

V O L V O



Volvo Buses 전기 안전

안전 및 전기 버스

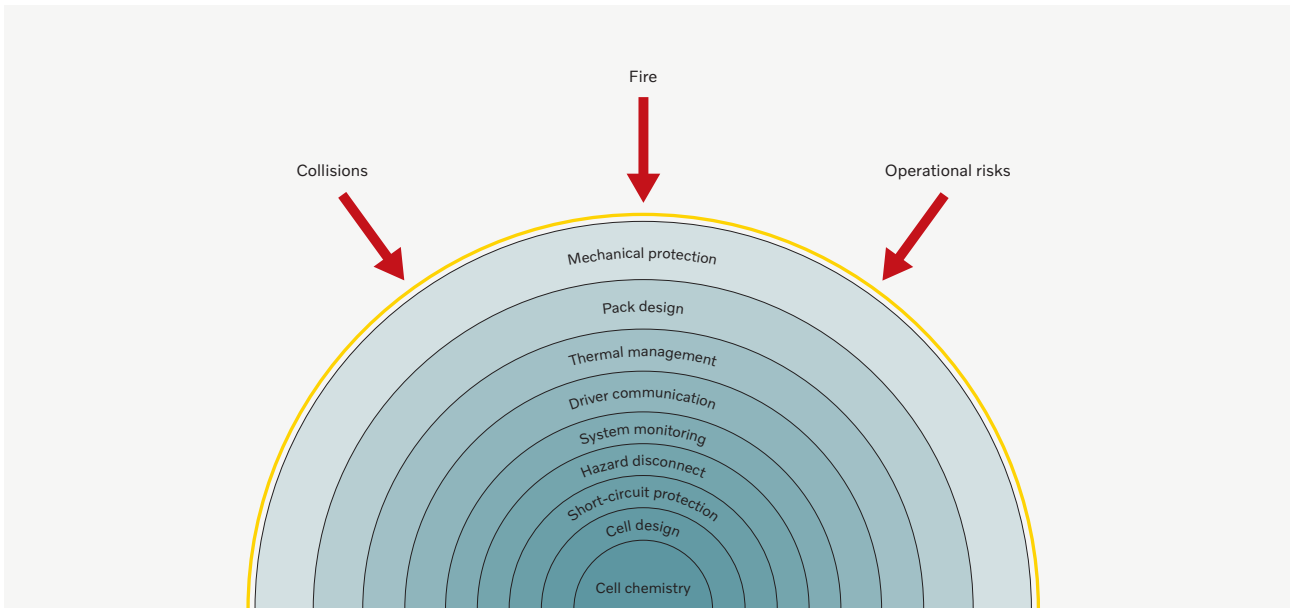
Volvo Buses

콘텐츠

전체적인 안전 아키텍처	3
위험 요소	4
ESS 모니터링 프로세스	5
연속된 보호 기능	6
기계적 보호	7
열 및 전기 보호	8
차고 및 정비 사업소에서의 안전	9

전체적인 안전 아키텍처

전기 버스의 도입은 기술 변화를 의미하며, 특히 새로운 사용자에게는 불확실성이 따릅니다. 전기 버스와 일반 버스는 대부분 동일한 안전 관련 기능을 갖추고 있지만, 중요한 차이점은 구동 장치와 에너지 저장 장치입니다. 이것이 볼보의 안전 아키텍처가 핵심부터 시작하여 차량 디자인의 모든 측면을 포함하는 이유입니다.



통합 볼보 안전 시스템

안전은 특정 기능과 시스템에 대한 것만이 아니라 이런 요소들이 어떤 식으로 상호 작용하는지도 중요합니다. 만약 어떤 나쁜 일이 일어난다면, 한 가지 일이 또 다른 일로 이어질 수 있습니다. 배터리 셀의 중심부터 전반적인 차량 설계에 이르기까지 전체 차량이 하나의 시스템으로 간주됩니다.

