

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Energia e
Automação Elétricas

ISSN 1413-2214

BT/PEA/0121

Eficiência Operativa e
Confiabilidade de Equipamentos
Associados à Automação de
Sistemas de Distribuição de
Energia Elétrica

Reinaldo Burian
Cícero Couto de Moraes

São Paulo – 2001

1233439

O presente trabalho é um resumo da dissertação de mestrado apresentada por Reinaldo Burian, sob orientação do Prof. Dr. Cícero Couto de Moraes: "Eficiência Operativa e Confiabilidade de Equipamentos Associados à Automação de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica", defendida em 20/09/2001, na EPUSP.

A íntegra da dissertação encontra-se à disposição com o autor e na biblioteca de Engenharia de Eletricidade da Escola Politécnica da USP.

FICHA CATALOGRÁFICA

Burian, Reinaldo

Eficiência operativa e confiabilidade de equipamentos associados à automação de sistemas de distribuição de energia elétrica / R. Burian, C.C. de Moraes. – São Paulo : EPUSP, 2001.

12 p. – (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas, BT/PEA/0121)

1. Distribuição de energia elétrica – Confiabilidade 2. Custo econômico I. Moraes, Cícero Couto de II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas III. Título IV. Série
ISSN 1413-2214

CDD 621.319
338.51

1 2 3 3 4 3 9

EFICIÊNCIA OPERATIVA E CONFIABILIDADE DE EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS À AUTOMAÇÃO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Engº Reinaldo Burian
 Prof. Dr. Cícero Couto de Moraes
 GAESI – Grupo de Automação Elétrica em Sistemas Industriais
 e-mail: rburian@uol.com.br

Resumo

O objetivo deste trabalho é a comparação entre diferentes arquiteturas em sistemas de distribuição de energia elétrica.

Comparar sistemas centralizados e distribuídos, significa analisar como o emprego de cada um implica na melhoria do desempenho do sistema de distribuição, aliado à análise de índices de desempenho.

Esta análise deve estar presente no contexto de que o aumento da confiabilidade de sistemas de distribuição de energia elétrica é uma necessidade cada vez mais presente no mundo atual.

A melhor solução a ser implementada se traduz no tratamento fiel das informações e eventos, com idoneidade de decisões nas operações de manobra de acordo com procedimentos padronizados.

Abstract

The objective of this work is the comparison among different architectures in systems of distribution of electric energy.

To compare centralized systems and distributed, it means to analyze as the employment of each one it implies in the improvement of the acting of the distribution system, allied to the analysis of acting indexes.

This analysis should be present in the context that the increase of the reliability of systems of distribution of electric energy is

more and more a need present in the current world.

The best solution to be implemented can be translated in the treatment faithful of the information and events, with suitability of decisions in the switch operations in agreement with standardized procedures.

1. Introdução

O conceito moderno de automação refere-se à capacidade de repetição de um conjunto de tarefas com um mínimo de intervenção humana.

Uma das aplicações deste conceito é a automação elétrica envolvendo áreas como geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, de acordo com a figura 1:

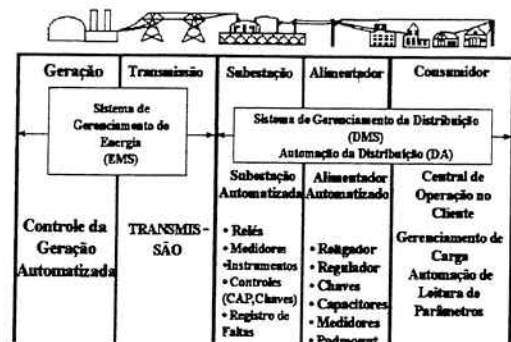


Figura 1 – Partes constituintes de um Sistema Elétrico

A partir da análise da figura, é possível verificar a existência de duas divisões distintas:

- Sistema de gerenciamento de energia (EMS)

- Sistema de gerenciamento da distribuição (DMS/DA)

No sistema de gerenciamento da distribuição dois sistemas merecem destaque:

- Sistema de apoio à engenharia e planejamento (SEP) que funciona dando suporte aos operadores do sistema com informações em tempo real sobre o comportamento dos elementos distribuídos ao longo da linha de distribuição e seus valores característicos.

- Sistema de supervisão e controle (SSC) que é associado geralmente a um software de apoio que irá receber a coleta das informações providas da rede, podendo atuar inclusive como elemento disparador de eventos na rede de distribuição de energia elétrica primária, secundária ou atuando diretamente na subestação de energia elétrica.

A partir dos fundamentos apresentados é possível traçar os objetivos da automação da distribuição de energia elétrica, trabalhando com conceitos de proteção de redes secundárias, confiabilidade de sistemas elétricos e gerenciamento do processo da distribuição de energia elétrica, utilizando informações providas dos equipamentos espalhados pela rede de distribuição, entendendo-se que a energia elétrica é um produto de consumo e que para sua comercialização é preciso ter os critérios de definição de sua qualidade bem definidos.

As opções existentes no mercado como “hardware” e “software” específico para usos em equipamentos de proteção, leva a uma conclusão sobre quais topologias e equipamentos conseguem melhor adaptar-se ao atendimento

das necessidades finais das plantas de distribuição de energia elétrica.

Para tanto se faz necessária uma análise dos índices de qualidade de distribuição de energia elétrica ditados pela ANEEL, com base em um modelo de circuitos.

Como consequência deste tipo de análise surge a oportunidade de um estudo das topologias de sistemas de automação da distribuição de energia elétrica, enfocando os sistemas centralizados e os sistemas distribuídos.

A análise de desempenho dessas duas filosofias vem complementar a opção de escolha e utilização dessas duas topologias contribuindo como fator de auxílio na tomada da decisão entre qual sistema será aplicado à planta de distribuição de energia elétrica, obtendo maiores vantagens.

2. Tecnologia – “Hardware” e “Software”

Estudos têm sido realizados e desde 1996 os levantamentos mostram a tendência para a qual a automação da distribuição de energia elétrica se direciona sendo que, um grande problema atual é a larga abrangência que a mesma tem nos dias de hoje, pois a infinidade de subsistemas ligados a esse assunto é uma realidade [1].

A questão de posicionamento no cenário de automação elétrica torna-se uma necessidade, pois devido ao elevado número de variáveis de “hardware” e “software”, as soluções devem ser dirigidas a uma situação coerente, para ser aplicada em uma planta de distribuição de energia elétrica.

Como objeto de análise, os sistemas de comunicação utilizados na automação da distribuição de energia elétrica, também foram observados de maneira a elucidar as principais tendências de mercado e suas novas vertentes, que vêm aparecendo nos países desenvolvidos, onde estes tipos de sistemas já são amplamente utilizados.

Aspecto bastante importante em sistemas de automação de energia elétrica é a discussão sobre as topologias que conceitualmente podem classificar sistemas em concentrados e distribuídos, analisando a possibilidade de empregar a topologia de sistemas distribuídos em meio à utilização em média e baixa tensão, baseado no surgimento de dispositivos ditos “inteligentes” empregados diretamente na planta de distribuição de energia elétrica [3].

Para utilizar este conceito na automação, faz-se necessário traçar um comparativo entre um sistema centralizado convencional, ou seja, base piramidal em que as informações fluem de um nível mais baixo para o nível mais alto, empregando UTR's – unidades terminais remotas, na presença de computadores com funções de IHM - interface homem máquina, onde a tomada de decisões provém de uma central de operação da distribuição (COD) em um sistema distribuído.

