

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Energia e
Automação Elétricas

ISSN 1413-2214
BT/PEA/0406

Aplicação da Automação Elétrica
no Controle de Temperatura de
Grandes Edifícios

Marlene da Silva Boscatto
Augusto Ferreira Brandão Jr.

São Paulo – 2004

1402327

O presente trabalho é um resumo da dissertação de mestrado apresentada por Luiz Fernando Ribeiro Rocha: "Diagnóstico de Falhas Através da Análise de Vibrações pelo Método de Sinais Residuais na Manutenção Preditiva de Indústrias de Papel e Celulose", sob a orientação do Prof. Dr. Linilson Rodrigues Padovese, defendida em 20/11/03, na EPUSP.

A íntegra da dissertação encontra-se à disposição com o autor e na Biblioteca de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica/USP.

FICHA CATALOGRÁFICA

Rocha, Luiz Fernando Ribeiro

Diagnóstico de falhas através da análise de vibrações pelo método de sinais residuais na manutenção preditiva de indústrias de papel e celulose / Luiz Fernando Ribeiro Rocha I, Linilson Rodrigues Padovese. -- São Paulo : EPUSP, 2004.

12 p. -- (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia Mecânica ; BT/PME/0406)

1. Vibrações (Análise) 2. Manutenção preditiva 3. Indústria de celulose e papel I. Padovese, Linilson Rodrigues II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Mecânica III. Título IV. Série

ISSN 1517-3534

CDU 534.01
658.581
676

APLICAÇÃO DA AUTOMAÇÃO ELÉTRICA NO CONTROLE DE TEMPERATURA DE GRANDES EDIFÍCIOS

Marlene da Silva Boscatto e Augusto Ferreira Brandão Jr

PEA – Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas – Escola Politécnica USP

Resumo

Este trabalho aborda os processos de automação associados a sistemas de ar condicionado e de que forma podem ser empregados para aumentar sua eficiência, diminuir perdas e otimizar custos operacionais. Estes sistemas estão entre os maiores consumidores de energia em qualquer instalação predial. O texto detalha o funcionamento e estratégias de controle destes sistemas. Faz parte do trabalho a apresentação de um teste prático de desempenho funcional de um ciclo de automação para um sistema modelo de ar condicionado. A validação dos principais processos operacionais garante a eficiência prevista no projeto e evita transtornos aos usuários após a ocupação do edifício.

Abstract

Automation processes related to air conditioning systems and how they can be used to increase efficiency, reduce losses and optimize operation costs are addressed here. They stand among the largest energy consuming systems in any building. The text details how these systems work and which control strategies are available. As part of this project, a practical functional performance test of the automation cycle of a model air conditioning system is presented. Validation of the main operational processes guarantee designed efficiency and avoid inconvenience to users after building is occupied.

1. O Sistema de Automação Predial

O sistema predial é formado por um conjunto de equipamentos com controle microprocessado interligados para cumprir as necessidades de seus usuários: sistema de gestão; sistema de segurança que é o controle de acesso através de monitoração e controle tele-bloqueio, combate e controle de incêndio interno e externo do edifício; sistema de controle de energia. A automação por microprocessadores vem sendo cada vez mais incorporada nos sistemas prediais controlando o abastecimento e transformação da energia elétrica; geração de energia elétrica de emergência; controle da demanda e fator de potência; programa de conservação de energia; ar condicionado, ventilação e calefação; iluminação interna, externa e especiais; abastecimento, distribuição, armazenamento e tratamento de água; equipamentos de transporte vertical; comunicação interna; abastecimento e distribuição de gás; segurança patrimonial e pessoal; prevenção, detecção e apoio ao combate a incêndios.

Os sistemas de controle são baseados em tecnologia computacional. A grande vantagem dos computadores é a flexibilidade fornecida pela programação e a possibilidade de interação com todo

o conjunto de equipamentos da instalação através de interfaces padronizadas. Para atender requisitos de desempenho e segurança, uma arquitetura de processamento distribuído pode ser empregada. O processamento distribuído permite que tarefas do sistema possam ser executadas por diferentes computadores ou nós do sistema. Um desenho típico de sistema de controle predial pode envolver uma rede de comunicação que liga os equipamentos e sensores de campo a controladores locais, fig. 1.

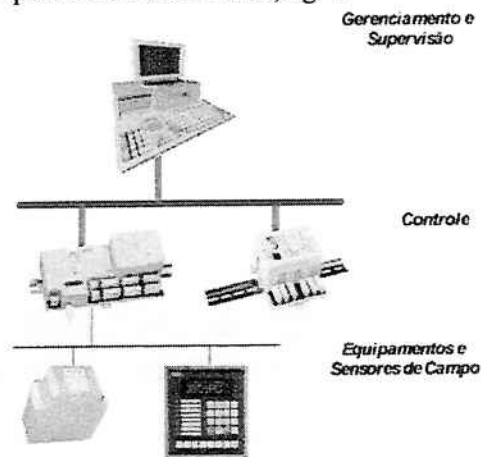


Figura 1- Sistema de controle de edifícios

Existem muitas variações possíveis no desenho de um sistema de controle predial e a infraestrutura que o suporta. Cada instalação deve ter um projeto que atenda aos requisitos determinados. Alguns pontos relevantes são: localização dos sensores; existência de sistemas em tempo real; interfaces de controle. Os controladores que realizam a comunicação com sensores e outros equipamentos podem ser CLP's - Controladores Lógicos Programáveis, UTR's - Unidades Terminais Remotas ou Sistemas de Controle Distribuído; Direct Digital Control - DDC o qual refere-se à comunicação digital direta entre um computador e os equipamentos de controle; controle PID - Proporcional + Integrador + Derivador. Os sistemas supervisórios são a interface humana com o sistema de controle e de gerenciamento. Estes sistemas geralmente têm disponíveis: monitoramento e controle dos equipamentos através de interface gráfica, relatórios e gráficos de tendência com o histórico das variáveis, interface de programação para controle dos diversos equipamentos. Existem padrões comerciais de comunicação de dados entre os elementos de um sistema de controle, tais como Fieldbus, Profibus, Modbus e Rackbus.

2. Sistemas de Resfriamento, Refrigeração e de Condicionamento de Ar

O sistema predial utiliza equipamentos capazes de controlar a temperatura e outros parâmetros necessários para manter a qualidade do ar circulante em níveis aceitáveis. Os sistemas de condicionamento de ar retiram do ambiente o calor que é produzido pelos usuários e equipamentos existentes no espaço. As aplicações dos sistemas de resfriamento e de ar

condicionado atendem às necessidades de conforto ambiental em edifícios residenciais, comerciais e industriais, e são de suma importância nos processos de produtos industriais tais como as indústrias de alimentos, instalações hospitalares, pistas de gelo para patinação, etc. O condicionamento de ar efetua-se pelo controle simultâneo de temperatura, umidade, fluxo e pureza do ar.

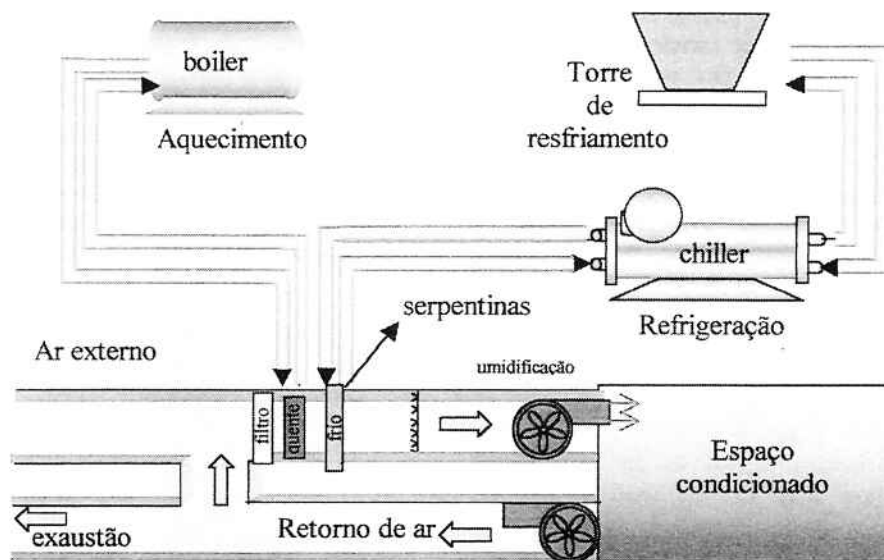


Figura 2 – Sistema de Ar Condicionado

2.1 Componentes

Os sistemas de ar condicionado e refrigeração são constituídos por: gerador de calor, gerador de frio, manipuladores de ar e sistema de distribuição. A figura 2 mostra um esquema típico de sistema de ar condicionado comercialmente projetado para grandes edifícios comerciais ou indústrias, em que é necessário não só refrigeração, mas também aquecimento. Para produção de calor o sistema utiliza um equipamento conhecido como “boiler”, que fornece vapor ou água quente. Na produção do “frio”, utiliza-se também um equipamento específico conhecido como “chiller”. Chillers são máquinas de refrigeração que trabalham com ciclos de compressão e absorção. A energia térmica (calor ou frio) produzida pelos equipamentos é transportada através tubulações que irão alimentar serpentinas nos dutos de ar. Como manipuladores de ar são usados ventiladores. A umidificação do ar, quando necessária, é conseguida através da pulverização de água ou vapor de água. Em grandes edifícios comerciais é comum a concentração dos equipamentos do sistema de ar condicionado em uma área específica e isolada devido às grandes dimensões e ruídos causados por eles. Esta área é conhecida como central de água gelada (CAG).

2.2 O gerador de calor e sistemas de aquecimento

O sistema de aquecimento é responsável pelo fornecimento de água ou vapor para o sistema de ar condicionado, por um equipamento comercialmente

conhecido por “boiler”, figura 3. Os combustíveis utilizados como fonte de energia podem ser gás, carvão natural, madeira, ou resíduos sólidos. Além desses combustíveis, os boilers podem ser projetados para usar eletricidade como fonte energia. Os boilers podem produzir tanto água quente como vapor de água, que são distribuídos no edifício através de tubulações. No caso do sistema de ar condicionado, esta carga é conduzida para serpentinas alocadas nos dutos.

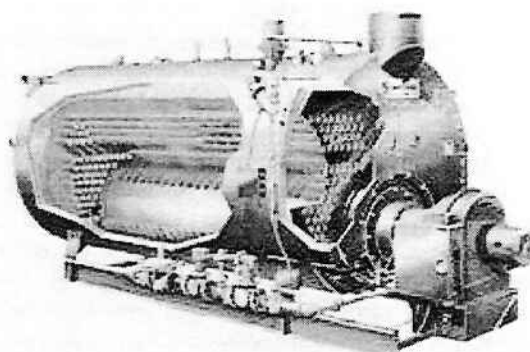


Figura 3- Boiler comercial

Além dos boilers, o sistema de aquecimento também pode empregar fornalha, aquecedor elétrico ou aquecedor solar. A fornalha é um equipamento que queima combustível fóssil e aquece diretamente o ar insuflado no espaço. Resistências elétricas são

utilizadas em sistemas de aquecimento, caso haja necessidade.

