

V O L V O



Sicurezza elettrica Volvo Buses

SICUREZZA E AUTOBUS ELETTRICI

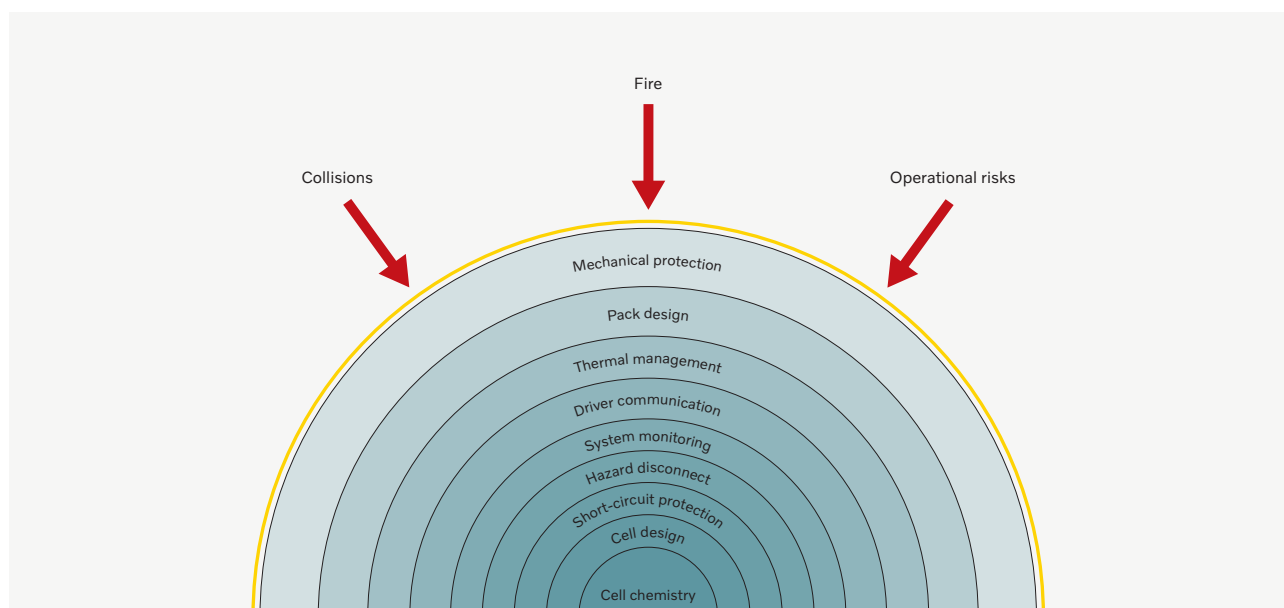
Volvo Buses

Sommario

Un'architettura di sicurezza olistica	3
Fattori di rischio	4
Processo di monitoraggio SAE	5
Una catena di funzioni protettive	6
Protezione meccanica	7
Protezione termica ed elettrica	8
Sicurezza in deposito e officina	9

Un'architettura di sicurezza olistica

L'introduzione degli autobus elettrici comporta un cambiamento tecnologico e, con esso, un certo grado di incertezza, soprattutto per i nuovi utenti. Gli autobus elettrici e quelli convenzionali presentano sostanzialmente le stesse caratteristiche di sicurezza, ma differenze importanti riguardano la trasmissione e l'accumulo di energia. Per questo motivo l'architettura di sicurezza di Volvo inizia dalle basi e include tutti gli aspetti della progettazione del veicolo.



Il sistema di sicurezza integrato Volvo

La sicurezza non riguarda solo caratteristiche e sistemi specifici, ma anche il modo in cui interagiscono. Se dovesse accadere qualcosa di imprevisto, si possono verificare eventi a catena. Ecco perché l'intero veicolo, dal nucleo delle celle della batteria alla progettazione complessiva del veicolo, è visto come un unico sistema.

