

1 Objetivo

- Especificar os itens de teste, objetivos de teste, métodos de teste, critérios de avaliação e regras de avaliação para o armário de armazenamento de energia com refrigeração líquida.
- Definir as condições e os processos do armário de armazenamento de energia com refrigeração líquida em cada fase de teste (receção da tarefa de teste, preparação do teste, execução do teste e conclusão do teste).
- Estabelecer os princípios básicos de teste, a classificação das não conformidades e os critérios de avaliação de qualidade do armário de armazenamento de energia com refrigeração líquida.
- Inspeccionar o desempenho de cada armário de armazenamento de energia com refrigeração líquida produzido pela empresa, garantindo que a segurança e a fiabilidade do armário de armazenamento de energia satisfazem os requisitos do cliente.
- Identificar problemas de qualidade óbvios ou potenciais, fornecendo suporte objetivo de dados para a melhoria da qualidade do produto, segurança e fiabilidade.

2 Âmbito de Aplicação

Aplica-se às funções e ao desempenho dos armários de armazenamento de energia com arrefecimento líquido produzidos pela Hoenergy New Energy Technology Co., Ltd.

3 Normas de Referência

N.º	Norma	Descrição
1	Requisitos dos indicadores técnicos do produto	«Especificações do Produto»
2	IEC 62933-3-1:2018	(Planeamento e avaliação de desempenho de sistemas de armazenamento de energia) Procedimentos de operação e manutenção de centrais de armazenamento de energia
3	IEC 62933-2-1:2017	(Parâmetros e ensaios de unidades) Condições técnicas gerais para sistemas eletroquímicos de armazenamento de energia em sistemas de potência
4	IEC TS 62933-3-2:2023	(Indicadores de desempenho de sistemas de armazenamento de energia) Indicadores de operação e avaliação de centrais eletroquímicas de armazenamento de energia
5	EN 50549-1:2019	(Ligação de instalações geradoras a redes de baixa tensão) Especificações técnicas para a ligação à rede de sistemas eletroquímicos de armazenamento de energia
6	EN 50549-10:2022	(Avaliação/enquadramento de conformidade) Especificações de ensaio para sistemas eletroquímicos de armazenamento de energia ligados à rede
7	IEC 62619:2022	(Células/baterias industriais de lítio) Baterias de íões de lítio para armazenamento de energia elétrica
8	IEC TS 62933-3-2:2023	(Indicadores de desempenho de sistemas de armazenamento de energia) Indicadores de operação e avaliação de centrais eletroquímicas de armazenamento de energia
9	IEC 62933-2-1:2017	(Parâmetros e ensaios de unidades) Condições técnicas gerais para sistemas eletroquímicos de armazenamento de energia em sistemas de potência
10	EN 50549-10:2022	(Avaliação/enquadramento de conformidade) Especificações de ensaio para sistemas eletroquímicos de armazenamento de energia ligados à rede
11	IEC 62477-1:2022	(Segurança de conversores de eletrónica de potência) Especificações técnicas para conversores de armazenamento de energia de sistemas eletroquímicos de armazenamento de energia

4 Definições de Termos

- **EUT:** Equipamento em Teste (Equipment Under Test)
- **AE:** Equipamento Auxiliar (Auxiliary Equipment)

5 Princípios Fundamentais de Teste e Critérios de Avaliação

5.1 Princípios Básicos de Teste

Com base em normas (normas internacionais, normas nacionais, normas setoriais), especificações de teste e documentos de especificação, e em conjunto com os dados de teste, avaliar o armário de armazenamento de energia

com refrigeração líquida sob a perspectiva do utilizador, a fim de expor defeitos funcionais e potenciais falhas durante a fase de teste.

O trabalho de teste não é influenciado por fatores que possam interferir com o processo de teste, tais como a atitude e o pensamento da equipa de desenvolvimento do projeto, sendo executado de forma independente, de acordo com o fluxo de teste.

5.2 Princípios e Normas de Classificação de Problemas

Classificação por grau de não conformidade com as características de qualidade do produto:

- **Classe A (defeito grave):** falha de funções básicas, funções de segurança, etc.
- **Classe B (defeito importante):** não conformidade dos principais indicadores ou itens de atenção prioritária do cliente
- **Classe C (defeito geral):** não conformidade dos indicadores gerais
- **Classe D (defeito aceitável):** defeito aceitável de acordo com a situação atual do cliente ou da empresa

5.3 Critérios de Julgamento de Qualidade

Quando todos os itens de inspeção cumprem os requisitos especificados, o resultado é julgado como qualificado.

Se qualquer item de inspeção não cumprir os requisitos especificados, a inspeção deve ser suspensa. A unidade responsável deve analisar o item não qualificado, identificar a causa e adotar medidas corretivas antes de submeter novamente à inspeção. Se a reinspeção for qualificada, o resultado ainda é julgado como qualificado. Caso a reinspeção ainda apresente itens que não satisfazem os requisitos, o resultado é julgado como não qualificado.