2.3 O gerador de frio e sistemas de resfriamento

Os sistemas de resfriamento podem ser de quatro tipos: ventilação natural, resfriamento evaporativo, refrigeração por compressão a vapor, refrigeração por absorção.

Ventilação natural

A ventilação de um ambiente tem como funções manter o ambiente livre de impurezas e odores, fornecendo oxigênio e reduzindo a concentração de CO_2 ; remover o excesso de calor acumulado no interior da edificação produzido por pessoas e/ou outras fontes; resfriar a estrutura do edifício; remover o excesso de vapor d'água existente no ar interno evitando a condensação superficial. A ventilação de um ambiente pode ser feita por ventilação natural, por diferença de pressão causada pelo vento e por diferença de temperatura e/ou ventilação artificial, produzida por equipamentos.

Resfriamento evaporativo

O resfriamento evaporativo é uma estratégia para aumentar a umidade relativa do ar e diminuir a sua temperatura. O resfriamento evaporativo pode ocorrer de maneira direta ou indireta, utilizando fontes de água ou torres na cobertura para resfriar o ar, figura 4.

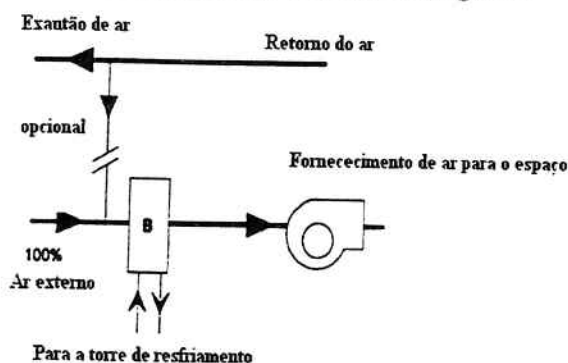


Figura 4- Circuito utilizando resfriamento evaporativo indireto

Refrigeração através da compressão a vapor

Neste sistema o vapor é comprimido, condensado, e a sua pressão é diminuída de modo que um fluido possa evaporar à baixa pressão. É método de transferência de calor de um lugar para outro. O equipamento que executa este trabalho, segundo o ciclo de Carnot, é conhecido como "chiller", figura 5.

O ciclo de Carnot opera transferindo energia do nível mais baixo de temperatura para o mais alto, e este trabalho requer auxílio externo. Os processos que ocorrem no ciclo de refrigeração de Carnot são: compressão adiabática, rejeição isotérmica de calor, expansão adiabática e recebimento isotérmico de calor, figura 6.

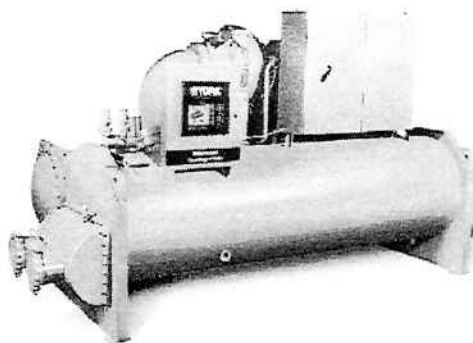
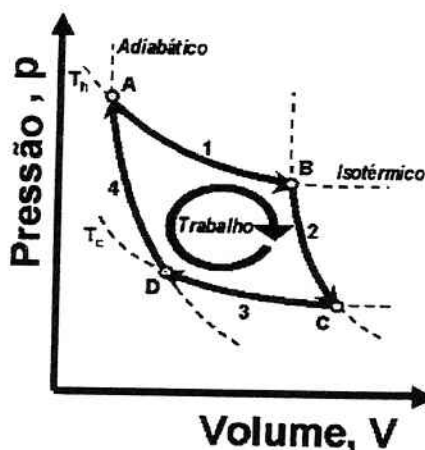


Figura 5- Chiller comercial.

Todo sistema de compressão a vapor consiste em quatro equipamentos: compressor, evaporador, condensador e dispositivo de expansão, figura 7, mais a tubulação de interconexão. Manipulam um fluido chamado "refrigerante", para absorver calor, que ser compostos de halocarbônicos, compostos orgânicos, hidrocarbonetos ou azeótropos.



(c) C. Rose-Patrick, Brown University, 7-Jan-99, Chem 201 #1

Figura 6- Ciclo de Carnot

A função do compressor é remover o vapor de refrigerante e aumentar a pressão suficientemente para se condensar no condensador. O refrigerante no estado líquido passa pelo equipamento de expansão, que tem com finalidade reduzir a pressão do refrigerante e controlar o fluxo que entra no evaporador. Os compressores podem ser dos tipos: screw (parafuso), reciprocating, centrífugo e scroll.

O evaporador e o condensador são trocadores de calor. O evaporador pode ser usado para resfriar o ar de retorno do edifício (ou ar externo) para aproximadamente $12,8 - 15,5^\circ\text{C}$; ou a água de retorno do edifício de aproximadamente $12,00^\circ\text{C}$ e vai para os manipuladores de ar em aproximadamente a $6,6^\circ\text{C}$. É onde o fluido refrigerante primário muda de fase passando a ser um gás com capacidade de absorver calor do ar ou água. O processo de evaporação utilizado pelo sistema de refrigeração pode ocorrer através da expansão direta ou indireta. Na expansão direta o ar é diretamente refrigerado e na expansão indireta se utiliza um segundo fluido para ser refrigerado, e este então que irá refrigerar o ar para o espaço. Os fluidos podem ser uma solução contendo

NaCl, álcool ou etilenoglicol. O refrigerante é recuperado por sua condensação no condensador, usando ar ou água. Há dois métodos para resfriamento: torres de resfriamento e condensadores

evaporativos. Ambos trabalham no princípio de resfriamento através de evaporação da água dentro de uma corrente de ar.

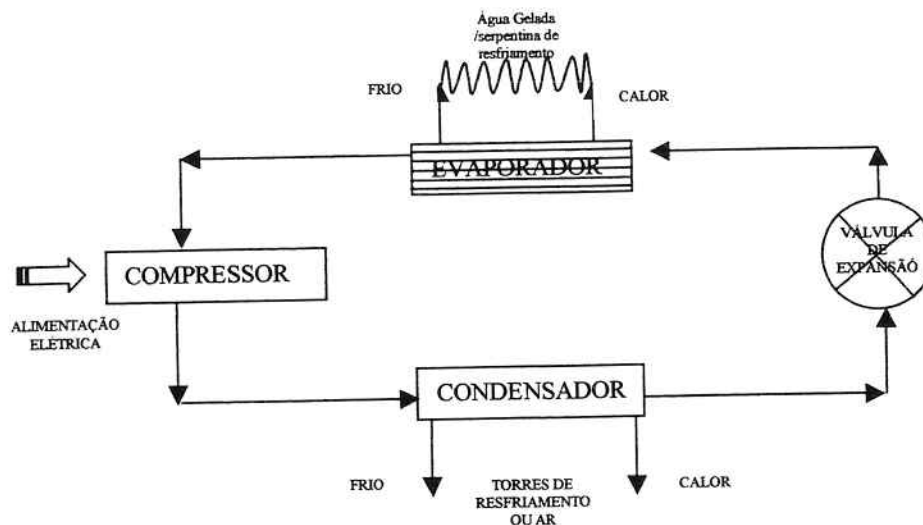


Figura 7- Ciclo de Refrigeração a Compressão de Vapor

Refrigeração através de ciclos de absorção

Enquanto que o ciclo de compressão a vapor necessita de eletricidade para operar o compressor, os chillers de ciclo de absorção fazem uso de uma fonte de calor para substituir a eletricidade. A energia térmica para este sistema é conseguida através de água quente, vapor de baixa pressão, ou outros líquidos quentes. Esta energia térmica utilizada pode ser produzida exclusivamente pelo próprio equipamento ou ser

subproduto de outros sistemas, como sistemas geradores de energia. O processo de absorção é conseguido utilizando um ciclo de brometo de lítio (LiBr), que é solúvel em água. O refrigerante absorve calor a baixa temperatura e pressão durante a evaporação e libera calor a alta temperatura e pressão durante a condensação. O sistema de rejeição de calor é através de ciclo condensação e torres de resfriamento, figura 8.

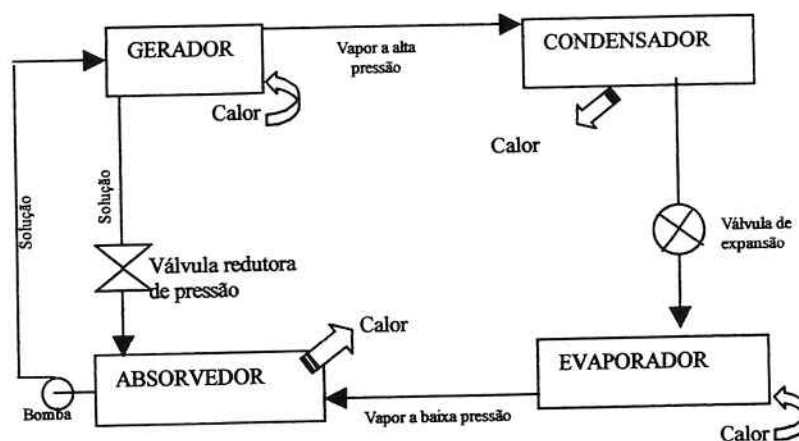


Figura 8- Ciclo de absorção

2.4 Sistema de distribuição e entrega de ar nos recintos

A Central de Água Gelada é a área de produção de carga térmica fria para o sistema de ar condicionado

em edifícios comerciais. A CAG concentra equipamentos tais como os chillers, bombas primárias (que auxiliam na alimentação de água de entrada no evaporador) e bombas secundárias (que auxiliam na

alimentação de água gelada para o edifício). A figura 9 mostra um esquema de distribuição de ar e carga

térmica em um edifício.

