



Instituto de Eletrotécnica e Energia
Av. Prof. Luciano Gualberto 1289 - São Paulo - CEP 05508-900 / SP - Brasil - Tel.: (011) 818 47 17 - Fax: (011) 210 77 50
<http://www.iee.usp.br>

Biblioteca
Prof. Fernando Albu

IEE

Instituto de Eletrotécnica e Energia



USP

Universidade de São Paulo

IEE/USP
2000



INSTITUTO DE ELETROTÉCNICA E ENERGIA USP
BIBLIOTECA Profª Feresca Tullin
3469

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

(<http://www.usp.br>)

São Paulo - Brasil

Reitor

Jacques Marcovitch

INSTITUTO DE ELETROTÉCNICA E ENERGIA (IEE/USP)

(<http://www.iee.usp.br>)

Diretor Geral

Orlando Sílvio Lobosco (lobosco@iee.usp.br)

Diretor Administrativo

Antônio dos Prazeres (antoniop@iee.usp.br)

Diretor de Prestação de Serviço

Geraldo F. Burani (burani@iee.usp.br)

Diretor de Ensino

Carlos Américo Morato de Andrade (morato@iee.usp.br)

Endereço para Correspondência

Av. Prof. Luciano Gualberto 1289 - São Paulo - CEP 05508-900 / SP - Brasil

Telefones (011) 818 47 17; Fax: (011) 210 77 50

<http://www.iee.usp.br>

MISSÃO DO IEE/USP

Propiciar, incentivar e realizar a interação entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, no âmbito da Universidade de São Paulo, nas áreas de Energia e Eletricidade.

Sumário

Apresentação	01
Prestação de Serviços	03
Ensino	19
Pesquisa	23
Corpo Técnico e Suas Áreas de Atuação	31

Projeto Gráfico, Capa e Edição Eletrônica
Elaine Cristina Machtans

Fotografia
Externas: Romulo Fasanaro Filho
Internas: Alcio Katsuyoshi Shimizu

Consultor e Revisor Editorial
Walfredo Schmidt



Laboratório de Alta Tensão



Subestação Compacta



Prédio de Energia



Laboratório de Materiais



Laboratório de Máquinas



Salas de Pós-Graduação

APRESENTAÇÃO

O Instituto de Eletrotécnica e Energia – IEE, é um Instituto Especializado da USP, dedicado à *Prestação de Serviços, Pesquisa e Desenvolvimento* e aos *Ensaios*.

Há mais de 50 anos, o IEE/USP realiza a interação entre a Universidade e a Sociedade.

Através de *Ensaios de Calibrações* e de *Certificação*, e colaborando na elaboração de Normas Técnicas, os especialistas do IEE/USP vêm participando continuamente no aprimoramento do sistema produtivo brasileiro. O Instituto se moderniza constantemente para, junto à indústria energética nacional, prestar o apoio de que esta necessita.

Criado em 1941, sob a designação de Instituto de Eletrotécnica - IE, com a finalidade de auxiliar a ascendente indústria elétrica paulista, nasceu dentro da Escola Politécnica como uma instituição universitária e, assim, está bastante ligado à formação de muitas gerações de engenheiros eletricitistas, até a data de hoje.



PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

LABORATÓRIOS DE ENSAIOS PARA CERTIFICAÇÃO COMPULSÓRIA DE PRODUTOS

❑ Seção Técnica de Equipamentos para Atmosferas Explosivas

Os ensaios executados pelo Laboratório de Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas têm como objetivo verificar o grau de segurança



Análise Cromatográfica dos Gases envolvidos nos ensaios de Equipamentos para Atmosferas Explosivas

que os equipamentos elétricos possuem quando são instalados em locais onde existam ou possam existir misturas explosivas, uma vez que esses instrumentos podem produzir centelhas elétricas ou aquecimento superficial.

Com a atualização das normas feitas pelas comissões técnicas do COBEI (Comitê Brasileiro de Eletricidade) em relação aos equipamentos elétricos para atmosferas explosivas, segundo a regulamentação da utilização dos mesmos para as áreas classificadas através da portaria 121 do INMETRO, torna-se necessária a recertificação desses equipamentos. A certificação de Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas deve ser feita através dos Organismos de Certificação Credenciados (OCC).

Os principais ensaios para caracterização da proteção de invólucros à prova de explosão são:

- 1- Análise do projeto do equipamento;
- 2- Ensaio para determinação da pressão de referência;
- 3- Ensaio de propagação.
- 4- Ensaio de sobrepressão estática.

Equipamentos Eletromédicos

A Seção Técnica de Ensaios de Equipamentos Eletromédicos tem como objetivo ensaiar equipamentos eletro-eletrônicos utilizados na prática médica, sendo atualmente único laboratório no Brasil credenciado para executar ensaios em 6 normas particulares da Série IEC 601-2 e de várias outras.

Serviços prestados pela Seção:

1. Ensaios para Certificação de Produtos

Adotadas como compulsórias pelo Ministério da Saúde, por meio das Portarias números 2663 de Dezembro de 1995 e 155 de Janeiro de 1997, as Normas Técnicas da série IEC 601 e a Norma NBR IEC 601-1/94 são utilizadas para os Ensaios de Certificação de Produto.

2. Ensaios de Adequação

Os ensaios de adequação são essenciais para preparar o produto às exigências do processo de certificação. São realizados de acordo com as exigências das normas IEC ou outras normas pertinentes.

Principais ensaios:

- Identificação, marcação e documentos acompanhantes;
- Limitação de tensão e/ou energia;
- Gabinetes e lampas protetoras;
- Separação;
- Aterramento de proteção e aterramento funcional;

- Correntes de fuga permanentes e auxiliares através do paciente;
- Rigidez dielétrica;
- Proteção contra riscos mecânicos;
- Proteção contra riscos de radiação indesejada ou excessiva;
- Exatidão de dados de operação;
- Operação anormal e condições de falha;
- Prescrições para construção;

3. Ensaios de Apoio ao Desenvolvimento de Produto

Aplicados em protótipos ou módulos específicos do equipamento eletromédico para auxiliar no desenvolvimento de novos produtos ou adequação de novas tecnologias.

4. Ensaios de Caracterização de Produtos Radiológicos

Ensaios dedicados à caracterização de produtos utilizados em radiologia diagnóstica e radioproteção.



Dispositivos para Ensaios de Rigidez Dielétrica

Principais ensaios:

- Avaliação de desempenho de equipamentos de raios-X;
- Caracterização de grades anti-espalhamento;
- Características de pontos focais de tubos de raios-X;
- Propriedades de materiais utilizados em radioproteção;
- Avaliação de EPIs destinados à proteção radiológica.

5. Calibração de Medidores

Calibração e ajuste de dispositivos utilizados para avaliação de modo invasivo ou não-invasivo de parâmetros elétricos de equipamentos radiológicos.

Principais ensaios:

- Calibração de medidores não-invasivos de kVp;
- Calibração de medidores não-invasivos de tempo de exposição;
- Calibração de medidores invasivos de mAs.

Credenciamentos existentes junto ao INMETRO/RBLE

- NBR IEC 601.1/94 - Equipamento Eletromédico - Parte 1 - Prescrições Gerais para Segurança. Equipamento Eletromédico.
- IEC 601.1/88 - Medical Electrical Equipment - Part 1 - General Requirements for Safety. Equipamento Eletromédico.

- BS 5724.1/89 - Medical Electrical Equipment - Part 1 - General Requirements for Safety. Equipamento Eletromédico.
- IEC 601.2.25.93 Medical Electrical Equipment - Part 2 - Particular requirements for the safety of electrocardiographs Eletrocardiógrafo.
- Projeto de Norma ABNT 03.062.04-011.91 - Equipamento para monitoração de ECG - Prescrições particulares de segurança - Procedimento. Eletrocardiógrafo.
- IEC 1331-1.94 - Protective devices against diagnostic medical X - radiation - Part 1: Determination of attenuation properties of materials. Equipamento de raios-X .
- IEC 658.79 - Radiograph intensifying screens for medical use - Dimensions. Equipamento de raios-X .
- IEC 806.84 - Determination of the maximum symmetrical radiation field from a rotating anode X-ray tube for medical diagnosis. Equipamento de raios-X.
- IEC 336.96 - X-ray tube assemblies for medical diagnosis - Characteristics of local spots. Equipamento de raios-X.
- IEC 627.78 - Characteristics of anti-scatter grids used in X-ray equipment. Equipamento de raios-X.
- Procedimento Interno 95LS61PR00X - Procedimento de calibração de medidores não invasivos de tensão de aceleração. Equipamento de raios-X.

- Procedimento Interno 95LS64PR00X - Procedimento de calibração de medidores de tempo de exposição. Equipamento de raios-X.
- Procedimento Interno 95LS65PR00X - Procedimento de calibração de medidores invasivos de corrente anódica. Equipamento de raios-X.
- Procedimento Interno 95LS66PR00X - Procedimento de ensaio de medidores invasivos da linearidade do produto corrente X tempo. Equipamento de raios-X.
- IEC 601-1-3/94 Medical electrical equipment Part 1: General requirements for safety - 3. Collateral standard: General requirements for radiation protection in diagnostic X-ray equipment. Equipamentos de raios-X.
- IEC 601-2-2/91 Medical electrical equipment Part 2: Particular requirements for the safety of high frequency surgical equipment. Bisturi elétrico.
- IEC 601-2-4/83 Medical electrical equipment Part 2. Particular requirements for the safety. Desfibrilador cardíaco.
- BS5724 Section 24/85 Section 2.4 Specification for cardiac defibrillators and cardiac defibrillator-monitors. Desfibrilador cardíaco.
- IEC 601-2-7/87 Medical electrical equipment Part 2: Particular requirements for the safety of high-voltage generators of diagnostic X-ray generators. Equipamentos de Raios-X.

