

Technical Article

차량용 오프 배터리 벅 사전 레귤레이터 설계에서 기능 안전 규정 준수 달성



Timothy Hegarty

기능 안전 및 ISO 26262

영향력 있는 모든 기술은 일련의 위험을 야기하는데, 자동차 안전 관련 시스템에서 특히 심각한 위험을 야기할 수 있습니다. ISO(국제 표준화 기구) 26262 시리즈의 표준인 도로 차량-기능 안전의 목적은 자동차 전기 및 전자 시스템의 기능 안전에 대한 지침 및 요구 사항을 제공하여 도로 차량의 위험을 완화하는 것입니다. 12개 파트에 게시된 ISO 26262는 2018년에 업데이트되어 진화하는 자동차 기술을 확인했으며, 현재 표준에는 반도체에 대한 구체적인 요구 사항이 포함되어 있습니다. ISO 26262는 심각도, 노출 확률, 운전자의 제어 가능성 등 세 가지 변수를 기반으로 잠재적 위험에 대한 위험 분석을 수행하여 수립된 위험 등급을 결정하기 위한 자동차별 위험 기반 접근 방식(ASIL, 차량용 안전 무결성 레벨이라고도 함)에 대해 자세히 설명합니다.

자동차 제조업체는 기능 안전 준수 플랫폼을 개발할 때 다양한 분류의 ASIL 시스템 수준 등급을 필요로 합니다. 예를 들어, 첨단 ADAS(첨단 운전 보조 시스템)를 위한 서라운드 뷰, 운전자 모니터링, 레이더 및 LiDAR는 ASIL D의 시스템 수준 등급이 필요합니다. 한편 디지털 콕핏 및 인포테인먼트 시스템과 같은 완제품은 ASIL B 등급만 필요합니다. 이와 같이 안전이 중요한 시스템에서 중요한 주제는 차량용 배터리 소스에서 고전류 SoC(System-on-a-Chip)와 멀티코어 프로세서 부하에 안정적인 전원 공급에 대한 필요성입니다.

외부 전압 모니터링을 지원하는 기능 안전 준수 설계

동기 벅 컨트롤러 IC(통합 회로)는 12V, 24V 및 48V 배터리 입력을 사용하여 차량용 설계에서 DC/DC 변환을 지원하여 전류 사양이 100A를 초과하는 고전류 프로세서 부하의 요구 사항을 충족할 수 있습니다. 그림 1에는 시스템의 각 출력에 전압 모니터 IC가 통합되어 ASIL D 기능 안전 규정을 준수하는 듀얼 출력 구성이 나와 있습니다.

