

V O L V O



Seguridad eléctrica en las unidades Volvo Buses

SEGURIDAD Y AUTOBUSES ELÉCTRICOS

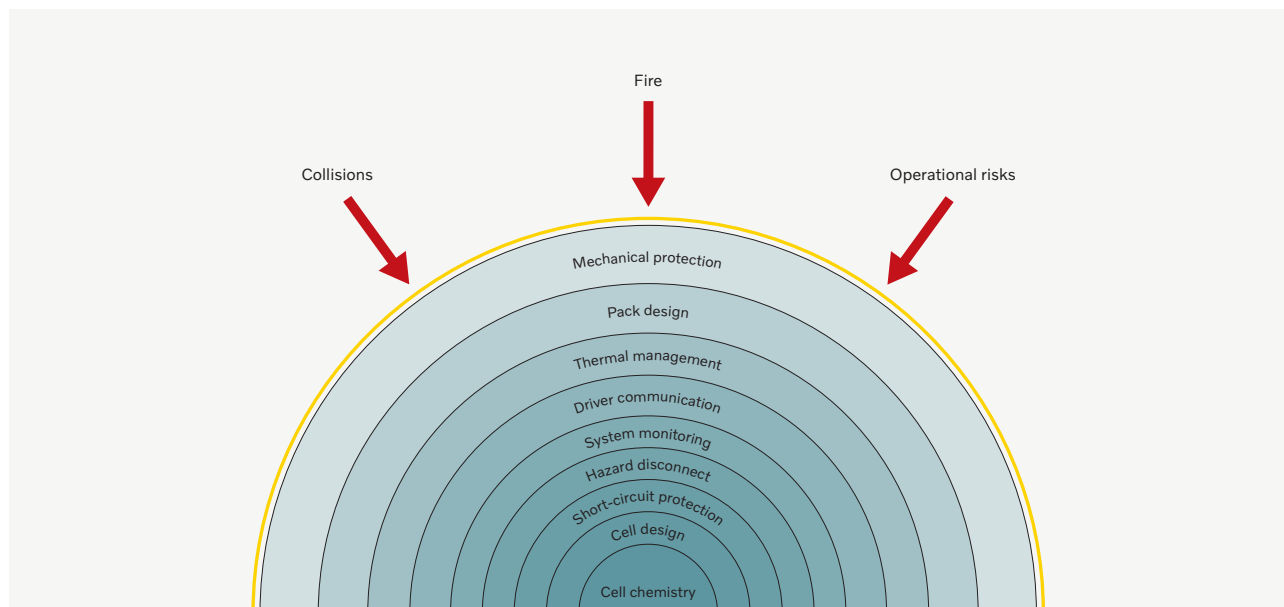
Volvo Buses

Contenido

Una arquitectura de seguridad holística	3
Factores de riesgo	4
Proceso de monitoreo del sistema de almacenamiento de energía (ESS)	5
Una cadena de funciones protectoras	6
Protección mecánica	7
Protección térmica y eléctrica	8
Seguridad en los patios y los talleres	9

Una arquitectura de seguridad holística

La introducción de autobuses eléctricos supone un cambio tecnológico y, con ello, un cierto grado de incertidumbre, especialmente para los nuevos usuarios. Los autobuses eléctricos y los convencionales tienen básicamente las mismas características de seguridad, pero entre las diferencias más importantes están el tren motriz y el almacenamiento de energía. Por ello, la arquitectura de seguridad de Volvo comienza en el nivel más básico —el núcleo— e incluye todos los aspectos relacionados con el diseño del vehículo.



El sistema de seguridad integrado de Volvo

La seguridad no solo tiene que ver con características y sistemas específicos, sino también con cómo interactúan. Si ocurre algo inesperado, una cosa puede llevar a otra. Por este motivo, todo el vehículo, desde el núcleo de las celdas de batería hasta el diseño general, se considera un solo sistema.

