



CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



ANÁLISE DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA PARA O CONTROLE DE TENSÃO E POTÊNCIA REATIVA EM ALIMENTADORES DE DISTRIBUIÇÃO

Ana Paula Carboni de Mello

Professor/Pesquisador do curso de Engenharia Elétrica – Universidade Federal do Pampa –
Campus Alegrete
anamello@unipampa.edu.br

Henrique Silveira Eichkoff

Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica - Universidade Federal do Pampa – Campus
Alegrete
henriquekoff@gmail.com

Resumo. *Este trabalho tem por objetivo demonstrar a análise da geração distribuída (GD) como equipamento de controle de tensão e potência reativa em um sistema teste de distribuição. Para isso, utilizou-se os inversores de frequência dos sistemas de geração fotovoltaica como equipamentos de controle em conjunto com equipamentos tradicionais que geralmente desempenham a função do controle de tensão. Para a obtenção dos resultados, se fez o uso do software OpenDSS (Open Distribution System Simulator), em um sistema teste padrão IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) de 13 barras.*

Palavras-chave: *Geração Distribuída, Controle vol/var, OpenDss.*

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, houve uma busca crescente de novas formas de gerar energia, a fim de amenizar o uso excessivo das fontes tradicionais de geração. Essa nova alternativa de gerar energia é denominada Geração Distribuída e caracteriza-se por utilizar fontes renováveis para seu funcionamento, com grande destaque para Eólica, Solar e Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCHs).

Dentre algumas vantagens em que a geração distribuída pode fornecer, destacam-se, o baixo impacto ambiental, redução de perdas, redução no carregamento de redes e menor tempo de implantação. Por outro lado, o sistema de geração distribuída apresenta algumas desvantagens, como fluxo bidirecional de energia, tornando a operação da rede complexa e dificuldade para controlar o nível de tensão da rede no período de carga leve [1].

Nesse trabalho, é demonstrada a análise dos inversores utilizados na interface de conexão da geração distribuída com a rede elétrica como uma nova possibilidade de equipamento de controle de tensão e potência reativa (controle volt/var), para a operação adequada dos sistemas de distribuição de energia.

No Brasil a geração distribuída ainda não pode ser utilizada para a regulação de tensão e não há uma normatização para esta função, apenas são regulamentados os requisitos para conexão de acessantes produtores de energia, em função da Resolução Normativa nº 482 e dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST).

Entretanto, em países como a Alemanha, a Itália e o Japão com capacidade expressiva de geração distribuída

fotovoltaica, a injeção de potência reativa a partir destes sistemas está bem consolidada, inclusive permite que em condições de falta na rede de distribuição, estes, contribuam no fornecimento de energia reativa dando suporte à rede.

2. CONTROLE DE TENSÃO E POTÊNCIA REATIVA (VOLT/VAR)

O controle de tensão e potência reativa tem sido desenvolvido desde os anos 1980, utilizando diversos dispositivos de controle, como os reguladores de tensão, banco de capacitores e transformadores comutadores de tap sobre carga (*On-Load Tap changes (OLTC)*). Esses equipamentos, são ajustados para reduzir as perdas operacionais e o melhorar o perfil de tensão, além de definir uma regulação de tensão e um fluxo de potência adequados ao sistema de distribuição.

De acordo com [3], no caso de inclusão da geração distribuída no sistema, a mesma pode uma transformar uma rede ativa em uma rede passiva, ocasionando assim um fluxo de potência reverso, podendo os dispositivos comutadores de tap não apresentarem simetria, comprometendo a operação da GD.

Para a geração distribuída do tipo fotovoltaica, o controle de tensão e potência reativa é realizado através do inversor, que é responsável por efetuar a interface entre a GD e a rede elétrica.

Segundo [4], os inversores, possuem a capacidade de absorver a potência reativa de maneira distribuída, podendo o controle de reativo, compensar o aumento da tensão nas redes de distribuição. Além disso, para manter os níveis de tensão dentro da faixa de operação adequada, o inversor pode absorver ou injetar potência reativa.

3. METODOLOGIA DE ANÁLISE

No Brasil, para sistemas fotovoltaicos com potência nominal superior à 6 kW, o

inversor pode operar na faixa de 0,98 indutivo até 0,98 capacitivo, ou por controle da potência reativa [5], conforme a Fig. 1.

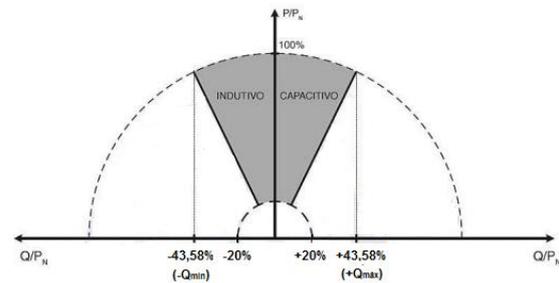


Fig. 1 - Limites operacionais de injeção/demanda de potência reativas do inversor.

