

Capítulo III

Levantamento dos dados essenciais

A qualidade de qualquer estudo elétrico é função da precisão dos dados introduzidos no modelo para a simulação. Para a elaboração de um estudo de arc flash completo são necessários todos os dados para se realizar um estudo de curto-circuito e seletividade e mais algumas informações adicionais sobre energia incidente. Apresenta-se a seguir os dados mais importantes a serem coletados para a realização de um estudo de curto-circuito, seletividade e arc flash (energia incidente).

EQUIVALENTE DA REDE

As concessionárias normalmente fornecem as informações dentro de uma das formas apresentadas a seguir.

(a) Potências

- ▶ Módulo da PCC3φ simétrica
- ▶ Ângulo (\angle) da PCC3φ simétrica
- ▶ Módulo PCC1φ
- ▶ Ângulo (\angle) da PCC1φ

(b) Correntes

- ▶ Módulo da ICC3φ simétrica
- ▶ Ângulo (\angle) da ICC3φ simétrica
- ▶ Módulo da ICC1φ
- ▶ Ângulo (\angle) da ICC1φ

(c) Impedâncias

- ▶ $Z_{0S} = R_{0S} + j X_{0S} = |Z_{0S}| \cdot e^{j\theta_0}$
- ▶ $Z_{1S} = R_{1S} + j X_{1S} = |Z_{1S}| \cdot e^{j\theta_1}$
- ▶ $Z_{2S} = R_{2S} + j X_{2S} = |Z_{2S}| \cdot e^{j\theta_2}$

Nota: Na prática, quase sempre $Z1S = Z2S$,

DADOS DOS EQUIPAMENTOS

Apresenta-se a seguir as principais informações que devem ser coletadas na etapa de levantamento de dados para a realização de um estudo de curto-circuito e seletividade.

(a) Dados de transformadores

- ▶ Dados de placa (tensões, potência, impedância, conexão)
- ▶ Tipo de aterramento
- ▶ Meio isolante (óleo mineral, silicone, ascarel, seco)
- ▶ Identificação
- ▶ Localização

(b) Dados de motores de indução

- ▶ Dados de placa
- ▶ Tipo do motor (gaiola, anéis, dupla gaiola)
- ▶ Tipo de partida (direta, softstart, inversor de frequência, ch.

compensadora, etc.)

- ▶ Tempo de partida
- ▶ Tempo de rotor bloqueado
- ▶ Corrente de partida
- ▶ Conexão
- ▶ Aterramento do neutro
- ▶ Máquina acionada (bomba, compressor, etc.)
- ▶ Rotação ou número de polos
- ▶ Identificação
- ▶ Localização

(c) Dados de geradores/motores síncronos

- ▶ Dados de placa
- ▶ Máquina primária (turbina hidráulica, gás, vapor, motor diesel) - gerador
- ▶ Tipo de acionamento (bomba, compressor, etc.) - motor síncrono
- ▶ Tipo de aterramento do neutro
- ▶ Data sheet (reatâncias/constantes de tempo)
- ▶ Rotação ou número de polos
- ▶ Identificação
- ▶ Localização

(d) Dados de cabos (a partir de uma lista de cabos)

- ▶ Material do condutor (cobre / alumínio)

- ▶ Comprimento
- ▶ Seção
- ▶ No. de polos (unipolar / tripolar)
- ▶ No. de condutores por fase
- ▶ Tipo de isolamento (PVC/EPR/XLPE/PE/PAPEL)
- ▶ Tensão (U_0/U) ou NA/NI (cabos antigos)
- ▶ Disposição (trifólio, plano, etc.)
- ▶ Tipo de instalação
- ▶ Norma
- ▶ Identificação
- ▶ Localização

(e) Dados de banco de capacitores/filtros de harmônicos

- ▶ Dados de placa
- ▶ Tipo do filtro (ativo / passivo)
- ▶ Tipo de sintonia do filtro (sintonizado / dessintonizado)
- ▶ Frequência (s) de sintonia / dessintonia
- ▶ Indutância (s) do filtro (mH)
- ▶ Resistência do filtro (caso houver)

- ▶ kVAR de cada unidade
- ▶ Tensão nominal do capacitor
- ▶ Tensão nominal do sistema (FF e FT)
- ▶ Conexão do banco
- ▶ Tipo do meio isolante do banco
- ▶ Capacitância nominal
- ▶ No. de unidades paralelas por grupo
- ▶ No. de grupos série por perna
- ▶ Se possui fusíveis internos / resistor descarga
- ▶ TCs (quando aplicável)
- ▶ Aterramento
- ▶ Norma
- ▶ Identificação
- ▶ Localização

