



Curso:
**Correção do Fator de Potência de Plantas Elétricas com
distorção nas formas de ondas das tensões e das
correntes: (distorção harmônica)**
CARGA HORÁRIA: 16 horas/aula com ênfase no Capítulo 4

IMPORTÂNCIA DO TEMA

Com o desenvolvimento tecnológico surgiram as cargas **não lineares** como: inversores de frequência, conversores CA/CC, sistemas de iluminação com uso de reatores, fornos de indução, aquecimento por ângulo de fase e outros sistemas de conversão da energia elétrica. A corrente que circula por estas cargas não é senoidal, gerando distúrbios que provocam harmônicas da frequência fundamental da rede. Ao tentar corrigir o FP pelas técnicas convencionais, além de danificar os capacitores, as harmônicas serão maximizadas pelo fenômeno da ressonância, prejudicando de maneira contundente a Qualidade da Energia na planta elétrica e exportando estes distúrbios para a rede da Concessionária.

Em conseqüência, novas técnicas deverão ser adotadas na correção do FP, Nestes casos é necessário uma atualização permanente dos conhecimentos técnicos para enfrentar a nova realidade, outros conceitos deverão ser considerados, visando a confiabilidade do projeto, Qualidade da Energia e a expectativa de vida dos materiais.

OBJETIVOS

Dentro do enfoque dado ao curso, busca-se como resultado informar aos participantes as técnicas para enfrentar esta nova realidade, procurando identificar e atender as exigências técnicas do mercado, impostas pelo novo perfil das cargas, identificando em situações reais, a aplicação dos fundamentos teóricos, assim como sua aplicação prática com vistas ao desenvolvimento um projeto com elevado desempenho técnico, expectativa de vida dos materiais e com o melhor custo/benefício.

METODOLOGIA

O curso ocorre dentro de uma metodologia dinâmica e participativa, havendo interação entre o Instrutor e os participantes buscando a fixação do assunto. O curso aborda os aspectos teóricos e práticos, apresentado em Power Point, e o material didático fornecido será cópia dos slides apresentados com espaço para anotações pessoais.

PRÉ-REQUISITOS

Conhecimentos da correção do fator de potência de cargas lineares, ou seja, correção do $\cos\phi = \text{dPF}$. Desejável, matemática do segundo grau.

CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS

Introdução

- CFP exigência legal a mais de 50 anos;
- Inovações tecnológicas, conversores de energia elétrica (CEE);
- Surgimento da eletrônica de potência;
- Surgimento das cargas não lineares.

1º Capítulo Conceitos preliminares

- Definições, análise teórico-prática dos Fatores de Potência, dPF e PF;
- Objetivos ao corrigir o FP por parte da demanda e da oferta;
- Causas e conseqüências do baixo FP;
- Análise do novo perfil cargas: combinação de elementos lineares e não lineares;



- Representação do Fluxo de Potências: para cargas lineares e não lineares;
- *Conceito físico das cargas: lineares, não lineares e seu FP;*
- Problemas causados pelas cargas não lineares;
- Situação internacional das cargas não lineares.

2º Capítulo: Fundamentação teórica a ser aplicada

- Combinação dos elementos RLC nas Plantas Elétricas;
- Propriedades dos elementos RLC;
- O circuito equivalente de - *Thevenin*
- Impedância dos circuitos RLC associados em série e paralelo;
- Propriedade do circuito ressonante série;
- Propriedade do circuito ressonante paralelo;
- Medições da Ressonância série e paralela

3º Capítulo: Deformações das formas de ondas (Distorção harmônica (DH))

- Introdução;
- Análise das deformações de corrente produzidas por diversas cargas;
- Medições e avaliações da DH;
- Cálculos da DH de corrente e de tensão
- Impacto das harmônicas nos capacitores de CFP;
- Impacto das harmônicas nos indutores, reatores e transformadores;
- Harmônicas de seqüência zero, e a sobre carga no neutro.
- Limites aceitáveis de DH numa Planta Elétrica, norma de referência IEEE Std 519-1992;

