

V O L V O



Elektrisk sikkerhet i Volvo Buss

SIKKERHET OG ELEKTRISKE BUSSE

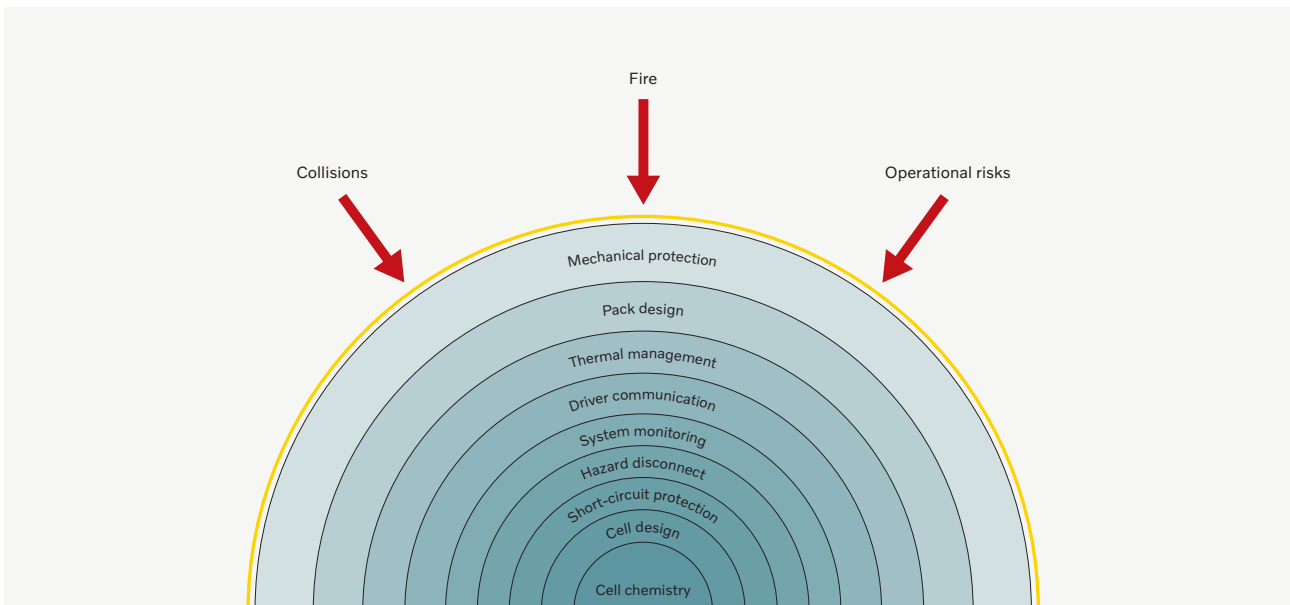
Volvo Buses

Innhold

En helhetlig sikkerhetsarkitektur	3
Risikofaktorer	4
Overvåkingsprosessen for energilagringssystemet (ESS)	5
En kjede av beskyttelsesfunksjoner	6
Mekanisk beskyttelse	7
Termisk og elektrisk beskyttelse	8
Sikkerhet i depot og verksted	9

En helhetlig sikkerhetsarkitektur

Innføringen av elbusser betyr et teknologiskifte, og med det følger en viss usikkerhet – spesielt for nye brukere. Elektriske busser og konvensjonelle busser har stort sett de samme sikkerhetsrelaterte funksjonene – men viktige forskjeller inkluderer drivlinjen og energilageret. Dette er grunnen til at Volvos sikkerhetsarkitektur starter i sentrum og inkluderer alle aspekter av kjøretøyets design.



Det integrerte sikkerhetssystemet fra Volvo

Sikkerhet handler ikke bare om spesifikke funksjoner og systemer, det handler også om hvordan de samhandler. Hvis noe uheldig skulle skje, kan det ene føre til det andre. Det er derfor hele kjøretøyet, fra kjernen av battericellene til det generelle kjøretøydesignet, blir sett på som ett system.

Sikkerhetsfunksjoner

Allerede i hver battericelle er det forebyggende funksjonalitet. På modul- og pakkenivå er det sensorer og autonome funksjoner som hindrer eskalering ved skade. Og på kjøretøynivå overvåkes alle funksjoner slik at sjåføren, og trafikkkontrolløren, kan varsles hvis det oppdages en risiko.