(f) Dados de reatores

- ▶ Dados de placa
- ▶ Reatância ou indutância
- ▶ Tensão nominal
- ▶ Corrente nominal
- ▶ Identificação

- ▶ Localização

(g) Dados de relés

- ▶ Corrente (e/ou tensão) nominal ou do sensor
- ▶ Fabricante
- ▶ Tipo
- ▶ Funções
- ▶ Faixa(s) de ajuste de cada função
- ▶ Ajuste atual de cada função
- ▶ Características
- ▶ Identificação
- ▶ Localização

(h) Dados de disjuntor BT

- ▶ Dados de placa
- ▶ Fabricante
- ▶ Tipo
- ▶ Corrente nominal
- ▶ Corrente nominal do sensor ou do disparador
- ▶ Funções (LS, LI, LSI, LSG, LIG, LSIG)
- ▶ Faixas de ajuste

- ▶ Ajustes atuais
- ▶ Identificação
- ▶ Localização

(i) Dados de disjuntor MT / Contator

- ▶ Dados de placa
- ▶ Corrente nominal
- ▶ Tensão nominal
- ▶ Fabricante
- ▶ Tipo
- ▶ Capacidade de interrupção simétrica
- ▶ Tempo de interrupção
- ▶ Corrente momentânea ou de fechamento
- ▶ Norma
- ▶ Identificação
- ▶ Localização

(j) Dados de fusíveis

- ▶ Dados de placa
- ▶ Fabricante
- ▶ Tipo
- ▶ Corrente nominal
- ▶ Característica
- ▶ Identificação
- ▶ Localização

(k) Dados de TCs / TPs

- ▶ Corrente (TC) ou tensão (TP) nominal primária
- ▶ Corrente (TC) ou tensão (TP) nominal secundária
- ▶ Fabricante
- ▶ Tipo
- ▶ Quantidade e conexão
- ▶ Classe de exatidão
- ▶ NBI
- ▶ Norma
- ▶ Grupo de ligação (TP)
- ▶ Corrente de curto-circuito térmica (TC)
- ▶ Corrente de curto-circuito dinâmica (TC)
- ▶ Identificação
- ▶ Localização

(l) Dados de resistor de aterramento

- ▶ Dados de placa

- ▶ Fabricante
- ▶ Tipo
- ▶ Corrente nominal contínua (permanente)
- ▶ Corrente nominal de curta-duração
- ▶ Tempo
- ▶ Tensão nominal
- ▶ Valor da resistência ôhmica
- ▶ Identificação
- ▶ Localização

(m) Dados de painéis / barramento / duto de barras / Bus-ways

- ▶ Fabricante
- ▶ Tipo
- ▶ Corrente nominal
- ▶ Comprimento
- ▶ Tipo de material do condutor (cobre ou alumínio)
- ▶ Seção do condutor da barra
- ▶ Forma do condutor da barra
- ▶ Pintado / não-pintado
- ▶ Distância entre suportes
- ▶ Número de barras por fase
- ▶ Barramento encapsulado ou não encapsulado
- ▶ Corrente de curto-circuito térmica
- ▶ Corrente de curto-circuito dinâmica
- ▶ Distância de trabalho
- ▶ Identificação
- ▶ Localização
- ▶ Distância entre fases
- ▶ Distância de trabalho
- ▶ Barramentos principais são horizontais ou verticais
- ▶ Barramentos abertos devem ser declarados como "open air"
- ▶ Se os barramentos são nus ou encapsulados
- ▶ Se o painel é arco resistente ou não
- ▶ Caso seja arco resistente, qual a classe e o tempo para o qual foi testado
- ▶ Se possui relé de arco ou não
- ▶ Se possui ou não proteção diferencial de barra

- ▶ Se possui alguns dispositivos de proteção de arco

(n) Dados de inversor de frequência/softstart

- ▶ Dados de placa
- ▶ Fabricante
- ▶ Tipo
- ▶ Corrente nominal
- ▶ Tensão nominal
- ▶ Se o mesmo faz ou não regeneração
- ▶ Capacidade térmica de curta duração
- ▶ Reatância / indutância de entrada
- ▶ Identificação
- ▶ Localização