4º Capítulo: Projeto da Correção do Fator de Potência;

- Levantamento dos dados;
- Cálculos e dimensionamento da CFP considerando a distorção harmônica
- Técnicas para correção: Localizada, Bancos Automáticos ou Mista.
- Determinação da potência reativa necessária à CFP;
- Ressonâncias com Sistema Elétrico.
- Determinação do uso dos filtros: sintonizado ou desintonizado;
- Especificação dos Indutores anti-surto;
- Especificação dos Filtros anti-ressonantes (Indutores anti-harmônicas);

Resumo do curso

1º Capítulo - Conceitos preliminares

Será feita uma análise teórica e prática do Fator de Potência (FP) com avaliação do impacto econômico sobre a Eficiência Energética quando a legislação não for atendida ($FP_{\text{mínimo}} 0,92$)

Análise dos tipos das cargas, cálculos das potências, causas e conseqüências do baixo fator de potência.

2º Capítulo - Fundamentação teórica envolvida

Como pré-requisito para o entendimento do curso, será abordado de maneira sucinta a análise dos circuitos com os parâmetros **RLC** que darão suporte ao curso, com exemplos aplicados ao tema, com ênfase aos circuitos ressonantes.

3º Capítulo - Distorção harmônica (DH), considerando que do elenco de distúrbios presentes numa Planta Elétrica, é a distorção na forma de onda da tensão que causa os maiores problemas! Serão analisadas suas origens, suas conseqüências e possíveis soluções, métodos de medição, normas de referência, qual o impacto nas diversas cargas e no sistema de alimentação. Ênfase especial será dada a CFP tendo em vista que sua implementação causa um aumento da capacitância dos parâmetros concentrados RLC da rede elétrica. Serão analisadas as medições feitas por instrumentos dedicados que empregam a transformada de Fourier (FFT) para análise harmônica das deformações.

4º Capítulo - Projeto da Correção do Fator de Potência

Levantamento dos dados: Perfil da carga, histórico do comportamento elétrico da Planta, informações técnicas e medições que devem ser efetuadas, a partir das informações sobre o Fluxo de Potências e Distorção Harmônica, serão determinados à arquitetura da CFP e os



sistemas de proteção a serem implementados, aplicação dos capacitores de acordo com a IEC831-1-2. Especificação dos Filtros desintonizados e Filtros sintonizados.

BIBLIOGRAFIA E NORMAS APLICÁVEIS

- Dicel Eng^a Pesquisas e experiência de campo;
- Dicel Eng^a Cursos de Qualificação;
- Guilherme A. D. - Dr. Harmônicas em Sistemas Industriais 2^a edição 2002;
- Cutler Philips. Análise de Circuitos de Corrente Alternada 1976
- IEEE Std 519-1992: Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electr. Power Systems
- IEEE Std C57.110-1998 Recommended Practice for Establishing Transformer capability When Supplying no sinusoidal Load Currents.

PÚBLICO ALVO

Profissionais atuando em Engenharia de Projetos, Engenharia de manutenção, Técnicos de manutenção Elétrica, Técnicos de vendas, Profissionais atuando nas áreas de consultoria e Gestão da Energia Elétrica.

MINISTRANTE: Eng. Prof. Eng. Darcy Casa

- Professor da Pontifícia Universidade Católica PUCRS (1979 A 1994). Atualmente, leciona a disciplina de Qualidade da Energia no Curso de Especialização em Eficiência Energética, Ensino a distância EAD, da mesma Universidade;
- Diretor da Dicel Engenharia;
- Projetos de Filtros para distorção harmônica;
- Serviços de Consultoria;
- Cursos de Qualificação;
- Pesquisas sobre Qualidade da Energia
- Pesquisas sistemas de filtros.
- Pesquisas em experiência de campo;