

ESTUDOS SOBRE AS ENGENHARIAS

VOLUME 1

Organizadores:

Edirsana Maria Ribeiro de Carvalho

Alex Aguiar da Silva



EDITORA
OMNIS SCIENTIA

ESTUDOS SOBRE AS ENGENHARIAS

VOLUME I

Organizadores:

Edirsana Maria Ribeiro de Carvalho

Alex Aguiar da Silva

EDITORIA
OMNIS SCIENTIA



Editora Omnis Scientia

ESTUDOS SOBRE AS ENGENHARIAS

Volume 1

1ª Edição

TRIUNFO - PE

2021

Editor-Chefe

Me. Daniel Luís Viana Cruz

Organizadores

Dr. Edirsana Maria Ribeiro de Carvalho

Alex Aguiar da Silva

Conselho Editorial

Dra. Pauliana Valéria Machado Galvão

Dr. Wendel José Teles Pontes

Dr. Walter Santos Evangelista Júnior

Dr. Cássio Brancaloneo

Dr. Plínio Pereira Gomes Júnior

Editores de Área – Ciências Agrárias

Dr. Álefe Lopes Viana

Dr. Luis de Souza Freitas

Dra. Marcia Helena Niza Ramalho Sobral

Dr. Walter Santos Evangelista Júnior

Editores de Área – Engenharias

Dra. Elba Gomes dos Santos Leal

Dr. Mauro de Paula Moreira

Assistentes Editoriais

Thialla Larangeira Amorim

Andrea Telino Gomes

Imagem de Capa

Freepik

Edição de Arte

Vileide Vitória Larangeira Amorim

Revisão

Os autores



**Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons – Atribuição-
NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.**

**O conteúdo abordado nos artigos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são
de responsabilidade exclusiva dos autores.**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

E82 Estudos sobre as engenharias [livro eletrônico] / Organizadores Edirsana Maria Ribeiro de Carvalho, Alex Aguiar da Silva. – Triunfo, PE: Omnis Scientia, 2021. 135 p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-88958-39-1

DOI 10.47094/978-65-88958-39-1

1. Engenharia. 2. Metodologias aplicadas. 3. Sustentabilidade.
I. Carvalho, Edirsana Maria Ribeiro de. II. Silva, Alex Aguiar da.
CDD 620

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Editora Omnis Scientia

Triunfo – Pernambuco – Brasil

Telefone: +55 (87) 99656-3565

editoraomnisscientia.com.br

contato@editoraomnisscientia.com.br



PREFÁCIO

Desde os primórdios, a necessidade de intervir no meio para transformar recursos naturais em bens e serviços foi um desafio constante para a raça humana e tal ação está, constantemente, sob melhorias e adaptações, moldando-se às necessidades e peculiaridades de cada geração, buscando, incessantemente, a harmonia e o bem estar social.

Com a finalidade de cumprir esta missão, as engenharias não poupam esforços para transformar insumos em produtos, demandas em ofertas, problemas em soluções e desejos em realidade. No Egito antigo, Imhotep, ao construir a pirâmide de Djoser (2630 – 2611 A.C), foi considerado o primeiro engenheiro da história e Leonardo da Vinci, com seus nobres feitos engenhosos, ganhou o título de *Ingegnere Generale*, palavra em latim que precede “Engenheiro” (*Ingegnere* vem de *ingegniator* que significa inventor).

Daí em diante a engenharia começa a criar novas facetas e solidificar cada vez mais sua relação simbiótica e mutualista com a sociedade, acalentando-as na medida em que supre suas necessidades e desafios. Foi nessa perspectiva que a engenharia possibilitou a raça humana poder deslocar-se com maestria em vias terrestres, marítimas e aéreas, explorando lugares até então inacessíveis e desconhecidos. Hoje, desfruta do desejo aguçado de traspasar as barreiras planetárias e alcança, por intermédio da robótica e automação, o planeta chamado Marte.

Nesse sentido, esse livro nos traz um compilado de obras de engenharia, devidamente registradas e metodologicamente executadas, a fim de marcar na história da engenharia mais alguns feitos indispensáveis à sociedade e ao meio que habitamos. Por fim, espero que você, caro leitor, possa fazer bom proveito dessas informações e molda-las, continuamente, promovendo o bem estar social e colaborando para alcançar o que, até aqui, ainda não conseguimos.

Em nossos livros selecionamos um dos capítulos para premiação como forma de incentivo para os autores, e entre os excelentes trabalhos selecionados para compor este livro, o premiado foi o capítulo 1, intitulado “TRATAMENTO DE ÁGUA COM MATERIAIS BIODEGRADÁVEIS: ADSORÇÃO SUSTENTÁVEL”.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....12

TRATAMENTO DE ÁGUA COM MATERIAIS BIODEGRADÁVEIS: ADSORÇÃO SUSTENTÁVEL

Bento Pereira da Costa Neto

Elba Gomes dos Santos Leal

Paulo Roberto Santos

Ricardo Guilherme Kuentzer

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/12-23

CAPÍTULO 2.....24

TRANSFORMADOR CONVERSOR – PROTEÇÃO DIFERENCIAL (87T)

Hugo Frederico Moura da Silva

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/24-41

CAPÍTULO 3.....42

INVESTIGAÇÃO DA APRENDIZAGEM INTERMEDIADA POR SITUAÇÕES DIDÁTICAS EM ROTEIRO DE AULAS PRÁTICAS DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

Tomaz Leal Leite

Dejahyr Lopes Júnior

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/42-51

CAPÍTULO 4.....52

PATOGENICIDADE DE NEMATOIDES ENTOMOPATOGÊNICOS NO CONTROLE DE *Liriomyza sativae*

Daniele Nicacio Vicente

Luiza Akemi Gonçalves Tamashiro

Aixelhe Pacheco Damascena

Dirceu Pratissoli

Luis Moreira de Araujo Junior

Jessica Barboza Pereira

Carlos Magno Ramos Oliveira

Pedro Henrique de Paula

Felipe Soares Moulin Pratissoli

Brenno Augusto Ribeiro de Andrade

Marcelly Ramos Santos

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/52-61

CAPÍTULO 5.....62

**ASPECTOS GERAIS E ATUALIDADES NO MANEJO DE MOSCAS MINADORAS
(*Liriomyza sp.*) (DIPTERA: AGROMYZIDAE)**

Luiza Akemi Gonçalves Tamashiro

Dirceu Pratissoli

Aixelhe Pacheco Damascena

Luis Moreira de Araujo Junior

Isac da Cruz Louzada

Brenno Augusto Ribeiro de Andrade

Diná Vimercati Oliveira

Heitor Miranda Horst

Isabela Faria Corrêa

Daniele Nicacio Vicente

Jessica Barboza Pereira

Felipe Soares Moulin Pratissoli

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/62-74

CAPÍTULO 6.....75

MEL DE MANDAÇAIA E PRÓPOLIS VERMELHA EM LESÕES TRAUMÁTICAS DE EQUÍDEOS - LITERATURE REVIEW

Liliane Moreira Donato Moura

Adriana Gradela

Mateus Matiuzzi da Costa

Renata de Faria Silva

Rodolfo de Moraes Peixoto

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/75-87

CAPÍTULO 7.....88

USO DE ELICITORES EM BERINJELA PARA INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA A *Trips sp.*