안전 기능

각 배터리 셀에는 예방적인 기능이 있습니다. 모듈과 팩 수준에서 손상이 발생할 경우 증가되는 것을 방지하는 센서와 자율 기능이 있습니다. 차량 수준에서는 모든 기능이 모니터링되어 위험이 감지되면 운전자와 교통 통제 담당자에게 경고를 보낼 수 있습니다.

운전자 커뮤니케이션

운전자의 주된 임무는 승객을 목적지까지 안전하고 시간 내에 데려다주는 것입니다. 볼보 전기 버스의 통합 안전 시스템은 운전자의 직접적인 개입이 필요한 경우에만 경고나 경고음을 울립니다. 중복된 정보를 피하면 운전자가 계속 집중할 수 있습니다.

규정 및 표준

차량 안전에는 광범위한 규정이 적용됩니다. 전기 파워트레인의 경우 다양한 버전을 갖춘 R100 표준은 전기차 제조업체의 핵심 요소이며, 입찰 문서에 자주 언급됩니다. 해당 표준은 고려하고 테스트해야 할 다양한 매개변수를 설명합니다. Volvo Buses의 모든 전기 차량은 R100 규정을 준수합니다.

시험 방법과 절차에 대해서는 여러 가지 국제 표준이 있습니다. 한 가지 예는 SAE J2464로, 이는 전기 또는 하이브리드 전기 차량의 충전식 에너지 저장 시스템(RESS)의 남용 테스트에서 필요에 따라 사용될 수 있는 테스트 내용을 설명합니다. <https://unece.org/sites/default/files/2024-01/R0100r3e.pdf> https://www.sae.org/standards/content/j2464_200911/

자세한 내용은 Volvo Buses 딜러에게 문의하십시오.

위험 요소

전기 버스가 기존 버스보다 더 많은 위험을 초래한다는 증거는 없습니다. 모든 차량에는 위험이 따르지만, 전기 차량은 디젤 차량과 가스 차량과 다릅니다. 주요 위험은 다음과 같은 4가지 범주(운영, 충돌, 화재 및 서비스)로 나뉩니다.



운영상의 위험

리튬이온 배터리는 과충전, 과방전 등 잘못된 사용에 민감합니다. 고장이 났거나 적합하지 않은 충전 장비를 사용하거나 안전 절차를 무시할 경우 과충전이 발생할 수 있습니다. 그러나 볼보 EV에는 이러한 오용으로 인한 유해한 영향을 방지하기 위한 여러 겹의 안전 기능이 있습니다.

충돌

충돌이 발생하면 엄청난 충격으로 고전압 케이블과 바닥에 설치된 배터리가 손상될 수 있습니다. 차량 지붕에 장착된 배터리는 전복 사고로 인해 손상될 수 있습니다. 차량이 전복되면 지붕에 장착된 배터리가 손상될 수 있습니다. 이러한 손상이 충분히 심각하다면 누출이 발생할 수 있고, 최악의 경우 내부 전기 단락으로 인한 화재가 발생할 수 있습니다. 트랙션 배터리 팩은 무게가 수백 킬로그램에 달하고, 차체 구조에 단단히 고정하지 않으면 충돌 시 다른 도로 이용자에게 위험을 초래할 수 있습니다.

불

전기 자동차가 ICE 차량보다 화재가 발생할 가능성이 더 높지 않다는 점을 강조하는 것이 중요합니다. 사실, 현재 가능한 데이터는 그 반대를 보여줍니다. 보고된 데이터*에 따르면 일반적으로 EV의 화재 발생 빈도는 ICE 차량보다 8~20배 낮은 것으로 나타났습니다. 그러나 통계 자료는 제한적입니다. 전기 차량에 화재가 발생할 경우 연소 시간은 길어지지만, 속도가 느리고, 최고 강도에 도달하는 시간도 내연 기관 자동차보다 길입니다. 디젤이나 가스 탱크가 파손되면 매우 강한 화재나 폭발이 발생할 수 있기 때문에, 손상된 배터리 셀은 전해질을 점차적으로 방출합니다.

