

V O L V O



Segurança elétrica da Volvo Buses

# SEGURANÇA E AUTOCARROS ELÉTRICOS

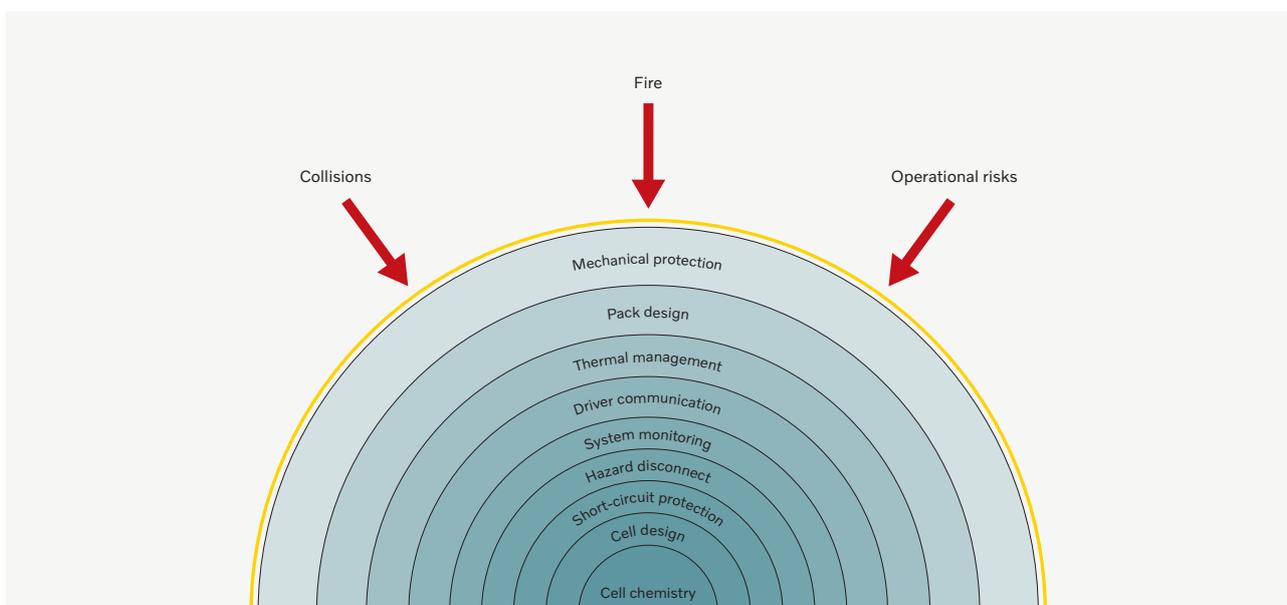
Volvo Buses

## Índice

Uma arquitetura de segurança holística	3
Factores de risco	4
Processo de monitorização do ESS	5
Uma cadeia de funções de proteção	6
Proteção mecânica	7
Proteção térmica e elétrica	8
Segurança nos terminais e nas oficinas	9

# Uma arquitetura de segurança holística

A introdução de autocarros eléctricos significa uma mudança de tecnologia e, com isso, um certo grau de incerteza - especialmente para os novos utilizadores. Os autocarros eléctricos e os autocarros convencionais têm, na sua maioria, as mesmas características relacionadas com a segurança - mas as diferenças importantes incluem a linha motriz e o armazenamento de energia. É por isso que a arquitetura de segurança da Volvo começa no núcleo e inclui todos os aspectos do design do veículo.



## O sistema de segurança integrado da Volvo

A segurança não tem apenas a ver com características e sistemas específicos, mas também com a forma como estes interagem. Se acontecer algo indesejável, uma coisa pode levar a outra. É por isso que todo o veículo, desde o núcleo das células da bateria até à conceção geral do veículo, é visto como um sistema.

## Funções de segurança

Já em cada célula da bateria existe uma funcionalidade preventiva. Ao nível do módulo e dos packs, existem sensores e funções autónomas que impedem o agravamento em caso de danos. E, ao nível do veículo, todas as funções são monitorizadas para que o condutor e o controlo do tráfego possam ser alertados se for detetado um risco.

## Comunicação com o condutor

O condutor tem como principal missão levar os passageiros ao seu destino, em segurança e de forma pontual. O sistema de segurança integral de um autocarro eléctrico Volvo só alerta ou avisa quando é necessária uma intervenção direta do condutor. Evitar informações redundantes ajuda o condutor a manter-se concentrado.

