

Technical Article

스쿼브 및 접촉기 드라이버가 HEV/EV 배터리 분리 시스템의 안전과 효율성을 개선하는 방법



Jennifer Jordan



하이브리드 전기 자동차(HEV) 및 전기 자동차(EV)를 위한 배터리 관리 시스템(BMS)의 전력 분배는 차량의 핵심 기능에 전력을 제공하는 동시에 고전압 또는 고전류 이벤트를 안전하게 분리하는 메커니즘을 제공합니다. 전력 분배 시스템의 두 가지 핵심 구성 요소, 고전압 릴레이 및 분리 퓨즈는 더 높은 전압, 전류, 효율성 및 안정성을 지원해야 하는 늘어나는 요구 사항과 함께 설계 과제가 점점 더 커지고 있습니다. **그림 1**은(는) 고전압 릴레이 및 분리 퓨즈의 개요를 보여줍니다.

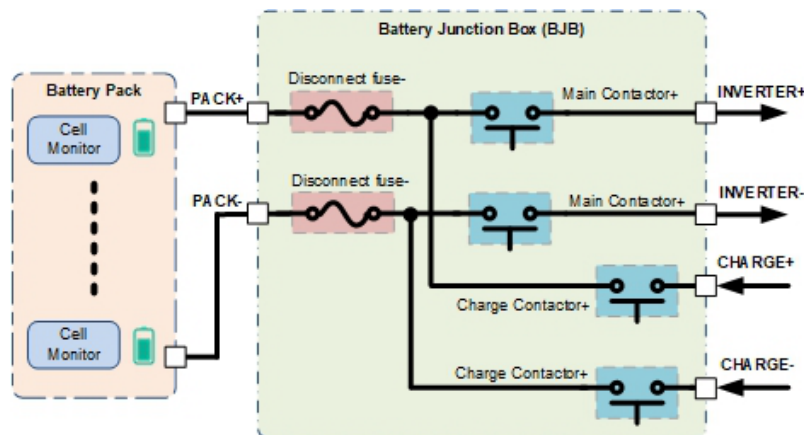


그림 1. 배전에서의 배터리 분리 퓨즈 및 고전압 릴레이

리셋할 수 없는 배터리 차단 퓨즈는 비상 상황에서 활성화되어 배터리와 차량 나머지 부분 사이의 연결을 끊습니다. 접촉기라고도 하는 고전압 릴레이는 정상 작동 중 HEV 또는 EV 전반에 걸쳐 전원 공급 라인을 연결하고 분리합니다. 이 문서에서는 BMS를 더 스마트하고, 더 안전하고, 더 효율적으로 만드는 데 도움이 되는 접촉기 및 퓨즈 드라이버를 분리하는 새로운 기술에 대해 설명합니다.

빠르고 안정적인 배터리 분리 시스템 구현

충돌이 발생하는 경우 추가적인 복잡성이나 손상을 방지하기 위해 다운스트림 시스템에서 전력을 차단해야 합니다. 오늘날 두 가지 일반적인 솔루션은 용융 퓨즈와 파이로 퓨즈입니다. 용융 퓨즈는 과전류 이벤트의 열 상태를 기반으로 트리거되며 이러한 퓨즈는 공장에서 미리 설정됩니다. 파이로 퓨즈는 연결을 끊기 위해 신호를 보내는 전자 드라이버가 필요하며 주로 개별 회로 또는 기존 에어백 스쿼브 드라이버에 의해 구동됩니다. HEV 및 EV 시스템이 더 높은 전력 쪽으로 전환됨에 따라 파이로 퓨즈는 더 높은 안정성과 더 빠른 배포를 제공합니다. 하지만 빠른 반응 시간을 달성하기 위해 이러한 퓨즈를 구동하는 일반적인 솔루션은 빠르게 복잡해집니다. 국제 표준화 기구(ISO) 요구 사항인 ISO26262를 충족해야 하기 때문에 이러한 설계는 점점 더 복잡해지고 있습니다.