6 Instrumentos, Ferramentas e Ambiente de Teste

6.1 Equipamentos de Teste

N.º	Nome do Equipamento	Fornecedor	Modelo
1	Testador de Cabos de Rede	Pro'sKit (Taiwan)	MT-7028
2	Alicate Amperímetro	Fluke	F393
3	Câmara Termográfica Portátil de Bolso	Fluke	PTi120
4	Medidor de Temperatura e Umidade	Fluke	F971
5	Megôhmetro (Testador de Resistência de Isolamento)	Fluke	1535/1537
6	Analizador de Qualidade de Energia	Zhiyuan Electronics	PA5006H-P0600-242
7	Testador de Hipot / Rigidez Dielétrica	Chroma	19053
8	Interface CAN	ZhouLigong (ZLGC)	USBCAN-II+
9	Módulo Conversor USB para RS485	Ningtai Technology	UT-8890

6.2 Ambiente de Teste

- A altitude do local de teste não deve exceder 2000 m
- Pressão atmosférica: 86–106 kPa
- Temperatura ambiente durante o funcionamento do equipamento: 20 ± 5 °C
- Humidade relativa média diária: 45%–75%; o equipamento não deve apresentar condensação

7 Itens de teste, métodos de teste, critérios de avaliação e resultados de teste

7.1 Inspeção da aparência e dos componentes básicos

Inclui inspeção da aparência, inspeção do equipamento, inspeção da cablagem, inspeção da fechadura da porta e inspeção dimensional.

7.1.1 Inspeção da Aparência

Método de teste: Verificar a placa de identificação, marcações, logótipo e a aparência da caixa exterior do produto.

Critério de avaliação: A placa de identificação, marcações e logótipo devem estar corretos e claramente visíveis; a caixa exterior não deve apresentar danos nem corrosão.

Resultado do teste:

N.º	Item de teste	Critério de avaliação	Conclusão
1	Frente do produto	A placa de identificação, marcações e logótipo estão corretos e claramente visíveis; a caixa exterior não apresenta danos nem corrosão	Aprovado
2	Lado esquerdo do produto	Idem acima	Aprovado
3	Lado direito do produto	Idem acima	Aprovado
4	Parte de trás do produto	Idem acima	Aprovado
5	Placa de identificação	Idem acima	Aprovado
6	Logótipo	Idem acima	Aprovado

7.1.2 Inspeção do Equipamento

Método de teste: Com base na lista BOM e nos desenhos de instalação do projeto, verifique a posição de instalação e o estado de fixação dos componentes EMS, PCS, caixas de bateria, unidade de refrigeração líquida, quadro de distribuição, sistema de combate a incêndio, desumidificador, entre outros.

Critério de avaliação: A posição de fixação de cada equipamento está correta e fiável, sem deformações nem deslocamentos; os parafusos de ligação estão apertados.

Resultado do teste:

N.º	Item de teste	Critério de avaliação	Conclusão
1	PCS	A posição de fixação de cada equipamento está correta e fiável, sem deformações nem deslocamentos; os parafusos de ligação estão apertados	Aprovado
2	EMS	Idem	Aprovado
3	Caixa de bateria	Idem	Aprovado
4	Unidade de refrigeração líquida	Idem	Aprovado
5	Quadro de distribuição	Idem	Aprovado
6	Armário de combate a incêndio	Idem	Aprovado
7	Desumidificador	Idem	Aprovado
8	Outros componentes	Idem	Aprovado

7.1.3 Inspeção da Cablagem

Método de teste: Verificar item a item com base nos diagramas elétricos:

1. Cabos de potência, cabos de comunicação e cabos de alimentação auxiliar de cada cluster de baterias ligados de forma correta e fiável;
2. Cabos de potência, cabos de comunicação e cabos de alimentação do armário de convergência ligados de forma correta e com ligação fiável;
3. Cabos de potência, cabos de comunicação, cabos de alimentação auxiliar e cabos da ventoinha de arrefecimento do PCS ligados de forma correta e fiável;
4. Cabos de comunicação e cabos de alimentação auxiliar do EMS ligados de forma correta e fiável;
5. Cabos de comunicação e cabos de potência do quadro de distribuição ligados de forma correta e fiável;
6. Cabos de comunicação e cabos de potência do sistema de combate a incêndios ligados de forma correta e fiável;
7. Cabos de ligação à terra de cada equipamento ligados de forma correta e com ligação fiável.

Crítérios de avaliação: Os cabos e barramentos de cobre em todos os pontos devem estar ligados de forma correta e fiável; os cabos de terra e de potência devem ser ligados corretamente conforme o diagrama, com identificação dos números de fio clara e correta.

