

차량 전기화를 위한 배터리 관리 시 기능적 안전성 고려 사항



David Tatman

시스템 엔지니어
배터리 관리 시스템
텍사스 인스트루먼트

TI POWER

전기 차량의 리튬 이온 배터리는 제한된 범위의 온도와 작동 전압 내에서 작동해야 최상의 성능으로 안전하게 작동합니다.

한 눈에 보기

이 백서는 전기 차량의 기능적 안전성 표준 충족을 위한 배터리 모니터링 고려 사항을 진단합니다.

1 배터리 관리 시스템 전기 자동차(EV) 요구 사항

시장 상황의 변화에 따라 안전 요구 사항에 대한 표준이 높아지고 있습니다.

2 배터리 셀 전압 및 온도 모니터링

높은 정확도의 배터리 모니터링은 가장 엄격한 기능적 안전성 표준 충족에 도움이 됩니다.

3 이중화 설계

이중화 통신 프로토콜은 결함 허용을 제공하고 배터리 팩의 상태와 안전을 보장합니다.

배터리 관리 시스템 전기 자동차(EV) 요구 사항

전 세계적으로 교통수단의 혁신이 진행되고 있습니다.

지난 20년 간의 리튬 이온 배터리 기술의 발전으로 자동차, 오토바이, 트럭 그리고 버스를 움직이는 배터리 팩에 전기를 저장하는 미래를 상상할 수 있게 되었습니다.

동시에 에너지 경제 관점에서 탈탄소는 전 세계 많은 분야에서 우선 순위 사항이 되었습니다.

차량 수준이 아닌 전력망 발전 수준에서 차량의 에너지원 배출을 낮추는 것은 훨씬 쉽습니다. 탈탄소라는 목표 달성을 위해서는 많은 운송 시스템 부문의 전기화가 필수적입니다.

전기 자동차의 보급이 확산됨에 따라 개발 및 생산 비용은 낮아지면서 전기 자동차 가격도 하락하고 있으며, 내연 기관(ICE) 자동차와 가격이 비슷해지고 있습니다.

전기차 배터리 시스템의 안전성을 다양한 측면에서 고려되어야 합니다.

고전압 노출 및 감전의 위험으로부터 생산 작업자, 소유자, 정비사 및 차량 재활용업자의 안전을 지키기 위한 중요한 전기적 안전 고려사항이 있습니다.

또한, 펑크와 충격 손상으로부터 배터리 셀을 보호하고, 셀로부터 액체 및 가스의 누출을 방지하기 위한 기계적 안전 고려사항이 있습니다.

리튬 이온 배터리가 내연 기관 자동차의 온도보다 더욱 제한적인 온도 범위 내에서도 안전하고 가장 효율적으로 작동하므로 배터리 팩 설계에 관한 열 관리 관련 안전 열 관리 안전 고려사항이 있습니다.

차량을 운전 중 또는 충전 중인 동안 안전 작동 범위를 유지하는 전기 시스템용 기능적 안전성 고려사항이 있습니다.

배터리 셀 전압 및 온도 모니터링

리튬 이온 배터리(그림 1에 표시되어 있음)는 제한된 범위의 온도 및 작동 전압 내에서 작동해야 최상의 성능을 발휘하며 안전하게 작동합니다. 이 범위는 각 리튬 이온 배터리 화학 물질 유형마다 상이합니다.

이 범위를 벗어나면 원치 않는 부반응이 배터리 내에서 발생하여 과도한 자체 발열, 그리고 장기적으로 내부 전기 단락이 발생할 수 있습니다. 과도한 자체 발열과 내부 단락으로 연속적인 열 폭주가 시작되어 결국에는 안전 위험으로 이어질 수 있습니다.

배터리 팩을 안전 작동 범위 내로 유지하기 위해 배터리 모니터링 주문형 반도체(ASIC)에서 전압, 온도 및 전류 흐름 관련 정보를 측정하여 배터리 제어 장치로 전송합니다.

