

산업용 배터리 팩을 통해 수송 수단에 대체 전력 공급



라이언 탄
시스템 엔지니어, 전원 공급
텍사스 인스트루먼트

사람과 상품 수송을 위한 새로운 방식을 제공하는 차세대 배터리 구동식 차량이 속도를 내고 있습니다. 한편, 전기 자전거와 전기 스쿠터, 전기 오토바이를 비롯한 친환경 교통 수단을 향한 전 세계적인 추세는 작동 시간과 전체 수명이 오래 가는 배터리 팩의 수요를 촉진하고 있습니다.

점점 더 많은 통근자들이 차를 집에 두고 대신 전기 2륜, 3륜 차량을 선택하고 있습니다. 또한 빠르고 효율적이며 친환경적인 배달 서비스의 인기도 높아지고 있습니다. 이 응용 분야에서 전기 오토바이는 전기 자전거와 전기 스쿠터에 사용되는 것보다 더 큰 용량의 배터리를 수용할 수 있기 때문에 매우 적합합니다. 배터리 용량이 크면 사용 가능 시간이 길어지므로 시간을 절약할 수 있고 장거리 배송이 가능해지며 자주 충전할 필요가 없어집니다.

설계 과제의 해결

리튬 이온은 이제 광범위한 모바일 기술 분야에서 선호하는 배터리 화학 물질이 되었습니다. 리튬 이온 배터리는 납산 배터리보다 작고 가볍지만 높은 전력 밀도 덕분에 동일한 양의 에너지를 제공할 수 있습니다. 차량의 최종 가격을 크게 인상하지 않고 오래 지속되는 배터리를 만드는 방법과 화재, 누출, 파열, 기타 잠재적 위험으로부터 배터리를 가장 잘 보호하는 방법을 설계하는 것은 새롭게 주어진 또 다른 과제입니다. 표 1은 납산과 리튬 이온 배터리의 몇 가지 차이점을 보여줍니다.

더 오래 지속되는 리튬 이온 배터리를 만드는 두 가지 방법은 배터리의 총 용량을 늘리거나 에너지

활용 효율성을 개선하는 것입니다. 배터리의 총 용량을 늘리려면 더 크고 많은 수의 배터리 셀을 추가해야하므로 팩의 전체 비용과 크기가 증가할 수 있습니다. 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 배터리 관리 솔루션의 전류 소비량을 줄이는 것입니다. 배터리 팩을 안정적으로 사용하려면 배터리 제조업체가 지정한 범위 내의 전압, 전류, 온도에서 작동하는지 확인해야 합니다.

리튬 이온 배터리의 일반적인 예상 수명은 약 2~3년 정도 이거나 300~500회 정도 충전하여 사용할

	납산 배터리	리튬 이온 배터리
에너지 밀도	40 Wh/kg	180 Wh/kg
무게	~28 kg	~7 kg
부피	대형(리튬 이온 배터리 크기의 2배 이상)	소형
충전 시간	3 - 6시간	2 - 4시간
배터리 수명	1 - 1.5년	2 - 4년
가격	48 V / 20 Ah 동안 102,000원 ~ 171,000원	48 V / 20 Ah 동안 171,000원 ~ 307,500원
유지 관리 비용	2% - 10% 초기 가격	무시 가능

표 1. 납산 배터리와 리튬 이온 배터리 비교.

수 있습니다. 완충 주기는 완전히 충전되고 완전히 방전된 후 다시 완전히 충전되기까지의 시간을 뜻합니다. 리튬 이온 배터리는 시간이 지날수록 점차 충전 기능을 상실하게 됩니다. 이 손실은 불가피하며 돌이킬 수 없습니다.

배터리 용량이 줄어들면 차량에 전원을 공급할 수 있는 시간도 줄어들 것입니다. 또한 리튬 이온 배터리를 사용하지 않고 방치해두면 서서히 방전된다는 것을 명심하십시오. 완전 방전을 피하면서 전력 소비를 최소화하는 것이 배터리 에너지 활용 효율성을 개선하고 사용 시간을 극대화하는 가장 좋은 방법입니다.