## Regulamentos e normas

A segurança dos veículos está sujeita a uma vasta gama de regulamentações. Para os grupos motopropulsores eléctricos, a norma R100, com as suas diferentes versões, é fundamental para os fabricantes de automóveis e é frequentemente mencionada nos documentos de concurso. A norma descreve uma multiplicidade de parâmetros a ter em conta e a testar. Todos os veículos eléctricos da Volvo Buses estão em conformidade com a norma R100.

Para os métodos e procedimentos de ensaio, existem várias normas internacionais. Um exemplo é a norma SAE J2464, que descreve um conjunto de ensaios que podem ser utilizados conforme necessário para os ensaios de abuso de sistemas de armazenamento de energia recarregável (RESS) de veículos eléctricos ou híbridos eléctricos. <https://unece.org/sites/default/files/2024-01/R0100r3e.pdf> [https://www.sae.org/standards/content/j2464\\_200911/](https://www.sae.org/standards/content/j2464_200911/)

Para mais informações, contacte o seu concessionário Volvo Buses.

# Factores de risco

Não há indicações de que os autocarros eléctricos apresentem mais riscos do que os autocarros convencionais. Todos os veículos envolvem riscos, mas os dos veículos eléctricos são diferentes dos veículos a gasóleo ou a gasolina. Os principais riscos dividem-se em quatro categorias relacionadas com: operações, colisões, incêndios e manutenção.



## Riscos operacionais

As baterias de íões de lítio são sensíveis a uma utilização operacional incorrecta, como a sobrecarga e a descarga excessiva. Pode ocorrer uma sobrecarga se for utilizado equipamento de carregamento defeituoso ou inadequado, ou se os procedimentos de segurança forem negligenciados. No entanto, existem várias camadas de funções de segurança num veículo eléctrico Volvo que visam evitar os efeitos prejudiciais de tal utilização indevida.

## Colisões

Em caso de colisão, um impacto maciço pode danificar os cabos de alta tensão e as baterias montadas no chão. As baterias montadas no tejadilho podem ser danificadas num acidente de capotamento. Se o veículo capotar, as baterias montadas no tejadilho podem ficar danificadas. E se estes danos forem suficientemente graves, poderão ocorrer fugas e, no pior dos casos, um incêndio causado por curtos-circuitos internos. As baterias de tração pesam centenas de quilos e podem constituir um risco para os outros utentes da estrada em caso de colisão, a menos que estejam firmemente fixadas à estrutura da carroçaria.

**Para mais informações, contacte o seu concessionário Volvo Buses.**

## Incêndio

É importante sublinhar que os veículos eléctricos não são mais propensos a incêndios do que os veículos com motor de combustão interna. Na verdade, os dados disponíveis sugerem o contrário. Os dados comunicados\* indicam que a frequência de incidentes de incêndio nos veículos eléctricos, normalmente, é 8 a 20 vezes mais baixa do que nos veículos com motor de combustão interna, apesar de os dados estatísticos serem limitados. No caso de um veículo eléctrico se incendiar, arderá durante mais tempo, mas mais lentamente, e o tempo até à intensidade máxima é mais longo do que no caso de um veículo com motor de combustão interna. Isto deve-se ao facto de as células das baterias danificadas libertarem eletrólito gradualmente, enquanto um depósito de gasóleo ou de gasolina rompido pode causar um incêndio muito intenso ou mesmo uma explosão.