Funzioni di sicurezza

Già in ogni cella della batteria è presente una funzionalità preventiva. A livello di modulo e di pacchetto, sono presenti sensori e funzioni autonome che impediscono un'escalation in caso di danni. A livello del veicolo, tutte le funzioni vengono monitorate in modo che il conducente e il controllo del traffico possano essere avvisati se viene rilevato un rischio.

Comunicazione autista

Il compito principale dell'autista è portare i passeggeri a destinazione in modo sicuro e puntuale. Il sistema di sicurezza integrato in un autobus elettrico Volvo avvisa o avverte solo quando è necessario un

intervento diretto del conducente. Evitare informazioni ridondanti aiuta il conducente a rimanere concentrato.

Regolamenti e norme

La sicurezza dei veicoli è soggetta a un'ampia gamma di normative. Per i sistemi di propulsione elettrici, lo standard R100, con le sue diverse versioni, è fondamentale per i produttori di automobili e viene spesso menzionato nei documenti di gara. La norma descrive una moltitudine di parametri da considerare e testare. Tutti i veicoli elettrici Volvo Buses sono conformi alla normativa R100.

Per i metodi e le procedure di prova esistono diversi standard internazionali. Un esempio è la norma SAE J2464, che descrive un insieme di test che possono essere utilizzati, se necessario, per testare l'abuso dei sistemi di accumulo di energia ricaricabile (RESS) dei veicoli elettrici o ibridi. <https://unece.org/sites/default/files/2024-01/R0100r3e.pdf> https://www.sae.org/standards/content/j2464_200911/

Per ulteriori informazioni, contattare il concessionario Volvo Buses locale.

Fattori di rischio

Non vi sono indicazioni che gli autobus elettrici presentino maggiori rischi rispetto agli autobus convenzionali. Tutti i veicoli comportano dei rischi, ma quelli elettrici sono diversi da quelli diesel e a benzina. I rischi principali rientrano in quattro categorie relative a: operazioni, collisioni, incendi e assistenza.



Rischi operativi

Le batterie agli ioni di litio sono sensibili all'uso improprio, come la sovraccarica o la scarica eccessiva. Il sovraccarico può verificarsi se si utilizzano apparecchiature di ricarica difettose o inadatte oppure se non si rispettano le procedure di sicurezza. Tuttavia, in un veicolo elettrico Volvo sono presenti diversi livelli di funzioni di sicurezza, con l'obiettivo di prevenire gli effetti dannosi di tale uso improprio.

Collisioni

In caso di collisione, un impatto violento potrebbe danneggiare i cavi ad alta tensione e le batterie montate sul pavimento. Le batterie montate sul tetto potrebbero danneggiarsi in caso di ribaltamento. In caso di ribaltamento del veicolo, le batterie montate sul tetto potrebbero danneggiarsi. Se il danno è abbastanza grave, potrebbero verificarsi delle perdite e, nel peggiore dei casi, un incendio causato da cortocircuiti interni. I pacchi batteria di trazione pesano centinaia di chili e, se non sono fissati saldamente alla struttura della carrozzeria, possono rappresentare un rischio per gli altri utenti della strada in caso di collisione.

Per ulteriori informazioni, contattare il concessionario Volvo Buses locale.

Fuoco

È importante sottolineare che i veicoli elettrici non sono più inclini a prendere fuoco rispetto ai veicoli con motore a combustione interna. In realtà i dati disponibili suggeriscono il contrario. I dati riportati* indicano che la frequenza degli incendi nei veicoli elettrici è generalmente da 8 a 20 volte inferiore rispetto ai veicoli con motore a combustione interna. Tuttavia, i dati statistici sono limitati. In caso di incendio di un veicolo elettrico, la combustione durerà più a lungo, ma più lentamente, e il tempo necessario per raggiungere la massima intensità sarà maggiore rispetto a un veicolo con motore a combustione interna. Questo perché le celle della batteria danneggiate rilasciano gradualmente l'elettrolita, mentre la rottura di un serbatoio di gasolio o di benzina può causare un incendio molto intenso o addirittura un'esplosione.

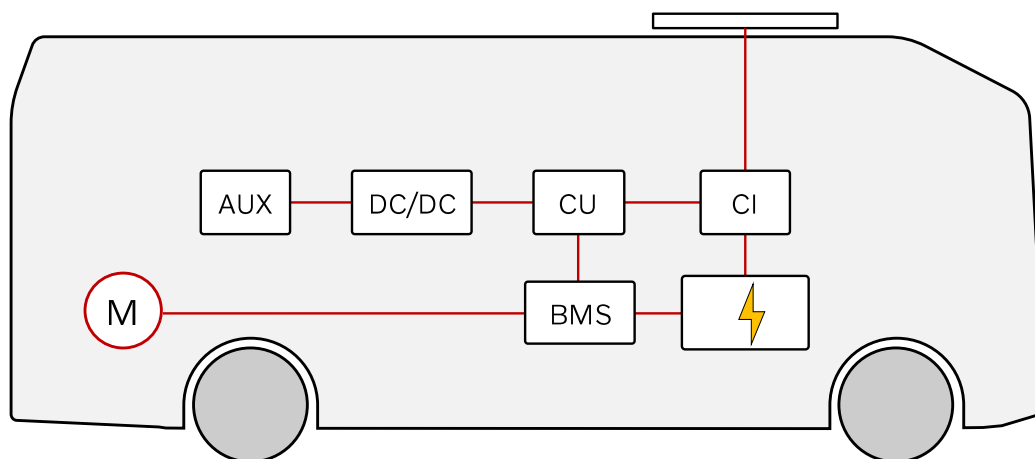
Manutenzione

Nei depositi e nelle officine, i componenti da 600 V sono accessibili al personale addetto all'assistenza. Sebbene gli autobus Volvo siano dotati di diversi livelli di protezione, il rischio di scosse elettriche non può essere ignorato. Ecco perché solo i tecnici certificati possono eseguire la manutenzione sui componenti ad alta tensione.

* Report di RISE: Camion elettrici – Aspetti di sicurezza antincendio
Jonna Hynynen, 2023-06-26.

Processo di monitoraggio SAE

La salute e le prestazioni della batteria sono fattori cruciali negli autobus elettrici. Il sistema di gestione della batteria regola la corrente di carica e scarica e controlla il raffreddamento e il riscaldamento delle installazioni delle batterie, per garantire condizioni ottimali per le batterie.



Monitoraggio

L'unità centrale, CU, e il sistema di gestione della batteria, BMS, eseguono costantemente il monitoraggio funzionale della temperatura, della corrente e della pressione a livello di cella, package e sistema. Il monitoraggio viene eseguito da più sistemi paralleli. Se viene superato un valore soglia, l'alimentazione verrà interrotta.

La finestra di sicurezza

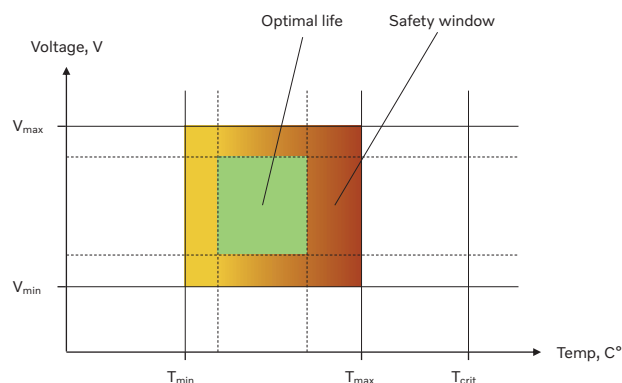
La finestra di sicurezza è una visualizzazione dell'ambiente funzionale della cella della batteria. Presenta un intervallo definito di temperatura e tensione entro il quale il funzionamento è sicuro. Le deviazioni da questi valori influenzeranno sia le prestazioni che la durata:

- **Temperatura:** Se la temperatura rimane al di sopra del limite di sicurezza o lo supera frequentemente, potrebbe verificarsi un cortocircuito interno alla cella, che a sua volta provoca la fuoriuscita di gas o una fuga termica.
- **Tensione:** Una tensione al di fuori della finestra di sicurezza degraderà lentamente la cella e potrebbe causare problemi di sicurezza.

