



Atena
Editora

Ano 2020

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Marcelo Henrique Granza
(Organizadores)

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

2

A black and white photograph of a hand holding a square microchip. The chip is densely packed with small components and has a grid of pins around its perimeter. The background is a blurred workshop or laboratory setting with various electronic components and tools.

Atena
Editora

Ano 2020

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Marcelo Henrique Granza
(Organizadores)

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

2

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Camila Alves de Cremo

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

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. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

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 – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

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
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. 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
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

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. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a 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
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a 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
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
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
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
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 Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 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. Lilian 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. Me. 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. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	<p>Engenharia elétrica e de computação [recurso eletrônico] : atividades relacionadas com o setor científico e tecnológico 2 / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann, Marcelo Henrique Granza. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-168-8 DOI 10.22533/at.ed.688200707</p> <p>1. Ciência da computação – Pesquisa – Brasil. 2. Engenharia elétrica – Pesquisa – Brasil. I. Dallamuta, João. II. Holzmann, Henrique Ajuz. III. Granza, Marcelo Henrique.</p> <p style="text-align: right;">CDD 623.3</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Não há padrões de desempenho em engenharia elétrica e da computação que sejam duradouros. Desde que Gordon E. Moore fez a sua clássica profecia tecnológica, em meados dos anos 60, a qual o número de transistores em um chip dobraria a cada 18 meses - padrão este válido até hoje – muita coisa mudou. Permanece porém a certeza de que não há tecnologia na neste campo do conhecimento que não possa ser substituída a qualquer momento por uma nova, oriunda de pesquisa científica nesta área.

Produzir conhecimento em engenharia elétrica e da computação é, portanto, atuar em fronteiras de padrões e técnicas de engenharia. Algo desafiador para pesquisadores e engenheiros.

Neste livro temos uma diversidade de temas nas áreas níveis de profundidade e abordagens de pesquisa, envolvendo aspectos técnicos e científicos. Aos autores e editores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura!

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Marcelo Henrique Granza

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
PARADOXOS, RISCOS E REQUISITOS DA NOVA MATRIZ DE ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRA	
Vitor Silva Duarte	
Mario Jorge Daher	
Alex Nunes de Almeida (<i>in memoriam</i>)	
Maria Aparecida Martinez	
DOI 10.22533/at.ed.6882007071	
CAPÍTULO 2	14
ANÁLISE DO IMPACTO DE GERAÇÕES RENOVÁVEIS SOBRE A MARGEM DE ESTABILIDADE DE TENSÃO POR MEIO DE REGIÕES DE SEGURANÇA	
Paulo Andrade Novaes	
Antonio Carlos Zambroni de Souza	
Fábio da Costa Medeiros	
DOI 10.22533/at.ed.6882007072	
CAPÍTULO 3	28
APLICAÇÃO DE MODELO MULTIOBJETIVO DE ALOCAÇÃO DE GERADORES DISTRIBUÍDOS EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO CONSIDERANDO OBRAS DE CONEXÃO DA REDE	
Paulo Sérgio Zanin Júnior	
Lina Paola Garcés Negrete	
Gelson Antônio Andrêa Brigatto	
DOI 10.22533/at.ed.6882007073	
CAPÍTULO 4	43
COMPLEXIDADES DA OPERAÇÃO DO SIN E SEUS IMPACTOS NO PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO	
Vinicius Ragazi David	
Daniela Souza	
Leonardo Calabro	
João Carlos Mello	
Xisto Vieira Filho	
Edmundo P. Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6882007074	
CAPÍTULO 5	61
ESTRATÉGIAS DE O&M UTILIZADAS NA GESTÃO DE DESEMPENHO DOS PARQUES EÓLICAS, EM TEMPO REAL, PÓS OPERAÇÃO E ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO NO CURTO E MÉDIO PRAZO, MOSTRANDO OS RESULTADOS OBTIDOS COM A UTILIZAÇÃO DE BIGDATA, BUSINESS INTELLIGENCE E MACHINE LEARNING	
Flávio Martins ribeiro	
Marcus Antonius Queiroz da Cunha	
DOI 10.22533/at.ed.6882007075	
CAPÍTULO 6	72
IMPACT OF HOURLY PRICES ON FUTURE WIND FARM CONTRACTS IN BRAZIL	
João Carlos De Oliveira Mello	
Cláudio Ferreira	
Lucas Soares	
André Castro	
Daniela Souza	
Evelina Neves	
DOI 10.22533/at.ed.6882007076	

CAPÍTULO 7	83
DESAFIOS ENCONTRADOS NA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE MONITORAMENTO CONTÍNUO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS NO COMPLEXO TERMELÉTRICO JORGE LACERDA	
Liliana Dutra dos Santos	
Rofferson Rosa Izidoro	
Daniel José Schmitz de Aguiar	
Fábio Silveira Costa	
Juceli Locks Junior	
DOI 10.22533/at.ed.6882007077	
CAPÍTULO 8	96
AVALIAÇÃO DE ESFORÇOS DINÂMICOS EM FUNÇÃO DA VARIAÇÃO DE PARÂMETROS ENVOLVIDOS NO CÁLCULO PARA ESTRUTURAS DE SUBESTAÇÕES	
Rafael Faria da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6882007078	
CAPÍTULO 9	108
ESTUDO E SIMULAÇÃO DE PROTEÇÃO DE ZONA MORTA EM SUBESTAÇÃO DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	
Rodrigo Niederauer da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6882007079	
CAPÍTULO 10	121
ELETROENCEFALÓGRAFO DE BAIXO CUSTO: CONCEITOS E PROJETO	
Vitor Nestro Rauffmann	
Pedro Bertemes Filho	
DOI 10.22533/at.ed.68820070710	
CAPÍTULO 11	135
FONTES DE CORRENTE EM TOMOGRAFIA DE IMPEDÂNCIA ELÉTRICA MULTIFREQUENCIAL: ESTADO DA ARTE	
Lucas Cordeiro Butzke	
Pedro Bertemes Filho	
DOI 10.22533/at.ed.68820070711	
CAPÍTULO 12	148
TEORIA E ESTUDOS DE APLICAÇÕES DA TRANSFORMADA FRACIONAL DE FOURIER	
Leonardo Audalio Ferreira do Nascimento	
Adailton Braga Júnior	
Beatriz Cristina Reis Cordeiro	
Marcelo Luiz de Carvalho Ribeiro	
Pierre Teixeira Rodrigues	
Petrus Luiz Luna Pequeno	
Antônio Carlos Duarte Ricciotti	
Viviane Barrozo da Silva Duarte Ricciotti	
DOI 10.22533/at.ed.68820070712	

