

USP
IEE em REVISTA

Órgão Oficial do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Ano 1 - nº 1

**Entrevista com David
Zylbersztajn**

Vigilância Tecnológica

**Conheça os
laboratórios do IEE**

EDITORIAL

As grandes escolas profissionais centenárias, além de formar advogados, engenheiros, médicos, dentistas, farmacêuticos, agrônomos e veterinários, procuravam atender às demandas de serviços especializados da sociedade paulista, mesmo antes da fundação da Universidade de São Paulo (USP). Um exemplo antigo de atendimento bem sucedido a essa demanda de serviços é o da Escola Politécnica que criou, há muitos anos, um laboratório de materiais, cuja evolução deu origem ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).



Flávio Fava de Moraes
Reitor da Universidade de São Paulo

A criação da USP teve a finalidade de dar ao Estado uma instituição capaz de ensinar em todas as áreas do conhecimento e, através da pesquisa, produzir ciência e tecnologia. Quanto à prestação de serviços, esperava-se da Universidade mais que uma resposta eficiente às demandas: era intenção explícita chegar a uma instituição com capacidade de prever e se antecipar às necessidades de uma sociedade moderna. O alto conceito atual da USP decorre da forma como a Universidade procura se renovar para manter-se cumprindo eficazmente seus objetivos institucionais de origem. O Instituto de Eletrotécnica e Energia - IEE é hoje um competente órgão especializado da USP, que se originou para atender uma necessidade de serviços, oferecendo, já há algumas décadas, ensaios de máquinas e equipamentos elétricos e aferições de instrumentos à comunidade

empresarial do setor eletro-eletrônico do Estado e do País. Nos últimos anos, o IEE está buscando rever suas finalidades para dar ênfase à pesquisa. Entende que a posse de uma carteira de projetos relevantes de pesquisa, endereçando questões urgentes do setor energético brasileiro, é uma exigência para o Instituto enfrentar os desafios atuais e corresponder aos melhores padrões de excelência da USP. Assim, projetos de pesquisa competitivos habilitam o IEE a captar recursos externos, dar substrato à formação de um quadro de pós-graduados, transferir tecnologia ao setor empresarial e proporcionar uma permanente atualização de suas atividades de extensão.

Presentemente, o IEE coordena os cursos de Mestrado e Doutorado no Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia. Os laboratórios de serviço do Instituto estão passando por modernização e credenciamento junto ao INMETRO, com o objetivo de obter a certificação de conformidade às normas ISO Guide 25 e ISO 9000. A meta é alcançar altos índices de qualidade de pós-graduação e nos serviços de extensão, apoiados numa capacidade de pesquisa e desenvolvimento. O IEE em Revista é uma iniciativa oportuna para divulgar à comunidade as novas diretrizes e atividades que estão revitalizando o Instituto.

Flávio Fava de Moraes
Reitor da USP

ÍNDICE

Entrevista com	
David Zylbersztajn	p.2
Laboratório de Eq. El. para Atmosferas Explosivas	p.3
Laboratório de Compatibilidade Magnética "Vigilância Tecnológica"	p.4
Artigo de Carlos Américo M. de Andrade	p.5
Convênios e Contratos	p.6
Publicações	p.7
Normas	p.7
Cursos	p.8
Agenda	p.8

LABORATÓRIOS DE ENSAIO

Divisão de Potência

- Equipamentos para Atmosferas Explosivas - Engº Manoel Sequeira - tel. (011) 818-5062
- Aparelhos e Materiais Elétricos - Engº Fumaki Yokoyama - tel. (011) 818-4721
- Máquinas Elétricas - Engº Jorge Shimabukuro - tel. (011) 818-4724
- Alta Tensão - Engº Celso Pereira Braz - tel. (011) 818-4723
- Média Tensão - Engº Celso Pereira Braz - tel. (011) 818-4723
- Altas correntes - Engº Hélio Eiji Sueta - tel. (011) 818-4723
- Baixa Tensão - Engº Hélio Eiji Sueta - tel. (011) 818-4723

Divisão de Eletrônica

- Equipamentos Eletromédicos - Engº Jorge Rufca - tel. (011) 818-4816 / 4829
- Radiodiagnósticos - Engº Paulo Costa - tel. (011) 818-4829 / 8137
- Manutenção Radiológica - Engº Jorge Rufca - tel. (011) 818-4816 / 4829
- Desenvolvimento de Software de Redes - Engº Oscar K. Uehara - tel. (011) 818-4729
- Eletrônica de Potência - Engº Gilberto Garlera - tel. (011) 818-4730
- Sistemas Eletrônicos - Engº José Gil Oliveira - tel. (011) 818-5063

Divisão de Energia

- Fotometria - Engº Elvo Calixto Burini Junior - tel. (011) 818-4727
- Equipamentos de Medição - Engº Antônio Carlos Silos - tel. (011) 818-4725
- Padrões Elétricos - Engº Osmar Sinzi Shimabukuro - tel. (011) 818-4725
- Aferição e Calibração - Engº Sérgio Shiguemitsu Sato - tel. (011) 818-4725



IEE em Revista é órgão informativo oficial do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária - São Paulo - SP - CEP 05508-900 - Tel.: (011) 818-4839 - Fax: (011) 210-7750 - Reitor da USP: Flávio Fava de Moraes - Diretoria do IEE: Diretor Geral: Carlos Américo Morato de Andrade - Diretor de Potência: Orlando Silvo Lobosco - Diretor de Energia: Adnei Melges de Andrade - Diretor de Eletrônica: Jean Albert Bodinaud - Comissão de Divulgação: Coordenador: Orlando Silvo Lobosco - Membros: Luiz Carlos Mantovani - Gilberto Garlera - Murilo Fagá - Jean Albert Bodinaud - Luiz Carlos Lopes - Geraldo Francisco Burani - Paulo Roberto Barros - Consultor: Walfredo Schmidt - Jornalista Responsável: Paulo Roberto Ramos (MTB 24704) - Diagramação: Estado-da-Arte (tel. 810-3880)

David Zylbersztajn

Conversamos com o Secretário de Energia do Estado de São Paulo sobre a situação da Secretaria e a relação que esta pretende estabelecer com as universidades e os centros de pesquisa de São Paulo.

IEE em Revista: Qual era a situação da Secretaria de Energia quando o Sr. assumiu a pasta em janeiro deste ano?

David Zylbersztajn: Primeiramente, a Secretaria não tinha um papel muito importante, pois as estatais de energia não atendiam a uma lógica integrada, como uma empresa do Estado. Tinham sua lógica própria, voltada mais para interesses específicos e grupos políticos. A primeira providência foi recuperar para o Estado o papel de dono efetivo dessas empresas, o que aconteceu de fato porque hoje elas têm um planejamento próprio de gestão, em função de suas particularidades, e é o Estado que estabelece as diretrizes que devem ser seguidas.

IEE: E qual era a situação financeira das empresas de energia de São Paulo?

Zylbersztajn: Estavam e estão até hoje numa situação delicada em termos econômico-financeiros, com uma dívida muito grande e uma receita que, se nada fosse feito, não permitiria jamais que a situação fosse corrigida. O problema não está totalmente resolvido, mas as soluções estão bem encaminhadas e acredito que até o final deste ano teremos uma situação bem melhor do que aquela que encontramos no começo do ano.

IEE: Como anda o projeto de privatização das empresas do setor de energia?

Zylbersztajn: Prefiro chamar de programa de reestruturação, porque algumas podem ser privatizadas e outras não. Isso depende de uma dinâmica de mercado e das necessidades de caixa do Estado. O programa está indo bem, até melhor do que esperávamos e a parte conceitual está muito avançada nas empresas, já que internamente elas estão se preparando para isso. Também estamos muito próximos de terminar um projeto, que será enviado à Assembleia Legislativa, para que possamos criar novas subsidiárias e vender as participações. Acredito que antes do final do ano tenhamos condições de começar a

operar esse processo.

IEE: A Secretaria pensa em interagir de alguma forma com as universidades e o centros de pesquisas?

Zylbersztajn: Estamos muito próximos de criar uma resolução para formar uma comissão de desenvolvimento tecnoló-



David Zylbersztajn, Secretário de Energia do Estado de São Paulo, é doutor em economia da energia pelo Institut d'Economie et de Politique de l'Energie da França e ex-coordenador do Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia da USP.

gico das empresas que, inclusive, estava no programa de governo. Temos algumas experiências nesse sentido com a CESP e Eletropaulo. Ambas estão desenvolvendo com o IEE-USP um projeto sobre monitoramento de transformadores e compactação de subestações, respectivamente. A idéia é que se comece a sistematizar essa relação de desenvolvimento tecnológico não só com a

USP, mas com outras universidades e centros de pesquisa do Estado de São Paulo. Isso está muito próximo de se materializar, mas não é uma coisa de curto prazo, porque não existe essa cultura. Queremos mostrar para as empresas que isso é um fato importante.

IEE: O Sr. poderia nos dizer alguma coisa sobre o banco de dados de energia, que está sendo criado?

Zylbersztajn: Estruturalmente esse banco está funcionando bem e já pode ser acessado.

Estamos num processo de alimentação dos dados e o próximo passo, que está sendo implementado agora, é a conexão entre empresas de energia, o governo e as secretarias em geral. Além disso, ele deve se transformar em um produto comercial e tornar-se auto-sustentável com a venda das informações para o setor privado.

IEE: Qual é o conteúdo desse banco?

Zylbersztajn: São informações das mais variadas que vão desde estatísticas sobre a área de energia a indicadores e dados textuais sobre dossiês da imprensa e o que foi publicado, nessa área, nos últimos anos.

IEE: Quem está realizando esse projeto?

Zylbersztajn: Está sendo operacionalizado pela Secretaria, através de um convênio do IEE-USP com a CESP.

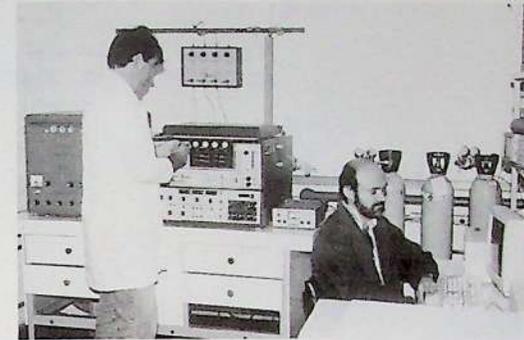
IEE: A Secretaria tem autonomia para encomendar projetos de pesquisa para as universidades?

Zylbersztajn: Autonomia tem, o que ela não tem é dinheiro.

IEE: O Sr. pretende continuar na política?

Zylbersztajn: Veja, entrei sem pedir para entrar. Estou aqui sem pretensões políticas, mas se eu disser que não, vão dizer "Ah, ele tem pretensões políticas". Na realidade, considero que estou aqui só de passagem e inclusive minha vinculação funcional é com a universidade. Até qualquer coisa em contrário devo voltar para lá.

Laboratório de Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas



Análise Cromatográfica das misturas usadas em ensaios de propagação e medição da pressão de referência

A criação da Petrobrás na década de 50, pelo governo de Getúlio Vargas, propiciou ao Brasil a instalação de indústrias químicas voltadas para a atividade petrolífera. Com isso, apareceram áreas onde produtos inflamáveis são continuamente manipulados, processados ou armazenados. Esses ambientes necessitam de técnicas especiais que garantam a integridade das instalações e preservem a vida humana. O Laboratório de Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas (LEX) foi criado pelo Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP, em 1958, com a colaboração da Petrobrás, Fapesp e as indústrias do setor. Os tipos de ensaios executados pelo LEX, tem como objetivo verificar o grau de segurança que os equipamentos elétricos possuem quando são instalados em locais onde existem, ou podem existir, misturas explosivas, uma vez que esses instrumentos podem produzir centelhas elétricas ou terem suas superfícies aquecidas. Durante mais de 25 anos esse foi o único laboratório do gênero existente no Brasil e, em 1986, tornou-se o primeiro laboratório credenciado para certificação de equipamentos elétricos à prova de explosão pelo Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO), em invólucros à prova de explosão, segundo as normas da ABNT e IEC. A proteção por meio de invólucros à prova de explosão tem como finalidade suportar a pressão

desenvolvida pela deflagração de misturas explosivas em seu interior, sem que a chama possa propagar-se para o ambiente externo, através das juntas ou aberturas do invólucro, provocando a ignição de misturas explosivas externas aos invólucros dos equipamentos elétricos. Com a recente modernização das normas feitas pelas comissões técnicas do COBEI (Comitê Brasileiro de Eletricidade), em relação aos equipamentos elétricos para atmosferas explosivas e a regulamentação da utilização dos mesmos para as áreas classificadas através das portarias 164, de 16/07/91; 39, de 05/03/94 e 238, de 29/12/94, do INMETRO, tornou-se necessária a recertificação desses equipamentos. Os certificados agora devem ser revalidados por Organismos de Certificação Credenciados (OCC). Por isso, o IEE uniu-se à União Certificadora da Indústria Eletro Eletrônica (UCIEE), que em São Paulo é um dos organismos emissores desses documentos. Os certificados emitidos anteriormente pelo Instituto ou por outros laboratórios, têm um prazo de 18 meses, a partir da data de publicação da portaria 238, para serem renovados segundo os modelos prescritos pela mesma. Maiores informações sobre o LEX e sobre as novas regulamentações podem ser obtidas com o engº Manoel Joaquim Sequeira, telefone (011) 818-5062, horário comercial.

O IEE-USP faz a caracterização da proteção de invólucros à prova de explosão através das fases:

1-análise do equipamento - análise do projeto para verificar se o equipamento atende aos requisitos especificados pelas normas que regem o tipo de proteção.

2-ensaios para determinação da pressão de referência - o invólucro é contaminado internamente com uma mistura de gás e ar normalizada, que depende da classificação do grupo a que pertence. Uma sondagem é feita por sensores piezoelétricos para determinar a curva de pressão de referência que, após a queima da mistura, é registrada em um osciloscópio com memória.

3-ensaio de sobrepressão - avalia a resistência do invólucro. Pode ser feita de dois modos: a) ensaio estático, onde é aplicada no interior do equipamento uma pressão que varia 1,5 até 4 vezes o valor da pressão de referência. Essa pressão é injetada por meio de uma bomba de alta pressão, que utiliza como fluido água ou óleo; b) ensaio dinâmico, que consiste na contaminação interna do invólucro com uma mistura explosiva pré-comprimada normalizada, que depois sofre ignição. O invólucro não pode apresentar trincas ou deformações permanentes.

4-ensaio de propagação - o invólucro é instalado em uma câmara e ambos são contaminados com uma mistura explosiva de gás e ar normalizada, que depende do grupo do equipamento. Uma fonte de ignição de baixa energia é instalada no seu interior e acionada. A chama que é gerada não pode ser propagada para o meio externo.

Para a realização desses ensaios, o Instituto dispõe dos seguintes equipamentos e instalações: cromatógrafo a gás, sistema de medição da pressão de referência através de sensor piezoelétrico e osciloscópio com memória, sistema com bomba de alta pressão de óleo, sala condicionada, além de outros dispositivos para os demais testes.

Laboratório de Compatibilidade Eletromagnética

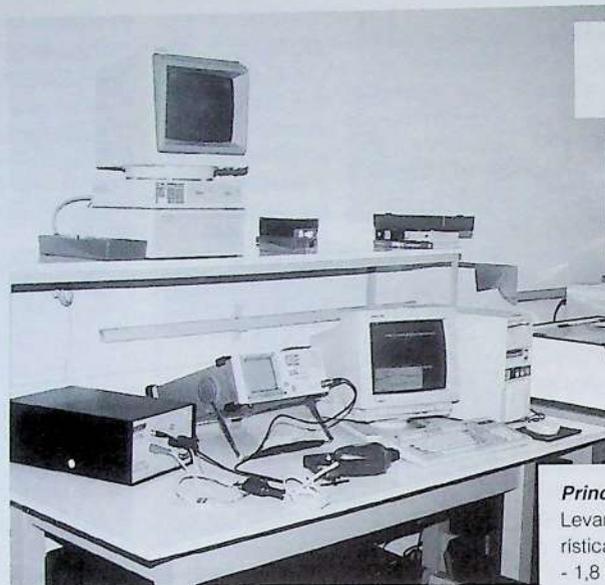
O Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo criou o laboratório de Compatibilidade Eletromagnética (CEM) para atender os pedidos da indústria eletro-eletrônica do Brasil e com o propósito de auxiliar no controle da poluição do espectro eletromagnético.

Através desse laboratório, que iniciou suas atividades em novembro de 1991, o IEE-USP realiza ensaios de emissão radiada e conduzida que medem a intensidade dos campos eletromagnéticos indesejáveis.

Emissão radiada é uma interferência eletromagnética que se propaga pelo ar, causada por aparelhos elétricos.

A emissão conduzida é gerada pelos cabos de sinal ou de alimentação dos equipamentos. Mas não é somente pelo funcionamento de circuitos elétricos que o CEM se interessa.