Carlos Magno Ramos Oliveira

Dirceu Pratissoli

Felipe Soares Moulin Pratissoli

Alixelhe Pacheco Damascena

Luiza Akemi Gonçalves Tamashiro

Luis Moreira de Araujo Junior

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/88-99

CAPÍTULO 8.....100

IMPORTÂNCIA DO ENCAPSULAMENTO DE ÓLEOS COMO BIOINSETICIDAS NO MANEJO DE PRAGAS DE OLERÍCOLAS

Alixelhe Pacheco Damascena

Dirceu Pratissoli

Luiza Akemi Gonçalves Tamashiro

Luis Moreira de Araujo Junior

Isac da Cruz Louzada

Marcelly Ramos Santos

Diná Vimercati Oliveira

Heitor Miranda Horst

Isabela Faria Corrêa

Jessica Terra Soares

Aurélio Martins Costa

Carlos Magno Ramos Oliveira

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/100-111

CAPÍTULO 9.....112

**ANÁLISE SITUACIONAL DO PROCESSO DE COMERCIALIZAÇÃO DE ALIMENTOS
DA AGRICULTURA FAMILIAR PARA O PNAE**

Ricardo Silva de Sousa

Ivonete Moura Campelo

Cecilia Maria Resende Gonçalves de Carvalho

Carlos Humberto Aires Matos Filho

Carlos Misael Bezerra de Sousa

Maria Devany Pereira

José Eduardo Vasconcelos de Carvalho Júnior

Marize Melo dos Santos

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/112-125

CAPÍTULO 10.....126

**ESTUDO DA DINÂMICA BACTERIANA NA COMPOSTAGEM UTILIZANDO
REGRESSÃO POLINOMIAL**

Marcelo Rodrigues Lima Filho

Tiago Dantas Modesto

Camilly Martins Leal

Adriano Santos da Rocha

João Augusto Pereira da Rocha

Elaine Cristina Medeiros da Rocha

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/126-132

TRANSFORMADOR CONVERSOR – PROTEÇÃO DIFERENCIAL (87T)

Hugo Frederico Moura da Silva¹.

Universidade Candido Mendes (UCAM), Rio de Janeiro, RJ.

<https://www.linkedin.com/in/hugomouraa/>

RESUMO: O Sistema Elétrico de Potência (SEP) encontra-se em constante expansão e desenvolvimento, sempre agregando tecnologias, e com isso faz-se necessário melhorar constantemente o monitoramento e a proteção deste sistema. Qualidade e continuidade no fornecimento de energia elétrica são aspectos essenciais. A ocorrência de surtos ou situações transitórias levam o sistema a condições de operação indesejáveis, podendo oferecer riscos aos usuários e equipamentos conectados a ele. Para evitar maiores danos, é extremamente importante a detecção o mais rápido possível destes distúrbios, a fim de acionar os dispositivos de proteção. E dentre os diversos equipamentos que constituem o SEP, os transformadores necessitam de cuidados especiais tanto de manutenção, quanto de operação. Neste contexto, o presente trabalho propõe-se a falar sobre as filosofias de proteção de transformadores, especificamente sobre como será a proteção de um dos Transformadores Conversores do Bipolo 1 da SE Conversora de Xingu. Além disto, para os transformadores, a principal função de proteção é a diferencial.

PALAVRAS-CHAVE: Proteção diferencial. Transformador. Relés.

CONVERTER TRANSFORMER – DIFFERENTIAL PROTECTION (87T)

ABSTRACT: The Electric Power System (EPS) is constantly expanding and developing, always adding technologies, and with this it is necessary to constantly improve the monitoring and protection of this system. Quality and continuity in the supply of electricity are essential aspects. The occurrence of outbreaks or transient situations lead the system to undesirable operating conditions, and may offer risks to users and equipment connected to it. To prevent further damage, it is extremely important to detect these disturbances as quickly as possible in order to activate the protective devices. And among the various equipments that make up the EPS, transformers need special care both maintenance and operation. In this context, the present work proposes to talk about the philosophies of protection of transformers, specifically about how it will be the protection of one of the Converting Transformers of the Bipolo 1 of the SE Converter of Xingu. In addition, for transformers, the main protection function is differential.

KEY-WORDS: Differential protection. Transformer. Relays.

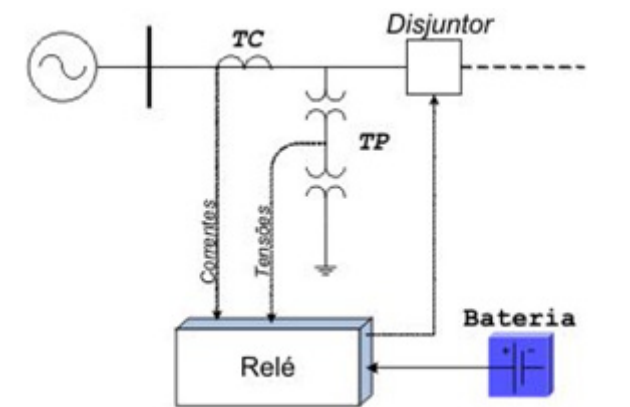
INTRODUÇÃO

A principal função atribuída ao sistema elétrico de potência é de garantir um padrão de qualidade no fornecimento de energia. Com a crescente complexidade do sistema, em virtude do aumento da demanda, evolução de tecnologias e ampliação da malha de transmissão tornou-se de vital importância estudos de desempenho e aplicação de sistemas de proteção, a fim de proporcionar aumento nos índices de disponibilidade de energia e evitar que o sistema, ou componentes em específico, continue operando em condições anormais de funcionamento.

Seria excelente projetar uma proteção que antecipasse os efeitos de todos os tipos de falta, mas se este sistema fosse tecnicamente viável, não seria econômico. Pode-se simplesmente mitigar os efeitos dos curtos-circuitos e de outros tipos de falta isolando o equipamento defeituoso o mais rápido possível, para reduzir os efeitos destrutivos da falta.

Entretanto, o sistema de proteção não é composto apenas pelo relé, mas por um conjunto de subsistemas integrados que interagem entre si com o objetivo de produzir a melhor atuação sobre o sistema, ou seja, isolar a área defeituosa sem que esta comprometa o restante do sistema. Estes subsistemas são formados basicamente por relés, disjuntores, transformadores de instrumentação e pelo sistema de suprimento de energia. A Figura 1 a seguir, ilustra os subsistemas do sistema de proteção como foi caracterizado.

Figura 1: Sistema de Proteção.



O surgimento da tecnologia digital permitiu o desenvolvimento de relés mais rápidos e confiáveis, substituindo os circuitos analógicos existentes. Assim, as grandezas monitoradas são filtradas, convertidas para modo digital e tratadas dessa forma até o final do processo. Sensibilidade, seletividade, velocidade e confiabilidade são termos comumente usados para descrever as características funcionais dos relés. No entanto, a aplicação conjunta desses termos nem sempre é possível, devido, por exemplo, à velocidade de operação dos relés que deve ser controlada por razões de coordenação entre as velocidades de operação de outros relés em cascata. A sensibilidade do esquema de proteção não depende só do próprio relé, mas também do disjuntor associado a este, portanto, relés rápidos devem ser associados a disjuntores rápidos, de modo a reduzir o tempo total de operação.

Os transformadores de potência apresentam alto custo, estando entre os equipamentos mais caros de uma planta, com isto demandam atenção especial para um esquema de proteção.

A filosofia mais aplicada para a proteção dos transformadores de potência é com base em análise de correntes diferenciais, pelo qual se realiza a comparação entre os sinais de correntes na entrada e saída do equipamento. No entanto, alguns problemas na discriminação de faltas internas surgem devido a fenômenos transitórios, como exemplo, durante a energização do equipamento tem-se a corrente de Inrush, e se o relé, não estiver com a parametrização correta e bem testado, pode provocar a atuação incorreta do relé.

Outras funções de proteção do vão do transformador, como para determinação de sobrefluxo, falta à terra do transformador e proteções intrínsecas, para detecção de gases, elevação de pressão, sobretemperatura de enrolamentos e óleo, falta de óleo do equipamento, compõem um esquema para proteger o transformador de condições indesejáveis tanto de operação do equipamento, como do sistema.

METODOLOGIA

Visão geral do projeto

A Subestação Conversora de Xingu tem como objetivo escoar toda a geração produzida pela UHE de Belo Monte, através de dois barramentos principais de 500kV.

A SE Conversora recebe toda a geração da UHE de Belo Monte através dos circuitos de transmissão (C1, C2, C3, C4 e C5), toda essa carga é dividida entre os Bipolos 1 e 2 e transmitida em CC (Corrente Contínua) para o Sudeste, Estreito e Rio de Janeiro pelas linhas de transmissão (Xingu LI1, LI2, LI3 e LI4).