A comunicação entre os diferentes níveis é feita através de protocolos, geralmente proprietários em que há o problema da padronização da mesma entre equipamentos de marcas diferentes, onde os dispositivos de “hardware” de cada fabricante possuem seu próprio padrão para comunicação. Isto leva a gastos adicionais com “gateway's”, ou seja, interfaces que possibilitam a integração entre os diferentes proto-

colos e um estudo detalhado da aplicação a ser efetuada. Para sistemas distribuídos, observa-se que os dados além de fluir através do nível mais baixo para o nível mais alto o fazem agora de maneira bidirecional.

Com o advento dos dispositivos que conseguem tomar decisões, baseadas em parâmetros pré-programados, a ordem para a tomada de decisões é retirada do COD e incorporada ao local de detecção do evento. A partir de então já é possível falar em troca de informações entre os dispositivos presentes no nível mais baixo do sistema.

Em se tratando de tráfego de dados entre os diferentes níveis que compõem o sistema, existem dois tipos de comunicação presentes:

- Comunicação horizontal, caracterizada por ser bidirecional onde os dispositivos têm capacidade de utilizar informações de entrada e saída no emprego de algoritmos de controle.
- Comunicação vertical, caracterizada por ser bidirecional onde os dispositivos têm capacidade de realizar controle e monitoramento à distância.

Assim, um cliente comercial ou um industrial precisa ver a energia como um elemento que compõem o seu processo operacional e de custos, sendo que para o cliente industrial esta energia é considerada como um insumo adicional para a fabricação.

Logo, a medida da confiabilidade é importante para proposta de comparação entre os sistemas de distribuição de energia elétrica atendidos por diferentes concessionárias, visando esclarecer o significado da confiabilidade dentro de um contexto de distribuição da energia elétrica.

A confiabilidade pode ser vista como quão bem o sistema de distribuição de energia elétrica pode desempenhar a função para qual foi projetado, da mesma maneira que, um cliente de um bem de consumo espera um determinado desempenho de um produto que adquire.

Um serviço de distribuição de energia elétrica é considerado de fornecimento aceitável quando existe um padrão já atingido, que tenha uma confiabilidade que garanta que seus clientes finais realizem plenamente suas tarefas.

O objetivo da distribuição de energia é reduzir o tempo de interrupção por faltas permanentes. Os sistemas devem ser projetados para rapidamente detectar e solucionar os problemas automaticamente, minimizando as falhas devidas à interrupção de energia, diagnosticando o local e o motivo da aparente falha, para que as equipes de manutenção possam responder às chamadas de defeito, analisar os motivos da interrupção e reparar o problema.

Para atingir níveis de qualidade na distribuição de energia as concessionárias necessitam ter um banco de dados como referência para tomada de decisões, que é formado por informações como tempo e número de interrupções, tempo do sistema fora do ar, número de consumidores afetados, etc, ou seja, uma base de conhecimento que incremente a experiência das equipes de operação e manutenção.

Um ponto a ser analisado é a implementação de um software de comunicação para uso em automação da distribuição de energia elétrica [6].

Pacotes comerciais devem fornecer a possibilidade de implementação de um possível método de comunicação padronizado, no mercado, entre uma estação central e controladores remotos. Os padrões devem ser designados como base para os protocolos proprietários dos “softwares” empregados.

Com base nessas premissas a automação da distribuição deve ser utilizada em meio ao contexto de controle e operação em circuitos de distribuição de energia elétrica, analisando funções como: tensão, corrente, potência, funções de proteção do sistema, medida de consumo e sistemas de monitoramento e controle na distribuição.

Os sistemas de comunicação de dados empregados em diferentes plantas também merecem destaque [8].

Assim três tecnologias de comunicação merecem destaque:

- Telefonia pública
- Comunicação em linha de transmissão
- Comunicação via rádio

3. Objetivos da Automação na Distribuição

A definição de automação na distribuição refere-se à combinação de partes coordenadas entre si e que concorrem para um resultado ou para formarem um conjunto que controla as operações básicas de um sistema informatizado, ou seja, supervisiona os dispositivos periféricos, organiza o sistema de banco de dados, permite a existência de meios de comunicação e possibilita o interfaceamento com os demais sistemas.

Dentro da automação da distribuição, o termo sistema refere-se aqueles que possuem

capacidade de comunicação, com o intuito de transmitir comandos, supervisionar estados de equipamentos presentes na rede de distribuição de energia elétrica e incrementar bancos de dados com informações providas desta mesma rede, de maneira remota.

Estando estes dados disponíveis, surge o conceito de central de operação onde operadores terão capacidade de tomar decisões e atuar diretamente na topologia da rede de distribuição de energia elétrica ou auxiliar na localização de defeitos em conjunto com as equipes de manutenção.

Estes centros possuem sistemas supervisórios que consistem de programas de computação especialmente desenvolvidos para conceber o sistema de controle e aquisição de dados (SCADA).

Como exemplo, a tela a seguir mostra um diagrama unifilar empregado em uma concessionária de energia elétrica.

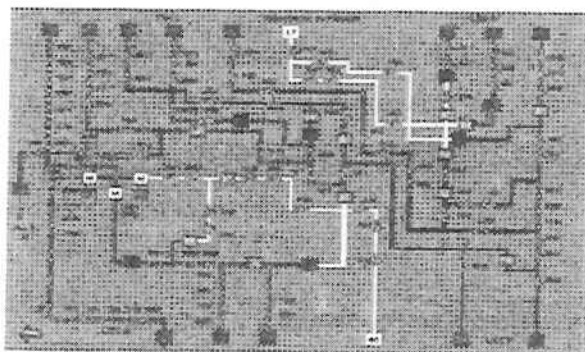


Figura 2 – Unifilar: Subestação de Energia Elétrica

4. Análise de Indicadores de Continuidade Individuais

Dentro das concessionárias de energia, as informações estatísticas, tais como, o número de interrupções de energia por um período de tem-

po considerado e o número de consumidores envolvidos nessas interrupções, têm se tornado ferramentas essenciais, ajudando as concessionárias a atingir suas metas de fornecimento de energia elétrica.

O fornecimento de energia está ligado a padrões de qualidade, traduzidos por índices padronizados por órgãos controladores, como a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), no Brasil.

Dentro deste contexto, os índices de desempenho podem fornecer informações históricas, as quais podem servir para evidenciar tendências de resposta do circuito e medir o desempenho deste face à solicitação de carga pelos consumidores. Os índices de desempenho dentro dos sistemas de distribuição de energia elétrica se traduzem como índices de confiabilidade na medida em que fornecem uma diretriz do comportamento do sistema em relação ao surgimento de faltas por consumidor durante um determinado período de tempo, criando um sistema de informações que garanta a confiabilidade da energia elétrica fornecida ao consumidor final.

4.1 Índices de Qualidade

Os índices de qualidade discutidos abaixo são descritos em [4].

O emprego de índices de qualidade permite que se padronize a análise de sistemas de distribuição de energia elétrica que venham a sofrer mudanças em suas topologias, seja por medidas técnicas ou necessidades de expansão futura.

Serão considerados os seguintes índices de qualidade [4, 5]:

1. Duração equivalente de interrupção por unidade consumidora (DEC): intervalo de tempo que, em média, no período de observação, em cada unidade consumidora do conjunto considerado ocorreu descontinuidade da distribuição de energia elétrica.

2. Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora (FEC): número de interrupções ocorridas, em média, no período de observação, em cada unidade consumidora do conjunto considerado.

