



CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



ALOCAÇÃO ÓTIMA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA PARA REDUÇÃO DE PERDAS DE ENERGIA EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Thayane Skorupa

Acadêmico do curso de Engenharia de Energia da Universidade Federal do Pampa
Email: thayaneskorupa@gmail.com

Matheus Costa Rangel

Acadêmico do curso de Engenharia de Energia da Universidade Federal do Pampa
Email: matrangel@outlook.com

Martín Cruz Rodríguez Paz

Professor do curso de Engenharia de Energia da Universidade Federal do Pampa

Resumo. *O presente trabalho apresenta estudos de caso para a alocação de uma Geração Distribuída (GD) em um sistema teste tendo como função objetivo minimizar as perdas no sistema. Modelou-se o sistema no software ATP Draw, e inicialmente simularam-se três casos traçando os perfis de tensão, corrente e perdas, a partir destes dados consegue-se escolher o melhor local para a GD nos casos simulados.*

Palavras-chave: *Geração Distribuída. Otimizar Perdas. Alocação Ótima*

1. INTRODUÇÃO

O processo de produção de energia elétrica compreende a geração, a transmissão, a distribuição até o uso do consumidor final de energia. Assim como outras cadeias produtivas, os Sistemas Elétricos de Potência (SEP) possuem perdas em cada uma de suas etapas (ANEEL, 2016).

No Brasil as perdas de energia elétrica nas linhas de transmissão e distribuição representam 17% do consumo doméstico total devido às grandes distâncias entre as unidades geradoras e os centros de carga (ANEEL, 2016).

Os Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica (SDEE) tradicionalmente eram projetados para um funcionamento radial, onde o fluxo da potência era em apenas um sentido, da geração para o consumidor. Com as novas tecnologias que vem surgindo, como por exemplo, a Geração Distribuída este cenário vem sendo alterado. (Willis, 2000)

As perdas no SEP estão diretamente relacionadas à distribuição e intensidade do fluxo de carga nas linhas, desta forma, quando se insere uma GD no sistema o carregamento das linhas sofrerá mudanças e, conseqüentemente, alterar-se-á o comportamento das perdas. Assim, o gerador distribuído é capaz de reduzir a perdas, quando este promove o alívio do carregamento das linhas, dependendo do nível de geração, da demanda da carga, da topologia da rede e da localização da GD. (Bansal, 2017)

Como vem sendo demonstrado, aproximar a geração de energia das cargas traz benefícios à distribuição e a transmissão, oferecendo vantagens como melhoria da qualidade de suprimento, redução das perdas, melhoria no fator de potência. (Barbosa W. P. F.; Azevedo D., 2013) e (Kreith, 2015)

A dificuldade da inserção em grande escala da geração distribuída nos SDEE está



relacionada, entre outros fatores, aos problemas de compatibilidade com as redes elétricas de distribuição. De forma geral, os principais problemas apontadas na inserção da GD nas redes de distribuição são os conflitos operacionais, como os níveis de tensão, correntes de falta e sistemas de proteção. (Bsansal, 2017)

Quanto a localização ótima da GD, há certa divergência do ponto de vista dos autores. A maioria dos autores definem a localização ideal da alocação da GD ao lado da rede de distribuição, alguns defendem a alocação ao lado do consumidor, e outros ao lado da rede de transmissão (Severino, 2008).

No entanto, estes locais ótimos, irão depender de qual função objetivo se quer otimizar. Por exemplo, pode-se encontrar um local ótimo do ponto de vista da proteção do sistema, ou pelo ponto de vista de se reduzir as perdas do sistema.

Uma fonte GD, como por exemplo, placas fotovoltaicas de pequeno e médio porte podem ser instaladas em um alimentador de grandes dimensões, onde a localização da GD pode trazer mudanças no desempenho do sistema. Um exemplo disso são os extensos alimentadores rurais na região da campanha Gaúcha, onde em praticamente toda a extensão do alimentador tem-se a mesma disponibilidade de incidência solar.

