

V O L V O



Seguridad eléctrica de Volvo Buses

# SEGURIDAD Y AUTOBUSES ELÉCTRICOS

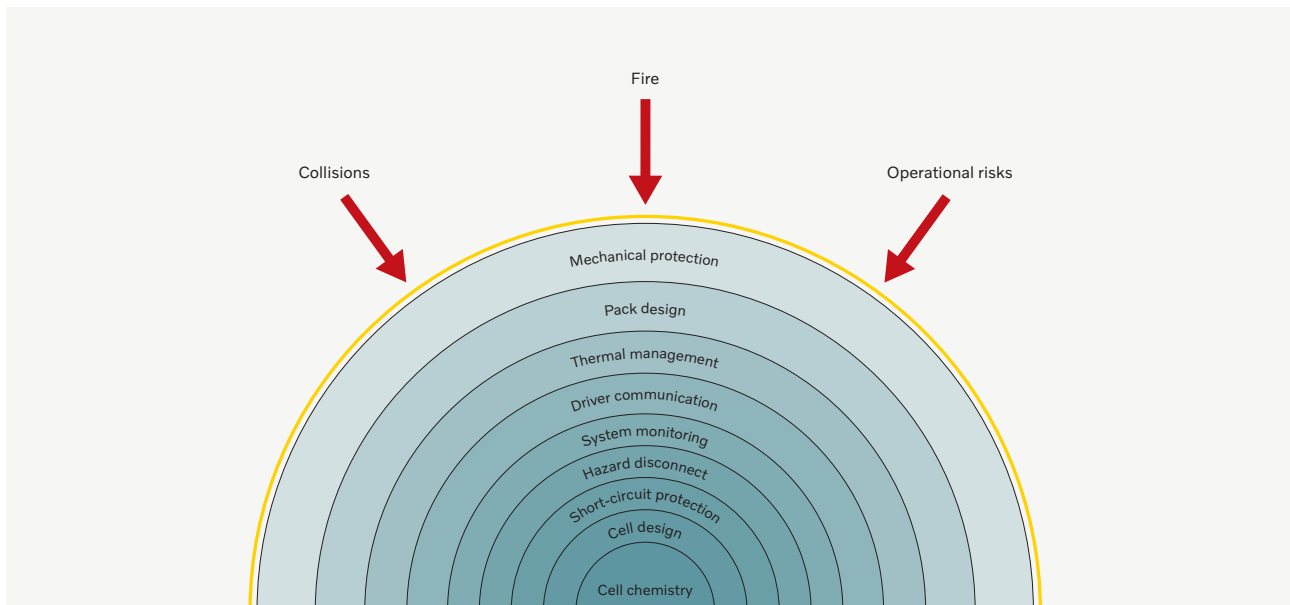
Volvo Buses

## Índice

Una arquitectura de seguridad total	3
Factores de riesgo	4
Proceso de seguimiento del ESS	5
Cadena de funciones de protección	6
Protección mecánica	7
Protección térmica y eléctrica	8
Seguridad en cochera y taller	9

# Una arquitectura de seguridad total

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 las diferencias importantes incluyen la línea motriz y el almacenamiento de energía. Por eso la arquitectura de seguridad de Volvo comienza en el núcleo e incluye todos los aspectos del 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 eso, todo el vehículo, desde el núcleo de las celdas de la batería hasta el diseño general del vehículo, se considera como un solo sistema.

## Funciones de seguridad

En cada celda de la batería ya existe una funcionalidad preventiva. En los módulos y paquetes, hay sensores y funciones autónomas que evitan el agravamiento en caso de daño. Y a nivel del vehículo, se monitorizan todas las funciones para que el conductor y el control del tráfico puedan ser alertados 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 regulaciones. En el ámbito de las cadenas cinemáticas eléctricas, la norma R100, con sus distintas versiones, es fundamental para los fabricantes de automóviles, y se menciona a menudo en los pliegos de condiciones de las licitaciones. La norma describe una multitud de parámetros que deben considerarse y probarse. Todos los vehículos eléctricos de 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/](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 gasolina. Los principales riesgos se dividen en cuatro categorías relacionadas con: operaciones, colisiones, incendios y mantenimiento.



