

Ao Sr. ALEXANDRE SILVEIRA DE OLIVEIRA
Ministro de Minas e Energia
C/C ao Sr. ARTHUR CERQUEIRA VALERIO
Secretário Executivo
Ao Senhor THIAGO BARRAL FERREIRA
Secretário Nacional de Planejamento e Transição Energética
Ao Senhor GENTIL NOGUEIRA DE SÁ JUNIOR
Secretário Nacional de Energia Elétrica

ASSUNTO: Consulta Pública do MME nº 176 de 27 de setembro de 2024

1. A Huawei do Brasil Telecomunicações, expressa respeitosamente as considerações referentes à Consulta Pública (CP) MME nº 176/2024, estabelecida com o objetivo de apresentar diretrizes para a realização do Leilão de Contratação de Energia Elétrica, a partir de novos sistemas de armazenamento que agregam energia elétrica ao Sistema Interligado Nacional - SIN, "Leilão de Capacidade de Reserva na forma de Energia, através de sistemas de armazenamento, 2025 – Armazenamento LRCAP 2025".
2. O principal objetivo dos projetos a serem contratados no LRCAP 2025 é garantir a disponibilidade de energia de acordo com as necessidades do sistema e o planejamento do ONS. A eficiência e confiabilidade dos projetos são fundamentais, uma vez que a indisponibilidade pode comprometer a estabilidade do sistema, especialmente em momentos críticos.
3. Os sistemas de armazenamento de energia por bateria (*BESS*) são uma solução promissora para garantir essa disponibilidade. No entanto, no Brasil, ainda não existem normas técnicas específicas para esses sistemas, o que exige a adoção de normas internacionais.
- 4. A segurança do ciclo de vida do BESS é a base do aplicativo de rede elétrica**
Os sistemas de armazenamento devem adotar medidas de segurança desde o nível da célula até o nível da rede, em todos os cenários e dimensões, com medidas eficazes de gerenciamento e controle, para garantir a segurança de todo o sistema de energia. O projeto de segurança do ESS precisa integrar tecnologias eletrônicas de potência, digitais, térmicas, eletroquímicas e de IA (inteligência artificial) para implementar monitoramento e gerenciamento refinados nos níveis de célula, bateria, rack de bateria, ESS e rede elétrica para garantir a segurança, eficiência, e formação de rede do recurso ESS.

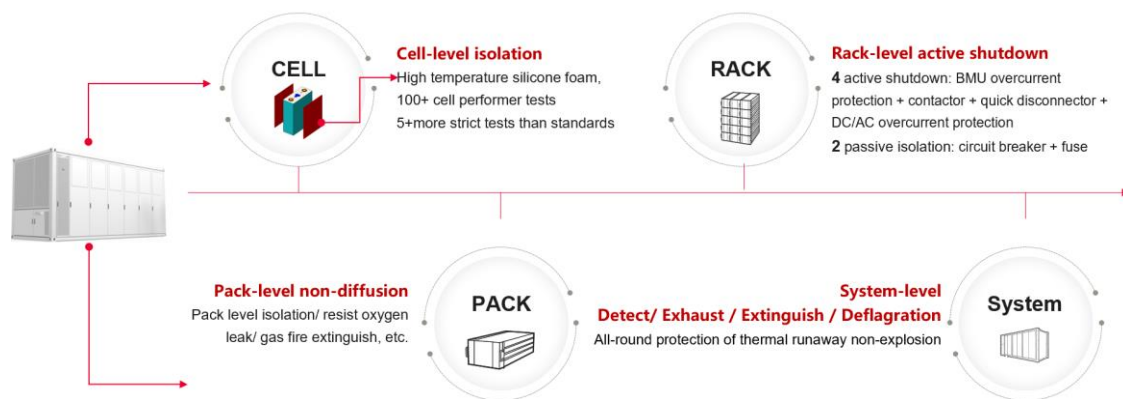


Figura 1: Diferentes níveis de proteção

No nível da célula da bateria

As especificações do sistema, como o número de ciclos e a eficiência, receberam mais atenção nos projetos. No entanto, à medida que a capacidade da célula aumenta, a densidade de energia do sistema também aumenta. Isso significa que a qualidade e o desempenho das baterias têm um grande impacto na segurança do ESS. Para garantir a segurança das baterias, testes rigorosos e controle de qualidade devem ser realizados para garantir a segurança e confiabilidade das células, que são a primeira linha de defesa.

No nível da bateria

O balanceamento passivo é amplamente utilizado na indústria para resolver a inconsistência e a incerteza entre as células. As baterias devem ser protegidas por recursos de controle e desligamento proativos refinados para isolar prontamente as unidades defeituosas e minimizar o impacto e a perda de propriedade. O controle proativo requer a função de IA de previsão de falhas para identificar falhas com antecedência e controlar os riscos antes que ocorram acidentes.