Assim, de acordo com a definição:

Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC).

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^k Ca(i) \cdot t(i)}{Cc}$$

Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC):

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^k Ca(i)}{Cc}$$

Onde:

DEC = Duração equivalente de interrupção por unidade consumidora, expressa em horas e centésimos de hora.

FEC = Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora, expressa em número de interrupções e centésimos do número de interrupções.

Ca (i) = Número de unidades consumidoras interrompidas em um evento (i), no período de apuração.

t(i) = Duração de cada evento (i), no período de apuração.

i = Índice de eventos ocorridos no sistema que provocam interrupções em uma ou mais unidades consumidoras.

k = Número máximo de eventos no período considerado.

Cc = Número total de unidades consumidoras, do conjunto considerado, no final do período de apuração.

5. Modelo do Sistema de Distribuição de Energia Elétrica

O modelo escolhido para análise foi baseado no estudo desenvolvido em [5] e a escolha deste modelo foi devido a:

- Disposição dos elementos na planta de distribuição de energia elétrica
- Número de consumidores envolvidos (possível comparação entre uma planta de distribuição em um pequeno bairro na periferia de São Paulo)
- Facilidade de implementação de dispositivos de proteção
- Análise de resposta deste circuito de distribuição no que diz respeito aos índices de qualidade
- Valores típicos de reparo e restauração baseados em índices de qualidade divulgados pela ANEEL

O objetivo desta análise é comparar os índices de qualidade sob uma ótica da realidade brasileira e na medida em que os elementos de proteção de sobrecorrente forem sendo disponibilizados no circuito a ser analisado, verificar qual será a contribuição desses elementos de proteção, para o conjunto como um todo.

O resultado é evidenciado na diferenciação dos índices de qualidade.

O circuito inicial para análise é mostrado a seguir:

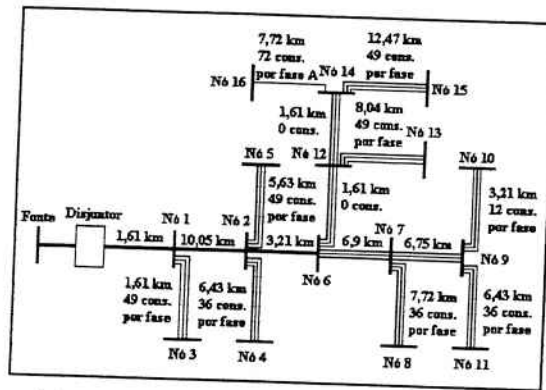


Figura 3 – Caso A: Circuito com Disjuntor na Subestação de Energia Elétrica sem Capacidade de Religamento

Foram considerados os mesmos valores de [5] para o cálculo dos índices de qualidade, valores estes resultados de estudos em plantas de distribuição de energia elétrica com características similares e, já existentes e em operação em plantas Norte Americanas e em muitos bairros da cidade de São Paulo, de acordo com o desenvolvido em [5]:

- Número de faltas por km de circuito por ano: 0,1367
- Porcentagem de faltas permanentes: 20%
- Porcentagem de faltas temporárias: 80%
- Tempo de restauração manual: 2,0 horas
- Tempo de reparo para linhas 3 ϕ : 3,0 horas
- Tempo de reparo para linhas 1 ϕ : 2,5 horas

Uma observação se faz necessária quanto à escolha destes parâmetros: os valores foram adotados por serem coerentes com a realidade brasileira, cujo intuito é demonstrar como novas filosofias podem ser implementadas para melhorar índices de qualidade em uma planta de distribuição de energia elétrica de acordo com as normas da ANEEL.

Foram comparados diversos circuitos, sendo adicionados ao circuito inicial elementos de proteção como religadores e fusíveis, chegando a um quadro comparativo sobre a redução dos índices de DEC e FEC.

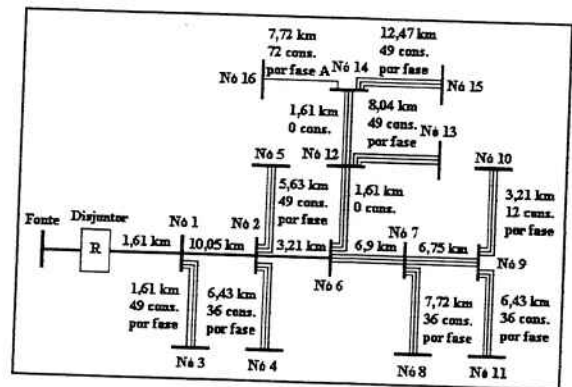


Figura 4 – Caso B: Circuito com Religamento no Disjuntor da Subestação

Nesta situação para qualquer ocorrência de falta temporária no circuito o disjuntor com característica de religador incorporada, será sensibilizado e de acordo com a sua programação e ajustes internos, entrará em ciclo de religamento visando manter o fornecimento de energia elétrica.

Desta maneira ocorre diretamente uma diminuição do número de faltas temporárias que antes eram tratadas de maneiras indistintas, não havendo caracterização entre faltas permanentes e temporárias.

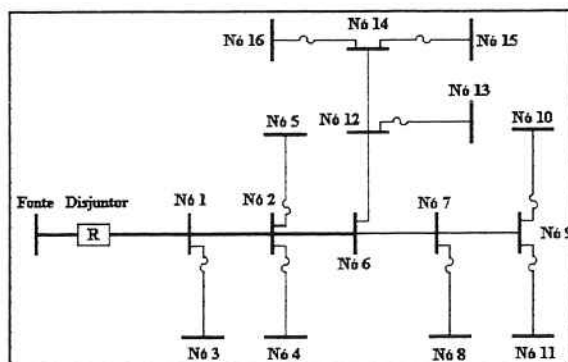


Figura 5 – Caso C: Circuito com Religamento no Disjuntor da Subestação em coordenação com Fusíveis nas laterais dos circuitos

Os fusíveis devem atuar interrompendo faltas nas laterais antes que o dispositivo religador entre em ciclo de religamento no caso de faltas permanentes.

No caso de faltas temporárias, o religador será o responsável pelo tratamento desta situação, funcionando como um “filtro de faltas temporárias”.

Deve-se mencionar que nem sempre a coordenação, entre um dispositivo do tipo religador presente na subestação com fusíveis nas laterais do alimentador principal, gera uma coordenação perfeita.

Para isso é necessário levar em conta um índice de 25% de atuação dos fusíveis para faltas temporárias, levando a um modelo mais condizente com a realidade.

Assim, torna-se necessário analisar o modelo a seguir:

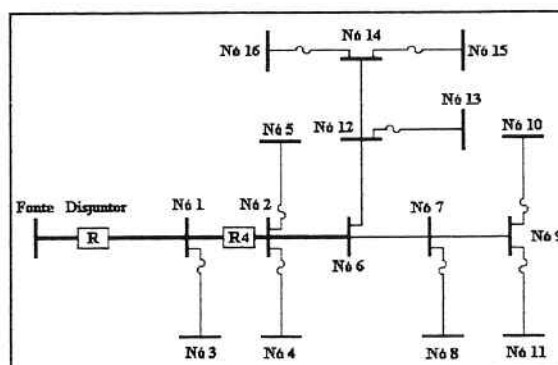


Figura 6 – Caso D: Circuito com Religador de Meio de Linha

Para facilitar o cálculo dos índices de qualidade, o circuito foi dividido em zonas de acordo com a região de atuação do dispositivo de proteção, da seguinte maneira:

- Zona 1: região à jusante do elemento com capacidade de religamento na subestação (R).
- Zona 2: região à jusante do religador R4.