서비스

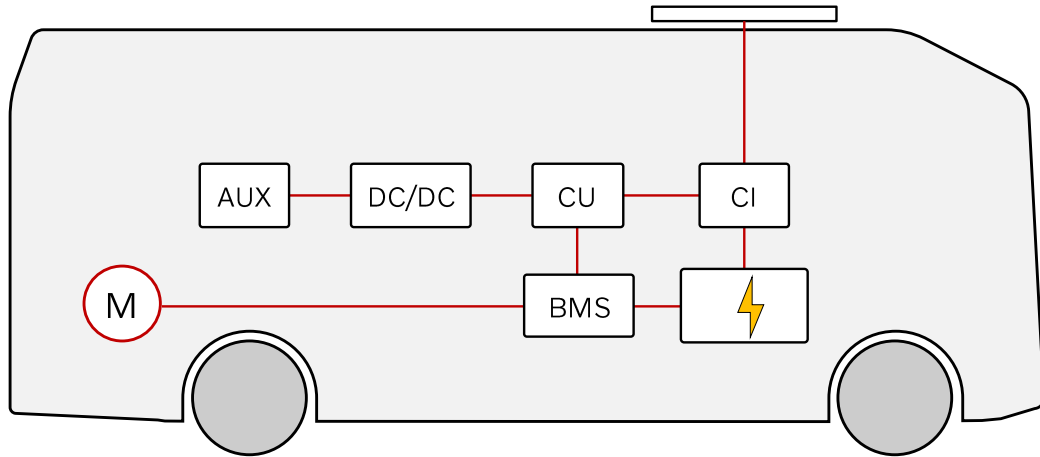
차고와 정비 사업소에서는 서비스 직원이 600V 부품에 접근할 수 있습니다. Volvo Buses는 여러 겹의 보호 장치를 갖추고 있지만, Volvo Buses에서는 감전 위험을 무시할 수 없습니다. 그렇기 때문에 인증된 기술자만이 고전압 부품에 대한 유지 보수를 수행할 수 있습니다.

* RISE의 보고서: 전기 트럭 - 화재 안전 측면 Jonna Hynynen, 2023.06.26.

자세한 내용은 Volvo Buses 딜러에게 문의하십시오.

ESS 모니터링 프로세스

배터리 상태와 성능은 전기 버스의 중요한 요소입니다. 배터리 관리 시스템은 충전 및 방전 전류를 조절하고, 배터리 설비의 냉각 및 가열을 제어하여 배터리에 최적의 조건을 보장합니다.



모니터링

중앙 유닛(CU)과 배터리 관리 시스템(BMS)은 셀, 패키지 및 시스템 수준에서 온도, 전류 및 압력에 대한 기능 모니터링을 지속적으로 수행합니다. 모니터링은 여러 개의 병렬 시스템에 의해 수행됩니다. 임계값을 초과하면 전원이 꺼집니다.

안전 범위

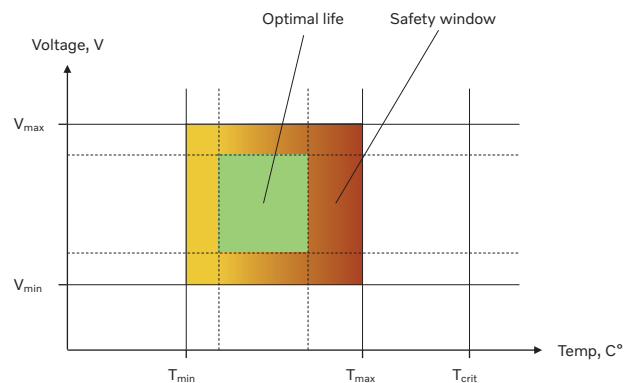
안전 범위는 배터리 셀의 기능적 환경을 시각화한 것입니다. 안전한 작동을 위한 온도와 전압 범위가 정의되어 있습니다. 이러한 값에서 벗어나면 성능과 수명에 영향을 미칩니다.