Resultados do teste:

N.º	Item de teste	Critérios de avaliação	Conclusão
1	Cabo de potência / barra de cobre do cluster de baterias	Os cabos e barramentos de cobre em todos os pontos devem estar ligados de forma correta e fiável; os cabos de terra e de potência devem ser ligados corretamente conforme o diagrama, com identificação dos números de fio clara e correta	Qualificado
2	Cabo de sinal do cluster de baterias	Igual ao anterior	Qualificado
3	Cabo de potência da caixa de alta tensão	Igual ao anterior	Qualificado
4	Cabo de sinal da caixa de alta tensão	Igual ao anterior	Qualificado
5	Cabo de potência / barra de cobre do PCS	Igual ao anterior	Qualificado
6	Cabo de sinal do PCS	Igual ao anterior	Qualificado
7	Cabo de alimentação do EMS	Igual ao anterior	Qualificado
8	Cabo de sinal do EMS	Igual ao anterior	Qualificado
9	Cabos de potência e sinal da unidade de refrigeração líquida	Igual ao anterior	Qualificado
10	Cabos de potência e sinal do desumidificador	Igual ao anterior	Qualificado
11	Cabos de alimentação e sinal do sistema de combate a incêndios	Igual ao anterior	Qualificado

7.1.4 Inspeção da fechadura da porta

Método de teste: Utilizar a chave para destrancar e trancar, um a um, cada uma das fechaduras das portas e observar cada uma das portas.

Critério de avaliação: A função da fechadura está normal, sem deformações nem danos.

Resultado do teste:

N.º	Item de teste	Critério de avaliação	Conclusão
1	Aspeto e função da fechadura da porta	A função da fechadura está normal, sem deformações nem danos	Qualificado

7.1.5 Inspeção dimensional

Método de teste: Utilizar uma fita métrica para medir as dimensões do armário em todas as direções e comparar com os desenhos de projeto.

Critérios de avaliação: Consultar a norma ISO 2768-1:1989 Tolerâncias gerais — Parte 1: Tolerâncias para dimensões lineares e angulares:

Tabela 1 Desvios limite para dimensões lineares (mm)

Classe de tolerância	0,5–3	>3–6	>6–30	>30–120	>120–400	>400–1000	>1000–2000	>2000–4000
Precisa (f)	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	—
Média (m)	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
Grosseira (c)	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
Muito grosseira (v)	—	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

Erro no comprimento $\leq \pm 1,2$ mm; erro na largura $\leq \pm 1,2$ mm; erro na altura $\leq \pm 2$ mm.

Resultados do teste:

N.º	Item de teste	Critério de avaliação	Conclusão
1	Comprimento	Erro dimensional do equipamento ≤ 10 mm	Aprovado
2	Largura	Erro dimensional do equipamento ≤ 10 mm	Aprovado
3	Altura	Erro dimensional do equipamento ≤ 10 mm	Aprovado

7.2 Teste de Funcionalidade

7.2.1 Verificação de energização do cluster de baterias

Método de teste:

1. Medir a tensão B+/B- entre cada PACK de bateria e a caixa de alta tensão;
2. Fechar o disjuntor da caixa de alta tensão;
3. Conectar o computador à caixa de alta tensão por meio de uma ferramenta CAN, abrir o controlador principal e ler as informações de dados do cluster de baterias.

Critérios de avaliação: A tensão do PACK, a tensão do cluster de baterias e a diferença máxima de tensão devem estar em conformidade com os padrões (tensão do PACK: 134,4–172,8 V, diferença de tensão $<0,5$ V; tensão do cluster de baterias: 672–864 V, diferença de tensão <2 V). A fonte de alimentação da caixa de alta tensão deve estar normal e sem alarmes. A tensão de cada cluster de bateria, de cada PACK e de cada célula deve estar normal, e os dados de cada sensor de temperatura devem estar normais.

Resultados do teste:

Item	Valor padrão	Amostra	Número do PACK	Valor mínimo	Valor máximo	Diferença de tensão	Conclusão
Verificação do cluster de baterias	134,4–172,8 V	1	#1	Vout (V)	Vout (V)	—	Qualificado
Verificação do cluster de baterias	672–864 V	1	—	Vout (V)	Vout (V)	—	Qualificado
Verificação da diferença máxima de tensão do PACK	Diferença de tensão 0–0,5 V	1	—	Vout (V)	Vout (V)	0–0,5	Qualificado

7.2.2 Verificação do Procedimento de Energização

Método de teste:

1. Feche o disjuntor do lado AC;
2. Feche os disjuntores da unidade de refrigeração líquida, do sistema de combate a incêndio, do exaustor, da fonte de 24 V, das tomadas, da iluminação e do quadro de alta tensão;
3. Feche os clusters de baterias.

Critério de aceitação: O sistema funciona normalmente, sem alarmes nem atuação de proteções durante o arranque.

Resultado do teste:

N.º	Item de teste	Critério de aceitação	Conclusão
1	Procedimento de energização	O sistema funciona normalmente, sem alarmes nem atuação de proteções durante o arranque	Aprovado

7.2.3 Verificação de Dados do EMS

Método de teste: Após o sistema ser ligado, aceder separadamente à plataforma local do EMS e à plataforma na nuvem para visualizar os dados da plataforma.

Critério de avaliação: Os dados da plataforma local do EMS e da plataforma na nuvem permanecem sempre normais.