- IEC 601-2-26/94 Medical electrical equipment Part 2: Particular requirements for the safety of electroencephalographs. Eletroencefalógrafo.
- IEC 601-2-27/94 Medical electrical equipment Part 2: Particular requirements for the safety of electrocardiographic monitoring equipment. Monitor de ECG.
- ANSI Z 79.9/79 American National Standard of humidifiers and nebulizers for medical use. Nebulizador.

☐ Aplicações em Diagnóstico por Imagem - STADI

Existe uma classe de equipamentos eletromédicos destinados à obtenção de diagnósticos a partir de imagens. Fazem parte deste grupo os seguintes equipamentos: raios-X convencionais, fluoroscópicos, mamógrafos, odontológicos, CT, ultrassom, ressonância magnética etc., pois produzem este tipo de imagens, em forma de filmes ou digitalizadas.

O grande problema deste grupo de equipamentos eletromédicos é tentar garantir a precisão necessária para se obter uma boa imagem diagnóstica sem causar danos maiores aos pacientes e operadores, como por exemplo serem submetidos desnecessariamente à radiação. Para isso, todos os parâmetros que contribuem para a formação da imagem devem estar seguindo critérios rígidos de desempenho estabelecidos por normas nacionais e internacionais.

Esta seção atua nestes tipos de equipamentos e realiza vários tipos de ensaios nas clínicas a fim de garantir a concordância com os critérios legais.

Serviços prestados pela Seção

Voltada a adequar clínicas, consultórios e hospitais às normas técnicas e portarias nacionais e internacionais, esta seção centraliza suas atenções em três atividades principais:

1. Testes de aceitação:

Realizados especialmente em equipamentos emissores de radiação X. A finalidade é demonstrar que as características do equipamento estão dentro das tolerâncias especificadas por normas técnicas. Alguns requisitos são impostos pela legislação. Outros requisitos e especificações podem estar



Ensaio de Controle de Qualidade

contidos no contrato de pedido, no manual de instruções do fornecedor ou em outras normas, tais como as normas da série IEC 601.

Categorias diferentes de testes são realizadas por:

- inspeção visual;
- ensaios funcionais;
- desempenho do sistema.

Assim, a partir de critérios normalizados são fornecidos documentos de aprovação das instalações.

2. Implementação de programas de garantia da qualidade (PGQ)

Uma vez instalado, o equipamento utilizado para diagnóstico por imagem deve garantir o seu bom funcionamento associado ao melhor diagnóstico para o paciente, com a menor dose absorvida. Após ser aprovado para utilização, de acordo com a resolução estadual SS 625 de 14 de dezembro de 1994 e portaria federal 453 de 02/06/1998, o equipamento de raios-X deve passar por ensaios funcionais e de desempenho periodicamente.

Além dos equipamentos, todo o departamento de raios-X conta com a qualidade implementada por uma equipe de físicos, engenheiros e técnicos, adequando-o à legislação vigente. As atividades para se conseguir este nível de qualidade envolvem:

- levantamento radiométrico, conforme legislação estadual;
- monitoração de radiação de fuga em cúpulas de equipamentos de raios-X;
- análise de rejeição de radiografias rejeitadas;
- verificação das câmaras escuras;
- sensitometria em processadoras convencionais;

- controle de processadoras digitais;
- elaboração de memorial descritivo de proteção radiológica;
- análise ambiental de acordo com portarias nacionais;
- análise de EPIs (Equipamentos de Proteção Individual).

Estes serviços atuam continuamente em departamentos de diagnóstico por imagem e fornecem relatórios oficiais.

3. Avaliação de equipamentos de raios-X

Após utilização por períodos muito longos, os equipamentos de raios-X não produzem o resultado que deveriam e por serem antigos não existem peças de reposição disponíveis no mercado capazes de sanar seus problemas de manutenção. Após análise detalhada do equipamento, uma equipe especializada atua:

- realizando inspeções da parte elétrica,
- analisando o rendimento do feixe de radiação;
- avaliando as atuais instalações;
- fazendo o levantamento do custo para recuperar adequadamente um equipamento parado, e
- elaborando de laudo técnico sobre condições gerais e específicas do equipamento.

4. Treinamentos de técnicos em radiologia

Com a implementação de PGQs, em geral conclui-se que existem alguns técnicos que ficaram desatualizados em relação às novas tecnologias de equipamentos ou que estão distantes dos princípios de proteção radiológica tão necessários em áreas de atuação especializadas. Esta equipe oferece cursos para estes profissionais, sempre adequando-os às necessidades da instituição em que estão inseridos.

LABORATÓRIOS DE ENSAIOS NORMALIZADOS

Seção Técnica de Aparelhos e Materiais Elétricos

Nos laboratórios da Seção Técnica de Aparelhos e Materiais Elétricos é possível atender às necessidades dos fabricantes e usuários de cabos cobertos, acessórios de linhas de distribuição (isoladores poliméricos, amarrações, espaçadores, conectores, pré-formados) e matérias-primas utilizadas em isolações elétricas.

É do conhecimento que, das características das matérias-primas depende um projeto racional, o que definirá a durabilidade e as demais características que o produto venha a apresentar. Os procedimentos técnicos na sua determinação obedecem às normas técnicas de ensaios, destacando-se as da ABNT, IEC, VDE, NEMA e ASTM.



Ensaio de Tíhamento Elétrico

Os aparelhos e componentes, por seu lado, são ensaiados para se estabelecer as características operacionais, tais como as condições de funcionamento com correntes e tensões normais e anormais, curvas de atuação de dispositivos de proteção, comportamento elétrico e mecânico perante correntes de curto-circuito e outras.

Existem também procedimentos específicos de ensaio, solicitados pelos fabricantes, estando o Laboratório de Aparelhos e Materiais Elétricos capacitado a executá-los.

Dentro dessa gama, destacam-se os ensaios feitos nos seguintes materiais, componentes e aparelhos:

1. De matérias-primas:
 - Caracterização de isolantes sólidos e líquidos;
 - Caracterização de materiais condutores.
2. De componentes elétricos:
 - Fios e cabos de média e baixa tensão;
 - Cordoalhas;
 - Pisos e placas condutivas para fins hospitalares e industriais;
 - Barramentos blindados e não-blindados;
 - Conectores eletromecânicos de baixa e média tensão.
3. De aparelhos elétricos:
 - Tomadas e soquetes de baixa tensão;
 - Dispositivos de manobra, tais como disjuntores, seccionadores e contadores;
 - Dispositivos de proteção, tais como relés de sobrecarga, relés de curto-circuito e fusíveis, particularmente na determinação de suas curvas de tempo de atuação x corrente;
 - Religadores;
 - Painéis de manobra e cubículos de baixa e média tensão.

Seção Técnica de Máquinas Elétricas

Sendo um dos pilares do IEE, o Laboratório de Máquinas Elétricas sempre desempenhou sua missão de apoio tecnológico à comunidade científica e empresarial. No passado, importante foi a sua atuação no pós-guerra como apoio a diversas indústrias do ramo elétrico, especificamente na área de motores e transformadores. O Laboratório está operando em suas novas instalações com capacidade para 600 KVA em corrente alternada e 450 KW em corrente contínua e tensões até 138 kV.

Dentre as principais atividades do Laboratório estão os ensaios de rotina e de tipo de motores de indução; motores fracionários (de pequeno porte); motores de corrente contínua; geradores; transformadores de distribuição, de força e para pequenos aparelhos; estabilizadores de tensão; sistemas ininterruptos de energia (no breaks) e diversos outros equipamentos similares. O Laboratório também recebeu do INMETRO o credenciamento para ensaios em motores de corrente alternada e transformadores.

Principais ensaios:

1. Motores de indução:
 - Medição de resistência elétrica dos enrolamentos;
 - Ensaio em vazio;
 - Rotor bloqueado;
 - Determinação de característica de desempenho;
 - Elevação de temperatura;
 - Medição da resistência do isolamento;
 - Tensão suportável à frequência nominal.
2. Transformadores:
 - Medição da relação de transformação;
 - Medição da resistência elétrica dos enrolamentos;
 - Medição da resistência de isolamento;
 - Ensaio em vazio;

- Determinação da impedância de curto-circuito;
- Elevação de temperatura;
- Tensão suportável à frequência nominal;
- Tensão induzida;
- Medição de ruído acústico;
- Medição da impedância de seqüência zero;
- Medição de harmônicos na corrente de excitação;
- Determinação de regulação e do rendimento.

3. Máquinas síncronas:

- Medição da resistência de isolamento;
- Medição da resistência dos enrolamentos;
- Tensão suportável à frequência nominal;
- Ensaio de seqüência de fases;
- Medição da distorção harmônica da tensão gerada;
- Ensaio de sobrevelocidade;
- Determinação da característica em V;
- Determinação das perdas e do rendimento;
- Ensaio de elevação de temperatura;
- Determinação das grandezas de máquinas síncronas.



