

Ao Sr. ALEXANDRE SILVEIRA DE OLIVEIRA
Ministro de Minas e Energia

C/C Ao Sr. ARTHUR CERQUEIRA VALERIO
Secretário Executivo

Ao Sr. THIAGO BARRAL FERREIRA
Secretário Nacional de Transição Energética e Planejamento

Ao Sr. GENTIL NOGUEIRA DE SÁ JUNIOR
Secretário Nacional de Energia Elétrica

ASSUNTO: Consulta Pública MME nº 160, de 8 de março de 2024

1. A Huawei do Brasil Telecomunicações, vem, respeitosamente, por meio deste expressar as considerações a respeito da **Consulta Pública (CP) MME nº 160** instaurada com o objetivo de receber contribuições para o aprimoramento da Portaria de Diretrizes do Leilão de Contratação de Reserva de Capacidade na forma de Potência de 2024 (LRCAP 2024).
2. Inicialmente, cabe pontuar que o mercado brasileiro de energia elétrica foi desenhado com base no binômio segurança energética e modicidade de tarifas e preços, bem como a pelo fomento de uma matriz de geração diversa, flexível e complementar, que permita a operação eficiente do sistema nos diversos cenários de oferta e de demanda por energia e potência.
3. A segurança energética tem sido obtida por meio da manutenção de capacidade de reserva de energia e de potência e de sistema de transmissão de energia elétrica redundante (critério N-1).
4. O despacho ótimo e simultâneo de energia e potência, usando os recursos disponíveis para geração e armazenamento, como é o caso das hidrelétricas com reservatório de acumulação, é essencial no fomento concomitante da modicidade de tarifas e da segurança energética.
5. Visando a manutenção da segurança energética e risco de incremento financeiros desmedidos a contratação de reserva de capacidade na forma de potência foi regulamentada por meio do Decreto nº 10.707, de 28 de maio de 2021, tendo o primeiro leilão desta modalidade sido realizado em 21 de dezembro de 2021, com base nas diretrizes aprovadas pela Portaria nº 20/GM/MME, de 16 de agosto de 2021.
6. Sendo assim, o 1º LRCAP foi exclusivo para empreendimentos termelétricos e a participação de fontes renováveis e de sistemas de armazenamento de energia por meio de baterias – BESS (*battery energy storage system*) foi afastada com o argumento da incipiência da base regulatória.
7. O mesmo se repetiu na a Nota Técnica nº 37/2024/DPOG/SNTEP2, que instruiu a instauração da Consulta Pública MME nº 160, manteve o entendimento de 2021 e recomendou a não inclusão de sistemas de armazenamento no LRCAP de 2024:

3.32. Os sistemas de armazenamento em baterias, embora também capazes de atender a esses requisitos sob certas condições, não foram incluídos no LRCAP de 2024 por ainda carecerem de melhor suporte normativo. Destaca-se que as adequações regulatórias para inserção no SIN de sistemas de armazenamento, incluindo usinas reversíveis, constam na Agenda Regulatória da ANEEL 2024-2025, com previsão de conclusão em 2024.

3.33. A inserção de sistemas de armazenamento na matriz elétrica brasileira tem ocupado um espaço importante nas discussões do Planejamento do Setor Elétrico nos últimos anos, devido à capacidade de resposta instantânea e à flexibilidade operativa e locacional desses sistemas, candidatos potenciais a diversas aplicações no setor elétrico brasileiro, inclusive no atendimento à ponta do sistema. Ademais, o armazenamento de energia elétrica por meio de baterias é uma solução adotada mundialmente para diversas finalidades, como, por exemplo, serviços ancilares.

3.34. Por outro lado, ainda não se tem uma regulamentação devidamente madura que permita a inclusão de tais sistemas em escala, dando-lhes tratamento adequado conforme suas especificidades.