CAPÍTULO 13	166
RELÉ INTELIGENTE BASEADO NA LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA DE 4 VALORES MULTIFUNCIONAL - RI LPA4V	
Viviane Barrozo da Silva Ghendy Cardoso Júnior Antonio Carlos Duarte Ricciotti Pierre Teixeira Rodrigues Marcelo Luiz De Carvalho Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.68820070713	
CAPÍTULO 14	179
OPEN SOURCE MODULAR DIDACTIC PLATFORM FOR POWER ELECTRONICS TEACHING	
Lucas Koleff Gustavo Soares Valentim Luciana da Costa Marques Victor Praxedes Rael Adrian D'Lucas Cardoso Gonçalves Wilson Komatsu Lourenço Matakas Junior	
DOI 10.22533/at.ed.68820070714	
CAPÍTULO 15	204
AUTOMAÇÃO DA CABINE DE LIMPEZA DE IMPRESSÃO 3D BINDER JETTING	
João Batista Machado Silva Leonardo Bevilaqua dos Santos Lucas Leandro Gomes Mariana Silva do Nascimento Gonçalves Vinícius de Moares Barboza Rogério Luis Spagnolo da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.68820070715	
CAPÍTULO 16	218
USO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS PARA OBTENÇÃO DE UM SENSOR AR/COMBUSTÍVEL VIRTUAL APLICADO A UM MOTOR MONOCILÍNDRICO	
Leonardo Faure Nardini Paschoa Sergio Ribeiro Augusto	
DOI 10.22533/at.ed.68820070716	
CAPÍTULO 17	229
INVESTIGAÇÃO DOS MÉTODOS NORMATIVOS PARA O CÁLCULO E ESTIMAÇÃO DA TEMPERATURA DO TOPO DO ÓLEO EM TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA	
Daniel Carrijo Polonio Araujo Gabriel De Souza Pereira Gomes Mateus Batista De Moraes Rafael Prux Fehlberg	
DOI 10.22533/at.ed.68820070717	
CAPÍTULO 18	242
MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA COM A UTILIZAÇÃO DE MANTA TÉRMICA: ESTUDO DE CASO DE UMA INJETORA DE PEÇAS PLÁSTICAS	
Ivo Carlos Guarato Júnior Lúcio Rogério Júnior Antônio Manoel Batista da Silva Guilherme Henrique Alves	
DOI 10.22533/at.ed.68820070718	

CAPÍTULO 19	254
DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE UM SISTEMA PARA PESQUISA DE PRODUTOS DE SUPERMERCADO	
Marcelo Garcia Palma	
DOI 10.22533/at.ed.68820070719	
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	271
ÍNDICE REMISSIVO	272

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA COM A UTILIZAÇÃO DE MANTA TÉRMICA: ESTUDO DE CASO DE UMA INJETORA DE PEÇAS PLÁSTICAS

Data de aceite: 01/06/2020

Ivo Carlos Guarato Júnior

Universidade de Uberaba

Uberaba – Minas Gerais

Lúcio Rogério Júnior

Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Elétrica

Uberaba – Minas Gerais

Antônio Manoel Batista da Silva

Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Elétrica

Uberaba – Minas Gerais

Guilherme Henrique Alves

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Elétrica

Uberlândia – Minas Gerais

RESUMO: Este projeto consiste em um estudo sobre a eficiência energética em um setor de injeção de peças plásticas, onde foi proposto e implementado um sistema de proteção térmica capaz de reduzir as perdas de calor no aquecimento do canhão de injeção, além de propor uma melhor proteção ao operador, que fica exposto à radiação térmica quando próximo da máquina injetora. O sistema de proteção térmica consiste em uma manta térmica de fibra de vidro, que envolve todo o corpo do

canhão de injeção, oferecendo uniformidade no aquecimento. Após sua instalação, foram realizados dois testes, onde no primeiro teste foi feita uma comparação da radiação térmica emitida com e sem a aplicação da manta, a uma distância de aproximadamente um metro, onde fica o operador da máquina injetora, durante a produção. O Segundo teste faz uma análise da economia de energia elétrica teórica e real obtido com esse sistema durante 6 horas de trabalho e, por fim foi feita uma média do consumo mensal, para analisar a vantagem da implementação do sistema e o tempo de retorno do investimento.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência energética, Máquina Injetora, Proteção Térmica, Manta Térmica.

IMPROVING ENERGY EFFICIENCY WITH THE USE OF THERMAL BLANKET: CASE STUDY OF A PLASTIC PARTS INJECTOR

ABSTRACT: This project consists of a study on energy efficiency in a plastic parts injection sector, where a thermal protection system was proposed and implemented capable of reducing calorie losses in the heating of the injection gun, in addition to proposing better protection to the operator, who is exposed to thermal radiation

when close to the injection machine. The thermal protection system consists of a fiberglass thermal blanket, which surrounds the entire body of the injection gun, offering uniform heating. After its installation, two tests were carried out, where in the first test a comparison of the thermal radiation emitted with and without the application of the blanket was made, at a distance of approximately one meter, where the operator of the injection machine is, during production. The second test makes an analysis of the theoretical and real electricity savings obtained with this system during six hours of work and, finally, an average of the monthly consumption was made, to analyze the advantage of the system implementation and the return on investment.

KEYWORDS: Thermal Radiation, Injection Machine, Thermal Protection, Thermal Blanket.

1 | INTRODUÇÃO

Com o crescente consumo de energia elétrica nas indústrias, se torna importante aumentar a eficiência energética dos processos de produção. Dessa forma, um aumento da eficiência energética de máquinas e equipamentos industriais, se torna importante na perspectiva de sustentabilidade das atividades industriais, e conseqüentemente, refletindo no maior desenvolvimento do país (CAPELLI, 2013).

De acordo com Balanço Energético Nacional de 2018 (EPE, 2019), a globalização resultou no modo de integração mundial e acarretando no aumento da competição entre as empresas, refletindo na busca por uma maior produtividade de forma pontual, sendo fundamental, que esforços na pesquisa e desenvolvimento sejam realizados no intuito de se usar os recursos disponíveis (matéria prima, mão de obra, energia e capital), de forma racional, a fim de se atingir elevados níveis de produção com a maior produtividade, melhorando a eficiência dos processos.

De acordo com Santos (2013), as fontes de energia se tornaram cada vez mais essenciais, pois elas são imprescindíveis em todos os lugares como: setores industriais, residências, agricultura e até nos meios de transporte. Considerando dessa forma, a geração de energia pode ser classificada em fontes primárias e secundárias para cada setor da economia.

As fontes de energia primária são extraídas de recursos naturais, podendo ser de duas formas básicas, as renováveis (a energia hidráulica dos rios ou marés, solares e eólicas) e não renováveis (o petróleo, gás natural, combustíveis radioativos e carvão mineral). Já as fontes de energia secundárias são obtidas através de um processamento de conversão, que resulta na transformação de um ou mais tipos de energias primárias como: Calor, movimento e a elétrica (SANTOS, 2013).

Dentre essas fontes de energias citadas, destaca-se a energia elétrica, pela sua facilidade e eficiência no processo de transmissão a longas distâncias através de linhas condutoras, e a sua indispensável importância nos processos industriais em geral.

Sua utilização influencia diretamente no custo do processo e no valor final do produto (CAPELLI, 2013).

Como a eficiência energética é uma ferramenta aplicada na redução das perdas de energia ao longo do processo produtivo, a sua utilização ocasiona a redução dos custos, portanto seu emprego no setor industrial implicará em ganhos, refletindo numa maior produtividade e em lucros maiores (FILIPPO FILHO, 2018).

Conforme a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2019), pelo menos 37,7 % da energia elétrica do Brasil é utilizada por indústrias. Incluindo a indústria de plástico que também está entre as que mais utilizam esse recurso energético nos processos de produção.

Diversos estudos já foram realizados com objetivo de aumentar a eficiência energéticas de máquinas e equipamentos, como é o caso de Ferreira (2016) que realizou um estudo de caso de duas máquinas de injeção de plástico com a intenção de reduzir o consumo energia. Por meio da instalação de mantas térmicas no sistema de aquecimento do cilindro de injeção, foi verificada a diminuição de aproximadamente 45% da potência térmica dissipada para o ambiente.

A utilização de mantas térmicas isolantes, pode ser uma ótima solução para isolação de partes quentes de máquinas injetoras. A manta térmica é um material de fácil instalação, pois se adapta ao formato de partes aquecidas do processo, impedindo que calores provenientes de um meio passe para outro meio que se deseja isolar. Isso pode ser feito com aplicação de um material de baixa condutividade térmica que diminua sensivelmente a propagação do calor (CUNHA e NEUMANN, 1979).

Em consonância com essas premissas, o objetivo desse projeto é analisar as vantagens da implementação de um sistema de proteção térmica em um sistema de injeção, onde este deverá proporcionar um aumento considerável na eficiência do consumo de energia, além da diminuição da radiação térmica emitida pelo sistema de aquecimento do canhão.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para os ensaios de teste, foi utilizado uma injetora de plásticos da marca Romi, modelo PRIMAX 600R. A linha primax R é uma versão hidráulica, com bomba de vazão variável e um inversor de frequência para controle. As partes mecânicas principais da injetora são compostas por (ROMI, 2019):

- Conjunto de fechamento de molde: composto por uma placa móvel, uma placa fixa e a coluna, que são hastes que servem como guia das placas. Nesse tipo de sistema, a placa que recebe o plástico do sistema de injeção é a placa fixa, e a parte do molde e da extração fica na parte móvel. Durante a injeção, o molde se fecha e precisa estar bem travado, mantendo as duas faces do molde bem encostadas, para não ocorrer vazamento de material e não criar rebarbas na peça.

- **Conjunto de injeção:** a injeção do material é feita por uma rosca helicoidal, que gira empurrando o material até o bico de injeção. Cada ciclo de injeção pode confeccionar uma ou mais peças, o que dependerá do tipo de molde utilizado.
- **Extração:** conjunto de hastes que fazem um movimento de avanço e recuo, responsáveis pelo desprendimento da peça no molde. Após o ciclo de injeção, a peça moldada é liberada com a abertura do molde e o acionamento da extração, que faz com que a peça caia na calha de saída.

As partes elétricas principais da injetora são compostas pelos itens a seguir:

- **Bomba hidráulica:** composta por um motor que aciona uma ou mais bombas hidráulicas, responsável pela pressão e vazão de óleo, que realiza os movimentos principais da máquina como abertura e fechamento do molde, injeção de material e movimento da extração.
- **Sistema de aquecimento do canhão:** composto por resistências do tipo coleira, que envolvem todo o corpo do canhão, geralmente separados por 5 zonas de aquecimento que são aquecidas e controladas independentemente. Cada zona possui um termopar que monitora a temperatura do local. Relés de estado sólido são responsáveis pelo controle dessa temperatura, pois são eles que recebem o sinal de controle do CLP (Controlador Lógico Programável) de 24V, e enviam um sinal resultante de tensão alternada para as resistências.
- **CLP:** Responsável pela execução do programa automático da máquina injetora e do controle PID (Controlador proporcional integral derivativo), do sistema de aquecimento, trabalha de acordo com os sinais recebidos pelos micros e sensores existentes na injetora.
- **IHM:** Interface homem máquina, ela é responsável pela comunicação entre o operador e o CLP, onde o operador pode ajustar e monitorar funções como controle de temperatura e pressão hidráulica, tempo de atuação de cada ciclo, sinais de I/O (sinal de input e output), comprimento de abertura e fechamento de molde e de extração.
- **Sistema de aquecimento de molde:** composto por resistências alocadas internamente no molde, separadas por zonas de aquecimento que são controladas por placas modulares de controle PID. Essas placas são montadas em um módulo de controle que fica na parte externa da máquina, fora do molde. Sua função é manter o material no estado líquido, desde o bico do canhão de injeção até o canal de entrada na cavidade do molde. A figura 1 mostra a injetora utilizada nos testes.

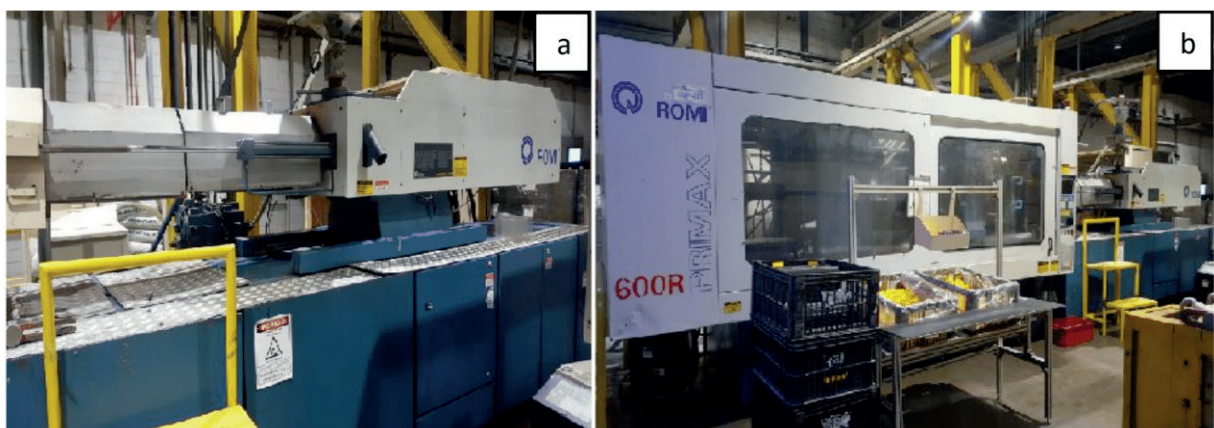


Figura 1. Injetora Romi PRIMAX 600R (a) Canhão de aquecimento (b) Cabine de injeção

Na injetora Primax 600R, foi implementado um sistema de proteção térmica, utilizando mantas térmicas com isolamento de fibra de vidro, tecido de sílica, sendo fibra cerâmica com silicone e com fivelas de aperto de aço cromado. O uso da manta térmica reduz os custos com energia elétrica, prolongando a vida útil das resistências elétricas da máquina e proporcionando mais segurança para o operador da máquina (CASA DAS RESISTÊNCIAS, 2019).

As mantas foram montadas em torno de todo o canhão de aquecimento da máquina injetora, fazendo uma isolamento térmica que mantém o canhão aquecido por mais tempo, evitando que as resistências fiquem ligadas durante todo o tempo, para manter a temperatura de set point estabelecida. A manta oferece uma proteção extra para o operador da máquina, pois ela protege contra queimaduras por contato direto e diminui a temperatura de radiação.

Segundo a Casa das resistências (2019), as mantas térmicas geram uma economia de até 40% de energia elétrica e aumenta a vida útil dos aquecedores industriais em até 3 vezes. A manta suporta uma temperatura máxima de 500°C, sem alterar suas características. A figura 2 mostra a manta térmica montada no canhão da máquina injetora.

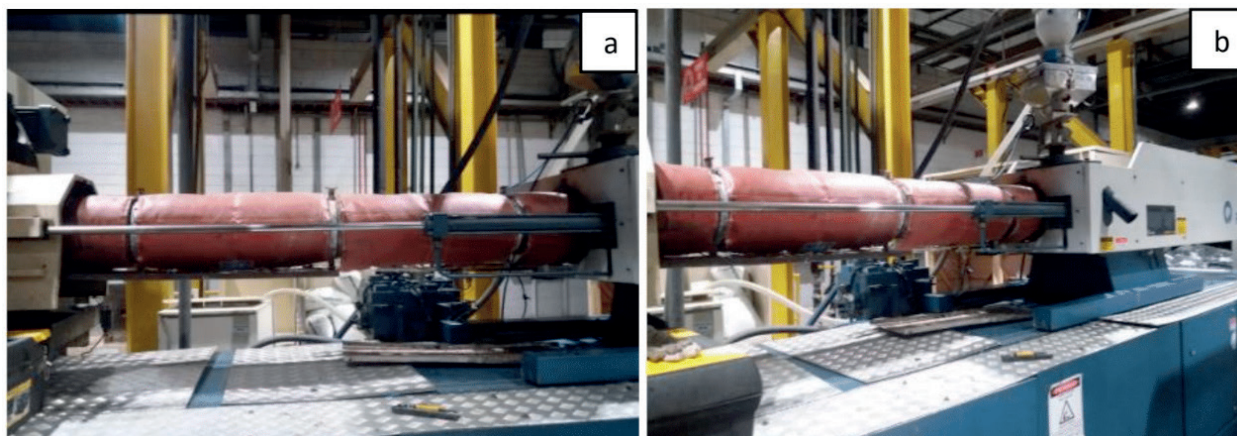


Figura 2. Manta térmica (a) Vista lateral do canhão (b) Vista em lateral em ângulo

O canhão da injetora é dividido em 5 zonas de aquecimento, em todas as zonas foi estabelecido um set point de 200°C, mantendo a mesma temperatura em todo o corpo do canhão para realização dos testes. O primeiro teste realizado compara a radiação térmica emitida pelo canhão com e sem a utilização da manta térmica, a uma distância de 1 metro, onde fica o operador da máquina durante a produção.

Para os testes de comparação de radiação térmica foi utilizado uma câmera termográfica da marca FLIR, modelo E50. Esta câmera é capaz de registrar imagens térmicas que detectam diferenças de temperaturas, atualmente a ferramenta mais utilizada em manutenções preditivas em indústrias (FLIR, 2019). A figura 3 mostra a

câmera utilizada para registrar as fotos digitais e de análise de termografia.

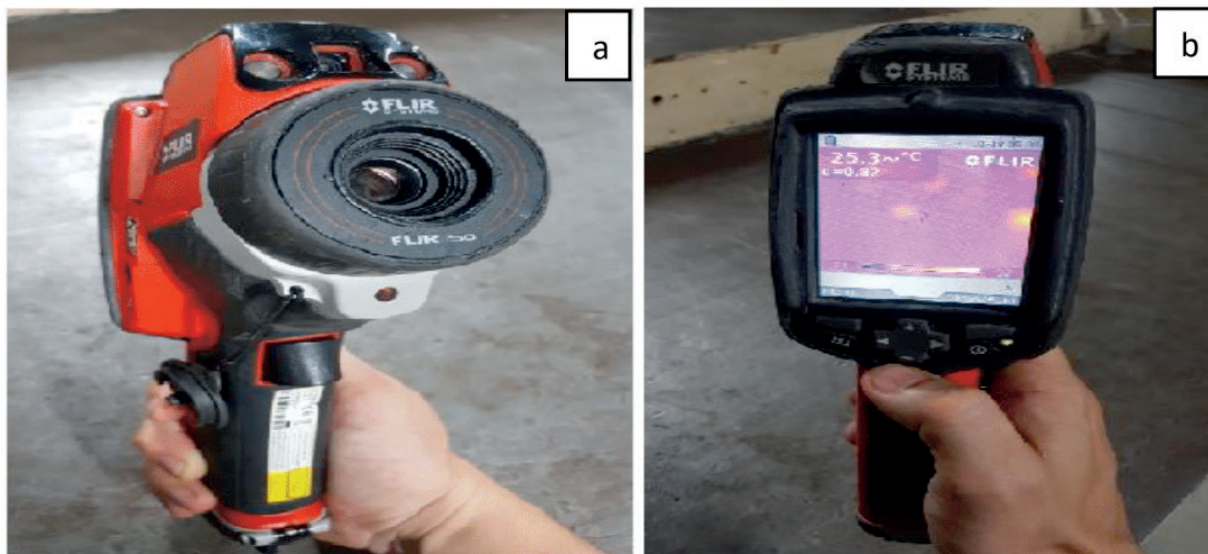


Figura 3. Câmera termográfica FLIR E50 (a) Vista da lente térmica (b) Vista do visor gráfico

O Segundo teste faz uma análise da economia de energia elétrica teórica e real obtido com esse sistema durante 5 horas e 20 minutos de trabalho. Para medir o consumo do teste foi utilizado um instrumento analisador de energia da marca Minipa, modelo ET-5061C.

O instrumento analisa os diversos parâmetros da energia elétrica em ambientes industriais, comerciais e residências, possibilita a exibição instantânea de medição de tensão, corrente, potência ativa, reativa e aparente, além de funcionar como um osciloscópio que gera gráficos dessas variáveis medidas. Os dados das medições podem ser salvos no armazenamento de dados em sua memória interna ou através de um dispositivo de armazenamento removível (MINIPA, 2019). A Figura 4 mostra o instrumento utilizado na análise de energia.

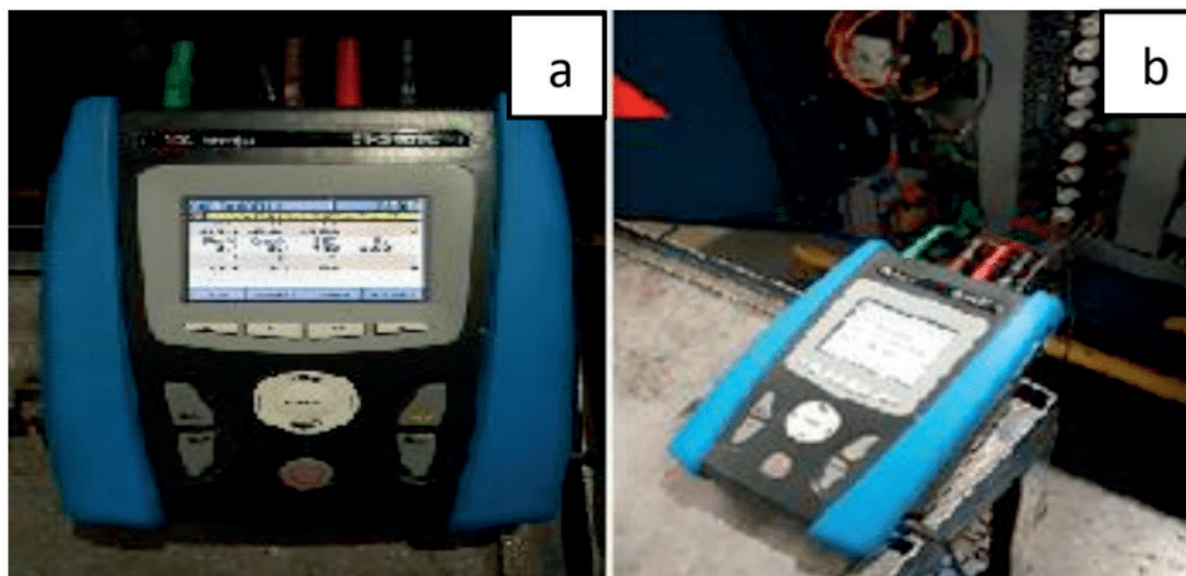


Figura 4. Analisador de energia Minipa ET-5061C (a) Vista (b) Vista

3 | RESULTADOS

O primeiro teste referente à análise termográfica demonstra a importância da manta térmica para proteção por contatos diretos na superfície quente do canhão de injeção e a proteção do operador exposto à radiação. O resultado foi satisfatório, pois o sistema de proteção térmica possibilitou uma redução de temperatura em torno de 50%, se comparado com a temperatura antes da implementação do sistema. As figuras 5 e 6 mostram os resultados das análises feitas pela câmera termográfica FLIR E50 no primeiro ponto de inspeção.

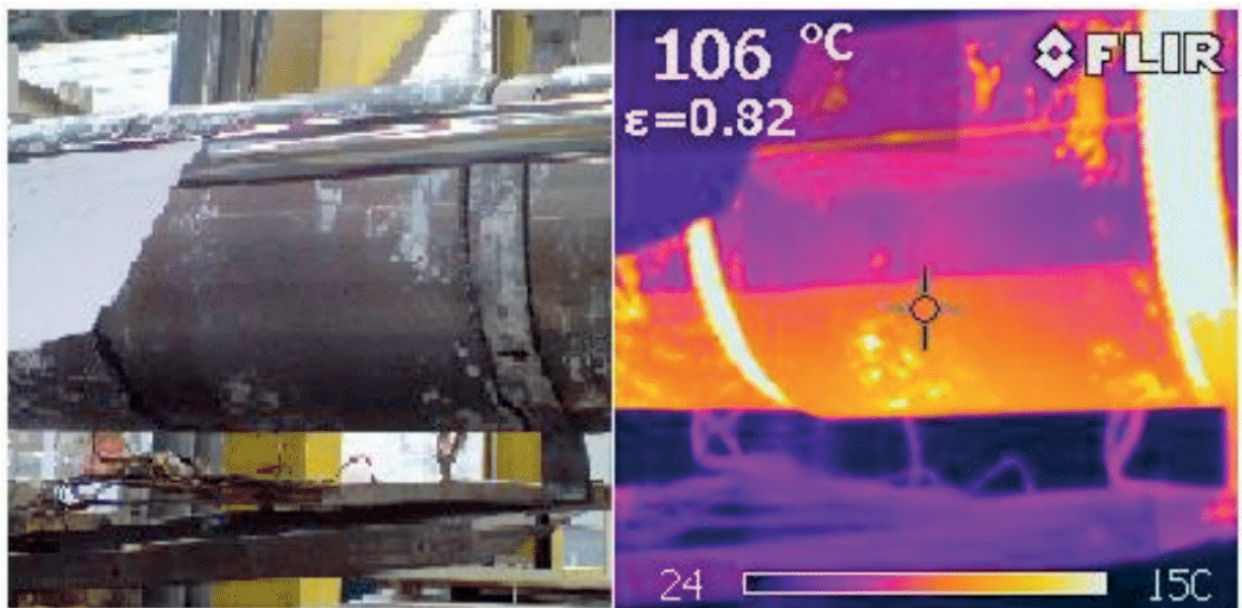


Figura 5. Análise termográfica do ponto 1 – Canhão sem o revestimento da manta térmica

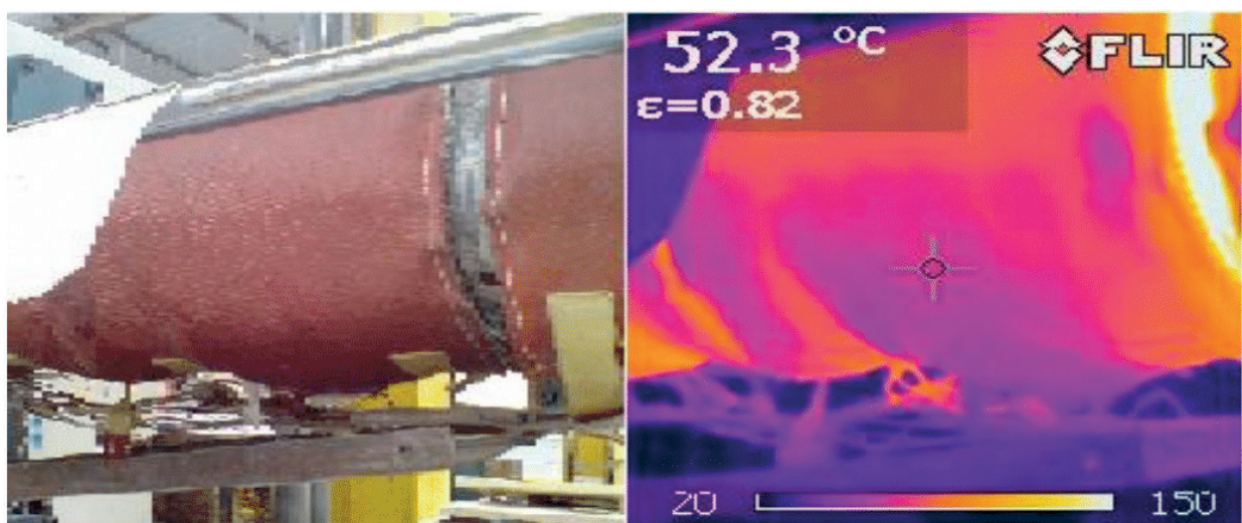


Figura 6. Análise termográfica do ponto 1 – Canhão com o revestimento da manta térmica

As figuras 7 e 8 mostram os resultados das análises feitas pela câmera termográfica FLIR E50 no segundo ponto de inspeção, com isolamento térmico e sem o uso da manta

térmica.

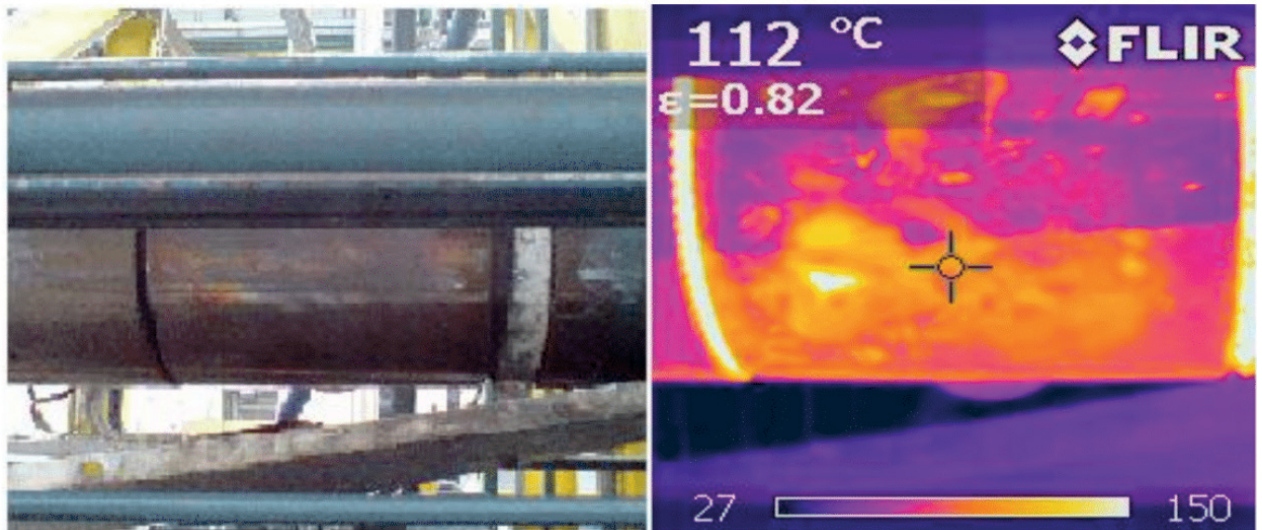


Figura 7. Análise termográfica do ponto 2 – Canhão sem o revestimento da manta térmica

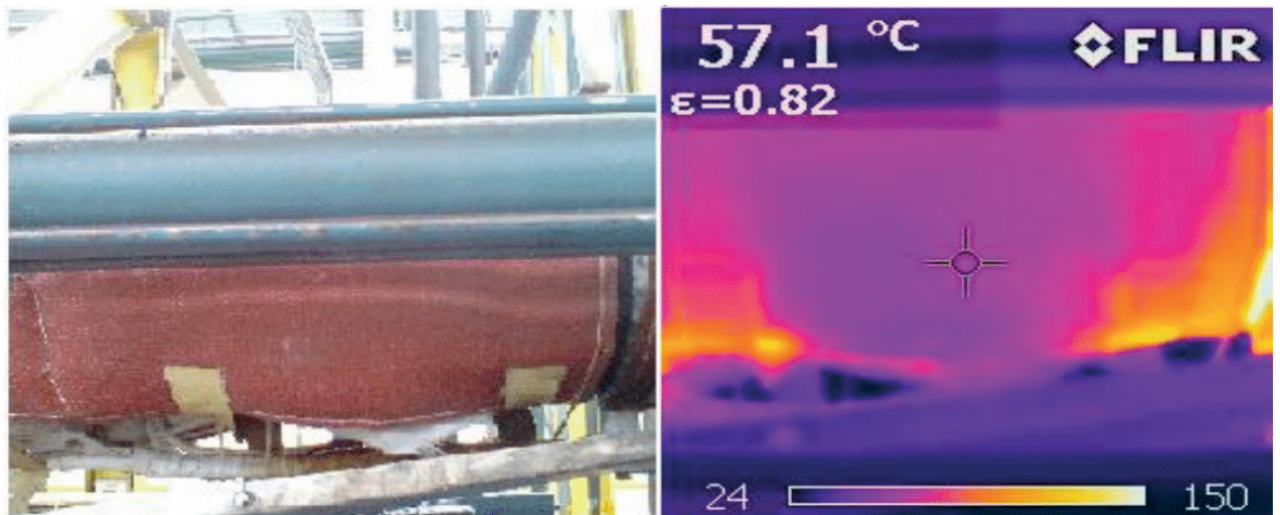


Figura 8. Análise termográfica do ponto 2 – Canhão com o revestimento da manta térmica

Uma análise comparativa entre os testes realizados foi efetuada para obter a porcentagem referente à diminuição da radiação térmica gerada pelo aquecimento do canhão em uma distância de 1 metro, local onde fica o operador da máquina durante o processo de injeção de peças. O percentual de diminuição da radiação térmica no ponto 1 pode ser encontrado pela equação 3.1:

$$RT = \left(\frac{\text{Temp1} - \text{Temp2}}{\text{Temp1}} \right) \times 100 \quad (3.1)$$

$$RT = \left(\frac{106 - 52,3}{106} \right) \times 100$$

$$RT = 50,66\%$$

O percentual de diminuição da radiação térmica no ponto 2 também pode ser

encontrado pela equação 3.1:

$$RT = \left(\frac{\text{Temp1} - \text{Temp2}}{\text{Temp1}} \right) \times 100 \quad (3.1)$$
$$RT = \left(\frac{112 - 57,1}{112} \right) \times 100$$
$$RT = 49,01\%$$

Utilizando-se do resultado dos cálculos, conclui-se que a instalação da manta térmica gera uma redução de temperatura de aproximadamente 50% em relação à temperatura da radiação gerada pelas resistências do canhão de injeção, realmente protegendo o operador contra queimaduras por contatos diretos acidentais e pela radiação térmica. Para a temperatura do teste foi estabelecido um set point de 200°C para todas as 5 zonas de aquecimento. O quadro 1 mostra os valores reais das temperaturas obtidas nos resultados dos experimentos.

	Ponto 1	Ponto 2
Temperatura ambiente	30°C	30°C
Temperatura desejada (Set point)	200°C	200°C
Temperatura sem manta	106°C	112°C
Temperatura com manta	52,3°C	57,1°C
Diminuição da radiação (%)	50,66%	49,01%

Quadro 1: Resultado das medições de radiação térmica

O segundo teste realizado referente à análise do consumo de energia demonstra a importância da instalação da manta térmica, para melhor eficiência energética no sistema de aquecimento do canhão. O resultado foi satisfatório, pois o sistema de proteção térmica possibilitou uma redução do consumo de energia de 28,74%, se comparado com o consumo sem a implementação do sistema. O quadro 2 mostra os resultados das medições das correntes por fase, medidos empregando o Analisador de energia Minipa ET-5061C.

Tempo (min)	Corrente medida sem manta (Amperes)			Corrente medida com manta (Amperes)		
	Fase R	Fase S	Fase T	Fase R	Fase S	Fase T
20	20,55	22,88	17,71	8,64	15,40	21,38
40	22,48	25,79	28,36	20,88	16,28	32,16
60	19,29	25,74	24,61	13,01	18,49	32,16
80	22,44	16,26	28,33	12,95	18,49	25,50
100	16,63	16,28	21,50	20,79	15,68	25,08
120	24,04	36,02	32,17	12,05	18,34	25,25
140	25,97	25,73	28,19	17,16	12,87	24,36
160	37,00	25,63	40,41	12,86	18,35	25,25
180	28,04	25,66	28,14	12,85	15,74	25,26
200	27,21	25,72	28,22	16,80	15,78	25,25
220	30,26	33,16	33,87	20,46	18,45	27,84
240	31,01	36,08	38,61	16,90	13,84	22,67
260	27,11	28,47	28,53	12,86	18,41	25,26
280	26,66	26,05	28,57	19,90	11,52	27,21
300	26,22	23,86	28,51	20,71	15,79	31,84
320	31,20	34,19	38,71	18,75	12,79	25,74
Média	26,01	26,72	29,65	16,10	14,87	26,39

Quadro 2: Resultado das medições de corrente elétrica por fase

Após a análise de 5 horas e 20 minutos de cada teste, foi feito um comparativo dos resultados para obter os cálculos de porcentagem real de economia de energia gerada pelo sistema de proteção térmica, através da média de potência consumida. Todos os valores obtidos no teste de energia foram gerados pelo analisador de energia Minipa ET-5061C, que foi montado diretamente na entrada da alimentação do sistema de aquecimento do canhão.

Nos resultados dos testes houve um desbalanceamento das fases devido ao fato de cada fase ser correspondente a uma zona de aquecimento, portanto nem todas as fases são utilizadas ao mesmo tempo, dependendo da temperatura de set point estabelecida.

Podemos encontrar o valor da potência média consumida da máquina injetora durante o período de teste, operando sem a manta térmica e com a manta de isolamento do canhão de aquecimento, utilizando a equação 3.2:

$$P_{\text{media (SM)}} = V_{\text{linha}} \times (I_{R\text{med}} + I_{S\text{med}} + I_{T\text{med}}) \quad (3.2)$$

$$P_{\text{media (SM)}} = 440 \times (26,01 + 26,76 + 29,65)$$

$$P_{\text{media (SM)}} = 36264,8W$$

$$P_{\text{media (CM)}} = V_{\text{linha}} \times (I_{R\text{med}} + I_{S\text{med}} + I_{T\text{med}}) \quad (3.2)$$

$$P_{\text{media (CM)}} = 440 \times (16,10 + 14,87 + 26,39)$$

$$P_{\text{media (CM)}} = 25238,4W$$

Os resultados obtidos no segundo teste mostram uma economia de 30,41% de energia utilizando o sistema de proteção térmica, o que comprova a promessa de eficiência energética do fabricante, que estabelece uma economia de 20 a 40% de energia.

4 | DISCUSSÃO

Analisando os resultados obtidos, podemos observar a importância do estudo de métodos capazes de gerar economia e aumentar a eficiência de máquinas e equipamentos. O resultado de 30,41% é uma economia um tanto considerável e a diminuição da perda de calor para o ambiente torna esse sistema ideal para ambientes climatizados como o local onde a máquina usada nos testes está instalada.

