

Curso de Formação:

COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA EM SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS

**Técnicas para o Controle de Interferências no Projeto, Instalação e
Manutenção de Sistemas Eletrônicos em Ambientes de Alta Tensão**

Objetivo: Aplicação das técnicas EMC (*Aterramento, Blindagem, Cablagem e Proteção contra Surtos*) por forma a garantir a integridade e a operação correta dos diversos equipamentos eletrônicos em ambientes de Usinas e Subestações Elétricas, incluindo também os procedimentos para atendimento aos requisitos exigidos pela Resolução Normativa 398/2010 da ANEEL.

Este Curso é dirigido a Engenheiros, Tecnólogos e Técnicos de diversas áreas (instrumentação, telecomunicações, elétrica, eletrônica, química e mecânica) que tenham ligação com a área de instrumentação/controle e tenham interesse na proteção de equipamentos sensíveis (raios/surtos) ou na eliminação de interferências eletromagnéticas, com aplicações para o Projeto, Operação e Manutenção de instalações eletro-eletrônicas de automação e controle, informática e telecomunicações.

www.QEMC.com.br

QEMC – Engenharia, Qualidade e Compatibilidade Eletromagnética

Brasil (Roberto Menna Barreto)

Rua Honório de Barros, 28 / 701
22.250-120 Rio de Janeiro RJ
Cel: +55 21.8111 6661, Tel: +55 21.2552 5948
E-mail: menna@qemc.com.br

Portugal (Luís Menéres)

Av. D. Afonso Henriques, 1196 sala 513
4450 Matosinhos
Tel: +351 914104199, Fax: +351 229370016
E-mail: meneres@quemc.pt

Programa do Curso de Formação:

**COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA
EM SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS**

**Técnicas para o Controle de Interferências no Projeto, Instalação e
Manutenção de Sistemas Eletrônicos em Ambientes de Alta Tensão**

Objetivo: Aplicação das técnicas EMC (*Aterramento, Blindagem, Cablagem e Proteção contra Surto*s) por forma a garantir a integridade e a operação correta dos diversos equipamentos eletrônicos em ambientes de Usinas e Subestações Elétricas, incluindo também os procedimentos para atendimento aos requisitos exigidos pela Resolução Normativa 398/2010 da ANEEL.

Instrutor: Roberto Menna Barreto

Sócio-Gerente da **QEMC**, empresa de consultoria na área de Compatibilidade Eletromagnética (EMC), incluindo a proteção de instalações de sistemas eletrônicos (telecomunicações, automação, controle, etc.) contra descargas atmosféricas e seus efeitos (www.qemc.com.br).

É graduado pelo IME - Instituto Militar de Engenharia em 1976 e pós-graduado no Philips International Institute em 1979, na Holanda, e tem diversos trabalhos publicados sobre este tema em vários países. Nos últimos anos desenvolveu trabalhos em EMC no Brasil e em países da África e Europa. Em Portugal foi presidente das Comissões Técnicas do CENELEC CTE 210 – Compatibilidade Eletromagnética e CTE 81 – Proteção contra descargas atmosféricas e seus efeitos. É membro do IEC/TC 81X – Proteção de linhas de telecomunicações contra descargas atmosféricas e membro da “The dB Society” (USA).

COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA EM SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS

Programa (24 horas-aula):

1 - INFLUÊNCIA DE SISTEMAS DE ALTA TENSÃO

Compatibilidade Eletromagnética

EMI em Sistemas Eletrônicos de terceiros

EMI em ambiente de Alta Tensão

2 – EMC NA CABLAGEM

Uso de blindagem para redução do acoplamento de campos elétricos

Uso de blindagem para redução do acoplamento de campos magnéticos

Estudo de casos (Uso de blindagem para cancelamento do ruído no modo comum)

3 – TOPOLOGIAS DE ATERRAMENTO PARA SISTEMAS ELETRÔNICOS

ELETRODOS DE TERRA

Diferentes funções do sistema de aterramento

Estudo da resistividade do solo

Desempenho de eletrodos de terra

Medida da resistência de terra

Proteção contra raios

Estudo de casos (sistema de Terra único)

