

A close-up photograph of a hand holding a grey probe, testing a component on a printed circuit board (PCB). The background is blurred, showing other electronic components and a glowing light source. The image is overlaid with a diagonal brown textured pattern.

Lilian Coelho de Freitas
(Organizadora)

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**
4

Lilian Coelho de Freitas
(Organizadora)

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**
4

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^a Dr^a Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^a Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília

Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Lilian Coelho de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia elétrica e de computação: atividades relacionadas com o setor científico e tecnológico 4 / Organizadora Lilian Coelho de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-459-7

DOI 10.22533/at.ed.597200610

1. Engenharia elétrica. 2. Computação. I. Freitas, Lilian Coelho de (Organizadora). II. Título.

CDD 621.3

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A Atena Editora apresenta o *e-book* “*Engenharia Elétrica e de Computação: Atividades Relacionadas com o Setor Científico e Tecnológico 3*”. O objetivo desta obra é mostrar aplicações tecnológicas da Engenharia Elétrica e de Computação na resolução de problemas práticos, com o intuito de facilitar a difusão do conhecimento científico produzido em várias instituições de ensino e pesquisa do país.

O *e-book* está organizado em dois volumes que abordam de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas e relatos de casos que transitam nos vários caminhos da Engenharia Elétrica e de Computação.

O Volume III tem como foco aplicações e estudos de atividades relacionadas à Computação, abordando temas variados do *hardware* ao *software*, tais como automação e robótica, arquitetura de redes, Internet, computação em névoa, modelagem e simulação de sistemas, entre outros.

O Volume IV concentra atividades relacionadas ao setor elétrico e eletrônico, abordando trabalhos voltados para melhoria de processos, análise de desempenho de sistemas, aplicações na área da saúde, entre outros.

Desse modo, temas diversos e interessantes são apresentados e discutidos, de forma concisa e didática, tendo como base uma teoria bem fundamentada nos resultados práticos obtidos por professores e acadêmicos.

Boa leitura!

Lilian Coelho de Freitas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

DESEMPENHO DE ISOLADORES SOB CHUVAS INTENSAS

Darcy Ramalho de Mello

DOI 10.22533/at.ed.5972006101

CAPÍTULO 2..... 15

TRAVESSIA DO RIO AMAZONAS E SUPERAÇÃO DA FLORESTA AMAZÔNICA: PROJETO ESTRUTURAL E DESAFIOS CONSTRUTIVOS

Juliana Nobre de Mello Motta

Roberto Luís Santos Nogueira

Luiz Carlos Mendes

Mariana Souza Rechtman

Renata Cristina Jacob de Jesus

DOI 10.22533/at.ed.5972006102

CAPÍTULO 3..... 27

PIRTUC: 15 ANOS DEPOIS - AVALIAÇÃO DAS AÇÕES DE INSERÇÃO REGIONAL DA UHE TUCURUÍ

Sílvia Maria Frattini Gonçalves Ramos

Rosana dos Santos Brandão

DOI 10.22533/at.ed.5972006103

CAPÍTULO 4..... 41

PLANO DE CORTE MANUAL DE CARGA

Anderson Siqueira Nogueira

Rodrigo Damasceno Souza

Marcelo de Calazans Barcelos

Suellen Karine Braga Vieira

Walmir de Oliveira Campos

DOI 10.22533/at.ed.5972006104

CAPÍTULO 5..... 53

PROCEL RELUZ – ILUMINAÇÃO PÚBLICA E SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA EFICIENTES

Adjeferson Custódio Gomes

Adi Neves Rocha

Fabiano Rodrigues Soriano

Luís Ricardo Cândido Cortes

Taís Mirele Fernandes da Silva

Thiago Luís Campos Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.5972006105

CAPÍTULO 6..... 66

PRODUÇÃO EFICIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO PAINÉIS FOTOVOLTAICOS COM CUSTO OPERACIONAL REDUZIDO

Igor Ferreira do Prado

Taís Mirele Fernandes da Silva
Marcelo Bento Pisani
Rodrigo Dórea da Silva
DOI 10.22533/at.ed.5972006106

CAPÍTULO 7..... 77

PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM: BREVE PANORAMA

Adjeferson Custódio Gomes
Fabiano Rodrigues Soriano
Fábio Alexandre Martins Monteiro
Luís Ricardo Cândido Cortes
Victor Santos Matos
Vinícius de Souza Andrade Wanderley

DOI 10.22533/at.ed.5972006107

CAPÍTULO 8..... 88

REPRESENTAÇÃO DE MODELOS RACIONAIS NO PROGRAMA ATP

Sergio Luis Varricchio

DOI 10.22533/at.ed.5972006108

CAPÍTULO 9..... 100

**UMA PROPOSTA PARA A IDENTIFICAÇÃO DA ORIGEM DOS FENÔMENOS
VTCDS EM INSTALAÇÕES CONSUMIDORAS SUPRIDAS POR
TRANSFORMADORES DELTA-ESTRELA ATERRADA**

Adrian Ribeiro Ferreira
José Carlos de Oliveira
Paulo Henrique Oliveira Rezende

DOI 10.22533/at.ed.5972006109

CAPÍTULO 10..... 113

**ANÁLISE DO POTENCIAL DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NO ESTADO DA
BAHIA**

Adjeferson Custódio Gomes
Fabiano Rodrigues Soriano
Giovanna Buscatti Gonçalves
Luís Ricardo Cândido Cortes
Victor Santos Matos
Vinícius de Souza Andrade Wanderley