Bipolo 1 (BMTE)

O Bipolo 1 é composto por dois transformadores conversores de três enrolamentos 1T01 e 1T02 (ligados na configuração YY/YD) de aproximadamente 2.376 MVA cada, e que devido a sua elevada capacidade de carga, são compostos por seis transformadores monofásicos.

Os transformadores conversores são alimentados pelos barramentos principais de 500kV, a tensão é reduzida para aproximadamente 396kV onde estão conectadas as válvulas tiristoras, estas por sua vez são monitoradas e controladas por um complexo sistema de controle (Master Control), o qual é responsável por controlar a sequência dos ângulos de disparos dos tiristores a fim de converter a tensão CA (Corrente Alternada) em tensão CC (Corrente Contínua) chamado de Retificador. Uma vez retificada (convertida), a tensão CC (Corrente Contínua) da origem a dois polos 1 (+) 2 (-) e são transmitidos pelas linhas Xingu 1-L1 (polo +) e Xingu 1-L2 (polo -).

Em Estreito, é realizado o processo inverso onde a tensão CC (Corrente Contínua) é convertida novamente em tensão CA (Corrente Alternada) e interligada ao SIN (Sistema Interligado Nacional).

Transformadores conversores

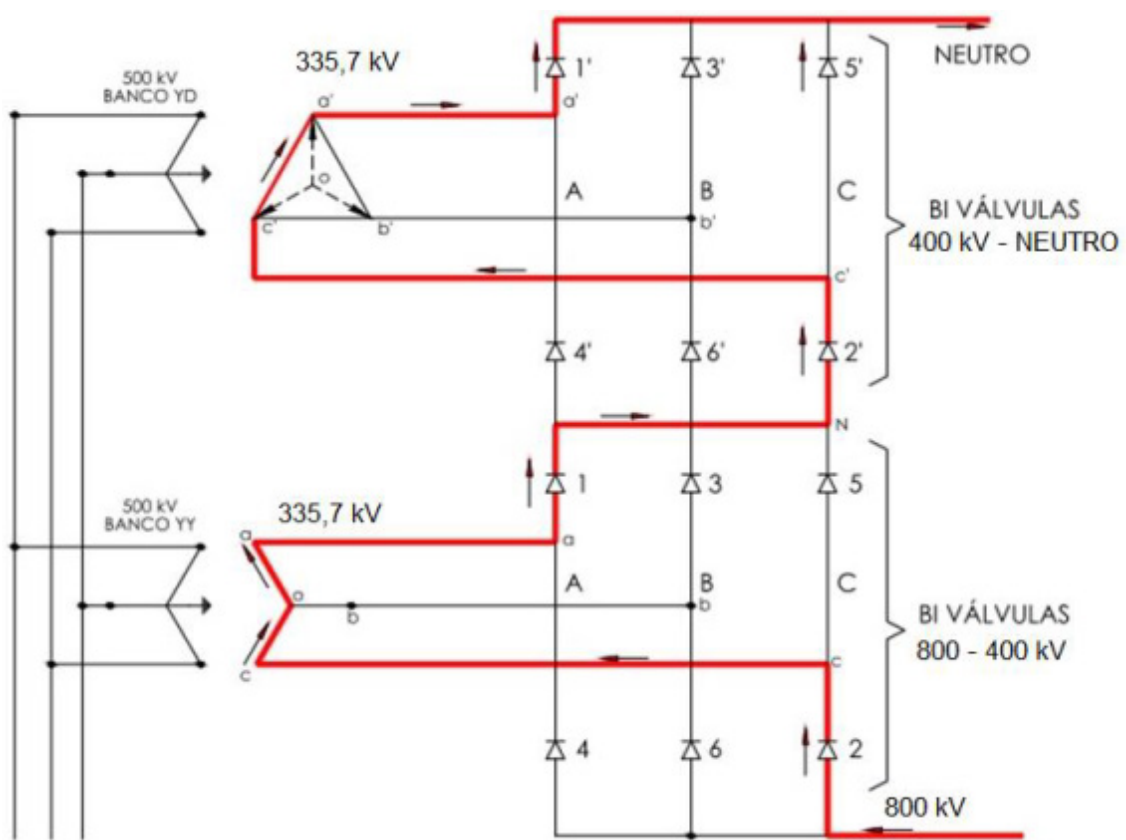
O transformador conversor, além de exercer as características básicas de um transformador que são adequar os níveis de tensão e transferir potência entre dois sistemas, cumpre uma das mais importantes funções no link DC (Direct Current) que é polarizar convenientemente as válvulas tiristorizadas, propiciando as condições necessárias para ocorrer a conversão de corrente alternada para contínua na estação retificadora e de corrente contínua para alternada na estação inversora.

Princípio de funcionamento

O transformador conversor forma, junto com as válvulas, a Estação Conversora. Os demais equipamentos podem ser considerados acessórios ou complementares.

O desenho esquemático da figura 2 mostra, através das conexões do transformador com as válvulas, a participação efetiva do transformador na conversão.

Figura 2: Instantâneo da Circulação de corrente DC. █ circulação de corrente.



A configuração do banco de transformadores com dois secundários com um ligado em estrela e o outro em delta fornece os 12 pulsos para as válvulas com a defasagem de 30° elétricos, ou seja, a cada 30° elétricos na barra de 500 kVAC, há uma comutação numa das válvulas mostradas na figura 6.

E a cada 360° elétricos começa outra sequência. A figura 6 mostra uma das 12 condições que acontecem a cada ciclo. Além disto, este arranjo dos dois secundários contribui eliminando harmônicos gerados na conversão, principalmente os de ordem 3 e 5.

Nos transformadores conversores ocorre a isolação galvânica entre os dois sistemas, AC e DC, os enrolamentos primários estão ligados no sistema AC e os enrolamentos secundários pertencem ao link DC. A corrente contínua circula entre eles dando continuidade na linha DC.

Os transformadores conversores têm a função decisiva na determinação da potência transmitida, pois o controle da potência transmitida pelo link DC é feito pela diferença de tensão entre as estações conversoras terminais.

E a diferença de tensão entre as estações é determinada numa fase primária dentro de uma faixa restrita pelo ângulo de disparo das válvulas e complementado pelos taps dos transformadores conversores.

Por todas estas colocações acima vê-se a importância dos transformadores conversores, confirmando a condição de energização diferenciada entre linhas AC e DC:

A linha AC envia tensão de uma subestação energizada para outra desenergizada;

A linha DC necessita de tensão AC nos dois extremos para seu fechamento.

Dados técnicos dos transformadores conversores

| ENROLAMENTO | TENSÃO (KV) | POTÊNCIA (MVA) | CORRENTE (A) |
|--------------|-------------|----------------|--------------|
| | | | NOMINAL |
| PRIMÁRIO Y | 500 | 396 | 1.372 |
| SECUNDÁRIO Y | 335,7 | 396 | 2.043 |
| SECUNDÁRIO Δ | 335,7 | 396 | 1.180 |

Método Aplicado

Software DIGSI

O Digsí foi desenvolvido para se tornar uma ferramenta conveniente para parametrização de relés de proteção numéricas no MS-Windows. Digsí 5 é a inovação lógica, com facilidade de uso e amigável ao usuário, para parametrização, comissionamento, diagnóstico e operação de todos os equipamentos da linha Siprotec, incluindo unidades de controle e de quaisquer versões. Com um computador pessoal ou notebook pode-se configurar o relé através de uma das interfaces de comunicação e analisar os dados “online” nos equipamentos.

A versão completa, conhecida como Digsí Professional incluem:

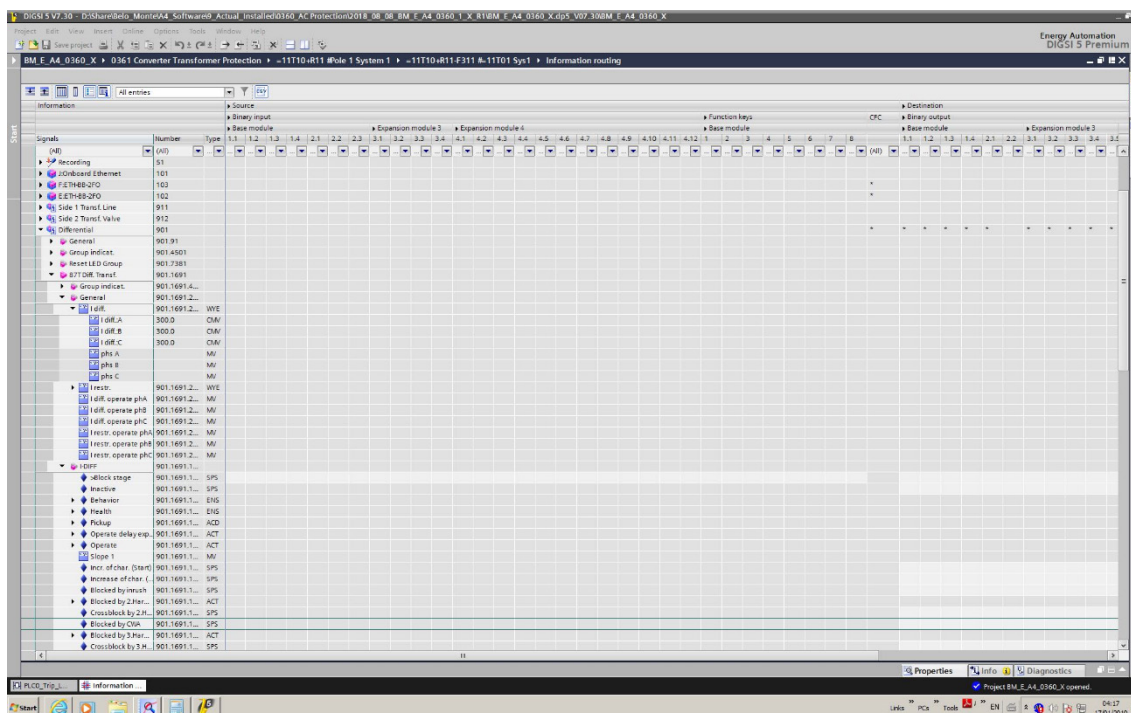
- Display Editor: para criação e alteração da Interface Homem-Máquina nos relés com display grande;
- Sigra: para visualização e análise de arquivos de oscilografias;
- Digsí Remote: para conexão do Digsí ao relé via modem;
- CFC: Continuous FunctionChart, para criação de lógicas de automatismos, intertravamentos ou novas funcionalidades;
- IEC 61850 System Configurator: para configuração de sistemas com IEC 61850. Permite configurar redes, endereçamentos e troca de informações entre equipamentos.

A partir do Digsí podem-se gerenciar os projetos, criando ou apagando, incluir novos elementos dentro da subestação, como relés de unidades de controle e gerenciar as comunicações dos relés.

Information Routing

Para alocar informações, configurar entradas e saídas do relé utiliza-se uma matriz, onde são assinaladas as origens das informações, no caso de entradas digitais e destinos, tais como, saídas digitais, telas ou interface do sistema para comunicação com um sistema de supervisão e automação. As origens e destinos são organizados em colunas. Na Figura 3, tem-se a matriz que o DIGSI 5 utiliza para inserir estas diversas informações.

Figura 3: Information Routing, maneira matricial de como o DIGSI 5 trabalha.



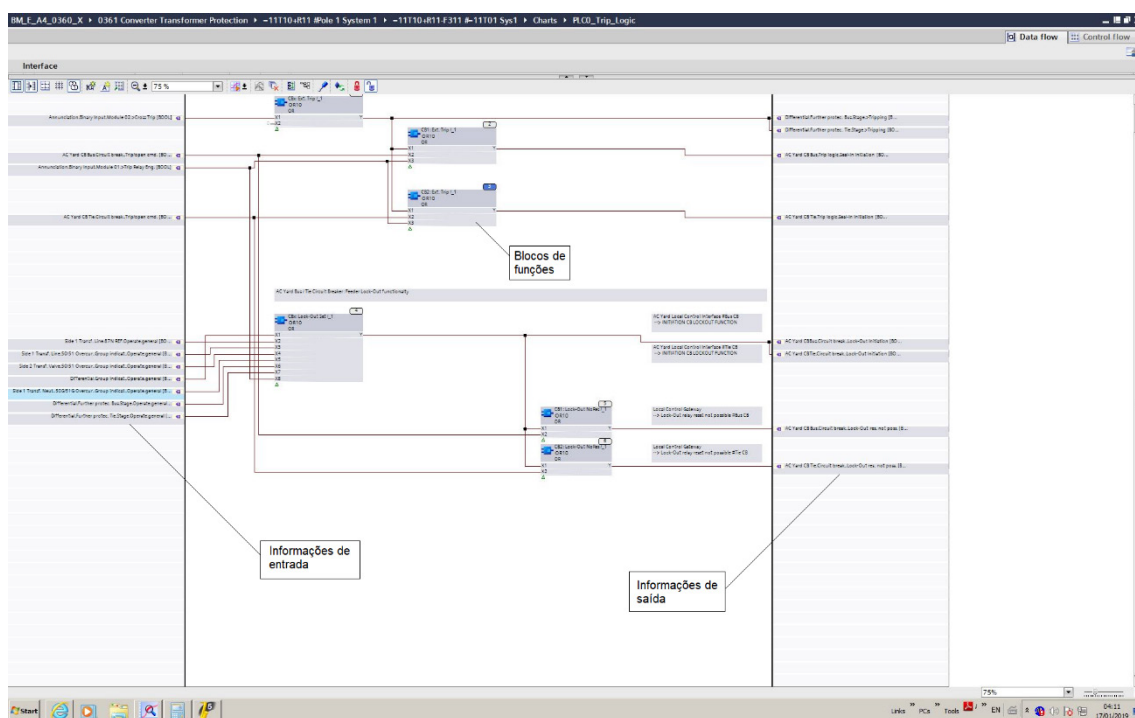
CFC (Continuous Function Chart)

Uma das funções especiais do Siprotec 5 é que eles têm embutido um Controlador Programável, que pode ser utilizado para:

- Criar lógicas de intertravamento;
- Fazer cálculos com as grandezas analógicas lidas pelo relé;
- Criar agrupamento de informações: um único alarme representando vários outros;
- Sequências automáticas (automatismo).

Todas estas funções são implementadas via CFC (Continuous Function Chart), uma ferramenta gráfica de blocos que dispensa conhecimentos de programação, utilizando lógica booleana. A Figura 4, apresenta o ambiente CFC para implementação das lógicas da parametrização do relé.

Figura 4: Ambiente para criação de lógicas.



Parametrização do Relé 7UT85

Para realização dos testes da função de proteção diferencial do relé 7UT85, primeiramente é necessário a parametrização do relé, de acordo com as características do sistema em análise, no caso, a proteção dos transformadores conversores da Subestação Conversora de Xingu. Para este procedimento é necessário:

- Software DIGSI;
- Estudo com os ajustes das Funções de Proteção;
- Diagrama Lógico para criação das lógicas no CFC;
- Diagrama Funcional para criação dos pontos de entrada e saída do relé, no Information Routing.

