	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

## SUMÁRIO

1. OBJETIVO.....	1
2. AMBITOS DE APLICAÇÃO .....	2
3. DEFINIÇÕES.....	2
4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	2
5. RESPONSABILIDADES .....	2
6. REGRAS BÁSICAS .....	2
7. CONTROLE DE REGISTROS.....	8
8. ANEXOS.....	9
9. REGISTROS DE ALTERAÇÕES.....	71


### 1. OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos mínimos a serem atendidos para contratação de empresa qualificada e especializada na elaboração de estudos, análises e desdobramentos de solicitações nos sistemas de sub transmissão (linhas de transmissão, subestações, equipamentos associados e instalações), pertencentes ao Sistema Elétrico das Empresas do Grupo CPFL Energia e/ou suas Interligações com demais Sistemas Elétricos envolvidos, sucintamente denominado CPFL.

Os estudos referem-se a levantamento de dados, modelagem dos sistemas correspondentes, estabelecimento de condições de contorno (margens de proteção, quesitos probabilísticos, ferramentas estatísticas) e simulações de fluxo de potência - definição de níveis de curtos circuitos - estabilidade eletromecânica (em regime permanente e transitórios eletromagnéticos), apresentando os conceitos, critérios e resultados de modelamento e simulações, com pareceres técnicos e recomendações sobre os resultados, definindo as características mínimas para especificação de equipamentos novos ou a confirmação de características de equipamentos elétricos e instalações existentes.

São exemplos de aplicação, as interligações de sistemas elétricos, inserção de banco de capacitores e/ou reatores em subestações, bays de interligação de subestações (total ou parcial) e equipamentos associados (barramentos, disjuntores, seccionadores, para raios, reatores, bancos de capacitores, etc.) recebidos de empresas de energia.

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	1 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

## 2. AMBITOS DE APLICAÇÃO

Engenharia, Planejamento, Operação, Operações de Subtransmissão, Gestão de Ativos, e Suprimentos.

## 3. DEFINIÇÕES

As definições de termos são apresentadas ao longo do documento técnico.

## 4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos de referência são apresentados ao longo do documento técnico.

## 5. RESPONSABILIDADES

A Engenharia de Normas e Padrões das distribuidoras do Grupo CPFL é a responsável pela publicação deste documento.

## 6. REGRAS BÁSICAS


Constam da presente especificação as principais prescrições de serviços a serem levados a termo, a partir de análise de propostas de empresas que tenham comprovadamente pelo menos 10 (dez) anos de experiência em serviços similares executados para empresas de energia elétrica.

### 6.1 Relação de Estudos

Esta especificação trata de estudos especializados e dedicados, complementares as especificações dos equipamentos e instalações, e, descritivos de obra relacionados a subestações em análise, apontados nos próximos itens, onde são definidos a forma e a profundidade de cada um desses estudos elétricos. A CONTRATADA deve entregar 2 (duas) cópias de toda a documentação em papel, bem como em meio magnético. Um modelo de relatório técnico típico encontra-se no Anexo I ao presente documento.

Os resultados e interpretação das simulações, os pareceres e as recomendações de ajustes necessários e/ou confirmações, devem ser claramente descritos pela CONTRATADA. Isto deve se ao fato de que estas conclusões serão utilizadas para especificação (ou confirmação de adequação) dos principais equipamentos de subestações (novas ou existentes), com apresentação detalhada de eventuais ajustes considerados necessários, indicando as peculiaridades das instalações (localização, distâncias, sucesso de eventual solução de modificação proposta, etc.).

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	2 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

## 6.2 – Prescrições Gerais

As bases técnicas, conceitos e critérios adotados para esta especificação são em sua maioria indicados pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética), ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico), mesmo considerando que as instalações não estejam contempladas no SIN (Sistema Interligado Nacional). No caso de linhas de transmissão, subestações, equipamentos e instalações associadas pertencerem ao SIN, estas bases técnicas devem seguir rigorosamente as prescrições, conceitos e critérios das Resoluções e Legislação estabelecidas e vigentes da EPE (Estudos Genéricos ou Específicos), ANEEL (Procedimento de Distribuição) e ONS (Procedimentos de Rede).

As premissas descritas no presente documento devem ser similares as prescrições do Edital de Leilão “Características e Requisitos Técnicos Básicos das Instalações de Transmissão (Leilão 007/2012 ANEEL Anexo 6C Lote C SE Piracicaba 440/138 kV)”. Alguns pontos deste documento são abordados na presente especificação.

Os estudos de transitórios eletromagnéticos deverão ser desenvolvidos na ferramenta ATP (Alternative Transients Program). A Empresa Contratada deverá disponibilizar os casos base de cada um desses estudos, no formato do programa ATP, em meio digital, para fins de registro na base de dados de estudos.

A especificação do conjunto das características elétricas básicas dos diversos equipamentos de subestação e linhas de transmissão integrantes deste processo deverá levar em consideração os resultados dos estudos definidos no presente documento.


Esses estudos devem demonstrar o atendimento ao estabelecido no documento de critérios da EPE, bem como nos relatórios de estudos indicados no Subitem 13.1 (+) – Anexo III –, complementado pelos critérios e requisitos definidos no presente item.

A CONTRATADA deve certificar-se de que os parâmetros das linhas e subestações a serem avaliados pelos estudos de transitórios eletromagnéticos são aqueles definidos pelos estudos coordenação de isolamento de linhas de transmissão e subestações CPFL.

Ressalta-se que a CONTRATADA deve analisar o empreendimento (linha de transmissão, subestações, equipamentos, instalações) para o ano de entrada em operação, utilizando a base de dados disponibilizada pela CPFL (Subestações de energia fora do SIN) ou ONS (Subestações pertencentes ao SIN) em sua página na internet, [www.ons.org.br](http://www.ons.org.br). Para estudos no horizonte do planejamento, a base de dados disponibilizada pela EPE em sua página na internet, [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br).

Os estudos constantes deste documento referem-se aos Setores de Alta Tensão de 69kV até 138kV e Média Tensão até 36,2kV, tendo como fronteiras as subestações interligadas

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	3 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

pelas linhas de transmissão que devem representar adequadamente o modelamento a ser utilizado, com pelo menos duas barras a montante e duas barras a jusante da subestação, para análise de desdobramentos de transitórios eletromagnéticos (regime permanente, manobras, descargas, perturbações, etc.).

### 6.3 – Descrição Sintética do Processo

Os estudos elétricos de simulações de rede devem ser realizados pela CONTRATADA para avaliação das solicitações de acesso à rede básica ou referente ao Sistema CPFL, a elaboração de proposta de ampliações e reforços desta rede, a elaboração de estudos de planejamento e programação da operação elétrica, de estudos pré-operacionais, de comissionamento e de proteção, bem como para operação e análise da operação elétrica (conforme Módulos correspondentes dos Procedimentos de Rede). A análise de situações elétricas específicas deve fazer parte do escopo dos estudos elétricos.

Para subestações pertencentes ao SIN, as diretrizes e os critérios para estudos elétricos resultam da experiência em estudos elétricos realizados pelo ONS e são constantemente revistos, ampliados e modificados com base na evolução das técnicas de planejamento, projeto e operação dos sistemas, bem como na legislação e regulamentação vigentes. Essas diretrizes e critérios devem ainda ser compatíveis com os padrões de desempenho e requisitos definidos nos Procedimentos de Rede ONS, Módulo 2 Requisitos mínimos para instalações e gerenciamento de indicadores de desempenho e no Submódulo 3.6 Requisitos técnicos mínimos para a conexão à rede básica SIN, e no presente caso, também à conexão do sistema elétrico da CPFL.

As referências bibliográficas utilizadas nos estudos elétricos estão arroladas no Item 16 do Sub Módulo 23.3. Os agentes de geração considerados no Submódulo 23.3 são aqueles detentores, por concessão ou autorização, de usinas classificadas como Tipo I – Programação e despacho centralizados, Tipo II – Programação centralizada e despacho não centralizado ou Tipo III – Programação e despacho não centralizados, conforme critérios e sistemática estabelecidos no Módulo 26 Modalidade de operação de usinas.


O Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional PRODIST ANEEL, em especial o Módulo 8 sobre qualidade de energia elétrica deve ser atendido integralmente.

### 6.4 - Estudos de Regime Permanente

#### 6.4.1 Origem: Operação Normal

- Levantamento de dados e informações
- Modelagem da rede em regime permanente

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	4 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

- Definição de condições de contorno
- Uso de várias configurações da situação atual e situação futura
- Utilização de ferramentas estatísticas na busca da condição mais crítica
  - Estudo de fluxo de potência
  - Estudos de rejeição de carga
  - Estudos de energização de linhas de linhas de transmissão
  - Estudos de fluxo de potência em barramentos
  - Estudos de curtos-circuitos
  - Estudos dinâmicos


Nota: No caso de interligação de subestações ou instalações de geração ou cogeração, deve ser avaliada também a possibilidade de operação indevida (ilhada) e suas consequências para os equipamentos e subestações localizadas na região elétrica da vizinhança da subestação em análise.

## 6.5 - Estudos de Transitórios Eletromagnéticos

### 6.5.1 Origem: Manobras

- Levantamento de dados e informações
- Modelagem da rede para frequência correspondente as manobras
- Definição de condições de contorno
- Uso de várias configurações da situação atual e situação futura
- Utilização de ferramentas estatísticas na busca da condição mais crítica
  - Energização de linhas de transmissão
  - Religamento tripolar de linhas de transmissão
  - Religamento monopolar de linhas de transmissão (se aplicável)
  - Energização de transformadores de usinas e subestações escalonadamente
  - Manobras de bancos de capacitores shunt e reatores
  - Rejeição de carga
- Tensão de restabelecimento transitória
  - Curto-circuito terminal
  - Curto-circuito quilométrico
  - Abertura de linha de transmissão em vazio
  - Abertura em discordância de fases
  - Abertura de pequenas correntes indutivas
  - Tensões e correntes induzidas em lâminas de terra de seccionadoras

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	5 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

### 6.5.2 Origem: Descargas Atmosféricas:

- Coordenação de isolamento
  - Levantamento de dados e informações
  - Modelagem da rede para altas frequências
  - Definição de condições de contorno
  - Uso de várias configurações da situação atual e situação futura
  - Utilização de ferramentas estatísticas buscando a situação mais crítica
    - Surto atmosférico próximo à subestação
    - Surto atmosférico distante da subestação

Nota: Para efetividade do processo faz-se necessário à integração dos estudos de manobra, temporárias e de coordenação de isolamento das estruturas da linha de transmissão e subestações.

## 6.6 – Estudos de Qualidade de Energia Elétrica:

- Comportamento harmônico
- Flutuação de tensão
- Variações de tensão de curta duração


## 6.7 – Estudos Complementares

- Campos elétricos e magnéticos.

Levando em consideração as prescrições e critérios do Item 6.11 do presente documento, para o caso de projeto, simulações, análise de consequências da inserção de bancos de capacitores ou reatores séries ou paralelos, novas orientações técnicas deverão ser obtidas junto a CPFL, relacionadas, dentre outros, com análise de harmônicas, transitórios de energização e descarga, tensão de transitórios eletromagnéticos (terminal e quilométrico), coordenação de isolamento, análise de proteção, arranjo do banco, medições harmônicas, riscos de amplificação das distorções, eventual necessidade de filtros que devem ser adequados as necessidades do circuito e suas interferências na região elétrica, ressonâncias paralelas, avaliações de equipamentos envolvidos no projeto (transformadores de corrente, de potencial, disjuntores, para raios, proteção, etc.) e limitações e critérios do Procedimentos de Rede e Normalização Brasileira.

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	6 de 71



	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

Em complemento, existe necessidade de realização de estudos e análises para avaliação e adequabilidade do sistema de aterramento e sistema de blindagem de subestações e linhas de transmissão.

## 6.8 - Relatórios Técnicos (timbre, numeração, título, data, responsável)

- Características das linhas, subestações e equipamentos associados existentes;
- Informações detalhadas, dados e modelagem adotada;
- Condições de contorno para os estudos análises e simulações;
- Simulações, configurações e definição de situações críticas do sistema;
- Arquivo de dados ATP e descrição da nomenclatura utilizada;
- Resultados de simulações e gráficos correspondentes;
- Interpretação dos resultados de cada fenômeno;
- Características mínimas de cada linha de transmissão;
- Características mínimas de cada subestação;
- Características mínimas de cada equipamento;
- Características mínimas de cada setor das instalações;
- Características mínimas do sistema de aterramento;
- Características mínimas do sistema de blindagem;
- Conclusões, pareceres, confirmações e recomendações necessárias.

## 6.9 – Normalização

As premissas para a realização de todos os estudos encontram-se descritas nos Procedimentos de Rede – ONS em seu Submódulo 23.3 Diretrizes e Critérios para Estudos Elétricos vigentes, seus anexos e referencias, cujo sumário encontra-se sinteticamente no Anexo II ao presente documento.


A demonstração da conformidade dos equipamentos encontra se sinteticamente descrita no Anexo III ao presente documento. No Anexo IV são apresentados de forma exemplificativa e didática resultados de simulações reais esperadas. O Anexo V contempla a lista das prescrições dos Procedimentos de Rede ONS e Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional PRODIST ANEEL que devem ser atendidos.

## 6.10 – Atribuições Principais das Empresas e Agentes

### 6.10.1 Empresa de Pesquisa Energética – EPE

Subsidiar o planejamento do setor energético por meio de prestação de serviços na área de estudos e pesquisas no sentido de contribuir para manter atualizadas as diretrizes e os critérios utilizados nos estudos elétricos.

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	7 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

#### 6.10.2 Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS

Zelar pela atualização constante das diretrizes e dos critérios utilizados nos estudos elétricos. Manter e atualizar a base de dados necessária aos estudos elétricos.

6.10.3 Agentes de Transmissão, Consumidores Livres ou Potencialmente Livres conectados à rede básica, Agentes de Geração detentores de usinas classificadas como Tipo I ou Tipo II e Agentes de Importação ou Exportação de energia.

Fornecer as informações necessárias à atualização constante das diretrizes e dos critérios utilizados nos estudos elétricos. Os dados para manter atualizada a base de dados necessária aos estudos elétricos.

#### 6.10.4 Agentes de Distribuição

Fornecer as informações necessárias à atualização constante das diretrizes e dos critérios utilizados nos estudos elétricos, os dados para manter atualizada a base de dados necessária aos estudos elétricos e os dados necessários aos estudos elétricos dos consumidores livres ou potencialmente livres conectados à sua rede.

#### 6.10.5 Agentes de Geração Detentores de Usinas do Tipo III

Fornecer as informações necessárias à atualização constante das diretrizes e dos critérios utilizados nos estudos elétricos.

### 6.11 – Referências Normativas

Módulos de Procedimentos de Rede do O N S (Operador Nacional do Sistema Elétrico) no site: <http://ons.org.br/pt/paginas/sobre-o-ons/procedimentos-de-rede/vigentes>


Módulos de Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional PRODIST ANEEL no site: <http://www.aneel.gov.br/prodist>

## 7. CONTROLE DE REGISTROS

Todos os documentos relacionados a contratação de serviço especializados de estudos transitórios eletromagnéticos e coordenação de isolamento devem ser preservados para consultas em ambiente relacionado a obra correspondente.

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	8 de 71



	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

## 8. ANEXOS

Anexo I – Relatório Técnico Típico

Anexo II – O N S Módulo 23.3 - Diretrizes e critérios para estudos elétricos

Anexo III – Demonstração da Conformidade dos Equipamentos

Anexo IV – Entrada de Dados, Simulações e Resultados Exemplificativos (++)

Anexo V – Lista de Procedimentos de Rede e de Procedimentos de Distribuição

Observação:

(++) Os gráficos e resultados de simulações são exemplificativos obtidos de vários estudos, análises, relatórios disponíveis, sem o rigor acadêmico de correlação ou complementos entre eles.

## Anexo I – Relatório Técnico Típico

### 1 – Objetivo

### 2 – Introdução e Histórico

### 3 – Dados e Informações


#### 3.1 – Documentação de referência

Localização da subestação e região elétrica definida no mapa do Estado;  
Diagrama unifilar, planta cortes e vistas da subestação e região elétrica em análise;  
Diagrama unifilar da subestação, linhas e subestações adjacentes da região elétrica;  
Sistema de aterramento da subestação e linha de transmissão;  
Sistema de blindagem da subestação e linha de transmissão;  
Sistema Elétrico das fronteiras da região elétrica com uso de Thevenin.

#### 3.2 – Dados e informações dos equipamentos e instalações

- Linhas de transmissão  
R, L, C, comprimentos, Ro, R1, Xo, X1, R2, X2, estruturas, terra,...
- Geradores  
Quantidade, localização, tensão, potência, xd", xd', xd, fator potência, suportabilidades...
- Transformadores de potência  
Quantidade, localização, tensões, potências, impedâncias, ligação, suportabilidades...
- Disjuntores de alta e média tensão  
Quantidade, localização, tensão, corrente, interrupção, meio extinção, suportabilidades...
- Bancos de capacitores paralelos ou série  
Quantidade, tensões, potência, suportabilidades...

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	9 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

- Reatores derivação ou reatores série  
Quantidade, tensões, potência, suportabilidades...
- Para raios  
Quantidade, localização, tensão e corrente nominal, absorção energia, tensão x corrente,...
- Transformadores de instrumentos (corrente, potencial e potencial capacitivo)  
Quantidade, tensão, corrente ou tensão, relações, suportabilidades, ...
- Secionadores  
Quantidade, localização, tensão, corrente, suportabilidades,...
- Barramentos e cabos principais e transferência  
Quantidade, localização, dimensões, suportabilidades,...
- Sistema de aterramento de linhas de transmissão e subestações  
Quantidade, localização, características, suportabilidades,...
- Sistema de blindagem de linhas de transmissão e subestações  
Quantidade, localização, características, suportabilidades,...

### 3.3 – Configurações do sistema

Configurações possíveis do sistema da região elétrica definida e contingências, com e sem banco de capacitores, reatores, medições terminais e equipamentos principais, atual e futuro.

Tensões nominais e de operação máxima a frequência nominal  
Níveis de curtos circuitos nas barras em análise e região elétrica definida  
Sobretensões, correntes e energias admissíveis para frequência nominal  
Sobretensões correntes e energias admissíveis para sobretensões de manobras  
Sobretensões, correntes e energias admissíveis para sobretensões temporárias  
Sobretensões, correntes e energias admissíveis para sobretensões de origem atmosférica

## 4 – Representação da rede elétrica

Descritivo da representação e modelagem adotada para a rede elétrica, sistema elétrico e principais equipamentos e instalações: linhas de transmissão, transformadores, disjuntores, barramentos, seccionadores, para raios, quesitos probabilísticos, etc. para baixa e alta frequência.


## 5 – Estudos Iniciais em Regime Permanente

### 5.1 Estudos de Fluxo de Potência da Região Elétrica Definida

- Procedimentos gerais e modelagem adequada
- Critérios e condições de contorno e críticas
- Apresentação dos resultados encontrados
- Análise dos resultados (tensão, corrente, tempo, etc.) de cada configuração e contingência.

Nota: Utilização dos resultados e circuitos como subsídios a definição equipamentos (disjuntores, barramentos, cabos, seccionadores, etc.), e, para demais simulações de alta e baixa frequência.

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	10 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

## 5.2 Estudos de Curtos Circuitos da Região Elétrica Definida

- i – Procedimentos gerais e modelagem adequada
- ii – Critérios e condições de contorno e críticas
- iii – Apresentação dos resultados encontrados
- iv – Análise dos resultados (tensão, corrente, tempo, etc.) de cada configuração e contingência.

Nota: Utilização dos resultados e circuitos, para subsídios a definição de equipamentos (disjuntores, seccionadores, malha de terra, blindagem, etc.), e, para demais simulações de alta e baixa frequência.

## 6 – Estudos de Transitórios Eletromagnéticos

Os estudos de transitórios eletromagnéticos referem-se a eventos de manobra e temporários (estatísticas) bem como definição de condições críticas nesses quesitos para utilização como base para demais simulações e avaliações.

Deverão ser apresentadas tabelas (resumo dos resultados) e/ou gráficos, local da falta, condições do sistema / linhas, definição do tempo de abertura / fechamento (ângulos de fase) com maior impacto em sobretensões de manobra e temporárias. Usar estes dados críticos para as próximas simulações de baixa e alta frequência.

### 6.1 – Estudos de energização e desligamento de linhas de transmissão

- 6.1.1 – Procedimentos gerais e modelagem adequada
- 6.1.2 – Critérios e condições de contorno e críticas
- 6.1.3 – Apresentação dos resultados encontrados
- 6.1.4 – Análise resultados (tensão, corrente, tempo, etc.) de cada configuração e contingência.

Nota: identificação dos gráficos, local da falta, condições do sistema / linhas, sobretensão máxima e energia nos para raios.

### 6.2 – Estudos de religamento tripolar e monopolar (quando aplicável) de linhas de transmissão


- 6.2.1 – Procedimentos gerais e modelagem adequada
- 6.2.2 – Critérios e condições de contorno e críticas
- 6.2.3 – Apresentação dos resultados encontrados
- 6.2.4 – Análise resultados (tensão, corrente, tempo, etc.) de cada configuração e contingência.

Nota: identificação dos gráficos, local da falta, condições do sistema / linhas, sobretensão máxima e energia nos para raios.

### 6.3 – Estudos de rejeição de carga

- 6.3.1 – Procedimentos gerais e modelagem adequada
- 6.3.2 – Critérios e condições de contorno e críticas
- 6.3.3 – Apresentação dos resultados encontrados

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	11 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

6.3.4 – Análise resultados (tensão, corrente, tempo, etc.) de cada configuração e contingência.

Nota: identificação dos gráficos, local da falta, condições do sistema / linhas, sobretensão máxima e energia nos para raios.

6.4 – Estudos de tensão de restabelecimento transitório terminal e quilométrico, abertura de linhas em vazio, abertura em discordância de fases, abertura de pequenas cargas indutivas, tensões e correntes induzidas em lâminas de seccionadores.

6.4.1 – Procedimentos gerais e modelagem adequada

6.4.2 – Critérios e condições de contorno e críticas

6.4.3 – Apresentação dos resultados encontrados

6.4.4 – Análise resultados (tensão, taxa crescimento, etc.) cada configuração e contingência.

Nota: identificação dos gráficos, local da falta, condições do sistema / linhas, sobretensão máxima e energia nos para raios e disjuntores.

6.5 - Estudos de energização e desligamento do primeiro transformador

6.5.1 – Procedimentos gerais e modelagem adequada

6.5.2 – Critérios e condições de contorno e críticas

6.5.3 – Apresentação dos resultados encontrados

6.5.4 – Análise resultados (tensão, corrente, tempo, etc.) de cada configuração e contingência.

Nota: identificação dos gráficos, local da observação, tensão / corrente / fase / tempo, condições do sistema / linhas, sobretensão máxima e energia nos para raios, condições limites.

6.6 - Estudos de energização e desligamento do segundo transformador (se existir)

6.6.1 – Procedimentos gerais e modelagem adequada

6.6.2 – Critérios e condições de contorno e críticas

6.6.3 – Apresentação dos resultados encontrados

6.6.4 – Análise resultados (tensão, corrente, tempo, etc.) de cada configuração e contingência.

Nota: identificação dos gráficos, local da observação, tensão / corrente / fase / tempo, condições do sistema / linhas, sobretensão máxima e energia nos para raios, condições limites.

6.7 - Estudos de manobras de bancos de capacitores e reatores

6.7.1 – Procedimentos gerais e modelagem adequada


6.7.2 – Critérios e condições de contorno e críticas

6.7.3 – Apresentação dos resultados encontrados

6.7.4 – Análise dos resultados (tensão, corrente, tempo, etc.) de cada configuração.

Nota: identificação dos gráficos, local da observação, tensão / corrente / fase / tempo / harmônicas, ressonâncias, condições do sistema / linhas, sobretensão máxima e energia nos para raios, condições limites.

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	12 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

## 6.8 - Estudos de fechamento e abertura de seccionadores e seccionadores aterramento

6.8.1 – Procedimentos gerais e modelagem adequada

6.8.2 – Critérios e condições de contorno e críticas

6.8.3 – Apresentação dos resultados encontrados

6.8.4 – Análise dos resultados (tensão, corrente, tempo, etc.) de cada configuração.

Nota: identificação dos gráficos, local da observação, tensão / corrente / fase / tempo, condições do sistema / linhas, sobretensão máxima e energia nos para raios, condições limites.

## 6.9 - Estudos de coordenação de isolamento para surtos de origem atmosférica entrando na subestação frutos de descargas de contorno e de falhas em blindagem de linhas de transmissão

6.9.1 – Procedimentos gerais e modelagem adequada

6.9.2 – Critérios e condições de contorno e críticas

6.9.3 – Apresentação dos resultados encontrados

6.9.4 – Análise dos resultados (tensão, corrente, tempo, etc.) de cada configuração

Nota: identificação dos gráficos, local da falta, condições do sistema / linhas, sobretensão máxima e energia nos para raios.

## 6.10 - Estudos de sistema de aterramento da subestação

6.10.1 – Procedimentos gerais e modelagem adequada

6.10.2 – Critérios e condições de contorno e críticas

6.10.3 – Apresentação dos resultados encontrados

6.10.4 – Análise dos resultados (tensões de passo, toque, equipotencialização, croquis, etc.)

Nota: identificação dos gráficos, local da observação, tensão / corrente / fase / tempo, condições do sistema / linhas, sobretensão máxima e energia, condições limites.

## 6.11 - Estudos de blindagem da subestação contra descargas atmosféricas diretas

6.11.1 – Procedimentos gerais e modelagem adequada

6.11.2 – Critérios e condições de contorno e críticas

6.11.3 – Apresentação dos resultados encontrados

6.11.4 – Análise dos resultados (análise de riscos, altura, instalações, croquis, etc.).

Nota: identificação dos gráficos, local da observação, tensão / corrente / fase / tempo, condições do sistema / linhas, sobretensão máxima e energia, condições limites.


## 6.12 - Estudos de qualidade de energia elétrica

6.12.1 – Procedimentos gerais e modelagem adequada

6.12.2 – Critérios e condições de contorno e críticas

6.12.3 – Apresentação dos resultados encontrados

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	13 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

#### 6.12.4 – Análise dos resultados (análise de riscos, tensão, corrente, harmônicos, etc.).

Nota: identificação dos gráficos, local da observação, comportamento harmônico, flutuação de tensão, variações de tensão de curta duração, para tensão / corrente / fase / tempo, condições do sistema / linhas, sobretensão máxima e energia, condições limites.

## 7 – Conclusões

Análise, interpretação geral e recomendações a respeito dos resultados de simulações encontrados, demonstração da conformidade dos equipamentos e instalações, detalhamento de pontos críticos, caracterizando minimamente a linha de transmissão, instalações, subestações e equipamentos associados, bem como eventuais propostas de melhorias para manter a confiabilidade e segurança.

### 7.1 – Estudos e simulações iniciais em regime permanente

Fluxo de potência;  
Energização de linhas  
Rejeição de carga  
Fluxo de potência para barramentos e cabos  
Níveis de curtos circuitos;

### 7.2 – Estudos e simulações para definição das condições críticas

Chaves estatísticas representando as manobras de disjuntores  
Definição de condição crítica de abertura e fechamento para uso nas simulações

### 7.3 – Estudos e simulações de transitórios eletromagnéticos


Energização e desligamento de linhas de transmissão;  
Religamento tripolar e monopolar de linhas de transmissão;  
Rejeição de carga;  
Tensão de restabelecimento transitória;  
Energização e desligamento do primeiro transformador;  
Energização e desligamento do segundo transformador (se existir);  
Energização e desligamento de bancos de capacitores e reatores;  
Fechamento e abertura de seccionadores e seccionadores de aterramento.

### 7.4 – Estudos e simulações de coordenação de isolamento

Surtos de origem atmosférica próxima da subestação  
Surtos de origem atmosférica longe da subestação

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	14 de 71



	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

## 7.5 – Estudos e simulações de sistema de aterramento

Método de medição e cálculo de resistividade e resistência  
 Croquis com a localização e abrangência  
 Tensões de passo, toque, interligações e equipotencialização.  
 Definição de riscos  
 Lista contendo eventuais melhorias necessárias, etc.

## 7.6 – Estudos e simulações de sistema de blindagem contra descargas atmosféricas diretas

Método de esferas rolantes ou similar  
 Croquis com a localização e abrangência  
 Definição de riscos  
 Lista contendo eventuais melhorias necessárias, etc.

## 7.7 – Estudos de qualidade de energia

Comportamento harmônico  
 Flutuação de tensão  
 Variações de tensão de curta duração  
 Lista contendo eventuais melhorias necessárias, etc.

## 8 – Referências Bibliográficas


## 9 - Anexos

Fazem parte dos anexos as tabelas, gráficos e arquivos:

Tabelas de resultados de simulações estatísticas.  
 Gráficos dos resultados de cada simulação e contingência atual e futura.  
 Arquivos de dados e modelagens em formato ATP e detalhes do script.

/

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	15 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

## Anexo II – Índice Módulo 23.3–Diretrizes e Critérios Estudos Elétricos



Operador Nacional  
do Sistema Elétrico

### Procedimentos de Rede


Assunto	Submódulo	Revisão	Data de Vigência
DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS ELÉTRICOS	23.3	2016.12	01/01/2017

1	INTRODUÇÃO .....	6
2	OBJETIVO .....	7
3	ALTERAÇÕES DESTA REVISÃO .....	8
4	RESPONSABILIDADES .....	8
4.1	EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE .....	8
4.2	OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS .....	9
4.3	AGENTES DE TRANSMISSÃO, CONSUMIDORES CONECTADOS À REDE BÁSICA, AGENTES DE GERAÇÃO RESPONSÁVEIS POR USINAS CLASSIFICADAS COMO TIPO I OU TIPO II E AGENTES DE IMPORTAÇÃO/EXPORTAÇÃO .....	9
4.4	AGENTES DE DISTRIBUIÇÃO .....	9
4.5	AGENTES DE GERAÇÃO RESPONSÁVEIS POR USINAS CLASSIFICADAS COMO TIPO III .....	9
5	DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS DE FLUXO DE POTÊNCIA .....	9
5.1	ASPECTOS GERAIS .....	9
5.2	DIRETRIZES PARA ESTUDOS EM SISTEMAS DE CORRENTE ALTERNADA (CA) .....	10
5.3	CRITÉRIOS PARA ESTUDOS EM SISTEMAS DE CORRENTE ALTERNADA (CA) .....	11
5.4	DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS EM SISTEMAS DE CORRENTE CONTÍNUA (CC) .....	15
6	DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS DE FLUXO DE POTÊNCIA ÓTIMO .....	17
7	DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS DE CURTO-CIRCUITO .....	18
7.1	ASPECTOS GERAIS .....	18
7.2	DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA OS ESTUDOS .....	19
8	DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS DE ESTABILIDADE ELETROMECÂNICA .....	20
8.1	ASPECTOS GERAIS .....	20
8.2	DIRETRIZES PARA ESTUDOS EM SISTEMAS CA .....	21
8.3	CRITÉRIOS PARA ESTUDOS EM SISTEMAS CA .....	25
8.4	DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS ELETROMECÂNICOS DE FECHAMENTO DE PARALELO .....	26
8.5	DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS ELETROMECÂNICOS DE FECHAMENTO DE ANEL .....	26
8.6	DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS ELETROMECÂNICOS DE SOBRETENSÕES DINÂMICAS .....	27
8.7	DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS ELETROMECÂNICOS DE RELIGAMENTO AUTOMÁTICO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO .....	30
8.8	DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS DE ALÍVIO DE CARGA POR SUBFREQUÊNCIA .....	33
8.9	DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS DE ALÍVIO DE GERAÇÃO POR SOBREFREQUÊNCIA .....	34

Endereço na Internet: <http://www.ons.org.br>

Página 3/115

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	16 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento



## Procedimentos de Rede


Assunto	Submódulo	Revisão	Data de Vigência
DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS ELÉTRICOS	23.3	2016.12	01/01/2017

8.10 DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS EM SISTEMAS DE CORRENTE CONTINUA (CC) .....	36
<b>9 DIRETRIZES PARA ESTUDOS DE TRANSITÓRIOS ELETROMAGNÉTICOS SOB CONDIÇÕES DE MANOBRA.....</b>	<b>39</b>
9.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	39
9.2 ESTUDOS DE MANOBRAS EM EQUIPAMENTOS.....	41
9.3 REPRESENTAÇÃO EQUIVALENTE DA REDE ELÉTRICA.....	56
9.4 DIRETRIZES PARA ESTUDOS EM SISTEMAS CC .....	56
9.5 CONTEÚDO ESSENCIAL DOS RELATÓRIOS TÉCNICOS DO ESTUDO .....	57
<b>10 CRITÉRIOS PARA ESTUDOS DE TRANSITÓRIOS ELETROMAGNÉTICOS SOB CONDIÇÕES DE MANOBRA.....</b>	<b>58</b>
10.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	58
10.2 CRITÉRIOS RELATIVOS AOS PARA-RAIOS.....	59
10.3 CRITÉRIOS RELATIVOS A TRANSFORMADORES E AUTOTRANSFORMADORES .....	60
10.4 CRITÉRIOS RELATIVOS A REATORES EM DERIVAÇÃO .....	61
10.5 CRITÉRIOS RELATIVOS A BANCOS DE CAPACITORES EM DERIVAÇÃO .....	61
10.6 CRITÉRIOS RELATIVOS A BANCOS DE CAPACITORES SÉRIE FIXOS E CONTROLADOS .....	62
10.7 CRITÉRIOS RELATIVOS A DISJUNTORES.....	62
10.8 CRITÉRIOS RELATIVOS A MÁQUINAS SÍNCRONAS.....	62
10.9 CRITÉRIOS RELATIVOS A LINHAS DE TRANSMISSÃO.....	63
10.10 EXTIÇÃO DE ARCO SECUNDÁRIO .....	63
<b>11 DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS DE SEGURANÇA DE TENSÃO .....</b>	<b>66</b>
<b>12 DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS DE RECOMPOSIÇÃO DO SISTEMA.....</b>	<b>67</b>
12.1 ASPECTOS GERAIS .....	67
12.2 ESTUDOS EM REGIME PERMANENTE .....	68
12.3 ESTUDOS DE ESTABILIDADE ELETROMECAÂNICA .....	71
12.4 ESTUDOS DE TRANSITÓRIOS ELETROMAGNÉTICOS .....	73
<b>13 DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA.....</b>	<b>74</b>
13.1 ASPECTOS GERAIS .....	74
13.2 ESTUDOS DE COMPORTAMENTO HARMÔNICO.....	74
13.3 ESTUDOS DE FLUTUAÇÃO DE TENSÃO.....	79
13.4 ESTUDOS DE VARIAÇÕES DE TENSÃO DE CURTA DURAÇÃO (VTCD) .....	80

Endereço na Internet: <http://www.ons.org.br>

Página 4/115

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	17 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento



## Procedimentos de Rede


Assunto	Submódulo	Revisão	Data de Vigência
DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS ELÉTRICOS	23.3	2016.12	01/01/2017

14	DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS DE CONFIABILIDADE .....	80
14.1	PREMISSAS GERAIS.....	80
14.2	DIRETRIZES DE MODELAGEM.....	85
14.3	DIRETRIZES PARA O TRATAMENTO DE DADOS DETERMINÍSTICOS E ESTOCÁSTICOS .....	93
14.4	DIRETRIZES PARA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL.....	94
14.5	DIRETRIZES PARA REGISTRO DE RESULTADOS .....	101
14.6	CRITÉRIOS PARA A DIAGNOSE DOS NÍVEIS DE RISCO PROBABILÍSTICO .....	101
15	DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA ESTUDOS DE RESERVA DE POTÊNCIA OPERATIVA E DE CONTROLE CARGA-FREQUÊNCIA.....	103
15.1	ESTUDOS DE RESERVA DE POTÊNCIA OPERATIVA .....	103
15.2	ESTUDOS DE CONTROLE CARGA-FREQUÊNCIA .....	105
16	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS PARA ESTUDOS ELÉTRICOS .....	111

Endereço na Internet: <http://www.ons.org.br>

Página 5/115

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	18 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

## Anexo III – Demonstração da Conformidade de Equipamentos

### Características e Requisitos Técnicos Básicos das Instalações de Transmissão – Volume IV – Fonte: Leilão 007/2012 ANEEL Anexo 6C SE Piracicaba 440/138kV

(Documento Original Ajustado para a Presente Especificação)

#### ... “11. DEMONSTRAÇÃO DA CONFORMIDADE DOS EQUIPAMENTOS

Seja qual for a configuração proposta, básica ou alternativa, a CONTRATADA deve realizar, em princípio, os seguintes estudos:

- Fluxo de potência, rejeição de carga e energização na frequência fundamental.
- Estudos de fluxo de potência nos barramentos das subestações.
- Estudos de transitórios de rejeição de carga.
- Estudos de religamento monopolar de linhas de transmissão.
- Estudos de transitórios de energização de linhas de transmissão e transformadores.
- Estudos de tensão de restabelecimento transitória (TRT) dos disjuntores e manobra de chaves de aterramento.
- Estudo de coordenação de isolamento das subestações.
- Estudos de manobra de bancos de capacitores shunt.

Esses estudos devem demonstrar o atendimento ao estabelecido no documento de critérios da EPE, nos relatórios de estudos indicados no subitem 13.1 (+), e aos critérios e requisitos estabelecidos nesse item.


A CONTRATADA deve certificar-se de que os parâmetros das linhas a serem avaliados pelos estudos de transitórios eletromagnéticos são aqueles definidos pelos estudos de coordenação de isolamento das linhas elaborados pela CPFL.

Ressalta-se que a CONTRATADA deve analisar o empreendimento para o ano de entrada em operação, utilizando a base de dados disponibilizada pelo ONS em sua página na internet, [www.ons.org.br](http://www.ons.org.br). Para estudos no horizonte do planejamento, a base de dados disponibilizada pela EPE em sua página na internet, [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br).

Os estudos de transitórios eletromagnéticos deverão ser desenvolvidos na ferramenta ATP (Alternative Transients Program). A CONTRATADA deverá disponibilizar à CPFL para repasse para a ANEEL, quando necessário, os casos base de cada um desses estudos, no formato do programa ATP, em meio digital, para fins de registro na base de dados de estudos.

A especificação do conjunto das características elétricas básicas dos diversos

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	19 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

equipamentos integrantes deste empreendimento deverá levar em conta os resultados dos estudos supramencionados.

Observação: (+) Item 13 e Subitem 13.1 Exemplificativo

### 13. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA RELATIVA AO EMPREENDIMENTO

Os relatórios de Estudos de Engenharia e Planejamento elaborado pela EPE e os documentos elaborados pela CTEEP para as linhas de transmissão e para as subestações interligadas estão relacionados a seguir.

Estes relatórios e documentos são partes integrantes do ANEXO 6C devendo suas recomendações ser consideradas pela TRANSMISSORA no desenvolvimento dos seus projetos para implantação das instalações, exceto quando disposto de forma diferente no Edital, incluindo este Anexo Técnico.

#### 13.1. RELATÓRIOS DE ESTUDOS DE ENGENHARIA E PLANEJAMENTO

##### 13.1.1. ESTUDOS (RELATÓRIOS R1 E R2)

Numeração e título

EPE-DEE-RE-002/2011-r0

Análise Técnico-Econômica das Alternativas –  
Relatório R1 - Estudo da Região de Piracicaba

CTEEP-RT-EP-004/2012

Empreendimento SE Piracicaba e LT 440 kV  
Araraquara – Piracicaba e LT 440 kV  
Piracicaba – Santa Bárbara D'Oeste –  
Relatório R2 – Detalhamento da Alternativa

### 11.1. TENSÃO OPERATIVA


A tensão eficaz entre fases de todas as barras do sistema interligado, em todas as situações de intercâmbio e cenários avaliados, deve situar-se na faixa de valores listados na Tabela 11.1.1 (incluído sistema 88kV), que se refere às condições operativas normais (regime permanente) e de emergência (contingências simples em regime permanente nos estudos que definiram a configuração básica ou alternativa).

**Tabela 11.1.1 – Tensão Eficaz Admissível entre Fases (kV)**

Tensão Nominal do Sistema (kV)	Condição Operativa Nominal (kV)	Condição Operativa de Emergência (kV)
69	66 a 72,5	62 a 72,5
88	84 a 92,4	79 a 92,4
138	132 a 145	124 a 145
230	218 a 242	207 a 242
345	328 a 362	311 a 362
440	418 a 462	396 a 462
500 ou 525	500 a 550	475 a 550

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	20 de 71



	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

Notas: Na análise de contingências devem ser observados:

Os limites de tensão identificados como condição operativa normal na Tabela 11.1.1, nas barras de conexão à rede básica de agentes de distribuição e de consumidores livres ou potencialmente livres. Os limites de tensão identificados como condição operativa de emergência na Tabela 11.1.1, nas demais barras da rede básica.

## 11.2. SOBRETENSÃO ADMISSÍVEL PARA ESTUDOS A 60 HZ

A máxima tensão em regimes permanente e dinâmico na extremidade das linhas de transmissão após manobra (energização, religamento tripolar e rejeição de carga) deve ser compatível com a suportabilidade dos equipamentos das subestações terminais, dos isolamentos das linhas e das torres de transmissão.

A tensão dinâmica (tensão eficaz entre fases no instante imediatamente posterior à manobra dos disjuntores) e a tensão sustentada (tensão eficaz entre fases nos instantes subsequentes) devem situar-se dentro dos limites constantes da Tabela 11.2.1 abaixo.

**Tabela 11.2.1 – Sobretensões eficazes entre fases máximas admissíveis na extremidade das linhas de transmissão após manobra (kV)**  
(Incluído o Sistema de 88 kV)

Tensão Nominal de Operação (kV)	Tensão Dinâmica Máxima Sem Elementos Saturáveis (kV)	Tensão Dinâmica Máxima Com Elementos Saturáveis (kV)	Máxima Tensão Sustentada a Vazio (kV)
88	130	123	97
138	203	193	152
230	339	322	253
345	507	483	380(1)/398(2)
440	645	616	484(1)/506(2)
500 ou 525	770	735	575(1)/600(2)
765	1120	1070	800

(1) Tensão máxima em regime permanente contínuo


(2) Tensão máxima por 1 hora em terminal em vazio de linha de transmissão após a manobra

## 11.3. CRITERIOS E DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS A 60 HZ

### 11.3.1. ESTUDOS DE FLUXO DE POTÊNCIA

De forma geral, avaliam se os níveis de tensão nos barramentos e os carregamentos nas linhas, transformadores e demais componentes da rede de transmissão, para múltiplas

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	21 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

condições de carga (mínima, leve, média e máxima), de topologia e de despacho de geração.

Devem abranger, além da condição operativa normal, a análise de contingências de linhas, transformadores e outros equipamentos do sistema elétrico, com o objetivo de se definirem ações para que o SIN opere sem perda de carga e sem violações inadmissíveis dos limites de tensão e de carregamento.

Caso faça parte do empreendimento a inclusão de novos transformadores, deve ser demonstrado pela CONTRATADA que a faixa de tapes especificada é adequada para o controle de tensão da região em análise.

Estes estudos de fluxo de potência devem ser efetuados com a principal finalidade de comprovar que a entrada em operação das novas instalações de transmissão, na configuração efetivamente disponível em sua entrada em operação e durante o horizonte operativo (até o último ano do Plano de Ampliação e Reforços vigente), não importará em restrições a operação da rede.

Os estudos deverão também identificar a eventual necessidade de compensação reativa adicional.

Por fim, tendo em vista a característica de dimensionamento de equipamentos dos estudos apresentados na fase do projeto básico, algumas investigações no horizonte do planejamento poderão vir a ser necessárias, como por exemplo, identificar as tensões máximas, em regime permanente, as quais ficarão sujeitos os equipamentos situados na conexão do banco de capacitores série a linha ou a subestação.


### **11.3.2. ENERGIZAÇÃO DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO**

Os estudos de energização visam definir as estratégias a serem adotadas nas manobras programadas de forma a evitar a ocorrência de sobretensões acima da suportabilidade dos equipamentos associados à manobra programada. Devem também identificar se a compensação reativa fixa é adequada à manobra de energização da linha associada.

Devem ser consideradas as seguintes premissas:

- Adotar configurações que resultem nas solicitações mais severas para o sistema analisado, com o menor número de unidades geradoras sincronizadas (menor potência de curto-circuito a montante da manobra).
- Adotar o status “em operação” para toda a compensação reativa indutiva fixa em derivação, existente no trecho a ser analisado.

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	22 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

- Adotar o status “fora de operação” para toda a compensação reativa indutiva manobrável em derivação, existente no trecho a ser analisado, verificando-se o efeito de ligar essa compensação, quando necessário.
- Adotar o status “disponível” para qualquer fonte controlada de potência reativa, como compensadores estáticos e/ou síncronos, verificando-se as consequências da indisponibilidade desses equipamentos, com o objetivo de liberar o maior número possível de configurações para a operação.