DOI 10.22533/at.ed.59720061010

CAPÍTULO 11..... 129

**ANÁLISE DA INTEGRAÇÃO HIDRO-SOLAR AUXILIADO POR UM SISTEMA DE
ARMAZENAMENTO DE ENERGIA NA FORMA DE HIDROGÊNIO JUNTO À USINA
HIDROELÉTRICA DE MANSO**

Juarez Corrêa Furtado Júnior
Ennio Peres da Silva
Vitor Feitosa Riedel
Demóstenes Barbosa da Silva

Diogo Oliveira Barbosa da Silva
Ana Beatriz Barros Souza
Hélio Nunes de Souza Filho

DOI 10.22533/at.ed.59720061011

CAPÍTULO 12..... 146

ANÁLISE DE METODOLOGIAS PARA DETECÇÃO DE PERDA DE EXCITAÇÃO EM GERADORES SÍNCRONOS

Mateus Camargo Franco
Eduardo Machado dos Santos
Alex Itczak
Arian Rodrigues Fagundes
Artur Henrique Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.59720061012

CAPÍTULO 13..... 160

DESENVOLVIMENTO DE FUNCIONALIDADES COMPUTACIONAIS PARA ATENDIMENTO DOS NOVOS PROCEDIMENTOS DE REDE PARA ESTUDOS DE DESEMPENHO HARMÔNICO

Cristiano de Oliveira Costa
Sergio Luis Varricchio
Franklin Clement Véliz
Fabiano Andrade Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.59720061013

CAPÍTULO 14..... 174

EXTRAÇÃO DE PARÂMETROS DE MÁQUINAS SÍNCRONAS POR MEIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE ENSAIO DE CURTO-CIRCUITO

Guilherme Gomes dos Santos
Paulo Sérgio Zanin Júnior

DOI 10.22533/at.ed.59720061014

CAPÍTULO 15..... 188

APRENDIZADO AUTODIDATA DA LÍNGUA INGLESA

Lucas Eid Ramire Gonçalves
Luiz Eduardo Vieira Montanha
Marco Antonio Nagao

DOI 10.22533/at.ed.59720061015

CAPÍTULO 16..... 193

MODELAGEM DE PROCESSOS: UMA PROPOSTA DE MELHORIA PARA A ATUAÇÃO DAS EQUIPES DE SAÚDE DA ATENÇÃO BÁSICA

Ana Carla do Nascimento Santos
Jislane Silva Santos de Menezes
Almerindo Nascimento Rehem Neto
Adriana de Melo Fontes
Gilson Pereira dos Santos Júnior
Jean Louis Silva Santos

Cristiane Oliveira de Santana

DOI 10.22533/at.ed.59720061016

SOBRE A ORGANIZADORA.....	206
ÍNDICE REMISSIVO.....	207

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 15/07/2020

Anderson Siqueira Nogueira

CEMIG

Belo Horizonte – Minas Gerais

Rodrigo Damasceno Souza

CEMIG

Belo Horizonte – Minas Gerais

<http://lattes.cnpq.br/6502303181235625>

Marcelo de Calazans Barcelos

CEMIG

Belo Horizonte – Minas Gerais

<http://lattes.cnpq.br/9532165314323300>

Suellen Karine Braga Vieira

CEMIG

Belo Horizonte – Minas Gerais

<http://lattes.cnpq.br/9532165314323300>

Walmir de Oliveira Campos

CEMIG

Belo Horizonte – Minas Gerais

RESUMO: Em novembro de 2015 entrou em vigência a Instrução de Operação RO-GC.BR.01 revisão 06 - Gerenciamento da carga para controle de frequência do sistema - elaborada pelo Operador Nacional do Sistema - ONS. Esta instrução determina que as distribuidoras de energia elétrica deverão efetivar, em caso de necessidade, cortes de cargas no prazo máximo de 5 minutos a partir da solicitação do ONS, visando o controle da frequência no

Sistema Interligado Nacional - SIN. Nesse momento observou-se a necessidade de uma melhoria no processo de seleção das cargas a serem cortadas. Anteriormente as cargas eram mapeadas com base em valores históricos, nas situações de carga leve, média e pesadas, e repassadas ao Técnico de Operação do Sistema (TOS) através de planilhas, organizados por ordem de prioridade. Dentro desse contexto, utilizando-se das bibliotecas do Sistema de Aquisição de Grandezas Analógicas (SAGA) - que faz a interface entre o Sistema de Supervisão e Controle X-OMNI da empresa Audiolab - e os módulos de visualização, históricos e tendências das medidas analógicas da CEMIG Distribuição, foi desenvolvido um módulo que aperfeiçoa tanto o processo de atualização das curvas de cargas quanto da execução de corte propriamente dito, atendendo ao Plano de Corte Manual de Carga (PCMC).

PALAVRAS-CHAVE: CEMIG Distribuição. Centro de Operação da distribuição – COD. Operador Nacional do Sistema Elétrico – NOS. Plano de Corte Manual de Carga – PCMC. Sistema Interligado Nacional – SIN.

MANUAL LOAD CUTTING PLAN

ABSTRACT: In November 2015, the Operating Instruction RO-GC.BR.01 revision 06 - Load management for frequency control of the system - prepared by the National System Operator - ONS came into force. This instruction determines that the electric energy distributors must carry out, in case of need, load cuts within a maximum period of 5 minutes from the ONS request, aiming at controlling the frequency in the National

Interconnected System - SIN. At that moment, there was a need for an improvement in the selection process of the loads to be cut. Previously the loads were mapped based on historical values, in light, medium and heavy load situations, and passed on to the System Operation Technician (TOS) through spreadsheets, organized in order of priority. Within this context, using the libraries of the Analog Quantities Acquisition System (SAGA) - which is the interface between Audiolab's X-OMNI Supervision and Control System - and the visualization, history and trends modules of analog measures from CEMIG Distribuição, a module was developed that improves both the process of updating the load curves and the execution of the cut itself, in compliance with the Manual Load Cutting Plan (PCMC).

