

7

Conclusões e Propostas para Trabalhos Futuros

Este trabalho teve como objetivo apresentar uma proposta de remuneração para os serviços ancilares de suporte de potência reativa e reserva de potência quando provido por geradores.

Durante o desenvolvimento do trabalho foi mostrada a dificuldade de se identificar os custos incorridos pelos geradores no provimento dos serviços ancilares. Foi proposto então que a remuneração dos geradores seja calculada em função do seu benefício proporcionado ao sistema de potência. Para o serviço ancilar de suporte de potência reativa este benefício foi definido como a diferença observada no custo de instalação de novas fontes de potência reativa no sistema, para as situações onde os geradores provêem ou não o serviço ancilar. Já para o serviço ancilar de reserva de potência este benefício foi mensurado por meio da diferença observada no custo de interrupção do sistema, calculado em um estudo de confiabilidade composta para as situações onde os geradores provêem ou não o serviço ancilar.

Com o intuito de verificar a eficácia das metodologias propostas, foram realizados testes com dois sistemas distintos: o sistema IEEE-RTS, com 24 barras, e o sistema Sul-Sudeste Brasileiro, com 2.292 barras.

Com base no desenvolvimento das metodologias propostas e nos resultados obtidos, são apresentadas as principais conclusões obtidas neste trabalho:

- O cálculo da remuneração dos geradores deve ser fundamentado em um problema de fluxo de potência ótimo, de forma que o custo de aquisição dos serviços ancilares pelo Operador Independente do Sistema seja mínimo;
- A repartição da remuneração entre os geradores que provêem os serviços ancilares deve ocorrer de forma justa e eficiente, a fim de que não existam benefícios cruzados e a prestação do serviço seja incentivada;
- O método de Aumann-Shapley é o mais adequado para repartir a remuneração entre os geradores. Dentre os diversos métodos analisados,

o método de Aumann-Shapley foi o único que atendeu aos critérios de justiça e eficiência na repartição, com um esforço computacional razoável;

- Foi verificado que, quanto maior o número de pontos a serem discretizados no intervalo $[0,1]$, maior será a precisão do método de Aumann-Shapley. Contudo, este critério eleva consideravelmente o esforço computacional, já que se torna necessário solucionar um maior número de problemas de fluxo de potência ótimo. Os resultados numéricos mostraram que é possível encontrar um ponto intermediário, com resultados precisos na repartição de custos e um esforço computacional reduzido;
- Nos estudos de confiabilidade devem ser amostradas diversas contingências para cada discretização do método de Aumann-Shapley, o que eleva demasiadamente o esforço computacional. Para contornar esta dificuldade foi proposto um processo de sorteio para os pontos a serem discretizados a cada estado amostrado do sistema. Excelentes resultados foram obtidos com esta alternativa, com um esforço computacional razoável;
- Pela análise dos resultados numéricos, verificou-se que as metodologias propostas de remuneração mantêm sua coerência mesmo em sistemas de potência de grande porte, como o sistema Sul-Sudeste Brasileiro;
- No serviço ancilar de suporte de potência reativa, a remuneração dos geradores sofre influência do custo unitário da nova fonte de potência reativa. Este custo unitário pode apresentar valores baixos ou elevados, de acordo com as necessidades do sistema de potência e do tipo de equipamento instalado, alterando assim o custo evitado proporcionado pelos geradores;
- De acordo com o conceito econômico de que o valor de um serviço não deve ultrapassar o seu benefício agregado e considerando-se que as metodologias propostas são baseadas no benefício proporcionado pelos serviços ancilares ao sistema, conclui-se que as metodologias propostas podem ser utilizadas na definição de um preço-teto de remuneração para os geradores que provêm os serviços ancilares de suporte de potência reativa ou reserva de potência;
- As metodologias propostas poderão ser utilizadas no futuro para auxiliar a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) no processo de definição de uma estrutura de remuneração dos geradores que provêm serviços ancilares no Brasil.

Com o objetivo de estender os conceitos abordados neste trabalho, são listadas a seguir algumas propostas para trabalhos futuros:

- Analisar o benefício proporcionado pelo serviço de suporte de potência reativa quando são consideradas contingências no sistema, da mesma forma como foi realizado para o serviço ancilar de reserva de potência;
- Utilizar a simulação de Monte Carlo Sequencial para o cálculo da remuneração dos geradores que provêm o serviço ancilar de reserva de potência, considerando que o tempo de duração da contingência possui influência sobre o custo de corte de carga do sistema;
- Considerar diferentes horizontes de tempo e configurações do sistema de potência, de modo a se verificar o comportamento da remuneração dos geradores para o serviço ancilar de reserva de potência;
- Analisar a possibilidade de emprego do método Nucleolus na repartição do benefício proporcionado ao sistema de potência entre os geradores que provêm serviços ancilares;
- Considerar outros critérios de despacho para o serviço ancilar de reserva de potência, como o despacho por mínimo custo de geração, e avaliar o seu impacto sobre a remuneração dos geradores;
- Desenvolver metodologias que identifiquem o valor mínimo de remuneração para os serviços ancilares de suporte de potência reativa e de reserva de potência quando provido por geradores;
- Verificar a existência de formas alternativas para o cálculo do benefício proporcionado ao sistema de potência pelos serviços ancilares;
- Aplicar a metodologia proposta a outros tipos de serviços ancilares, como o controle de frequência e a partida autônoma (“black-start”).