As sobretensões no instante imediatamente após a manobra ( $t_0+$ ) não deverão ultrapassar os valores de Tensão Máxima com/sem elementos saturáveis da Tabela 11.2.1 (sobretensão dinâmica). A sobretensão sustentada não deverá ser superior ao limite máximo estabelecido na Tabela 11.1.1 (Tensão Eficaz entre fases Admissível), para a classe de tensão do empreendimento em análise.

Devem ser apresentados, para cada configuração analisada, os valores de tensão nas barras de interesse para os instantes  $T_0-$ ,  $T_0+$  e no regime permanente posterior a manobra.


### 11.3.3. REJEIÇÃO DE CARGA

Estes estudos de carga visam identificar a eventual existência de restrições à operação do sistema, de forma a não ocorrerem sobretensões acima da suportabilidade dos equipamentos como consequência da ocorrência de aberturas intempestivas em um dos terminais das linhas em análise.

Devem ser consideradas as seguintes premissas:

- Adotar configurações que resultem nas solicitações mais severas para o sistema analisado, como, por exemplo, o maior fluxo possível na linha onde está sendo avaliada a rejeição associado a menor potência de curto-circuito a montante da abertura.
- Adotar o status “em operação” para toda a compensação reativa indutiva fixa em derivação, existente no trecho a ser analisado.
- Adotar o status “fora de operação” para toda a compensação reativa indutiva manobrável em derivação, existente no trecho a ser analisado, verificando-se o efeito de ligar essa compensação, quando necessário.
- Adotar o status “disponível” para qualquer fonte controlada de potência reativa, como compensadores estáticos e/ou síncronos, verificando-se as consequências da

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	23 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

indisponibilidade desses equipamentos, com o objetivo de liberar o maior número possível de configurações para a operação.

As sobretensões no instante imediatamente após a manobra ( $t_0+$ ) não deverão ultrapassar os valores de Tensão Máxima com/sem elementos saturáveis da Tabela 11.2.1 (sobretensão dinâmica). A sobretensão sustentada não deverá ser superior ao limite máximo estabelecido na Tabela 11.1.1 (Tensão Eficaz entre fases Admissível), para a classe de tensão do empreendimento em análise.

Devem ser apresentados, para cada configuração analisada, os valores de tensão nas barras de interesse para os instantes  $T_0-$ ,  $T_0+$  e no regime permanente posterior a manobra.

#### **11.3.4. ESTUDOS DE FLUXO DE POTÊNCIA NOS BARRAMENTOS DAS SUBESTAÇÕES**

Esses estudos têm por objetivo identificar as correntes máximas em regime permanente as quais estão sujeitos os barramentos (incluindo os vãos interligadores de barras) e os equipamentos das subestações, de forma a prover os subsídios necessários à determinação da corrente nominal dos equipamentos e barramentos das subestações.

Os seguintes aspectos devem ser levados em conta nas avaliações:

- Condições normal e emergência (n-1) de operação do sistema, com os valores máximos dos fluxos em linhas que se conectam às subestações em análise, tanto para o ano de entrada em operação como para o ano horizonte de planejamento.
- Condição degradada das subestações em análise, com indisponibilidade de um equipamento ou mesmo de um trecho do barramento, para as condições: normal e emergência (n-1) do sistema.
- Evolução prevista da topologia da subestação.


#### **11.4. CRITÉRIOS E DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE TRANSITÓRIOS DE MANOBRA**

##### **11.4.1. ENERGIZAÇÃO DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO**

A energização das linhas de transmissão deve ser viável em todos os cenários avaliados, atendido o critério de tensão em condições operativas normais definido na Tabela 11.1.1.

Em particular, deve ser prevista a possibilidade de energização nos dois sentidos,

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	24 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

considerando, inclusive, o sistema degradado, por conta de possíveis manobras de recomposição.

Devem ser avaliadas energizações com e sem aplicação de defeito ao longo da linha, respeitando-se o tempo de eliminação de falta de 100ms para a rede igual ou acima de 345 kV e de 150ms para a rede abaixo de 345 kV.

Devem ser respeitadas as premissas, definidas nos estudos de coordenação de isolamento das linhas de transmissão, elaborados pela CPFL, quanto às máximas tensões fase-terra e fase-fase admissíveis ao longo da LT.

Os para-raios de linha deverão ser dimensionados para dissipar sozinhos a energia advinda da manobra de energização.

Os documentos de especificação das características elétricas básicas dos equipamentos, elaborados pela CPFL, devem levar em conta os resultados dos estudos em epígrafe, bem como as características dos equipamentos de controle de sobretensões considerados nestes estudos.

#### **11.4.2. RELIGAMENTO TRIPOLAR DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO**

Deve ser prevista a possibilidade de religamento tripolar, por ambos os terminais, em todas as linhas de transmissão.


Deve ser avaliado o religamento com aplicação de defeito ao longo da linha, respeitando-se o tempo de eliminação de falta de 100ms para a rede igual ou acima de 345 kV e de 150ms para a rede abaixo de 345 kV.

Devem ser respeitadas as premissas, definidas nos estudos de coordenação de isolamento das linhas de transmissão, elaborados pela CONTRATADA, quanto às máximas tensões fase-terra e fase-fase admissíveis ao longo da LT.

Os para-raios de linha deverão ser dimensionados para dissipar, sozinhos, a energia advinda da manobra de religamento tripolar.

Os documentos de especificação das características elétricas básicas dos equipamentos, elaborados pela CPFL, devem levar em conta os resultados dos estudos em epígrafe, bem como as características dos equipamentos de controle de sobretensões considerados nestes estudos.

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	25 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

### 11.4.3. RELIGAMENTO MONOPOLAR (quando aplicável)

Deve ser prevista a possibilidade de religamento monopolar da linha de transmissão. Cabe à CPFL a viabilização técnica do religamento monopolar, conforme o seguinte procedimento:


- Priorizar as soluções técnicas no sentido de garantir uma probabilidade adequada de sucesso na extinção do arco secundário em tempos inferiores a 500ms, de acordo com o critério estabelecido no item 11.4.3 (a).
- Somente nos casos em que for demonstrada, por meio da apresentação de resultados de estudos, a inviabilidade técnica de atender tal requisito, a CONTRATADA poderá optar pela utilização do critério definido no item 11.4.3 (b), para tempos de extinção superiores a 500ms.
- Quando só for possível a solução técnica para tempos mortos acima de 500ms, devem ser avaliadas, pela CONTRATADA, as implicações de natureza dinâmica para a Rede Básica, advindas da necessidade de operar com tempos mortos mais elevados.
- A CONTRATADA deve evitar soluções que possam colocar em risco a segurança do sistema elétrico, tais como a utilização de chaves de aterramento rápido em terminais de linha adjacentes a unidades geradoras, onde a ocorrência de curtos-circuitos devidos ao mau funcionamento de equipamentos e sistemas de proteção e controle possa causar severos impactos à rede.
- Todos os equipamentos associados, tais como disjuntores, bem como a proteção, o controle e o nível de isolamento dos equipamentos, incluído o neutro de reatores em derivação, o espaço físico e demais facilidades necessárias ao religamento monopolar devem ser providos, de forma a permitir a sua implementação.

#### (a) Critério com Tempo Morto de 500milisegundos

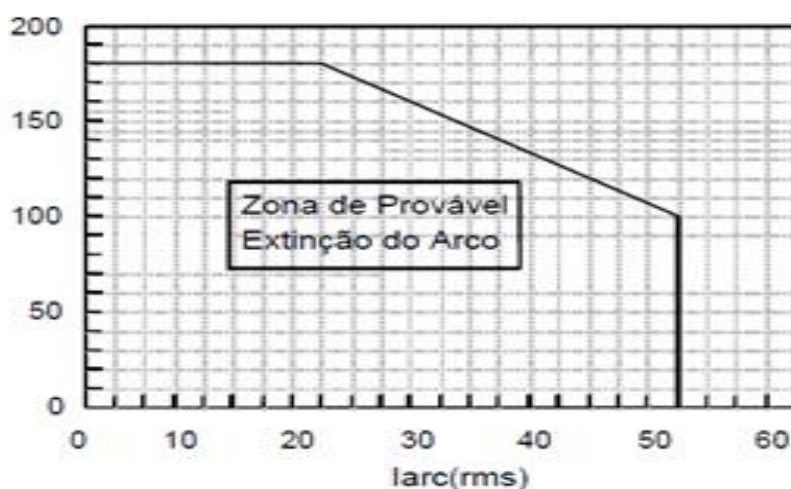
A Figura 11.4.3.1 deve ser utilizada para a avaliação da probabilidade de sucesso da extinção do arco secundário. São considerados, como pontos de entrada, o valor eficaz do último pico da corrente de arco secundário (em Ampères) e o valor do primeiro pico da tensão de restabelecimento transitória (em kVp). Um religamento monopolar, para ser considerado como sendo de boa probabilidade de sucesso para faltas não mantidas, deve ser caracterizado pelo par de valores (V, I) localizado no interior da curva ilustrada na Figura 11.4.3.1.

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	26 de 71



	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

Primeiro Pico da TRV (kV)



**Figura 11.4.3.1 – Curva de referência para análise da extinção da corrente de arco secundário, considerando-se tempo morto de 500milisegundos.**

A CPFL deve dimensionar os seus equipamentos de forma a tentar obter uma corrente máxima de arco secundário de 50 A e com TRV, dentro da “zona provável de extinção”, o que indica uma probabilidade razoável de sucesso na extinção do arco secundário.


A demonstração do atendimento deste critério deve ser oferecida pela CONTRATADA por meio de estudos de transitórios eletromagnéticos, considerando, inicialmente, a não utilização de quaisquer métodos de mitigação.

Caso estas simulações demonstrem a improbabilidade da extinção dos arcos secundários dentro do tempo de 500ms, novas simulações devem ser efetuadas, considerando a utilização de métodos de mitigação. Apenas no caso dessas novas simulações demonstrarem não ser possível atender o requisito da Figura 11.4.3.1, poderá a CONTRATADA optar pela utilização do critério definido no item 11.4.3 (b).

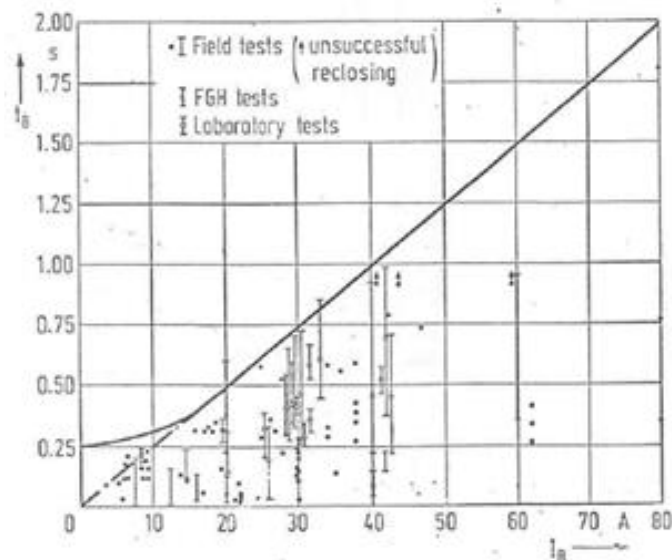
#### **(b) Critério com Tempo Morto superior a 500milisegundos**

Para avaliação do sucesso do religamento monopolar com tempo morto superior a 500ms, deve ser considerada a curva de referência da Figura 11.4.3.2, que relaciona o tempo morto necessário para a extinção do arco secundário com o valor eficaz do último pico da corrente de arco, da forma proposta a seguir:

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	27 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

- A CONTRATADA deve refazer os estudos de transitórios de forma a viabilizar o menor valor possível de corrente de arco, utilizando, inicialmente, apenas os meios de mitigação convencionais. Caso estes não se mostrem suficientes, outros meios de mitigação poderão ser considerados. Em qualquer caso, os tempos mortos a serem considerados nos ajustes para definição do tempo para religamento do disjuntor devem ser aqueles definidos pela curva da Figura 11.4.3.2 para a corrente encontrada;
- Nessa avaliação, devem ser consideradas, preferencialmente, soluções de engenharia que não demandem equipamentos que requeiram fabricação especial.




**Figura 11.4.3.2 – Curva Referência - Tempo Morto para Extinção do Arco Secundário X Valor eficaz Corrente de Arco Secundário, para tensões até 765 kV**

Nos casos em que os tempos mortos definidos de acordo com a alínea a acima forem iguais ou superiores a 1,75 segundos, a CONTRATADA deve avaliar a viabilidade técnica da adoção de medidas de mitigação não usuais, tais como chaves de aterramento rápido, entre outras, procurando o menor tempo morto possível, sem exceder 1,75 segundos.

Notas:

Quando da adoção de chaves de aterramento rápido a extinção do arco pode ocorrer mesmo com correntes mais elevadas que as indicadas nesse critério. Nesse caso, a CONTRATADA deve demonstrar a extinção do arco, de forma independente da Figura 11.4.3.2.

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	28 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

A adoção de solução que demande tempo morto superior a 500ms fica condicionada à demonstração, pela CONTRATADA, por meio de estudos dinâmicos, que a mesma não compromete o desempenho do SIN.

Os estudos de religamento monopolar têm por objetivo não apenas avaliar a extinção do arco secundário, mas também prover as informações necessárias ao correto dimensionamento do isolamento do neutro do reator de linha, nos casos em que for necessária a utilização de um reator de neutro.

Dessa forma, deve também ser apresentada pela CONTRATADA a simulação no tempo (com o programa ATP), considerando toda a sequência de eventos, com o tempo de eliminação de falta de 100ms para a rede igual ou acima de 345 kV e de 150ms para a rede abaixo de 345 kV.

Para as linhas dotadas de reatores em derivação, incluindo-se eventuais reatores de neutro, deverá ser verificado o desempenho para a faixa de frequência dinâmica permissível para o sistema (56 Hz a 66 Hz) de forma a certificar que não haverá problemas de ressonância entre os reatores e a linha de transmissão durante o religamento monopolar.

As simulações devem identificar as solicitações de dissipação de energia nos para-raios de linha e nos para-raios do reator de neutro, quando for o caso.

Os documentos de especificação das características elétricas básicas dos equipamentos, elaborado pela CPFL, deve levar em conta os resultados desses estudos.

#### **11.4.4. REJEIÇÃO DE CARGA**


Devem ser atendidas sem violação dos critérios de desempenho as situações de rejeição de carga avaliadas para a configuração básica ou alternativa.

Devem ser avaliadas rejeições com e sem aplicação de defeito monofásico ao longo da linha, respeitando-se o tempo de eliminação de falta de 100ms para a rede igual ou acima de 345 kV e de 150ms para a rede abaixo de 345 kV.

Deve ser avaliada também a rejeição sem aplicação de falta prévia, com a ocorrência de curto circuito posterior à rejeição, no instante de máxima tensão.

A CONTRATADA deverá avaliar a rejeição nos dois sentidos, com fluxos o mais próximo possível da capacidade da linha em análise, mesmo que os casos operativos indiquem fluxos mais baixos.

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	29 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

Em caso de circuitos duplos deverá ser considerada a possibilidade de rejeição dupla em condições de fluxo máximo nos dois sentidos.

Em todos os casos supramencionados, os para-raios de linha deverão ser dimensionados para dissipar sozinho a energia resultante da rejeição de carga.

Devem ser atendidas sem violação dos critérios de desempenho as situações de rejeição de carga avaliadas para a configuração básica ou alternativa.

Devem ser avaliadas rejeições com e sem aplicação de defeito monofásico ao longo da linha, respeitando-se o tempo de eliminação de falta de 100ms para a rede de 500 kV e de 150ms para a rede de 230 kV.

Deve ser avaliada também a rejeição sem aplicação de falta prévia, com a ocorrência de curto-circuito posterior à rejeição, no instante de máxima tensão.

A CONTRATADA deverá avaliar a rejeição em ambos os sentidos, com fluxos o mais próximo possível da capacidade da linha em análise, mesmo que os casos operativos indiquem fluxos mais baixos.

Em caso de circuitos duplos deverá ser considerada a possibilidade de rejeição de ambos os circuitos em condições de fluxo máximo nos dois sentidos.


Em todos os casos supramencionados os para-raios de linha deverão ser dimensionados para dissipar, sozinho, a energia resultante da rejeição de carga.

#### **11.4.5. ESTUDOS DE TENSÃO DE RESTABELECIMENTO TRANSITÓRIA (TRT)**

Esses estudos transitórios têm por objetivo quantificar as solicitações as quais estarão sujeitos os diversos disjuntores integrantes deste empreendimento. Compreendem as avaliações de TRT as seguintes condições de manobra:

- Abertura de defeito terminal trifásico à terra e trifásico não aterrado, sendo o ponto de aplicação da falta no barramento ou saída de linha.
- Abertura de defeito terminal monofásico sendo o ponto de aplicação da falta no barramento ou saída de linha.
- Abertura de defeito quilométrico.

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	30 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

- Abertura em discordância de fases. Deverá ser identificada a condição mais crítica de solicitação de tensão através dos polos do disjuntor imposta pela rede para a abertura do disjuntor em discordância de fases. Ressalta-se que a solicitação de abertura durante defasagens angulares “sistêmicas” inferiores a 180° podem, eventualmente, ocasionar solicitações superiores, em kV, aquelas definidas em norma para a condição de abertura em oposição de fases, para os disjuntores para aquela classe de tensão e com fator de 1º polo normalizado. Nestes casos pode ser necessário um maior refinamento da modelagem, o que pode em algumas situações levar a necessidade de investigações, de caráter dinâmico (ANATEM), do contexto (tensão e ângulo) no qual se dará a efetiva abertura do disjuntor.
- Abertura de linha a vazio. Essa situação deve ser simulada no programa ATP, com as fontes ajustadas para na frequência fundamental (60 Hz) e com tensão de pré-manobra igual à máxima tensão operativa da rede (1,05 ou 1,10 dependendo do nível de tensão), com aplicação de falta monofásica e abertura das fases sãs. Os estudos de abertura de linha a vazio devem levar em conta a necessidade de atendimento ao requisito descrito no item 6.1 (i) (\*\*). Caso a região do sistema onde o disjuntor será instalado esteja sujeita a sobre frequências em regime dinâmico a simulação de abertura de linha a vazio deverá levar em conta a máxima sobre frequência identificada nos estudos.

Observação:


(\*\*) Item 6.1.i) Os requisitos mínimos para o disjuntor na manobra de linha a vazio devem levar em conta o valor eficaz da tensão fase-fase da rede de 770 kV à frequência de 60 Hz, para os disjuntores dos pátios de 500 kV. Os correspondentes valores para os pátios de 345 kV é de 507 kV, 230 kV é de 339 kV, 138 kV é de 203 kV e 69 kV é de 102 kV à frequência de 60 Hz. Valores superiores a estes podem ser necessários, caso os estudos definidos no presente item 11 assim o determinem.

#### **11.4.6. ESTUDOS DE ENERGIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES**

Esses estudos têm por objetivo identificar as solicitações de corrente e tensão impostas à rede e aos equipamentos próximos pela manobra de energização dos transformadores. Devem ainda demonstrar que os transformadores podem ser energizados em situações de rede completa e degradada, pelos seus dois terminais e para toda a faixa de tensão operativa. Estão incluídas neste escopo as situações de recomposição de rede.

Os estudos compreendem avaliações de energização em vazio, com e sem falta aplicada, considerando os recursos de controle de sobretensões disponíveis, tais como, disjuntores com resistores de pré-inserção e/ou dispositivos de manobra controlada. Deve ser levado em conta o fluxo residual do transformador.

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	31 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

Devem ser avaliados também o montante de energia a ser absorvido pelos para-raios do transformador e a necessidade de utilização dos mecanismos de controle de sobretensões supramencionados, bem como as correntes inrush.

Para a realização desses estudos, os transformadores devem ser modelados considerando a sua curva de saturação e a impedância especificada no documento da CPFL que define as características elétricas básicas dos equipamentos principais do empreendimento.

No caso de indisponibilidade da curva de saturação real do equipamento, poderá ser utilizada curva típica, desde que sejam feitas parametrizações quanto ao joelho e à reatância de núcleo de ar, alterando-se esses valores no sentido de verificar os seus efeitos sobre os resultados dos estudos.

#### **11.4.7. ESTUDOS DE MANOBRA DE BANCOS DE CAPACITORES**

Esses estudos compreendem avaliações de energização e de aplicação e eliminação de defeito e têm por objetivo identificar a necessidade de especificação de reatores em série com o banco de capacitores, com a finalidade de minimizar os efeitos dos transitórios de tensão e de corrente aos níveis de suportabilidade da instalação, evitar atuações indevidas da proteção e evitar possíveis ressonâncias com a rede para harmônicas produzidas por elementos saturáveis.

Os estudos devem verificar as sobretensões e as consequentes solicitações de energia sobre os para-raios próximos, e a necessidade de utilização de disjuntores com dispositivos de manobra controlada.


#### **11.4.8. MANOBRAS DE FECHAMENTO E ABERTURA DE SECCIONADORES E SECCIONADORES DE ATERRAMENTO**

As manobras de fechamento e abertura de seccionadores e de seccionadores de aterramento devem considerar as condições mais severas de tensões induzidas de linhas de transmissão existentes em paralelo, incluindo carregamento máximo e situações de ressonância.

Deverão ser avaliados, sem considerar a aplicação de medidas operativas, os efeitos de eventuais induções ressonantes provocadas pela linha de transmissão objeto dessa licitação sobre outras linhas de transmissão existentes.

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	32 de 71



	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

## 11.5. OUTROS ESTUDOS

### 11.5.1. CAMPOS ELÉTRICOS E MAGNÉTICOS

Devem ser atendidas, no mínimo, as exigências da Resolução Normativa ANEEL nº 398, de 23 de março de 2010”. ou mais recentes e vigentes.

