

백서

‘Simple Digital’ 모듈로 전원 공급 설계의 복잡성 제거하기

비디샤 굽타(Vidisha Gupta), Senior Apps Engineer, Renesas Electronics Corp.

애쉬시 라즈단(Ashish Razdan), Senior Apps Engineer, Renesas Electronics Corp.

2018년 10월

Abstract

본 문서에서는 Renesas의 ‘Simple Digital’ 전원 모듈 제품 계열을 소개하고 전원 공급 솔루션 설계에 있어서 그 장점과 사용의 편리성에 대하여 살펴본다.

소개

업계 전역에서 사용되고 있는 스텝다운 (buck) 레귤레이터(step-down regulator)는 산업 및 인프라 시스템 내 분산되어 있는 버스에서 개별 POL(point-of-load)로 전원을 변환시켜준다. 이러한 buck 컨버터는 POL 전압이 점진적으로 낮아짐에 따라 현재의 FPGA와 ASIC에서 점점 증가하는 부하 전류를 처리해야 하지만 보다 까다로운 레귤레이션과 노이즈 성능에 대한 요구사항을 충족하고 있다.

전력 공급 설계자가 직면한 가장 큰 과제는 이러한 까다로운 요구 사항을 충족하고 동시에 보다 저렴한 비용과 최소 크기로 최대효율 및 최대 성능을 구현하는 것이다. 전원 모듈은 컨트롤러와 동기식 MOSFET, 인덕터, 보상 네트워크, 보호 회로를 컴팩트한 하나의 패키지로 통합시킴으로써 이러한 장점을 제공할 수 있다. 이를 통해 몇 개의 입출력 커패시터만으로도 즉시 사용 가능한 안정적인 솔루션을 구현할 수 있다. 아날로그와 디지털

전원 모듈이 모두 시장에 존재하기 때문에 설계 엔지니어들은 아날로그를 선택할지 또는 디지털을 선택할지 고민에 빠지게 된다. 이들의 목표는 기능과 비용 효율성 간에 최적의 균형을 찾는 것이다.

디지털 전원 모듈은 첨단 디지털 제어 기술을 사용하고 시스템에 더 큰 유연성과 지능을 부여해준다. PMBus™이나 I2C, SPI와 같은 디지털 인터페이스를 통한 실시간 원격 측정과 오류 감지를 통해 시스템 성능을 대폭 향상시킬 수 있으며 이는 손쉬운 디버깅과 신속한 문제 해결을 가능하게 해준다. 다수의 파워 레일로 구성된 더 크고 복잡한 시스템에서 비휘발성 메모리에 서로 다른 구성을 저장하고 로드함으로써 훨씬 빠른 통합과 탁월한 관리가 가능하다.

아날로그는 전원 공급 장치에 디지털 제어가 도입되기 전부터 사용된 검증된 솔루션으로 편리한 사용과 단순한 설계를 장점으로 한다. 디지털 제어에 필요한 프로그래밍이나 통신 프로토콜에 대한 노하우가 설계자에게 요구되지는 않지만 유연성이 제한적이라는 단점이 있다. 예를 들어, 피드백 보상 루프는 물리적으로 소자를 변경하지 않고 다른 조건에 따른 최적화가 불가능하다.

Simple Digital: 간단한 솔루션

Simple Digital 전원 모듈 계열 제품은 아날로그와 디지털 도메인 간의 차이를 줄여준다. Simple Digital 전원 모듈은 아날로그 전원 모듈의 설계 경험을 제공하면서 동시에 실시간 동작 중 원격 측정 및 설정을 위한 디지털 PMBus 인터페이스를 제공한다.

Simple Digital 전원 모듈은 디지털 제어 아키텍처의 모든 장점과 유연성을 제공하면서도 기존 아날로그 전원 제품과 같은 핀 스트랩(pin-strap) 설정을 완벽하게 지원한다. 프로그래밍 가능 옵션과 핀 스트랩 레지스터(pin-strap resistor)는 플러그 앤 플레이(plug-and-play) 솔루션을 구현해준다.