응답 시간을 단축할 수 있도록 [DRV3901-Q1](#) 파이로 퓨즈 드라이버는 SPI(직렬 주변 기기 인터페이스)를 우회할 수 있는 직접 2핀 하드웨어 인터페이스를 구현합니다. DRV3901-Q1 드라이버는 전압, 전류 및 저항(UIR) 센서와 페어링되어 훨씬 더 빠른 배포가 가능합니다. [BQ79731-Q1](#) 장치와 같은 UIR 센서는 하드웨어 핀을 통해 DRV3901-Q1 드라이버와 직접 통신할 수 있어 MCU가 필요하지 않습니다.

파이로 퓨즈의 가장 중요한 기능 중 하나는 충돌 또는 기타 심각한 고장이 발생한 경우 시스템의 나머지 부분에서 배터리를 분리하는 것입니다. 시스템 설계자는 파이로 퓨즈 기능을 안정적으로 활성화할 수 있는지 확인해야 합니다. DRV3901-Q1의 내장 진단 기능이 드라이버 상태, 파이로 퓨즈 상태 및 백업 전력 가용성을 모니터링합니다. 백업 전원 공급 장치의 가용성을 모니터링하기 위해 탭크 커패시터가 측정됩니다. 이 커패시터는 배터리의 주 전원을 더 이상 사용할 수 없는 경우 파이로 퓨즈 시스템의 백업 전원 역할을 합니다. 이 커패시터의 방전 전압을 주기적으로 확인함으로써 DRV3901-Q1 드라이버와 MCU가 이 백업 전원 공급 장치의 고장을 미리 감지하여 차량에 경고할 수 있습니다.

퓨즈가 필요할 때 작동하는 것도 중요하지만, 퓨즈가 오작동하지 않는 것도 그에 못지않게 중요합니다. DRV3901-Q1 드라이버에는 의도하지 않은 파이로 퓨즈 작동을 방지하는 안전 진단 기능이 통합되어 있습니다. 이는 별도의 고압측 및 저압측 드라이버, 직접 하드웨어 오작동을 위한 중복 핀, 직렬 주변 기기 인터페이스의 CRC(순환 중복 검사) 보호를 비롯한 다양한 기능을 통해 구현됩니다.

차량 전체의 전력 분배 개선

HEV 또는 EV의 전원 공급 라인에서 가장 일반적인 연결은 고전압 배터리 시스템을 트래션 인버터에 연결하는 기본 접촉기입니다. 충전 스테이션에서 배터리로의 연결인 AC/DC 충전 접촉기 및 실내등 또는 히터와 같은 다른 전기 부하를 연결하는 보조 접촉기와 같은 다른 전원 레일이 있을 수 있습니다.

접촉기는 고전압에서 고전류를 공급할 수 있는 기계식 릴레이 스위치를 제어하는 저전압 솔레노이드입니다. HEV 및 EV 차량의 접촉기는 더 높은 전력 시스템을 처리하기 위해 진화하고 있습니다. 접촉기의 저전압 솔레노이드 요소는 종종 이코노마이저라고 하는 제어 회로에 의해 구동됩니다. 효율, 안정성 및 안전에 대한 요구 사항을 충족하고 고전력 조건에서 전력 효율을 개선하는 데 도움이 되는 이코노마이저 회로의 중요성과 복잡성이 점차 높아지고 있습니다. 이 회로는 접촉기를 닫는 데 필요한 전류 소비량을 줄이는 데 도움이 됩니다. 이 이코노마이저는 접촉기에 직접 통합되거나 외부에 추가될 수 있습니다. 외부 이코노마이저가 필요한 접촉기는 시스템 수준의 안전 목표를 달성하려고 할 때 빠르게 복잡해질 수 있습니다.