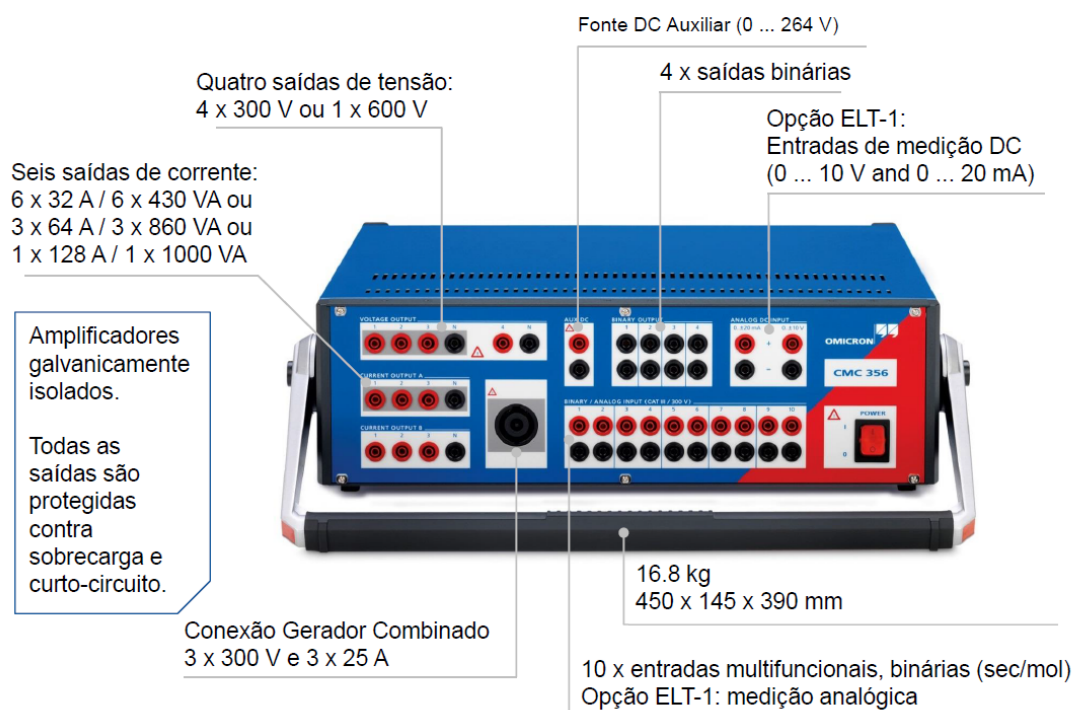
Com isto, por meio de um PC, conectado ao painel frontal do relé, utilizando o software DIGSI, e alguns dados referentes ao transformador e ao sistema de potência, a fim de poder adaptar suas funções, é feita a parametrização do relé. Estes dados servirão como base para o cálculo interno no algoritmo do relé.

Mala de teste

A mala de teste se trata de um equipamento que vai permitir a realização de testes de todas as funções de proteção, sob qualquer condição de curto, com isto, permitindo a verificação dos ajustes parametrizados dos relés, estudo do comportamento dos relés sob determinadas condições de curto-circuito e identificação de problemas funcionais dos relés.

Para a realização dos testes, foi utilizada a mala de teste CMC 356 do fabricante Omicron Eletronics, Figura 5.

Figura 5: Mala de teste CMC 356 da Omicron Eletronics.



Esta mala apresenta um canal de tensão que são referenciadas ao neutro e galvanicamente separadas de todas as outras saídas e dois canais de corrente também separadas de todas as outras conexões. Sendo possível injetar correntes de até 128 A e tensões de até 600 V. Também apresenta dez entradas binárias que podem ser configuradas no módulo de configuração do hardware e também quatro saídas binárias para serem usadas como contato sem potencial de relé.

Software Omicron Test Universe

A mala CMC 356 acompanha um software de teste, Omicron Test Universe, sendo a interface para configuração e controle do equipamento. Baseado no ambiente Windows, é dotado de módulos de testes otimizados para funções específicas de objetos sob teste. A interface inicial do software é ilustrada na Figura 6.

Figura 6: Interface inicial do Software Omicron Test Universe.

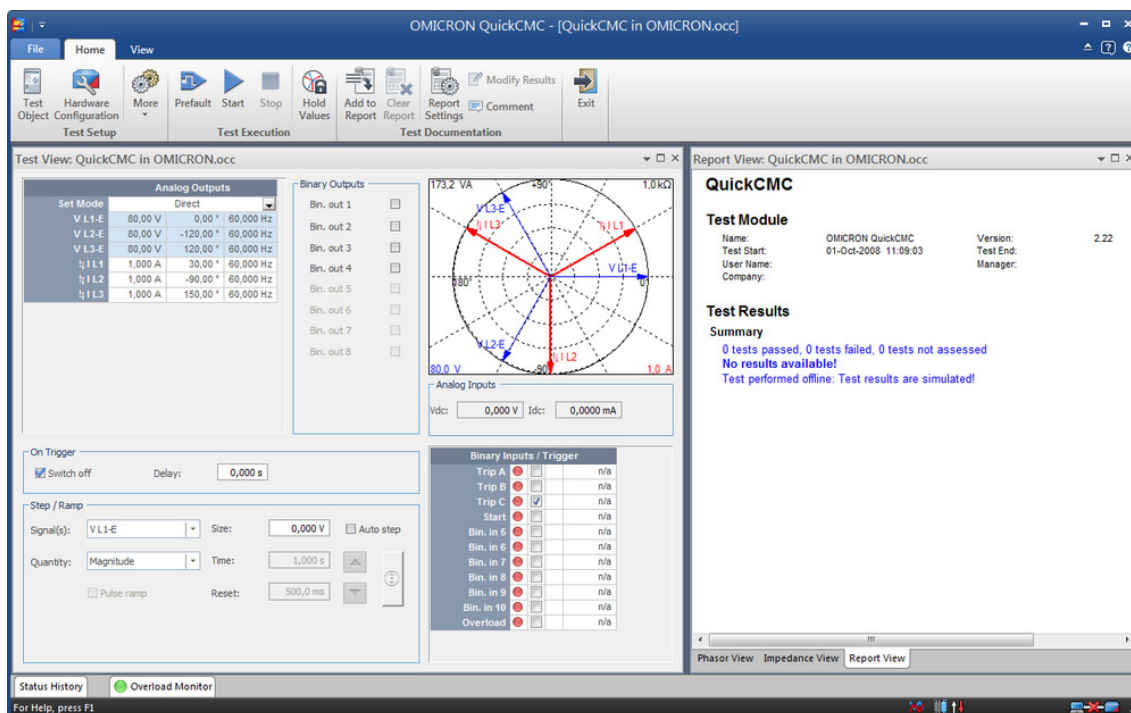


A seguir, a descrição das ferramentas do módulo de teste que serão utilizadas para os ensaios do relé.

► QuickCMC

Apresenta ajustes de valores de corrente, tensão, ângulo de fase e frequência, que podem ser inseridos numericamente ou no diagrama vetorial. Além disso, este módulo executa cálculos do sistema de potência, permitindo a entrada dos dados em componentes de sequência, valores de potência, impedância, etc. O módulo mostra os sinais de entradas binárias e executa medidas de tempo. Na Figura 7, tem-se a tela inicial para inserção de dados para o teste usando esta ferramenta.

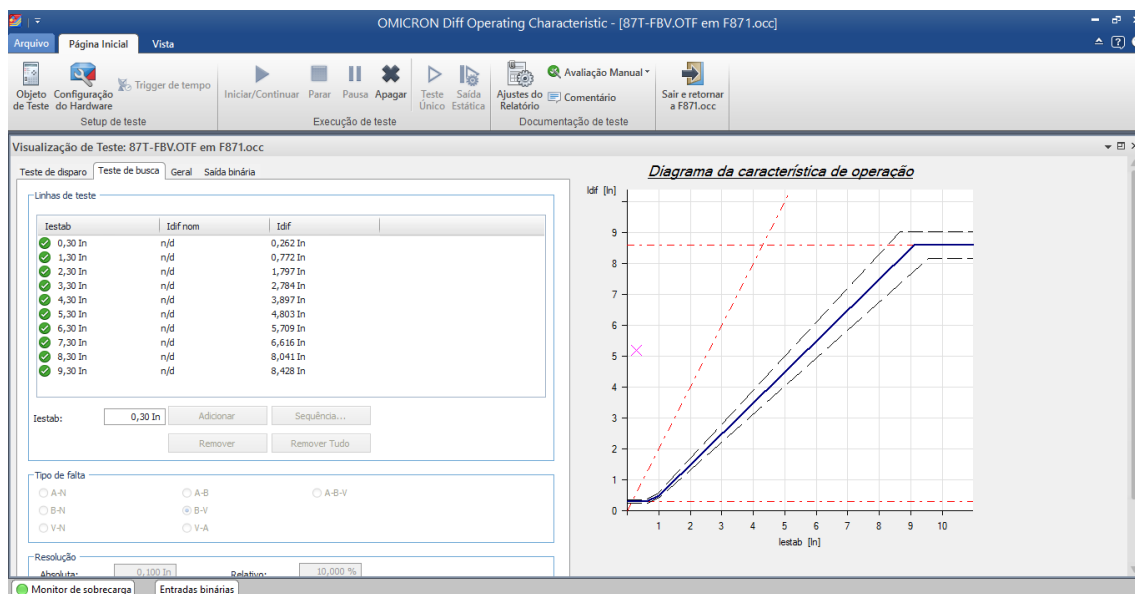
Figura 7: Tela para visualização de teste na ferramenta QuickCMC.