/

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	33 de 71



Tipo de Documento:	Especificação Técnica
Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

Anexo IV – Síntese de Modelagens, Entrada de Dados, Simulações e Resultados Exemplificativos

Modelagens Básicas x Frequências

Faixa de Frequência	A 0 - 100 Hz	B 100 Hz - 10 kHz	C 10 kHz - 1 MHz	D 1 MHz - 50 MHz
Linhas				
Em Vazio				
Transformadores				
Em Carga				
Geradores				
Sistema de Alimentação Complexo				
Subestações				
Seção de Baramento				
Fechamento				
Disjuntores e Chaves				



Tipo de Documento: Especificação Técnica

Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões

Título do Documento: Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

Faixa de Frequência	A 0 100 Hz	B 100 Hz 10 kHz	C 10 kHz 1 MHz	D 1 MHz 50 MHz
 Disjuntores e Chaves Abertura	 Disjuntor Ideal ou Equação do Arco	 Disjuntor Ideal ou Equação do Arco	 Capacidade de Interrupção a Altas Frequências	 Capacidade de Interrupção a Altas Frequências
 Para raios	 Tensão de Disparo $U_{spc}$ Tensão Residual $U_r = U_{spc}(t) + V_{res}(t)$	 Tensão de Disparo $U_{spc}$ Tensão Residual $U_r = U_{spc}(t) + V_{res}(t)$	 Tensão de Disparo $U_{sp} = U_{sp}(t)$ Tensão Residual $U_r = U_{spc}(t)$	 Tensão de Disparo $U_{sp} = U_{sp}(t)$ Tensão Residual $U_r = U_{spc}(t)$
 ZnO	 Tensão Residual $U_r = U_{zn0}(t)$	 Tensão Residual $U_r = U_{zn0}(t)$	 Tensão Residual $U_r = U_{zn0}(t)$	 Tensão de Disparo para Freqüências de Corrente $U_{sp} = U_{zn0}(t)$
 Transformadores de Potencial	 TP Indutivo $L_p = L_p / 100$	Desprezível	Desprezível	
 Reatores	 $L_s = L_s / 100$			
 Compensadores Estáticos		 Geração de 2. Harmônicos $n = 2$		Sem interesse
 Retificadores				Sem interesse


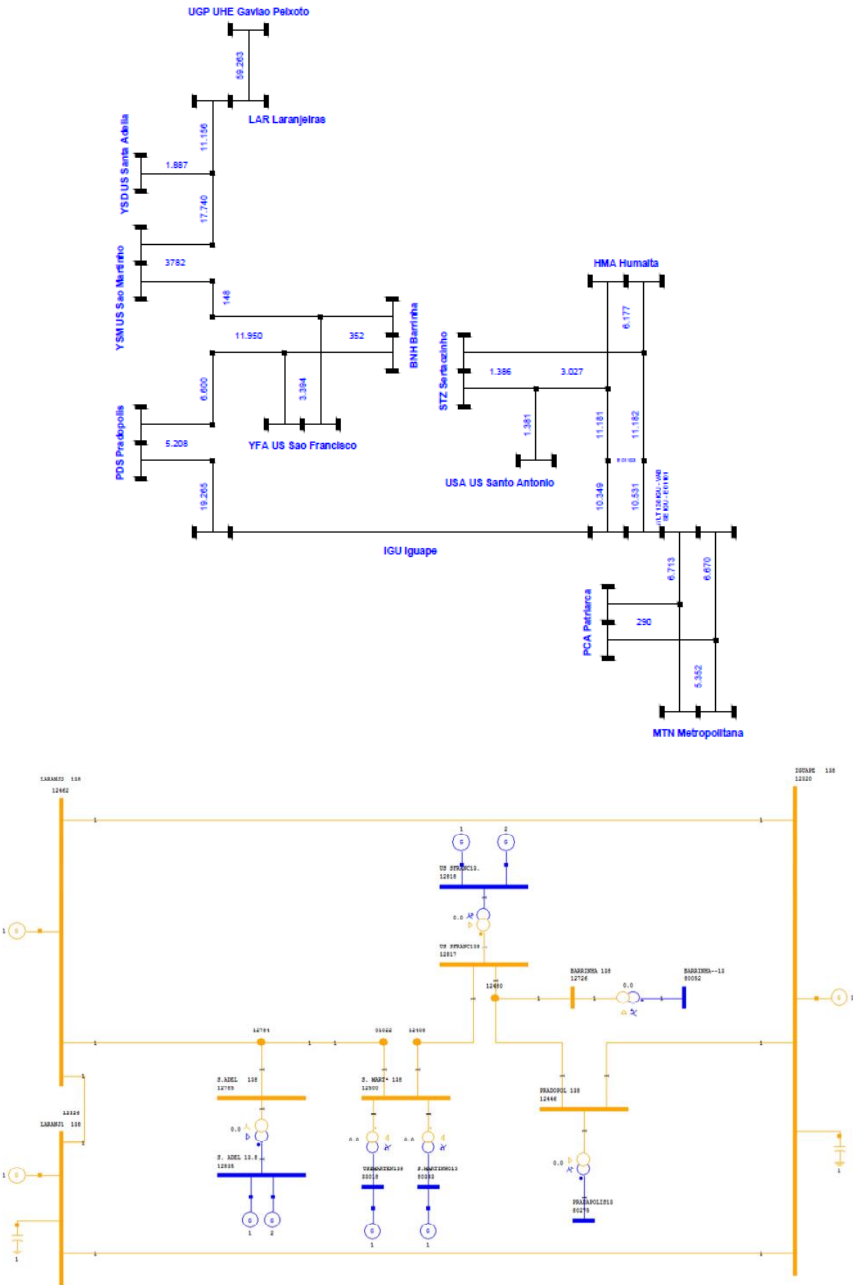
	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

Diagrama Unifilar



Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	36 de 71



Tipo de Documento:

Especificação Técnica

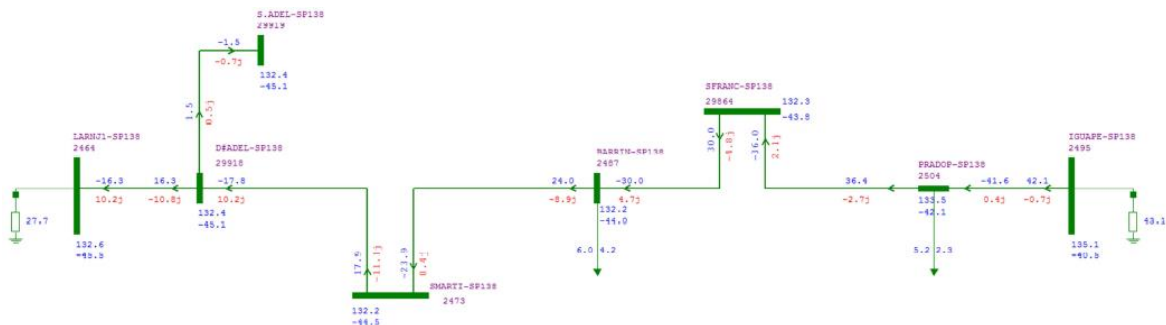
Área de Aplicação:

Engenharia de Normas e Padrões

Título do Documento:

Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

Fluxo de Potência



CPFL  
 DEEM ENGENHARIA DE MANUTENCAO  
 PARAMETROS DE LINHAS DE TRANSMISSAO

LT 138.0 KV IGUAPE-LARANJEIRAS

DENOMINACAO	REGIAO	EXTENSAO METROS	CIRCUITOS SEQ FASES	ESTRUTURAS NUM MAT	TIPO	CABOS CONDUTORES TIPO BITOLA CODIGO	CABOS PARA RAIOS NUM TIPO BITOLA COD	IMP OHMS GRAUS	CARACT
IGUAPE-LARANJEIRAS	NE	103.577	S VAB	378	MET K1	CAA 336.4 MCM LINN 75: 1 CAG 7.94	MM EHS	396	-11.6
TR IGU-SAI PRADOPOLIS	NE	19.265	S VAB	62	MET K1	CAA 336.4 MCM LINN 75: 1 CAG 7.94	MM EHS	408	-10.4
TR SAI PDS-PDS	NE	5.208	P VAB VAB	19	MET K1	CAA 336.4 MCM LINN 50: 2 CAG 7.94	MM EHS	408	-10.4
TR PDS-SAI PDS	NE	5.208	P VAB VAB	19	MET K1	CAA 336.4 MCM LINN 50: 2 CAG 7.94	MM EHS	408	-10.4
TR SAI PDS-SAI BARRINHA	NE	6.600	S VAB	21	MET K1	CAA 336.4 MCM LINN 75: 1 CAG 7.94	MM EHS	396	-11.6
TR SAI BNH-SAI US SAO FCO	NE	11.950	P VAB VAB	43	MET K1	CAA 336.4 MCM LINN 50: 2 CAG 7.94	MM EHS	408	-10.4
TR SAI USF-USF	NE	3.394	P VAB VAB	14	MET K1	CAA 336.4 MCM LINN 75: 2 CAG 7.94	MM EHS	410	-11.3
TR USF-SAI USF	NE	3.394	P VAB VAB	14	MET K1	CAA 336.4 MCM LINN 75: 2 CAG 7.94	MM EHS	410	-11.3
TR SAI USF-SAI BNH	NE	11.950	P VAB VAB	43	MET K1	CAA 336.4 MCM LINN 50: 2 CAG 7.94	MM EHS	408	-10.4
TR SAI BNH-SAI US MARTINHO	NE	1.148	S VAB	3	MET K1	CAA 336.4 MCM ORIO 50: 0		391	-10.8
TR SAI YSM-YSM	NE	3.782	P VAB VAB	17	MET K1	CAA 336.4 MCM LINN 75: 2 CAG 7.94	MM EHS	410	-11.3
TR YSM-SAI YSM	NE	3.782	P VAB VAB	17	MET K1	CAA 336.4 MCM LINN 75: 2 CAG 7.94	MM EHS	410	-11.3
TR SAI YSM-E 05404	NE	11.661	S VAB	54	MAD HXS	CAA 336.4 MCM ORIO 50: 0		400	-10.6
TR E 05404-SAI US ADELIA	NE	6.079	S VAB	19	MET K1	CAA 336.4 MCM LINN 75: 1 CAG 7.94	MM EHS	396	-11.6
TR SAI YSD-LAR	NE	11.156	S VAB	35	MET K1	CAA 336.4 MCM LINN 75: 1 CAG 7.94	MM EHS	396	-11.6
RAMAL BARRINHA	NE	3.52	P VAB VAB	7	MET K1	CAA 336.4 MCM LINN 50: 2 CAG 7.94	MM EHS	408	-10.4
RAMAL US SANTA ADELIA	NE	1.887	S VAB	7	MET K1	CAA 336.4 MCM LINN 50: 1 CAG 7.94	MM EHS	394	-10.8

DENOMINACAO	RESISTENCIA ELETTRICA SEQ +	RESISTENCIA ELETTRICA SEQ 0	REACTANCIA INDUTIVA SEQ +	REACTANCIA INDUTIVA SEQ 0	SUSCEPTANC CAPACITIVA SEQ +	SUSCEPTANC CAPACITIVA SEQ 0	RESISTENCIA ELETTRICA MUTUA SEQ 0	REACTANCIA INDUTIVA MUTUA SEQ 0
	(OHM/KM)	(OHM/KM)	(OHM/KM)	(OHM/KM)	(SIEMENS/KM)	(SIEMENS/KM)	(OHM/KM)	(OHM/KM)
IGUAPE-LARANJEIRAS	.208380D+00	.498719D+00	.484971D+00	.180515D+01	.336479D-05	.195957D-05		
TR IGU-SAI PRADOPOLIS	.191300D+00	.564133D+00	.503051D+00	.172967D+01	.323994D-05	.134612D-05	.372833D+00	.113795D+01
TR SAI PDS-PDS	.191300D+00	.564133D+00	.503051D+00	.172967D+01	.323994D-05	.134612D-05	.372833D+00	.113795D+01
TR PDS-SAI PDS	.191300D+00	.564133D+00	.503051D+00	.172967D+01	.323994D-05	.134612D-05	.372833D+00	.113795D+01
TR SAI PDS-SAI BARRINHA	.208380D+00	.498719D+00	.484971D+00	.180515D+01	.336479D-05	.195957D-05		
TR SAI BNH-SAI US SAO FCO	.191300D+00	.564133D+00	.503051D+00	.172967D+01	.323994D-05	.134612D-05	.372833D+00	.113795D+01
TR SAI USF-USF	.208380D+00	.581213D+00	.503051D+00	.172967D+01	.323994D-05	.134612D-05	.372833D+00	.113795D+01
TR USF-SAI USF	.208380D+00	.581213D+00	.503051D+00	.172967D+01	.323994D-05	.134612D-05	.372833D+00	.113795D+01
TR SAI USF-SAI BNH	.191300D+00	.564133D+00	.503051D+00	.172967D+01	.323994D-05	.134612D-05	.372833D+00	.113795D+01
TR SAI BNH-SAI US MARTINHO	.191300D+00	.369140D+00	.481399D+00	.186403D+01	.338001D-05	.181652D-05		
TR SAI YSM-YSM	.208380D+00	.581213D+00	.503051D+00	.172967D+01	.323994D-05	.134612D-05	.372833D+00	.113795D+01
TR YSM-SAI YSM	.208380D+00	.581213D+00	.503051D+00	.172967D+01	.323994D-05	.134612D-05	.372833D+00	.113795D+01
TR SAI YSM-E 05404	.191300D+00	.369140D+00	.493022D+00	.184079D+01	.329794D-05	.208737D-05		
TR E 05404-SAI US ADELIA	.208380D+00	.498719D+00	.484971D+00	.180515D+01	.336479D-05	.195957D-05		
TR SAI YSD-LAR	.208380D+00	.498719D+00	.484971D+00	.180515D+01	.336479D-05	.195957D-05		
RAMAL BARRINHA	.191300D+00	.564133D+00	.503051D+00	.172967D+01	.323994D-05	.134606D-05	.372833D+00	.113795D+01
RAMAL US SANTA ADELIA	.191300D+00	.481639D+00	.484971D+00	.180515D+01	.336479D-05	.195957D-05		


CONTINUA...

Equivalentes nas SEs Laranjeiras e Iguaapé

Base: 100 MVA	R1 (%)	X1 (%)	R0 (%)	X0 (%)	Banco de Capacitores Shunt (MVar)
SE Laranjeiras - Barra 1	3,8004	13,961	21,461	81,048	-
SE Laranjeiras - Barra 2	1,8214	8,2042	3,768	24,606	2 x 30
SE Iguaapé	0,40714	2,5499	2,6781	10,228	1 x 45
Linha de acoplamento 1 (Laranjeiras - Iguaapé)	38,722	63,99	65,879	247,49	-
Linha de acoplamento 2 (Laranjeiras - Iguaapé)	28,855	53,99	657,99	1265,24	-

Dados de transformadores e geradores nas SEs Santa Adélia, São Francisco, Pradópolis e Barrinha

Base: 100 MVA	Transformador (X%)	Gerador 1 - X1 / X0 (%)	Gerador 2 - X1 / X0 (%)
SE Santa Adélia	50	38,824 / 11,529	159,0 / 159,0
SE São Francisco	32	352,94 / 352,94	72,38 / 72,38
SE Pradópolis	104,53	-	-
SE Barrinha	108,26	-	-

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

## Componentes de Sequencia

Tabela 5.1: Linhas de Transmissão

Trecho		Tensão (kV)	Sequência zero			Sequência positiva			L Km L (km)
			R0 Ω/Km	X0 Ω/Km	Y0 μS/Km	R1 Ω/Km	X1 Ω/Km	Y1 μS/Km	
PPrimavera	Dourados	230	1,572138	3,444993	1,117564	0,043658	0,343218	4,755739	218
Anastacio	Dourados	230	0,391409	1,657957	2,322135	0,057565	0,445433	3,703457	208
Dourados	Anastacio	230	0,391409	1,657957	2,322135	0,057565	0,445433	3,703457	208
Dourados	PPrimavera	230	1,572138	3,444993	1,117564	0,043658	0,343218	4,755739	218
Anastácio	Sidrolândia	230	,3609	1,869	2,373	,0516	,412	4,089	101
Sidrolândia	Imbrussu	230	,3609	1,869	2,373	,0516	,412	4,089	48
PPrimavera	Ivinhema	230	,382	1,466	2,902	,043	,343	4,755	68
Ivinhema	Dourados	230	,382	1,466	2,902	,043	,343	4,755	149
Dourados	Gualra	230	,391	1,657	2,322	,057	,445	3,703	229
Imbrussu	Aquidauana	138	0,522096	1,861955	2,06772	0,19143	0,506178	3,284865	118
Aquidauana	Corumbá	138	0,426783	1,538952	2,501702	0,198853	0,512236	3,223707	290
Aquidauana	Miranda	138	0,426783	1,538952	2,501702	0,198853	0,512236	3,223707	84
Aquidauana	Imbrussu	138	0,522096	1,861955	2,06772	0,19143	0,506178	3,284865	118
Dourados	DN	138	0,522	1,861	2,067	,191	,506	3,284	28
DN	Imbrussu	138	0,522	1,861	2,067	,191	,506	3,284	223

Tabela 5.2: LT CD 230kV Anastácio -Corumbá

Tabela 3.1-2 - Dados do Anelamento - Corumbá													
Trecho	Tensão (kV)	Circ	Sequência zero			Sequência positiva						L Km L (km)	
			R0 Ω/Km	X0 Ω/Km	Y0 μS/Km	R1 Ω/Km	X1 Ω/Km	Y1 μS/Km	R1 Ω/Km	X1 Ω/Km	Y1 μS/Km		
Anastácio	Corumbá	230	1	0,749	2,584	2,06145	0,04277	0,31913	5,25879	0,04352	0,44706	3,76758	296
Anastácio	Corumbá	230	2	0,7493	2,58477	2,06145	0,04277	0,31913	5,25879	0,04352	0,44706	3,76758	296

Tabela 5.3: Reatores de barra

Barra	Tensão (kV)	Capacidade (MVAR)
Anastacio	230	20
Corumbá	230	15
Dourados	230	26
Sidrolândia	230	27
Aquidauana	138	10
Corumbá	138	10

Tabela 5.4: Reatores de linha

Barra de	Barra para	Local	Circuito	Tensão (kV)	Potência (Mvar)
Anastácio	Corumbá	Anastácio	C1	230	20
Anastácio	Corumbá	Anastácio	C2	230	20
Anastácio	Corumbá	Corumbá	C1	230	20
Anastácio	Corumbá	Corumbá	C2	230	20
Sidrolândia	Anastácia	Sidrolândia	C1	230	10
Dourados	Gualra	Dourados	C1	230	25

Tabela 5.5: Compensador estático


Barra	Tensão (kV)	Capacidade (MVAR)
Anastacio	230	-50 a 50

Tabela 5.6: Transformadores

Subestação	Tensões (kV)	Quantidade	Xps (%)	Potência base (MVA)
Corumbá	230/138	2	14	100
Anastácio	230/138	1	12,86	
Anastácio	230/138	1	12,65	
Dourados	230/138	2	11,33	
Dourados	230/138	1	12,3	

Nº Documento: Categoria: Versão: Aprovado por: Data Publicação: Página:




	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

## Níveis de Curtos-Circuitos

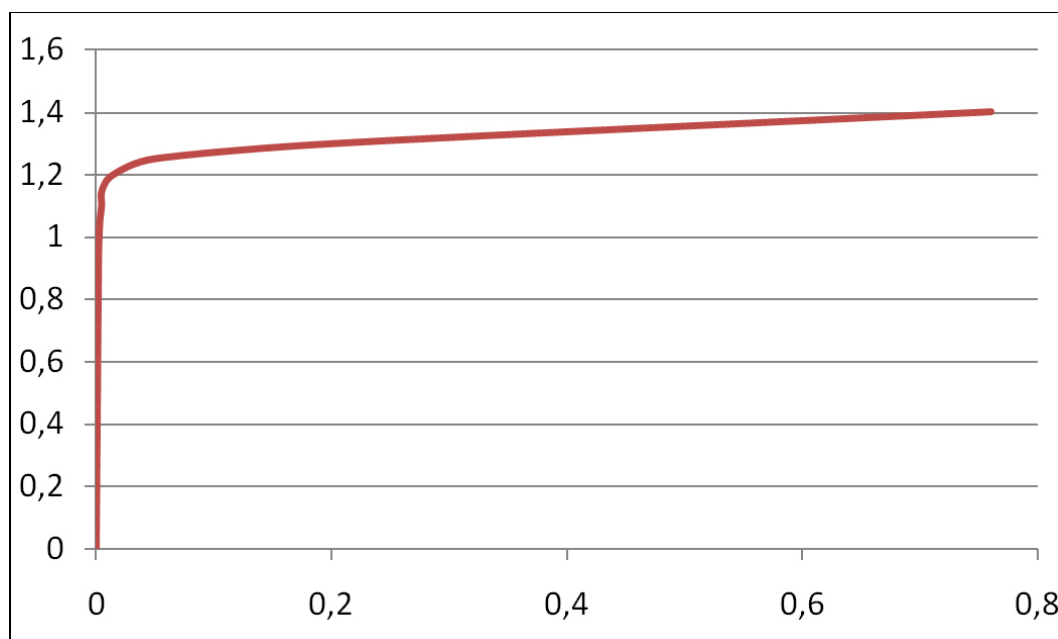
NÍVEIS DE CURTO-CIRCUITO - ANO BASE 2017								
Número	Nome da Barra	V Base (kV)	Trifásico		X/R	Monofásico		X/R
			Módulo (kA)	Ângulo (Graus)		Módulo (kA)	Ângulo (Graus)	
80367	BAGUACU---11	11,9	4,24	-78,06	4,73	5,87	-78,87	5,08
80370	CAJURU----13	13,8	6,01	-85,03	11,5	6,43	-86,13	14,77
80375	SJRP-N-T1-13	13,8	6,34	-88,12	30,43	6,45	-88,35	34,81
80376	MIGUEL-/-13	13,8	3,26	-79,53	5,41	3,76	-81,71	6,86
80377	BOTUCA-T2-11	11,9	7,58	-88,15	30,93	7,72	-88,37	35,23
80379	COSMOPOL11.9	11,9	7,77	-87,33	21,44	7,99	-87,81	26,15
80380	BIRIGU-T1-11	11,9	2,67	-81,43	6,64	3,13	-83,07	8,23
80382	G.BRAVO---13	13,8	4,24	-79,32	5,3	1,93	-72,54	3,18
80383	G#G.BRAVO-13	13,8	4,7	-86,09	14,63	4,86	-87,3	21,22