TELEDYNE LECTROPHYSICS

20 V

10 V

0 V

-10 V

-20 V

-30 V

-40 V

-50 V

-60 V

nFault

Enable

Output Voltage

Current Monitor

Load Current

Peak 2.5A

Hold >1A

40 ms

20 ms

0 ms

20 ms

40 ms

60 ms

80 ms

100 ms

120 ms

140 ms

160 ms

10 V/div

10.0 V/div

0 mV offset

2.00 V/div

10.0 V/div

20.000 V/div

14.950 A

12 Bits

100

12 Bits

25.0 mSec

2.5 MS

12.5 MS

Trigger

Edge

Neg

접촉기를 빠르게 분리할 수 있는 기능이 있어 접촉 용접을 방지하고 문제가 발생할 경우 나머지 차량 시스템에 대한 1차 방어선을 제공합니다. 빠른 방전 기능을 사용하여 피크 앤 홀드 전류 제어를 구현하기 위한 일반적인 솔루션은 회로를 복잡하게 만듭니다. DRV3946-Q1 드라이버는 이 두 기능을 단일 칩에 결합하여 시스템 복잡성을 줄이고 효율성 및 안전성을 향상합니다.

접촉기의 효율성과 안정성을 향상하면 주행 가능 거리를 늘리고 HEV 및 EV의 일상적인 작동에서 안전성을 향상시키는 데 도움이 됩니다. 파이로 퓨즈 드라이버를 단일 칩 솔루션에 통합하면 배터리 연결을 끊을 경우에 대한 더 스마트하고 빠른 의사 결정이 가능합니다. DRV3901-Q1 파이로 퓨즈 드라이버와 DRV3946-Q1 접촉기 드라이버는 시스템 설계자가 더 스마트하고 안전한 차량을 엔지니어링할 수 있는 옵션을 제공합니다.

모든 상표는 각 소유권자의 자산입니다.

중요 알림 및 고지 사항

TI는 기술 및 신뢰성 데이터(데이터시트 포함), 디자인 리소스(레퍼런스 디자인 포함), 애플리케이션 또는 기타 디자인 조언, 웹 도구, 안전 정보 및 기타 리소스를 "있는 그대로" 제공하며 상업성, 특정 목적 적합성 또는 제3자 지적 재산권 비침해에 대한 묵시적 보증을 포함하여(그러나 이에 국한되지 않음) 모든 명시적 또는 묵시적으로 모든 보증을 부인합니다.

이러한 리소스는 TI 제품을 사용하는 숙련된 개발자에게 적합합니다. (1) 애플리케이션에 대해 적절한 TI 제품을 선택하고, (2) 애플리케이션을 설계, 검증, 테스트하고, (3) 애플리케이션이 해당 표준 및 기타 안전, 보안, 규정 또는 기타 요구 사항을 충족하도록 보장하는 것은 전적으로 귀하의 책임입니다.

이러한 리소스는 예고 없이 변경될 수 있습니다. TI는 리소스에 설명된 TI 제품을 사용하는 애플리케이션의 개발에만 이러한 리소스를 사용할 수 있는 권한을 부여합니다. 이러한 리소스의 기타 복제 및 표시는 금지됩니다. 다른 모든 TI 지적 재산권 또는 타사 지적 재산권에 대한 라이선스가 부여되지 않습니다. TI는 이러한 리소스의 사용으로 인해 발생하는 모든 청구, 손해, 비용, 손실 및 책임에 대해 책임을 지지 않으며 귀하는 TI와 그 대리인을 완전히 면책해야 합니다.

TI의 제품은 [ti.com](https://www.ti.com)에서 확인하거나 이러한 TI 제품과 함께 제공되는 [TI의 판매 약관](#) 또는 기타 해당 약관의 적용을 받습니다. TI가 이러한 리소스를 제공한다고 해서 TI 제품에 대한 TI의 해당 보증 또는 보증 부인 정보가 확장 또는 기타의 방법으로 변경되지 않습니다.

TI는 사용자가 제안했을 수 있는 추가 또는 기타 조건을 반대하거나 거부합니다.

주소: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), 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, regulatory 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](#) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.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.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may have proposed.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated