



CURSO A PROTEÇÃO E A SELETIVIDADE EM SISTEMAS ELÉTRICOS INDUSTRIAIS

WWW.ENGEPOWER.COM TEL: 11 3579-8777

PROGRAMA DO CURSO
A PROTEÇÃO E A SELETIVIDADE EM SISTEMAS ELÉTRICOS INDUSTRIAIS



DIRIGIDO A :

Engenheiros e Técnicos que atuam em projeto, consultoria manutenção e operação de sistemas elétricos.

OBJETIVO :

Fornecer aos participantes importantes conhecimentos sobre práticas e cálculos de faltas (curto-circuito) trifásicas, bifásicas, fase-terra, e por arco, bem como, apresentar conceitos dos dispositivos de proteção e do estudo de coordenação e seletividade amperimétrica, cronológica e lógica, permitindo aos participantes avaliar um estudo.

ESTRUTURA :

O curso consta de parte teórica (3.5 dias), e parte prática (0.5 dia) com exemplos práticos para cada tópico de interesse.

PROGRAMA

CAPÍTULO 1 - CONCEITOS BÁSICOS (Noções de Cálculo em Por Unidade, Componentes Simétricas, Tipos de Aterramento de Sistemas Elétricos, Circuitos Resistivos, Indutivos e Capacitivos e suas Formas de Onda, Conversão ΔY e $Y\Delta$, Equivalente de Thevenin)

CAPÍTULO 2 - LEVANTAMENTO DE DADOS (Informar aos participantes quais os dados essenciais para a elaboração de um estudo desta natureza. Equivalentes de Rede, Dados dos Equipamentos, Topologia do Sistema, Configurações e Condições Operacionais)

CAPÍTULO 3 - ESTUDO DE CURTO-CIRCUITO (Corrente de curto-circuito, natureza da corrente de curto-circuito, simetria da corrente de curto-circuito, fatores de assimetria, fontes de curto-circuito, períodos das correntes de curto-circuito, tipos de faltas mais comuns : curto-circuito trifásico, bifásico, fase-terra e por arco, circuitos de seqüência, correntes de decremento de geradores, impedâncias de seqüência, particularidades, resumo de cálculo de faltas, exemplos, noções de



estudo de curto-circuito para a verificação da adequabilidade de equipamentos: esforços provocados pelas corrente de curto-circuito, noções de curto-circuito ANSI C37.010 e C37.13, noções de curto-circuito conforme IEC 60909, Comparação entre as normas ANSI x IEC, importância do X/R na extinção do arco; Limitação da Corrente de Curto-circuito: Desparalelar fontes, Reatores Limitadores e CLIPs)

CAPÍTULO 4 - TRANSFORMADORES DE CORRENTE (TCs), TRANSFORMADORES DE POTENCIAL (TPs) E BOBINAS DE ROGOWSKI PARA SERVIÇOS DE PROTEÇÃO (Noções de TC's: Normas, definição, terminologia, principais dados para especificação, forma de conectar no circuito, circuito equivalente, polaridade, segurança, exatidão, saturação: saturação AC: impedância de TC's, impedância dos dispositivos de proteção, saturação DC, exemplos de saturação de TCs, tempo para saturar, medidas para reduzir ou evitar a saturação, TCs auxiliares, coordenação com os relés, TCs instalados junto à banco de capacitores shunt, modelagem matemática de TCs em transitórios, efeitos da saturação do TC, o efeito da saturação de TCs em relés digitais. TP's: Normas, definição, dados para especificação, classe de exatidão, carga nominal, potência térmica nominal, grupo de ligação, fatores de sobretensão, suportabilidade ao curto-circuito, formas de conectar no circuito, modelagem matemática de TPs para transitórios). Bobina de Rogowski : Definição, princípio de operação, principais vantagens, exatidão e fator de calibração, correntes, classe de precisão e principais fabricantes.

CAPÍTULO 5 - DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO (Terminologia, tipos de dispositivos de proteção mais comuns: Relés, Fusíveis, Elos, Disjuntores de Baixa Tensão, IEDs. Relés: Definição, principais requisitos, Equação Universal do Conjugado dos relés, Noções de relés eletromecânicos, estáticos e digitais, relés de sobrecorrente, direcionais de sobrecorrente, diferenciais, direcionais de potência, sub (27) e sobretensão (59), 59N, 86, noções de relés de distância (21), e relé de sobrecorrente com restrição de tensão (51V), relé de sub (81U) e sobrefrequência (81O), relé df/dt , numeração ANSI, disjuntores de BT com disparadores, fusíveis e elos, IED's).

