

EDITAL Nº 01/2022

**PROCESSO DE SELEÇÃO DE ALUNOS REGULARES PARA OS CURSOS DE
MESTRADO E DOUTORADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ – TURMA 2022.1**

ANEXO I - ÁREAS TEMÁTICAS

Linha de Pesquisa: AUTOMAÇÃO E CONTROLE

ÁREA TEMÁTICA 1		
Título	Sistemas de Controle com Aplicações na Indústria, Processos Biomédicos e Sistemas Elétricos	
Vagas	Mestrado: 1	Doutorado: 0
Palavras-chaves	Controle de Sistemas com Atraso; Controle de Sistemas Lineares com Parâmetros Variantes; Controle Preditivo; Identificação de Sistemas	
Descrição	<p>Estudo teórico e aplicado de estratégias de controle avançado voltadas para aplicações industriais visando o aumento do desempenho e eficiência. Dentro deste âmbito serão estudados modelos que representam uma variedade ampla dos processos industriais tais como modelos lineares, não lineares, monovariáveis, multivariáveis, com saturação nos atuadores e atraso de transporte. O problema de controle será contornado basicamente utilizando controladores baseados em preditores e controladores baseados em parâmetros variantes no tempo. No estudo serão considerados especificações de desempenho, robustez e/ou critérios econômicos. Do ponto de vista teórico se dará ênfase ao estudo da estabilidade utilizando métodos baseados no critério de estabilidade de Lyapunov e a abordagem de desigualdades matriciais lineares (LMI). Para consolidar os resultados teóricos serão utilizados um conjunto de processos industriais do Grupo de Pesquisa em Automação Controle e Robótica (https://gpar.ufc.br/) tais como incubadora neonatal, robôs móveis, planta de dessalinização por osmose reversa, máquina de relutância variável, geradores de indução duplamente alimentados, veículos aéreos não tripulados, quadcopteros, processos biomédicos, sistemas elétricos de potência, dentre outros processos.</p> <p style="text-align: center;"><u>CLIQUE AQUI PARA SABER MAIS SOBRE A LINHA DE PESQUISA</u></p>	
Abstract	<p>Theoretical and experimental study of advanced control strategies aimed at the increasing of performance and efficiency of industrial processes. Within this scope, models representing a wide variety of industrial processes will be studied, such as linear, non-linear, monovariable, multivariable models, with actuator saturation and transport delay. The control problem will be solved basically using controllers based on predictors and on time-varying parameters. The study will consider performance specifications, robustness, and economic criteria. From a theoretical point of view, emphasis will be placed on the study of stability using Lyapunov-based methods and linear matrix inequalities (LMI). To consolidate the theoretical results, a set of industrial processes from the Research Group on Control Automation and Robotics (https://gpar.ufc.br/) will be used, such as a neonatal incubator, mobile robots, reverse osmosis desalination plant, variable reluctance machine, double-fed induction generator, unmanned aerial vehicles, quadcopters, biomedical processes, electrical power systems, among other processes.</p>	
Referências	<p>[1] Lima, T. A. ; Almeida Filho, M. P.; Torrico, B. C. ; Nogueira, Fabricio Gonzalez ; Correia, W. B. . A practical solution for the control of time-delayed and delay-free systems with saturating actuators. European Journal Of Control, v. 1, p. 1-20, 2019.</p> <p>[2] Nogueira, F.G.; Barra Jr., W. ; Costa Junior, C. T. ; Lana, J. . LPV-based power system stabilizer: Identification, control and field tests. Control Engineering Practice, v. 72, p. 53-67, 2018.</p> <p>[3] Torrico, B. C; Almeida, M. P.; Lima, T. A.; Sá R. C.; Nogueira, F .G. Tuning of a dead-time compensator focusing on industrial processes. ISA transactions, v. 83, p. 189-198, 2018.</p> <p>[4] Normey-Rico, J. E.; Camacho, E. F. . Control of Dead-time Processes. 1. ed. Berlin: Springer,</p>	

	<p>2007. v. 1. 488p.</p> <p>[5] Mohammadpour, Javad, Scherer, Carsten W. , Control of Linear Parameter Varying Systems with Applications, Springer-Verlag New York, 2012.</p> <p>[6] J. Fernandez de Canete, C. Galindo, J Barbancho, A. Luque, Automatic Control Systems in Biomedical Engineering, Springer, 2018.</p> <p>[7] Hassan K. Khalil , Nonlinear Systems, Third Edition Prentice Hall, 2002.</p> <p>[8] Prabha Kundur, Power System Stability and Control, McGraw-Hill Education; 1st edition, 1994.</p>
--	--

ÁREA TEMÁTICA 2		
Título	Identificação e Controle aplicados à Estimulação Elétrica Neuromuscular em Malha Fechada	
Vagas	Mestrado: 2	Doutorado: 0
Palavras-chaves	Controle de Sistemas com Atraso; Controle de Sistemas Lineares com Parâmetros Variantes; Controle Preditivo; Identificação de Sistemas	
Descrição	<p>A estimulação elétrica funcional (FES) é uma técnica de neuromodulação não invasiva atuante por meio de impulsos elétricos aplicados aos músculos, gerando ativações artificiais em motoneurônios, amplamente utilizada na fisioterapia para reabilitação de doenças como acidente vascular cerebral (AVC), doença de Parkinson, epilepsia, síndrome de Tourette e transtorno obsessivo compulsivo. Essas contrações artificiais contribuem para o trofismo neuromuscular, vasomotor, intestinal, bexiga e funções sexuais. Os sistemas de controle do movimento humano baseados em FES têm demonstrado excelente desempenho em diferentes configurações experimentais, contribuindo para a melhoria do monitoramento das respostas aos estímulos e a diminuição de erros entre o estímulo e a resposta desejada. No entanto, ainda existe um número limitado de tais aplicações disponíveis hoje nos mercados mundiais, indicando baixo desempenho em cenários reais. Dessa forma, pretende-se direcionar os estudos em novos sistemas de controle avançado para lidar com o problema de controle biomédico via FES. O conjunto de equipamentos, instrumentação e lei de controle possibilitarão o movimento artificial em modelos computacionais de pessoas com deficiências a fim de reproduzir o comportamento do sistema fisiológico humano.</p> <p><u>CLIQUE AQUI PARA SABER MAIS SOBRE A LINHA DE PESQUISA</u></p>	
Abstract	<p>Functional electrical stimulation (FES) is a non-invasive neuromodulation technique acting through electrical impulses applied to muscles, generating artificial activations in motoneurons, widely used in physical therapy for rehabilitation of diseases such as stroke, Parkinson's disease, epilepsy, Tourette syndrome and obsessive-compulsive disorder. These artificial contractions contribute to neuromuscular, vasomotor, intestinal, bladder, and sexual functions. Human movement control systems based on FES have shown excellent performance in different experimental configurations, contributing to the improvement of monitoring of responses from activations and the reduction of errors between the output signal and the desired response. However, there are still a limited number of such applications available in the market today, indicating poor performance in real world scenarios. Thus, it is intended to direct studies on new advanced control systems to deal with the problem of biomedical control via FES. The set of equipment, instrumentation and control law will enable artificial movement in computational models of people with disabilities in order to reproduce the behavior of the human physiological system.</p>	
Referências	<p>[1] Z. Matjacić, K. Hunt, H. Gollee, and T. Sinkjaer. Control of posture with FES systems, Medical Engineering & Physics, Volume 25, Issue 1, January 2003, Pages 51-62.</p> <p>[2] BO, A. P. L.; FONSECA, L. O. da; SOUSA, A. C. C. de. Fes-induced co-activation of antagonist muscles for upper limb control and disturbance rejection. Medical engineering & physics, Elsevier, v. 38, n. 11, p. 1176–1184, 2016.</p> <p>[3] FODSTAD, H.; HARIZ, M. Electricity in the treatment of nervous system disease. Operative Neuromodulation, Springer, p. 11–19, 2007.</p>	