특히 차량 내에 장착된 리튬 이온 배터리는 과충전, 과열, 펑크, 합선, 내부 고장, 제조 오류에 취약합니다. 고장과 과열로 인해 많은 열이 발생하며, 배터리 내 반응으로 인해 내부 온도와 고장과 과열은 열폭주(thermal runaway)로 이어지며, 이 반응은 배터리 내부 온도와 압력이 대기 중으로 발산되는 속도보다 더 빠른 속도로 상승할 때 발생합니다. 온도가 높아지면 화재가 발생할 수 있고 압력이 너무 많이 높아지면 배터리 하우징이 팽창하고 변형되어 차량이 손상될 수 있습니다. 다행히도 배터리 팩은 잠재적 위험을 최소화하는 회로를 포함하도록 설계되었습니다.

적합한 솔루션 찾기

전기 오토바이에 전력을 공급할 수 있는 배터리 팩은 여러 가지 유형이 있습니다. 한 가지 옵션은 팩에 포함된 16-18 시리즈(16S-18S) 리튬 이온 배터리 셀이 필요한 60V 모델입니다. 전기 자전거와 전기 스쿠터에는 대부분 13S, 48V 리튬 이온 배터리 팩이 들어 있습니다.

그림 1이 나타내는 전기 자전거와 전자 스쿠터 배터리 팩을 위한 “[정확한 게이징과 50μA 대기 전류, 13-S, 48V 리튬 이온 배터리 팩 레퍼런스 디자인](#)”은 낮은 대기 전류를 비롯한 절전 모드의 전류 소모, 높은 충전 상태 측정의 정확도를 제공하면서 PACK+를 모니터링합니다. 각 셀의 전압과 팩 전류, 온도, 리튬 이온 배터리 팩은 과전압, 저전압, 과열, 과전류의 환경에서도 보호됩니다.

레퍼런스 디자인에는 간단하게 적층할 수 있는 3개의 [BQ7718](#) 보조 과전압 보호기가 포함되어 있어 단일 결함 테스트를 통과할 수 있도록 지원하고 배터리 관리 솔루션이 하나의 부품 고장에도 전압 보호 기능을 유지할 수 있도록 합니다. The [BQ34Z100-G1](#) Impedance Track™ 연료 게이지는 적응형 학습 기술을 통해