업계 표준인 PMBus 인터페이스를 통한 실시간 시스템 모니터링 기능과 제어로 탁월한 설계 용이성을 갖춘 Simple Digital 모듈은 독창적인 솔루션으로 인정받고 있다. 출력 전압, 출력 전류, 오류 상태, 열 관리를 포함한 완벽한 전원 공급 원격 측정이 지원되어 안정성과 시스템 가동 시간을 향상시켜준다. 고객은 기능 조정이나 수정이 필요할 때마다 패시브 소자(저항과 커패시터)를 변경해야 하는 불편 없이 PMBus 인터페이스를 활용하여 설계를 검증할 수 있어 개발 시간과 전반적인 구축 비용을 줄일 수 있다.

사용 편의성

Simple Digital 모듈은 기존의 아날로그 컨트롤러에서 지연(Delay)과 램프(ramp) 시간 설정 시 사용되는 RC 시간 상수를 사용하지 않는다. 내장된 디지털 제어 프레임워크가 무보상 설계(compensation-free design)를 구현하여 외부 커패시터에서 안정성을 위한 제어 루프 설정을 하지 않아도 되기 때문에 복잡한 계산과 안정성 분석을 필요로 하지 않는다. 아날로그 전원 공급 장치와 비교하여 총 부품 수가 현저히 줄어들어 고집적이고 비용 효율적인 솔루션을 제공해준다.

아날로그 전원 제품의 단점 중 하나는 동작 시간 동안 시스템 모니터링이 불가능하다는 점이다. 정교하고 복잡한 시스템에서 다중 전압 레일과 전류를 관리하는 것은 매우 어렵고 많은 비용이 요구되며 회로 보드에서 중요한 공간을 차지하는 추가 추가부품(전압 감시, 전류 셉트 모니터 등)를 필요로 한다. Simple Digital 모듈은 디지털 컨트롤러에서 가용한 원격 측정 기능과 조기 오류 감지를 위한 주요 데이터 모니터링 기능을 제공하여 보다 강력하고 안정적인 솔루션을 구현할 수 있다. 온도 모니터링 기능은 발열점을 식별하고 시스템의 전반적인 열 관리 기능을 향상시켜 열로 인한 장애를 예방해준다.

디지털 컨트롤러는 온보드 비휘발성 메모리에 파라미터를 저장함으로써 전원 공급 장치의 설정을 프로그래밍 하고 소수의 기능을 외부 레지스터(resistor)를 통해 프로그래밍할 수 있는 유연성을 제공한다. 시스템 설계자는 이러한 디지털 컨트롤러를 사용할 때 대부분의 설정 파라미터를 프로그래밍하여 NVM에 저장해야 한다. Simple Digital 전원 모듈은 전원 모듈을 설정에 필요한 다양하고 포괄적인 레지스터 핀 스트랩을 제공해주기 때문에 디지털 프로그래밍을 하지 않아도 된다. 시스템 설계자는 출력 전압, 주파수, 입력 UVLO, 램프(ramp) 시간, 소프트 스타트/스톱(soft-start/stop)과 같은 기능과 함께 전압 추적, 외부 클록 동기화, 위상 확산(phase-spreading)과 같은 정교한 기능을 프로그래밍할 저항을 선택해 주면 된다.

Simple Digital 전원 공급 장치를 위한 PMBus 인터페이스는 하드웨어(저항과 커패시터)를 변경해야 하는 불편함 없이 출력 전압, 스위칭 주파수, 램프 시간, 소프트 스타트/스톱의 다양한 조합을 완벽하게 테스트할 수 있어 개발 단계에서 많은 이점이 있다. 이를 통해 테스트에 소요되는 시간을 상당히 단축시킬 수 있고 설계상의 실수를 배제한다. PMBus 인터페이스를 통해 입력 UVLO와 출력 과전압 및 과전류의 오류 보호 한계치를 손쉽게 조정할 수 있어 설계자는 짧은 시간 안에 여러 조합의 테스트 케이스를 검증할 수 있다. 오류 로깅을 위한 NVM 액세스는 오류 발생 후 캡처된 데이터를 확인하여 문제를 훨씬 쉽게 해결할 수 있게 해준다.