Uma preocupação dos setores de saúde e ambiental é o provável efeito das ondas eletromagnéticas em pessoas e animais. O laboratório tem realizado várias medições em residências e indústrias, que ajudam na avaliação dos possíveis problemas que possam ocorrer. A médio prazo, o CEM estará equipado para realizar ensaios de susceptibilidade em aparelhos eletro-eletrônicos (TV, rádio, computadores etc), verificando o funcionamento desses quando expostos a campos eletromagnéticos conhecidos. Entre as atividades do Laboratório está a formação de recursos humanos nessa nova área da engenharia elétrica. Em parceria com o CED - Centro de Excelência em Distribuição de Ener-



Ensaio de interferência conduzida (150kHz - 30 MHz)

gia Elétrica - o IEE tem oferecido cursos de treinamento de Compatibilidade Eletromagnética a nível avançado (pós-graduação) e a nível operacional visando a solução dos problemas relativos a linhas de transmissão e distribuição.

OBJETIVOS DO LABORATÓRIO

- Realizar medidas de intensidade de campo, comparando com as normas internacionais
- Realizar ensaios de interferência eletromagnética radiada ou conduzida
- Realizar ensaios de susceptibilidade eletromagnética (em preparação)

Para obter maiores informações técnicas sobre o laboratório, entrar em contato com os engenheiros Kleiber T. Solleto e Augusto Carlos Pavão, telefone (011) 818-4729, nos seguintes horários: de segunda à sexta-feira das 8h00 às 12h00 e das 13h00 às 17h00. Informações gerais com Yara Salvia - Seção de expediente - tel.: (011) 818-4717

Principais ensaios

Levantamento de curvas características de filtros passivos (100 kHz - 1,8 GHz);
Medições ambientais de campo eletromagnético (60 Hz - 1 GHz);
Medição de emissão radiada e conduzida em caráter de pré-conformidade, baseado nas normas CISPR da IEC.

Para a realização dos ensaios o laboratório dispõe dos seguintes equipamentos:

Analisador de Espectro Tektronix, modelo 2712 (9kHz - 1,8 GHz).
"Tracking generator" Tektronix, modelo 2707 (100 kHz - 1,8 GHz).
Conjunto de antenas (9 kHz - 1 GHz).
"LISN - Line Impedance Stabilization Network" (10 kHz - 100 MHz, 25 A).
Medidores de intensidade de campo elétrico e magnético Holaday, modelos HI-3603 (10 kHz - 100 kHz para campo elétrico, 12 kHz a 200 kHz para campo magnético) e HI 3604 (40Hz a 400 Hz para campo magnético e 50 Hz a 1 kHz para campo elétrico)

Vigilância Tecnológica

Carlos Américo Morato de Andrade - IEE-USP

INTRODUÇÃO

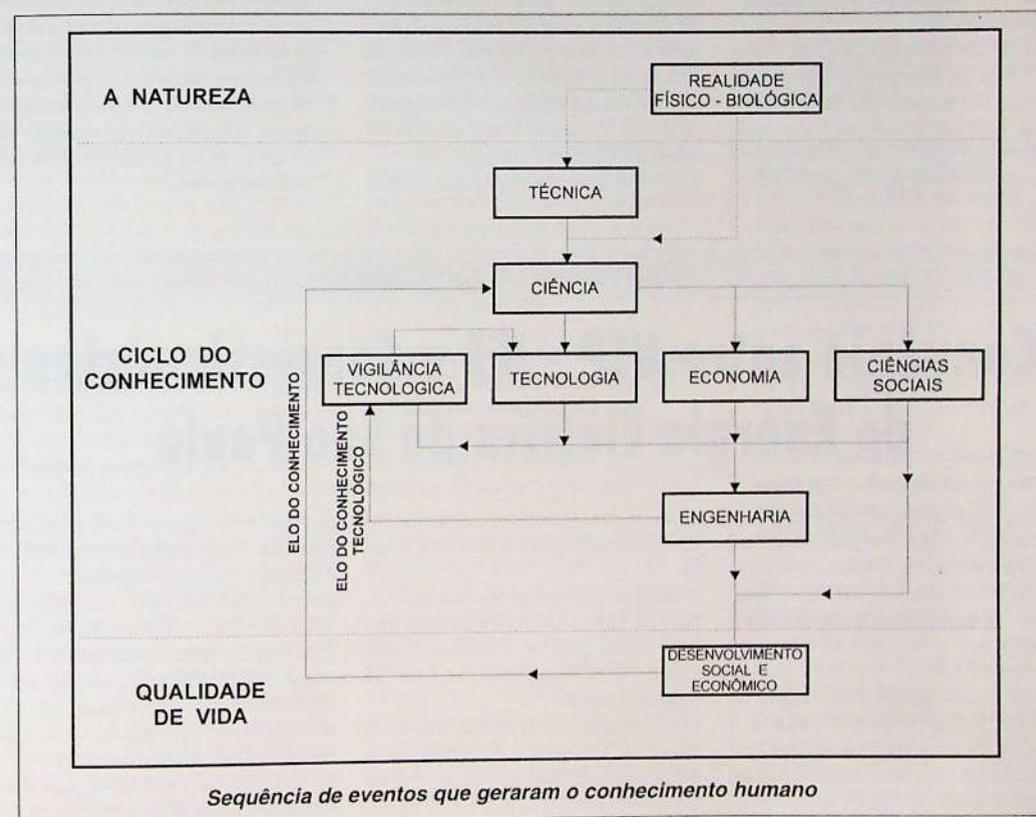
A vigilância tecnológica é uma atividade de pesquisa junto a banco de dados existentes e à literatura, visando o acompanhamento do que vem sendo criado no mundo, bem como a previsão dos bens e serviços que estarão, em breve, à disposição da sociedade moderna. A vigilância tecnológica é uma atividade que se desenvolve ao lado do crescimento da própria tecnologia; ela é, portanto, utilitária, pragmática. O ciclo do

cimento humano.

ALGUMAS DEFINIÇÕES

- **Técnica:** é a realização de bens e instrumentos não existentes na natureza, para prover necessidades do homem;
- **Ciência:** é a área do conhecimento ligada à criação e aprimoramento de teorias e modelos sobre a realidade físico-biológica;
- **Tecnologia:** é a utilização dos conhecimentos científicos no campo da técnica;

A ciência moderna começa a se estruturar a partir do século XVI. A tecnologia se desenvolve a partir da ciência moderna. A engenharia aparece no século XIX. O século XX se caracteriza pelo desenvolvimento social e econômico de alguns países, chamados desenvolvidos, onde a Qualidade de Vida cresce muito. Grande parte da ciência moderna se



Sequência de eventos que geram o conhecimento humano

conhecimento humano, muito simples na antiguidade, hoje se torna bastante complexo. No passado, a observação da realidade físico-biológica e as necessidades naturais do homem criaram a técnica. Aos poucos estes conhecimentos foram se especializando.

O gráfico procura mostrar a sequência de eventos que geraram o conhe-

ca;

- **Engenharia:** é a aplicação da tecnologia voltada à realidade sócio econômica, dentro da maior eficiência, ou seja, menor custo e menor trabalho.

UM POUCO DE HISTÓRIA

A técnica existe desde o surgimento do "homo habilis".

caracteriza pelo uso intensivo de instrumental de alta precisão e de elevado preço.

Os laboratórios modernos investem milhões e até mesmo bilhões de dólares para se equipar e poder prosseguir no trabalho de investigação.

É neste século que o caminho linear do conhecimento, técnica < ciência <

tecnologia < engenharia, passa a se tornar mais complexo. Surgem as realimentações fazendo com que as realizações mais recentes de engenharia passem a ser a origem de novos conhecimentos básicos que, por sua vez, vão criar outros ciclos. Novos elos na cadeia do conhecimento humano se estabelecem. O Desenvolvimento Social e Econômico produzido pela técnica, pela ciência, pela tecnologia e pela engenharia passa a ser condição necessária e causa do desenvolvimento científico, uma vez que apenas os países ricos conseguem investir os bilhões de dólares requeridos pela ciência moderna.

A IMPORTÂNCIA DA VIGILÂNCIA TECNOLÓGICA

A Vigilância Tecnológica surge como uma forma de aprimorar a engenharia, e, conseqüentemente, os bens e serviços de uma sociedade particular, através de mudanças na tecnologia obtidas de conhecimentos da realidade mundi-

al, antes mesmo que o pleno desenvolvimento econômico e social aconteça. É uma forma que alguns países em desenvolvimento, e mesmo países desenvolvidos, utilizam para acelerar o seu progresso e melhorar a qualidade de vida de seu povo. Neste caso, poderá haver grande desenvolvimento social e econômico sem o correspondente crescimento científico. Uma comparação entre os ganhadores de prêmios Nobel, neste século, em física, química, medicina e fisiologia, mostra claramente que todo país de ciência avançada é rico, porém nem todo país rico possui ciência avançada. A riqueza tornou-se, portanto, condição necessária para o progresso científico, porém, não é suficiente. Além da riqueza, é preciso haver uma vontade nacional no desenvolvimento da ciência. Alguns países ricos optaram por realizar intensa vigilância tecnológica e desta forma garantir o seu desenvolvimento econômico e social. Está claro que esta opção não poderá

ser duradoura: algum dia todos os que podem têm que contribuir para o crescimento da ciência e assim fechar o ciclo do conhecimento.

Alguns fatores propiciaram o crescimento da Vigilância Tecnológica:

- **A internacionalização das economias;**
- **A criação de blocos econômicos (UE, Mercosul, Nafta etc.) que levam a uma visão sistêmica do mundo;**
- **A disseminação dos conhecimentos;**
- **O melhor aproveitamento de cérebros;**
- **A especialização na produção de bens e serviços, com conseqüente interdependência dos países produtores; o exemplo da microeletrônica é marcante, pois enquanto o software está sendo disseminado, o hardware (construção de chips) vai se concentrando em poucos países.**

Convênios e Contratos

Convênio entre USP - IEE e Concessionárias de Energia Elétrica de São Paulo

Está para ser assinado convênio de co-
operação técnico-científica entre as
Concessionárias de Energia Elétrica do
Estado e Universidade de São Paulo,
através do Instituto de Eletrotécnica e
Energia, visando dois projetos de gran-
de interesse comum.

O primeiro projeto tem como origem os
estudos já iniciados pelo IEE e a
Eletropaulo, com vistas à redução do
espaço ocupado pelas subestações de
energia elétrica de 145 kV, as mais com-
uns em São Paulo.

A necessidade de reduzir a área ocu-
pada pelas subestações e minimizar o
impacto causado por estas instalações no
ambiente é uma imposição natural
dos grandes centros urbanos.

Em uma fase inicial, foi demonstrada a
viabilidade de significativa diminuição
das distâncias elétricas atualmente em-
pregadas nas subestações abrigadas.

A pesquisa agora vai especular a
compactação das estações a céu abe-
rto.

A redução das distâncias elétricas tor-
nará possível a utilização de uma área
total menor para a instalação, com
conseqüente redução dos custos do
empreendimento.

Estima-se que, numa cidade como São
Paulo, a economia em cada nova
subestação poderá ser da ordem de
R\$1,5 milhões.

O segundo projeto abrigado por este
convênio é o de monitoramento de
subestação de energia elétrica.
Através do monitoramento dos equipa-
mentos de uma subestação, é possível
acompanhar o estado e a vida destes
componentes antecipando ações corre-
tivas e evitando interrupções do forne-
cimento de energia.

O monitoramento dos equipamentos

permite amortecer o impacto produzido
pela falta repentina de energia elétrica
e baratear o custo de reparos.

Estima-se, por exemplo, que após um
acidente grave, o custo médio de repara-
do do transformador da subestação pode
atingir cerca de 50% de seu preço; por-
ém, se o defeito original fosse detecta-
do preventivamente, este custo poderia
ser reduzido à aproximadamente 10%
do preço do transformador (preço este
que pode atingir alguns milhões de re-
ais).

Interessante observar que a vida média
de um equipamento elétrico é de 25
anos e que a maioria das subestações
existentes no Estado de São Paulo já
está atingindo este limite crítico de
idade.

O monitoramento dos equipamentos per-
mite prolongar indefinidamente a vida da
subestação.

Publicações

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA POLUIÇÃO EM LINHAS DE TRANSMISSÃO SITUADAS EM REGIÃO INDUSTRIAL.

Autores: Arnaldo G. Kanashiro, Geraldo F. Burani e Lara R. Nascimento.

Referência para consulta: Publicado nos anais do VI Encontro Regional Latino-americano da Cigré, realizado entre os dias 28 de maio e 1 de junho de 1995, em Foz do Iguaçu, Paraná. Em locais poluídos, os resíduos industriais são depositados sobre a superfície do isolador e formam, juntamente com a umidade, uma solução eletrolítica, favorecendo o aparecimento de arcos, que podem se estender ao longo de toda a superfície isolante, provocando o desligamento. O artigo apresenta a metodologia utilizada no estudo desenvolvido pelo IEE-USP dos efeitos da poluição industrial nas linhas de transmissão, baseada na avaliação do grau de poluição em campo e em ensaios feitos em laboratório. Assim, estabeleceu-se a correlação entre a necessidade de manutenção das linhas e os índices de poluição.

REGISTRADOR DE CORRENTE DE FUGA EM ISOLADORES POLUÍDOS

Autores: José Gil Oliveira, Wagner P. Medeiros e Elias Roma Neto.

Referência para consulta: documento técnico LDH.00.PA.01.94 Publicado em setembro de 1994, em português, e apresentado em outubro de 1993 no Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica realizado em Recife, Pernambuco. O artigo descreve o registrador de corrente de fuga, equipamento que foi desenvolvido no IEE para estabelecer as condições de isolamento em cadeias de isoladores em ambientes poluídos. Os resíduos industriais e os sais provenientes do litoral são jogados na atmosfera, carregados pelo vento e, ao se depositarem sobre a superfície dos isoladores, podem formar uma camada de poluição que, quando úmida, torna-se condutora, causando uma corrente sobre a superfície do isolador. O aparelho é constituído de: regulador de tensão, placas analógicas, placa da CPU, placa de memória, fonte de alimentação e filtro de linha externas.

MEDIÇÕES TSC E DSC DE ISOLADORES POLIMÉTRICOS EM CABOS DE DISTRIBUIÇÃO DE MÉDIA TENSÃO

Autores: Adnei Melges de Andrade, Roberto M. Faria, Fernando J. Fonseca, Ely A. T. Dirani, Walter Pinheiro e João J. S. Oliveira.

Referência para consulta: documento técnico DEN 00 PE 01 Publicado em 4 de outubro de 1994, em inglês, e apresentado no 8º International Symposium on Electrets, Piscataway, também em 94. Descreve os resultados das medidas de correntes térmicas simuladas, de amostras de XLPE, PE de alta densidade e PVC, utilizadas como material isolante em cabos de média tensão usados na distribuição de energia elétrica. Foi realizada uma investigação sistemática para estabelecer a correlação entre os parâmetros físicos de carga armazenada e o fenômeno de descarga observada nos testes de resistência ao "tracking" (VTR) e da relação entre essa resistência e a condutividade dos materiais.

FINITE ELEMENT ANALYSIS AT A LARGE DC MOTOR (ANÁLISE DE ELEMENTOS FINITOS DE UM MOTOR DE CORRENTE CONTÍNUA DE GRANDE POTÊNCIA)

Autores: Orlando S. Lobosco e Luiz Lebensztajn.

Referência para consulta: documento técnico S/N. Publicado em setembro de 1994, em inglês, e apresentado na International Conference on Electrical Machines em Paris, França. Descreve a aplicação do método de análise numérica para o cálculo de alguns parâmetros de projeto e das características de desempenho de um motor de corrente contínua de 3700kW. Usando o método dos elementos finitos, torna-se possível a determinação da auto-indutância, das indutâncias de magnetização e mútua, levando em consideração a saturação, para daí calcular a corrente de curto-circuito, o conjugado eletromagnético e os "ripples". O cálculo da corrente de curto-circuito transiente possibilita a avaliação da fadiga mecânica na extremidade do enrolamento durante o curto-circuito.

Normas

Essa seção apresenta o resumo de normas técnicas voltadas para a área de ensaios. Para maiores informações, entrar em contato com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através do telefone (011)222-0966.

Máquinas de corrente contínua - ensaios gerais (NBR-05165/MB-00460, de 1979).

Essa norma prescreve os ensaios gerais aplicados em máquinas de corrente contínua. Ela não menciona ensaios específicos que possam ser exigidos em máquinas desse tipo destinadas a aplicações especiais como tração, serviço normal, aeronaves, etc.

Máquinas girantes de tração elétrica - ensaios (NBR-08151/MB-00875, de 1983)

Descrição dos métodos de ensaios que devem ser executados em máquinas elétricas girantes, que fazem parte do equipamento de veículos de propulsão elétrica para ferrovias e rodovias. Essas máquinas podem ser alimentadas tanto por fontes internas quanto externas.