No nível do rack da bateria

A proteção da bateria no nível do rack é implementada no hardware e no software. Ou seja, o BMS gerencia ativamente e isola fisicamente baterias individuais, usando disjuntores e fusíveis para desconectar rapidamente componentes defeituosos em caso de falhas como curto-circuito e sobrecorrente.

No nível do sistema

A carga e descarga, a consistência e o funcionamento do ESS precisam ser diagnosticados em várias dimensões. A tecnologia de IA é usada para construir um modelo de previsão para identificar riscos e gerar avisos com antecedência. Ao mesmo tempo, medidas de proteção de ponta-a-ponta após o escape térmico devem ser consideradas em vários aspectos para evitar uma maior deterioração da situação.

No nível da rede

O ESS desempenha um papel significativo na manutenção da estabilidade da rede. Por conseguinte, não deve incidir apenas na segurança do BESS e do PCS, mas também nas



HUAWEI

questões da operação real da rede, como a oscilação da banda larga, a sobretensão transitória, a deterioração da qualidade da energia e os problemas de estabilidade de sistemas fotovoltaicos isolados. & Sistema ESS e HVRT/LVRT. Precisamos usar algoritmos e tecnologias de rede, como HVRT adaptativo, para apoiar a formação de rede ESS e melhorar a estabilidade da rede. A Huawei sugere que, para garantir a segurança e o desempenho necessários, os padrões existentes complementados por padrões internacionais, como IEC 62933, especialmente a IEC 62933-5, que trata da segurança de sistemas de armazenamento conectados à rede, deve ser aplicada. Essas normas são essenciais para garantir a confiabilidade e a segurança das empresas, alinhando-as às melhores práticas internacionais.

5. Funções do sistema de armazenamento de energia da bateria em aplicações de rede elétrica

O uso do BESS aplicado a redes em todo o mundo tem se tornado cada vez mais comum e, em alguns casos, obrigatório. Uma elevada proporção de energia renovável ligada à rede terá um certo impacto na estabilidade das redes de eletricidade 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 a energia renovável com o 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 eletrônicas de potência e coopera com empresas globais de geração de energia e redes elétricas e parceiros de usuários de energia com base no que acumulou em novos materiais, design de chips e componentes ativos/passivos. Ao fazer isso, a Huawei promoveu continuamente o desenvolvimento de tecnologias orientadas para a conexão de rede. O novo sistema de energia com a nova energia como fonte principal é crucial para atingir a meta de pico de carbono e neutralidade de carbono. Em comparação com os geradores síncronos, a nova energia apresenta baixa controlabilidade e baixa inércia de rotação. À medida que a taxa de penetração da nova potência aumenta, o novo sistema de energia tradicional não consegue suportar de forma proativa tensão e 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.

5.1. Tecnologia de Estabilidade de Tensão

À medida que a base de energia limpa se desenvolvem em escala, há uma necessidade crescente de transmissão de energia nova de alta proporção através de *UHVDC*. No entanto, devido à falha de comutação do sistema *UHVDC*, é provável que a sobretensão transitória ocorra na rede elétrica na extremidade de transmissão. Sob o ambiente de suporte de sincronização fraco para a nova energia de alta proporção, a influência do recurso de resposta de energia reativa da nova energia na distribuição de tensão no ponto de conexão da rede aumenta devido à fonte de alimentação síncrona insuficiente.



HUAWEI

Comparado com a função de regulação de tensão transiente do gerador síncrono, o sistema PV e ESS tradicional, com resposta de potência reativa lenta e regulação de tensão fraca durante o momento de falta, não pode efetivamente suprimir a sobretensão transitória em caso de falha de comutação CC. Pelo contrário, o sistema tradicional PV e ESS leva ao fluxo de energia reverso causado pelo atraso de controle e piora a sobretensão no ponto de conexão da rede, o que restringe o acesso e as capacidades de consumo da nova geração de energia.

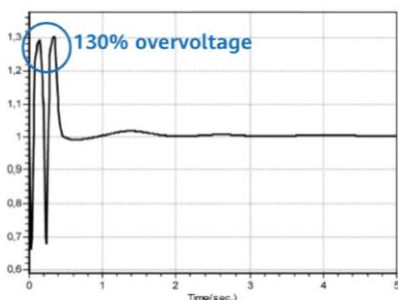


Figura 2: Sobretensão Causada por falha de comutação contínua no projeto Jarud Banner 500kV

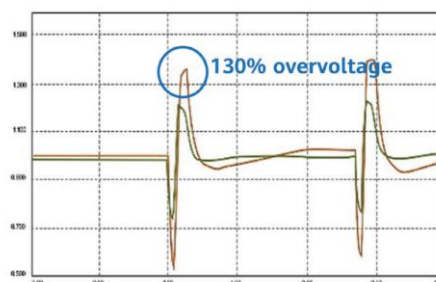


Figura 3: Sobretensão ocorreu na nova usina de energia local perto de Jarud Banner

Os geradores síncronos também possuem características transitórias. Quando a tensão cai abruptamente devido a uma falha severa no sistema, o sistema de excitação entra em um estado de excitação forte para fornecer tensão reativa de emergência ao sistema. O aumento da proporção de energia renovável apresenta sérios desafios para a estabilidade da tensão. A capacidade de suporte à tensão dos sistemas de PV e ESS precisa ser redefinida.

