



A Importância da Energia Solar para o Desenvolvimento Sustentável

**Jaqueline Oliveira Rezende
(Organizadora)**

Jaqueline Oliveira Rezende
(Organizadora)

A Importância da Energia Solar para o Desenvolvimento Sustentável

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
134	<p>A importância da energia solar para o desenvolvimento sustentável [recurso eletrônico] / Organizadora Jaqueline Oliveira Rezende. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-616-4 DOI 10.22533/at.ed.003190309</p> <p>1. Energia – Fontes alternativas. 2. Energia solar. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Oliveira, Jaqueline Rezende.</p> <p style="text-align: right;">CDD 621.47</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A matéria-prima para a geração de energia elétrica, no cenário mundial, ainda é constituída predominantemente pelos combustíveis fósseis, os quais são compostos pelo gás natural, carvão mineral e petróleo. Segundo a Agência Internacional de Energia, em 2016, esses combustíveis foram responsáveis por 65,1% da matriz energética mundial. O emprego desses é notoriamente preocupante, pois são fontes finitas e causam elevados impactos ambientais, como a chuva ácida e a destruição da camada de ozônio, devido liberarem para a atmosfera gás carbônico durante seu processo de queima.

Dessa forma, a energia solar apresenta como principais características a utilização de uma matéria-prima inesgotável, o sol, e não causa impactos ao meio ambiente durante a conversão da energia solar em energia elétrica. Portanto, sendo o desenvolvimento sustentável caracterizado pela utilização dos recursos naturais necessários para o desenvolvimento de diversos setores, como o social, energético e econômico, sem comprometer esses recursos para atender as próximas gerações, a energia solar tem se consolidado como uma fonte de energia alternativa e renovável que contribuí para atender a demanda de eletricidade de modo sustentável.

Nesse contexto, esse *e-book* apresenta artigos que discorrem sobre as principais características da energia solar, destacando suas vantagens e desvantagens, aplicações e desenvolvimento dessa tecnologia no Brasil. Também são descritos estudos sobre a implementação de um sistema de geração de energia solar fotovoltaica e análise de um sistema em operação.

Em seguida, esse exemplar contempla estudos sobre a influência da associação de módulos fotovoltaicos e o sombreamento sobre esses sistemas, é apresentado uma pesquisa sobre um sistema fotovoltaico híbrido e são discutidos os fundamentos e validação de um sistema arrefecedor para usinas fotovoltaicas.

Além disso, são apresentados trabalhos que relatam as características da sujidade acumulada sobre módulos fotovoltaicos, o desenvolvimento de um *software* para projeto e simulação de sistemas solares e a geração de dados de irradiação solar nas condições brasileiras, imprescindíveis nos estudos sobre energia solar fotovoltaica.

Jaqueline Oliveira Rezende

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÕES	
Frank Wesley Rodrigues Kaique Rhuan de Azevedo Albuquerque Joel Adelaide Medeiros Jonathan Jefferson Pereira Moura Diego Henrique da Silva Cavalcanti Rafael Pereira de Medeiros Hugo Rojas Espinoza	
DOI 10.22533/at.ed.0031903091	
CAPÍTULO 2	10
ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO CENTRO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DA ARCELOR MITTAL TUBARÃO	
Bruna Machado Christ Stefanie Lievore Cruz Warley Teixeira Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.0031903092	
CAPÍTULO 3	22
ANÁLISE DE MERCADO DE TECNOLOGIA SOLAR FOTOTÉRMICA E PROPOSTA DE MODELO DE NEGÓCIO	
Ricardo Alberto Rodríguez-Carvajal Rafael García Gutierrez Paula C. Isiordia-Lachica Martín Picón Nuñez Jesús Hernández Ruíz German Eduardo Devora-Isiordia	
DOI 10.22533/at.ed.0031903093	
CAPÍTULO 4	36
ANÁLISES DE EFEITOS EXTERNOS SOBRE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS TAIS COMO ASSOCIAÇÃO E SOMBREAMENTO POR MEIO DO ATP	
Leonardo Rosenthal Caetano Silva Jaqueline Oliveira Rezende Geraldo Caixeta Guimarães Raul Vitor Arantes Monteiro	
DOI 10.22533/at.ed.0031903094	
CAPÍTULO 5	50
ANÁLISE 2E DE UM SISTEMA SOLAR PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA UTILIZANDO ÓPTICA ANIDÓLICA	
Eduardo González-Mora Eduardo Armando Rincón-Mejía	
DOI 10.22533/at.ed.0031903095	
CAPÍTULO 6	64
DISEÑO DE SISTEMAS HIBRIDOS FV-H ₂	
Fernando Gutiérrez-Martín	
DOI 10.22533/at.ed.0031903096	