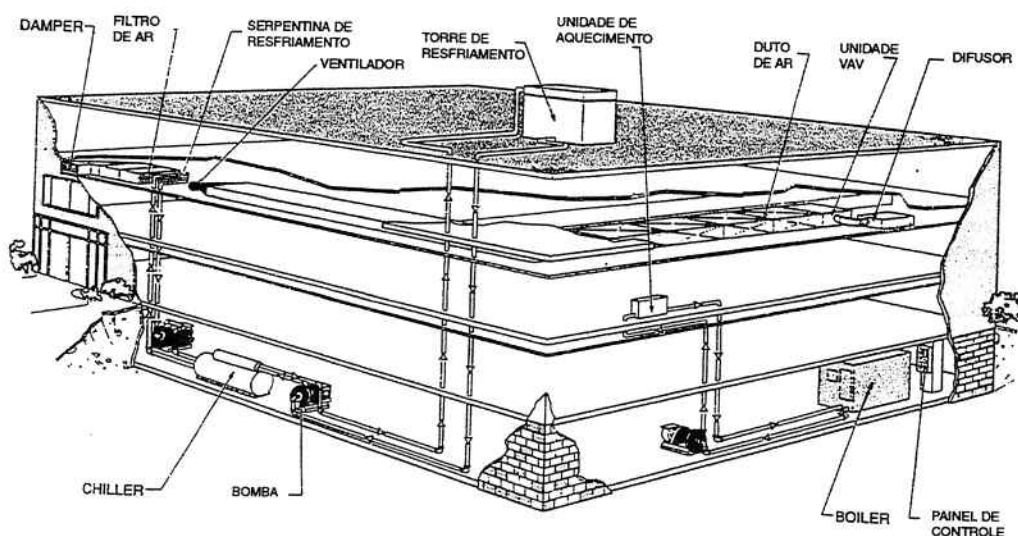


Figura 9 - Esquema de distribuição de carga térmica

A energia térmica é transportada para as áreas a serem condicionadas através de tubulações específicas para cada fluido, que irão alimentar serpentinas alocadas próximas a um ventilador, formando um fan-coil, figura 10.

Para manipulação do ar, os ventiladores tipo centrífugo são comumente usados porque movem eficientemente grande ou pequena quantidade de ar sobre uma ampla faixa de pressões. O volume de ar pode ser movimentado com velocidade constante ou variável. Bombas do tipo centrífugas são utilizadas para auxiliar o transporte de água gelada, água quente, água condensada, retorno de vapor condensado, alimentação de água para o boiler, e óleo combustível.

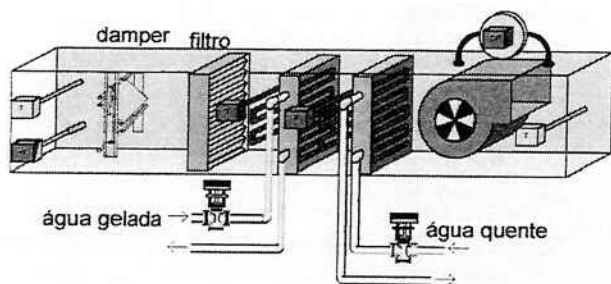


Fig. 10- Carga térmica alimentada de um fan-coil

Dentro do circuito hidráulico as bombas que fecham o circuito do sistema de água gelada são conhecidas como primárias, secundárias e bombas de condensação. As bombas primárias têm como função alimentar o chiller com água a ser resfriada. As secundárias, que geralmente são de maior potência, têm como função alimentação do circuito que levará água gelada para o edifício, figura 11.

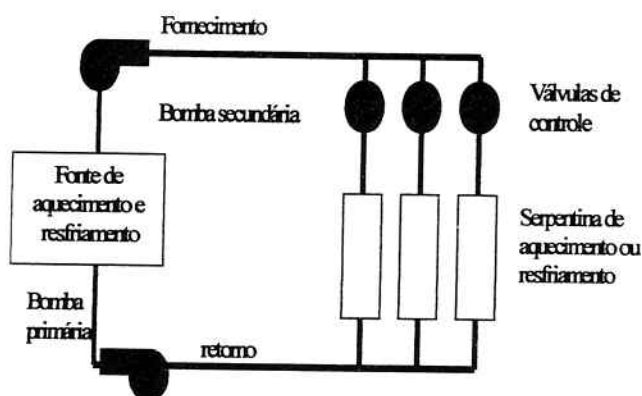


Figura 11- Sistema de distribuição de água

3. Sistema de Controle do Ar Condicionado e Refrigeração - SCACR

Suas funções consistem em medir quaisquer alterações em uma ou mais das condições; converter estas mudanças em sinal enviado ao elemento de controle final; ajustar o equipamento; mover o elemento de controle final e gerar o ajuste nas condições controladas; detectar a mudança corretiva completa; finalizar a ação corretiva evitando o excesso sobre a condição controlada.

Sistemas de controle automático são necessários em equipamentos tão simples quanto um refrigerador doméstico e tão complexos quanto uma instalação industrial. Na figura 12, podem ser observados os elementos de um sistema de controle em ar condicionado. O sensor que mede a perturbação ou uma situação, envia um sinal para um controlador que compara com as condições desejadas e, conforme resultado, envia um sinal para que o

atuador interfira no sistema de forma a ajustar as variáveis para alcançar as condições desejadas.

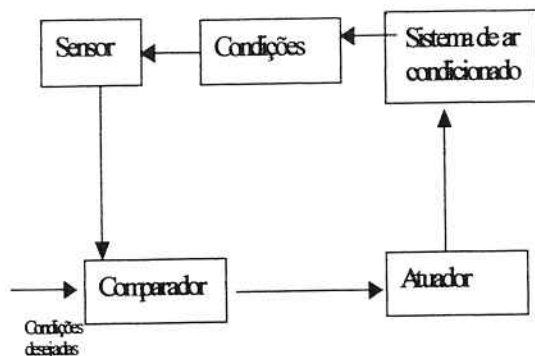


Fig 12 - Componentes de um sistema de controle

3.1 Sensor

O sensor é um elemento de medição para temperatura, pressão, fluxo, velocidade e umidade do ar, concentração de gás carbônico, e outros parâmetros necessários para um controle de ambiente eficiente. Sensores de temperatura comumente usados em circuitos eletrônicos incluem o termo-par, diodos e termistores. Sensores de pressão indicam pressões absoluta, relativa à pressão atmosférica, ou diferencial. Utilizam foles, diafragmas, ou dispositivos similares sensíveis à pressão. Sensores de fluxo medem quantidade de fluido por tempo. Sensores de umidade podem ser mecânicos ou eletrônicos. Os mecânicos utilizam elementos que se expandem e se contraem expostos à umidade, denominados higroscópicos e cujo movimento opera um controlador mecânico. O sensor eletrônico se baseia em um elemento que tem alterada sua capacitância ou resistência conforme a umidade.

3.2 Atuador

É o elemento final de controle que tem a incumbência de manipular uma variável do sistema de controle em resposta a um sinal de um sensor. Um atuador automático tem uma fonte de energia externa para fornecer a força e o movimento para operar uma válvula remotamente ou automaticamente, que pode ser um motor elétrico.

3.3 Controle em SCACR

Este equipamento recebe informação enviada por um sensor, analisa e toma decisão do que é necessário para equilibrar o sistema nas condições desejadas e pré-estabelecidas (*setpoint*). Podem ser utilizados controladores digitais ou analógicos. Os digitais têm como vantagens precisão e estabilidade, evitando erros como histerese, não-linearidade, ou desvio térmico. A operação básica de um controlador pode ser ilustrada no laço de controle mostrado na figura 13. O transmissor amplifica o sinal enviado pelo sensor e o envia ao controlador. O controlador compara o sinal medido com o *setpoint* e ajusta a operação do elemento final. A comunicação com os

outros equipamentos do sistema é realizada através de interfaces tipo RS232, RS422, RS485 e IEEE488.

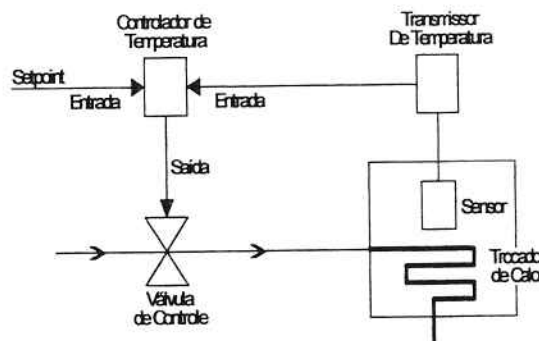


Figura 13 - Loop de controle de temperatura

3.4 Modos de controle

Os diferentes tipos de controle são identificados como duas posições, floating, e proporcional. Controle de duas posições podem ser encontrados em termostatos de ambientes, termostatos de inserção, controladores de pressão e de umidade, partidas de motores e válvulas solenóides, que desligam na ausência de tensão. O controle floating opera com ação de flutuação em mais que duas posições, sendo empregado em válvulas motorizadas no sistema de controle de nível de tanques, dampers motorizados usados para regulagem de pressão estática, controle de pressão e de temperatura. O controle proporcional fornece a capacidade de saída do equipamento para manter a carga de aquecimento ou refrigeração de edifício, em válvulas motorizadas, dampers motorizados, seqüência de chaveamentos mecânicos. Um exemplo de aplicação de controle proporcional é o controle de fluxo de água nas serpentinas dentro dos dutos.

4. Aplicações do Controle no Boiler, Chillers e Sistemas de Distribuição

O controle da temperatura é sempre realizado por termostatos. A temperatura do ar é controlada através de ações de abertura e fechamento de válvulas que controlam o fluxo de água ou vapor em tubulações, geralmente em serpentinas localizadas em lugares estratégicos. A temperatura da água também pode ser controlada por misturadores de água fria e quente. A temperatura do ar ambiente ou circulante também pode ser controlada através da adição de ar externo por dampers. O equipamento controlador de umidade é geralmente instalado próximo a um termostato de modo que a umidade medida/controlada seja baseada na temperatura ambiente. Para a desumidificação, pode ser usada uma serpentina de resfriamento que condensa a umidade. Para o processo de umidificação, pode ser usado um equipamento que injeta vapor de água ou borrifam a água atomizada diretamente no fluxo de ar.

4.1 Sistema de Controle da Água Gelada (SCAG)

O sistema de água gelada consiste num sistema de produção de água gelada, a distribuição desta água e

meios de dissipação de calor coletados do sistema. Em alguns projetos, o sistema de água gelada pode também fornecer carga térmica para reaquecimento, que pode ser realizado através de resistências elétricas. O sistema de controle em CAGs realiza ajustes na operação do chiller de acordo com checagens das condições atuais. Os fabricantes de chillers fornecem equipamentos com automação integrada, porém todos os dados deste devem estar disponíveis para o sistema de controle através de um módulo de comunicação. O controle no chiller depende do tipo de compressor, no chiller de absorção a saída do controlador opera uma válvula para modular o vapor, água quente, ou fornecimento de gás. Centrais de água gelada podem utilizar um único chiller ou uma combinação de múltiplos chillers similares ou de tipos diferentes. O controle e

estratégias de operação variam de acordo com o projeto.

A configuração de operação pode ser com tubulações em paralelo ou em série. Válvulas nas entradas dos chillers em paralelo têm a função de evitar o fluxo reverso de água caso o chiller esteja desligado. A combinação de um sensor de temperatura na água de retorno e um sensor de temperatura na água gelada fornecida pelos chillers pode ser usada para definir a necessidade de ligar ou desligar um deles conforme a demanda. A figura 14 mostra a utilização de chillers em série. Em carga parcial, o consumo de energia dos compressores é menor comparado com a configuração dos chillers em paralelo. A segunda unidade somente é ativada quando a primeira unidade tiver atingido 100% da carga.