	<p>[4] HAMID, S.; HAYEK, R. Role of electrical stimulation for rehabilitation and regeneration after spinal cord injury: an overview. <i>European Spine Journal</i>, Springer, v. 17, n. 9, p. 1256–1269, 2008.</p> <p>[5] PAZ, Paulo; OLIVEIRA, Tiago Roux; PINO, Alexandre Visintainer; FONTANA, Ana Paula. Model-Free Neuromuscular Electrical Stimulation by Stochastic Extremum Seeking. <i>Ieee Transactions On Control Systems Technology</i>, -, v. 28, n. 1, p. 238-253, jan. 2020.</p> <p>[6] L. R. Sheffler and J. Chae, “Neuromuscular electrical stimulation in neurorehabilitation,” <i>Muscle Nerve</i>, vol. 35, no. 5, pp. 562–590, 2007.</p>
--	--

ÁREA TEMÁTICA 3		
Título	Técnicas de Inteligência Artificial em Sistemas de Energia Elétrica	
Vagas	Mestrado: 3	Doutorado: 3
Palavras-chaves	IA, IoT, Machine Learning, Deep Learning, Regressão, Predição, Energia renovável, Sistemas Elétricos.	
Descrição	<p>As técnicas de Inteligência Artificial (IA) apresentam alta capacidade no processamento e classificação de dados. Logo, utilizando estas técnicas avançadas combinadas com Internet das Coisas (Internet of Things –IoT), é possível realizar o processamento e análise em tempo real dos dados com o objetivo de prever eventos incomuns com antecedência. Desta forma, é possível auxiliar os operadores no monitoramento e gerenciamento de um determinado sistema em tempo real, evitando qualquer apagão severo, por exemplo. Outra aplicação de abordagens baseadas em IA é no monitoramento online do comportamento de sistemas elétricos com o objetivo de auxiliar gestores em suas tomadas de decisão, previsão e gerenciamento de redes de energia elétrica em grande escala. Outras aplicações de destaque são: reconfiguração baseada em inteligência artificial, detecção e prevenção de falhas, previsão (por exemplo, clima, energia de saída de turbina eólica e energia de saída de placas solares); e monitoramento (por exemplo, monitoramento de tensão, e o limite de velocidade do gerador) de redes de energia elétrica para redes / cidades inteligentes. No entanto, essas técnicas precisam de uma forte justificativa e investigação antes da adoção formal das grades, ou seja, novos modelos computacionais são necessários para melhorar a performance no reconhecimento de padrões de sistemas de energia elétrica.</p> <p><u>CLIQUE AQUI PARA SABER MAIS SOBRE A LINHA DE PESQUISA</u></p>	
Abstract	<p>Artificial Intelligence (AI) techniques have a high capacity for data processing and classification. Therefore, using these advanced techniques combined with the Internet of Things (IoT), it is possible to perform real-time processing and analysis of data in order to predict unusual events in advance. In this way, it is possible to assist operators in monitoring and managing a given system in real time, avoiding any severe blackout, for example. Another application of AI-based approaches is in online monitoring of the behavior of electrical systems in order to assist managers in their decision-making, forecasting and management of large-scale electrical energy networks. Other prominent applications are: artificial intelligence-based reconfiguration, fault detection and prevention, forecasting (eg weather, wind turbine output power, and solar plate output power); and monitoring (eg monitoring voltage, and generator speed limit) of power grids for smart grids / cities. However, these techniques need a strong justification and investigation before the formal adoption of grids, that is, new computational models are needed to improve the performance in pattern recognition of electric power systems.</p>	
Referências	<p>[1] Mosavi A, Salimi M, Faizollahzadeh Ardabili S, Rabczuk T, Shamshirband S, Varkonyi-Koczy A. State of the Art of Machine Learning Models in Energy Systems, a Systematic Review. <i>Energies</i> [Internet]. MDPI AG; 2019 Apr 4;12(7):1301. Available from: http://dx.doi.org/10.3390/en12071301</p> <p>[2] Kumbhar A, Dhawale PG, Kumbhar S, Patil U, Magdum P. A comprehensive review: Machine learning and its application in integrated power system. <i>Energy Reports</i> [Internet]. Elsevier BV; 2021 Nov;7:5467–74. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.egy.2021.08.133</p>	

	<p>[3] Hannan M, Al-Shetwi A, Begum R, Ker P, Mansor M, Rahman S, et al. Impact of Renewable Energy Utilization and Artificial Intelligence in Achieving Sustainable Development Goals. Research Square; 2021 Jan 20; Available from: http://dx.doi.org/10.21203/rs.3.rs-149026/v1</p> <p>[4] Duchesne L, Karangelos E, Wehenkel L. Recent Developments in Machine Learning for Energy Systems Reliability Management. Proceedings of the IEEE [Internet]. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE); 2020 Sep;108(9):1656–76. Available from: http://dx.doi.org/10.1109/jproc.2020.2988715</p> <p>[5] Cicirelli F, Gentile AF, Greco E, Guerrieri A, Spezzano G, Vinci A. An Energy Management System at the Edge based on Reinforcement Learning. 2020 IEEE/ACM 24th International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications (DS-RT) [Internet]. IEEE; 2020 Sep; Available from: http://dx.doi.org/10.1109/ds-rt50469.2020.9213697</p>
--	--