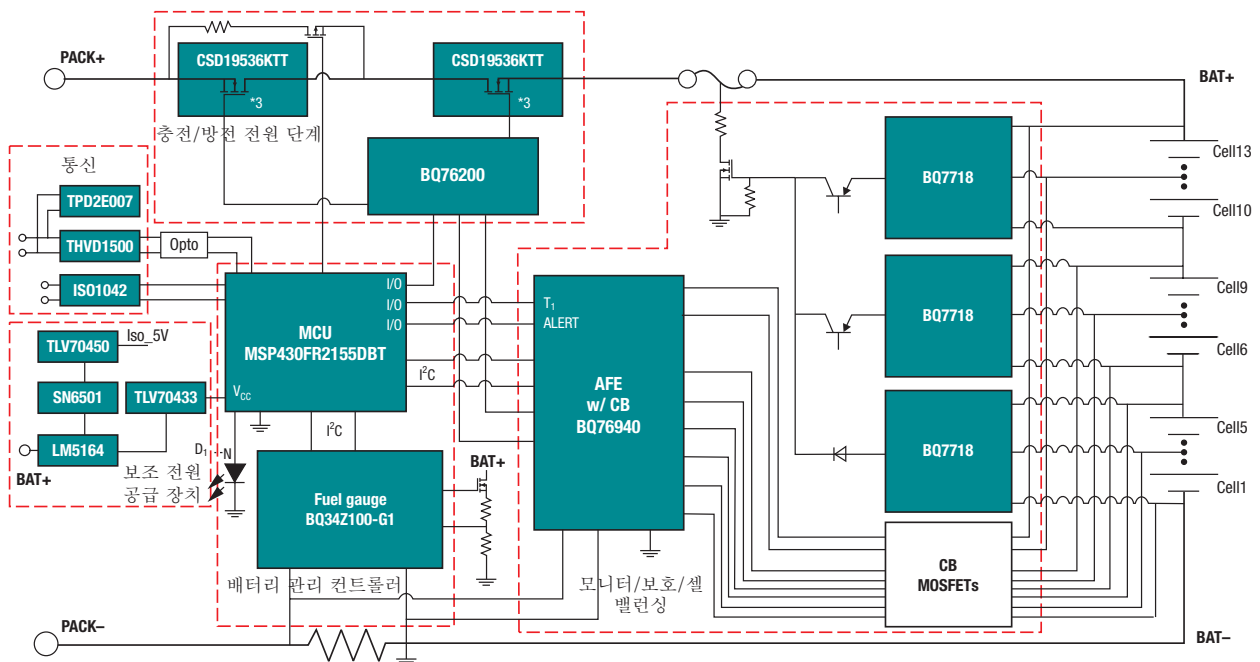


그림 1. 정확한 게이징의 레퍼런스 디자인.

새로운 배터리가 실온에서 2% 오차 내의 배터리 모니터링 정확도를 달성할 수 있도록 합니다. 또한 구형 배터리나 모든 온도 내에서 작동하는 배터리와 함께 사용될 때도 충전 상태의 정확도를 보장합니다.

잘 설계된 보조 전원 공급 장치 전략(그림 2)과 고효율, 낮은 대기 전류의 [LM5164](#) DC/DC 컨버터를 사용하는 레퍼런스 디자인은 배터리가 50µA 대기 전류 및 5µA 절전 모드 소비를 유지하는 데 도움이 됩니다. 2층 이중 인쇄 회로 기판을 위해 도입된 이 디자인은 제품 연구와 제품 개발 시간을 줄이도록 설계된 펌웨어를 지원합니다.

그림 3의 또 다른 레퍼런스 디자인인 “[16S-17S 16S-17S 배터리 팩 레퍼런스 디자인](#)”은 저전력 대기모드와 절전 모드 전류 소비의 전기 오토바이를 위한 리튬 이온 인산염 또는 리튬 이온 배터리 팩 디자인입니다. 이 디자인에는 낮은 15개의 배터리 셀의 전압을 모니터링하고 보호하기 위한 9S-15S [BQ76940](#) 아날로그 프론트 엔드가 포함되어 있습니다.

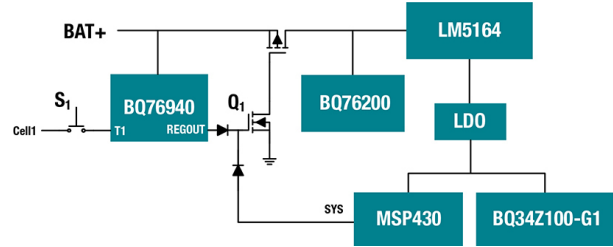


그림 2. 보조 전원 공급 장치 블록 다이어그램.

[LM2904B](#) 2채널 증폭기는 16번째 및 17번째 전류-전압 변환 회로를 생성합니다. 배터리 셀 전압 측정 올바른 펌웨어와 하드웨어를 활용하면 과전압, 저전압, 과방전 전류, 합선, 고온, 저온의 환경으로부터 보호받을 수 있습니다.

The [BQ76200](#) 고압측, N 채널 MOSFET 드라이버는 배터리 팩의 충전과 방전을 다루고 P 채널 MOSFET을 사전 충전, 사전 방전 기능으로 구동하는 채널도 있으므로 외부 회로가 따로 필요하지 않습니다. 이 디자인은 셀 밸런싱에 거의 영향을 미치지 않거나 전혀 영향을 미치지 않으며 수정 후에도 정확한 전압 감지 기능을 유지합니다. 또한 이 설계는 절전 모드에서 5µA의 전력 소비를