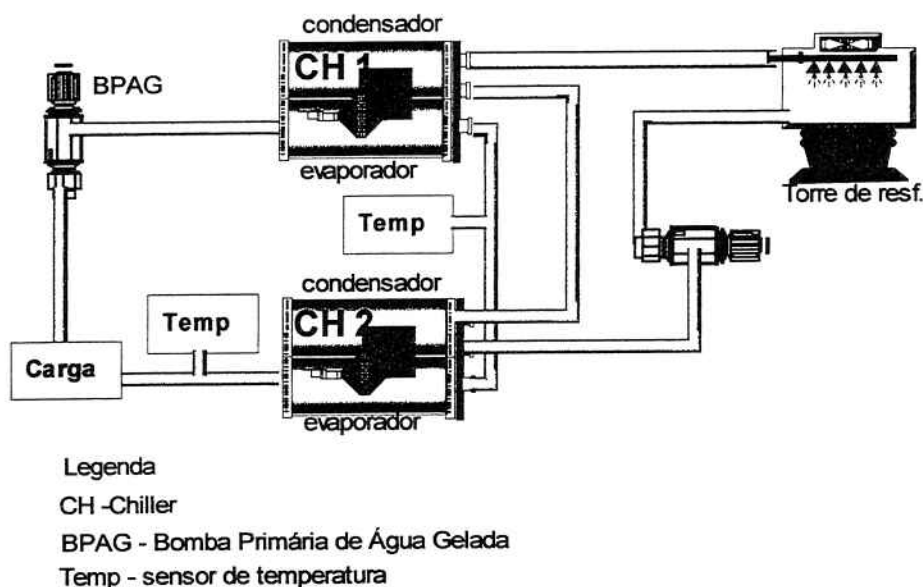


Figura 14 - Chillers em série

4.2 Torres de resfriamento

As torres de resfriamento podem usar método natural ou mecânico para seu controle. Para utilização do método natural são construídas enormes torres em concreto para valores grandes de fluxo de água. Torres de resfriamento com método mecânico, mais frequentemente usadas, utilizam grandes ventiladores para forçar o ar através da água circulada. Para manter a temperatura da água do condensador, o controle básico de capacidade de resfriamento da torre é feito por dampers e ventiladores.

4.3 Controle de armazenamento térmico

No sistema de armazenamento térmico ocorre a produção de energia térmica quando esta não é necessária, ou a produção é mais econômica, para uso posterior. A carga térmica pode ser armazenada na forma de água gelada, ice harvesters, gelo em tubos ou sistema glicol. Aproximadamente 283 litros (10 pés cúbicos) de água são necessários para fornecer uma

tonelada/hora de refrigeração, o que é suficiente para fornecer um resfriamento de -6°C para a água

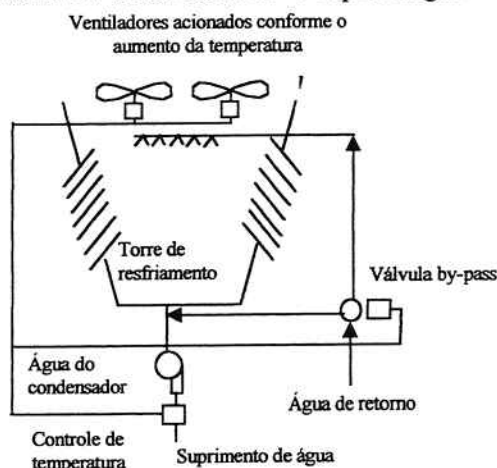


Figura 15- Sistema utilizando válvula by-pass para controle de resfriamento

O equipamento "Ice harvesters" é instalado sobre um tanque aberto que armazena uma combinação de água e flocos de gelo. Produzir gelo, água a 0°C é retirada do tanque de armazenamento e entregue a harvesters de gelo por uma bomba de recirculação.

SISTEMA DE COLHEITADEIRA DE GELO

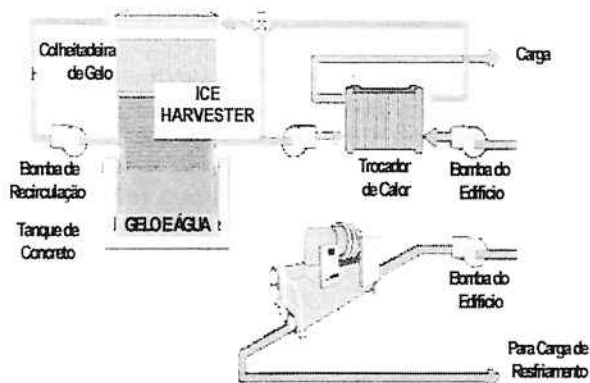


Figura 16- Sistema de armazenamento tipo Ice harvesters

Quando a água sai da bacia de dreno, ela flui e entra em contato com os lados das placas refrigeradas onde congela. Ao alcançar uma determinada espessura ou após um tempo determinado, o gelo é desalojado dos pratos por ciclo de descongelamento de gás quente, e cai no tanque abaixo. Quando resfriamento é requerido, uma bomba de transferência tira água gelada do tanque de armazenamento e transfere ao trocador de calor do edifício.

SISTEMA GELO-EM-TUBO

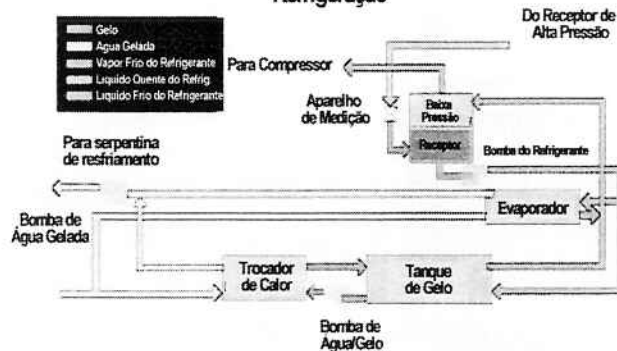


Figura 17- Sistema de armazenamento térmico tipo gelo-em-tubo

Já no sistemas de "gelo-em-tubo" a estrutura de armazenamento térmico "ice on pipe" produz gelo bombeando líquido refrigerante muito frio (geralmente HCFC-22 em aplicações comerciais ou amônia em aplicações de refrigeração industrial) através de uma rede de canos imersos em um tanque de água. O volume de armazenamento requerido é

consideravelmente menor em relação ao armazenamento de água resfriada. Em contrapartida está a complexidade do sistema e os altos custos na instalação. Requerem quantidades grandes de combustível e refrigerantes, bem como equipamento de retenção de refrigerante, supervisão constante e operadores bem treinados, figura 17.

Sistemas de glicol gelam água através da circulação de etileno glicol ou de propileno glicol por tanques de armazenamento. O sistema de armazenamento de gelo com glicol é muito simples. São necessários poucos acessórios, e chillers de água convencional podem ser usados. Em vez de água, uma solução de glicol (25% etileno glicol) é bombeada pelo chiller a serpentinas e tanque de armazenamento de gelo. O chiller resfria o etileno glicol entre 22 e 24°F (-5,5°C e -4,4°C) que congela a água contida nos tanques de armazenamento de gelo, figura 18.

SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE GELO COM GLICOL

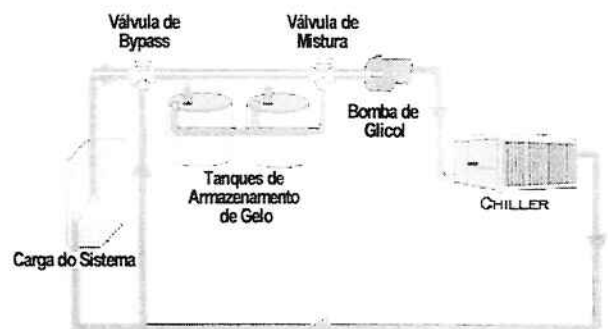


Figura 18- Sistema de armazenamento térmico tipo Glycol systems

5.Otimização da Operação do Sistema de Ar Condicionado

Alguns objetivos e estratégias incluem: reutilizar a carga térmica gerada pelo próprio edifício, resfriamento e desumidificação livres quando disponíveis, utilizar gap control ou banda de energia zero, eliminar ou reduzir perdas devido a efeitos chaminés, minimizar o tempo de partida, otimizar o make-up de ar, níveis de CO2, fazer máximo uso do ar fornecido, automatizar os modos de operação, automatizar o equilíbrio da distribuição de ar.

Em um sistema de distribuição de ar a volume variável, o volume de ar fornecido varia com a carga térmica do edifício. Portanto é necessário haver alguma forma de modular a capacidade dos ventiladores. As técnicas usadas para este controle podem ser o ajuste pela curva de desempenho específica dos ventiladores, regulagem do ar de retorno, controle do damper de descarga, controle variável da entrada de ar e controle de velocidade do ventilador. Um exemplo de controle de fluxo de ar e temperatura em edifícios é mostrada na figura 19.

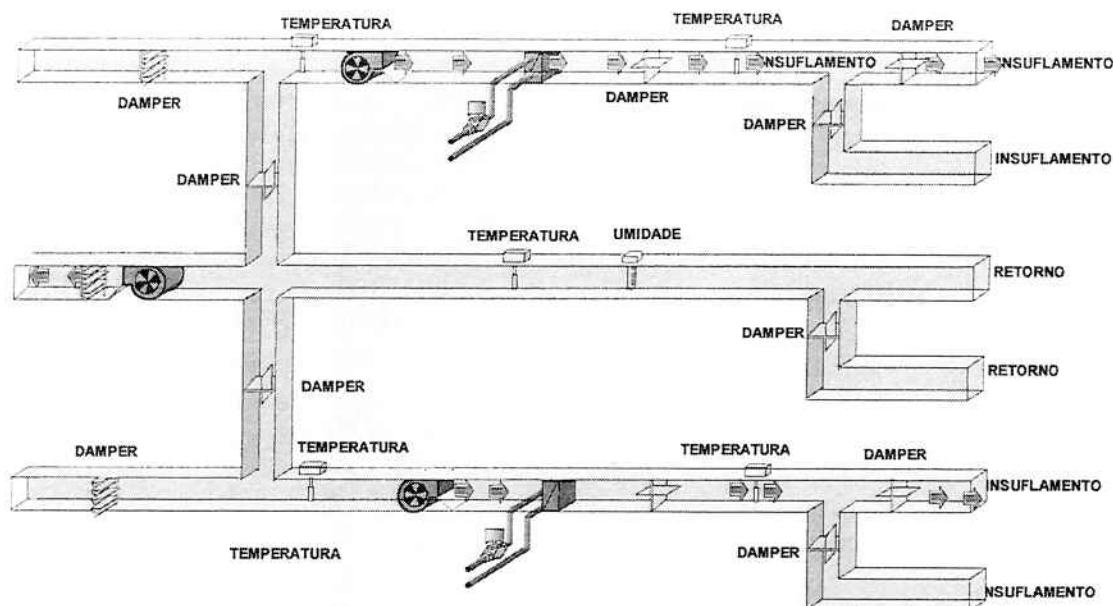


Figura 19- Exemplo de controle de fluxo e temperatura do ar

Na otimização da operação do chiller mudanças de carga são refletidas pela temperatura da água gelada de retorno. Quando a carga diminui, a temperatura de retorno cai e o controlador de temperatura irá fechar o damper de sucção ou rotacionar o ventilador do compressor. Um controle otimizado irá reconhecer a variação da temperatura da água e abrirá a válvula de gás refrigerante somente quando necessário.