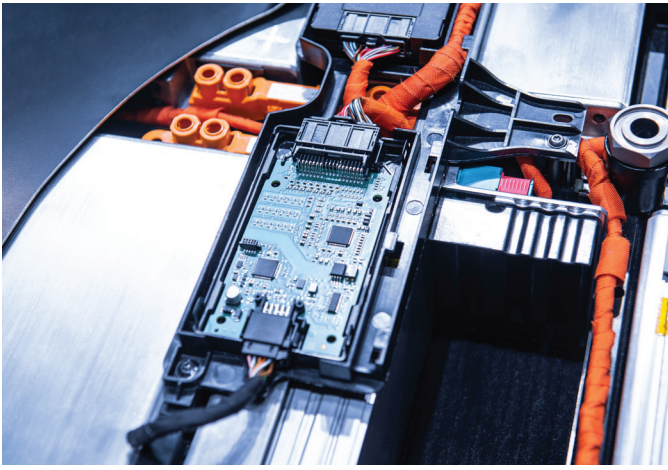


그림 1. 전기 자동차(EV)의 배터리 팩.

전기 자동차에는 16개, 96개 또는 128개 이상의 배터리 셀이 탑재되어 있을 수 있습니다.

상업용 차량의 경우 전체 셀의 수가 이보다 2배 가량 더 많을 수 있습니다.

이와 같은 대형 시스템에는 배터리와 모니터링 ASIC 사이, 또는 ASIC 간 통신 연결에서 고장이 발생할 수 있는 여러 인쇄 회로 보드(PCB) 연결이 있습니다.

센서 입력이 개방되거나 통신이 손실될 수 있으며, 필요한 측정과 통신이 없으면 배터리 제어 시스템은 작동이 될 수 없고 팩에 있는 배터리 상태를 관리할 수 없습니다.

통신 고장 또는 배터리 셀-센서 연결 고장과 같은 오작동을 감지 및 처리하여 위험한 상황을 피하는 것이 기능적 안전성의 일부입니다.

기능적 안전성은 전기 시스템의 오작동으로 인해 발생하는 잠재적 위험 상황을 방지 및 완화하는 것과 관련이 있는 포괄적 안전성의 일부입니다.

자동차 산업의 국제 표준화 기구(ISO)의 26262 도로 차량 안전 표준에서는 승용차, 트럭, 버스와 오토바이의 안전 관련 시스템 개발 관련 기술 및 기능 안전 모범 사례의 현재 상태를 정의하고 있습니다.

일부 자동차 시스템에서는 기능적 손실이 위험으로 이어지지 않습니다.

시스템 내 오작동 발생 시 시스템의 안전 상태는 전기 스위치를 내리고 운전자는 대시보드 등 또는 다른 표시등을 통해 알림을 받게 됩니다.

하지만 일부 시스템에서 오작동 또는 기능적 손실이 잠재적인 위험 상황으로 이어질 수 있습니다.

단순히 스위치가 꺼질 수 없는 시스템의 경우 안전 목표에 "안전 관련 가용성" 조건이 포함될 수 있습니다. 이러한 경우 위험 상황을 피하기 위해 일정 기간 동안 시스템의 일부 유형의 고장에 대한 허용이 필요할 수 있습니다.

여기서 안전 관련 가용성은 정의된 고장 상태가 있음에도 지정된 시간 동안 안전 기능을 제공할 수 있는 시스템의 능력을 뜻합니다.

다시 말해, 안전 시스템에서 일정 시간 동안 고장을 허용할 수 있어야 합니다.

이 결함 허용을 통해 시스템은 허용 가능한 안전 수준상태에서 더 오래 작동할 수 있습니다.

ISO 26262 섹션 12, 파트 10에서는 안전 관련 가용성 요구 사항에 관한 지침을 시스템 개발자에게 제공하고 있습니다.

배터리 모니터링 서브 시스템으로 돌아와 배터리 셀 전압 및 온도 감지 위치는 배터리 모니터링 ASIC와 연결됩니다.

제어 프로세서에서 주기적으로 측정 정보를 읽어 배터리의 현재 상태를 계산하고 안전한 범위 내에서 작동이 가능하도록 합니다. 고압 배터리 팩의 경우 모니터링 ASIC가 중첩 구성으로 배열되며, 각 ASIC가 여러 셀을 동시에 측정합니다. 명령 및 데이터는 **그림 2**와 같이 절연된 통신 인터페이스를 사용한 ASIC로 스트림됩니다.

