

TNY284-290 TinySwitch-4 제품군

입력에 따른 과부하 전력 보정 기능을 갖춘 에너지 효율적인 오프라인 스위처

제품의 주요 특징

최저 시스템 비용 및 향상된 유연성

- 725V 정격 MOSFET
 - BV 디레이팅(De-rating) 마진 증가
- 입력에 따른 과부하 전력 보정 기능 - 추가 부품 필요 없음
 - 유니버설 입력 전압 범위에서 최대 과부하 변동 대폭 감소
- ±5% 턴온 UV 기준점(threshold): 단일 외부 저항을 통한 입력 전압 센싱
- 간단한 ON/OFF 컨트롤, 루프 보정 필요 없음
- BP/M 커패시터 값으로 통해 current limit 선택 가능
 - 더 높아진 current limit으로 피크 전력을 확장하거나 오픈 프레임 애플리케이션에서 최대 연속 전력 제공
 - 밀폐형 어댑터/충전기에서는 current limit을 감소시켜 효율 향상
 - 회로 재설계 없이 디바이스를 교체하여 최적의 TinySwitch™-4 선택 가능
- I_q 파라미터 오차가 작아 시스템 비용 절감 가능
 - MOSFET 및 트랜스포머 용량 최적화
- 온-타임 확장 - 로우 라인 레귤레이션 범위 및 홀드 업 타임을 확장하여 입력 벌크 커패시턴스 축소
- 셀프 바이어스: 바이어스 권선 또는 바이어스 부품 필요 없음
- 주파수 지터링으로 EMI 필터 비용 절감
- 핀 배열이 PCB 히트싱크를 간소화
- SOURCE 핀은 전기적 노이즈가 없어 EMI가 낮음

강화된 안전 및 신뢰성 기능

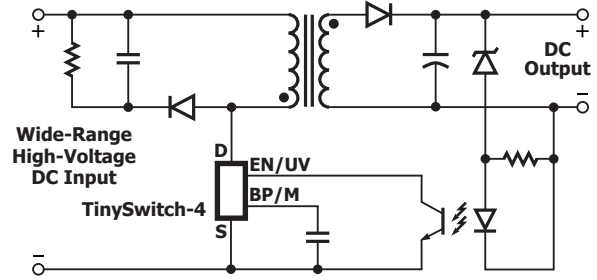
- 수동으로 리셋할 필요가 없는 오토 리커버리 기능으로 정확한 쉼벌 섣다운 히스테리시스(Hysteresis) 보호 기능
- 오토 리스타트 기능으로 회로 단락 및 오픈루프 상태에서 최대 전력의 3% 미만으로 제한
- 웍선 사항인 제너를 사용하여 출력 과전압 섣다운 기능
 - 웍선 사항인 UV 외부 저항을 사용하여 빠른 AC 리셋 가능
- 부품 수가 매우 적기 때문에 신뢰성이 높고 단면 PCB 레이아웃 구현
- 높은 대역폭으로 빠른 턴온 시 오버슈트가 없고 탁월한 과도 응답 특성 제공
- DRAIN 핀과 기타 모든 핀 간에 연면거리 확대로 필드 신뢰성 향상

EcoSmart™- 매우 높은 에너지 효율

- 전 세계의 모든 에너지 효율 규정을 용이하게 준수
- 무부하 소비 전력: 265VAC에서 바이어스 권선 사용 시 30mW 미만, 바이어스 권선 미사용 시 150mW 미만
- ON/OFF 컨트롤로 매우 작은 부하에서도 일정한 효율을 제공하므로 의무사항인 CEC 규정 및 EuP 스탠바이 요건을 준수하는 데 이상적

애플리케이션

- PC 스탠바이 및 기타 보조 서플라이
- DVD/PVR 및 기타 저전력 셋톱 디코더
- 가전 제품, 산업용 시스템 및 측정기 등의 서플라이
- 휴대 전화/무선 전화, PDA, 디지털 카메라, MP3/휴대용 오디오, 면도기 등의 충전기/어댑터



PI-6578-020915

그림 1. 전형적인 스탠바이 애플리케이션



SO-8C(D 패키지)

DIP-8C(P 패키지)

eSOP-12B (K 패키지)

그림 2. 패키지 옵션

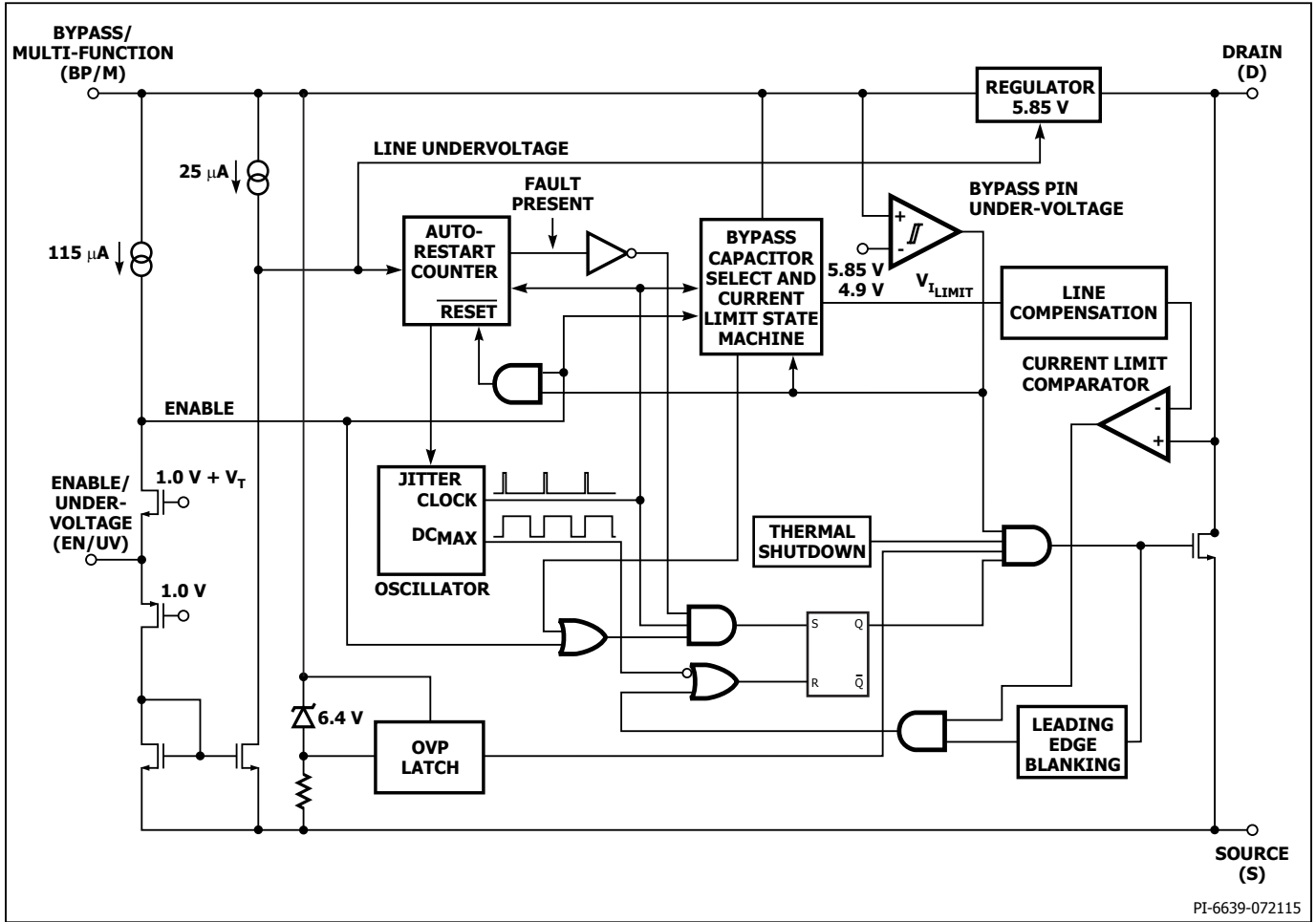
출력 전력표

제품 ³	230VAC ± 15%		85-265VAC	
	어댑터 ¹	피크 또는 오픈 프레임 ²	어댑터 ¹	피크 또는 오픈 프레임 ²
TNY284P/D/K	6W	11W	5W	8.5W
TNY285P/D	8.5W	15W	6W	11.5W
TNY285K	11W	15W	7.5W	11.5W
TNY286P/D	10W	19W	7W	15W
TNY286K	13.5W	19W	9.5W	15W
TNY287P	13W	23.5W	8W	18W
TNY287D	11.5W	23.5W	7W	18W
TNY287K	18W	23.5W	11W	18W
TNY288P	16W	28W	10W	21.5W
TNY288D	14.5W	26W	9W	19.5W
TNY288K	23W	28W	14.5W	21.5W
TNY289P	18W	32W	12W	25W
TNY289K	25W	32W	17W	25W
TNY290P	20W	36.5W	14W	28.5W
TNY290K	28W	36.5W	20W	28.5W

표 1. 출력 전력표

참고:

- 일반 비환기 밀폐구조(non-ventilated enclosed) 어댑터에서의 최소 연속 전력은 주변 온도 +50°C에서 측정합니다. 외부 히트싱크를 사용하면 전력 용량이 더욱 높아집니다.
- 모든 디자인에서 최소 피크 전력 용량 또는 오픈 프레임 디자인에서 최소 연속 전력(Key Applications Considerations(주요 애플리케이션 고려 사항) 참조).
- 패키지: P: DIP-8C, D: SO-8C, K: eSOP-12B. 부품 주문 정보를 참조하십시오.



PI-6639-072115

그림 3. 기능 블록 다이어그램

핀 기능 설명

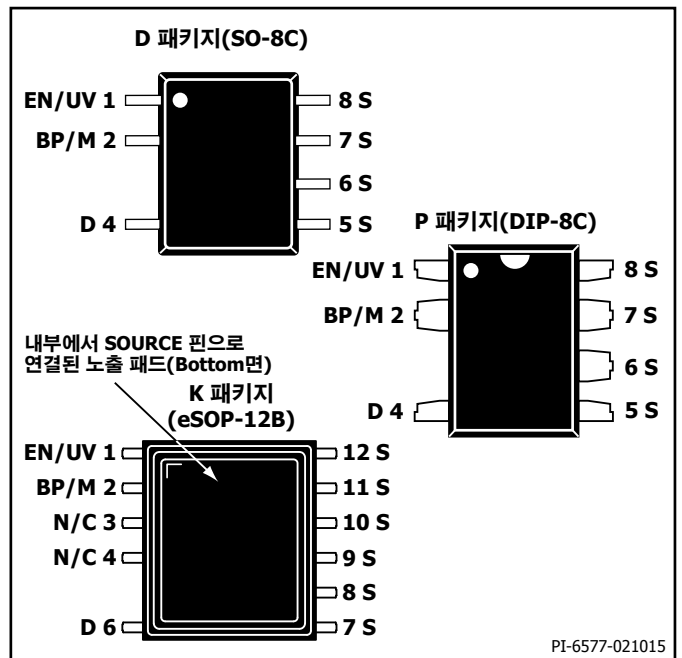
DRAIN(D) 핀:

이 핀은 파워 MOSFET 드레인과 연결되어 있습니다. 스타트업 및 정상 상태 작동시 이 핀에서 내부 작동 전류를 공급합니다.

BYPASS/MULTI-FUNCTION(BP/M) 핀:

이 핀은 여러 기능을 갖추고 있습니다.

- 내부적으로 생성된 5.85V 전원을 외부 바이패스 커패시터에 공급하는 연결 지점입니다.
- 사용된 커패시턴스 값에 따라 current limit 값을 선택할 수 있는 모드 선택기입니다. 0.1μF 커패시터를 사용하면 standard current limit값을 얻을 수 있습니다. 1μF 커패시터를 사용하면 current limit을 한 단계 작은 디바이스의 current limit으로 감소시킵니다. TNY285-290에서는 10μF 커패시터를 사용하면 current limit을 한 단계 큰 디바이스의 current limit으로 증가시킵니다.
- 셋다운 기능을 제공합니다. 바이패스 핀으로 공급되는 전류가 ISD를 초과하면 BP/M 전압이 4.9V 아래로 떨어질 때까지 래칭을 해제하며 혹은, 파워 다운되는 동안이나 BP/UV 핀에 연결된 외부 저항에서 UV 기능을 사용할 때 UV/EN 핀 전류를 I_{UV} 마이너스 리셋 히스테리시스 (일반 18.75 μA)까지 떨어트려 디바이스의 래칭을 해제합니다. 이를 사용하여 BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀과 바이어스 권선 사이에 제너를 사용하여 출력 과전압 보호 기능을 제공할 수 있습니다.



PI-6577-021015

그림 4. 핀 구성

ENABLE/UNDERVOLTAGE(EN/UV) 핀:

이 핀은 듀얼 기능을 갖추고 있습니다. 동작 입력 및 입력 저전압을 감지할 수 있습니다. 정상적인 동작 시 파워 MOSFET의 스위칭이 이 핀에 의해 제어됩니다. 기준 전류(threshold)보다 높은 전류가 이 핀에서 흐르면 MOSFET 스위칭이 종료됩니다. 이 핀에서 나오는 전류가 기준 전류(threshold) 아래로 떨어지면 스위칭이 재개됩니다. 기준 전류(threshold)를 조절하여 그룹 펄스를 감소시킵니다. 기준 전류(threshold)는 75 μ A~115 μ A입니다.

