

EDITAL Nº 03/2019

**PROCESSO DE SELEÇÃO DE ALUNOS REGULARES PARA OS CURSOS DE
MESTRADO E DOUTORADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ – TURMA 2020.1**

ANEXO I - ÁREAS TEMÁTICAS

Linha de Pesquisa: AUTOMAÇÃO E CONTROLE

| ÁREA TEMÁTICA 1 | |
|------------------------|--|
| Título | Sistemas de Controle com Aplicações em Processos Industriais e Robótica |
| Vagas | Mestrado: 4 Doutorado: 3 |
| Palavras-chaves | Controle de Sistemas com Atraso; Controle de Sistemas Lineares com Parâmetros Variantes; Controle Preditivo; Identificação de Sistemas |
| Descrição | 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 consideradas 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, máquina de relutância variável, geradores de indução duplamente alimentados, veículos aéreos não tripulados, quadcopteros dentre outros processos. |
| Referências | [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. [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. [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. [4] Normey-Rico, J. E.; Camacho, E. F. . Control of Dead-time Processes. 1. ed. Berlin: Springer , 2007. v. 1. 488p. [5] Mohammadpour, Javad, Scherer, Carsten W. , Control of Linear Parameter Varying Systems with Applications, Springer-Verlag New York, 2012. |

| ÁREA TEMÁTICA 2 | |
|------------------------|--|
| Título | Processamento Inteligente de Sinais para IoT |
| Vagas | Mestrado: 1 Doutorado: 0 |
| Palavras-chaves | Internet das coisas, processamento de sinais, sensoriamento inteligente, comunicações sem fio, redes de sensores localização, aprendizado de máquinas. |
| Descrição | A Internet das Coisas (IoT) refere-se à conexão sem fio de objetos comuns, como veículos, caixas |

| | |
|-------------|---|
| | <p>eletrônicos, fechaduras, câmeras, controles industriais e sistemas de tráfego municipal, à Internet. Percebendo que a IoT emergiu como a mais nova tecnologia desde a chegada da própria Internet, pesquisadores de todo o mundo estão se voltando agora para o desenvolvimento de novas técnicas de processamento de sinais para a ampliação e melhoria serviços de IoT, tornando os aplicativos existentes mais baratos e mais práticos. Uma aplicação promissora é o uso de pequenos drones aéreos para ler etiquetas de identificação por radiofrequência (RFID) afixadas em caixas, engradados e outros objetos dentro de centros de distribuição e grandes armazéns. Outra aplicação é a localização de minas subterrâneas, onde algoritmos e técnicas de filtragem e processamento inteligente de sinais são necessários para rastrear a localização de um mineiro usando RFID, Bluetooth ou Tomografia de rádiofrequência. Em cenários indoor, algoritmos de processamento de sinais podem ser utilizados para aumentar a precisão de serviços de localização de dispositivos IoT, fixos ou móveis, utilizando-se nós estáticos WiFi, em complemento às técnicas de localização de redes LoRAWAN, por exemplo. Independente da aplicação específica, um desafio crítico do processamento de sinais para IoT está no uso de dispositivos com baixo consumo de potência e que possam ser facilmente implantados e executados com grande autonomia. Neste contexto, destaca-se a comunicação backscatter, um emergente paradigma de comunicação sem fio em nível de microwatts, que está ganhando popularidade como uma solução adequada para atender a essa necessidade. No tocante à segurança de redes IoT, o uso de técnicas de aprendizado de máquinas e deep learning tem sido discutidos recentemente para a detecção de ameaças e ataques em redes IoT.</p> |
| Referências | <p>[1] Xu, C., Sun, Y. L., Plataniotis, K. K. N., & Lane, N. (2018). Signal Processing and the Internet of Things [From the Guest Editors]. IEEE Signal Processing Magazine, 35(5), 13–15. doi:10.1109/msp.2018.2846838</p> <p>[2] He, Y., Guo, J., & Zheng, X. (2018). From Surveillance to Digital Twin: Challenges and Recent Advances of Signal Processing for Industrial Internet of Things. IEEE Signal Processing Magazine, 35(5), 120–129. doi:10.1109/msp.2018.2842228</p> <p>[3] Nathan, V., Paul, S., Prioleau, T., Niu, L., Mortazavi, B. J., Cambone, S. A., ... Jafari, R. (2018). A Survey on Smart Homes for Aging in Place: Toward Solutions to the Specific Needs of the Elderly. IEEE Signal Processing Magazine, 35(5), 111–119. doi:10.1109/msp.2018.2846286</p> <p>[4] Xu, C., Yang, L., & Zhang, P. (2018). Practical Backscatter Communication Systems for Battery-Free Internet of Things: A Tutorial and Survey of Recent Research. IEEE Signal Processing Magazine, 35(5), 16–27. doi:10.1109/msp.2018.2848361</p> <p>[5] M. Ali Al-Garadi, A. Mohamed, A. Al-Ali, X. Du, M. Guizani, A Survey of Machine and Deep Learning Methods for Internet of Things (IoT) Security, https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1807/1807.11023.pdf</p> |