Controllo attivo

Per mantenere la cella in condizioni ottimali e ben all'interno della finestra di sicurezza, la CU e il BMS eseguono continuamente le seguenti azioni:

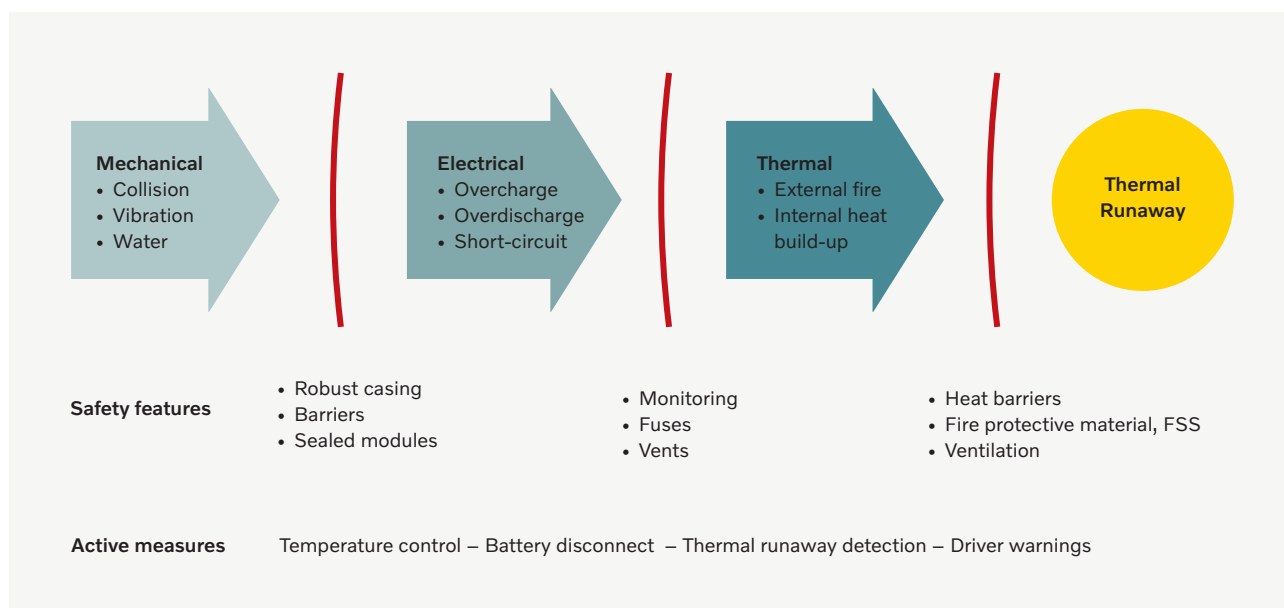
- monitorare la temperatura e la tensione
- controllo raffreddamento
- controllo tensione/corrente
- attivare le funzioni di avviso e controllo se i parametri sono al di fuori della finestra di sicurezza
- scollegare la batteria in caso di pericolo



Per ulteriori informazioni, contattare il concessionario Volvo Buses locale.

Una catena di funzioni protettive

L'accumulo di energia deve essere sempre protetto da ogni tipo di abuso. Il danneggiamento di una batteria può dare luogo a diversi scenari di rischio e all'escalation degli eventi. Questo è il motivo per cui gli autobus elettrici Volvo sono dotati di diversi livelli di funzioni di sicurezza che fermano un'ulteriore progressione dei problemi.



