

새로운 고전류 LDO 레귤레이터, 향상된 열 성능으로 핫스팟 감소

휴대기기 제품이나 휴대기기 이외 제품이나 모든 제품들이 갈수록 소형화함에 따라서 PCB(printed circuit board) 역시 그에 상응하게 크기를 줄여야 하는 필요성이 제기되고 있다. 단면 보드가 양면 보드에 자리를 내준데 이어서 이제는 4층~16층 보드가 일반화되고 있다. 전력 분배와 POL(point-of-load) 전압 변환을 위해서 거의 모든 경우에 각기 다른 다양한 온보드 레귤레이터를 이용하는 것을 볼 수 있다.

글/Steve Knuth, Senior Product Marketing Engineer, Power Products Group
Linear Technology Corporation

휴대기기 제품이나 휴대기기 이외 제품이나 모든 제품들이 갈수록 소형화함에 따라서 PCB(printed circuit board) 역시 그에 상응하게 크기를 줄여야 하는 필요성이 제기되고 있다. 단면 보드가 양면 보드에 자리를 내준데 이어서 이제는 4층~16층 보드가 일반화되고 있다. 전력 분배와 POL(point-of-load) 전압 변환을 위해서 거의 모든 경우에 각기 다른 다양한 온보드 레귤레이터를 이용하는 것을 볼 수 있다. 스위칭 레귤레이터는 넓은 전압 범위에 걸쳐서 높은 효율로 동작하나 작동을 위해서 인덕터를 필요로 하므로 상당한 양의 보드 공간을 차지한다. 또한 전압 변환을 위해서 차지 펌프나 스위치드 커패시터 전압 컨버터를 이용하는데 이는 출력 전류 용량이 약 500mA로 제한되고 작동과 안정성을 위해서 외부 커패시터를 필요로 하며 통상적으로 스위칭 레귤레이터와 동일한 출력 전력으로 더 적은 보드 공간을 차지

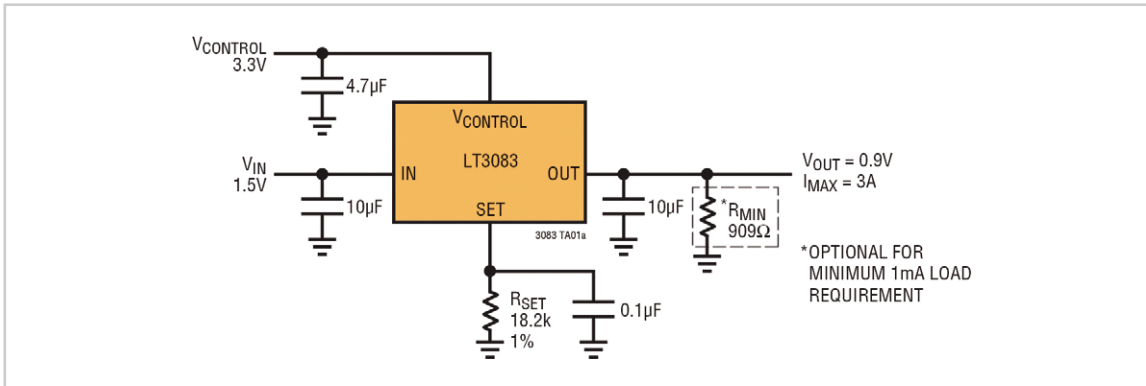
한다. LDO(low-dropout) 리니어 레귤레이터는 효율은 떨어지지만 더 적은 잡음을 발생시키고 스탭다운 애플리케이션에 이용하기에 더 간단하다.

표면실장 PCB 시스템의 문제점

PCB 상에 국소적인 핫스팟이 발생하는 것이 중대한 문제이다. 스위칭 레귤레이터와 차지 펌프는 스위칭 토폴로지 때문에 적은 열을 발생시킨다. 반면에 LDO는 입력-대-출력 전압 차이, 출력 전류, 패키지 열 특성에 따라서 더 많은 열을 발생시킬 수 있다. 갈수록 더 정교한 제조 기법, 다층 PCB, 갈수록 더 소형화되고 얇아지는 디스크리트 부품, 더욱 더 얇은 IC 패키지의 등장과 더불어서 표면실장 보드 디자인 또한 발전해 왔다. 기존에는 높은 수준의 전류가 필요할 때 이들 시스템에 리니어 레귤레이터에 히트 싱크를 이용하거나 스위칭 레귤레이터를 이용했다. 하지만 히트 싱크를 이용하면 보드가 더 복잡해지고 완전 표면실장 솔루션에 비해서 비용이 더 많이 들어가고 어셈블리 작업이 어려워진다. 지금까지는 표면실장 IC가 보드 상에서 열을 소산시키는 것이 제한적이라서 LDO의 전력 소비가 약 2W로 제한되어 왔다. 이 유형의 애플리케이션에 리니어 레귤레이터를 이용할 때 일반적으로 발생할 수 있는 문제들로서 다음과 같은 것들을 들 수 있다:

- 표면실장 시스템으로 높은 출력 전류를 달성하지 못한다. 병렬화를 통해서 표면실장 시스템으로 더 높은 출력 전류를 달성하고 소비 전력을 더 넓은 영역으로 분산시킬 수 있다. 그렇지 않고서는 이 레귤레이터를 PCB 상에 표면실장으로 탑재했을 때 높은 피크 온도 때문에 전력 소비가 최대 2W로 제한된다.

그림 1. LT3083을 이용한 애플리케이션 회로 예



- 출력 전압을 1.2V 아래로 조절할 수 없다. 그런데 새로 나오는 고성능 디지털 회로들은 1.2V 이하의 전압을 필요로 한다.
- 완전 표면실장 시스템에 이용하기에 적합하지 않다. 표면실장 부품 및 고밀도 보드는 구형 리니어 레귤레이터에 히트 싱크를 이용하는 것이 가능하지 않다(높이 제한 등).

이러한 문제점들을 해결할 수 있도록 등장한 것이 고성능 스위칭 레귤레이터로서 이 레귤레이터는 더 낮은 출력 전압을 제공할 수 있으며 열 발생을 최소화한다. 단점은 가격과 복잡성이다. 그런데 향상된 설계 기법들이 개발되면서 LDO 레귤레이터가 이 분야에서 갈수록 더 높은 비율을 차지할 수 있게 되었다.

새로운 아키텍처의 병렬 가능 3A NPN LDO

Linear Technology의 LT3083은 3A LDO로서 편리하게 병렬로 연결할 수 있으므로 열을 분산시키고 더 높은 출력 전류를 달성할 수 있다. LT3083은 전류 소스 레퍼런스와 고전력 전압 팔로어를 이용한다. 팔로어를 이용해서 레귤레이터 입력을 연결함으로써(SET 핀 이용) 밸리스트로 짧은 길이의 PCB 트레이스만을 이용해서 다중의 레귤레이터 간에 출력 전류를 공유하고 열을 분산시킬 수 있으므로 히트 싱크를 이용하지 않고 완전 표면실장 시스템으로 수 암페어 출력을 달성할 수 있다.

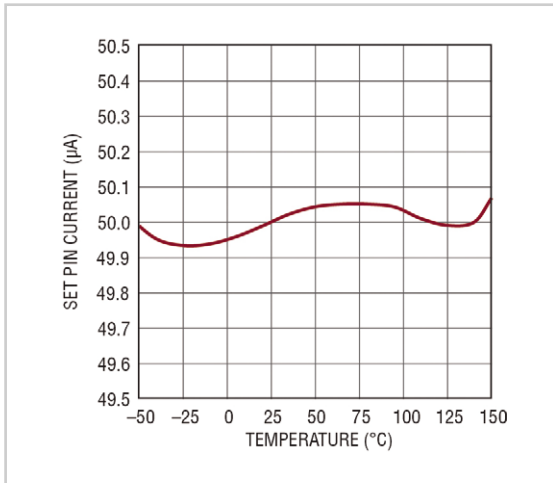
LT3083은 어느 출력 전압으로든 $\pm 2\text{mV}$ 이내의 뛰어난 레귤레이션을 달성한다. 1.2V~18V의 넓은 입력 전압 범위를 특징으로 하며(DD-Pak 및 TO-220 패키지) 별도의 바이어스 전원으로 동작할 때 풀 부하 전류 드롭아웃이 310mV에 불과하다. 출력 전압을 단일 저항을 이용해서 0V부터 17.5V에 이르는 넓은 범위로 프로그램할 수 있으며 온칩 50µA 전류 레퍼런스가 $\pm 1\%$ 이내의 높은 정확도를 달성한다. 이 디바이스는 전압 단위 이득 팔로어 아키텍처를 채택함으로써 레귤레이션과 출력 잡음(40µVrms)이 출력 전압에 대해서 독립적이다. 높은 출력 전류, 넓은 입력 및 출력 전압 범위, 엄격한 라인 및 부하 레귤레이션, 높은 리플 제거, 적은 수의 외부 부품, 병렬 연결 가능성을 특징으로 함으로써 LT3083은 첨단 고전류 다중 레일 시스템에 이용하기에 이상적으로 적합하다.