| ÁREA TEMÁTICA 3 | |
|------------------------|---|
| Título | Laboratórios Ubiquitos |
| Vagas | Mestrado: 0 Doutorado: 1 |
| Palavras-chaves | Ubiquitous Computing; Ubiquitous Learning; Ubiquitous Lab |
| Descrição | <p>A Computação Ubíqua (Ubiquitous Computing) é uma área que conecta tecnologias e conceitos como permissividade, mobilidade, adaptabilidade e localização, provendo serviços de forma transparente para o utilizador. A aplicação desta área na Educação é chamada Ubiquitous Learning, e trata de criar ambientes e objetos interativos com os utilizadores. Esta interação gera um processo de aprendizagem mediada, conforme definido por Vygotsky em suas obras. No âmbito da Ubiquitous Learning, nasce a criação de laboratórios que usam Computação Ubíqua para possibilitar a professores e alunos experimentos em ambientes “inteligentes”, ou seja, onde unidades de processamento poderão colher dados, tratá-los e disponibilizá-los para os usuários de uma forma mais simples. Um exemplo seria um Laboratório de Eletricidade Básica onde os experimentos feitos pudessem ser registrados tanto pelos alunos quanto por sistemas embarcados e os resultados finais comparados, analisados e simulados posteriormente. No escopo dos Ubiquitous Lab, como são chamados os Laboratórios com Computação Ubíqua, alguns problemas são relevantes para serem tratados: a) Monitoramento e assistência a aulas laboratoriais remotas; b) Feedback automático para alunos sobre medições e resultados de práticas; c) Simulação virtual de práticas feitas em laboratório, através de informações coletadas em tempo real. Além da complexidade inerente à criação de instrumentos e objetos</p> |

| | |
|-------------|---|
| | inteligentes que fariam parte destes laboratórios, a interferência no processo de comunicação, escalabilidade, desempenho na coleta de dados em tempo real, garantia da disponibilidade de serviços e plataformas de software ou frameworks voltados para facilitar a criação destes laboratórios seriam alguns dos problemas inerentes ao tema. |
| Referências | <p>[1] A. S. Falção, T ; Gomes, “Modelagem de solu es ub uas para uso em salas de aula do nsino undamental,” in VI Simp sio sobre Fatores humanos em sistemas computacionais (IHC 2004), 2004.</p> <p>[2] Z Dong, M ; Ota, K ; Tang, ; Guo, M ; heng, “ Intelligence@ Lab: A smart space for Researchers Based on sensor Networks in Pervasive computing environment,” international Journal of Smart Home, pp. 19– 36, 2008.</p> <p>[3] I Crasto, lwin; Sinha, Sujeetkumar; Raut, agar; Mirza, “Ubiquitous computing in a Lab environment,” in annual IEEE India Conference (INDICON), 2013.</p> <p>[4] Cárdenas-Robledo, Leonor Adriana ; Peña-Ayala, Alejandro. Ubiquitous learning: A systematic review. Telematics and Informatics, August 2018, Vol.35(5), pp.1097-1132.</p> <p>[5] Kanagarajan, S; Ramakrishnan, S.Ubiquitous and Ambient Intelligence Assisted Learning Environment Infrastructures Development - a review. Education and Information Technologies. January, 2018, Volume 23, Issue 1, pp 569–598</p> |

| ÁREA TEMÁTICA 4 | |
|------------------------|---|
| Título | Internet das Coisas (IoT) PLC para aplicações em smart grids. |
| Vagas | Mestrado: 1 Doutorado: 0 |
| Palavras-chaves | Smartgrids, Powerline Communications, Internet of Things |
| Descrição | A demanda crescente de energia no futuro próximo tem exigido técnicas n,o tradicionais de geração e gerenciamento de energia, neste cenário, leituras atualizadas da condição da rede podem auxiliar no atendimento às demandas necessárias. O conceito de smart grid se refere a um sistema que monitora e controla de forma inteligente o fluxo de energia na rede. Uma parte vital deste sistema envolve links de comunicação confiáveis entre os diversos agentes na rede. Sistemas PLC (powerline communication) podem fornecer leituras dos parâmetros da rede desejados, com a vantagem se integrarem facilmente a redes pré-existentes, apresentando portanto, baixo custo. Entretanto, as novas aplicações em smart grids demandam taxas de transmissão de dados elevadas. Como resultado, novas arquiteturas de PLC em banda estreita tem sido estudadas para medição remota e controle de carga. Por outro lado, a infra-estrutura existente tem se mostrado um ambiente hostil para sistemas de comunicação. |
| Referências | <p>[1] S. Galli, A. Scaglione, and Z. Wang, iFor the grid and through the grid: The role of power line communications in the smart grid,î Proc. IEEE, vol. 99, no. 6, pp. 998ñ1027, 2011.</p> <p>[2] H. C. Ferreira, L. Lampe, J. Newbury, and T. G. Swart, Eds., Power Line Communications: Theory and Applications for Narrowband and Broadband Communications over Power Lines, 2010.</p> <p>[3] M. Zimmermann and K. Dostert, iAnalysis and modeling of impulsive noise in broad-band powerline communications,î IEEE Trans. Electromagn. Compat., vol. 44, no. 1, pp. 249ñ258, 2002.</p> <p>[4] M. Nassar, K. Gulati, Y. Mortazavi, and B. L. Evans, iStatistical modeling of asynchronous impulsive noise in powerline communication networks,î IEEE Globecom, December 2011.</p> <p>[5] D. Rieken, iPeriodic noise in very low frequency power-line communications,î in Proc. IEEE Int. Symp. on Power Line Communications and Its Applications, 2011, pp. 295ñ300.</p> <p>[6] M. Katayama, T. Yamazato, and H. Okada, iA mathematical model of noise in narrowband power line communication systems,î IEEE J. Sel. Commun., vol. 24, no. 7, pp. 1267ñ1276, 2006.</p> <p>[7] A. Dabak, B. Varadraján, I. H. Kim, M. Nassar, and G. Gregg, Appendix for noise channel modeling for IEEE 1901.2, IEEE 1901.2 Std., June 2011, doc: 2wg-11-0134-05-PHM5-appendix-for-noise-channelmodeling-for-ieee-1901-2.</p> <p>[8] F. J. C. Corripio, J. A. C. Arrabal, L. D. del Rio, and J. T. E. Munoz, iAnalysis of the cyclic short-term variation of indoor power line channels,î IEEE J. Sel. Commun., vol. 24, no. 7, pp. 1327ñ1338, 2006.</p> <p>[9] Carlos L. Giovaneli et al. iApplication of spacetime diversity/coding for power line channelsî. In: Proceedings IEEE ISPLC. Apr. 2002, pp. 101ñ105.</p> <p>[10] M. Nassar et al. iCyclostationary noise modelling in narrowband powerline communications for smartgrid applicationsî. In: Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech and</p> |

