

Projeto de Controle de Plantas Solares Térmicas

Proposta de dissertação de mestrado

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Artur de Andrade

Coorientador: Prof. Msc. Diogo Ortiz Machado

1 Informações gerais

Área de concentração: sistemas de controle

Início: julho/2019

Previsão de término: fevereiro/2021

2 Contextualização

A geração eficiente e consumo balanceado de energia elétrica são fatores fundamentais para o desenvolvimento sustentável e minimizar problemas relacionados à poluição e mudanças climáticas. Neste contexto, os fundamentos atuais sobre geração de energia estão sofrendo mudanças: os estoques de combustíveis fósseis são limitados e diminuem a cada ano, enquanto que a demanda de energia cresce em todo o planeta. Além disso, para reduzir a emissão de gases do efeito estufa, as atenções estão se voltando para fontes de energia renováveis. Alguns autores (veja por exemplo [2, 5, 6]) consideram que as fontes renováveis irão constituir parte importante do cenário de energia nos próximos anos.

O Brasil possui uma matriz energética imensamente diversificada. De acordo com o Relatório de Balanço Energético Nacional de 2018, do total de energia elétrica gerada no país naquele ano, 63.1% vieram da energia hidráulica, enquanto que 16.2% foram provenientes de derivados de petróleo, carvão e gás natural. A energia nuclear teve participação de 2.7% da energia elétrica total produzida e a biomassa 8.4%. Outras fontes renováveis e não renováveis produziram 9.6% da energia elétrica total do país naquele ano.

No Brasil, o investimento em energia solar aumentou muito nos últimos anos e diversas regiões do país possuem condições favoráveis para explorar esta fonte de energia [7]. De acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia [4], a quota de energia solar em energia elétrica total produzida em 2024 será de mais de 4%. Além disso, a perspectiva para os próximos anos é que as fontes de energia renovável aumentarão a sua contribuição total na matriz de energia elétrica passando a representar 84% do total.

Plantas solares térmicas com geração direta de vapor são baseadas no ciclo de *Rankine* [3] e consistem basicamente de um campo de coletores, um separador de vapor, um superaquecedor e um ciclo de potência. Estas plantas surgiram para substituir os sistemas baseados em óleo térmico, uma vez que permitem que temperaturas mais elevadas e, conseqüentemente, eficiências mais elevadas do ciclo (a eficiência do ciclo é maior quando a temperatura e a pressão do vapor que entra na turbina aumentam) possam ser atingidas, reduzindo o custo do sistema.

Plantas solares térmicas de grande porte já são uma realidade em outros países, como por exemplo a Espanha e os Estados Unidos, que são capazes de gerar mais de 300 MW. Os sistemas de controle destas plantas são complexos devido às características não lineares e multivariáveis, dos grandes atrasos de transporte e das várias restrições de operação da planta. **Em geral, os sistemas de controle usados em plantas comerciais são de propriedade das empresas detentoras da tecnologia.** Por outro lado, devido às características particulares do clima do Brasil, as plantas e o sistemas de controle a serem implementados no país devem ser adaptados para o melhor aproveitamento da energia. **Neste sentido, técnicas de controle avançado e otimização terão que ser desenvolvidas especificamente para esse tipo de processo, o que gera para a indústria brasileira um conhecimento específico para o desenvolvimento de tecnologia local.**

Nesta pesquisa, estaremos investigando estas questões para aumentar a eficiência destes sistemas no cenário nacional e torná-los mais competitivos em relação às plantas baseadas em combustíveis fósseis. Trata-se de um projeto de inovação tecnológica e científica. Logo, promover um espaço acadêmico capaz de se antecipar a esse tipo de demanda colocará o Departamento e a Universidade em situação de destaque.

3 Objetivos

O objetivo deste projeto é desenvolver um sistema de controle de plantas solares térmicas baseadas na tecnologia de geração direta de vapor. Os resultados deverão ser apresentados, sempre que possível, em uma forma geral, de modo a gerar resultados de interesse para uma porção significativa da comunidade científica.

4 Metodologia

A pesquisa será desenvolvida com os seguintes passos:

1. Realização de estudos teóricos e revisão bibliográfica sobre:
 - Sistemas de geração de energia solar térmica.
 - Metodologias de controle automático para estes sistemas.
 - Funções objetivos (econômicos e de desempenho) para sistemas de geração de energia solar térmica.
2. Desenvolvimento de modelos matemáticos e simuladores do sistema. A modelagem será baseada em [1]. Este modelo é baseado na primeira lei da termodinâmica e leva em consideração o fluxo do fluido bifásico no campo de coletores solar. Além disso, consideraremos o processo de conversão de energia.
3. Implementação das metodologias de controle e otimização. Diversas funções objetivos serão formuladas e testadas para analisar a viabilidade econômica do sistema.
4. Testes de simulação e análise numérica das técnicas estudadas com um conjunto de cenários computacionais bem definidos.

Referências

- [1] J. J. S. Aguilera. *Thermal-hydraulic and optical modeling of solar Direct Steam Generation systems based on Parabolic-Trough Collectors*. PhD thesis, Universidad de Málaga, Málaga, 2017.
- [2] A. M. Borbely e J. F. Freider. *Distributed generation: The power paradigm for the new millenium*. CRC Press, 2001.
- [3] J. M. Cabello, J. M. Cejudo, M. Luque, F. Ruiz, K. Deb, e R. Tewari. Optimization of the size of a solar thermal electricity plant by means of genetic algorithms. *Renewable Energy*, 36:3146–3153, 2011.
- [4] Plano decenal de expansão de energia 2024, 2014.
- [5] Price. H., E. Lufert, D. Kearney, E. Zarza, G. Cohen, R. Gee, e R. Mahoney. Advances in parabolic trough solar power technology. *Journal of Solar Energy Engineering*, 124:109–125, 2002.
- [6] D. E. Olivares, A. Mehrizi-Sani, A. H. Etemadi, C. A. Canizares, R. Iravani, M. Karezani, A. H. Hajimaragha, O. Gomis-Bellmunt, A. Saeedifard, R. Palma-Behnke, G. A. Jimenez-Estevez, e N. D. Hatziargyriou. Trends in microgrid control. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 5:1905–1919, 2014.
- [7] C. Tiba. *Atlas solamerico do Brasil*. Editora Universitãria da Universidade Federal do Pernambuco, 2000.