또한 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀과 DC 입력 전압 사이에 외부 저항을 연결하면 입력 저전압 상태를 감지합니다. 이 핀에 연결된 외부 저항이 없으면 TinySwitch-4가 이를 감지하고 입력 저전압 기능을 비활성화합니다.

SOURCE(S) 핀:

이 핀은 고전압 파워 리턴 및 컨트롤 회로 그라운드용으로 출력 MOSFET 소스에 내부적으로 연결됩니다.

TinySwitch-4 기능 설명

TinySwitch-4는 고전압 파워 MOSFET 스위치와 파워 서플라이 컨트롤러를 하나의 디바이스에 결합시킨 제품입니다. 종래의 PWM(Pulse Width Modulator) 컨트롤러와 달리 간단한 ON/OFF 컨트롤을 사용하여 출력 전압을 조정합니다.

이 컨트롤러는 오실레이터, 활성화 회로(센싱 및 로직), current limit 상태 기기, 5.85V 레귤레이터, BYPASS/MULTI-FUNCTION 핀, 저전압/과전압 회로, 전류 제한 조정 회로, 과열 보호, 전류 제한 회로, 리딩 엣지 블랭킹, 725V 파워 MOSFET으로 구성되어 있습니다. TinySwitch-4는 입력 저전압 센싱, 오토-리스타트, 적응형 스위칭 사이클 온타임 확장, 주파수 지터 기능을 위한 추가 회로를 통합했습니다. 그림 3은 가장 중요한 기능을 담은 기능 블록 다이어그램입니다.

오실레이터

일반적인 오실레이터 주파수는 내부에서 평균 132kHz로 설정됩니다. 오실레이터에서 생성되는 두 개의 신호는 최대 듀티 사이클 신호(DC_(MAX))와 각 사이클의 시작을 나타내는 클락 신호입니다.

오실레이터는 일반적으로 피크 간에 8kHz인 소량의 주파수 지터를 발생하는 회로를 포함하여 EMI 노이즈를 최소화합니다. 주파수 지터의 변동은 1kHz로 설정되어 있어 평균 EMI 노이즈와 준피크 EMI 노이즈 감소에 최적화되어 있습니다. 주파수 지터는 드레인 파형의 하강 엣지에서 트리거된 오실로스코프로 측정해야 합니다. 그림 5의 파형은 주파수 지터입니다.

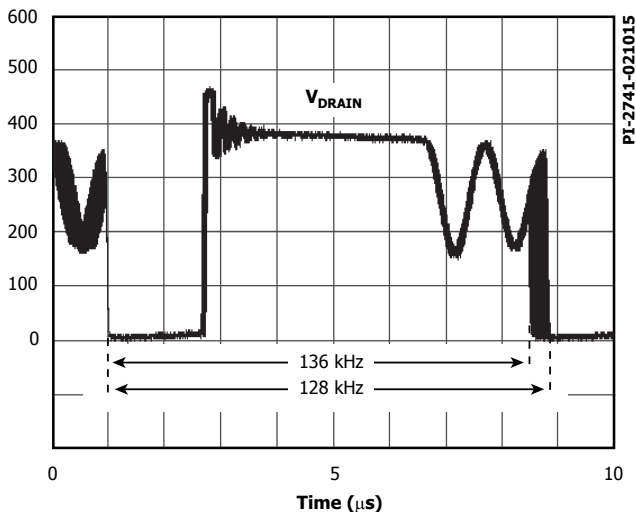


그림 5. 주파수 지터

동작 입력 및 current limit 상태 기기

ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀의 동작 입력 회로는 1.2V로 설정된 낮은 임피던스 소스 팔로워 출력으로 구성됩니다. 소스 팔로워를 흐르는 전류는 115 μ A로 제한됩니다. 이 핀에서 나가는 전류가 기준 전류(threshold)를 초과하면 이 전류가 기준 전류(threshold) 아래로 떨어질 때까지 로우 로직 레벨(비활성)이 활성화 회로의 출력에서 생성됩니다. 이 활성화 회로 출력은 클락 신호가 상승하는 순간 각 사이클 초기에 샘플링됩니다. 이 샘플링된 신호가 높으면 MOSFET이 해당 사이클 동안 ON 상태가 되고(활성화됨), 샘플링된 신호가 낮으면 MOSFET이 OFF 상태를 유지합니다(비활성화됨). 샘플링이 각 사이클이 시작될 때만 수행되기 때문에 남은 사이클 동안 샘플링 이후에 나타나는 ENABLE/UNDER-VOLTAGE 핀 전압 또는 전류의 변경은 무시됩니다.

TinySwitch-4가 가칭 주파수 범위에서 스위칭할 것 같으면 current limit 상태 기기는 경부하에서 필요한 에너지량 만큼 current limit을 낮춥니다. Current limit을 낮추면 스위칭 주파수는 가칭 대역 이상으로 상승하고 가칭 노이즈에 영향을 주는 트랜스포머의 자속 밀도를 감소시킵니다. 상태 기기는 부하 조건을 결정하기 위해 활성화 이벤트의 순서를 모니터링하고 필요한 에너지량 만큼 current limit 레벨을 조정합니다.

무부하에 가까운 경우를 제외한 대부분의 작동 조건에서 소스 팔로워의 임피던스가 낮으면 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀의 전압은 비활성 상태에서 1.2V 이하로 크게 떨어지지 않습니다. 따라서 일반적으로 이 핀에 연결되는 옴토커플러의 응답 시간이 향상됩니다.

5.85V 레귤레이터 및 6.4V 섀트 전압 클램프

5.85V 레귤레이터는 MOSFET이 OFF가 될 때마다 DRAIN 핀 전압에서 전류를 끌어와 BYPASS 핀에 연결된 바이패스 커패시터를 5.85V까지 충전합니다. BYPASS/MULTI-FUNCTION 핀은 내부 공급 전압 노드입니다. MOSFET이 ON 상태일 때 디바이스는 바이패스 커패시터에 저장된 에너지로 동작합니다. 내부 회로의 전력 소비가 매우 적기 때문에 TinySwitch-4는 DRAIN 핀에서 끌어온 전류로 연속적으로 작동이 가능하게 합니다. 0.1 μ F의 바이패스 커패시터 값은 고주파 디커플링과 에너지 저장용으로 충분합니다.

뿐만 아니라, 외부 저항을 통해 BYPASS/MULTI-FUNCTION 핀에 전류가 제공될 때 6.4V에서 BYPASS/MULTI-FUNCTION 핀을 클램핑하는 6.4V 섀트 레귤레이터가 있습니다. 따라서 바이어스 권선을 통해 외부에서 TinySwitch-4에 전력을 공급하여 무부하 소비 전력을 50mW 아래로 줄입니다.

BYPASS/MULTI-FUNCTION 핀 저전압

BYPASS/MULTI-FUNCTION 핀 저전압 회로는 정상적인 작동 상태에서 BYPASS/MULTI-FUNCTION 핀 전압이 4.9V 아래로 떨어질 때 파워 MOSFET을 비활성화합니다. BYPASS/MULTI-FUNCTION 핀 전압이 정상적인 작동 상태에서 4.9V 이하로 떨어지면 파워 MOSFET을 활성화(턴온)시키기 위해서는 다시 5.85V까지 상승해야 합니다.

과열 보호

써멀 셋다운 회로는 칩 온도를 감지합니다. 기준점(threshold)은 일반적으로 142 $^{\circ}$ C로 설정되어 있으며 75 $^{\circ}$ C 히스테리시스(Hysteresis)를 갖습니다. 칩 온도가 이 기준점(threshold) 이상으로 상승하면 파워 MOSFET은 비활성화되고, 칩 온도가 75 $^{\circ}$ C로 떨어질 때까지 비활성화 상태를 유지하다가 이 지점에서 파워 MOSFET이 다시 활성화됩니다. 히스테리시스가 75 $^{\circ}$ C(기본값)로 크기 때문에 고장 상태가 지속되어도 PCB의 과열을 방지합니다.

Current Limit

Current limit 회로는 파워 MOSFET의 전류를 감지합니다. 이 전류가 내부 기준점(threshold)(I_{LIMIT})을 초과하면 파워 MOSFET은 남은 사이클 동안 OFF 상태가 됩니다. Current limit 상태 기기는 중부하 및 경부하에서 필요한 에너지량 만큼 current limit 기준점(threshold)을 낮춥니다.

리딩 엣지 블랭킹 회로는 MOSFET이 턴온된 후에 잠시 동안(t_{LEB}) current limit 비교기가 동작되지 않도록 합니다. 이 리딩 엣지 블랭킹 시간이 설정되어 있기 때문에 커패시턴스와 2차측 정류기의 역회복 시간으로 발생된 전류 스파이크로 인해 스위칭 펄스가 일찍 종료되지 않습니다.

오토-리스타트

출력 과부하, 출력 회로 단락, 오픈 루프 상태 등의 고장 조건이 발생하는 경우 TinySwitch-4는 오토-리스타트 동작으로 진입합니다. 오실레이터에 의해 클러킹되는 내부 카운터는 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀이 낮아질 때마다 리셋됩니다. ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀이 64ms 동안 낮은 상태가 아니면 고장 조건이 제거될 때까지 비활성화되는 입력 저전압 상태를 제외하고 대부분은 파워 MOSFET 스위칭이 2.5초 동안 비활성화됩니다. 고장 상태가 제거될 때까지 오토-리스타트가 파워 MOSFET 스위칭의 활성화/비활성화를 반복합니다. 그림 6은 출력 회로 단락 발생 시의 오토-리스타트 동작을 보여주고 있습니다.

입력 저전압 상태의 경우 정상 상태의 비활성화 시간인 2.5초를 넘어서 입력 저전압 상태가 끝날 때까지 파워 MOSFET 스위칭이 비활성화됩니다.

적응형 스위칭 사이클 온타임 확장

적응형 스위칭 사이클 온타임 확장으로 인해 DC_{MAX} 신호가 낮아지더라도 사이클을 초기에 종료하지 않고 current limit에 도달할 때까지 사이클을 유지합니다. 이 기능은 레귤레이션 유지에 필요한 최소 입력 전압을 낮추어서 홀드업 시간을 연장하고 필요한 벌크 커패시터 크기를 최소화합니다. 파워 서플라이가 스타트업한 후 출력이 안정화될 때까지 온타임 확장이 비활성화됩니다.

입력 저전압 센싱 회로

DC 입력과 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀 사이에 외부 저항을 연결하여 DC 입력 전압을 모니터링할 수 있습니다. 파워 업하는 동안이나 오토 리스타트 중에 파워 MOSFET 스위칭이 중단되는 경우 파워 MOSFET 스위칭을 초기화하기 위해서는 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀으로 흐르는 전류는 25 μ A를 초과해야 합니다. 파워 업할 때 입력 저전압 상태에서 BYPASS/MULTI-FUNCTION 핀을 4.9V로 고정하여 이렇게 할

수 있습니다. 그리고 나서 입력 저전압 상태가 사라지면 BYPASS/MULTI-FUNCTION 핀 전압이 4.9V에서 5.85V로 상승합니다. 입력 저전압 상태일 때 오토-리스타트 모드에서 파워 MOSFET 스위칭이 비활성화되면 오토-리스타트 카운터가 중지됩니다. 그 결과 비활성화 시간이 정상 상태인 2.5초를 초과해도 입력 저전압 상태가 사라질 때까지 연장됩니다.

또한 입력 저전압 회로는 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀에 연결된 외부 저항이 없으면(핀으로 흐르는 전류 2 μ A 미만) 이를 감지하여 입력 저전압 기능이 비활성화됩니다.

TinySwitch-4 작동

TinySwitch-4 디바이스는 current limit 모드에서 작동합니다. 디바이스를 활성화하면 각 사이클 초기에 오실레이터가 파워 MOSFET을 켭니다. 전류가 current limit까지 상승하거나 DC_{MAX} 한계점에 도달하면 MOSFET이 꺼지게 됩니다. TinySwitch-4 설계는 최대 current limit과 주파수가 일정하기 때문에 부하에 전달할 수 있는 최대 파워는 트랜스포머의 1차측 인덕턴스에 비례하고 1차측 피크 전류의 제곱에 비례합니다. 따라서 서플라이를 설계할 때에는 필요한 최대 출력을 뽑기 위해 트랜스포머의 1차측 인덕턴스를 계산해야 합니다. 전력 레벨에 맞게 적절한 TinySwitch-4를 선정하게 되면 DC_{MAX} 한계점에 도달하기 전에 계산된 인덕턴스의 전류가 current limit까지 상승합니다.

활성화 기능

TinySwitch-4는 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀을 감지하여 다음 스위칭 사이클을 진행할지 여부를 결정합니다. 사이클 시퀀스는 current limit을 결정하는 데 사용됩니다. 일단 사이클이 시작되면 어떤 경우에도 사이클이 완료됩니다. ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀이 사이클 도중에 상태를 변경하더라도 마찬가지입니다. 그 결과 출력 커패시터, 스위칭 사이클당 에너지 양 및 피드백 지연 시간에 따라 파워 서플라이 내의 출력 전압 리플이 결정됩니다.

ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀 신호는 파워 서플라이 출력 전압을 레퍼런스 전압과 비교하여 2차측에서 생성됩니다. 파워 서플라이 출력 전압이 레퍼런스 전압보다 낮으면 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀 신호는 높아집니다. 일반적인 구성이라면 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀은 옴토크플러에 의해 구동됩니다. 옴토크플러 트랜지스터의 콜렉터는 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀에 연결되고 이미터는 SOURCE 핀에 연결됩니다. DC 출력 전압에 옴토크플러 LED와 제너 다이오드를 직렬로 연결하여 레귤레이션합니다. 출력 전압이 목표 레귤레이션 전압 레벨(옴토크플러 LED 전압 강하 + 제너 전압)을 초과하면 옴토크플러 LED가 작동을 시작하여 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀을 낮은 상태로 만듭니다. 제너 다이오드를 TL431 레퍼런스 회로로 교체하여 정확도를 높일 수 있습니다.