KEYWORDS: CEMIG Distribution. Distribution Operation Center – COD. National Electric System Operator – ONS. Manual Load Cutting Plan – PCMC. National Interconnected System – SIN.

1 | INTRODUÇÃO

O Centro de Operação da Distribuição – COD – possui como uma das ferramentas possíveis de serem utilizadas para consulta a valores históricos de carga um Sistema de Aquisição de Grandezas Analógicas – SAGA. O SAGA trabalha em conjunto com o atual Sistema de Supervisão e Controle – SSC - utilizado pelo COD da CEMIG, o X-OMNI da empresa Audiolab. Composto por vários módulos de programa, o SAGA tem como objetivo obter, armazenar históricos, criticar, tratar curvas de previsão e tendência de grandezas elétricas de forma “on-line”, sendo processado em máquinas independentes da rede do SSC.

Criado e incorporado ao COD no ano de 1998, O SAGA esteve presente como um dos trabalhos apresentados no Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica – SENDI, que ocorreu em Belo Horizonte em agosto de 2006.

A integração do SAGA com o SSC é feita através de um arquivo no formato texto, gerado pelo X-OMNI, contendo: nome do ponto, data, horário e o valor medido. Utilizando-se dessa base de dados, foram desenvolvidos diversos módulos.

Para desenvolvimento do módulo que atende ao Plano de Corte Manual de Carga – PCMC – foi incorporada ao módulo SAGA uma planilha, a qual era atualizada manualmente pela equipe de apoio do COD, e que possuía os valores de carga a serem cortados bem como a ordem de prioridade desses blocos. Inicialmente foi integrada ao SAGA uma rotina que atualizava automaticamente essa planilha tendo como entrada a data e o horário desejado. Após coletado esses valores era gerada uma nova planilha com os valores de cargas esperados e a prioridade de corte conforme o modelo abaixo:

PONTO DE CONEXÃO	PONTOS DE INFLUÊNCIA (SE CEMIG / CLIENTES)	PRIORID. CORTE	MW	DISJUNTORES MANOBRADOS / ABERTOS
BARREIRO - 138 kV	INSTALAÇÃO		112,00	
	BRUMADINHO	1	8,70	Abrir BMO-8F4 - Geral T1
	MATEUS LEME	1	11,24	Abrir MAL-14F4 - Geral T2
	IGARAPE 2	1	16,45	Abrir IGPD-210F4 - Geral T1
	MBR MORRO DO TAMANDUÁ	1	25,23	(Abrir NLAU-8K4) Desliga. SE NLAQ
	VALLOREC / MANN. BARREIRO	1	38,35	(Abrir BRRU-4K4)
	JATOBÁ	2	7,98	Abrir BHJT-5F4 - Geral T1
			7,34	Abrir BHJT-9F4 - Geral T2
			8,34	Abrir BHJT-18F4 - Geral T3
	BETIM 2	2	16,28	Abrir BETD-213F4 - Geral T1 - (212F4, 214F4, 215F4 - 2º ERAC)
			16,28	Abrir BETD-205F4 - Geral T2
	DEMETRÔ C	2	2,30	(Abrir BRRU-5K4)
	MAGOTTEAUX		11,00	
	CIDADE INDUSTRIAL (TRAFO T3)		8,51	
	NOVA LIMA 1	3	4,96	Abrir NLAU-14F4- Geral T2 - (NLAU-12 e NLAU-13F4 - 1º ERAC)
			4,85	Abrir NLAU-7F4 - Geral T1
	CIDADE INDUSTRIAL	3	8,51	Abrir CICM-22F4 - Geral T3
			10,38	Abrir CICM -33F4 - Geral T4
			13,03	Abrir CICM-13F4 - Geral T5
	BONSUCESSO	4	9,21	Abrir BHBN-5F4 - Geral T1
			9,77	Abrir BHBN-11F4 - Geral T2
			8,37	Abrir BHBN-17F4 - Geral T3
	SION	5	7,74	Abrir BHSN-3F4 - Geral T1
7,74			Abrir BHSN-8F4 - Geral T2	
9,24			Abrir BHSN-15F4 - Geral T3	
9,14			Abrir BHSN-19F4 - Geral T4	

Figura 1 - Parte da planilha com blocos de carga da Malha Centro de Minas Gerais em regime de carga leve.

Anteriormente ao módulo PCMC, as planilhas atualizadas manualmente eram anexadas às Instruções de Operação (IO), num total de vinte e uma tabelas, sendo divididas por região do Estado (Malha Centro, Malha Leste, Malha Norte, Malha Oeste, Malha Triângulo, Malha Mantiqueira e Malha Sul) e, para cada região, dividida por regime de carga (Leve, Média e Pesada).

Quando solicitado, através de uma requisição do ONS, o Técnico de Operação do Sistema – TOS – deveria recorrer a uma das vinte e uma tabelas referente nos anexos da IO e, a partir de então, dar início às manobras. Durante a execução da manobra cabia ao TOS somar o montante de carga já cortado e continuar prosseguindo com as manobras e com a soma até que o valor final de corte fosse atingido.