5.1.1. Tecnologia de Estabelecimento de Tensão

Para replicar o processo de estabelecimento de tensão de 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 elétrica, o Gerador Renovável com BESS é uma fonte de tensão capaz de estabelecer tensão.

5.1.2. Tecnologia de resposta de potência reativa rápida

Semelhante aos geradores síncronos, o Gerador Renovável com BESS ajusta seu potencial interno para controlar a tensão do terminal e a potência reativa do gerador. O potencial interno consiste em três partes. A primeira parte é a tensão do terminal quando o conversor funciona sem carga. A segunda parte é usada para controlar a queda reativa da tensão do terminal durante a regulação da tensão primária. A terceira parte é a saída da unidade de regulação de tensão do terminal, que é equivalente 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 falha.



HUAWEI

5.1.3. Tecnologia de suporte transitório de alta-corrente

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

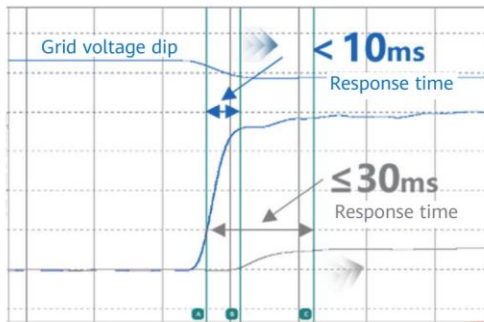


Figura 4: Resposta de corrente reativa rápida do gerador Smart PV&ESS

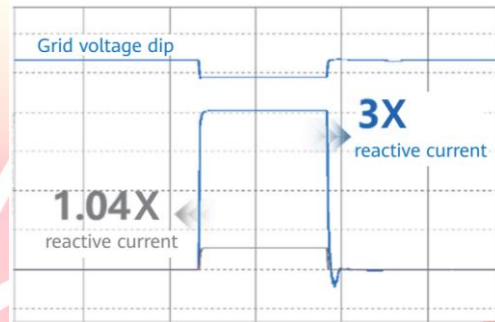


Figura 5: Suporte transitório de alta corrente do gerador Smart PV&ESS

5.2. Tecnologia de estabilidade de frequência

A energia nova de alta proporção é conectada de maneira centralizada e a UHV CC é amplamente aplicada. Isso faz com que a transmissão mude de um sistema de energia tradicional que usa principalmente componentes mecânicos e eletromagnéticos para um novo sistema de energia que contém uma alta proporção de componentes eletrônicos de potência, reduzindo a inércia do sistema. O problema de estabilidade de frequência do sistema de baixa inércia é cada vez mais proeminente devido à forte incerteza de saída e à fraca capacidade de suporte de energia ativa. Quando o sistema é perturbado pela potência ativa, o sistema de rotor-rolamento do gerador pode fornecer inércia poderosa para suportar o sistema sem fora-de-sincronização, responder ao desequilíbrio ativo do sistema instantaneamente, de modo a manter a frequência do sistema estável.

Geradores síncronos têm uma grande inércia. Ao ajustar o torque mecânico, os geradores síncronos podem gerar ou absorver uma grande quantidade de energia ativa instantaneamente e fornecer suporte de energia ativa de curto prazo em resposta à taxa de mudança de frequência do sistema. Os geradores síncronos também têm um sistema de ajuste de velocidade, que usa um regulador de frequência para responder ao desvio



HUAWEI

de frequência da rede elétrica. Quando a frequência cai drasticamente devido a uma falha grave do sistema, os geradores síncronos executam a **resposta de frequência primária (PFR - Primary Frequency Response)** para fornecer suporte de energia ativa contínua em resposta ao desvio de frequência do sistema. Com a alta taxa de penetração das energias renováveis, a inércia e a capacidade de PFR das redes elétricas estão diminuindo, comprometendo seriamente a estabilidade da frequência. Portanto, a capacidade de suporte de frequência dos sistemas PV e ESS precisa ser redefinida.