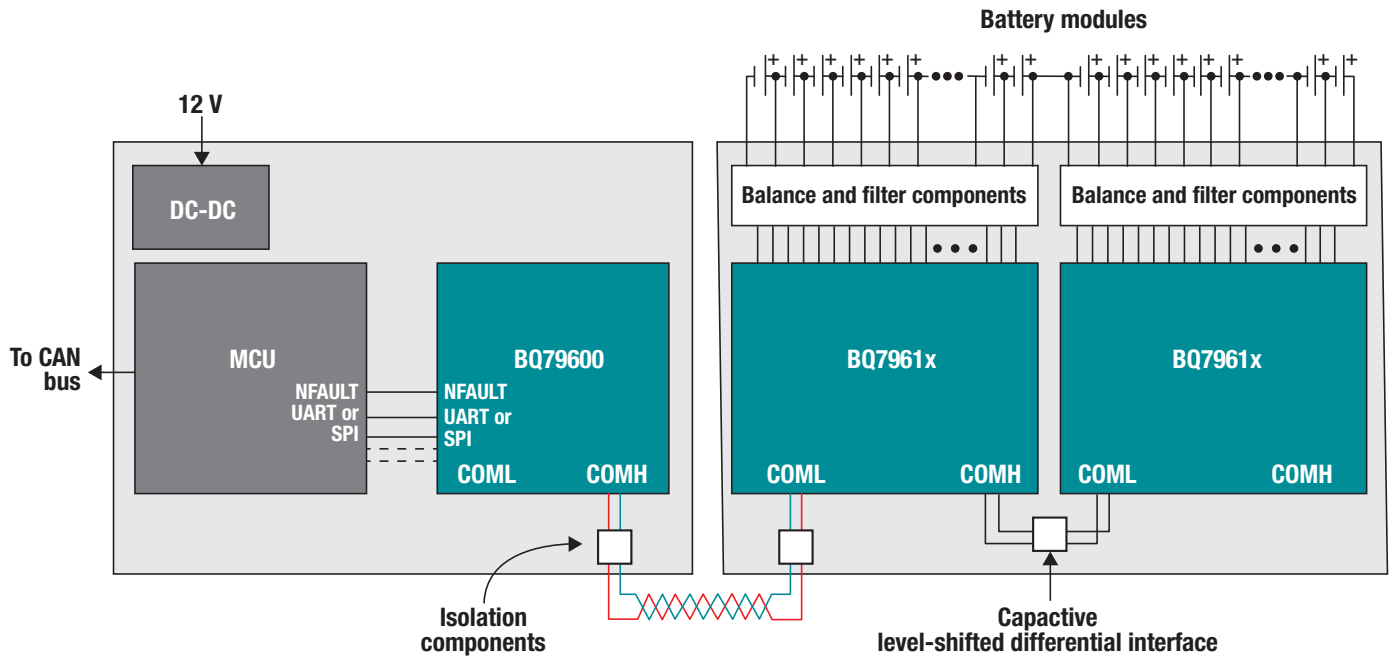


그림 2. 배터리 모니터링과 통신 구성.

이중화 설계

운전 도중 배터리 셀 입력 핀과 PCB 사이에서 개방 회로가 발생하는 경우 배터리 모니터링 시스템의 기능 손실이 발생하고 잠재적 위험으로 이어질 수 있습니다. TI의 [BQ79606A-Q1](#) 및 [BQ79616-Q1](#) 배터리 모니터링 ASIC 제품군에는 고장 유형에 대한 결함 허용을 제공할 수 있는 이중화 배터리 전압 측정

경로는 물론 링 통신 기능이 있어 시스템이 계속해서 배터리 팩의 상태와 안전을 모니터링할 수 있습니다.

그림 3은 양방향 링 구성을 사용한 BQ79616-Q1 연결을 보여줍니다. 이 구성에서 두 배터리 모니터링 ASIC 사이의 고장, 개방 또는 단락이 발생한 경우 제어 프로세서가 모든 배터리 모니터링 ASIC와의 통신을 지속하여 메시징 방향을 전환합니다.