3.35. Os desafios que se apresentam envolvem o estabelecimento de requisitos específicos para autonomia, eficiência energética, precificação da energia disponibilizada, comando de despacho, definição do modelo dos Contratos de Uso do Sistema de Transmissão (CUST) e de Distribuição (CUSD), bem como da definição do Montante de Uso do Sistema de Transmissão (MUST) e de Distribuição (MUSD) a serem contratados e da Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão (TUST) e de Distribuição (TUSD) a ser paga no carregamento e fornecimento de potência, limites e restrições operativos, alocação dos riscos etc. 2 SEI/MME nº 0868826

3.36. Além disso, as baterias apresentam ciclo de operação limitado em algumas horas, precisando ser recarregadas e, portanto, impossibilitando, por vezes, seu acionamento em períodos em que o recurso precisa estar disponível para atender as necessidades de potência do sistema.

3.37. Dadas essas particularidades que exigem considerável inovação para a formatação do produto a ser contratado e operado, bem como a iminência da regulamentação pela ANEEL, entende-se a necessidade de postergar a possibilidade de participação de sistemas de armazenamento sob a forma de baterias no Leilão de Reserva de Capacidade na forma de Potência.

3.38. Entretanto, considerando os atributos positivos para a segurança e garantia do suprimento elétrico, como a rapidez e versatilidade de instalação, flexibilidade de acionamento e de funcionamento, capacidade de disponibilidade instantânea de potência e possibilidade de localização próxima à carga, com consequente redução de custos em transmissão e de perdas, torna de grande vantagem a introdução deste recurso ao sistema, uma vez que sejam ultrapassados os desafios de operação e de regulação, equacionando de maneira adequada os dilemas e riscos envolvidos.

3.39. Assim, espera-se que esse recurso seja considerado em certames futuros, seja nos leilões de contratação de reserva de capacidade na forma de potência seja nos leilões de transmissão ou de prestação de serviços ancilares.¹

8. Não obstante, a Huawei afirma categoricamente que há soluções seguras para superar as objeções levantadas pela Nota Técnica nº37/2024/DPOG/SNTEP não subsistem, haja vista que:
- a. Referia nota técnica não apreciou a participação de BESS acoplado às usinas renováveis neste certame, solução para a qual não há barreira regulatória e que atende as demandas do SEB (sistema

¹Nota Técnica nº 37/2024/DPOG/SNTEP



HUAWEI

elétrico brasileiro).

9. Sendo assim, apresentamos os seguintes esclarecimentos:

- a. **Requisitos técnicos de autonomia e flexibilidade:** os requisitos de autonomia e flexibilidade do BESS podem ser definidos com base no estudo realizado pela Nota Técnica EPE-DEE-NT-050/2023-r0 – “Leilão de Reserva de Capacidade na Forma de Potência Avaliação de Aprimoramentos para Contratação”, disponibilizada no âmbito da CP nº 160, que demonstra que o requisito de potência apresenta duração menor ou igual a 4 horas por dia, conforme ilustrado pela Figura 8 (extraída do mesmo documento)reproduzida abaixo.

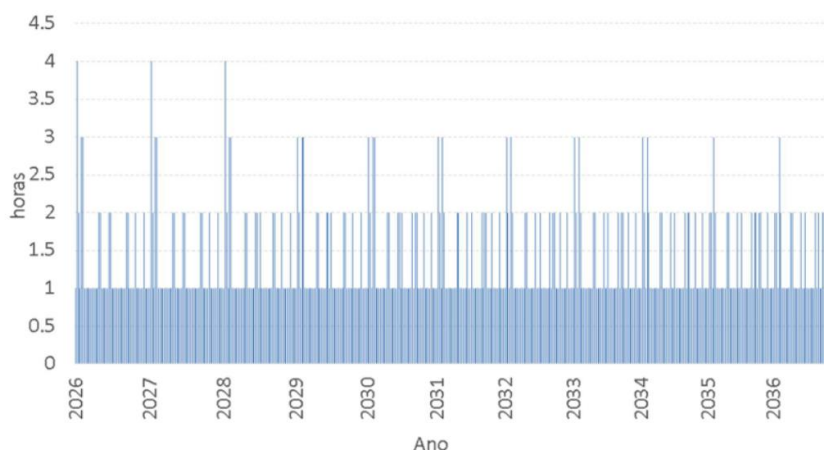


Figura 8 – N° de horas de ponta (maior ou igual a 98% da demanda líquida máxima mensal) no mesmo dia, para cada mês e ano do horizonte de planejamento da expansão. Fonte: Elaboração própria.