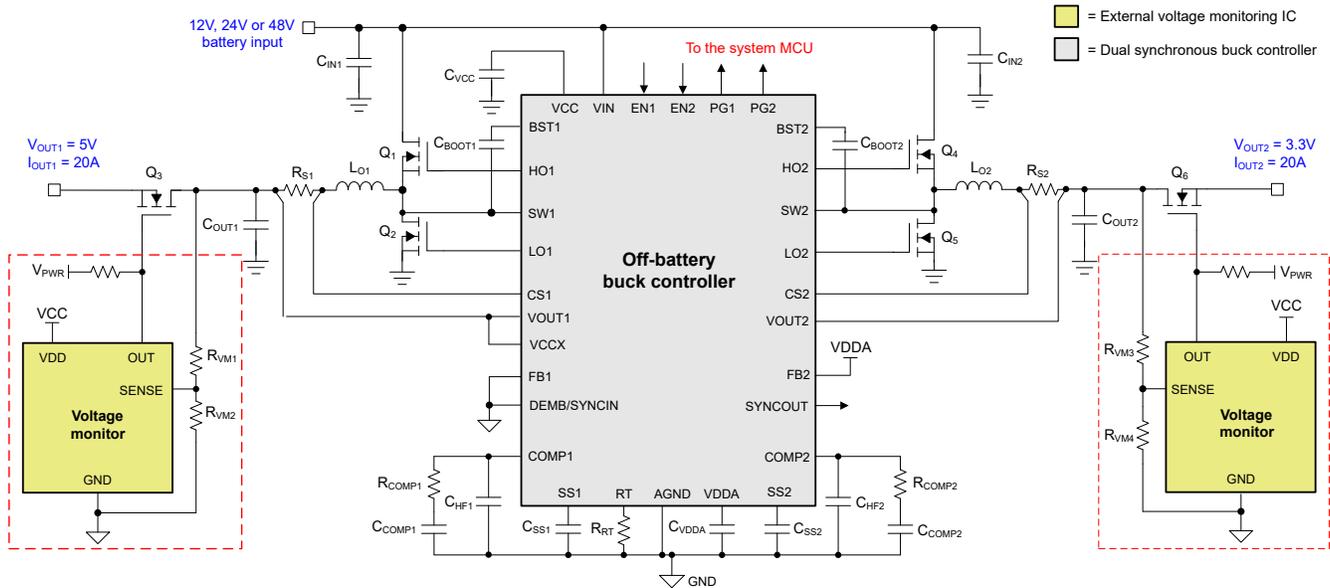


그림 1. 출력 전압 모니터 IC가 포함된 오프 배터리 듀얼 출력 벅 사전 레귤레이터

그림 1의 Q3 and Q6는 출력 오류 상태 시 열리는 출력 분리 스위치를 지정합니다. 그림 1에 나와 있는 것처럼 기존 듀얼 출력 벅 컨트롤러는 전력 양호(PG1/2) 핀을 사용하여 시스템 마이크로컨트롤러(MCU)에 기본 진단 정보를 다시 제공합니다.

동기 벅 컨트롤러를 사용한 기능 안전 준수 설계

80V LM5137F-Q1 듀얼 채널 DC/DC 벅 컨트롤러에는 고전력 SoC 코어 및 I/O 레일을 위한 고효율 동기식 벅 레귤레이터를 구현하는 데 필요한 모든 기능이 포함되어 있습니다. 이 장치는 기능 안전을 위한 세 가지 카테고리를 가진 컨트롤러 제품군으로 제공됩니다. TI 기능 안전 지원, ASIL B 또는 ASIL D, 후자의 두 가지 옵션은 장치 부품 번호에 'F' 접미사로 표시됩니다.

또한 이 제품군은 100kHz~2.2MHz의 스위칭 주파수 범위로 12V, 24V 및 48V 배터리 입력을 지원할 수 있는 전압 확장성을 제공합니다. 통합 충전 펌프 게이트 드라이버는 100% 듀티 사이클 기능과 진정한 패스스루 모드 작동을 제공합니다. LM5137F-Q1은 광범위한 주파수에서 전자기 간섭(EMI)을 성공적으로 해결하는 듀얼 랜덤 확산 스펙트럼(DRSS)과 함께 배터리 수명을 늘리고 높은 저부하 효율을 지원하는 초저 정동작 전류를 제공합니다.

그림 2에서는 LM5137F-Q1 벅 컨트롤러를 사용하는 ASIL D 시스템의 레귤레이터 설계의 전체 회로 회로도를 보여줍니다. 이 설계에는 기본적으로 동일한 작동 사양과 전력계 부품(그림 1)이 있지만, 외부 전압 모니터링 IC가 필요하지 않습니다. 유연성을 추가하기 위해 2개의 인터리브 위상(또는 특히 까다로운 고전류 부하의 경우 4상으로 스택)을 사용하는 단일 출력 구현으로 벅 컨트롤러를 구성할 수 있습니다.