Vista do Laboratório de Máquinas Elétricas

4. Máquinas de corrente contínua:

- Medição da resistência de isolamento;
- Medição da resistência elétrica dos enrolamentos;
- Tensão suportável à frequência nominal;
- Ensaio em vazio;
- Verificação da polaridade;
- Elevação de temperatura;
- Verificação de comutação;
- Determinação do rendimento;
- Ensaio de sobrevelocidade.

5. Estabilizadores de tensão:

- Harmônicos de corrente e tensão;
- Curto-circuito;
- Sobrecarga;
- Grau de tensão e corrente;

- Tensão aplicada;
- Resistência de isolamento;
- Eficiência;
- Fator de potência;
- Sobretensão e sobrecorrente;
- Estabilização;
- Proteção de sobrecorrente e sobretensão.

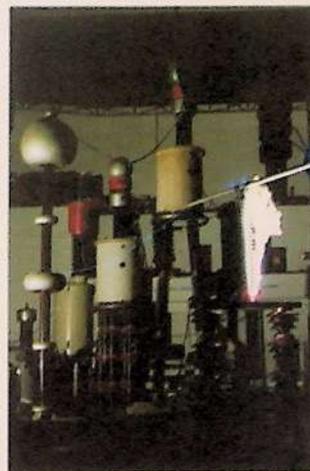
Seção Técnica de Alta Tensão

O laboratório da Seção Técnica de Alta Tensão atende, normalmente, as grandes concessionárias de energia e empresas do setor elétrico do Brasil e de outros países, tais como CEB, CESP, CHESF, CPFL, E.B.E., E.P.T.E., ABB, AEG, ALCOA, Balestro, Camargo Correa, Berguen-Munk, EnergyS (Argentina), Framatome, Inepar, ITB, LAELC, Lorenzetti, PLP, Raychem, Sadi-Vigesca, Sanyo, Siemens, Spig, Toshiba, entre outras.

Além da prestação de serviços a estas empresas, os projetos de pesquisa também encontram espaço na rotina do laboratório, podendo qualquer empresa solicitar um projeto ao Laboratório de Alta Tensão.

Principais Ensaios:

- Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2/50 μ s) até 2.000 kV;
- Tensão disruptiva de impulso atmosférico a 50 % (1,2/50 μ s) até 2.000 kV;
- Impulso de manobra até 1.300 kV;
- Tensão suportável em 60 Hz até 800 kV a seco e sob chuva;
- Tensão disruptiva em 60 Hz até 800 kV a seco e sob chuva;
- Medição da tensão de radiointerferência;
- Medição do fator de potência do isolamento;
- Medição da intensidade de descargas parciais;
- Medição da corrente de fuga;
- Corona visual.



Execução de um ensaio de Alta Tensão

Laboratório de Média Tensão

O Laboratório de Média Tensão realiza a maioria dos ensaios previstos para pára-raios de carboneto de silício, alguns ensaios em pára-raios de óxidos metálicos, seccionadores, transformadores, religadores e outros equipamentos com classe de tensão até 15 kV, normalmente utilizados na distribuição de energia elétrica. Além destes, é possível a realização de ensaios de impulso de tensão e corrente em equipamentos eletrônicos, tais como centrais telefônicas, televisores, terminais de vídeo, relés, etc.



Gerador de Impulso de Corrente

Principais Ensaios:

Em pára-raios:

- Tensão disruptiva em frequência industrial;
- Tensão residual (8/20 μ s);
- Tensão disruptiva de impulso atmosférico;
- Corrente elevada;
- Corrente de impulso retangular de longa duração;

- Medição da tensão de radiointerferência;
- Medição da tensão de referência em resistores de ZnO;

Em outros equipamentos:

- Impulso de corrente (8/20 μ s);
- Impulso de tensão (1,2/50 μ s - até 10 kV);
- Medição da tensão de radiointerferência;
- Ensaio de onda combinada de impulso e tensão;
- Medição da corrente de fuga.

▣ Seção Técnica de Altas Correntes

A Seção Técnica de Altas Correntes conta com 2 laboratórios de ensaios: o Laboratório de Altas Correntes (LAC) e o Laboratório de Dispositivos de Baixa Tensão (LDBT). Estes laboratórios atuam principalmente na área de pesquisa e ensaios em equipamentos elétricos de baixa tensão. Possui vários serviços credenciados pelo INMETRO, pertencendo a Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE).

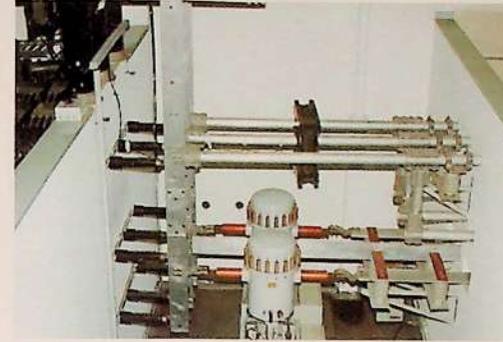
Este laboratório tem capacidade de curto-circuito de até 75 MVA em tensões a partir de 186 V até 980 V em corrente alternada, trifásica.

Como principal fonte possui um transformador trifásico, de potência nominal de 3MVA, tensões de 13800/760-440-380-220 V, ajustável no primário em derivações de + 18%, com degraus de 6%.

Com esta fonte é possível realizar diversos tipos de ensaios em equipamentos elétricos de baixa e alta tensão, além de pesquisas e estudos onde se utilizam as correntes de curto-circuito.

Principais Ensaiois

1. Ensaiois em disjuntor de baixa tensão (Serviços Credenciados pelo INMETRO):
 - interrupção até 35 kA/600 V;
 - corrente suportável de curta duração até 30 kA/ 1 s;
 - sobrecarga;
 - durabilidade elétrica e mecânica.
2. Ensaiois em Chaves Interruptoras de Baixa Tensão:
 - capacidade nominal de estabelecimento e interrupção;
 - corrente suportável de curta duração;
 - corrente nominal de estabelecimento em curto-circuito;
 - durabilidade elétrica e mecânica.
3. Ensaiois em transformadores:
 - curto-circuito em transformadores de potência de até 225 kVA (Serviço Credenciado pelo INMETRO);
 - corrente térmica e dinâmica em transformadores de corrente até 30 kA/1 s;
 - curto-circuito em transformadores de potencial de até 13,8 kV.
4. Ensaiois em corrente contínua:
 - interrupção (fusíveis, disjuntores, chaves) até 10 kA/ 1000 Vcc;
 - durabilidade elétrica e sobrecarga em C.C. (disjuntores e chaves).
5. Ensaio de corrente suportável de curta-duração em cubículos, seccionadores de alta tensão, barramentos blindados, quadros da distribuição, conectores, emendas, cabos, etc. (Serviço Credenciado pelo INMETRO).
6. Ensaio de interrupção de corrente alternada em fusíveis de baixa-tensão.



Chave Síncrona

▣ Laboratório de Dispositivos de Baixa Tensão

O Laboratório de Dispositivos de Baixa Tensão, foi criado para complementar o Laboratório de Altas Correntes na realização de ensaios em equipamentos de baixa-tensão.

Na faixa de 5V a 500V e correntes de até 350A, este laboratório realiza, entre outros, ensaios de sobrecarga, vida elétrica e calibração de equipamentos elétricos de baixa tensão.

Principais Ensaiois:

1. Ensaiois em disjuntores de baixa tensão:
 - Calibração;
 - Sobrecarga;
 - Elevação de temperatura;
 - Durabilidade elétrica e mecânica;

- Tensão suportável a frequência industrial
 - Interrupção da corrente nominal.
2. Ensaiois de contadores de baixa-tensão:
 - Elevação de temperatura;
 - Verificação dos limites de operação;
 - Verificação das propriedades dielétricas;
 - Verificação da capacidade nominal de estabelecimento e interrupção;
 - Verificação de capacidade de suportar correntes de sobrecarga;
 3. Ensaiois em chaves de baixa-tensão (seccionador e interruptor):
 - Verificação dos limites de elevação de temperatura;
 - Verificação das características dielétricas;
 - Verificação das capacidades nominais de estabelecimento e interrupção;
 - Verificação da durabilidade elétrica e mecânica.



Vista do Laboratório de Baixa Tensão

4. Ensaios em fusíveis de baixa-tensão:

- Ensaio de verificação da potência dissipada nominal;
- Levantamento da característica tempo-corrente de fusão;
- Ensaio de elevação de temperatura.

❑ Laboratório de Fotometria

O Laboratório de Fotometria do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo tem por objetivo servir a comunidade com atividades nas áreas de luminotécnica, colorimetria e fotometria, contemplando desde a prestação de serviços até a consultoria técnica.