► Differential

O módulo Differential oferece uma solução compacta de teste para relés de proteção de transformadores, linhas, geradores e barras. Ele executa testes monofásicos da característica de operação (valor de pick-up, teste de slope) e da função de bloqueio de inrush (teste de restrição harmônica). Variáveis de tap, como para alguns antigos relés eletromecânicos (p.ex. GE BDD ou Westinghouse HU) podem ser feitos. Para o teste da característica de operação, pontos de teste são definidos no plano Idiff/estab. Uma interface de usuário gráfica torna fácil a definição do teste. Differential também testa a função de restrição harmônica, para esta função, os pontos de teste são determinados pela corrente diferencial e a percentagem de superposição harmônica.

Figura 8: Tela para visualização de teste na ferramenta Differential.



Teste da função diferencial no relé 7UT85

Os ensaios descritos neste trabalho foram realizados com um relé 7UT85, Figura 9, da família SIPROTEC do fabricante SIEMENS. Todo procedimento foi realizado nas dependências da plataforma de testes SIEMENS AG, e com os equipamentos fornecidos pela mesma.

Figura 9: Relé digital da família SIPROTEC 7UT85 da SIEMENS.



A descrição do teste da função diferencial de acordo com o estudo para proteção do transformador conversor da SE Conversora de Xingú, bem como conexões do relé à mala de teste, ajustes, cálculos, procedimentos para teste e resultados, encontra-se detalhado neste capítulo.

Ajuste da mala de teste

Inicialmente, deve-se informar à mala algumas parametrizações do relé a ser testado. Para o ensaio desta função foram usados dois módulos de teste da mala: QuickCMC e Differential, para levantamento da curva da função diferencial.

Na mala pode-se definir algumas informações a respeito do relé como modelo, fabricante, subestação e bay à qual pertence (quando houver), valores nominais de tensão, corrente, frequência e número de fases. A Figura 10 apresenta a tela com estes ajustes.

Figura 10: Tela com os ajustes do dispositivo em teste.

Ajustes do dispositivo

Ajustes do dispositivo

Dispositivo

Nome/descrição:

Fabricante:

Tipo de dispositivo:

Endereço do dispositivo:

Número de série/modelo:

Informação adicional 1:

Informação adicional 2:

Valores nominais

Número de fases: 2 3

f nom:

V nom (secundário):

V primária:

I nom (secundário):

I primária:

Subestação

Nome:

Endereço:

Fator para corrente/tensão residual

VLN/ VN:

IN / I nom:

Bay

Nome:

Endereço:

Limites

V max:

I max:

Sensibilidade de Detecção de Sobrecarga

Alto Usuário

Baixo Off

Filtros de debounce/depuração

Tempo de debounce:

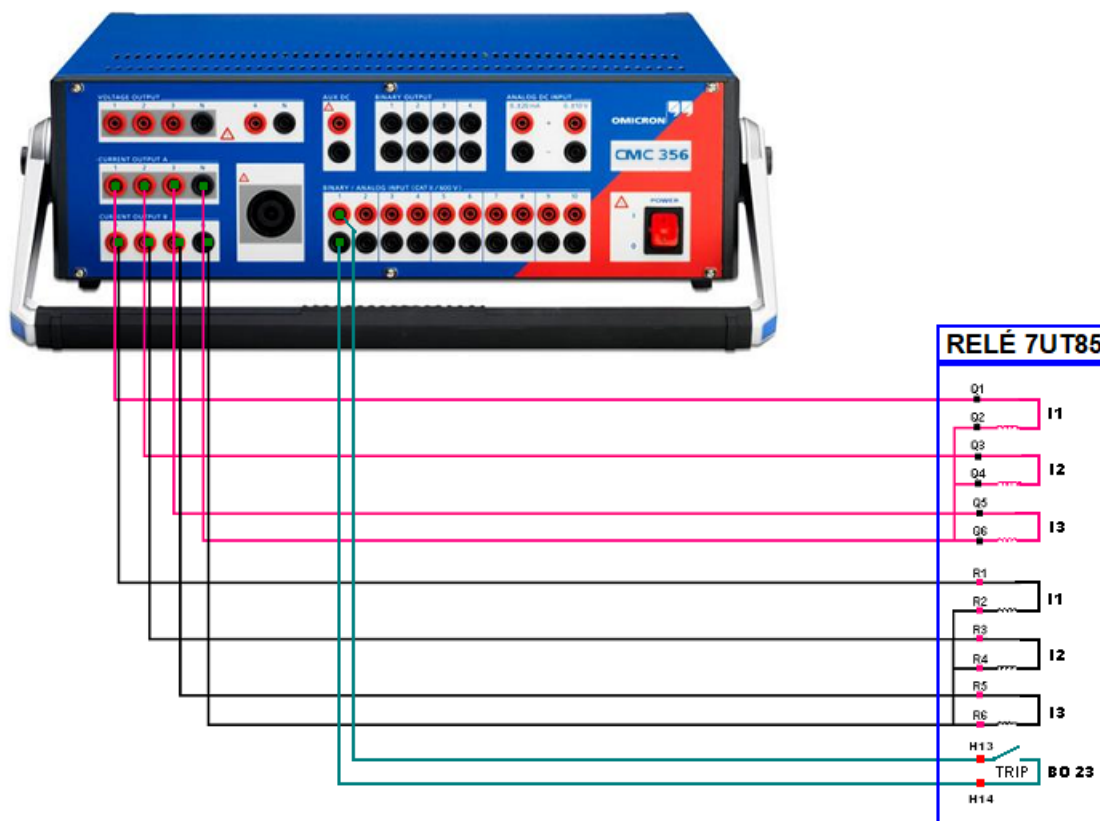
Tempo de deglitch:

OK Cancelar Ajuda

Conexão do relé a mala de teste

Com a mala CMC 356 OMICRON, correntes vão ser injetadas no Side 2 (S2) e Side 1,a (S1,a) e a reação do relé vai ser avaliada. Na Figura 11, tem-se em quais terminais do relé são feitas as conexões com a mala para este teste.

Figura 11: Conexão do relé com a mala de teste CMC 356.



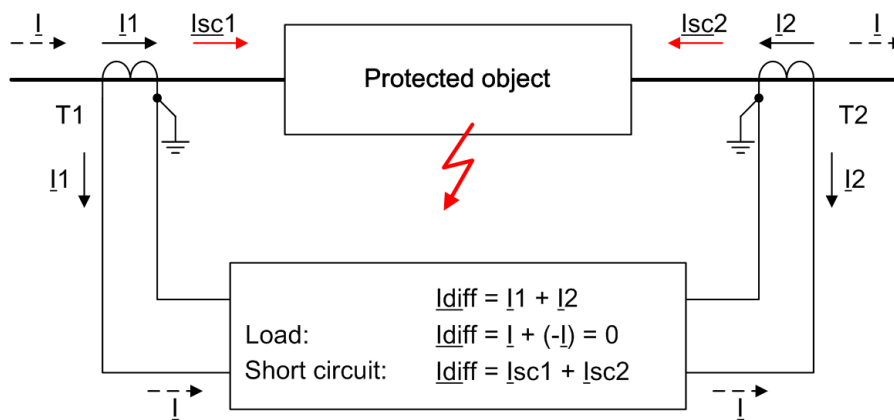
Uma ligação é feita entre uma binária de saída do relé e uma binária de entrada da mala, com a finalidade de parar a mala, quando no teste ocorrer um trip e assim saber o tempo de atuação do relé também pelo dispositivo de teste da mala.