Funciones de seguridad

Ya en cada celda de batería existe una funcionalidad preventiva. A nivel de módulos y paquetes, hay sensores y funciones autónomas que evitan cualquier intensificación de problemas en caso de daño. Y a nivel del vehículo, se monitorean todas las funciones para que el conductor y el control del tráfico reciban una alerta si se detecta un riesgo.

Comunicación con el conductor

La tarea principal del conductor es llevar a los pasajeros a su destino, de forma segura y a tiempo. El sistema de seguridad integral de un autobús eléctrico Volvo solo alertará o advertirá cuando se requiera la intervención directa del conductor. Evitar información redundante ayuda al conductor a mantenerse concentrado.

Normas y reglamentos

La seguridad de los vehículos está sujeta a una amplia gama de reglamentos. En el caso de los trenes motrices eléctricos, el estándar R100, con sus diferentes versiones, es fundamental para los fabricantes de automóviles. A menudo, esta norma se menciona en los documentos de licitación. La norma describe una multitud de parámetros que deben considerarse y probarse. Todos los vehículos eléctricos Volvo Buses cumplen la norma R100.

Existen varias normas internacionales para los métodos y procedimientos de prueba. Un ejemplo es la SAE J2464, que describe un conjunto de pruebas que pueden utilizarse, según sea necesario, para realizar pruebas de abuso de sistemas de almacenamiento de energía recargable (RESS) de vehículos eléctricos o híbridos. <https://unece.org/sites/default/files/2024-01/R0100r3e.pdf> https://www.sae.org/standards/content/j2464_200911/

Para obtener más información, comuníquese con su concesionario Volvo Buses.

Factores de riesgo

No hay indicios de que los autobuses eléctricos presenten más riesgos que los convencionales. Todos los vehículos implican riesgos, pero los eléctricos se diferencian de los diésel y los de gas. Los principales riesgos se dividen en cuatro categorías relacionadas con lo siguiente: operaciones, colisiones, incendios y mantenimiento.



Riesgos operativos

Las baterías de iones de litio son sensibles al mal uso operativo, como la sobrecarga y la descarga excesiva. Puede producirse una sobrecarga si se utiliza un equipo de carga defectuoso o inadecuado, o si se descuidan los procedimientos de seguridad. Sin embargo, en un vehículo eléctrico Volvo hay varios niveles de funciones de seguridad, con el objetivo de prevenir los efectos nocivos de dicho mal uso.

Colisiones

En caso de colisión, un impacto fuerte podría dañar los cables de alto voltaje y las baterías montadas en el piso. Las baterías montadas en el techo podrían dañarse en caso de vuelco. Si el vehículo vuelca, las baterías montadas en el techo podrían dañarse. Además, si este daño es de una gravedad suficiente, se podría generar una fuga y, en el peor de los casos, un incendio provocado por cortocircuitos internos. Los paquetes de baterías de tracción pesan cientos de kilos y pueden suponer un riesgo para otros usuarios de la carretera en caso de colisión, a menos que estén fijados de forma segura a la estructura de la carrocería.

Para obtener más información, comuníquese con su concesionario Volvo Buses.

Incendios

Es importante destacar que los vehículos eléctricos no son más propensos a incendiarse que los vehículos con motor a combustión interna. De hecho, los datos disponibles sugieren lo contrario. Los datos reportados* indican que las frecuencias de incidentes de incendios para vehículos eléctricos son, en general, entre 8 y 20 veces menores que para los vehículos con motor de combustión interna. Sin embargo, los datos estadísticos son limitados. En el caso de que un vehículo eléctrico se prenda fuego, arderá durante más tiempo, pero a una menor intensidad. En este sentido, el tiempo hasta alcanzar la intensidad máxima es mayor que en el caso de un vehículo con motor a combustión interna. Esto se debe a que las celdas de la batería dañadas liberan electrolito gradualmente, mientras que un tanque de diésel o gasolina roto puede provocar un incendio muy intenso o incluso una explosión.