Sjåførkommunikasjon

Sjåførens hovedoppgave er å ta passasjerene til bestemmelsesstedet, trygt og i tide. Det integrerte sikkerhetssystemet i en elektrisk buss fra Volvo vil bare varsle eller advare når det er nødvendig at sjåføren griper inn. Det å unngå overflødig informasjon hjelper sjåføren til å holde fokus.

Kontakt den lokale Volvo Buss-forhandleren for mer informasjon.

Forskrifter og standarder

Kjøretøysikkerhet er underlagt en lang rekke forskrifter. For elektriske drivlinjer er R100-standarden, med sine ulike versjoner, sentral for bilprodusenter, og nevnes ofte i konkurransegrunnlaget. Standarden beskriver en rekke parametere som skal vurderes og testes. Alle elektriske kjøretøy fra Volvo Buss er i samsvar med R100.

For testmetoder og prosedyrer finnes det flere internasjonale standarder. Et eksempel er SAE J2464, som beskriver en rekke tester som kan brukes etter behov for tøff testing av oppladbare energilagringssystemer (RESS) for elektriske eller hybridelektriske kjøretøy. <https://unece.org/sites/default/files/2024-01/R0100r3e.pdf> https://www.sae.org/standards/content/j2464_200911/

Risikofaktorer

Det er ingen indikasjoner på at elektriske busser utgjør mer risiko enn konvensjonelle busser. Alle kjøretøy innebærer risiko, men elektriske busser skiller seg fra diesel og gass. De viktigste risikoene faller inn i fire kategorier knyttet til: drift, kollisjoner, brann og service.



Driftsmessig risiko

Litiumionbatterier er følsomme for feilbruk som overlading og overdreven utlading. Overlading kan oppstå hvis defekt eller uegnet ladeutstyr brukes, eller hvis sikkerhetsprosedyrer blir oversett. Men i et elektrisk kjøretøy fra Volvo er det flere lag med sikkerhetsfunksjoner, med sikte på å forhindre de skadelige effektene av slik feilbruk.

Kollisjoner

Ved en kollisjon kan et massivt sammenstøt skade høyspenningskabler og gulvmonterte batterier. Takmonterte batterier kan bli skadet ved en velteulykke. Og hvis denne skaden er tilstrekkelig alvorlig, kan det oppstå lekkasje, og i verste fall en brann forårsaket av interne kortslutninger. Fremdriftsbatteripakker veier hundrevis av kilo og kan være en risiko for andre trafikanter ved en kollisjon, med mindre de er godt festet til karosseriet.

Kontakt den lokale Volvo Buss-forhandleren for mer informasjon.

Brann

Det er viktig å understreke at elektriske kjøretøy ikke er mer utsatt for å ta fyr enn biler med forbrenningsmotor. Faktisk tyder tilgjengelige data på det motsatte. Rapporterte data* indikerer at brannhendelsesfrekvensene for elektriske kjøretøy generelt er 8–20 ganger lavere enn for biler med forbrenningsmotor. Imidlertid er de statistiske dataene begrenset. I tilfelle et elektrisk kjøretøy tar fyr, vil det brenne lenger, men saktere, og tiden til høyeste intensitet er lengre enn for en bil med forbrenningsmotor. Dette er fordi skadede battericeller frigjør elektrolytter gradvis, mens en sprukket diesel- eller bensintank kan forårsake en veldig intens brann eller til og med en eksplosjon.