O módulo PCMC surgiu para agilizar e facilitar o processo de corte de carga, sem a necessidade de consulta a documentos impressos, sem a necessidade do

TOS realizar a soma de carga de forma manual, tornando o processo muito mais eficaz, uma vez que o montante de carga cortada ficará o mais próximo possível do valor solicitado.

2 | DESENVOLVIMENTO

Com o SAGA já implementado e consolidado o módulo PCMC utilizou-se da mesma base de dados para seu desenvolvimento, porém com algumas dificuldades iniciais e com algumas complementações a serem feitas.

2.1 Dificuldades iniciais

- Completar a base de dados com leituras dos pontos que ainda não eram monitorados pelo COD, o que foi conseguido utilizando-se do Transporte via ICCP (TASE 2) do Sistema de Supervisão e Controle Distribuído (SSCD) do Centro de Operação do Sistema (CEMIG – GT) para o SCADA X-OMNI, e deste para o Sistema de Aquisição de Grandezas Analógicas (SAGA).
- Com a base de dados completa também foi necessário calcular os fatores de influência nos casos onde uma mesma carga reflete em mais de um ponto de recebimento, o que foi realizado pela equipe de engenharia de operação através de programas de cálculo de fluxo de potência.
- Adequação da planilha de entrada de dados para que o sistema fosse configurável de modo a trabalhar tanto na estrutura de apenas um bloco (representando toda a CEMIG Distribuição) quanto por Região do Estado com sete malhas (Estrutura de Pessoal no COD). Ainda por ponto de Recebimento do MUST (Com 33 Ilhas, possibilitando um corte de carga muito mais elaborado e podendo ser utilizado também para atendimento a outros tipos de ocorrências).

Apesar do volume de trabalho inicial para que essa base de dados fosse construída, as atualizações de carga se tornaram automáticas pela inserção do campo TAG, isto é, a variável ou expressão de cálculo que relaciona a carga a ser cortada com ao banco de dados do módulo SAGA.

Atualmente só é necessária alguma atualização na estrutura do aplicativo em caso de alguma mudança de topologia que cause uma alteração significativa nos fatores de influência das cargas quando se tratar de corte por ponto de recebimento do Montante de Utilização do Sistema - MUST.

O módulo PCMC se integra ao SSC X-OMNI aquisitando em tempo real e também mantendo registros históricos de todas as cargas da CEMIG-D e também dos pontos da medição de fronteira (via TASE-2 - ICCP).

O módulo possui também uma tabela de cargas separadas em regiões

geográficas do estado de Minas Gerais, com uma lista de prioridade para o corte das cargas. Possui um módulo gerenciador de expressões que permite à busca do valor do consumo em tempo real, histórico ou, na falta desse valor a utilização de uma expressão equivalente (como no exemplo de consumidores da distribuição onde não temos a leitura direta, realizarmos a aquisição da leitura através dos pontos adjacentes).

MALHA	TAG	PONTO	MW A SER CORTADO NO PONTO	INFLUÊNCIA	PRIORIDADE DE CORTE	DISJUNTORES MANOBRADOS / ABERTOS	MW CORTADO	SUBESTAÇÃO / CARGA	RESPONSÁVEL
MALHA CENTRO									
			133,70						
CENTRO	[BMO_8_FA]	BARREIRO		28,0%	1	Abrir BMO-8F4 - Geral T1	8,70	BRUMADINHO	COD
CENTRO	[MAL_14_FA]	BARREIRO		20,0%	1	Abrir MAL-14F4 - Geral T2	11,24	MATEUS LEME	COD
CENTRO	[IGPD210FA]	BARREIRO		24,0%	1	Abrir IGPD-210F4 - Geral T1	16,45	IGARAPÉ 2	COD
CENTRO	[NLAU8_KJ]	BARREIRO		28,0%	1	(Abrir NLAU-8K4)	25,23	MBR MORRO DO TAMANDUÁ e NLAQ	COD
CENTRO	[BRRU4_KJ]	BARREIRO		88,0%	1	(Abrir BRRU-4K4)	35,35	VALLOREC / MANN. BARRERO	COS
CENTRO	BETC7K4_EQ	BARREIRO			1	Abrir BETC-7K4 - Geral T1	8,28		COS
CENTRO	BETC8K4_EQ	BARREIRO		37,0%	1	Abrir BETC- 8K4 - Geral T2	7,34	BETM 5	COD
CENTRO	BETC10K4_EQ	BARREIRO			1	Abrir BETC- 10K4 - Geral T3	9,35		COD
CENTRO	BETQ9K4_EQ	BARREIRO			2	Abrir BETQ-9K4	9,58		BETM 4
CENTRO	BETQ10K4_EQ	BARREIRO		2	Abrir BETQ-10K4	12,50	COD		
CENTRO	BHJT5F4_EQ			47,0%		Abrir BHJT-5F4 - Geral T1	7,98	JATOBÁ	COD
CENTRO	BHJT9F4_EQ	BARREIRO			2	Abrir BHJT-9F4 - Geral T2	7,34		COD
CENTRO	BHJT18F4_EQ					Abrir BHJT-18F4 - Geral T3	8,34		COD
CENTRO	IGPU8F4_EQ	BARREIRO		28,0%	3	Abrir IGPU-8F4 - Geral T5	12,23	IGARAPÉ 1	COD
CENTRO	IGPU12F4_EQ	BARREIRO			3	Abrir IGPU-12F4 - Geral T6	3,85		COD
CENTRO	BETD213F4_EQ	BARREIRO		24,0%	2	Abrir BETD-213F4 - Geral T1 - (212F4, 214F4, 215F4 - 2º ERAC)	16,28	BETM 2	COD
CENTRO	BETD205F4_EQ	BARREIRO				Abrir BETD-205F4 - Geral T2	16,28		COD
CENTRO				88,0%	2	(Abrir BRRU-5K4)	2,30	DEMÉTRÔ C	COS
CENTRO	BRRU5K4_VD	BARREIRO					11,00	MAGOTTEAUX	COS
CENTRO							8,51	CIDADE INDUSTRIAL (TRAFO T3)	COS
CENTRO	NLAU14F4_EQ	BARREIRO		28,0%	3	Abrir NLAU-14F4 - Geral T2 - (NLAU-12 e NLAU-13F4 - 1º ERAC)	4,96	NOVA LIMA 1	COD
CENTRO	NLAU7F4_EQ	BARREIRO				Abrir NLAU-7F4 - Geral T1	4,85		COD
CENTRO	CICM22F4_EQ			88,0%	3	Abrir CICM-22F4 - Geral T3	8,51	CIDADE INDUSTRIAL	COD
CENTRO	CICM33F4_EQ	BARREIRO				Abrir CICM-33F4 - Geral T4	10,38		COD
CENTRO	CICM13F4_EQ					Abrir CICM-13F4 - Geral T5	13,03		COD
CENTRO	BHBN5F4_EQ			88,0%	4	Abrir BHBN-5F4 - Geral T1	9,21	BONSUCESSO	COD
CENTRO	BHBN11F4_EQ	BARREIRO	Abrir BHBN-11F4 - Geral T2			9,77	COD		
CENTRO	BHBN17F4_EQ		Abrir BHBN-17F4 - Geral T3			8,37	COD		
CENTRO	BHNS3F4_EQ		Abrir BHNS-3F4 - Geral T1			7,74	COD		
CENTRO	BHNS8F4_EQ		88,0%	5	Abrir BHNS-8F4 - Geral T2	7,74	SIOM	COD	
CENTRO	BHNS15F4_EQ	BARREIRO			Abrir BHNS-15F4 - Geral T3	9,24		COD	