6. Teste de Desempenho funcional para Sistema de Automação

Para finalizar um projeto e entregá-lo aos usuários, o sistema de automação deve estar em funcionamento normal, deve responder corretamente aos controles. E para garantir esse desempenho deve-se submeter o sistema a um teste de funcionamento perante situações tais como falta de energia, aquecimento inesperado, aumento da necessidade de carga térmica, funcionamento incorreto de um dos equipamentos ou erro de configuração. O Sistema de água gelada usado como modelo neste trabalho é um sistema de produção de água gelada com sistema de armazenamento térmico. O tanque de armazenamento térmico foi instalado para garantir o abastecimento de resfriamento constante e fornecimento de água gelada durante o período de pico de consumo de energia.

Automação: O sistema foi projetado para assumir automaticamente algumas operações sem intervenção do operador. O operador supervisiona o sistema como um todo em uma tela de computador. Um sistema de senhas é usado para autorizar a realização de operações específicas. O software escolhido para o sistema de automação predial do edifício modelo oferece o conjunto de funcionalidades requeridas para as atividades de supervisão, controle e integração com os equipamentos da instalação. O

sistema de automação controla a partida e estado de cada componente ou sistema no tempo certo para garantir eficiência e precisão nos valores e comportamento desejados

O funcionamento de tanques de armazenamento térmico requer etapas de carregamento de água gelada, manutenção da água gelada e fornecimento da água gelada para o sistema de resfriamento do prédio. Os modos de operação são: modo de carga, modo de fim de carga, manutenção da carga, modo de descarga. Para elaborar a sequência de testes de desempenho funcional o analista deve conhecer todos os equipamentos, seu limite de ação, os valores pré-estabelecidos em projeto como tempo para ligar um chiller, tempo para entrada de um novo chiller, a capacidade de cada tanque, a capacidade de chiller e os valores limites para eficiência de cada equipamento. O teste de desempenho consiste em uma sequência de condições pré-programadas em projeto, resultados esperados e resultados reais, tabela 1.

Configurações programadas	Resultado esperado do sistema	Comportamento real do sistema
---------------------------	-------------------------------	-------------------------------

Tabela 1- Ciclo do teste de desempenho

Configurações programadas: Definição do estado e propriedades de cada elemento dentro do sistema de automação incluindo modos de ativação, valores limites e ações tomadas para execução dos cenários de teste.

Resultados esperados: Comportamento dos elementos do sistema que é esperado de acordo com as configurações programadas. Espera-se que as

seqüências programadas de funcionamento dos equipamentos ocorram corretamente.

Resultados reais: Conforme o sistema entra em funcionamento o comportamento dos equipamentos é anotado e encaminhado para o responsável e este deverá providenciar a correção necessária se houver. A atenção neste passo é importante para não alterar posições corretas por incorretas.

7. Conclusões

Pontos relevantes a serem considerados são:

- a importância do sistema de ar condicionado em edifícios atuais é cada vez maior, não só pelo caráter indispensável da preservação das condições do ar, mas também pelo impacto no consumo de recursos energéticos;
- a seleção criteriosa de equipamentos adequados para uma determinada instalação é parte fundamental de um projeto;
- existe demanda para melhorar a eficiência e eficácia dos sistemas de ar condicionado atuais empregando processos de automação;
- o mercado disponibiliza ferramentas para otimização dos sistemas de controle de ar condicionado e refrigeração;
- a aplicação do teste de desempenho funcional demonstrou ser uma poderosa ferramenta de implementação na medida em que o processo gerou um conjunto de ações e resultados que influenciam diretamente na qualidade e segurança da operação do sistema;
- a realização do teste promove a integração de profissionais de diferentes áreas do projeto de automação e agiliza a solução de problemas;
- o teste identifica falhas no sistema de controle que são endereçadas para garantir o bom desempenho do sistema antes da entrada oficial em operação;
- o processo de teste aprofunda o conhecimento que o operador técnico deve ter para controlar o sistema;
- o teste coloca o operador em contato com a interface do sistema e detalha várias de suas funcionalidades;
- evidencia a importância da comunicação do sistema de ar condicionado e refrigeração com outros sistemas como o sistema de controle de energia elétrica.

8. Bibliografia

ASRAEL, J. et al. "Feasibility of Lowering the Condenser's Inlet Water Temperature of a Chiller Using Thermal Water Storage" Revista Elsevier, 2000;
BRADSHAW, V. Building Control Systems, 2ed 1993;
ALTHAESE, A.D.; TURNQUIST, C.H.; BRACCIANO, A.F. Modern Refrigeration and Air Conditioning, 2.ed. Goodheart-Willcox Co. 2001;
FANGER, P. Thermal Comfort. McGraw-Hill, New York, 1970;

HORDESKI, M.F. Control and Instrumentation-Technology in HVAC: PCs and Environmental Controls. Estados Unidos: Fairmont Press, 1999;
JACKSON, A.N. "Condicionamento de Ar: Funções, Evolução e Desempenho Energético", Revista Eletricidade Moderna, outubro /1998.
LANGLEY, B.C. Electromechanical and Electronic Controls for HVAC/R. Estados Unidos: Prentice Hall, 1999. 438p;
LIDDAMENT, M.W. Energy and Ventilation, Air Infiltration Ventilation Centre, Elsevier Science Ltda. 1998;
LUTHER, K. "Variable Volume Pumping Fundamentals", Revista HPAC Heating/Piping/Air Conditioning, Agosto de 1998;
MARTE, C.L. Automação Predial, a Inteligência Distribuída nas Instalações, Ed. Carthago e Forte, 1995;
MARTIM, J.L.; Mendes, J. "Sistema Digital em Edifícios Inteligentes para Otimizar o Ar Condicionado" Revista Eletricidade Moderna, São Paulo, pp. 46-60, julho 2001;
MCQUISTON, F.C.; PARKER, J.D. Heating, Ventilating and Air Conditioning, Analysis and Design. 4.ed. Nova York: John Wiley & Sons, Inc. 1994;
MECKELER, M. "Rethinking Chiller Plant Design", Revista HPAC Heating/Piping/Air Conditioning, pp. 97-112, Janeiro de 1998;
QURESHI, T.Q.; Tassou, S.A. "VariableSpeed Capacity Control in Refrigeration", Applied Thermal Engineering, 1996. Vol. 16 No. 2, pp. 103-113;
STOECKER, W.F. Refrigeração e Ar Condicionado.; McGraw-Hill do Brasil, São Paulo. 1985;
TULUCA, A. Energy Efficient Design and Construction For Commercial Buildings, New York, McGraw-Hill, 1997, 255p;
VILLANI, E. Abordagem Híbrida para Modelagem de Sistemas de Ar Condicionado em Edifícios Inteligentes, dissertação de mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999;
WANG, S. Dynamic Simulation of Building VAV Air-conditioning System and Evaluation of EMCS On-line Control Strategies, Building and Environment 34, Elsevier. 1999.

BOLETINS TÉCNICOS - TEXTOS PUBLICADOS

- BT/PEA/9301 - Alguns Aspectos do Problema de Planejamento de Sistemas de Transmissão sob Incertezas - CARLOS MARCIO VIEIRA TAHAN, ERNESTO JOÃO ROBBA
- BT/PEA/9302 - Vibrações em Motores Elétricos Provocadas por Forças Magnéticas - ORLANDO SILVIO LOBOSCO, HENRIQUE PRADO ALVAREZ
- BT/PEA/9303 - Corrente Contínua em Alta Tensão: Aplicação de Equipamentos Elétricos e Modelos para Análises de Confiabilidade - LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9504 - Automação e Informatização Aplicadas a Controle e Supervisão de Processos de Pesagem - EVALDO ARAGÃO FARQUI, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/9505 - Modernização e Reabilitação de Usinas Hidrelétricas - DJALMA CASELATO, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9506 - Estudo do Campo Elétrico Provocado por Linhas de Transmissão em Corrente Alternada - CELSO PEREIRA BRAZ, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9507 - Aspectos Sobre Processos Automatizados de Pesagem Rodoferroviária: Uma Proposta de Modernização de Postos em Operação - SERGIO LUIZ PEREIRA, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9508 - Usinas Hidrelétricas em Rotação Ajustável: Novas Premissas para o Planejamento Energético - MARCO ANTONIO SAIDEL, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9509 - Desenvolvimento de um Sistema de Automação de Subestações pela integração de Módulos de Software e Hardware Existentes no Mercado Brasileiro - L. C. MAGRINI, J. A. JARDINI, S. COPELIOVITCH, N. KABA FILHO
- BT/PEA/9510 - Proposta de um Modelo para Estudos de Aplicação de Compensadores Estáticos em Sistemas de Potência - JOSÉ TOSHIYUKI HONDA, LUIS CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/9511 - Metodologia e Testes para Redução das Distâncias Elétricas entre Fases de Barramentos de Subestações de 138kV Abridadas, ANDRÉ NUNES SOUZA, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/9512 - Avaliação da Severidade da Poluição para o Dimensionamento da Isolação das Redes Elétricas - ARNALDO G. KANASHIRO, GERALDO F. BURANI
- BT/PEA/9513 - Processos Auto-Adaptativos para Cálculo de Campos Eletromagnéticos pelo Método dos Elementos Finitos - LUIZ LEBENSZTAJN, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9514 - Investigação Experimental sobre os Arcos Sustentados em Sistemas Elétricos de Baixa Tensão - FRANCISCO H. KAMEYAMA, GERALDO F. BURANI
- BT/PEA/9515 - Fast Voltage Compensation: A Mean to Improve the Quality of Energy Supply - H. ARANGO, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9516 - Modelo Avançado para Planejamento de Sistemas Energéticos Integrados Usando Recursos Renováveis - LUIZ ANTONIO ROSSI, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9601 - Metodologias para Planejamento de Sistemas de Distribuição: Estado-da-Arte e Aplicações - PAULO ROBERTO NJAIM, CARLOS MARCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/9602 - Integração de Relés Digitais em Sistemas de Automação de Subestação - JERÔNIMO CAMILO SOARES JR., JOSÉ A. JARDINI, LUIZ C. MAGRINI
- BT/PEA/9603 - Paradigma de Planejamento sob Incertezas - Aplicação ao Planejamento dos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica - ALBERTO BIANCHI JUNIOR, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9604 - Um Sistema de Controle de Velocidade para Motor de Indução Trifásico - CELSO KAZUMI NAKAHARADA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9605 - Controle Vetorial de Motores de Indução, Independente das Alterações de Parâmetros da Máquina - NERY DE OLIVEIRA JÚNIOR, WALDIR PÓ
- BT/PEA/9606 - Compactação de Subestações de 145 kV Através da Redução das Distâncias entre Fases - GERVASIO LUIZ DE CASTRO NETO, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/9607 - Curvas de Carga de Consumidores Industriais - Agregação com Outras Cargas - RONALDO PEDRO CASOLARI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9608 - Utilização de Curvas de Carga de Consumidores Residenciais Medidas para Determinação de Diversidade de Carga, e Carregamento de Transformadores de Distribuição - EDUARDO LUIZ FERRARI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9609 - Comportamento Elétrico de Cabos Cobertos e Pré-Reunidos pelo Método dos Elementos Finitos - JOÃO JOSÉ DOS SANTOS OLIVEIRA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9701 - Repotenciação de Hidrogeradores: Uma Proposta de Metodologia de Análise e Implantação - FÁBIO SALOMÃO FERNANDES SÁ, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.