EVOLUÇÃO DOS NÍVEIS DE CURTO CIRCUITO CPFL PAULISTA - 2016- 2019												
Nº Barra	Nome da Barra	V Base (kV)	Icc Trifásico					Icc Fase-Terra				
			(kA)					(kA)				
			2016	2017	2018	2019	Δ%	2016	2017	2018	2019	Δ%
12317	ARARAQUA 138	138	15,03	15,15	18,05	18,21	21%	8,62	8,72	10,9	11	28%
12318	LINS 69	69	3,57	3,58	3,87	3,84	8%	4,13	4,13	4,47	4,44	8%
12320	IGUAPE 138	138	18,64	19,98	20,04	21,02	13%	8,58	9,47	9,48	10,06	17%
12322	PAIOL 138	138	23,74	24,07	24,62	24,95	5%	15,88	16,32	16,6	16,93	7%
12325	US GPEIX 138	138	5	5,03	5,04	8,29	66%	3,19	3,21	3,22	5,07	59%
12326	LARANJ1 138	138	11,3	11,81	11,85	12,2	8%	5,32	5,71	5,71	5,86	10%
12328	US GPEIX 69	69	4	4	4	4,38	10%	3,9	3,91	3,92	4,4	13%
12329	JAU 69	69	3,9	3,9	3,9	4,14	6%	4,43	4,44	4,42	4,63	5%
12330	JAU 138	138	6,13	6,18	6,18	8,33	36%	5,04	5,07	4,95	5,79	15%
12331	USSMART 13	13,8	29,15	28,93	28,93	28,95	-1%	30,23	30,07	30,07	30,09	0%
12332	BAURU 69	69	3,61	3,61	3,81	3,82	6%	4,12	4,12	4,35	4,35	6%

Nº Documento: Categoria: Versão: Aprovado por: Data Publicação: Página:


	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

### Característica de Tensão x Corrente de Transformador



Corrente (pu)	Tensão (pu)
0,002	0,95
0,0025	1
0,003	1,05
0,0045	1,1
0,005	1,15
0,015	1,2
0,05	1,25
0,21	1,3
0,76	1,4

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	40 de 71


	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

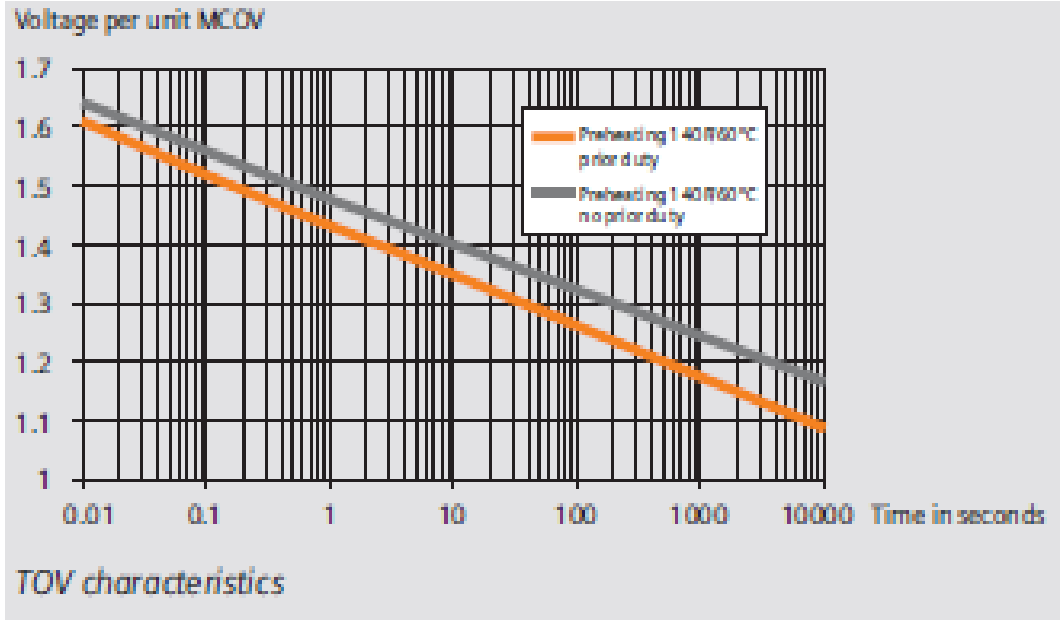
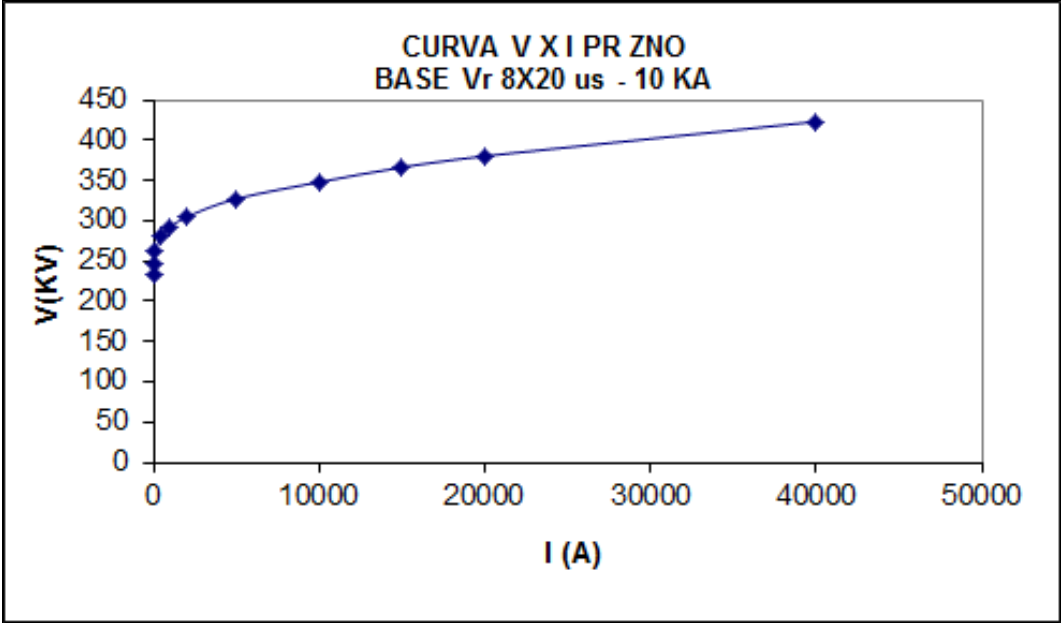
Características Protetivas de Para Raios


Highest voltage for equipment	Rated voltage	Continuous operating voltage	Line discharge class	Long-duration current 2 ms	Maximum values of the residual voltages at discharge currents of the following impulses									
	U <sub>n</sub> kV	U <sub>c</sub> kV	LD Class	I	30/60 µs 1 kA kV	30/60 µs 2 kA kV	30/60 µs 3 kA kV	8/20 µs 5 kA kV	8/20 µs 10 kA kV	8/20 µs 15 kA kV	8/20 µs 20 kA kV	8/20 µs 40 kA kV	30/60 µs 0.125 kA kV	30/60 µs 0.5 kA kV
123	96	77	2	550	219	230	238	254	274	295	315	364	200	211
	96	77	2	750	196	206	213	228	245	262	274	313	179	188
	96	77	2	1100	177	186	190	203	216	229	240	272	164	173
	96	77	3	1100	185	194	199	212	226	244	256	290	175	184
	96	77	3	1200	179	188	192	203	216	227	238	259	166	175
	96	77	4	1200	191	200	205	217	230	242	253	276	177	187
	102	82	2	550	233	244	253	270	291	314	334	387	212	224
	102	82	2	750	208	218	226	242	260	278	291	333	190	200
	102	82	2	1100	188	197	202	216	230	243	255	289	174	184
	102	82	3	1100	197	206	211	225	240	259	272	308	186	196
	102	82	3	1200	190	200	204	216	230	241	252	275	177	186
	102	82	4	1200	203	213	218	230	245	257	269	294	188	198
	108	86	2	550	246	259	268	286	308	332	354	409	225	237
	108	86	2	750	220	231	240	256	275	295	308	353	201	212
	108	86	2	1100	199	209	214	228	243	258	270	306	185	194
145	108	86	3	1100	208	218	223	239	254	275	288	327	197	207
	108	86	3	1200	202	211	216	228	243	255	267	292	187	197
	108	86	4	1200	215	226	231	244	259	272	285	311	200	210
	111	89	2	750	226	238	246	263	283	303	317	362	207	218
	120	96	2	750	245	257	266	285	306	327	343	392	223	236
	120	96	2	1100	221	232	238	254	270	286	300	340	205	216
	120	96	3	1100	231	243	248	265	282	305	320	363	219	230
	120	96	3	1200	224	235	240	254	270	284	297	324	208	219
	120	96	4	1200	239	251	256	271	288	302	317	346	222	233
	126	101	2	550	287	302	312	334	359	388	413	478	262	277
	132	106	2	750	269	283	293	313	337	360	377	431	246	259
	132	106	2	1100	244	255	261	279	297	315	330	374	226	238
	132	106	3	1100	254	267	273	292	310	336	352	399	241	253
	132	106	3	1200	247	258	264	279	297	312	327	356	229	241
	132	106	4	1200	263	276	282	298	317	333	348	380	244	257
	144	115	2	750	294	308	319	341	367	393	411	470	268	283
	144	115	2	1100	266	279	285	305	324	343	360	408	246	259
	144	115	3	1100	277	291	298	318	338	366	384	435	263	276
	144	115	3	1200	269	282	288	305	324	340	356	389	249	262
	144	115	4	1200	287	301	308	325	346	363	380	415	266	280

Corrente	CURVA V X I ZnO			Vr 10 kA
	8x20 us base Vr 10 kA			350kVc
	TENSÃO MÉDIA KVc			
1	0,65	0,69	0,669	234,15
10	0,68	0,73	0,7035	246,225
100	0,73	0,77	0,7515	263,025
500	0,79	0,82	0,8045	281,575
1000	0,82	0,85	0,8335	291,725
2000	0,86	0,88	0,8705	304,675
5000	0,92	0,95	0,9345	327,075
10000	0,99	1,00	0,994	347,9
15000	1,032	1,061	1,0465	366,275
20000	1,063	1,109	1,086	380,1
40000	1,166	1,251	1,2085	422,975

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	41 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento



	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento


### Arquivo de Dados em Formato.DAT do ATP

```

BEGIN NEW DATA CASE
C -----
C Generated by ATPDRAW September, Friday 30, 2011
C A Bonneville Power Administration program
C Programmed by H. K. Høidalen at SEFAS - NORWAY 1994-2003
C -----
POWER FREQUENCY 60.
C dt << Tmax << Xopt << Copt >
.33333-7 .025 60. 0.
100 100 1 1 1 0 0 1 0
C 1 2 3 4 5 6 7 8
C 3456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
C /BRANCH
C < n 1>< n 2><ref1><ref2>< R << L << C >
C < n 1>< n 2><ref1><ref2>< R << A << B <<Leng><<>0
-1X0037AMEILTA .294 1.115 .00601 37. 0 0 3
-2X0037BMEILTB .063 .486 .00905 37. 0 0 3
-3X0037CMEILTC 3
-1MEILTAFIMLT .294 1.115 .00601 37. 0 0 3
-2MEILTBFIIMLT .063 .486 .00905 37. 0 0 3
-3MEILTCFIIMLT 3
TRANSFORMER 1.473498.13X0005A1171.2 3
0.8418559121 498.1375150938
1.6769428276 523.0443908484
2.4786933629 547.9512666031
4.1854723049 572.8581423578
8.8428145691 597.7650181125
9999
1X0035A .6050723.416133.4
2X0012AX0012C .00218.2529813.8
TRANSFORMER X0005A X0005B
1X0035B
2X0012BX0012A
TRANSFORMER X0005A X0005C
1X0035C
2X0012CX0012B
TRANSFORMER 1.473498.13X0016A1171.2 3
0.8418559121 498.1375150938
1.6769428276 523.0443908484
2.4786933629 547.9512666031
4.1854723049 572.8581423578
8.8428145691 597.7650181125
9999
1X0033A .6050723.416133.4
2X0029AX0029C .00218.2529813.8
TRANSFORMER X0016A X0016B
1X0033B
2X0029BX0029A
TRANSFORMER X0016A X0016C
1X0033C
2X0029CX0029B
-1X0033AX0045A .294 1.115.00601 .6 0 0 3
-2X0033BX0045B .063 .486.00905 .6 0 0 3
-3X0033CX0045C 3
-1X0035AX0047A .294 1.115.00601 .6 0 0 3
-2X0035BX0047B .063 .486.00905 .6 0 0 3
-3X0035CX0047C 3
FONT1A .00045
FONT1B .00045
FONT1C .00045
FONT2A .00045
FONT2B .00045
FONT2C .00045

```

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
---------------	------------	---------	---------------	------------------	---------

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

Probabilidade Gausseana de 200 Casos, Máxima Dispersão 5milisegundos

(Energização de primeiro transformador elevador 25MVA138/13,8kV)


Localização	Grandeza	Máximo(pu)	Média (pu)	Desvio (pu)	Limite (pu) com probabilidade de superação igual ou inferior a 2%
Terminal UTE LT DaMata-UTE	Tensão (FN)	1.177	1.123	0.021	1.166
Terminal 138KV trafo UTE	Tensão (FN)	1.177	1.123	0.021	1.166
Barra Da Mata 138KV	Tensão (FN)	1.173	1.120	0.020	1.162
Barra Mirandópolis 138KV	Tensão (FN)	1.163	1.114	0.019	1.152
Barra Valparaíso 138KV	Tensão (FN)	1.102	1.075	0.009	1.093
Barra Andradina 138KV	Tensão (FN)	1.111	1.083	0.011	1.106
Barra Três Irmãos 138KV	Tensão (FN)	1.060	1.052	0.003	1.059
Barra D.Andradina 138KV	Tensão (FN)	1.083	1.063	0.005	1.073
Barra F.Paulista 138KV	Tensão (FN)	1.079	1.062	0.006	1.074
Barra Orient 138KV	Tensão (FN)	1.100	1.074	0.009	1.092
Terminal 138KV trafo UTE	Corrente	4.004	2.168	1.016	4.254
Terminal 138KV trafo UTE	Corrente RMS	3.180	1.610	0.818	3.291

Localização	Grandeza	Fase	Valor (V)	Valor (pu)	Tempo (s)	Caso
Terminal UTE LT DaMata-UTE	Tensão (FN)	C+	132626.074	1.177	0.078	126
Terminal 138KV trafo UTE	Tensão (FN)	C+	132626.074	1.177	0.078	126
Barra Da Mata 138KV	Tensão (FN)	C+	132198.622	1.173	0.078	126
Barra Mirandópolis 138KV	Tensão (FN)	C+	131034.832	1.163	0.078	126
Barra Valparaíso 138KV	Tensão (FN)	A+	124200.447	1.102	0.117	56
Barra Andradina 138KV	Tensão (FN)	C+	125237.795	1.111	0.078	126
Barra Três Irmãos 138KV	Tensão (FN)	A+	119406.765	1.060	0.117	56
Barra D.Andradina 138KV	Tensão (FN)	A+	121981.481	1.083	0.117	56
Barra F.Paulista 138KV	Tensão (FN)	A+	121602.754	1.079	0.117	56
Barra Orient 138KV	Tensão (FN)	A+	124001.045	1.100	0.117	56

Localização	Grandeza	Fase	Valor (A)	Valor (pu)	Tempo (s)	Caso
Terminal 138KV trafo UTE	Corrente	A-	592.244	4.004	0.071	50
Terminal 138KV trafo UTE	Corrente RMS	+	332.555	3.180	0.079	50

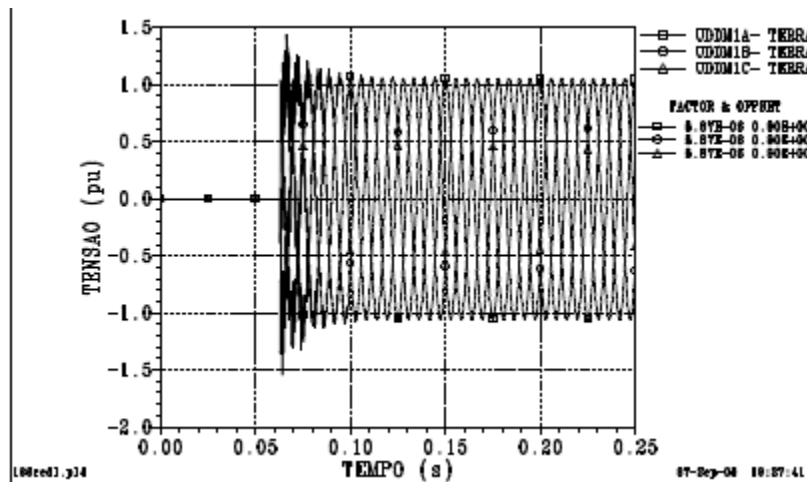
Nº Documento: Categoria: Versão: Aprovado por: Data Publicação: Página:



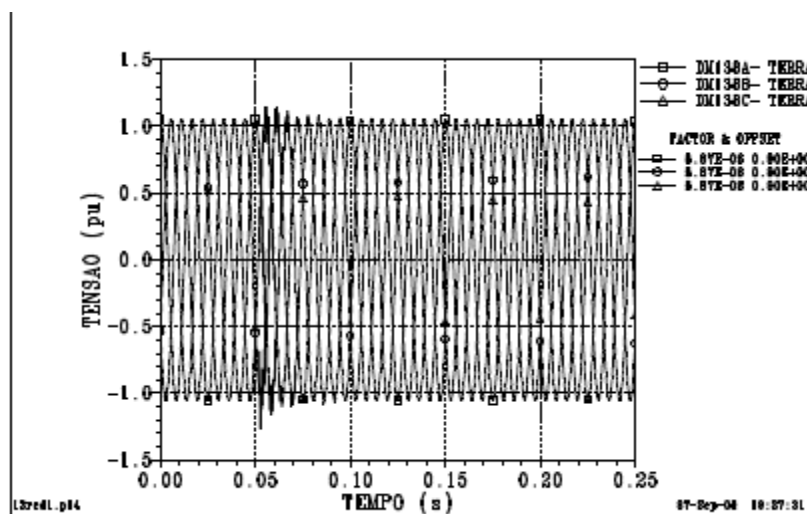
	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

### Energização e Abertura de Linhas de Transmissão


Amostra de energização com sucesso de uma LT 138 kV da concessionária – LT de Usina Termoeletrica pelo terminal UTE. Sistema íntegro sob configuração mínima de geradores e sem carregamento nas subestações abaixadoras. Tensões fase terra (pu) no terminal da UTE.



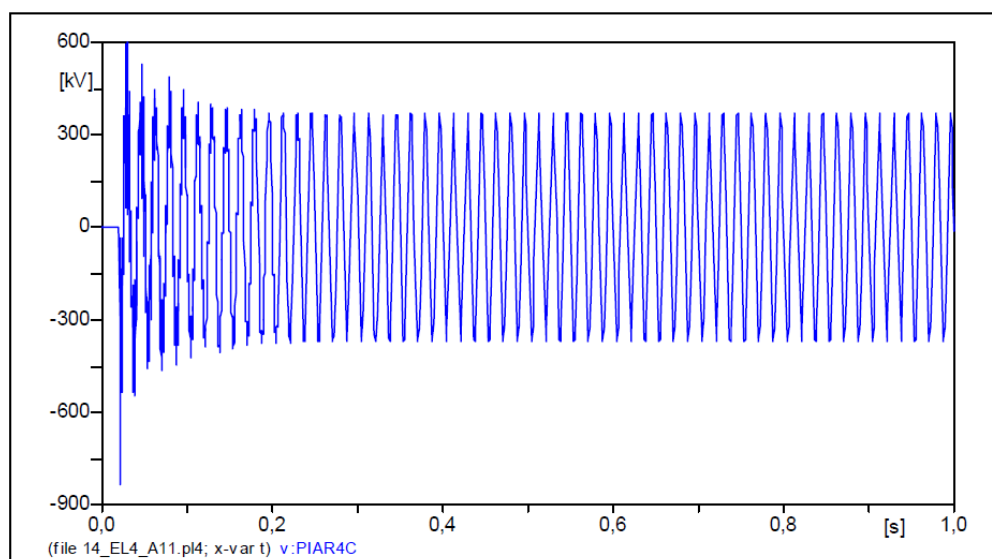
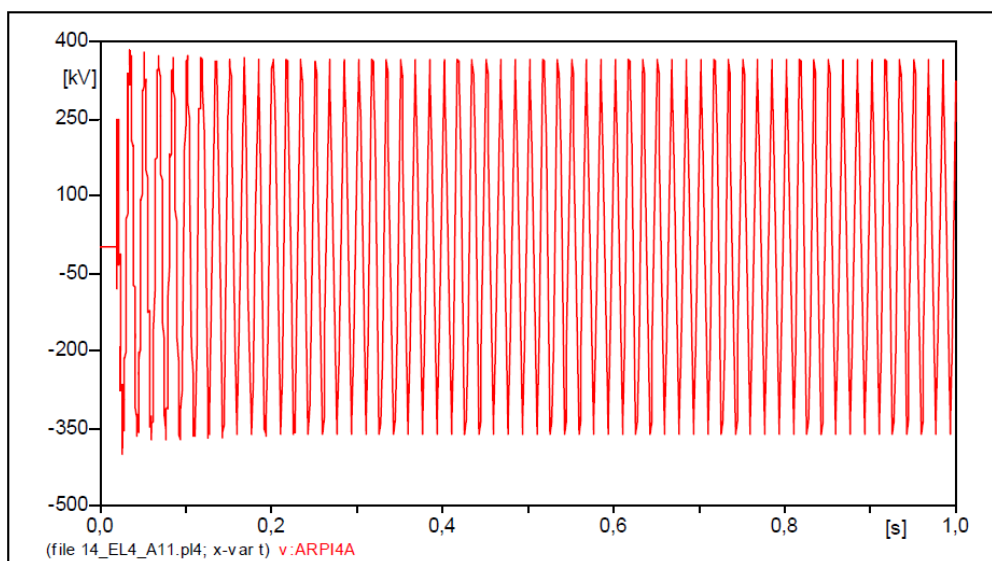
Amostra de energização com sucesso de uma LT da concessionária – LT de Usina Termoeletrica 138 kV pelo terminal UTE. Sistema íntegro sob configuração mínima de geradores e sem carregamento nas subestações abaixadoras. Tensões fase terra (pu) na barra da UTE.




Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	45 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

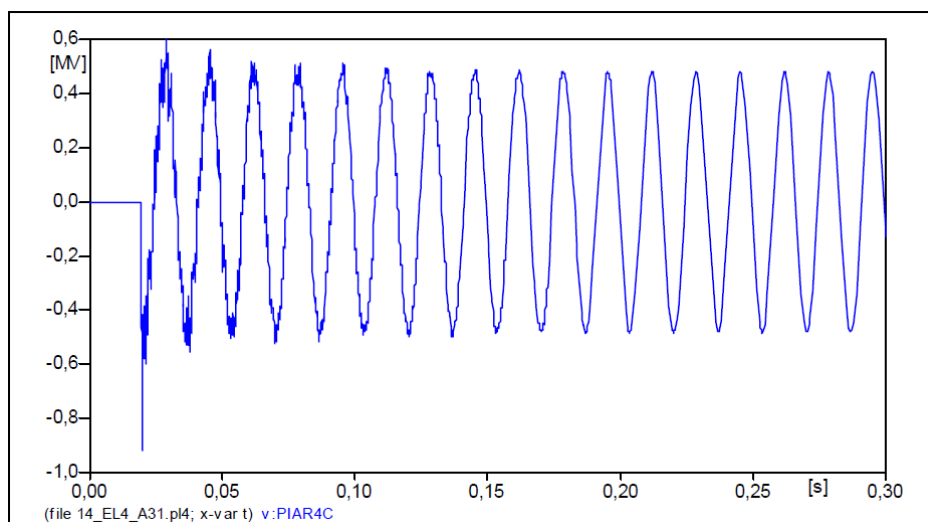
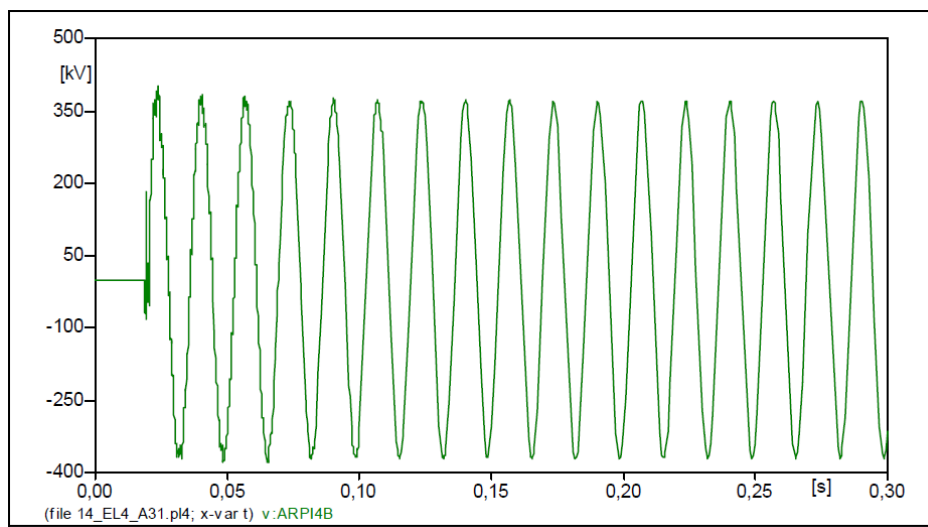
Amostras de energização de LT 440 kV entre duas subestações S1 e depois S2, na configuração inicial e depois final, com todos os terminais em operação, com e sem banco de capacitores na extremidade da LT. Tensão fase terra (fase a).




Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	46 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

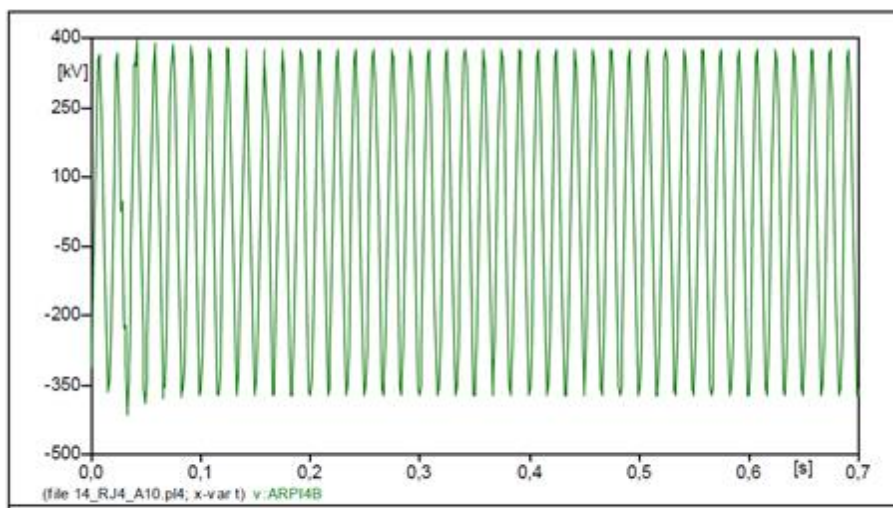
Amostras de energização de LT 440 kV entre duas subestações S1 e depois S2, na configuração inicial e depois final, com todos os terminais em operação, com banco de capacitores na extremidade da LT. Tensão fase terra (fase b e fase c).



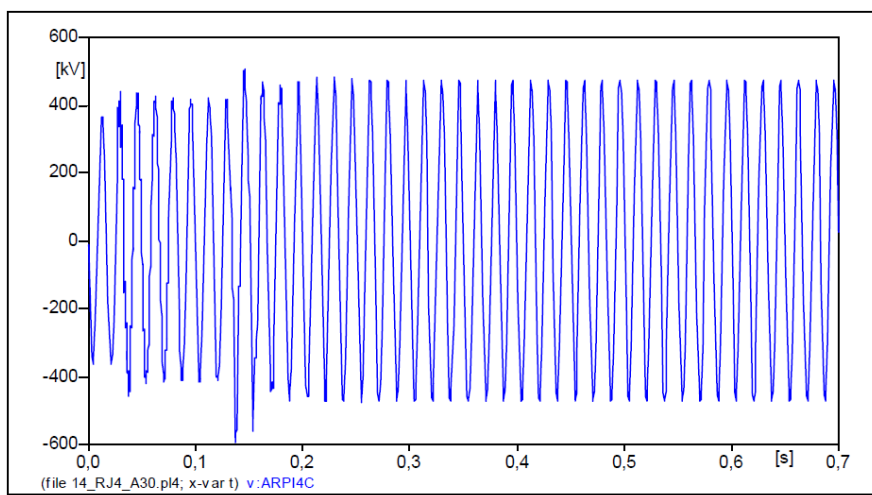
Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	47 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

Amostra de abertura trifásica de LT 440 kV para configuração inicial para determinado terminal sem banco de capacitores



Amostra de abertura trifásica de LT 440 kV para configuração inicial para determinado terminal com banco de capacitores



Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
---------------	------------	---------	---------------	------------------	---------


17424

Instrução

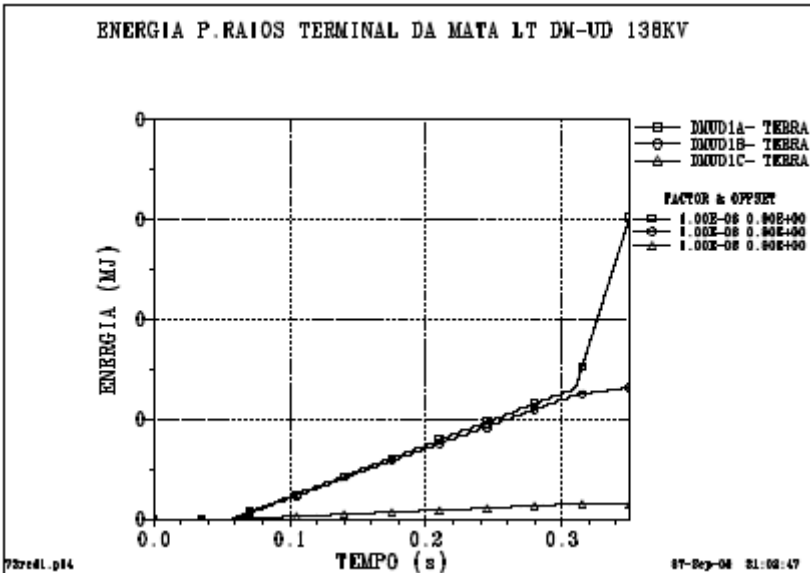
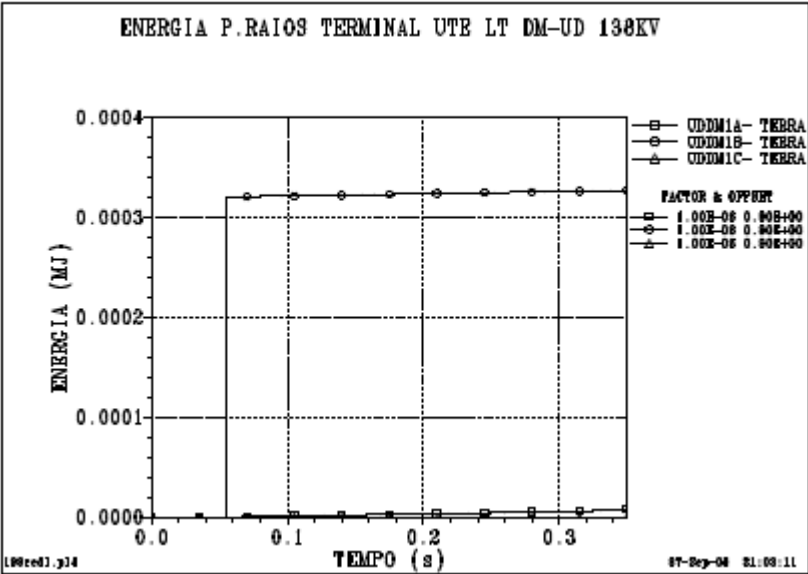
1.1

JOSE CARLOS FINOTO BUENO06/12/2022


48 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

Amostras de energização de LT 138 kV por um dos terminais sob defeito fase terra. Sistema inteiro sob configuração mínima de geradores e sem carregamento de subestações abaixadoras. Energia absorvida pelos para raios da Usina Térmica e do terminal da Subestação.

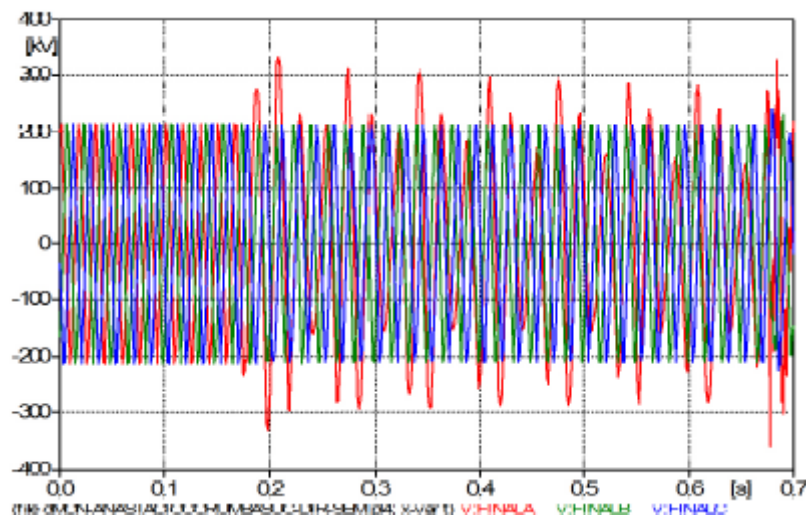
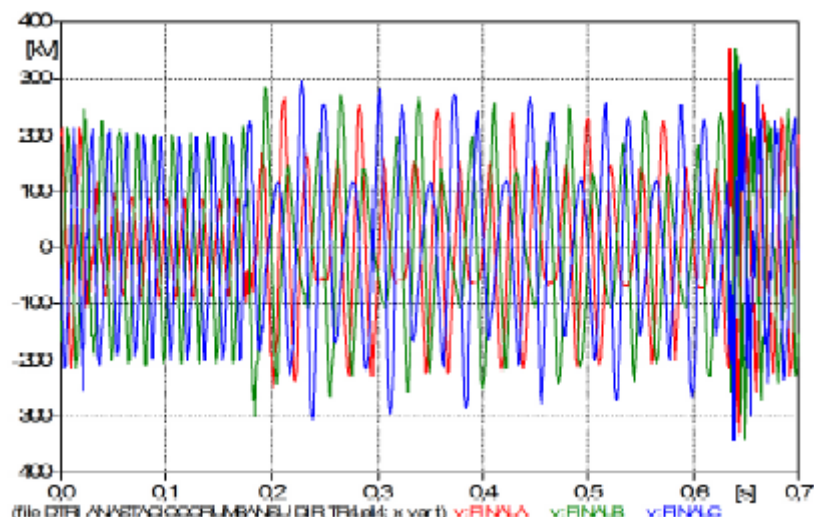


Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	49 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento


## Religamento Tripolar e Monopolar (quando existir) de Linhas de Transmissão

Amostras de religamento tripolar e monopolar de LT 230 kV para determinada configuração do sistema elétrico



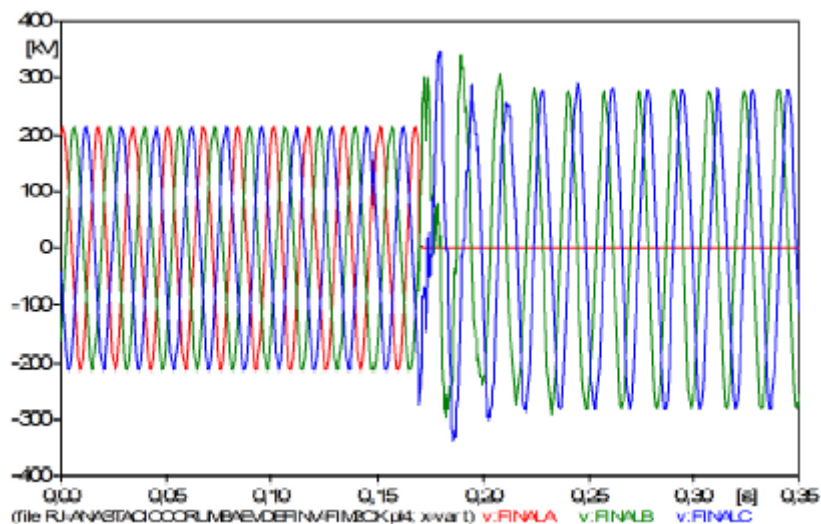
Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	50 de 71



	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

### Rejeição de Carga

Amostra de rejeição de carga de LT 230kV para determinada configuração do sistema



Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
---------------	------------	---------	---------------	------------------	---------


17424

Instrução

1.1

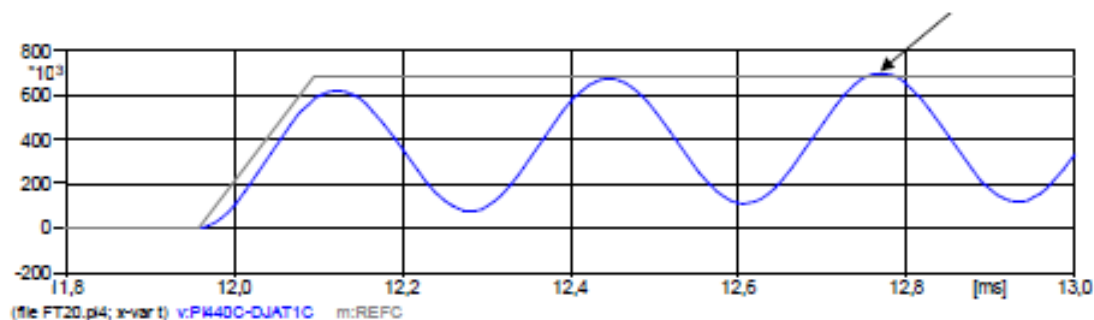
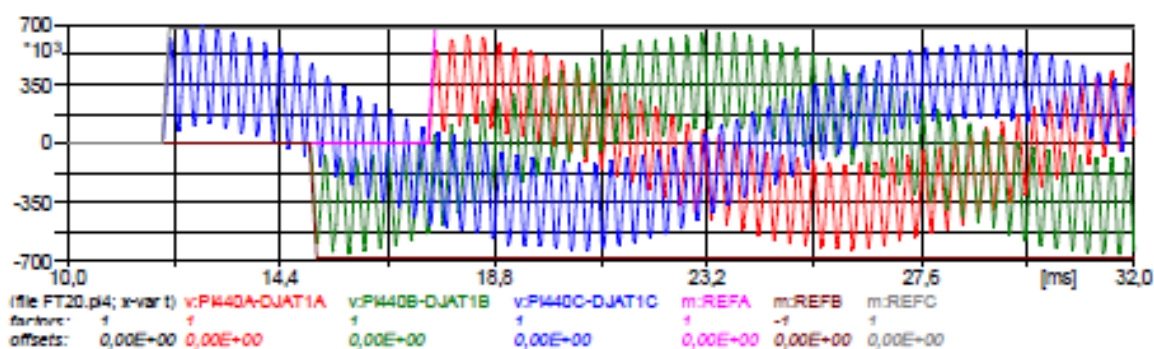
JOSE CARLOS FINOTO BUENO

06/12/2022 51 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

### Tensão de Restabelecimento Transitória

Amostras de tensão de restabelecimento transitória para eliminação de falta terminal por disjuntores de 420kV de um Auto transformador 440/138-13,8 kV com envoltória de norma ajustadas para as 3 fases. Taxa de crescimento máximo: 2,47 kV/μs (fase A) e tensão máxima: 699kV (fase C). Detalhe indicando magnitudes



Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
---------------	------------	---------	---------------	------------------	---------


17424

Instrução

1.1

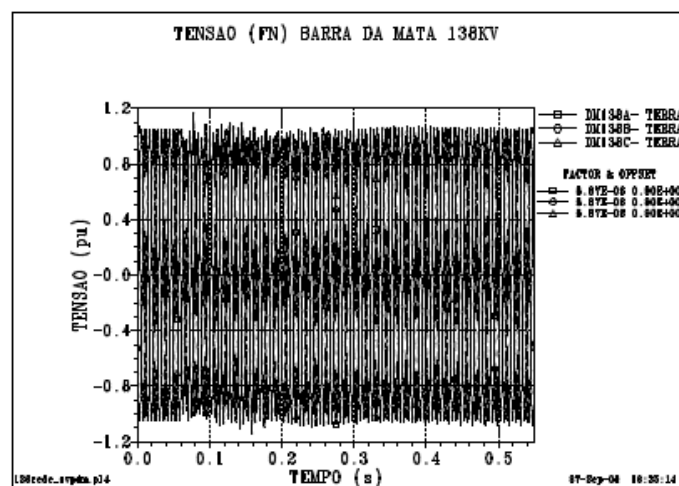
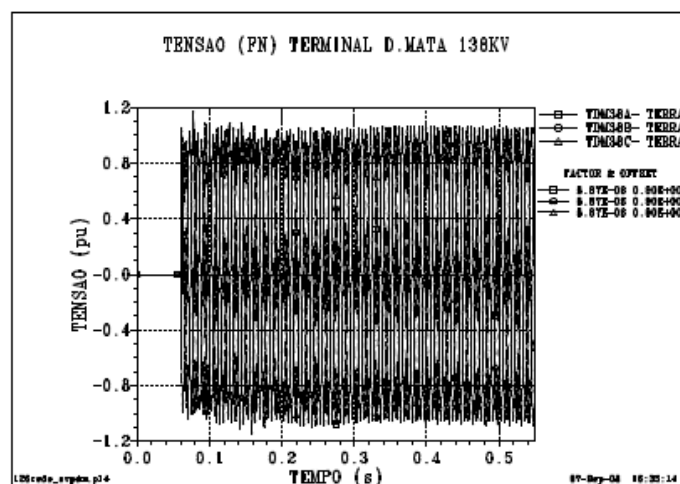
JOSE CARLOS FINOTO BUENO06/12/2022

52 de 71


	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

### Energização de Transformador de Potencia

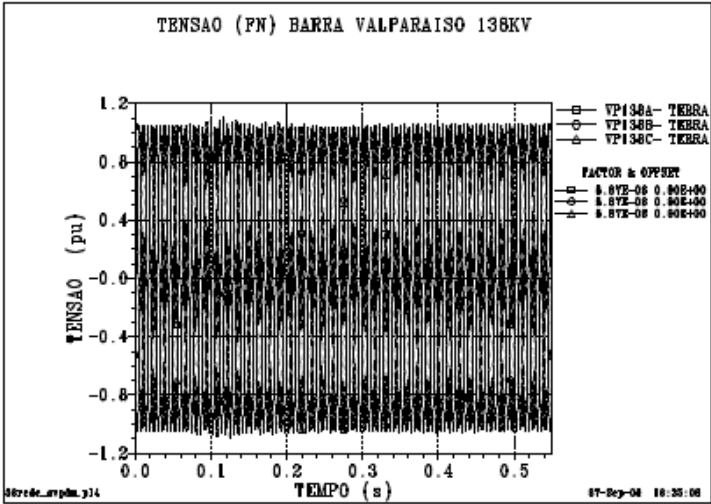
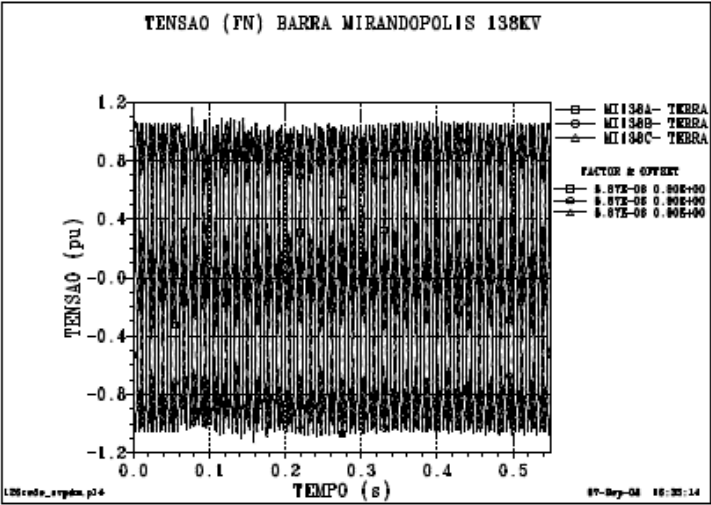
Amostras de energização de um primeiro Transformador 138 kV (de dois existentes) em um determinado sistema elétrico e sua tensão no terminal do transformador e no Barramento da Usina Termelétrica.




Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
---------------	------------	---------	---------------	------------------	---------

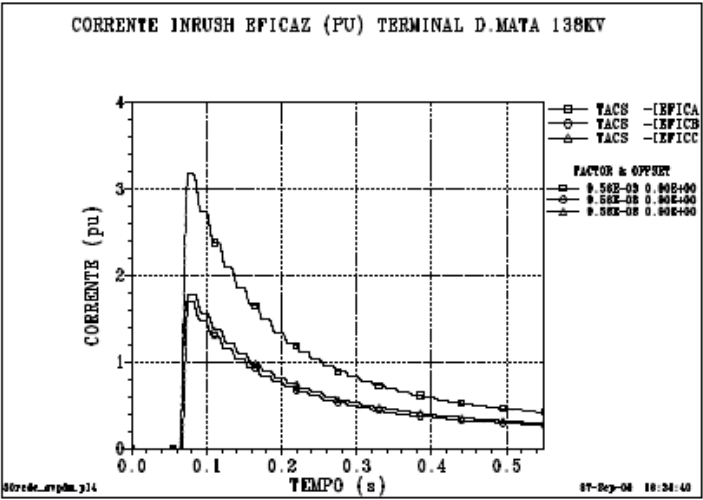
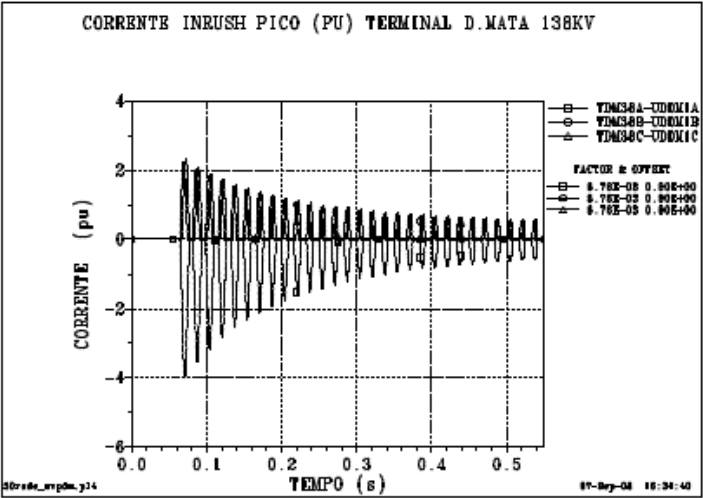
	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

Amostras de energização de um primeiro Transformador 138 kV (de dois existentes) em um determinado sistema elétrico e sua tensão nos terminais extremos do sistema elétrico de interligação da Usina Termelétrica.




	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

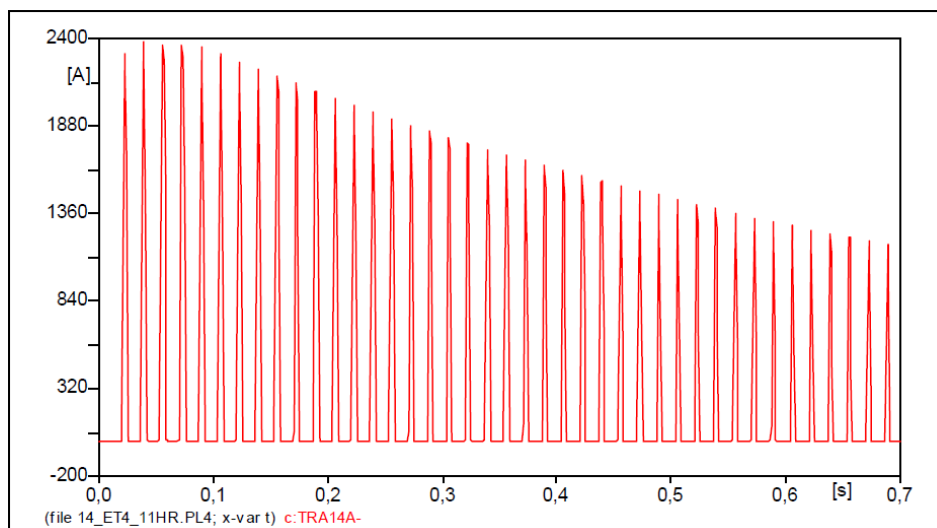
Amostras de energização de um dos transformadores elevadores de uma Usina Termoeletrica pelo terminal de 138 kV. Sistema com LT da UTE desligada sob configuração mínima de gerador e sem carregamento nas subestações abaixadoras. Corrente de inrush (pu e eficaz) no terminal de 138kV do transformador.



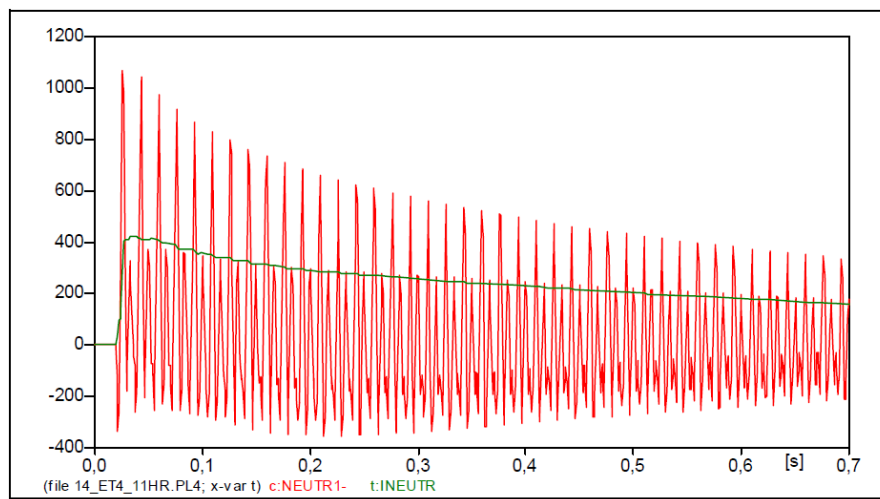
Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	55 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Crítérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

Amostras de corrente de magnetização da energização de autotransformador pela 440kV.  
Configuração inicial com o outro autotransformador desligado.  
Com magnetismo residual 60%, -30% e -30%.




Amostras de corrente de neutro (eficaz e instantâneo) de autotransformador para energização do mesmo pelo terminal de 440kV. Configuração inicial e final com o outro autotransformador desligado. Com magnetismo residual 60%, -30% e -30%.

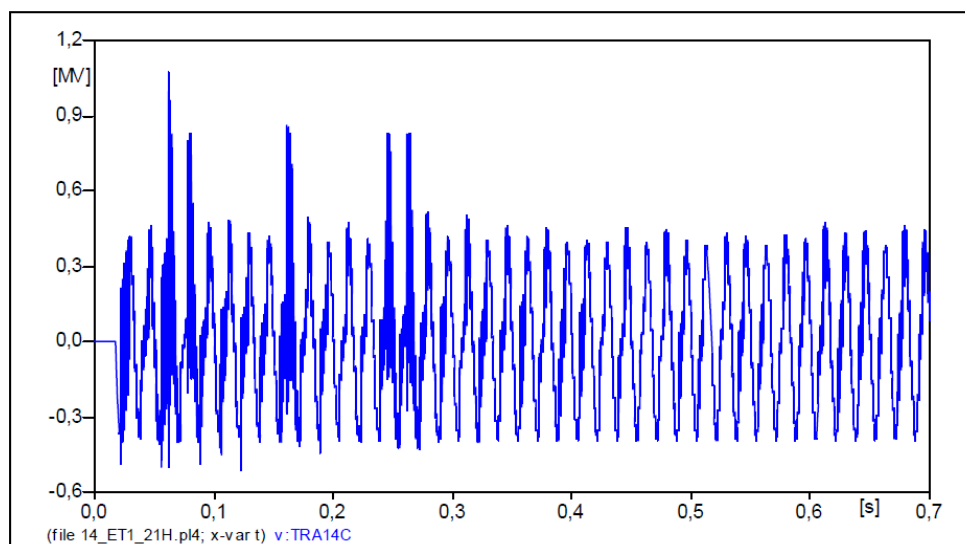


Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	56 de 71

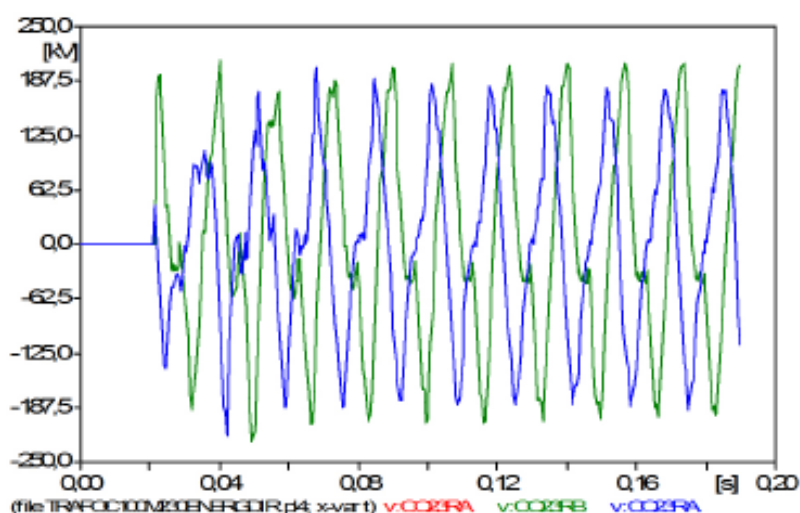


	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento


Amostras de energização de um segundo Autotransformador pelo lado de 138kV configuração inicial com outro Autotransformador ligado em carga.



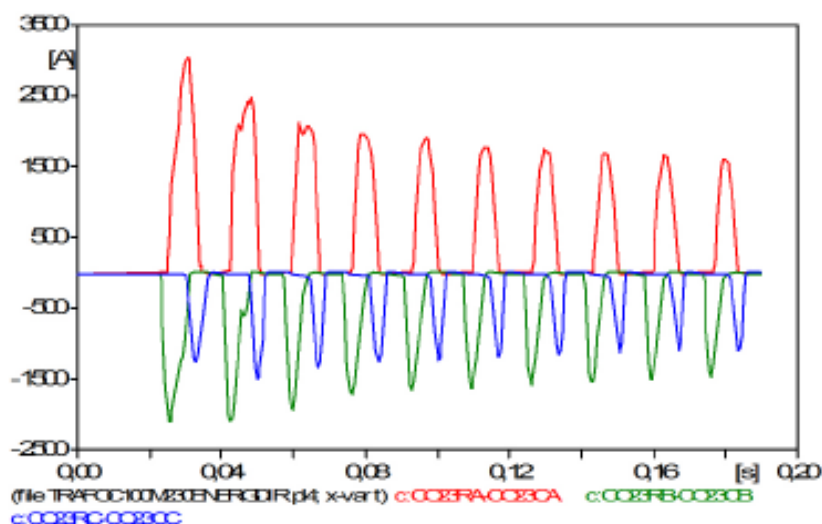
Amostras de energização do enrolamento de 230 kV do transformador.  
Tensão no enrolamento do transformador.



Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	57 de 71

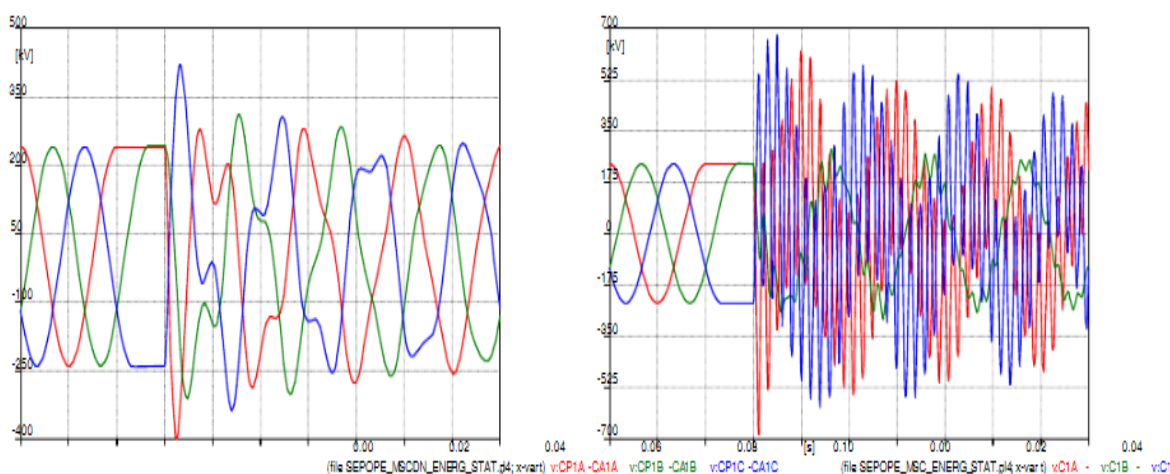
	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

Amostras de energização do enrolamento de 230 kV do transformador.  
Correntes nos enrolamentos energizados.




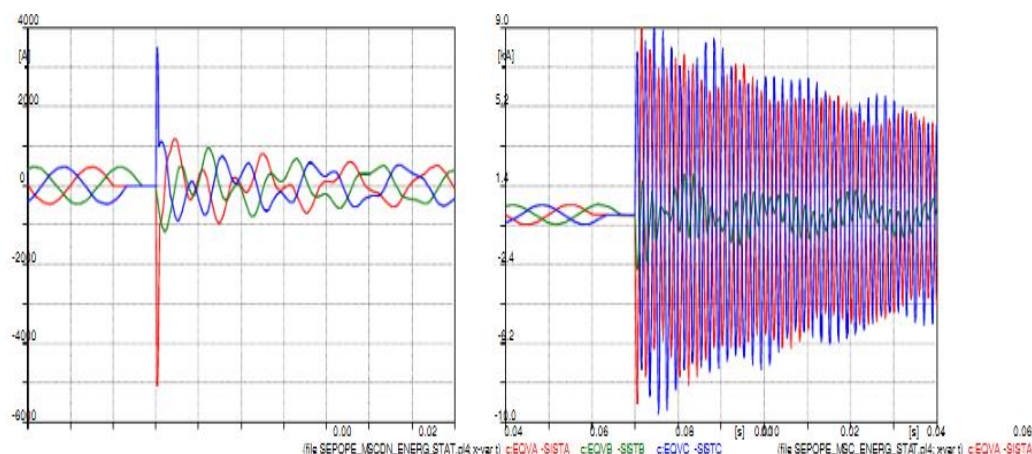
### Manobra de Bancos de Capacitores

Amostras de Tensão no capacitor principal e corrente no disjuntor do banco de capacitores.



Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	58 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	CrITÉrios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento



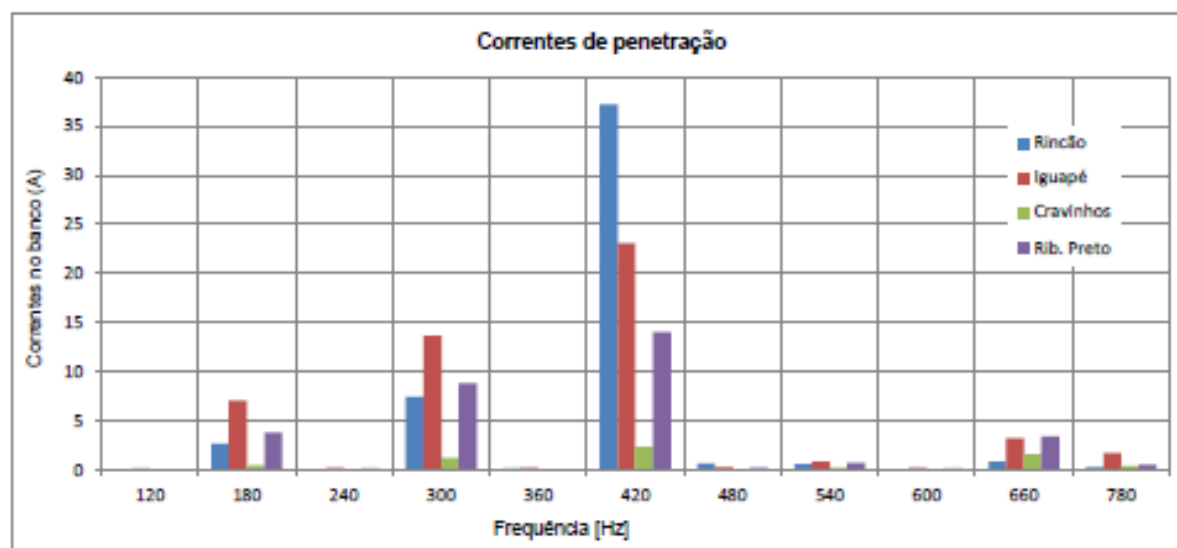
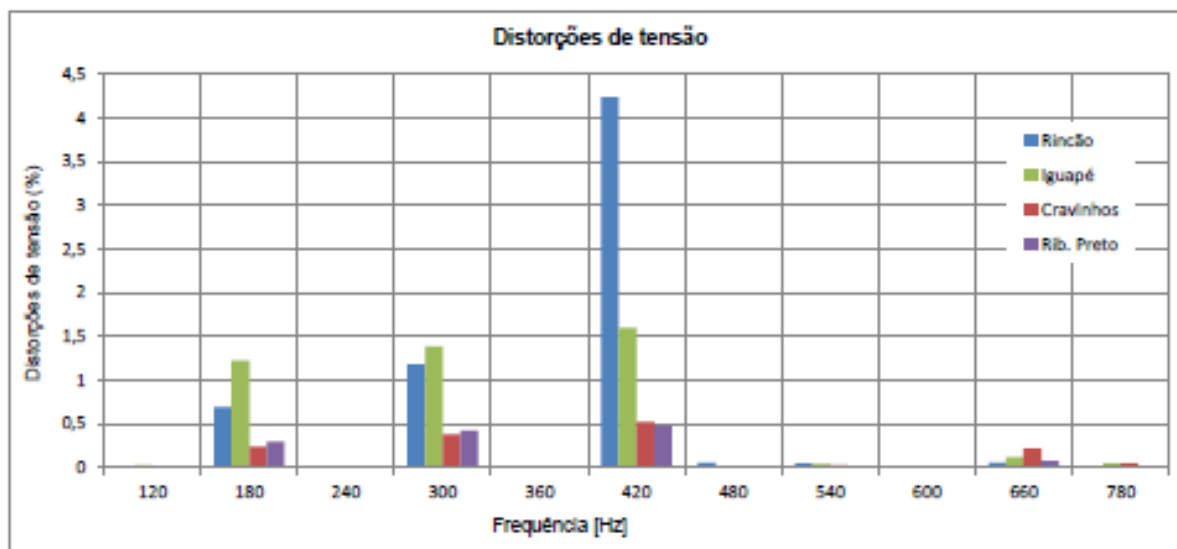
### Amostras de Impedância x Frequência e Distorção Harmônica de Tensão



Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	59 de 71



Tipo de Documento:	Especificação Técnica
Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento



Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
---------------	------------	---------	---------------	------------------	---------


17424

Instrução

1.1

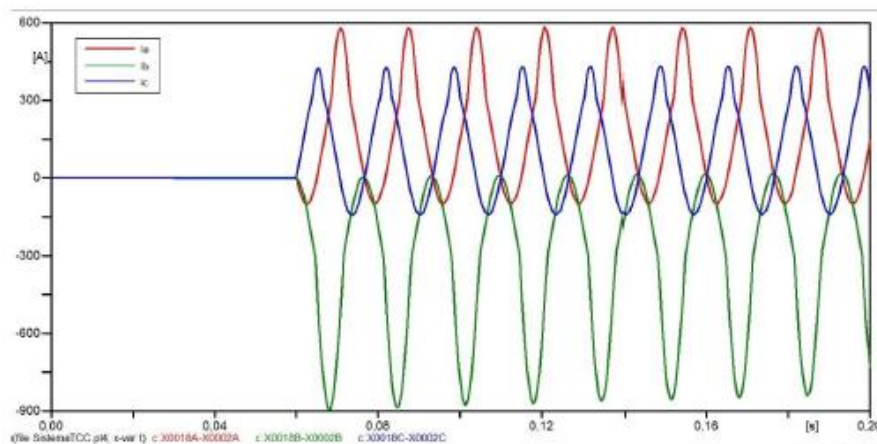
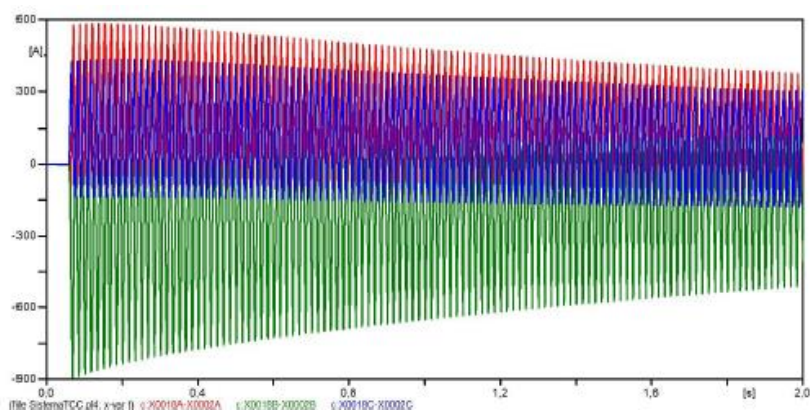
JOSE CARLOS FINOTO BUENO06/12/2022

60 de 71


	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

## Manobra de Reatores

Corrente de energização de reator shunt em cada fase e forma de onda típica.

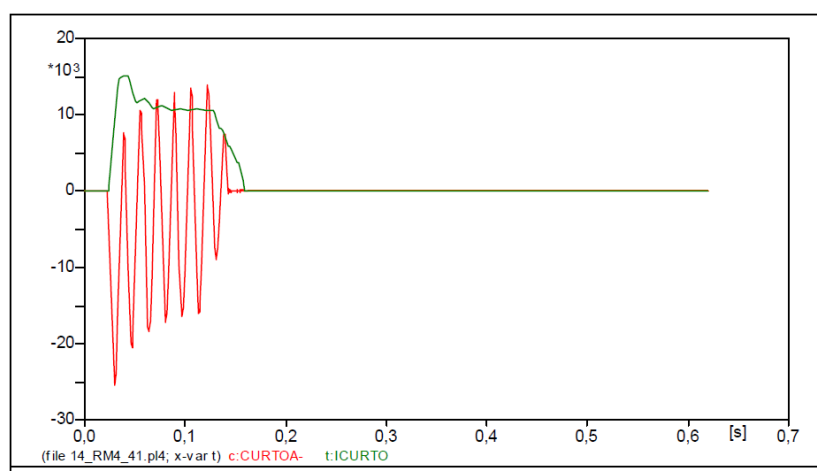


Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	61 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

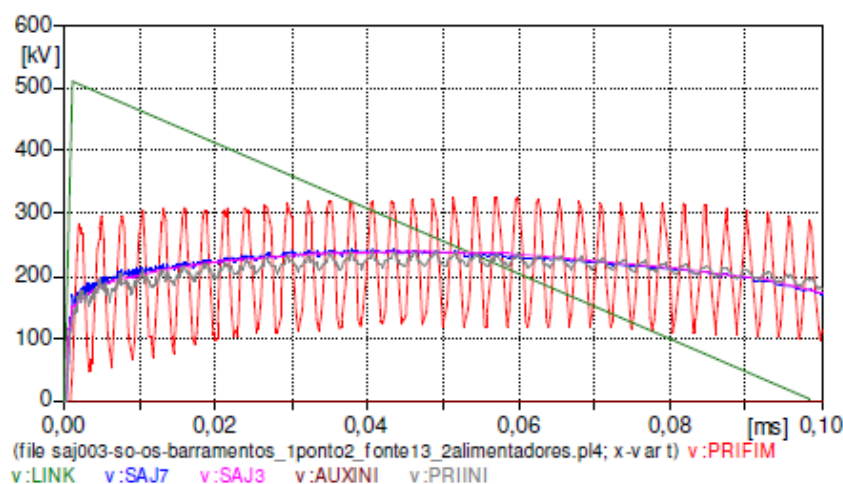
### Fechamento e abertura de chaves de terra

Amostras de corrente de arco secundário para falta monofásica na linha 440 kV para determinada configuração do sistema.