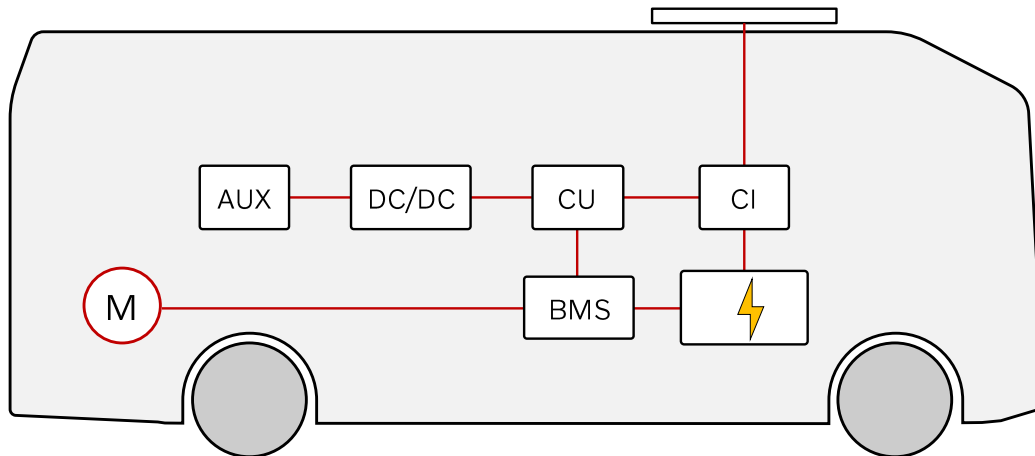
Service

I depoter og verksteder kan 600V-komponentene nås av servicepersonalet. Selv om Volvo-busser har flere beskyttelseslag, kan ikke risikoen for elektrisk støt ignoreres. Dette er grunnen til at kun sertifiserte teknikere kan utføre vedlikehold på høyspenningskomponenter.

* Rapport fra RISE: Elektriske lastebiler – Brannsikkerhetsaspekter
Jonna Hynynen, 2023-06-26.

Overvåkingsprosessen for energilagringssystemet (ESS)

Batterihelse og ytelse er avgjørende faktorer i elektriske busser. Batteristyringssystemet regulerer lade- og utladestrøm, og styrer kjøling og oppvarming av batteriinstallasjonene, for å sikre optimale forhold for batteriene.



Overvåking

Den sentrale styringsenheten (CU) og batteristyringssystemet (BMS) utfører kontinuerlig funksjonell overvåking av temperatur, strøm og trykk på celle-, pakke- og systemnivå. Overvåking utføres av flere parallelle systemer. Skulle en terskelverdi overskrides, vil strømmen slås av.

Sikkerhetsvinduet

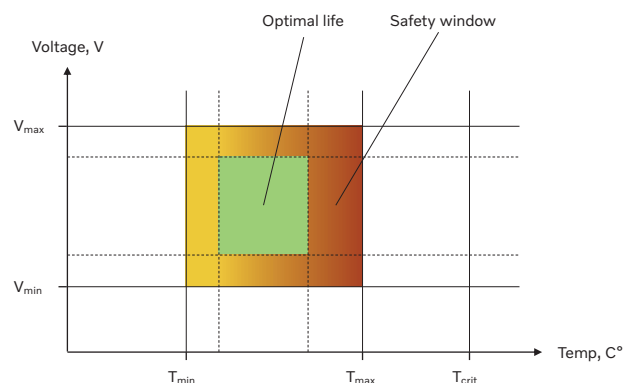
Sikkerhetsvinduet er en visualisering av battericellens funksjonsmiljø. Det har et definert område for temperatur og spenning, der driften er sikker. Avvik fra disse verdiene vil påvirke både ytelse og levetid:

- Temperatur: Hvis temperaturen holder seg over sikkerhetsgrensen, eller ofte overskrider den, kan det oppstå en intern kortslutning i cellen som igjen fører til gassventilering eller termisk rømling.
- Spenning: Spenning utenfor sikkerhetsvinduet vil sakte degradere cellen, og kan forårsake sikkerhetsproblemer.

Aktiv kontroll

For å holde cellen i optimal stand, og godt innenfor sikkerhetsvinduet, gjør den sentrale styringsenheten (CU) og batteristyringssystemet (BMS) følgende kontinuerlig:

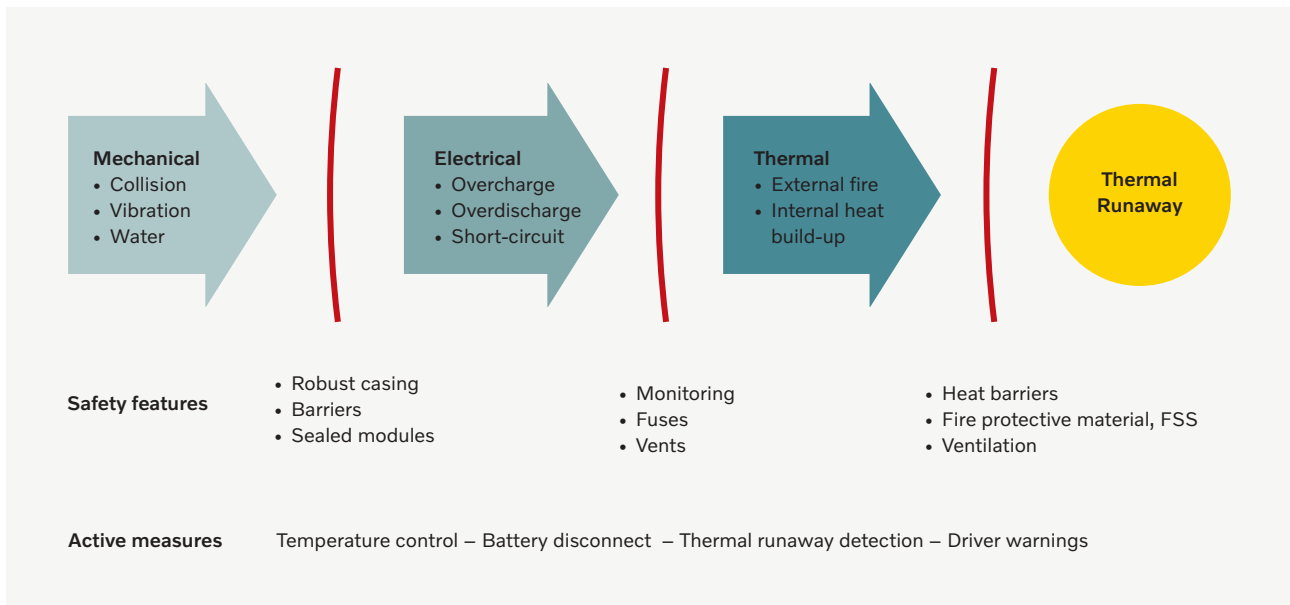
- overvåker temperatur og spenning
- kontrollerer kjøling
- kontrollerer spenning/strøm
- aktiverer varslings- og kontrollfunksjoner hvis parametere er utenfor sikkerhetsvinduet
- kobler fra batteriet i tilfelle fare



Kontakt den lokale Volvo Buss-forhandleren for mer informasjon.

En kjede av beskyttelsesfunksjoner

Energilagringen skal alltid beskyttes mot all slags misbruk. Skader på et batteri kan føre til flere risikoscenarioer og eskalering av hendelser. Dette er grunnen til at Volvos elektriske busser har flere nivåer av sikkerhetsfunksjoner som vil stoppe progresjonen av problemer.



Den farlige hendelseskjeden

Battericellen er i kjernen av elektrisk sikkerhet. Mekanisk skade kan føre til elektriske problemer, som resulterer i intern varmgang, og i verste fall termisk rømling og til slutt brann.

Mekaniske barrierer

Battericellen er mekanisk beskyttet mot kollisjon, vibrasjon og vannnedsenkning. Hovedtrekkene er det forseglede modulhuset, det robuste stålhuset til batteripakken og kollisjonsbarrierene og energiabsorberende strukturer i chassisdesignet.

Elektriske barrierer

Hvis det er en trykkøkning i en battericelle, kobles den automatisk fra og vil ikke lenger være en del av energilageret. Dette vil også skje dersom spenning utenfor tillatt intervall oppdages. Ved høyt trykk vil en sikkerhetsventil åpne seg. For hele batteripakken vil sikringer koble den fra kretsen.

Termiske barrierer

En battericelle har et definert område for temperatur og spenning, der driften er sikker. Under drift er hele energilagringssystemet temperaturstyrt av et separat kjøle-/varmevæskebasert system. Hvis temperaturen stiger, beskyttes tilstøtende celler og moduler av varmebestandige materialer.

