

Operação de Sistemas Elétricos: O desafio da flexibilidade e segurança (1)

Joviano Santos (2)

A alta inserção das fontes renováveis intermitentes (eólica e solar fotovoltaica) na matriz elétrica mundial apresenta um desafio importante a ser superado pelos Operadores de sistemas elétricos: como aliar a flexibilidade e garantir a segurança do fornecimento de energia com a incerteza do fornecimento de recursos energéticos (vento e sol)?

O objetivo principal do Acordo de Paris é o de limitar a elevação da temperatura mundial, por meio da redução de gases de efeito estufa (GHGs, na sigla em inglês).

Para alcançar esse objetivo, uma série de iniciativas faz-se necessárias entre todos os setores da economia, e principalmente, no setor de energia.

A transição energética, movimento que representa várias das iniciativas dentro do setor de energia, está alicerçada em 3 pilares principais: eletrificação da economia, eficiência energética e o fomento ao desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias.

A descarbonização da matriz elétrica é uma das vias estratégicas para que a transição energética possa ocorrer de forma sustentável e organizada, incluindo uma participação maior de fontes renováveis e, também, de tecnologias com baixa emissão de carbono (CCUS, por exemplo).

Além disso, o consumidor atual entende-se cada vez mais empoderado, podendo, por exemplo instalar em sua residência uma mini-usina de geração (solar fotovoltaica, na maioria dos casos), e poder economizar com o custo da energia que consome em suas atividades diárias.

Esses dois movimentos (tanto o de descarbonização da matriz, por meio da construção de grandes parques de geração solar fotovoltaica e eólica, como o de descentralização que está acontecendo na topologia atual de prestação de serviço) tem imposto aos Operadores de sistemas elétricos um desafio importante, que será cada vez mais presente, ao passo que a inserção das renováveis intermitentes dá-se de forma rápida: como aliar a flexibilidade e manter a segurança necessários à qualidade do suprimento de energia?

A qualidade de sistemas elétricos de potência é dada por meio de várias grandezas elétricas (por exemplo, tensão, harmônicas, reativos, etc). Contudo há uma grandeza fundamental que precisa ser monitorada de perto para que não, haja, por exemplo, rejeição de carga ou outro evento de contingência sistêmica: a frequência elétrica.

O monitoramento da inércia dos sistemas elétricos, portanto, passa a ser fundamental e decisivo para o Operador do sistema, em uma realidade de alta inserção de renováveis intermitentes.

Algumas soluções têm sido utilizadas em mercados internacionais para o controle da frequência e, conseqüentemente, o fornecimento de inércia ao sistema quando do acontecimento de algum evento de contingência.

Uma dessas soluções é a chamada inércia sintética, também conhecida como resposta primária de frequência (PFR, na sigla em inglês), a qual detecta variações na frequência e automaticamente, ou seja, sem a atuação direta do Operador do sistema, ajusta a operação dos geradores para manter a frequência dentro dos limites pré-estabelecidos após um evento de contingência.

Um exemplo de sistema que utiliza a inércia sintética é o Operador do Texas (ERCOT), que, em meio à crescente inserção das renováveis intermitentes em seu sistema, começou, em 2012, a exigir que novos geradores que se conectem ao sistema, incluindo usinas solares fotovoltaicas e eólicas, ofereçam serviços de resposta primária de frequência ou que possam ajustar a potência injetada na rede (aumentar ou diminuir) de forma instantânea, visando a estabilização da frequência.

Nesse sentido, essas usinas renováveis controlam sua potência injetada na rede sem a atuação do Operador, o que, estritamente, não tem o mesmo significado da inércia das máquinas síncronas, mas que serve ao mesmo objetivo, que é o de controlar e estabilizar a frequência após um evento de contingência.

Os resultados, de acordo com o próprio ERCOT, foram um aumento na capacidade do sistema relacionado a PFR, bem como uma redução na necessidade de acionamento de serviços secundários de resposta à frequência, que são fornecidos, por exemplo, por meio de baterias ou recursos de rápida resposta pelo lado da demanda, inclusive.

As Figuras 1 e 2 apresentam o comportamento da energia eólica em resposta a um evento de contingência, divulgado pelo próprio ERCOT, nas quais é possível ver a atuação da resposta de controle de injeção de potência no grid, e a conseqüente estabilização da frequência.