| | |
|--|--|
| | Signal Processing (ICASSP) (Mar. 2012). Kyoto, Japan, Mar. 2012. |
|--|--|

| ÁREA TEMÁTICA 5 | | |
|------------------------|---|---------------------|
| Título | Análise e Controle de Sistemas Não Lineares | |
| Vagas | Mestrado: 1 | Doutorado: 0 |
| Palavras-chaves | Sistemas Não Lineares, Controle de Sistemas Dissipativos, Domínio de Estabilidade, Realimentação de Estados, Realimentação de Saída. | |
| Descrição | <p>Na área de sistemas dinâmicos não lineares, uma relação entrada-estado-saída conhecida como propriedade da dissipatividade constitui uma das definições mais bem sucedidas em aplicações nas últimas décadas [1], [2]. A principal razão para tal aplicabilidade reside no fato que a dissipatividade de um sistema pode vir a implicar sua estabilidade no sentido de Lyapunov, sua estabilidade assintótica e até mesmo sua estabilidade exponencial em um domínio contendo um ponto de equilíbrio desejado [3], [4]. Um sistema é chamado de dissipativo se não pode armazenar internamente mais energia do que o que recebe do exterior por meio de seus terminais [5]. O conceito de função energia de um sistema dissipativo é particularmente importante, pois tal função pode desempenhar o papel de uma função de Lyapunov, implicando assim estabilidade.</p> <p>A análise das características de dissipatividade de uma planta em malha aberta pode garantir, sob certas condições, a existência de uma lei de controle estabilizante. Condições necessárias e/ou suficientes para a existência de uma realimentação de estados ou de uma realimentação estática de saída podem ser estabelecidas ao mesmo tempo em que tais controladores são projetados por meio de um método construtivo de análise/síntese. Os métodos de análise e de projeto são diversos, envolvendo desde a solução de equações diferenciais parciais (EDPs) [6], aplicações de sum of squares (SOS), formulações em termos de LMI politópicas [7], etc. Cada método pode oferecer vantagens na comparação com os demais. A linha de pesquisa proposta tem como objetivo o desenvolvimento de novos métodos de análise e controle de sistemas dissipativos não lineares, a estimação de regimes de estabilidade e a comparação com os métodos existentes na literatura.</p> | |
| Referências | <p>[1] B. Brogliato, R. Lozano, B. Maschke and O. Egheland. Dissipative Systems Analysis and Control - Theory and Applications, Springer, 2007.</p> <p>[2] R. Ortega, A. Loria, P. J. Nicklasson and H. Sira-Ramirez. Passivity-based Control of Euler-Lagrange Systems - Mechanical, Electrical and Electromechanical Applications, Springer, 1998.</p> <p>[3] J. C. Willems. Dissipative dynamical systems - part II: linear systems with quadratic supply rates, Arch. for Rational Mech. Anal., 45(5): 352-393, 1972.</p> <p>[4] J. L. Willems. A system theory approach to uni_ed electrical machine analysis, Int. J. of Control, 15(3): 401-418, 1972.</p> <p>[5] H. K. Khalil. Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2002.</p> <p>[6] R. Ortega, A. van der Schaft, B. Maschke and G. Escobar. Interconnection and damping assignment passivity-based control of port-controlled Hamiltonian systems, Automatica, 38(4): 585-596, 2002.</p> <p>[7] A. Trofino and T. J. M. Dezuo. LMI stability conditions for uncertain rational nonlinear systems. Int. J. Robust. Nonlinear Control, 24(12): 3124-3169, 2014.</p> | |

| ÁREA TEMÁTICA 6 | | |
|------------------------|---|---------------------|
| Título | Desenvolvimento de sistemas embarcados para aplicação em manipuladores robóticos | |
| Vagas | Mestrado: 1 | Doutorado: 0 |
| Palavras-chaves | Manipulador robótico, controle multivariável, quaternions, fusão sensorial | |
| Descrição | O estudo de técnicas de controle aplicadas a manipuladores robóticos evoluiu significativamente tanto no que diz respeito à identificação quanto aos critérios de estabilidade e robustez. Mais | |

| | |
|-------------|--|
| | especificamente, aspectos relacionados ao controle multivariável de manipuladores robóticos tem sido estudados no âmbito de implementações embarcadas. O cenário atual tem motivado a busca por soluções computacionais eficientes como o uso de quaternions ou fusão sensorial de dados de giroscópio e acelerômetro para aplicações na cinemática e na dinâmica inversa. Nesse contexto, pode-se imaginar a distribuição de sensores do tipo acelerômetros e giroscópios em pontos de eleos terminais ou de junção de um manipulador com o objetivo de efetuar, de forma computacionalmente eficaz, a fusão dos dados, a rotação de quadros e o controle multivariável, integrados em uma placa de desenvolvimento. |
| Referências | <p>[1] S. S. Saab and P. Ghanem, "A Multivariable Stochastic Tracking Controller for Robot Manipulators Without Joint Velocities," in IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 63, no. 8, pp. 2481-2495, Aug. 2018. doi: 10.1109/TAC.2017.2771154</p> <p>[2] Liuping Wang, Chris T. Freeman, Shan Chai, Eric Rogers, Multivariable Repetitive-predictive Control of a Robot Arm with Experimental Results, IFAC Proceedings Volumes, Volume 44, Issue 1, 2011.</p> <p>[3] Yang, X., Wu, H., Li, Y. et al. J Intell Robot Syst (2019) 94: 101. https://doi.org/10.1007/s10846-018-0800-1</p> <p>[4] XiaoLong Yang, HongTao Wu, Bai Chen, ShengZheng Kang, ShiLi Cheng, Dynamic modeling and decoupled control of a flexible Stewart platform for vibration isolation, Journal of Sound and Vibration, Volume 439, 2019.</p> <p>[5] XiaoLong Yang, HongTao Wu, Bai Chen, Yao Li, SuRong Jiang, A dual quaternion approach to efficient determination of the maximal singularity-free joint space and workspace of six-DOF parallel robots, Mechanism and Machine Theory, Volume 129, 2018.</p> |