Figura 2 - Exemplo da tabela dos Pontos a serem cortados com seus respectivos fatores de influência.

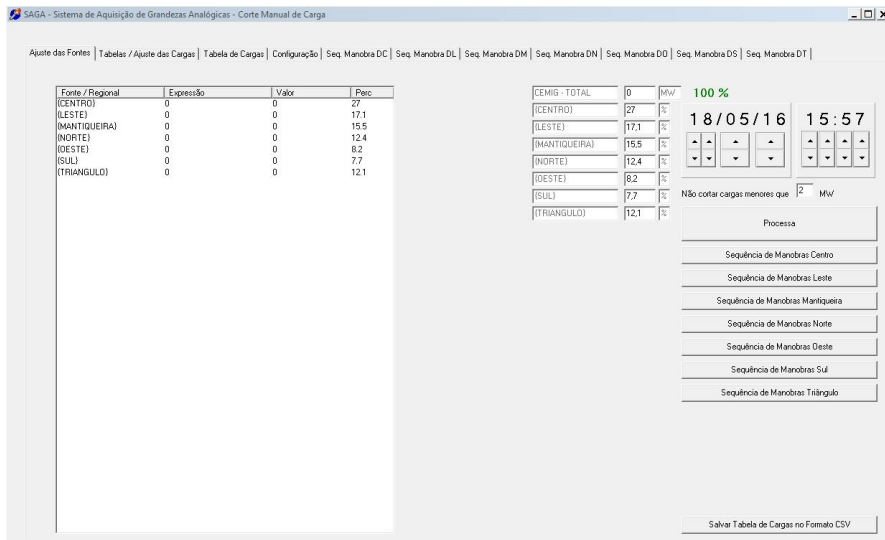


Figura 3 - Tela principal módulo PCMC

Na tela principal do módulo PCMC há um campo para que seja digitado o montante de carga a ser cortado, com a identificação 'CEMIG – TOTAL', de preenchimento do TOS. Logo abaixo, os percentuais de carga que serão cortados em cada uma das sete regiões geográficas do estado de Minas Gerais - com possibilidade de alteração desses percentuais. Esses campos já vem preenchido com o valor padrão conforme Instrução de Operação IO-OM/CO-01-058 Plano de Corte Manual de Carga no Sistema CEMIG Distribuição.

Divisão proporcional a ser adotada entre as Malhas regionais, segundo suas cargas totais.	
COD	Taxa de rateio (%)
Metropolitano	27,0
Mantiqueira	15,5
Triangulo	12,1
Norte	12,4
Leste	17,1
Oeste	8,2
Sul	7,7
Total	100%

Figura 4- Divisão proporcional das cargas a serem cortadas na CEMIG-D.

2.2 Algoritmo do módulo de Corte de Carga

O Aplicativo foi desenvolvido utilizando-se a linguagem Delphi (Borland) versão 4 e a biblioteca de tempo real do módulo SAGA.

Após executar o relacionamento entre a tabela de prioridades e o banco de dados do SAGA o sistema irá percorrer a lista de prioridades de um até N e fará uma pré-seleção da carga na seguinte condição:

$$\text{MW REAL CARGA\#N} \geq \text{CARGA A REJEITAR E MW REAL CARGA\#N} > \text{CARGA REAL MÍNIMA}$$

OU

$$\text{MW REAL CARGA\#N+1} < \text{CARGA RESTANTE A SER CORTADA E MW REAL CARGA\#N+1} > \text{CARGA REAL MÍNIMA.}$$

Se

$$\text{MW REAL CARGA\#N+1} < \text{CARGA REAL MÍNIMA}$$

o sistema deverá verificar CARGA#N+2.