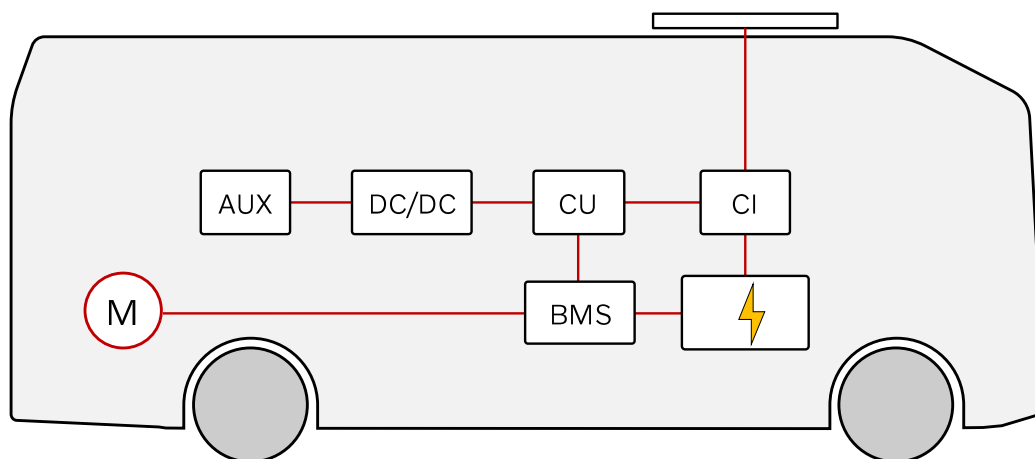
Mantenimiento

En patios y talleres, el personal de servicio puede acceder a los componentes de 600 V. Si bien los autobuses Volvo están equipados con más de un nivel de protección, si la unidad cuenta con estos componentes, no se puede ignorar el riesgo de una descarga eléctrica. Es por esto que solo los técnicos certificados pueden realizar mantenimiento en componentes de alto voltaje.

* Informe de RISE: Camiones eléctricos: aspectos de seguridad contra incendios, Jonna Hynynen, 26-06-2023.

Proceso de monitoreo del sistema de almacenamiento de energía (ESS)

El estado y el rendimiento de la batería son factores cruciales en los autobuses eléctricos. El sistema de gestión de baterías regula la corriente de carga y descarga, y controla la refrigeración y la calefacción de las instalaciones de baterías, para garantizar las condiciones óptimas para las baterías.



Monitoreo

La unidad central, CU, y el sistema de gestión de baterías, BMS, realizan de forma continua un monitoreo funcional de la temperatura, la corriente y la presión a nivel de celda, paquete y sistema. El monitoreo se realiza mediante varios sistemas que funcionan en paralelo. Si se supera algún valor umbral, se apagará la alimentación.

Intervalo de seguridad

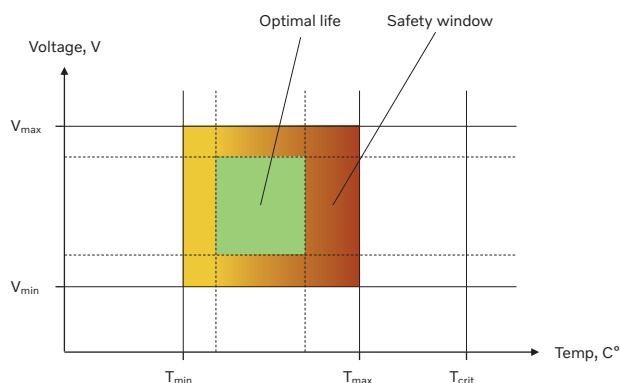
El intervalo de seguridad es una visualización del entorno funcional de la celda de batería. Tiene un rango definido de temperatura y voltaje, dentro del cual la operación es segura. Las desviaciones de estos valores afectarán tanto el rendimiento como la vida útil:

- Temperatura: Si la temperatura permanece por encima del límite de seguridad, o bien si la supera con frecuencia, se puede generar un cortocircuito interno en la celda de batería. En este caso, también se desencadena una fuga de gas o una fuga térmica.
- Voltaje: Cualquier voltaje fuera del intervalo de seguridad degrada de forma progresiva la celda de batería y esto puede provocar un problema de seguridad.