Linha de Pesquisa: ELETRÔNICA DE POTÊNCIA E ACIONAMENTOS ELÉTRICOS

| ÁREA TEMÁTICA 7 | |
|-----------------|--|
| Título | Veículos Elétricos |
| Vagas | Mestrado: 6 Doutorado: 5 |
| Palavras-chaves | Veículos elétricos; inversores; carregadores de bateria; GaN; SiC |
| Descrição | Desenvolvimento de carregadores de baterias/inversores/conversores para aplicação direta em veículos elétricos. A crescente pressão da indústria automotiva para produzir carros com menos emissões de carbono, melhor economia de combustível e economizar energia exigiu a introdução de um sistema de energia elétrica de alta tensão para atender a esses requisitos a curto e médio prazo. Os dispositivos de energia com nitreto de gálio estão prontos para substituir MOSFETs e IGBTs à base de silício em aplicações de comutação de energia automotiva. Com sua vantagem de desempenho projetada 100 × sobre o silício, o GaN é uma tecnologia revolucionária para a eletrônica de potência. Este artigo analisa as vantagens dos materiais e dispositivos GaN, o desempenho desses dispositivos em circuitos de energia e os desafios restantes da tecnologia. |
| 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 8 | | |
|-----------------|--|---------------------|
| Título | Aplicações de Eletrônica de Potência em Energia Renovável e Geração Distribuída. | |
| Vagas | Mestrado: 2 | Doutorado: 1 |
| Palavras-chaves | Energia Eólica; Energia Solar; HVDC; FACTS | |
| Descrição | <p>Atualmente, os sistemas de energia elétrica começam a mudar para produções de energia mais favoráveis ao meio ambiente para limitar as mudanças climáticas e reduzir as poluições. O foco principal é a variabilidade das novas fontes de energia e a confiabilidade do fornecimento. O desafio para as futuras redes de energia elétrica é como integrar uma ampla adição de fontes renováveis com natureza intermitente nas redes de transmissão e distribuição, sem comprometer a confiabilidade, a estabilidade e o custo do serviço aos consumidores. Um sistema que possa lidar com um mix de geração com uma alta porcentagem de fontes renováveis se tornará uma necessidade que requer soluções como maior capacidade de transmissão por meio de soluções CA e CC e / ou maior capacidade de armazenamento de energia nas redes. As tecnologias de conversores conectados à rede tiveram um impacto verdadeiramente revolucionário na maneira como a energia elétrica é entregue aos consumidores em todo o mundo e se tornou uma parte indispensável dos sistemas de energia elétrica atualmente. Prevê-se que até 2030 toda a energia elétrica gerada utilize eletrônicos de potência em algum ponto entre o ponto de geração e seu fim. A eletrônica de potência contribui de várias maneiras para o uso mais eficiente da energia, o que permite economia de energia, o que, por sua vez, leva a um menor impacto ambiental. A pesquisa e o desenvolvimento nesse campo visa otimizar decisões e soluções complexas necessárias para o design desses conversores eletrônicos de potência, para oferecer inovação para futuras conversões, processamento, transmissão, distribuição e armazenamento de energia em uma ampla gama de aplicações.</p> | |
| Referências | <p>J. Sun et al., "Renewable energy transmission by HVDC across the continent: system challenges and opportunities," in CSEE Journal of Power and Energy Systems, vol. 3, no. 4, pp. 353-364, Dec. 2017.</p> <p>O. I. Adekol, A. M. Almaktoof and A. K. Raji, "Controller design for renewable energy power electronics converter using Simulink control design tool," 2016 International Conference on the Industrial and Commercial Use of Energy (ICUE), Cape Town, 2016, pp. 305-309.</p> <p>F. Luo, L. Yang, L. Zhang, X. Wang, D. Zhao and Y. Liu, "Study on modeling method of renewable energy generation system based on control mode and strategy switching," 2016 IEEE PES Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC), Xi'an, 2016, pp. 2111-2116.</p> <p>K. Jia, Z. Yang, Y. Fang, T. Bi and M. Sumner, "Influence of Inverter-Interfaced Renewable Energy Generators on Directional Relay and an Improved Scheme," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 34, no. 12, pp. 11843-11855, Dec. 2019.</p> <p>B. Luscan, "Power Grids Control: Drivers and Trends," 2018 20th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'18 ECCE Europe), Riga, 2018, pp. P.1-P.2.</p> <p>S. Heo, W. Park and I. Lee, "Single-phase power conditioning system with slew-rate controlled synchronizer for renewable energy system in microgrid," 2016 IEEE International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA), Birmingham, 2016, pp. 550-555.</p> <p>A. Nami, "Power Electronics for Future Power Grids: Drivers and Challenges," 2018 20th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'18 ECCE Europe), Riga, 2018, pp. P.1-P.2.</p> | |

| | |
|--|--|
| | M. Parchomiuk, R. Strzelecki, K. Zymmer and A. Domino, "Modular power converter with superconducting magnetic energy storage for electric power distribution system — Analysis and simulation," 2017 19th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'17 ECCE Europe), Warsaw, 2017, pp. P.1-P.6. |
|--|--|