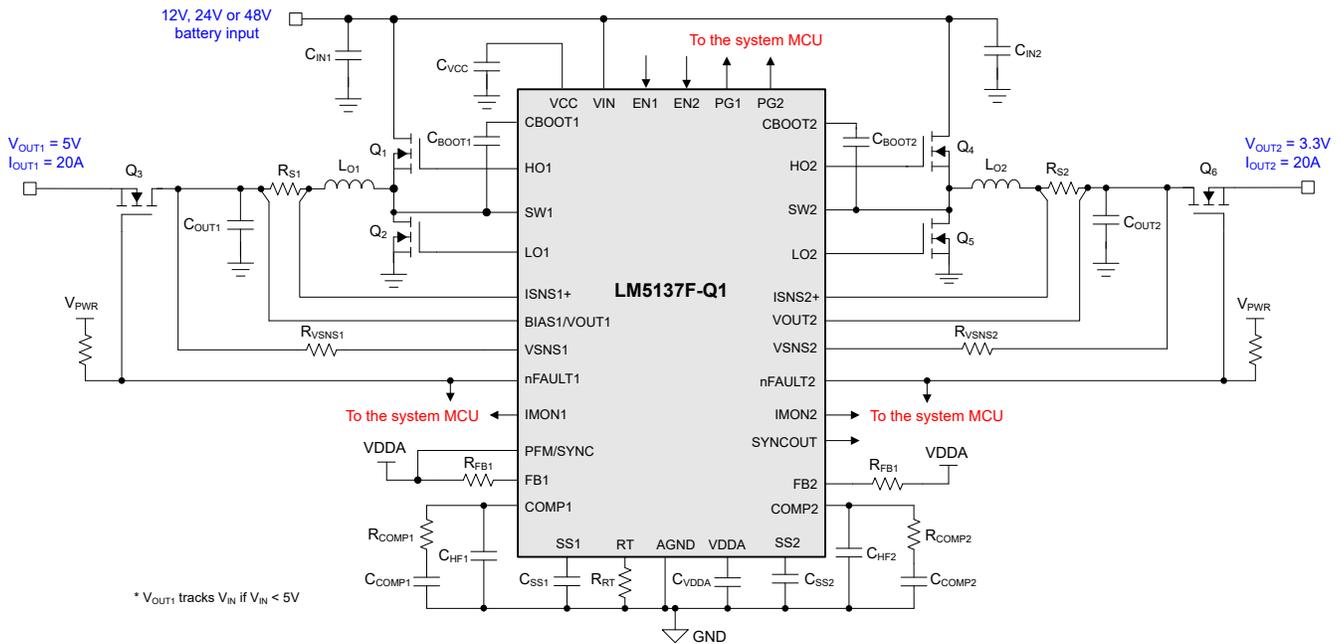


그림 2. LM5137F-Q1 벅 컨트롤러를 사용하여 ASIL D를 달성하기 위한 오프 배터리 듀얼 출력 벅 사전 레귤레이터

LM5137F-Q1에는 ISO 26262 시스템 기능과 최대 ASIL D의 하드웨어 무결성 기능 안전 요구 사항을 달성하는 데 도움이 되는 안전 메커니즘이 통합되어 있습니다. 이러한 안전 메커니즘에는 출력을 시작하기 전에 LM5137F-Q1 컨트롤러 및 주변 구성 요소의 상태를 확인하는 ABIST(아날로그 내장 셀프 테스트)가 포함되어 있습니다. 또한 이 장치에는 이중화 출력 전압 모니터링 기능이 있어 외부 회로를 제거하고 하드웨어 비용, 크기 및 복잡성을 줄여줍니다. 추가 안전 메커니즘으로는 고급 고장 보고, 과전류 모니터링 및 보고, 출력 저전압 및 과전압 보호, 중복 열 섯다운 등이 있습니다.

그림 2에서 암시된 바와 같이, 능 안전 벅 컨트롤러의 시스템 및 회로 수준 이점은 다음과 같습니다.

- 시작하기 전에 ABIST를 포함한 통합 진단 및 정상 작동 중 채널당 전류 모니터링을 지원합니다.
- FIT(시간당 고장) 기반 고장률 감소를 위한 고급 고장 식별 및 허용 오차를 포함한 통합 이중화를 지원합니다.
- 보조 전압 및 전류 모니터 IC가 필요하지 않아 부품 수 및 공간을 절약할 수 있습니다.

동기 벅 컨버터가 포함된 기능 안전 준수 설계

전압 및 전류 확장성을 제공하는 스위치가 통합된 벅 컨버터는 사전 조정 단계의 또 다른 옵션입니다. 예를 들어, 65V, 8A LM68680-Q1 및 65V, 4.5A LM68645-Q1 벅 컨버터 제품군은 최소 ASIL C에 도달해야 하는 시스템의 요구 사항을 충족하는 동시에 70V까지 입력 과도를 유지할 수 있습니다. 12V, 24V 및 48V 입력으로 확장 가능한 이러한 컨버터는 위에서 설명한 LM5137F-Q1 컨트롤러와 유사한 기능 안전 기능을 제공합니다.

그림 3(은)는 30A TPS62883-Q1 및 20A TPS62881-Q1 적응형 2상 PoL(부하 지점) 벅 컨버터를 공급하는 사전 레귤레이터로 LM68680-Q1 및 LM68645-Q1을 사용하는 시스템 블록 다이어그램입니다. 출력 전압의 차동 원격 감지 및 초고속 부하 과도 응답을 지원하는 이러한 PoL은 ADAS 도메인 컨트롤러 애플리케이션에 사용되는 Jacinto™ TDA4VH-Q1 오토모티브 SoC에 엄격한 전압 조정을 제공합니다.