Materiais plásticos para fins elétricos - determinação da absorção de água (NBR-05310/MB00571, de 1982).

Essa norma descreve o método de determinação da absorção dos plásticos, para fins elétricos, quando estão imersos em água. É indicada para o ensaio de todos os tipos de materiais fundidos, aos produtos resinosos moldados a quente e a frio, plásticos homogêneos ou laminados, em forma de bastões, tubos e chapas com espessura mínima de 0,13mm.

Materiais isolantes elétricos sólidos - determinação da resistividade volumétrica e superficial (NBR-05403/MB-00490, de 1972)

Método para determinar a resistividade desses materiais, usados em eletricidade e eletrônica.

Cursos

Pós-graduação em Energia

O curso de pós-graduação em Energia da Universidade de São Paulo faz parte do Programa Interunidades, onde participam a Faculdade de Economia e Administração (FEA), a Escola Politécnica (Poli), o Instituto de Física (IF) e o Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE). O IEE-USP é responsável pela coordenação dos cursos de mestrado (M. Sc.) e doutorado (D. Sc.) na área de energia. O corpo docente é formado por 15 professores, todos com doutorado no Brasil ou exterior. O curso conta aproximadamente com 70 alunos regularmente matriculados, oriundos de diferentes áreas profissionais. As disciplinas do curso de pós-graduação, comuns para o doutorado e mestrado, são classificadas entre obrigatórias e optativas. As disciplinas obrigatórias formam um núcleo básico, que tem como principal objetivo proporcionar uma visão crítica e abrangente sobre a questão ener-

gética. As optativas permitem ao candidato a formação de um programa de estudos coerente, voltado para a sua área de especialização. Essas disciplinas são comuns tanto para o Doutorado quanto para o Mestrado. Estas matérias são oferecidas pelo curso de pós-graduação, mas também podem ser cursadas fora do âmbito do Programa, em áreas complementares de formação, em função do trabalho de mestrado ou doutorado desenvolvido pelo candidato em comum acordo com o orientador. A pesquisa dentro do Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia da USP tem o compromisso de fornecer à sociedade brasileira subsídios para a elaboração de um planejamento energético. Planejamento este que deve englobar desde a geração até o uso final da energia, abordando tanto os aspectos tecnológicos quanto os econômicos, sociais e ambientais.

PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA

Maiores informações:
Tel.: (011) 818-5064 com Sibebe ou Flávia

Medidas Elétricas

O Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP já realizou com sucesso cerca de 10 cursos de medidas elétricas, ministrados por especialistas da Área de Metrologia Elétrica, para profissionais de nível médio e superior atuando em laboratórios, supervisão, inspeção etc. A sua duração é de 88 horas, com 76 horas de aulas teóricas e 12 horas de laboratório. Nas aulas de laboratório as turmas são compostas por 3 pessoas, permitindo um melhor aproveitamento do curso.

TÓPICOS ABORDADOS:

- conceitos básicos em metrologia;

- teoria dos erros;
- conceitos gerais sobre instrumentos de medidas;
- instrumentos de bobina móvel, ferro móvel, eletrodinâmicos e eletrostáticos;
- instrumentos digitais;
- medição da resistência ôhmica;
- pontes em corrente alternada;
- padrões primários de referência;
- aferição/calibração dos instrumentos;
- potenciômetros;
- transformadores para instrumentos (TC e TP);
- laboratório de metrologia elétrica.

CURSO DE MEDIDAS ELÉTRICAS

Maiores informações:
Tel.: (011) 818-5059 com Eng. Luiz Carlos Lopes

Agenda

O IEE-USP está oferecendo uma série de cursos básicos de informática para o segundo semestre de 1995 sobre os principais pacotes de softwares para microcomputadores PC. O público alvo são os profissionais que possuam pouco ou nenhum conhecimento sobre os programas e os equipamentos de microcomputadores, não existindo pré-requisito para participação. O curso está organizado em 4 módulos:

DOS PARA USUÁRIOS

conteúdo: introdução, hardware básico - as partes principais do computador, conceitos básicos do sistema operacional, comandos básicos, gerenciamento do sistema;

INTRODUÇÃO AO WINDOWS

conteúdo: apresentação, área de trabalho (desktop), utilização do mouse, gerenciador de programas, acessórios, gerenciador de arquivos, painel de controle, gerenciador de impressão, configuração avançada;

WORD 6.0 FOR WINDOWS

conteúdo: apresentação do Word for Windows, digitando textos, formatando textos, criando o layout da página, trabalhando com documentos extensos, gerenciamento de arquivos, recursos para grupos de trabalho, utilizando o Word com outros aplicativos, criando documentos para mala direta, automatizando o seu trabalho;

EXCEL 5.0

conteúdo: apresentação do Excel, conceitos básicos sobre planilhas de cálculos, operações com arquivos, manutenção de dados, formatação, gráficos, banco de dados, trabalhando com vários documentos, pasta de trabalho (workbooks), macros. A duração total do curso é de 52 h, divididas entre os aplicativos da seguinte forma: DOS para usuários - 8 h; Introdução ao Windows - 12 h; Word 6.0 for Windows - 16 h; Excel 5.0 - 16 h

MATERIAL DIDÁTICO:

Série "Passo a Passo" (Makron).
MAIS INFORMAÇÕES:
Eng. Oscar Uehara
tel.: (011) 818-4729

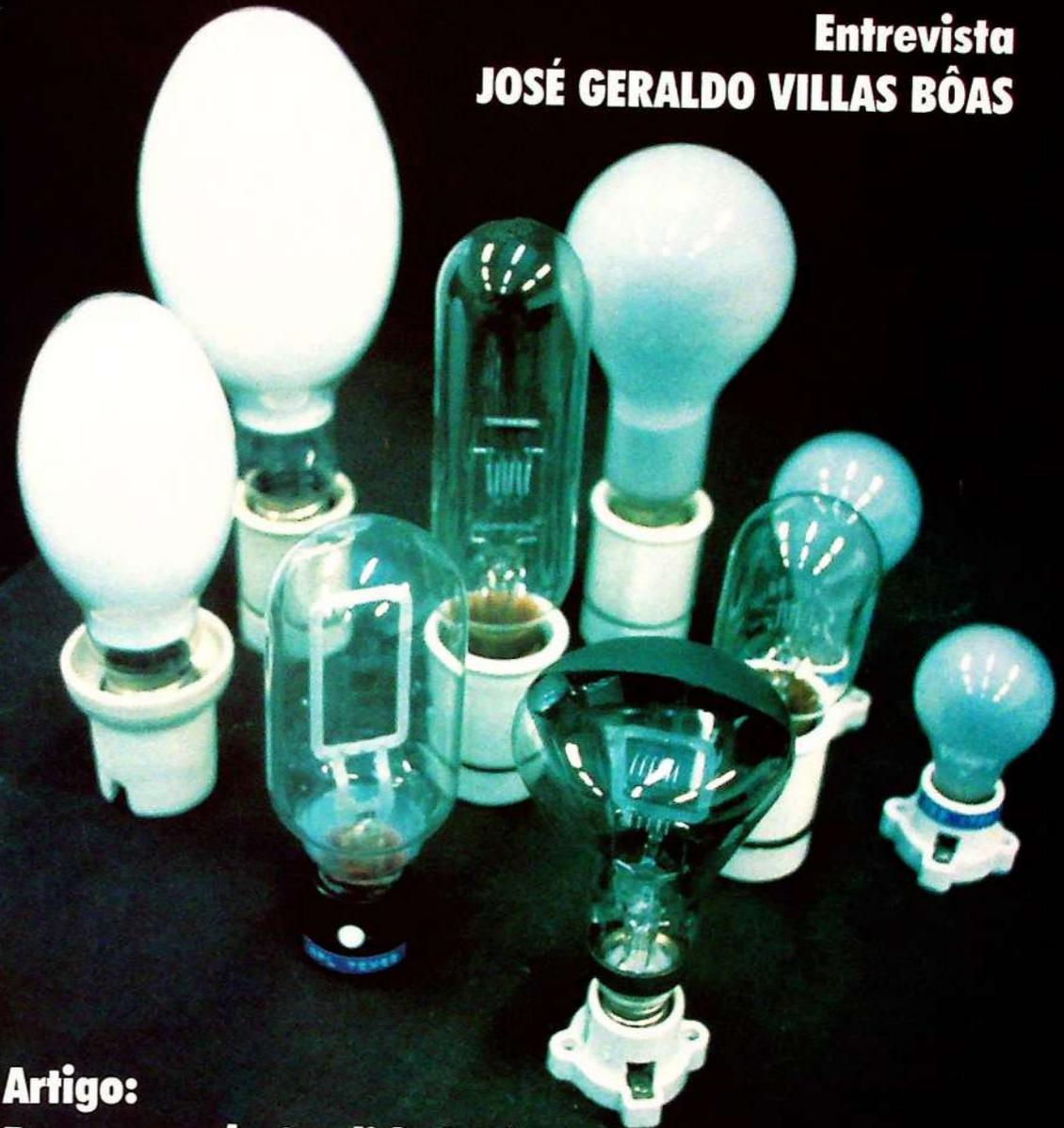


*Instituto de Eletrotécnica e Energia da
Universidade de São Paulo
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289
05508-900 - Cidade Universitária - São Paulo - SP
Tel.: (011) 818-4717 - Fax: (011) 210-7750*

IEE em ^{USP} REVISTA

Órgão Oficial do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Ano 1 - nº 2

**Entrevista
JOSÉ GERALDO VILLAS BÔAS**



**Artigo:
Programa de Qualidade do IEE/USP**

Laboratórios de Máquinas e Fotometria

ÍNDICE

<i>Editorial do Prof. Dr. Célio Taniguchi</i>	p.1
<i>Entrevista com José Geraldo Villas Bôas</i>	p.2
<i>Laboratório de Máquinas Elétricas</i>	p.3
<i>Laboratório de Fotometria</i>	p.4
<i>"O Programa de Qualidade IEE/USP" Artigo de Luiz Eduardo Lima e Luiz Carlos Lopes</i>	p.5
<i>Convênios e Contratos</i>	p.6
<i>Publicações</i>	p.7
<i>Normas</i>	p.7
<i>Cursos</i>	p.8
<i>Projetos</i>	p.8
<i>Um Pouco de História</i>	p.9



Nossa Capa:
"Lâmpadas-padrão de intensidade luminosa e fluxo luminoso pertencentes à Seção Técnica de Fotometria do IEE/USP, com certificado de aferição da Universidade Técnica de Berlim (Alemanha)."

LABORATÓRIOS DE ENSAIO

Divisão de Potência

1. Equipamentos para Atmosferas Explosivas - Eng^o Manoel Sequeira - tel. (011) 818-5062
2. Aparelhos e Materiais Elétricos - Eng^o Fumiaki Yokoyama - tel. (011) 818-4721
3. Máquinas Elétricas - Eng^o Jorge Shimabukuro - tel. (011) 818-4724
4. Alta Tensão - Eng^o Celso Pereira Braz - tel. (011) 818-4723
5. Média Tensão - Eng^o Celso Pereira Braz - tel. (011) 818-4723
6. Altas correntes - Eng^o Hélio Eiji

Sueta - tel. (011) 818-4723

7. Baixa Tensão - Eng^o Hélio Eiji Sueta - tel. (011) 818-4723

Divisão de Eletrônica

1. Equipamentos Eletromédicos - Eng^o Jorge Rufca - tel. (011) 818-4816 / 4829
2. Radiodiagnósticos - Físico Paulo Roberto Costa - tel. (011) 818-4829 / 8137
3. Manutenção Radiológica - Eng^o Jorge Rufca - tel. (011) 818-4816 / 4829
4. Desenvolvimento de Software de Redes - Eng^o Oscar K. Uehara - tel. (011)

818-4729

5. Eletrônica de Potência - Eng^o Gilberto Garlera - tel. (011) 818-4730
6. Sistemas Eletrônicos - Eng^o José Gil Oliveira - tel. (011) 818-5063

Divisão de Energia

1. Fotometria - Eng^o Elvo Calixto Burini Junior - tel. (011) 818-4727
2. Equipamentos de Medição - Eng^o Antônio Carlos Silos - tel. (011) 818-4725
3. Padrões Elétricos - Eng^o Osmar Sinzi Shimabukuro - tel. (011) 818-4725
4. Aferição e Calibração - Eng^o Sérgio Shiguemitsu Sato - tel. (011) 818-4725

As formidáveis descobertas científicas do passado, nos campos da eletricidade e do eletromagnetismo, devidas a pesquisadores como Coulomb, Cavendish, Gilbert, Volta e outros, ensinaram o surgimento de inúmeras invenções, a partir de 1800, que trouxeram inegáveis benefícios à humanidade. O telégrafo, o telefone, os dinamos e geradores, os motores elétricos, a lâmpada incandescente, os transformadores, etc, são alguns dos notáveis produtos resultantes daqueles desenvolvimentos.

No Brasil, as primeiras tentativas de utilização de energia elétrica aconteceram no campo da iluminação, isto já no último quarto do século passado. Recordar-se que a primeira usina hidrelétrica para serviços de utilidade pública foi inaugurada somente em 1889, no Rio Paraíba,

presas que já trabalhavam ou se iniciavam no promissor ramo da eletricidade. O Gabinete funcionou também como o embrião do futuro curso autônomo para

constituindo-se em um dos institutos especializados da USP e, felizmente, ainda mantém um estreito vínculo de cooperação com a nossa Escola Politécnica, apesar de possuir regimento, corpo administrativo e orçamento próprios.

Sua área de atuação, outra bem mais limitada, engloba um amplo espectro de atividades, principalmente nos setores de Potência, Energia e Eletrônica, através de inúmeros laboratórios de excelência, muitos deles credenciados pelo Inmetro - Instituto Nacional de Metrologia. Dentre essas atividades, destaca-se o convênio existente entre o IEE/USP e as empresas concessionárias de energia de São Paulo, resultando na criação do Centro de Excelência em Distribuição de Energia Elétrica, que tem conduzido vários projetos de pesquisa e desenvolvi-



Prof. Dr. Célio Taniguchi, Diretor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

mento, com a participação da equipe técnica do IEE/USP e professores da Escola Politécnica. Hoje, o Instituto de Eletrotécnica e Energia é uma consagrada realidade. Entretanto, é impossível esquecer as lutas, as incertezas, a abnegação e muitas vezes o estoicismo dos homens que conduziram, em diferentes épocas, o seu destino. Assim, ao ensejo da alvissareira publicação do segundo número da **IEE em Revista**, recuperamos intencionalmente alguns lampejos de seu passado, para servir de estímulo às novas gerações e mostrar que o espírito de luta deve ser mantido para lastrar as atividades de um futuro promissor.

formação de engenheiros eletricitistas, formalmente iniciado em 1918. Atuando sempre em fina sintonia com a Escola Politécnica, o Gabinete de Eletrotécnica foi transformado, em 1926, no Laboratório de Máquinas e Eletrotécnica, ampliando seu escopo para melhor atender à crescente demanda da indústria paulista. Finalmente, em 2 de dezembro de 1940, através do Decreto-Lei Estadual nº 11.684, era criado o Instituto de Eletrotécnica, como anexo à Escola Politécnica, na época já integrada à nascente Universidade de São Paulo. Atualmente, como é de conhecimento geral, o Instituto leva a denominação de **Instituto de Eletrotécnica e Energia** da Universidade de São Paulo,



USP
IEE em Revista é órgão informativo oficial do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Av. Prof. Luciano Gualberto, 1269 - Cidade Universitária - São Paulo - SP - CEP 05508-900 - Tel. (011) 818-4839 - Fax (011) 210-7750 - **Reitor da USP** Flávio Fava de Moraes - **Diretoria do IEE** Diretor Geral: Carlos Américo Morato de Andrade - Diretor de Potência: Orlando Silvio Lobosco - Diretor de Energia: Adnei Melges de Andrade - Diretor de Eletrônica: Jean Albert Bodinaud - **Comissão de Divulgação** Coordenador: Orlando Silvio Lobosco - Membros: Luiz Carlos Mantovani - Gilberto Garlera - Murilo Fagá - Jean Albert Bodinaud - Luiz Carlos Lopes - Geraldo Francisco Burani - Paulo Roberto Barros - **Consultor**: Walfredo Schmidt - **Jornalista Responsável**: Paulo Roberto Ramos (MTB 24704) - **Revisão**: Ivanir V. de Oliveira - **Diagramação**: Estado da Arte

IEE NO CAMINHO CERTO

Representante da Fiesp no Conselho do IEE/USP, o engenheiro José Geraldo Villas Bôas acredita que o Instituto está tomando iniciativas corretas para ampliar sua atuação junto ao setor privado

Ivanir V. de Oliveira

Formado pela Escola Politécnica em 1969, José Geraldo Villas Bôas atuou junto a CESP durante dezoito anos e chegou a ser presidente da empresa. Foi também diretor da Eletropaulo e CPFL. Pela sua experiência no setor, há dez anos foi designado para representar a Fiesp - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo no Conselho do IEE - Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo, função que ocupa até hoje. Atualmente aposentado, o engenheiro Villas Bôas montou sua própria empresa de consultoria, a ENV - Construção, Assessoria e Participação. Nessa entrevista, ele fala sobre sua experiência junto ao Conselho do IEE

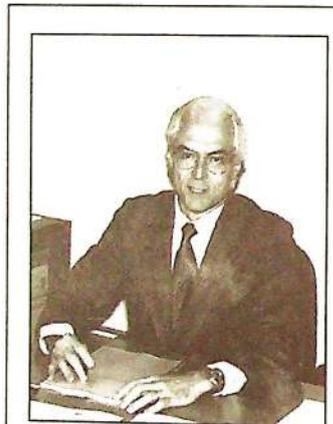
IEE em Revista: Como foi a evolução do IEE ao longo dos anos?