Principais atividades do Laboratório de Fotometria

1. Lâmpadas incandescente: ensaio de elevação de temperatura da base, medição dos parâmetros elétricos, determinação do fluxo luminoso e determinação da eficiência luminosa, determinação de intensidade luminosa e ensaio de vida;
2. Lâmpadas a descarga em gases: ensaio da tensão de acendimento, medição dos parâmetros elétricos, determinação do fluxo luminoso, da eficiência luminosa e ensaio de vida;
3. Reatores convencionais e de referência para lâmpadas a descarga em gases: verificação quanto à influência magnética, medição dos parâmetros elétricos, ensaios de elevação de temperatura, ensaio de resistência do isolamento, ensaio de tensão aplicada e ensaio de durabilidade térmica dos enrolamentos;

4. Ignitores para LVSAP (lâmpadas a vapor de sódio em alta pressão): verificação de funcionamento e determinação dos parâmetros principais do pulso de tensão gerado;
5. Dispositivos para sinalização náutica, aeronáutica e rodoviária (foco de semáforo): determinação de distribuição da intensidade luminosa, transmitâncias, coordenadas de cromaticidade e divergência vertical;
6. Luminárias: distribuição de intensidade luminosa, determinação do rendimento, determinação de iluminâncias conforme NBR 10672 e NBR 10304;
7. Reatores e conversores eletrônicos para lâmpadas a descarga e incandescentes;
8. Determinação espectro-radiométrica relativa;
9. Calibração de fotômetros;
10. Medições de níveis de iluminância;
11. Consultoria / pesquisa nas áreas de fotometria, colorimetria e luminotécnica;



Esfera Integradora de Ulbricht

❑ Seção Técnica de Equipamentos de Medição

O Laboratório de Equipamentos de Medição, que iniciou suas atividades em 1975, desenvolve sua atuação, tradicionalmente, no atendimento de indústrias e concessionárias de energia elétrica, executando os ensaios de rotina e de tipo em transformadores para instrumentos, de acordo com as normas da ABNT, da ANSI e da IEC, bem como na calibração de instrumentos e equipamentos de medição em alta tensão e altas correntes.

Sendo o único laboratório credenciado pelo INMETRO na sua atividade, concentra seus serviços atualmente na calibração de derivadores em CC até 1500A de amperímetros de corrente contínua tipo alicate até 1500A e de corrente alternada até 5000A em 60Hz; de fontes de alta tensão e aparelhos para ensaio de rigidez dielétrica, em corrente alternada até 120kV, 60Hz e em corrente contínua até 150kV; de quilovoltímetro em corrente contínua e alternada; de pontas de prova para alta-tensão; transformadores de potencial indutivos (TPIs); de transformadores de corrente na faixa de 0,5 a 5000A, de cargas-padrão; de capacitores-padrão para TPIs; de medidores da relação de transformação até 350:1; e dos ensaios previstos pela NBR 6821/92 para transformadores de corrente (TCs). É feita também a verificação de funcionamento de Pontes Shering, na medição de capacitância e fator de dissipação em alta tensão e 60Hz.

Suas atividades estão se ampliando na área de calibração de transformadores padrão para instrumentos, com grau de incerteza de 50ppm até 5kA e 200kV em 50 ou 60Hz, segundo as normas ABNT, ANSI e IEC.

Atua também na área de cursos, em conjunto com os demais setores de metrologia do IEE/USP, notadamente no de Medidas Elétricas e no de Transformadores de Potencial Indutivos (TPIs).



Calibração de Divisor Capacitivo para Alta Tensão CA de 200kV

❑ Seção Técnica de Padrões Elétricos

Destacam-se em suas atividades atuais, as calibrações aplicadas a aparelhos e equipamentos, de alta classe de exatidão, bem como medição de grandezas de referência nos seguintes aspectos:



Calibrador de Multimetros Digitais

- padrões de medição internos aos laboratórios do IEE/USP e de padrões externos, em função do seu credenciamento junto ao INMETRO e ao Observatório Nacional;
- resistores-padrão e pilhas-padrão;
- transferência AC/DC.
- Medição de corrente com rastreabilidade: alternada até 20A, 60Hz, incerteza de 200ppm e contínua até 30A, incerteza de 50 ppm para fontes e 0,02% para medidores.
- Medição de tensão com rastreabilidade: alternada até 1kV, 60Hz, incerteza de 100ppm e contínua até 1kV, incerteza de 10ppm;
- Medição de resistência até 100M Ω , incerteza de 100ppm, com rastreabilidade;
- Calibração de multímetros digitais em tensão e corrente contínua e alternada e resistência;
- Calibração de décadas resistivas de alta classe de exatidão;
- Calibração de calibradores de corrente e tensão, contínua e alternada.

Além da sua atividade em calibração, o setor atua na apresentação de cursos de suas especialidade, bem como participa nos Programas de Comparação Interlaboratorial nas grandezas da sua área de atuação, dentro da ação de rastreabilidade da Rede Brasileira de Calibração – RBC.

Seção Técnica de Aferição e Calibração

O segmento que coube à Seção Técnica de Aferição e Calibração é o da calibração dos instrumentos de medição de processos industriais e da maioria dos equipamentos utilizados nos ensaios realizados pelas demais Seções do IEE. A atividade da Seção a partir de 1994, vem se caracterizando por uma modernização nos procedimentos,

que objetivam melhorar continuamente o atendimento dado aos clientes.

O Laboratório é credenciado pelo INMETRO para fazer parte da RBC, nas seguintes áreas:

Medidas de grandezas elétricas:

- corrente alternada 60 Hz até 20 A;
- corrente contínua até 30 A;
- tensão alternada 60 Hz até 1 kV;
- tensão contínua até 1 kV;
- resistência ôhmica até 100 M Ω ;
- potência;
- energia;
- capacitância em 1 kHz.

Calibração de:

- amperímetros, volímetros e multímetros analógicos e digitais;
- ohmímetros e décadas resistivas;



Bancada para Calibração de Voltímetros, Amperímetros e Multímetros.

- wattímetros e analisadores de potência;
- medidores de energia e padrões de energia;
- capacitores e décadas capacitivas.

Para serviços não credenciados, mas rastreados ao INMETRO, contamos ainda com as seguintes calibrações:

- ohmímetros e décadas resistivas de 100M Ω e 1 T Ω ;
- frequencímetros até 10 MHz;
- décadas indutivas;
- osciloscópios.

Seção Técnica de Qualidade de Energia

Através de legislação pertinente, um número cada vez maior de equipamentos eletro-eletrônicos deve ser avaliado através de ensaios quanto a esses dois aspectos: a emissão e a imunidade.

A atuação do laboratório tem sido tanto na realização de ensaios na área de qualidade de energia quanto em vários projetos em colaboração com o Centro de Excelência em Distribuição de Energia Elétrica (CED).

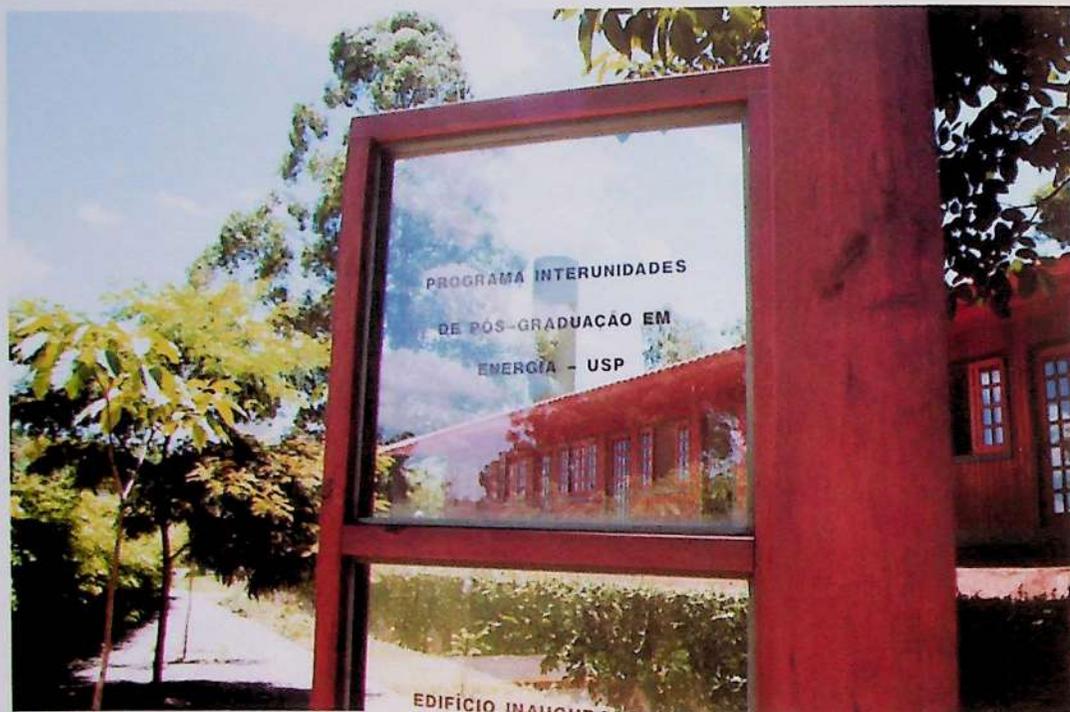
Os ensaios realizados atualmente são os seguintes:

- Medição de campos elétricos e magnéticos em ambientes externos na frequência de 60 Hz;
- Medição de campos elétricos (20MHz - 1 GHz) e magnéticos (10kHz - 30 MHz) em ambientes externos;



Ensaio de Susceptibilidade a Descargas Eletrostáticas (IEC 1000-4-2)

- Verificação da intensidade de vazamento de microondas em fornos domésticos e industriais segundo norma IEC;
- Perda de inserção de filtros passivos segundo norma CISPR;
- Pré - conformidade conduzida baseado no CISPR14 (150 kHz - 30 MHz);
- Conformidade para susceptibilidade a descargas eletrostáticas segundo IEC 1000 - 4 - 2;
- Medição de diversos parâmetros de Qualidade de Energia, entre os quais:
 - Níveis de distorção de tensão e/ou corrente;
 - Flutuações de tensão;
 - Emissão de correntes harmônicas por equipamentos baseado em norma IEC.