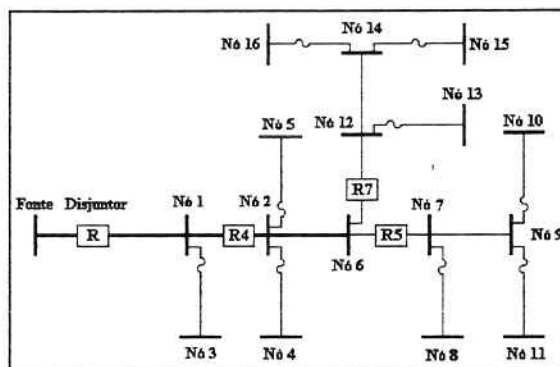


Figura 7 – Caso E: Circuito com Religadores Distribuídos pelo Circuito

Para facilitar o cálculo dos índices de qualidade, o circuito foi dividido em zonas de acordo com a região de atuação do dispositivo de proteção, da seguinte maneira:

- Zona 1: região à jusante do elemento com capacidade de religamento na subestação (R) até à montante do religador R4.

- Zona 2: região à jusante do religador R4 até à montante dos religadores R7 e R5.

- Zona 3: região à jusante do religador R5.

- Zona 4: região à jusante do religador R7.

Faz-se necessário observar que o religador R4 é equipado com possibilidade de ajustes de curvas rápidas bem como de curvas lentas, de maneira que os fusíveis terão proteção no caso de faltas temporárias ocorridas nas laterais do circuito, na zona de proteção de R4.

A tabela a seguir proporciona um resumo dos valores de DEC e FEC dos circuitos modelados nos casos A, B, C, D e E:

Caso	FEC	DEC	Redução do FEC (%)	Redução do DEC (%)
A	31,1731	65,6927	-	-
B	6,2346	15,7962	80	75,95
C	2,1676	5,5272	93,05	91,59
D	2,1549	5,4986	93,09	91,63
E	1,044	3,0001	96,65	95,43

Tabela 1 – Sumário dos valores de DEC e FEC

É possível observar que o incremento de equipamentos de proteção de sobrecorrente tais como religador associado a disjuntor e religador associado a fusível levou o circuito a ter um decréscimo das frequências e durações das interrupções de energia ocorridas. O que se observa é que os valores caíram positivamente quando da presença da característica de religamento no disjuntor da subestação.

A proteção foi coordenada no sentido carga-fonte de maneira que os fusíveis de proteção fossem dimensionados para atuar em níveis

de sobrecorrente sem causar a atuação da proteção dos pontos de derivação dos ramais e do religador.

Esta proteção dos pontos de derivação deve coordenar com o religador, de tal modo que a curva rápida do religador seja mais rápida que o ponto mínimo de fusão do fusível e a curva lenta do religador seja mais lenta do que a característica de abertura máxima do fusível.

A coordenação vista sobre este âmbito evita a atuação indesejada do fusível presente nos pontos de derivação dos ramais, quando da ocorrência da falta transitória.

O problema é que na prática não é comum se conseguir uma coordenação perfeita para as faltas de natureza transitórias, em especial no caso de correntes de curto-circuito elevadas.

Para uma coordenação tradicional é comum a utilização do esquema abaixo:

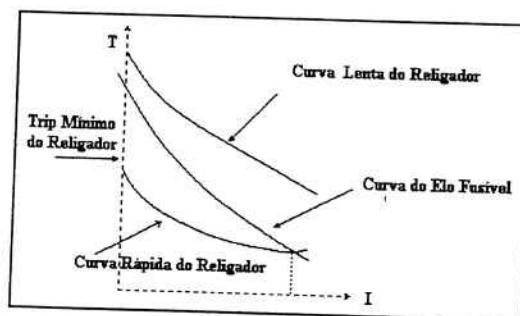


Figura 8 – Coordenação Tradicional

Com base na análise dos circuitos observa-se que os desligamentos devido às faltas transitórias podem ser evitados, ou reduzidos a valores consideráveis, a partir de um estudo de coordenação adequado que envolva o ajuste das curvas de atuação rápida dos religadores estejam eles localizados nas subestações ou nos alimentadores em conjunto com fusíveis instalados nos ramais do alimentador principal.

6. Confiabilidade

Dentro dos sistemas de distribuição de energia elétrica, a confiabilidade pode ser maximizada quando o sistema elétrico, centralizado na figura do COD, consegue obter informações em tempo real das variáveis do circuito elétrico, significando modificar dinamicamente os parâmetros dos equipamentos envolvidos, de maneira a reconfigurar o sistema automaticamente ou pelo envio de equipes técnicas para adaptá-lo às condições atuais de funcionamento.

A confiabilidade neste contexto foi aplicada a um conjunto de unidades e equipamentos empregados em sistemas de distribuição de energia elétrica em média tensão. É natural que exerçam a função para a qual foram projetados não somente por ocasião do fornecimento, mas por um período pré-determinado que é baseado em parâmetros nominais especificados pelos fabricantes dos equipamentos, que seguem ensaios de durabilidade e confiabilidade segundo normas técnicas internacionais, pré-estabelecidas.

Os parâmetros que influenciam na confiabilidade dependem da disposição do projeto inicial, das condições de energização dos equipamentos na rede de distribuição de energia elétrica e taxas de falhas ao qual estes equipamentos estão sujeitos.

Logo é possível definir a confiabilidade como a característica de um conjunto de dispositivos expressa pela probabilidade que estes dispositivos têm de cumprir uma função requerida em condições de utilização e por um período de tempo determinado [2].

Como ferramenta para o cálculo da confiabilidade dos equipamentos foi utilizada a Lei de Weibull, que cobre os casos onde a taxa de falhas é variável, não descrevendo nenhum fenômeno particular.

7. Sistemas de Controle para Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Média e Baixa Tensão

7.1 Sistemas Centralizados

Define-se sistema centralizado como aquele em que a base de dados principal está localizada em um servidor único, ou seja, um equipamento que tem o atributo de reter os programas do processo e concentrá-los na sua própria CPU [6, 7, 9].

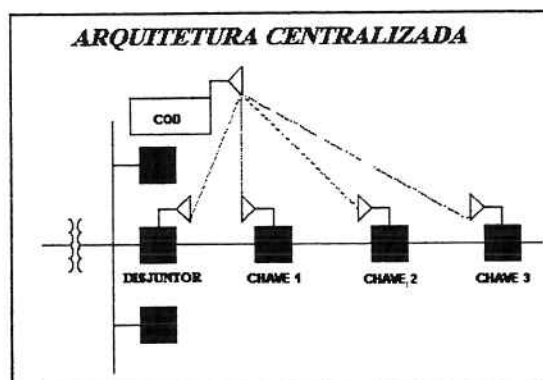


Figura 9 – Arquitetura Centralizada – Comunicação Via Rádio

7.2 Sistemas Distribuídos

O que se observa neste tipo de sistema é a retirada parcial da capacidade de tomada de decisões da central de operação (COD) da distribuição de energia elétrica e a incorporação dessa inteligência ao local de ação [9].

Em uma automação distribuída, a tomada de decisões se concentra no próprio local em que está instalado o dispositivo, a informação é lida através da ação de atuadores, sensores e dispositivos de proteção que conseguem captar e transmitir o sinal do campo para a central de operações da distribuição (COD).

