

Artigo: [“Connection Order Matters: Path-Dependent Hosting Capacity in Distributed Generation Interconnection Queues”](#) (A ordem de conexão importa: capacidade de hospedagem dependente do caminho em filas de interconexão de geração distribuída)

Revista: [Results in Engineering](#)

Date: December 2026

Article: 113062

Volume: [Volume 32](#)

A ordem de conexão pode fazer diferença

A expansão da micro e minigeração distribuída tem aumentado o número de solicitações de conexão às redes elétricas. O artigo registra que o Brasil encerrou 2025 com 43,5 GW de capacidade instalada de micro e minigeração distribuída e 3,87 milhões de sistemas conectados, com base nas fontes utilizadas pelos autores.

Nesse contexto, uma questão aparentemente simples motivou o estudo: se os mesmos projetos forem analisados em ordens diferentes, a rede conseguirá conectar a mesma quantidade de geração?

A pesquisa mostra que a resposta pode ser não quando a rede se aproxima de seus limites técnicos.

O estudo parte do processamento cronológico das solicitações — conhecido como FIFO (*first in, first out*), em que os projetos são avaliados segundo a ordem de chegada — e demonstra que, em cenários de alta penetração de geração distribuída, a sequência das conexões pode alterar o resultado final.

Isso acontece porque cada nova conexão modifica o estado elétrico da rede. Um projeto conectado em determinado ponto pode, por exemplo, elevar a tensão e reduzir a margem disponível para os projetos seguintes.

Assim, a capacidade restante da rede passa a depender não apenas de quais projetos serão conectados, mas também da ordem em que eles entram no sistema. Esse fenômeno é denominado no artigo capacidade de hospedagem dependente do caminho (*path-dependent hosting capacity*).

Como o estudo foi realizado

Os pesquisadores formularam a ordenação da fila como um problema de otimização de permutações. Em vez de modificar os projetos ou suas potências, o método avalia diferentes sequências para um mesmo conjunto de solicitações.

O objetivo é maximizar a potência total que consegue ser conectada à rede, medida em quilowatts.

A cada projeto analisado, o estado da rede é recalculado por meio de fluxo de potência em corrente alternada. Somente depois dessa atualização o projeto seguinte é avaliado.

Para buscar boas sequências de conexão, os autores utilizaram um algoritmo memético híbrido, que combina algoritmo genético com mecanismos de busca local.

O método foi avaliado em duas redes de referência amplamente utilizadas na literatura de sistemas elétricos: as redes IEEE de 33 e 69 barras, em quatro cenários de penetração de geração distribuída, variando aproximadamente de 45% a 511% da carga da rede.

O que os resultados mostram

Os experimentos indicaram que, em níveis mais baixos de geração distribuída, a ordem de conexão praticamente não interfere no resultado, porque a rede ainda possui capacidade para acomodar os projetos.

Quando as restrições técnicas começam a atuar, porém, a ordem passa a ser relevante.

Na rede de 33 barras, o efeito apareceu entre 160% e 200% da carga do alimentador. Na rede de 69 barras, o intervalo ficou entre 216% e 311%.

Nos seis casos dos cenários restritivos avaliados em cada rede, a ordenação otimizada permitiu conectar, em média, 29,8% mais potência que a ordem cronológica na rede de 33 barras e 4,9% mais na rede de 69 barras.

Nos casos de maior ganho, a diferença chegou a 67,6% na rede de 33 barras e 17,3% na rede de 69 barras. Os resultados mostram também que a intensidade do efeito depende da topologia e das condições de cada rede.

Outro resultado importante foi que uma versão mais simples do método, utilizando apenas algoritmo genético, apresentou desempenho estatisticamente indistinguível do algoritmo memético completo em parte dos testes. Para os autores, isso indica que boa parte do ganho vem da avaliação sequencial e da atualização do estado da rede e não apenas da sofisticação do algoritmo de busca.

A pesquisa também avaliou uma restrição de equidade para limitar o quanto cada projeto poderia se afastar de sua posição original na fila. Quando o deslocamento máximo foi limitado à metade do tamanho da fila, a redução de desempenho ficou em aproximadamente 1%, mostrando que é possível estudar soluções que conciliem eficiência técnica e limites de alteração da ordem cronológica.

Nos casos em que as restrições da rede estavam ativas, os ganhos também permaneceram sob variações de carga e geração, mudanças nos parâmetros do algoritmo e alterações no limite de tensão considerado.

Contribuição para o planejamento das redes

Os resultados não significam que a ordem cronológica deva ser simplesmente substituída.

O trabalho mostra, em redes de referência, que a sequência de análise pode se tornar uma variável técnica relevante quando o sistema opera próximo de seus limites de hospedagem de geração distribuída.

A pesquisa oferece, assim, uma base quantitativa para estudos futuros sobre formas de gerenciamento de filas que considerem, além da ordem de chegada, os impactos elétricos das diferentes sequências de conexão.

Como os experimentos desta etapa foram realizados em redes IEEE de referência, os próprios resultados abrem espaço para novas investigações em outros sistemas e, posteriormente, em alimentadores reais.