Resultado do teste:

N.º	Item de teste	Critério de avaliação	Conclusão
1	Verificação de dados do EMS	Os dados da plataforma local do EMS e da plataforma na nuvem permanecem sempre normais	Qualificado

7.2.4 Verificação das Informações do Cluster de Baterias

Método de teste:

1. Iniciar sessão na plataforma local EMS e na plataforma na nuvem;

2. Consultar a tensão do cluster, a corrente do cluster, o SOC do cluster, a capacidade carregável, a capacidade descarregável, a capacidade de carga por ciclo, a capacidade de descarga por ciclo, a capacidade de carga acumulada, a capacidade de descarga acumulada, a tensão máxima de célula, a tensão mínima de célula, a temperatura média, a temperatura máxima de célula, a temperatura mínima de célula, o SOH de célula, o isolamento R+, o isolamento R-, o SOC médio e outras informações.

Critério de avaliação:

As informações do cluster de baterias estão corretas.

Resultado do teste:

N.º	Item de teste	Critério de avaliação	Conclusão
1	Verificação das informações do cluster de baterias	As informações do cluster de baterias estão corretas	Aprovado

7.2.5 Detecção da precisão de medição da tensão terminal do cluster de bateria

Método de teste:

1. Utilize o multímetro no modo de medição de tensão para medir a tensão terminal do PACK de bateria V1;
2. Leia a tensão terminal do PACK de bateria V2 a partir do EMS local/plataforma na nuvem;
3. Calcule o erro de medição da tensão terminal $(V2-V1)/V1$;
4. Registe o valor máximo do erro calculado durante o processo de teste.

Critério de avaliação: Erro de medição $\leq \pm 5\%$.

Resultados do teste:

Item	Valor padrão	Amostra	N.º do PACK	Valor medido Vout (V)	Dados EMS Vout (V)	BMS principal Vout (V)	Diferença de tensão	Conclusão
Detecção de precisão da tensão do PACK	Alta	1	#1	Alta	Alta	—	—	Qualificada
Idem, acima	Idem, acima	2	—	—	—	—	—	Qualificada
Idem, acima	Idem, acima	3	—	—	—	—	—	Qualificada
Idem, acima	Idem, acima	4	—	—	—	—	—	Qualificada
Idem, acima	Idem, acima	5	—	—	—	—	—	Qualificada
Detecção de precisão da tensão do cluster de bateria	Alta	1	—	Alta	Alta	—	—	Qualificada

7.2.6 Detecção da precisão da tensão terminal do PCS

Método de teste:

1. Utilizar o multímetro, na escala de tensão, para medir a tensão no lado DC do PCS, V1, e as tensões trifásicas no lado AC, VA1, VB1, VC1;
2. Ler, no EMS local/plataforma na nuvem, a tensão no lado DC do PCS, V2, e as tensões trifásicas no lado AC, VA2, VB2, VC2;
3. Calcular os erros de medição da tensão terminal $(V2-V1)/V1$, $(VA1-VA2)/VA1$, $(VB1-VB2)/VB1$, $(VC1-VC2)/VC1$;
4. Considerar o valor máximo dos erros calculados durante o processo de teste.

Critério de avaliação: Erro de medição $\leq \pm 5\%$, consultando a especificação do PCS.

Resultados do teste:

Item	Valor padrão	Amostra	Categoria	Valor medido	Dados da plataforma	Diferença de tensão	Conclusão
Deteção da precisão da tensão terminal do PCS	-0,50% a +0,50%	1	Tensão fase A	-0,50%	0,50%	—	Aprovado
Igual ao anterior	Igual ao anterior	1	Tensão fase B	—	—	—	Aprovado
Igual ao anterior	Igual ao anterior	1	Tensão fase C	—	—	—	Aprovado
Igual ao anterior	Igual ao anterior	1	Tensão DC	—	—	—	Aprovado

7.2.7 Verificação da iluminação

Método de teste: Abra e feche a porta do compartimento da bateria e observe o estado da iluminação.

Critério de avaliação: Iluminação normal.

7.2.8 Verificação da ventoinha de dissipação de calor do PCS

Método de teste:

1. Iniciar o funcionamento do PCS;
2. Se a temperatura do dissipador de calor do PCS ultrapassar o valor definido, observar o acionamento da ventoinha do PACK;
3. Parar o funcionamento do PCS;
4. Observar novamente o acionamento da ventoinha.

Critério de avaliação: Quando a potência ativa/reactiva de carga e descarga do PCS for inferior ao valor definido (por exemplo, 1% da potência nominal) e a temperatura do dissipador de calor do PCS ultrapassar a temperatura definida (80 °C), a ventoinha é acionada até que a temperatura do dissipador de calor baixe até a temperatura definida (60 °C); quando a potência ativa/reactiva de carga e descarga do PCS for superior ao valor definido (por exemplo, 1% da potência nominal) e a temperatura do dissipador de calor do PCS ultrapassar a temperatura definida (60 °C), a ventoinha é acionada até baixar até a temperatura definida (50 °C).

Resultado do teste:

N.º	Item de teste	Conclusão
1	Direção do fluxo de ar da ventoinha	Qualificado
2	Lógica de controlo da ventoinha	Qualificado

7.2.9 Inspeção dos dados da unidade de refrigeração líquida

Método de teste:

1. Observar o valor da temperatura de arranque da refrigeração/valor da temperatura de arranque do aquecimento da unidade de refrigeração líquida;
2. Comparar os dados da refrigeração líquida entre o EMS local e a nuvem;
3. Ajustar manualmente o valor da temperatura de arranque da refrigeração/valor da temperatura de arranque do aquecimento da unidade de refrigeração líquida e observar o estado de funcionamento.