Neste sentido, modelou-se o inversor de acordo com os limites apresentados na Fig. 1.

A escolha e o ajuste do controle do fator de potência e injeção/demanda de potência reativa, são definidos pelas condição de rede.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a análise dos resultados utilizou-se o sistema teste de 13 barras IEEE, conforme demonstra a Fig.2. Considerou-se um sistema de geração fotovoltaica com potência nominal de 90 kWp na barra 634.

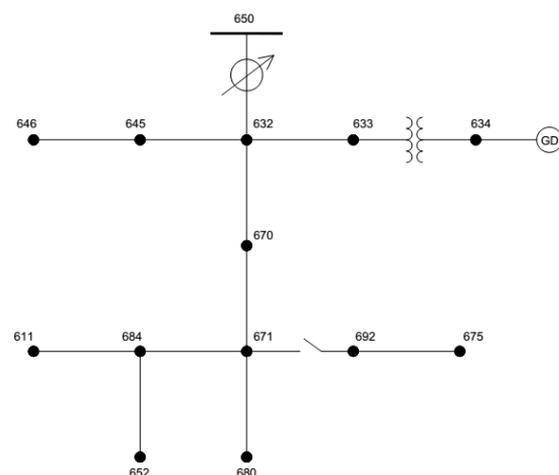


Fig. 2. Sistema Teste IEEE 13 barras.

A curva de geração fotovoltaica é demonstrada na Fig.3. Observa-se que a geração fotovoltaica está em operação das 6 horas até as 20 horas, sendo o ponto máximo de potência atingido no intervalo das 13 horas até 15 horas.

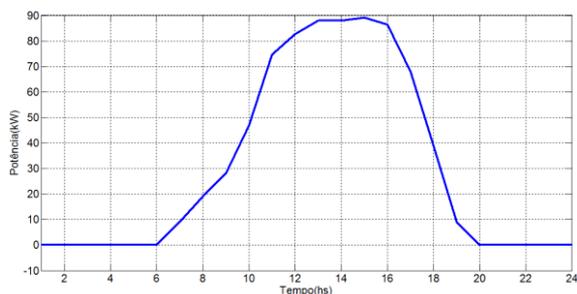


Fig. 3 – Curva de geração fotovoltaica.

A análise dos resultados foi realizada em um período diário com perfil de carga predominantemente residencial em todas as cargas do sistema teste.

A Fig.4. apresenta o perfil de carga ativa na saída da subestação para as condições sem o sistema de GD (Fig.4 (a)), e após a inserção do sistema de GD de 90 kWp na barra 634, Fig. 4. (b).

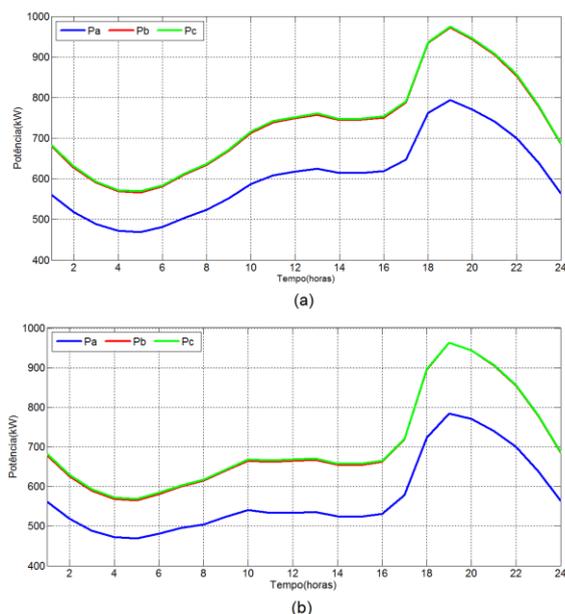


Fig. 4 – Curvas de potência ativa no alimentador, tipicamente residenciais (a) sem geração distribuída e (b) com geração distribuída.

A Fig.5. apresenta o perfil de carga reativa na saída da subestação para as mesmas condições apresentadas anteriormente. Fig.5 (a) sem o sistema de GD e a Fig.5 (b) após a inserção da GD.