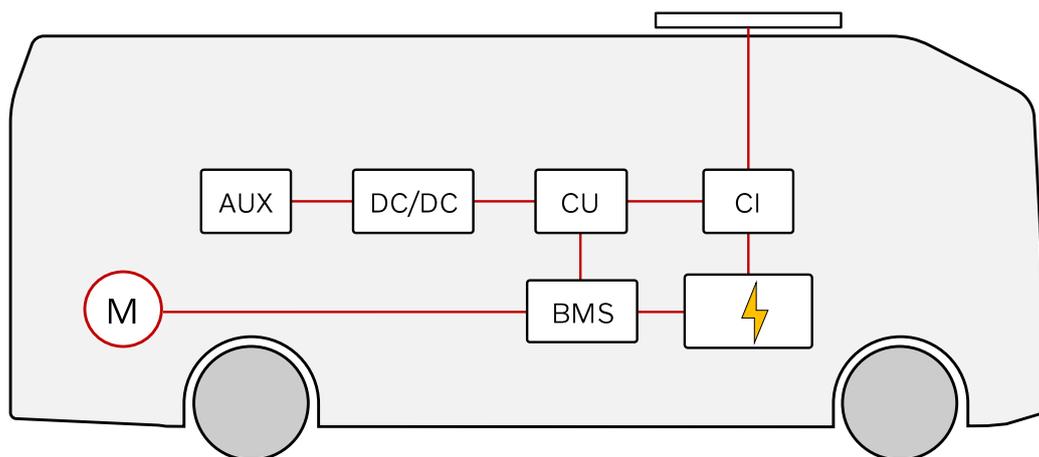
## Manutenção

Nos terminais e nas oficinas, os componentes de 600 V podem ser acedidos pelo técnico de manutenção. Apesar dos autocarros Volvo terem várias camadas de proteção, o risco de um choque eléctrico não pode ser ignorado. É por isso que apenas técnicos certificados podem efetuar a manutenção de componentes de alta tensão.

\* Relatório do RISE : Electric Trucks – Fire Safety Aspects Jonna Hynynen, 26-06-2023.

# Processo de monitorização do ESS

A saúde e o desempenho da bateria são factores cruciais nos autocarros eléctricos. O sistema de gestão da bateria regula a corrente de carga e descarga e controla o arrefecimento e o aquecimento das instalações da bateria, para garantir as condições ideais para as baterias.



## Monitorização

A unidade central, CU, e o sistema de gestão da bateria, BMS, efectuam continuamente a monitorização funcional da temperatura, corrente e pressão ao nível da célula, do pack e do sistema. A monitorização é efectuada por vários sistemas paralelos. Se um valor-limite for ultrapassado, a alimentação será desligada.

## A janela de segurança

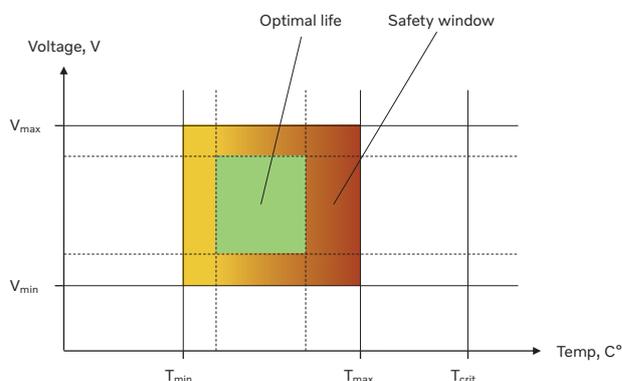
A janela de segurança é uma visualização do ambiente funcional da célula da bateria. Tem um intervalo definido para a temperatura e a tensão, dentro do qual o funcionamento é seguro. Os desvios em relação a estes valores afetarão o desempenho e a vida útil:

- Temperatura: Se a temperatura se mantiver acima do limite de segurança ou o exceder frequentemente, pode ocorrer um curto-circuito interno da célula que, por sua vez, conduz à libertação de gás ou ao aquecimento descontrolado.
- Tensão: A tensão fora da janela de segurança irá degradar lentamente a célula, o que poderá causar um problema de segurança.

## Controlo ativo

Para manter a célula em condições ideais e dentro da janela de segurança, a CU e o BMS estão permanentemente a:

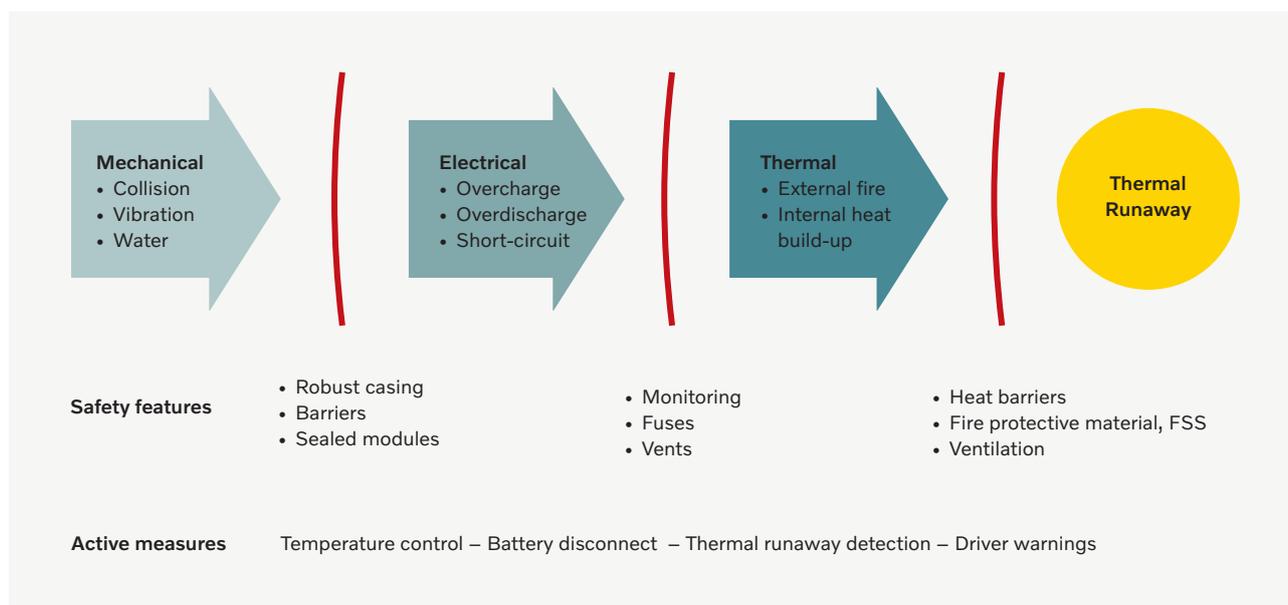
- monitorizar a temperatura e a tensão
- controlar o arrefecimento
- tensão/corrente de controlo
- ativar funções de aviso e de controlo se os parâmetros estiverem fora da janela de segurança
- desligar a bateria em caso de perigo



Para mais informações, contacte o seu concessionário Volvo Buses.

# Uma cadeia de funções de proteção

O armazenamento de energia deve ser sempre protegido de todos os tipos de abuso. A danificação de uma bateria pode conduzir a vários cenários de risco e a uma escalada de acontecimentos. É por isso que os autocarros eléctricos Volvo têm vários níveis de funções de segurança que impedem a progressão dos problemas.



## A cadeia de acontecimentos perigosos

A célula da bateria está no centro da segurança eléctrica. Os danos mecânicos podem conduzir a problemas eléctricos, resultando em calor interno e, no pior dos casos, em fuga térmica e, por fim, em incêndio.

## Barreiras mecânicas

A célula da bateria está mecanicamente protegida contra colisões, vibrações e imersão em água. As principais características são o invólucro selado do módulo, o invólucro de aço robusto da bateria, as barreiras de colisão e estruturas de absorção de energia do design do chassis.

## Barreiras eléctricas

Se houver um aumento de pressão numa célula da bateria, esta desliga-se automaticamente e deixa de fazer parte do armazenamento de energia. Isto também acontece se for detectada uma tensão fora do intervalo permitido. A alta pressão, é aberto uma evento de segurança. Para o conjunto de baterias, os fusíveis desligam-na dos circuitos.

## Barreiras térmicas

Uma célula de bateria tem uma gama definida de temperatura e tensão, dentro da qual o funcionamento é seguro. Durante o funcionamento, todo o sistema de armazenamento de energia tem a temperatura controlada por um sistema separado à base de líquido de arrefecimento/aquecimento. Se a temperatura aumentar, as células e os módulos adjacentes são protegidos por materiais resistentes ao calor.