CAPÍTULO 7	74
FUNDAMENTOS E MEIOS DE UNIDADE FOTOVOLTAICA ARREFECIDA CONTENDO ASPECTOS TÉCNICOS E GEOGRÁFICOS	
<ul style="list-style-type: none"> André Luiz Veiga Gimenes Pascoal Henrique da Costa Rigolin Angélica Luana Linhares Vinícius Oliveira da Silva Stefania Gomes Relva Miguel Edgar Morales Udaeta 	
DOI 10.22533/at.ed.0031903097	
CAPÍTULO 8	91
ACEPÇÃO E VALIDAÇÃO PROCEDIMENTAL DE SISTEMA ARREFECEDOR MODULAR PARA USINA FOTOVOLTAICA	
<ul style="list-style-type: none"> André Luiz Veiga Gimenes Pascoal Henrique da Costa Rigolin Angélica Luana Linhares Vinícius Oliveira da Silva Diego Biaseto Bernhard Miguel Edgar Morales Udaeta 	
DOI 10.22533/at.ed.0031903098	
CAPÍTULO 9	105
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA SUJIDADE DEPOSITADA SOBRE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS INSTALADOS EM ZONAS CLIMÁTICAS DE MINAS GERAIS	
<ul style="list-style-type: none"> Suellen Caroline Silva Costa Amanda Mello Faria Veloso Abreu Marcelo Machado Viana Pedro Paiva Brito Cristiana Brasil Maia Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz Lawrence Lee Kazmerski 	
DOI 10.22533/at.ed.0031903099	
CAPÍTULO 10	119
SIMVR-SOLAR: FERRAMENTA COMPUTACIONAL DE REALIDADE VIRTUAL PARA PROJETO E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	
<ul style="list-style-type: none"> Cleber Onofre Inácio Hugo Tavares Vieira Gouveia Ismael Humberto Ferreira dos Santos Luiz Fernando Almeida Fontenele Paulo Henrique Fernandes Ferreira Rodrigo Guido Araújo 	
DOI 10.22533/at.ed.00319030910	
CAPÍTULO 11	133
GERAÇÃO DE SÉRIES SINTÉTICAS DE IRRADIAÇÃO DIÁRIA PARA AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS BRASILEIRAS	
<ul style="list-style-type: none"> Cleber Onofre Inácio Hugo Tavares Vieira Gouveia Luiz Fernando Almeida Fontenele Paulo Henrique Fernandes Ferreira 	
DOI 10.22533/at.ed.00319030911	

CAPÍTULO 12 147

GERENCIAMENTO DE REDES DE ENERGIA INTELIGENTES (REI) EMPREGANDO ANÁLISE POR MODELO PREDITIVO ATRAVÉS DE REDES MODULARES EXPANSÍVEIS DE INSTRUMENTAÇÃO

Elói Fonseca

José Francisco Resende da Silva

Victor Hugo Paezane dos Anjos

Diego Henrique do Amaral

Gabriel de Souza Cordeiro

Naiara de Souza Lima

Bruna Malaguti

Felipe Emanuel Sales

DOI 10.22533/at.ed.00319030912

SOBRE A ORGANIZADORA 154

ÍNDICE REMISSIVO 155

GERENCIAMENTO DE REDES DE ENERGIA INTELIGENTES (REI) EMPREGANDO ANÁLISE POR MODELO PREDITIVO ATRAVÉS DE REDES MODULARES EXPANSÍVEIS DE INSTRUMENTAÇÃO