(o) Dados de conversor a semicondutor

- ▶ Dados de placa
- ▶ Fabricante
- ▶ Tipo
- ▶ Corrente nominal
- ▶ Tensão nominal
- ▶ Se faz ou não regeneração
- ▶ Capacidade térmica de curta duração / duty cycle
- ▶ Norma
- ▶ Identificação
- ▶ Localização

(p) Protetor de surto / Snubber

- ▶ Capacitância nominal do protetor de surto
- ▶ Tensão nominal
- ▶ Tensão do sistema
- ▶ Resistência
- ▶ Dados do para-raios
- ▶ Identificação
- ▶ Localização

TOPOLOGIA DO SISTEMA

Esta etapa do levantamento de dados consiste em obter como os elementos de circuito estão interconectados, ou, em outras palavras, consiste na elaboração do Diagrama Unifilar Simplificado para Estudo de Curto-Circuito. Confira, na Figura 1, modelo de esquema unifilar.

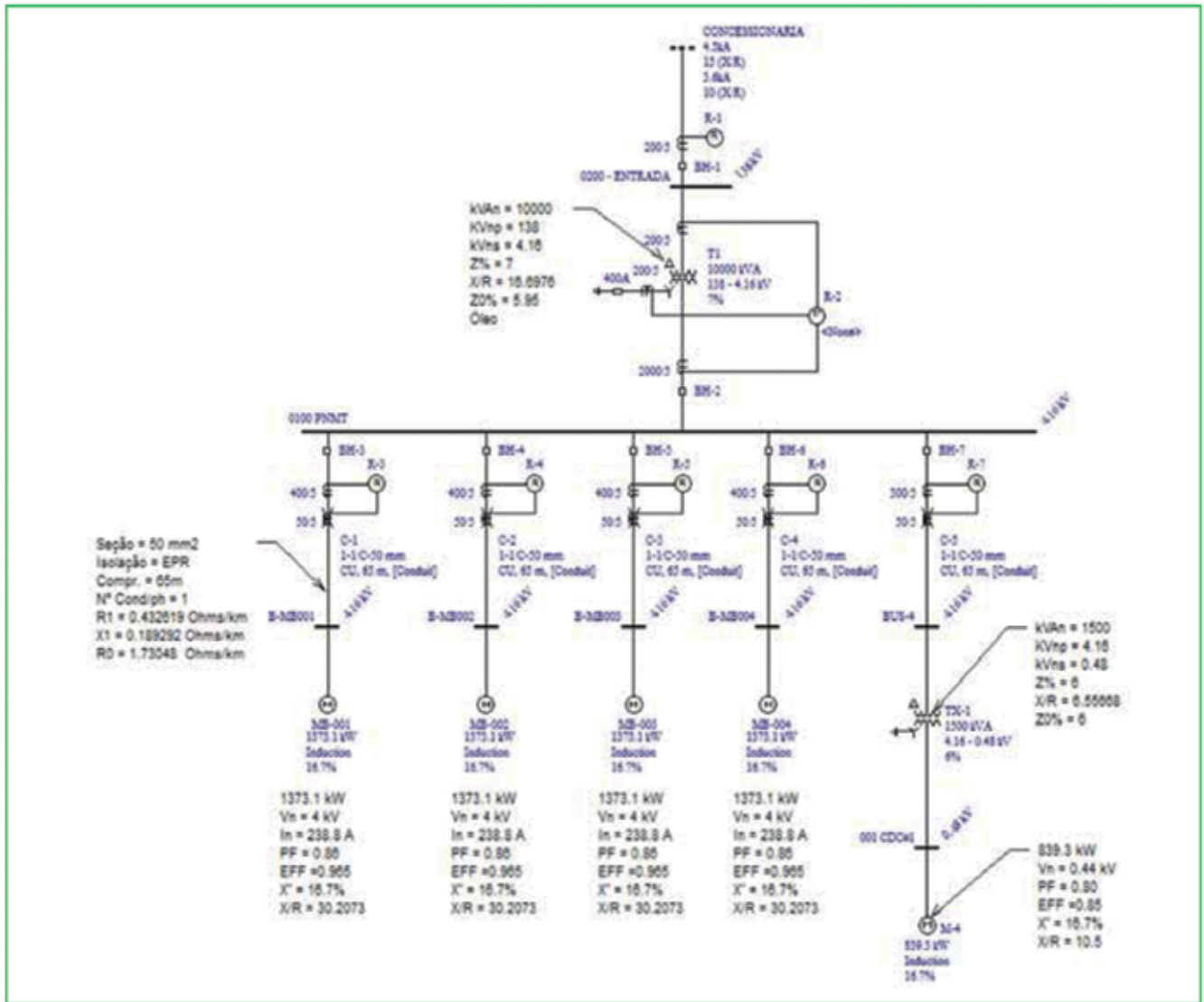


Figura 1 – Representação de um esquema unifilar.