Neste ponto, a Huawei endossa que as tecnologias e soluções disponíveis permitem a oferta de serviços com diversas autonomias, inclusive em patamar superior aos requisitos estimados pela EPE. Todavia, considerando o interesse público na otimização do binômio risco e custo econômico, recomendamos a utilização da referência do período de 3 (três) horas para a autonomia mínima das unidades de armazenamento que serão contratadas pelo LRCAP de 2024. Este valor permite a redução significativa da solução de armazenamento e assegura uma autonomia suficiente para atender a maioria dos eventos previstos, sem a necessidade de outros recursos, e, nos demais casos, para assegurar o tempo de adequação da vazão dos rios ou de rampa de acionamento de termelétricas.

Raciocínio semelhante pode ser aplicado ao requisito de ciclos completos a ser disponibilizado por ano, variável fundamental para precificação da solução de armazenamento e estimativa das necessidades de reinvestimento ou *retrofit* para garantia do serviço ao longo de todo o prazo contratual. Mais uma vez, os agentes possuem disponibilidade para atender a qualquer requisito sistêmico demandado pelo MME ou ONS, mas do ponto de vista do interesse público na otimização do binômio risco e oportunidade, pode ser interessante a fixação deste parâmetro com base somente nos dias úteis, quando a probabilidade de necessidade de despacho de reserva de potência é maior. Ainda assim, considerando o cenário atual de maturidade do mercado de reserva de capacidade, a Huawei recomenda a adoção do parâmetro em 365 ciclos completos por ano, assegurando a disponibilidade de despacho em todos os dias do ano.

- b. **Segurança da Disponibilidade de Reserva:** apesar de a Nota Técnica nº 37/2024/DPOG/SNTEP estar correta em afirmar que “as baterias apresentam ciclo de operação limitado em algumas horas,

precisando ser recarregadas” e, portanto, impossibilitando, por vezes, seu acionamento em períodos em que o recurso precisa estar disponível para atender as necessidades de potência do sistema, o mesmo também é verdade para as fontes termelétricas e hidrelétricas que podem estar indisponíveis em cenários de restrições operativas causados pelos requisitos de rampa de acionamento (R-up) e de desligamento (R-dn), de tempo mínimo de permanência na condição de desligado (T-off), para termelétrica, de restrições ambientais de vazão hidrológica para hidrelétricas, ou da razão de geração mínima e máxima para ambas as fontes. Quando consideramos os requisitos de flexibilidade já previstos para termelétricas no documento supracitado, temos que o seu tempo efetivo de entrega de potência é de 5h30 (Ton-(Rup+Rdn)) e contam com Toff igual ao Ton, garantindo o desligamento durante a carga leve, conforme o ONS. Atendido o período com efetiva demanda de potência pelo Sistema Elétrico Brasileiro (< 4 horas/dia), temos que as mesmas regras podem ser aplicadas a fontes vinculadas a baterias.

10. Adicionalmente a estes pontos expostos, a utilização de BESS aplicados à redes ao redor do mundo tem se tornado cada vez mais comum e em alguns casos mandatórias, como nos casos apresentados abaixo:

a. Desafios típicos enfrentados pelas redes elétricas em diversos países:²

Uma elevada proporção de energia renovável ligada à rede terá um certo impacto na estabilidade das redes elétricas em vários países. Problemas típicos incluem sobretensão transitória e deterioração da qualidade de energia. Em muitos países, melhorar o desempenho relacionado à rede de fontes de energia com inversores, como energia renovável com BESS, é a chave para o desenvolvimento sustentável de novas energias. A Huawei está comprometida há muito tempo em melhorar a segurança e a estabilidade da nova energia conectada à rede. Ele combina tecnologias digitais com tecnologias de eletrônica de potência e coopera com empresas globais de geração de energia e redes elétricas e parceiros usuários de energia com base no que acumulou em novos materiais, design de chips e componentes ativos / passivos. Ao fazê-lo, a Huawei promoveu continuamente o desenvolvimento de tecnologias orientadas para a conexão à rede. O novo sistema de energia com a nova energia como principal fonte é crucial para alcançar a meta de pico de carbono e neutralidade de carbono. Em comparação com geradores síncronos, a nova energia apresenta baixa controlabilidade e baixa inércia de rotação. À medida que a taxa de penetração da nova energia aumenta, o novo sistema de energia tradicional não pode suportar proativamente a tensão e a frequência, como geradores síncronos, quando ocorre uma falha. Como resultado, é cada vez mais difícil para o novo sistema de energia tradicional atender aos requisitos de desenvolvimento do novo sistema de energia, o que traz grandes desafios para a operação segura e estável do sistema de energia.

Tecnologia de Estabilidade de Tensão

Geradores síncronos têm a característica subtransitória. Quando ocorre uma falha, o potencial interno permanece inalterado e uma grande quantidade de energia reativa pode ser gerada ou absorvida transitoriamente. Geradores síncronos também têm a característica transitória. Quando a tensão cai acentuadamente devido a uma falha grave no sistema, o sistema de excitação entra no estado de excitação forte para fornecer tensão reativa de emergência para o sistema. A proporção crescente de energia renovável coloca sérios desafios à estabilidade da tensão. A capacidade de suporte de tensão dos sistemas PV e ESS precisa ser redefinida.

² 2023 - HUAWEI Smart PV & ESS Generator White Paper



Tecnologia de estabelecimento de tensão

Para replicar o processo de estabelecimento de tensão dos geradores síncronos, o Gerador Renovável com BESS converte o controle de corrente tradicional em controle de tensão, inserindo uma determinada tensão e fase. Portanto, para o sistema de rede, o Gerador Renovável com BESS é uma fonte de tensão capaz de estabelecer tensão.

Tecnologia de resposta de potência reativa rápida

Semelhante aos geradores síncronos, o Gerador Renovável com BESS ajusta seu potencial interno para controlar a tensão terminal e a potência reativa do gerador. O potencial interno consiste em três partes. A primeira parte é a tensão terminal quando o conversor funciona sem carga. A segunda parte é usada para controlar a queda reativa da tensão terminal durante a regulação da tensão primária. A terceira parte é a saída da unidade reguladora de tensão terminal, que equivale ao processo de regulação de excitação dos geradores síncronos. O processo de regulação de potência reativa do Gerador Renovável com BESS é completamente diferente da política de controle para fontes de corrente convencionais. A detecção de tensão e a decomposição da sequência de fases não são necessárias. Ao controlar e ajustar o potencial elétrico interno, é possível uma resposta rápida da potência reativa durante a passagem da falta.

Tecnologia de suporte transitório de alta corrente

Os geradores síncronos podem gerar imediatamente potência reativa várias vezes a capacidade nominal para suportar a rede elétrica durante um período de falta porque a reatância subtransitória e a reatância transitória são pequenas e o estator e o rotor têm certas capacidades de sobrecarga. No entanto, os equipamentos eletrônicos de potência basicamente não possuem capacidade de suportar sobrecorrente. Portanto, os sistemas Renováveis com ESS convencionais só podem fornecer corrente reativa aproximadamente igual à corrente nominal durante a passagem da falta. O gerador Fotovoltaico com BESS da Huawei usa a tecnologia de sincronização de tensão para permitir que vários PCSs de *string* funcionem de forma estável em paralelo sem corrente circulante. Além disso, devido à pequena granularidade dos PCSs de *string*, a corrente reativa pode ser de 1 a N vezes a corrente nominal. Os resultados em campo mostram que a tecnologia de gerador Fotovoltaico com BESS da Huawei pode fornecer rapidamente uma capacidade de curto-circuito três vezes maior que a capacidade nominal durante a queda de tensão da rede elétrica, melhorando a capacidade de suporte de corrente transitória.

Tecnologia de estabilidade de frequência

Os geradores síncronos têm uma grande inércia. Ao ajustar o torque mecânico, os geradores síncronos podem gerar ou absorver uma grande quantidade de potência ativa instantaneamente e fornece suporte de potência ativa de curto prazo em resposta à taxa de mudança de frequência do sistema. Os geradores síncronos também possuem um sistema de ajuste de velocidade, que utiliza um regulador de frequência para responder ao desvio de frequência da rede elétrica. Quando a frequência cai drasticamente devido a uma falha grave no sistema, os geradores síncronos executam a resposta de frequência primária (PFR) para fornecer suporte contínuo de potência ativa em resposta ao desvio de frequência do sistema. Com a elevada taxa de penetração das energias renováveis, a inércia e a capacidade PFR das redes elétricas estão a diminuir, comprometendo gravemente a estabilidade da frequência. Portanto, a capacidade de suporte de frequência do sistema fotovoltaico e ESS precisa ser redefinida.



HUAWEI

Tecnologia de suporte de inércia virtual

A equação de movimento mecânico de geradores síncronos é replicada usando políticas de controle baseadas na inércia virtual J e no coeficiente de amortecimento D do gerador Fotovoltaico com BESS. Neste caso, os geradores fotovoltaicos e sistemas de armazenamento de energia com baterias, podem ser comparadas a um motor principal, e o conversor é equivalente a um gerador. Desta forma, o modelo de dois estágios dos geradores síncronos pode ser reproduzido. A mudança de frequência do sistema geralmente é causada pelo impacto do desequilíbrio de potência. Neste processo, o gerador Fotovoltaico com BESS também detecta o efeito do desequilíbrio de energia. Sob o efeito do torque desequilibrado, o gerador Fotovoltaico com BESS injeta energia eletromagnética ativa e rapidamente na rede elétrica para imitar as mudanças na energia cinética do rotor e implementar suporte de inércia para o sistema. Diferentemente dos geradores síncronos, os parâmetros dos equipamentos eletrônicos de potência são menos propensos a limitações de hardware. Portanto, a inércia virtual J e o coeficiente de amortecimento D do gerador Fotovoltaico com BESS podem ser definidos de forma flexível para se adaptar a diferentes cenários de operação e melhorar o controle de frequência do sistema. Os resultados dos testes de campo, mostram que a tecnologia do gerador Fotovoltaico com BESS da Huawei pode atingir saída de energia de inércia quando a frequência da rede elétrica cai para 0,5 Hz/s.

Tecnologia PFR rápida e ativa

O PFR do gerador Fotovoltaico com BESS pode replicar o regulador de velocidade de geradores síncronos e calcular a instrução de desvio da potência mecânica detectando a diferença de frequência para controlar a queda da potência ativa e da frequência do sistema. A regulação de potência ativa do gerador Fotovoltaico com BESS é diferente da política de controle PQ das fontes de corrente convencionais. Com base no rastreamento da energia de alimentação, o gerador Fotovoltaico com BESS pode ajustar a potência ativa com base no desvio de frequência no ponto de conexão à rede, melhorando efetivamente a capacidade do sistema renováveis com BESS de lidar com exceções de frequência. Os resultados dos testes de campo, também mostram que a tecnologia de gerador Fotovoltaico com BESS da Huawei pode alcançar uma resposta de energia ativa mais rápida e mais forte e apoiar a recuperação de frequência do sistema por meio de resposta de inércia virtual e PFR rápido durante a queda de frequência da rede elétrica.