Além da economia de energia proporcionada pelo sistema, a máquina pode ter sua partida mais rápida, pois a menor perda de temperatura diminui o tempo de aquecimento para alcançar a temperatura desejada (Set Point), resultando em maior produtividade da máquina e maior eficiência do equipamento.

O sistema também contribui diretamente para a economia de energia dos climatizadores do setor, pois com a menor troca de calor com o ambiente, por consequência os climatizadores trabalham irão operar em menores intervalos de tempo para manter a temperatura do ambiente industrial.

A manta térmica de fibra de vidro se mostrou eficiente na isolação do canhão de aquecimento, porém de acordo com Cunha e Neumann (1979), podemos utilizar outros materiais isolantes térmicos como a lã de rocha, poliestireno expandido, poliestireno extrudado, espuma de poliuretano, aglomerados de cortiça, entre outros.

O estudo comprova que é possível ter ganhos econômicos e ambientais com a implantação da eficiência energética, além de trazer para discussão da sociedade a cultura da conservação de energia, assunto este que deverá ser estudado com muita relevância pois seus benefícios são de grande proveito para toda a sociedade.

5 | CONCLUSÃO

Os resultados mostram que o sistema de proteção térmica é realmente eficiente, contribuindo para uma redução significativa no consumo de energia elétrica em 30,41% e diminuindo consideravelmente a radiação térmica liberada pelo processo de aquecimento do canhão de injeção, que teve a temperatura reduzida em aproximadamente 50% de seu valor real. Analisando as medições é possível afirmar que a redução energética está dentro da média fornecida pelo fabricante, que apresenta valores de economia entre 20 e 40%, respectivamente.

Após ser analisada na prática a real economia de energia que esse sistema proporciona, torna-se interessante a ideia de investir em outras máquinas injetoras, pois

a empresa possui várias delas que ainda não possuem esse equipamento montado nos sistemas de aquecimento.

REFERÊNCIAS

CAPELLI, A. Energia Elétrica: Qualidade e eficiência para aplicações industriais, 1. Ed. São Paulo: Editora Érica, 2013. 272 p.

CASA DAS RESISTÊNCIAS – Manta térmica. Disponível em:

<<https://casadasresistencias.com.br/manta-termica.html>> Acesso em: 21 nov. 2019.

CUNHA, A. G.; NEUMANN, W. Manual de impermeabilização e isolamento térmico, 2. Ed. Chapecó: Editora Argus, 1979. 156 p.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Balanço energético nacional. 2019 Disponível em: < <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoesdados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2019> >. Acesso em: 18 nov. 2019.

FERREIRA, C. M. A. Estudo energético de uma máquina de injeção de plástico. Dissertação de Mestrado, Porto, Portugal, 2016.

FILIPPO FILHO, G. Gestão da energia: Fundamentos e aplicações, 1. Ed. São Paulo: Editora Érica, 2018. 224 p.

FLIR – Câmera Termográfica – FLIR E50. Manual do usuário. Disponível em: <<https://www.manualslib.com/products/Flir-E50-8752828.html>> Acesso em: 26 nov. 2019.

MINIPA – Analisador de energia ET-5061C – Catálogo técnico. Disponível em:

< http://www.minipa.com.br/images/proposta_tecnica/ET-5061C-1303-BR.compressed.pdf> Acesso em: 26 nov. 2019.

ROMI – Máquinas injetora para Plástico. Balanço energético nacional. Disponível em: < <http://www.romi.com/produtos/linhas-primax-e-velox/>>. Acesso em: 22 nov. 2019.

SANTOS, M. A. Fontes de energia nova e renovável, 1. Ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2013. 200 p.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Automação 10, 64, 94, 120, 133, 165, 204, 216, 256

C

Compulsória 1, 12

Confiabilidade 2, 18, 43, 45, 47, 94, 95, 133, 163, 166, 167, 173, 176

E

Eficiência energética 10, 242, 243, 244, 250, 252

Energética 10, 1, 2, 3, 8, 13, 37, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 58, 59, 242, 243, 244, 250, 252, 253

G

Geração 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 36, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 55, 56, 57, 59, 61, 64, 67, 83, 166, 167, 168, 173, 177, 243, 256

Geração distribuída 28, 31, 42, 45, 166, 173, 177

Grau 1, 4, 5, 10, 30, 32, 65, 66, 137, 162, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 263

I

Ilhamento 149, 150, 161, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177

Impressão 3D 10, 204, 206

Intermitência 2, 8, 15, 16, 17, 31, 40, 43, 45, 47, 49, 50

J

Jateamento 204, 207, 212, 213, 217

M

Manta térmica 10, 242, 244, 246, 248, 249, 250, 251, 252, 253

Máquina injetora 242, 245, 246, 251

Matriz de energia elétrica brasileira 8, 1, 2

N

Novas fontes 2, 43, 49

O

Oferta 1, 3, 8, 9, 10, 16, 29, 44, 45, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 57, 59, 167, 255

P

Paraconsistente 10, 166, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 178

Pesquisa 7, 11, 6, 13, 37, 42, 44, 106, 120, 165, 204, 243, 244, 253, 254, 255, 256

Processamento 129, 130, 132, 133, 134, 137, 149, 150, 161, 163, 164, 165, 177, 243, 259, 261

Produtos 11, 44, 50, 206, 253, 254, 255, 256, 264, 265, 266

Proteção 9, 24, 29, 30, 34, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 118, 119, 120, 166, 167, 172, 177, 231, 241, 242, 244, 246, 248, 250, 251, 252

Proteção térmica 242, 244, 246, 248, 250, 251, 252

R

Rede neural 166, 169, 173, 175, 176, 219, 220, 223, 224

Regularização 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 220, 225

Relé inteligente 10, 166, 168, 169, 171, 174, 175

S

Sazonalidade 1, 2, 5, 8, 9, 10, 29

Segurança 8, 5, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 23, 25, 26, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 59, 88, 91, 92, 93, 94, 138, 166, 167, 171, 217, 231, 246

Sinais 11, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 148, 149, 150, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 168, 169, 172, 174, 175, 214, 245

Supermercado 11, 254, 255, 256, 268

T

Térmica 10, 1, 4, 8, 10, 11, 12, 21, 23, 44, 46, 47, 48, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 206, 230, 231, 232, 234, 242, 244, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253

Transformada de Fourier 149, 152

Transformada fracional de Fourier 9, 148, 149, 150, 157, 159, 161, 165

 **Atena**
Editora

2 0 2 0