CONFIGURAÇÕES E CONDIÇÕES OPERACIONAIS

Ainda na etapa de levantamento de dados é necessário conhecer, no mínimo, as seguintes condições operacionais:

- ▶ Se existem geradores na planta;
- ▶ Condição normal de operação;
- ▶ Condição de curto-circuito máximo;
- ▶ Condição de curto-circuito mínimo.

Essas condições implicam em se conhecer as configurações do sistema:

- ▶ Como os geradores operam: somente emergência (sem fazer paralelismo com a rede), transferência em rampa (paralelismo momentâneo para transferências) ou PPR

(paralelismo permanente com a rede);

- ▶ Se transformadores operam em paralelo;
- ▶ Se os disjuntores de interligação (TIE) operam abertos ou fechados;
- ▶ Se linhas operam em paralelo ou não;
- ▶ Como operam os maiores motores da planta;
- ▶ Maiores motores de cada barra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(Para os três primeiros capítulos)

- [01] IEEE STD 1584
IEEE Guide for Performing Arc-Flash Hazard Calculations
- [02] NFPA-70E
Standard for Electrical Safety in the Workplace - 2004 Edition.
- [03] NR-10

Norma Regulamentadora Número 10 – Segurança em Eletricidade

[04] INDUSTRIAL POWER SYSTEM GROUNDING DESIGN HANDBOOK

J.R. Dunk-Jacobs, F.I. Shields, Conrad St. Pierre 2007 – Thomson-Shore, Dexter, MI, 48130, USA

[05] Myths and Facts in Selection of Personnel Protective Equipment for Arc Flash Hazard Mitigation Utilizing NFPA 70E and applicable ASTM standards.

Hugh Hoagland - 8th Conferência Annual do IEEE-IAS, em 2012 em Louisville-KY-USA

[06] Practical Solution Guide for Arc Flash Hazards

Chet Davis, P.E.; Conrad St. Pierre; David Castor, P.E.; Robert Luo, PhD; S a t i s h Shrestha First Edition - ESA, Inc., 2003

[07] Practical Solution Guide for Arc Flash Hazards

Chet Davis, P.E.; Conrad St. Pierre; David

Castor, P.E.; Robert Luo, PhD; *S a t i s h Shrestha* Second Edition - ESA, Inc., 2003

[08] NESC 2012

National Electric Safety Code

[09] NESC 2012 Handbook - 7ª Edição - Allan

L. Clapp

IEEE Standards Association

[10] Manual de Equipamentos Elétricos - Volume 1 - 2ª Edição

João Mamede Filho

Livros Técnicos e Científicos Editora

[11] Manual Técnico sobre Vestimenta de Proteção ao Risco de Arco Elétrico e

Fogo Repentino

Aguinaldo Bizzo de Almeida e Reyder Knupfer

Goecking

[12] IEC61482-1-1 Edition 1.0 - 2009

Live working protective clothing against the thermal hazards of an electric arc - Part 1.1 - Test Methods - Method 1: Determination of arc rating (ATPV or EBT50) of flame resistant materials for clothing

[13] The historical Evolution of Arcing-Fault Models for Low Voltage Systems

Tammy Gammon, John Matthews

IEEE I&CPS Conference - Sparks-NV - 1999

CLÁUDIO S. MARDEGAN é engenheiro especialista formado pela Unifel, especialista em proteção de sistemas elétricos industriais e qualidade de energia. É membro sênior do IEEE e chairman do Capítulo 6 do Buff Book, atual 3004 series (3004.6) sobre Ground Fault Protection. É chair ainda do Capítulo 13 - Protection Coordination e vice-chair de Surge Protection do IEEE. É diretor da EngePower Engenharia e Comércio Ltda.

GIUSEPPE PARISE é engenheiro eletricitista e, desde 1973, trabalha no Departamento de Engenharia Elétrica na Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Sapienza em Roma, onde é Professor Pleno de Sistemas Elétricos de Potência. Tem mais de 320 artigos publicados e é autor de duas patentes e três prêmios de artigos do IEEE/IAS PSD. É membro ativo do IEEE Industry Applications Society (past Member at Large of Executive Board).

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Acompanhe todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br

Dúvidas, sugestões e outros comentários podem ser encaminhados para redacao@atitudeeditorial.com.br