LT3083은 로우 프로파일(0.75mm) 12리드 4mm x 4mm DFN과 16리드 열 향상 TSSOP를 포함해서 다양한 열 향상 표면실장 호환 패키지로 제공된다. 이 두 패키지 제품은 표면실장 애플리케이션에서 히트 싱크를 이용하지 않고 2W를 소산시킬 수 있다. 이 디바이스 제품은 또한 5리드 TO-220 및 DD-Pak 전력 패키지로도 제공되므로 히트 싱크에 탑재함으로써 더 높은 전력을 소산시킬 수 있다.

높은 레퍼런스 전류의 이점

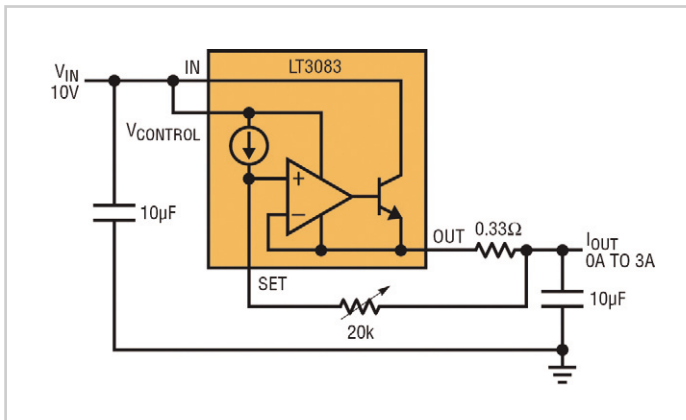
이전 디바이스 제품들(LT3080/LT3082/LT3085)이

그림 2. LT3083의 고도로 정확한 SET 핀 전류



SET 핀 전류가 $10\mu\text{A}$ 이었던 것에 비해서 LT3083은 SET 핀 전류가 $50\mu\text{A}$ 이므로 실제 출력 전압에 영향을 미칠 수 있는 보드 누설에 덜 민감하다. 그러므로 불량한 보드 세정이나 오염물로 인해서 SET에서 GND로 특정한 누설 전류로 더 낮은 비율의 오차가 발생한다($50\mu\text{A}$ 대 $10\mu\text{A}$). 또한 특정한 출력 전압에 대해서 RSET 저항 값이 더 작으므로(그러므로 낮은 임피던스 노드이고 부유 신호가 결합하는 것을 어렵게 한다) 더 안정적인 출력을 제공한다. 또한 이 디바이스는 SET 핀 전류가 처음에 1%로 고도로 정확하며 그림 2에서 보듯이 온도에 따라서 매우 안정적이다.

그림 3. LT3083을 전류 소스로 구성



애플리케이션 회로 예: 3A 전류 소스

이 차세대 NPN LDO 제품군은 다양한 유형의 혁신적인 회로 구현에 이용할 수 있는데 그 중에서 두 가지를 들자면 전류 소스와 병렬 구성을 들 수 있다.

다른 아날로그 회로와 비교해서 전류 소스 디자인은 표면적으로는 비교적 쉬워보이지만 실제로는 그보다 더 복잡하다. 높은 품질의 전압 소스 제품은 쉽게 구할 수 있으나 전류 소스 부품은 Linear Technology의 LT3092가 등장하기 전까지는 구하기 쉽지 않았다. LT3083을 전류 소스로 구성하면 LT3092의 많은 특징들을 달성할 수 있을 뿐만 아니라 여기에 더해서 훨씬 더 높은 소싱 전류를 제공할 수 있다(3A 대 200mA)(그림 3참조). 뿐만 아니라 이 전류 소스는 특히 높은 정확도와 온도에 대한 안정성이 요구되는 경우에 기존 디스크리트 구현의 문제점들을 제거할 수 있다.

직접 병렬 연결로 열 분산

PCB 상에 레귤레이터들을 병렬로 연결해서 열을 분산시킴으로써 피크 보드 온도를 허용 가능한 수준으로 유지하고 단일 IC와 비교해서 최대 출력 전류를 높일 수 있다. 기존에는 이렇게 하기 위해서 적절하게 평형을 이루는 전류 공유를 위해서 외부적인 연산 증폭기와 다수의 저항을 필요로 했다. 하지만 LT3083은 편리하게 직접적

으로(외부적인 연산 증폭기를 필요로 하지 않고) 병렬로 연결해서 열을 분산시키고 더 높은 출력 전류를 달성할 수 있으며 그러면서 또한 단일 저항을 이용해서 출력을 조절할 수 있다. 그러므로 스위칭 레귤레이터를 이용하거나 잡음 요구 때문에 리니어 레귤레이터에 히트 싱크를 이용해야 했던 곳에 LT3083을 이용해서 완전 표면실장 솔루션을 구현할 수 있다. 지금까지는 표면 실장 IC가 2W의 전력만을 소산시킬 수 있으므로 높은 전류 출력이 제한되었다. 하지만 이제는 다수의 레귤레이터로 발생하는 열