## Riesgos operacionales

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 varias capas 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 suelo. Las baterías montadas en el techo podrían dañarse en caso de vuelco. Si el vehículo vuelca, las baterías montadas en el techo podrían dañarse. Y si este daño es suficientemente grave, podría producirse 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.**

## Incendio

Es importante destacar que los vehículos eléctricos no son más propensos a incendiarse que los vehículos con motor de combustión interna. De hecho, los datos disponibles sugieren lo contrario. Según los datos compartidos\*, la frecuencia de incendios en vehículos eléctricos suele ser 8-20 veces inferior a la de los vehículos ICE. Sin embargo, los datos estadísticos son limitados. En caso de que un vehículo eléctrico se incendie, arderá durante más tiempo, pero más lentamente, y el tiempo hasta alcanzar la intensidad máxima será mayor que en el caso de un vehículo ICEV. 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.

## Servicio

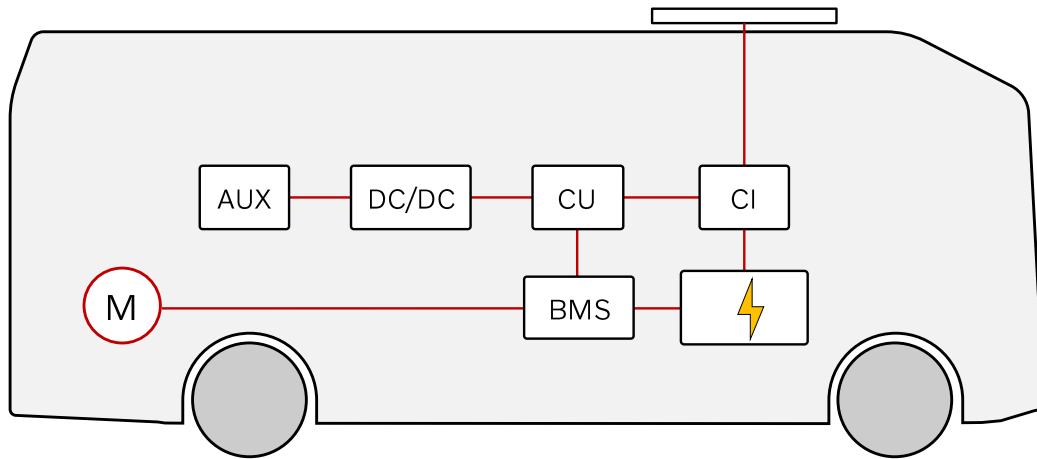
En depósitos y talleres, el personal de servicio puede acceder a los componentes de 600 V. Aunque los autobuses Volvo cuentan con varias capas de protección, el riesgo de una descarga eléctrica no se puede pasar por alto. Es por esto que solo los técnicos certificados pueden realizar mantenimiento en componentes de alto voltaje.

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

# Proceso de seguimiento del ESS

La salud 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.



## Monitorización

La unidad central, CU, y el sistema de gestión de la batería, BMS, realizan de forma continua una monitorización funcional de la temperatura, la corriente y la presión a nivel de celda, paquete y sistema. La monitorización se realiza mediante varios sistemas paralelos. Si se supera algún valor umbral, se apagará la alimentación.

## La ventana de seguridad

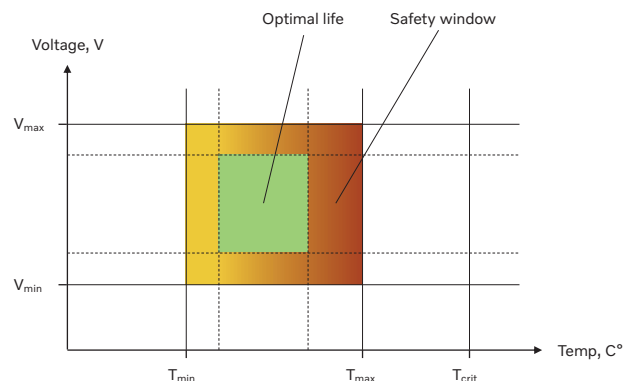
La ventana de seguridad es una visualización del entorno funcional de la celda de la batería. Tiene un rango definido de temperatura y voltaje, dentro del cual la operación es segura. Las desviaciones de estos valores afectarán tanto al rendimiento como a la vida útil:

- Temperatura: si la temperatura permanece por encima del límite de seguridad, o lo supera con frecuencia, se puede producir un cortocircuito interno en la celda, lo que a su vez provocaría una fuga de gas o una fuga térmica.
- Voltaje: el voltaje fuera de la ventana de seguridad degradará lentamente la celda y podría suponer un riesgo para la seguridad.

## Control activo

Para mantener la celda en condiciones óptimas, y dentro de la ventana de seguridad, la CU y el BMS realizan continuamente las siguientes acciones:

- Monitorizar la temperatura y el voltaje
- Controlar el enfriamiento
- Controlar el voltaje/la corriente
- Activar funciones de advertencia y control si los parámetros están fuera de la ventana de seguridad
- Desconectar la batería en caso de peligro

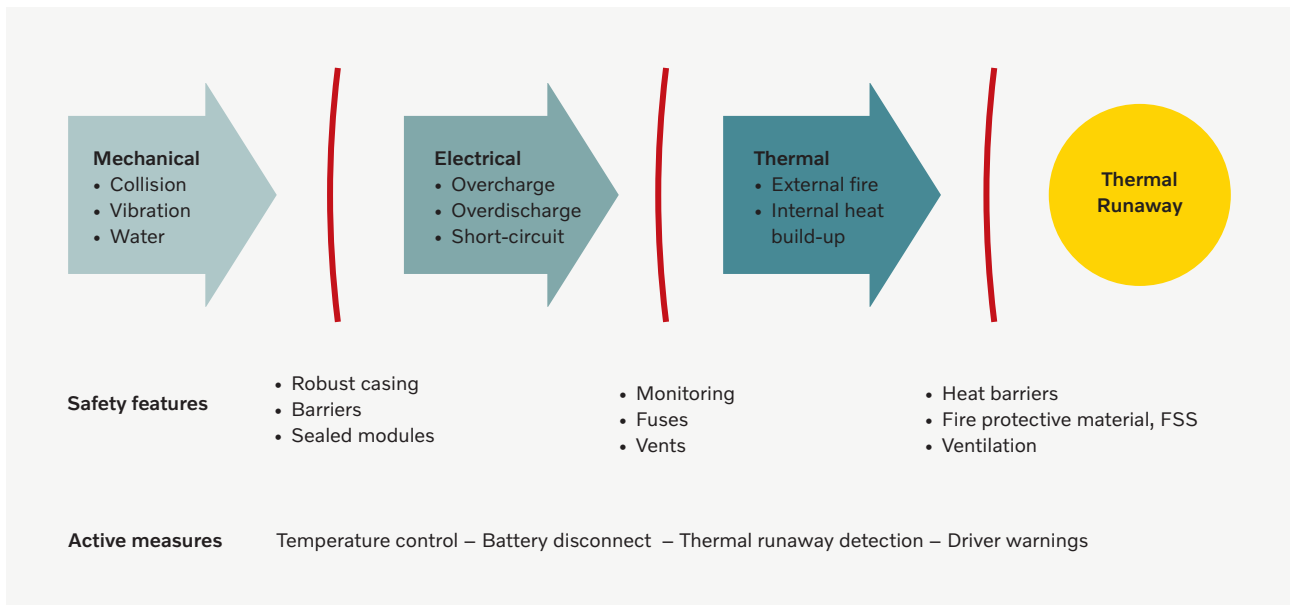


Para obtener más información, comuníquese con su concesionario Volvo Buses.



# Cadena de funciones de protección

El almacenamiento de energía debe estar siempre protegido contra todo tipo de abuso. Los daños en una batería pueden dar lugar a varios escenarios de riesgo y a una escalada de los acontecimientos. 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 la batería está en el centro de la seguridad eléctrica. Los daños mecánicos pueden provocar problemas eléctricos, generando calor interno y, en el peor de los casos, una fuga térmica y, en última instancia, un incendio.