Current limit 상태 기기를 사용한 ON/OFF 동작

TinySwitch-4의 내부 클럭은 항상 이루어집니다. 각 클럭 사이클이 시작되면 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀을 샘플링하여 스위칭 사이클을 실행할지 여부를 결정하고, 여러 사이클에 대한 샘플링 결과를 기반으로 적절한 current limit을 결정합니다. 부하가 큰 경우에는 상태 기기가 current limit을 최대 값으로 설정하고 부하가 작아지면 낮은 값으로 설정합니다.

최대 부하에 근접한 상태에서는 거의 모든 클럭 사이클에서 TinySwitch-4가 작동합니다(그림 7). 부하가 조금 작아지게 되면 파워 서플라이 출력 전압 레귤레이션을 유지하기 위해 추가적으로 사이클을 건너뛸니다(그림 8). 중간 부하에서는 사이클을 건너 뛰고 current limit도 낮아집니다(그림 9). 매우 작은 부하에서는 current limit이 훨씬 낮아집니다(그림 10). 파워 서플라이가 소비하는 전력만 충족할 수 있는 만큼의 적은 양의 사이클만 발생시킵니다.

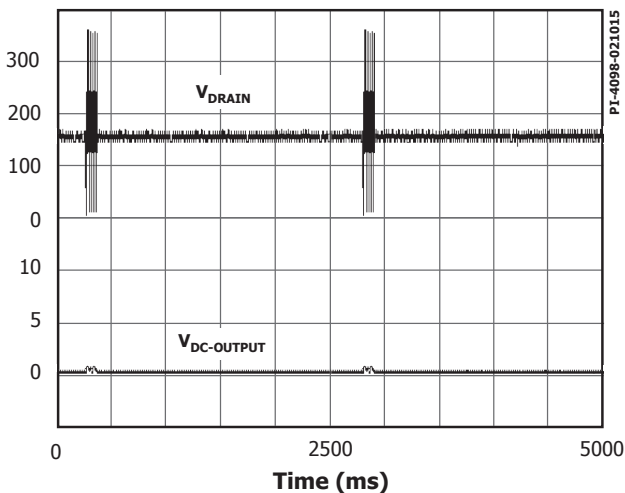


그림 6. 오토-리스타트 동작

ON/OFF 컨트롤의 응답시간은 PWM 컨트롤에 비해 매우 빠릅니다. 따라서 타이트한 레귤레이션과 뛰어난 과도 응답 성능을 제공합니다.

파워 업/다운

TinySwitch-4는 BYPASS/MULTI-FUNCTION 핀에 0.1 μ F 커패시터만 있으면 standard current limit으로 작동할 수 있습니다. 크기가 작기 때문에 이 커패시터를 충전하는 시간은 평균 0.6ms에 불과할 정도로 매우 짧습니다. current limit을 변경할 경우 BYPASS/MULTI-FUNCTION 핀 커패시터 값에 비례하여 충전 시간이 달라집니다. ON/OFF 피드백의 대역폭이 높기 때문에 파워 서플라이 출력에서는 오버슈트가 나타나지

않습니다. DC 입력의 플러스단과 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀 사이에 외부 저항(4M Ω)을 연결하면 파워 업하는 동안 DC 입력 전압이 기준점 (threshold)(100V)을 초과할 때까지 파워 MOSFET 스위칭이 지연됩니다. 그림 11 및 12는 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀에 외부 저항(4M Ω)을 연결한 애플리케이션과 연결하지 않은 애플리케이션의 파워 업 타이밍 파형을 나타낸 것입니다. 스타트 업 및 과부하 조건에서 도통 시간이 400ns 미만이면 디바이스가 스위칭 주파수를 낮춰 피크 드레인 전류값을 유지합니다.

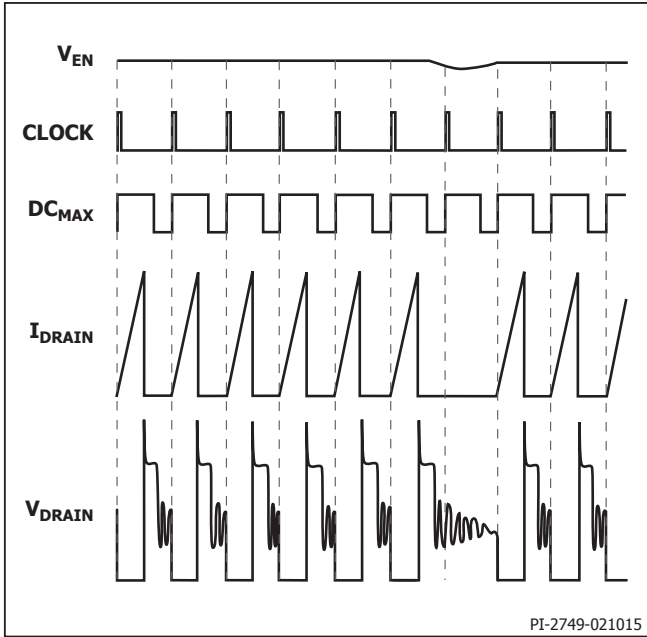


그림 7. 최대 부하에서의 동작

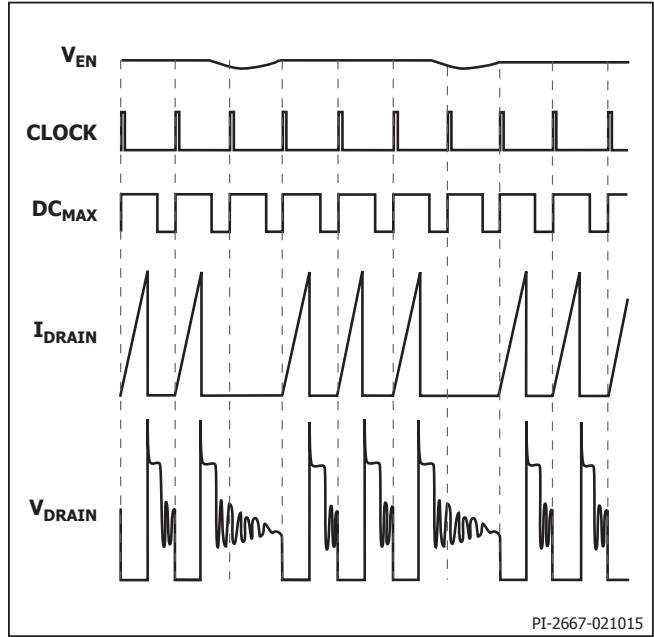


그림 8. 약간 높은 부하에서의 동작

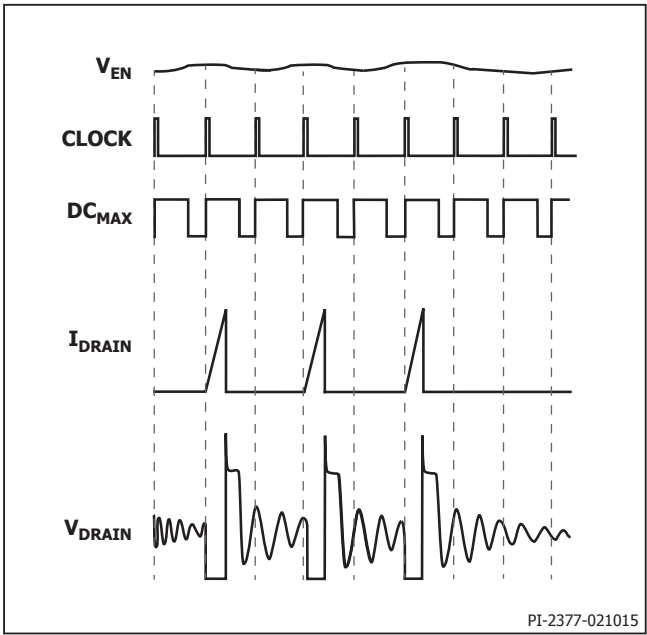


그림 9. 중간 부하에서의 동작

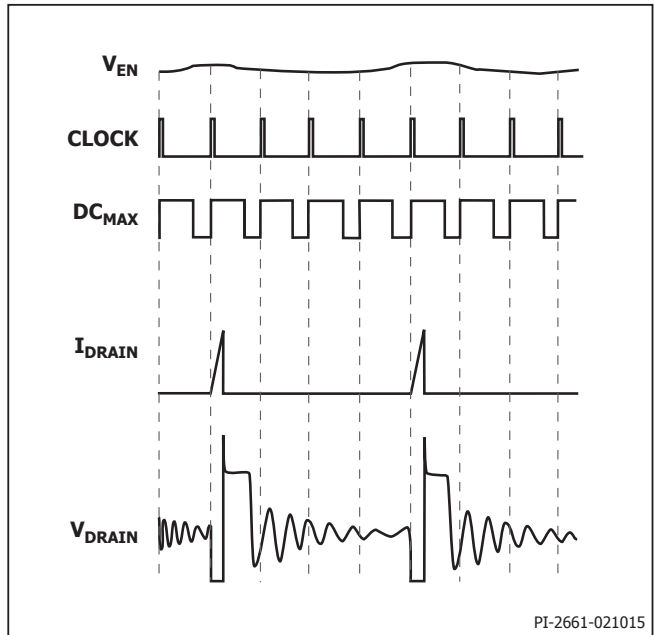


그림 10. 부하가 매우 작은 경우의 동작

파워 다운하는 중에 외부 저항을 사용하면 출력이 레귤레이션을 잃은 후 64ms 동안 파워 MOSFET이 스위칭됩니다. 그리고 MOSFET은 글리치 현상없이 OFF 상태로 유지됩니다. 입력 전압이 낮아지면 저전압 기능이 리스타트되는 것을 방지하기 때문입니다.

그림 13은 일반적인 파워 다운 타이밍 파형입니다. 그림 14는 대기모드 애플리케이션에서와 같은 매우 느린 파워 다운 타이밍 파형입니다. 이런 경우 외부 저항(4MΩ)을 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀에 연결하여 의도치 않는 리스타트를 방지합니다.

DRAIN 핀에서 전력을 직접 끌어서 때문에 바이어스 권선이 없어도 칩에 전력을 공급할 수 있습니다(기능 설명 참조). 여기에는 두 가지 주요 이점이 있습니다. 첫째로, 일반적 애플리케이션의 경우 바이어스 권선 및 관련 부품 비용이 들어가지 않습니다. 둘째로, 배터리 충전 애플리케이션의 경우 전력 공급 중에 출력 전압을 0V 근처까지

떨어뜨리는 전류-전압 특성을 갖습니다. TinySwitch-4는 순방향 바이어스 권선 및 수많은 관련 부품 없이도 이러한 동작이 가능합니다. 매우 낮은 무부하 전력 소비(50mW)가 필요한 애플리케이션의 경우 바이어스 권선과 BYPASS/MULTI-FUNCTION 핀 사이에 저항을 사용하여 칩에 전력을 공급할 수 있습니다. 최소 권장 공급 전류는 1mA입니다. 이 경우 BYPASS/MULTI-FUNCTION 핀은 6.4V에서 클램핑됩니다. 이 방법을 사용하면 DRAIN 핀에서 전력을 끌어오지 않으므로 무부하 소비 전력이 낮아지고 최대 부하 효율이 향상됩니다.

Current limit 동작

DRAIN 전류가 디바이스의 current limit에 도달하면 각 스위칭 사이클이 종료됩니다. Current limit 동작은 입력 전압에 관계없이 비교적 일정하게 전력을 공급하고 적절히 라인 리플을 제거합니다.

