



MICRORREDE EXPERIMENTAL BASEADA NA MÁQUINA SÍNCRONA VIRTUAL

João Pedro Magalhães Fernandes, discente de graduação, Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete

Prof. Márcio Stefanello Dr. Eng., docente, Universidade Federal do Pampa

joaofernandes.aluno@unipampa.edu.br

Microrredes (MRs) de energia são redes formadas por cargas controladas, sistemas de armazenamento de energia e unidades de Geração Distribuída (GD), que operam coordenadamente para fornecer energia às cargas elétricas. A tendência da crescente demanda por unidades de GD, principalmente as renováveis, resulta em mais conversores eletrônicos de potência integrando o sistema elétrico principal. Os conversores em MRs realizam a interface entre as fontes de energia distribuídas (como solar, eólica, etc.) e os elementos armazenadores de energia, com a rede elétrica principal e as cargas (controladas ou não). Uma MR pode operar conectada na rede elétrica principal ou então ilhada, sintetizando uma rede autônoma. No primeiro caso, os conversores são controlados para sintetizar referências de potência ativa e reativa. Quando da operação ilhada, o objetivo é sintetizar tensão e frequência estáveis. Como MRs incluem conversores eletrônicos, estes por sua vez também podem operar nos modos ilhado e conectado. É importante reconhecer o cenário futuro onde os conversores eletrônicos irão ser cada vez mais utilizados. É impraticável a implementação de controladores centralizados para o controle de tensão e frequência de cada conversor isoladamente, visto que, para cada conversor adicionado ao sistema elétrico, toda uma infraestrutura de comunicação de dados deve ser implementada. Além disso, uma rede usando tal abordagem é altamente suscetível a ataques cibernéticos. Por estes motivos, é necessário que os conversores possam operar do modo mais autônomo possível. O controle de conversores utilizando o conceito da máquina síncrona virtual é reconhecidamente uma abordagem adequada para lidar com o cenário atual e futuro. Basicamente, a ideia é controlar os conversores de modo que estes possuam comportamento dinâmico similar ao dos geradores síncronos reais, que tem demonstrado sua aplicabilidade ao longo de décadas no sistema elétrico convencional. Vários ainda são os desafios, por exemplo, a principal dinâmica de geradores síncronos advém da relação entre frequência e potência ativa envolvendo a inércia da máquina. Em geradores reais, esta inércia é um parâmetro associado à massa do rotor da máquina e está, portanto, disponível intrínseco quando da operação do gerador. Entretanto, para um conversor efetivamente implementar uma inércia, não basta implementar uma equação matemática num processador digital, é necessário haver energia para suprir a potência demandada. Isto por sua vez depende de elementos armazenadores de energia que devem estar disponíveis nos conversores localmente. Neste trabalho é descrita brevemente uma MR experimental em escala reduzida composta por dois conversores que são controlados de acordo com o princípio da máquina síncrona virtual. Resultados experimentais são apresentados para demonstrar a aplicabilidade desta técnica usando a abordagem conhecida como Synchronverter, que é talvez a topologia de máquina síncrona virtual mais conhecida. A partir disso, o objetivo é demonstrar a operação de uma MR experimental em escala reduzida formada por dois conversores quando da operação ilhada, sintetizando tensão e frequência estáveis. Para isso, foi implementada uma bancada experimental composta por dois conversores eletrônicos com potência nominal de 10 kVA da Semikron, juntamente com o kit de controle digital DS1103 da dSPACE que executa o algoritmo de controle e efetua o acionamento de todo o circuito. O controlador implementado foi programado diretamente através do MATLAB/Simulink® na plataforma de controle digital. Assim, a dinâmica consistiu em acionar o conversor 1 e sintetizar uma forma de onda com amplitude de 55 V(rms) e 60 Hz de frequência para alimentar uma carga puramente resistiva. Após 1 segundo, o conversor 2 inicia a sincronização com o conversor 1 sintetizando uma corrente virtual a partir do filtro virtual, cuja entrada é a diferença da tensão sintetizada pelo conversor 2 com a tensão do conversor 1. Após a conexão do conversor 2 em paralelo, ambos fornecem uma parcela da potência ativa total demandada pela carga. Como o coeficiente de *droop* implementado na malha da frequência

no controlador do conversor 1 é menor que do conversor 2, este fornece a maior parcela da potência ativa. Após a conexão, a corrente no conversor 1 decresce enquanto a corrente no conversor 2 aumenta de zero até o valor em regime permanente, a amplitude da tensão no conversor 1 iguala ao 2 e a frequência permanece estável no sistema. Dessa forma, foi descrita brevemente a operação da MR experimental em escala reduzida utilizando controladores baseados no princípio da máquina síncrona virtual para dois conversores no modo de operação ilhado alimentando uma carga resistiva. Foi observado através dos resultados experimentais que a tensão e a frequência do sistema permaneceram estáveis durante a operação. Juntamente, foi apresentado o compartilhamento da potência ativa e o comportamento da corrente do sistema.

Agradecimentos: Os autores gostariam de agradecer ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Geração Distribuída (INCT-GD) e ao CNPq processo 465640/2014-1 pelo apoio financeiro.

Palavras-chave: Microrrede; Máquina síncrona virtual; Conversores eletrônicos; Microrrede experimental.