Princípio Básico Da Proteção Differential

A proteção diferencial é baseada em uma comparação atual (conjunto de representação nodal de acordo com Kirchhoff, no entanto, representando a relação atual do transformador). Ao comparar a corrente, utiliza-se o fato de que um objeto protegido usa a mesma corrente I em um estado operacional não defeituoso em ambos os lados (pontilhado na Figura 12). Essa corrente flui para a faixa que está sendo observada em um lado e a deixa novamente no outro lado. Um diferencial de corrente é uma indicação segura de uma falha dentro do objeto protegido. O cálculo da diferença é determinado através da definição da direção atual. A direção atual é definida como positiva para o objeto protegido.

A diferença de corrente resulta da adição vetorial das correntes.

Figura 12: Princípio Básico da Proteção Diferencial Usando o Exemplo de 2 Lados.



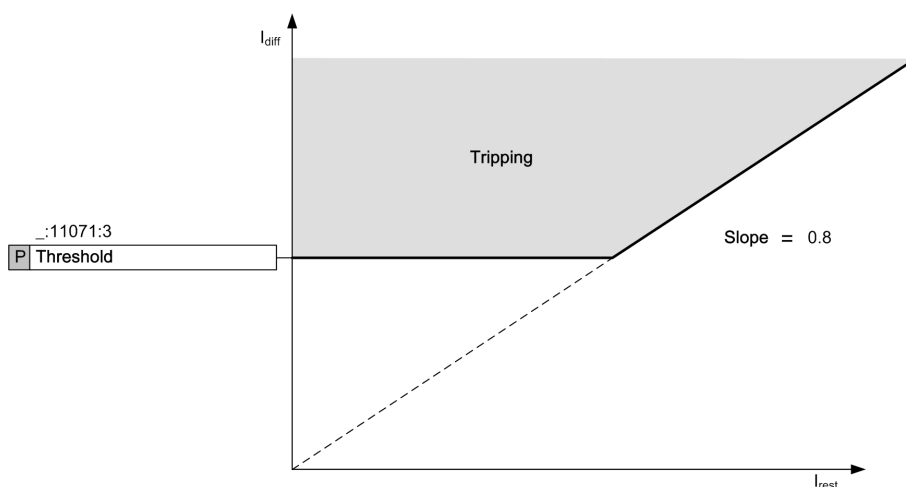
Teste da função diferencial

Para fazer a curva característica de operação da função “87T” foi usado o módulo de teste diferencial. Neste módulo é possível fazer os ajustes da função diferencial, colocar os ajustes do equipamento protegido, ajustes dos TC’s, dispositivo de proteção e definição da característica.

Os ajustes do equipamento protegido são os mesmos da parametrização do relé, bem como os ajustes do relé e do dispositivo de proteção.

De acordo com a Figura 13, apresenta-se as características de trip do relé que está sendo testado e os ajustes correspondentes feito no relé, através do Software Test Universe.

Figura 13: Característica de trip da proteção diferencial.



De acordo com o estudo do projeto de proteção do Transformador Conversor do Polo 1, têm-se os seguintes ajustes para construção desta curva:

IS1 será ajustado em 0,3 PU;

IS2 será ajustado em 1,0 PU;

Inclinação da característica K1: 50%;

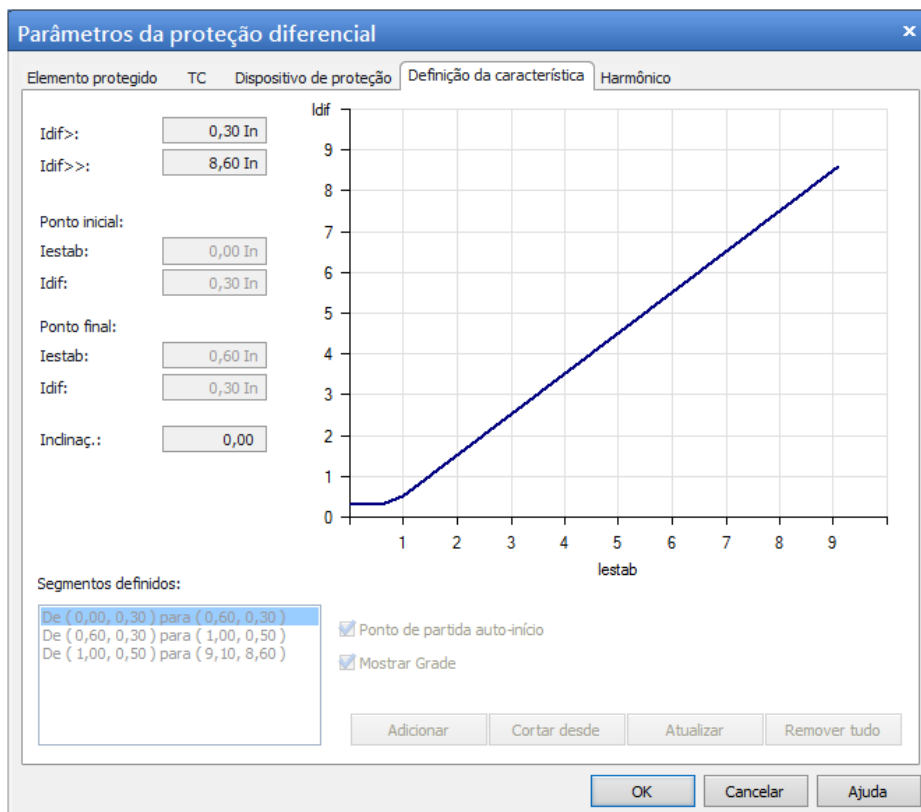
Inclinação da característica K2: 100%;

IS- HS2 será ajustado em 8,6 PU.

A partir destes dados e usando ferramentas matemáticas como equação da reta ou trigonometria, é possível determinar todos os pontos a serem inseridos no módulo de teste differential.

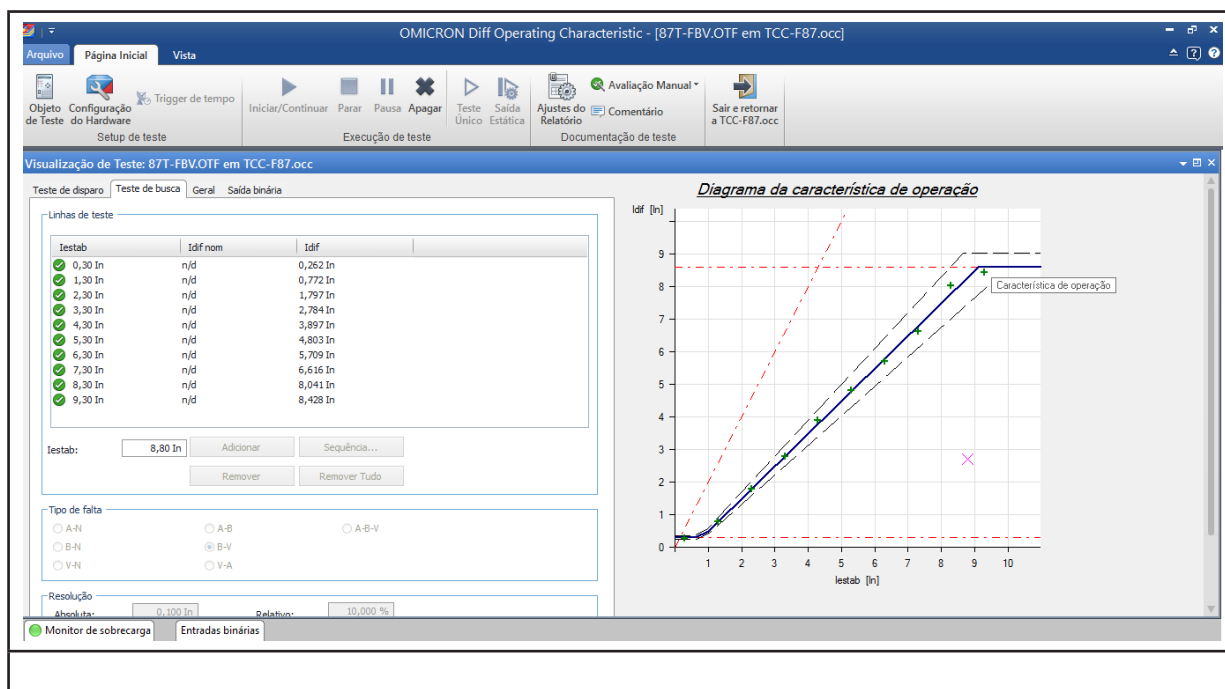
A definição da característica também é baseada na parametrização, a curva da função differential apresenta 2 slopes. Como para simular uma falta que atuasse pelo segundo slope é necessária uma corrente muito alta, e a mala não tem capacidade de injetar, a simulação foi feita apenas para o primeiro slope. Na Figura 14, tem-se a curva levantada no módulo de teste Differential.