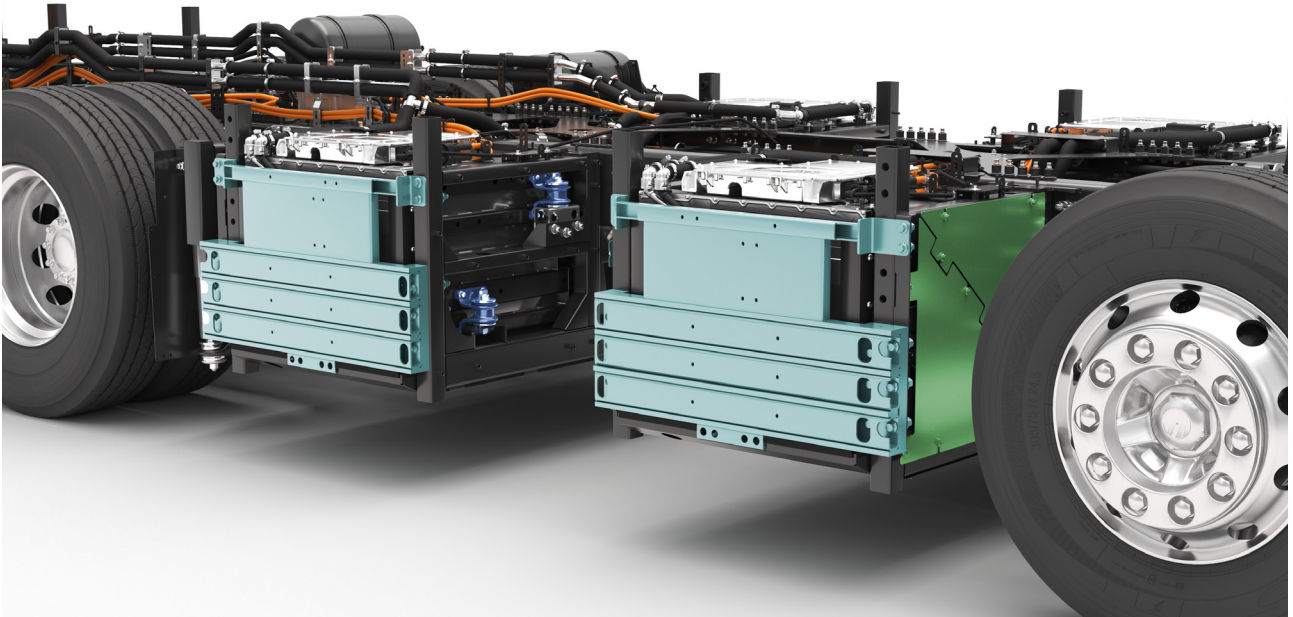
Aktive tiltak

Temperaturkontrollen av batterier reduserer aktivt risikoen for funksjonsfeil. I tillegg overvåker sikkerhetssystemet flere parametere og vil koble fra batterier for å fjerne ytterligere skadelige forhold. Systemet oppdager også aktivt tegn på termisk rømling, og aktiverer advarsler til sjåføren.

Kontakt den lokale Volvo Buss-forhandleren for mer informasjon.

Mekanisk beskyttelse

Mekanisk beskyttelse er det første sikkerhetslaget, etter den generelle kjøretøyarkitekturen. Beskyttelse mot støt ved kollisjon er en hoveddesignparameter, i likhet med kontrollert mekanisk oppførsel ved for eksempel en velteulykke.



Beskyttende strukturell design

Hele drivlinjen og energilageret er plassert og pakket for å maksimere beskyttelsen i tilfelle en kollisjon. Elektronikk og kabling er beskyttet av hovedbjelkene i chassiset, for å unngå eksponering for kollisjonskrefter. Batteriene har egne stålbur, som omslutter batteripakkene med beskyttende stålbejler. Strukturene rundt batteriene er testet for å tåle energien fra en to-tonns bil som kjører i 60 km/t.

Sikkerhetsmontering

Batteriene er fast montert på chassisrammen med en omhyggelig beregnet balanse mellom fasthet og fleksibilitet. I en situasjon der et annet kjøretøy kolliderer med bussen på batteristedet, vil den mekaniske strukturen være solid nok til å forhindre direkte skade, men også absorbere støtet. For takmonterte batterier oppfyller monteringen de

