, Sala C

Resumo. Breve histórico da evolução dos computadores

As primeiras unidades de ar condicionado de alta performance para climatização de C.P.D.s., suas diferenças construtivas para fazer frente à necessidade crescente de carga térmica sensível nos ambientes dos Data Centers.

Otimização de Data Centers : Estratégias para otimização de espaço em ambientes controlados

A necessidade de maior velocidade de processamento, levando os fabricantes de servidores, a desenvolvê-los com novas tecnologias, mais compactos, dissipando mais calor por unidade de superfície, com uma necessidade muito maior, em termos de climatização.

Novos documentos do ASHRAE, com recomendações para a climatização de Data Centers

Criado um comitê composto por consultores, fabricantes de componentes eletrônicos e servidores, para desenvolver um novo “standard”, para as chamadas aplicações críticas :

Sistemas complementares de climatização voltados para as situações de Extrema Densidade de Temperaturas – Os conceitos de arquitetura aberta e fechada e as mudanças conceituais.

A tendência de servidores em racks, gerando altas cargas térmicas, e o desenvolvimento de sistemas de climatização para altas densidades de calor, sistemas suplementares de climatização, especificamente projetados para este tipo de aplicação, que podem ser instalados no ambiente, na medida da necessidade, evitando “hot spots”.

Algumas soluções existentes e algumas recomendações para a climatização nos Data Centers do futuro .Tendências com relação a : dimensões dos equipamentos, áreas de Data Centers, economia de energia .

Palavras-chave: Data Centers, densidade , Blades, servidores .