Tecnologia de supressão de oscilação de banda larga

Atualmente, alguns países e regiões liberaram requisitos de supressão de oscilação de energia em tecnologias de formação de rede. Por exemplo, alguns sistemas Fotovoltaico com BESS na Europa precisam fornecer recursos de amortecimento de oscilação de potência ativa (POD) de 0,3-2 Hz e POD reativo. Independentemente da oscilação de baixa frequência, oscilação subsíncrona ou oscilação supersíncrona, o núcleo deve fornecer uma função de supressão da oscilação de energia através de amortecimento controlável, de modo a lidar com o risco de oscilação de frequência de banda larga causado pela conexão de uma alta proporção de dispositivos eletrônicos de potência.

Tecnologia POD de baixa frequência

Geralmente, um estabilizador do sistema de potência (PSS) é adicionado ao sistema de excitação dos geradores síncronos para formar um controle de amortecimento adicional para melhorar o amortecimento do sistema e suprimir a oscilação de baixa frequência. Com base neste princípio, a tecnologia POD de baixa frequência é introduzida no controlador de potência da usina (PPC) para permitir que o sistema fotovoltaico e ESS tenha a função PSS de geradores síncronos e produza energia de controle de amortecimento adicional. Desta forma, a oscilação de baixa frequência de 0,1 Hz a 2,5 Hz é suprimida. A figura a seguir mostra o efeito de



HUAWEI

simulação do POD de baixa frequência no PPC.