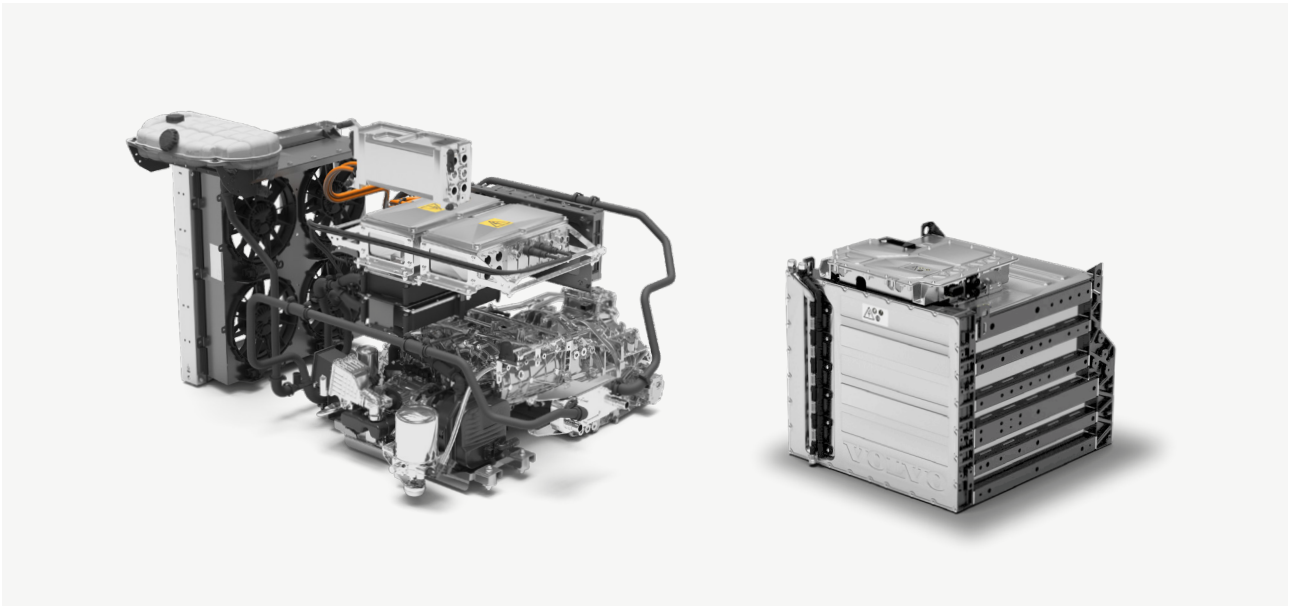
samme mekaniske sikkerhetsstandardene som de som gjelder for CNG-tanker under høyt trykk som brukes i gassdrevne busser.

Robust batteripakkehus

I Volvo-batterier er cellene satt sammen i moduler, som gir mekanisk beskyttelse, vibrasjonsdemping og varmeisolering. Hver modul rommer et antall celler, og et antall moduler er satt sammen til en batteripakke. Modulene er montert sammen i en struktur, for å muliggjøre oppvarming og kjøling, for optimal ytelse. Det robuste stålhuset til batteripakken er en integrert del av den mekaniske beskyttelsen.

Termisk og elektrisk beskyttelse

En elektrisk buss bærer en betydelig mengde energi, som distribueres gjennom et høyspennings driftssystem. Hvis frigjøringen av energien blir forstyrret, er varme det primære resultatet. Dette er grunnen til at elektriske og termiske beskyttelsesfunksjoner samhandler tett.



Elektrisk beskyttelse

Batteriene og alle elektriske komponenter overvåkes kontinuerlig av batteristyringssystemet og den sentrale styringsenheten. Hvis det oppdages en uregelmessighet, kan celler, batteripakker og hele driftssystemet kobles fra. Høyspenningskablingen overvåkes av HVIL-kretsen (Hazardous Voltage Interlock Loop). Hvis kretsen brytes, vil batteriet kobles fra kilden. Videre overvåkes isolasjonsmotstanden, og dersom verdiene er for lave vil strømmen slås av.

Siden overlading er en risikofaktor, kommuniserer Volvos elektriske busser med ladeutstyret. I tillegg følges alle relevante kjøretøyparametere opp under ladeprosessen. For sjåføren er det en nødbryter.