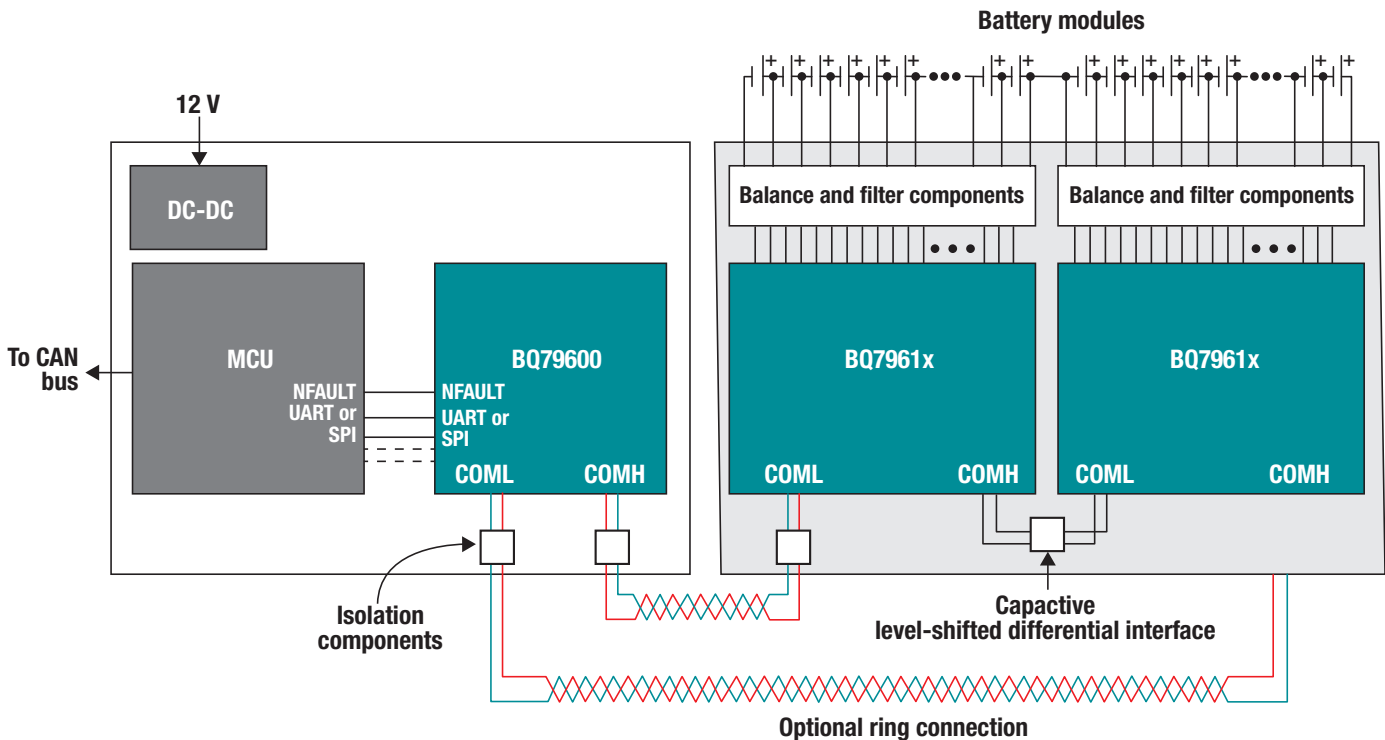


그림 3. BQ79616과의 양방향 링 구성.

정상 통신 고장이 발생했을 때도 시스템에서 링 통신 기능의 결함 허용을 사용하여 가용성을 유지할 수 있으며, 배터리 모듈에서의 전압 및 온도 정보 손실이 발생하지 않습니다.

