

실시간 프로세싱으로 고성능 전력 시스템을 구동하는 방법

본 기고문에서는 고성능 전력 시스템의 렌즈를 통한 프로세싱의 중요성에 대해 설명하고 모든 실시간 제어 시스템의 프로세싱 역할에 대한 일반적인 오해를 바로잡고자 한다.

글/메가나 마나바즈(Meghana Manavazhi), TI 디지털 애플리케이션 엔지니어



일반적으로 프로세싱이 CPU(중앙처리장치) 코어 주파수 또는 MIPS(초당 1백만개 명령을 처리하는 속도 단위)에만 연관된다고 가정하고 순전히 데이터 크런칭에만 초점을 맞추기 쉽다. 본 기고문에서는 고성능 전력 시스템의 렌즈를 통한 프로세싱의 중요성에 대해 설명하고 모든 실시간 제어 시스템의 프로세싱 역할에 대한 일반적인

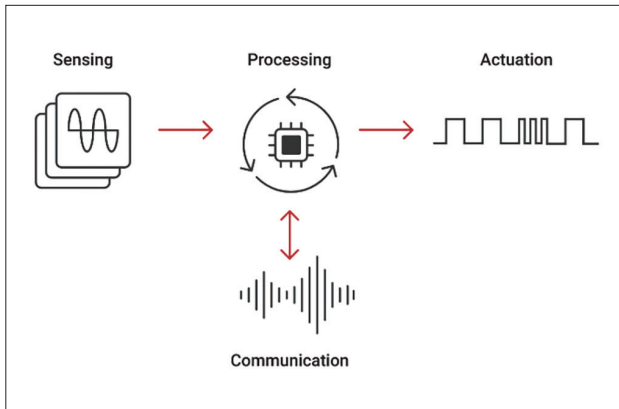
오해를 바로잡고자 한다.

특히 그리드 인프라와 전원 공급 분야에서 에너지 활용을 확장하려면 효율적이고 콤팩트하고 안정적인 전력 시스템이 필요하다. 이러한 요구 사항이 전력 변환 시스템에 진화를 가져와 더 큰 전력 용량과 함께 높은 전력 효율, 빠른 과도 응답, 높은 전력 밀도를 제공할 수 있게 되었다.



서버 전원 분야는 변화하는 부하 조건에서 안정적이고 신뢰할 수 있는 작동이 요구되므로, 빠른 과도 응답이 필수적이다. 많은 제어 방식이 빠른 응답 시간을 지원할 수 있는데, 목표는 빠른 응답 시간을 구현하는 것이다.

그림 1. 실시간 제어 신호 체인

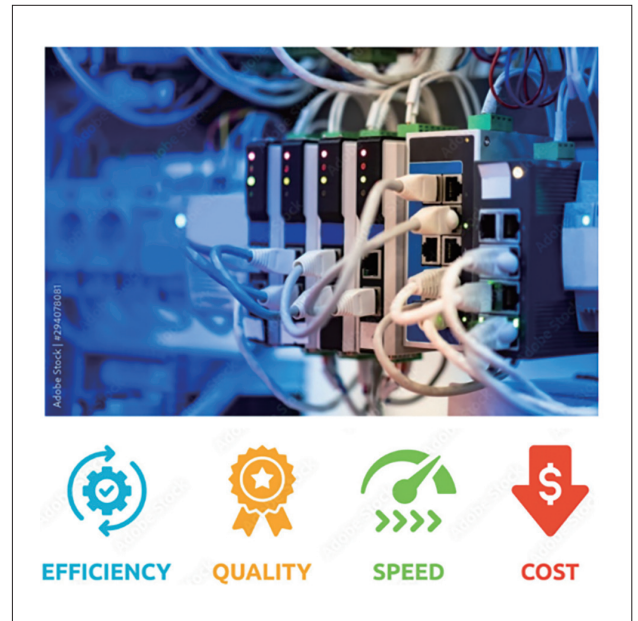


높은 전력 효율

그림 2와 같이 데이터 센터의 무정전 전원 공급장치(UPS)는 멈춤 없이 지속적으로 작동해야 한다. TI GaN FET와 C2000™ 실시간 MCU를 결합하여 전력 밀도가 높고 효율적인 디지털 전력 시스템 달성이라는 기술백서에서 설명된 바와 같이, 효율성을 강화하면 재정을 상당히 절감하고 더 작은 히트 싱크를 통해 솔루션 크기를 축소하고 온실가스 배출량을 감축할 수 있다. 하지만 토렘 폴 브리지 리스 역률 보정(덜 수동적인 에너지 소산 장치를 사용함) 또는 소프트 스위칭 제어(이러한 이점을 얻는 데 필요한 무전압 스위칭 및 무전류 스위칭 등)와 같은 복잡한 전원 토폴로지를 구현하는 것은 어려울 수 있다.

일부는 온칩 하드웨어 가속기도 포함하는 고성능 실시간 마이크로컨트롤러(MCU)는 이를 실현하기 위해 가장 빠른 제어 루프를 지원할 수 있다. 이를 한 단계 업그레이드하기 위해 고속 온칩 아날로그-디지털 컨버터(ADC)와 후처리 기능이 장착된 실시간 MCU는 더 나아가 전류와 전압의 정확하고 빠른 샘플링과 변환을 처리하여 실시간 신

그림 2. 데이터 센터 무정전 전원 공급장치의 성능 동인



호 체인의 전체 지연을 줄일 수 있다.