Termisk kontroll

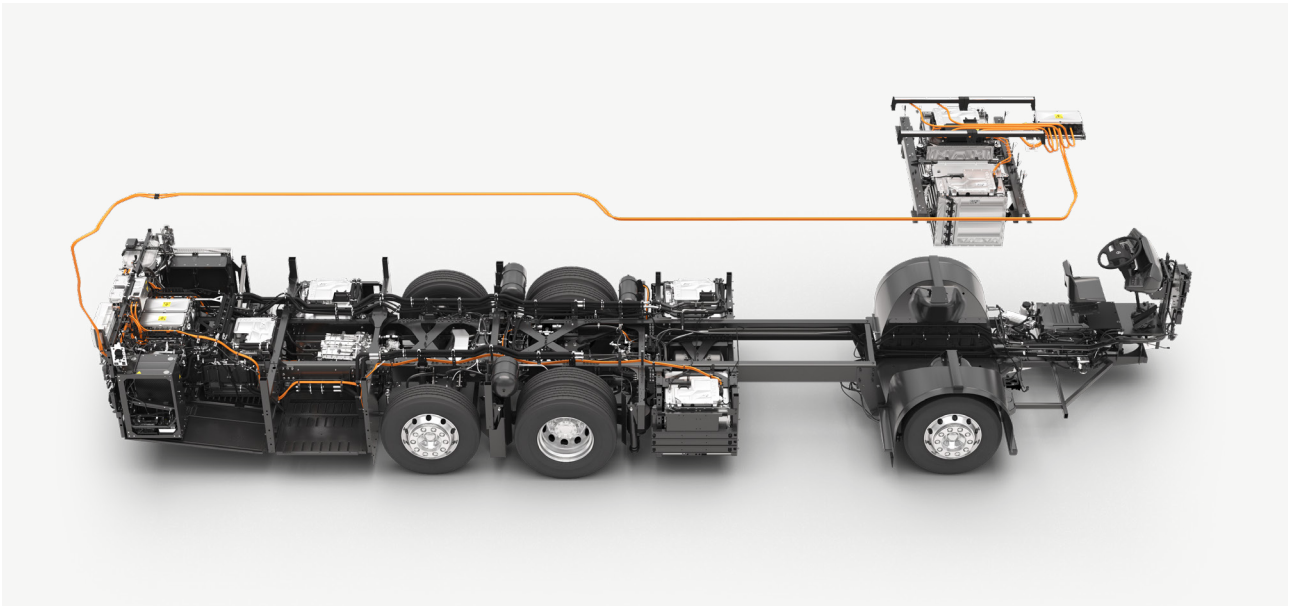
Energilagringssystemet, som inkluderer batteriene, og hele drivlinjen er overvåket og temperaturkontrollert. For batteriene er det avgjørende at alle parametere holder seg innenfor sikkerhetsvinduet – både av sikkerhetsmessige årsaker og for langsiktig batterihelse. Termisk kontroll leveres av separate væskebaserte kjøle- og varmesystemer. Disse systemene er uavhengige av HVAC-installasjonen, for maksimal pålitelighet og uforstyrret drift.

Inne i batteriene er det lag med varmebarrierer for å hindre varmeoverføring fra en defekt celle. Hvis varme bygges opp og forårsaker høyt internt trykk, ventileres cellen og kobles fra elektrisk. Hvis temperaturen overskrider den tillatte verdien noe sted, iverksettes tiltak automatisk; til slutt vil strømmen slå seg av og sjåføren vil bli varslet. Termisk rømling (TR) i en celle vil føre til frakobling av hele batteripakken, og varmen fra en celles termiske rømling er ikke nok til å forårsake termisk rømling i andre celler.

Kontakt den lokale Volvo Buss-forhandleren for mer informasjon.

Sikkerhet i depot og verksted

Vedlikehold og reparasjon av en elektrisk buss har mye til felles med det å jobbe med konvensjonelle busser. Forskjellen er drivlinjen, batteriene og den interne energistyringen. Arbeid med høyspenningssystemer krever spesiell opplæring og sertifisering.



Streng prosedyrer

Flere komponenter i det elektriske driftssystemet kan ikke repareres, men bør skiftes ut og returneres til Volvo. Alle typer arbeid på driftssystemet krever at man følger en prosedyre for frakobling av fremdriftsbatterier, og etter fullført arbeid setter en prosedyre for tilkobling av fremdriftssystemet kjøretøyet tilbake i driftstilstand.

De strenge prosedyrene sikrer at serviceteknikeren ikke kan utsettes for farlig spenning når en komponent eller kabel kobles fra og strømførende deler avdekkes.

Autorisasjon og delegert ansvar

Kun autoriserte personer, det vil si «teknikeren som er ansvarlig for arbeidsaktiviteten», har lov til å utføre frakoblingen og tilkoblingen av fremdriftsbatteriene. Denne personen må også ha det delegerte ansvaret fra leder for å få lov til å utføre arbeidet. Utførelse av arbeid på traksjonsspenningssystemet uten forsvarlig frakobling av fremdriftsbatterier kan føre til alvorlige skader eller død.

Sikkerhetsstandarddokumenter

For informasjon om arbeidsroller knyttet til håndtering og service av traksjonsspenningssystemet og traksjonsspenningskomponenter, se Volvo STD 871-0003 og 871-0004.

For spesifikke sikkerhetsretningslinjer, les og følg gjeldende IMPACT-dokumentasjon.

Kontakt den lokale Volvo Buss-forhandleren for mer informasjon.

V O L V O