

Technical Article

페달에 전원 공급 전기 자전거 및 전기 스쿠터를 위한 더 오래 지속되는 13S, 48V 리튬 이온 배터리 팩 구현



Ryan Tan 및 Terry Sculley

전기 자전거와 전기 스쿠터 인기의 상승은 오래 지속되는 전기 자전거/전기 스쿠터 배터리 팩에 대한 증가의 필요성을 요구합니다. 작동 시간이 길수록 더 멀리 이동할 수 있고 충전 빈도가 줄어듭니다.

더 오래 지속되는 리튬 이온(Li-ion) 배터리를 얻으려면 총 배터리 용량을 늘리거나 에너지 활용 효율성을 개선하는 두 가지 방법 중 하나를 선택할 수 있습니다. 총 배터리 용량을 늘리려면 더 좋은 배터리 셀을 더 많이 추가해야 하므로 팩의 전체 비용이 크게 증가할 수 있습니다. 한편, 에너지 활용 효율성을 개선한다면 설계자는 용량을 늘리지 않고도 더 많은 에너지를 사용할 수 있습니다. 또한 에너지 활용 효율성을 개선하는 두 가지 방법은 충전 상태의 정확도를 높이거나 전류 소비량을 줄이는 것입니다.

더 오래 지속되는 13S 배터리 팩으로 더 오래 사용



TI의 백서 "[산업용 배터리 팩을 통해 대체 운송 수단에 전력 공급하기](#)"에 대해 자세히 알아보십시오.

더 오래 사용하려면 배터리 팩에서 최대한 많은 에너지를 끌어와야 하지만, 과방전이 발생하면 배터리가 영구적으로 손상됩니다. 배터리 과방전을 방지하려면 배터리 용량 또는 충전 상태 정보를 정확하게 알아야 합니다. 충전 상태를 정확하게 측정하는 방법은 세 가지가 있습니다.

- 셀 전압 측정.
- 쿨롬 카운팅.
- TI Impedance Track™ 기술.

셀 전압 측정이 가장 쉽지만 정확도가 낮은 과부하 조건도 있습니다. 쿨롬 카운팅은 시간에 따른 전류를 측정하고 통합합니다. 그러나 더 나은 충전 상태의 정확도를 달성하려면 정기적인 완전-빈 학습 사이클이 필요하며 충전 상태의 정확도는 자체 방전 및 대기 전류의 영향을 받습니다. 저온과 노후 배터리는 충전 상태의 정확도도 낮춥니다. Impedance Track 기술은 셀 임피던스를 학습함으로써 방전률, 온도, 수명 및 기타 요인의 영향을 직접 측정합니다. 따라서 임피던스 추적 방법을 사용하면 노후 배터리와 저온에서도 더 나은 충전 상태 측정 정확도를 제공합니다.

TI의 정확한 게이징 및 50 μ A 대기 전류, 13S, 48V 리튬 이온 배터리 팩 레퍼런스 설계는 리튬 이온, 납산, 니켈 하이드라이드 및 니켈 카드뮴 배터리를 위한 Impedance Track 연료 게이징인 BQ34Z100-R2를 사용하며 배터리 시리즈 셀 구성과 독립적으로 작동합니다. 이 설계는 시스템 전력 소비를 줄이기 위해 자동으로 제어되는 외부 전압 변환 회로를 지원하며, 과방전으로 인한 잠재적 손상 없이 각 충전에서 더 긴 작동 시간을 제공합니다. 전체 시스템은 낮은 전류 소비로 인해 측정 결과에는 상당히 제한된 영향을 미칩니다. 결과적으로 저는 BQStudio를 사용하여 실온에서 일정한 방전 전류를 사용하여 BQ34Z100-R2에서 직접 데이터를 읽었습니다. [그림 1](#)에서는 방전 충전 상태 테스트 결과를 보여줍니다.