As atividades didáticas no IEE são recentes. Começaram no primeiro semestre de 1989 com a criação do **Curso Interunidades de Pós-Graduação em Energia**. Este curso foi criado para atender as necessidades do país na formação de especialistas dotados de um elevado nível de capacitação para analisar a questão energética brasileira. Os cursos mantêm hoje uma estreita correlação com outras unidades e programas da USP e também com outras instituições nacionais e internacionais.

CURSOS DE ESPECIALIZAÇÃO

O caminho aberto pelo Curso de Pós-Graduação levou à criação, no IEE, de alguns **Cursos de Especialização**, destacando-se os **Cursos de Engenharia Clínica** e de **Medidas Elétricas**.

A grande experiência do IEE na área de metrologia, possibilitou a criação de uma série de cursos de Medidas Elétricas cujo objetivo principal é o de treinar profissionais na área de **Metrologia Elétrica**, nas atividades pertinentes aos laboratórios de calibração de instrumentos e equipamentos elétricos de medição bem como a implementação de um Sistema de Garantia da Qualidade voltado às exigências da NBR ISO/IEC Guia 25.

O Curso de Engenharia Clínica, tem como objetivo formar profissionais aptos a atuarem na área técnico-administrativa

numa unidade de saúde, visando a agilização e melhoria dos serviços prestados, assim como a redução dos gastos do parque de equipamentos utilizados na unidade hospitalar.

CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA INTERUNIDADES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA

O Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, **PIPGE-USP**, foi criado com o objetivo de formar profissionais de alto nível voltados às questões da energia (sua disponibilidade, seus usos, seus impactos e sua organização institucional). Neste contexto, o Programa propõe-se a formar estudantes de pós-graduação nos níveis de mestrado e doutorado, bem como a oferecer cursos de extensão e serviços especializados à comunidade universitária e a pessoas externas a mesma, tais como empresas, órgãos governamentais e organizações não-governamentais, do país e do exterior. Nesse particular, o curso recebe estudantes de diversos países latino-americanos, patrocinados pela Internacional Energy Initiative, da Fundação Rockefeller.

As atividades do PIPGE-USP tiveram início no primeiro semestre de 1989, com um curso de formação em energia no nível de mestrado. A partir do segundo semestre de 1993, o Programa estendeu as suas atividades de formação ao

nível de doutorado. Estas atividades caracterizam-se por um esforço interdisciplinar de quatro unidades líderes da Universidade de São Paulo: o Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE), o Instituto de Física (IFUSP), a Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA) e a Escola Politécnica (EPUSP). Estas quatro instituições compartilham a responsabilidade pelo funcionamento do Programa, cabendo ao IEE, através da sua Divisão de Ensino, a responsabilidade pela sua gestão acadêmica, administrativa e financeira.

LINHAS DE PESQUISA

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 consequente, visando a busca da eficiência energética ao menor custo possível, com a compatibilização da variável ambiental, nas seguintes linhas:

• *Planejamento Integrado de Recursos.*

- Análise de alternativas para satisfação dos requisitos energéticos (serviços energéticos), considerando todas as alternativas de oferta e de racionalização do uso, visando a minimização dos custos e dos impactos ambientais e sociais;
- Análise de usos finais (base de dados, métodos de levantamento de informações e pesquisa de campo, tecnologias convencionais, tecnologias eficientes e estratificação social);
- Modelos de análise e projeção da demanda de energia (métodos econométricos e técnico-econômicos, perspectivas, etc.);

- Caracterização das alternativas de oferta: fontes convencionais e renováveis (modelos de oferta);

Aplicação e desenvolvimento nas seguintes áreas:

- Sistemas elétricos interligados;
- Sistemas a Petróleo e Gás Natural;
- Transportes;
- Planejamento local descentralizado.

• *Análise Econômica Institucional de Sistemas Energéticos.*

Esta linha de pesquisa tem os seguintes objetivos: investigar os determinantes econômicos, técnicos e sociais dos usos da energia pelos diversos setores da sócio-economia; identificar oportunidades de conservação e racionalização no uso da energia; desenvolver metodologias para a análise e projeção de demanda de energia; elaborar programas e critérios de gestão da demanda da energia, nos enfoques:

- Estruturação institucional de sistemas energéticos;
- Gestão, concessão, regulação, controle e fiscalização de sistemas energéticos;
- Financiamento dos sistemas de oferta e de racionalização do uso de energia;
- Cooperação energética latino-americana;
- Cogeração, produção independente, autoprodução, racionalização de uso e conservação;
- Modelos e sistemas tarifários;
- Viabilidade de sistemas descentralizados (cooperativas, planejamento local, etc.);
- Modelos e sistemas tarifários;

• *Fontes Renováveis e Não-Convencionais*

Biomassa - Análise da progressiva incorporação da biomassa (bagaço de cana, rejeitos florestais, etc) à matriz energética, permitindo um elenco de estudos voltados à inserção da co-geração no planejamento da oferta energética. Nesta linha de pesquisa são também avaliados os manejos das cargas dos sistemas de distribuição, os impactos ambientais, econômicos e sociais da produção de energia a partir da biomassa, além dos aspectos institucionais relacionados com a participação mais efetiva do setor privado no sistema de abastecimento energético. Engloba: cana-de-açúcar, álcool carburante, florestas energéticas, carvão vegetal, biodigestão, etc.

Energia Solar: Análise do atual estágio e da perspectiva de evolução na utilização da Energia Solar. Pela reflexão e avaliação das possibilidades deste tipo de energia são analisadas as alternativas tecnológicas, as realizações e os projetos de implementação e sua viabilidade técnico-econômica. A área de Energia Solar está equipada com uma infra-estrutura experimental capaz de executar testes de desempenho em sistemas de conversão de energia solar.

- Conversão térmica, aquecimento de água para uso doméstico e pré-aquecimento para setor industrial;

- Conversão fotovoltaica: sistemas fotovoltaicos autônomos, caracterização, confiabilidade, dimensionamento e mecanismos de autogestão técnica através de cooperativas de eletrificação fotovoltaica rural. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica, simulação, legislação e regulamentação.

Pequenas Centrais Hidroelétricas - Planificação energética, aspectos institucionais e ambientais.

Outras Fontes - Eólica, resíduos agrícolas, industriais e urbanos.

• *Energia, Sociedade e Meio Ambiente*

Avaliação dos sistemas energéticos existentes e das consequências sob ponto de vista sócio-econômico, ambiental, sanitário, da saúde e dos riscos de sua produção, transformação e utilização.

- Os temas desenvolvidos pelos alunos no curso de mestrado estão inseridos nas linhas de pesquisa e encontram-se resumidos em dissertações;
- Análise, avaliação e mitigação dos impactos ambientais, locais, regionais e globais, decorrentes da produção e uso da energia.



Sistema de Informações Energéticas: Infoener

O Infoener constitui-se em um conjunto de Bancos de Dados que dizem respeito à Energia em seus aspectos qualitativos e quantitativos, econômicos, sócio-políticos e ambientais. O conteúdo do Infoener é desenvolvido e atualizado pelo Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo com apoio da Secretaria de Estado de Energia, da Congás e do Ministério de Minas e Energia.

Troca de Informações Energéticas e a Base de Dados "Energy"

O programa ETDE-Energy Technology Data Exchange (Troca de Informações Energéticas), na USP pretende:

- Coletar as referências bibliográficas de trabalhos sobre energia, publicados no âmbito da USP;
- Classificar e indexar as referências acima, de acordo com a metodologia do ETDE;
- Encaminhar estas referências ao ETDE para inclusão no Banco de Dados com difusão internacional.

O programa internacional ETDE – Energy Technology Data Exchange, administrado pela International Energy Agency

(IEA), oferece aos países participantes do ETDE, através da sua Base de Dados "Energy", uma série de benefícios. Entre eles:

- Mantém os pesquisadores informados sobre recentes desenvolvimentos na área de pesquisa;
- Fornece informação científica e tecnológica, em todas as áreas ligadas ao assunto de energia, proveniente dos países do mundo inteiro;
- Fornece, exclusivamente aos países membros do Programa, o acesso aos textos completos de literatura não-convencional (programas governamentais, "conference literature", relatórios técnicos, etc.);
- Identifica os especialistas e instituições por área de assunto;
- Promove cooperação internacional em pesquisa e em desenvolvimento na área de energia.

O Brasil é um dos 20 países participantes do programa ETDE.