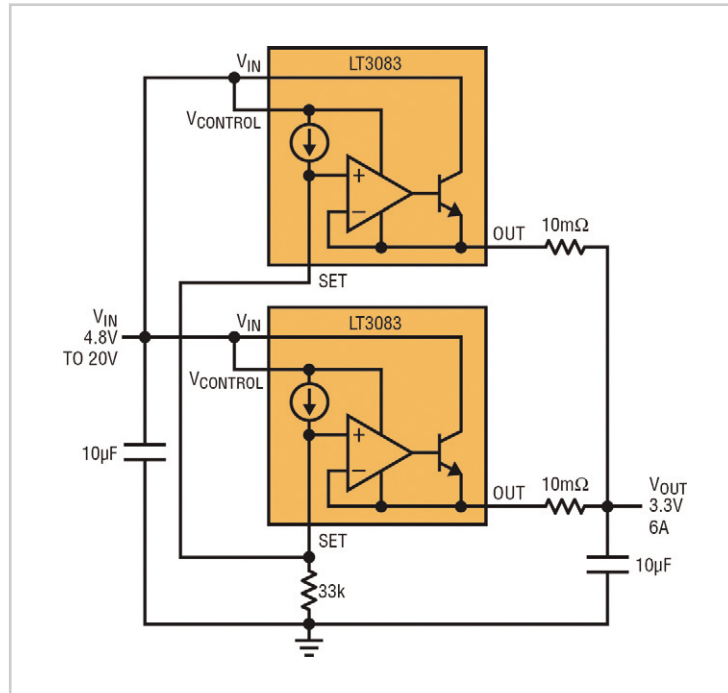
을 분산시킬 수 있으므로 더 높은 출력 전류를 제공할 수 있게 되었다. 혁신적인 전류 레퍼런스와 팔로어 아키텍처를 이용함으로써 짧은 길이의 PCB 트레이스를 밸리스트로 이용해서 다중의 레귤레이터 간에 정확한 전류 공유를 달성할 수 있으므로 **그림 4**에서 보는 것처럼 히트 싱크를 이용하지 않고 완전 표면실장 시스템으로 수 암페어 리니어 레귤레이션을 달성할 수 있다. 통과 트랜지스터의 컬렉터를 이용함으로써 열을 분산시키는 것을 더욱 더 향상시킬 수 있다. 전력 소비를 다수의 레귤레이터로 분산시킬 수 있으므로 시스템 보드 상에 핫스팟을 발생시키지 않는다. 외부 저항을 이용해서 매우 낮은 비용으로 열을 추가적으로 분산시킬 수 있다. 이와 같이 전류와 전력 소비를 공유할 수 있으므로 스위칭 레귤레이터가 적합하지 않은 보드 구동에 이 레귤레이터가 매우 유용하다.

이점

기존에 고전류 애플리케이션에 이용하기 위한 다중 레일 표면실장 PCB 시스템은 리니어 레귤레이터를 이용함으로써 히트 싱크를 이용해야 하므로 크기, 복잡성, 비용이 높아지거나 또는 아니면 스위칭 레귤레이터를 이용해야 했다. 하지만 이제 Linear Technology가 LT3080 제품의 전통을 이어받아서 내놓은 새로운 리니어 LDO 레귤레이터로서 3A LT3083을 이용할 수 있게 되었다. LT3083은 전류 기반 레퍼런스 아키텍처와 높은 출력 전류를 특징으로 함으로써 과도한 국소적 열 발생, 히트 싱크와 과다한 배선, 다수 수동 소자 부품 등과 같이 이러한 유형의 디자인에 통상적으로 따르는 문제점들을 해결할 수 있게 되었다.

이 혁신적인 IC 제품은 직접 병렬 연결이 가능하므로

그림 4. LT3083의 병렬 구현. 히트 싱크를 이용하지 않고 6A 출력 전류 제공



거의 무제한적인 출력 전류를 달성할 수 있고, 히트 싱크를 이용하지 않고 PCB 열을 분산시킬 수 있고, 단일 저항을 이용해서 V_{OUT} 을 설정할 수 있고, 출력 전압을 낮게는 0V에 이르기까지 조절할 수 있으며, 그러면서 또한 출력 잡음이 낮다. **SN**

온라인 세미나

반도체네트워크 홈페이지에서 다양한 온라인 강좌를 보실 수 있습니다.

www.semiconnet.co.kr