Villas Bôas: Na época em que eu estava na Poli, o IEE não era um órgão de ponta no setor elétrico. No período de construção das grandes hidrelétricas, infelizmente, o Instituto também não foi muito beneficiado pelo grande desenvolvimento da época. Não se firmou uma parceria com as estatais. A CESP montou um laboratório próprio e, na área de potência, recorreu a laboratórios internacionais. Acho que nesse período poderiam ter sido feitos investimentos no IEE, que não estava bem equipado, mas ao mesmo tempo faltou agressividade do Instituto para ganhar espaço.

Ao longo dos últimos dez anos, percebi que está se procurando recuperar o tempo perdido, para um bom posicionamento no mercado. O IEE vem crescendo gradativamente e de forma sólida, embora muitas vezes limitado pelo aporte de recursos, tanto por parte do Estado, como da iniciativa privada. Hoje, acredito que o Instituto está bem melhor estruturado e poderá vir a ter uma importância maior, no processo de recuperação do país e no controle de qualidade dos produtos nacionais.

IEE: Do seu ponto de vista, quais os rumos que o IEE deverá seguir, daqui para a frente?

Villas Bôas: Tanto o setor privado como as estatais perderam muitos funcionários dos seus quadros e, com isso, diminuiu o conhecimento técnico que detinham. Acho que hoje as organizações públicas e privadas vêm com bons olhos a existência de um órgão que possa atendê-las. Por isso essa parceria IEE/Empresas, que está sendo perseguida, vai ter sucesso. Basta o IEE dar respostas rápidas aos clientes, criar um



O engenheiro José Geraldo Villas Bôas, representante da Fiesp junto ao Conselho do IEE/USP

pouco daquela mentalidade da iniciativa privada. É preciso se equipar, ter preço, concorrer para ganhar. Acho que isso está sendo assimilado.

IEE: Então é muito importante essa parceria do IEE com as estatais?

Villas Bôas: Sim, porque é uma forma de colocar o conhecimento adquirindo na universidade a serviço das empresas públicas. No passado, as estatais mandavam muita gente ao exterior para fazer cursos e assim formar os profissionais de que necessitavam. Hoje, isso passou, então está se formando um vácuo, porque muitos já se aposentaram. Como centro de excelência que é, e com

o pessoal altamente preparado que tem, o IEE deve ocupar esse espaço junto às estatais.

IEE: Qual a sua visão sobre o desenvolvimento de pesquisas pelo IEE?

Villas Bôas: As pesquisas, os estudos tem que ser sobre o que a indústria necessita, sobre os problemas que apresenta, produtos que precisam ser corrigidos ou desenvolvidos.

É aí que uma parceria se torna importante. Une-se a massa cinzenta do Instituto com o poder econômico da indústria.

IEE: Como o Brasil tem grande experiência na área de hidrelétricas, acha possível que o IEE venha a prestar serviços no âmbito do Mercosul?

Villas Bôas: O campo existe, principalmente para um órgão como o IEE, com o nome que tem e o respaldo da universidade.

IEE: Qual a sua opinião sobre as atividades de ensino do IEE?

Villas Bôas: O IEE irá oferecer cursos de pós-graduação, o que considero apropriado, porque a Poli, por exemplo, onde estudei, prepara bem os alunos na parte teórica, mas em alguns segmentos é preciso ser meio autodidata depois de formado.

Então eu acho que o IEE tem um campo para formação complementar mais específica, no setor elétrico.

IEE: Até o ano que vem o IEE deve receber o ISO GUIDE 25 e talvez seja a primeira instituição da América Latina a obter esse certificado. A expectativa é que também nesse período se consiga a certificação pela ISO 9000. Como o senhor vê esse processo?

Villas Bôas: O IEE não estará recebendo esses certificados, estará conquistando-os pelo seu desempenho.

É o coroamento dessa atuação que vem sendo desenvolvida e que firma a posição do Instituto no sentido de agredir o mercado e conseguir mais serviços.

Os certificados significam a abertura de novas portas.

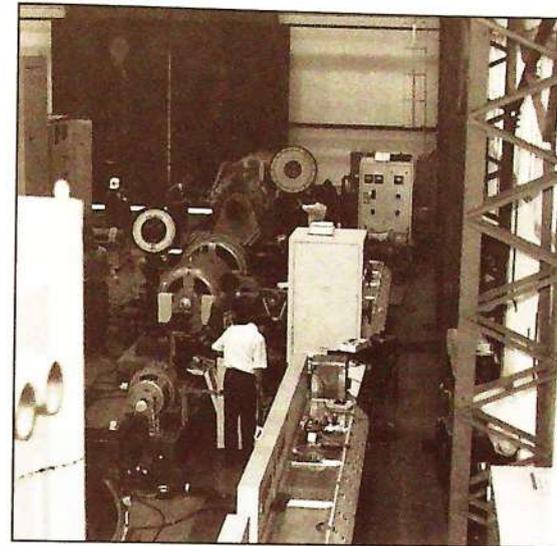
Laboratório de Máquinas Elétricas

O Laboratório de Máquinas Elétricas iniciou suas atividades em 1940, durante a 2ª Guerra Mundial, o que coincidiu com a instalação e o desenvolvimento do parque industrial paulista. Eram características da época, a dificuldade de importação, mesmo de equipamentos básicos para as atividades industriais, como

transformadores, motores, etc. Destacaram-se, assim, a reconstrução de transformadores, o rebobinamento de motores e a otimização de projeto, construção e instalação de sistemas de regulação de corrente. Foram notícia, a supervisão de construção e ensaios de motores de corrente contínua para tração. Trabalhos pioneiros também foram realizados na orientação de construção de 18 grupos motor-geradores para a Marinha de Guerra brasileira e de 15 unidades conversoras de corrente.

É interessante observar que, 50 anos depois, viria novamente esse laboratório a colaborar com a Marinha, agora na realização de ensaios de desenvolvimento do primeiro motor de comutação eletrônica com ímãs permanentes de grande porte, incluindo as partes de conversão eletrônica e comando digital. Mas, ao longo desses anos, a principal atividade do laboratório tem sido a colaboração com a indústria, notadamente nas áreas de máquinas girantes, transformadores, baterias e na de eletrônica de potência associada as máquinas, com atuação nos seguintes campos:

- execução de ensaios, certificação e pareceres técnicos;
- pesquisa e desenvolvimento;
- formação de recursos humanos, atra-



Bancada de Ensaios de Máquinas de porte médio

PRINCIPAIS ENSAIOS

Entre os inúmeros ensaios executados, destacam-se:

- Ensaio de elevação de temperatura
- Determinação da curva de conjugado
- Determinação das características de desempenho;
- Ensaio de tensão suportável em 60 Hz
- Ensaio de tensão induzida em 360 Hz
- Determinação da impedância;
- Determinação dos parâmetros de máquinas síncronas em regime permanente e transitório;
- Ensaio de acionamentos elétricos alimentados por conversores eletrônicos

PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS

Destacam-se, entre os equipamentos existentes:

- Fonte trifásica de 600 kVA, constituída de transformadores e reguladores de indução, com ajustes independentes e tensões até 15 kV
- Grupos motor - gerador de corrente alternada, de 20 a 480 kVA, com frequência do 20 a 60 Hz;
- Grupos motor - gerador de corrente contínua de 20 a 400 kW e correntes até 5000 A
- Fonte retificadora para 1100 V e 600 A
- Fonte para ensaios de tensão suportável até 50 kV
- Freios eletrodinâmicos de 1,8 kW a 500 kW
- Freio de Foucault de 2,0 kW e 30.000 rpm
- Freio de Foucault de 2000 kW e 2000 rpm em implementação

vés de cursos;
- incentivo à normalização técnica e inspeção de máquinas.

Para o levantamento de características de desempenho e execução dos demais ensaios, o laboratório está equipado para aplicar as normas da ABNT, as especificações da IEC, as normas de alguns outros países ou mesmo especificações do próprio cliente. Também tem sido frequente, o atendimento de empresas que fazem o recondicionamento ou manutenção de máquinas. Assim, ao longo desses anos, destacaram-se, entre outras, atividades executadas para empresas, nas seguintes áreas:

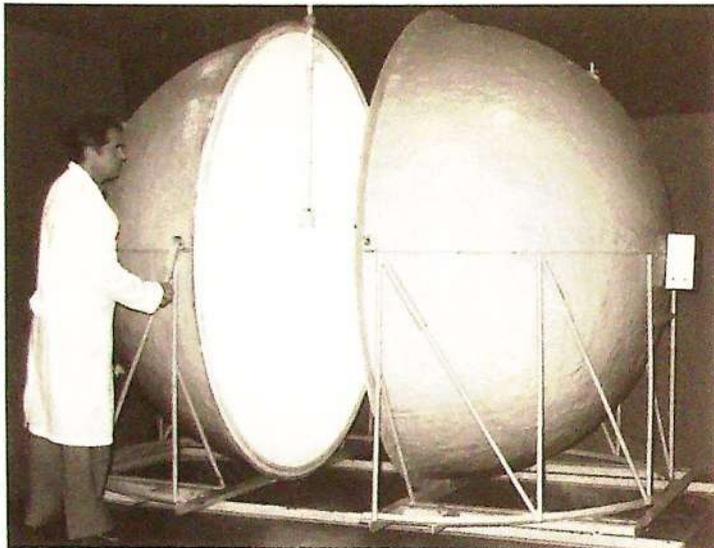
- máquinas girantes: Polielefinas, Asea Brown Boveri, Petrobras, Alpina, Ormec, Bardella, Nishi Eletromecânica e Jaraguá.
- transformadores elétricos: Cemec, Teldra, Transformadores União (Siemens), Elebra, Centel, Faraday, Romagnole e Ind. Transformadores Birigui.
- baterias: IDEC, Nife, JCF e Caterpillar.

Para maiores informações:
Engº Jorge Shimabukuro -
Tel.: (011) 818-4724

Seção Técnica de Fotometria

A Seção Técnica de Fotometria do IEE/USP tem por objetivo atender a usuários e fabricantes nas áreas de luminotécnica, colorimetria e fotometria. Tal atendimento engloba desde a prestação de serviços e a consultoria até os ensai-

contexto, a Seção Técnica de Fotometria está credenciada junto ao Inmetro - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, para a realização de ensaios em lâmpadas e reatores segundo a ABNT.



Esfera de Ulbricht de 2,0 m de diâmetro para medição de fluxo luminoso

os de lâmpadas e aparelhos afins, como as luminárias, reatores, sinais luminosos, etc. Considerando o fato de que os projetos luminotécnicos se baseiam numa série de dados, que incluem a eficiência, vida útil da lâmpada, bem como as curvas de distribuição luminosa de lâmpadas e suas luminárias, tais dados levantados pela Seção Técnica de Fotometria são fundamentais para o uso correto destes componentes e um dimensionamento racional do projeto luminotécnico. Nesse

Particularmente, a área de luminotécnica está passando por uma alteração significativa, visando o uso de lâmpadas de baixo consumo e alto rendimento, do tipo fluorescente. Tais lâmpadas vêm ao encontro das tendências mundiais de uso racional de energia, lembrando-se que significativa parte da energia elétrica, nos setores público, comércio, serviços e residencial, é consumida para fins de iluminação. Os ensaios respectivos, e a consequente emissão de Certificados de Qualidade

Garantida, são algumas das principais atividades da Seção Técnica de Fotometria do Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP.

Mais uma atividade completa o seu espectro: a promoção de cursos para técnicos de nível médio e de atualização em fotometria para profissionais de nível superior, que são periodicamente divulgados pela imprensa.

PRINCIPAIS ENSAIOS:

- Lâmpadas incandescentes;
- Lâmpadas a descarga em gases
- Ignitores para lâmpadas vapor de sódio alta pressão
- Dispositivos para sinalização náutica, aeronáutica e rodoviária (elementos de semáforos)
- Luminárias
- Conversores eletrônicos para lâmpadas de descarga e incandescentes
- Determinações espectro-radiométricas relativas;
- Aferição de fotômetros
- Medições de níveis de iluminância
- Consultoria/pesquisa nas áreas de fotometria, colorimetria e luminotécnica.

PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS E INSTRUMENTOS:

- Banco fotométrico com 5 metros de comprimento
- Dois fotômetros integradores (Esferas de Ulbricht) com 0,8 e 2,0 metros de diâmetro
- Dois goniofotômetros para equipamentos de pequeno porte
- Duas estufas para ensaio de elevação de temperatura em reatores
- Estufa para ensaio de durabilidade térmica do enrolamento de reatores
- Cabine para ensaio de elevação de temperatura na base de lâmpadas
- Torquímetro para ensaio em lâmpadas com base tipos E-27 e E-40
- Bancos para lâmpadas, capacidade para 36 lâmpadas fluorescentes, 90

- lâmpadas com base E-27 e 59 lâmpadas com base E-40
- Lâmpadas padrão-secundário (com rastreabilidade internacional) de intensidade luminosa e de fluxo luminoso
- Um conjunto de reatores de referência para lâmpadas a descarga em gases

O Programa de Qualidade do IEE/USP

Luiz Eduardo Lima e Luiz Carlos Lopes

1 - INTRODUÇÃO

A qualidade sempre foi uma das preocupações básicas do IEE/USP desde a sua fundação, em 1940. É evidente que essa preocupação esteve sempre condicionada aos conceitos vigentes da qualidade que, desde então, têm passado por profundas alterações. Durante muito tempo, o conceito de qualidade em um laboratório de ensaio esteve associado apenas ao conceito de credibilidade da Instituição, que seria uma decorrência da competência, do rigor e da probidade de seus funcionários. Na década de 80, foi-se criando a consciência de que, além dessas características essenciais, um laboratório de ensaios precisaria ter também a qualidade metrológica decorrente de um sistema de calibrações de instrumentos e de padrões, que assegurasse a rastreabilidade das medições. No Brasil, a qualidade metrológica é coordenada pelo Inmetro que, em 1980, instituiu a Rede Brasileira de Calibração - RBC e em 1982 a Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio - RBLE. Em 1989, o IEE/USP obteve o credenciamento do Laboratório de Padrões Elétricos, junto à RBC. Em 1986, o credenciamento do Laboratório de Equipamentos para Atmosferas Explosivas e, em 1991, o do Laboratório de Fotometria, junto à RBLE. O credenciamento de laboratórios segue, em grandes linhas, a orientação do ISO/IEC GUIDE 25, editado originalmente em 1982, revisto em 1990 e editado em português, em 1993 como ABNT/IEC GUIA 25. Mesmo em sua edição original, o ISO/IEC GUIA 25 já apresentava alguns conceitos bem estruturados de Sistema de Qualidade Assegurada. Para comprovar a sua capacidade de realizar sistematicamente ensaios e calibrações com a mesma qualidade, o laboratório deveria seguir um conjunto de procedimentos escritos e poder comprovar, através de auditorias internas, que esses procedimentos eram efetivamente obedecidos. Inicialmente muito centrado nas unidades laboratoriais, sob influência das Normas ISO 9000, a revisão de 1990 do ISO/IEC GUIDE 25 adquiriu um caráter mais abrangente, passando a contemplar também alguns aspectos da

instituição como um todo. Acompanhando essas tendências, o IEE/USP contratou um consultor externo para assessorá-lo na implantação de um programa amplo da qualidade e, em fins de 1993, instituiu sua Comissão da Qualidade, com o objetivo de aprimorar e operacionalizar o seu Sistema da Qualidade, manter e atualizar a Documentação da Qualidade. Compete à Comissão, a coordenação do processo de credenciamento de laboratórios junto ao Inmetro e a coordenação de um processo informal de melhoria da qualidade nos moldes do TQM (*Total Quality Management*).

2 - PROGRAMA DA QUALIDADE

As atividades da Comissão da Qualidade foram sendo desenvolvidas em função de duas linhas de trabalho: a implantação de um Sistema da Qualidade e a melhoria da qualidade comportamental. Nos tópicos que se seguem, essas linhas de trabalho serão descritas em maior profundidade.