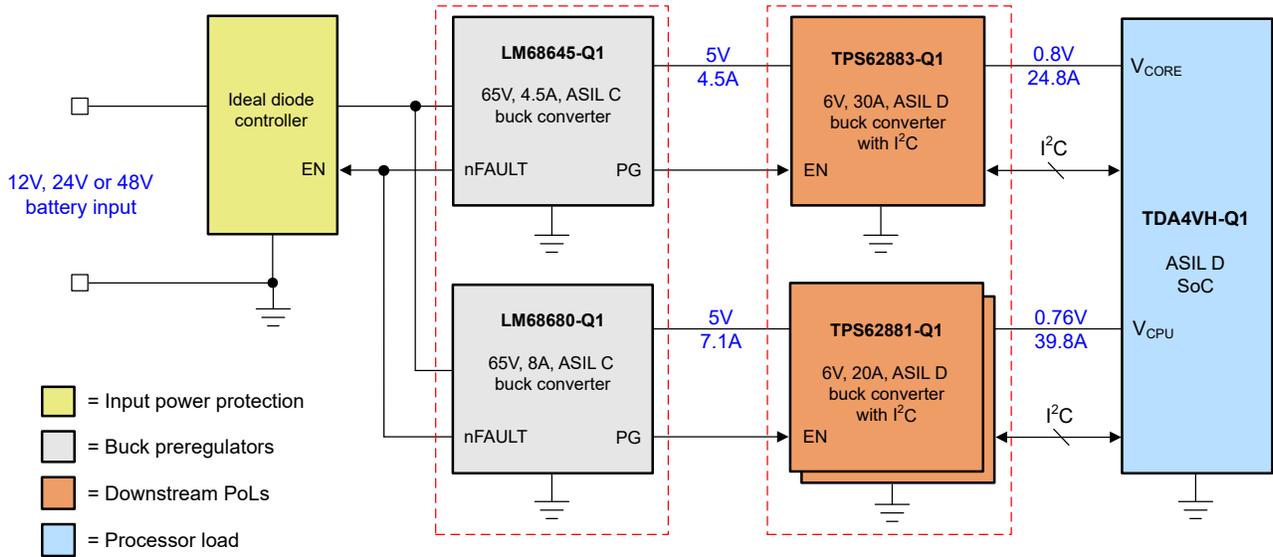


그림 3. 차량용 SoC에 전원을 공급하는 벅 컨버터가 포함된 시스템 블록 다이어그램

다양한 SoC 전압 레일에 전원을 공급하기 위한 컨트롤러 또는 컨버터 옵션을 갖춘, 선택된 아키텍처와 관계없이 TI는 기능 안전 FIT 비율 및 FMEDA(고장 모드 영향 및 진단 분석)와 같은 IC 수준 문서를 포함한 업계 표준 보고서 및 추가 리소스를 제공하여 기능 안전 시스템 수준 인증을 간소화합니다.

결론

차량용 전자 공학이 더 높은 밀도, 더 작은 패키징, 향상된 성능과 더 낮은 비용을 가진 기능 안전 준수 설계로 전환함에 따라 벅 사전 레귤레이터 전력계에 대한 컨트롤러 및 컨버터 선택에 대한 재검토가 의무화되었습니다. 이러한 맥락에서 최대 ASIL D의 기능 안전 준수를 달성하는 것은 고밀도 벅 사전 레귤레이터가 필요한 시스템을 설계할 때 주요 과제 중 하나입니다.

LM5137F-Q1과 같은 벅 컨트롤러는 기능 안전 규정을 준수하기 위해 보완 감시 및 모니터링 구성 요소가 필요한 기존 컨트롤러 설계를 기준으로 벤치마킹할 때 몇 가지 고유의 이점을 제공합니다. 또한 TI 기능 안전 준수 65V 등급 벅 컨버터는 저전력 설계에 대한 대안을 제공합니다.

추가 리소스

- TI의 **기능 안전** 시작 페이지를 정독해 보세요.
- LM5137F-Q1 벅 컨트롤러와 LM68645-Q1 및 TPS62883-Q1 벅 컨버터에 대한 데이터 시트를 다운로드하세요.
- LM5137F-Q1-EVM5D3 평가 모듈 사용 설명서를 검토하세요.
- 기술 문서, 'TI 기능 안전 준수 벅 레귤레이터로 차세대 ADAS 프로세서에 전원 공급'을 참조하세요.
- 백서, '자동차 및 산업용 기능 안전 인증 간소화'를 참조하세요.

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 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