## Barreras mecánicas

La celda de la batería está protegida mecánicamente contra colisiones, vibraciones e inmersión en agua. Entre sus características principales están la cubierta del módulo sellado, la robusta cubierta 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 la batería, esta se desconectará automáticamente y ya no será parte del almacenamiento de energía. Esto también sucederá si se detecta un voltaje fuera del intervalo permitido. En caso de 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, se controla la temperatura de todo el sistema de almacenamiento de energía mediante un sistema independiente de refrigeración/calefacción basado en líquido. Si la temperatura aumenta, las celdas y módulos adyacentes quedan protegidos por materiales resistentes al calor.

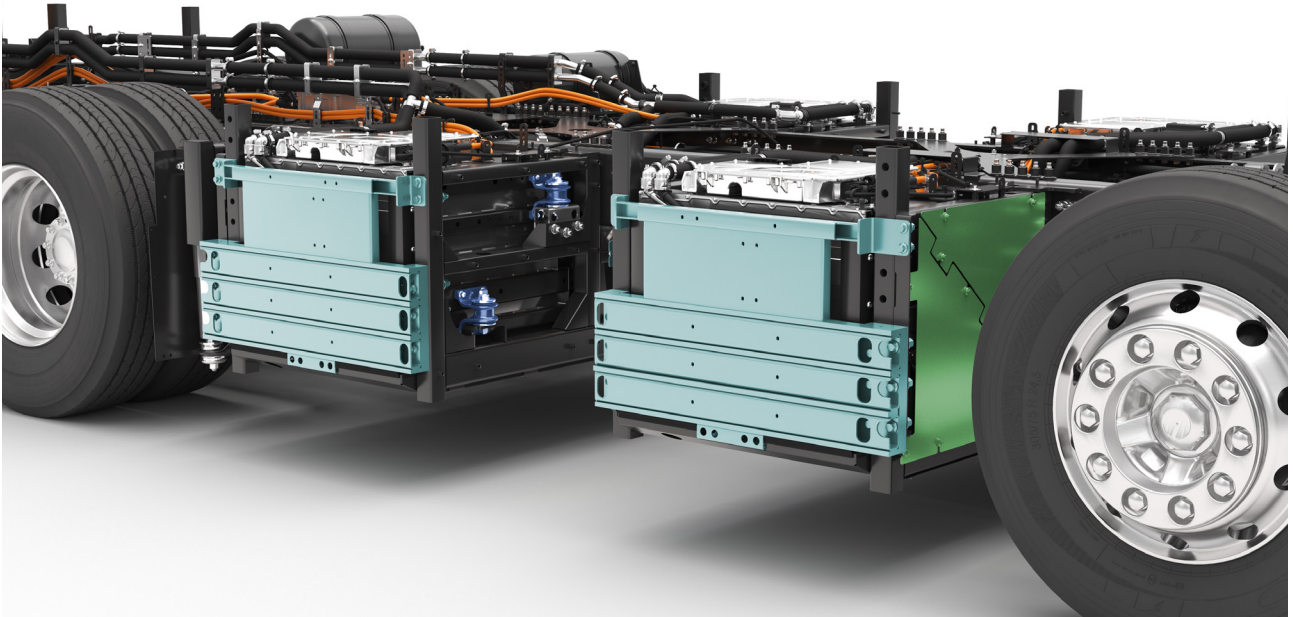
## Medidas activas

El control de temperatura de las baterías reduce activamente el riesgo de mal funcionamiento. Además, el sistema de seguridad monitoriza varios parámetros y desconectará las baterías para eliminar otras condiciones perjudiciales. Además, el sistema detecta activamente señales de fuga térmica y activa advertencias para el conductor.

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

# Protección mecánica

La protección mecánica es la primera capa 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

Toda la línea motriz y el almacenamiento de energía están ubicados y empaquetados 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 garantizar que soportan la energía de un automóvil de dos toneladas que viaja a 60 km/h.

## Montaje seguro

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 contra el 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.