Crítérios de avaliação:

1. Quando o PCS está em funcionamento: temperatura máxima ≥ 35 °C para ativar a refrigeração; temperatura ≤ 20 °C para entrar em circulação de água para preservação do calor; temperatura ≤ 5 °C para ativar o aquecimento; quando a temperatura retorna a 15 °C, entra em circulação de água para preservação do calor.
2. Quando o PCS não está em funcionamento: temperatura máxima ≥ 40 °C para ativar a refrigeração; temperatura ≤ 35 °C para o TMS parar; temperatura ≤ 5 °C para ativar o aquecimento; quando a temperatura retorna a 15 °C, o TMS para o parar.

Resultados do teste:

N.º	Item de teste	Crítérios de avaliação	Conclusão
1	Inspeção dos dados da unidade de refrigeração líquida	Lógica de controlo correta	Qualificado

7.2.10 Inspeção de combate a incêndio

Método de teste: Observar o estado do sistema de combate a incêndio e as informações de retorno na plataforma local/nuvem EMS.

Critério de avaliação: O sistema de combate a incêndio funciona normalmente e o retorno está correto.

Resultado do teste:

N.º	Item de teste	Conclusão
1	Estado de funcionamento	Aprovado
2	Retorno de falha	Aprovado

7.2.11 Inspeção do interruptor de paragem de emergência

Método de teste:

1. Enviar comandos de carga e descarga à potência nominal do sistema através do EMS local/nuvem;
2. Premir o interruptor de paragem de emergência;
3. Observar o estado de funcionamento do sistema e o estado dos indicadores luminosos.

Critério de avaliação: Ao premir o interruptor de paragem de emergência, o sistema deve parar a carga e a descarga, e o indicador luminoso de paragem de emergência deve acender; ao soltar o interruptor de paragem de emergência, o sistema deve retomar a carga e a descarga, e o indicador luminoso de paragem de emergência deve apagar.

Resultado do teste:

N.º	Item de teste	Conclusão
1	Feedback de estado correto	Qualificado
2	Lógica correta	Qualificado

7.2.12 Teste de Alarme do BMS Simulado

Método de teste:

1. Observe os valores atuais de corrente de carga/descarga, tensão por célula e temperatura por célula do BMS;
2. Defina o valor de alarme ajustado pelo host como inferior ao valor atual;
3. Observe o estado de funcionamento de todo o sistema;
4. Defina o valor de alarme ajustado pelo host como superior ao valor atual;
5. Observe o estado de funcionamento de todo o sistema.

Critério de avaliação: Atende aos padrões técnicos.

Resultado do teste:

N.º	Tipo de alarme	Critério de avaliação	Conclusão
1	Sobretensão por célula	Atende aos padrões técnicos	Aprovado
2	Sobretensão do cluster	Atende aos padrões técnicos	Aprovado
3	Descarga excessiva por célula	Atende aos padrões técnicos	Aprovado
4	Descarga excessiva do cluster	Atende aos padrões técnicos	Aprovado
5	Sobrecorrente de descarga	Atende aos padrões técnicos	Aprovado
6	Sobrecorrente de carga	Atende aos padrões técnicos	Aprovado
7	Sobretensão de carga	Atende aos padrões técnicos	Aprovado
8	Sobretensão de descarga	Atende aos padrões técnicos	Aprovado
9	Alarme de SOC	Atende aos padrões técnicos	Aprovado

7.2.13 Teste de Alarme do PCS Simulado

Método de teste:

1. Simular alarme de subtensão do PCS;
2. Simular alarme de sequência inversa do PCS;
3. Observar o estado do PCS e o estado de carga/descarga.

Critério de avaliação: Quando o alarme ocorre, o sistema interrompe a carga e a descarga; após o alarme ser eliminado, a carga e a descarga retomam o funcionamento normal.

Resultados do teste:

Nº	Tipo de Alarme	Critério de Avaliação	Conclusão
1	Subtensão	Atende às normas técnicas	Aprovado
2	Sequência inversa	Atende às normas técnicas	Aprovado

7.2.14 Teste de alarme de comunicação entre BMS e EMS simulado

Método de teste:

1. Desconectar o cabo de comunicação entre o BMS e o EMS;
2. Observar o estado do EMS localmente ou na nuvem;
3. Restaurar o cabo de comunicação entre o BMS e o EMS;
4. Observar o estado do EMS localmente ou na nuvem.

Critério de avaliação: Ao desconectar o cabo de comunicação, o sistema para de carregar/ descarregar e gera um alarme do sistema; após restaurar o cabo de comunicação, o sistema retoma normalmente a carga/descarga.

Resultado do teste:

N.º	Item de teste	Critério de avaliação	Conclusão
1	Alarme de comunicação entre BMS e EMS simulado	Parar e alarmar ao desconectar, recuperar ao reconectar	Aprovado

7.2.15 Teste de Alarme de Comunicação Simulada entre PCS e EMS

Método de teste:

1. Desconectar a pea de comunicação entre o PCS e o EMS;
2. Observar o estado do EMS localmente ou na nuvem;
3. Restabelecer a pea de comunicação entre o PCS e o EMS;
4. Observar o estado do EMS localmente ou na nuvem.