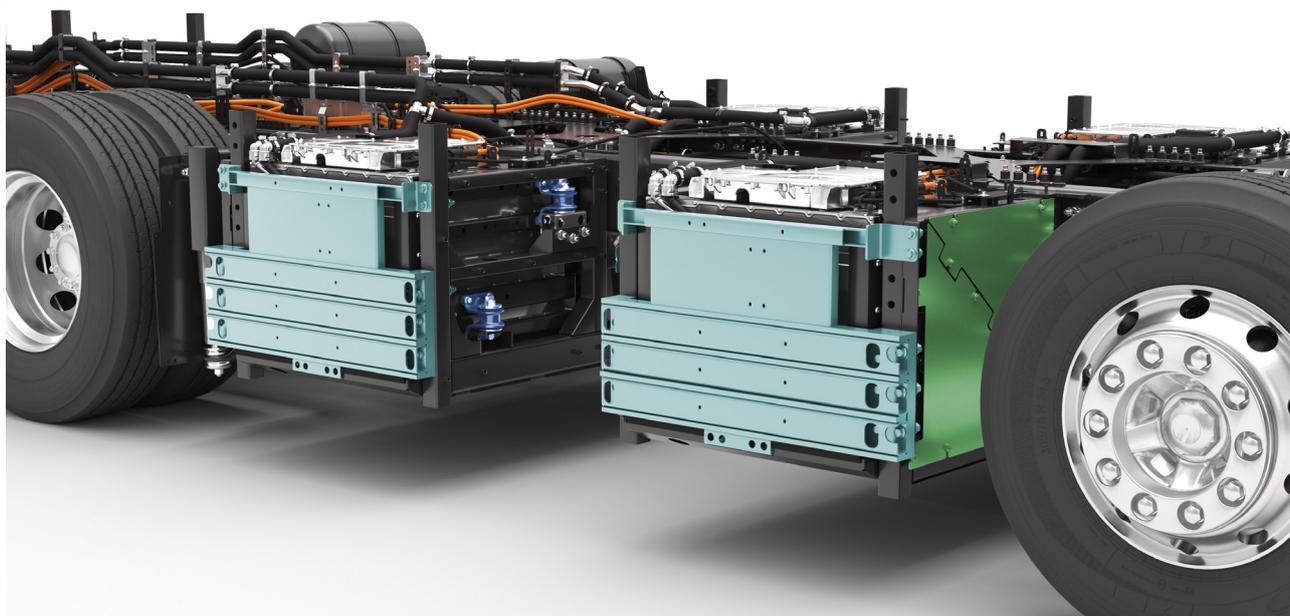
## Medidas ativas

O controlo da temperatura das baterias reduz ativamente o risco de avaria. Além disso, o sistema de segurança monitoriza vários parâmetros e desliga as baterias para eliminar outras condições abusivas. O sistema também deteta ativamente os sinais de aquecimento descontrolado e ativa os alertas ao condutor.

Para mais informações, contacte o seu concessionário Volvo Buses.

## Proteção mecânica

A proteção mecânica é a primeira camada de segurança, depois da arquitetura global do veículo. A proteção contra o impacto em caso de colisão é um dos principais parâmetros de concepção, tal como o comportamento mecânico controlado em caso de, por exemplo, um acidente de capotamento.



### Concepção estrutural de proteção

Toda a linha motriz e o armazenamento de energia estão localizados e embalados para maximizar a proteção em caso de colisão. A eletrónica e os cabos estão protegidos pelas vigas principais do chassis, para evitar a exposição às forças de colisão.

As baterias têm gaiolas de aço próprias que envolvem os conjuntos de baterias com vigas de aço protetoras. As estruturas que rodeiam as baterias são testadas para suportar a energia de um carro de duas toneladas a viajar a 60 km/h.

### Fixação de segurança

As baterias são firmemente montadas na estrutura do chassis com um equilíbrio meticulosamente calculado entre firmeza e flexibilidade. Numa situação em que outro veículo colide com o autocarro no local da bateria, a estrutura mecânica será suficientemente robusta para evitar danos diretos, mas também para