ATERRAMENTO DE SISTEMAS ELETRÔNICOS

Impedância de condutores

Configuração: flutuante, ponto único e multiponto

Sistemas para frequências altas e para frequências baixas

Ruído no modo comum

ANÁLISE DO SISTEMA DE ATERRAMENTO PARA DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE SISTEMAS ELETRÔNICOS

Aterramento para sistema isolado

Aterramento para sistema agrupado

Aterramento para sistema distribuído

Aterramento para sistema central com extensões

Estudo de casos (Equalização de potencial)

4 – BLINDAGEM DE SALAS E EQUIPAMENTOS

Perda por absorção e por reflexão

A escolha do material apropriado

Considerações sobre a frequência

Projeto de blindagem

Estudo de casos (Influência de aberturas)

5 – PROTEÇÃO CONTRA RAIOS EM SISTEMAS ELETRÔNICOS

(TELECOMUNICAÇÕES, AUTOMAÇÃO)

PROTEÇÃO (EXTERNA) DE ESTRUTURAS

Métodos da esfera rolante, ângulo de proteção e malha

Eficiência de um **SPDA** (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas)

Estudo de casos (Análise de Risco)

PROTEÇÃO (INTERNA) DE SISTEMAS ELETRÔNICOS

Campos EM e diferença de potencial

Medidas de Proteção

Estudo de casos (Zonas de proteção)

PROTEÇÃO CONTRA SURTOS

Características dos surtos (sobretensões)

Elementos de proteção (Centelhador a gás, MOV e SAD)

Implementação de dispositivos de proteção (um ou mais estágios)

Estudo de casos (Sistema de aterramento)

6 – RADIAÇÃO NÃO IONIZANTE

Radiação Não-Ionizante (Exposição a Campos Eletromagnéticos)

- Efeitos para a saúde
- Regulamentações internacionais
- Medição de Campos Elétrico e Magnético

Resolução Normativa 398/2010 da ANEEL

Estudo de casos (Procedimentos para o atendimento à Resolução 398/2010)

8 – CONTROLE DE INTERFERÊNCIA EM EQUIPAMENTOS

Características EMC de equipamentos digitais

Topologias EMC para o sistema de aterramento

Domínio do tempo X Domínio da Frequência

Características das Famílias Lógicas

Técnicas EMC para implementação de PCI's

Aterramento em PCI's

Estudo de casos - Controle de Radiação

9 - NORMAS E PROCEDIMENTOS DE TESTE

Os vários Organismos de Normalização (CENELEC, IEC, CISPR, ETSI, FCC, VDE) e as normas por estes produzidas; as suas compatibilidades e correspondências. A Diretiva EMC - 89/336/CEE e sua aplicação

O que significam os ensaios EMC e como são realizados na prática em ambiente laboratorial independente ("Full compliance") ou em ambientes operacionais ("Pre-Compliance").

- IEC 61000-4-2 – Ensaio de imunidade a descargas eletrostáticas;
- IEC 61000-4-3 – Ensaio de imunidade a campos eletromagnéticos;
- IEC 61000-4-4 – Ensaio de imunidade a transitórios elétricos rápidos (EFT-Burst);
- IEC 61000-4-5 – Ensaio de imunidade a surtos elétricos;
- IEC 61000-4-6 – Ensaio de imunidade a campos de rádio frequência induzidos;
- IEC 61000-4-7 – Harmônicos e inter-harmônicos;
- IEC 61000-4-8 – Ensaio de imunidade a campo magnético de baixa frequência;
- IEC 61000-4-9 – Ensaio de imunidade a campo magnético pulsado;
- IEC 61000-4-10 – Ensaio de imunidade a campo magnético oscilatório amortecido;
- IEC 61000-4-11 – Ensaio de imunidade a afundamentos de tensão;

10 - APLICAÇÕES ESPECÍFICAS PARA SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

Encaminhamento e Separação das várias classes de Cabos de Sinal e Potência
Inversores de Frequência como geradores de interferências
Recomendações para o aterramento de cabos em Sistemas de Instrumentação
Proteção contra de Linhas Metálicas e Equipamentos Conectados contra Surtos
Plano de controle de interferência