- BT/PEA/9702 - Desenvolvimento de um Sistema de Automação para um Sistema de Automação para um Centro de Operação da Distribuição - PAULO SÉRGIO MIGUEL SURUR, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9703 - Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição Utilizando Programação Matemática Probabilística - MARIÂNGELA DE CARVALHO BOVOLATO, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9704 - Técnicas de Inteligência Artificial Aplicadas ao Problema de Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição de Energia Elétrica - SALETE MARIA FRÖES, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9705 - Aproveitamento Funcional de Sistemas de Controle e Proteção Digitais em Subestações de Distribuição - JOSÉ LUIZ PEREIRA BRITTES, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9706 - Avaliação de Algoritmo para Proteção Diferencial de Transformadores - LUÍS SÉRGIO PIOVESAN, EDUARDO CÉSAR SENER
- BT/PEA/9707 - Sistema de Proteção para Falhas de Alta Impedância - CAIUS VINICIUS SAMPAIO MALAGODI, EDUARDO CÉSAR SENER
- BT/PEA/9708 - Um Ambiente para Planejamento da Operação de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica - KLEBER HASHIMOTO, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9709 - Análise do Custo - Benefício da Instalação de Equipamentos de Proteção em Redes Aéreas de Distribuição - ANTONIO CLAUDINEI SIMÕES, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9710 - Planejamento Integrado de Recursos Energéticos - PIR - para o Setor Elétrico - MIGUEL EDGAR MORALES UDAETA, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9711 - Análise de Defeitos no Motor de Indução Trifásico para Predição de Falhas Incipientes - JOSÉ ANTONIO URCIA MISARI, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9712 - Gerenciamento de Transformadores de Distribuição com Análise na Perda de Vida - CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN, VLADIMIR DUARTE BELCHIOR
- BT/PEA/9713 - Uma Nova Metodologia para a Avaliação de Sistemas de Aterramento Metro-Ferrovíarios - JOSÉ AUGUSTO PEREIRA DA SILVA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9714 - Um Exemplo de Decomposição de Fluxos em Transformadores - NICOLAU IVANOV, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9715 - Custos de Transporte de Energia Elétrica - Análise de Metodologias - DÁRIO TAKAHATA, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/9716 - Bancada de Ensaios para a Avaliar o Comportamento de Acionamentos Controlados por Inversores PWM - JOSÉ ANTONIO CORTEZ, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9717 - Integração de Técnicas de Diagnóstico de Falhas em Motores de Indução Trifásicos ao Sistema de Gerenciamento da Manutenção Industrial - JOSÉ A. URCIA MISARI, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9801 - Análise de Confiabilidade para Gerenciamento Operacional de Sistemas Automatizados de Pesagem Rodoviar - RUBENS LOPES ROLIM, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9802 - Projeto de um Ondulador Híbrido e Estudo de Onduladores Derivados de Solenóide, para Utilização em Laser a Elétrons Livres - FRANCISCO SIRCILLI NETO
- BT/PEA/9803 - Configuração de Redes de Distribuição de Energia Elétrica com Múltiplos Objetivos e Incertezas através de Procedimentos Heurísticos - CARLOS C. BARIANI DE OLIVEIRA, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9804 - Conceituação e Aplicação de Metodologia de Gerenciamento pelo Lado da Demanda em uma Empresa Distribuidora de Energia Elétrica - FERNANDO MONTEIRO DE FIGUEIREDO, JOSÉ ANTÔNIO JARDINI
- BT/PEA/9805 - Acoplamento Circuito Elétrico - Método dos Elementos Finitos em Regime Transitório Utilizando a Metodologia de Dommel - NANCY MIEKO ABE, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9806 - Modelo de Arco Elétrico Aplicado ao Estudo da Interrupção da Corrente em Disjuntores de Média Tensão - LUCILIUS CARLOS PINTO, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9807 - Proteção para Falta de Alta Impedância Utilizando o Sistema de Rádio Troncalizado - MARCO ANTONIO BRITO, EDUARDO CESAR SENER
- BT/PEA/9808 - Contribuição ao Estudo e Projeto dos Motores Síncronos de Relutância - IVAN EDUARDO CHABU, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9809 - Cabos Cobertos: Metodologia para a Determinação da Espessura da Cobertura - ANTONIO PAULO DA CUNHA, JOSÉ ANTÔNIO JARDINI
- BT/PEA/9810 - Eletrificação Rural - Avaliações em São Paulo - MARCELO APARECIDO PELEGRINI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/9811 - Política de Eletrificação Rural em São Paulo - LUIZ HENRIQUE ALVES PAZZINI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/9812 - Uso Racional e Eficiente de Energia Elétrica: Metodologia para a Determinação dos Potenciais de Conservação dos Usos Finais em Instalações de Ensino e Similares - ANDRÉ LUIZ MONTEIRO ALVAREZ, MARCO ANTONIO SAIDEL
- BT/PEA/9813 - Diretrizes para a Regulação da Distribuição de Energia Elétrica - JAMES S. S. CORREIA, LINEU BELICO DOS REIS

- BT/PEA/9814 - Distribuição da Tensão de Impulso em Enrolamentos de Transformadores de Distribuição - PEDRO LUÍS SANTUCCI DE MENDONÇA, AUGUSTO FERREIRA BRANDÃO JÚNIOR
- BT/PEA/9815 - Estudo Comparativo entre os Diversos Métodos de Determinação do Rendimento de Motores de Indução - FRANCISCO ANTONIO MARINO SALOTTI, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/9816 - A Nodal Analysis Approach Applied to Electric Circuits Coupling in Magnetodynamic 2D FEM - MAURÍCIO CALDORA COSTA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9817 - Informatização e Automação dos Órgãos Gestores de Mão de Obra - EDUARDO MARIO DIAS, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9818 - Frequência de Ocorrência de Sobreensões Originárias de Descargas Atmosféricas em Linhas de Distribuição - NELSON MASSAKAZU MATSUO, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9819 - Um Método de Imposição de Pólos no Estudo da Estabilidade de Redes Elétricas a Pequenas Perturbações - PERCIVAL BUENO DE ARAUJO, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9820 - Inter-Relação do Planejamento Agregado de Investimentos com o Planejamento Localizado de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica - JUCEMAR SALVADOR SIMÕES, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9821 - A Produção de Energia Através das Células de Combustível - JOSÉ LUIZ PIMENTA PINHEIRO, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9822 - Automação de Processos - Revisão e Tendências - SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/9823 - Metodologia para Seleção e Gerenciamento de Transformadores e Distribuição, Aplicando Técnicas de Redes Neutrais Artificiais - SE UN AHN, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9901 - Contribuição ao Modelamento e Simulação de Motores em Ímãs Permanentes e Comutação Eletrônica de Alta Rotação - WANDERLEI MARINHO DA SILVA, CLOVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/9902 - Estudos de Sistemas de Potência e Automação: Plantas Industriais de Grande Porte - MAURÍCIO G. M. JARDINI, JOSÉ A. JARDINI
- BT/PEA/9903 - Synchronous Machines Parameters Identification Using Load Rejection Test Data - E. C. BORTONI, J. A. JARDINI
- BT/PEA/9904 - Identificação de Locais e Opções Tecnológicas para Implantação de Termoelétricas no Sistema Elétrico Brasileiro: Contribuição ao Estado da Arte e Aplicação ao Caso do Gás Natural - ELIANA APARECIDA FARIA AMARAL FADIGAS, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9905 - Sistema de Manutenção Preventiva de Subestações: Uma Abordagem Semântica para o Monitoramento Integrado - ELIAS ROMA NETO, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9906 - Previsão das Perdas Magnéticas na Presença de Harmônicos - MARCELO S. LANCAROTTE, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9907 - Comportamento do Aterramento de Sistemas e Equipamentos de Distribuição sob Impulso - CLEVERSON LUIZ DA SILVA PINTO, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9908 - Modelo de Sistema de Supervisão e Controle Operacional de Terminais de Contêineres - LEVI SALVI, EDUARDO MARIO DIAS
- BT/PEA/9909 - Medição de Altas Correntes em Frequência Industrial: Instrumentação, Dispositivos de Medição e Calibrações - HÉLIO EIJI SUETA, GERALDO FRANCISCO BURANI
- BT/PEA/9910 - Conversores Auto-Comutados Aplicados em Derivações de Sistemas de Transmissão de Corrente Contínua e Alta Tensão - WILSON KOMATSU, WALTER KAISER
- BT/PEA/9911 - Análise de Desempenho de Sistemas de Aterramento em Alta Frequência pelo Método dos Elementos Finitos - ANGELO PASSARO, JOSÉ ROBERTO CARDOSO, VIVIANE CRISTINE SILVA
- BT/PEA/9912 - Simulação de Motores "Shaded Pole": Uma Nova Abordagem Analítico-Numérica - PASCHOAL SPINA NETO, SÍLVIO IKUO NABETA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9913 - Estimadores de Estado para Sistemas de Potência: Análise do Estado da Arte - CLEBER ROBERTO GUIRELLI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9914 - Análise sobre o Comportamento de Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas Utilizando o Método dos Elementos Finitos - SEBASTIÃO C. GUIMARÃES JR., LUCIANO MARTINS NETO, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9915 - Automatização do Atendimento a Reclamações de Interrupção de Energia Elétrica - H. K. Kiyohara, L. C. Magrini, E. P. PARENTE, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9916 - Controle Digital de Tensão e Reativos - PAULA S. D. KAYANO, LUIZ CARLOS MAGRINI, LINEU BELICO DOS REIS, ANTONIO JOSÉ GOMES CARMO, ELIAS DE SOUZA NETO
- BT/PEA/9917 - Localizadores Digitais de Falhas em Linhas de Transmissão - CARLOS EDUARDO DE MORAIS PEREIRA, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9918 - Religamento Monopolar em Linhas de Transmissão - Propostas de Uma Ferramenta para Investigações Paramétricas - IVANIL POMPEU, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9919 - Viabilidade Técnica de Abertura Monopolar Permanente em Linhas de Transmissão Extra Alta Tensão - FABIANA AP. DE TOLEDO SILVA, JOSÉ ANTONIO JARDINI