5.2.1. Tecnologia de suporte à inércia virtual

A equação mecânica de movimento 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, geradores fotovoltaicos e sistemas de armazenamento de energia com baterias podem ser comparados a um motor principal, e o conversor é equivalente a um gerador. Dessa forma, o modelo de dois estágios de geradores síncronos pode ser reproduzido. A mudança de frequência do sistema geralmente é causada pelo impacto do desequilíbrio de energia. Neste processo, o gerador Fotovoltaico com BESS também detecta o efeito do desequilíbrio energético. Sob o efeito do torque desequilibrado, o gerador fotovoltaico com BESS injeta energia eletromagnética ativa e rapidamente na rede elétrica para imitar mudanças na energia cinética do rotor e implementar suporte de inércia para o sistema. Ao contrário dos geradores síncronos, os parâmetros da eletrônica 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 configurados de forma flexível para se adaptar a diferentes cenários operacionais e melhorar o controle de frequência do sistema. Os resultados dos testes de campo mostram que a tecnologia de gerador fotovoltaico BESS da Huawei pode alcançar a saída de energia de inércia quando a frequência da rede elétrica cai para 0,5 Hz/s.

5.2.2. Tecnologia de Resposta de Frequência Primária (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 de potência mecânica detectando a diferença de frequência para controlar a queda de potência ativa e a frequência do sistema. A regulação de potência ativa do gerador fotovoltaico com BESS é diferente da política de controle PQ de fontes de corrente convencionais. Com base no rastreamento da fonte de alimentação, o gerador FV com BESS pode ajustar a potência ativa com base no desvio de frequência no ponto de conexão com a rede elétrica, melhorando efetivamente a capacidade do sistema renovável com BESS de lidar com exceções de frequência. Os resultados do teste de campo também mostram que a tecnologia de gerador fotovoltaico da Huawei com BESS pode alcançar uma resposta de energia ativa mais rápida e mais forte e suportar a recuperação de frequência do sistema por meio de resposta de inércia virtual e PFR rápida durante a queda de frequência da rede elétrica.

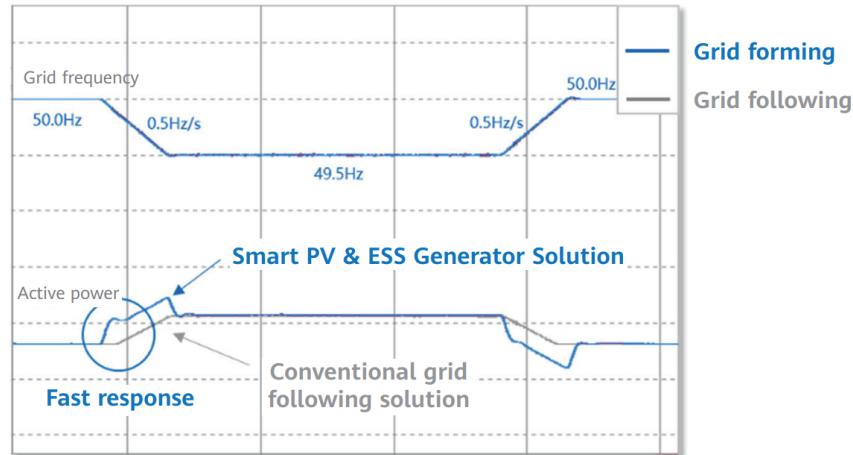


Figura 6: Comparação da capacidade de resposta de frequência entre o Smart PV&ESS Generator e o Sistema PV+ESS convencional.

5.3. A transmissão de alta proporção de novas energias a longa distância pela rede CA reduz a margem de estabilidade de tensão.

Em redes de energia CA de grande escala e longa distância, a instabilidade de tensão ocorre quando a potência reativa não consegue atender aos requisitos do sistema. Quando uma falha em uma linha de transmissão CA aumenta a impedância, o limite de transmissão diminui, e o gerador síncrono estabiliza a tensão e mantém a fase, ajudando a controlar a potência reativa e ativa para manter a tensão dentro de uma faixa estável. No entanto, os sistemas típicos de PV e ESS controlam apenas a potência, não a fase, e não conseguem ajustar a tensão diretamente. Em um cenário de falha, eles não têm a capacidade de manter a potência ativa e reativa, correndo o risco de colapso de tensão se a capacidade de transmissão exceder os limites seguros.

A Prefeitura Autônoma de Haixi, na província de Qinghai, um centro para a transmissão de novas energias, enfrenta esses desafios devido às longas distâncias elétricas e à ausência de geradores síncronos próximos para suporte à tensão. A análise das linhas de transmissão de 750 kV de Qinghai revela que uma falha N-2 em linhas externas pode desestabilizar a tensão em Haixi, limitando assim a produção de novas energias.

