

ANÁLISE DA RECONFIGURAÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO UTILIZANDO O SOFTWARE OPENDSS

Roberta Carvalho Marques¹

Ana Paula Carboni de Mello²

Resumo:

A reconfiguração das redes de distribuição pode ser aplicada como um objeto de planejamento e operação de sistemas, visando obter a configuração mais adequada para operar as redes em regime normal, resultando em redução de perdas de energia, melhoria do perfil de tensão, aumento dos níveis de confiabilidade, entre outros. Este trabalho propõem a análise da reconfiguração de redes de distribuição utilizando o software OpenDSS. A proposta é definir a melhor topologia para operação das redes em duas situações distintas. A primeira considera uma rede de distribuição convencional em estado normal de operação sem fontes adicionais de geração. Na segunda análise considerou-se uma rede de distribuição com geradores distribuídos de tecnologia de geração fotovoltaica. Os estudos foram realizados em um sistema de teste padrão IEEE 123 barras.

Palavras-chave: Redes de distribuição. OpenDSS. Reconfiguração de rede

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

ANÁLISE DA RECONFIGURAÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO UTILIZANDO O SOFTWARE OPENDSS

¹ Aluno de graduação. robpetrova@gmail.com. Autor principal

² Docente. anamello@unipampa.edu.br. Orientador



ANÁLISE DA RECONFIGURAÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO UTILIZANDO O SOFTWARE OPENDSS

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos as concessionárias de energia elétrica têm se preocupado e aplicado esforços na melhoria do fornecimento e da qualidade da energia elétrica. Isso se deve a um novo conceito de rede elétrica “*Smart Grid*”, que define que essa nova rede deve se comportar de maneira “inteligente”, ou seja, realizar manobras de maneira automatizada com alta confiabilidade e incorporar diversos recursos de automação e comunicação.

As redes de distribuição possuem dispositivos de manobra que podem abrir ou fechar os circuitos possibilitando a modificação das redes. A reconfiguração consiste em procurar um ponto ótimo de operação cuja a solução envolve a seleção da melhor topologia possível, isto é, aquela que atenda o propósito final da reconfiguração e respeite as restrições operacionais de rede.

Ao alterar a topologia das redes, uma série de impactos podem ser observados (BERNARDON et al., 2015):

- **Carregamento dos Alimentadores:** O alimentador que recebe a nova carga terá um acréscimo em sua potência de operação e, portanto, deve ser compatível com esse aumento da demanda.
- **Perdas de Energia:** A corrente elétrica que percorre os condutores dos alimentadores causa o aquecimento e perdas nesses condutores. Uma carga que passa a ser atendida por um circuito menos extenso, e com menor impedância, implica em uma redução de perdas na rede.
- **Níveis de Tensão:** Com a mudança de carga, e consequentemente de corrente elétrica, os níveis de tensão na rede elétrica variam.

Neste sentido, esse trabalho tem como objetivo explorar a potencialidade da automação das redes de distribuição através de chaves ou religadores que podem ser comandados remotamente, e utilizando o software de análise de redes OpenDSS encontrar as melhores configurações de operação do sistema de distribuição.

2. METODOLOGIA

Para o cálculo da função objetivo (FO) e verificação das restrições operacionais do problema, a cada iteração, é necessário o conhecimento da configuração atual da rede, ou seja, o caminho percorrido pela corrente desde a subestação até as cargas. O processo de resolução do fluxo de potência é realizado pelo software OpenDSS a partir da Equação (1), a qual consiste na redução de perdas de energia da rede.

$$FO = \min \sum_i R_i \cdot \frac{P_i^2 + Q_i^2}{V_i^2} \cdot \Delta t \quad (1)$$

onde R_i é o valor da resistência da linha i , P_i e Q_i são os valores de fluxo de potência ativa e reativa, respectivamente. V_i é o valor da tensão para o nó i .

3. RESULTADOS e DISCUSSÃO

O sistema teste apresentado na Figura 1 foi utilizado na análise de reconfiguração, o qual consiste em 123 barras, 6 chaves em estado normalmente fechado, 2 chaves em estado normalmente aberto e 3 unidades de geração distribuída fotovoltaica (GDF). Foram propostas duas situações de análise: A primeira com o sistema convencional sem a presença de GDF, e a segunda com a inserção de GDF no sistema de distribuição.