- BT/PEA/9920 – Avaliação do U-Net em Custers com Rede My com Rede Myrinet – PAULO A. GEROMEL, SERGIO T. KOFUJI
- BT/PEA/9921 – SAG – Sistema de Apoio Gerencial via Internet – ADRIANO GALINDO LEAL, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9922 – Desequilíbrio de Tensão em Redes Secundárias de Distribuição – PAULO VINÍCIUS SANTOS VALOIS, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/9923 – Sistema Não Lineares Controlados pela Lógica Difusa: Uma Aplicação em Acionamentos Constituídos por Motores Assíncronos – WERNER W. PACHECO LUJAN, CÍCERO COUTO MORAES
- BT/PEA/9924 – Arborescência em Cabos Elétricos de Média e Alta Tensão – JOÃO JOSÉ ALVES DE PAULA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JÚNIOR
- BT/PEA/9925 – Estudo para Otimização de Desempenho de Plantas Industriais Automatizadas – ANTONIO ORLANDO UGULINO, SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/9926 – Simulação e Análise de Desempenho de Processos Visando a Otimização de Sistemas Integrados de Produção – CÍCERO COUTO DE MORAES, SERGIO LUIZ PEREIRA, JOSÉ ROBERTO R. DE GODOY
- BT/PEA/9927 – Automação Moderna de Processos: Análise de Necessidade, Viabilidade e Tendências Tecnológicas – SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/9928 – Modelo de Compensação Série Controlada Aplicado ao Estudo do Amortecimento de Oscilações em Sistemas de Potência – JOSÉ ROBERTO PASCON, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/9929 – Cálculo de Trajetórias de Elétrons em Estruturas Magnéticas – YASMARA CONCEIÇÃO DE POLLI, VIVIANE CRISTINE SILVA
- BT/PEA/0001 – Monitoramento de Transformadores de Potência Direcionado à Manutenção com Base nas Condições – SERGIO COSTA, AUGUSTO F. BRANDÃO JR.
- BT/PEA/0002 – Redes Neurais Artificiais Aplicadas a Estudos de Subestações de Alta Tensão Abrigadas Frente a Ensaios de Impulsos Atmosféricos – ANDRÉ NUNES DE SOUZA, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0003 – Relé Diferencial para Transformador de Potência Implementado com uma Rede MLP – RICARDO CANELOI DOS SANTOS, EDUARDO CESAR SENGER
- BT/PEA/0004 – Minimização de Resíduos Sólidos Urbanos e Conservação de Energia – PAULO HÉLIO KANAYAMA, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0005 – Modelamento de Conversores CC/CC por meio da Chave PWM – LUIZ FERNANDO P. DE MELLO, WALTER KAISER
- BT/PEA/0006 – Estudo de Surtos em Redes Secundárias de Distribuição Causados por Descargas Atmosféricas Diretas na Rede Primária – WELSON BASSI, JORGE M. JANISZEWSKI
- BT/PEA/0007 – Modelagem da Magnetohidrodinâmica em 3D pelo Método de Elementos Finitos – SERGIO LUÍS LOPES VERARDI, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0008 – Metodologia para Avaliação do Comportamento e Vida Útil de Motores Alimentados por Fontes Assimétricas de Tensão – JOSÉ LUIZ ANTUNES DE ALMEIDA, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0009 – Esquema de Aterramento Híbrido (EAH) – FRANCISCO CARLOS PARQUET BIZZARRIA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JUNIOR
- BT/PEA/0010 – Ferro-Ressnância em Redes Subterrâneas de Distribuição – REGINA LÚCIA LAMY, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/0011 – A Análise do Ciclo de Vida e os Custos Completos no Planejamento Energético – CLÁUDIO ELIAS CARVALHO, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0012 – A Agregação de Valor à Energia Elétrica através da Gestão Integrada de Recursos – ANDRÉ LUIZ VEIGA GIMENES, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0013 – Tochas a Plasma: Características Básicas para Projeto e Construção – MIGUEL BUSSOLINI, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/0014 – Um Estudo de Correntes Induzidas em Meios Maciços Ferromagnéticos – Aplicação no Projeto de Freios de Correntes Parasitas – ALVARO BATISTA DIETRICH, IVAN EDUARDO CHABU
- BT/PEA/0015 – Incorporação de Sistemas de Co-Geração aos Sistemas Elétricos de Potência: Um Roteiro para Avaliação de Viabilidade Técnico-Econômica – LUIZ DONIZETI CLEMENTINO, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0016 – Metodologia para Análise da Posse de Equipamentos e Hábitos de Consumo de Energia Elétrica em Baixa Tensão – ALEXANDRE ANGRISANO, RONALDO P. CASOLARI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0017 – Análise de Índices de Qualidade no Planejamento Agregado de Investimentos em Ambiente de Incertezas – CARLOS ALEXANDRE DE SOUSA PENIN, NELSON KAGAN
- BT/PEA/0018 – Controle de Descarregadores de Navios Utilizando Lógica Fuzzy – ANTONIO DAGOBERTO DO AMARAL JÚNIOR, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/0019 – The Energy Absorption Capacity of Metal Oxide Surge Arresters An Approach for Switching Surges – MANUEL LUÍS BARREIRA MARTINEZ, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR

- BT/PEA/0020 – Utilização Racional de Energia Elétrica em Instalações Elétricas Comerciais Empregando Sistemas de Automação – JOEL ROCHA PINTO, AUGUSTO FERREIRA BRANDÃO JÚNIOR
- BT/PEA/0021 – Sistema Automatizado para Aquisição de Dados de Consumo de Energia Elétrica, Água e Gás – JOSÉ WALTER PARQUET BIZARRIA, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0022 – Estudo de Ignitores de Pulsos Superpostos para Lâmpadas de Vapor de Sódio de Alta Pressão – ALEXANDER FERNÁNDEZ CORREA, WALTER KAISER
- BT/PEA/0023 – Desenvolvimento de Medidor Eletrônico de Energia Elétrica de Custo Competitivo Associado a Estudos sobre Medições de Energia Elétrica – DOUGLAS ALEXANDRE DE A. GARCIA, SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/0024 – Uma Visão Educacional do Método dos Elementos Finitos Aplicado ao Eletromagnetismo – LUIZ NATAL ROSSI, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0025 – An Application of the Finite-Element Method to Design a Switched Reluctance Motor – PEDRO P. DE PAULA, SILVIO I. NABETA, JOSÉ R. CARDOSO
- BT/PEA/0026 – Algoritmos de Alta Velocidade para a Proteção de distância de Linhas de Transmissão – ERVALDO GARCIA JÚNIOR, EDUARDO CÉSAR SENER
- BT/PEA/0027 – Sistema de Aquisição e Tratamento de Dados para a Monitoração da Tensão em Regime Permanente – SILVIO XAVIER DUARTE, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/0028 – Análise da Confiabilidade e Manutenibilidade de Topologias do Sistema de Telefonia Fixa – RICARDO ELIAS CAETANO, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/0029 – Aspectos Tecnológicos Referentes à Repotenciação de Usinas Termoelétricas – MÁRCIO NESTOR ZANCHETA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR
- BT/PEA/0030 – Controle de Iluminação Utilizando Dimerização por Lógica Fuzzy, Compensando a Iluminação Natural – ANDRÉ VITOR BONORA, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0031 – Identificação do Nível de Redundância das Medidas de um Sistema, para Efeito da Estimativa de seus Estados – JOÃO BOSCO AUGUSTO LONDON JUNIOR, NEWTON GERALDO BRETAS
- BT/PEA/0101 – Aplicação do Controlador de Subestação a um Sistema Digital Integrado de Supervisão e Controle – RENATO CAMPANINI TEIXEIRA, AUGUSTO F. BRANDÃO JR.
- BT/PEA/0102 – Uma proposta de um Filtro Ativo de Tensão para Aplicações em Redes Elétricas – JOSÉ TOSHIYUKI HONDA, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0103 – Causas de Falhas e Critérios de Reaproveitamento de Transformadores de Distribuição de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica – MIGUEL ANGEL HERNANDEZ TORRES, MARCOS ROBERTO GOUVÊA
- BT/PEA/0104 – Um Sistema para Avaliação de Indicadores de Qualidade da Distribuição de Energia Elétrica – GERSON YUKIO SAIKI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0105 – Métodos de Análise de Sistemas de Aterramento de Linhas Metroviárias – ARMANDO DE OLIVEIRA ALVES DE SOUZA, LUIZ LEBENSZTAJN
- BT/PEA/0106 – Caracterização de Acionamentos na Indústria de Beneficiamento de Minério de Ferro – FERNANDO MARCELO CALADO DE ANDRADE, IVAN EDUARDO CHABU
- BT/PEA/0107 – Impacto da Privatização das Concessionárias de Distribuição de Energia Elétrica na Qualidade da Energia Suprida – MITSUO NITTA, ADERBAL DE AARUDA PENTEADO JÚNIOR
- BT/PEA/0108 – Estudo Comparativo de Ensaios de Chapa Única para Medidas de Perdas em Aços Elétricos – RONALDO ALVES SOARES, CARLOS SHINITI MURANAKA
- BT/PEA/0109 – Modelagem de Transformadores de Distribuição para Altas Frequências – ARNALDO G. KANASHIRO, ALEXANDRE PIANTINI, GERALDO F. BURANI
- BT/PEA/0110 – Análise e Localização de Descargas Parciais em Transformadores de Potências por Métodos Elétricos – HÉDIO TATIZAWA, GERALDO FRANCISCO BURANI
- BT/PEA/0111 – A Eletrificação Rural em São Paulo – Custos e Padrões – LUIZ FERNANDO KURAHASSI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0112 – A Escola Rural sem Luz em São Paulo – OSWALDO TADAMI ARIMURA, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0113 – Eletrificação Rural no Novo Cenário: O Caso de São Paulo – LUIZ HENRIQUE ALVES PAZZINI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0114 – Simulação do Aterramento em Sistemas MRT – OCTÁVIO FERREIRA AFFONSO, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0115 – Otimização do Dimensionamento de Equipamentos para Automação de Terminal de Contêineres – FÁBIO LOPES CARNELOS, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0116 – Sistema de Localização de Falhas para Redes Primárias de Distribuição – GIOVANNI MANASSERO JUNIOR, EDUARDO CESAR SENER
- BT/PEA/0117 – Proteção de Distância para Linhas de Transmissão com Compensação Série – JOSÉ GERALDO BARRETO MONTEIRO DE ANDRADE, EDUARDO CESAR SENER