CAPÍTULO 6 - SERVIÇOS AUXILIARES (Objetivo, Característica das grandezas elétricas durante um curto-circuito, Alimentação de cargas essenciais, No-Break DC (Carregador de Bateria), No-Break AC, NB DC x NB AC, Diagrama Unifilar Típico, Diagrama Funcional Típico do Comando de um Disjuntor)



CAPÍTULO 7 - PROTEÇÃO DE TERRA (Normas e Guias, Origem das faltas à terra, Característica das faltas à terra, valor da corrente de falta à terra, NEC seção 230-95, comparação do I_2t durante um curto-circuito em sistema solidamente aterrado, aterrado por resistência de baixo valor e aterrado por resistência de alto valor, proteções específicas para arco, danos devidos à faltas por arco, casos práticos).

CAPÍTULO 8 - PROTEÇÃO DE MOTORES (Normas e Guias, proteções utilizadas, pontos a serem observados, Motores de Média Tensão, Funções 27, 46, 48, 49, 66, 51LR, 50 e detetores de temperatura de enrolamento. Motores de baixa tensão. Resumo dos ajustes típicos. Constantes de Tempo de aquecimento e resfriamento, Bomba de incêndio com acionamento elétrico).

CAPÍTULO 9 - PROTEÇÃO DE TRANSFORMADORES (Normas e Guias. Pontos a serem observados : corrente inrush, suportabilidade térmica -noções de curva térmica segundo as normas ABNT e ANSI, suportabilidade térmica deslocada, curva típica de proteção de fase. Proteção secundária de fase. Proteção primária de fase. Proteção secundária de terra. Proteção primária de terra. Resumo da proteção de sobrecorrente. Proteção diferencial. Exemplo de ajuste de relé de sobrecorrente de fase).

CAPÍTULO 10- PROTEÇÃO DE GERADORES (Normas e Guias, Proteções típicas, Função 46, Função 51V, Função 40, Função 32R, Função 81, Função 24 (V/Hz), Função 59GN, Função 49 S, Função 60, prescrição da norma ANSI C37.102)

CAPÍTULO 11- PROTEÇÃO DE CABOS (Normas e Guias, Critérios, Proteção contra sobrecarga, Proteção contra curto-circuito, Curvas térmicas de curta-duração (Curvas de Dano dos Cabos), Coordenação, U_0/U de Cabos)

CAPÍTULO 12 -PROTEÇÃO DE BANCO DE CAPACITORES (Introdução, Normas e Guias, Tipo de Conexão dos Bancos, Principais proteções de um banco de capacitores, Cálculo da corrente inrush, Pontos a serem protegidos, desequilíbrio em bancos dupla estrela e suas proteções)

CAPÍTULO 13 -PROTEÇÃO DE BARRAMENTOS (Funções 50, 51, 87B e Relés de Proteção de Arco)



**CAPÍTULO 14 –PROTEÇÃO DE CONVERSORES A SEMICONDUTORES
(Generalidades, Normas, IEC Duty Classes, IEEE Duty Classes,
Proteção dos Conversores, Proteção do Conjunto)**

CAPÍTULO 15 - A SELETIVIDADE (Objetivos. A folha de seletividade. Seletividade amperimétrica. Seletividade cronológica. Seletividade lógica. Seletividade convencional. A escolha da característica do relé de sobrecorrente. Intervalos de coordenação. Conceitos de maior saída. Onde aplicar os intervalos de coordenação. Problemas de seletividade em função dos tempos de reset. Onde assumir compromissos de seletividade. Onde utilizar outros grupos de ajustes. Locais de baixa corrente de regime e elevada corrente de curto-circuito, otimização dos estudos de seletividade para a proteção de pessoas)

BIBLIOGRAFIA

CAPÍTULO 16 –PARTE PRÁTICA (com Software PTW - DEMO)

Instrutor : Engenheiro Cláudio S. Mardegan, diretor da ENGEPOWER Engenharia e Comércio Ltda., Consultor de Grandes Empresas Nacionais e Multinacionais, formado pela EFEI em 1980, 30 anos de experiência em proteção de sistemas de elétricos industriais,