모든 POL을 위한 솔루션

Renesas는 인프라 시스템의 폭넓은 입력 전압 범위와 부하 전류 범위에 대한 요구 사항을 충족할 수 있는 포괄적인 Simple Digital POL(point-of-load) 전원 모듈 포트폴리오를 제공한다.

핀 스트랩으로 설정 가능하고 PMBus와 호환 가능한 스텝다운 DC/DC 전원 공급 모듈은 25A ~ 70A 로드 포인트의 마이크로 컨트롤러와 FPGA, DSP 등 다양한 파워 트레인 아키텍처에 적합하며 풀 디지털 모듈이 제공하는 것과 비슷한 수준의 다중 레일 애플리케이션에 대한 고전력 밀도를 제공한다. 강화된 열 성능을 가진 이러한 모듈의 HDA 패키징 기술 덕분에 에어 플로(air flow)나 추가 히트싱크(heat sink)가 필요하지 않아 시스템 비용을 절감하고 크기를 줄일 수 있다. RAA210xxx 제품 계열은 Renesas의 디지털 전원 기술의 설정과 제어를 단순화시켜주고 핀 호환 ISL827xM 제품 계열을 통해 PMBus 구성으로 업그레이드 할 수 있도록 해준다.

특히 기술인 ChargeMode™ 제어 아키텍처는 빠른 과도 응답을 제공하고 동급 최고의 변환 효율을 자랑한다. 부하 단계의 과도 전류에 대하여 싱글 클록 사이클 방식으로 응답하여 출력에서 필요한 정전용량(capacitance)의 양을 줄여주어 비용과 보드 공간을 절약해준다. 멀티 레이트 샘플링(multi-rate sampling) 기술이 구현되어 있어 오류 샘플링과 PWM 생성 간의 외부 지연도 크게 감소시켜 준다. Simple Digital 제어 기술은 업계 표준인 PMBus 인터페이스를 통한 실시간 시스템 모니터링과 제어 기능으로 탁월한 설계 용이성을 자랑한다. 또한 출력 전압, 출력 전류, 오류 상태 모니터링을 포함한 전원 공급 원격 측정을 지원하여 탁월한 안정성과 시스템 가동 시간을 보장해준다.

RAA210925는 마이크로 컨트롤러와 FPGA, DSP 등 다양한 전원 아키텍처의 지원을 크게 향상시킬 수 있는 듀얼 채널 모듈이다. RAA210925는 채널 당 최대 25A를 지원하고 다중 레일 애플리케이션을 위한 고전력밀도를 제공하여 Renesas의 싱글 채널 제품을 보완해준다.

표: Renesas의 모든 기능을 지원하는 Digital ISL827XM 시리즈 모듈과 Simple Digital 계열 부품의 비교

	ISL827xM Full Digital 계열	RAA210xxx Simple Digital 계열
Pin-to-Pin 호환성	ISL8277M: 25A ISL8278M: 33A ISL8272M: 50A ISL8273M: 80A ISL8274M: 듀얼 채널 30A	RAA210825: 25A RAA210833: 33A RAA210850: 50A RAA210870: 70A RAA210925: 듀얼 채널 25A
Vin (V)	4.5-14	4.5-14
Vout(V)	0.6-5	0.6-5
Fsw (kHz)	296-1067	296-1067
모듈 설정에 대한 Digital PMBus의 프로그램 가능 여부	모든 PMBus 명령어 지원. 모듈 설정 저장을 위한 NVM 액세스 지원.	핀 스트랩 레지스터를 통해 모듈 설정 지원. PMBus 명령어 subset의 런타임 동작 시 디지털 프로그래밍을 통해 설정 변경 지원. 모듈 설정 저장을 위한 NVM 액세스 미지원.
Power Navigator 지원 여부	지원	지원
동기화 기능	지원	지원
전류 공유 멀티모듈	지원	미지원
DDC 핀 (장치 간 통신)	지원	미지원