La pericolosa catena di eventi

La cella della batteria è fondamentale per la sicurezza elettrica. Danni meccanici possono causare problemi elettrici, con conseguente surriscaldamento interno e, nel peggiore dei casi, fuga termica e incendio.

Barriere meccaniche

La cella della batteria è protetta meccanicamente da urti, vibrazioni e immersione in acqua.

Le caratteristiche principali sono l'involucro sigillato del modulo, il robusto involucro in acciaio del pacco batteria, le barriere antiurto e le strutture di assorbimento dell'energia del design del telaio.

Barriere elettriche

Se si verifica un aumento della pressione in una cella della batteria, questa si disconnetterà automaticamente e non farà più parte dell'accumulo di energia. Ciò accadrà anche se viene rilevata una tensione al di fuori dell'intervallo consentito. In caso di alta pressione si aprirà una valvola di sicurezza. Per quanto riguarda l'intero pacco batteria, i fusibili lo collegheranno dal circuito.

Barriere termiche

Una cella di batteria ha un intervallo definito di temperatura e tensione, entro il quale il funzionamento è sicuro. Durante il funzionamento, la temperatura dell'intero sistema di accumulo di energia è controllata da un sistema separato di raffreddamento/ riscaldamento basato su liquido. Se la temperatura aumenta, le celle e i moduli adiacenti vengono protetti da materiali resistenti al calore.

Misure attive

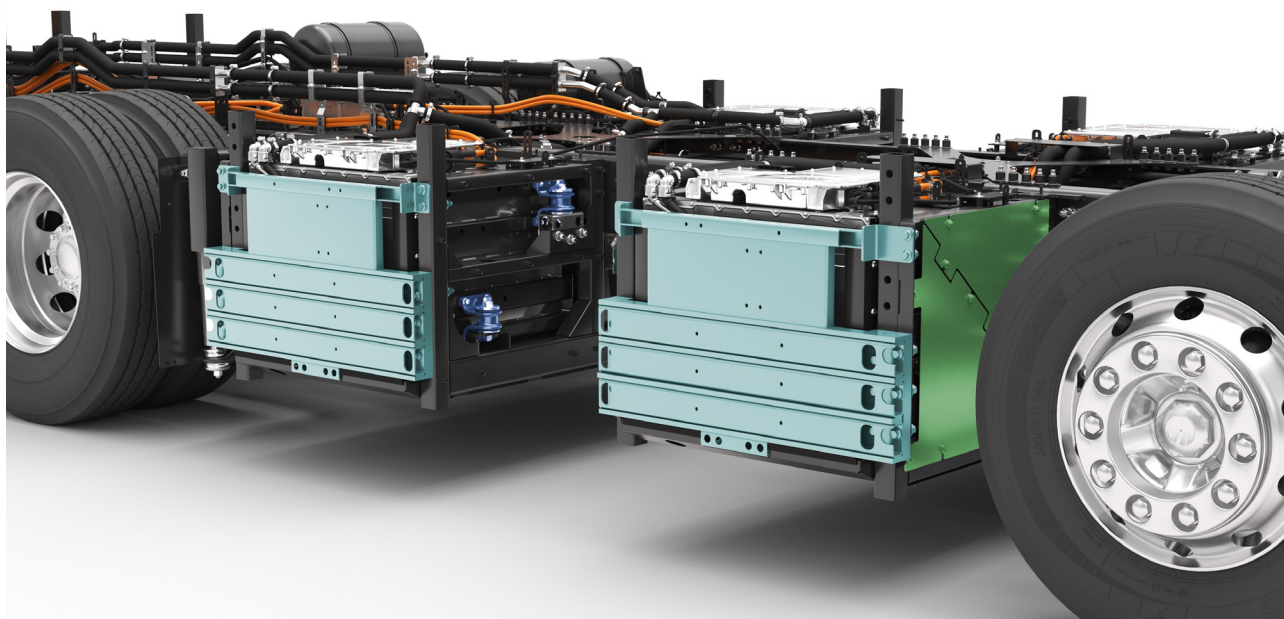
Il controllo della temperatura delle batterie riduce attivamente il rischio di malfunzionamento. Inoltre, il sistema di sicurezza monitora diversi parametri e scollega le batterie per evitare ulteriori condizioni di abuso. Il sistema rileva inoltre attivamente i segnali di fuga termica e attiva gli avvisi per l'autista.