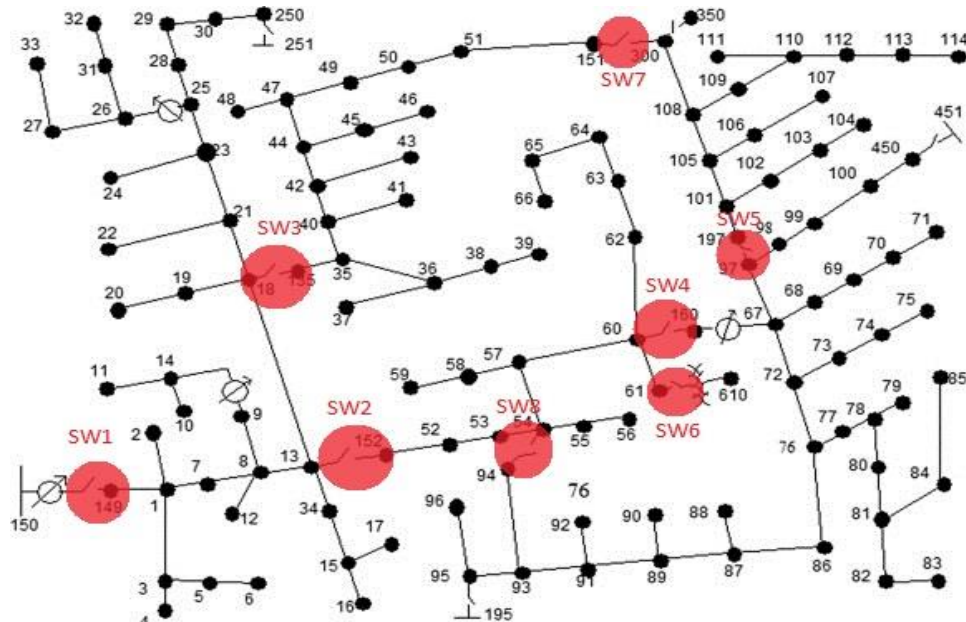


Figura 1. Modelo de uma rede de distribuição de 123 barras da IEEE

O sistema convencional apresenta predomínio de perfis de carga residencial e industrial, com horário de maior carregamento do alimentador às 19 horas. A Figura 2(a) mostra o comportamento horário da potência ativa na saída na subestação. Já a Figura 2(b) demonstra o comportamento da potência reativa.

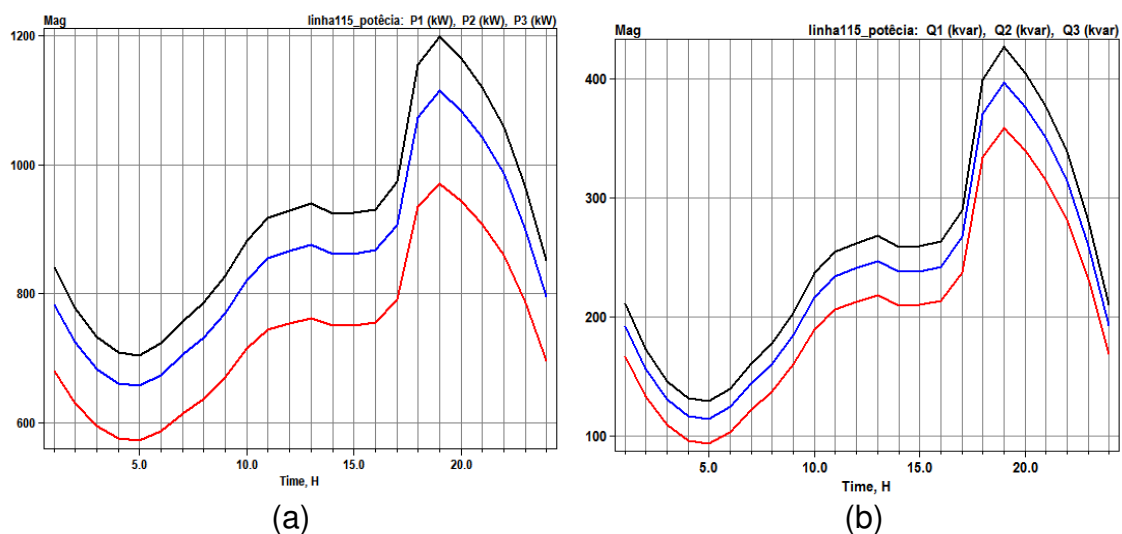


Figura 2. Potências na saída do alimentador (a) ativa por fase (b) reativa por fase.

A análise de reconfiguração definiu 8 possíveis configurações de rede, conforme demonstrado na Tabela 1. Analisou-se as perdas na linha L115 na qual se refere a saída do alimentador e também as perdas totais do sistema.

Tabela 1. Perdas de energia após a reconfiguração (Linha L115 e perdas totais).