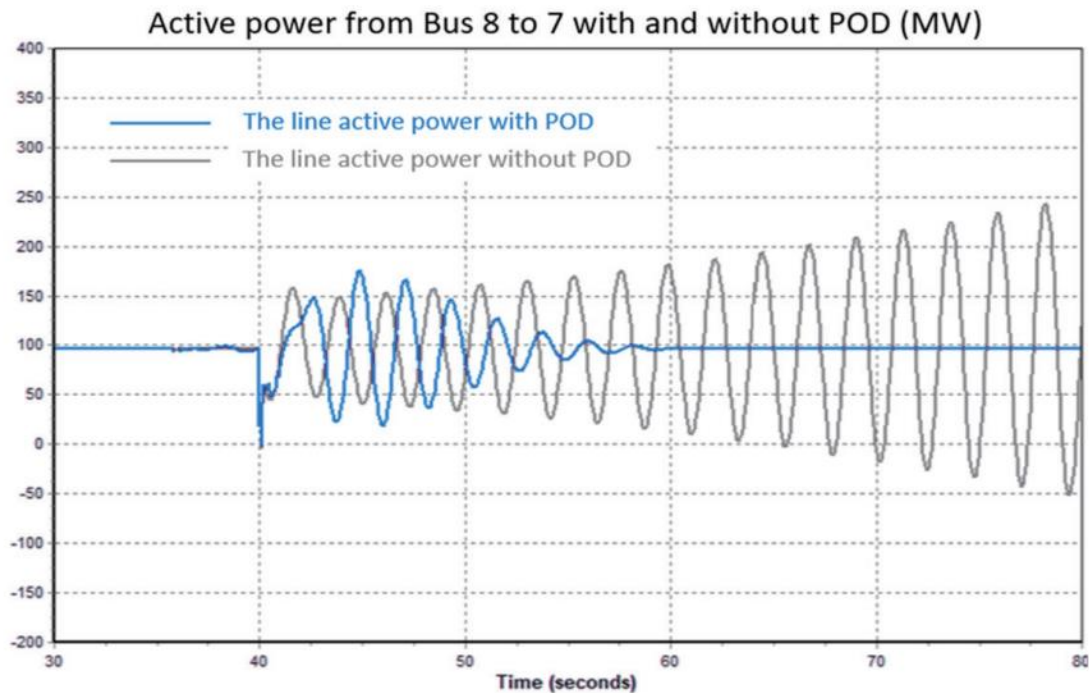


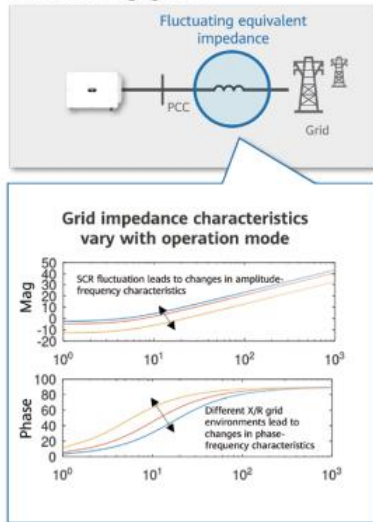
Figura: Efeito de supressão de energia do POD de baixa frequência

Tecnologia de impedância virtual adaptativa

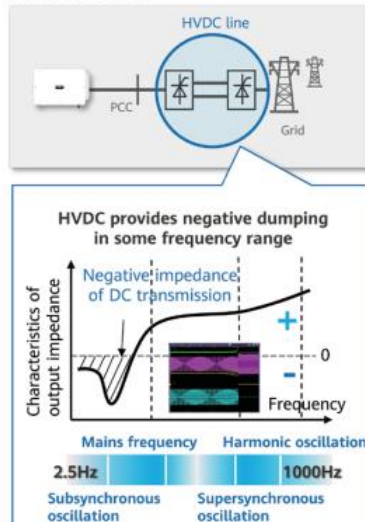
Para resolver a oscilação subsíncrona / supersíncrona, a solução de gerador Fotovoltaico com BESS da Huawei usa a tecnologia de impedância virtual adaptativa para ajustar dinamicamente as características elétricas da planta por meio de autoaprendizagem de IA para corresponder às características da rede elétrica. Desta forma, o inversor e o PCS podem ajustar ativamente sua impedância e alterar as características de amplitude-frequência e frequência de fase da impedância de saída para melhorar a estabilidade. Isto evita oscilações de potência causadas por amortecimento insuficiente nas bandas de frequência subsíncronas / supersíncronas.

HUAWEI

Adaptive to highly fluctuating grids



Adaptive to HVDC transmission



Adaptive to AC transmission with series compensation

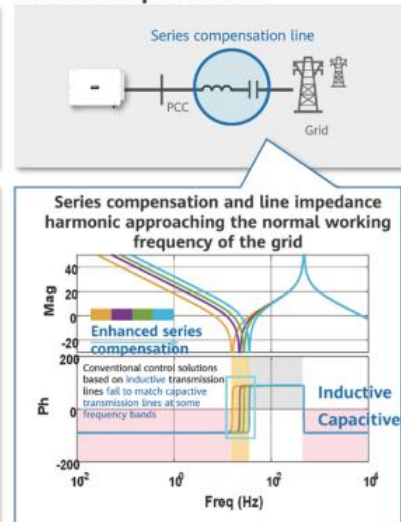


Figura: Tecnologia de impedância virtual adaptativa

Conclusão

São necessários esforços de toda a indústria para abordar a ligação à rede de centrais com elevada proporção de energia renovável. A Huawei adere ao conceito de "convergência tripla": a convergência da eletrônica de potência e das tecnologias digitais, a convergência da energia fotovoltaica e do armazenamento de energia e a convergência do fluxo de energia e do fluxo de informações. A Huawei constrói uma solução gerador Fotovoltaico com BESS para redefinir a estabilidade de tensão e frequência. Além disso, a Huawei inova continuamente tecnologias como a supressão de oscilação de frequência, a eliminação de falhas e o *batch black start* para alcançar uma ligação estável à rede e um consumo de centrais de energia renováveis, e trabalha com parceiros ao longo da cadeia da indústria para acelerar a evolução da energia fotovoltaica para uma energia principal. fonte.

11. Esta é a contribuição da Huawei, reservando a possibilidade de ajustes e complementação na contribuição no prazo regulamentar, nos colocamos à disposição para eventuais esclarecimentos

Humberto Cravo Neto
Vice-Presidente de Digital Power
HUAWEI DO BRASIL