Per ulteriori informazioni, contattare il concessionario Volvo Buses locale.

Protezione meccanica

La protezione meccanica è il primo livello di sicurezza, dopo l'architettura complessiva del veicolo.

La protezione dall'impatto in caso di collisione è un parametro di progettazione fondamentale, così come il comportamento meccanico controllato in caso, ad esempio, di un incidente con ribaltamento.



Progettazione strutturale protettiva

L'intera trasmissione e l'accumulo di energia sono posizionati e assemblati in modo da garantire la massima protezione in caso di collisione. L'elettronica e i cavi sono protetti dalle travi principali del telaio, per evitare l'esposizione alle forze d'urto. Le batterie sono dotate di gabbie di acciaio che racchiudono i pacchi batteria con travi di protezione in acciaio. Le strutture che circondano le batterie sono testate per resistere all'energia di un'auto da due tonnellate che viaggia a 60 km/h.

Montaggio di sicurezza

Le batterie sono montate saldamente sulla struttura del telaio, con un equilibrio meticolosamente calcolato tra fermezza e flessibilità. Nel caso in cui un altro veicolo urti l'autobus nel punto in cui si trova la batteria, la struttura meccanica sarà sufficientemente robusta da prevenire danni diretti, ma anche da assorbire la forza dell'impatto. Per le batterie montate

sul tetto, il montaggio soddisfa gli stessi standard di sicurezza meccanica applicati ai serbatoi CNG ad alta pressione utilizzati negli autobus a gas.