Elói Fonseca

Curso de Engenharia de Energia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Avenida dos Barrageiros 1881, Distrito de Primavera, 19274-000, (São Paulo) Brasil, eloi.fonseca@unesp.br

José Francisco Resende da Silva

Victor Hugo Paezane dos Anjos

Diego Henrique do Amaral

Gabriel de Souza Cordeiro

Naiara de Souza Lima

Bruna Malaguti

Felipe Emanuel Sales

RESUMO: Pesquisa visando o desenvolvimento de inovadoras metodologias de gerenciamento de redes inteligentes (*Smart Grid Management*) a partir da análise de modelo preditivo, em uma plataforma de testes com sistema híbrido de armazenamento de energia empregando banco de baterias de íon-lítio e armazenamento de energia em hidrogênio através de eletrólise em um sistema de geração renovável em microrede. O gerenciamento usando modelo preditivo é baseado em processamento de dados e controle a partir de uma rede modular e expansível de instrumentação empregando tecnologias com capacidade de extração de componentes permitindo assim implementar

metodologias de redução significativa das oscilações e anomalias decorrentes das interações em conexão em redes de energia.

PALAVRAS-CHAVE: Redes Inteligentes, Modelo Preditivo, Armazenamento de energia

ABSTRACT: Scientific research that aims the development of innovative Smart Grid Management methodologies using the predictive model analysis in a hybrid energy storage system employing lithium-ion battery bank and energy storage in hydrogen by electrolysis in a microgrid renewable generation system. The management using predictive model is supported by data processing and control using a modular and expandable instrumentation network of technologies with capability of component extraction that allows develops new methodologies for significant reduction of the oscillations and anomalies resulting of the connection interactions in networks power sources.

KEYWORDS: Smart Grids, Predictable Model, Energy Storage

DESCRIÇÃO

Atualmente a pesquisa de eficientes tecnologias em armazenamento de fontes de energia renovável (RES *renewable energy*

O sistema híbrido de armazenamento para fornecer capacidade de sustentação do fornecimento de energia pelo sistema da rede de geração consiste de:

- um banco de baterias de íon-lítio e
- sistema armazenamento de energia em hidrogênio através de eletrólise e reeletrificação por células combustível.

A estrutura operacional é apresentada na figura 2.

