

Technical Article

실시간 제어 기술로 안정적이고 확장 가능한 고전압 설계를 구현하는 방법



Andrew Plummer and Michael Wang



고전압 시스템의 요구 사항은 전력 수준 향상과 최신 전력 시스템의 복잡성 증가에 따라 크게 진화해 왔습니다. 이러한 요구 사항을 효과적으로 충족하려면 고압 사양 및 다양한 전원 요구 사항에 최적화된 고압 전원 토폴로지를 동시에 제어할 수 있는 실시간 MCU 또는 디지털 전원 컨트롤러가 필요합니다. 이 문서에서는 고전압 애플리케이션에서 디지털 전원 제어의 몇 가지 이점에 대해 설명하고 이 기술이 고압 전원 시스템의 안전하고 효율적인 작동을 가능하게 하는 방법을 보여줍니다.

시스템 안정성 증가 및 파워 일렉트로닉스 보호

안정성은 고전압 시스템에서 일관된 작동을 보장하는 데 매우 중요합니다. 과전압, 과전류 및 열 스트레스로부터 파워 일렉트로닉스를 안정적으로 보호하면 부품 수명을 연장하고, 안전을 강화하고, 유지 관리 비용을 줄이고, 다운타임을 최소화하여 예상치 못한 장애 없이 효율적이고 효과적인 성능을 보장합니다.

과거 저렴하고 단순한 개별 아날로그 제품은 고전압 파워 일렉트로닉스에 대한 요구 사항이 증가하고 있는 하이브리드, 전기 자동차, 에너지 인프라, 전력 공급과 같이 빠르게 성장하는 벡터에서 특히 사용할 수 있는 필수 유연성과 견고성이 결여되었습니다.

따라서 디지털 전원은 전력 토폴로지 옵션, 시스템 수준의 기능 및 보호 측면에서 더 큰 기능을 제공하면서, 동시에 프로젝트를 프로토타입 단계에서 생산까지 진행하도록 할당되어야 하는 총 설계자 수를 최소화합니다.

실시간 MCU 및 디지털 절연 전원 컨트롤러는 이러한 시스템의 안정성을 높여줍니다. 이 센서는 감지와 작업 사이의 지연 시간을 최소화하여 부하 변화 및 간섭에 대해 빠르고 정확한 응답을 지원합니다. 이렇게 하면 안정성이 향상되고 과도 이벤트에 대한 민감도가 감소하며 전반적인 성능이 향상됩니다.

MCU 및 디지털 전원 컨트롤러는 과전류, 과전압 및 과온과 같은 고장을 신속하게 감지하고 즉각적인 보호 조치를 트리거하여 파워 일렉트로닉스를 보호합니다. 이 제품은 전력 스위칭 및 변조 기술에 대한 정밀한 제어를 제공하여 안전한 제한 내에서 FET 성능을 최적화하고 부품 스트레스를 최소화합니다.

여러 전력계를 동시에 제어 가능

최신 고전압 시스템의 전력 수준과 복잡성은 종종 하나의 시스템 내에서 여러 개의 전력계를 실행하는 것을 의미합니다. 이를 위해서는 모든 것을 동시에 제어할 수 있는 실시간 MCU 또는 디지털 컨트롤러가 필요합니다.

한 예는 태양광 에너지 애플리케이션용 마이크로 인버터입니다. 일반적인 마이크로 인버터 시스템에는 DC/DC 단계가 포함됩니다. 예를 들어 태양광 패널에 의해 생성된 전력을 높은 DC 버스 전압으로 변환하고 DC 전력을 그리드의 AC 전력으로 변환하는 것입니다. TI의 C2000™ 실시간 MCU는 전력계 구동을 지원하고 고급 모니터링 및 관리 기능을 제공합니다. **GaN 레퍼런스 설계에 기반을 둔 1.6kW 양방향 마이크로 인버터**는 4개의 DC/DC 부스트 단계를 모두 처리할 수 있는 **TMS320F280039C** MCU와 컨버터-인덕터-인덕터-컨버터 및 단상 토렘-폴 PFC(역률 보정)를 포함합니다. 새로운 TMS320F28P550SJ는 향상된 계산 전력, 최대 24개의 펄스폭 변조 채널, 39개의 아날로그-디지털 컨버터 채널 덕분에 6개 이상의 광전지 패널을 지원할 수 있습니다.

UCD3138A 같은 TI의 디지털 전원 컨트롤러는 여러 단계를 동시에 제어하는 데 사용됩니다. 한 가지 예로는 서버 PSU와 같은 AC-DC 애플리케이션의 PFC(역률 보정)가 있습니다. 또 다른 예는 48V 또는 12V와 같은 텔레콤 전력을 위한 HV DC-DC 컨버터입니다. 전력 수준과 지역에 걸쳐 많은 변형을 구현하려면, 개별 아날로그 컨트롤러를 사용하는 숙련된 설계자는 자신의 작업을 다시 계산, 테스트 및 검증해야 합니다. 디지털 전원 컨트롤러를 사용하면 하나의 장치로 전체 시스템을 제어할 수 있으며, 프로젝트 전반에 걸쳐 전압 및 전류 임계값과 같은 매개 변수를 변경할 수 있으므로 엔지니어링 팀의 제한된 시간을 절약할 수 있습니다. 또한 디지털 전원 컨트롤러는 추가적인 유연성, 통신 및 관리 기능을 제공합니다. 최고의 안정성과 확장성을 통해 점점 더 정교한 전력계를 작동하기 위해 디지털 전원 컨트롤러 및 실시간 MCU는 고전압 FET가 필요한 완제품에 여러 옵션을 제공합니다.

소프트웨어 및 하드웨어 솔루션에 대한 투자 극대화

오늘날의 고전압 시스템에서는 예비 성과, 국제 표준을 준수하고, 엔지니어링 설계 활동을 위해 외부 업체 의존성이 점점 높아지고 있습니다. 확장 가능한 플랫폼은 호환 가능한 하드웨어 및 소프트웨어로 광범위한 설계를 지원해야 합니다. TI는 여러 애플리케이션에서 디지털 전력 컨트롤러와 MCU를 더 빠르게 평가할 수 있는 레퍼런스 설계, 평가 모듈, 디버거 및 프로그램과 같은 리소스를 제공하여 사용자 지정 보드 개발의 필요성을 줄입니다. 또한 TI는 프로토타이핑과 소프트웨어 개발 속도를 높이는 다양한 시스템 구성을 위한 소프트웨어 라이브러리 및 펌웨어 예제를 제공합니다. Fusion Digital Power™ Studio와 같은 GUI 툴을 사용하면 일반적으로 외부 구성 요소가 필요한 매개 변수의 빠른 튜닝 및 최적화와 프로토타이핑과 생산에 대한 장치 프로그래밍을 지원합니다. UCD3138A 에코시스템에 제공되는 리소스 요약은 **그림 1**에 나와 있습니다.

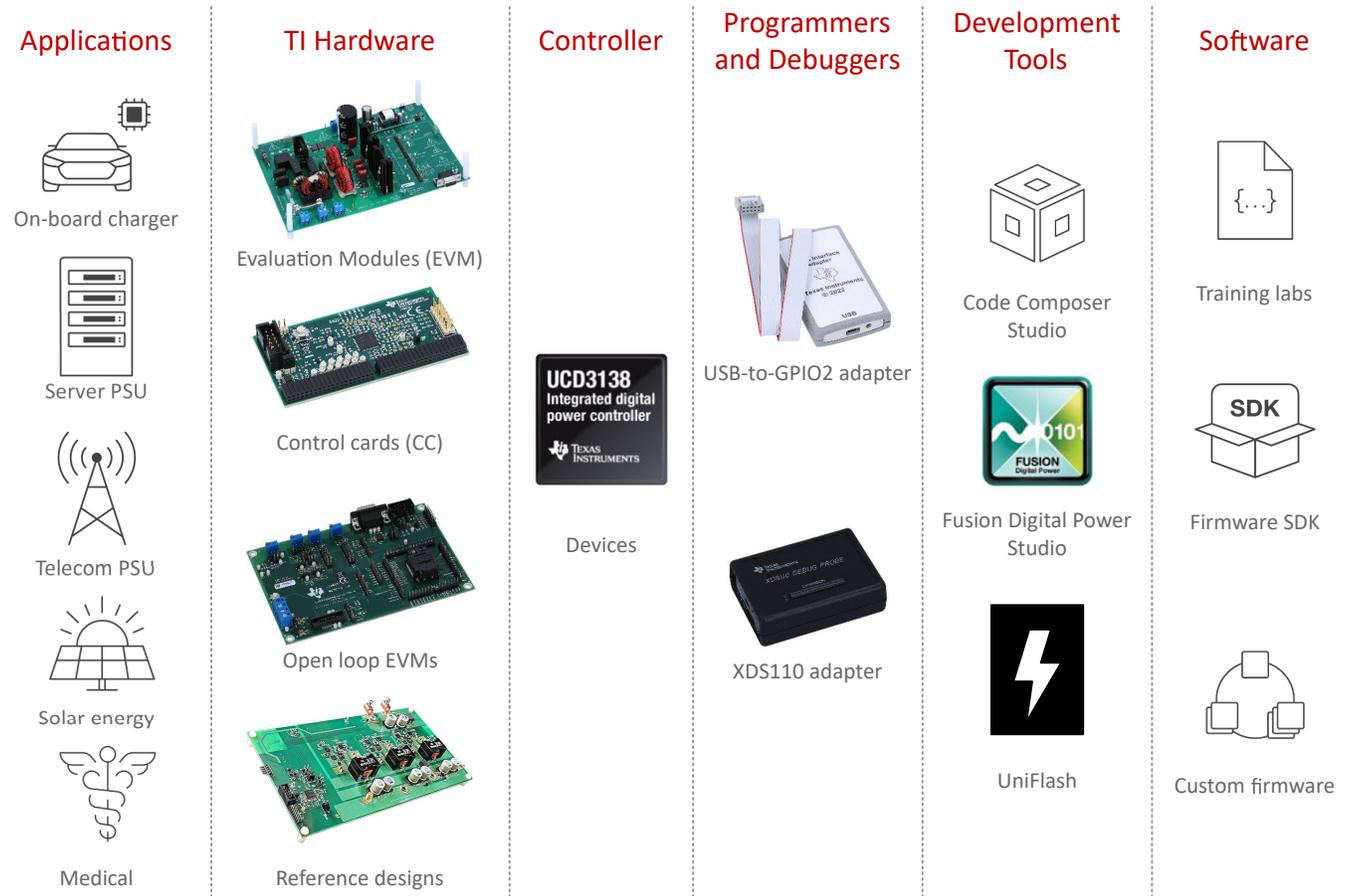


그림 1. UCD3138A 디지털 전원 컨트롤러 에코시스템

그림 2에는 다양한 애플리케이션, 제품, 하드웨어 플랫폼, 개발 툴 및 소프트웨어 개발 키트로 구성된 C2000 실시간 MCU의 에코시스템이 나와 있습니다.

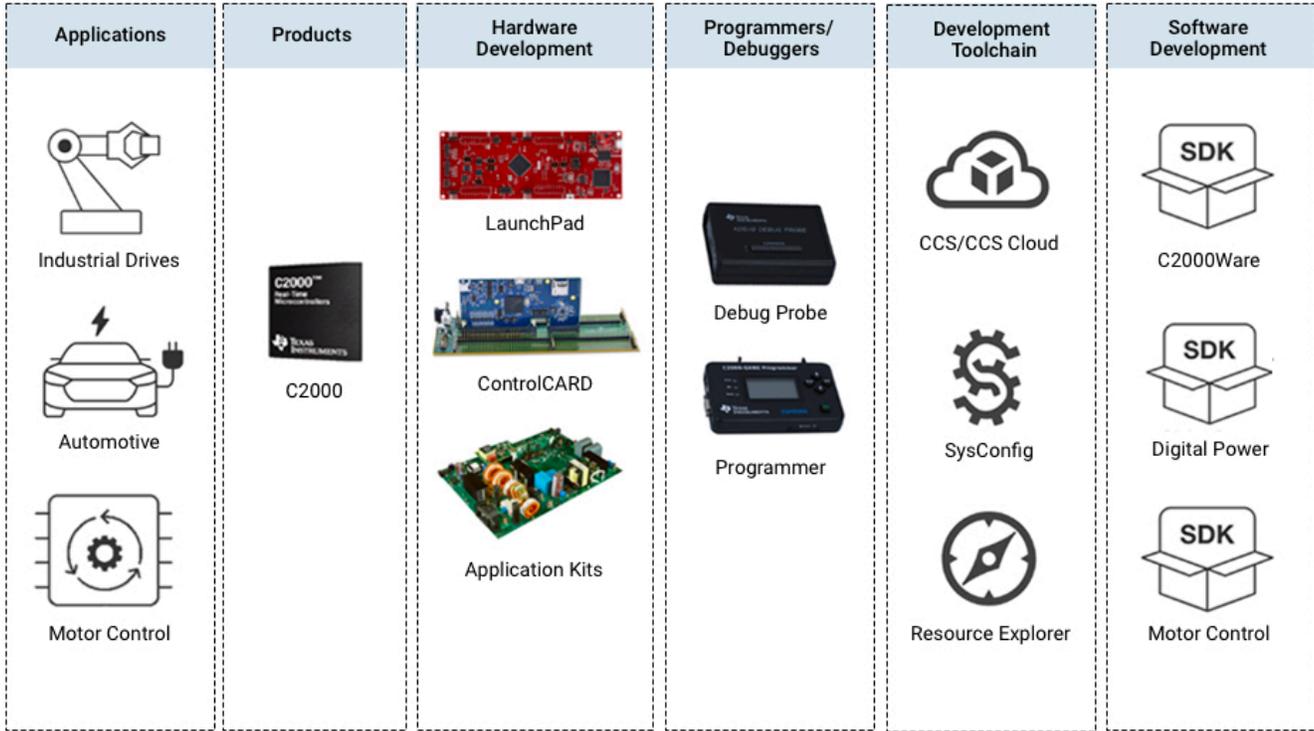


그림 2. C2000 실시간 MCU 에코시스템

디지털 전원 컨트롤러와 실시간 MCU를 고려해야 하는 시기

디지털 전원 컨트롤러 고려:

- 설계에 더 높은 대역폭을 위한 전용 피드백 루프가 있는 디지털 전원 주변 장치를 활용하면서 전원 공급 장치 제어 법칙을 완전히 사용자 정의할 필요 없이 디지털의 유연성과 관리가 필요한 경우
- 사용 편의성을 위해 엄격한 펌웨어 개발 대신 GUI를 통해 매개 변수를 조정하고 최적화하는 것을 선호하는 애플리케이션의 경우.
- 전원 공급 장치 제어에 최적화된 ARM 코어가 다중타임 없이 손쉬운 실시간 펌웨어 업데이트를 위해 듀얼 메모리 बैं크와 함께 선호되는 경우.

실시간 MCU 고려:

- 설계에 정밀하고 적응형 제어 및 동적 그리드 장착 인버터 또는 모터 드라이브와 같은 시스템 조건에 대한 신속한 응답이 필요한 경우.
- 고급 변조 기술 또는 예측형 제어 전략 등 복잡한 알고리즘 실행이 필요한 애플리케이션의 경우.
- 주변 장치와의 원활한 통합을 위해 통신 인터페이스 또는 복잡한 시스템 진단이 포괄적인 시스템 모니터링 및 제어를 위해 필요한 경우.

앞서 언급한 사항은 그림 3에 요약되어 있으며, TI.com의 [디지털 전원 기술 페이지](#)도 참조하십시오.

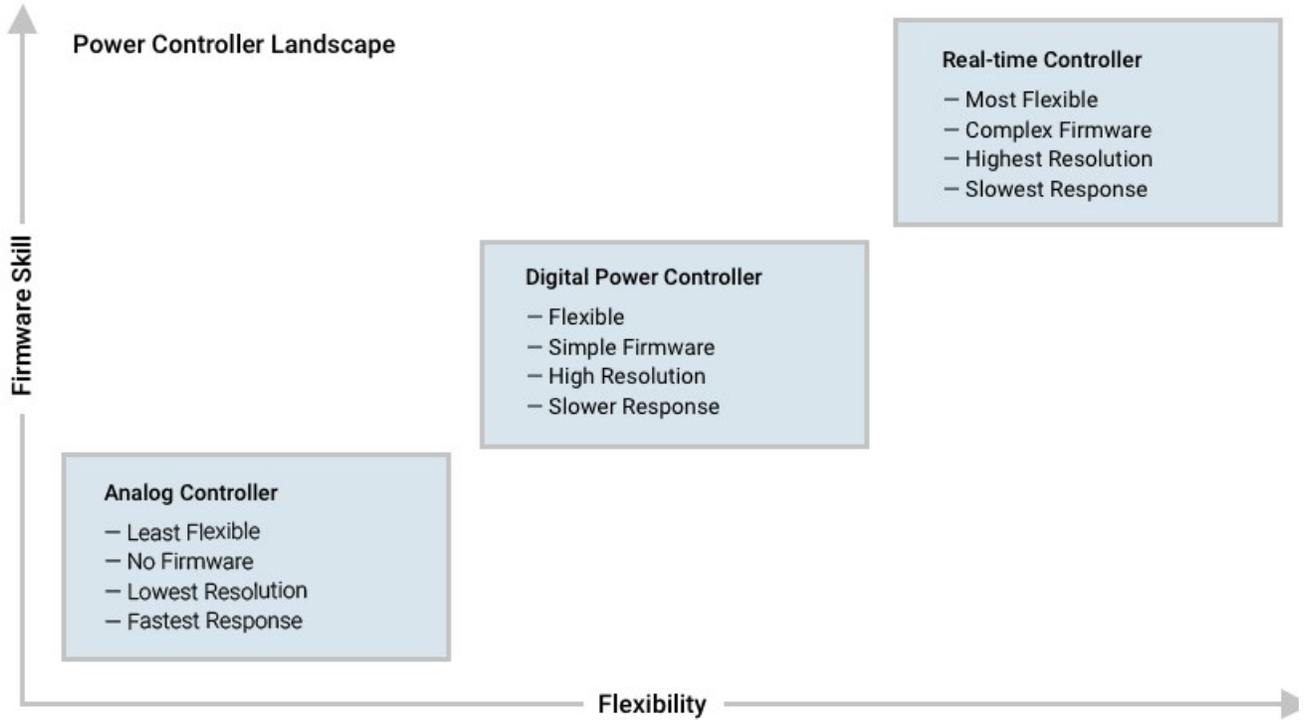


그림 3. TI 전원 컨트롤러 환경

마무리

더 지속 가능한 미래를 구축하려면 전기 자동차, 양방향 에너지 하베스팅 및 저장 시스템, 보다 효율적인 데이터 센터와 같은 고전압 애플리케이션의 성장에 달려있습니다. 이 데이터 센터는 모든 잠재력을 제공하기 위해 고급 멀티 레벨 보호 체계가 필요합니다.

TI의 고전압 실시간 제어 기술 포트폴리오를 통해 여러 전력계를 동시에 안정적으로 제어할 수 있으며 유연성과 에코시스템을 갖추고 있어 프로젝트부터 프로젝트까지 지적 재산권 사용을 극대화할 수 있습니다.

추가 리소스

- 애플리케이션 노트 읽기:
 - "UCD3138x 장치 소개."
 - "C2000 실시간 마이크로컨트롤러를 사용한 개발을 위한 필수 가이드."
- 다음 레퍼런스 설계를 확인해 보십시오.
 - 1kW 디지털 제어 전류 모드 LLC 레퍼런스 설계
 - 전자 계량기를 지원하는 텔레콤 및 서버 PSU를 위한 1KW, 소형, 97.5% 효율성, 디지털 PFC 레퍼런스 설계
 - GaN 레퍼런스 설계 기반의 1.6kW, 양방향 마이크로 인버터

상표

Fusion Digital Power™ is a trademark of Texas Instruments.

모든 상표는 해당 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 © 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