Configuração	Chaves Abertas	Chaves Fechadas	Perdas (Kw)	
			Linha 115	Totais
1	SW7, SW8	SW1, SW2, SW3, SW4, SW5, SW6	5,28	29,5
2	SW2	SW1, SW3, SW4, SW5, SW6, SW7, SW8	5,33	70,7
3	SW3	SW1, SW2, SW4, SW5, SW6, SW7, SW8	5,55	54,6
4	SW4	SW1, SW2, SW3, SW5, SW6, SW7, SW8	5,26	35,2
5	SW5	SW1, SW2, SW3, SW4, SW6, SW7, SW8	5,32	37,6
6	SW6	SW1, SW2, SW3, SW4, SW5, SW7, SW8	5,69	69,9
7	SW7	SW1, SW2, SW3, SW4, SW5, SW6, SW8	5,36	39,4
8	SW8	SW1, SW2, SW3, SW4, SW5, SW6, SW7	5,37	41,8

Também foram analisadas as tensões em todas as barras para cada nova configuração do sistema sem GDF, como mostrado na Figura 3. Os limites de tensão adequados normalizados pelo PRODIST, correspondem os valores de 0,95 à 1,05 pu. Desta forma, apenas com a configuração 2 houveram violações dos limites de tensão.

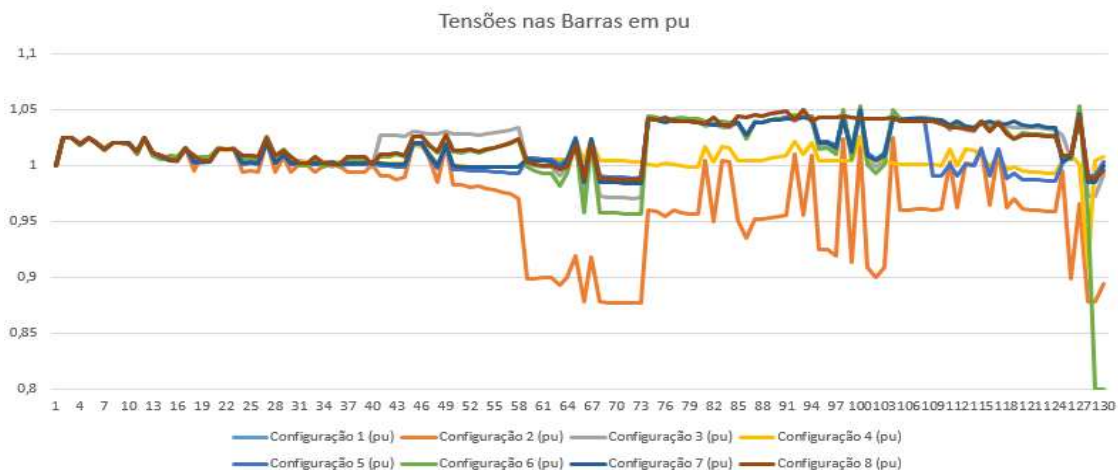


Figura 3. Tensões nas barras em pu para as 8 configurações.

Para a segunda análise foram inseridas três gerações fotovoltaicas de 300 kW cada, nas barras 47, 65 e 76. A potência ativa e reativa na saída do alimentador, é apresentada na Figura 4(a) e Figura 4(b), respectivamente.

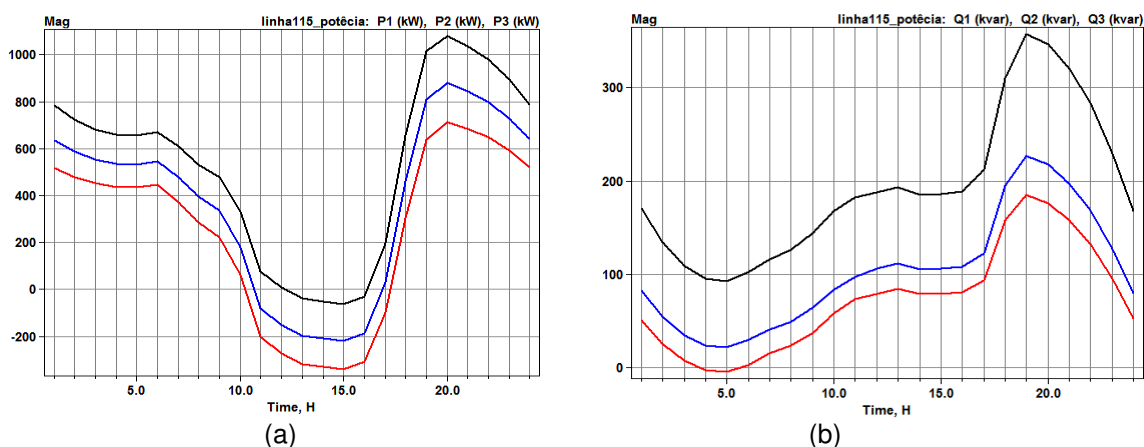


Figura 4. Potências na saída do alimentador com GDF (a) potência ativa por fase (b) potência reativa por fase.