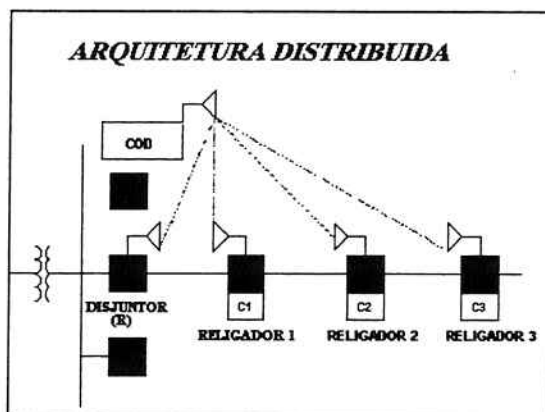


Figura 10 – Arquitetura Distribuída – Comunicação Via Rádio

7.3 Estudo de Desempenho em Diferentes Modelos de Distribuição

Com o objetivo de melhor entender a evolução das arquiteturas utilizadas na automação da distribuição de energia, partiu-se para uma divisão baseada em diferentes filosofias de disposição e emprego de dispositivos de proteção dispostos ao longo da rede de distribuição e tendo ou não, capacidade de se comunicar com o COD, de acordo com os modelos abaixo:

- 1ª Geração: Circuito com Disjuntor na Subestação e Chaves de Manobra – sem comunicação com o COD
- 2ª Geração: Circuito com Disjuntor na Subestação e capacidade de Religamento, com

Chaves de Manobra – sem Comunicação com o COD

- 3ª Geração: Circuito com Disjuntor na Subestação e capacidade de Religamento, com Fusíveis e Religadores com Capacidade de Comunicação com o COD

Para cada uma delas foram estudadas as influências dos elementos de proteção nos índices de desempenho e em especial no último modelo a influência do COD.

8. Conclusão

Considerando que o COD possui um conjunto muito elevado de variáveis envolvidas, deve-se tomar cuidado no momento de quantificar a influência do COD no TTF (tempo de bom funcionamento) do conjunto.

Percebe-se que para até 5% da influência do COD na confiabilidade do conjunto, os valores de MTTF (tempo médio de bom funcionamento) praticamente não se alteram, pois os parâmetros de Weibull são praticamente os mesmos. No caso do circuito de 3ª Geração a maioria dos elementos dispostos na rede (religadores) teria capacidade de tomar decisão autônoma caso a comunicação com o COD, fosse interrompida, como exemplificado anteriormente.

No caso de circuitos mistos, com chaves e religadores instalados, a perda de comunicação com o COD poderá influenciar de maneira mais significativa na confiabilidade do conjunto, pois o comando para abertura e fechamento das chaves advém do centro de operação.

Referências Bibliográficas

- [1] Jardim, José A. **Sistemas Digitais para Automação da Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica**. Edição Acadêmica, 1996.
- [2] Monchy, F.. **A Função Manutenção: Formação Para Gerencia da Manutenção Industrial**. Traduzido por J. C. Karsaklian. São Paulo, Durban / Ebras, 1989.
- [3] Lorito, F; Mariani, M; Viaro, F. **Advanced Decentralized Control System for MV / LV Distribution System** – CIRED 97 Proceedings. Junho de 1997.
- [4] Resolução Nº 24, de 27 de Janeiro de 2000 – da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL – Documento retirado da Internet.
- [5] Bishop, M.T.; **Establishing Realistic Reliability Goals**. The Tech Advantage 97 Conference & Electric Expo, March 1997.
- [6] Gillerman, J.; Nave, R.; Tram, T.; **Software Design For Distribution Automation**. IEEE 1994.
- [7] Apostolov, A. P.; Bronfeld, J. D.; Feltis, M. W.; **Intelligent Reclosing For Overdutied Breakers**. IEEE 1994.
- [8] Krishna Rao, M. V.; Peri, Reuven; Clinard, Kay N.; Radha Krishna, C.; **Development and Evaluation of a Distribution Automation System for an India Utility**. IEEE 1994.
- [9] Cooper Power Systems. **Switch vs. Recloser-Inovations**. April 1998.

BOLETINS TÉCNICOS - TEXTOS PUBLICADOS

- BT/PEA/9301 - Alguns Aspectos do Problema de Planejamento de Sistemas de Transmissão sob Incertezas - CARLOS MARCIO VIEIRA TAHAN, ERNESTO JOÃO ROBBA
- BT/PEA/9302 - Vibrações em Motores Elétricos Provocadas por Forças Magnéticas - ORLANDO SILVIO LOBOSCO, HENRIQUE PRADO ALVAREZ
- BT/PEA/9303 - Corrente Contínua em Alta Tensão: Aplicação de Equipamentos Elétricos e Modelos para Análises de Confiabilidade - LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9504 - Automação e Informatização Aplicadas a Controle e Supervisão de Processos de Pesagem - EVALDO ARAGÃO FARQUI, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/9505 - Modernização e Reabilitação de Usinas Hidrelétricas - DJALMA CASELATO, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9506 - Estudo do Campo Elétrico Provocado por Linhas de Transmissão em Corrente Alternada - CELSO PEREIRA BRAZ, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9507 - Aspectos Sobre Processos Automatizados de Pesagem Rodoferroviária: Uma Proposta de Modernização de Postos em Operação - SERGIO LUIZ PEREIRA, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9508 - Usinas Hidrelétricas em Rotação Ajustável: Novas Premissas para o Planejamento Energético - MARCO ANTONIO SAIDEL, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9509 - Desenvolvimento de um Sistema de Automação de Subestações pela integração de Módulos de Software e Hardware Existentes no Mercado Brasileiro - L. C. MAGRINI, J. A. JARDINI, S. COPELIOVITCH, N. KABA FILHO
- BT/PEA/9510 - Proposta de um Modelo para Estudos de Aplicação de Compensadores Estáticos em Sistemas de Potência - JOSÉ TOSHIYUKI HONDA, LUIS CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/9511 - Metodologia e Testes para Redução das Distâncias Elétricas entre Fases de Barramentos de Subestações de 138kV Abridadas, ANDRÉ NUNES SOUZA, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/9512 - Avaliação da Severidade da Poluição para o Dimensionamento da Isolação das Redes Elétricas - ARNALDO G. KANASHIRO, GERALDO F. BURANI
- BT/PEA/9513 - Processos Auto-Adaptativos para Cálculo de Campos Eletromagnéticos pelo Método dos Elementos Finitos - LUIZ LEBENSZTAJN, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9514 - Investigação Experimental sobre os Arcos Sustentados em Sistemas Elétricos de Baixa Tensão - FRANCISCO H. KAMEYAMA, GERALDO F. BURANI
- BT/PEA/9515 - Fast Voltage Compensation: A Mean to Improve the Quality of Energy Supply - H. ARANGO, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9516 - Modelo Avançado para Planejamento de Sistemas Energéticos Integrados Usando Recursos Renováveis - LUIZ ANTONIO ROSSI, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9601 - Metodologias para Planejamento de Sistemas de Distribuição: Estado-da-Arte e Aplicações - PAULO ROBERTO NJAIM, CARLOS MARCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/9602 - Integração de Relés Digitais em Sistemas de Automação de Subestação - JERÔNIMO CAMILO SOARES JR., JOSÉ A. JARDINI, LUIZ C. MAGRINI
- BT/PEA/9603 - Paradigma de Planejamento sob Incertezas - Aplicação ao Planejamento dos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica - ALBERTO BIANCHI JUNIOR, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9604 - Um Sistema de Controle de Velocidade para Motor de Indução Trifásico - CELSO KAZUMI NAKAHARADA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9605 - Controle Vetorial de Motores de Indução, Independente das Alterações de Parâmetros da Máquina - NERY DE OLIVEIRA JÚNIOR, WALDIR PÓ
- BT/PEA/9606 - Compactação de Subestações de 145 kV Através da Redução das Distâncias entre Fases - GERVASIO LUIZ DE CASTRO NETO, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/9607 - Curvas de Carga de Consumidores Industriais - Agregação com Outras Cargas - RONALDO PEDRO CASOLARI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9608 - Utilização de Curvas de Carga de Consumidores Residenciais Medidas para Determinação de Diversidade de Carga, e Carregamento de Transformadores de Distribuição - EDUARDO LUIZ FERRARI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9609 - Comportamento Elétrico de Cabos Cobertos e Pré-Reunidos pelo Método dos Elementos Finitos - JOÃO JOSÉ DOS SANTOS OLIVEIRA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9701 - Repotenciação de Hidrogeradores: Uma Proposta de Metodologia de Análise e Implantação - FÁBIO SALOMÃO FERNANDES SÁ, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.