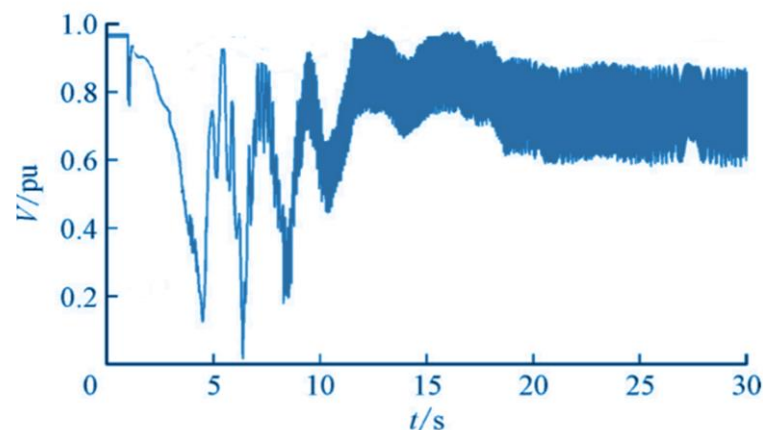


Figura 7: Instabilidade de tensão causada por uma falha N-2 em uma linha de transmissão de 750kV em Haixi.



HUAWEI

5.4. Tecnologia de Supressão de Oscilações de Banda Larga

Atualmente, alguns países e regiões lançaram requisitos de supressão de oscilação de energia em tecnologias de formação de rede. Por exemplo, alguns sistemas fotovoltaicos com BESS na Europa precisam fornecer capacidades de amortecimento de **oscilação de potência ativa (POD - Power Oscillation Damping)** 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 de oscilação de potência por meio de amortecimento controlável, de modo a lidar com o risco de oscilação de frequência de banda larga causada pela conexão de uma alta proporção de dispositivos eletrônicos de potência.

5.4.1. Tecnologia POD de Baixa Frequência

Geralmente, um **estabilizador do sistema de energia (PSS - Power System Stabilizer)** 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 nesse princípio, a tecnologia POD de baixa frequência é introduzida no **controlador da usina de energia (PPC – Power Plant Controller)** para permitir que o sistema PV e ESS tenha a função PSS de geradores síncronos e produza potência adicional de controle de amortecimento. Dessa forma, a oscilação de baixa frequência de 0,1 Hz a 2,5 Hz é suprimida. A figura a seguir mostra o efeito de simulação do POD de baixa frequência no PPC.

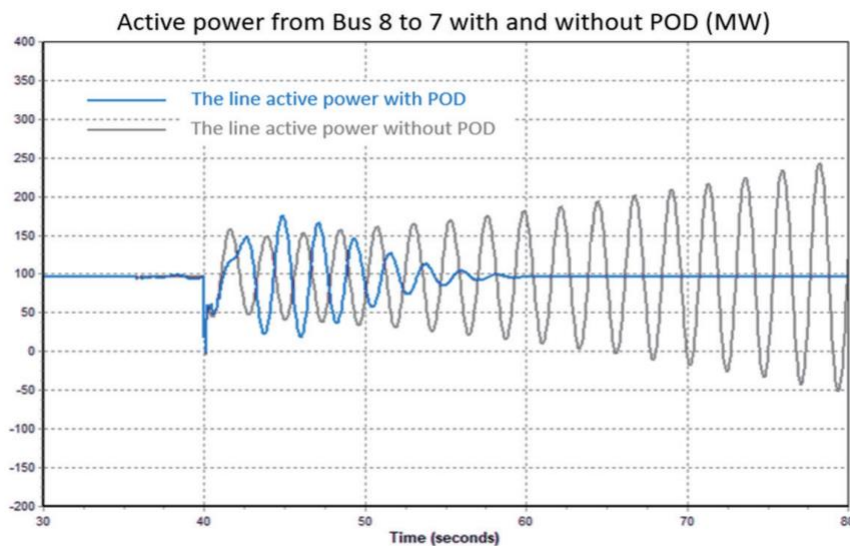


Figura 8: Efeito de supressão de energia do POD de baixa frequência

5.4.2. Tecnologia de impedância virtual adaptável

Para resolver a oscilação subsíncrona/supersíncrona, a solução de Gerador Fotovoltaico da Huawei com BESS usa tecnologia de impedância virtual adaptativa para ajustar dinamicamente as características elétricas da usina por meio de autoaprendizagem de IA para combinar com as características da rede elétrica. Dessa forma, o inversor e o PCS podem ajustar ativamente sua impedância e alterar as características de amplitude-



HUAWEI

frequência e fase-frequência da impedância de saída para melhorar a estabilidade. Isso evita oscilações de energia causadas por amortecimento insuficiente nas bandas de frequência subsíncrona/supersíncrona.