Compactação de Subestações

Atualmente, as subestações de 145kV são projetadas e construídas via de regra com distância de 3 metros entre as fases dos barramentos. Esta distância de projeto é fruto de muitas décadas de experiência mundial das concessionárias de energia elétrica. Num esforço para reduzir a área de

instalação, a ELETROPAULO chegou a construir subestações abrigadas, utilizando distâncias entre fases de 2,5 metros. Porém, apesar de extremamente desejáveis, reduções maiores destas distâncias exigem pesquisas meticulosas e comprovações experimentais. Além do mais, para que estes novos critérios sejam homologados pelas concessionárias de energia elétrica, torna-se necessária a construção de protótipos em escala real que possam ser ensaiados e aprovados em laboratório de alta tensão.

A união inicial do IEE/USP e da ELETROPAULO possibilitou o primeiro pré-protótipo de uma subestação compacta dentro do Laboratório de Alta Tensão do IEE/USP, com distâncias elétricas substancialmente reduzidas. Após exaustivos ensaios dessa montagem, o projeto demonstrou a sua viabilidade. Apesar do sucesso das primeiras experiências, era necessário a realização de uma nova bateria de testes com protótipos reais, com diferentes configurações e diversos níveis de isolamento. Era também importante conhecer-se o comportamento dos protótipos dentro de um edifício construído com estruturas metálicas. Assim, foi idealizado e construído o Laboratório de Subestações Compactas, no Campus da USP. Este laboratório permite também o desenvolvimento de pesquisas em subestações compactas à céu aberto.

É interessante observar que os custos incorridos neste projeto são completamente cobertos com a construção da primeira subestação compacta, usando os conceitos desenvolvidos na pesquisa, pois estima-se uma economia de pelo menos 20% em relação ao gasto com a construção de uma subestação convencional.

A concepção do laboratório é tal que possibilita a liberdade de desenvolver e ensaiar uma subestação compacta como se o conjunto de equipamentos que a compõe formasse um único equipamento em desenvolvimento, mesmo utilizando componentes de diferentes fabricantes.

Monitoramento de Subestações de Energia Elétrica

Através do monitoramento dos equipamentos de uma subestação, é possível acompanhar o estado e a vida desses componentes, antecipando ações corretivas e evitando interrupções do fornecimento 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 reparo do transformador da subestação pode atingir cerca de 50% de seu preço; porém, se o defeito original for detectado preventivamente, este custo poderia ser reduzido a aproximadamente 10% do preço do transformador (preço este que pode atingir alguns milhões de reais). A maioria das subestações existentes no Estado de São Paulo já estão atingindo este limite de idade crítica, podendo-se pelo monitoramento dos equipamentos prolongar a vida da subestação e planejar adequadamente a sua substituição.

O objetivo desta pesquisa é estudar a caracterização e o monitoramento, em tempo real ou não, de parâmetros que permitam avaliar o estado dos principais equipamentos de uma subestação, visando a manutenção preventiva (incluindo as técnicas preditivas) e a operação, assim como definir os sensores para o sistema de tratamento de dados e implementá-los.

O projeto foi iniciado em 1996, compreendendo o levantamento do estado da arte e a avaliação dos sistemas e sensores existentes, inclusive no exterior. Os recursos foram provenientes das Concessionárias paulistas de energia elétrica, CESP, ELETROPAULO e CPFL.

O projeto tem uma segunda fase, que é a criação do Sistema Especialista, para a análise sistemática dos dados coletados.

Estudo Comparativo entre os Diversos Métodos Para Determinação do Rendimento de Motores de Indução

Este trabalho pretende discutir os métodos de ensaio para determinar o rendimento dos motores de indução normalizados pela IEC, IEEE, ABNT e CSA.

O objetivo é analisar os métodos normalizados e avaliar as limitações práticas e de precisão dentro de laboratórios, empregando instrumentos de tecnologia avançada, apontando o intervalo de confiança das medidas e conseqüentemente do rendimento. Também são avaliadas as vantagens e desvantagens técnicas e econômicas de cada método.

O objetivo é apontar o método mais adequado para ser oficialmente adotado como padrão para ensaio normalizado de rendimento de motores de indução.

Comportamento de Máquinas Elétricas em Condições Transitórias

As máquinas elétricas exibem comportamento dinâmico de difícil previsão. As instabilidades que muitas vezes ocorrem nos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica são, via de regra, originadas por surtos, manobras de chaveamento e curtos-circuitos na linha, mas o transitório que se segue é governado pelos geradores do sistema. No campo dos acionamentos elétricos, o funcionamento em condições dinâmicas dos motores é de fundamental importância nos modernos sistemas automatizados.

O objetivo desta pesquisa é determinar o comportamento de máquinas elétricas, geradores ou motores, em condições

transitórias. São propostos modelamentos de máquinas verificadas experimentalmente no laboratório do IEE e também simulados por computador para aferição dos modelos e de suas simulações.

Os estudos básicos estão concluídos, tendo-se passado ao estágio de aplicação dos seus resultados em máquinas de diversos tipos.

Materiais Poliméricos para Uso em Isolamentos Elétricos ao Tempo

Estabelecimento das condições de utilização dos cabos cobertos e pré-reunidos nas redes de distribuição aérea isolada e levantamento dos principais problemas. Determinação das causas de defeitos. Avaliação do desempenho dos cabos cobertos frente aos acessórios (isoladores e amarrações), bem como desenvolvimento de metodologias de ensaio para a adequação do conjunto às condições de uso. Estabelecimento de metodologia para a avaliação do desempenho da isolamento de cabos de isolamento sólida estudada, frente ao gradiente elétrico.

Desenvolvimento de Sistemas de Medição em Alta Tensão

Esta pesquisa tem como principais objetivos melhorar o desempenho dos atuais sistemas de medição em alta tensão e qualificar o pessoal do Laboratório de Alta Tensão com relação às técnicas de avaliação desses sistemas.

Tensões Induzidas por Descargas Atmosféricas em Linhas de Média e Baixa Tensão

A ocorrência de descargas atmosféricas nas proximidades de linhas aéreas de distribuição, ocasiona um número considerável de interrupções não-programadas de fornecimento de energia. Entretanto, embora esse assunto venha sendo estudado há muito tempo em vários países, ainda existem divergências significativas entre algumas teorias existentes.

Visando um entendimento mais profundo do fenômeno e o desenvolvimento de uma metodologia confiável para a análise das relações custo/benefício das diferentes técnicas de proteção, um programa de pesquisa, envolvendo pesquisadores do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo (IEE/USP) e da Escola Politécnica (EPUSP), foi iniciado, no final de 1990, através do Centro de Excelência em Distribuição (CED). Ao longo do projeto foram desenvolvidos modelos teóricos e ferramentas computacionais, bem como um modelo em escala reduzida para a realização de testes em condições controladas. Foram analisadas as características das tensões induzidas em linhas com e sem proteção, levando-se em conta os efeitos da presença, na linha, de cabos-guarda, transformadores e pára-raios. As influências de parâmetros tais como a resistência de aterramento, o espaçamento entre pára-raios e a altura do cabo-guarda foram também objeto de investigação. No caso das linhas urbanas, foram também estudadas as influências das derivações e da presença de edificações próximas à linha.

As várias comparações realizadas entre formas de onda de tensões induzidas, medidas e calculadas, confirmaram a validade dos modelos teóricos e das ferramentas computacionais desenvolvidos. Foi também desenvolvida uma metodologia para determinação do número médio anual de interrupções em linhas aéreas devido a descargas atmosféricas. Tal metodologia, inédita, pode ser aplicada tanto na análise do desempenho de linhas rurais e urbanas existentes, quanto na avaliação das alternativas que podem ser adotadas visando uma melhoria de sua confiabilidade. Além disso, o procedimento desenvolvido é de grande utilidade na definição dos sistemas de proteção mais apropriados a serem utilizados quando do projeto de novas linhas.

A segunda parte do projeto é dividida em duas etapas, e contempla o desenvolvimento de uma metodologia para proteção de linhas de baixa tensão contra descargas atmosféricas. A primeira fase, concluída no início de 1998, envolveu o estudo dos diferentes tipos de surto, associados a descargas atmosféricas, aos quais as instalações dos consumidores podem estar sujeitas. Foram realizadas diversas simulações computacionais e ensaios de laboratório, os quais permitiram a obtenção de informações importantes relativas à intensidade e frequência de ocorrência das sobretensões. A segunda fase, iniciada em abril de 1998, envolve estudos teóricos e experimentais, e contempla a definição dos requisitos a serem atendidos pelos dispositivos de proteção, bem como o estabelecimento de critérios para a utilização de tais dispositivos.

Desenvolvimento de um Sistema de Gerenciamento Remoto para Programas de Garantia da Qualidade

Órgão Financiador: FAPESP

Este projeto, uma parceria entre IEE/USP e Unidade Radiológica Paulista (<http://www.urp.com.br>), patrocinado pela FAPESP, visa o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias para o gerenciamento remoto de programas de garantia da qualidade em Departamentos de Diagnóstico por Imagens. Sua concepção foi motivada pela crescente necessidade de automação dos processos de medição dos testes de qualidade e pelo reconhecimento das vantagens em se monitorar remotamente os parâmetros de desempenho do processamento fotográfico e a análise de rejeição de radiografias na URP. O modelo de programa de garantia da qualidade desenvolvido e aplicado pelo IEE/USP prevê o acompanhamento sistemático dos sistemas produtores de imagem das clínicas radiológicas, modelo este aplicado nas principais instituições deste tipo no mundo. Sendo um processo complexo, demanda tempo de pessoal especializado, além de necessitar de equipamentos sofisticados, dedicados a esta finalidade. Por suas características, garante um controle sistemático e de alta confiabilidade para os equipamentos clínicos.