Critério de avaliação: Ao desconectar a pea de comunicação, o sistema para de carregar e descarregar e gera um alarme do sistema; após o restabelecimento da pea de comunicação, o sistema retoma normalmente as operações de carga e descarga.

Resultado do teste:

N.º	Item de teste	Critério de avaliação	Conclusão
1	Alarme de comunicação simulada entre PCS e EMS	Desconexão causa parada e alarme; reconexão restaura o funcionamento	Aprovado

7.2.16 Teste de Alarme de Comunicação entre BMS e PCS Simulado

Método de teste:

1. Desconectar o cabo de comunicação entre o PCS e o BMS;
2. Observar o estado do EMS localmente ou na nuvem;
3. Restaurar o cabo de comunicação entre o PCS e o BMS;
4. Observar o estado do EMS localmente ou na nuvem.

Critérios de avaliação: Ao desconectar o cabo de comunicação, o sistema interrompe o carregamento e descarregamento e emite um alarme do sistema; após restaurar o cabo de comunicação, o sistema retoma normalmente o carregamento e descarregamento.

Resultados do teste:

N.º	Item de teste	Critérios de avaliação	Conclusão
1	Alarme de comunicação entre BMS e PCS simulado	Alarme e paragem ao desconectar o cabo, recuperação ao reconectar	Qualificado

7.2.17 Teste de alarme de comunicação entre BMS simulado e unidade de refrigeração líquida

Método de teste:

1. Desconecte o cabo de comunicação entre o ar-condicionado e o BMS;
2. Observe o estado do EMS local ou na nuvem;
3. Restaure o cabo de comunicação entre o ar-condicionado e o BMS;
4. Observe o estado do EMS local ou na nuvem.

Critério de avaliação: Ao desconectar o cabo de comunicação, o sistema para de carregar e descarregar e gera um alarme do sistema; após restaurar o cabo de comunicação, o sistema retoma normalmente o carregamento e descarregamento.

Resultado do teste:

N.º	Item de teste	Critério de avaliação	Conclusão
1	Simulação de alarme de comunicação entre BMS e unidade de refrigeração líquida	Desconexão causa parada e alarme; reconexão restaura o funcionamento	Aprovado

7.2.18 Teste de Isolamento

Método de teste: Testar a resistência de isolamento entre os terminais de entrada/saída do armário integrado e o invólucro, bem como a resistência de isolamento entre B+/B- da caixa de alta tensão e o invólucro, a 3110 VDC@10s.

Critério de avaliação: A resistência de isolamento não deve ser inferior a 1 MΩ.

Resultados do teste:

Item	Valor padrão	Amostra	Categoria	Valor medido (Ω)	Conclusão
Teste de isolamento	≥ 1 MΩ	1	B+ em relação ao invólucro	—	Qualificado
Teste de isolamento	≥ 1 MΩ	1	B- em relação ao invólucro	—	Qualificado

7.2.19 Teste de Tensão Suportável

Método de teste: Testar a corrente de fuga dos terminais de entrada e saída do armário integrado em relação ao invólucro, bem como a corrente de fuga do B+/B- da caixa de alta tensão em relação ao invólucro, 3110 VDC@60s.

Critério de avaliação: Corrente de fuga <1 mA.

Resultados do teste:

Item	Valor padrão	Amostra	Categoria	Corrente de fuga (mA)	Conclusão
Teste de tensão suportável	<1 mA	1	B+ em relação ao invólucro	—	Aprovado
Teste de tensão suportável	<1 mA	1	B- em relação ao invólucro	—	Aprovado

7.2.20 Teste de Calibração de SOC

Método de teste:

1. O sistema de controlo local/nuvem EMS carrega a 1/2 da potência nominal;
2. Observar os dados de SOC do BMS até que a proteção de descarga excessiva do BMS seja acionada.

Critério de avaliação: O valor de calibração de SOC em carga completa é 100%.

Resultado do teste:

N.º	Item de teste	Critério de avaliação	Conclusão
1	Teste de calibração de SOC	SOC calibrado a 100%	Aprovado

7.2.21 Teste de Potência Plena

Método de teste:

1. O sistema de controle EMS local/em nuvem descarrega em potência plena até o limite e, em seguida, carrega em potência plena até o limite;
2. Observe o estado de funcionamento de todo o sistema.

Critério de avaliação: Durante o processo de carga e descarga em potência plena, não deve haver alarmes nem ações de proteção, e o processo de carga e descarga não deve ser interrompido.

Resultado do teste:

N.º	Item de teste	Critério de avaliação	Conclusão
1	Teste de potência plena	Sem alarmes de proteção durante o processo de carga e descarga, processo não interrompido	Aprovado

7.2.22 Teste de Eficiência de Carga e Descarga

Método de teste:

1. O sistema de controlo local/nuvem EMS descarrega à potência máxima até ao corte, depois carrega à potência máxima até ao corte e, em seguida, descarrega novamente à potência máxima até ao corte;
2. Utilizar o analisador de qualidade de energia para ler a quantidade de carga à capacidade máxima W1 e a quantidade de descarga à capacidade máxima W2;
3. Calcular a eficiência média $\eta = W2/W1 \times 100\%$.