Renesas의 모든 디지털 전원 모듈은 PMBus 통신 지원에 유용한 사용자 친화적인 툴인 PowerNavigator™ GUI에서 지원된다. 핀 스트랩 레지스터/PMBus를 통해 동작 파라미터를 설정하고 테스트와 디버깅을 통해 전원 설계자의 설계 과정을 단순화시켜준다. PowerCompass™과 iSIM과 같은 보조 툴은 설계 초기 단계에서 시스템 요구 사항 분석과 높은 수준의 분석, 고객 회로의 시작점 생성을 위한 강력하고 총체적인 방법을 제공해준다. PowerCompass에는 주로 사용되는 ASIC와 FPGA를 위한 템플릿을 내장하고 있어 완전한 시스템 레벨 애플리케이션 회로와 BOM을 손쉽게 구축 할 수 있다. 또한 디지털과 아날로그 전원 솔루션을 모두 사용하는 시스템의 시스템 효율을 향상시켜주고 전원 손실 예측을 제공해준다. 사용자가 쉽게 시작할 수 있도록 자세한 사용 설명서와 동영상은 온라인으로 제공된다.

결론

Simple Digital 전원 모듈은 PMBus 인터페이스를 통한 원격 측정과 설정으로 디지털 제어 전원 공급 장치의 이점을 극대화 해준다. 디지털 인터페이스는 마이크로 컨트롤러와 FPGA, ASIC, DSP에서 요구하는 파워트레인 아키텍처를 지원하고 출력 전압, 전류, 온도의 실시간 모니터링을 지원한다. 소프트웨어로 구현된 무보상 설계(compensation-free design)는 노화로 인한 구성요소의 허용 오차의 영향을 제거하고 우수한 과도 성능을 구현해준다. 오류 로깅은 신속한 문제 해결과 교정을 위한 강력한 툴을 제공한다. 부품수를 최소화 시킴으로써 전원 밀도를 높이고 신뢰할 수 있는 솔루션을 구현한다.

핀 스트랩 레지스터를 사용하여 모듈 구성을 단순화시킨 접근 방식은 프로그래밍과 관련된 복잡성을 제거해준다. Renesas Charge Mode 제어 아키텍처는 싱글 스위칭 사이클에서 과도 부하 단계에 반응하고 정전용량을 줄여 비용과 보드 공간을 절약해준다. 고-집적 솔루션인 RAA210xxx 전원 모듈은 몇 개의 외부 구성요소만으로 작동이 가능하고 첨단 HDA 패키징 기술은 에어플로나 히트싱크 없이 다양한 작동 온도에서 우수한 열 성능을 구현한다. Power Navigator, Power Compass, SIMPLIS 모델 등 온라인 설계 지원 툴을 사용하면 파워트레인 개발의 출시 시간 단축과 최적화를 구현할 수 있다.

© 2018 Renesas Electronics America Inc. (REA). All rights reserved. 모든 상표와 상호는 해당 소유권자의 상표입니다. REA에서는 본 자료에 포함된 정보의 정확성을 신뢰하나 그 품질이나 사용에 대해서는 어떠한 책임도 지지 않습니다. 모든 정보는 있는 그대로 제공되며 상품성, 특정 용도 또는 권리 침해 여부에 대한 적합성 등에 대해 어떠한 명시적 또는 묵시적, 법적 보증이나 거래 또는 사용에 대한 보증도 하지 않습니다. REA는 본 자료에 포함된 정보의 사용 또는 이로 인해 발생하는 직간접적, 특수적, 결과적, 부수적 또는 기타 손해에 대하여 어떠한 책임도 지지 않습니다. REA는 사전 공지 없이 본 자료에 포함된 제품의 생산을 중단하거나 본 자료에 명시된 제품 설계나 사양, 기타 정보를 수정할 수 있습니다. 본 자료의 모든 내용은 미국과 국제 저작권법의 보호를 받습니다. 본문에서 달리 명시한 경우를 제외하고는 본 자료의 어떠한 부분도 Renesas Electronics America Inc.의 사전 서면 동의 없이 어떠한 형식이나 수단으로든 복제할 수 없습니다. 방문자 또는 사용자는 본 자료를 어떠한 공공 또는 상업적 목적으로도 수정, 배포, 출판, 전송하거나 이를 기반으로 작업물을 생성할 수 없습니다.