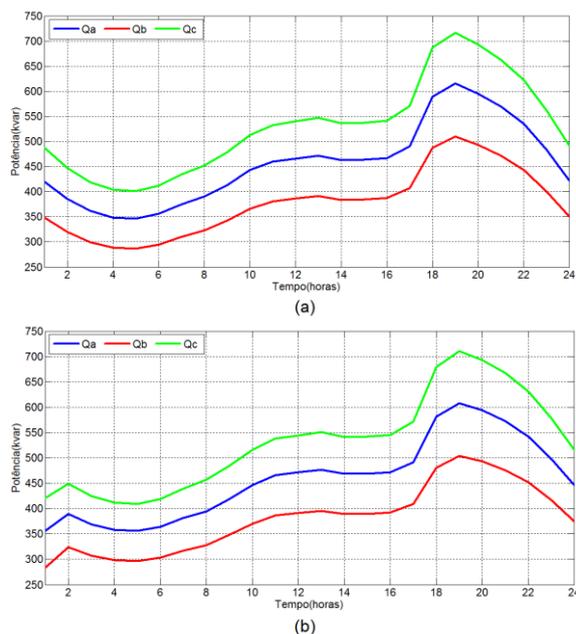


Fig. 5 – Curvas de potência reativa no alimentador, tipicamente residenciais (a) sem geração distribuída e (b) com geração distribuída.

Observa-se uma pequena diferença nas três fases da potência ativa com a conexão da GD. Isso ocorre devido a emissão de um fluxo de potência reverso pela GD, onde há uma redução na potência ativa fornecida para a subestação nas três fases, como pode ser observado durante o intervalo que a GD está em operação, das 9 às 18 horas.

Na Fig. 6. é demonstrado um comparativos entre os níveis de tensão na saída do alimentador, com e sem a presença da GD para a fase mais crítica do sistema (fase A).

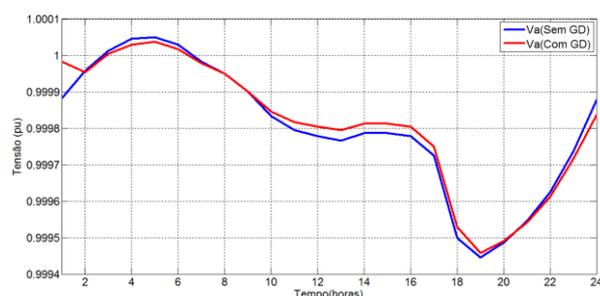


Fig. 6 – Comparação nos níveis de tensão na fase A do alimentador.

Como pode-se observar, houve uma pequena elevação na tensão do alimentador durante o período de operação da GD. Essa elevação na tensão ocorre devido a direção

do fluxo de potência, que sofre uma reversão no momento em que a potência é entregue a rede. Mesmo com a inserção da GD, a tensão não violou os limites operacionais (0,95 à 1,05 pu).

Na Tabela 1, serão comparados, o número de comutações (alteração da posição de TAP) que os elementos responsáveis por realizar o controle de tensão do sistema, apresentaram antes e depois da inserção da GD.

Tabela 1-Comparações no número de comutações dos equipamentos de controle de tensão.

Equipamentos	Número de Comutações	
	Sem GD	Com GD
RT Monofásico – Fase A – Subestação	8	10
RT Monofásico – Fase B – Subestação	7	7
RT Monofásico – Fase C – Subestação	8	9
Inversor – Fase A –	-	±10 kvar
Inversor – Fase B –	-	±10 kvar
Inversor – Fase C –	-	±10 kvar

O inversor de frequência participou ativamente do controle volt/var, com a inserção de potência reativa de ± 10 kvar. A necessidade de operação seguiu a curva de carga do sistema.

5. REFERÊNCIAS

[1] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Nota Técnica nº 0025/2011-SRD-SRC-SRG-SCG-SEM-SRE-SPE/ANEEL. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2011/042/documento/nota_tecnica_0025_gd.pdf>. Acesso em: 21 set 2017.

[2] BREMERMANN, Leonardo. Controle Fuzzy Volt/Var em Sistemas de Distribuição. Porto Alegre, 2008.

[3] DOMINGUEZ, Ozy. Modelo matemático para o controle ótimo de Voltvar em Sistemas de Distribuição. Ilha Solteira, 2015.

[4] J. Janhagiri and D, C. Aliprantis, “Distributed Volt/VAR Control by PV Inverter,” in IEEE Transaction on Power Systems, Vol 28, N° 3, 2013.

[5] ABNT NBR 16149, *Sistemas Fotovoltaicos (FV) – Características de interface de conexão com a rede elétrica de distribuição.*

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho apresentou, uma análise da geração distribuída para o controle de tensão e potência em um alimentador. Para isso, foi utilizado o *software* Open DSS na modelagem de um sistema teste de 13 barras disponibilizado pela *IEEE* com a inserção de uma geração fotovoltaica.

Analisando os resultados, tem-se que a inserção da geração fotovoltaica apresentou uma pequena elevação de tensão no alimentador. Assim mesmo, não houve violação nos limites operacionais. Para a potência reativa do alimentador, o controle do inversor reduziu os níveis de reativo, mantendo os resultados semelhantes ao do sistema sem a inserção da GD.

Para os reguladores de tensão, houve um aumento no número de comutações devido a elevação nos níveis de tensão com a presença da GD.