A segunda condição passa a ser:

$$\text{MW REAL CARGA\#N+2} < \text{CARGA RESTANTE A SER CORTADA E MW REAL CARGA\#N+2} > \text{CARGA REAL MÍNIMA.}$$

Se

$$\text{MW REAL CARGA\#N+2} < \text{CARGA REAL MÍNIMA}$$

o sistema deverá verificar CARGA#N+3 e assim sucessivamente.

Para selecionar as cargas passíveis de rejeição no nível dois o sistema percorrerá as cargas pré-selecionadas anteriormente na ordem inversa da prioridade (de N até um), desfazendo a seleção anterior até que a diferença seja menor ou igual ao valor da diferença entre a potência ativa em MW da rejeição calculada e a somatória das potências ativas em MW das cargas pré-selecionadas para rejeição (selecionadas no nível um).

Tal algoritmo propicia que a carga efetivamente selecionada para rejeição fique o mais próximo possível da potência ativa calculada, porém sempre levando-se em conta a tabela de prioridades.

Como resultado é gerada uma sequência de manobra para desligar e uma sequência de manobra para religar cada uma das regiões do estado, ou seja, este algoritmo é executado para cada uma das regiões geográficas do Sistema Elétrico da CEMIG-D.

2.3 Modo de operação

Após abrir o módulo Corte Manual de Carga o TOS do COD deverá, na tela principal do programa, apenas:

- Atualizar o valor total da carga a ser cortada na CEMIG, conforme solicitação do ONS.
- Confirmar ou alterar a data e horário de referência. Por padrão o sistema atualiza para três minutos atrasados em relação ao horário real.

- Clicar em “Processa”. O sistema irá gerar uma Sequência de Manobras para Desligar que ao ser executada efetuará o corte programado e também uma Sequência de Manobras para Religar que ao ser executada religará as cargas na sequência inversa ao do Desligamento.
- Clicar em “Sequência de Manobra...” escolhendo umas das malhas o qual está responsável. Nesse caso, a manobra gerada será exportada no padrão HTML para que seja visualizada, impressa e executada.

Além disso, o TOS poderá:

- Alterar o percentual da carga a ser cortada na malha. Esse campo já vem preenchido conforme IO-OM/CO-01- 058 - Plano de Corte Manual de Carga no Sistema CEMIG Distribuição.
- Alterar o campo “Não cortar carga menores que”. Por “default” ao carregar o módulo PCMC esse campo vem preenchido com 2 MW, o que significa que para equipamentos com cargas abaixo desse valor estes não serão considerados na manobra.

MALHA	SE	CENTRO	VAO	PPR	EXPRESSÃO	F.INFL	MANOBRA	MW	MW INF	MWALX	M	B	A	MWAC	MWA	MWA...
DC	SÃO MARCOS	BHSOBF	1		[BHSO11_FW]	1	ABRIR BHSO BF4 - Geral T1	11,63	11,63	11,63	X			11,63	11,63	
DC	BRUMADINH	BMDRF	1		[BMD11_FT0.023]	1	ABRIR BMD BF4 - Geral T1	0	0	11,63						
DC	BARROPI 1	BRPUAK	1		[BRPUA_FW]	1	ABRIR BRPU 4K4 - LD VALLORÉ	24,98	24,98	36,51	X			36,51	36,51	
DC	ESMERALDAS	ESR10F	1		[ESR_1T_FW]	1	ABRIR ESR 10F4 - Geral T1	4,77	4,77	41,28	X			41,28	41,28	
DC	ESMERALDAS	ESR12F	1		[ESR_2T_FW]	1	ABRIR ESR 12F4 - Geral T2	4,04	4,04	45,32	X			45,32	45,32	
DC	IGARAPE 2	IGPD210F	1		[IGPD1T_FT0.023]	1	ABRIR IGPD 210F4 - Geral T1	16,581	16,581	61,901	X			61,901	61,901	
DC	JARDICATUBAS	JBT9K	1		[JBT_1T_FW]	1	ABRIR JBT 9K4 - Geral T1	3,79	3,79		X					
DC	MATEUS LEME	MAL14F	1		[abIMAL_2T_FW]	1	ABRIR MAL 14F4 - Geral T2	12,2	12,2	77,891	X			74,101	74,101	
DC	NEVES 2	RBSD211F	1		[RBSD2T_FW]	1	ABRIR RBSD 211F4 - Geral T2	12,1	12,1	89,991	X			86,201	86,201	
DC	SETE LAGOAS 3	SLAT9K	1		[abJSLAT_3T0.023]	1	ABRIR SLAT 9K4 - LD CNC	21,331	21,331	111,322	X			107,532	107,532	
DC	SETE LAGOAS 1	SLUJ7K	1		[SLUJ7_KW]	1	ABRIR SLUJ 7K4 - LD KRUPP	2,89	2,89		X					
DC	JATOBÁ	BHUT18F	2		[BHUT3T_FW]	1	ABRIR BHUT 18F4 - Geral T3	14,18	14,18	128,392	X			121,712	121,712	
DC	JATOBÁ	BHUT19F	2		[BHUT1T_FW]	1	ABRIR BHUT 19F4 - Geral T1	13,05	13,05	141,442	X			134,762	134,762	
DC	JATOBÁ	BHUT21F	2		[BHUT2T_FW]	1	ABRIR BHUT 21F4 - Geral T2	16,47	16,47	157,912	X			151,232	151,232	
DC	MARACANA	BHM21F	2		[BHM21_FA0.023]	1	ABRIR BHM 21F4 - RD STOLA	0,216	0,216	157,912	X					

Figura 5 - Exemplo de cargas a serem cortadas na CEMIG-D por solicitação do ONS.