Implantação do Sistema da Qualidade

A implantação do Sistema da Qualidade teve, como ponto de partida, a elaboração do Manual da Qualidade. Adotou-se um modelo hierarquizado, no qual os princípios gerais do Sistema da Qualidade da instituição, válidos para todas as suas unidades laboratoriais, foram abordados num só documento, o Manual da Qualidade do IEE/USP. Questões específicas do Sistema da Qualidade das Seções Técnicas, que desenvolvem atividades laboratoriais, foram contempladas em manuais complementares. Atualmente, já dispõem desse manual complementar as Seções Técnicas de Padrões Elétricos, de Aferição e Calibração, de Fotometria, de Equipamentos Eletromédicos, de Equipamentos para Atmosferas Explosivas, de Máquinas Elétricas e de Alta Tensão. A adoção dessa sistemática facilitou muito o trabalho a ser desenvolvido para o credenciamento de novas unidades laboratoriais. O Manual da Qualidade funciona como um guia para orientação das Seções Técnicas interessadas em obter o

credenciamento de seus serviços junto ao Inmetro, nos aspectos gerais do Sistema da Qualidade. Os manuais específicos existentes foram usados como modelo, indicando os requisitos do ABNT ISO/IEC GUIA 25 que deveriam ter um tratamento específico às particularidades de cada laboratório. A implantação do Sistema da Qualidade envolveu, ainda, a elaboração de uma série de procedimentos, tais como:

- procedimentos de ensaio, específicos das unidades laboratoriais;
- procedimentos gerais da qualidade, como por exemplo os de auditoria, de controle de aferições, de emissão de Questionário de Avaliação de Atendimento etc;
- procedimentos administrativos, como a codificação de documentos, acompanhamento de Ordens de Serviço, arquivo de Relatórios Oficiais etc.

Em paralelo com a elaboração desses procedimentos, estão sendo desenvolvidos esforços para a sua modernização. Nesse sentido, por exemplo, está em andamento um programa unificado de cadastro e controle de aferição de instrumentos de todas as Seções do IEE/USP. Para assegurar a consistência do Sistema da Qualidade, foi implantado um programa de Auditorias Internas da Qualidade. Esse programa teve início com a formação de um quadro de Auditores Internos que atualmente conta com 15 elementos devidamente treinados. A Diretoria do Instituto de Eletrotécnica e Energia estabeleceu, como meta do Programa da Qualidade para o ano de 1995, o credenciamento do Sistema da Qualidade do IEE/USP junto ao Inmetro. O credenciamento institucional, que já vinha sendo negociado há algum tempo, foi regulamentado recentemente pelo Inmetro. O processo de credenciamento institucional, segundo os requisitos do ABNT ISO/IEC GUIA 25, já foi iniciado e o IEE/USP poderá vir a ser o primeiro laboratório no Brasil a obter esse credenciamento. Para o biênio 96/97, a meta estabelecida pela Diretoria é a certificação segundo os critérios da família NBR ISO 9000. Visando esse objetivo, foi feito um treinamento de 31 funcionários, abrangendo desde a Alta Ad-

ministração até os níveis operacionais de Chefia.

A Qualidade Comportamental

Desde a sua constituição, a Comissão da Qualidade do IEE/USP sempre teve muita preocupação com a Qualidade em um sentido mais amplo do que o mero credenciamento de laboratórios. Entendia-se que a Qualidade Formal, consolidada pelo credenciamento, deveria ser uma decorrência da Qualidade comportamental, abrangendo todos os funcionários da instituição. Através de um primeiro diagnóstico, detectou-se que a comunicação em seus diversos níveis era um dos problemas mais sérios do IEE/USP. Visando melhorar essa área, a Comissão da Qualidade promoveu, ao longo de 93 e 94, um ciclo de palestras motivacionais sobre a Qualidade, criou Quadros de Aviso sobre programas da Qualidade, propôs a criação de um informativo (**O Instituto**, que posteriormente evoluiu para o **IEE em Revista**), sugeriu a realização periódica de reuniões entre Diretores de Serviço e a Alta Administração e propôs a formação de

Grupos de Trabalho para análise de problemas intersetoriais. O treinamento na área da Qualidade é outro ponto muito valorizado pela Comissão da Qualidade. Visando aumentar o aproveitamento das oportunidades de treinamento oferecidas pelo mercado, foi proposta a criação de um orçamento específico para treinamento em Qualidade, o que permitiu a redução de tempo de decisão na orientação de serviços de treinamento. Conseguiu-se, assim, o treinamento de elementos multiplicadores ou difusores em técnicas da Qualidade. A institucionalização do treinamento na área de Qualidade atuou como um modelo para a dinamização da Subcomissão de Treinamento, da Comissão de Recursos Humanos do IEE/USP.

Visando o aprimoramento dos serviços internos foi feita, no início deste ano, uma pesquisa sobre o grau de satisfação dos clientes.

Os resultados dessa pesquisa, amplamente divulgados dentro da instituição, permitiram levar, aos responsáveis pelos serviços, os pontos de vista expressos. Foi possível, então, identificar os

pontos mais críticos e procurar soluções. Alguns dos problemas detectados eram consequência de diferenças de compreensão sobre detalhes do serviço contratado. Nesses casos, a elaboração de procedimentos de atendimento e a sua divulgação aos usuários dos serviços internos mostraram ser uma solução interessante.

3 - CONCLUSÕES

O caminho a ser percorrido para chegar à Qualidade Total e à NBR/ISO 9000 ainda é longo. Olhando, porém, para o passado, pode-se constatar que um longo caminho já foi percorrido. O programa da Qualidade já se faz sentir em grande parte dos seus serviços, extrapolando, assim, o âmbito dos serviços laboratoriais.

A necessidade de elaborar planos e metas para a Qualidade permeou todo o processo de planejamento da Instituição, contribuindo para o aprimoramento da sistemática existente. Hoje, o IEE/USP tem uma visão estratégica mais abrangente e claramente vinculada a seus planos da Qualidade.

Convênios e Contratos

CENTRO DE EXCELÊNCIA NA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Em 12 de outubro de 1990 a Universidade de São Paulo, através do **Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE/USP)**, e as empresas concessionárias de energia elétrica do Estado de São Paulo - Eletricidade de São Paulo (Eletropaulo), Companhia Energética de São Paulo (CESP) e Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL) assinaram um convênio de cooperação técnico-científica. Esse convênio, com duração de 10 anos, tem como objetivo desenvolver trabalhos conjuntos na área de distribuição de energia elétrica. A união dessas empresas ficou conhecida como CED - Centro de Excelência em Distribuição de Energia Elétrica. Vários projetos foram desenvolvidos pelo CED, entre os quais citamos: análise do desempenho de transformadores de distribuição, onde foram realizados, entre outros, estudos sobre as taxas de falhas dos transformadores, proteção de sobrecorrente e sobre compatibilidade eletromagnética (CEM) em linhas de

transmissão de distribuição. Nessa pesquisa, além de outras coisas, foram feitas medições comparativas de campos eletromagnéticos, na frequência de 60Hz, para vários tipos de cabos instalados na cidade de Campos do Jordão além de medições do perfil magnético lateral nas redes de distribuição localizadas em áreas urbanas na cidade de São Paulo. Também foram realizados levantamentos bibliográficos sobre problemas de CEM em linhas de transmissão/distribuição e fornos a arco; estabelecimento de curvas de cargas de consumidores, onde foram feitas análises estatísticas dos questionários da pesquisa de posse de eletrodomésticos de consumo; estudo das similaridades de extratos de consumo residencial de energia e localidades na área de concessão da CESP; pesquisa sobre as curvas de carga das COHAB'S; análise de transformadores residenciais da CESP e ELETROPAULO no período de março a junho de 1992; curva diária de consumidores residenciais e seus transformadores; aplicação de cabos cober-

tos e pré-reunidos em redes aéreas primárias, onde podemos citar como exemplo os estudos diagnósticos de utilização de cabos cobertos e pré-reunidos e o levantamento bibliográfico sobre a aplicação dos mesmos em redes aéreas primárias; avaliação do comportamento frente a impulsos atmosféricos para diferentes configurações com amarração/isolador de pino; desempenho de redes primárias e modelo reduzido. Aqui foram realizadas, entre outras, as seguintes pesquisas: tensões induzidas por descargas, simulação do canal da descarga de retorno da descarga atmosférica, desempenho de linhas sem proteção, tensões induzidas por descargas atmosféricas em linhas de distribuição do cabo guarda, modelo reduzido para verificação do desempenho de redes primárias com relação a tensões induzidas por descargas atmosféricas; qualidade de energia - harmônicos e radiointerferência, onde até agora foram feitas medições de radiointerferência produzidas por uma Central de rádio-chamada em Campinas-SP.

Publicações

COMPACTAÇÃO DE SUBESTAÇÕES ABRIGADAS DE 145 kV

Autores:

Hélio Sueta, Gervásio L. Castro Neto e Walmar Freitas Porto.

Referência para consulta:

Apresentado no VI Encontro Regional Latino-americano da CIGRÉ, que se realizou de 28 de maio a 1º de junho de 1995, em Foz do Iguaçu, Paraná - Brasil e publicado nos seus anais.

O objetivo do trabalho é demonstrar a possibilidade de reduzir a área ocupada pelas subestações abrigadas de 145 kV, mediante a diminuição do pátio de alta tensão da instalação, usando-se distâncias fase-fase menores do que as tradicionalmente utilizadas.

Tal medida se soma, portanto, ao procedimento, já em uso, da verticalização do arranjo.

A proposta é de particular interesse, se observado o contínuo aumento de consumo de energia elétrica e as dificuldades na implantação de novas subestações em zonas urbanas, onde são cada vez mais escassas as áreas disponíveis, problema que afeta tanto as concessionárias como as indústrias.

ESTABELECIMENTO DE CURVAS DE CARGA DE CONSUMIDORES

Autores:

José Antônio Jardini e Fernando Monteiro de Figueiredo.

Referência para consulta:

Documento Técnico de Referência CED 115/PLAN 001/104 OR, publicado em março de 1994, em português. O documento foi apresentado no IEE/USP.

Contém os resultados das simulações efetuadas através de clusters, com as curvas a serem apresentadas como representativas de consumidores comerciais e de transformadores. Contém ainda uma análise da metodologia utilizada para a obtenção das curvas.

O estudo feito pelo IEE/USP, em conjunto com a CESP, CPFL, Eletropaulo e EPUSP, abrange: objetivo, equipamento em clusters, resultados do agrupamento, recomendação de curvas típicas, avaliação da metodologia e, finalmente, conclusões e recomendação.

REAÇÃO DE ARMADURA DE UMA MÁQUINA DE COMUTAÇÃO ELETRÔNICA DE GRANDE POTÊNCIA A IMÃS PERMANENTES, ALIMENTADA POR CONVERSOR (ARMATURE REACTION OF LARGE CONVERTER FED PERMANENT MAGNET MOTORS)

Autores:

Orlando S. Lobosco e R.G. Jordão

Referência para consulta:

Documento técnico apresentado em inglês, no International Conference on Electrical Machines, em Paris-França. O documento se concentra, principalmente, nas causas e efeitos da reação de armadura em máquinas de comutação eletrônica de grande potência, a imãs permanentes.

Foram tomados como base, os resultados de ensaios executados em um protótipo especialmente construído para esse propósito.

Concluiu-se que a distorção do formato de onda da f.e.m., devido à reação de armadura, pode reduzir o grau de elevação da corrente manobrada, causando perda da potência da máquina.

ANÁLISE NUMÉRICA DE GRANDES MOTORES DE CORRENTE CONTÍNUA (NUMERICAL ANALYSIS OF LARGE DC MOTORS)

Autores:

Orlando Lobosco e Luiz Lebensztajn.

Referência para consulta:

Apresentado no SPEEDAM - Symposium on Power Electronics, Electrical Drives and Advanced Electrical Motors, em Taormina - Itália, em inglês.

O estudo mostra que, usando o Método dos Elementos Finitos, combinado com a Teoria de Circuito e Programas de Simulação, não são mais necessárias as simplificações comumente adotadas. Tais simplificações incluem, por exemplo, a desconsideração da reação de armadura, no cálculo de transientes.

Como exemplos, são calculados a corrente de curto-circuito e o conjugado de grande motor de corrente contínua, provando como são diferentes os resultados, quando se leva em consideração o efeito da reação de armadura no cálculo do transitório.

Normas

O IEE-USP participa junto à ABNT/COBEI como membro ativo nas comissões abaixo relacionadas. Qualquer esclarecimento ou informação pode ser dada pelo setor de Normas do IEE/USP, engº Pedro Paulo Kuchler, tel.: (011) 818-5063, ou também na ABNT (011) 222-0966.

1. Comissões de Estudos (CE's)

- CE - 37.7 - Para-raios de resistor não linear a óxido metálico sem centelhadores para circuitos de potência.
- CE - 42.1 - Ensaio Elétricos de Alta Tensão
- CE - 2.1 - Máquinas de indução
- CE - 22.1 - Conversores de potência a semicondutores
- CE - 29.1 - Alto-falantes
- CE - 5.1 - Ferrites
- CE - 62.1 - Aspectos comuns de equipamentos elétricos usados na prática médica
- CE - 62.2 - Equipamento de Raios X para tensão não superior a 400 kV e acessórios
- CE - 62.3 - Equipamento para Terapia por radiações de alta energia e equipamento para medicina nuclear
- CE - 62.4 - Equipamento Eletromédico
- CE - 103.4 - Receptores de Rádio-Difusão AM/FM
- CE - 2.2 - Máquinas Síncronas
- CE - 17.5 - Dispositivos de Baixa Tensão para Uso Industrial
- CE - 23.16 - Dispositivos de Baixa Tensão para Uso Residencial
- CE - 59.12 - Ferramentas Elétricas Portáteis
- CE - 34.7 - Reatores para Lâmpadas Fluorescentes
- CE - 34.13 - Luminárias para iluminação pública
- CE - 34.21 - Reatores Eletrônicos para Lâmpadas Fluorescentes
- CE - 34.14 - Relés Fotoelétricos para Iluminação Pública
- CE - 34.18 - Luminárias de Uso Cirúrgico
- CE - 34.9 - Lâmpadas a vapor de sódio de alta pressão
- CE - 34.10 - Reatores e Ignitores para Lâmpadas a Vapor de Sódio de Alta Pressão
- CE - 34.2 - Lâmpadas Fluorescentes Compactas
- CE - 34.3 - Starters para Lâmpadas Fluorescentes
- CE - 34.5 - Lâmpada Miniatura
- CE - 8.2 - Auxílios Visuais Elétricos em Aeroportos
- CE - 16.06 - Semáforos
- CE - 32.2 - Fusíveis de Baixa Tensão
- CE - 17.12 - Chaves de Baixa Tensão e suas Combinações
- CE - 34.8 - Reatores para Lâmpadas a Vapor de Mercúrio
- CE - 34.02 - Luminária de Interiores

2. Comissões Técnicas (CT's)

- CT - 22 - Equipamento Eletrônico de Grande Potência
- CT - 29 - Equipamentos Eletroacústicos
- CT - 51 - Componentes Magnéticos e Ferrites
- CT - 62 - Equipamentos Elétricos Utilizados na Prática Médica
- CT - 103 - Equipamentos de Áudio e Vídeo
- CT - 2 - Máquinas Elétricas
- CT - 17 - Equipamentos de Manobra, Controle e Proteção
- CT - 23 - Dispositivos e Acessórios Elétricos
- CT - 37 - Para-Raios
- CT - 42 - Ensaio Elétricos de Alta Tensão
- CT - 59 - Aparelhos Eletrodomésticos
- CT - 34 - Lâmpadas e Equip^{tas} de Iluminação
- CT - 521 - Laboratórios
- CT - 340.13 - Fotometria/Conforto Visual
- CT - 340.1 - Iluminação Pública
- CT - 340.12 - Iluminação Natural

Cursos

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO - 1996
ENGENHARIA CLÍNICA

1. Organização Geral do Curso

A duração global do curso é fixada em 9 meses, o que corresponde a 36 semanas de atividades. Deste tempo, um terço - 12 semanas - será dedicado a um estágio de tempo integral em hospital e dois terços serão dedicados ao ensino técnico e prático da Engenharia Clínica. O ritmo semanal adotado nos módulos teóricos é fixado pela tabela 1.