Control activo

A fin de mantener la celda de batería en condiciones óptimas y dentro de los valores del intervalo de seguridad, la unidad central y el sistema de gestión de baterías se encargan, de manera permanente, de lo siguiente:

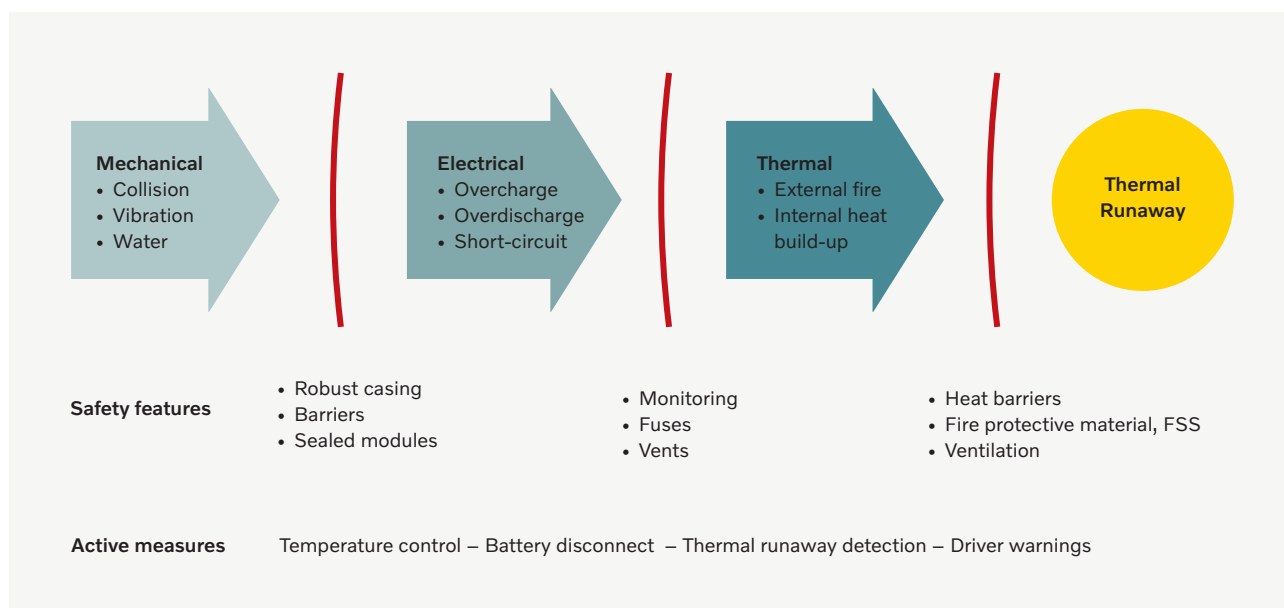
- monitorear la temperatura y el voltaje;
- controlar el enfriamiento;
- controlar el voltaje o la corriente;
- activar funciones de advertencia y de control si los parámetros se encuentran fuera del intervalo de seguridad;
- desconectar la batería en caso de peligro.



Para obtener más información, comuníquese con su concesionario Volvo Buses.

Una cadena de funciones protectoras

El almacenamiento de energía debe estar siempre protegido contra todo tipo de abuso. Cuando se daña una batería, se pueden desencadenar una serie de situaciones de peligro y a una escalada de incidentes. Es por esto que los autobuses eléctricos Volvo tienen varios niveles de funciones de seguridad que detendrán la progresión de los problemas.