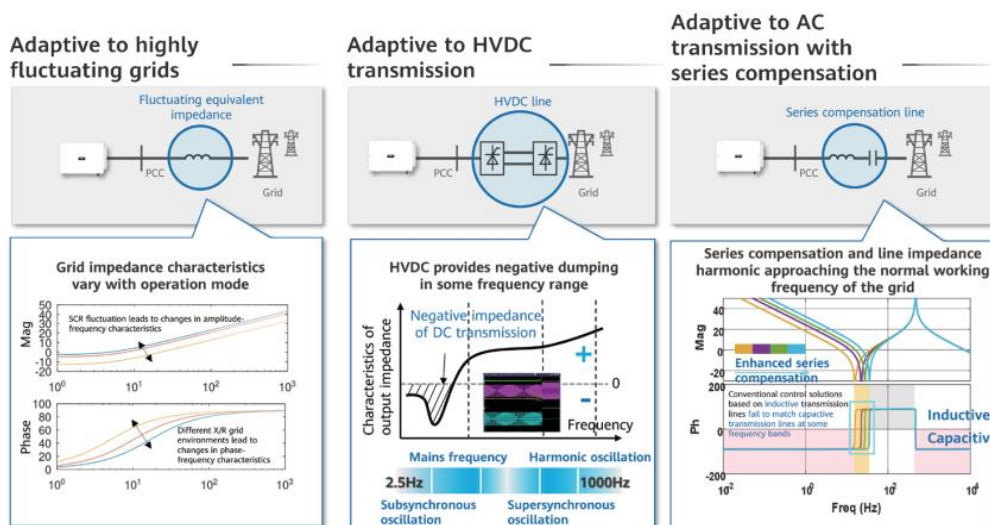


Figura 9: Tecnologia de impedância virtual adaptável

5.5. Tecnologia Black Start em larga escala.

Black start é o processo de restauração do fornecimento de energia após uma falha completa do sistema, usando apenas fontes de energia com capacidade de arranque autônomo. Essas fontes conduzem gradualmente outras fontes de energia até que todo o sistema seja completamente restaurado. Em usinas convencionais, um único gerador tem uma grande capacidade, permitindo que ele suporte transformadores e cargas em uma ampla área, simplificando o processo de *black start*. No entanto, os Sistemas de Armazenamento de Energia (ESS) possuem uma capacidade mínima de 2,5–6 MW, o que é insuficiente para grandes cargas ou transformadores, podendo facilmente levar a sobrecargas e novas falhas. Assim, em redes isoladas superiores a 10 MW, múltiplos arranjos de ESS devem realizar o *black start* simultaneamente para garantir capacidade adequada.

Isso exige enfrentar dois desafios principais: a sincronização de tensão e o impacto da conexão de cargas. Cada ESS tenta controlar a tensão, mas pequenas diferenças podem gerar correntes circulantes, potencialmente causando o desligamento do sistema. A Huawei desenvolveu uma tecnologia de sincronização de tensão que permite o controle automático e síncrono entre vários sistemas, sem a necessidade de cabos paralelos adicionais. No projeto do Mar Vermelho na Arábia Saudita, a Huawei implementou a inicialização síncrona de mais de 1.000 PCSs, restaurando o sistema completo de 100 MW em apenas 10 minutos.

6. Casos de Sucesso

6.1. Qinghai, China

Qinghai tem ricos recursos de energia renovável e duas bases fotovoltaicas de nível de dez milhões de kW. Há uma forte demanda por transmissão de energia renovável. Já em



HUAWEI

2014, a usina fotovoltaica de 200 MW da Huawei em Gonghe, Qinghai, passou com sucesso em testes como *Ride Through* de tensão zero (ZVRT) e LVRT. Os inversores da Huawei demonstraram excelente desempenho em conexão de rede fraca e foram altamente reconhecidos pelo proprietário

Com base na solução *Smart PV & ESS Generator* desenvolvida pela Huawei, a Huawei trabalhou com a *China Resources Power* na verificação e demonstração contínuas dos tópicos de pesquisa sob a orientação do *China Electric Power Research Institute* e do *Qinghai Electric Power Research Institute* em 2022, e completou o primeiro teste de sistema fotovoltaico e ESS de formação de rede do mundo na usina fotovoltaica de Gonghe, em Qinghai, em janeiro de 2023. Os testes incluem a estabilidade paralela do sistema de formação da rede elétrica, testes de falha de alta/baixa tensão de uma e várias vezes, PFR e testes de resposta à inércia. Os testes verificam totalmente que os sistemas de geração de energia renovável que formam a rede elétrica são críticos para suportar redes com uma alta proporção de energia renovável, marcando um marco no desenvolvimento de energia renovável.



Figura 10: Conclusão dos testes do sistema PV&ESS de formação de rede em Gonghe, Qinghai

6.2. Singapura

O Sistema de Armazenamento de Energia (ESS) da Sembcorp é um projeto de infraestrutura fundamental que se alinha à visão de Cingapura para um futuro energético sustentável. Como uma das maiores instalações de ESS do Sudeste Asiático, possui uma capacidade de 115 MW/146 MWh. O projeto visa melhorar a estabilidade da rede elétrica e apoiar a integração de fontes de energia renováveis, contribuindo para o objetivo de Singapura de transição para uma economia de baixo carbono.

Este ESS de larga escala tem requisitos rigorosos para resposta rápida e estabilidade da rede elétrica. A Huawei forneceu uma solução avançada de armazenamento de energia inteligente para o projeto. O sistema incorpora sistemas de conversão de energia (PCS) de alto desempenho e sistemas inteligentes de gerenciamento de bateria para garantir uma operação eficiente e confiável. O projeto foi entregue e comissionado com sucesso, melhorando significativamente a capacidade da rede de gerenciar flutuações na oferta e demanda de eletricidade.



HUAWEI

Aproveitando sua experiência em plataformas de design, simulação e teste, a Huawei auxiliou a Sembcorp no planejamento detalhado do sistema nos últimos dois anos. Isso incluiu recursos de formação de rede, design de taxa de curto-circuito (SCR), lógica de despacho de energia e análises de estabilidade para controle de tensão e frequência. A solução também aborda respostas de estado transitório, regulação de frequência primária e secundária, suporte de tensão dinâmica com integração PV/ESS/SVG e controle de rede após eventos de derramamento de carga. Além disso, ele possui recursos de partida preta síncrono para várias unidades PCS e operação coordenada de comutadores, garantindo integração perfeita e desempenho estável dentro da rede elétrica.

A implementação bem-sucedida do ESS da Sembcorp não apenas demonstra a eficácia das tecnologias de armazenamento de energia da Huawei em aplicações de larga escala, mas também representa um marco significativo no avanço das iniciativas de energia sustentável de Cingapura. O projeto aprimora a resiliência da rede e abre caminho para uma maior adoção de fontes de energia renováveis na região.



Figura 11: Sistema de armazenamento de energia Sembcorp

6.3. Arábia Saudita

O projeto do Mar Vermelho é um importante projeto de infraestrutura planejado na Visão Saudita 2030. A concessionária do Mar Vermelho é a primeira a adotar o modelo de parceria público-privada (PPP) na construção de infraestrutura da Arábia Saudita. Espera-se que forneça energia 100% renovável para 1 milhão de pessoas. Como o primeiro projeto de microrrede em nível de GWh do mundo, ele consiste em módulos fotovoltaicos de 400 MW e 1,3 GWh de armazenamento de energia. Um pequeno número de geradores a gás é implantado como backup. Este sistema tem altos requisitos de formação de grade e estabilidade de rede. A Huawei fornece uma solução geral de microrrede inteligente. Partes do projeto foram entregues até o final de 2022. Atualmente, partes da rede foram construídas e começaram a fornecer energia, e o restante está previsto para ser concluído em meados de 2023.

Como uma rede elétrica com sinergia PV-ESS, a lógica de operação geral e os indicadores de desempenho da rede elétrica precisam ser projetados e simulados em



HUAWEI

detalhes. Com seus recursos de projeto, simulação e plataformas de teste de microrrede, a Huawei ajudou os clientes a concluir o projeto e a simulação lógica de microrrede nos últimos dois anos, incluindo formação de rede PV+ESS, projeto de SCR de rede elétrica, projeto de lógica de distribuição de energia e projeto de estabilidade de controle de rede elétrica, projeto de estado transiente, regulação de tensão e frequência primária e secundária, regulação de tensão dinâmica PV/BESS/SVG, controle de frequência e tensão da rede elétrica após o derramamento de carga, início preto síncrono de mais de 1000 PCSs, colaboração multi-switch na rede elétrica, e design síncrono e assíncrono, que são verificados em ambientes do mundo real e podem atingir o objetivo de operação estável.



Figura 12: Projeto de armazenamento de energia de microrrede de 1,3 GWh no Mar Vermelho, Arábia Saudita.

7. O requisito de estabelecer uma eficiência mínima de carga e descarga (RTE) para o LRCAP 2025 é uma medida fundamental para garantir que os sistemas de armazenamento de energia funcionem de forma eficaz e em alinhamento com os objetivos da Conta de Energia para Reserva de Capacidade (CONCAP). Estabelecendo um padrão claro de eficiência o Ministério de Minas e Energia (MME) ajudaria a mitigar os riscos associados à aquisição de energia e a garantir a estabilidade do sistema.