Critério de avaliação: A eficiência média deve ser superior ao requisito de design do sistema.

Resultado do teste:

Item	Valor padrão	Amostra	Categoria	Quantidade de carga	Quantidade de descarga	Eficiência	Conclusão
Teste de eficiência de carga e descarga	Satisfazer os requisitos de design	1	Potência máxima	—	—	—	Aprovado

7.2.23 Teste de Diferença de Temperatura

Método de teste:

1. O sistema de controle local/nuvem do EMS descarrega em potência máxima até o corte, depois carrega em potência máxima até o corte e, em seguida, descarrega novamente em potência máxima até o corte;
2. Registre os valores de temperatura de cada sensor de temperatura;
3. Calcule a diferença de temperatura.

Critério de avaliação: A diferença máxima de temperatura não deve exceder 10 °C.

Resultado do teste:

Item	Valor padrão	Potência (kW)	Número do cluster de bateria	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Diferença de temperatura (°C)	Conclusão
Teste de diferença de temperatura	<10 °C	Potência máxima	#1	—	—	—	Aprovado

7.2.24 Teste de Diferença de Tensão

Método de teste:

1. O sistema de controlo local/nuvem EMS descarrega à potência máxima até ao corte, depois carrega à potência máxima até ao corte e, em seguida, descarrega novamente à potência máxima até ao corte;
2. Registrar a tensão de cada célula individual e calcular a diferença máxima de tensão.

Critério de avaliação: A diferença máxima de tensão não deve exceder 200 mV.

Resultado do teste:

Item	Valor padrão	Potência (kW)	Número do cluster de bateria	Tensão máxima da célula (mV)	Tensão mínima da célula (mV)	Diferença de tensão (mV)	Conclusão
Teste de diferença de tensão	<200 mV	Potência máxima	#1	—	—	—	Qualificado

7.2.25 Teste de Precisão do SOC

Método de teste:

1. O sistema de controlo local/nuvem EMS descarrega à potência máxima até ao corte, depois carrega à potência máxima até ao corte e, em seguida, descarrega novamente à potência máxima até ao corte;
2. Utilizar um analisador de qualidade de energia para calcular o SOC de carga e o SOC de descarga, comparando com os dados do BMS.

Critério de avaliação: O erro do SOC não deve exceder 5%.

Resultado do teste:

Item	Valor padrão	Potência	Valor medido	Valor calculado	Desvio	Conclusão
Teste de precisão do SOC	<5%	Potência nominal	—	—	—	Qualificado

7.2.26 Teste de Capacidade

Método de teste:

1. O sistema de controlo local/nuvem EMS descarrega à potência máxima até ao limite, depois carrega à potência máxima até ao limite e, em seguida, descarrega novamente à potência máxima até ao limite;
2. Utilizar um analisador de qualidade de energia para calcular a capacidade de carga e a capacidade de descarga;
3. Calcular a diferença de capacidade.

Critério de avaliação: A capacidade não deve ser inferior a 95% da capacidade nominal.

Resultado do teste:

Item	Valor padrão	Potência	Valor medido	Conclusão
Teste de capacidade	>95%	Potência nominal	—	Aprovado

7.2.27 Verificação do número da versão do software

Método de teste:

1. Verifique a versão do software de controlo principal;
2. Verifique a versão do software de controlo secundário.

Critério de avaliação: O número da versão está correto.

Resultado do teste:

N.º	Categoria	Número da versão	Conclusão
1	Controlo principal BMS	—	Aprovado
2	Controlo secundário BMS	—	Aprovado

7.2.28 Teste de Atualização OTA do BMS

Método de teste:

1. Atualizar o programa do controlador principal e do controlador secundário do BMS através da plataforma de nuvem EMS, observar o processo de atualização e o fenómeno após a atualização, repetir 10 vezes;
2. Atualizar o programa do controlador principal e do controlador secundário do BMS através do software de上位 (host) do controlador principal do BMS, observar o processo de atualização e o fenómeno após a atualização, repetir 10 vezes.

Critério de avaliação: A atualização do programa ocorre normalmente e o funcionamento após a atualização é normal.

Resultado do teste:

N.º	Item de teste	Conclusão
1	Atualização pela plataforma de nuvem normal	Qualificado
2	Atualização pelo software de上位 (host) do BMS normal	Qualificado

7.2.29 Teste de ruído

Método de teste: Nas posições horizontais de 1 m e 1,2 m de distância do equipamento, utilize um sonómetro para medir o ruído emitido durante o funcionamento em plena carga do equipamento e registe o valor máximo.

Critério de avaliação: Consulte a norma IEC 62933-2-1:2017 (parâmetros e testes das unidades): o ruído não deve ser superior a 80 dB.