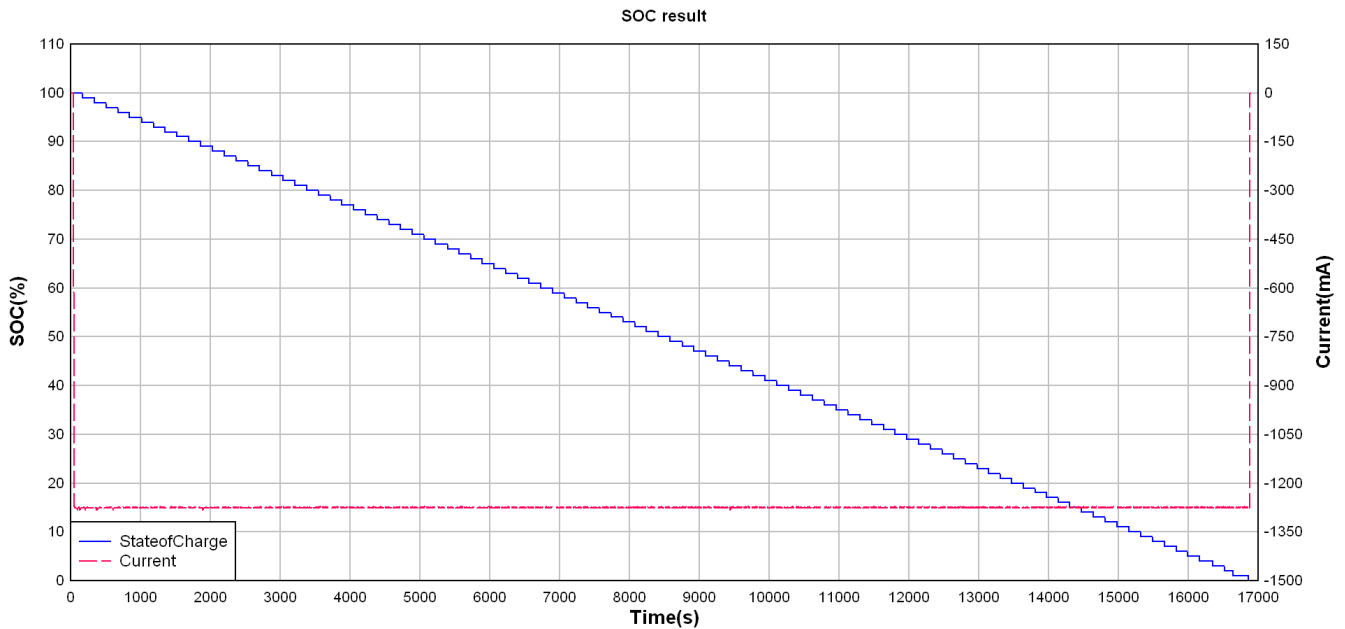


그림 1. 방전 전류가 일정할 때 방전 충전 상태 테스트 결과

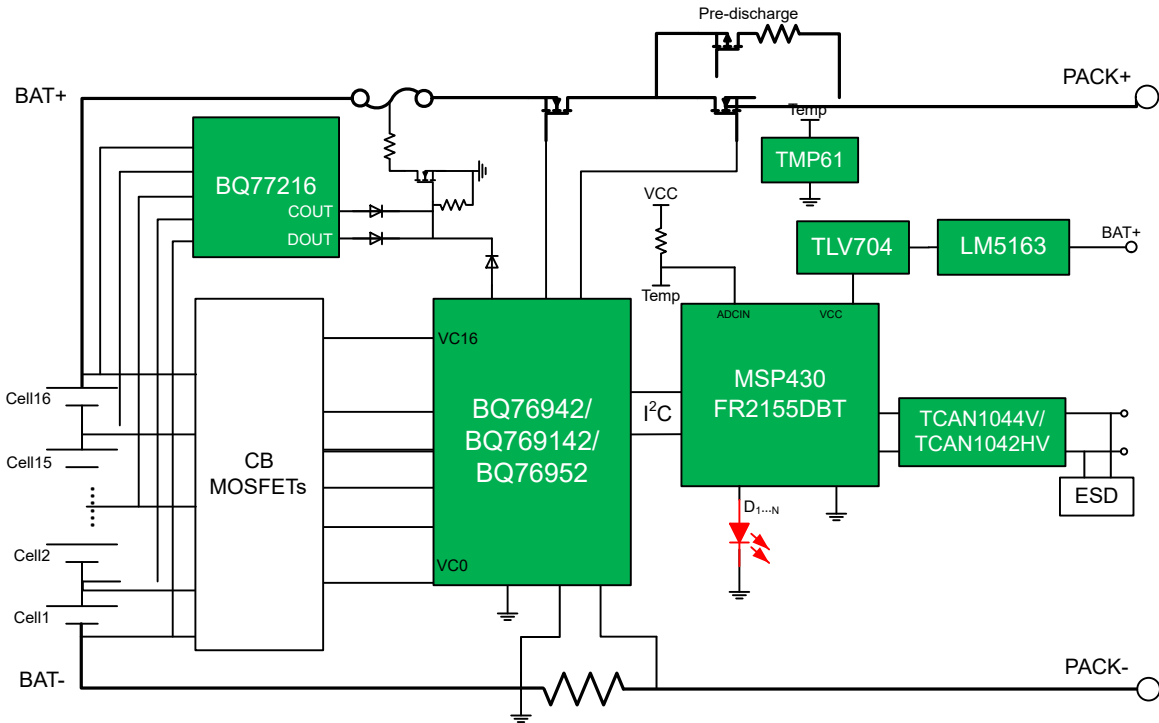
에너지 활용 효율성을 개선하는 두 번째 방법은 전류 소비량을 줄이는 것입니다. 이를 위해 배터리 팩 내의 모든 전자 장치를 고려하는 것이 중요합니다. 팩의 배터리 관리 시스템은 게이징 외에도 잠재적 고장 여부를 모니터링하는 방법, 위험한 상황이 감지될 경우 적절한 조치를 취하는 것을 포함하는 추가 기능을 구현해야 합니다. 이러한 기능은 통합 배터리 모니터 및 보호기와 보호 FET 드라이브 회로를 포함하여 실현됩니다. **정확한 게이징 및 50 μ A 대기 전류, 13S, 48V 리튬 이온 배터리 팩 설계**는 이러한 기능을 위해 **BQ76200**과 함께 **BQ76940**을 사용하지만 TI는 이러한 모든 기능을 단일 디바이스에 통합하는 **BQ76952**에 최신 통합 솔루션을 출시했습니다.