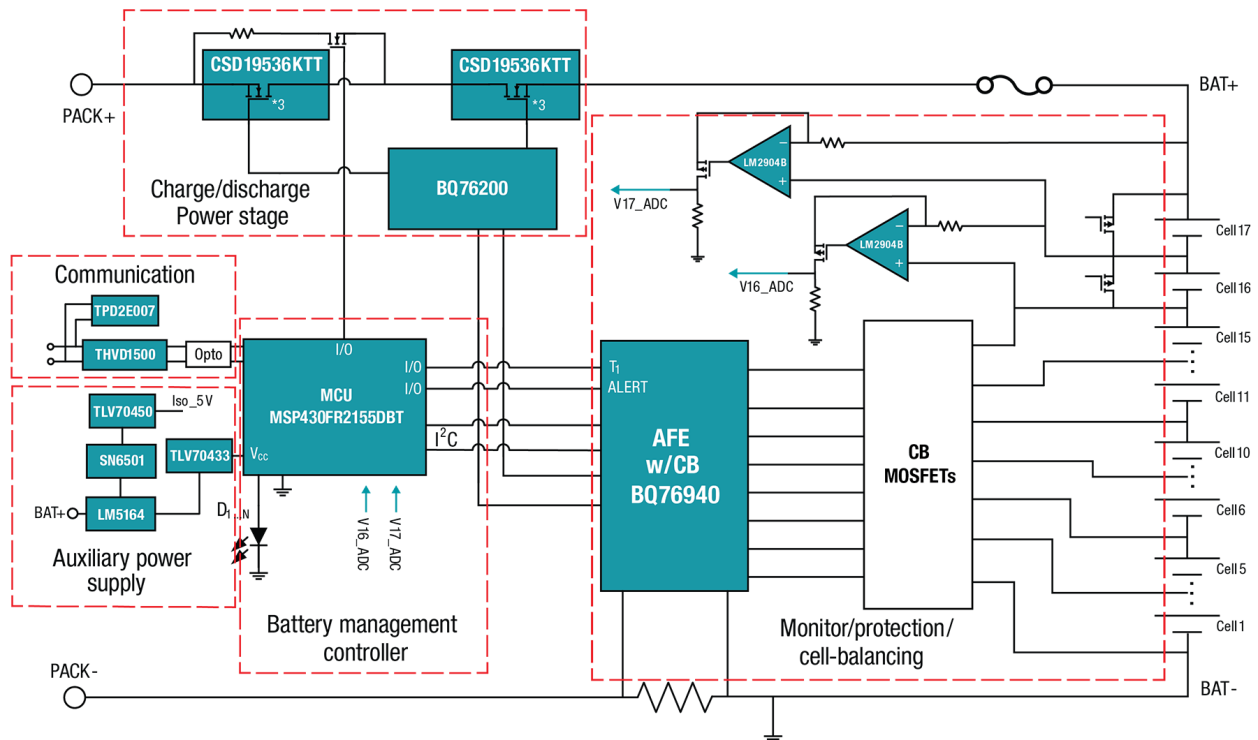


그림 3. 16S-17S 배터리 레퍼런스 디자인.

지원하고 대기 모드에서는 100μA 전력 소비를 지원하는 보조 전력을 포함합니다.

TI는 3-S~10-S 애플리케이션 및 3-S~16-S 애플리케이션의 더 높은 통합을 위해 각각 [BQ76942](#) 및 [BQ76952](#) 배터리 모니터를 제공하여 더 높은 수준의 정확도와 성능을 제공할 수 있습니다.

시장 전망

특히 교통이 혼잡하고 전기 자동차의 비용을 조달할 수 없는 도시에서는 대기 오염을 줄이기 위한 글로벌 전략의 핵심인 리튬 이온 전기 자전거, 전기 스쿠터, 전기 오토바이에 대한 니즈가 높으며, 이 시장은 전 세계적으로 성장하고 있습니다.

[2020년 1월에 발표된 보고서에 따르면](#) 글로벌 리튬 이온 배터리 시장은 2019년부터 2027년까지 연평균 9%의 성장률로 증가하여 2027년에는 50조 9,412억 5,000만원 규모가 될 것으로 예상됩니다.

중국을 현재 연간 약 3,000만 대의 전기 자전거를 생산하고 있으며, 주로 저가의 납산 배터리에 의존하고 있습니다. 새로운 규정에 따라 배터리 무게를 포함하여 전기 자전거의 허용 중량을 55kg으로 제한했습니다. 이 새로운 중량 제한 기준에 따르면 기존 납산 전기 2륜차 중 95% 이상이 조건을 충족하지 못합니다.

[2019년 7월 연구](#)에 따르면, 전 세계 전기 스쿠터와 전기 오토바이 시장은 2019년 684,000대에서 2027년 790만대까지 성장할 것으로 예상되며, 이는 연평균 35.8% 성장률입니다. 그러나 이 연구는 충전 인프라의 부족과 성능에 대한 제약이 성장을 가로막는 잠재적인 장애물이 될 수 있다고 경고합니다.