La peligrosa cadena de acontecimientos

La celda de batería se encuentra en el centro de la seguridad eléctrica. Los daños mecánicos pueden provocar problemas eléctricos que, a su vez, generan calentamiento interno y, en el peor de los casos, una fuga térmica. Toda esta situación puede terminar en un incendio.

Barreras mecánicas

La celda de batería está protegida mecánicamente contra colisiones, vibraciones e inmersión en agua. Las características principales son la carcasa del módulo sellado, la robusta carcasa de acero del paquete de baterías y las barreras de colisión y las estructuras de absorción de energía del diseño del chasis.

Barreras eléctricas

Si se produce un aumento de presión en una celda de batería, esta se desconectará de forma automática y ya no será parte del almacenamiento de energía. Esto también sucederá si se detecta voltaje fuera del intervalo permitido. A alta presión, se abrirá un respiradero de seguridad. Para todo el paquete de baterías, los fusibles lo desconectarán del circuito.

Barreras térmicas

Una celda de batería tiene un rango definido de temperatura y voltaje, dentro del cual el funcionamiento es seguro. Durante el funcionamiento, la temperatura de todo el sistema de almacenamiento de energía se controla mediante un sistema independiente basado en un líquido de enfriamiento/calentamiento. Si la temperatura aumenta, las celdas y los módulos adyacentes quedan protegidos por materiales resistentes al calor.

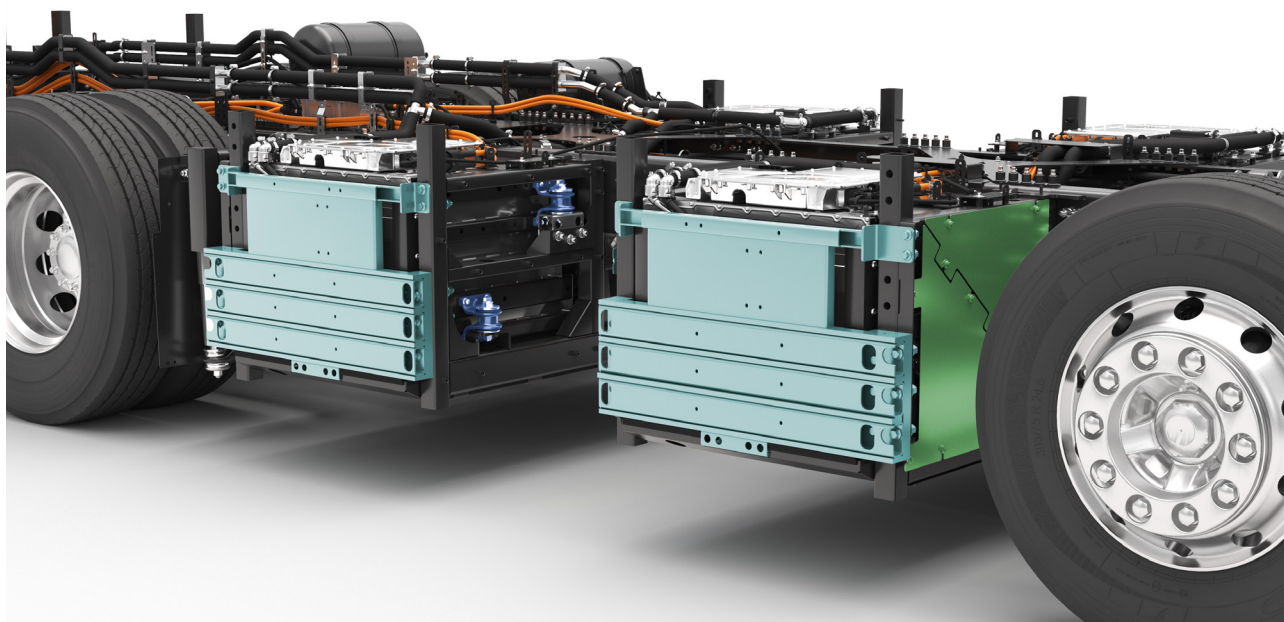
Medidas activas

El control de temperatura de las baterías reduce activamente el riesgo de mal funcionamiento. Además, el sistema de seguridad monitorea varios parámetros y desconecta las baterías para eliminar otras condiciones potencialmente perjudiciales. De manera activa, el sistema detecta además señales de fugas térmicas y activa advertencias al conductor.