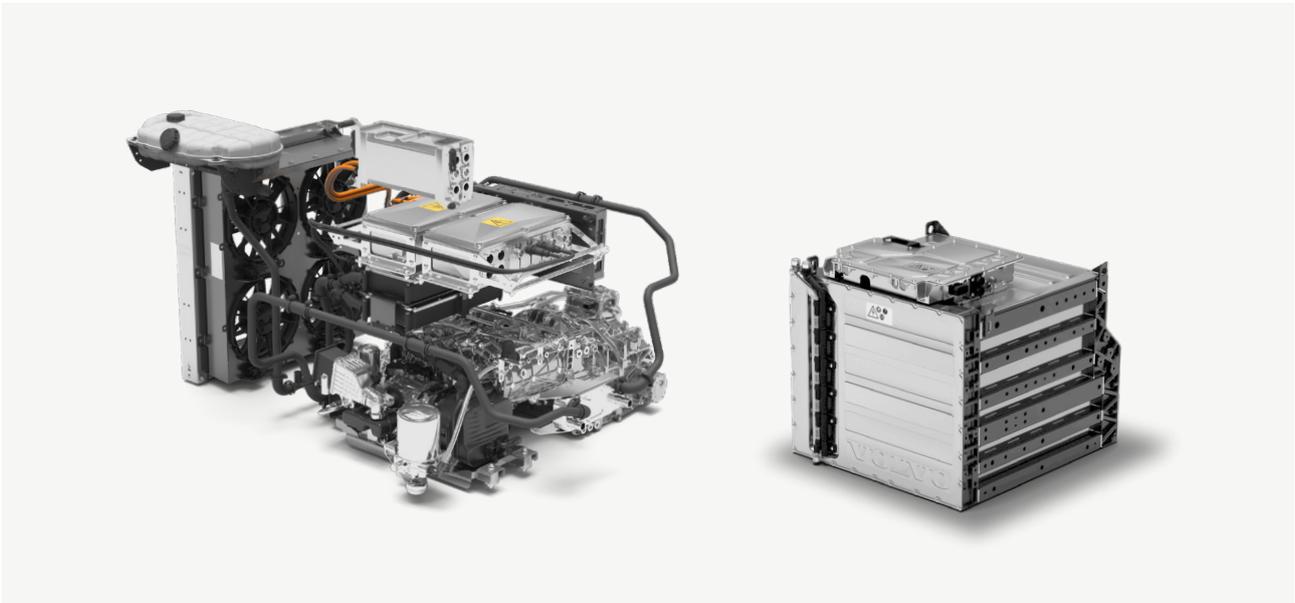
absorver a força do embate. Para as baterias montadas no tejadilho, a montagem cumpre as mesmas normas de segurança mecânica que se aplicam aos depósitos de GNC de alta pressão utilizados nos autocarros a gás.

### Invólucro robusto do conjunto de baterias

Nas baterias Volvo, as células são montadas em módulos, o que proporciona proteção mecânica, amortecimento de vibrações e isolamento térmico. Cada módulo contém várias células e são montados vários módulos num conjunto de baterias. Os módulos são montados juntos numa estrutura, de modo a permitir o aquecimento e o arrefecimento, para um desempenho ótimo. O robusto invólucro de aço do conjunto de baterias é parte integrante da proteção mecânica.

# Proteção térmica e elétrica

Um autocarro elétrico transporta uma quantidade substancial de energia, que é distribuída através de um sistema de tração de alta tensão. Se a libertação da energia for perturbada, o resultado principal é a libertação de calor. É por isso que as funções de proteção eléctrica e térmica interagem estreitamente.



## Proteção eléctrica

As baterias e todos os componentes eléctricos são continuamente monitorizados pelo sistema de gestão das baterias e pela unidade central. Se for detetada uma anomalia, as células, os conjuntos e todo o sistema de tração poderão ser desligados. A cablagem de alta tensão é monitorizada pelo circuito HVIL (Hazardous Voltage Interlock Loop). Se o circuito for interrompido, a bateria será cortada na fonte. Além disso, a resistência de isolamento é monitorizada e, se os valores forem demasiado baixos, a alimentação será desligada.

Uma vez que a sobrecarga é um fator de risco, os autocarros eléctricos Volvo comunicam com o equipamento de carregamento. Além disso, todos os parâmetros relevantes do veículo são acompanhados durante o processo de carregamento. O condutor dispõe de um interruptor de corte de emergência.