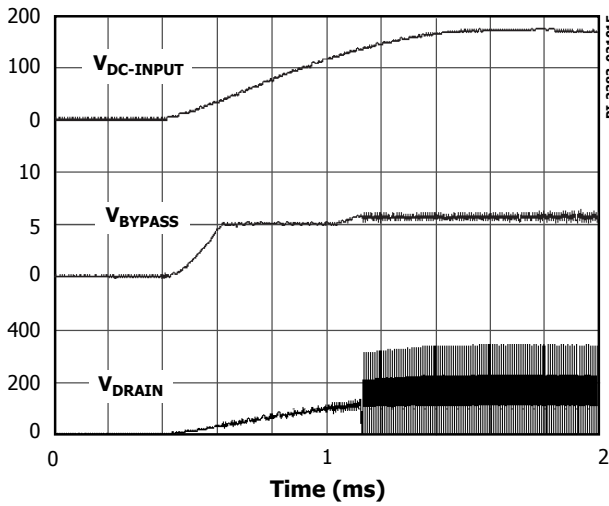


그림 11. EN/UV 핀에 선택형 외부 UV 저항(4MΩ)을 사용한 파워 업

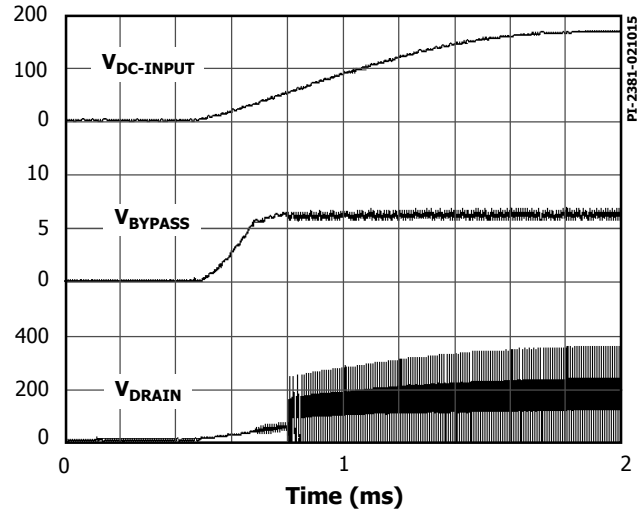


그림 12. EN/UV 핀에 선택형 외부 UV 저항을 사용하지 않은 파워 업

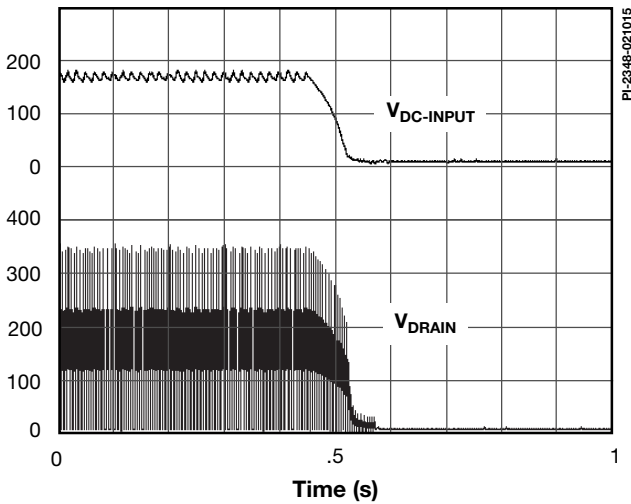


그림 13. 정상 상태의 파워 다운 타이밍(UV 미포함)

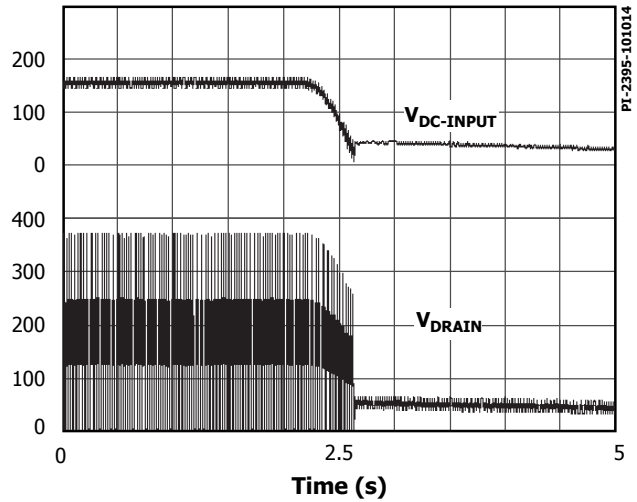


그림 14. EN/UV 핀에 선택형 외부(4MΩ) UV 저항을 사용한 느린 파워 다운 타이밍

BYPASS/MULTI-FUNCTION 핀 커패시터

디바이스의 내부 전력 공급 디커플링용으로 BYPASS/MULTIFUNCTION 핀에 0.1μF의 세라믹 커패시터를 사용할 수 있습니다. 보다 큰 커패시터를 사용하면 current limit을 조정할 수 있습니다. TNY285-290의 경우, 1μF BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀 커패시터는 한 단계 작은 디바이스의 standard current limit과 같은 더 낮은 current limit을 선택하고 10μF BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀 커패시터는 한 단계 큰 디바이스의 standard current limit과 같은 더 높은 current limit을 선택합니다. TNY290의 더 높은 current limit 레벨은 일반적으로 850mA로 설정됩니다. TNY284 MOSFET에는 increased current limit에 대한 기능이 없으므로 이 디바이스에서는 해당 기능을 사용할 수 없습니다.

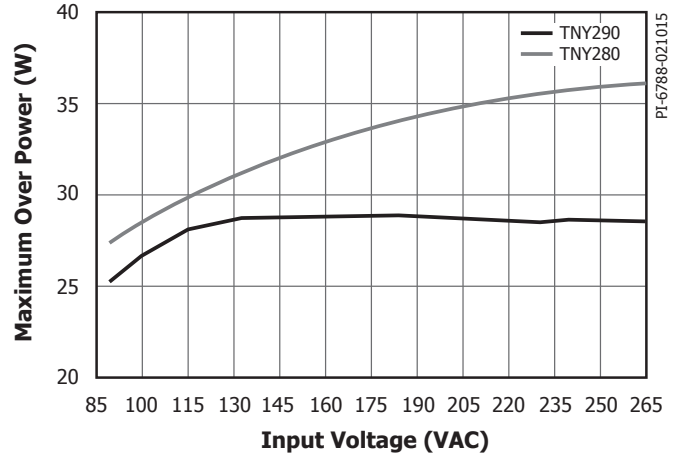


그림 15. 입력 전압 함수로서 TinySwitch-4와 TinySwitch-III에 대한 최대 오버 파워 비교 (데이터는 RDK-295 20W 레퍼런스 디자인으로부터 수집)

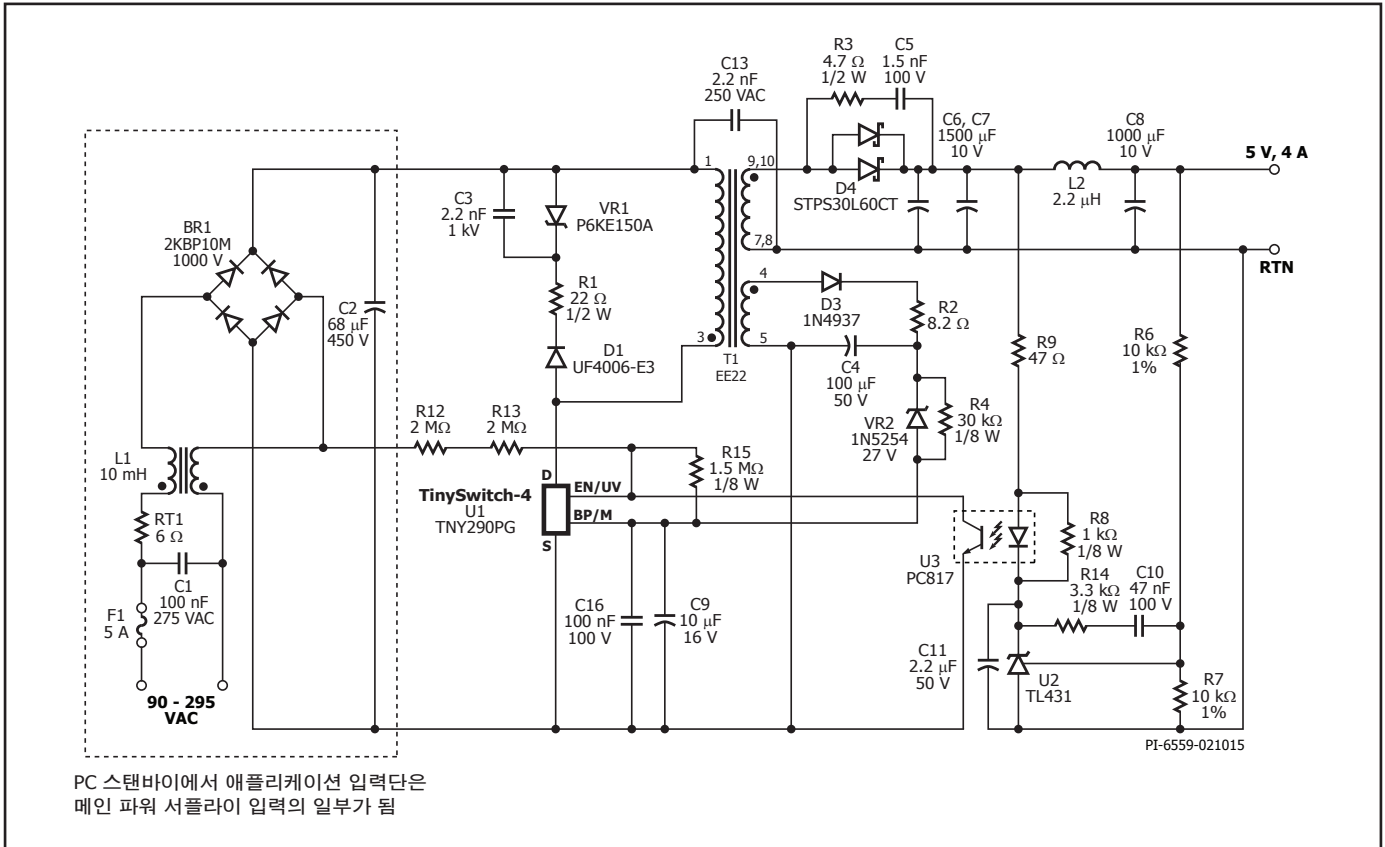


그림 16. TNY290PG, 5V, 4A 유니버설 입력 파워 서플라이

애플리케이션 예제

그림 16은 TNY290PG를 사용하여 유니버설 입력에서 5V, 4A 출력용으로 설계된 저비용 고효율 플라이백 파워 서플라이의 회로입니다.

이 서플라이는 저전압 록아웃, 1차측 센싱 출력 과전압 래칭 섀다운 보호, 고효율(80% 이상), 매우 낮은 무부하 소비(265VAC에서 50mW 미만)의 특징을 갖고 있습니다. 출력 레귤레이션은 간단한 제너 레퍼런스 와 옵토커플러 피드백을 사용하여 수행됩니다.

정류되고 필터링된 입력 전압은 T1의 1차측 권선으로 인가됩니다. 트랜스포머 1차측의 다른 부분은 U1의 통합된 MOSFET에 의해 구동됩니다. 다이오드 D1, C3, R1 및 VR1은 클램프 회로를 구성하여 턴 오프시 누설 인덕턴스로 인해 DRAIN 핀에서 발생하는 전압 스파이크를 안전한 값으로 제한합니다.

출력 전압은 TL431 U2를 통해 조정됩니다. 출력 전압 리플이 U2(CATHODE D6)와 옵토커플러 LED 순방향 강하의 합계를 초과하면 전류가 옵토커플러 LED로 흐릅니다. 이렇게 되면 옵토커플러의 트랜지스터에 싱크 전류가 발생합니다. 이 전류가 ENABLE 핀 기준 전류(threshold)를 초과하면 다음 스위칭 사이클이 억제됩니다. 출력 전압이 피드백 기준점(threshold) 아래로 떨어지면 도통 사이클이 발생하고, 활성화된 사이클 수를 조정하면 출력 레귤레이션이 유지됩니다. 부하가 감소하게 되면 활성화된 사이클의 수가 감소하여 유효 스위칭 주파수가 낮아지고 부하로 인한 스위칭 손실이 조정됩니다. 이를 통해 매우 작은 부하에서도 거의 일정한 효율을 낼 수 있으므로 에너지 효율 요구 사항을 만족하기에 이상적입니다.

TinySwitch-4 디바이스는 자체적으로 파워를 공급하기 때문에 트랜스포머에 보조 권선 또는 바이어스 권선이 필요하지 않습니다. 그러나 바이어스 권선을 추가하면 출력 과전압 보호 기능을 구성할 수 있어 피드백 루프의 오픈 고장 발생 시 부하를 보호할 수 있습니다.

바이어스 전압이 VR2와 BYPASS/MULTIFUNCTION(BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL) 핀 전압의 합을 초과하는 과전압 조건이 발생하면 BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀에 전류가 흐르기 시작합니다. 이 전류가 I_{SD} 를 초과하면 TinySwitch-4의 내부 래칭 섀다운 회로가 활성화됩니다. R12와 R13을 흐르는 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀 전류가 각 AC 라인 하프 사이클에서 18.75µA 아래로 떨어지면 이 조건이 리셋됩니다. 따라서 그림 16의 구성은 과전압 고장 시 비래칭(non-latching)이 됩니다. R12와 R13을 C2의 양극 단자에 연결하면 래칭 과전압 보호 기능을 얻을 수 있지만 대기 모드 시 소비 전력이 높아집니다. 이 예에서는 오픈 루프 시 출력 전압 17V에서 OVP가 동작합니다.

무부하 입력 전력 소비를 낮추려면 바이어스 권선을 사용하여 TinySwitch-4 디바이스에 전력을 공급하면 됩니다. 저항 R4는 BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀에 전류를 공급하여 내부 MOSFET 오프 타임 중 BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀 커패시터 전압(C7)을 유지하는 내부 고전압 전류 소스를 동작하지 않도록 합니다. 이렇게 하면 이 설계의 경우 265VAC에서의 무부하 소비 전력이 140mW에서 40mW로 감소합니다.

저전압 록아웃은 DC 버스와 U1의 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀 사이에 연결된 R5에 의해 구성됩니다. R5가 있으면 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀의 전류가 25µA를 초과할 때까지 스위칭이 억제됩니다. 그러면

정상적인 작동 입력 전압 범위 내에서 스타트업 전압을 프로그래밍할 수 있으므로 비정상적인 저전압 상태와 AC 입력 제거 상태에서도 출력의 글리치를 방지할 수 있습니다.

