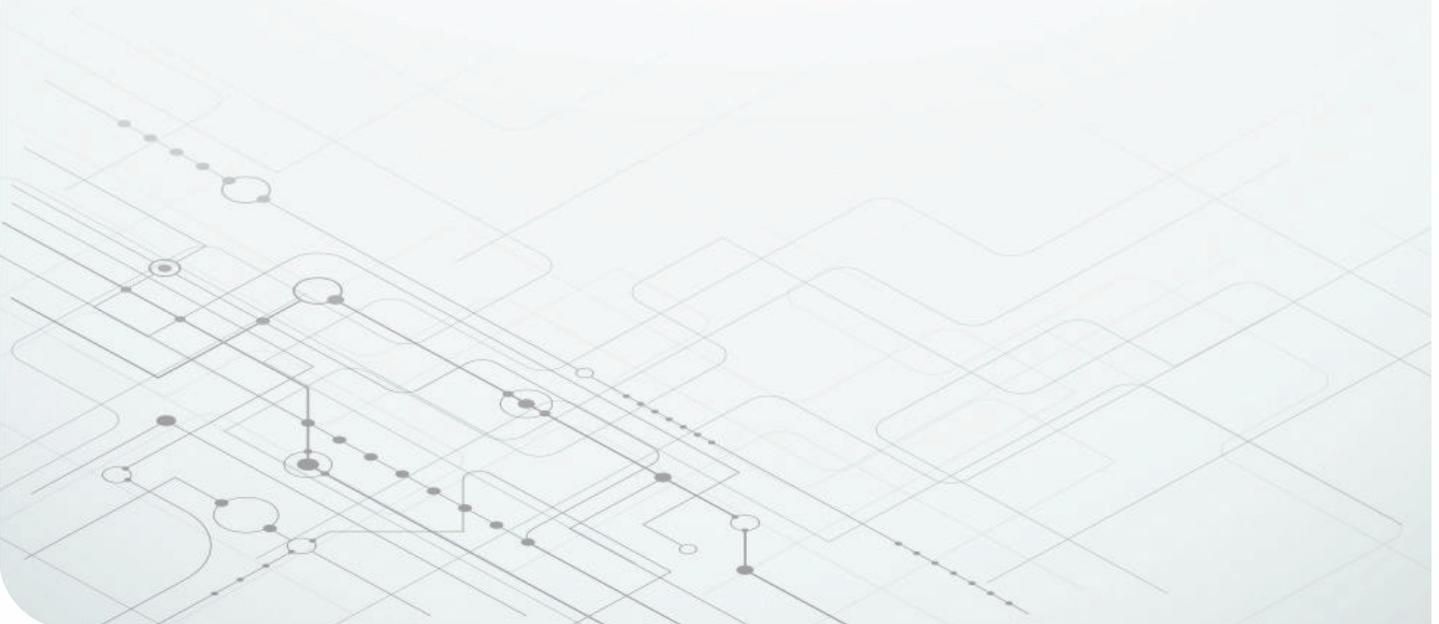


다양한 애플리케이션을 위한 배터리 충전 시스템 설계



Charles Harthan
Product Marketing Engineer
Battery Charging Products



소비자는 자신의 장치를 더욱 편리하게 충전할 수 있는 방법을 찾고 있습니다. 올바른 배터리 충전기를 사용하여 설계하면 엔지니어가 양방향 및 태양광 충전과 같은 새로운 기술을 활용하여 소비자에게 최고의 충전 환경을 제공하는 충전식 장치를 구축할 수 있습니다.

한눈에 보기



새로운 USB-C 애플리케이션을 위한 배터리 충전

1

많은 애플리케이션에서 USB-C PD 입력을 채택하고 있으며, 배터리 충전기는 USB-C PD의 다양한 전력 레벨을 처리할 수 있어야 합니다. 모든 USB-C PD 전력 레벨을 지원할 수 있는 올바른 배터리 충전기를 선택하여 고객에게 효율적이고 빠른 충전 환경을 제공하는 것이 중요합니다.



휴대용 발전소의 충전 및 방전 최적화

2

양방향 충전을 통해 엔지니어는 동일한 USB-C PD 포트에서 배터리를 충전하고 방전하는 시스템을 설계할 수 있습니다. 휴대용 파워 스테이션은 양방향 배터리 충전 시스템이 이점을 얻을 수 있는 애플리케이션의 한 예입니다.



태양광 애플리케이션을 위한 배터리 충전

3

더 많은 애플리케이션이 충전식 배터리를 채택함에 따라, 언제든지 배터리를 충전해야 할 필요성이 커지고, 태양광 충전은 주변에 콘센트가 없더라도 애플리케이션을 충전할 수 있는 방법을 제공합니다. 최고의 태양광 충전 경험을 제공하기 위해서는 태양광 패널의 성능을 최적화하려면 올바른 배터리 충전기를 선택해야 합니다.

배터리 구동 전자 제품의 증가와 함께, 소비자는 더 편리한 충전 방법을 찾고 있습니다. 집 주인이 문을 수리해야 하는데 무선 드릴의 배터리가 충전되지 않는 경우 드릴의 전원 어댑터를 찾을 수 없으면 시간이 훨씬 더 걸립니다.

제품에 전용 전원 어댑터가 있던 한 가지 이유는 배터리 충전기 입력이 지원할 수 있는 입력 전원 범위를 제공하기 위해서였습니다. 그러나 배터리 충전기 통합 회로(IC) 입력이 전원 공구를 충전하기 위한 일반적인 가정용 어댑터(예: 랩톱 USB Type-C® 코드)를 지원할 수 있다면 어떨까요?

배터리 구동 전자 제품의 증가에 따라 안정적이고 휴대형의 백업 전원도 필요했습니다. 캠핑족이 별빛 아래에서 영화를 보고 싶다면, 백업 배터리를 낮에 충전하는 시스템을 설계해 밤에도 백업 배터리로 전자제품이 구동될 수 있도록 하면 편리할 것이다. 태양광 전원으로 충전할 수 있는 휴대용 발전소를 설계할 수 있다면 어떨까요?

이러한 상황은 매우 다른 배터리 충전 시나리오이지만, 다양한 배터리 충전 애플리케이션을 위해 시스템을 만들 수 있는 설계 문제를 완화하는 일반적인 방법이 있습니다.

새로운 USB-C 애플리케이션을 위한 배터리 충전

USB Type-C 충전은 많은 가전제품에 동일한 USB Type-C 코드를 편리하게 사용할 수 있기 때문에 소비자들 사이에서 인기를 얻고 있습니다. USB Type-C는 전동 공구 및 전기 자전거와 같은 고전력 애플리케이션을 지원하기 위해 확대되고 있습니다. **그림 1**에 나와 있는 것처럼 USB Type-C는 표준 전력 범위(SPR)로 최대 100W의 전력을 지원하는 데 사용되지만, 이제 EPR(Extended Power Range)을 통해 최대 240W를 지원할 수 있습니다.

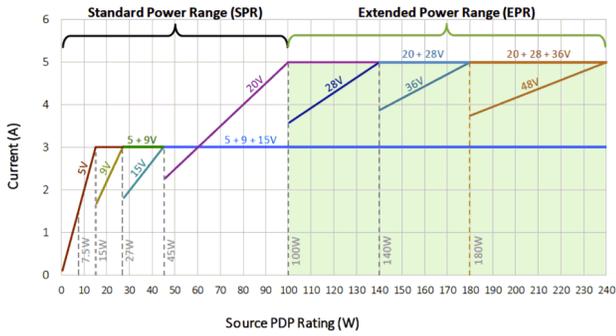


그림1. USB 전원 공급(PD) 범위

SPR 및 EPR을 포함한 다양한 유형의 USB Type-C 소스에서 충전할 수 있다는 목표 뒤에는 USB Type-C PD EPR의 전체 전압 범위를 지원할 수 있는 애플리케이션을 설계해야 하는 과제가 있습니다. 5셀 리튬 이온(리튬 이온) 배터리와 USB Type-C 입력으로 설계된 리프 블로어를 상상해 보십시오. 배터리는 리튬 이온이므로 각 배터리 셀의 최대 충전 전압은 4.2V입니다. 즉, 완전 충전 시 배터리 팩(V_{BATT})의 전압이 21V입니다. 리프 블로어 소유자는 여러 USB 벽면 어댑터를 사용할 수 있습니다. 그러나 이 예에서, 45 또는 140W USB Type-C 벽면 어댑터가 있다고 가정하면, 배터리 충전기의 입력 전압(V_{IN})이 15V 또는 28V일 수 있습니다. 질문은 이러한 요구 사항을 어떻게 충족하는지 확인하는 것입니다.

- $V_{IN} > V_{BATT}$ 또는 $V_{IN} < V_{BATT}$ 일 때 배터리를 충전합니다.
- 충전 시간을 최소화하려면 가능한 빨리 배터리를 충전하십시오.
- 과열을 방지하기 위해 충전 중에는 리프 블로워를 시원하게 유지하십시오.
- 셀 수가 다른 여러 플랫폼에서 하나의 충전기 IC를 사용하십시오.

이러한 각 요구 사항을 해결하는 부품은 외부 스위칭 FET(전계 효과 트랜지스터)를 갖춘 벡-부스트 배터리 충전 컨트롤러입니다. 충전기의 벡-부스트 부분은 $V_{IN} > V_{BATT}$ 또는 $V_{IN} < V_{BATT}$ 를 갖게 되는 첫 번째 요구 사항을 해결하는 데 도움이 됩니다. 그림 2에 표시된 구성에서 4개의 FET와 인덕터를 사용하여, 배터리 충전기는 그림 3에 표시된 $V_{IN} > V_{BATT}$ 에서 벡 모드로 작동하고 그림 4에 표시된 $V_{IN} < V_{BATT}$ 에서 부스트 모드로 작동할 수 있습니다.

외부 FET는 두 번째 요구 사항을 해결하는 데 도움이 됩니다. 외부 FET를 선택하면 열 성능이 향상되고 충전 전류 용량으로 충전 시간을 줄일 수 있습니다. 또한 외부 FET는 충전 중에 열을 발산할 수 있는 더 넓은 영역을 제공합니다. 이러한 이유로, 외부 금속 산화물 반도체 FET 벡-부스트 배터리 충전기는 새로운 USB PD EPR 수준을 처리하고 빠른 충전 환경을 제공하는 데 도움이 되는 애플리케이션을 지원합니다.

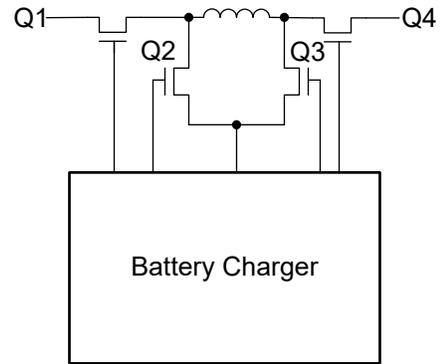


그림2. 벡부스트 충전 컨트롤러의 H 브리지 구성

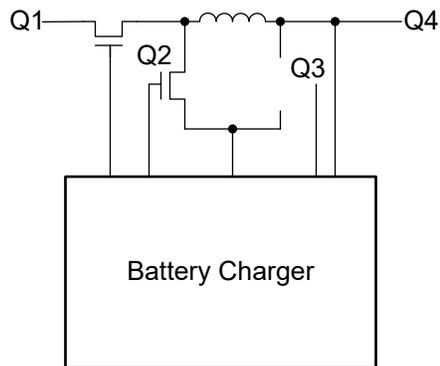


그림3. $V_{IN} > V_{BATT}$ 에서의 벡 모드 구성 Q1과 Q2는 켜졌다 꺼지고, Q3은 꺼지고, Q4는 켜집니다.

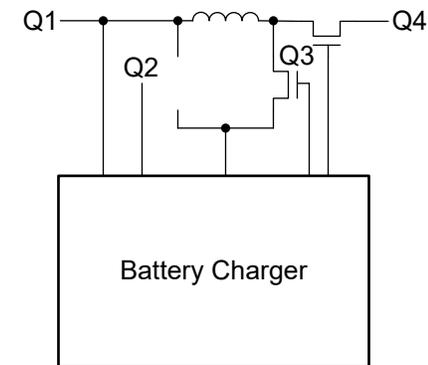


그림4. $V_{IN} < V_{BATT}$ 일 때 부스트 모드 구성 Q3과 Q4는 켜졌다 꺼지고, Q3은 꺼지고, Q1은 켜집니다.

휴대용 발전소의 충전 및 방전 최적화

USB PD의 성장과 함께 배터리 구동 전자 장치에 대한 수요로 인해 이를 충전할 휴대용 발전소가 필요하게 되었습니다. 과거에는 휴대용 발전소가 TV, 라디오, 소형 냉장고와 같은 제품을 구동했지만 USB PD EPR의 확장으로 사용자는 **그림 5** 및 **그림 6**에 표시된 것과 동일한 USB Type-C 코드로 랩톱 및 스피커와 같은 소형 개인용 전자 제품을 위한 휴대용 발전소 배터리를 충전할 수 있습니다. **그림 5**에서 휴대용 파워 스테이션 배터리는 배터리 충전기에서 240W까지 충전할 수 있습니다. **그림 6**에서는 역방향 전력 흐름을 보여줍니다. 휴대용 전원 스테이션 배터리의 에너지는 코드를 통해 USB Type-C 포트의 전원을 공급하여 랩톱을 충전합니다.



그림 5. 240W의 USB 전원으로 휴대용 발전소 배터리 충전

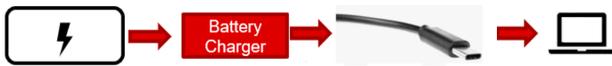


그림 6. 휴대용 전원 스테이션 배터리에서 방전하여 동일한 USB Type-C® 코드를 사용하여 140W로 노트북을 충전합니다.

그림 5 및 **그림 6**에 나와 있는 최적화된 충전 및 방전 솔루션을 달성하려면 양방향 벡-부스트 배터리 충전기가 필요합니다. 양방향은 전력이 출력에서 입력으로 흐르는 경우 배터리 충전기가 벡 및 부스트 모드에서도 작동할 수 있음을 나타냅니다. 이 모드는 역방향 모드입니다. 후진 모드를 시각화하려면 **그림 2** 및 **그림 3**의 내용을 참조하십시오. 벡 모드였던 역방향 모드 **그림 2**가 이제 부스트 모드입니다. 부스트 모드였던 **그림 3**은 이제 벡 모드입니다. 양방향 벡 부스트 충전기를 사용하면 소비자는 USB Type-C 포트를 통해 애플리케이션의 배터리를 충전한 다음 전력을 역순으로 하여 랩톱과 같은 다른 장치를 충전할 수 있습니다.

휴대용 파워 스테이션에서 양방향 배터리 충전기가 어떻게 유용한지에 대해 이미 논의했지만 양방향 전력 흐름이 유용한 다른 애플리케이션이 있습니까? 새로운 추세 중 하나는 USB Type-C를 사용하여 기본 배터리를 충전한 다음 주 배터리를 사용하여 동일한 USB Type-C 포트를 통해 개인 장치를 충전하는 것입니다. 전기 자전거를 타고 공원에 왔다가 스마트폰에서 영화를 스트리밍하고 싶지만, 충전

량이 10%에 불과하다고 상상해 보십시오. 양방향 벡-부스트 배터리 충전기와 USB Type-C를 사용하여 전기 자전거의 주 배터리를 설계하면 전기 자전거 배터리로 스마트폰을 충전할 수 있습니다.

태양광 애플리케이션을 위한 배터리 충전

배터리로 구동되는 전자 장치가 많아짐에 따라 모든 종류의 환경에서 배터리를 충전해야 할 필요성이 생겼습니다. 캠핑의 예를 다시 살펴보면, 태양광 패널은 콘센트가 없을 경우 휴대용 발전소를 충전할 수 있습니다. 그러나 태양광 충전에 영향을 미치는 몇 가지 요소는 다음과 같습니다.

- 다양한 태양광 패널 등급
- 다양한 날씨 조건
- 부분적인 그늘

배터리를 충전하기 위해 가장 높은 충전 전류를 추출하려면 태양 전지판에서 최대 전력 지점(MPP), 즉 태양 전지판 I_{OUT} 에 태양 전지판 V_{OUT} 을 곱한 값이 가장 높은 지점을 찾는 것이 중요합니다.

이에 대해 더 자세히 설명하기 위해 **그림 7**의 태양광 패널의 전류-전압(IV) 그래프에 대해 이야기해 보겠습니다. y축은 태양광 패널의 I_{OUT} 을 나타내고, x축은 태양광 패널의 V_{OUT} 을 나타냅니다. IV 그래프의 목적은 태양 전지판이 기상 조건에 따라 생산할 수 있는 MPP를 찾는 것입니다. **그림 7**에서는 기상 조건에 따라 IV 그래프가 어떻게 변할 수 있는지 보여줍니다.

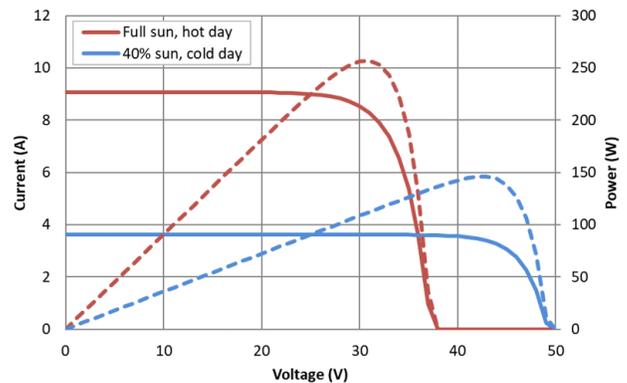


그림 7. IV 곡선은 기상 조건에 따라 달라집니다.

배터리 충전기 애플리케이션 다양화

다시 말씀드리지만, USB PD 및 휴대용 백업 전력의 성장과 관련된 많은 배터리 충전기 설계 과제가 있습니다. 그러나 **BQ25756** 백 부스트 배터리 충전 컨트롤러는 특히 다음과 같은 세 가지 기능이 있기 때문에 각 과제를 해결하는데 도움이 될 수 있습니다.

- 입력 및 출력에 최대 70V까지 지원
- 양방향 전력 흐름
- 자율 MPPT 알고리즘

입력에서 70V를 지원하여 전체 USB PD 전압 범위를 지원하며, 백-부스트 컨트롤러 토폴로지는 V_{IN} 및 V_{BATT} 의 값에 따라 장치가 자동으로 백과 부스트 모드 간에 전환되므로 배터리 전압에 관계없이 모든 USB Type-C 입력을 가능하게 합니다. 출력에서 70V를 지원하므로 BQ25756이 최대 14개의 리튬 이온 시리즈 셀과 최대 16개의 리튬 이온 인산염 셀을 충전할 수 있습니다.

양방향 전력 흐름을 통해 동일한 USB Type-C 포트에 배터리 팩을 충전 및 방전하는 충전기 시스템 설계가 가능합니다. BQ25756은 역방향 모드의 V_{OUT} 이 배터리 팩 전압보다 작거나 더 크든 관계없이 배터리 팩에서 방전될 때 역방향으로 백 및 부스트를 지원할 수 있습니다. 이 기능을 통해 소비자는 USB Type-C 포트를 사용하여 휴대용 파워 스테이션 및 전기 자전거와 같은 제품을 위한 배터리 팩에서 랩톱과 스피커와 같은 액세서리를 충전할 수 있습니다.

BQ25756에는 태양광 충전 애플리케이션을 위한 MPPT가 함께 제공되며, 세 가지 개선 사항이 있습니다.

- 자율 시작
- 전체 V_{IN} 스윙
- 교란 및 관찰 기능

자율 MPPT는 기본 설정으로 실행하거나 MPPT 알고리즘 사이클 사이의 시간과 같은 $I2C$ 를 사용하여 MPPT의 기능을 사용자 지정할 수 있습니다. MPPT 알고리즘이 종료되면 타이머가 다시 시작되고 선택한 시간이 지나면 새 사이클을 시작합니다. 알고리즘 중에 충전기가 V_{IN} 의 전역 스윙을 사용하여 절대 MPP를 찾습니다. **그림 8**에 나와 있는 것처럼 여러 개의 태양 전지판을 직렬로 또는 병렬로 사용하면 MPP로 선택할 수 있는 여러 개의 피크가 발생할 수 있습니다. 진정한 MPP를 찾으려면 알고리즘이 모든 피크를

통과해야 합니다. BQ25756은 피크가 둘 이상이라도 모든 V_{IN} 값을 스윙하여 최대 MPP를 찾습니다.

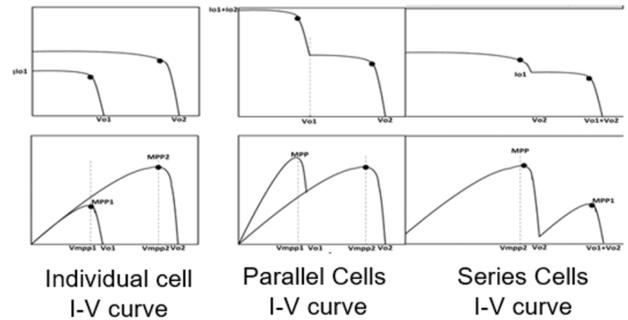


그림 8. 두 개 이상의 피크가 있는 태양광 셀 곡선

결론

충전식 배터리를 사용하는 대형 애플리케이션의 증가와 함께, 이제 다음과 같은 애플리케이션을 설계할 수 있습니다.

- USB PD EPR 표준에 대한 입력 전원을 지원합니다.
- USB Type-C를 사용하여 다중 셀 배터리 애플리케이션의 충전 및 방전을 최적화합니다
- 어디에서나 주문형 충전을 위한 태양광 호환성을 지원합니다.

동일한 USB Type-C 포트와 새로운 USB PD EPR을 사용할 수 있어 진공 청소기, 전기 자전거 및 파워 बैं크와 같은 더 큰 배터리 장치도 USB Type-C로 충전할 수 있습니다. 양방향 전력 흐름 충전기를 사용하면 동일한 USB Type-C 포트에서 배터리 팩 충전 및 방전이 가능합니다. 이 기능은 모든 배터리 팩을 파워 बैं크로 만들 수 있습니다. 마지막으로, 태양광 패널 입력과 MPPT를 사용할 수 있는 배터리 충전기는 소비자가 어디에서든 충전할 수 있는 애플리케이션을 지원합니다.

TPS25750 같은 TI PD 컨트롤러와 결합된 BQ25756은 다양한 충전식 배터리 애플리케이션을 설계할 수 있습니다. BQ25756의 고급 MPPT 알고리즘은 전류 조명 수준에 따라 태양광 패널용 MPP를 찾아 태양광 충전 환경을 최적화하는 데 도움이 됩니다.

참고 문헌

- [배터리 충전기 기초 비디오](#)

중요 알림: 이 문서에 기술된 텍사스 인스트루먼트의 제품과 서비스는 TI의 판매 표준 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 또는 특허권 침해에 대해 책임을 지지 않습니다. 다른 모든 회사의 제품 또는 서비스에 관한 정보 공개는 TI가 승인, 보증 또는 동의한 것으로 간주되지 않습니다.

USB Type-C® is a registered trademark of USB Implementers Forum.
모든 상표는 해당 소유권자의 자산입니다.

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 © 2023, Texas Instruments Incorporated