ÁREA TEMÁTICA 4		
Título	Análise de controladores aplicados a manipuladores industriais	
Vagas	Mestrado: 01	Doutorado: -
Palavras-chaves	MRAS, H2, Hinf, massa variável	
Descrição	<p>A aplicação de sistemas robóticos em processos industriais é tema discutido e implementado há décadas. Porém, ainda continua sendo bastante estudado no que diz respeito a variações de técnicas conhecidas. Entre esses assuntos estão o planejamento de trajetória, o seguimento de trajetória, as aplicações e o controle. Devido à natureza não-linear presente na modelagem de braços robóticos, o controle possui duas parcelas bem definidas: feedforward e feedback. O controle feedforward aplica de forma recursiva a equação de modelo mais conhecida como Newton-Euler Recursivo (RNE) em paralelo ao controle de feedback. Uma outra abordagem de controle é a técnica dinâmica inversa, que também depende do ajuste de um controlador de feedback. O controle feedback é tipicamente do tipo proporcional-derivativo (PD) aplicado a partir do erro de posição e de velocidade e desempenha papel de relevância em caso de incertezas paramétricas de modelo do braço robótico. Entre essas incertezas incluem-se a carga de massa variável aplicada ao elo terminal. Nesse contexto, este estudo tem o objetivo de avaliar o desempenho de controladores adaptativos e robustos aplicados à malha de feedback. Entre os controladores robustos destaca-se H2 e Hinf como controladores centralizados enquanto entre os adaptativos destaca-se a implementação de controladores MRAS descentralizados. Dessa forma, além da robustez no que diz respeito à massa variável ou incertezas paramétricas de modelo, pode-se avaliar o desempenho dos controladores quanto ao acoplamento entre os links. Baseado nos resultados de simulação, espera-se que os controladores deste estudo sejam implementados em braços reais de laboratório, com modelagem de pelo menos 3 graus de liberdade (3-DOF).</p> <p><u>CLIQUE AQUI PARA SABER MAIS SOBRE A LINHA DE PESQUISA</u></p>	
Abstract	<p>The application of the robotic system in industrial processes is a matter of discussion already implemented decades ago. Nevertheless, it is still under discussion w.r.t variations of its well-known techniques. Trajectory planning, trajectory tracking, and control applications are among these issues. Due to the nonlinear nature of the modeling, robot arms carry two parcels well defined: feedforward and feedback. Feedforward control recursively applies the model equation, better known as Recursive Newton-Euler (RNE), with the feedback control. Another approach is the inverse dynamics which also depends on the tuning of a feedback controller. The feedback controller is typically a proportional-derivative (PD) applied to the position and velocity errors. The feedback controller plays a relevant role in the parametric model uncertainties of the robot arm. These uncertainties include variable payload at the end-effector. Within this context, this research aims to evaluate the performance of adaptive and robust controllers in the feedback path. H2 and Hinf are highlighted as centralized and robust controllers, while MRAS is for decentralized ones. Therefore, robustness, w.r.t. the variable payload or parametric uncertainties as well as coupling between links, may be evaluated. Based on the simulation results, the controllers of this research are expected to be implemented in real lab robot arms of at least 3 degree-of-freedom (3-DOF).</p>	

Referências	<p>Dan Zhang, Bin Wei, A review on model reference adaptive control of robotic manipulators, Annual Reviews in Control, Volume 43, 2017, Pages 188-198, ISSN 1367-5788, https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2017.02.002.A.</p> <p>A. Müller, An O(n)-Algorithm for the Higher-Order Kinematics and Inverse Dynamics of Serial Manipulators Using Spatial Representation of Twists, IEEE Robotics and Automation Letters, Vol. 6, N° 2, Pages 397-404</p> <p>Corke, P. Robotics, Vision and Control – Fundamental Algorithm in Matlab, 2nd edition, 2017, Springer</p> <p>Buondonno, G., De Luca, A., A recursive Newton-Euler algorithm for robots with elastic joints and its application to control, 2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)</p> <p>M. Keppler, D. Lakatos, C. Ott and A. Albu-Schäffer, "Elastic Structure Preserving (ESP) Control for Compliantly Actuated Robots," in IEEE Transactions on Robotics, vol. 34, no. 2, pp. 317-335, April 2018, doi: 10.1109/TRO.2017.2776314.</p> <p>Dubowsky, S., and DesForges, D. T. (September 1, 1979). "The Application of Model-Referenced Adaptive Control to Robotic Manipulators." ASME. J. Dyn. Sys., Meas., Control. September 1979; 101(3): 193–200. https://doi.org/10.1115/1.3426424</p> <p>Gerasimos Rigatos, Pierluigi Siano, Guilherme Raffo, A nonlinear H-infinity control method for multi-DOF robotic manipulators, Nonlinear Dynamics, Volume 88, 2017, Pages 329-348, https://doi.org/10.1007/s11071-016-3245-8.</p>
-------------	--

Linha de Pesquisa: ELETRÔNICA DE POTÊNCIA E ACIONAMENTOS ELÉTRICOS

ÁREA TEMÁTICA 5		
Título	Veículos Elétricos	
Vagas	Mestrado: 3	Doutorado: 5
Palavras-chaves	Veículos elétricos; inversores; carregadores de bateria; GaN; SiC	
Descrição	<p>Clima extremo e falhas em mitigar e se adaptar às mudanças climáticas são as ameaças mais graves enfrentadas mundo, de acordo com o Fórum Econômico Mundial Relatório de riscos globais de 2019. O ano de 2018 nos lembrou que desastres relacionado ao clima, tais como, tempestades, incêndios e inundações - estão se tornando mais grave e acontecendo com mais frequência. Enquanto isso, o Painel Intergovernamental das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas emitiu um relatório especial sobre os impactos do aquecimento global da 1,5 ° C acima dos níveis pré-industriais, o que poderia desencadear mais eventos extremos.</p> <p>O crescente consenso de especialistas mostra que a eletrificação de usos finais de energia - transporte, aquecimento e refrigeração, indústria de processos, e outros - serão cruciais para alcançar as metas de redução emissão de carbono objetivos e mitigar as mudanças climáticas.</p> <p>Com essa visão o Grupo de Pesquisa Energia e Controle (GPEC/PPGEE) está incluído em um audacioso projeto de desenvolvimento de um veículo totalmente elétrico e autônomo https://globoplay.globo.com/v/9277635/</p> <p>Nosso objetivo é desenvolver soluções atrativa à indústria nacional. Contamos também com parcerias internacionais, como a com o NTRC/USA (National Transportation Research Center https://www.ornl.gov/facility/ntrc) e com as universidades francesas CentraleSupélec (https://www.centralesupelec.fr) e Central Lille (https://centraleslille.fr). Acrescentando mais oportunidades aos interessados em desenvolver projetos nessa área conosco de fazerem estágios nas instituições acima. Como por exemplo trabalhar com a equipe do GROVER (https://www.youtube.com/watch?v=Yugi0YxuBIU&feature=emb_logo).</p> <p>Além de trabalhar no próprio veículo, nosso grupo também atua na infraestrutura de carregamento das baterias. Em estações on-board e off-board. Estes últimos permitindo integras as fontes de energias renováveis ao sistema de carregamento dos carros, contribuindo ainda mais para a redução das emoções de carbono.</p> <p><u>CLIQUE AQUI PARA SABER MAIS SOBRE A LINHA DE PESQUISA</u></p>	
Abstract	<p>Extreme climate and failure to mitigate and adapt to climate change are the most serious threats facing the world, according to the World Economic Forum 2019 Global Risk Report. The year 2018 reminded us that climate-related disasters such as storms , fires and floods - are becoming more severe and happening more often. Meanwhile, the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change has issued a special report on the impacts of global warming from 1.5°C above pre-industrial levels, which could trigger more extreme events.</p> <p>The growing consensus of experts shows that the electrification of energy end-uses – transport, heating and cooling, industrial processes, and others – will be crucial to achieving carbon emission reduction targets and mitigating climate change.</p> <p>With this vision in mind, the Energy and Control Research Group (GPEC/PPGEE) is included in an audacious project to develop a fully electric and autonomous vehicle https://globoplay.globo.com/v/9277635/</p> <p>Our goal is to develop solutions that are attractive to the national industry. We also have international partnerships, such as with the NTRC/USA (National Transportation Research Center https://www.ornl.gov/facility/ntrc) and with the French universities CentraleSupélec (https://www.centralesupelec.fr) and Central Lille (https://centraleslille.fr). Adding more opportunities for those interested in developing projects in this area with us to do internships in the above institutions. Like for example working with the GROVER team (https://www.youtube.com/watch?v=Yugi0YxuBIU&feature=emb_logo).</p> <p>In addition to working on the vehicle itself, our group also works on the battery charging infrastructure. On-board and off-board stations. The latter allow you to integrate renewable energy sources into the car's charging system, further contributing to the reduction of carbon emotions.</p>	