Para obtener más información, comuníquese con su concesionario Volvo Buses.

Protección mecánica

La protección mecánica es el primer nivel de seguridad, después de la arquitectura general del vehículo. La protección contra el impacto en caso de colisión es un parámetro de diseño principal, como también lo es el comportamiento mecánico controlado en caso de, por ejemplo, un accidente de vuelco.



Diseño estructural de protección

Todo el tren motriz y el sistema de almacenamiento de energía están ubicados y empaquetados desde el diseño para maximizar la protección en caso de colisión. La electrónica y el cableado están protegidos por las vigas principales del chasis, para evitar la exposición a fuerzas de choque. Las baterías tienen sus propias jaulas de acero, que encierran los paquetes de baterías con vigas de acero protectoras. Las estructuras que rodean las baterías están probadas para soportar la energía de un automóvil de dos toneladas que viaja a 60 km/h.

Montaje de seguridad

Las baterías están firmemente montadas sobre el marco del chasis con un equilibrio meticulosamente calculado de firmeza y flexibilidad. En una situación en la que otro vehículo impacta al autobús en la ubicación de la batería, la estructura mecánica será lo suficientemente resistente para evitar daños directos, pero también para absorber la fuerza del choque. Para las baterías montadas en el techo, el montaje cumple los mismos estándares de seguridad mecánica que los que se aplican a los tanques de GNC de alta presión utilizados en los autobuses a gas.