2019년 연구에 따르면 전기 오토바이 분야는 현재 가장 빠르게 성장하고 있는 시장입니다. 이는 주로 전기 오토바이가 다양한 분야와 레저 관련 용도로 사용될 수 있기 때문입니다. 반면, 전기 스쿠터와 전기 자전거는 범위나 성능에 따라 사용 범위가 제한적이기 때문에 일반적으로 단거리 출퇴근 및 심부름을 하는 것으로 사용이 제한됩니다.

편리한 고성능 운송에 대한 수요와 배터리, 배터리 지원 기술의 발전은 예측 기간 내에 전기로 구동되는 2륜차의 엄청난 성장을 촉진할 가능성이 높습니다. 전 세계의 정부가 제공하는 보조금도 글로벌 시장의 성장에 기여하고 있습니다.

유럽 전기 스쿠터와 전기 오토바이 시장은 예측 기간 내에 가장 빠른 성장을 기록할 것으로 예상되며 연구 결과에 따르면 북미 시장과 아시아 태평양 시장이 뒤를 이을 것으로 예측됩니다. 해당 지역의 전기 스쿠터와 전기 오토바이 관련 산업은 기술 혁신 및 첨단 충전 인프라의 개발에 역량을 집중하고 있습니다.

아시아 태평양은 유럽 다음으로 가장 큰 전기 스쿠터와 전기 오토바이 시장이 될 것으로 예상됩니다. 연구에서 언급되었듯이, 기존 방식의 연료로 사용하는 2륜차의 탄소 배출에 대한 우려가 증가하고 에너지 효율적인 출퇴근에 대한 수요가 증가함에 따라 이들 지역의 정부는 이를 뒷받침하는 계획과 규정을 제정하여 시장 성장을 촉진했습니다.

마무리

자동차와 소형 트럭은 선진국에서 가장 인기있는 개인용 이동 수단입니다. 그러나 개발도상국에서는 스쿠터와 오토바이 같은 2륜차가 도로를 장악했습니다. 중국과 인도는 기존 방식의 연료를 사용하는 2륜차의 가장 큰 두 시장으로 대기 오염 문제에 심각한 영향을 끼치고 있습니다. [2018년 연구](#)에 따르면 인도의 이산화탄소 배출량 약 20%와 미립자 배출량 30%는 석유를 연료로 사용하는 2륜차로 인해 발생합니다.

차세대 전기 자전거, 전기 스쿠터, 전기 오토바이는 환경오염을 일으키지 않으면서, 전 세계 수백만 명의 사람들에게 편리한 이동 수단을 제공할 것입니다. 모든 종류의 전기 자동차는 이미 가스로 움직이는 자동차보다 기후를 위협하는 오염 물질을 훨씬 적게 배출합니다.

신중한 배터리 폐기, 배터리의 재활용 또는 재사용과 같은 첨단 배터리 모니터링과 관리

기술을 비롯한 전기 자동차 생산 공정의 최적화는 환경에 이로운 영향을 가져올 것입니다. 한편, 더 깨끗한 전기 공급원을 사용할 수 있게 됨에 따라

전기 자동차의 이점은 더욱 분명해질 것이며, 사용률과 인기는 계속 증가할 것입니다.

중요한 알림 사항: 텍사스 인스트루먼트와 이에 명시된 자회사의 제품과 서비스는 TI의 표준 판매 약관에 의거하여 판매됩니다. TI 제품과 서비스에 대한 최신 정보를 완전히 숙지하신 후 제품을 주문해 주시기 바랍니다. TI는 애플리케이션 지원, 고객의 애플리케이션 또는 제품 설계, 소프트웨어 성능, 특허권 침해에 대해 어떠한 책임도 지지 않습니다. 다른 회사의 제품 또는 서비스에 관한 정보를 게시하는 것은 TI의 승인, 보증을 의미하지 않습니다.

플랫폼 바와 임피던스 트랙은 텍사스 인스트루먼트의 트레이드 마크입니다. 기타 모든 상표는 해당 소유자의 재산입니다.

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