| ÁREA TEMÁTICA 9 | | |
|------------------------|--|---------------------|
| Título | Contribuição ao estudo do motor síncrono de relutância (SynRM) para aplicação a veículos elétricos. | |
| Vagas | Mestrado: 0 | Doutorado: 1 |
| Palavras-chaves | SynRM, Eficiência Energética; Veículos Elétricos, Projeto de Máquinas Elétrica, FEM. | |
| Descrição | <p>Os impactos do aquecimento global nas mudanças climáticas estão forçando a humanidade a buscar uma rápida transição energética, migrando para uma sociedade cujo insumo energético seja de baixo carbono. Esta transição energética está sendo contemplada, em parte, com as fontes de energias renováveis, entretanto uma substituição dos motores de combustão interna por motores elétricos de alta eficiência para aplicação em veículos elétricos proporcionará esta transição. O grupo de acionamento e eficiência energética em sistemas motrizes do Lamotriz UFC tem apresentado boa contribuição no desenvolvimento de novas propostas de retrofitting, para a rebobinagem de motores de indução, contribuindo assim com o aumento da eficiência motriz. (1)</p> <p>A utilização do motor síncrono de relutância (SynRM) orientado para aplicações de tração elétrica, particularmente em veículos elétricos tem sido discutida na literatura internacional, como uma alternativa aos motores síncronos de polos salientes assistidos por ímãs permanentes (2,4), assim como aos tradicionais motores de indução. A principal diferença entre os síncronos de polos salientes e os síncronos de relutância, consiste na fabricação de um rotor especial, onde se coloca barreiras de fluxo no rotor corretamente posicionadas e dimensionadas de modo que relação entre a relutância de eixo direto e de eixo em quadratura alcance o máximo conjugado com reduzida oscilação transferido à carga mecânica (5,6). O principal objetivo desta tese é uma contribuição ao estudo do motor síncrono de relutância (SynRM) orientado para aplicações de tração elétrica, partindo-se da otimização das barreiras de fluxo do rotor para aumento do conjugado útil e melhoria na eficiência energética (3,7). O processo dar-se-á mediante utilização de algoritmos inteligentes para o processo de otimização, validação numérica com o auxílio do método dos elementos finitos e comprovação teórico experimental em bancada no Lamotriz.</p> | |
| Referências | <ol style="list-style-type: none"> 1. Aguiar, V. P. B.; Pontes, R. S. T.; Ferreira, F. J. T. E. "Technical and Economic Evaluation of Efficiency Improvement after Rewinding in Low- Power Induction Motors: A Brazilian Case". <i>Energies</i> 2018, 11, 1701; doi:10.3390/en11071701 2. Y. Lu, J. Li, R. Qu, D. Ye, H. Lu, J. Sun, M. Ge, and H. Xu, "Electromagnetic force and vibration analysis of permanent-magnet-assisted synchronous reluctance machines," <i>IEEE Transactions on Industry Applications</i>, vol. 54, pp. 4246–4256, Sep. 2018. 3. S. Sara Maroufian and P. Pillay, "Analytical modeling of a segmented-pole synchronous reluctance machine with crgo laminations," in 2018 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), pp. 7315–7321, Sep. 2018. 4. T. A. Huynh, M. Hsieh, K. Shih, and H. Kuo, "An investigation into the effect of pm arrangements on pma-synrm performance," <i>IEEE Transactions on Industry Applications</i>, vol. 54, pp. 5856–5868, Nov 2018. 5. S. Yammine, M. F. C. Henaux, and F. Messine, "Torque ripple reduction in a synrm at a constant average torque by means of current harmonics injection," <i>Progress In Electromagnetics Research C</i>, vol. 80, pp. 167–180, 2018. 6. D. Yan, C. Xia, L. Guo, H. Wang, and T. Shi, "Design and analysis for torque ripple reduction in synchronous reluctance machine," <i>IEEE Transactions on Magnetics</i>, vol. 54, pp. 1–5, Nov 2018. 7. S. S. Maroufian and P. Pillay, "Torque characterization of a synchronous reluctance machine using | |

| | |
|--|--|
| | an analytical model," IEEE Transactions on Transportation Electrification, vol. 4, pp. 506–516, June 2018. |
|--|--|

| ÁREA TEMÁTICA 10 | |
|-------------------------|--|
| Título | Controle Digital Aplicado a Conversores |
| Vagas | Mestrado: 3 Doutorado: 0 |
| Palavras-chaves | Controle Digital; Conversores de Potência; Microprocessadores, FPGA, SoCs e DSPs |
| Descrição | Tendo em vista o incremento das tecnologias de dispositivos programáveis, tais como microprocessadores, FPGAs, SoCs e DSPs vem se abrindo um leque de aplicações de diversas técnicas de controle moderno, que antes eram praticamente impossíveis de serem embarcadas ou aplicadas em topologias de conversores de potência e acionamento de máquinas elétricas. Neste contexto, a seguinte linha de pesquisa tem por finalidade desenvolver estudos e aplicações de diversas técnicas de controle modernos em circuitos de potência, podendo para tal ser aplicado em carregadores de baterias, correção de fator de potência, veículos elétricos e energias renováveis, tendo sempre o foco em alguma aplicação prática. |
| Referências | <p>G. Zhou and J. Xu, "Digital Average Current Controlled Switching DC–DC Converters With Single-Edge Modulation," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 25, no. 3, pp. 786-793, March 2010.</p> <p>S. Buso and T. Caldognetto, "A Nonlinear Wide-Bandwidth Digital Current Controller for DC–DC and DC–AC Converters," in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 62, no. 12, pp. 7687-7695, Dec. 2015.</p> <p>B. D. Reddy, A. N. K., M. P. Selvan and S. Moorthi, "Embedded Control of n-Level DC–DC–AC Inverter," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 30, no. 7, pp. 3703-3711, July 2015.</p> <p>D. Hamza, M. Pahlevaninezhad and P. K. Jain, "Implementation of a Novel Digital Active EMI Technique in a DSP-Based DC–DC Digital Controller Used in Electric Vehicle (EV)," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 28, no. 7, pp. 3126-3137, July 2013.</p> <p>Guorun Yang, Fei Xiao, Xuexin Fan, Zhen Xie and Ruitian Wang, "A carrier phase-shift three-level full-bridge converter based on combination of DSP and FPGA," 2014 IEEE Conference and Expo Transportation Electrification Asia-Pacific (ITEC Asia-Pacific), Beijing, 2014, pp. 1-4.</p> <p>Y. Bai et al., "FPGA vs DSP: A throughput and power efficiency comparison for Hierarchical Enumerative Coding," 2013 IFIP/IEEE 21st International Conference on Very Large Scale Integration (VLSI-SoC), Istanbul, 2013, pp. 318-321.</p> <p>S. Y. Ou and L. Y. Liu, "Design and implementation of a four-phase converter with digital current sharing control for battery charger," 2015 IEEE International Telecommunications Energy Conference (INTELEC), Osaka, 2015, pp. 1-6.</p> <p>Haiping Xu, Xuhui Wen and Li Kong, "DSP-based digitally controlled bi-directional DC-DC converter," 30th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society, 2004. IECON 2004, Busan, South Korea, 2004, pp. 800-804 Vol. 1.</p> <p>M. Bendjedia, K. A. Tehrani and Y. Azzouz, "A new robust digital control of an induction motor supplied by a 3-level voltage inverter for electric vehicle applications," 2014 16th European Conference on Power Electronics and Applications, Lappeenranta, 2014, pp. 1-10.</p> |