A carga horária total do curso é de 1344 horas, assim distribuídas:

- Módulo Teórico Prático: 24 semanas
- Carga horária: 864 horas
- Estágios Supervisionados: 12 semanas
- Carga horária: 480 horas

2. Organização do Módulo Teórico Prático

São as seguintes disciplinas:

- Infra-estrutura Hospitalar e Sistemas de Apoio 96 horas
- Anatomia e Fisiologia 192 horas
- Engenharia Clínica 192 horas

- Instrumentação Médica 192 horas
- Laboratórios de Instrumentação 192 horas
- TOTAL 864 horas

	Manhã	Tarde
2ª feira	Anatomia	Fisiologia
3ª feira	Engenharia Clínica	Laboratório de Instrumentação
4ª feira	Instrumentação Médica	Infra-Estrutura Sistemas de Apoio
5ª feira	Engenharia Clínica	Laboratório de Instrumentação
6ª feira	Física Médica	Livre

Tabela 1 - Ritmo semanal de estudos durante os módulos teóricos e práticos

3. Atividades Supervisionadas

Estágio de tempo integral no Hospital das Clínicas, em regime de 40 horas se-

manais durante 12 semanas.

Cada dupla de alunos permanecerá em um ou dois setores, onde fará o cadastro de todos os equipamentos, roteiro de manutenção preventiva e acompanhamento de ordens de serviços em andamento.

Setores escolhidos:

1. Centro Cirúrgico
2. Laboratório Central
3. Laboratório Eletrônico
4. Radiologia
5. Hemodiálise
6. Lavanderia e Nutrição
7. Manutenção Geral

Uma vez por semana, integração com todos os alunos na presença dos coordenadores. Carga horária total: 480 horas

4. Recrutamento

O curso tem previsão de obedecer a um ritmo anual, ou seja:

- início em janeiro de 1996
- encerramento em dezembro de 1996
- recrutamento em novembro e dezembro de 1995

Projetos

MOTOR DE PROPULSÃO PARA USO NAVAL E INDUSTRIAL

O Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP, em conjunto com a Escola Politécnica, desenvolveu os projetos do protótipo de um motor elétrico para propulsão de submarinos, a pedido da Coordenadora de Projetos Especiais do Ministério da Marinha. Trata-se de um motor de comutação eletrônica a ímãs, produto de fusão de tecnologias, com as seguintes características: ímãs permanentes de terras raras no campo indutor; conversor eletrônico de alta frequência de chaveamento para comutação de corrente; circuitos de controle microprocessados. Os acionamentos com motores de comutação eletrônica a ímãs permanentes de alta potência encontram aplicações na propulsão de embar-

cações navais como submarinos ou quebradores de gelo. Podem também ser utilizados com vantagem em qualquer acionamento de baixa velocidade, como moinhos de cimento ou de minério, elevadores de minas e como acionador principal em trens de laminação. Tradicionalmente, esses são campos de aplicação onde predominam os motores de corrente contínua. Entretanto, o Motor de Comutação Elétrica a Ímãs Permanentes - MCEIP equivalente pesa cerca de 40% menos, pois possui maior densidade de potência. As perdas do acionamento, incluindo o conversor eletrônico, são aproximadamente 20% menores e, em velocidades reduzidas, ainda mais baixas. Além disso, o MCEIP

apresenta baixo nível de ruído acústico, tendo ainda a vantagem de não possuir comutador e escovas, itens que diminuem a confiabilidade do motor de corrente contínua. Como parte do projeto, foi construído um protótipo do motor, com potência de 75 kW. Essa fabricação teve como principais objetivos sedimentar conceitos como os de projeto e construção do motor, controle, proteção e monitoramento do acionamento, além de consolidar modelos matemáticos e ferramentas de projeto. Após exaustivos testes com o protótipo - que serviram como um verdadeiro laboratório de pesquisas - a tecnologia de projeto, construção e operação desse novo tipo de acionamento foi dominada.

UM POUCO DE HISTÓRIA

Durante as duas primeiras décadas do nosso século, a atividade industrial no Brasil teve um aumento considerável. Isso pode ser verificado pelo número de estabelecimentos instalados no país nesses 20 anos: de 3120 em 1907 para

bril do país. Alguns anos depois, esse **Gabinete** passaria a ser conhecido como **Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP** e é a história dessa unidade especializada, a mais antiga da Universidade, que será contada agora. Em

boratório estadual de ensaios de máquinas e equipamentos elétricos, colaborar com as repartições públicas na ela-



Vista Interna da Área de Ensaios, na época



Prédio do Instituto de Eletrotécnica na Praça Cel. Fernando Prestes

18 de janeiro de 1927 foi emitido o primeiro certificado de ensaio pelo **Gabinete de Eletrotécnica**, feito em um aquecedor de água. Em 1937, com o nome mudado

para **Laboratório de Eletrotécnica**, o número de certificados emitidos chegava a 205. Com o passar dos anos, esse laboratório foi se expandindo, não só em suas atividades, como em seus equipa-

mentos. Em 1940, passou a ser uma unidade especializada dentro da Universidade de São Paulo, recebendo o nome de **Instituto de Eletrotécnica**, através do decreto 11.684, publicado no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 12 de dezembro de 1940. Nesse mesmo ano começaram os Seminários Internos que originaram diversas publicações.

mentos, como o crescimento do mercado consumidor interno e o surgimento de novos setores industriais. No final da década de quarenta, o número de estabelecimentos industriais no país chegaria a quase 60 mil. Nos anos 40, o

Instituto teve um desenvolvimento notável nas áreas de Precisão e Máquinas. Essa última

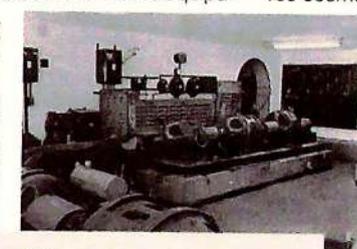
englobava Alta Tensão, Fotometria e Telecomunicações. Outra atividade importante foram os trabalhos realizados para a Marinha de Guerra, na construção de 18 grupos moto-geradores especiais e outros equipamentos usados para fins navais. Em 1949, a seção de Máquinas colocou em funcionamento um grupo motor-gerador de 400kW, 220VCC e um freio de 250cv, uma cascata de transformadores para 750kV, acompanhados de um regulador de indução, mesa de comando e duas esferas. Nesse mesmo ano começaram os Seminários Internos que originaram diversas publicações.

Maiores informações c/ Eng. Orlando Lobosco, tel.: (011) 818-4839.

13336 em 1920. A participação do Estado de São Paulo nesse mesmo período passou de cerca de 10 para 30%. Os historiadores afirmam que uma das causas desse crescimento foi a 1ª Guerra

Mundial, que trouxe como consequências um corte nas importações e um aumento das exportações que acabaram impulsionando as indústrias nacionais.

Foi nessa época que surgiu, em 1911, dentro da Escola Politécnica, o **Gabinete de Eletrotécnica**, para atender as necessidades dessa indústria emergente, dando o apoio técnico-científico necessário para o desenvolvimento da atividade fa-

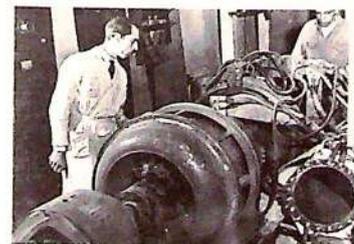


Vista interna (E) e parcial (D) do Laboratório de Máquinas, na antiga sede

lo, recebendo o nome de **Instituto de Eletrotécnica**, através do decreto 11.684, publicado no Diário Oficial do

Engenheiros do IEE/USP acompanhando o ensaio de uma máquina

Estado de São Paulo em 12 de dezembro de 1940. Nesse mesmo ano. Nesse decreto, estavam expostos os objetivos do Instituto, entre os quais podemos citar: desempenhar a função de la-



IEE em REVISTA

USP



*Instituto de Eletrotécnica e Energia da
Universidade de São Paulo
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289
05508-900 - Cidade Universitária - São Paulo - SP
Tel.: (011) 818-4717 - Fax: (011) 210-7750*

Entrevista exclusiva
Prof. ADIB JATENE

Artigo:
Engenharia Elétrica aplicada à Saúde

Controle de Qualidade em Radiologia Diagnóstica

**Laboratórios de Aferição/Calibração e
Equipamentos Eletromédicos**

ÍNDICE

Editorial	p.1
Entrevista com o Prof. Adib Jatene	p.2
"Programa de Controle de Qualidade em Radiologia Diagnóstica"	p.3
artigo de Tânia A.C. Furquim, Denise Yanikian, Paulo R. Costa	p.5
Laboratório de Aferição e Calibração	p.6
Laboratório de Ensaios de Equipamentos Eletromédicos	p.7
"Engenharia Elétrica aplicada à Saúde"	p.8
Artigo de Jean Albert Bodinaud	p.9
IEE/USP constrói Edifício em Madeira	p.9
Normas	
Convênios e Contratos	



Nossa Capa:
Equipamento de tomografia computadorizada para produzir imagens da seção transversal do corpo (foto Siemens)

LABORATÓRIOS DE ENSAIO

DIVISÃO DE POTÊNCIA

1. Equipamentos para Atmosferas Explosivas - Engº Manoel Sequeira - tel. (011) 818-5062
2. Aparelhos e Materiais Elétricos - Engº Fumiaki Yokoyama - tel. (011) 818-4721
3. Máquinas Elétricas - Engº Jorge Shimabukuro - tel. (011) 818-4724
4. Alta Tensão - Engº Celso Pereira Braz - tel. (011) 818-4918
5. Média Tensão - Engº Celso Pereira Braz - tel. (011) 818-4918
6. Altas correntes - Engº Hélio Eiji Sueta - tel. (011) 818-4723

7. Baixa Tensão - Engº Hélio Eiji Sueta - tel. (011) 818-4723

DIVISÃO DE ELETRÔNICA

1. Equipamentos Eletromédicos - Engº Jorge Ruica - tel. (011) 818-4816 / 4829
2. Radiodiagnósticos - Físico Paulo Roberto Costa - tel. (011) 818-4829 / 8137
3. Manutenção Radiológica - Engº Jorge Ruica - tel. (011) 818-4816 / 4829
4. Desenvolvimento de Software de Redes - Engº Oscar K. Uehara - tel. (011) 818-4729
5. Eletrônica de Potência - Engº Gil-

- berto Garlera - tel. (011) 818-4730

6. Sistemas Eletrônicos - Engº José Gil Oliveira - tel. (011) 818-5063

DIVISÃO DE MEDIÇÃO

1. Fotometria - Engº Elvo Calixto Burini Junior - tel. (011) 818-4727
2. Equipamentos de Medição - Engº Antônio Carlos Silos - tel. (011) 818-4725
3. Padrões Elétricos - Engº Osmar Sinzi Shimabukuro - tel. (011) 818-4725
4. Aferição e Calibração - Engº Sérgio Shiguemitsu Sato - tel. (011) 818-4725

Editorial

Uma das características do mundo atual é o rápido crescimento da Ciência, da Tecnologia e da Engenharia, capaz de proporcionar a muitos países uma boa qualidade de vida para suas populações. Este encadeamento é bastante recorrente, uma vez que o desenvolvimento sócio-econômico permite à Sociedade que se invista na Ciência e que esta, por sua vez, produza novas Tecnologias e aprimore as Engenharias com o conseqüente surgimento de novos bens e serviços. Tão importante quanto produzir isoladamente Ciência, Tecnologia e Engenharia é proporcionar o encadeamento destas atividades, uma vez que sem tais ligações a Sociedade pouco se beneficia.

Os países que maior desenvolvimento experimentaram nas últimas décadas foram exatamente aqueles que souberam realizar a ponte entre Ciência e Sociedade de maneira mais rápida e eficaz. Esta ponte normalmente é feita por entidades que estão de alguma forma ligadas à pesquisa, ao meio produtivo ou a ambos. Quanto mais facilmente fluírem os resultados da investigação para produção em larga escala de bens e serviços, mais rapidamente se beneficiará a Sociedade, que mais prontamente estará disposta a investir na Ciência.

Por envolver toda a Sociedade, este processo gigantesco de crescimento possui grande inércia e demora para adquirir velocidade. Enquanto isto não se dá, milhões de pessoas vivem de maneira totalmente inadequada, num momento em que o conhecimento humano poderia perfeitamente dar a todos os homens uma condição digna de vida.

O processo de desenvolvimento da Sociedade Brasileira sempre pecou pela grande dificuldade de relacionamento entre os grupos que desenvolvem Ciência, Tecnologia e Engenharia. A existência de entidades realizando esta aproximação entre partes é extremamente necessária. Este é o papel que o IEE/USP pretende de-

sempear dentro das áreas de Eletricidade e Energia. O IEE/USP é um Instituto Especializado da Universidade de São Paulo. Nasceu como um Laboratório da Escola Politécnica, emitindo seu



Prof. Dr. Carlos Américo Morato de Andrade
Diretor Geral do IEE/USP

primeiro relatório de ensaio em 1927. Em 1941, o IEE/USP tornou-se o Laboratório Oficial do Estado de São Paulo no campo de Eletrotécnica, deixando formalmente de pertencer à Escola Politécnica, mas mantendo vínculos muito estreitos com sua entidade de origem. Em 1986, o Conselho Universitário da USP aprovou o novo regimento do IEE/USP, definindo a sua atual situação. Desde seus primeiros dias, este Instituto tem sido um elo de ligação entre as atividades acadêmicas e empresariais no setor elétrico. O IEE/USP mantém esta marca característica até os dias atuais. Por esta razão, poder-se-ia definir a missão do IEE/USP como sendo a de "proporcionar e acelerar a interação entre Ciência e Sociedade nas áreas de Eletricidade e Energia, no âmbito da Universidade de São Paulo." São muitas as formas para a concretização deste objetivo. Do lado da ciência, aproveitando o fato de pertencer a uma Universida-

de, o IEE/USP mantém várias atividades no ensino e na pesquisa: coordena o curso de Pós-graduação Interunidades de Energia, ministra curso de Especialização de longa duração em Engenharia Clínica, oferece vários cursos de extensão na área de Distribuição de Energia Elétrica; possui grupos atuantes de pesquisa nas áreas de subestações compactas, descargas atmosféricas, motores a ímãs permanentes e controle digital, planejamento energético e sistemas fotovoltaicos. Quanto ao lado da Sociedade, o IEE/USP presta rotineiramente serviços técnicos especializados de relevante papel no aprimoramento da indústria e das concessionárias nacionais de energia elétrica. Estes serviços concentram-se em metrologia e aferições, preparo de normas técnicas, ensaios normalizados e certificação de produtos elétricos especiais. O Brasil, como membro da International Electrotechnical Commission, IEC, necessita produzir Normas Técnicas e aplicá-las a todos os produtos fabricados pela sua indústria. É vocação do IEE/USP participar da elaboração das Normas Brasileiras, como de fato o tem feito. A Certificação de Produtos, hoje essencial para a sociedade moderna, também deve ser objeto de atenção do IEE/USP. No passado, o Instituto realizou esta atividade fora do contexto que ora internacionalmente se adota. No momento, entretanto, torna-se necessário atuar no âmbito do Plano Brasileiro de Qualidade e Produtividade. Por fim, e não menos importante, está a metrologia elétrica que é a garantia básica para obediência às normas e manutenção da qualidade dos produtos. O IEE/USP, como membro da Rede Brasileira de Calibração, vem investindo continuamente em seus laboratórios de Padrões e Aferições, a fim de prestar auxílio à indústria nacional, garantindo a exatidão de suas medidas, com um conseqüente aproveitamento crescente da sua produção.



IEE em Revista é órgão informativo oficial do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária - São Paulo - SP - CEP 05509-900 - Tel. (011) 818-4639 - Fax (011) 210-7750 - Reitor da USP: Flávio Fava de Moraes - Diretoria do IEE: Diretor Geral: Carlos Américo Morato de Andrade - Diretor de Potência: Orlando Sívio Lobosco - Diretor de Energia: Adnel Meigas de Andrade - Diretor de Eletrônica: Jean Albert Bodinaud - Comissão de Divulgação: Coordenador: Orlando Sívio Lobosco - Membros: Luiz Carlos Mantovan - Gilberto Garlera - Murilo Faga - Jean Albert Bodinaud - Luiz Carlos Lopes - Geraldo Francisco Burani - Paulo Roberto Ramos - Consultor: Walfredo Schmidt - Jornalista Responsável: Paulo Roberto Ramos (MTB 24704) - Revisão: Ivanir V. de Oliveira - Diagramação: Estado-da-Arte

Entrevista

Certificação de equipamentos eletromédicos trará mais segurança à população

O Ministro da Saúde considera prioritários o controle dos equipamentos eletromédicos e a formação de pessoal especializado para evitar riscos aos pacientes

Ivanir V. de Oliveira

Em meio a mil compromissos, o Ministro da Saúde, Prof. Dr. Adib Jatene, abriu um espaço em sua agenda para falar à IEE em Revista.

Nessa entrevista, ele tocou em temas fundamentais sobre a falta de controle dos equipamentos eletromédicos, no Brasil, e a importância dos cursos de engenharia clínica para modificar essa situação.

IEE em Revista:

Em que medida o Sr. acredita que os institutos especializados, como o IEE/USP podem auxiliar na área médica?