Supondo uma situação em que um dos equipamentos da manobra gerada não possa ser operado, por falha de comunicação, por exemplo, o TOS consegue excluir esse equipamento da sequência gerada e o módulo PCMC recalcula, instantaneamente, as novas cargas a serem cortadas equivalentes, em termo de valores, à carga excluída anteriormente.

2.4 Exemplos de saída

De forma ilustrativa, segue algumas sequências de manobra simuladas (Malha Centro) no módulo PCMC para a condição de corte de 150MW de carga.

SAGA – Módulo PCMC - MALHA DC

REFERÊNCIA: 18/03/16 15:20

MANOBRAS PARA CORTAR CARGAS - 150MW

Hora	Item	SE	Manobra
...	1	SÃO MARCOS	ABRIR BHSO 6F4 - Geral T1
...	2	BARREIRO 1	ABRIR BRRU 4K4 - LD VALLOREC (A CARGO DO COS)
...	3	ESMERALDAS	ABRIR ESR 10F4 - Geral T1
...	4	ESMERALDAS	ABRIR ESR 19F4 - Geral T2
...	5	IGARAPE 2	ABRIR IGPD 210F4 - Geral T1
...	6	MATEUS LEME	ABRIR MAL 14F4 - Geral T2
...	7	NEVES 2	ABRIR RBSD 211F4 - Geral T2
...	8	SETE LAGOAS 3	ABRIR SLAT 5K4 - LD CNC
...	9	JATOBA	ABRIR BHJT 18F4 - Geral T3
...	10	JATOBA	ABRIR BHJT 5F4 - Geral T1
...	11	JATOBA	ABRIR BHJT 9F4 - Geral T2

SAGA - Módulo PCMC - MALHA DC

REFERÊNCIA: 18/03/16 15:20

MANOBRAS PARA RELIGAR CARGAS - 150MW

Hora	Item	SE	Manobra
...	1	JATOBA	FECHAR BHJT 9F4 - Geral T2
...	2	JATOBA	FECHAR BHJT 5F4 - Geral T1
...	3	JATOBA	FECHAR BHJT 18F4 - Geral T3
...	4	SETE LAGOAS 3	FECHAR SLAT 5K4 - LD CNC
...	5	NEVES 2	FECHAR RBSD 211F4 - Geral T2
...	6	MATEUS LEME	FECHAR MAL 14F4 - Geral T2
...	7	IGARAPE 2	FECHAR IGPD 210F4 - Geral T1
...	8	ESMERALDAS	FECHAR ESR 19F4 - Geral T2
...	9	ESMERALDAS	FECHAR ESR 10F4 - Geral T1
...	10	BARREIRO 1	FECHAR BRRU 4K4 - LD VALLOREC (A CARGO DO COS)
...	11	SÃO MARCOS	FECHAR BHSO 6F4 - Geral T1

Figura 6 - Exemplos de saída módulo PCMC

2.5 Utilização de fatores de influência

Opcionalmente o sistema pode ser subdividido por ponto de conexão entre a CEMIG-D e a Rede Básica utilizando-se uma nova tabela de carga, prioridade e percentual de contribuição do ponto de conexão para uma determinada carga. No caso do corte por pontos de recebimentos, uma mesma carga pode influenciar parcialmente vários pontos de recebimentos (exemplo Neves, Barreiro, Taquaril). O sistema permite a distribuição desse fator de influência fazendo com que o

corte de uma carga para um ponto de recebimento reflita de forma real no ponto de recebimento e, ao mesmo tempo, gere créditos de corte nos demais pontos de recebimento onde essa carga tenha influência conforme exemplo abaixo:

O corte da carga 1, com 10MW , refletiu 3MW para a área 1; 5MW para a área 2 e 2MW para a área 3.

CARGA 1	CARGA TOTAL	10MW
AREA 1	FAT INFL	
CARGA 1	0.3	3
AREA 2	FAT INFL	
CARGA 1	0.5	5
AREA 3	FAT INFL	
CARGA 1	0.2	2

Figura 7 - Exemplo pontos de influência.

2.6 Proposição futura

Utilizar-se da integração do SAGA com o banco de dados do Centro de Medição e fazer a integração com o Sistema ION, possibilitando a leitura em tempo Real dos Consumidores Livres em 138kV e 13,8kV reduzindo a necessidade de se calcular a carga pela diferença entre os terminais adjacentes.

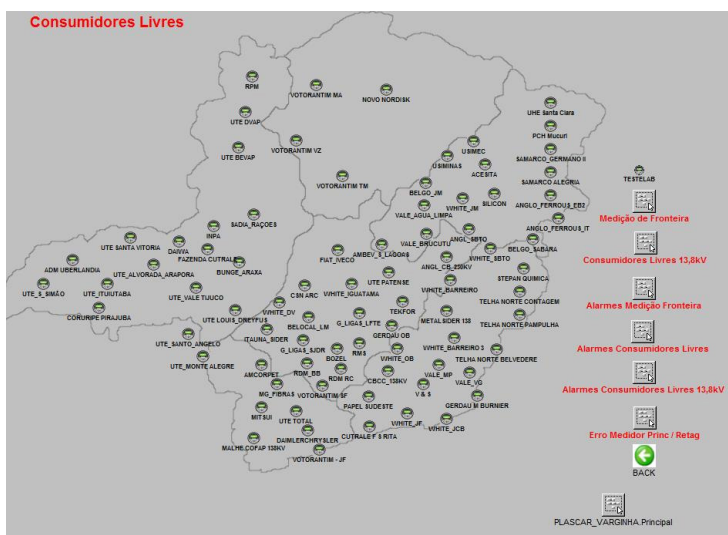


Figura 8 - Mapa de Consumidores Livres no estado de Minas Gerais.