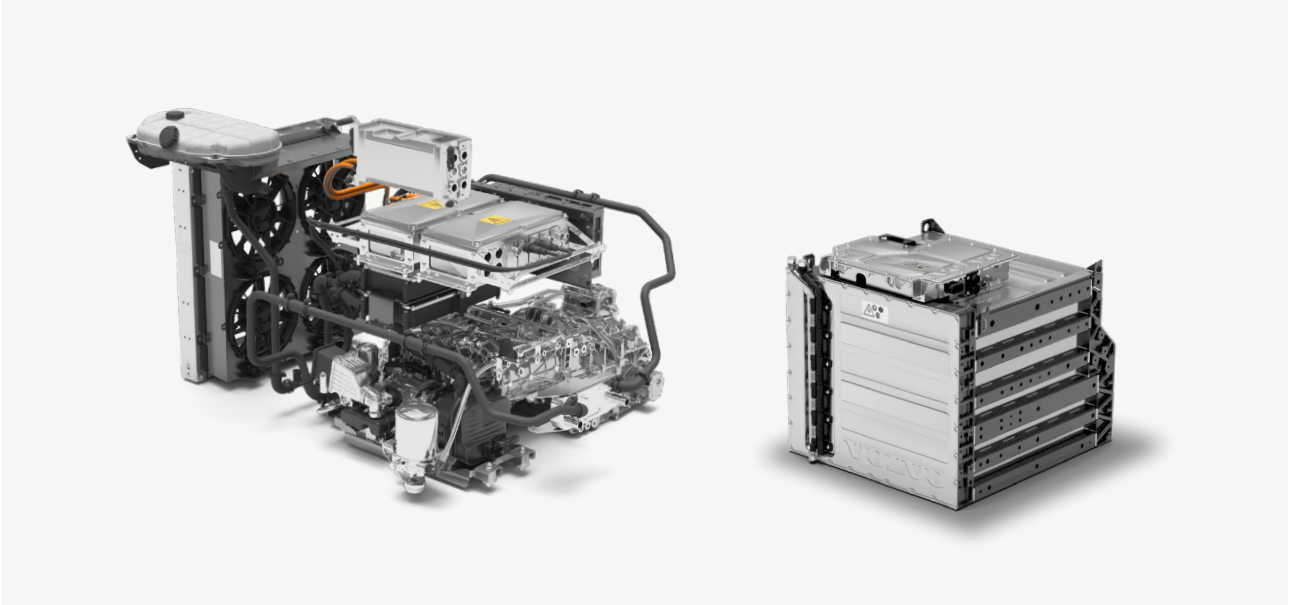
## Cubierta robusta del paquete de baterías

En las baterías Volvo, las celdas están ensambladas en módulos, lo que proporciona protección mecánica, amortiguación en caso de vibración y aislamiento térmico. Cada módulo contiene una cantidad de celdas y una cantidad de módulos que se ensamblan para formar un paquete de baterías. Los módulos se montan juntos en una estructura para permitir el calentamiento y la refrigeración, y garantizar así un rendimiento óptimo. La robusta cubierta de acero del paquete de baterías constituye 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 se interrumpe, el resultado principal es el calor. Es por esto que las funciones de protección eléctrica y térmica interactúan estrechamente.



## Protección eléctrica

Las baterías y todos los componentes eléctricos son monitorizados continuamente por el sistema de gestión de baterías y la unidad central. Si se detecta una anomalía, se pueden desconectar las celdas, los paquetes y todo el sistema de tracción. El circuito HVIL (bucle de enclavamiento de alta tensión) monitoriza el cableado de alta tensión. Si se interrumpe el circuito, la batería se desconectará en la fuente. Además, se monitoriza 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

Se monitoriza y se controla la temperatura del sistema de almacenamiento de energía (incluidas las baterías) y toda la línea motriz. Para las baterías, es fundamental que todos los parámetros permanezcan dentro de la ventana de seguridad, tanto por razones de seguridad como para la salud de la batería a largo plazo. El control térmico se proporciona mediante sistemas de refrigeración y calefacción separados basados en líquido. Estos sistemas son independientes de la instalación HVAC, para una máxima confiabilidad y un funcionamiento sin interrupciones.