- 온도: 온도가 안전 한계보다 높게 유지되거나 자주 초과할 경우에는 셀 내부에 단락이 발생할 수 있으며, 이로 인해 가스 방출이나 열 폭주가 발생할 수 있습니다.
- 전압: 안전 범위를 벗어난 전압은 셀의 성능을 천천히 저하시키며 안전 문제를 일으킬 수 있습니다.

능동 제어

배터리 셀을 최적의 상태로 유지하고 안전 범위 내에서 잘 유지하기 위해 CU와 BMS는 다음을 지속적으로 수행합니다.

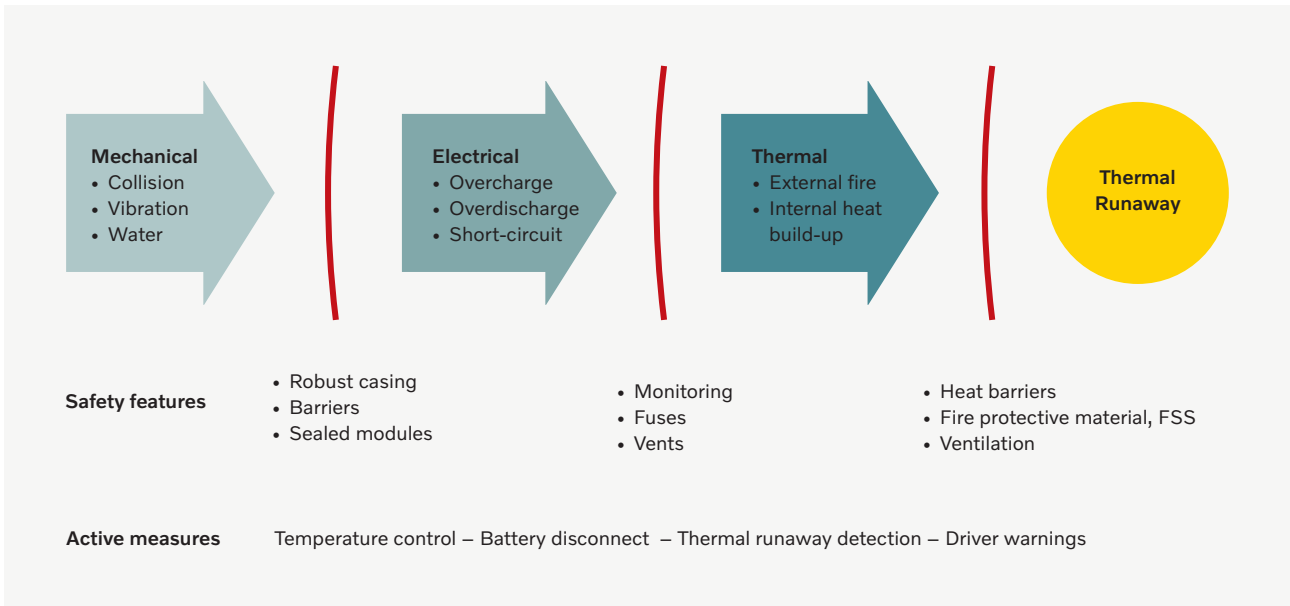
- 온도와 전압 모니터링
- 냉각 제어
- 전압/전류 제어
- 매개 변수가 안전 범위 밖에 있는 경우 경고와 제어 기능 활성화
- 위험 상황에서는 배터리 분리



자세한 내용은 Volvo Buses 딜러에게 문의하십시오.

연속된 보호 기능

에너지 저장장치는 항상 모든 종류의 오용으로부터 보호되어야 합니다. 배터리가 손상되면 여러 위험 시나리오가 발생하고 상황이 심각해질 수 있습니다. 볼보 전기 버스에 문제 진행을 막기 위한 여러 단계의 안전 기능이 탑재되어 있는 이유입니다.