Referências	<p>[1] K. S. Boutros, R. Chu and B. Hughes, "GaN power electronics for automotive application," 2012 IEEE Energytech, Cleveland, OH, 2012, pp. 1-4.</p> <p>[2] W. Weber, G. Deboy, W. Frank, O. Hellmund, A. Iberl and P. Leteinturier, "Energy saving by power electronics in household and automotive applications," Proceedings of the 17th International Conference Mixed Design of Integrated Circuits and Systems - MIXDES 2010, Warsaw, 2010, pp. 27-29.</p> <p>[3] A. Bousbaine and M. E. Author, "Development of a novel 5kW/42V intelligent converter for automotive applications," 6th IET International Conference on Power Electronics, Machines and Drives (PEMD 2012), Bristol, 2012, pp. 1-6.</p> <p>[4] C. Buttay, H. Morel, B. Allard, P. Lefranc and O. Brevet, "Model requirements for simulation of low-voltage MOSFET in automotive applications," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 21, no. 3, pp. 613-624, May 2006.</p> <p>[5] B. J. Baliga, "Future directions in semiconductor technology for automotive power electronics," Automotive Power Electronics, Dearborn, MI, USA, 1989, pp. 36-.</p> <p>[6] B. Dunn, "Power MOS automotive electronics," Automotive Power Electronics, Dearborn, MI, USA, 1989, pp. 30-35.</p> <p>[7] H. -. Schoner and P. Hille, "Automotive power electronics. New challenges for power electronics," 2000 IEEE 31st Annual Power Electronics Specialists Conference. Conference Proceedings (Cat. No.00CH37018), Galway, Ireland, 2000, pp. 6-11 vol.1.</p>
-------------	---

ÁREA TEMÁTICA 6		
Título	Carregadores de Baterias On-Board e Off-Board para Veículos Elétricos	
Vagas	Mestrado: 3	Doutorado: 3
Palavras-chave	Carregador de Bateria, Veículo Elétrico, Conversores CC/CC, On-Board, Off-Board.	
Descrição	<p>A linha de pesquisa investiga soluções topológicas e de controle das estruturas a serem estudadas e implementadas, visando o carregamento de veículos elétricos. Existem vários desafios a serem transpostos e o cenário favorável tem estimulado o interesse em se desenvolver conversores de potência do tipo on board e off board aplicados a veículos elétricos, bem como as formas de carregamento e tecnologias de semicondutores aplicados nessas estruturas visando uma maior eficiência. A proposta principal desta linha de pesquisa, é estudar, simular e montar protótipos de estruturas de conversores CC/CC isolados e/ou não isolados que atendam as normas e especificações vigentes no mercado, onde o grande desafio é a concepção de estruturas que se mostrem mais vantajosas em termos de esforços de corrente e tensão nos semicondutores, mais eficientes e menos volumosos e pesados que estruturas já existentes no mercado.</p>	
Abstract	<p>The research line investigates topological and control solutions for the structures to be studied and implemented, aiming at charging electric vehicles. There are several challenges to be overcome and the favorable scenario has stimulated interest in developing on-board and off-board power converters applied to electric vehicles, as well as ways of charging and semiconductor technologies applied in these structures, aiming at greater efficiency. The main purpose of this line of research is to study, simulate and assemble prototypes of insulated and/or non-insulated DC/DC converter structures that meet the standards and specifications of the market, where the great challenge is the design of structures that show themselves more advantageous in terms of current and voltage efforts in semiconductors, more efficient and less bulky and heavy than structures already on the market.</p>	
Referências	[1] M. A. H. Rafi and J. Bauman, "A Comprehensive Review of DC Fast-Charging Stations	

	<p>With Energy Storage: Architectures, Power Converters, and Analysis," in IEEE Transactions on Transportation Electrification, vol. 7, no. 2, pp. 345-368, June 2021, doi: 10.1109/TTE.2020.3015743.</p> <p>[2] E. Pool-Mazun, J. J. Sandoval, P. Enjeti and I. J. Pitel, "A Direct Switch-Mode Three-Phase AC to DC Rectifier with High-Frequency Isolation for Fast EV Battery Chargers," 2019 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC), 2019, pp. 573-580, doi: 10.1109/APEC.2019.8722237.</p> <p>[3] H. Wang and Z. Li, "A PWM LLC Type Resonant Converter Adapted to Wide Output Range in PEV Charging Applications," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 33, no. 5, pp. 3791-3801, May 2018, doi: 10.1109/TPEL.2017.2713815.</p> <p>[4] K. K. F. Yuen, Y. P. Chai and R. T. H. Li, "DC/DC Converter with an Integration of Phase-Shift and LLC for Wide Output Voltage Range," 2018 IEEE International Power Electronics and Application Conference and Exposition (PEAC), 2018, pp. 1-6, doi: 10.1109/PEAC.2018.8590481.</p> <p>[5] R. Kodoth, T. Harikrishnan, K. R. Bharath and P. Kanakasabapathy, "Design and Development of a Resonant Converter Adapted to Wide Output Range in EV Battery Chargers," 2018 3rd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT), 2018, pp. 1018-1023, doi: 10.1109/RTEICT42901.2018.9012426.</p> <p>[6] Q. Cao, Z. Li and H. Wang, "Wide Voltage Gain Range LLC DC/DC Topologies: State-of-the-Art," 2018 International Power Electronics Conference (IPEC-Niigata 2018 -ECCE Asia), 2018, pp. 100-107, doi: 10.23919/IPEC.2018.8507899.</p>
--	---