- BT/PEA/9702 - Desenvolvimento de um Sistema de Automação para um Sistema de Automação para um Centro de Operação da Distribuição - PAULO SÉRGIO MIGUEL SURUR, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9703 - Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição Utilizando Programação Matemática Probabilística - MARIÂNGELA DE CARVALHO BOVOLATO, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9704 - Técnicas de Inteligência Artificial Aplicadas ao Problema de Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição de Energia Elétrica - SALETE MARIA FRÖES, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9705 - Aproveitamento Funcional de Sistemas de Controle e Proteção Digitais em Subestações de Distribuição - JOSÉ LUIZ PEREIRA BRITTES, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9706 - Avaliação de Algoritmo para Proteção Diferencial de Transformadores - LUÍS SÉRGIO PIOVESAN, EDUARDO CÉSAR SENER
- BT/PEA/9707 - Sistema de Proteção para Falhas de Alta Impedância - CAIUS VINICIUS SAMPAIO MALAGODI, EDUARDO CÉSAR SENER
- BT/PEA/9708 - Um Ambiente para Planejamento da Operação de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica - KLEBER HASHIMOTO, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9709 - Análise do Custo - Benefício da Instalação de Equipamentos de Proteção em Redes Aéreas de Distribuição - ANTONIO CLAUDINEI SIMÕES, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9710 - Planejamento Integrado de Recursos Energéticos - PIR - para o Setor Elétrico - MIGUEL EDGAR MORALES UDAETA, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9711 - Análise de Defeitos no Motor de Indução Trifásico para Predição de Falhas Incipientes - JOSÉ ANTONIO URCIA MISARI, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9712 - Gerenciamento de Transformadores de Distribuição com Análise na Perda de Vida - CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN, VLADIMIR DUARTE BELCHIOR
- BT/PEA/9713 - Uma Nova Metodologia para a Avaliação de Sistemas de Aterramento Metro-Ferrovários - JOSÉ AUGUSTO PEREIRA DA SILVA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9714 - Um Exemplo de Decomposição de Fluxos em Transformadores - NICOLAU IVANOV, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9715 - Custos de Transporte de Energia Elétrica - Análise de Metodologias - DÁRIO TAKAHATA, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/9716 - Bancada de Ensaios para a Avaliar o Comportamento de Acionamentos Controlados por Inversores PWM - JOSÉ ANTONIO CORTEZ, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9717 - Integração de Técnicas de Diagnóstico de Falhas em Motores de Indução Trifásicos ao Sistema de Gerenciamento da Manutenção Industrial - JOSÉ A. URCIA MISARI, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9801 - Análise de Confiabilidade para Gerenciamento Operacional de Sistemas Automatizados de Pesagem Rodo-Ferroviária - RUBENS LOPES ROLIM, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9802 - Projeto de um Ondulador Híbrido e Estudo de Onduladores Derivados de Solenóide, para Utilização em Laser a Elétrons Livres - FRANCISCO SIRCILLI NETO
- BT/PEA/9803 - Configuração de Redes de Distribuição de Energia Elétrica com Múltiplos Objetivos e Incertezas através de Procedimentos Heurísticos - CARLOS C. BARIONI DE OLIVEIRA, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9804 - Conceituação e Aplicação de Metodologia de Gerenciamento pelo Lado da Demanda em uma Empresa Distribuidora de Energia Elétrica - FERNANDO MONTEIRO DE FIGUEIREDO, JOSÉ ANTÔNIO JARDINI
- BT/PEA/9805 - Acoplamento Circuito Elétrico - Método dos Elementos Finitos em Regime Transitório Utilizando a Metodologia de Dommel - NANCY MIEKO ABE, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9806 - Modelo de Arco Elétrico Aplicado ao Estudo da Interrupção da Corrente em Disjuntores de Média Tensão - LUCILIUS CARLOS PINTO, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9807 - Proteção para Falta de Alta Impedância Utilizando o Sistema de Rádio Troncalizado - MARCO ANTONIO BRITO, EDUARDO CESAR SENER
- BT/PEA/9808 - Contribuição ao Estudo e Projeto dos Motores Síncronos de Relutância - IVAN EDUARDO CHABU, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9809 - Cabos Cobertos: Metodologia para a Determinação da Espessura da Cobertura - ANTONIO PAULO DA CUNHA, JOSÉ ANTÔNIO JARDINI
- BT/PEA/9810 - Eletrificação Rural - Avaliações em São Paulo - MARCELO APARECIDO PELEGRINI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/9811 - Política de Eletrificação Rural em São Paulo - LUIZ HENRIQUE ALVES PAZZINI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/9812 - Uso Racional e Eficiente de Energia Elétrica: Metodologia para a Determinação dos Potenciais de Conservação dos Usos Finais em Instalações de Ensino e Similares - ANDRÉ LUIZ MONTEIRO ALVAREZ, MARCO ANTONIO SAIDEL
- BT/PEA/9813 - Diretrizes para a Regulação da Distribuição de Energia Elétrica - JAMES S. S. CORREIA, LINEU BELICO DOS REIS