위험한 사건의 연속

배터리 셀은 전기 안전의 핵심입니다. 기계적 손상은 전기 문제로 이어져 내부 열이 발생할 수 있고, 최악의 경우 열 폭주로 인해 화재가 발생할 수 있습니다.

기계적 장벽

배터리 셀은 충돌, 진동 및 물 침수로부터 기계적으로 보호됩니다. 주요 특징으로는 밀폐형 모듈 케이스, 배터리 팩의 견고한 강철 케이스, 새시 설계의 충돌 장벽 및 에너지 흡수 구조가 있습니다.

전기 장벽

배터리 셀의 압력이 증가하면, 자동으로 분리되어 에너지 저장 장치의 일부가 아니게 됩니다. 허용된 간격을 벗어난 전압이 감지되는 경우에도 이와 같은 일이 발생합니다. 고압에서는 안전 통풍구가 열립니다. 배터리 팩 전체는 퓨즈에 의해 회로에서 분리됩니다.

열 장벽

배터리 셀에는 작동이 안전한 온도와 전압 범위가 정의되어 있습니다. 작동 중, 전체 에너지 저장 시스템의 온도는 별도의 냉각/가열 액체 기반 시스템에 의해 제어됩니다. 온도가 상승하면 인접한 셀과 모듈은 내열 재료로 보호됩니다.

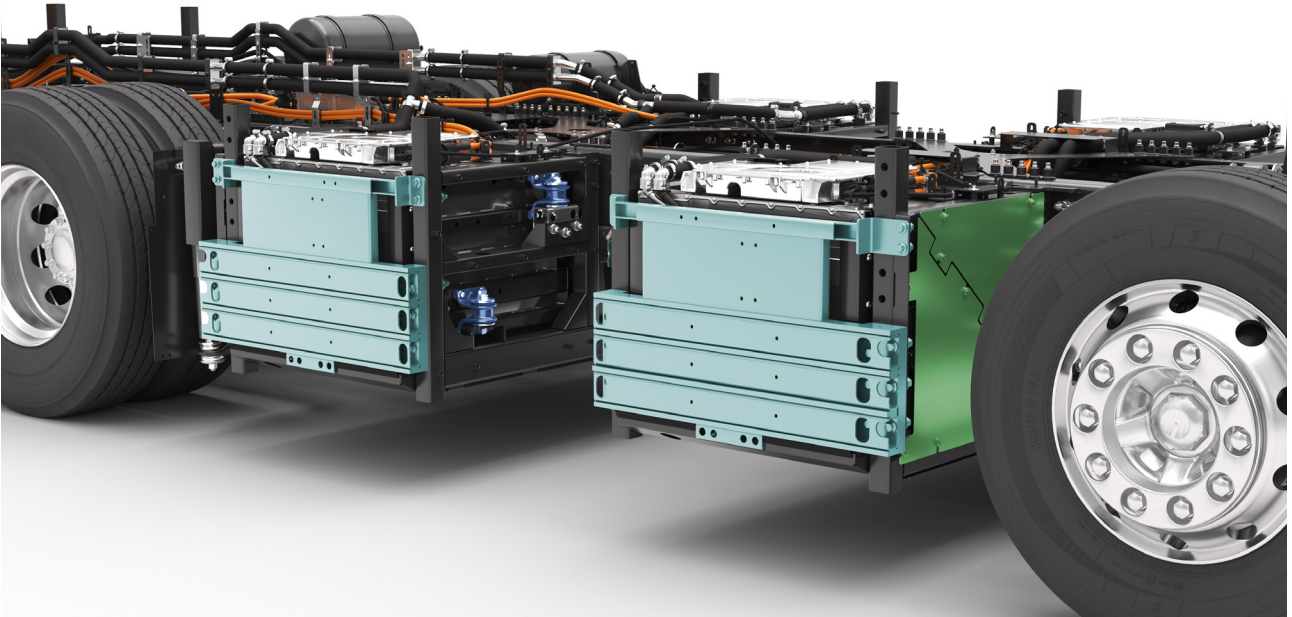
적극적인 조치

배터리의 온도 제어는 오작동 위험을 적극적으로 줄여줍니다. 또한 안전 시스템은 여러 매개 변수를 모니터링하고, 과도한 추가 조건을 제거하기 위해 배터리를 분리합니다. 또한, 시스템은 열 폭주의 징후를 적극적으로 감지하고 운전자에게 경고를 보냅니다.