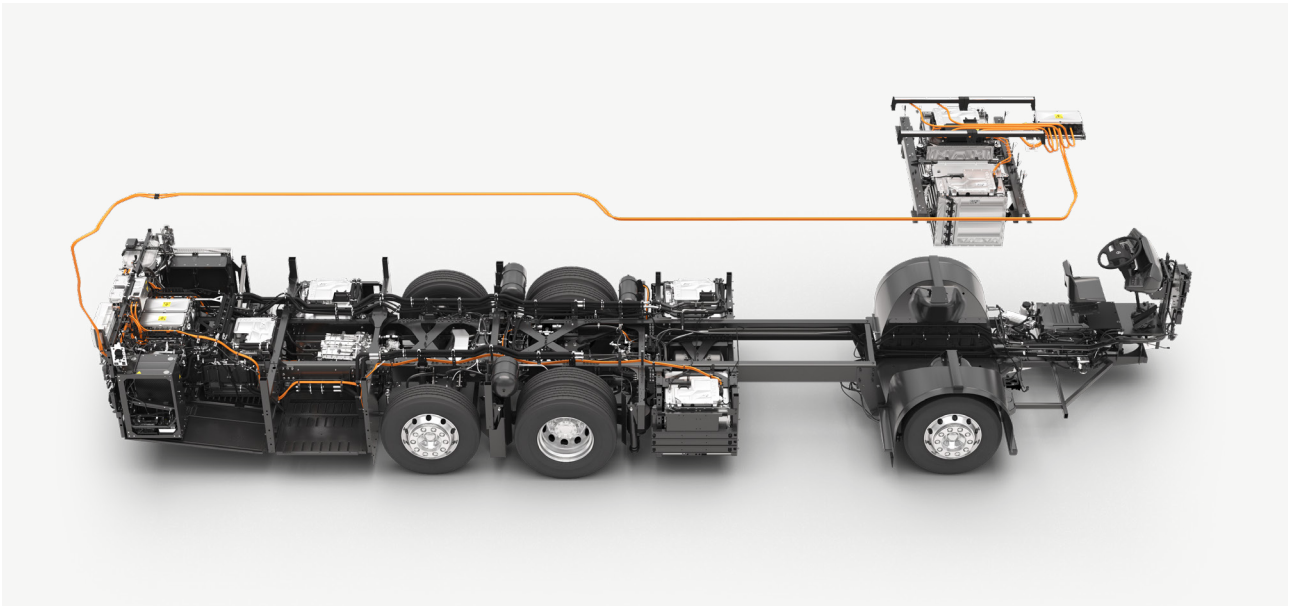
Dentro de las baterías hay capas de barreras térmicas para evitar la transferencia de calor desde una celda que funciona mal. Si el calor se acumula y provoca una presión interna alta, la celda se ventila y se desconecta eléctricamente. Si la temperatura excede el valor permitido en cualquier lugar,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

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



# Seguridad en cochera y taller

El mantenimiento y la reparación de un autobús eléctrico tienen mucho en común con el trabajo con autobuses convencionales. La diferencia está en la transmisión, 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, sino que se deben reemplazar y devolver a Volvo. Cualquier tipo de trabajo en el sistema de tracción requiere seguir un procedimiento de desmantelamiento y, una vez finalizado el trabajo, el procedimiento de puesta en servicio devuelve el vehículo al estado operativo.

Los procedimientos estrictos garantizan que el técnico de servicio no pueda estar expuesto a voltaje peligroso cuando se desconecta un componente o cable y se descubren piezas que transportan corriente.

## Autorización y responsabilidad delegada

La puesta fuera de servicio y la puesta en servicio solo puede llevarlas a cabo una persona autorizada, es decir, el “técnico responsable del trabajo”. Esta persona también debe tener la responsabilidad delegada por el gerente para que se le permita realizar el trabajo. La realización de trabajos 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 puestos de trabajo relacionados con el manejo y el 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 pautas 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**