- BT/PEA/0118 – Proposta de Acionamento Microprocessado para Empilhadeira Elétrica – MARCO AURÉLIO VILELA DE OLIVEIRA, WALTER KAISER
- BT/PEA/0119 – Técnicas “Anti-Windup” – LUIZ AUGUSTO PEREIRA FERNANDES, CLÓVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/0120 – Regulador de Tensão de Gerador – HERALDO SILVEIRA BARBUY, CLÓVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/0121 – Eficiência Operativa e Confiabilidade de Equipamentos Associados à Automação de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica – REINALDO BURIAN, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/0122 – Cálculo de Forças sobre Ímãs Permanentes: Uma Análise do Problema 23 do Team Workshop – HÉLIO JOSÉ DAMANTE, LUIZ LEBENSZTAJN
- BT/PEA/0123 – Análise de Guias de Ondas Ópticas pelo Método dos Elementos Finitos – MARCOS A. R. FRANCO, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0124 – Transient Induced Voltage Computation in a High Building Struck by Lightning – CARLOS A. F. SARTORI, A. ORLANDI, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0125 – Metodologia para Cálculo de Perdas Técnicas por Segmento do Sistema de Distribuição – ANDRÉ MÉFFE, CARLOS CÉSAR BARIONI DE OLIVEIRA
- BT/PEA/0126 – Cálculo da Distribuição da Corrente de Falta em Sistemas de Aterramento de Redes Primárias – GILBERTO DE MAGALHÃES FALCOSKI, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/0127 – Acionamento de Velocidade Variável Utilizando Motores de Corrente Alternada Assíncronos – JOSÉ ALBERTO MARQUES, IVAN EDUARDO CHABU
- BT/PEA/0201 – Unified Power Quality Conditioner with Energy Storing Module for Medium Voltage Adjustable Speed Drive – VALBERTO FERREIRA DA SILVA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JUNIOR
- BT/PEA/0202 – Simulação de Marcha de Composição Ferroviária Acionada por Motores de Indução e PWM – CASSIANO LOBO PIRES, SILVIO IKUYO NABETA
- BT/PEA/0203 – Conservação de Energia Elétrica em Edificações Comerciais: Sistemas de Ar Condicionado com Central de Água Gelada – TEODORO MONGE DE AMORIM FILHO, MARCO ANTONIO SAIDEL
- BT/PEA/0204 – Reconfiguração de Redes Primárias de Distribuição de Energia Elétrica Utilizando Sistemas de Informações Geográficas – FERDINANDO CRISPINO, HERNAN PRIETO SCHMIDT
- BT/PEA/0205 – Previsão de Carga em Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica Utilizando Redes Neurais Artificiais – JORGE YASUOKA, HERNAN PRIETO SCHMIDT
- BT/PEA/0206 – Correção de Distorções Harmônicas, em Sistemas Industriais, Através de Filtros Passivos - ANTONIO PESTANA NETO, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/0207 – Proposta de Metodologia para Controle da Qualidade do Fornecimento de Energia Elétrica a Partir da Segmentação do Mercado Consumidor em Famílias de Redes Elétricas – RODOLFO COLI DA CUNHA, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/0208 – Modelagens das Funções de uma Subestação Automatizada Empregando Modelos Orientados a Objetos – MILTHON SERNA SILVA, AUGUSTO F. BRANDÃO JR
- BT/PEA/0209 – Automação de Instalações Elétricas Prediais Através da Internet – ROBSON REBOUÇAS CARDOSO, AUGUSTO FERREIRA BRANDÃO JUNIOR
- BT/PEA/0210 – Identificação Automática de Vagões na Área Portuária: Uma Solução com Análise de Imagens – EDUARDO MANTOVANI, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0211 – Concepção de Sistema de Supervisão e Controle no Processo de Descarga Rodoviária em Terminais Portuários Utilizando Identificadores Automáticos de Veículos – ROGÉRIO COSTA DE OLIVEIRA, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0212 – Metodologia para Análise de Perda de Vida Útil de Transformadores, Alimentando Cargas não Lineares – ARLINDO GARCIA FILHO, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0213 – Sistema de Automação para Gestão do Carregamento de Transformadores Baseado na Confiabilidade – JOSÉ LUIZ PEREIRA BRITTES, JOSÉ ANTONIO JARDINI, HERNAN PRIETO SCHMIDT
- BT/PEA/0214 – A Conservação, Considerando Aspectos Relacionados à Qualidade de Energia Elétrica na Indústria Têxtil: Estudo de Caso – MÁRIO CÉSAR GIACCO RAMOS, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/0215 – Cálculo de Parâmetros Operacionais de Desempenho de Redes Primárias de Distribuição Utilizando Redes Neurais Artificiais – ANA MARIA GARCIA CABEZAS, HERNAN PRIETO SCHMIDT
- BT/PEA/0216 – Análise Dinâmica de um Motor de Indução Linear pelo Método dos Elementos Finitos – EDUARDO FERREIRA DA SILVA, SILVIO IKUYO NABETA
- BT/PEA/0217 – Reômetro Rotativo de Taxa de Cisalhamento Imposta Acionado por Motor de Passo – SAMUEL E. DE LUCENA, WALTER KAISER
- BT/PEA/0218 – Acionamentos com Motores Brushless para Sistemas de Ventilação de Emergência – RENATO DE ALMEIDA PEREIRA, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/0219 – Retificador Trifásico de Alta Eficiência para Tochas de Plasma – MARIO GONÇALVES GARCIA JÚNIOR, LOURENÇO MATAKAS JÚNIOR

- BT/PEA/0220 – Impacto de Modelos de Mercado Espacial no Planejamento de Sistemas de Distribuição de Energia – MARIÂNGELA DE CARVALHO BOVOLATO, NELSON KAGAN
- BT/PEA/0221 – Proposta de Recuperador Dinâmico para Correção de Afundamentos de Tensão – FRANCISCO COSTA SARAIVA FILHO, EDUARDO CESAR SENER
- BT/PEA/0222 – Análise Preditiva de Defeitos em Motores de Indução Trifásicos Utilizando a Corrente de Alimentação – JOSÉ DANIEL SOARES BERNARDO, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/0223 – Cálculo de Iluminação Auxiliado por Computadores – NESTOR CÂNDIDO FERREIRA SEGUNDO, MARCO ANTONIO SAIDEL
- BT/PEA/0224 – Otimização de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica Utilizando Geração Distribuída – JAMEA CRISTINA BATISTA SILVA, NELSON KAGAN
- BT/PEA/0301 – Algoritmo Digital para a Proteção da Interligação Concessionária – Indústria Operando em Sistemas de Cogeração – FRANCISCO ANTONIO REIS FILHO, EDUARDO C. SENER
- BT/PEA/0302 – Dimensionamento da Infra-Estrutura para Automação de Terminais de Granéis Sólidos – FABIO DEL PAPA, EDUARDO MARIO DIAS
- BT/PEA/0203 – Desenvolvimento e Aplicação de Metodologia para Estudos de Viabilidade de Plantas de Cogeração – RICARDO SHEIGI ABE, SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/0304 – Applying Object-Oriented Technology to Project Hydroelectric Power Plant SCADA Systems – CARLOS ALBERTO VILLACORTA CARDOSO, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0305 – Impactos Econômicos Causados pelos Distúrbios na Rede Básica de Energia Elétrica – JOSÉ JULIO DE ALMEIDA LINS LEITÃO, LINEI BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0306 – Fault Location in Transmission Lines Using One Terminal Post Fault Voltage Data – CARLOS EDUARDO DE MORAIS PEREIRA, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/0307 – Impactos da Aplicação de Lâmpadas Fluorescentes Compactas em Habitações de Baixa Renda no Sistema de Distribuição de Energia Elétrica – LUIS VENTURA CASTELLS PEÑA, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/0308 – Análise e Melhoria do Controle Automático de Concentração de uma Planta de Ácido Nítrico Diluído – ELCIO RODRIGUES ARANHA, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/0309 – Criação de Valor na Avaliação de Projetos Termelétricos sob Condições de Risco no Mercado Brasileiro de Energia Elétrica – WAGNER DA SILVA LIMA, DOREL SOARES RAMOS
- BT/PEA/0310 – Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico como Instrumento de Apoio a Regulação da Energia Elétrica – LUIZ MARIO TORTORELLO, MARCOS ROBERTO GOUVÊA
- BT/PEA/0311 – Análise de Transientes em Motor de Indução Modelo ABC/abc Aplicado ao Modelamento e Simulação de Soft-Starters - LUIS CARLOS RIBEIRO DOS SANTOS – CLOVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/0312 – Modelamento Matemático e Análise do Funcionamento do Acionamento para Motores de Anéis em Cadeia Sub-Síncrona – SÉRGIO LUIZ VOLPIANO – CLOVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/0313 – Considerações do Ambiente Eletromagnético Urbano na Análise de Interferências Eletromagnéticas em Veículos Automotores – GLÁUCIO SANTOS – CARLOS ANTONIO FRANÇA SARTORI
- BT/PEA/0314 – Contribuição a Aplicação das Wavelets na Eletrostática – ALDO ARTUR BELARDI, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0315 – Avaliação Ponderada da Hidreletricidade e Termelétricidade Através dos Custos Completos – JULIO HENRIQUE BOARATI, MIGUEL EDGAR MORALES UDAETA
- BT/PEA/0401 - Previsão Espacial de Carga em Sistemas de Distribuição Utilizando Técnicas de Inteligência Artificial e Plataforma GIS – FRANZ HENRY PEREYRA ZAMORA, CARLOS MARCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/0402 – Modeling of Impulse Stressed Distribution Transformer Winding Oriented to Maintenance Purposes – PEDRO LUÍS SANTUCCI DE MENDONÇA, AUGUSTO FERREIRA BRANDÃO JÚNIOR
- BT/PEA/0403 – Sistema para o Gerenciamento de Imóveis e Ocupação das Faixas de Linhas de Transmissão Utilizando Dados Georreferenciados e de Sensoriamento Remoto – MAURICIO GEORGE MIGUEL JARDINI, HERNAN PRIETO SCHMIDT
- BT/PEA/0404 – Proposta de Novas Topologias de Conversores “C-DUMP” para o Acionamento de Motores e Geradores de Relutância Chaveados – WANDERLEI MARINHO DA SILVA, CLOVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/0405 – Proposta de Aplicação de Motor de Indução Linear Tubular na Extração de Petróleo – BERNARDO PINHEIRO DE ALVARENGA, IVAN EDUARDO CHABU