Concluir a tabela para corte por ponto de conexão com a rede Básica possibilitando a utilização também para o caso de Corte Manual em contingências nas instalações da Malha Principal ou outra Empresa.

3 | CONCLUSÕES

Com a entrada em Operação comercial do Sistema em novembro de 2015 o Centro de Operação da Distribuição da CEMIG-D passou a fazer um acompanhamento e controle mais efetivo na rotina de Corte Manual de Carga com os seguintes resultados:

A área de Operação em tempo Real:

- Gerar de forma rápida e Segura a sequência de Corte Manual de Carga para qualquer montante desejado.
- Possibilidade de inclusão ou exclusão de qualquer montante de carga em virtude de indisponibilidade de manobra de equipamento ou outro motivo.
- Acompanhamento efetivo da manobra gerada.

A Área de Análise e Acompanhamento:

- Eliminação da necessidade de levantamentos para alterar as tabelas.
- Eliminação das diferenças entre o valor programado para o Corte de Carga e o valor efetivamente cortado tendo em vista que o Sistema pode trabalhar em tempo real ou por histórico de curto prazo (na ordem de minutos).
- Facilidade para a elaboração de relatórios sobre as ocorrências de corte de Carga e a proposição de novas sequências apenas acrescentando itens e/ou alterando as prioridades de corte em função de características econômicas ou sociais.

A Área de Planejamento da Operação:

- Possibilidade de simulação rápida de corte manual de carga otimizando uma análise de fluxo e elaborando contingências visando reduzir os reflexos econômicos e sociais inerentes ao corte de Carga (como exemplo alterar a tabela de corte conforme o horário e dia da semana)

REFERÊNCIAS

Borland International Inc, (1997) Delphi 3 avançado (Material de Treinamento).

Instrução de Operação IO-OM/CO-01-058 Plano de Corte Manual de Carga no Sistema CEMIG Distribuição.

Instrução de Operação RO-GC.BR.01 revisão 06 - Gerenciamento da Carga para Controle de Frequência do Sistema.

Makron Books, (Marco Cantú) (1997) Dominando o Delphi 3 A Bíblia - Título Original Mastering Delphi 3 for Windows 95/NT.

Nogueira, A. S. (2006). *Sistema de Aquisição de Grandezas Analógicas*. Belo Horizonte.

William Pereira Alves (1998) Banco de Dados em Delphi 3.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ação socioambiental 27

Alternative Transient Program (ATP) 88

Armazenamento de energia elétrica 129, 131, 138, 143, 144

Atenção básica de saúde 193, 201, 203

B

BPMN 193, 194, 195, 197, 198, 204, 205

C

Cálculo estrutural 16

Chuva 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Compensações sociais 27

Custo operacional 66, 76

D

Descargas disruptivas 3

Desempenho dielétrico 1, 2, 13

Distribuição de energia 144

E

Eficiência energética 53, 54, 55, 56, 61, 62, 64, 66, 67, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 117, 127, 137, 144

Eletrobras 28, 33, 38, 39, 40, 58, 64, 65, 79, 86, 163

Eletronorte 27, 28, 31, 33, 38, 39, 40

Energia solar 66, 67, 68, 73, 76, 114, 115, 116, 127, 128, 136, 139, 141, 145

Energia solar fotovoltaica 66, 76, 127, 128, 136, 139, 141

Envoltórias 146, 148, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 183

Extração de parâmetros 174, 183, 184, 186

F

Filtro morfológico 146, 151, 152, 154, 157, 159

Funções de transferência 88, 89

G

Geração de energia 61, 63, 66, 67, 68, 71, 76, 84, 87, 129, 130, 139, 140, 141

Gerador síncrono 146, 149, 150, 153, 159, 187

H

Harmônicos 160, 161, 163, 164, 165, 167, 171, 172

HarmZs 89, 90, 98, 160, 161, 163, 164, 165, 166, 167, 169, 170, 172

Hidrogênio 129, 131, 132, 138, 139, 141, 142, 143, 144

I

Iluminação pública 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65

Isoladores 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17

M

Máquina síncrona 147, 148, 149, 152, 174, 175, 177, 178, 179, 181, 182, 183, 184, 185, 186

Modelagem de processos 193, 197

Modelo de acompanhamento 88, 93

Modelos racionais 88, 89, 90

O

Operador nacional do sistema elétrico 41, 133, 143, 161

P

Painéis fotovoltaicos 66, 69, 76, 84, 131, 136, 137, 142

Painéis solares flutuantes 129, 130

Perda de excitação 146, 147, 148, 152, 153, 154, 157, 158, 159

Plano de corte manual de carga 41, 42, 46, 48, 51

Potência ativa 47, 146, 148

Procedimentos de redes 160

Procel Reluz 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65

Programa brasileiro de etiquetagem 56, 77, 78, 82, 86, 87

Q

Qualidade da energia 100, 103

R


Reatância 174, 175, 177, 178, 180, 183, 186

S

Sistema interligado nacional 15, 41, 119, 138, 161, 162, 171

U

UHE Tucuruí 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 40

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**
4

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**
4