자세한 내용은 Volvo Buses 딜러에게 문의하십시오.

기계적 보호

기계적 보호는 전체 차량 구조에 이어 첫 번째 안전 계층입니다. 충돌 시 충격으로부터 보호하는 것은 주요 설계 매개 변수이며, 전복 사고가 발생했을 때의 제어된 기계적 반응도 마찬가지입니다.



보호 구조 설계

전체 구동장치와 에너지 저장 장치는 충돌 발생 시 보호 기능을 극대화할 수 있도록 배치 및 패키징되었습니다. 전자 장치와 케이블은 차체의 주행 범으로 보호되어 충돌에 노출되지 않도록 합니다. 배터리에는 배터리 팩을 보호용 강철 보로 둘러싼 강철 케이스가 있습니다. 배터리를 둘러싼 구조물은 시속 60km로 주행하는 2톤 자동차의 에너지를 견딜 수 있는지 테스트를 거쳤습니다.

안전 장착

배터리는 견고성과 유연성의 균형을 꼼꼼히 계산하여 차체 프레임워크에 단단히 장착되었습니다. 다른 차량이 배터리 위치에서 버스에 충돌하는 상황에서, 기계적 구조는

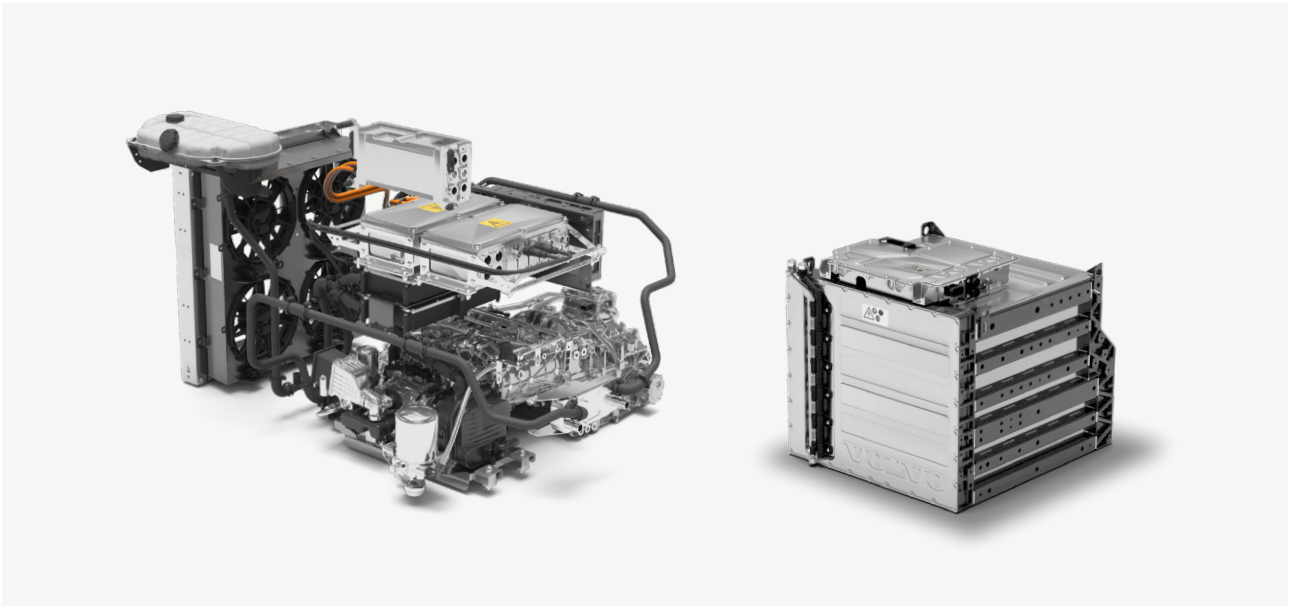
직접적인 손상을 방지할 만큼 견고할 뿐만 아니라 충돌 힘을 흡수할 수도 있습니다. 지붕 장착형 배터리의 경우, 장착은 가스 버스에 사용되는 고압 CNG 탱크에 적용되는 것과 동일한 기계적 안전 표준을 충족합니다.