ÁREA TEMÁTICA 7		
Título	Fontes de Alimentação Usando Energias Renováveis	
Vagas	Mestrado: 3	Doutorado: 1
Palavras-chaves	Sistemas <i>Off-Grid</i> , Sistemas Híbridos e Sistemas <i>On-Grid</i>	
Descrição	<p>1. Sistemas Off-Grid: Os sistemas Off-Grid ou autônomos, tal como ilustrado na Fig. 1, são usados em regiões onde a rede elétrica da concessionária não chega. Na estrutura, são usadas somente as energias renováveis (fotovoltaica e eólio-elétrica), que alimentam diretamente a carga e armazenam em um banco de baterias. As peças chave do sistema são os conversores estáticos que servem para controlar o fluxo de potência entre as partes envolvidas. Opcionalmente pode ser incorporado um gerador usando energia fóssil, isso para aumentar a capacidade de backup de energia. Como temas de pesquisa estão: a concepção e projeto dos conversores estáticos de alto rendimento, projetos dos sistemas de controle, proteção e supervisão, e estudo da integração de todos os componentes.</p> <p>2. Sistemas Híbridos: No sistema híbrido são usadas como fontes de alimentação, as energias renováveis e a rede elétrica convencional. Neste caso se vislumbra dois cenários; o primeiro é o compartilhamento a tempo integral das energias renováveis e a energia vinda rede elétrica; e o segundo, é o uso parcial da rede elétrica somente para carregar as baterias. Os UPSs com adição de fonte de energia renovável, pertencem a este tipo de família. Como chances de pesquisa, vislumbram-se: o projeto dos conversores estáticos de alto rendimento, projetos dos sistemas de controle, proteção e supervisão, e o estudo da integração de todos os componentes.</p> <p>3. Sistemas On-Grid: Os sistemas On-Grid, enquanto tiver energia renovável suficiente,</p>	

	<p>alimentam ao consumidor e o excedente injetam na rede da concessionária, para logo ser usado como crédito nos períodos em que não há disponibilidade adequada da energia renovável. Neste tipo de sistema o medidor de energia é bidirecional, e que permite adicionar e subtrair o consumo de energia. As possibilidades de pesquisa são: concepção e projeto de inversores de alto rendimento, projetos dos sistemas de controle, proteção e supervisão; estudo de filtros de harmônicas de corrente, entre outros.</p>
Abstract	<p>1. Off-Grid Systems: Off-Grid or autonomous systems, as illustrated in Fig. 1, are used in regions where the utility grid does not reach. In the structure, only renewable energies are used (photovoltaic and wind-electric), which feed directly to the load and store in a battery bank. The key parts of the system are static converters that serve to control the power flow between the parties involved. Optionally, a generator can be incorporated using fossil energy, this to increase the energy backup capacity. Research topics include: the conception and design of high-performance static converters, design of control, protection and supervision systems, and study of the integration of all components.</p> <p>2. Hybrid Systems: In the hybrid system, renewable energies and the conventional electrical grid are used as power sources. In this case, two scenarios are envisaged; the first is full-time sharing of renewable energy and energy coming from the grid; and the second is the partial use of the electrical network only to charge the batteries. UPSs with addition of renewable energy source belong to this type of family. As research opportunities, there are: the design of high-performance static converters, design of control, protection and supervision systems, and the study of the integration of all components.</p> <p>3. On-Grid Systems: In the hybrid system, renewable energies and the conventional electrical grid are used as power sources. In this case, two scenarios are envisaged; the first is full-time sharing of renewable energy and energy coming from the grid; and the second is the partial use of the electrical network only to charge the batteries. UPSs with addition of renewable energy source belong to this type of family. The research opportunities, there are: the design of high-performance static converters, design of control, protection and supervision systems, and the study of the integration of all components.</p>
Referências	<p>[1] Henry Louie, " Off-Grid Electrical Systems in Developing Countries," Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018.</p> <p>[2] Bo Zhao, Caisheng Wang, Xuesong Zhang, " Grid-Integrated and Standalone Photovoltaic Distributed Generation Systems - Analysis, Design, and Control" John Wiley & Sons, Inc., 2018.</p> <p>[3] Weidong Xiao, "Photovoltaic Power System - Modeling, Design, and Control", John Wiley & Sons, 2017.</p> <p>[4] Qing-Chang Zhong, Tomas Hornik, " Control of Power Inverters in Renewable Energy and Smart Grid Integration", John Wiley & Sons Ltd., 2013.</p> <p>[5] Ali Keyhani, " Design of Smart Power Grid Renewable Energy Systems" , A John Wiley & Sons, Inc., 2011.</p> <p>[6] Hassan Bevrani, Bruno François, Toshifumi Ise, " Microgrid Dynamics and Control," John Wiley & Sons, Inc., 2017.</p> <p>[7] Imene Yahyaoui, " Advances in Renewable Energies and Power Technologies - Volume 1: Solar and Wind Energies", Elsevier Inc., 2018.</p> <p>[8] Peter D. Lund, John A. Byrne, Reinhard Haas, Damian Flynn, " Advances in Energy Systems - The Large-Scale Renewable Energy Integration Challenge", John Wiley & Sons Ltd, 2019.</p> <p>[9] Lingling Fan, " Control and Dynamics in Power Systems and Microgrids ", CRC Press, Taylor</p>

	<p>& Francis Group, 2017.</p> <p>[10] Haitham Abu-Rub, Mariusz Malinowski, Kamal Al-Haddad, " Power Electronics for Renewable Energy Systems, Transportation and Industrial Applications ", John Wiley & Sons Ltd, 2014.</p>
--	--

ÁREA TEMÁTICA 8		
Título	Microrredes com Integração de Recursos Energéticos Renováveis	
Vagas	Mestrado: 2	Doutorado: 0
Palavras-chaves	Droop control. Paralelismo de conversores. Microrrede CA. Controle descentralizado.	
Descrição	<p>Estudo de técnicas de controle de paralelismo de sistemas de geração distribuída sem interconexão física/comunicação entre dispositivos. Atualmente as microrredes inteligentes utilizam vários dispositivos de geração distribuída na sua concepção e operação. Estes dispositivos podem ser comumente plantas de geração fotovoltaica, solar ou térmicas. A ideia é que estes dispositivos possam ser conectados em qualquer parte da rede elétrica, pois nesta solução os sistemas de geração são descentralizados. Neste sentido, várias técnicas de controle destes sistemas são propostas na literatura para garantia do despacho adequado de potência, estabilidade do sistema e confiabilidade da rede. Um dos grandes desafios atuais é trabalhar com técnicas de controle que garantam estes requisitos bem como evitem a necessidade de interconexão física dos controladores destes dispositivos. Portanto, esta proposta visa estudar as técnicas existentes na literatura visando o aprimoramento ou uma nova solução sempre tendo como objetivo o melhor custo-benefício da solução final.</p> <p><u>CLIQUE AQUI PARA SABER MAIS SOBRE A LINHA DE PESQUISA</u></p>	
Abstract	<p>Proposal of Control Strategies for Distribution Generation Sources without Interconnection or Communication between the Devices. Nowadays, microgrids uses several distributed generation devices in their design and operation. These devices can commonly be photovoltaic, solar or thermal generation plants. The idea is that these devices can be connected to any part of the electrical network, as in this solution the generation systems are decentralized. In this sense, several control techniques for these systems are proposed in the literature to guarantee suitable power dispatch, system stability and network reliability. One of the greatest challenges today is to work with control techniques that guarantee these requirements as well as avoid the need for physical interconnection of controllers for these devices. Therefore, this proposal aims to study the existing techniques in the literature aiming at the improvement or a new solution, always aiming at the best cost-benefit of the final solution.</p>	
Referências	<p>[1] J. M. Guerrero, J. C. Vasquez, J. Matas, L. G. de Vicuna and M. Castilla, "Hierarchical Control of Droop-Controlled AC and DC Microgrids—A General Approach Toward Standardization," in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 58, no. 1, pp. 158-172, Jan. 2011.</p> <p>[2] J. M. Guerrero, M. Chandorkar, T. Lee and P. C. Loh, "Advanced Control Architectures for Intelligent Microgrids—Part I: Decentralized and Hierarchical Control," in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 60, no. 4, pp. 1254-1262, April 2013.</p> <p>[3] J. M. Guerrero, J. C. Vasquez, J. Matas, M. Castilla and L. Garcia de Vicuna, "Control Strategy for Flexible Microgrid Based on Parallel Line-Interactive UPS Systems," in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 56, no. 3, pp. 726-736, March 2009.</p> <p>[4] J. M. Guerrero, P. C. Loh, T. Lee and M. Chandorkar, "Advanced Control Architectures for Intelligent Microgrids—Part II: Power Quality, Energy Storage, and AC/DC Microgrids," in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 60, no. 4, pp. 1263-1270, April 2013.</p> <p>[5] J. C. Vasquez, J. M. Guerrero, A. Luna, P. Rodriguez and R. Teodorescu, "Adaptive Droop Control Applied to Voltage-Source Inverters Operating in Grid-Connected and Islanded Modes," in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 56, no. 10, pp. 4088-4096, Oct. 2009.</p>	

Linha de Pesquisa: ENERGIAS RENOVÁVEIS E SISTEMAS ELÉTRICOS

ÁREA TEMÁTICA 9		
Título	Análise da influência da temperatura de operação da célula fotovoltaica sobre a geração elétrica em regiões semiáridas	
Vagas	Mestrado: -	Doutorado: 1
Palavras-chaves	Geração elétrica, Célula fotovoltaica (FV), Temperatura da célula FV, performance termoeletrica	
Descrição	<p>Estudo sobre a influência da temperatura de operação da célula fotovoltaica (Tc) sobre a geração elétrica em regiões semiáridas. A Tc tem um papel importante no processo de conversão fotovoltaica (FV), pois a performance da célula FV diminui à medida que Tc aumenta [1]. Geralmente, a performance FV varia com a latitude e altitude por causa da temperatura [2]. Dentro deste contexto, o Laboratório de Energias Alternativas da Universidade Federal do Ceará (LEA-UFC) desenvolve um projeto que visa o estudo de modelos de previsão de Tc. O objetivo é estudar tais modelos desenvolvidos em regiões de alta temperatura e implementar técnicas de modelagem com o intuito de desenvolver uma solução para previsão de Tc em região do semiárido brasileiro. O projeto tem parcerias internacionais, acrescentando mais oportunidades aos interessados em desenvolver pesquisa nessa área.</p> <p><u>CLIQUE AQUI PARA SABER MAIS SOBRE A LINHA DE PESQUISA</u></p>	
Abstract	<p>Study on the influence of the photovoltaic cell operating temperature (Tc) on the electricity generation in semiarid regions. Tc plays an important role in the photovoltaic (PV) conversion process, since PV cell performance decreases as Tc increases [1]. Generally, the PV performance changes with latitude and altitude because of temperature [2]. In this context, the Laboratory of Alternative Energies of the Federal University of Ceará (LEA-UFC) develops a project that aims to study Tc prediction models. The objective is to study such models developed in high temperature regions and to implement modeling techniques in order to develop a solution for Tc prediction in the Brazilian semiarid region. The project has international partnerships, adding more opportunities for those interested in developing research in this area.</p>	
Referências	<p>[1] Skoplaki E, Palyvos JA. On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance: A review of efficiency/power correlations Solar Energy 2009;83:614-24. https://doi.org/10.1016/j.solener.2008.10.008.</p> <p>[2] Dubey, Swapnil, Jatin Narotam Sarvaiya, and Bharath Seshadri. "Temperature dependent photovoltaic (PV) efficiency and its effect on PV production in the world—a review." Energy Procedia 33 (2013): 311-321. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2013.05.072.</p>	

ÁREA TEMÁTICA 10		
Título	Sistemas Elétricos De Potência	
Vagas	Mestrado: 2	Doutorado: -
Palavras-chaves	Sistemas de potência, redes inteligentes, automação, controle, proteção, gerenciamento.	
Descrição	<p>A linha de pesquisa investiga soluções nas áreas de operação, automação, proteção e controle de sistemas elétricos de potência. A pesquisa abrange aspectos múltiplos domínios da engenharia elétrica: geração eólica e solar fotovoltaica, microrredes, automação de sistemas de distribuição de energia elétrica, qualidade da energia, veículos elétricos e gerenciamento da demanda. Atividades de pesquisa:</p> <ul style="list-style-type: none">– Modelagem, análise e controle de redes elétricas baseados em conceitos de recursos energéticos distribuídos – fontes, armazenadores de energia, veículos elétricos e resposta à demanda;– Estruturas de transação de energia para redes elétricas inteligentes;– Proteção, gerenciamento e otimização de microrredes;– Virtualização de sistemas de automação de subestação;– Realidade virtual de subestações aplicada ao Ensino de Engenharia;– Virtualização de relés de proteção;– Ontologia e	

	<p>semântica para automação em redes elétricas inteligentes; – Modelos de previsão de geração renovável baseadas em técnicas de inteligência artificial e máquinas de aprendizagem. – Técnicas de controle avançado para conversores de sistemas eólicos e solar fotovoltaicos conectados à rede. – Automação residencial.</p> <p><u>CLIQUE AQUI PARA SABER MAIS SOBRE A LINHA DE PESQUISA</u></p>
Abstract	<p>The research field investigates solutions in the areas of operation, automation, protection and control of electrical power systems. The research spans multiple domains of electrical engineering such as: wind and solar photovoltaic generation, microgrids, automation of power distribution systems, power quality, electric vehicles, and demand management. Research Activities: ▪ Modeling, analysis, and control of electrical networks based on concepts of distributed energy resources – sources, energy stores, electric vehicles, and demand response. ▪ Energy transaction platforms for smart grids. ▪ Protection, management, and optimization of microgrids. ▪ Virtualization of substation automation systems. ▪ Virtualization of protection relays. ▪ Virtual reality of substations applied to Engineering Education. ▪ Ontology and semantics for automation in smart power grids. ▪ Renewable generation prediction models based on AI and machine learning. ▪ Advanced control techniques for grid-connected converters in wind and photovoltaic power generation. ▪ Home automation.</p>
Referências	<p>ALMADA, J.B.; LEÃO, R.P.S.; ALMEIDA, R.G.; SAMPAIO, R.F. Microgrid Distributed Secondary Control and Energy Management using Multi-agent System. Inter. Trans. on Electrical Energy Systems, v.1, p.1-9, 2021. SAMPAIO, F.C.; LEÃO, R.P.S.; SAMPAIO, R.F.; MELO, L.S.; BARROSO, G.C. A multi-agent-based integrated self-healing and adaptive protection system for power distribution systems with distributed generation. ELECTRIC POWER SYSTEMS RESEARCH, v.188, p.106525 - , 2020. SAMPAIO, RAIMUNDO F.; MELO, LUCAS SILVEIRA; LEÃO, RUTH P.S.; BARROSO, Giovanni Cordeiro; BEZERRA, José Roberto. Automatic restoration system for power distribution networks based on multi-agent systems. IET GENERATION, TRANSMISSION & DISTRIBUTION (ONLINE). , v.11, p.475 - 484, 2017. SGRÒ, D.; SOUZA, S.A.; TOFOLI, F.L.; LEÃO, R.P.S.; SOMBRA, A.K.R. An integrated design approach of LCL filters based on nonlinear inductors for grid-connected inverter applications. ELECTRIC POWER SYSTEMS RESEARCH, v.186, p.106389-10, 2020. MELO, L.S.; SAMPAIO, R.F.; LEÃO, R.P.S.; BARROSO, G.C.; BEZERRA, J.R. Python-based multiagent platform for application on power grids. Inter. Trans. on Electrical Energy, v.29, 2019. MELO, LUCAS SILVEIRA; SARAIVA, FILIPE; LEÃO, RUTH; LEÃO, R. P. S.; BARROSO, G. C. Mosaik and PADE: Multiagents and Co-simulation for smart grids modeling. REVISTA DE INFORMÁTICA TEÓRICA E APLICADA (IMPRESSO), v.27, p.107 - 115, 2020. BARNABÉ, Guilherme Pinheiro; Claudivan D. de Freitas; LEÃO, R. P. S.; SAMPAIO, R. F. Avaliação da Resposta Dinâmica dos Modelos Genéricos IEC e WECC de Aerogeradores Tipo 3 e 4 Usando o Simulador DigSilent PowerFactory In: XIV Conferência Brasileira da Qualidade da Energia Elétrica, 2021, Virtual. XIV CBQEE, 2021. p.1 – 6. TORNISIELLO, Rodrigo; ALMADA, Janaína Barbosa; LEÃO, R. P. S.; SAMPAIO, R. F. Modelagem de um Programa de Resposta à Demanda com Incentivos Otimizados In: 14th IEEE International Conference on Industry Applications, 2021, Virtual. INDUSCON 2021, 2021. PONTES, Wyara Maria Carlos Souza; AMORIM, Kevin de Paula; Ligia Carvalho Sousa; LEÃO, R. P. S.; OLIVEIRA, H.; NASCIMENTO, Caike Damião. Monitoramento de Estação Solarimétrica Baseado em Plataforma IoT e Supervisório SCADA In: 14th IEEE International Conference on Industry Applications. INDUSCON 2021, 2021. TAVEIRA, I. M.; LEÃO, R. P. S.; CAVALCANTE NETO, T. N. A Influência da Geração Fotovoltaica no Fator de Potência de Unidades Prossumidoras: Uma Avaliação Técnica e Financeira In: Congresso Brasileiro de Energia Solar, 2020, Fortaleza. VIII CBENS, 2020. p.1 – 10. COSTA, Raphael Fernandes Sales; LEÃO, R. P. S. Adaptação dos Modelos Dinâmicos de Aerogeradores WECC Tipo III e Tipo IV para Atendimento aos Requisitos de Inércia Sintética do Código de Rede Brasileiro In: Congresso Brasileiro de Automática, 2020. XXIII CBA, 2020. p.1 -8. SOBRINHO, Dário Macedo; ALMADA, Janaína Barbosa; LEÃO, R. P. S. Carregamento Eficiente de Veículos Elétricos usando Algoritmo de Consenso In: Congresso Brasileiro de Automática, 2020. XXIII CBA, 2020. p.1 – 8. MELO JÚNIOR, Álvaro Jorge de; SILVA, Francisco Eduardo Mendes da; MARTINS, Luis L'aiglon Pinto; GOMES, Tayná Maria de Andrade; LEÃO, R. P. S. Desenvolvimento de Aplicativo para Estudo de Propagação de Afundamentos de Tensão com Base na IEEE Std. 1668-2017 In: Congresso Brasileiro de Automática, 2020, Virtual. XXIII CBA, 2020. p.1 – 8. BEZERRA, ERICK C.; PINSON, PIERRE; LEAO, RUTH P. S.; BRAGA, ARTHUR P. S. A Self-Adaptive Multikernel Machine Based on Recursive Least-Squares Applied to Very Short-Term Wind Power Forecasting. IEEE Access, v.9, p.104761 - 104772, 2021. BEZERRA, E. C.; LEÃO, R. P. S.; BRAGA, A. P. DE S. A Self-Adaptive Approach for Particle Swarm Optimization Applied to Wind</p>

	Speed Forecasting. JOURNAL OF CONTROL, AUTOMATION AND ELECTRICAL SYSTEMS, v.29, p.1 - 10, 2017.
--	---

ÁREA TEMÁTICA 11		
Título	Mercado de Energia	
Vagas	Mestrado: 1	Doutorado: -
Palavras-chaves	CCEE, Inteligência Artificial, Produção de Energia Elétrica, Energias Renováveis.	
Descrição	<p>O mercado de energia, principalmente o de energia elétrica, tem passado por mudanças estruturais tanto no campo tecnológico, como no campo gerencial-legal. No Brasil, O Mercado Livre, ou Ambiente de Contratação Livre – ACL, é um meio de negociação de energia elétrica onde os consumidores podem comprar energia alternativamente ao suprimento da concessionária local ou Ambiente de Contratação Regulada - ACR. Nesse ambiente, o consumidor negocia o preço da sua energia diretamente com os agentes geradores e comercializadores. Dessa forma, o cliente livre pode escolher qual será o seu fornecedor de energia. Os consumidores livres compram energia diretamente dos geradores ou comercializadores, através de contratos bilaterais com condições livremente negociadas, como preço, prazo e quantidade. Cada unidade consumidora paga uma fatura referente ao serviço de distribuição para a concessionária local (tarifa regulada) e uma ou mais faturas referentes à compra da energia negociada. A principal vantagem do mercado livre é a flexibilidade de poder escolher entre diversos tipos de contrato que atenda melhor às suas expectativas, possuindo uma flexibilidade que o mercado cativo não entrega. Atualmente, só consumidores do grupo A, supridos em alta tensão, podem optar por negociar energia no mercado livre. Entretanto, com as mudanças e previsões para o mercado de energia, qualquer consumidor poderá optar por ficar no ACR ou negociar suprimento de energia elétrica no ACL. Nessa área temática pretende-se estudar diversos consumidores tipos A e B e propor condições que compensem financeiramente permanecer no ACR ou migrar para o ACL, nesse contexto, faz-se necessário aprofundar os conhecimentos quanto aos aspectos dessa nova era tecnológica no mercado de energia. Temos como principais componentes do estado atual de desenvolvimento tecnológico as áreas de Internet das Coisas (IoT), Blockchain e Inteligência Computacional. A tecnologia de Blockchain tem sido aplicada a diversas áreas tais como moeda digital, sistemas de pagamentos, cadeia de suprimento com maior rastreabilidade, contratos inteligentes, entre outros. Assim, essa tecnologia pode ser aplicada em novos modelos de negócios estimulando contratos inteligentes de produção e venda de energia de fontes renováveis, podendo ligar diretamente produtores e consumidores, prescindindo assim de intermediários privados ou governamentais. A tecnologia de Internet da Coisas (IoT) tem ganho cada vez mais protagonismo com a evolução tecnológica, principalmente da comunicação em 5G. A IoT tem sido aplicada em dispositivos inteligentes e conectados em rede. Exemplos de aplicações mais relevantes tem sido na área das cidades inteligentes, telemetria pessoais, smart grids, entre outros. Sendo que para o mercado de energia elétrica a IoT tem sido aplicada principalmente em gestão energética. A aplicação tem consistido no monitoramento do consumo de energia elétrica nas diversas áreas da unidade consumidora e repassando essas informações em tempo real aos sistemas de controle. A Inteligência Computacional trona-se uma ferramenta útil para a gestão energética através de sistemas especialistas, tais como: as Redes Neurais Artificiais, Lógica Nebulosa (Lógica Fuzzy), Aprendizado profundo (Deep Learning), entre outros para estimar as informações do mercado de energia elétrica, bem como prever as curvas de carga do sistema elétrico. Por fim, o objetivo da área temática é estudar a aplicação das novas tecnologias no sistema elétrico de potência e suas implicações na arquitetura de um novo mercado para o setor elétrico brasileiro.</p> <p><u>CLIQUE AQUI PARA SABER MAIS SOBRE A LINHA DE PESQUISA</u></p>	
Referências	<p>[1] Das, R; Bo, R; Rehman, W; Chen, H and Wunsch, D; Cross-Market Price Difference Forecast Using Deep Learning for Electricity Markets. Ieee 2020 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe, P. 854–858. [2] ANEEL. RESOLUÇÃO NORMATIVA No 414, DE 9 DE SETEMBRO DE 2010. [3] ANEEL. A tarifa de energia elétrica. 2016. [4]CARVALHO, G. M. d. C. P. Estudo para redução de custos e previsão de faturas de energia elétrica para consumidores do grupo A do Governo do Estado do Ceará. 89 f. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, 2019. [5] Fawwaz Elkarmi and Nazih Abu-Shikhah. Power System</p>	

	Planning Technologies and Applications: Concepts, Solutions, and Management. Engineering Science Reference. USA – 2012. [6]. Steven Stoft. Power System Economics. Designing Markets for Electricity. IEEE Press – John Wiley & Sons. USA – 2002. [7] Richard Lee Hochstetler. Reflexões sobre uma Arquitetura de Mercado para o Setor Elétrico Brasileiro. Synergia Editora. Rio de Janeiro – 2019. [8] Aili Tang. Power System Planning Technologies and Applications: Concepts, Solutions, and Management. Orebro University. Sweden – 2018.
--	---

ÁREA TEMÁTICA 12		
Título	Sensoriamento remoto para aplicações FV	
Vagas	Mestrado: -	Doutorado: 1
Palavras-chaves	Fotovoltaica, SIG, Planejamento energético, Sensoriamento remoto	
Descrição	<p>Estudo sobre aquisição e tratamento de imagens obtidas por sensoriamento remoto para desenvolver uma metodologia de uso dos sistemas de informação geográfica (SIG) como ferramentas para aplicações com energias renováveis, quer seja na previsão de recurso solar ou dimensionamento fotovoltaico (FV) com alta precisão. O uso de imagens de alta definição, com elevada definição e a vantagem de já ter a geolocalização facilitam a avaliação para aplicações FV, assim como permitem integrar mais facilmente as informações obtidas com os SIG a quaisquer programas que possam fazer uso dos dados de geração, recursos energéticos, relevo e comparativos de potencialidades. Essa linha de pesquisa visa usar SIG para tornar estudos e aplicações FV mais precisas, buscando máxima geração e aproveitamento da área útil, seja em escala urbana, regional ou nacional.</p> <p><u>CLIQUE AQUI PARA SABER MAIS SOBRE A LINHA DE PESQUISA</u></p>	
Abstract	<p>Study on acquisition and processing of images obtained by remote sensing aiming to develop a methodology for using geographic information systems (GIS) as tools for renewable energy applications, whether in solar resource forecasting or photovoltaic (PV) sizing with high accuracy. The use of current and high definition images and the advantage of already having the geolocation facilitate the evaluation for PV applications, as well as allowing easier integration of the information obtained with GIS to any programs that can make use of the generation data, energy resources, relief and potential comparisons. This line of research aims to use GIS to make PV studies and applications more precise, seeking maximum generation and use of the useful area, whether at the urban, regional or national scale.</p>	
Referências	<p>[1] RIOS, R.; DUARTE, S. Selection of ideal sites for the development of large-scale solar photovoltaic projects through Analytical Hierarchical Process –Geographic information systems (AHP-GIS) in Peru. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2021;149:111310. https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111310.</p> <p>[2] SUN, L.; JIANG, Y.; GUO, Q.; JI, L.; XIE, Y.; QIAO, Q.; HUANG, G.; XIAO, K. A GIS-based multi-criteria decision making method for the potential assessment and suitable sites selection of PV and CSP plants. Resources, Conservation and Recycling. 2021;168:105306. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105306</p> <p>[3] DOORGA, J. R. S.; RUGHOOPUTH, S. D. D. V.; BOOJHAWON, R. Multi-criteria GIS-based modelling technique for identifying potential solar farm sites: A case study in Mauritius. Renewable Energy. 2019;133:1201-19. https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.08.105</p> <p>[4] GROPPPI, D.; SANTOLI, L.; CUMO, F.; GARCIA, D. A. A GIS-based model to assess buildings energy consumption and usable solar energy potential in urban areas. Sustainable Cities and Society. 2018;40:546-58. https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.05.005</p> <p>[5] CARVALHO, P. C. M.; AGUIAR JUNIOR, J. S.; JUCA, S. C. S.; BORGES NETO, M. R.; SANTOS, M. A. Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para Energias Renováveis. Congresso Brasileiro de Energia Solar (CBENS). 2007.</p> <p>[6] JUCÁ, S. C. S.; CARVALHO, P. C. M.; AGUIAR JÚNIOR, J. S.. A relevância dos Sistemas de</p>	

	Informação Geográfica no desenvolvimento das energias renováveis. Ciência & Cognição. 2006;09:131-6.
--	--