디퍼렌셜 모드 EMI용 단순 입력 π 필터(C1, L1, C2) 외에도 이 설계에서는 트랜스포머에서 E-Shield™ 기술을 사용하여 커먼 모드 EMI 변위 전류를 줄이고, R2와 C4를 댐핑 네트워크로 사용하여 트랜스포머의 고주파 링잉을 줄입니다. 이러한 기술들과 TNY288의 주파수 지터링을 통해 뛰어난 전도 EMI 및 방사 EMI 성능을 제공합니다. 이 설계에서는 EN55022 클래스 B 전도 EMI 제한값에 비해 12dB μ V가 넘는 마진을 얻었습니다.

설계 유연성을 위해 C7 값은 U1의 세 가지 current limit 옵션 중 하나를 선택할 수 있습니다. 이를 통해 설계자는 애플리케이션에 적절한 current limit을 선택할 수 있습니다.

- Standard current limit(I_{LIMIT})은 0.1 μ F BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀 커패시터를 사용하여 선택하고 밀폐구조 어댑터 애플리케이션일 경우에 선택됩니다.
- 1 μ F BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀 커패시터를 사용할 경우 current limit이 줄어들어($I_{LIMITred}$ 또는 $I_{LIMIT}-1$) RMS 디바이스 전류가 감소하므로 효율성이 향상됩니다. 그러나 최대 전력 용량이 감소할 수 있습니다. 이는 전력 손실을 최소화 해야하는, 온도에 주의해야 하는 설계에 이상적입니다.
- 10 μ F BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀 커패시터를 사용하는 경우에는 current limit($I_{LIMITinc}$ 또는 $I_{LIMIT}+1$)이 증가하므로 전력 용량을 늘릴 수 있고 온도 조건이 엄격하지 않으면서 더 높은 피크 전력 또는 연속 전력이 필요한 애플리케이션에 적합합니다.

Current limit을 인접한 TinySwitch-4 제품군과 견용하여 설계의 유연성이 높아졌습니다. 기존 디바이스에서 current limit을 감소시키면 한 단계 아래 디바이스의 standard current limit과 동일하며, current limit을 증가시키면 한 단계 위 디바이스의 standard current limit과 동일합니다.

주요 애플리케이션 고려 사항

TinySwitch-4와 TinySwitch-III 비교

표 2에서는 TinySwitch-4와 TinySwitch-III의 기능 및 성능 차이를 비교합니다. TinySwitch-4는 TinySwitch-III과 핀 호환이 가능하며 모든 기능이 향상되었습니다. 또한 최소한의 설계 시간으로 새로운 설계에 적용할 수 있습니다. 향상된 기능뿐 아니라 TinySwitch-4는 여러 애플리케이션 요구 사항을 충족하는 두 종류의 새로운 패키지, eSOP-12B(K)와 SO-8C(D)로 제공됩니다.

기능	TinySwitch-III	TinySwitch-4
BV_{DSS}	700V	725V
입력 보정 OCP	N/A	있음
85VAC에서 265VAC로의 일반적인 OCP 변경	>40%	<15%
UV 기준점(threshold)	25 μ A \pm 10%	25 μ A \pm 5%
V_{BP} 리셋 전압	2.6V 일반	3.0V 일반
패키지	DIP-8C(P), SMD-8C(G)	DIP-8C(P), eSOP-12B(K), SO-8C(D)

표 2. TinySwitch-III와 TinySwitch-4의 비교

TinySwitch-4 설계 고려 사항

출력 전력표

데이터 시트 출력 전력표(표 1)에서는 다음과 같이 가정된 조건에서 얻을 수 있는 최소 실제 연속 출력 파워 레벨을 보여 줍니다.

1. 최소 DC 입력 전압은 85VAC 입력의 경우 100V 이상, 230VAC 입력 또는 115VAC(배전압)의 경우 220V 이상입니다. 이러한 AC 입력 설계 조건을 충족하도록 입력 커패시턴스 값을 조정해야 합니다.
2. 효율성: 75%
3. 데이터 시트 최소 값: I_{F}
4. 트랜스포머 1차측 인덕턴스 오차: \pm 10%
5. 권선비에 의해 발생된 전압(V_{OR}): 135V
6. 고속 PN 정류 다이오드 사용 시 12V에 불과한 전압 출력
7. 과도 상태 K_p^* 값이 0.25인 CCM(연속 전도 모드) 동작
8. 피크 및 오픈 프레임 전력 열에서 increased current limit을 선택하고, 어댑터 열에서 standard current limit을 선택합니다.
9. SOURCE 핀이 PCB의 충분한 면적의 동판에 납땜되어 있고 SOURCE 핀 온도를 110°C 이하로 유지하기 위해 히트싱크가 사용 됩니다.
10. 주변 온도는 오픈 프레임 설계의 경우 50°C이고, 밀폐형 어댑터의 경우 40°C입니다.

*1보다 작은 K_p 값은 1차측 피크 전류에 대한 리플 전류의 비율입니다. 스위칭 사이클의 조기 종료로 인한 전력 용량 감소를 방지하기 위해 과도 상태 K_p 의 한계점을 0.25 이상으로 하는 것을 권장합니다. 이는 MOSFET 턴온 시 초기 current limit(I_{LIMIT})이 초과되지 않도록 방지합니다.

참고로, 표 3은 세 가지 선택 가능한 current limit 값에서 각 제품군이 전달할 수 있는 최소 실제 전력입니다. 이 표에서는 오픈 프레임 동작(열 제한이 없음)을 전제로 한 값이며, 그 외에는 위와 동일한 조건을 전제로 합니다. 이러한 수치는 주어진 디바이스 및 출력 전력 요구 사항에 대해 선택할 수 있는 적절한 current limit을 식별하는 데 유용합니다.

과전압 보호

TinySwitch-4에서 제공하는 출력 과전압 보호 기능은 BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀으로 전달되는 약 5.5mA의 기준 전류(threshold)에 의해 트리거되는 내부 래치를 사용합니다. 내부 필터 외에도 BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀 커패시터는 외부 필터를 형성하여 의도치 않은 트리거에 대한 노이즈 영향을 받지 않도록 합니다. 바이패스 커패시터는 고주파 필터로 효과적이기 위해서는 커패시터를 디바이스의 SOURCE 및 BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀과 가깝게 위치시켜야 합니다.

피크 출력 전력표

제품	230VAC \pm 15%			85-265VAC		
	$I_{LIMIT-1}$	I_{LIMIT}	$I_{LIMIT+1}$	$I_{LIMIT-1}$	I_{LIMIT}	$I_{LIMIT+1}$
TNY284P	9.1W	10.9W	9.1W	7.1W	8.5W	7.1W
TNY285P	10.8W	12W	15.1W	8.4W	9.3W	11.8W
TNY286P	11.8W	15.3W	19.4W	9.2W	11.9W	15.1W
TNY287P	15.1W	19.6W	23.7W	11.8W	15.3W	18.5W
TNY288P	19.4W	24W	28W	15.1W	18.6W	21.8W
TNY289P	23.7W	28.4W	32.2W	18.5W	22W	25.2W
TNY290P	28W	32.7W	36.6W	21.8W	25.4W	28.5W

표 3. 세 가지 선택 가능한 Current Limit 레벨에서 최소 실제 전력

OVP 기능을 극대화하려면 15~30V 범위에서 상대적으로 높은 바이어스 권선 전압을 사용하는 것이 좋습니다. 그러면 누설 인덕턴스로 인한 바이어스 권선의 오류 전압이 최소화되고 무부하 동작 시 소비 전력을 줄이기 위해 BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀에 공급하는 적절한 전압을 보장할 수 있습니다.

대부분의 설계에서는 바이어스 권선 전압보다 6V 정도 높은 전압의 제너 다이오드 전압을 선택하면(22V 바이어스 권선의 경우 28V) OVP 성능이 향상되지만, 누설 인덕턴스에 의한 변동을 보상하기 위해 적절히 조절할 수 있습니다. 낮은 값(10Ω~47Ω)의 저항을 바이어스 권선 다이오드와 직렬로 삽입하거나 그림 16의 R7과 R3과 같이 OVP 제너 다이오드와 직렬로 삽입하면 추가 필터를 덧붙일 수 있습니다. OVP 제너와 직렬로 연결된 저항 역시 BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀으로 흐르는 최대 전류를 제한합니다.

무부하 소비 전력 감소

TinySwitch-4는 BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀 커패시터에서 자체적으로 전력을 공급받기 때문에 이러한 용도로 트랜스포머에 보조 권선 또는 바이어스 권선이 필요 없습니다. 자체적으로 전력을 공급받을 때 일반적인 무부하 소비 전력은 265VAC 입력에서 150mW 미만입니다. 바이어스 권선을 추가하면 낮은 바이어스 전압에서 TinySwitch-4에 전력을 공급하고 내부 고전압 전류 소스를 억제하여 50mW 미만으로 줄일 수 있습니다. 이렇게 하려면 저항값(그림 16의 R8)을 선택하여 데이터 시트 DRAIN 공급 전류를 제공해야 합니다. 실제로 경부하에서 바이어스 전압이 감소하기 때문에 데이터 시트의 최대 전류보다 40% 큰 값을 선택해서 시작하고 가장 낮은 무부하 소비 전력을 얻을 때까지 저항값을 증가시켜야 합니다.

가청 노이즈

TinySwitch-4에서 사용되는 사이클 스킵 모드 동작은 트랜스포머에서 가청 주파수 성분을 생성할 수 있습니다. 이러한 가청 노이즈 생성을 제한하려면 트랜스포머 코어의 피크 자속 밀도가 3000가우스(300mT) 보다 낮도록 설계해야 합니다. 이 지침을 따르고 표준 일반 합침 트랜스포머 생산 기술을 사용하면 가청 노이즈를 거의 없앨 수 있습니다. 트랜스포머를 진공 합침하게 되면 1차측 커패시턴스가 높아지고 이로 인한 손실이 증가하므로 트랜스포머의 진공 합침을 사용하지 마십시오. 더 높은 자속 밀도가 필요한 경우, 설계를 승인하기 전에 먼저 양산 트랜스포머 샘플을 사용하여 가청 노이즈 성능을 주의 깊게 평가해야 합니다.

Z5U와 같이 유전체를 사용하는 세라믹 커패시터도 클램프 회로에서 사용할 경우 가청 노이즈를 생성할 수 있습니다. 이러한 경우 다른 유전체 또는 구조(예: 필름형)의 커패시터로 교체하십시오.

TinySwitch-4 레이아웃 고려 사항

레이아웃

TinySwitch-4에 권장되는 회로 기판 레이아웃은 그림 17를 참조하십시오.

단일 지점 그라운드

입력 필터 커패시터에서 SOURCE 핀에 연결된 동판까지 단일 지점 그라운드를 사용합니다.

바이패스 커패시터(C_{BP})

BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀 커패시터는 BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 및 SOURCE 핀에 최대한 가깝게 위치해야 합니다.

0.1μF 바이패스 커패시터를 선택한 경우 고주파 세라믹 유형(예: X7R 유전체)이어야 하고, BYPASS 핀으로 전달되는 외부 노이즈를 필터링하기 위해 ENABLE 핀과 SOURCE 핀 사이에 배치해야 합니다. 1μF 또는 10μF 바이패스 커패시터를 선택한 경우 노이즈 필터링을 제공하기 위해 BYPASS 및 SOURCE 핀에 0.1μF 커패시터를 추가해야 합니다(그림 17 참조).

ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀

ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀에 연결된 패턴은 짧게 유지해야 하며, bypass, drain, bias supply diode anode node 등 다른 모든 패턴 및 노드에서 가능한 멀리 배치해야 합니다.

1차측 루프 면적

입력 필터 커패시터, 트랜스포머 1차측 및 TinySwitch-4와 연결되어 있는 1차측 루프의 면적은 가능한 작게 유지해야 합니다.

1차측 클램프 회로

클램프는 턴오프 시 DRAIN 핀에서의 피크 전압을 제한하는 데 사용됩니다. 이는 1차측 권선에 RCD 클램프 또는 제너(~200V)와 다이오드 클램프를 사용하여 구성할 수 있습니다. EMI를 줄이려면 클램프 부품에서 트랜스포머와 TinySwitch-4까지의 루프를 최소화해야 합니다.

써멀 고려 사항

SOURCE 핀은 IC 리드 프레임과 내부적으로 연결되며 디바이스의 열을 방출하는 주 경로가 됩니다. 따라서 모든 SOURCE 핀은 단일 지점 그라운드 및 히트싱크 역할을 하도록 TinySwitch-4 아래의 동판 영역에 연결해야 합니다. 이 영역은 노이즈가 없는 그라운드와 연결되기 때문에 적절한 방열을 위해서는 이 부분의 면적을 최대화해야 합니다. Axial 출력 다이오드와 마찬가지로 캐소드에 연결되는 PCB 영역을 최대화합니다.

Y 커패시터

Y 커패시터는 1차측 입력 필터 커패시터 양극 단자에서 트랜스포머 2차측 커먼/리턴 단자까지 직접 연결되어야 합니다. 이런 배치는 큰 커먼 모드 서지 전류를 TinySwitch-4 디바이스에서 떨어져 흐르게 할 수 있습니다. 참고 - 입력 π(C, L, C) EMI 필터를 사용할 경우, 필터 내의 인덕터를 입력 필터 커패시터의 마이너스 단자 사이에 배치해야 합니다.

옴토커플러

1차측 패턴 길이를 최소화할 수 있도록 옴토커플러를 TinySwitch-4에 물리적으로 가깝게 배치합니다. 노이즈 영향을 방지하기 위해 고전압, 전류가 흐르는 드레인 패턴 및 클램프 패턴을 옴토커플러로부터 멀리 떨어뜨립니다.