No projeto está previsto o desenvolvimento de:

- uma rede de comunicação de dados, que serão enviados várias vezes ao dia, via Internet, a uma central de recepção, armazenamento e análise de dados sediada no IEE/USP;
- equipamentos dedicados à avaliação constante dos parâmetros de controle das processadoras de filmes;
- um dispositivo para a avaliação em campo, das características geométricas dos pontos focais.

Este sistema contempla, ainda, a aplicação de tecnologias capazes de permitir o desenvolvimento de um Programa de Garantia da Qualidade Integrado, que permitirá a avaliação conjunta de diferentes métodos de diagnóstico por imagens, como a radiologia convencional e digital, mamografia, tomografia computadorizada, ressonância magnética nuclear, densitometria óssea, ultra-sonografia e medicina nuclear.

Monitoramento da Qualidade de Laudos Radiométricos e Testes de Radiação de Fuga de Serviços de Radiodiagnóstico

Órgão Financiador: Centro de Vigilância Sanitária - SESSP

Este Projeto, iniciado em novembro de 1997, mediante contrato com o Centro de Vigilância Sanitária da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo (CVS-SESSP), pretende:

- avaliar a qualidade dos serviços prestados em Radiometria em todo o Estado de São Paulo, determinando qual a confiabilidade dos resultados apresentados por estes prestadores de serviço;
- obter perfis regionais referentes às condições de radioproteção das Clínicas Radiológicas no Estado; e identificar possíveis situações críticas.

Para a execução do Projeto, o Departamento de Informática do IEE/USP desenvolveu um Banco de Dados onde são cadastradas as informações referentes às clínicas e/ou consultórios, equipamentos emissores de radiação ionizante e a qualidade da proteção radiológica, comparando-os com os limites admissíveis de doses estabelecidos pela Portaria CVS SS 625 do Estado de São Paulo de 14 de dezembro de

1994 e pela Portaria SVS 453 do Ministério da Saúde de 02 de junho de 1998.

A metodologia consiste de verificações em campo, com a utilização de instrumentos adequados como câmaras de ionização, e avaliações dos laudos radiométricos fornecidos pelo CVS-SESSP. Após a análise destas informações os dados de interesse são inseridos no banco de dados.

A motivação do Projeto está relacionada à busca da otimização deste tipo de ensaio em campo, definindo-se:

- pontos de medição relevantes;
- instrumentação adequada;
- metodologias de ensaio corretas.

Desenvolvimento de um Sistema Remoto para Avaliação da Qualidade das Imagens em Departamentos de Teleradiologia

Órgão Financiador - PADCT

O presente projeto consiste na utilização dos recursos da teleradiologia na execução de procedimentos de controle de qualidade de imagens médicas. Para isso, serão desenvolvidos procedimentos para execução de testes de qualidade, utilizando-se objetos simuladores (*phantoms*) específicos, que forneçam as informações qualitativas e quantitativas sobre resolução espacial, contraste, ruído, uniformidade, etc., das imagens geradas em um departamento de diagnóstico por imagens. As imagens geradas serão enviadas, por via telefônica digital dedicada, para uma central de recepção e avaliação dos parâmetros

característicos de qualificação dos equipamentos de diagnóstico por imagens, localizado remotamente.

A implantação piloto dos lestes de qualidade será realizada na Unidade Radiológica Paulista (URP), em seu Posto de Atendimento Ibirapuera (PIBI), e as imagens serão enviadas para o Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP, onde serão processadas e qualificadas. Após esta etapa, relatórios serão enviados ao PIBI/URP com os principais resultados da análise e, quando for o caso, suas ações corretivas.

Infra-estrutura da Seção

A Seção conta com equipamentos dedicados à execução dos projetos de pesquisa citados, bem como infra-estrutura básica para o desenvolvimento de suportes para as outras Seções Técnicas do Serviço Técnico de Aplicações Médico Hospitalares. Dentre estes equipamentos, destacam-se:

- Equipamento de raios-X industrial Phillips (320 kVp);
- Equipamento de raios-X trifásico adaptado para utilização em laboratório (Siemens Gigantus);
- Equipamento de raios-X monofásico adaptado para utilização em laboratório (Siemens Heliophos 4B);
- Servidora Digital Prioris MX-6200;
- Notebook Toshiba 750 CDT;
- Monitores de radiação e câmaras de ionização Radcal;
- Medidor multifunções PMX-III (RTI);
- Medidor multifunções NERO mAx 8000 (Victoreen);
- Objetos simuladores e padrões de teste para controle de qualidade para: Radiologia diagnóstica, Medicina nuclear, Ultra-sonografia, Ressonância magnética nuclear, e Densitometria óssea.

Sistema Emissor de Raios-X com Controle Espectrométrico

Órgão financiador - FAPESP

O programa de trabalho proposto neste projeto prevê a organização de um Núcleo de pesquisas inter-institucional para estudos em dosimetria e espectrometria da radiação X aplicadas na área médica. Este núcleo compõe-se, inicialmente, das seguintes instituições:

- Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP (IEE/USP);
- Instituto de Física da USP (IFUSP);
- Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares da CNEN/SP (IPEN) e
- Departamento de Física da PUC/SP (DFPUC)

Futuramente, o Núcleo poderá ser expandido com a colaboração de outras entidades. Com a infra-estrutura instrumental prevista, as instituições enriquecerão diversos projetos em andamento nas áreas de dosimetria e espectrometria-X, bem como novas propostas de trabalho poderão ser iniciadas. Além disso, esta iniciativa permite a organização de uma sistemática única de caracterização de feixes de raios-X, permitindo comparações de dados de maneira muito mais reprodutível, permitindo a execução de diversos métodos de medição e análises.

Espectrometria de Raios-X Aplicada à Calibração de Medidores Utilizados em Radiologia Diagnóstica

Órgão Financiador - PADCT

O presente projeto visa estabelecer uma metodologia que permita calibrar instrumentos invasivos e não-invasivos aplicados em controle de qualidade e manutenção de equipamentos radiológicos utilizando-se, para isso, técnicas de espectrometria de raios-X. O produto final deste programa será o estabelecimento de um laboratório padrão de espectrometria-X aplicada à área médica. Este laboratório deverá tanto atender a demanda de serviços de calibração de instrumentos desta natureza, quanto permitir a execução de outros projetos relacionados à espectrometria de raios-X na faixa de energias utilizadas em radiologia diagnóstica.

Como metas coadjuvantes a esta meta principal podemos destacar que o projeto viabilizará:

- desenvolvimento de programas de formação de jovens pesquisadores como iniciação científica, mestrado e doutorado;
- treinamento de profissionais (técnicos de nível médio e tecnólogos) nas áreas de física aplicada e ensaios normalizados;
- desenvolvimento de tecnologias relacionadas à calibração de instrumentos com características nacionais, lembrando que o projeto será desenvolvido em uma instituição credenciada pelo INMETRO, garantindo um alto padrão de qualidade e produtividade.

TEMAS DE PESQUISAS "CED" 1991 - 1998

- DESEMPENHO DE LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO (MÉDIA E BAIXA TENSÃO) FACE A DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.
- COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA.
- QUALIDADE DE ENERGIA - HARMÔNICOS E RADIOINTERFERÊNCIA.
- ANÁLISE DO DESEMPENHO DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO.
- DETECÇÃO DE PÁRA-RAIOS DEFEITUOSOS EM LINHAS ENERGIZADAS.
- MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DO CAMPUS DA C.U.A.S.O (Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira).
- CABOS PROTEGIDOS E PRÉ-REUNIDOS NAS REDES AÉREAS PRIMÁRIAS.
- VIGILÂNCIA TECNOLÓGICA.
- DETERMINAÇÃO DA DISPERSÃO DO NEGRO DE FUMO EM CABOS DE POLIETILENO (PE) E POLIETILENO RETICULADO (XLPE).
- CURVA DE CARGA DE CONSUMIDORES COMERCIAIS E INDUSTRIAIS DE PEQUENO PORTE E DE CONSUMIDORES RESIDENCIAIS.
- SISTEMAS ESPECIALISTAS PARA A ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.
- PLANEJAMENTO DE INVESTIMENTOS EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA.
- PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS - PIR.
- PLANEJAMENTO DA CONTINGÊNCIA EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO.
- ROMPIMENTO DE CONDUTORES E ANÁLISE DE DEFEITOS DE ALTA IMPEDÂNCIA EM REDES AÉREAS DE DISTRIBUIÇÃO.
- SISTEMA DE ATERRAMENTO EM DISTRIBUIÇÃO - METODOLOGIAS, DIRETRIZES E PROCEDIMENTOS.
- ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS DA APLICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO EM LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO.
- ESTUDO DE PROTEÇÃO DE SOBRECORRENTES DE REDES AÉREAS DE DISTRIBUIÇÃO PRIMÁRIA POR CRITÉRIOS PROBABILÍSTICOS.
- RECONFIGURADOR DE REDES.
- AUTOMAÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO.
- DESENVOLVIMENTO, CAPACITAÇÃO E INSTRUMENTALIZAÇÃO DE BASES DE INFORMAÇÃO. BANCO DE DADOS SOBRE ENERGIA E INDICADORES CORRELATOS (ENERDATA).
- BANCO DE DADOS DISTRIBUÍDO.
- MEDIDORES DE ENERGIA.
- ESTRUTURAS TARIFÁRIAS SENSÍVEIS À QUALIDADE.
- IMPACTO ECONÔMICO DA PERDA DE QUALIDADE NO SUPRIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ESTADO DE SÃO PAULO.