견고한 배터리 팩 케이스

볼보 배터리의 경우 셀은 모듈 형태로 조립되어 기계적 보호, 진동 감쇠 및 단열 기능을 제공합니다. 각 모듈은 여러 개의 셀을 담고 있으며, 여러 개의 모듈이 조립되어 배터리 팩을 형성합니다. 모듈은 난방과 냉각이 최적을 성능을 내도록 구조에 장착됩니다. 배터리 팩의 견고한 강철 케이스는 기계적 보호의 필수적인 부분입니다.

열 및 전기 보호

전기 버스는 상당한 양의 에너지를 운반하며 이 에너지는 고전압 구동 시스템을 통해 전달됩니다. 에너지 방출이 잘못되면 발생하는 주된 결과는 열입니다. 전기적 보호 기능과 열적 보호 기능이 긴밀하게 상호 작용하는 이유가 바로 이것입니다.



전기 보호

배터리와 모든 전기 부품은 배터리 관리 시스템과 중앙 장치에 의해 지속적으로 모니터링됩니다. 이상이 감지되면 배터리 셀, 팩 및 전체 주행 시스템의 연결이 끊어질 수 있습니다. 고전압 케이블은 HVIL(위험 전압 연동 루프) 회로에 의해 모니터링됩니다. 회로가 끊어지면 배터리는 원천에서 차단됩니다. 또한, 절연 저항을 모니터링하여 값이 너무 낮으면 전원이 차단됩니다.

과도한 충전은 위험 요소이므로 불보 전기 버스는 충전 장비와 통신합니다. 또한, 충전 과정 중에 모든 관련 차량 매개변수가 추적됩니다. 운전자를 위해 비상 차단 스위치가 있습니다.

열 제어

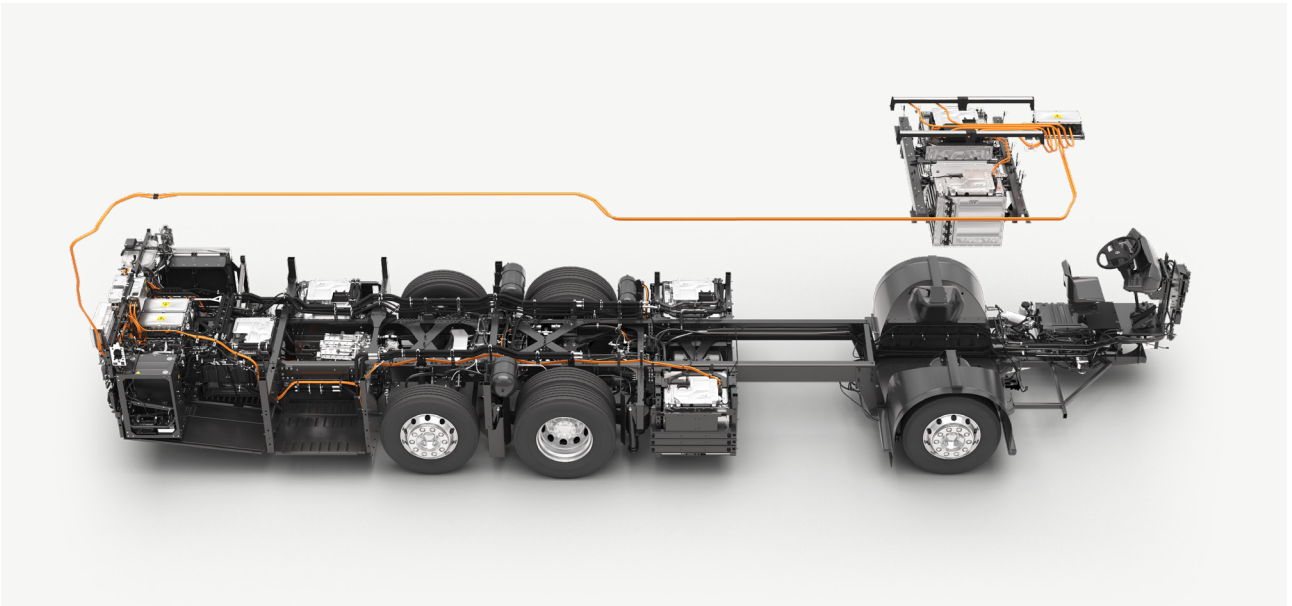
배터리를 포함한 에너지 저장 시스템과 전체 구동 장치는 모니터링되고 온도가 제어됩니다. 배터리의 경우, 모든 매개변수가 안전 범위 내에 있는 것이 중요합니다. 이는 안전상의 이유와 장기적인 배터리 상태를 위해서입니다. 열 제어는 별도의 액체 기반 냉각 및 가열 시스템을 통해 제공됩니다. 이 시스템은 최고의 신뢰성과 원활한 작동을 위해 HVAC 설비와 독립적입니다.