Neste projeto, objetiva-se alocar a GD de forma a otimizar a redução das perdas de potência e manter a qualidade no perfil de tensão. Este ponto ótimo refere-se ao fato de que alimentadores podem ser passíveis de receber uma fonte em vários pontos, assim este estudo pretende determinar de forma heurística demonstrando primeiramente de forma aproximada pela tentativa e erro que a alocação da GD pode ser otimizada para diminuir perdas nos SDEE.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido analisando vários cenários para a alocação de uma GD fotovoltaica. Estes cenários, foram escolhidos na tentativa e erro, onde para cada cenário analisaram-se o perfil de tensões e as perdas. O objetivo deste trabalho é mostrar a importância na escolha ótima da localização da GD. Trabalhos futuros que estão em desenvolvimento analisaram técnicas heurísticas e determinísticas para alocação ótima de GDs.

2.1 Sistema Teste

A metodologia foi testada utilizando um alimentador de distribuição localizado na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. O alimentador (AL-1) tem origem em uma subestação composta por um transformador de 25 MVA, 138/23 kV, conexão Δ -Yg. O sistema atende 6256 consumidores predominantemente residenciais. (Dornelles, 2013)

2.2 Perdas no Sistema

As perdas em um sistema de distribuição podem ser divididas em duas categorias, segundo a ANEEL:

- Perdas Técnicas: são aquelas inerentes ao transporte de energia elétrica na rede, relacionadas à transformação de energia elétrica em energia térmica nos condutores (efeito Joule), perdas nos núcleos dos transformadores, perdas dielétricas, etc.
- Perdas Não-Técnicas: correspondem a diferença entre as perdas totais e as perdas técnicas, portanto, todas as demais perdas associadas à distribuição de energia, tais como furtos de energia,



erros de medição, erros no processo de faturamento, entre outros.

As perdas no sistema de distribuição é conceituado como a diferença entre a energia injetada e a energia fornecida pela distribuidora, expressa em megawatt-hora (MWh), composta pelas perdas de origem técnica e não técnica. Neste trabalho serão abordadas as perdas técnicas (ANEEL, 2016).

2.3 Modelagem do Sistema Elétrico

A modelagem do sistema teste foi realizado no *software* ATP Draw (Alternative Transient Program), considerando todas as características apresentadas no sistema teste.

O sistema foi modelado considerando todas as cargas como cargas PQ para representar as linhas foi utilizado blocos de parâmetros constantes, transformador híbrido e fonte tensão trifásica ideal.

3. TESTE E RESULTADOS

As simulações foram efetuadas considerando três cenários distintos de operação do alimentador. Partindo da condição de operação radial, dois cenários distintos foram simulados buscando o melhor local para a inserção da GD através de busca exaustiva.

A partir do primeiro caso, encontra-se a um primeiro momento, três possíveis lugares, para a alocação da GD. A análise é feita a partir dos valores de magnitude e ângulo de tensão e corrente, fluxo de carga e perdas.

3.1 Caso 1 – Sistema Radial

Considerando o sistema radial, e os dados da modelagem do sistema elétrico, obteve-se magnitude e ângulos das tensões em todos e ramos do sistema, magnitude e ângulos das correntes em nós e ramos, fluxo de potência e

perdas nas barras. A tensão em todos os nós pode ser analisada na figura (01).

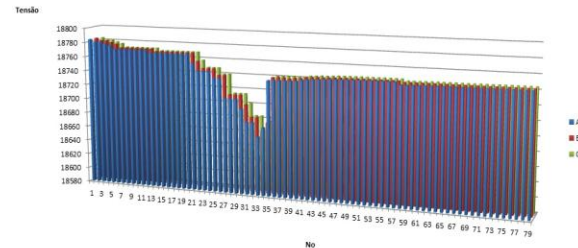


Figura 1: Magnitude de tensão em todos os nós para o caso 1.

Nota-se no nó 33 e no nó 35 uma queda de tensão significativa, justificada pela sua localização (final de ramo) e no decorrer do sistema ter perdas. Nota-se também que ainda não foram modelados os sistemas de proteção e regulador de tensão.

3.2 Caso 2 – Sistema com 1 Geração Distribuída no ramo menor queda de tensão

Em um primeiro momento, simulou-se a alocação de uma GD no ponto de menor tensão, do caso anterior, isto é, o no 35. Para a modelagem da GD no sistema usou-se uma fonte ideal com 3 kV, e um transformador. Observa-se que não inserido nenhum dispositivo de proteção, desta forma, espera-se harmônicas e perturbações a um primeiro momento.

