



Evento: XXIX Seminário de Iniciação Científica.

O IMPACTO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA ¹

THE IMPACT OF DISTRIBUTED GENERATION ON THE ELECTRIC POWER SYSTEM

**Cristina Schoefer Dessbesell ², Jean Schäffel Moreira ³, Nathaly Priscila Müller ⁴,
Mauricio de Campos ⁵**

¹ Projeto de Pesquisa desenvolvido na Unijui, pertencente ao Grupo de Pesquisa GAIC.

² Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica- Bolsista PROBIC/FAPERGS; cristina.dessbesell@sou.unijui.edu.br.

³ Aluno do Curso de Graduação em Ciências da Computação, jean.moreira@sou.unijui.edu.br.

⁴ Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, nathaly.muller@sou.unijui.edu.br

⁵ Professor Orientador do DCEEng/GAIC, campos@unijui.edu.br.

RESUMO

Atualmente existe um aumento significativo da inserção de sistemas de geração distribuída no Sistema Elétrico de Potência Brasileiro. Com a crescente demanda de energia é esperado que esse cenário aumente de forma exponencial, o que deve impactar significativamente no tradicional sistema. Neste projeto de pesquisa é analisado os possíveis impactos da Geração Distribuída, com foco na energia proveniente de placas fotovoltaicas, no Sistema Elétrico de Potência, para isso foi realizada uma ampla pesquisa bibliográfica e estudos em escala de potência reduzida no Laboratório de Smart Grids da empresa De Lorenzo. Este artigo contém os primeiros resultados dessas aplicações.

Palavras-chave: Energia Solar. Smart Grid. Potência.

INTRODUÇÃO

A Geração Distribuída, GD, é um sistema de geração de energia elétrica conectado à rede de distribuição e próxima, ou no próprio local de consumo. Esse conceito difere do atual sistema, que possui a Geração Concentrada, GC, o qual gera energia normalmente longe dos centros consumidores, e necessita de transporte da energia até os mesmos. Esse transporte é realizado pela etapa de transmissão do Sistema Elétrico de Potência, SEP. Nessa etapa, têm-se muitas perdas devido às distâncias percorridas. No entanto, o SEP está passando por mudanças significativas a partir dos conceitos de redes elétricas inteligentes, e com elas a crescente utilização de fontes de energias renováveis. A atual estrutura das redes elétricas convencionais não é capaz de enfrentar o aumento de consumo bem como as normativas ecológicas e



tecnológicas do segmento. O SEP atualmente ainda está limitado à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, em um único sentido, das usinas geradoras para o consumidor. Essa característica tende a mudar nos próximos anos com a popularização da GD, que permite injetar energia elétrica na rede. Como essa energia normalmente é injetada diretamente na unidade consumidora, no sentido contrário ao atual, pode provocar alguns problemas. As redes elétricas inteligentes, são sistemas que a partir do seu conceito preveem ao atual SEP recursos tecnológicos e elevado grau de automação. Esses sistemas permitem um melhor monitoramento de falhas e de problemas, além da identificação de problemas relacionados ao fornecimento identificando e localizando rapidamente o problema (IEEE, 2011).

Entre as possíveis fontes utilizadas em sistemas de GD, a energia solar fotovoltaica é a mais popular. A utilização de energia solar teve origem em 1839 por Alexandre Edmond Becquerel que observou o efeito fotovoltaico enquanto realizava experiências electroquímicas. Em 1877 William Adams e Richard Day criaram o primeiro dispositivo de produção de eletricidade, com eficiência de 0,55% e em 1941 Russel Ohl desenvolveu a primeira célula fotovoltaica de silício, material usado até hoje (ZILLES, 2012).

Entre suas limitações, os sistemas fotovoltaicos possuem um baixo rendimento, mas essa característica tem sido investigada e a tendência é que isso seja mitigado nos próximos anos. Para fins de análise, uma placa fotovoltaica feita de silício monocristalino atualmente, tem um rendimento que varia entre 15% a 22%. As células fotovoltaicas geralmente são construídas a partir do silício, e quando uma junção “pn”, que é produzida quando dois semicondutores um do tipo P e outro do tipo N são ligados com continuidade e exposto a fótons, ocorre a geração de pares elétron-lacuna e um deslocamento de cargas, que gera uma diferença de potencial. Uma célula fotovoltaica, no entanto, não armazena energia elétrica, elas têm uma estrutura similar a de um diodo, porém geram eletricidade a partir do efeito fotovoltaico.

A utilização das GD com painéis fotovoltaicos podem ser realizadas em sistemas off-grid ou on-grid. O sistema off-grid utiliza uma forma de armazenamento de energia, geralmente baterias, mas pode ser armazenada na forma de energia gravitacional, por exemplo. Já o sistema on-grid, geralmente conta com números significativos de painéis fotovoltaicos, com a geração em grande parte sendo entregue à rede. Este sistema, necessita de um inversor conectado a um medidor de energia bidirecional (ZILLES, 2012). Se for produzida mais



energia do que consumida, segundo a RN 687/2015 da Aneel e o módulo 3 do PRODIST, são gerados créditos, e atualmente, existe um período de 60 meses de validade desses créditos.

METODOLOGIA

A ferramenta utilizada neste estudo é o laboratório de redes elétricas inteligentes da empresa De Lorenzo. Este laboratório é equipado com um sistema de estudo e treinamento composto por diversos módulos, abrangendo todas as áreas do SEP. Estão presentes os subsistemas de geração térmica, hidrelétrica, eólica e solar em escala reduzida. Ele conta com um módulo de proteção de falhas, módulos de medição, que oferecem um diagnóstico em tempo real da simulação. Um controlador de fator de potência, provido de um banco de capacitores, e um subsistema composto por cargas resistivas, capacitivas e indutivas variantes (DE LORENZO, 2021). Com isso, é possível realizar simulações, de fontes de geração fotovoltaicas, e perceber os efeitos provocados pela utilização de GD. Vale ressaltar que este laboratório já conta e opera, totalmente integrado ao conceito de redes elétricas inteligentes.

Figura 01 - Laboratório Modular de Smart Grid.

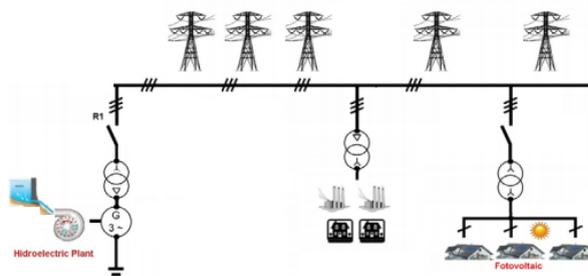


Fonte: (DE LORENZO, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de perceber o que ocorre quando uma geração fotovoltaica é conectada à rede, foi realizada uma simulação utilizando uma usina hidrelétrica, conectada a transformadores e linhas de transmissão para a distribuição, e conectadas a cargas, ou seja, residências.

Figura 2 - Circuito Simulado- Hidrelétrica.



Fonte: (SCADA)-Adaptado pelo Autor.



Nessa situação é apresentada uma usina de geração hidrelétrica e a demanda de energia em um ponto distante, onde há energia solar pode ser explorada no conceito de GD. Com isso observa-se a redução do consumo de energia proveniente da usina hidrelétrica. Observa-se ainda, uma vez que existem longas distâncias desde a usina até as cargas, há perdas de potência na linha de transmissão. Com a hidrelétrica gerando, passando por transformadores e linhas de transmissão, até chegar a carga com 220 Volts, foi inserido a geração fotovoltaica, o que é possível analisar nas imagens abaixo.

Figura 3 - (a) Hidrelétrica. (b) Potência. (c) Fotovoltaica. (d) Consumo. (e) Potência com fotovoltaica.



Fonte: Autor

É possível notar que ao inserir a fotovoltaica na rede, houve uma diminuição do consumo da Linha 3, que foi de 220 Volts para 193 Volts, assim como uma diminuição na potência que a hidrelétrica precisa produzir. Vale ressaltar que esse teste foi realizado com apenas um painel fotovoltaico e no outono, a capacidade da energia solar não foi amplamente utilizada.

Se nesta simulação for aumentada a carga resistiva na residência, ou seja, simulando que a mesma esteja consumindo mais energia, isso irá puxar mais energia da geração, como a fotovoltaica já está produzindo tudo que pode, essa compensação deve vir da hidrelétrica, que vai aumentar a sua geração. Caso a carga resistiva for diminuída, ou seja, caso a residência não esteja consumindo muita energia elétrica, pode chegar ao ponto de a geração fotovoltaica contribuir para a hidrelétrica, afinal o consumidor não está utilizando tudo que está gerando. Caso a geração for interrompida, para manutenção na rede, por exemplo, a fotovoltaica também irá ser interrompida, afinal esse fluxo inverso de potência é muito perigoso. Quando isso acontece, o inversor entra em modo de proteção de ilha e interrompe a geração solar. Esse é um cenário ideal, com o conceito de smart grid, com medidores inteligentes e programas de proteção eficientes, no sistema de hoje isso ainda não acontece dessa forma.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a inserção da Geração Distribuída na rede, o sistema elétrico de potência precisa passar por mudanças significativas, o fluxo de energia não pode ser unidirecional, é necessário ter



um melhor controle de tudo que acontece na rede e automatização, para a segurança de todos, principalmente em momentos no qual a geração de energia é interrompida e tem-se a necessidade de manutenção feita por mão de obra humana, caso haja alguma geração distribuída conectada na rede, que não foi interrompida, ou seja, em ilhamento, pode causar risco de vida aos trabalhadores. Existem outros impactos da GD no sistema elétrico que podem ser percebidos também, como o excesso de geração, principalmente em período de férias em que muitos consumidores com GD podem viajar, desconexões súbitas, falta de estabilidade, contribuição para a corrente de curto circuito e outros.

No quesito de eficiência, se houver um melhor controle de quanto está sendo produzido e quanto está sendo consumido não vai ter desperdícios ou falta de energia, esse ajuste de geração pode ser feito de maneira automática, caso ocorra algum problema nas linhas de transmissão, com uma maior automatização será possível localizar o problema em instantes e realizar o ajuste mas garantindo que ninguém fique sem energia, com alguns desvios. A tecnologia está mudando tudo, o sistema elétrico de potência deve acompanhar essa mudança.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a FAPERGS pelo auxílio financeiro, à UNIJUÍ e ao GAIC (Grupo de Automação Industrial e Controle) pela oportunidade e espaço para o desenvolvimento da pesquisa, e ao orientador Maurício de Campos, pela condução durante o decorrer do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

“IEEE Guide for Smart Grid Interoperability of Energy Technology and Information Operation with the Electric Power System (EPS), End-Use Applications, and Loads”, in IEEE Std 2030-2011, vol., no., pp 1-126, 10 Sept. 2011, doi: 10.1109/IEEESTD.2011.6018239.

BRASIL, ANEEL. Resolução ANEEL nº 687 de 24 de novembro de 2015. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em 25 de maio de 2021.

DE LORENZO DO BRASIL: Engineering Training Solutions. Disponível em: <https://delorenzo.com.br/>. Acesso em: 31 maio de 2021.

ZILLES, Roberto *et al.* Sistemas Fotovoltaicos conectados à rede Elétrica. 1º ed. São Paulo. Oficina de textos, 2012. 208 p.