Figura 14: Característica de trip da proteção differential.



Dando start na mala, tem-se a correta atuação do relé, como pode ser observado na Figura 15. Caso não ocorra a atuação do relé para todos os pontos abaixo da curva, e atuação do relé para todos os pontos acima da curva, que corresponde a zona de trip.

Figura 15: Diagrama da característica de operação com os pontos de testes.



O tempo de atuação, só pra critério de teste, foi configurado na mala para 0,03 segundos e foi observada a correta atuação para tempos bem próximos, como esperado.

CONCLUSÃO

Em linhas gerais, este trabalho destaca a importância que os relés desempenham no sistema elétrico, especificamente para proteção dos transformadores conversores. Por meio da análise das grandezas elétricas fornecidas pela rede elétrica esses equipamentos são responsáveis pela detecção de condições anormais de operação e decisão lógica de atuação do sistema de proteção caso ocorra alguma condição indesejável.

Neste contexto, a função diferencial, por se tratar do principal esquema de proteção do bay dos transformadores, tornou-se foco deste estudo e, a principal dificuldade que deve ser vencida nesta proteção é garantir que o equipamento não vai atuar sem necessidade, uma vez que, durante a energização de transformadores, por exemplo, correntes diferenciais surgem e podem acionar os dispositivos de proteção indevidamente.

Pelo que foi exposto, este presente trabalho teve um melhor entendimento da filosofia de proteção diferencial em transformadores, bem como comprovar que o sistema para detecção de correntes diferenciais no transformador conversor do Bipolo 1 da SE Conversora atinge níveis de

qualidade, atuando sempre que é solicitado por uma condição de sobrecorrente e correspondendo às especificações do fabricante.

Outro ponto importante são as facilidades que as ferramentas da mala de testes OMICRON CMC 356 fornece para a realização dos ensaios, possibilitando a simulação de diversas situações reais, em condições normais ou sobre a falta.

DECLARAÇÃO DE INTERESSES

Nós, autores deste artigo, declaramos que não possuímos conflitos de interesses de ordem financeira, comercial, político, acadêmico e pessoal.

REFERÊNCIAS

MAMEDE FILHO, J.; MAMEDE, D. R. Proteção de Sistemas Elétricos de Potência. [S.l.]: Grupo Gen-LTC, 2013. 805 p. ISBN 978-85-216-2012-9.

AMARAL, Nadia Bentz de Sousa. Estudo sobre critérios para a especificação de transformadores elevadores de estações geradoras. Dissertação (Mestrado em engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

ARAÚJO, Carlos André S.; Candido, José Roberto R.; Sousa, Flavio Camara de; Dias, Marcos Pereira. Proteção de Sistemas Elétricos. 1.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2005.

OMICRON Eletronics, Manual CMC 356; Article Number VESD2003 – Version CMC356.AE.4.

OMICRON eletronics, Manual Protection PACKAGE, Test Universe - Article Number VESD4002 - Manual Version: PROT.AE.10.

SIEMENS, Manual SIPROTEC 5 Transformer Differential Protection 7UT82, 7UT85, 7UT86, 7UT87 – V7.30 and higher C53000-G5040-C016-7.

Índice Remissivo

A

Agentes encapsulantes 101, 103, 107
Agricultura familiar 79, 101, 102, 103, 104, 108, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 124, 125
Agricultura sustentável 89
Agrotóxico 88
Água 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 45, 48, 56, 57, 68, 80, 91, 92, 93, 95, 96, 105, 106
Alimentação escolar 113
Alimentação saudável 88, 113
Antimicrobiano 76, 80, 81, 86
Antiinflamatório 75, 81
Antioxidante 75, 81, 82, 83, 84, 86
Aquecimento global 126, 128
Assistência técnica 113, 117, 118, 119, 123

B

Bacteriano 127
Biodegradáveis 12, 16, 17
Biofilmes 75, 78, 80, 83
Bioinseticidas 103

C

Cicatrização de feridas cutâneas 76
Coalecedores 12
Coeficiente de determinação r^2 127, 129
Compostagem 126, 128, 129, 131, 132
Contaminação ambiental e humana 63, 69
Controle biológico 53, 54, 55, 59, 63, 67
Controle de pragas 55, 72, 88, 103, 104, 107
Controle físico 63
Cultivo de olerícolas 53, 101, 102

D

Déficit hídrico 101
Degradação do solo 126, 128
Degradação microbiológica 126
Dinamização econômica 113

E

Educação profissional e tecnológica 42, 45, 47
Eficiência dos óleos 101
Efluente 12
Emulsificantes 101, 103, 107
Energia elétrica 24

Engenharia didática 42, 46, 47, 50, 51
Escassez de mão-de-obra 101
Extrato de própolis 76, 81, 86

F

Feridas cutâneas 75, 77, 79, 80, 85, 86
Flotação 12

G

Gás natural 12, 13, 14

H

Hidrociclones 12

I

Incidência de pragas nos cultivos 101
Indução 73, 89
Inseticidas químicos sintéticos 54, 63, 69
Insetos-pragas 53, 101, 102, 107
Instalações hidrossanitárias 42, 43, 45, 48, 49, 50

M

Manejo fitossanitário 53, 55
Manejo integrado 63, 101
Manejo sustentável 88
Materiais adsorventes 12, 17, 19, 20, 22
Materiais adsorventes naturais 12
Matéria orgânica 126, 128
Métodos de controle 63
Microbiota 127

O

Óleos como bioinseticidas 101
Óleos essenciais 66, 101, 102, 104, 106, 108, 110, 111
Olericultura 101, 102, 103, 104
Opções de manejo 53, 101, 102

P

Petróleo 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23
Políticas públicas 113, 116, 117, 124
Praga 53, 63
Praga agrícola 63
Prejuízos à agricultura 53
Premissas ecologicamente sustentáveis 88
Problemas ambientais 12
Produção de alimentos 65, 88, 96

Produção de petróleo 12, 13, 14
Produção integrada 101
Produção limpa 88
Produtos químicos 12, 16, 17, 53, 102, 103, 104
Propriedades toxicológicas 101, 102
Proteção de transformadores 24, 34
Proteção diferencial 24

R

Reaproveitamento dos resíduos 126
Regressão polinomial 127, 128, 129, 130
Relés 24
Remoção de óleo 12, 16, 17, 18
Reservatórios 12, 14
Resíduos agrícolas 12, 17, 22
Resíduos sólidos 12, 126, 128, 131
Resistencia 89
Resistência bacteriana 76

S

Saúde pública 75, 78
Separadores gravitacionais 12
Sistema elétrico de potência (sep) 24
Situações didáticas 42, 45, 46, 47, 51
Soma dos quadrados dos resíduos 127, 129, 131
Sustentabilidade 101, 111

T

Técnicas de tratamento 12
Teoria das situações didáticas (tsd) 42, 45, 51
Terapia antimicrobiana 75
Transformador 24, 39
Transformadores conversores 24
Tratamento da água 12

U

Uso de fitoterápicos 75, 84



editoraomnisscientia@gmail.com 

<https://editoraomnisscientia.com.br/> 

@editora_omnis_scientia 

<https://www.facebook.com/omnis.scientia.9> 

+55 (87) 9656-3565 



editoraomnisscientia@gmail.com 

<https://editoraomnisscientia.com.br/> 

@editora_omnis_scientia 

<https://www.facebook.com/omnis.scientia.9> 

+55 (87) 9656-3565 