

## Technical Article

# USB Type-C® 및 USB Power Delivery: 확장 전력 범위 및 배터리 구동 시스템 모두를 위한 설계



Adam McGaffin

개인용 전자 제품, 자동차, 산업 및 엔터프라이즈 시스템에 적용되는 USB Type-C®(중중 USB-C®로 줄여서 사용)는 전송을 가능하게 하는 업계 표준 커넥터로, 단일 인터페이스에서 데이터와 전원을 모두 관리합니다. USB PD(Power Delivery)는 USB-C 인터페이스의 성능과 특징을 높이기 위해 USB-C 커넥터를 사용하는 표준입니다. 최근까지 USB PD 3.0 사양은 최대 100W(20V, 5A)의 전력을 양방향으로 전송할 수 있도록 허용했으며, 현재 표준 전력 범위(SPR)라고 불립니다. 최신 USB PD 3.1 사양은 USB-C 케이블을 통해 전력 범위가 240W(48V, 5A)로 증가하며, 현재 EPR(확장 전력 범위)이라고 불립니다.

표 1에서는 EPR과 SPR을 비교하는 방법을 보여줍니다.

표 1. SPR 및 EPR 고정 전압 범위

전원 범위	사용 가능한 전류 및 전압	전원 공급 프로필 범위	참고
SPR	3A: 5V, 9V, 15V, 20V 5A 1: 20V	15W-60W >60W-100W	
EPR	5A 2: 28V, 36V, 48V	100W-240W 이상	EPR 모드로 진입해야 합니다

- 5A 케이블이 필요합니다.
- EPR 케이블이 필요합니다.

EPR을 사용하면 최대 240W의 전력(5A에서 28V, 36V 및 48V)을 지원할 수 있습니다. EPR 모드에서는 싱크가 새로운 소스 기능 메시지를 평가하고 응답하는 데 일반적인 USB PD 계약 협상과 동일한 요구 사항이 있습니다. EPR 모드로 들어가면 포트가 최대 240W(48V, 5A)까지 PDO(전력 공급 개체)를 협상하기 시작합니다. 48V 한계는 설계 안전 마진을 고려할 때 실질적인 한계를 나타냅니다.

EPR 모드의 고정 전압 레벨 확장 외에도 공급 장치는 조정 가능한 전압 공급(AVS)의 사양을 따라야 합니다. EPR 모드 내에서 AVS는 싱크가 100mV 단위로 15V에서 48V 사이의 전압을 세부 조정하여 성능과 열 효율을 향상시킬 수 있도록 합니다. 또한 AVS는 싱크가 어떤 충전기에서도 전압을 받을 수 있는 유연성이 있어 사용자 지정 어댑터를 방지하고 전자 에코시스템 내에서 일관된 사용자 환경을 만들 수 있습니다.

그림 1에서는 SPR 및 EPR 전력 레벨에 대한 프로그래머블 전원 공급 장치(PPS) 및 AVS 범위를 보여줍니다. PPS와 AVS는 모두 프로그래밍 가능한 스텝 크기를 가지고 있지만, 동일하지 않으며 서로 다른 용도에 사용됩니다. AVS는 효율성을 개선하기 위해 정전압 공급 역할을 하며 시스템에 정상 DC 전압을 제공합니다. PPS는 더 작은 스텝 크기 윈도우(20mV)를 가지고 있으며 연결된 장치의 배터리 충전기를 우회하여 배터리를 직접 충전할 수 있습니다. AVS와 PPS의 주요 차이점은 PPS의 경우 협상 전압이 시간에 따라 지속적으로 변한다는 것입니다. 배터리가 충전되면 필요한 PPS 충전 전압이 증가합니다. AVS는 시스템에 전체적으로 필요한 것에 더 가까운 전압 레벨에 시스템 입력 전압을 제공하는 일정한 전원 공급 장치로 고안되었습니다.

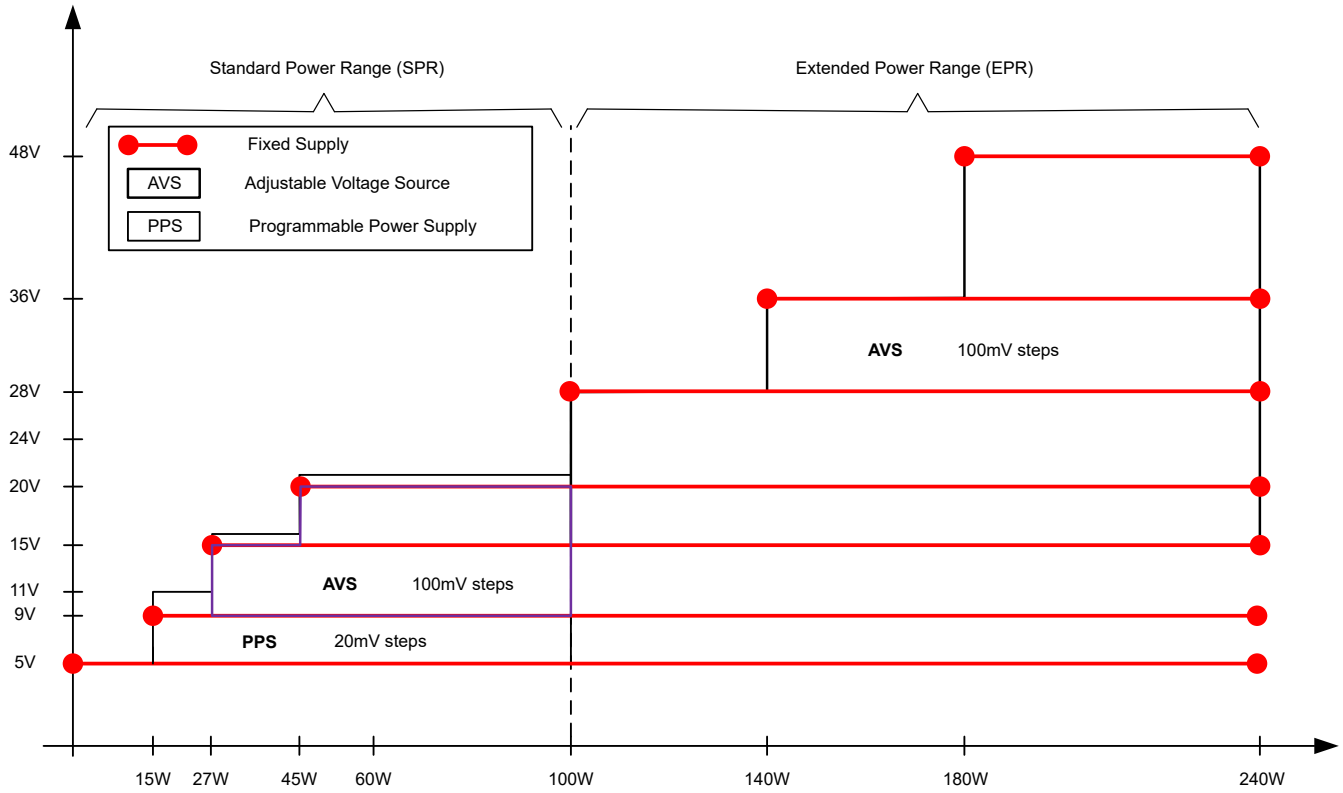


그림 1. 소스에 USB PD 3.2 전압 필요

### 배터리로 구동되는 제품 및 차세대 솔루션

Bluetooth® 스피커 및 전동 공구와 같은 휴대형 배터리 구동 제품은 USB-C의 도입을 통해 이점을 얻을 수 있습니다. 이러한 유형의 제품에 USB-C를 구현하면 USB-C 포트에서 충전하고 동일한 포트를 사용하여 연결된 장치에 전원을 공급할 수 있습니다. 단일 또는 다중 셀 배터리 충전기를 사용하는 제품은 이제 USB-C 또는 USB PD 컨트롤러와 페어링할 수 있으므로 애플리케이션이 USB-C 포트에서 전원을 소싱 및 싱크할 수 있습니다.

그림 2에서는 USB-C 및 USB PD로 전환하는 장치의 일반적인 아키텍처를 보여줍니다.

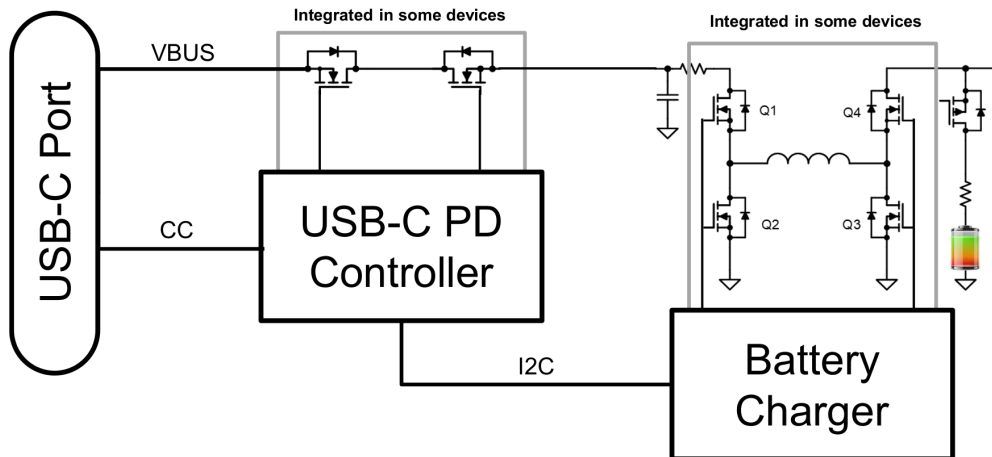


그림 2. USB-C 배터리 구동 제품 블록 다이어그램

배터리로 구동되는 제품을 위한 USB PD 포트의 설계를 간소화하기 위해 TI의 USB PD 컨트롤러는 I<sup>2</sup>C 호스트 지원을 추가하여 배터리 충전기를 직접 제어할 수 있습니다. 이 통합 I<sup>2</sup>C 호스트 제어는 외부 마이크로컨트롤러(MCU) 없이 2칩 솔루션을 지원합니다. USB PD 컨트롤러는 USB PD 포트를 통한 전력 협상에 따라 I<sup>2</sup>C를 통해 배터리 충전기의 충전 매개 변수를 자동으로 업데이트합니다. 또한 배터리 구동 제품에 USB PD 포트를 추가하기 위한 펌웨어를 개발할 필요가 없습니다. **TPS25751** 및 **TPS26750**은 USB-C 플러스 배터리 충전기 페어링에 사용되는 2개의 USB PD 컨트롤러입니다.

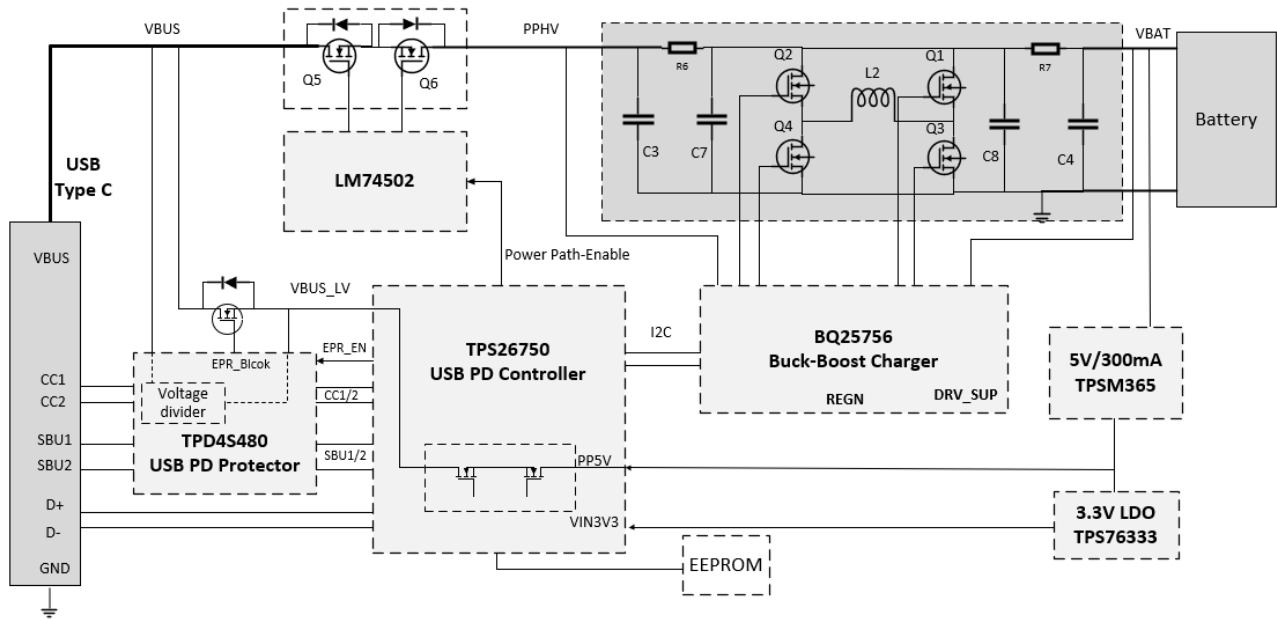
TPS25751은 SPR PD 컨트롤러인 반면, TPS26750은 전체 240W EPR을 협상할 수 있는 EPR PD 컨트롤러입니다. 표 2에는 권장 USB PD 컨트롤러 및 배터리 충전기 페어링이 나와 있습니다. 이러한 페어링에 대한 레퍼런스 디자인을 사용하여 설계를 복사하여 애플리케이션에 붙여넣을 수 있습니다.

**표 2. USB PD 컨트롤러 및 배터리 충전기 페어링**

지원되는 최대 출력 수준	시리즈 수에서 지원되는 셀	권장 USB PD 컨트롤러	권장 배터리 충전기	레퍼런스 디자인
100W 싱크 45W 소스	1 ~ 4	TPS25751	BQ25798	2-4 셀 배터리를 위한 일체형 USB Type-C® 전원 공급(PD) 및 충전 레퍼런스 디자인
100W 싱크 100W 소스	1 ~ 5	TPS25751	BQ25731	1~5셀 배터리를 위한 일체형 USB Type-C® PD 양방향 충전 레퍼런스 디자인
100W 싱크 100W 소스	1 ~ 16	TPS25751	BQ25756	100W 통합 USB Type-C® PD 양방향 충전기 레퍼런스 디자인
240W 싱크 240W 소스	1 ~ 16	TPS26750	BQ25756	240W 통합 USB Type-C PD3.1 EPR 배터리 충전기 레퍼런스 디자인

### 레퍼런스 설계

전체 240W의 확장된 전력 범위를 지원하기 위해 240W USB Type-C PD3.1 EPR 배터리 충전기 레퍼런스 설계는 TPS26750을 BQ25756 양방향 백-부스트 충전 컨트롤러와 페어링합니다. 그림 3에서 보듯이 이 레퍼런스 설계는 이 두 바이스를 단일 인쇄 회로 기판에 페어링하여 외부 MCU나 사용자 지정 펌웨어 없이 양방향 240W 솔루션을 지원합니다.



**그림 3. EPR 배터리 충전기 레퍼런스 설계 블록 다이어그램**

배터리 충전기 레퍼런스 설계는 전동 공구, 진공 청소기, 휴대용 파워 스테이션 및 전기 자전거와 같은 제품을 위한 7~14셀 배터리를 위한 통합 USB PD 및 충전 레퍼런스 설계입니다. TPS26750은 펌웨어 개발이 필요 없는 간단한 I<sup>2</sup>C 통신을 통해 BQ25756과 함께 작동합니다. TI USB PD 컨트롤러를 위한 애플리케이션 사용자 지정 툴을 사용하여 TPS26750을 쉽게 프로그래밍할 수 있습니다.

배터리 충전기 레퍼런스 설계는 USB PD 3.1 규격 입력 소스를 통해 최대 240W의 배터리 충전을 지원할 수 있으며 이동 중 모드에서 최대 48V, 5A 출력을 제공할 수 있습니다. BQ25756은 4스위치 벡-부스트 충전기를 구현하여 벡, 벡-부스트 및 부스트 모드 간에 전환합니다. 고집적과 단순한 설계로 자재 명세서 비용을 절감하고 크기를 줄이며 출시 시기를 앞당길 수 있습니다.

## 마무리

새롭게 증가된 최대 전력 범위로 USB-C는 미래의 범용 커넥터로 자리매김하고 있습니다. USB-C를 새롭게 까다로운 기술로 볼 수도 있지만, TI 솔루션은 설계 프로세스를 간소화하기 위해 소프트웨어 및 하드웨어 측면에서 통합을 제공합니다. TI의 USB PD 컨트롤러와 배터리 충전기 페어링이 레퍼런스 설계와 결합되어 솔루션 크기를 줄이고 시장 출시 시간을 단축할 수 있습니다.

## 추가 리소스

- 최신 데모인 [USB Type-C 전력 공급 3.1 확장된 전력 범위 + 배터리 충전기 애플리케이션 데모](#)를 시청하세요.
- 비디오 시청, [USB Type-C: 커넥티비티의 미래](#)
- TI의 [USB Type-C 기술](#)에 대해 자세히 알아보세요.
- [USB Type-C 및 USB 전원 공급 IC 살펴보기](#)
- 최신 액체 감지 데모 비디오를 시청하세요.
- 최신 백서인 [USB Type-C 및 USB Power Delivery 애플리케이션과 요구 사항에 대한 입문서](#)를 읽어보세요.

## 상표

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 침해에 대한 명시적 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://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 © 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