출력 다이오드

최상의 성능을 위해 2차측 권선, 출력 다이오드 및 출력 필터 커패시터의 루프 연결 면적을 최소화해야 합니다. 또한 히트싱크용으로 다이오드의 애노드와 캐소드 단자에 충분한 동판 영역이 필요합니다. 노이즈가 없는 캐소드 단자에서는 영역이 클수록 좋습니다. 애노드 영역이 크면 고주파 방사 EMI가 증가할 수 있습니다.

PC 보드 누설 전류

TinySwitch-4는 전력 범위, 특히 대기/무부하 조건에서 에너지 효율을 최적화하도록 설계되었습니다. 따라서 이 성능을 달성하기 위해 전류 소비가 최소화되었습니다. 예를 들어 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀 저전압 기능은 저전압 저항이 있는지 여부를 감지하기 위해 낮은 기준점(threshold)(~1μA)이 설정되어 있습니다.

잘 컨트롤되는 생산시설에서 PCB가 어셈블리되었을 때, ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀으로 유입되는 기생 누설 전류는 일반적으로 이 1μA의 기준점(threshold)보다 낮게 형성됩니다. 그러나 무세척 플럭스 또는 다른 오염 물질로부터 발생한 보드 및/또는 패키지 오염과 높은 습도 조건은 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀으로 흐르는 기생 전류 1μA 초과를 허용할 만큼 표면 저항을 줄일 수 있습니다. 이러한 전류는 BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀 솔더 패드와 같이 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀 가까이에 있는 고전압 노출 솔더 패드로부터 흘러들어 설계 스타트업에 막을 수도 있습니다. 그러나 고전압 레일과 ENABLE/UNDERVOLTAGE 핀 사이에 저항을 연결하여 저전압 록아웃 기능을 활용하는 설계의 경우에는 영향을 받지 않습니다.

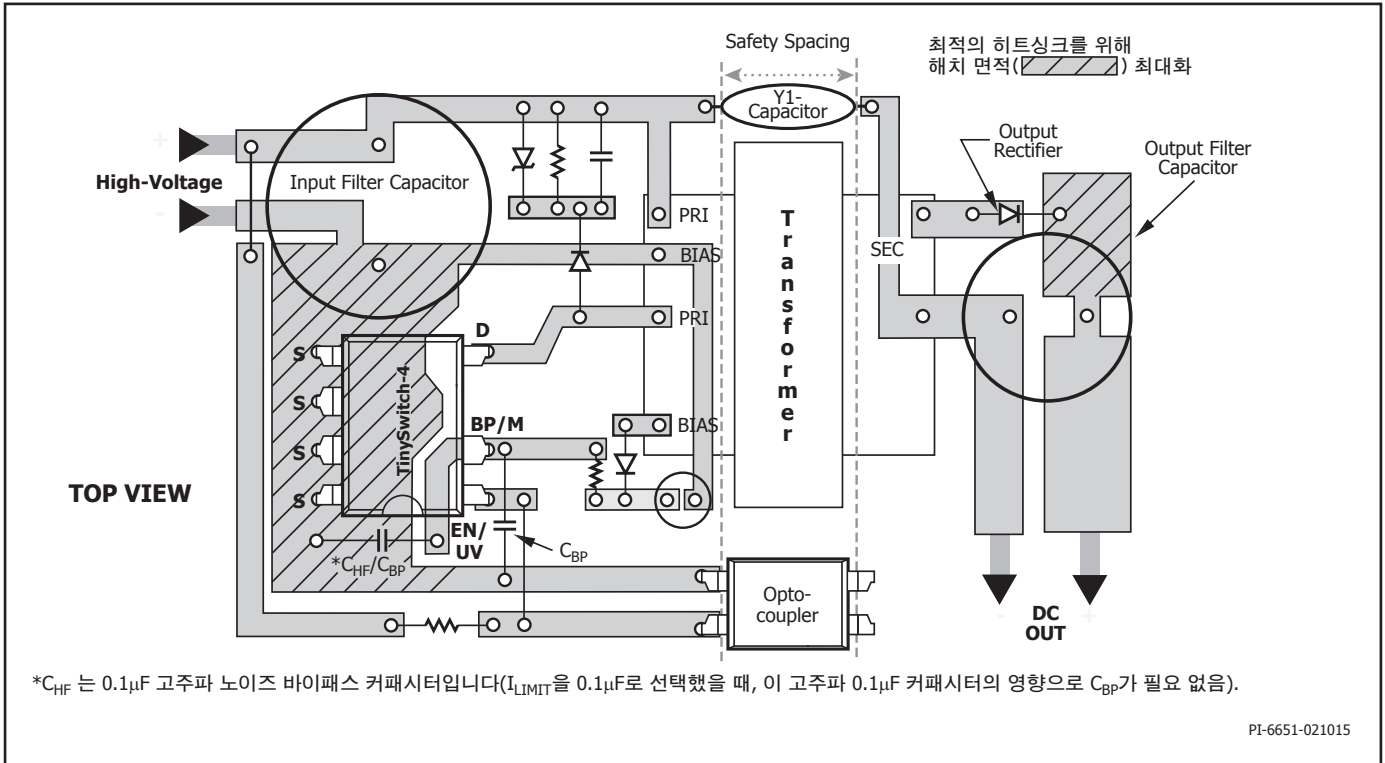


그림 17. 저전압 록아웃 저항을 갖춘 TinySwitch-4의 권장 회로 기판 레이아웃

PC 보드 어셈블리의 오염 수준을 알 수 없고, 애플리케이션이 오픈 프레임이거나 오염도가 높은 환경에서 작동하고, 설계에서 저전압 록아웃 기능을 사용하지 않는 경우라면 390kΩ 옵션 저항을 ENABLE/ UNDERVOLTAGE 핀과 SOURCE 핀 사이에 추가하여 ENABLE/ UNDERVOLTAGE 핀으로 유입되는 기생 누설 전류를 1µA 미만으로 떨어뜨려야 합니다.

무세척 플럭스가 공급 업체의 지침에 따라 적용된 표면 절연 저항(SIR)의 일반적인 값은 10MΩ를 크게 초과하며 이러한 문제를 발생시키지 않습니다.

빠른 설계 확인 목록

어떤 파워 서플라이를 설계하든지 가장 약조건에서 부품의 정격을 초과하지 않는지를 확인하기 위해 모든 TinySwitch-4 설계를 벤치 테스트에서 검증해야 합니다. 이를 위해 다음과 같은 최소한의 테스트는 반드시 수행되어야 합니다.

1. 최대 드레인 전압 - V_{DS} 가 최고 입력 전압과 피크(과부하) 출력 전력에서 675V를 초과하지 않는지 확인합니다. 725V V_{DS} 사양에 대한 50V 마진이 설계 편차에 대한 마진을 제공합니다.
2. 최대 드레인 전류 - 최대 주변 온도, 최대 입력 전압 및 피크 출력(과부하) 전력에서 스타트업 시 트랜스포머 포화 및 과도한 리딩 엷지 전류 스파이크가 있는지 드레인 전류 파형을 확인합니다. 정상적인 상태 조건에서 반복하고 리딩 엷지 전류 스파이크가 $t_{LEB(MIN)}$ 의 끝에서 $I_{LIMIT(MIN)}$ 이하인지 확인합니다. 모든 조건에서 최대 드레인 전류는 지정된 최대 정격 절대값 이하가 되어야 합니다.
3. 썬넬 검사 - 지정된 최대 출력 전력, 최소 입력 전압 및 최대 주변 온도에서 TinySwitch-4, 트랜스포머, 출력 다이오드 및 출력 커패시터의 온도 사양이 초과하는지 확인합니다. 데이터 시트에 규정되어 있듯이 TinySwitch-4의 $R_{DS(ON)}$ 이 제품마다 오차가 있기 때문에 썬넬 마진이 충분히 확보되어야 합니다. 로우 라인, 최대 전력 하에서 이러한 편차를 허용하기 위하여 최대 TinySwitch-4 SOURCE 핀 온도 110°C를 권장합니다.

최대 정격 절대값^{1,4}

DRAIN 전압	-0.3~725V
DRAIN 피크 전류:	
TNY284	400(750)mA ²
TNY285	560(1050)mA ²
TNY286	720(1350)mA ²
TNY287	880(1650)mA ²
TNY288	1040(1950)mA ²
TNY289	1200(2250)mA ²
TNY290	1360(2550)mA ²
EN/UV 전압	-0.3~9V
EN/UV 전류	100mA
BP/M 전압	-0.3~9V
보관 온도	-65~150°C
최대 정션 온도 ³	-40~150°C
리드 온도 ⁴	260°C

참고:

- 모든 전압은 SOURCE, TA = 25°C를 기준으로 합니다.
- DRAIN 전압이 동시에 400V 미만으로 떨어지면 더 높은 피크 DRAIN 전류가 허용됩니다.
- 일반적으로 내부 회로에 의해 제한됩니다.
- 케이스에서 1.59mm(1/16인치) 거리를 두고 5초 동안 측정된 값입니다.
- 지정된 최대 정격은 제품에 영구적인 손상을 초래하지 않는 한도 내에서 일회적으로 측정된 결과입니다. 지정된 시간보다 오랫동안 정격 절대값 조건에 노출되면 제품 신뢰성에 영향을 미칠 수 있습니다.

써멀 저항

써멀 저항: P 패키지:

(θ_{JA})	70°C/W ² ; 60°C/W ³
$(\theta_{JC})^1$	11°C/W
D 패키지:	
(θ_{JA})	100°C/W ² ; 80°C/W ³
$(\theta_{JC})^1$	30°C/W
K 패키지:	
(θ_{JA})	45°C/W ² ; 38°C/W ³
$(\theta_{JC})^4$	2°C/W

참고:

- 플라스틱 인터페이스에 가까운 SOURCE 핀에서 측정
- 0.36평방인치(232mm²), 2온스(610g/m²) 동판에 납땀
- 1평방인치(645mm²), 2온스(610g/m²) 동판에 납땀
- 케이스 온도는 하단 노출 패드에서 측정

파라미터	기호	조건		최소	일반	최대	단위
		SOURCE = 0V; T _J = -40~125°C 그림 18 참조 (특별히 지정되지 않은 경우)					
컨트롤 기능							
표준 모드의 출력 주파수	f _{OSC}	T _J = 25°C 그림 5 참조	평균	124	132	140	kHz
			피크-피크 지터		8		
최대 듀티 사이클	DC _{MAX}	S1 열림		62	67		%
턴오프 기준 전류 (threshold)를 초과하는 EN/UV 핀	I _{DIS}			-150	-122	-90	μA
EN/UV 핀 전압	V _{EN}	I _{EN/UV} = 25μA		1.8	2.2	2.6	V
		I _{EN/UV} = -25μA		0.8	1.2	1.6	
DRAIN 공급 전류	I _{S1}	EN/UV 전류 > I _{DIS} (MOSFET 스위칭 없음), '참고 A' 참조			330		μA
		I _{S2}	EN/UV 오픈 (f _{OSC} 에서의 MOSFET 스위칭) '참고 B' 참조	TNY284		360	
	TNY285				410	440	
	TNY286				430	470	
	TNY287				510	550	
	TNY288				615	650	
	TNY289		715	800			
TNY290		875	930				

파라미터	기호	조건 SOURCE = 0V; T _J = -40~125°C 그림 18 참조 (특별히 지정되지 않은 경우)	최소	일반	최대	단위	
컨트롤 기능(계속)							
BP/M 핀 충전 전류	I _{CH1}	V _{BP/M} = 0V, T _J = 25°C '참고 C, D' 참조	-6.5	-4.5	-2.5	mA	
	I _{CH2}	V _{BP/M} = 4V, T _J = 25°C '참고 C, D' 참조	-4.7	-2.8	-1.4		
BP/M 핀 전압	V _{BP/M}	'참고 C' 참조	5.6	5.85	6.3	V	
BP/M 핀 전압 히스테리시스 (Hysteresis)	V _{BP/MH}		0.80	0.95	1.20	V	
BP/M 핀 선택 전압	V _{SHUNT}	I _{BP} = 2mA	6.0	6.4	6.85	V	
EN/UV 핀 라인 저전압 기준값	I _{LUV}	T _J = 25°C	23.75	25	26.25	μA	
EN/UV 핀 – 리셋 히스테리 시스(BP/M 핀 전류가 >I _{SD} 일 때 래치오프)		T _J = 25°C '참고 G' 참조	3	5	8	μA	
회로 보호							
Standard current limit(BP/M 커패시터 = 0.1μF) '참고 D' 참조	I _{LIMIT}	di/dt = 50mA/μs T _J = 25°C '참고 E' 참조	TNY284P/D/K	233	250	267	mA
		di/dt = 55mA/μs T _J = 25°C '참고 E' 참조	TNY285P/D/K	256	275	294	
		di/dt = 70mA/μs T _J = 25°C '참고 E' 참조	TNY286P/D/K	326	350	374	
		di/dt = 90mA/μs T _J = 25°C '참고 E' 참조	TNY287P/D/K	419	450	481	
		di/dt = 110mA/μs T _J = 25°C '참고 E' 참조	TNY288P/D/K	512	550	588	
		di/dt = 130mA/μs T _J = 25°C '참고 E' 참조	TNY289P/K	605	650	695	
		di/dt = 150mA/μs T _J = 25°C '참고 E' 참조	TNY290P/K	698	750	802	