| ÁREA TEMÁTICA 11 | | |
|-------------------------|---|---------------------|
| Título | MICRO-REDES EM CORRENTE CONTÍNUA | |
| Vagas | Mestrado: 1 | Doutorado: 0 |
| Palavras-chaves | Micro-redes em corrente contínua (cc), distribuição em cc, conversores cc-cc, conversores ca-cc . | |
| Descrição | Barramentos em corrente contínua têm sido estudados para aplicações em residências, datacenters, telecom e recentemente em aplicações industriais. Entretanto, com a utilização das fontes renováveis de energia para produção de energia elétrica as microrredes em cc passaram e chamar atenção pela facilidade de integração dessas fontes, e de sistemas de armazenamento de energia. Pretende-se portanto estudar e propor novas concepções de microrrede em corrente contínua com magnitude de tensão fixa ou variável para aplicação em ambientes residenciais e industriais visando o uso eficiente da energia elétrica. Pretende-se também a proposição de conversores para integrar sistemas PV, eólicos e sistemas de armazenamento de energia à microrrede cc. | |
| Referências | <p>[1] Balog, R. S.; Krein, P. T. Bus Selection In Multibus Dc Microgrids. Ieee Transactions On Power Electronics, V. 26, N. 3, P. 860–867, 2011</p> <p>[2] Ahmed T. Elsayeda, Ahmed A. Mohamedb, Osama A. Mohammed, Dc Microgrids And Distribution Systems: An Overview. Journal Of Electric Power Systems Research, Aug, 2015.</p> <p>[3] R. K. Chauhan, B. S. Rajpurohit, R. E. Hebner, S. N. Singh, And F. M. Gonzalez-Longatt, Voltage Standardization Of Dc Distribution System For Residential Buildings. Journal Of Clean Energy Technologies, Vol. 4, No. 3, May 2016.</p> <p>[4] Yang Gao ; Zhiyuan He ; Xiaoguang Wei ; Bingjianyang ; Sheng Zhang; A Dc/Dc Modular-Multilevel Converter For Dc Grid. Epe 2017.</p> <p>[5] Yuru Zhang ; Yunwei Li, Energy Management Strategy For Supercapacitor In Autonomous Dc Microgrid Using Virtual Impedance Apec 2015.</p> | |

Linha de Pesquisa: ENERGIAS RENOVÁVEIS E SISTEMAS ELÉTRICOS

| ÁREA TEMÁTICA 12 | | |
|-------------------------|--|---------------------|
| Título | Planejamento Urbano para Inserção da Geração FV Distribuída: Estudo de Caso para Fortaleza | |
| Vagas | Mestrado: 1 | Doutorado: 0 |
| Palavras-chaves | Geração fotovoltaica, planejamento urbano, geração distribuída. | |
| Descrição | Este projeto tem como objetivo desenvolver um guia de planejamento urbano para a instalação da geração FV e, com isso, servir de base para futuros projetos a serem dimensionados e executados ou não nos locais de interesse. O trabalho visa facilitar a análise para a decisão sobre se dada região é propícia à inserção de instalações FV, levando em consideração diversos fatores presentes em todas as cidades e que, ao mesmo tempo, podem diferenciá-las totalmente. Com isso, pretende-se desenvolver indicadores que mostrem o quanto cada espaço dentro de uma região, por exemplo, os bairros de uma cidade, são adequados, podendo prever certas mudanças nos locais e saber se tal espaço continuará sendo apto ao sistema após, por exemplo, cinco anos que o mesmo tenha sido instalado. | |
| Referências | <p>BARRETO, S. C. Estudo de Viabilidade para Implementação de uma Planta Fotovoltaica Integrada em um Shopping Center de Fortaleza. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, 2017.</p> <p>Ceará 2050. Disponível em: < https://www.ceara.gov.br/tag/ceara-2050/>.</p> <p>COSTA, A. C. A. Metodologia de Planejamento de Planta Fotovoltaica Integrada à Edificação: Estudo de Caso para o Instituto da Primeira Infância (IPREDE). Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação</p> | |

| |
|--|
| <p>em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, 2017.</p> <p>COSTA, D. A. C. Estimativa do Potencial de Geração Fotovoltaica do Campus do Pici da UFC. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, 2018.</p> <p>Fortaleza 2040. Disponível em: <http://fortaleza2040.fortaleza.ce.gov.br/site/>.</p> <p>Global Market Outlook. For Solar Power / 2018 -2022. Solar Power Europe. 2018</p> <p>RABELO, A. D. S. Estudo de Sujidade em Planta Fotovoltaica Localizada em Zona Urbana. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, 2017.</p> <p>ROCHA FILHO, J. I. do C. Sistema de Seguimento Solar de um Eixo com Diferentes Estratégias de Seguimento para Módulos Fotovoltaicos. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, 2016.</p> <p>TÁVORA, V. P. Monitoramento de Temperatura de Pannel Fotovoltaico Instalado no Laboratório de Energias Alternativas da UFC. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, 2017.</p> |
|--|