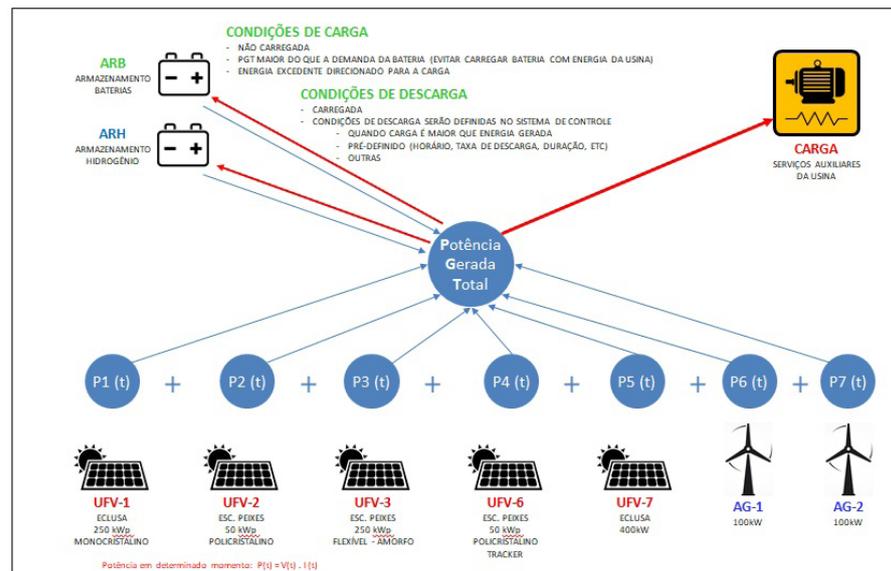


Figura 2: Controle operacional do armazenamento na Rede de Energia do Projeto

METODOLOGIA

Na análise preditiva dados históricos são empregados para previsão de eventos futuros através da representação por modelos matemáticos consistentes. Os modelos preditivos desenvolvidos serão testados com dados atualizados para previsão de comportamento e tomada de decisões de ações executadas para obter os melhores resultados. A análise preditiva permitirá assim desenvolver a análise prescritiva como o próximo objetivo pois a análise preditiva cria uma estimativa de tendencia de comportamento enquanto a análise prescritiva é um ramo da análise de dados que emprega modelos preditivos para sugerir ações a serem tomadas a fim de obter os melhores resultados (Markovic et al., 2015). O gerenciamento da rede de energia inteligente usando modelo preditivo será baseado em processamento de dados e controle a partir de uma rede modular e expansível de instrumentação empregando tecnologias com capacidade de extração de componentes através de análise por Processadores da família MSP430F67xxA para medidas de energia (Mesganaw, 2014), que permitem obter informações contínuas e detalhadas sobre parâmetros da geração, armazenamento e distribuição de cada segmento da rede, sendo estes dados organizados e armazenados em banco de dados relacional dedicado para suportar a

análise e processamento posterior. Os diagrama bloco dos sistemas de aquisição de dados com desenvolvimento de *firmware* de medidores inteligentes é apresentado na figura 3.

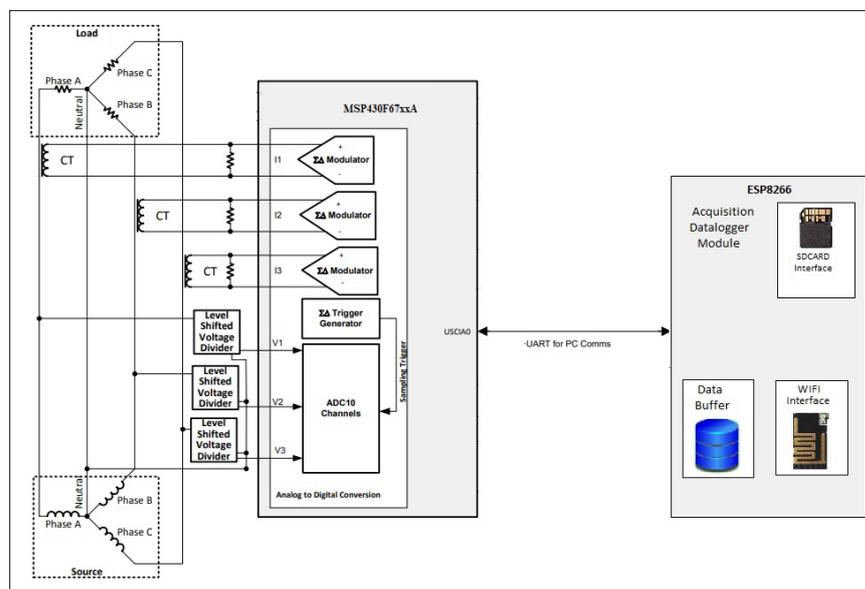


Figura 3: Estrutura em bloco dos medidores inteligentes.

Estes medidores incorporam a biblioteca de energia MSP430F67641A da Texas Instruments, que permite extrair parâmetros individuais por fase como V_{rms} , V_{pico} , I_{rms} , I_{pico} , P_{var} , P_{real} , Fator de Potência e tres métodos de cálculo de Distorção Harmônica Total (TDH_{IEC_F} , TDH_{IEC_E} e TDH_{IEEE}) em taxa de amostragem programável até 8096 amostras/segundo (Mesganaw, 2016) A compreensão da influencia de cada elemento constituinte da rede, fatores de variação e tipo de carga, interação entre fontes de geração distintas integradas em rede a partir dos dados adquiridos pela instrumentação permitirá desenvolver modelos matemáticos e estatísticos representativos comportamentais, como base para o desenvolvimento de inovadores mecanismos de controle ativo que permitam reduzir de forma significativa as oscilações e anomalias decorrentes das interações em conexão em redes de energia. O emprego de rede de instrumentação automatizada com tecnologias compatíveis com integração em rede na concepção de IoT (*Internet of Things*) em comunicação wireless, permitirá também o desenvolvimento de smart meters adaptados a aplicações de monitoramento e controle detalhado de microredes de energia renovável (TEXAS, 2016). Nestes medidores são empregadas para instrumentação de corrente bobinas de Rogowski (FREESCALE, 2011) (Megasnaw, 2014) tecnologia que apresenta vantagem sobre outros tipos de transformadores de corrente pelo emprego de núcleo de ar que ao contrário do núcleo de ferro apresenta uma baixa indutância permitindo assim resposta a rápidas variações de corrente elétrica. Outro fator relevante é a não saturação comum aos núcleos de ferro, sendo altamente linear mesmo quando submetido a elevadas intensidades de corrente típicas em aplicações em micro redes

de energia elétrica. Neste contexto, o sistema deverá permitir a aquisição de dados provenientes de instrumentação das plantas de geração, sistema de armazenamento e de distribuição de energia elétrica, para composição de dados em banco de dados relacional. As características desejáveis e as mandatórias das informações a serem obtidas através de monitoramento servem como regras de desenvolvimento seguidas nas fases posteriores do processo de desenvolvimento e implantação do Sistema de Gerenciamento do Banco de Dados Relacionais do projeto. A integração entre sistemas será abordada em linhas de requisitos, ações, metodologias e tecnologias a empregar para implementação do sistema de instrumentação completo. O modelo funcional do projeto do Sistema Gerenciador de banco de Dados do projeto está descrito em Blocos na figura 4. Será empregada para fins de descrição uma relação de entradas e saídas inerentes a cada processo individual e uma representação gráfica do processo.

a) Entradas:

- Comunicação com supervisor
- Comunicação com Inversores
- Comunicação com Smart Meters
- Comunicação com Sistema Hidrogênio
- Comunicação com Instrumentação Baterias Ion-Lítio
- Comunicação com Instrumentação Estação solarimétrica
- Comunicação com Instrumentação Estação anemométrica
- Comunicação com Sistemas de Comunicação

b) Saídas:

- Informações Alerta para Supervisor
- Informações para Sistema Gerenciador de Banco de Dados
- Sinais de Controle de Interfaces de Instrumentação
- Sinais de Controle de Interfaces de Comunicação de Dados

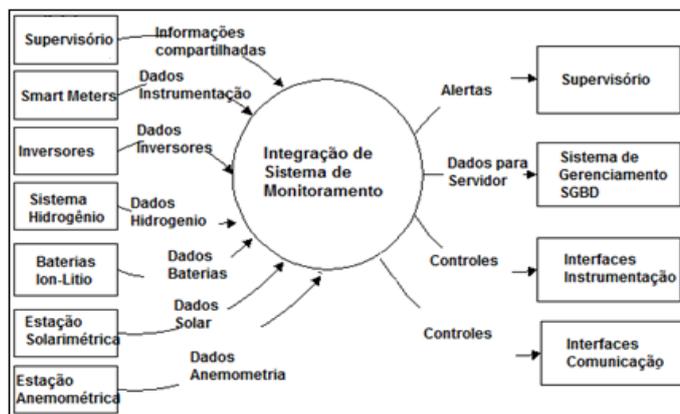


Figura 4 Descrição funcional Geral de Integração do Sistema de Instrumentação

A pesquisa empregando análise prescritiva, a partir dos modelos preditivos gerados depende de uma estrutura de supervisorio de monitoramento e controle robusto o suficiente para garantir o cumprimento dos requisitos de segurança e qualidade, com capacidade de automatização de processos e de controle dinâmicos que permitam realizar testes em procedimentos de avaliação dos modelos elaborados e extrapolação de resultados para realimentação do processo de pesquisa. O *backbone* do modelo proposto de supervisão e controle pode visto na figura 5.

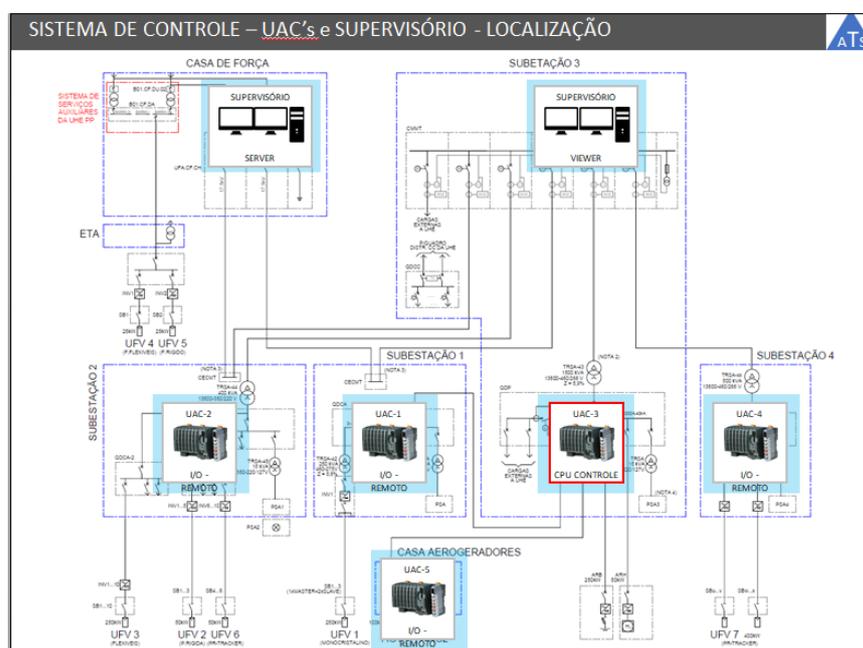


Figura 5 Descrição bloco do sistema de Supervisão e Controle

COMENTÁRIOS FINAIS

A pesquisa faz parte de uma estrutura que foi iniciada com a implantação de um parque fotovoltaico em projeto de chamada ANEEL anterior, sendo agora complementada com a abordagem do armazenamento e despacho de

energia. Os requisitos de qualidade e eficiência energética poderão ser verificados nos experimentos realizados e modelos comportamentais definidos para elaboração de modelos matemáticos representativos a partir da análise preditiva dos dados coletados. No contexto da crescente utilização de geração distribuída, microrredes de energia e disponibilidade de recursos com eficiência, espera-se colaborar com a geração de ferramentas a partir da análise preditiva para a análise prospectiva habilitando o desenvolvimento de sistemas de controle e monitoramento adequados aos perfil de expansão do emprego de energia renovável distribuída(Ribeiro, 2014). Será implantado um laboratório em cadeia reduzida no campus de Rosana da UNESP com aerogerador de 2,4kWp, planta solar de 3kWp sistema de armazenamento em hidrogênio por eletrolizador com célula combustível de 2,5kW e banco de baterias de 3kW para permitir a realização de ensaios e testes em cadeia reduzida com maior flexibilidade e agilidade. Esta estrutura de ensaios e coleta de dados em planta real e em cadeia reduzida laboratorial permitirá de forma mais concreta suportar adicionalmente pesquisadores em graduação e pós-graduação em pesquisas derivadas e executar treinamento de capacitação e operação de sistemas de energia renovável.

REFERÊNCIAS

- Choi, C.-S., Ian, J.I., Park, W.-K., Jeong, Y.-K. and Lee, I.-W. (2011) Proactive Energy Management System Architecture Interworking with Smart Grid. Proceedings of the IEEE 15th International Symposium on Consumer Electronics, Singapore, 1-4.
- FREESCALE SEMICONDUCTOR INC. (2011) MQX-Enabled MCF51EM256 Single-Phase Electricity Meter Reference Design Using the MCF51EM256, MC1322x and MMA7660FC, Rev. 0, disponível em http://www.nxp.com/files/32bit/doc/ref_manual/DRM121.pdf
- Frey, S., Disch, S., Reich, C., Knahl, M. and Clarke, N. (2015) Cloud Storage Prediction with Neural Networks. Proceedings of the Sixth International Conference on Cloud Computing, GRIDs, and Virtualization, Nice, 22-27 Março 2015, 68-72.
- Markovic, D.S., Zivkovic, D., Branovic, I., Popovic, R. and Cvetkovic, D. (2013) Smart Power Grid and Cloud Computing. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 24, 566-577. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.068>
- Mesganaw, M. (2016) TIDUB70A Total Harmonic Distortion Measurement For Energy Monitoring, TEXAS Instruments Technical Manual. disponível em www.ti.com/lit/ug/tidub70a/tidub70a.pdf
- Mesganaw, M., Venkat, K. (2014) Interfacing the MSP430AFE25x-Based Single-Phase E-Meter With a Host Processor, TEXAS Instruments.
- Ribeiro, P. F. et all (2014) Power systems signal processing for smart grids, John Wiley & Sons, ISBN-13: 978-1119991502.
- TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED (2016) The Internet of Things: Opportunities & Challenges, disponível em http://www.ti.com/ww/en/internet_of_things/pdf/14-09-17-IoTforCap.pdf