- BT/PEA/9814 - Distribuição da Tensão de Impulso em Enrolamentos de Transformadores de Distribuição - PEDRO LUÍS SANTUCCI DE MENDONÇA, AUGUSTO FERREIRA BRANDÃO JÚNIOR
- BT/PEA/9815 - Estudo Comparativo entre os Diversos Métodos de Determinação do Rendimento de Motores de Indução - FRANCISCO ANTONIO MARINO SALOTTI, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/9816 - A Nodal Analysis Approach Applied to Electric Circuits Coupling in Magnetodynamic 2D FEM - MAURÍCIO CALDORA COSTA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9817 - Informatização e Automação dos Órgãos Gestores de Mão de Obra - EDUARDO MARIO DIAS, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9818 - Frequência de Ocorrência de Sobreensões Originárias de Descargas Atmosféricas em Linhas de Distribuição - NELSON MASSAKAZU MATSUO, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9819 - Um Método de Imposição de Pólos no Estudo da Estabilidade de Redes Elétricas a Pequenas Perturbações - PERCIVAL BUENO DE ARAUJO, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9820 - Inter-Relação do Planejamento Agregado de Investimentos com o Planejamento Localizado de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica - JUCEMAR SALVADOR SIMÕES, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9821 - A Produção de Energia Através das Células de Combustível - JOSÉ LUIZ PIMENTA PINHEIRO, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9822 - Automação de Processos - Revisão e Tendências - SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/9823 - Metodologia para Seleção e Gerenciamento de Transformadores e Distribuição, Aplicando Técnicas de Redes Neutrais Artificiais - SE UN AHN, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9901 - Contribuição ao Modelamento e Simulação de Motores em Ímãs Permanentes e Comutação Eletrônica de Alta Rotação - WANDERLEI MARINHO DA SILVA, CLOVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/9902 - Estudos de Sistemas de Potência e Automação: Plantas Industriais de Grande Porte - MAURÍCIO G. M. JARDINI, JOSÉ A. JARDINI
- BT/PEA/9903 - Synchronous Machines Parameters Identification Using Load Rejection Test Data - E. C. BORTONI, J. A. JARDINI
- BT/PEA/9904 - Identificação de Locais e Opções Tecnológicas para Implantação de Termoelétricas no Sistema Elétrico Brasileiro: Contribuição ao Estado da Arte e Aplicação ao Caso do Gás Natural - ELIANA APARECIDA FARIA AMARAL FADIGAS, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9905 - Sistema de Manutenção Preventiva de Subestações: Uma Abordagem Semântica para o Monitoramento Integrado - ELIAS RÔMA NETO, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9906 - Previsão das Perdas Magnéticas na Presença de Harmônicos - MARCELO S. LANCAROTTE, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9907 - Comportamento do Aterramento de Sistemas e Equipamentos de Distribuição sob Impulso - CLEVERSON LUIZ DA SILVA PINTO, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9908 - Modelo de Sistema de Supervisão e Controle Operacional de Terminais de Contêineres - LEVI SALVI, EDUARDO MARIO DIAS
- BT/PEA/9909 - Medição de Altas Correntes em Frequência Industrial: Instrumentação, Dispositivos de Medição e Calibrações - HÉLIO EIJI SUETA, GERALDO FRANCISCO BURANI
- BT/PEA/9910 - Conversores Auto-Comutados Aplicados em Derivações de Sistemas de Transmissão de Corrente Contínua e Alta Tensão - WILSON KOMATSU, WALTER KAISER
- BT/PEA/9911 - Análise de Desempenho de Sistemas de Aterramento em Alta Frequência pelo Método dos Elementos Finitos - ANGELO PASSARO, JOSÉ ROBERTO CARDOSO, VIVIANE CRISTINE SILVA
- BT/PEA/9912 - Simulação de Motores "Shaded Pole": Uma Nova Abordagem Analítico-Numérica - PASCHOAL SPINA NETO, SÍLVIO IKUO NABETA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9913 - Estimadores de Estado para Sistemas de Potência: Análise do Estado da Arte - CLEBER ROBERTO GUIRELLI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9914 - Análise sobre o Comportamento de Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas Utilizando o Método dos Elementos Finitos - SEBASTIÃO C. GUIMARÃES JR., LUCIANO MARTINS NETO, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9915 - Automação do Atendimento a Reclamações de Interrupção de Energia Elétrica - H. K. Kiyohara, L. C. Magrini, E. P. PARENTE, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9916 - Controle Digital de Tensão e Reativos - PAULA S. D. KAYANO, LUIZ CARLOS MAGRINI, LINEU BELICO DOS REIS, ANTONIO JOSÉ GOMES CARMO, ELIAS DE SOUZA NETO
- BT/PEA/9917 - Localizadores Digitais de Falhas em Linhas de Transmissão - CARLOS EDUARDO DE MORAIS PEREIRA, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9918 - Religamento Monopolar em Linhas de Transmissão - Propostas de Uma Ferramenta para Investigações Paramétricas - IVANIL POMPEU, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9919 - Viabilidade Técnica de Abertura Monopolar Permanente em Linhas de Transmissão Extra Alta Tensão - FABIANA AP. DE TOLEDO SILVA, JOSÉ ANTONIO JARDINI

- BT/PEA/9920 – Avaliação do U-Net em Custers com Rede My com Rede Myrinet – PAULO A. GEROMEL, SERGIO T. KOFUJI
- BT/PEA/9921 – SAG – Sistema de Apoio Gerencial via Internet – ADRIANO GALINDO LEAL, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9922 – Desequilíbrio de Tensão em Redes Secundárias de Distribuição – PAULO VINÍCIUS SANTOS VALOIS, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/9923 – Sistema Não Lineares Controlados pela Lógica Difusa: Uma Aplicação em Acionamentos Constituídos por Motores Assíncronos – WERNER W. PACHECO LUJAN, CÍCERO COUTO MORAES
- BT/PEA/9924 – Arborescência em Cabos Elétricos de Média e Alta Tensão – JOÃO JOSÉ ALVES DE PAULA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JÚNIOR
- BT/PEA/9925 – Estudo para Otimização de Desempenho de Plantas Industriais Automatizadas – ANTONIO ORLANDO UGULINO, SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/9926 – Simulação e Análise de Desempenho de Processos Visando a Otimização de Sistemas Integrados de Produção – CÍCERO COUTO DE MORAES, SERGIO LUIZ PEREIRA, JOSÉ ROBERTO R. DE GODOY
- BT/PEA/9927 – Automação Moderna de Processos: Análise de Necessidade, Viabilidade e Tendências Tecnológicas – SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/9928 – Modelo de Compensação Série Controlada Aplicado ao Estudo do Amortecimento de Oscilações em Sistemas de Potência – JOSÉ ROBERTO PASCON, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/9929 – Cálculo de Trajetórias de Elétrons em Estruturas Magnéticas – YASMARA CONCEIÇÃO DE POLLI, VIVIANE CRISTINE SILVA
- BT/PEA/0001 – Monitoramento de Transformadores de Potência Direcionado à Manutenção com Base nas Condições – SERGIO COSTA, AUGUSTO F. BRANDÃO JR.
- BT/PEA/0002 – Redes Neurais Artificiais Aplicadas a Estudos de Subestações de Alta Tensão Abrigadas Frente a Ensaio de Impulsos Atmosféricos – ANDRÉ NUNES DE SOUZA, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0003 – Relé Diferencial para Transformador de Potência Implementado com uma Rede MLP – RICARDO CANELOI DOS SANTOS, EDUARDO CESAR SENGER
- BT/PEA/0004 – Minimização de Resíduos Sólidos Urbanos e Conservação de Energia – PAULO HÉLIO KANAYAMA, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0005 – Modelamento de Conversores CC/CC por meio da Chave PWM – LUIZ FERNANDO P. DE MELLO, WALTER KAISER
- BT/PEA/0006 – Estudo de Surtos em Redes Secundárias de Distribuição Causados por Descargas Atmosféricas Diretas na Rede Primária – WELSON BASSI, JORGE M. JANISZEWSKI
- BT/PEA/0007 – Modelagem da Magnetohidrodinâmica em 3D pelo Método de Elementos Finitos – SERGIO LUÍS LOPES VERARDI, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0008 – Metodologia para Avaliação do Comportamento e Vida Útil de Motores Alimentados por Fontes Assimétricas de Tensão – JOSÉ LUIZ ANTUNES DE ALMEIDA, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0009 – Esquema de Aterramento Híbrido (EAH) – FRANCISCO CARLOS PARQUET BIZZARRIA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JUNIOR
- BT/PEA/0010 – Ferro-Ressnância em Redes Subterrâneas de Distribuição – REGINA LÚCIA LAMY, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/0011 – A Análise do Ciclo de Vida e os Custos Completos no Planejamento Energético – CLÁUDIO ELIAS CARVALHO, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0012 – A Agregação de Valor à Energia Elétrica através da Gestão Integrada de Recursos – ANDRÉ LUIZ VEIGA GIMENES, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0013 – Tochas a Plasma: Características Básicas para Projeto e Construção – MIGUEL BUSSOLINI, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/0014 – Um Estudo de Correntes Induzidas em Meios Maciços Ferromagnéticos – Aplicação no Projeto de Freios de Correntes Parasitas – ALVARO BATISTA DIETRICH, IVAN EDUARDO CHABU
- BT/PEA/0015 – Incorporação de Sistemas de Co-Geração aos Sistemas Elétricos de Potência: Um Roteiro para Avaliação de Viabilidade Técnico-Econômica – LUIZ DONIZETI CLEMENTINO, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0016 – Metodologia para Análise da Posse de Equipamentos e Hábitos de Consumo de Energia Elétrica em Baixa Tensão – ALEXANDRE ANGRISANO, RONALDO P. CASOLARI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0017 – Análise de Índices de Qualidade no Planejamento Agregado de Investimentos em Ambiente de Incertezas – CARLOS ALEXANDRE DE SOUSA PENIN, NELSON KAGAN
- BT/PEA/0018 – Controle de Descarregadores de Navios Utilizando Lógica Fuzzy – ANTONIO DAGOBERTO DO AMARAL JÚNIOR, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/0019 – The Energy Absorption Capacity of Metal Oxide Surge Arresters An Approach for Switching Surges – MANUEL LUÍS BARREIRA MARTINEZ, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR

- BT/PEA/0020 – Utilização Racional de Energia Elétrica em Instalações Elétricas Comerciais Empregando Sistemas de Automação – JOEL ROCHA PINTO, AUGUSTO FERREIRA BRANDÃO JÚNIOR
- BT/PEA/0021 – Sistema Automatizado para Aquisição de Dados de Consumo de Energia Elétrica, Água e Gás – JOSÉ WALTER PARQUET BIZARRIA, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0022 – Estudo de Ignitores de Pulsos Superpostos para Lâmpadas de Vapor de Sódio de Alta Pressão – ALEXANDER FERNÁNDEZ CORREA, WALTER KAISER
- BT/PEA/0023 – Desenvolvimento de Medidor Eletrônico de Energia Elétrica de Custo Competitivo Associado a Estudos sobre Medições de Energia Elétrica – DOUGLAS ALEXANDRE DE A. GARCIA, SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/0024 – Uma Visão Educacional do Método dos Elementos Finitos Aplicado ao Eletromagnetismo – LUIZ NATAL ROSSI, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0025 – An Application of the Finite-Element Method to Design a Switched Reluctance Motor – PEDRO P. DE PAULA, SÍLVIO I. NABETA, JOSÉ R. CARDOSO
- BT/PEA/0026 – Algoritmos de Alta Velocidade para a Proteção de distância de Linhas de Transmissão – ERVALDO GARCIA JÚNIOR, EDUARDO CÉSAR SENER
- BT/PEA/0027 – Sistema de Aquisição e Tratamento de Dados para a Monitoração da Tensão em Regime Permanente – SILVIO XAVIER DUARTE, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/0028 – Análise da Confiabilidade e Manutenibilidade de Topologias do Sistema de Telefonia Fixa – RICARDO ELIAS CAETANO, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/0029 – Aspectos Tecnológicos Referentes à Repotenciação de Usinas Termoelétricas – MÁRCIO NESTOR ZANCHETA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR
- BT/PEA/0030 – Controle de Iluminação Utilizando Dimerização por Lógica Fuzzy, Compensando a Iluminação Natural – ANDRÉ VITOR BONORA, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0031 – Identificação do Nível de Redundância das Medidas de um Sistema, para Efeito da Estimação de seus Estados – JOÃO BOSCO AUGUSTO LONDON JUNIOR, NEWTON GERALDO BRETAS
- BT/PEA/0101 – Aplicação do Controlador de Subestação a um Sistema Digital Integrado de Supervisão e Controle – RENATO CAMPANINI TEIXEIRA, AUGUSTO F. BRANDÃO JR.
- BT/PEA/0102 – Uma proposta de um Filtro Ativo de Tensão para Aplicações em Redes Elétricas – JOSÉ TOSHIYUKI HONDA, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0103 – Causas de Falhas e Critérios de Reaproveitamento de Transformadores de Distribuição de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica – MIGUEL ANGEL HERNANDEZ TORRES, MARCOS ROBERTO GOUVÊA
- BT/PEA/0104 – Um Sistema para Avaliação de Indicadores de Qualidade da Distribuição de Energia Elétrica – GERSON YUKIO SAIKI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0105 – Métodos de Análise de Sistemas de Aterramento de Linhas Metroviárias – ARMANDO DE OLIVEIRA ALVES DE SOUZA, LUIZ LEBENSZTAJN
- BT/PEA/0106 – Caracterização de Acionamentos na Indústria de Beneficiamento de Minério de Ferro – FERNANDO MARCELO CALADO DE ANDRADE, IVAN EDUARDO CHABU
- BT/PEA/0107 – Impacto da Privatização das Concessionárias de Distribuição de Energia Elétrica na Qualidade da Energia Suprida – MITSUO NITTA, ADERBAL DE AARUDA PENTEADO JÚNIOR
- BT/PEA/0108 – Estudo Comparativo de Ensaios de Chapa Única para Medidas de Perdas em Aços Elétricos – RONALDO ALVES SOARES, CARLOS SHINITI MURANAKA
- BT/PEA/0109 – Modelagem de Transformadores de Distribuição para Altas Frequências – ARNALDO G. KANASHIRO, ALEXANDRE PIANTINI, GERALDO F. BURANI
- BT/PEA/0110 – Análise e Localização de Descargas Parciais em Transformadores de Potências por Métodos Elétricos - HÉDIO TATIZAWA, GERALDO FRANCISCO BURANI
- BT/PEA/0111 – A Eletrificação Rural em São Paulo – Custos e Padrões – LUIZ FERNANDO KURAHASSI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0112 – As Escolas Rural sem Luz em São Paulo - OSWALDO TADAMI ARIMURA, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0113 – Eletrificação Rural no Novo Cenário: O Caso de São Paulo – LUIZ HENRIQUE ALVES PAZZINI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0114 – Simulação do Aterramento em Sistemas MRT – OCTÁVIO FERREIRA AFFONSO, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0115 – Otimização do Dimensionamento de Equipamentos para Automação de Terminal de Contêineres – FÁBIO LOPES CARNELOS, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0116 – Sistema de Localização de Falhas para Redes Primárias de Distribuição – GIOVANNI MANASSERO JUNIOR, EDUARDO CESAR SENER
- BT/PEA/0117 – Proteção de Distância para Linhas de Transmissão com Compensação Série – JOSÉ GERALDO BARRETO MONTEIRO DE ANDRADE, EDUARDO CESAR SENER

BT/PES/0118 – Proposta de Acionamento Microprocessado para Empilhadeira Elétrica – MARCO AURÉLIO VILELA DE OLIVEIRA, WALTER KAISER

BT/PEA/0119 – Técnicas “Anti-Windup” – LUIZ AUGUSTO PEREIRA FERNANDES, CLÓVIS GOLDEMBERG

BT/PEA/0120 – Regulador de Tensão de Gerador – HERALDO SILVEIRA BARBUY, CLÓVIS GOLDEMBERG