| ÁREA TEMÁTICA 13 | |
|------------------------|--|
| Título | Efeitos da Deposição de Sujidade no Desempenho de Módulo Fotovoltaicos Instalados em Diferentes Regiões do Brasil |
| Vagas | Mestrado: 0 Doutorado: 1 |
| Palavras-chaves | Sujidade. Desempenho. Geração Fotovoltaica. |
| Descrição | <p>A preferência pela utilização da energia solar para conversão em energia elétrica tem promovido vários estudos em relação aos fatores que afetam o desempenho dos módulos FV. Os parâmetros ambientais, tais como intensidade de irradiação solar, temperatura do ar, sujidade, umidade relativa e vento, possuem grande impacto no desempenho dos módulos FV (KAZEM;CHAICHAN, 2016). Sujidade é o terceiro parâmetro ambiental que mais afeta o desempenho de plantas FV, atrás apenas da irradiação solar e da temperatura, e é devido ao acúmulo de partículas de poeira ou outros contaminantes na superfície dos módulos. O grau da influência da sujidade no desempenho dos módulos FV pode variar de local para local podendo causar, nos piores cenários, uma redução na potência de saída FV de até 78\% (COSTA et al., 2018a). Estudos realizados sobre os efeitos da sujidade no módulos FV têm ganhado bastante atenção, confirmado pelo aumento de publicações sobre este assunto nos últimos 6 anos (mais de 200\%) (COSTA et al., 2018b), porém ainda há grandes áreas do mundo em que o estudo dos efeitos da sujidade no desempenho FV ainda não foi realizado, e somente através de um estudo sistemático do acúmulo de sujeira em diferentes locais é que o efeito da sujidade na degradação do desempenho FV pode ser melhor compreendido (JAZSCUR et al., 2019). Nesse sentido, a fim de colaborar com a literatura, pretende-se desenvolver um estudo sobre os efeitos da sujidade em módulos FV instalados em diferentes locais e regiões do Brasil.</p> |
| Referências | <p>KAZEM, H. A.; CHAICHAN, M. T. Experimental analysis of the effect of dust’s physical properties on photovoltaic modules in northern oman. Solar Energy, Elsevier, v. 139, p. 68–80, 2016.</p> <p>COSTA, S. C.; DINIZ, A. S. A.; KAZMERSKI, L. L. Solar energy dust and soiling r&d progress: Literature review update for 2016. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, v. 82, p. 2504–2536, 2018.</p> <p>COSTA, S. C. S.; DINIZ, A. S. A. C.; SANTANA, V. A. C.; MULLER, M.; MICHELI, L.; KAZMERSKI, L. L. Avaliação da sujidade em módulos fotovoltaicos em minas gerais, Brasil. In: VII Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS. 2018.</p> <p>JASZCZUR, M.; TENETA, J.; STYSZKO, K.; HASSAN, Q.; BURZYNSKA, P.; MARCINEK, ‘E.;</p> |

| | |
|--|---|
| | LOPIAN, N. The field experiments and model of the natural dust deposition effects on photovoltaic module efficiency. Environmental Science and Pollution Research , Springer, v. 26, n. 9, p. 8402–8417, 2019. |
|--|---|

| ÁREA TEMÁTICA 14 | | |
|-------------------------|---|---------------------|
| Título | Microrredes para Integração de Recursos Energéticos Renováveis | |
| Vagas | Mestrado: 2 | Doutorado: 0 |
| Palavras-chaves | <i>Droop control</i> . Paralelismo de conversores. Microrrede CC. Controle descentralizado. | |
| Descrição | As microrredes CC e CA são elementos essenciais para integrar recursos energéticos renováveis e distribuídos, bem como sistemas de armazenamento de energia distribuídos. A natureza intermitente das fontes de energia renovável coloca grandes desafios operacionais no setor de energia elétrica. O conceito de microrrede deve permitir que os recursos energéticos distribuídos gerenciem o controle de tensão e frequência, de modo a fornecer a energia ativa e reativa necessária à rede e a carga conectada ao sistema. Assim, tanto as microrredes CA quanto as microrredes CC enfrentam frequentemente problemas de qualidade de energia. Diante do exposto, padrões de despacho elétrico para conferir inteligência e flexibilidade às microrredes serão estudados neste trabalho. Estudos, a título de revisão bibliográfica, a partir da literatura específica sobre técnicas de controle de serão realizados. Finalmente, os trabalhos desenvolvidos nestas duas dissertações de mestrado deverão abordar estudos de casos sobre técnicas de controle aplicadas a microrredes conectadas à rede elétrica, envolvendo sistemas renováveis. | |
| 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 <i>IEEE Transactions on Industrial Electronics</i>, 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 <i>IEEE Transactions on Industrial Electronics</i>, 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 <i>IEEE Transactions on Industrial Electronics</i>, 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 <i>IEEE Transactions on Industrial Electronics</i>, 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 <i>IEEE Transactions on Industrial Electronics</i>, vol. 56, no. 10, pp. 4088-4096, Oct. 2009.</p> | |