Resultado do teste:

Item	Valor padrão	Valor medido	Conclusão
Teste de ruído	≤80 dB	—	Aprovado

7.2.30 Teste de Impermeabilidade

Método de teste: IPX4: utilizar um chuveiro de teste com orifícios de 0,5 mm de diâmetro e 121 furos de pulverização, com caudal de água definido para 10 L/min, distância entre a amostra e o bico de 300–500 mm e duração do ensaio de 10 min.

Critérios de avaliação: Sem entrada de água que cause danos no interior do equipamento; em geral, mesmo que ocorra alguma infiltração, esta não deve ser suficiente para afetar o funcionamento normal do equipamento ou comprometer a segurança. Consultar a norma IEC 60529:2013.

Condições de teste:

- Temperatura ambiente: 15–35 °C; humidade ambiente: 25–75% RH; pressão atmosférica: 86–106 kPa
- Equipamento de ensaio: máquina de teste do grau de impermeabilidade ZC1207 IPX3-X6
- Após o ensaio, inspecionar a entrada de água na caixa exterior

Norma de referência: IEC 60529:2013

Resultado do teste: Após o ensaio IPX4, a persiana lateral do equipamento foi submetida à chuva, sendo visíveis marcas de água evidentes no interior do equipamento.

7.2.31 Teste de Anti-Ilhamento

Método de teste:

1. Definir o ponto de potência de anti-ilhamento Pnl e o tempo de atuação Td (atendendo aos requisitos do ensaio);
2. O sistema implementa dois modos: peak shaving e valley filling, e despacho em tempo real; cada modo deve operar nos estados de carga e descarga;
3. Sob as quatro condições de operação acima, ajustar a potência da carga eletrónica, de modo que a carga eletrónica opere entre 0 e 50 kW;
4. A duração do refluxo não deve ser inferior a 5 s;
5. Utilizar um analisador de qualidade de energia para registar parâmetros como a potência ativa no ponto de ligação à rede do sistema de armazenamento e no ponto PCC.

Critérios de avaliação: O tempo de atuação do anti-ilhamento não deve ser superior a 2 s.

Resultados do teste:

Modo	Tempo médio de atuação (s)	Conclusão
Peak shaving e valley filling (carga)	1,581	Aprovado
Peak shaving e valley filling (descarga)	1,931	Aprovado
Despacho em tempo real (carga)	1,897	Aprovado
Despacho em tempo real (descarga)	1,663	Aprovado

7.2.32 Teste de Proteção contra Sobrecarga

Método de teste:

1. Definir o ponto de potência de proteção contra sobrecarga Pgz e o tempo de atuação Td (atendendo aos requisitos do ensaio);
2. O sistema implementa três modos: nivelamento de picos e vales, expansão dinâmica e despacho em tempo real, sendo que cada modo deve operar nos estados de carga e descarga;
3. Nas seis condições de funcionamento acima, ajustar a potência da carga eletrónica, de modo que a carga eletrónica opere entre 0 e 50 kW;
4. A duração da sobrecarga não deve ser inferior a 5 s;
5. Utilizar um analisador para registar parâmetros como a potência ativa no ponto de ligação à rede de armazenamento de energia (PCS) e no ponto PCC.

Critério de avaliação: O tempo de atuação da proteção contra sobrecarga não deve ser superior a 2 s.

Resultado do teste:

Modo	Tempo médio de atuação (s)	Conclusão
Nivelamento de picos e vales (carga)	1,663	Aprovado
Nivelamento de picos e vales (descarga)	1,651	Aprovado
Expansão dinâmica (carga)	1,710	Aprovado
Expansão dinâmica (descarga)	—	Aprovado
Despacho em tempo real (carga)	—	Aprovado
Despacho em tempo real (descarga)	—	Aprovado

7.2.33 Teste de Estabilidade

Método de teste:

1. Configurar os parâmetros de tarifa da central eléctrica na plataforma na nuvem e gerar a potência programada, enviando-a para o EMS local;
2. Os parâmetros operacionais abrangem os parâmetros anti-refluxo, parâmetros anti-sobrecarga, capacidade da central eléctrica, limites superior e inferior de SOC, configuração do medidor, configuração de comunicação, entre outros;
3. Iniciar a central eléctrica, com o sistema de armazenamento de energia a participar no funcionamento local de削峰填谷 (preenchimento de vales e corte de picos), e utilizar o analisador de qualidade de energia da central eléctrica para registar parâmetros como a potência ativa entre o sistema de armazenamento de energia e o ponto de ligação à rede;
4. Ajustar manualmente, de forma condicionada, os parâmetros de sobrecarga e refluxo, de modo a satisfazer as condições para o disparo da função de protecção.

Critérios de avaliação:

1. O funcionamento normal da plataforma na nuvem e do sistema local, incluindo se o carregamento e descarregamento do sistema de armazenamento de energia satisfaz o funcionamento programado de preenchimento de vales e corte de picos;
 2. Se as funções de protecção em todos os níveis funcionam normalmente, incluindo a protecção de SOC, sobrecarga e refluxo;
 3. Se a monitorização dos dados da central eléctrica está normal, incluindo parâmetros eléctricos em tempo real, informações de interface da plataforma na nuvem e dados de potência;
 4. Os equipamentos eléctricos e os equipamentos de monitorização não apresentam bloqueios nem lentidão, e o acesso está normal.
-