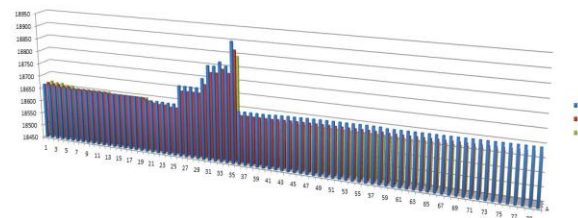


Figura 2: Magnitude de tensão em todos os nós para o caso 2.

Neste caso, as perdas aumentaram 1,04% comparando com o primeiro caso.

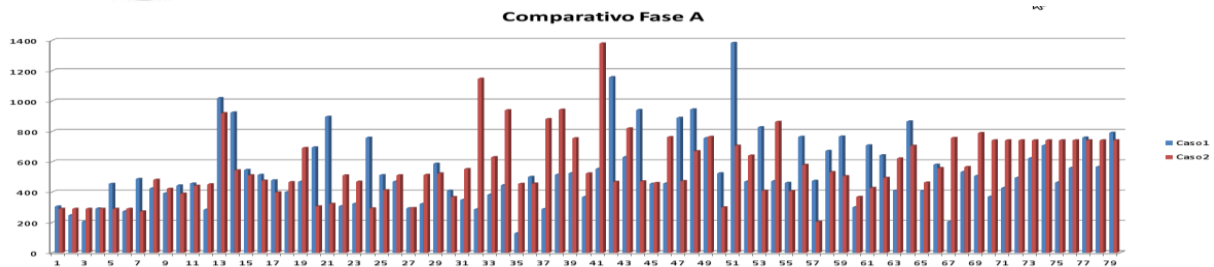


Figura 3: Comparativo de Perdas para o Caso 1 e Caso 2.

3.2 Caso 3 – Sistema com 1 Geração Distribuída no ramo final

Com o intuito de comparar as perdas, simulou-se mais um caso, alocando a GD no nó final (80), os parâmetros da fonte foram mantidos o mesmo do caso 2.

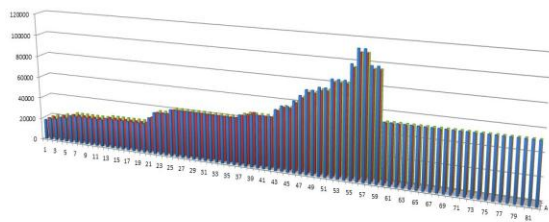


Figura 4: Magnitude de tensão em todos os nós para o caso 3.

Neste caso, as perdas aumentaram 4.200% comparando com o primeiro caso.

4. CONCLUSÃO

O presente trabalho busca um lugar ótimo para se inserir uma geração distribuída tendo como função objetivo as perdas do sistema. Em um primeiro momento, foram simulados três casos com o intuito de validar a proposta de maneira exemplificativa. Nos três casos simulados, verificou-se que o caso dois seria o ideal.

O caso dois mostrou-se ideal devido o nó escolhido apresentar baixo carregamento na linha, resultando em menos perda por efeito Joule, na figura (3) mostra-se um comparativo das perdas entre o caso 1 e o caso 2, nota-se

Em trabalhos futuros espera-se analisar previamente todos os nós e otimizar de maneira automática o melhor nó para inserir uma GD no sistema.

REFERÊNCIAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. “Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST”. 2016

Jignesh Parmar, “Total Losses in Power Distribution & Transmission Lines-Part 1,” 2013. [Online]. Available: <https://electricalnotes.wordpress.com/2013/07/01/totallosses-in-power-distribution-transmission-lines-part-1/>. [Accessed: 06-Set-2017].

Gustavo Dorneles Ferreira. “Modelos Matemáticos Para Otimização Da Confiabilidade De Sistemas Elétricos De Distribuição Com Geração Distribuída”. Porto Alegre, 2013.

Bansal, Ramesh. “Handbook of Distributed Generation Electric Power Technologies, Economics and Environmental Impacts”. Petroria, Africa do Sul, 2017.

Kreith Frank, Goswami D. Yogi. “Energy Efficiency and Renewable Energy Handbook” 2a Ed, New York, 2015.



CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



Willis, H. Lee; Scott, G. Walter. “Distributed power generation”. New York, 2000.