Prof. Jatene:

A contribuição de quem tem conhecimento teórico e acesso à tecnologia é realmente bastante possível e isso vem ocorrendo, inclusive na manutenção dos equipamentos eletromédicos existentes.

IEE em Revista:

No final do ano passado o Ministério da Saúde publicou uma portaria que tornou obrigatória a certificação dos equipamentos eletromédicos antes do registro.

Essa exigência pode ser colocada em prática, porque o Laboratório Eletromédico do IEE se tornou recentemente o primeiro do país a ser credenciado pelo Inmetro, para certificação desse tipo de equipamento. Sendo assim, que consequências trará para a comunidade a publicação dessa portaria?

Prof. Jatene:

Maior segurança e a certeza de que os equipamentos utilizados pelos pacientes passaram por um determinado tipo de análise e não oferecem riscos.

IEE em Revista:

O Sr. considera que há muita falta de

controle dos equipamentos eletromédicos, no Brasil?

Prof. Jatene:

O problema é complicado.

Primeiro, porque não existe controle suficiente para liberação dos equipamen-

tos, sem ter gente qualificada para fazer o acompanhamento.

E isso está acontecendo em escala relativamente alta, no Brasil.

Como essa moderna tecnologia já está incorporada, é muito pouco provável

que haja retorno. A expectativa é que se avance ainda mais, então é fundamental a formação de profissionais para extrair dos equipamentos eletromédicos todo o seu potencial, sem risco para as pessoas que deles necessitam.

IEE em Revista:

A engenharia então está precisando se integrar mais à medicina?

Prof. Jatene:

Esse curso do IEE, de Engenharia Clínica, que é um dos cursos pioneiros no país e na USP, tem uma perspectiva de avançar bastante, porque o volume de equipamentos incorporados hoje, em um hospital, é uma coisa espantosa. É preciso haver um profissional que acompanhe o processo de licitação e aquisição para dizer o que está acima da capacidade da instituição.

Senão fica a pressão do vendedor sobre o médico e o setor administrativo.

E como hoje vivemos um período em que a tecnologia é que é importante, os hospitais acabam se promovendo à custa dos equipamentos que adquirem e não com os recursos humanos que têm. É uma coisa que precisamos rever, porque os profissionais é que devem comandar o processo e não as máquinas.

IEE em Revista:

O Brasil está muito atrasado na formação de engenheiros clínicos, em relação ao primeiro mundo?

Prof. Jatene:



Prof. Dr. Adib Jatene, Ministro da Saúde:

"Não podemos ter uma medicina para quem pode pagar e outra para quem não pode."

tos fabricados internamente.

E segundo porque existe uma quantidade extraordinariamente grande de equipamentos importados, que não tem a manutenção devida, o que pode, eventualmente, provocar riscos. Além disso, por falta de pessoal treinado, o uso pode estar muito aquém do que é possível. É absolutamente indispensável que se caminhe no sentido de formar recursos humanos capazes de fazer o acompanhamento e a manutenção preventiva desses equipamentos.

Não se justifica que sejam aplicados 2 a 3 milhões de dólares na compra de

Acho que está sim, e em boa parte porque o sistema hospitalar mantido pela área pública tem vivido ao longo dos anos um processo de desfinanciamento, o que impede que sejam feitos investimentos em coisas que não sejam absolutamente emergenciais.

É por isso que nós estamos lutando para recompor o financiamento do setor.

IEE em Revista:

Como o Sr. vê o médico e o enfermeiro diante desse incremento tecnológico?

Prof. Jatene:

O médico e o enfermeiro improvisam os cuidados com estes equipamentos.

Eles às vezes têm um treinamento curto, mas não possuem a capacitação técnica necessária para enfrentar essa atividade. Acho que esses profissionais devem tratar do doente e devemos ter pessoas especificamente capacitadas para cuidar dos equipamentos.

IEE em Revista:

Existem duas classes de hospitais no Brasil: uma minoria bem equipada, praticando uma medicina de primeiro mundo e uma maioria pouco ou nada equipada, onde a prática médica é limitada pelos recursos financeiros.

Até que ponto esses dois mundos precisam de soluções diferenciadas?

Prof. Jatene:

Nós não podemos ter uma medicina para quem pode pagar e outra para quem não pode.

A medicina tem que ser a mesma para todos, porque as pessoas são iguais e devem ter quando doentes as mesmas possibilidades. Não podemos estimular as desigualdades sociais, porque onde elas existem há decadência social e violência. Temos que oferecer a todos os recursos da moderna tecnologia, essa é a equação que precisa ser resolvida. A convivência da opulência com a miséria, em qualquer campo, sempre resultou em tragédia.

Programa de Controle de Qualidade em Radiologia Diagnóstica

Tânia A.C. Furquim, Denise Yanikian, Paulo R. Costa

A redução das taxas de repetição de exames em um departamento radiológico traz benefícios éticos, sociais e econômicos.

Um dos objetivos de um programa de controle de qualidade em radiodiagnóstico é minimizar a taxa de repetição de exames por meio da garantia da qualidade das radiografias produzidas.

Um programa completo tem seis componentes básicos: monitoração da exposição à radiação, avaliação da unidade radiográfica, sensimetria e monitoração da câmara escura, utilização das cartas técnicas, análise das taxas de repetição e treinamento. Estes componentes serão descritos brevemente a seguir.

MONITORAÇÃO DA EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO

Todo departamento de radiologia deve empregar sistemas para o acompanhamento da exposição ocupacional acumulada por seus trabalhadores.

Dosímetros termoluminescentes ou filmes podem ser utilizados e o resultado deve ser fornecido periodicamente. Além disso, a monitoração ambiental dos níveis de radiação nas imediações

da sala onde o equipamento se encontra instalado também deve ser considerada.

AVALIAÇÃO DA UNIDADE RADIOGRÁFICA

Parte dos testes de um programa de controle de qualidade pode ser feita por técnicos em radiologia adequadamente

treinados. A importância deste tipo de avaliação está ilustrada no fato de que a produção de radiação por miliampère utilizado no equipamento

deve variar cerca de 50 % de uma unidade a outra, dentro de um mesmo departamento radiológico, e até 100 % em diferentes departamentos.

Os testes funcionais mais importantes são: linearidade de mA, calibração de kVp, precisão do tempo de exposição, dimensões do ponto focal, alinhamento do feixe, coincidência dos campos de luz e de radiação-X e verificação de distâncias.

Esses ensaios devem ter uma frequência de verificação conforme recomendações internacionais como, por exemplo, a publicação 99 do *National Council on Radiation Protection*.

SENSIMETRIA E MONITORAÇÃO DA CÂMARA ESCURA

Todo programa de controle de qualidade em um departamento radiológico deve iniciar com a verificação da processadora e da câmara escura, uma vez que, se todo o processo de formação de imagem estiver funcio-

TABELA 1 - Análise de Repetições Radiográficas		
Razão p/ repetição de exposição	% de todas as repetições do departamento	
	SEM Programa de Controle de Qualidade	COM Programa de Controle de Qualidade
Erro de posicionamento	13	41
Denalidade muito clara	41	18
Densidade muito escura	32	15
Filme Branco	12	11
Movimento	1	5
Outros	1	10

quando perfeitamente e a processadora de filmes ou a câmara escura apresentarem problemas, as imagens radiográficas terão qualidade inadequada, levando à repetição do exame e acarretando doses desnecessárias ao paciente, além de gasto desnecessário de material fotográfico. Quando não se tem implementado um programa de controle de qualidade, erros no processamento de filmes ou nas condições ambientais podem levar a mais de 35% de repetições nos exames.

UTILIZAÇÃO DE CARTAS TÉCNICAS

Departamentos radiológicos que utilizam técnicas sistemáticas para todos os tipos de exame conseguem reduzir em até 25% as taxas de repetição de exames. Cerca de 70% das repetições são causadas por radiografias claras ou escuras demais. Parte desses problemas acontece devido ao processamento em câmara escura, porém, outra grande parte ocorre devido à escolha indevida de técnicas.

ANÁLISE DAS TAXAS DE REPETIÇÃO DE RADIOGRAMAS

A implementação de um programa de controle de qualidade sem o benefício da redução da taxa de repetição de exames teria pouco sentido. A Tabela 1 ilustra o efeito que programas de controle de qualidade podem ter, considerando-se o departamento de imagens médicas e o técnico individualmente. Note-se que, onde não existe um programa de controle de qualidade, muitas repetições são causadas pela qualidade técnica pobre das radiografias. (41%) e 13% do total das repetições são provocadas por erros de posicionamento. São problemas típicos nos locais onde técnicos que operam os equipamentos

têm treinamento deficiente.

O maior valor deste tipo de análise é permitir verificar a necessidade de um treinamento contínuo do staff, pois, em geral, pode-se identificar o motivo das repetições. Por fim, a análise de rejeição de radiografias e o melhor termômetro do bom funcionamento do programa, pois des-

CONTROLE DE QUALIDADE EM RADIODIAGNÓSTICO NO IEE/USP

No Brasil, até o momento, pouco se fez no sentido de incentivar a implementação de programas de controle de qualidade em radiodiagnóstico.

O primeiro esforço mais direcionado para isso resultou na Resolução SS-625,

de 14 de dezembro de 1994, que obriga serviços de radiologia a apresentarem, regularmente, um relatório de controle de qualidade em equipamentos de raios-X instalados no Estado de São Paulo.

Contudo, a conscientização dos radiologistas vem crescendo e, hoje, muitos proprietários de clínicas estão implementando programas de controle de qualidade em seus departamentos de radiologia, visando aproveitar os benefícios econômicos e a melhoria na qualidade das imagens resultantes des-

se tipo de atividade.

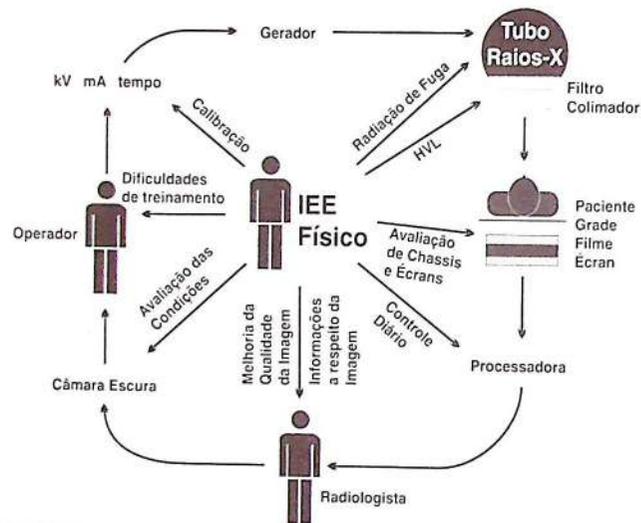
A Seção Técnica de Radiodiagnóstico do IEE/USP desenvolveu um programa de controle de qualidade para implementação em clínicas e hospitais.

Este programa, descrito esquematicamente na Figura 1, inclui a averiguação dos seguintes tópicos: controle de qualidade do processamento dos filmes, avaliação do desempenho dos equipamentos de raios-X, testes em sistemas convencionais, em sistemas de fluoroscopia, em mamógrafos, análise de rejeição de radiografias e treinamento dos técnicos do departamento.

Atualmente, este programa está sendo implementado em um hospital e duas clínicas radiológicas na cidade de São Paulo. Está, ainda, em fase inicial de implementação na Secretaria de Saúde de São José dos Campos.

Neste último caso, a implementação se dá em conjunto com o programa de manutenção preventiva da Seção Técnica de Manutenção.

FIGURA 1 - Diagrama esquemático da operação do Programa de Controle de Qualidade desenvolvido no IEE/USP



creve o grau de economia que o departamento obtém com esta implementação.

TREINAMENTO

A monitoração da qualidade radiográfica não teria sentido se não houvesse a intenção de se intervir nos resultados. Quando as variáveis tecnológicas são monitoradas e controladas, o maior fator que determina a qualidade das imagens é a atuação dos técnicos. A radiologia diagnóstica tem avançado muito rapidamente com o desenvolvimento de novos receptores de imagem, informatização e novas subespecialidades em técnicas de obtenção de imagem.

Deste modo, todo departamento de radiologia deve explorar, além de seus métodos tradicionais, as novas tendências clínicas e tecnológicas, sempre encorajando em sua equipe o anseio de renovação de conhecimento.

Capacitação Técnica

Laboratório de Aferição e Calibração

O Laboratório de Aferição e Calibração emite Certificados Técnicos, baseados em uma estrutura informatizada, que permite agilizar a obtenção das informações que a indústria necessita, na área dos instrumentos de medida. Para isso, investe continuamente na automação e na modernização dos seus procedimentos, o que possibilita ao laboratório es-

apresentação de cursos de Medidas Elétricas dos quais vários já foram realizados para profissionais de nível médio e superior, com atuação nos laboratórios industriais. Na área de pesquisa, o laboratório também executa atividades na área metroológica, envolvendo sobretudo a determinação de erros e incertezas de medição, e a confiabilidade das

mesmas. A importância dessas abordagens é sentida principalmente se observarmos que, na área de automação industrial, todo o desenrolar do processo depende do registro confiável das grandezas envolvidas.

Nesse ponto, a precisão ou exatidão tem uma valor preponderante

Mais informações: Engº Sergio S. Sato - Tel. (011) 818-4725

Calibração de instrumentos de elétricos de medição



EQUIPAMENTOS DISPONÍVEIS

Para execução de suas atividades, a seção dispõe de um laboratório com os seguintes equipamentos:

- Caixa com décadas de resistores Yokogawa, mod. 2793
- Caixa com décadas de resistores, Yokogawa, mod. 279301
- Caixa com décadas de resistores, Yokogawa, mod. 279303
- Derivador para áudio-frequências, RFL, mod. HC 17890
- Equipamento portátil para aferição de medidores de energia elétrica, Landis & Gyr, mod. TVH4.322
- Fonte padrão de tensão e corrente CA, Yokogawa, mod. 255801
- Fonte padrão de tensão e corrente CC, Yokogawa, mod. 256024 (255321, 256300 e 256400)
- Fonte padrão para calibração de instrumentos CA RFL, mod. 1967 A
- Gerador de forma de onda arbitrária Yokogawa, mod. 7051 20
- Multímetro digital, Yokogawa, mod. 756101
- Multímetro digital, Yokogawa, mod. 756201
- Fonte para medição de impedância, General Radio, mod. 1608 A.

PRINCIPAIS AFERIÇÕES

São aferidos no IEE/USP:

- Instrumentos de medição em tensão, corrente e potência alternada (50 Hz, 60 Hz e 440 Hz).
- Ohmímetro e megaohmímetro (até 611 GW e 5 kV);
- Década resistiva;
- Freqüencímetros (50 Hz a 2500 Hz);
- Medidores de energia elétrica monofásicos;
- Medidores-padrão de energia elétrica monofásicos
- Fasímetros;
- Medidores de fator de potência;
- Décadas capacitivas (100pF a 1100 F)
- Décadas indutivas (100mH a 1100 H)
- Multímetros analógicos e digitais
- Volt-ohm-ampérimetros alicate (CA e CC)
- Transdutores de tensão, corrente e potência.

tar em fase de obter seu credenciamento junto ao Inmetro.

Suas atividades se concentram em quatro áreas. O atendimento industrial realiza ensaios para fabricantes de instrumentos, efetuando aferição e calibração e fornecendo laudos técnicos de instrumentos para terceiros, na forma de prestação de serviços. Entre seus clientes estão empresas como a Siemens, Hartmann & Braun, Fluke, Toshiba, Engro, Norm, Lier, Yokogawa e outros. Outra área é o atendimento de aferição e calibração dos instrumentos usados no próprio IEE/USP. Como o Instituto está em grande parte voltado para os ensaios industriais, além de ter uma parte de pesquisa, seus instrumentos tem que estar dentro das condições de precisão e exatidão necessárias para garantir a precisão dos resultados obtidos. Essa atividade é desempenhada pelo Laboratório de Aferição e Calibração. O Laboratório participa ainda do preparo de normas técnicas da ABNT, na área específica de metrologia e colabora na

Capacitação Técnica

Laboratório de Ensaios de Equipamentos Eletromédicos



Ensaio de materiais atenuadores (blindagens)

Esse laboratório foi criado pelo Serviço Técnico de Aplicações Eletromédicas (STAMH), que pertence à Diretoria de Eletrônica do IEE/USP. Realiza ensaios em equipamentos de raio X e em equipamentos classificados como sendo de alto risco pelo Ministério da Saúde, tais como:

- Desfibriladores cardíacos;
- Eletrocardiógrafos;
- Monitores e cardioversores;
- Bisturis elétricos
- Bombas de infusão.