Principais considerações sobre a eficiência mínima:

O RTE é fundamental para a compreensão da eficiência geral do sistema de armazenamento de energia e é responsável por vários fatores:

- Eficiência de descarga e recarga dos bancos de baterias: isso se refere à eficiência com que a bateria pode ser carregada e descarregada, com perda mínima de energia.
- Perdas em cabos CC, CA-BT e CA-MT: são as perdas elétricas em circuitos de corrente contínua (CC) e corrente alternada (CA), particularmente em sistemas de baixa e média tensão.
- Eficiência do PCS: O inversor desempenha um papel crucial na conversão de CC em CA e vice-versa, e sua eficiência afeta o RTE geral.

- Perdas de transformação: perda de energia que ocorre quando a eletricidade é convertida entre os níveis de tensão, o que pode ser significativo em sistemas maiores.
- Consumo de sistemas auxiliares: inclui o consumo de energia de sistemas como o gerenciamento térmico de baterias, que pode ser essencial para a operação ideal do sistema.
- Sendo considerado a razão entre Energia Injetada e Energia consumida pelo empreendimento para este cálculo. Segundo o padrão das normas internacionais, como a IEC62933-2.

$$RTE = \frac{\text{Energia Injetada no ponto de conexão (MWh)}}{\text{Energia Consumida no ponto de conexão (MWh)}}$$

- Esta avaliação deverá ser feita mensalmente ou anualmente de forma a apurar a sua eficiência.

Essa relação reflete um equilíbrio entre a viabilidade tecnológica, a garantia de que os projetos de armazenamento contribuam significativamente para o desempenho geral do sistema e com menor custo energético.

8. A Huawei sugere antecipar a data de início dos Contratos de Energia de Reserva de Capacidade (CRCAP) de julho de 2029 para julho de 2026, destacando considerações importantes sobre cronogramas de implementação e gerenciamento de riscos.

Pontos principais:

Cronograma de implementação para sistemas de armazenamento:

- Projetos de armazenamento em grande escala geralmente levam menos de 18 meses para serem implementados, devido a uma cadeia de suprimentos bem estabelecida e à relativa simplicidade das obras civis e elétricas.

Proposta para mudar a data de início para dezembro de 2026:

- A solicitação para antecipar a data de início do fornecimento para dezembro de 2026 está mais de acordo com o cronograma real de implementação do projeto, evitando atrasos desnecessários até 2029.

Vantagens da Antecipação:

- Redução do risco da taxa de câmbio: ao avançar a data de início, o período de exposição ao risco da taxa de câmbio é reduzido, protegendo os projetos de possíveis flutuações cambiais ao longo do tempo.
- Desencorajar a Participação Especulativa: A antecipação da data de início reduz o incentivo para desenvolvedores com apetite de alto risco que apostem em futuras reduções de custos ou participem do leilão sem contratos estruturados de fornecimento.

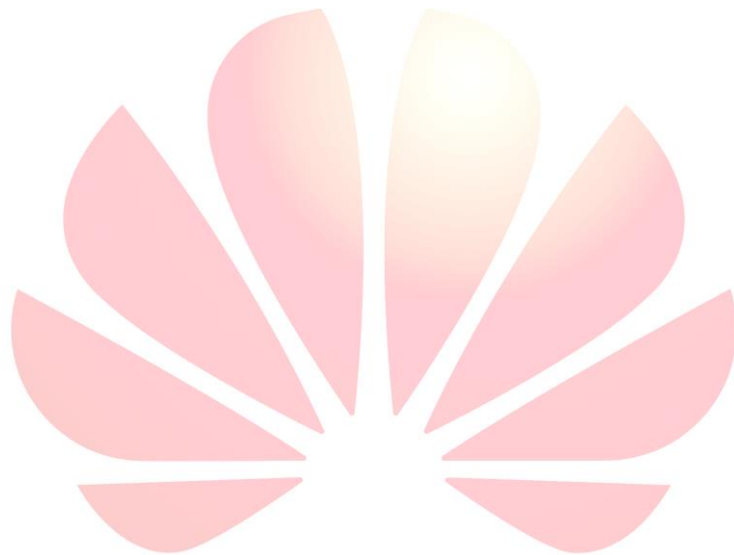
O avanço da data de início para dezembro de 2026 alinha os cronogramas dos projetos às realidades do mercado, reduz os riscos financeiros e incentiva a participação mais segura e estruturada nos leilões, beneficiando o sistema de energia e os projetos envolvidos.



HUAWEI

9. Esta é a contribuição inicial da Huawei, sujeita a eventuais aprimoramentos e complementações ao longo do prazo regulatório estabelecido. Reiteramos nosso compromisso com o processo e permanecemos à disposição para fornecer quaisquer esclarecimentos adicionais que se façam necessários.

Humberto Cravo Neto
Vice-presidente de Energia Digital
HUAWEI DO BRASIL



HUAWEI