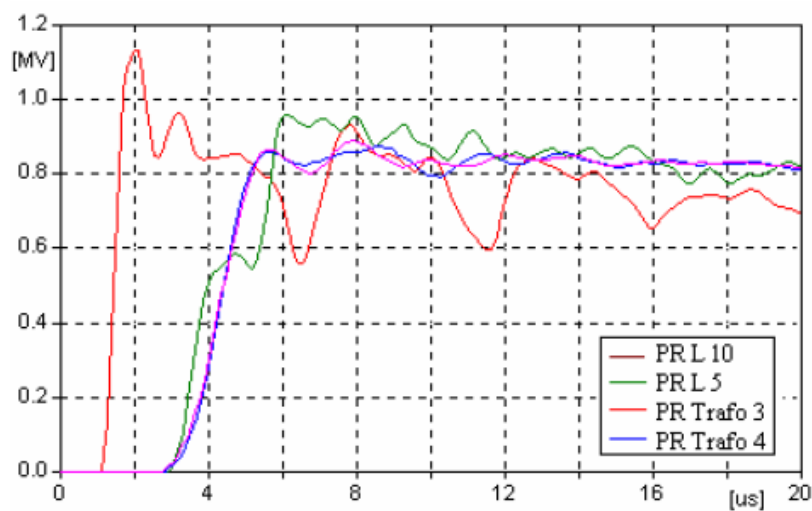
### Surtos de Origem Atmosférica

Amostras de surtos atmosféricos em subestação com para raios, primeiro sistema de 69 kV e abaixo sistema de 440 kV sem capacitâncias.




Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	62 de 71

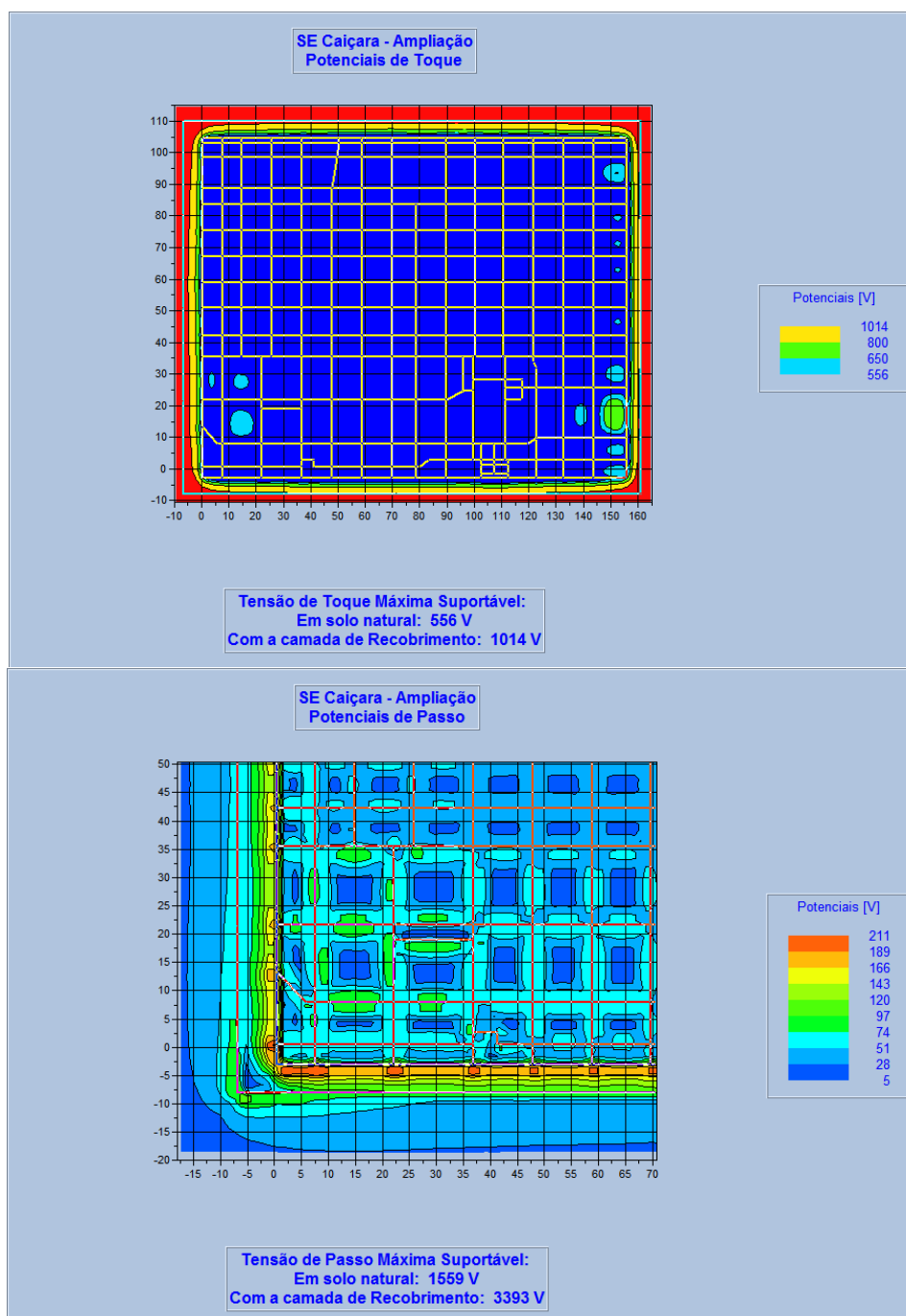
	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento





	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

## Sistema de Aterramento



Nº Documento: Categoria: Versão: Aprovado por: Data Publicação: Página:


17424

Instrução

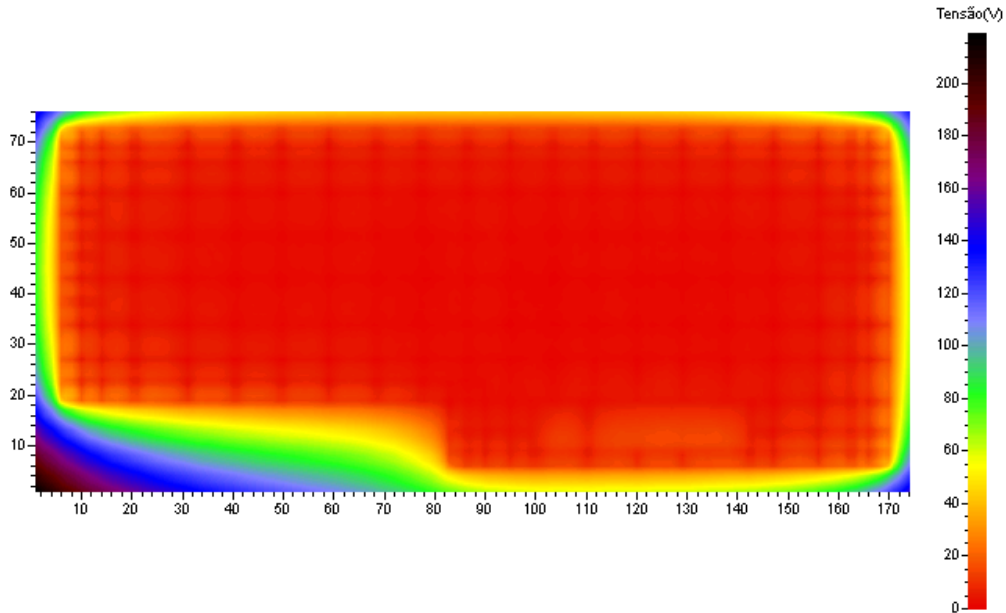
1.1

JOSE CARLOS FINOTO BUENO06/12/2022

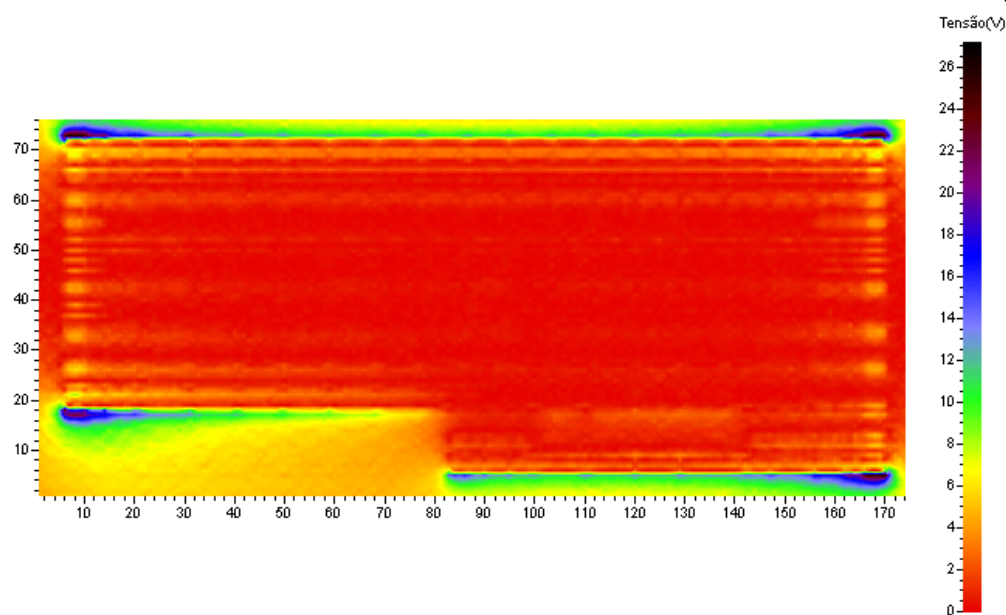
64 de 71


	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

Mapa de tensão de toque

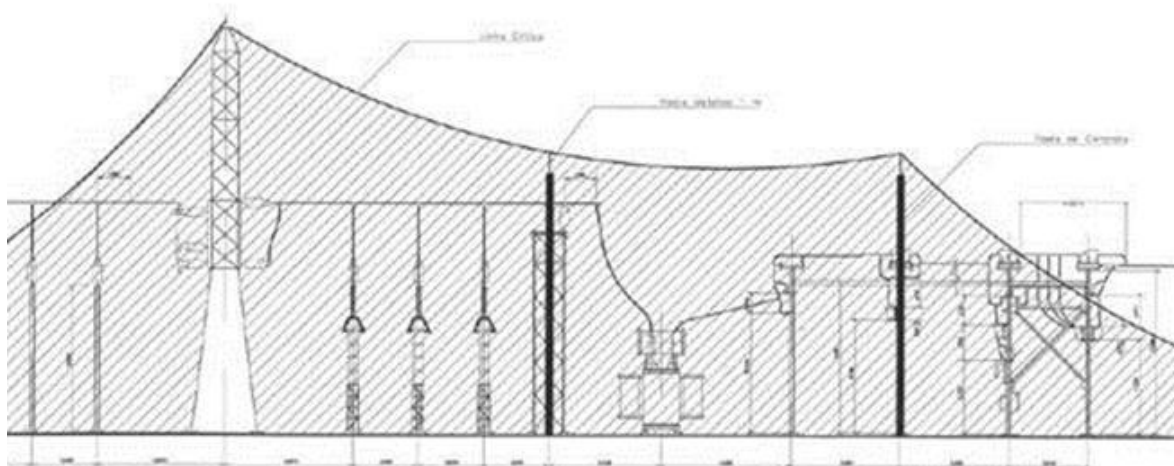


Mapa de tensão de passo




	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

## Sistema de Blindagem



/

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	66 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

## Anexo V – Lista Exemplificativa de Procedimentos de Rede e de Procedimentos de Distribuição

### 1 – Procedimentos de Distribuição de Energia PRODIST ANEEL (11 Módulos)

#### PRODIST

por: SRD - publicado: 12/01/2016 13:58, última modificação: 10/01/2017 15:35


#### Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST

Os Procedimentos de Distribuição - PRODIST são documentos elaborados pela ANEEL e normatizam e padronizam as atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica.

A versão vigente e as versões anteriores de todos os módulos do PRODIST estão disponibilizadas nos links:

Módulos PRODIST
Módulo 1 - Introdução
Módulo 2 - Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição
Módulo 3 - Acesso ao Sistema de Distribuição
Módulo 4 - Procedimentos Operativos do Sistema de Distribuição
Módulo 5 - Sistemas de Medição
Módulo 6 - Informações Requeridas e Obrigações
Módulo 7 - Cálculo de Perdas na Distribuição
Módulo 8 - Qualidade da Energia Elétrica
Módulo 9 - Ressarcimento de Danos Elétricos
Módulo 10 - Sistema de Informação Geográfica Regulatório
Módulo 11 - Fatura de Energia Elétrica e Informações Suplementares

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	67 de 71


	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

2 – Procedimentos de Rede ONS (26 Módulos)



<p><b>Módulo 2 - Requisitos mínimos para instalações de transmissão e gerenciamento de indicadores de desempenho</b></p> <p>Definir os requisitos mínimos para as instalações de transmissão e estabelecer a sistemática para o gerenciamento dos indicadores de desempenho da rede básica e das funções transmissão da rede básica.</p>
<p><b>Módulo 3 - Acesso às instalações de transmissão</b></p> <p>Estabelecer as instruções e os processos para a viabilização do acesso, que compreende a conexão e o uso, às instalações de transmissão integrantes da rede básica.</p>
<p><b>Módulo 4 - Ampliações e reforços</b></p> <p>Propor ao Poder Concedente as ampliações e os reforços na rede básica e nas DIT.</p>
<p><b>Módulo 5 - Consolidação da previsão de carga</b></p> <p>Atribuir responsabilidades e estabelecer a sistemática e os prazos para a consolidação da previsão de carga, o que implica: organizar o encadeamento temporal dos diversos processos de previsão de carga; disponibilizar os produtos e os dados para a realização dos estudos de responsabilidade do ONS; estabelecer o processo de previsão da carga e descrevê-lo de forma clara para os agentes participantes e buscar a melhoria das previsões.</p>
<p><b>Módulo 6 - Planejamento e programação da operação elétrica</b></p> <p>Estabelecer diretrizes, critérios, sistemáticas e processos a serem utilizados nos estudos de planejamento e programação da operação elétrica, estudos esses que devem definir ações para solucionar os problemas identificados em determinado horizonte; definir diretrizes a serem aplicadas à rede de operação do SIN para garantir o atendimento à carga; compatibilizar as solicitações dos diferentes agentes para intervenções no SIN; visualizar o impacto das novas obras na operação do sistema; e subsidiar o Poder Concedente na tomada de decisões.</p>
<p><b>Módulo 7 - Planejamento da operação energética</b></p> <p>Atribuir responsabilidades e estabelecer os procedimentos para que o ONS desenvolva suas atribuições de planejamento da operação energética.</p>
<p><b>Módulo 8 - Programação diária da operação eletroenergética</b></p> <p>Estabelecer os programas diários de carga, geração e intercâmbios, para garantir a otimização energética dos recursos de geração e a segurança operacional do SIN.</p>
<p><b>Módulo 9 - Recursos hídricos e meteorologia</b></p> <p>Estabelecer as responsabilidades e os processos para obtenção dos insumos para o planejamento e a programação da operação do SIN, no que se refere às informações e aos dados hidrológicos, hidroenergéticos e meteorológicos, aos dados técnicos e às restrições hidráulicas dos aproveitamentos hidroelétricos, bem como aos requisitos para a operação de controle de cheias dos reservatórios dos aproveitamentos.</p>

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	68 de 71

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento



**Módulo 9 - Recursos hídricos e meteorologia**

Estabelecer as responsabilidades e os processos para obtenção dos insumos para o planejamento e a programação da operação do SIN, no que se refere às informações e aos dados hidrológicos, hidroenergéticos e meteorológicos, aos dados técnicos e às restrições hidráulicas dos aproveitamentos hidroelétricos, bem como aos requisitos para a operação de controle de cheias dos reservatórios dos aproveitamentos.

**Módulo 10 - Manual de Procedimentos da Operação**

Regulamentar as atividades de normatização, pré-operação, operação em tempo real e pós-operação; estabelecer os conceitos das redes do SIN necessárias ao cumprimento das atribuições do ONS; conceituar e estabelecer as regras de operação, as instruções de operação, as mensagens operativas, as rotinas operacionais, os cadastros de informações operacionais, os ajustamentos operacionais e os regulamentos internacionais; e definir a organização da operação quanto à hierarquia funcional e operacional, estabelecendo os níveis de autoridade, as atribuições, as responsabilidades e a área de atuação que envolvem.

**Módulo 11 - Proteção e controle**

Estabelecer as diretrizes para o tratamento do macroprocesso de proteção e controle de interesse sistêmico, definir os processos e determinar os insumos, os meios de execução, os produtos, os usuários e as responsabilidades do ONS e dos agentes de geração, transmissão, distribuição, de importação e de exportação, bem como dos consumidores livres e potencialmente livres.

**Módulo 12 - Medição para faturamento**

Estabelecer as responsabilidades, as sistemáticas e os prazos para a elaboração e aprovação de projeto, montagem e comissionamento do SMF, para a manutenção e inspeção desse sistema de medição, para a leitura dos medidores e para certificação de padrões de trabalho do SMF.

**Módulo 13 - Telecomunicações**

Estabelecer os requisitos dos serviços de telecomunicações para a rede de operação do SIN, sob responsabilidade do ONS, aplicáveis ao ONS e aos agentes proprietários de instalações e equipamentos pertencentes à rede de operação. Trata ainda da implantação de novos serviços de telecomunicações bem como da manutenção e avaliação do desempenho dos serviços de telecomunicações em operação.

**Módulo 14 - Administração dos serviços ancilares**

Apresentar os critérios referentes à administração dos serviços ancilares, ou seja, estabelecer os critérios não só para os arranjos comerciais dos serviços ancilares prestados pelos agentes, como também para a celebração dos CPSA e para o processo de apuração referente a esses serviços.

**Módulo 15 - Administração de serviços e encargos de transmissão**

Explicitar os critérios e processos inerentes à contratação e administração dos serviços de transmissão e ao uso do sistema de transmissão, por meio da padronização das práticas do ONS e dos agentes envolvidos no cumprimento da regulamentação do setor elétrico.

**Módulo 16 - Acompanhamento de manutenção**


Acompanhar as manutenções e oferecer insumos necessários a um serviço de fornecimento de energia elétrica nos níveis e padrões de qualidade e confiabilidade requeridos pelos consumidores e aprovados pela ANEEL. Objetiva também que as atividades de manutenção definidas e realizadas pelos agentes responsáveis garantam as condições nominais de projeto, ou as previamente comunicadas ao ONS, dentro dos padrões de desempenho homologados pela ANEEL.

**Módulo 18 - Sistemas e modelos computacionais**

Relacionar as ferramentas computacionais – sistemas e modelos computacionais – utilizados nos Procedimentos de Rede.

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	69 de 71



	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento



**Módulo 19 - Identificação e tratamento das não-conformidades**

Estabelecer o processo de identificação, tratamento e aplicação de penalidades pelo ONS, resultante do não-atendimento dos Procedimentos de Rede pelos agentes de operação; e estabelecer o processo de identificação pelos agentes de operação das não-conformidades praticadas pelo ONS e o encaminhamento a ser dado pela Diretoria do ONS.

**Módulo 20 - Glossário de termos técnicos**

Garantir a uniformidade de uso e o entendimento adequado de termos técnicos dos Procedimentos de Rede.

**Módulo 21 - Estudos para reforço da segurança operacional elétrica, controle sistêmico e integração de instalações**

Definir insumos, estabelecer responsabilidades e sistemáticas concernentes à avaliação e reforço da segurança operacional elétrica e ao controle sistêmico.

**Módulo 22 - Análise de ocorrências e perturbações**

Atribuir responsabilidades nos processos de análise de ocorrências e perturbações e estabelecer as diretrizes básicas, a metodologia e os critérios para a análise dos aspectos técnicos das ocorrências e perturbações na rede de operação do SIN e para a análise técnica das causas de falhas constatadas em equipamentos, instalações da rede básica e usinas despachadas centralizadamente pelo ONS.

**Módulo 23 - Critérios para estudos**

Estabelecer diretrizes e critérios para os estudos realizados pelo ONS no cumprimento de suas responsabilidades legais (Leis nº 9.074, 9.427, 9.648 e 10.848 e Decretos 2.655 e 5.081).

**Módulo 24 - Processo de integração de instalações**

Apresentar o processo de integração de instalações e reservatórios à operação do SIN, definir as responsabilidades das partes envolvidas, e formalizar as relações do ONS com a ANEEL, a ANA, a CCEE e com os agentes que participam desse processo.

**Módulo 25 - Apuração de dados, relatórios da operação do Sistema Interligado Nacional e indicadores de desempenho**

Atribuir responsabilidades e estabelecer a sistemática para a apuração dos dados, para a elaboração de relatórios da operação do SIN e para o cálculo de indicadores de desempenho e de indicadores de atendimento às recomendações feitas pelo ONS em relatórios de análise e de estudos.


**Módulo 26 - Modalidade de operação de usinas**

Elaborar uma metodologia de classificação das modalidades de operação das usinas do SIN, quais sejam: TIPO I – Programação e despacho centralizados; TIPO II – Programação centralizada e despacho não centralizado; e TIPO III – Programação e despacho não centralizados.

/

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	70 de 71



	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Critérios para Contratação de Estudos de Transitórios Eletromagnéticos e Coordenação de Isolamento

## 9. REGISTROS DE ALTERAÇÕES

### 9.1 Colaboradores:

Empresa	Colaborador
CPFL Paulista	João Carlos Carneiro

### 9.2 Alterações Efetuadas:

Versão anterior	Data da versão anterior	Alterações em relação à versão anterior
1.0	18/04/2018	Formatação do documento ajustada conforme norma interna vigente.

Nº Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
17424	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	06/12/2022	71 de 71