CORPO TÉCNICO E SUAS ÁREAS DE ATUAÇÃO

☐ Alexandre Piantini

Mestre em Engenharia, Doutor em Engenharia

Sistemas Elétricos de Potência, Transitórios em Sistemas de Potência, Descargas Atmosféricas, Coordenação de Isolamento, Técnicas de Ensaios em Alta Tensão.

☐ Arnaldo G. Kanashiro

Mestre em Engenharia, Pesquisador

Sistemas Elétricos de Potência, Alta Tensão e Equipamentos Elétricos.

☐ Antônio Carlos de Silos

Engenheiro Eletricista - Modalidade Eletrotécnica

Metrologia Elétrica.

☐ Antonio dos Prazeres

Bacharel em Administração de Empresas.

Área Administrativa.

☐ Carlos Américo Morato de Andrade

Master of Science, Doutor em Engenharia

Prof. Livre Docente, Professor Titular USP

Microeletrônica, Células Fotovoltaicas, Informações Energéticas, Balanços, Modelamentos Energéticos.

☐ Celso Pereira Braz

Mestre em Engenharia

Ensaios em Pára-Raios e Alta Tensão, Descargas Atmosféricas, Sistemas de Medição em Alta Tensão.

☐ Célio Bermann

Doutor em Engenharia Mecânica.

Professor do Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da USP. Energia, Sociedade e Meio Ambiente: avaliação dos sistemas energéticos existentes e das conseqüências sob o ponto de vista sócio-econômico, ambiental, sanitário, da saúde e dos riscos de sua produção, transformação e utilização. Fontes renováveis e não-convencionais - Pequenas Centrais Hidroelétricas: planejamento energético, aspectos institucionais e ambientais. Planejamento Integrado de Recursos: Análise de alternativas

para satisfação dos requisitos energéticos (serviços energéticos), considerando todas as alternativas de oferta e de racionalização do uso, visando a minimização dos custos e dos impactos ambientais e sociais.

❑ Edmilson Moutinho dos Santos

Professor em Economia do Petróleo e do Gás Natural, Doutor em Economia da Energia, Instituto Francês do Petróleo e Universidade de Bourgogne. Mestrado em Energy Policy and Management, Universidade da Pensilvânia, UPENN, Estados Unidos.

Economia e política do petróleo e do gás natural. Aspectos ambientais relacionados à indústria do petróleo e do gás. Gestão e planejamento estratégico em empresas petrolíferas e de gás natural.

❑ Elias Roma Neto

Doutor em Engenharia.

Projeto e desenvolvimento de sistemas de informação, sistemas de bancos de dados, modelagem de dados, linguagens de programação, engenharia de software, digital e automação.

❑ Francisco Hirakazu Kameyama

Engenheiro Eletricista, Mestre em Engenharia

Ensaio elétrico em equipamentos, sistemas da qualidade ISO Guide 25, ISO 9000.

❑ Fumiaki Yokoyama

Engenheiro Eletricista - Modalidade Eletrotécnica

Ensaio elétrico de matérias-primas isolantes e condutoras, de componentes elétricos (fios e conectores) e aparelhos elétricos (painéis, chaves, relés, fusíveis, etc.).

❑ Francisco Antônio Marino Salotti

Mestre em Engenharia.

Sistemas elétricos de potência e máquinas elétricas. Pesquisa e ensaios em motores, geradores e transformadores.

❑ Geraldo Francisco Burani

Mestre e Doutor em Engenharia

Sistemas elétricos de potência e planejamento de redes de distribuição de energia elétrica.

❑ Gilberto Filippo Garlera

Bacharel e Licenciado em Física. Mestre em Ciências Auditor Líder ISO 9000

Certificação de Produtos; Equipamentos Eletromédicos e Elétricos para Atmosferas Explosivas, Relés de Proteção Eletromecânicos e Eletrônicos, Fabricação de Componentes Eletrônicos (semicondutores), Fitas Magnéticas para Audio e Vídeo, Magistério: Física e Estatística.

❑ Hélio Eiji Sueta

Master of Science

Sistemas Elétricos de Potência, Ensaio em Equipamentos Elétricos de Baixa e Alta Tensão, Medição de Altas Correntes.

❑ Ildo Luís Sauer

M. Sc., PhD., Professor Doutor.

Economia e Tecnologia da Energia. Planejamento Integrado de Recursos Energéticos (usos finais e demanda de energia, recursos e oferta de energia). Análise econômica e institucional de sistemas energéticos (organização industrial e regulação).

❑ José Manuel de Vasconcelos Martins

Doutor em Ciências (Física), Professor Associado.

Aplicações de espectroscopia ótica de alta resolução e desenvolvimento de instrumentação para monitoramento ambiental. Usos finais de energia em edificações. Análises da influência do desenho arquitetônico sobre o consumo de energia para fins de condicionamento ambiental.

❑ José Goldemberg

Doutor em Ciências, Professor Titular (aposentado).

Políticas energéticas. Conservação de energia. Conexões entre energia e meio ambiente. Energia e desenvolvimento.

❑ Jorge Nicolau Rufca

Mestre em Engenharia de Produção / Engenheiro Eletricista.

Certificação e Ensaio de Equipamentos Eletromédicos / Manutenção de Equipamentos Radiológicos / Engenharia Clínica / Sistema da Qualidade para Laboratório de Ensaio.

❑ Jean Bodinaud

Bacharel em Física, Doutorado de 3º grau e Doutorado em Engenharia Elétrica / USP.

Engenharia Clínica, Biomassa, Certificação de Produtos.

❑ Luiz Carlos Lopes

Engenheiro Eletricista Modalidade Eletrônica.

Metrologia Elétrica, Fotometria, Radiometria e Espectrofotometria.

❑ Maria de Fátima Atanzio Mochizuki

Bibliotecária.

❑ Murilo Tadeu Werneck Fagá

Doutor em Física Aplicada - Física Energética, pelo 'Institut National Polytechnique de Grenoble', França, 1989. Professor.

Energia Solar Térmica e Fotovoltaica. Inserção do gás natural na matriz energética. Energia e o Ensino da Física.

☐ **Orlando Silvio Lobosco**

Master of Science, Doutor em Engenharia, Professor Titular.

Sistemas Elétricos de Potência e Máquinas Elétricas, Projeto, Construção, Ensaio e Fabricação de Motores e Geradores Elétricos, Transitórios em Sistemas de Potência.

☐ **Osmar Sinzi Shimabukuro**

Engenheiro Eletricista, Modalidade Eletrônica.

Metrologia Elétrica.

☐ **Paulo Roberto Costa**

Mestre em Física, Especialista em Física de Radiodiagnóstico

Garantia da Qualidade em Diagnóstico por Imagens, Otimização de Salas Radiológicas, Ensaio em Materiais utilizados em Radioproteção, Espectrometria de raios-X, Calibrações de Medidores Não-Invasivos.

☐ **Roberto Zilles**

Doutor em Engenharia.

Sistemas fotovoltaicos. Implantação de projetos de energização rural fotovoltaica; treinamento técnico de usuário e profissionais; sistemas de acumulação chumbo-ácidos e

desenvolvimento de equipamentos de controle e regulação de carga. Elaboração de projetos e avaliações no âmbito da energização rural fotovoltaica, sistemas centralizados, sistemas individuais e sistemas de bombeamento. Implantação de sistemas fotovoltaicos ligados à rede elétrica de distribuição.

☐ **Servus Souza da Silva**

Engenheiro Eletricista – Modalidade Eletrônica.

Seção Técnica de Ensaio de Equipamentos Eletromédicos, Ensaio de Segurança em Equipamentos Eletromédicos segundo prescrições das normas de segurança da ABNT, IEC e ISO.

☐ **Sérgio Shiguemitsu Sato**

Engenheiro Eletricista – Modalidade Eletrônica.

Metrologia Elétrica, Engenharia da Qualidade, Engenharia da Confiabilidade.

☐ **Tânia Aparecida Correia Furquim**

Mestre em Física (Biofísica), Especialista em Radiodiagnóstico.

Física Médica, Radiologia Diagnóstica, Ensaio em Equipamentos Emissores de Radiação X, Implementação de Programas de Controle de Qualidade em Radiologia Diagnóstica.

BIBLIOTECA - MATERIAIS BIBLIOGRÁFICOS

INSTITUTO DE ELETROTÉCNICA E ENERGIA - USP

p3469f Cham: T.3469f

BIBLIOTECA - MATERIAIS BIBLIOGRÁFICOS

INSTITUTO DE ELETROTÉCNICA E ENERGIA - USP

Nº p3469f Cham: T.3469f

Autor
Título IEE/USP 2000

DEDALUS - Acervo - IEE



30400005245