Seus procedimentos de ensaios são basicamente os da norma NBR IEC 601.1 - parte 1 - Equipamentos Eletromédicos - Prescrições Gerais de Segurança e os da norma BS 5714.1:89 - Medical Electrical Equipment - Part 1 - General requirements for Safety. Recentemente, o IEE/USP recebeu a auditoria do Inmetro, tornando-se o primeiro laboratório no país a ser credenciado de acordo com a decisão da Comissão de Credenciamento nº 0086 de 24.11.95, estando assim em condições de emitir certificados de conformidade dos equipamentos em questão. Tais certificados ainda não são obrigatórios no país, colocando em risco a segurança de pacientes, médicos e operadores dos equipamentos.

Procurando eliminar esse problema, o Ministério da Saúde lançou o Programa de Ensaio de Conformidade em Equipamentos para a Saúde - PECES, onde

são estabelecidas as diretrizes para a obrigatoriedade destes certificados. Os equipamentos do IEE/USP são amplamente utilizados para a produção de imagens com finalidade diagnóstica, utilizando feixes de raio X como fonte de informação, de acordo com os textos previstos pelas normas de segurança e de desempenho. Tal procedimento tem o objetivo de garantir reprodutibilidade de textos dos testes e de permitir a rastreabilidade das metodologias usadas por diversos laboratórios. Soma-se ao processo de credenciamento, a avaliação dos materiais atenuadores usados na proteção radiológica. Nesta área, a Seção Técnica de Radiodiagnóstico do IEE/USP desenvolveu o procedimento básico, também auditado pelo Inmetro. Além dos ensaios previstos nas normas internacionais de segurança e desempenho, a equipe do IEE/USP vem elaborando uma metodologia de calibração de equipamentos de medição dos parâmetros característicos de sistemas radiológicos, conhecidos por medidores não-invasivos, que para tanto usam o feixe de radiação do equipamento clínico. Também estão sendo desenvolvidas metodologias para garantir a rastreabilidade, bem como a intercomparação dos resultados de calibração obtidos no IEE/USP.

Mais informações: Eng^o Jorge Rufca - Tel. (011) 818-4816 / 4829

PRINCIPAIS ENSAIOS

(Segundo a norma NBR IEC 601.1)

- Marcação e classificação
- Potência de entrada, limitação de tensão e energia
- Aterramento
- Resistência mecânica
- Riscos de radiação
- Compatibilidade eletromag
- Prevenção contra fogo
- Erros humanos
- Exatidão de dados de operação contra saída de dados incorretos
- Operação anormal e condição de falha
- Correntes de fuga e auxiliares sobre o paciente
- Equipamentos com categoria AP e APG (riscos de exploração)
- Grau de proteção, limpeza, esterilização e desinfecção.

PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS

- Analisador de Segurança
- 601 Pro IEC Safety Analyser
- Electrosurgical Analyser 454 A
- Impulse 4000 Defibrillator Analyser

Instrumentos de Medida

- Osciloscópios digitais e analógicos
- Multímetros
- Termômetro digital
- Freqüencímetros
- Cronômetro digital
- Higrômetros
- Barômetros
- Paquímetros, micrometros
- Balanças analógicas e digitais

Instr. e equipamentos dedicados

- Martelo de impacto
- Dedo de ensaio
- Simulador de pingos
- Equipamento para aspersão e projeção de água
- Câmaras climáticas e térmicas
- Autoclave

Engenharia Elétrica aplicada à Saúde

Jean Albert Bodinaud

A engenharia tem penetrado na área de saúde, particularmente nos hospitais. A infra-estrutura hospitalar tornou-se o ponto de encontro de inúmeros especialistas da Engenharia Clínica, Engenharia Biomédica e da Física Médica. Seguindo sua vocação de Instituto Especializado, o IEE/USP participou desde o início do projeto PROEQUIPO do Ministério da Saúde, fornecendo consultores ad-hoc e trabalhando ativamente para sua implementação, que se desenvolveu em três linhas de trabalho: Engenharia Clínica, Manutenção de Equipamentos e Certificação de Qualidade de Equipamentos Eletromédicos.

1. ENGENHARIA CLÍNICA

Trata-se de um novo perfil profissional, que vem completar a equipe de engenheiros civis, mecânicos ou eletricitistas dedicados à infra-estrutura dos hospitais e dos engenheiros biomédicos e físicos médicos encarregados da tecnologia dos equipamentos.

Nos hospitais de grande porte, cada tipo de profissional encontra seu lugar e exerce sua responsabilidade no gerenciamento da tecnologia. Já nos de pequeno ou médio porte a presença de todos esses profissionais é economicamente inviável, assim como o gerenciamento da tecnologia hospitalar.

Formar o primeiro engenheiro, para não dizer muitas vezes o único, a atuar em hospital é o objetivo da Engenharia Clínica. O Engenheiro Clínico deve possuir uma sólida formação de base em eletricidade ou eletrônica e receber formação complementar nas áreas de instrumentação biomédica, de infra-estrutura e administração hospitalar, além de anatomia e fisiologia humanas. Esta formação teórica é complementada por um estágio de imersão hospitalar.

À imagem do que acontece no exterior, este novo curso foi introduzido no país simultaneamente em quatro Universidades: USP, Unicamp, UFRS e UFPB, com incentivo do PROEQUIPO do Ministério da Saúde. Na USP, este curso de especialização foi montado com participação do HU, HC, IF, EP e IEE/USP, sob a coordenação deste último, tendo já forma-

do 29 engenheiros clínicos.

2. MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Num país onde há poucos hospitais equipados, a manutenção dos equipamentos instalados é muito problemática.

Somente alguns centros de manutenção existentes estão atuando com sede fora do ambiente hospitalar.

Grandes hospitais e alguns hospitais universitários possuem centros de manutenção próprios e, mais recentemente, uma equipe de Engenharia Clínica.

Pequenos ou médios hospitais devem recorrer a centros de manutenção independentes que ainda existem em pequeno número no país.

Na área de radiologia, o IEE/USP realiza a manutenção em aparelhos da rede estadual desde 1957. A equipe técnica, especializada em radiologia diagnóstica, mantém um parque de 450 aparelhos da rede estadual. Dotado de instrumental dedicado, o pessoal do IEE/USP realiza operações de manutenção corretiva e preventiva em unidades hospitalares da Capital e do Interior.

3. CONTROLE DA QUALIDADE DE IMAGENS RADIOLÓGICAS

As técnicas de diagnóstico por imagens estão se impondo, obrigando a uma monitoração contínua da qualidade da imagem, que de fato contém a maioria dos elementos do diagnóstico.

Independentemente das operações de manutenção preventiva realizadas por pessoal técnico especializado em manutenção, o IEE/USP desenvolveu um programa de garantia de qualidade que pode ser implementado pelos próprios operadores do serviço de radiologia.

Essa atividade, implementada experimentalmente no HU/USP durante o ano de 1994, certamente contribuiu para que a Vigilância Sanitária do Estado de São Paulo incentive a implantação de programa de Controle de Qualidade em Radiodiagnóstico. Pela resolução SS-625, de 14 de dezembro de 1994, todo serviço de radiologia deve apresentar um certificado de qualidade de seus

equipamentos de raios-X.

A Associação Brasileira de Física Médica (ABFM) foi incumbida de credenciar os profissionais habilitados a prestar este serviço no Estado. A seção técnica de Radiodiagnóstico do IEE/USP credenciou seus dois físicos.

Detalhes desse programa são descritos em outro artigo desta revista. Num contrato padrão, a prestação de serviços prevê a implantação dos procedimentos de controle de qualidade e o treinamento do pessoal.

Após um treinamento de dois anos, o cliente deve estar capacitado a dar continuidade ao programa sozinho.

4. CERTIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Até o momento, a comercialização de equipamentos eletromédicos só exige o registro no Ministério da Saúde, baseado exclusivamente em informações características meramente declaratórias por parte do fabricante.

Usando critérios aceitos internacionalmente, o Ministério da Saúde está desenvolvendo o programa PECES, que tornará obrigatória a certificação de conformidade às normas de segurança dos equipamentos.

Um sistema completo está sendo montado comportando:

- Laboratórios de ensaios credenciados pertencentes à Rede Brasileira de Laboratórios de Calibração e Ensaio.
- Organismos de Certificação Credenciados.

De acordo com a portaria, atualmente em fase de preparação, a norma escolhida é a norma de segurança **NBR-IEC 601-1 - Prescrições gerais** e os procedimentos de ensaios cobrem todos os aspectos de segurança: elétrica, radiativa e mecânica.

Esses procedimentos serão exigidos num prazo de 12 meses para os equipamentos de alto risco, de 18 meses para os de médio risco e de 24 meses de vigência da portaria para todos os equipamentos.

Para ser um dos órgãos de credenciamento, o laboratório de ensaios do

IEE/USP foi auditado recentemente, tornando-se o primeiro do país a ser credenciado pelo Inmetro, sendo que a portaria deverá ser emitida a seguir.

CONCLUSÃO

No setor de equipamentos para a saúde, o IEE/USP atua de modo coordena-

do em 3 áreas bem distintas e complementares: área de ensino, especializada em Engenharia Clínica destinada a preparar um profissional de rápida inserção no ambiente hospitalar de trabalho, área de pesquisa aplicada, que possibilitou o desenvolvimento de um programa de garantia da qualidade de ima-

gens radiológicas, já aplicado em testes de campo, e área de prestação de serviços, que vai da manutenção de equipamentos radiológicos até ensaios e certificação de conformidade. Este verdadeiro tripé ilustra o modo de atuação desejado pelo IEE/USP em todas as áreas da eletrotécnica e da energia.

IEE/USP constrói edifício em madeira de reflorestamento, com experimentos energéticos inovadores

O IEE - Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo, em parceria com o IPT - Instituto de Pesqui-

toneladas de CO₂. Experimentos energéticos serão incorporados nos edifícios, com iluminação zenital e utiliza-

de calor da superfície com o subsolo. Esse tipo de experiência ainda não foi realizado em nenhuma construção no país. O projeto arquitetônico foi coordenado pelo Prof. Ualfrido Del Carlo, da Faculdade de Arquitetura e

Urbanismo, e a técnica construtiva, conhecida como "Balloon Frame", por causa da leveza, foi desenvolvida no IPT - Divisão de Recursos Florestais, pelo engenheiro Reinaldo Ponce e equipe. O apoio financeiro é de organismos da própria Universidade, da International Energy Initiative e da iniciativa privada, com a participação de empresas como Sincol (porta e janelas), Gerdau (pregos especiais) e Montana (tratamento da madeira), Pirelli e outras.



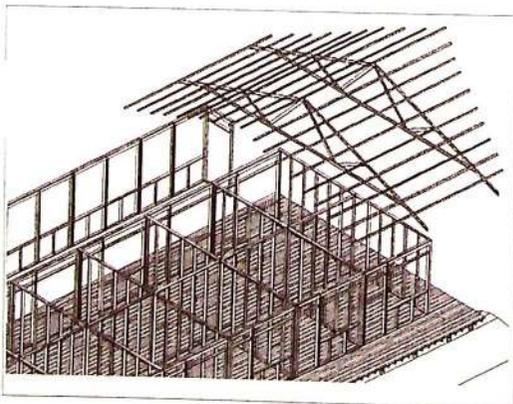
A construção em fase de montagem

ção de energia elétrica de células solares fotovoltaicas para abastecimento do sistema de iluminação e acionamento dos micro-computadores. Como forma de racionalizar o uso da

energia, o sistema de iluminação será

Detalhe da Estrutura de madeira

dotado ainda de lâmpadas fluorescentes compactas. O experimento mais inovador é um sistema de conforto térmico, que insuflará ar resfriado pelo subsolo para o ambiente, a uma temperatura de 18°C. Esse sistema vai permitir a substituição do ar condicionado, com a vantagem de que o ar é renovado, já que há uma troca



Maiores Informações: Adnei Melges de Andrade - Tel.(011) 818-4839

sas Tecnológicas, está construindo na Cidade Universitária um conjunto arquitetônico com técnicas construtivas em madeira, nunca antes colocadas em prática no Brasil. O prédio, que vai abrigar o Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia da USP, é o que se pode chamar de uma construção ecologicamente correta. O edifício está sendo construído com eucalipto geneticamente melhorado, o que implica em várias vantagens. O custo é três vezes menor que o de uma construção em alvenaria e o tempo de execução é consideravelmente menor. Do ponto de vista ambiental, são enormes os benefícios para limpeza da atmosfera terrestre. Basta dizer que a produção de cada metro cúbico de madeira implica na absorção de 1,8

Normas

Atuação do IEE-USP na normalização de produtos para Radiodiagnóstico - Projeto PADCT

Paulo Roberto Costa - STAMH - IEE/USP

O IEE/USP vem participando das Comissões de Estudo do Comitê Brasileiro de Eletricidade (COBEI) há vários anos, em particular, nas Comissões 62.2 **Equipamentos de raios-X para tensão não superior a 400 kV e acessórios** e 62.3 **Equipamentos para terapia por radiações de alta energia e equipamentos para medicina nuclear**.

Estas comissões concluíram, em 1994, a norma **Segurança e desempenho de equipamento elétrico para radiologia médica - Terminologia**, baseada na norma IEC 788 **Medical Radiology - Terminology**.

Mais recentemente, foi concluída a norma **Exigências gerais para proteção contra radiação em equipamentos de raios-X para fins diagnósticos**, baseada na norma IEC 601.1.3.

O empenho na publicação de normas brasileiras (ABNT) baseadas nestas publicações internacionais, bem como o desenvolvimento de ensaios de conformidade, visando a certificação de equipamentos desta natureza, é uma das atuais metas do IEE/USP e vem de encontro às indicações do Sistema de Ga-

rantia da Qualidade de Produtos Médico-Hospitalares, publicadas na Portaria 2.043 do Ministério da Saúde de 12/12/94.

A Seção Técnica de Radiodiagnóstico do IEE/USP, como apoio do subprograma TIB do PADCT, vem trabalhando na elaboração de textos-base normativos para radiologia diagnóstica.

Este projeto permitiu que um grupo de especialistas em radiologia avaliasse versões brasileiras de dez textos normativos baseados nas produções IEC.

O projeto previu a contratação de pessoal para a tradução e adaptação destes textos, de modo que a CE 62.2 receberá as normas em etapas finalizadas.

Este trabalho teve por objetivo otimizar o processo de produção de normas nacionais, provendo os fabricantes e usuários de equipamentos radiológicos, textos normativos coerentes com a filosofia internacional de normalização. Além disso, o projeto viabilizou parte da montagem de uma série de ensaios de conformidade, com base nas normas elaboradas. Estes ensaios estão em fase

de credenciamento junto ao Inmetro, juntamente com uma vasta série de outros, baseados nas normas da série IEC 601.1 (Segurança de equipamentos eletromédicos) e o desenvolvimento destes métodos tem gerado diversos projetos de pesquisa no IEE/USP. Impulsionados pelo sucesso do projeto citado, pesquisadores do IEE/USP solicitaram novo financiamento ao PADCT/FINEP, visando dar continuidade à elaboração de normas na área da radiologia diagnóstica. Dentre os textos que foram sugeridos para serem transformados em normas nacionais, em um período de 18 meses, encontram-se três textos normativos da série 601.1 da IEC, bem como outros cinco relacionados a ensaios de caracterização de intensificadores de imagem e seis sobre controle de qualidade em departamentos de imagem. Este projeto foi recomendado pelo PADCT e encontra-se aguardando sua contratação.

Mais informações: Bel. Física Paulo Roberto Costa - Tel. (011) 818-4816/4829

Convênios e Contratos

Manutenção de equipamentos radiológicos

Desde 1955 o IEE/USP mantém um convênio com a Secretaria de Estado da Saúde para manutenção de equipamentos de raio-X para fins de diagnóstico médico.

Esse convênio tem como objetivo não só a manutenção preventiva e corretiva, como também o planejamento das instalações, transferências de equipamentos e a aplicação de Programa da Qualidade da Imagem Radiológica.

Com a descentralização da saúde pelo S.U.S., a atividade foi estendida às Secretarias Municipais de Saúde, tais como

as de São José dos Campos e Itapeverica da Serra. Atualmente, o IEE/USP é responsável por manter 312 equipamentos da Secretaria de Estado da Saúde, 9 do Hospital Heliópolis, 7 da Secretaria Municipal de Saúde de São José dos Campos e 11 de Itapeverica da Serra. Além desses, o IEE/USP mantém 13 equipamentos na USP sendo 11 do Hospital Veterinário e 2 da Faculdade de Saúde Pública.

Outra atividade em andamento diz respeito à implantação do Programa de Qualidade em Radiologia Diagnóstica

(veja artigo nesta edição). Este Programa, desenvolvido no IEE/USP, vem sendo aplicado na Unidade Radiológica Paulista desde o início de 1995.

Atualmente, o programa cuida da otimização do desempenho de 17 equipamentos de radiologia convencional (incluindo fluoroscopia e portáteis), 3 mamógrafos e 6 processadoras de filme. Além disso, as equipes de técnicos em radiologia vêm sendo treinadas, visando a redução do número de radiografias rejeitadas devido à baixa qualidade das imagens.