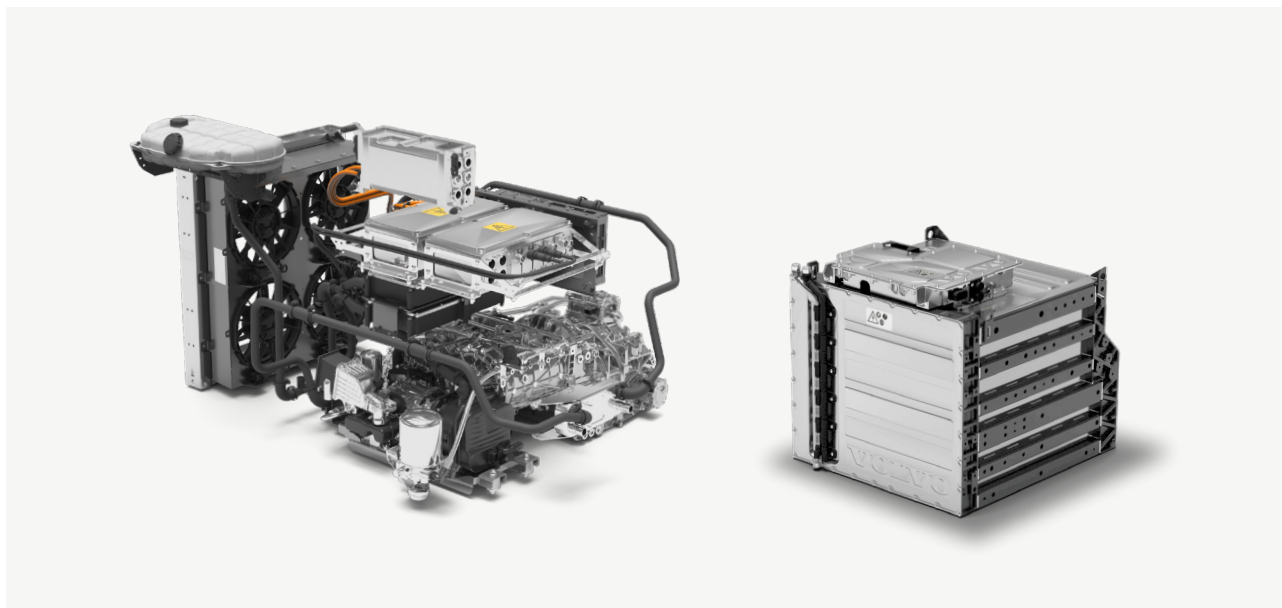
Robusto involucro del pacco batteria

Nelle batterie Volvo, le celle sono assemblate in moduli, che garantiscono protezione meccanica, smorzamento delle vibrazioni e isolamento termico. Ogni modulo contiene un certo numero di celle e un certo numero di moduli vengono assemblati per formare un pacco batteria. I moduli sono montati insieme in una struttura, per consentire il riscaldamento e il raffreddamento, garantendo prestazioni ottimali. Il robusto involucro in acciaio del pacco batteria è parte integrante della protezione meccanica.

Per ulteriori informazioni, contattare il concessionario Volvo Buses locale.

Protezione termica ed elettrica

Un autobus elettrico trasporta una notevole quantità di energia, che viene distribuita tramite un sistema di trazione ad alta tensione. Se il rilascio di energia viene compromesso, il risultato principale è un aumento di calore. Ecco perché le funzioni di protezione elettrica e termica interagiscono strettamente.



Protezione elettrica

Le batterie e tutti i componenti elettrici sono costantemente monitorati dal sistema di gestione delle batterie e dall'unità centrale. Se viene rilevata un'anomalia, le celle, il pacco batteria e l'intero sistema di trazione possono essere scollegati. Il cablaggio ad alta tensione è monitorato dal circuito HVIL (Hazardous Voltage Interlock Loop). Se il circuito si interrompe, la batteria verrà tagliata alla fonte. Inoltre, la resistenza di isolamento viene monitorata e, se i valori sono troppo bassi, l'alimentazione verrà interrotta.

Poiché la ricarica eccessiva rappresenta un fattore di rischio, gli autobus elettrici Volvo comunicano con l'apparecchiatura di ricarica. Inoltre, durante il processo di ricarica vengono monitorati tutti i parametri rilevanti del veicolo. Per il conducente è presente un interruttore di arresto di emergenza.

Controllo termico

Il sistema di accumulo dell'energia, che comprende le batterie, e l'intera trasmissione sono monitorati e sottoposti a controllo della temperatura. Per le batterie è fondamentale che tutti i parametri rimangano