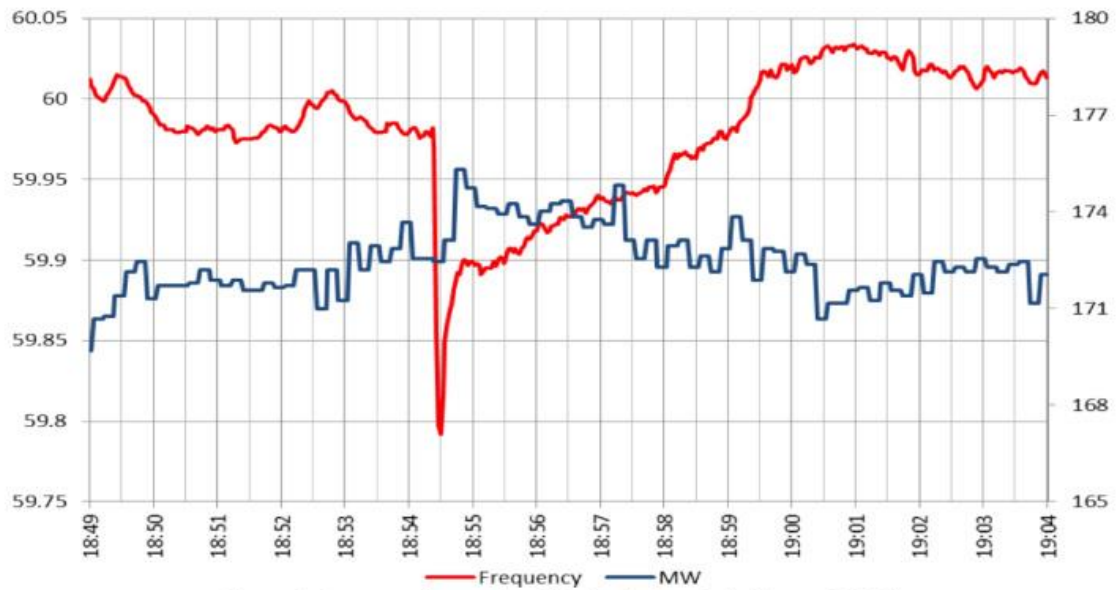


Figura 1 - Resposta da geração eólica à sub frequência (Fonte: ERCOT).



Figura 2 - Resposta da geração eólica à sobre frequência (Fonte: ERCOT).

Uma outra linha que tem sido pesquisada é a como os inversores de frequência podem atuar na formação da rede.

Em sua concepção original, os inversores de frequência são seguidores de rede (grid-followers), ou seja, entregam energia na mesma frequência da rede a qual estão conectados.

Essa linha de pesquisa permitirá que os inversores auxiliem na formação da frequência da rede a qual estão conectados (grid-formers), com auxílio de eletrônica de potência e, muito provavelmente, com sistemas de armazenamento acoplados, para que possam

dar a uma rápida resposta a eventos de variação de frequência, habilitando, em tese, usinas solares fotovoltaicas a prestarem esse serviço.

Para a fonte solar fotovoltaica, uma opção já em prática em alguns mercados de energia (ex: CAISO) é a adoção de inversores inteligentes (smart inverters).

Esses dispositivos possuem a função de controle de tensão (por exemplo, quando há uma nuvem que impeça a radiação solar de chegar até os módulos) e, também o de controle de potência injetada na rede.

Esses inversores, em parte, conseguem fornecer alguma inércia sintética ao sistema, atuando bem em eventos de sobre frequência (quando há um desbalanceamento entre uma maior oferta de geração do que a carga consegue consumir).

Já em eventos de sub frequência (quando há maior demanda do lado da carga do que oferta de geração), esses inversores, com a tecnologia atual, ainda precisam estar conectados a sistemas de armazenamento (BESS, na sigla em inglês) para que possam injetar potência na rede e, dessa forma, contribuir para a formação de frequência.

Os desafios para os Operadores de sistema, frente à entrada cada vez maior das fontes renováveis são grandes. Contudo, o pilar de investimento em novas tecnologias será um parceiro fundamental aos Operadores para que esses desafios sejam transpostos, além, é claro, da adequada regulação, que permitirá um sinal econômico ajustado ao investidor.

(1) Artigo publicado no Valor Econômico. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/artigos/53206548/operacao-de-sistemas-eletricos-o-desafio-da-flexibilidade-e-seguranca>. Acesso em: 31 de março de 2022.

(2) Jovanio Santos é Head de Estratégia da Thymos Energia