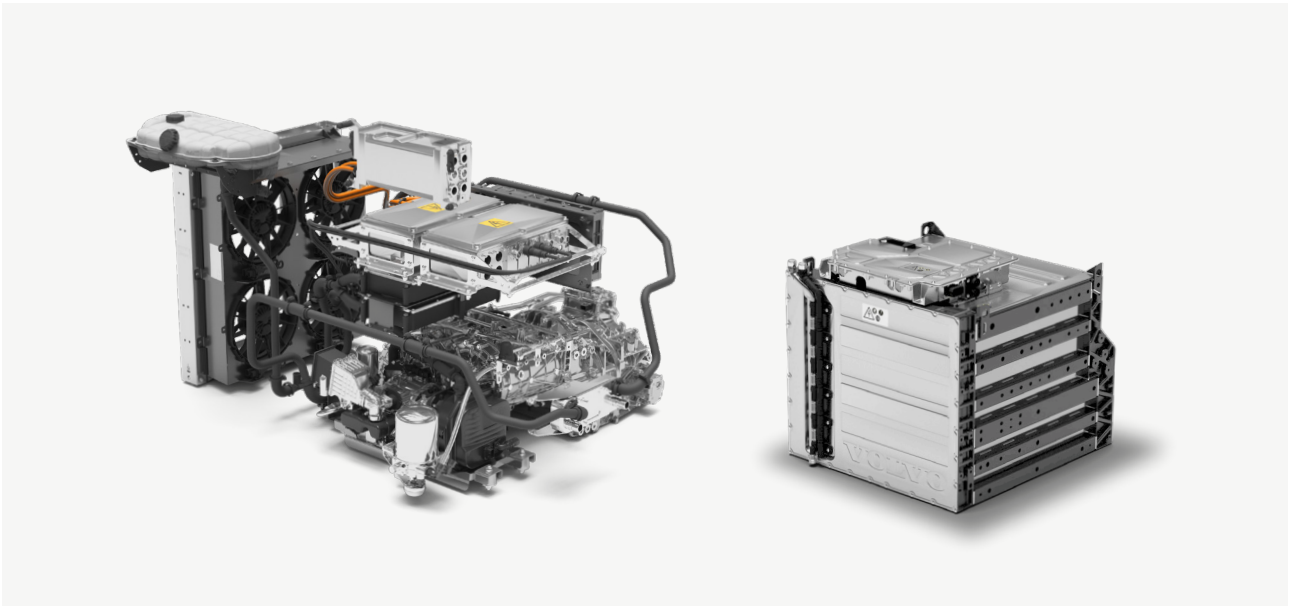
Carcasa robusta para paquete de batería

En las baterías Volvo, las celdas están ensambladas en módulos, lo que proporciona protección mecánica, amortiguación de vibraciones y aislamiento térmico. En cada módulo, se incluye un número determinado de celdas, y un número determinado de módulos se ensamblan para formar un paquete de baterías. Los módulos se montan en una estructura de modo tal que se garantiza el calentamiento y la refrigeración. De este modo, se alcanza un rendimiento óptimo. La robusta carcasa de acero del paquete de baterías es una parte integral de la protección mecánica.

Para obtener más información, comuníquese con su concesionario Volvo Buses.

Protección térmica y eléctrica

Un autobús eléctrico transporta una cantidad sustancial de energía, que se distribuye a través de un sistema de tracción de alto voltaje. Si la liberación de energía resulta afectada de algún modo, se genera calor como consecuencia. Es por esto que las funciones de protección eléctrica y térmica interactúan estrechamente.



Protección eléctrica

Las baterías y todos los componentes eléctricos son monitoreados continuamente por el sistema de gestión de baterías y la unidad central. Si se detecta una anomalía, se pueden desconectar las celdas, las baterías y todo el sistema de tracción. El cableado de alto voltaje es monitoreado por el circuito HVIL (bucle de Interbloqueo de voltaje peligroso). Si se interrumpe el circuito, la batería se desconecta desde la fuente. Además, se monitorea la resistencia de aislamiento y, si los valores son demasiado bajos, se corta la energía.

Dado que la sobrecarga es un factor de riesgo, los autobuses eléctricos Volvo se comunican con el equipo de carga. Además, durante el proceso de carga se controlan todos los parámetros relevantes del vehículo. Para el conductor hay un interruptor de corte de emergencia.

Control térmico

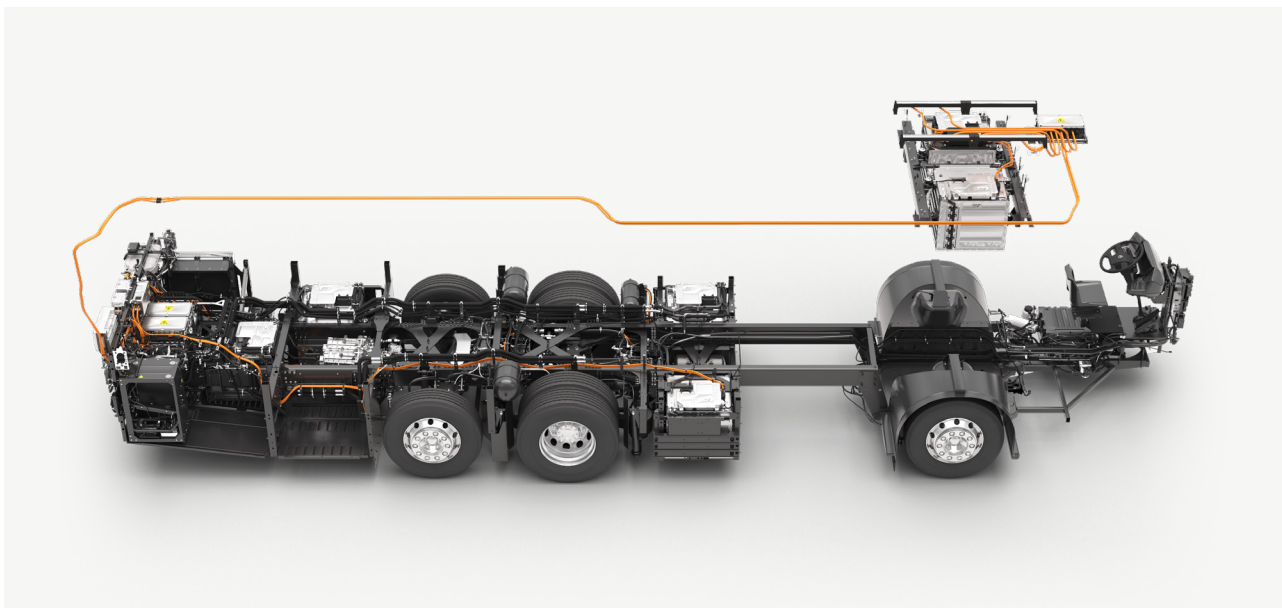
El sistema de almacenamiento de energía, que incluye las baterías, y todo el tren motriz se encuentran monitorizadas; además, la temperatura de estos componentes está controlada. Para las baterías, es fundamental que todos los parámetros permanezcan dentro del intervalo de seguridad, tanto por razones de seguridad como para la salud de la batería a largo plazo. El control térmico se lleva a cabo mediante sistemas autónomos de refrigeración y calefacción basados en líquido. Estos sistemas son independientes de la instalación HVAC, para una máxima confiabilidad y un funcionamiento sin interrupciones.