## Controlo térmico

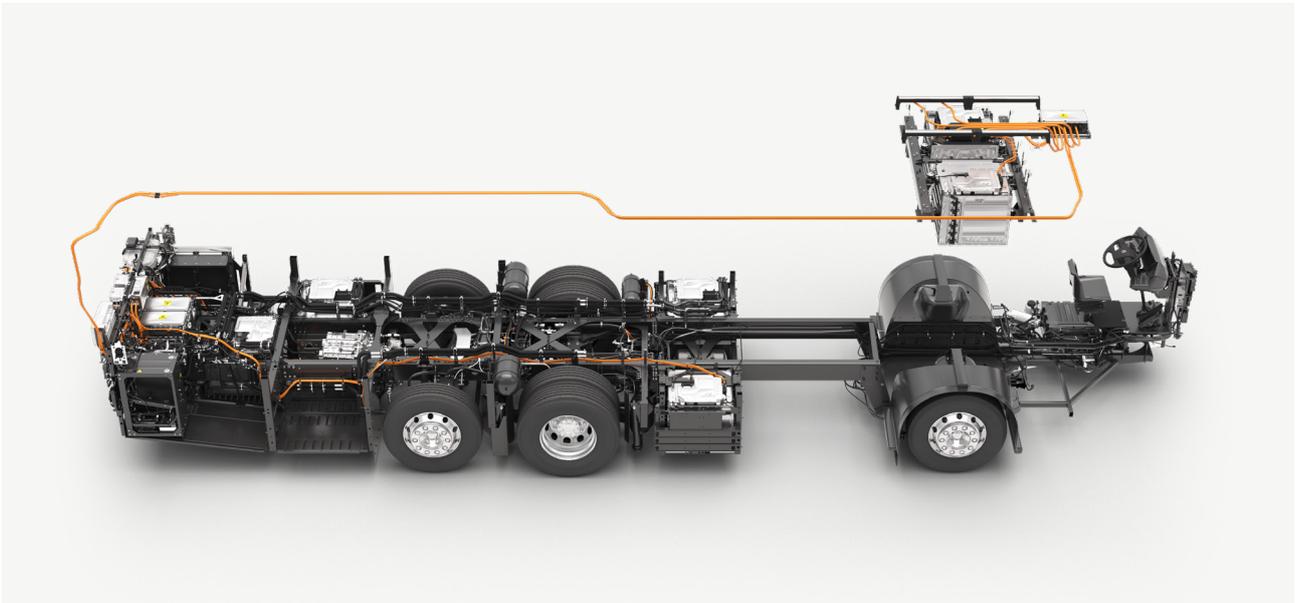
O sistema de armazenamento de energia, que inclui as baterias, e toda a linha de tração são monitorizados e a temperatura é controlada. Para as baterias, é crucial que todos os parâmetros permaneçam dentro da janela de segurança - tanto por razões de segurança como para a saúde da bateria a longo prazo. O controlo térmico é assegurado por sistemas separados de arrefecimento e aquecimento à base de líquido. Estes sistemas são independentes da instalação AVAC, para uma fiabilidade máxima e um funcionamento sem perturbações.

No interior das baterias existem camadas de barreiras térmicas para evitar a transferência de calor de uma célula com mau funcionamento. Se o calor se acumular e provocar uma pressão interna elevada, a célula é ventilada e desligada eletricamente. Se a temperatura exceder o valor permitido em qualquer ponto, são tomadas medidas automaticamente; em última análise, a energia desliga-se e o condutor é alertado. O aquecimento descontrolado (TR) numa célula levará à desconexão de todo o conjunto. O calor do aquecimento descontrolado de uma célula não é suficiente para causar o aquecimento descontrolado de outras células.

Para mais informações, contacte o seu concessionário Volvo Buses.

# Segurança no terminal e na oficina

A manutenção e a reparação de um autocarro elétrico têm muito em comum com o trabalho com autocarros convencionais. A diferença reside na linha de tração, nas baterias e na gestão interna da energia. O trabalho com sistemas de alta tensão requer formação especial e certificação.



## Procedimentos rigorosos

Vários componentes do sistema de tração elétrica não podem ser reparados, mas devem ser substituídos e devolvidos à Volvo. Todos os tipos de trabalho no sistema de tração requerem o cumprimento de um procedimento de desativação e, após a conclusão do trabalho, o procedimento de colocação em serviço coloca o veículo novamente em estado operacional.

Os procedimentos rigorosos garantem que o técnico de assistência não pode ser exposto a tensões perigosas quando um componente ou cabo é desligado e as peças que transportam corrente são descobertas.

## Autorização e responsabilidade delegada

Apenas as pessoas autorizadas, por exemplo, o "técnico responsável pela atividade de trabalho", estão autorizadas a fazer a desativação e a ativação das baterias. Esta pessoa deve também ter a responsabilidade delegada pelo gestor para ser autorizada a efetuar o trabalho. A realização de trabalhos no sistema de tensão de tração sem uma desativação adequada pode causar ferimentos graves ou a morte.

## Documentos sobre normas de segurança

Para obter informações sobre as funções de trabalho relacionadas com o manuseamento e a manutenção do sistema de tensão de tração e dos componentes de tensão de tração, consulte a Volvo STD 871-0003 e 871-0004. Para obter diretrizes de segurança específicas, leia e siga a documentação IMPACT aplicável.

Para mais informações, contacte o seu concessionário Volvo Buses.

**V O L V O**