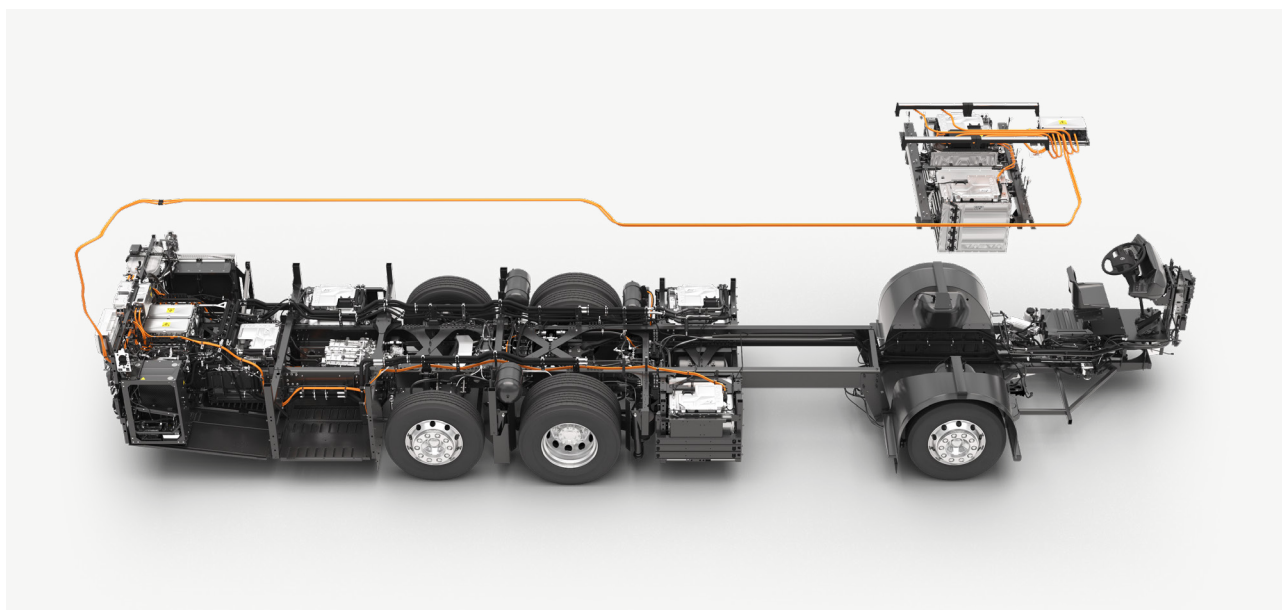
all'interno della finestra di sicurezza, sia per motivi di sicurezza che per la salute della batteria a lungo termine. Il controllo termico è garantito da sistemi separati di raffreddamento e riscaldamento a liquido. Questi sistemi sono indipendenti dall'impianto HVAC, per garantire la massima affidabilità e un funzionamento indisturbato.

All'interno delle batterie sono presenti strati di barriere termiche per impedire il trasferimento di calore da una cella malfunzionante. Se si accumula calore e si verifica un'elevata pressione interna, la cella viene ventilata e scollegata elettricamente. Se la temperatura supera in qualsiasi punto il valore consentito, viene automaticamente adottata una misura. Al termine, l'alimentazione si interrompe e l'autista viene avvisato. La fuga termica (TR) in una cella della batteria porterà alla disconnessione dell'intero pacco di batterie e il calore della fuga termica di una cella non è sufficiente a causare una fuga in altre celle della batteria.

Per ulteriori informazioni, contattare il concessionario Volvo Buses locale.

Sicurezza in deposito e officina

La manutenzione e la riparazione di un autobus elettrico hanno molto in comune con il lavoro sugli autobus convenzionali. La differenza sta nel gruppo propulsore, nelle batterie e nella gestione interna dell'energia. Lavorare con sistemi ad alta tensione richiede una formazione e una certificazione specifiche.



Procedure rigorose

Diversi componenti del sistema di trazione elettrica non possono essere riparati, ma devono essere sostituiti e restituiti a Volvo. Ogni tipo di intervento sul sistema di trazione richiede il rispetto di una procedura di disattivazione; una volta ultimati i lavori, la procedura di messa in servizio riporta il veicolo in condizioni operative.

Le rigide procedure garantiscono che il tecnico dell'assistenza non possa essere esposto a tensioni pericolose quando un componente o un cavo viene scollegato e le parti sotto corrente vengono scoperte.

Autorizzazione e responsabilità delegata

Le operazioni di dismissione e rimessa in servizio possono essere eseguite solo da personale autorizzato, ovvero dal "tecnico responsabile dell'attività lavorativa". Questa persona deve anche avere la responsabilità delegata dal dirigente per poter svolgere il lavoro. L'esecuzione di lavori sul sistema di tensione di trazione senza una corretta disattivazione può causare lesioni gravi o mortali.

Documenti normativi di sicurezza

Per informazioni sui ruoli lavorativi correlati alla gestione e alla manutenzione del sistema di tensione di trazione e dei componenti della tensione di trazione, vedere Volvo STD 871-0003 e 871-0004. Per linee guida di sicurezza specifiche, leggere e seguire la documentazione IMPACT applicabile.

Per ulteriori informazioni, contattare il concessionario Volvo Buses locale.

V O L V O