SOBRE A ORGANIZADORA

JAQUELINE OLIVEIRA REZENDE Possui graduação em Engenharia Elétrica, com certificado de estudos em Engenharia de Sistemas de Energia Elétrica e mestrado em Engenharia Elétrica, ambos pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Atualmente é aluna de doutorado em Engenharia Elétrica, no Núcleo de Dinâmica de Sistemas Elétricos, pela Universidade Federal de Uberlândia. Atuou como professora nos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação. Tem realizado pesquisas em Sistemas de Energia Elétrica, dedicando-se principalmente às seguintes áreas: Energia Solar Fotovoltaica; Curvas Características de Painéis Fotovoltaicos; Dinâmica de Sistemas Elétricos; Geração Distribuída; Simulação Computacional; Algoritmo Genético.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aplicações 1, 2, 20, 32, 49, 79, 83, 121, 122, 150

Armazenamento de energia 147, 148, 149

Associação de módulos 5, 36

ATP 36, 43, 44, 48

C

Caracterização da sujidade 105

Células Fotovoltaicas 36, 41, 42, 78, 148

Condições Meteorológicas 105, 107, 109, 111

CPC 50, 51, 53, 54, 55, 56, 61, 62

D

Desenvolvimento 1, 8, 12, 23, 24, 28, 31, 32, 33, 34, 74, 75, 76, 86, 88, 89, 91, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 102, 103, 104, 119, 121, 122, 123, 131, 133, 147, 148, 150, 151, 153

E

Efeitos externos 36, 37

Electrolisis 64, 65

Energia 2, 5, 8, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 40, 49, 50, 74, 75, 78, 79, 83, 86, 88, 89, 91, 92, 93, 95, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 118, 120, 121, 122, 130, 133, 134, 135, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154

Energia Fotovoltaica 4, 6, 7, 10, 36, 121

Energia Solar 2, 5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 19, 20, 22, 24, 25, 28, 32, 33, 34, 37, 38, 49, 74, 79, 88, 89, 91, 104, 134, 145, 146, 154

Energia Solar Fotovoltaica 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 19, 20, 24, 37, 49, 154

F

Fotovoltaico/Térmico 75, 86, 91

G

Geração distribuída 9, 36, 134, 148, 153

H

Hidrógeno 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72

I

Inovação Industrial 22

M

Matrizes de Markov 133
Modelo Preditivo 8, 147, 148, 149

P

Projeto de Sistema Fotovoltaico 119
Propriedade Intelectual 22, 31

R

Radiação Solar 2, 10, 11, 50, 75, 79, 83, 84, 92, 106, 112, 133, 134, 135, 137, 145
Realidade Virtual 119, 121, 132
Redes Inteligentes 147, 148

S

Séries Sintéticas 133, 135, 137, 138, 141, 142, 143, 144
SFV 74
Simulação computacional 44, 45, 119, 154
Sistema de arrefecimento de FV 91
Sistemas Fotovoltaicos 3, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 19, 20, 36, 37, 79, 105, 106, 108, 109, 111, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 131, 133, 135, 136
Sistemas Híbridos 64, 66, 72
Sombreamento 6, 10, 13, 15, 16, 19, 36, 41, 42, 46, 47, 119, 120, 122, 125, 126, 127, 128, 129

T

Tolokatsin 50, 51
Tratamento de águas residuais 50

U

UFV 74, 75, 76, 84, 85, 86, 91, 92, 93, 95, 100, 101, 102, 103

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-616-4



9 788572 476164