파라미터	기호	조건			최소	일반	최대	단위
		SOURCE = 0V; $T_j = -40\sim 125^\circ\text{C}$ 그림 18 참조 (특별히 지정되지 않은 경우)						
회로 보호(계속)								
Reduced current limit(BP/M 커패시터 = 1μF) '참고 D' 참조	$I_{LIMITred}$	di/dt = 42mA/ μ s $T_j = 25^\circ\text{C}$ '참고 E' 참조	TNY284P/D/K	196	210	233	mA	
		di/dt = 50mA/ μ s $T_j = 25^\circ\text{C}$ '참고 E' 참조	TNY285P/D/K	233	250	277		
		di/dt = 55mA/ μ s $T_j = 25^\circ\text{C}$ '참고 E' 참조	TNY286P/D/K	256	275	305		
		di/dt = 70mA/ μ s $T_j = 25^\circ\text{C}$ '참고 E' 참조	TNY287P/D/K	326	350	388		
		di/dt = 90mA/ μ s $T_j = 25^\circ\text{C}$ '참고 E' 참조	TNY288P/D/K	419	450	499		
		di/dt = 110mA/ μ s $T_j = 25^\circ\text{C}$ '참고 E' 참조	TNY289P/K	512	550	610		
		di/dt = 130mA/ μ s $T_j = 25^\circ\text{C}$ '참고 E' 참조	TNY290P/K	605	650	721		
Increased current limit(BP/M 커패시터 = 10μF) '참고 D' 참조	$I_{LIMITinc}$	di/dt = 42mA/ μ s $T_j = 25^\circ\text{C}$ '참고 E, F' 참조	TNY284P/D/K	196	210	233	mA	
		di/dt = 70mA/ μ s $T_j = 25^\circ\text{C}$ '참고 E' 참조	TNY285P/D/K	326	350	388		
		di/dt = 90mA/ μ s $T_j = 25^\circ\text{C}$ '참고 E' 참조	TNY286P/D/K	419	450	499		
		di/dt = 110mA/ μ s $T_j = 25^\circ\text{C}$ '참고 E' 참조	TNY287P/D/K	512	550	610		
		di/dt = 130mA/ μ s $T_j = 25^\circ\text{C}$ '참고 E' 참조	TNY288P/D/K	605	650	721		
		di/dt = 150mA/ μ s $T_j = 25^\circ\text{C}$ '참고 E' 참조	TNY289P/K	698	750	833		
		di/dt = 170mA/ μ s $T_j = 25^\circ\text{C}$ '참고 E' 참조	TNY290P/K	791	850	943		

파라미터	기호	조건 SOURCE = 0V; T _J = -40~125°C 그림 18 참조 (특별히 지정되지 않은 경우)		최소	일반	최대	단위
회로 보호(계속)							
전력 계수	I ² f	Standard current limit, $I^2f = I_{LIMIT(TYP)}^2 \times f_{OSC(TYP)}$ T _J = 25°C	TNY284-290	0.9 × I ² f	I ² f	1.12 × I ² f	A ² Hz
		Reduced current limit, $I^2f = I_{LIMITred(TYP)}^2 \times f_{OSC(TYP)}$ T _J = 25°C	TNY284-290	0.9 × I ² f	I ² f	1.16 × I ² f	
		Increased current limit, $I^2f = I_{LIMITinc(TYP)}^2 \times f_{OSC(TYP)}$ T _J = 25°C	TNY284-290	0.9 × I ² f	I ² f	1.16 × I ² f	
초기 current limit	I _{INIT}	그림 21 참조 T _J = 25°C, '참고 G' 참조	TNY284-287	0.77 × I _{LIMIT(MIN)}			mA
		그림 22 참조 T _J = 25°C, '참고 G' 참조	TNY288-290	0.725 × I _{LIMIT(MIN)}			
리딩 엣지 블랭킹 시간	t _{LEB}	T _J = 25°C '참고 G' 참조		170	215		ns
Current limit 지연	t _{ILD}	T _J = 25°C '참고 G, H' 참조			150		ns
써멀 섯다운 온도	T _{SD}			135	142	150	°C
써멀 섯다운 히스테리시스 (Hysteresis)	T _{SDH}				75		°C
BP/M 핀 섯다운 기준 전류 (threshold)	I _{SD}			4	6.5	9	mA
BP/M 핀 파워 업 리셋 기준 전압(threshold)	V _{BP/M(RESET)}			1.6	3.0	3.6	V
출력							
ON 상태 레지스턴스	R _{DS(ON)}	TNY284 I _D = 25mA	T _J = 25°C		28	32	Ω
			T _J = 100°C		42	48	
		TNY285 I _D = 28mA	T _J = 25°C		19	22	
			T _J = 100°C		29	33	
		TNY286 I _D = 35mA	T _J = 25°C		14	16	
			T _J = 100°C		21	24	

파라미터	기호	조건		최소	일반	최대	단위		
		SOURCE = 0V; $T_J = -40\sim 125^\circ\text{C}$ 그림 18 참조 (특별히 지정되지 않은 경우)							
출력(계속)									
ON 상태 레지스턴스	$R_{DS(ON)}$	TNY287 $I_D = 45\text{mA}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$		7.8	9.0	Ω		
			$T_J = 100^\circ\text{C}$		11.7	13.5			
		TNY288 $I_D = 55\text{mA}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$		5.2	6.0			
			$T_J = 100^\circ\text{C}$		7.8	9.0			
		TNY289 $I_D = 65\text{mA}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$		3.9	4.5			
			$T_J = 100^\circ\text{C}$		5.8	6.7			
		TNY290 $I_D = 75\text{mA}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.6	3.0			
			$T_J = 100^\circ\text{C}$		3.9	4.5			
		OFF 상태 드레인 누설 전류	I_{DSS1}	$V_{BP/M} = 6.2\text{V}$ $V_{EN/UV} = 0\text{V}$ $V_{DS} = 560\text{V}$ $T_J = 125^\circ\text{C}$ '참고 I' 참조	TNY284-286			50	μA
					TNY287-288			100	
TNY289-290					200				
I_{DSS2}	$V_{BP/M} = 6.2\text{V}$ $V_{EN/UV} = 0\text{V}$		$V_{DS} = 375\text{V}$, $T_J = 50^\circ\text{C}$ '참고 G, I' 참조		15				
항복 전압	BV_{DSS}	$V_{BP} = 6.2\text{V}$, $V_{EN/UV} = 0\text{V}$, '참고 J' 참조, $T_J = 25^\circ\text{C}$		725			V		
DRAIN 공급 전압				50			V		
오토-리스타트 온-타임: f_{OSC}	t_{AR}	$T_J = 25^\circ\text{C}$ '참고 K' 참조			64		ms		
오토-리스타트 듀티 사이클	DC_{AR}	$T_J = 25^\circ\text{C}$			3		%		

참고:

- A. 이러한 조건에서는 동작 주파수가 매우 낮기 때문에 I_{S1} 은 무부하 시 디바이스 컨트롤러 전류 소모에 대한 정확한 예상값입니다. 무부하 시 전체 디바이스 소비 전력은 $I_{S1} + I_{DSS2}$ 입니다.
- B. 출력 MOSFET이 스위칭되므로 DRAIN에서 공급 전류와 스위칭 전류를 분리하는 것은 어렵습니다. 이 경우 6.1V에서 BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀 전류를 측정하는 방법을 사용할 수 있습니다.
- C. BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀은 외부 회로에 전류를 공급하는 용도로 사용되지 않습니다.
- D. 정확한 current limit을 얻기 위해 정격 0.1 μ F/1 μ F/10 μ F 커패시터를 사용하는 것을 권장합니다. 또한 BP/M 커패시터 값 오차는 목표 애플리케이션의 주변 온도에서 아래 표시된 값 이상이어야 합니다. 최소 및 최대 커패시터 값은 특성에 의해 결정됩니다.

정격 BP/M 핀 Cap 값	정격 커패시터 값 기준 오차	
	최소	최대
0.1 μ F	-60%	+100%
1 μ F	-50%	+100%
10 μ F	-50%	해당 없음

- E. 다른 di/dt 값에서의 current limit은 그림 25을 참조하십시오.
- F. TNY284는 increased current limit 값이 설정되어 있지 않지만, 10 μ F BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀 커패시터를 사용하면 current limit은 1 μ F BYPASS/MULTI-FUNCTIONAL 핀 커패시터(reduced current limit 값)를 사용할 때와 동일합니다.
- G. 이 파라미터는 특성 곡선으로부터 유도되었습니다.
- H. 이 파라미터는 I_{LIMIT} 사양에서, di/dt의 1X와 4X에서 측정된 current limit의 변화값에서 유도되었습니다.
- I. I_{DSS1} 은 BV_{DSS} 의 80%이고 최대 작동 정션 온도에서 가장 악조건의 OFF 상태 누설 사양입니다. I_{DSS2} 는 무부하 소비 전력을 계산하기 위한 최악 애플리케이션 조건(정류 265VAC)하에서의 일반적인 사양입니다.
- J. 항복 전압은 최소 BV_{DSS} 을 초과하지 않는 범위 내에서 DRAIN 핀 전압을 증가시켜 최소 BV_{DSS} 사양과 비교하여 점검할 수 있습니다.
- K. 오토-리스타트 온-타임의 온도 특성은 오실레이터와 동일합니다(주파수에 반비례).

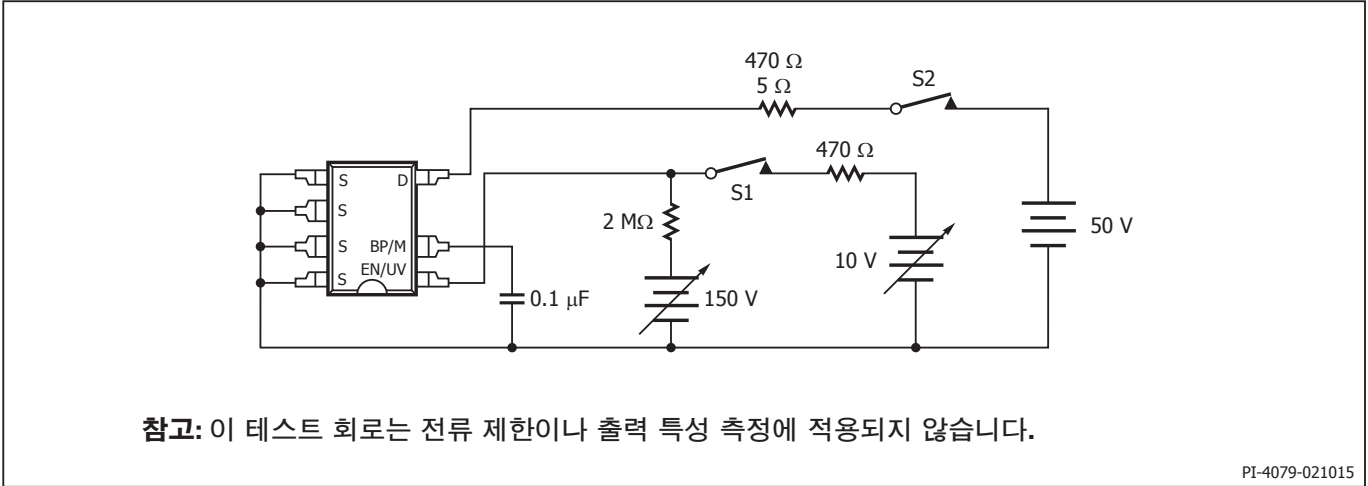


그림 18. 일반 테스트 회로

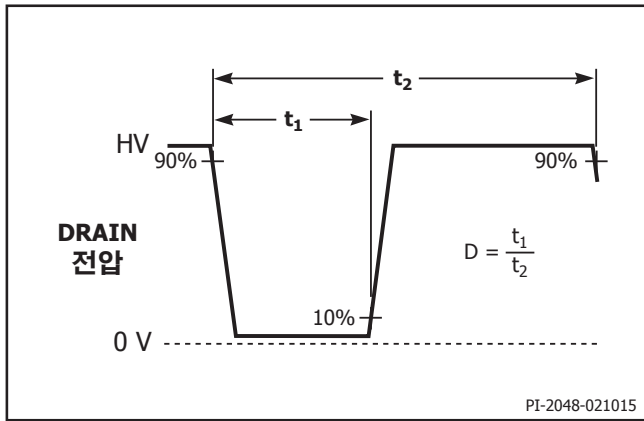


그림 19. 듀티 사이클 측정

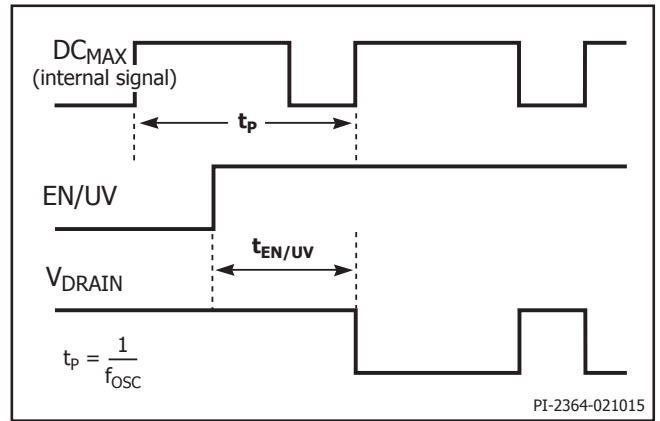


그림 20. 출력 활성화 타이밍

일반적 성능 특성

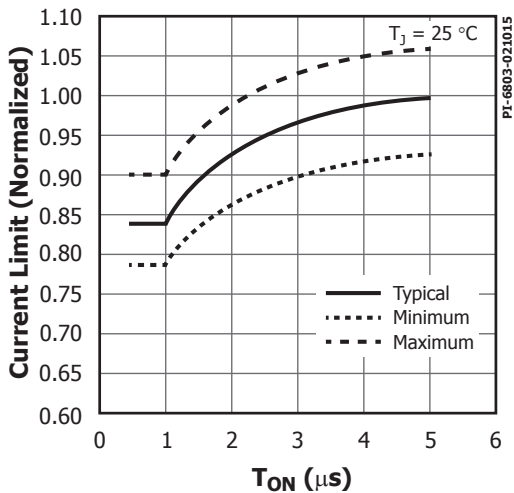


그림 21. TNY284~2870에 대한 Current Limit과 T_{ON} 비교

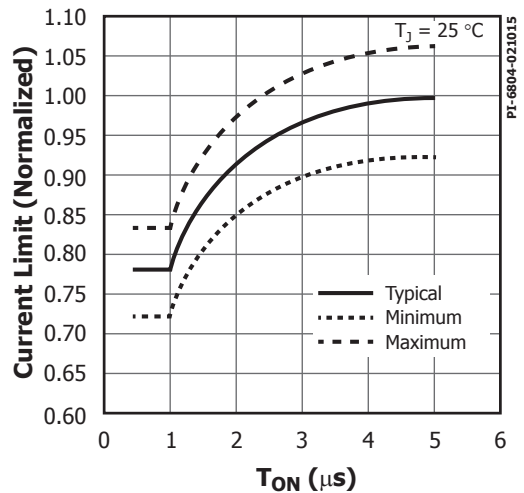


그림 22. TNY288~2900에 대한 Current Limit과 T_{ON} 비교

일반적 성능 특성(계속)