TI의 BQ79606-Q1 및 BQ79616-Q1의 또 다른 기능은 배터리 셀에 연결된 셀 밸런스 입력 핀을 사용하는 이중화 아날로그-디지털 컨버터(ADC) 측정 경로입니다. **그림 4**는 배터리 셀과 VC 및 CB 입력 핀 연결을 보여줍니다. 일반적으로 CB 핀이 순서대로 셀의 DC 전류 부하를 활성화하여 셀 간 전압의 균형을 맞춥니다. 정상 측정 작업 동안 메인 VC ADC 경로와 이중화 CB ADC 경로 모두 배터리 셀에 연결되어 배터리 셀 전압을 측정할 수 있습니다. 이를 통해 PCB 또는 개방 RVC 저항에 대한 개방 VC 핀 연결과 같은 고장이 발생한 경우 CB ADC 경로가 계속해서 배터리 셀 전압을 측정합니다. 정상 전압 측정 고장이 발생하는 동안 시스템에서 이중화 ADC 경로 기능의 결함 허용을 사용하여 가용성을 유지할 수 있으며, 배터리 모듈에서의 전압 정보 손실이 발생하지 않습니다.

전기 자동차(EV) 배터리 셀 전압 및 온도 감지 도중 통신 및 연결 고장을 감지하는 다양한 진단 안전 메커니즘과 함께 이러한 링 통신 및 이중화 경로 기능은 최대 자동차 안전 무결성 수준(ASIL) D의 체계적 기능적 안전성을 충족시키는 TI BQ79606-Q1 및 BQ79616-Q1 장치 제품군에 모두 포함되어 있습니다.

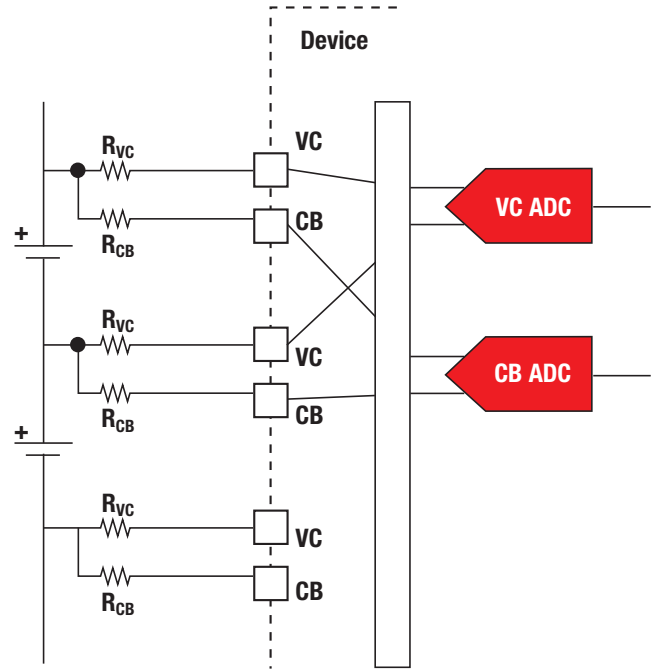


그림 4. 배터리 셀과 VC 및 CB 입력 연결.

요약

동물이 끄는 수레에서 20세기 초 모터로의 전환이 시작된 것과 마찬가지로, 오늘날 사회에 다양한 혜택을 제공하기 위해 다양한 차량 솔루션이 개발되고 있습니다.

전기 운송 시스템의 경우 안전 요구사항 필수입니다.

추가 리소스:

- [TI의 기능 안전 기술 페이지](#)
- [BQ79606A-Q1 데이터 체인 통신 타이밍](#)
- [BQ7961x-Q1 데이터시트](#)

중요 공지 사항: 본문에서 언급된 TI와 자회사의 제품과 서비스는 TI의 규정과 판매 조건에 근거하여 판매됩니다. 고객들은 주문 전 TI의 제품과 서비스에 대해 최신 정보를 수집하기를 권장합니다. TI는 어플리케이션 지원, 고객의 응용 프로그램이나 제품 디자인, 소프트웨어 성능 또는 특허 침해에 대한 법적 책임이 없습니다. 타 회사의 제품 또는 서비스에 관한 정보의 공개는 TI의 승인 또는 보증을 의미하지 않습니다.

모든 상표는 각 소유권자의 자산입니다.

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATASHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, or other requirements. These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to TI's Terms of Sale (www.ti.com/legal/termsofsale.html) or other applicable terms available either on ti.com or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2020, Texas Instruments Incorporated