배터리 내부에는 잘못 작동하는 배터리 셀로부터 열이 전달되는 것을 막기 위한 열 방호벽 층이 있습니다. 열이 쌓여 내부 압력이 높아지면 셀이 환기되고 전기적으로 분리됩니다. 만약 어느 곳에서든 허용 온도를 초과하면 자동으로 조치가 취해지고, 궁극적으로 전원이 꺼지고 운전자에게 경고가 전달됩니다. 한 배터리 셀의 열 폭주(TR)는 전체 팩의 차단으로 이어지고, 한 배터리 셀의 열 폭주로 인한 열은 다른 배터리 셀에서 TR을 일으키는데 충분하지 않습니다.

자세한 내용은 Volvo Buses 딜러에게 문의하십시오.

창고 및 작업장의 안전

전기 버스의 유지관리 및 수리는 기존 버스의 유지관리와 수리와 많은 공통점이 있습니다. 차이점은 구동계, 배터리, 내부 에너지 관리입니다. 고전압 시스템을 사용하려면 특별한 교육과 자격증이 필요합니다.



엄격한 절차

전기 구동 시스템의 몇 가지 부품은 수리할 수 없으므로, 교체하고 Volvo로 반환해야 합니다. 모든 종류의 구동 시스템 작업은 전원 비활성화 절차를 거쳐야 하며, 작업이 완료된 후 전원 활성화 절차를 거쳐 차량을 다시 작동 상태로 되돌립니다.

엄격한 절차 덕분에 구성 요소나 케이블이 분리되고 전류가 흐르는 부분이 노출될 때 서비스 기술자가 위험한 전압에 노출되지 않습니다.

권한 부여 및 위임된 책임

허가받은 사람인 "작업 활동을 담당하는 기술자"만이 전원 비활성화 및 전원 활성화를 수행할 수 있습니다. 이 사람은 또한 작업을 수행하려면 관리자로부터 위임받은 책임이 있어야 합니다. 적절한 전원 비활성화 없이 구동 전압 시스템에서 작업을 수행하면 심각한 부상이나 사망을 초래할 수 있습니다.

안전 기준 문서

구동 전압 시스템과 구동 전압 부품의 취급 및 서비스와 관련된 작업 역할에 대한 정보는 Volvo STD 871-0003 및 871-0004를 참조하십시오. 구체적인 안전 지침에 대해서는 해당 IMPACT 문서를 읽고 따르세요.

자세한 내용은 Volvo Buses 딜러에게 문의하십시오.

V O L V O