Dentro de las baterías hay capas de barreras térmicas para evitar la transferencia de calor desde una celda que funciona mal. Si el calor se acumula y provoca una presión interna alta, la celda se ventila y se desconecta eléctricamente. Si la temperatura excede el valor permitido en cualquier lugar, se toman medidas automáticamente; finalmente, se cortará la energía y se alertará al conductor. Si se produce una fuga térmica (TR) en una celda, se desconecta todo el paquete. Sin embargo, la temperatura producto de esta fuga térmica de una celda no es suficiente para provocar fugas en otras celdas.

Para obtener más información, comuníquese con su concesionario Volvo Buses.

Seguridad en los patios y los talleres

El mantenimiento y la reparación de un autobús eléctrico tiene mucho en común con el trabajo con autobuses convencionales. La diferencia está en el tren motriz, las baterías y la gestión interna de la energía. Trabajar con sistemas de alto voltaje requiere capacitación y certificación especiales.



Procedimientos estrictos

Varios componentes del sistema de tracción eléctrica no se pueden reparar. Este tipo de componentes se deben reemplazar y devolver a Volvo. Cualquier tipo de tarea que se realice en el sistema de tracción requiere seguir un procedimiento de puesta fuera de servicio. Una vez finalizada esta tarea, el vehículo se pone en estado operativo mediante el procedimiento de puesta en servicio.

La aplicación de procedimientos estrictos garantiza que el técnico de servicio no se exponga a voltajes peligrosos cuando se desconecta un componente o un cable y se descubren piezas que transportan corriente.

Autorización y responsabilidad delegada

Solo las personas autorizadas —es decir, el "técnico responsable de la tarea de mantenimiento"— pueden realizar la puesta fuera de servicio y la puesta en servicio. Esta persona también debe tener la responsabilidad delegada para que se le permita realizar el trabajo. Realizar cualquier tarea en el sistema de voltaje de tracción sin una puesta fuera de servicio adecuada puede provocar lesiones graves o la muerte.

Documentos sobre normas de seguridad

Para obtener información sobre los roles laborales relacionados con el manejo y servicio del sistema de voltaje de tracción y los componentes de voltaje de tracción, consulte Volvo STD 871-0003 y 871-0004. Para conocer las directrices de seguridad específicas, lea y siga la documentación IMPACT correspondiente.

Para obtener más información, comuníquese con su concesionario Volvo Buses.

V O L V O