A Tabela 2 demonstra o resultado das perdas de energia para as 8 configurações da rede, considerando a inserção das GDFs.

Tabela 2. Perdas de energia após a reconfiguração (Linha L115 e perdas totais).

Configuração	Chaves Abertas	Chaves Fechadas	Perdas (Kw)	
			Linha 115	Totais
1	SW7, SW8	SW1, SW2, SW3, SW4, SW5, SW6	2,34	33,3
2	SW2	SW1, SW3, SW4, SW5, SW6, SW7, SW8	0,63	40,9
3	SW3	SW1, SW2, SW4, SW5, SW6, SW7, SW8	2,31	49,8
4	SW4	SW1, SW2, SW3, SW5, SW6, SW7, SW8	2,35	35,0
5	SW5	SW1, SW2, SW3, SW4, SW6, SW7, SW8	2,35	37,7
6	SW6	SW1, SW2, SW3, SW4, SW5, SW7, SW8	2,36	48,1
7	SW7	SW1, SW2, SW3, SW4, SW5, SW6, SW8	2,35	36,8
8	SW8	SW1, SW2, SW3, SW4, SW5, SW6, SW7	2,33	37,0

Observa-se uma diminuição significativa do valor das perdas de energia na saída do alimentador após a instalação das GDF's. Apesar disso, a melhor configuração da rede se manteve em ambas as análises realizadas.

O resultado das tensões em todas as barras após a inserção das fontes de geração distribuídas na rede, pode ser observado na Figura 5.

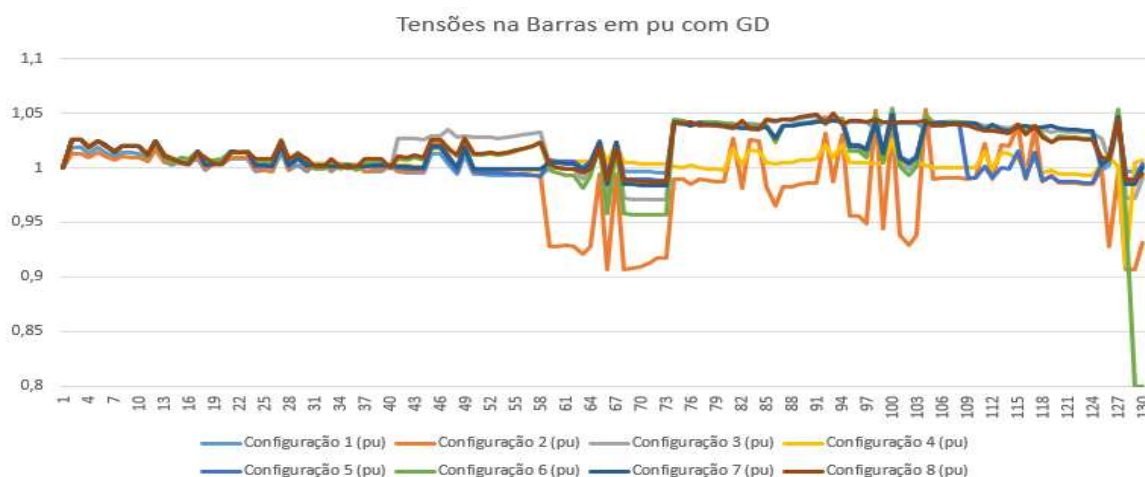


Figura 5. Gráfico das tensões em pu após a inserção da GD nas 8 configurações.

Observa-se que devido ao acréscimo de potência ativa pelas fontes de GDF's no sistema, todas as configurações resultaram em níveis de tensão adequados (0,95 à 1,05). Entretanto, pode-se observar a elevação dos níveis de tensão em algumas configurações. O problema de sobretensão é a principal causa quanto a limitação de uma maior participação de geradores distribuídos nas redes de distribuição.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o aumento constante da instalação de sistemas de GDs nas redes de distribuição, torna-se cada vez mais importante a realização de estudos para encontrar alternativas de melhoria operacional do sistema. Destaca-se para este fim, o estudo de reconfiguração, o qual permite como apresentado, a redução de perdas de energia e melhoria dos níveis de tensão do sistema de forma simples e evitando custos desnecessários com a construção de novas usinas para o atendimento da demanda.

5. REFERÊNCIAS

BERNADON, D. P. et al. Sistemas de distribuição das redes elétricas inteligentes: uma abordagem para reconfiguração de redes – 1.ed. – Santa Maria: AGEPOC, 2015.
 PRODIST - Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – Módulo 8: Qualidade de Energia. Brasília, 2012.