BQ76952는 팩의 각 셀의 전압을 측정할 수 있는 기능을 제공하며 전류 측정 및 쿨롬 카운팅을 포함하고 있으며, 최대 9개의 서미스터를 통해 팩 온도 측정을 지원합니다. 이 디바이스는 과전압 및 저전압 보호, 충전 및 방전 시 과전류, 방전 감지 시 단락, 충전 및 방전 시 과열/저온 보호 등 불리한 팩 상태에 대한 보호 기능을 별도로 제공합니다. 불리한 조건이 발생할 때마다 BQ76952는 먼저 MCU에 경고를 제공한 다음 프로그래밍 가능한 지연 후 오류를 발생시킵니다. 또한 이 디바이스는 고압측 NMOS 보호 FET 드라이버를 통합하여 팩 충전 및 방전을 제어합니다. 보호 고장이 발생할 때마다 디바이스는 보호 FET를 자율적으로 제어하여 충전 또는 방전을 비활성화하고 상태가 허용하면 FET를 다시 활성화할 수 있습니다. 또한 이 디바이스는 팩의 밸런싱을 지원하여 누설 전류의 차이와 셀의 자체 방전으로 인해 셀의 전압이 서서히 불균등해지는 것을 방지합니다.

이러한 모니터링, 보호 및 밸런싱 기능이 작동하려면 추가 팩 전류가 필요하지만 BQ76952는 전원 모드를 사용하여 팩 전류 소비를 최적화합니다. 활성 충전 또는 방전 중에 디바이스는 최대 성능으로 작동하며 전압, 전류 및 온도를 지속적으로 추적합니다. 그러나 팩이 낮은 백그라운드 수준으로 떨어지는 유휴 상태로 전환되면 디바이스가 자율적으로 절전 모드로 전환되어 팩에서 유입되는 전력을 24 μ A로 낮춥니다. BQ76952는 이 모드에서도 팩 전류를 계속 감지하고 충전 또는 방전이 갑자기 시작되면 최상의 성능을 위해 즉시 다시 전체 전원 작동으로 돌아옵니다.

이렇게 하면 팩이 고객의 손에 들어갔을 때 전력을 줄일 수 있지만, 제품을 구매하여 사용하기 전에 선반이나 재고 창고에 장기간 보관해야 하는 경우가 많습니다. 팩 전류를 최소화하고 이 보관 수명을 연장하기 위해 BQ76952는 1 μ A를 소비하는 섯다운 모드(선박 모드라고도 함)와 10 μ A를 소비하는 최대 절전 모드도 지원하여 시스템 설계자에게 팩 전력을 최적화할 수 있는 옵션을 제공합니다. 이 디바이스에는 충전기를 부착하거나, 디바이스의 버튼을 누르거나, 팩이 시스템에 연결되었을 때 섯다운 모드에서 깨어날 수 있는 기능이 포함되어 있습니다.

정확한 셀 측정 및 고압측 MOSFET 제어 기능을 갖춘 10s-16s 배터리 팩 레퍼런스 설계는 모니터링, 보호, 셀 밸런싱 및 FET 드라이브를 위한 BQ76952가 포함된 배터리 팩, 이중화 과전압/부족 전압 보호를 위한 **BQ77216** 보조 보호기, MSP430 마이크로컨트롤러, 나머지 시스템과의 통신을 위한 TCAN1044 CAN 트랜시버가 있습니다. 아래에 표시된 이 전체 설계를 통해 대기, 유휴 모드에서도 10 μ A 및 100 μ A의 절전 모드 전류를 구현할 수 있습니다.



마무리

전체적으로 **정확한 게이징과 μA 대기 전류, 13S, 48V 리튬 이온 배터리 팩 레퍼런스 설계**는 정확한 충전 상태 게이징 (BQ34Z100-R2를 통해)을 달성하고 대기 및 배송 모드 전류 소비를 줄입니다(최적화된 바이어스 공급 솔루션을 통해). 정확한 셀 측정 및 고압측 MOSFET 제어 기능을 갖춘 10s-16s 배터리 팩 레퍼런스 설계는 모니터링, 보호, 밸런싱 및 보호 FET 제어를 위한 전력 효율적인 구현을 제공하여 전류 소비를 최소화하고 최종 고객의 배터리 작동을 늘립니다. 이러한 두 솔루션이 함께 작동하여 전기 자전거 배터리 팩의 에너지 활용 효율성을 개선함으로써 사용자가 더 오래 사용할 수 있도록 합니다.

추가 리소스

- 배터리 관리 교육 비디오 "[Impedance Track의 장점](#)"을 확인해 보세요.

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 침해에 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.com에서 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 제안할 수 있는 추가 또는 기타 조건을 반대하거나 거부합니다.

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

Copyright © 2024, 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 © 2024, Texas Instruments Incorporated