빠른 과도 응답

서버 전원 분야는 변화하는 부하 조건에서 안정적이고 신뢰할 수 있는 작동이 요구되므로, 빠른 과도 응답이 필수적이다. 많은 제어 방식이 빠른 응답 시간을 지원할 수 있는데, 목표는 빠른 응답 시간(현재 목표 슬루율은 2.5A/μS ~ 5A/μS에 가까움)을 구현하는 것이다.

실시간 MCU는 높은 CPU 주파수/MIPS, 주변 레지스터에 대한 빠른 액세스, 빠른 인터럽트 응답, 최적화된 제어 모드 명령 집합, 실시간 신호 체인의 기동에 대한 긴밀한 하드웨어 결합, 언더슈트 또는 오버슈트 조건을 제한할 때 고장 또는 오류 감지 대응을 위한 CPI 외부의 목적 기반 로



오늘날의 고성능 전력 시스템을 효과적으로 강화하는 것이 컨트롤러를 차별화하는 요소이다. TI 실시간 MCU는 이중 메모리 액세스, 단일 주기 확정적 실행, 8상 병렬 파이프라인 버스, 우수한 메모리 실행 처리 능력, 효율적인 가속기, 통합 메모리 맵을 제공한다.

직(펄스 폭 변조기[PWM] 및 비교기)을 통해 고속 프로세싱을 정의함으로써 현실 감지와 작동 사이의 지연 시간을 최소화하는 것이다.

높은 전력 밀도

그림 3은 시스템 비용을 절감할 수 있을 뿐 아니라 분산 발전 개방형 표준 연합(Distributed-Power Open Standards Alliance)과 같은 규제 기준(목표는 최저 1/32 포맷 풋프린트(0.69평방인치)에 부합하기 위해 더 적은 공간에서 더 큰 전력 용량을 충족하는 데 종종 필요한 DC/DC 컨버터를 보여준다. 초소형 폼 팩터에서는 히트 싱크 없이 열 소산을 줄이는 것이 어려우며, 더 높은 스위칭 주파수를 지원하고 이러한 소형 설계 사이즈를 충족하기 위해 질화갈륨(GaN)과 실리콘 카바이드(SiC) 같은 와이드 밴드갭 전원 장치를 도입하는 것이 훨씬 더 번거로울 수 있다.

고유한 아키텍처와 온칩 수학 개선 장치를 통해 실시간 MCU의 프로세싱 능력을 사용하면 복잡한 시간 임계 데이터를 계산할 수 있다. 프로세싱 능력을 높이면 추가적인 계산 능력을 제공하여 능동 소음 저감과 같은 더 많은 기능을 포함하고 이에 따라 ‘전력 밀도를 높이는 절충 방안과 기

술’이라는 기술백서에서 많은 솔루션의 하나로 강조한 전자기 간섭 필터까지 포함할 수 있다.

또한 고해상도, 블랭킹 윈도우, 트립 지연, 피크 전류 모드 제어를 위한 슬로프 보상 등의 사양과 구성 가능한 로직 블록(CLB)과 같은 기타 기능 조각과 함께 맞춤형 PWM 및 비교기 모듈(코어 프로세싱 요소를 뛰어넘음)은 프로세싱 능력을 더욱 향상시킬 수 있다.

실시간 MCU를 통해 필요한 프로세싱 능력을 지원하는 방법

오늘날의 고성능 전력 시스템을 효과적으로 강화하는 것이 컨트롤러를 차별화하는 요소이다. TI 실시간 MCU는 이중 메모리 액세스, 단일 주기 확정적 실행, 8상 병렬 파이프라인 버스, 우수한 메모리 실행 처리 능력, 효율적인 가속기, 통합 메모리 맵을 제공한다. 그중 일부는 보안, 진단, 적응형 알고리즘 및 하우스키핑 작업을 구현하기 위한 헤드룸과 함께 전력 시스템을 유연하게 구현하기 위한 보조 프로세서 또는 멀티코어 지원도 갖추고 있다.

결론

복잡한 제어 알고리즘을 통해 낮은 THD(총 고조파 왜곡), 높은 전력 밀도 및 효율, 빠른 과도 응답을 갖춘 전력 시스템이 가능해졌지만 실제 구현에는 컨트롤러의 수학 기능과 더 높은 메가헤르츠(MHz) 속도 이상이 필요하다. 감지에서 작동까지의 타이밍 또한 성능을 정의하는 데 중요한 역할을 하기 때문에 높은 CPU 성능, 유연한 PWM, 빠르고 정확한 감지 기능을 갖추고 있고 일부러 지연 시간을 최소화할 수 있도록 설계된 실시간 MCU는 미래를 위한 확장 가능한 솔루션과 함께 현재의 포괄적인 시스템 요구를 충족할 수 있다.

그림 3. 폼 팩터가 줄어드는 추세인 DC/DC 컨버터