| ÁREA TEMÁTICA 15 | | |
|-------------------------|---|---------------------|
| Título | Projeto e Estudos de Simulação de Filtros CA e CC Aplicados a Sistemas HVDC | |
| Vagas | Mestrado: 1 | Doutorado: 0 |
| Palavras-chaves | Filtros passivos. Harmônicos. Ressonância. HVDC. HarmZs. | |
| Descrição | A tecnologia HVDC (<i>High Voltage Direct Current</i>) possui características que a tornam especialmente atrativa para determinadas aplicações em transmissão de energia elétrica. Além disso, pode-se verificar, a partir das publicações mais recentes que, existe uma tendência e perspectiva da utilização crescente desse tipo de transmissão de energia nos Sistemas Elétricos de Potência. Dentre os diversos componentes deste complexo sistema, podem-se destacar os filtros tanto no lado CA quanto no lado CC. O correto projeto destes filtros ao mesmo tempo em que não se apresentam como triviais, consiste num tópico crítico para estes sistemas. Este trabalho utilizará técnicas como o “lugar geométrico do polígono de n lados” e o “lugar geométrico do setor anular” para a realização desses projetos. Assim, esta dissertação tem a finalidade de apresentar uma metodologia de projeto para filtros passivos, | |

| | |
|-------------|--|
| | baseada no uso do programa HarmZs desenvolvido pelo CEPEL, aplicados tanto do lado CA quanto do lado CC de um sistema HVDC. Assim como, sua validação a partir dos softwares PSCAD e ATPDraw. |
| Referências | <p>[1] ONS NT 009/2016 – Instruções para realização de estudos e medições de QEE relacionados aos novos acessos à rede básica para parques eólicos, solares e consumidores livres. REV.02. Operador Nacional do Sistema Elétrico. [S.l.], 2016.</p> <p>[2] BLAABJERG, F.; LISERRE, M.; MA, K. Power electronics converters for wind turbine systems. IEEE Transactions on industry applications, IEEE, v. 48, n. 2, p. 708–719, 2012.</p> <p>[3] CEPEL. Minuta do manual de utilização do programa Harmzs. 3ed. [s.i.]. Centro de Pesquisa de Energia Elétrica - CEPEL, 2016.</p> <p>[4] DUGAN, M. G. R. C. et al. Electrical power systems quality. 2a. ed. Estados Unidos da América: [s.n.], 2002.</p> <p>IEEE. Guide for Application and Specification of Harmonic Filters. IEEE Std. 1531, 2003. Disponível em: <http://standards.ieee.org/findstds/standard/1531-2003.html>.</p> <p>[5] LEÃO, R.; ANTUNES, F.; SAMPAIO, R. Harmônicos em Sistemas Elétricos. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2014.</p> <p>[6] PENG, F.; AKAGI, H.; NABAE, A. New approach to harmonic compensation in power systems. In: Conference Record - IAS Annual Meeting (IEEE Industry Applications Society). [S.l.]: Publ by IEEE, 1988. v. 35 n 6, p. 874–880.</p> |

| ÁREA TEMÁTICA 16 | |
|-------------------------|--|
| Título | Sistemas de Distribuição Ativos – Controle, Proteção, Automação e Operação |
| Vagas | Mestrado: 2 Doutorado: 0 |
| Palavras-chaves | Rede de distribuição ativa, microrrede, resposta à demanda, mercado varejista de energia, veículo elétrico. |
| Descrição | Os sistemas elétricos de potência, em particular os sistemas de distribuição de energia elétrica, estão em processo de transformação sem precedentes em direção à era 3D de descarbonização, descentralização e digitalização. É cada vez maior a presença de recursos energéticos renováveis distribuídos conectados às redes de distribuição as quais migram da condição passiva para ativa. Atualmente, o modelo de rede de distribuição ativa mais promissor é o de microrrede. A implantação de microrredes permite uma maior penetração de geração distribuída (GD) com menor complexidade operacional para as redes de distribuição. A natureza intermitente das fontes renováveis de saída variável produz incertezas que podem ser tratadas com sistema de armazenamento de energia (SAE) para controle do balanço de energia. O setor de transporte está se tornando elétrico e a difusão de veículos elétricos (VE) demandará geração adicional de eletricidade. Os impactos positivos de VEs (p.ex. redução de emissões CO2) podem ser ameaçados se a eletricidade para carregamento dos VEs fizer uso de combustíveis fósseis. Uma abordagem eficiente para atender de forma sustentável à demanda de VEs é integrar fontes renováveis na infraestrutura de carregamento de VEs. Estações de carregamento com SAE e VEs a baterias, bidirecionais (V2G), são candidatos adequados para o armazenamento dinâmico de energia, atuando como carga controlável ou como armazenamento, uma potencial fonte para suporte à rede elétrica. No novo modelo de sistema de distribuição, o consumidor assume papel proativo, podendo ser produtor de energia, assumindo controle de sua demanda, e participando do mercado de eletricidade. Programas de resposta à demanda (RD) incentivam consumidores a alinhar suas demandas com as condições de suprimento de potência, melhorando a confiabilidade do sistema e a operação econômica. Os programas RD ganham popularidade como resultado da instalação da tecnologia de medidores inteligentes. Os medidores inteligentes podem registrar a energia gerada e consumida bem como transmitir sinais de preço de tarifa, permitindo ao usuário final participar do mercado local e varejista de energia elétrica. A natureza distribuída dos recursos energéticos prescreve mecanismos inteligentes de controle e coordenação descentralizados, e sistemas de proteção adaptativa, com a aplicação das mais modernas tecnologias da informação e comunicação (TIC) para enfrentar os novos desafios. Interoperabilidade e flexibilidade são requisitos para a integração de inúmeros componentes e operação das modernas redes de distribuição ativas. |
| Referências | [1] Abo Rassa, Coen van Leeuwen, Robertjan Spaans, and Koen Kok Developing. Local Energy Markets - A Holistic System Approach. IEEE power & energy magazine, september/october 2019. |

| |
|---|
| [2] Sijie CHENE, Chen-Ching LIU. From demand response to transactive energy: state of the art. <i>Journal of Modern Power Systems and Clean Energy</i> . January 2017, Volume 5, Issue 1, pp 10–19. |
|---|