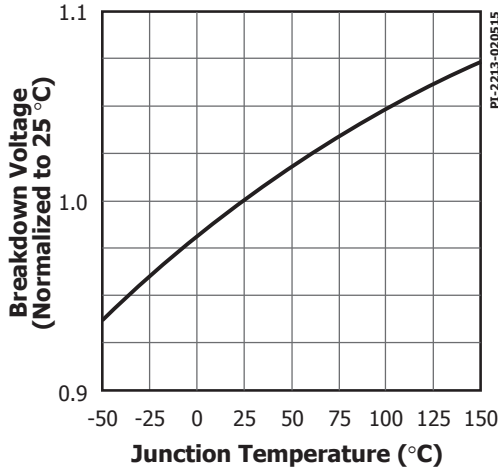


그림 23. 항복 전압과 온도 비교

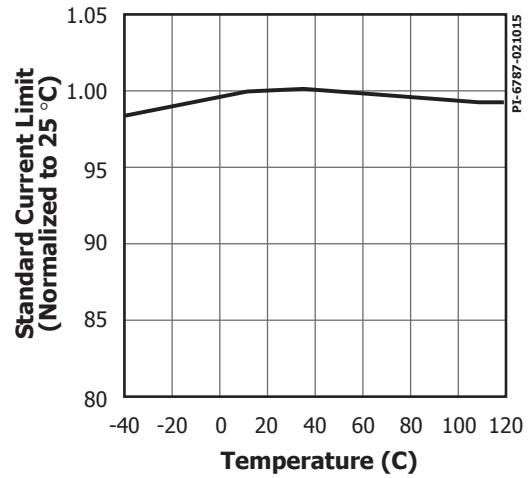


그림 24. Standard Current Limit과 온도 비교

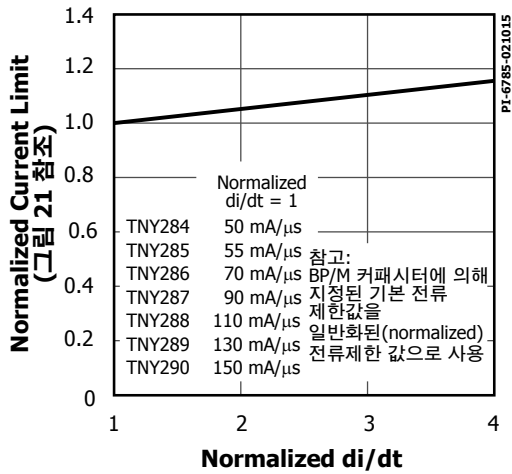


그림 25. Standard Current Limit과 di/dt 비교

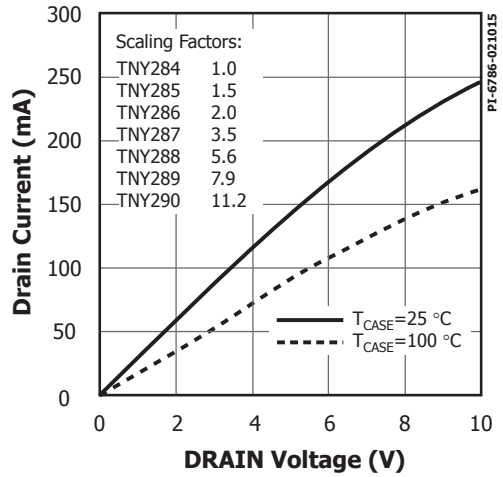


그림 26. 출력 특성

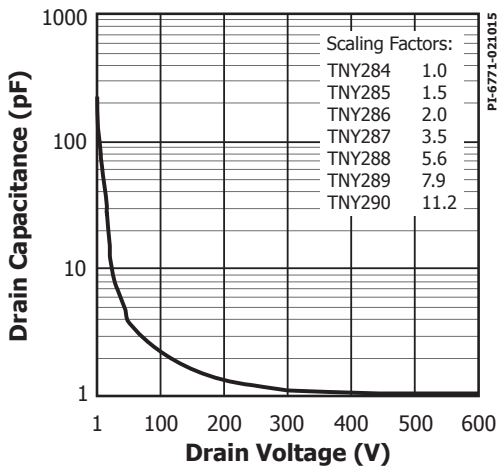


그림 27. C_{oss}와 드레인 전압 비교

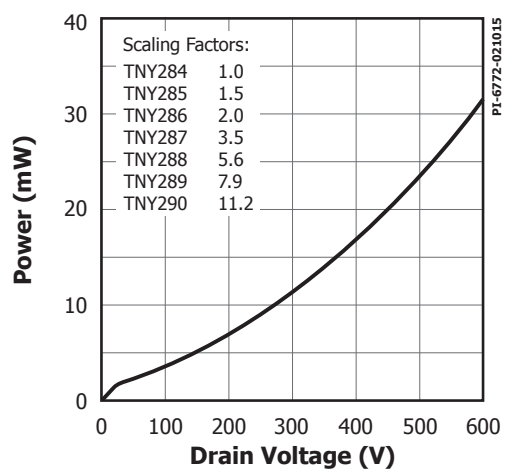


그림 28. 드레인 커패시턴스 전력

일반적 성능 특성(계속)

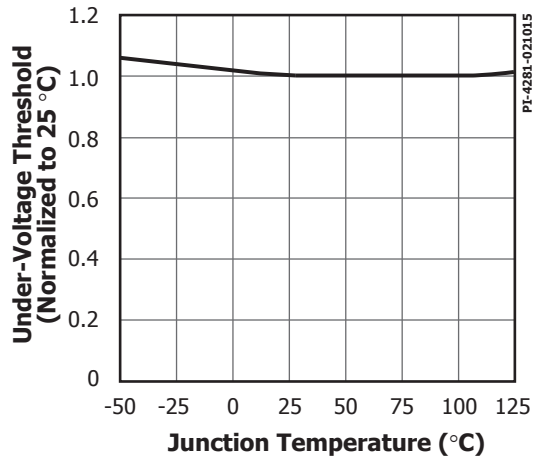
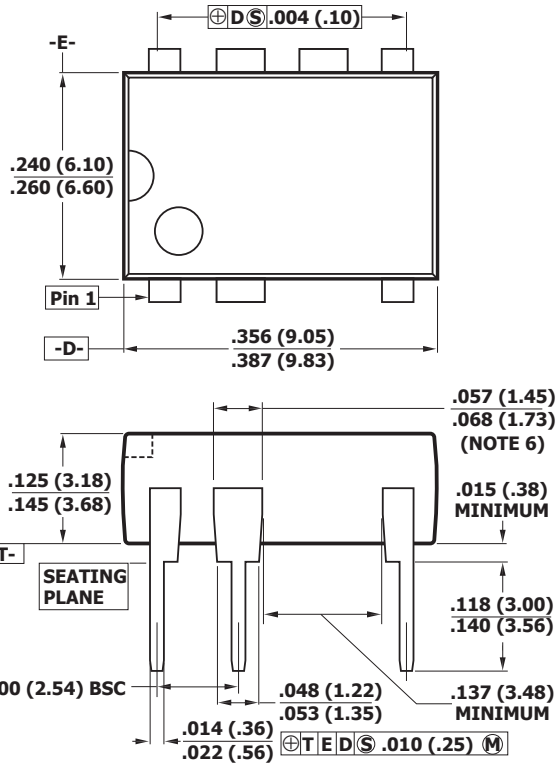


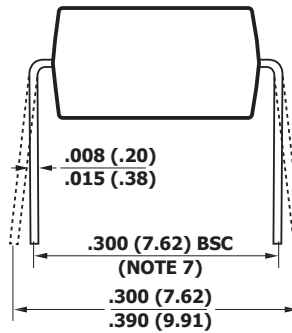
그림 29. 저전압 기준점(threshold)과 온도 비교

DIP-8C



참고:

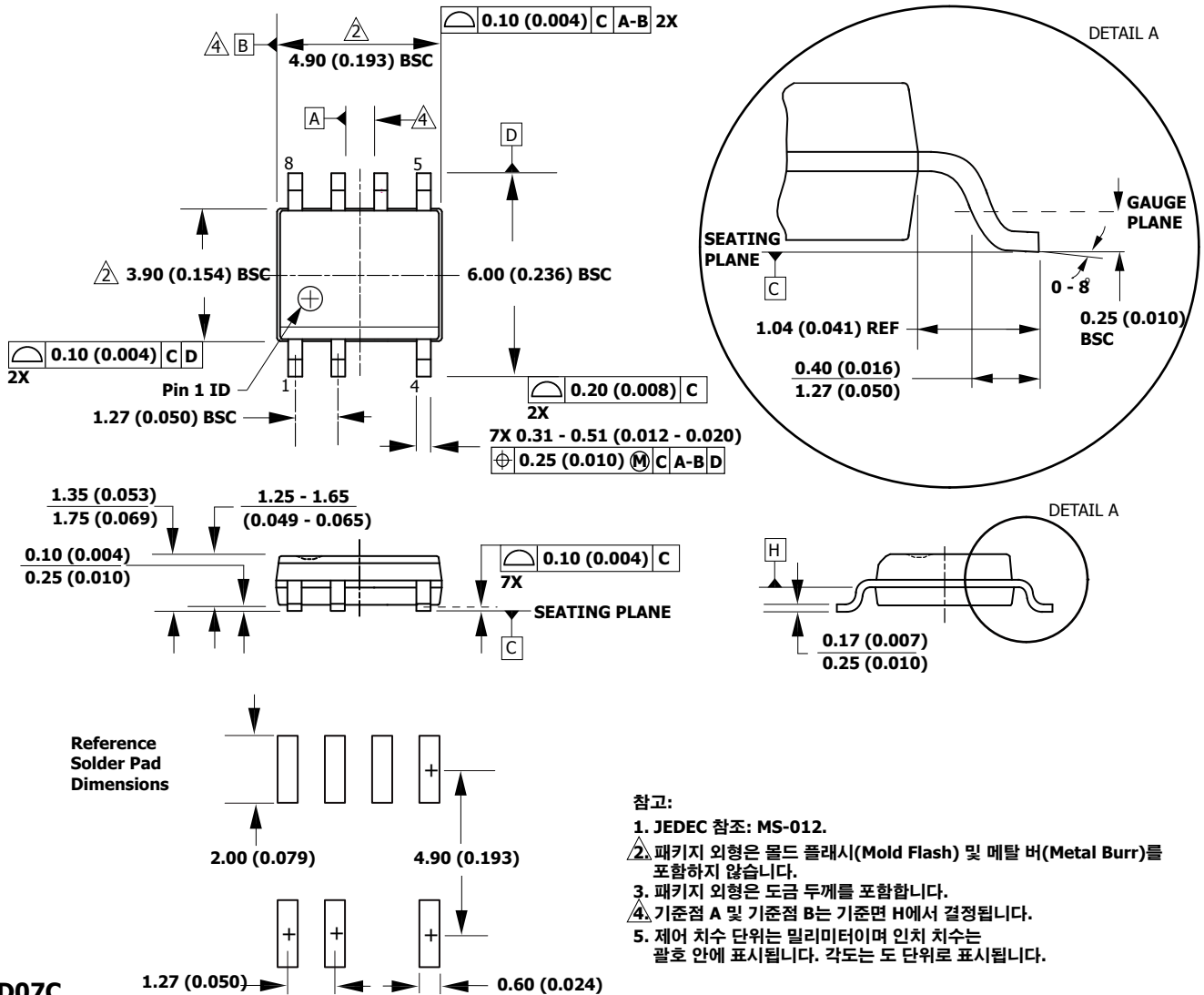
- 패키지 치수는 행 간격이 0.300인치인 표준 DIP(Dual-In-Line) 패키지에 대한 JEDEC 사양 MS-001-AB(Issue B 7/85)를 준수합니다.
- 제어 치수 단위는 인치이며, 밀리미터 크기는 괄호 안에 표시되었습니다.
- 표시된 치수에는 몰드 플래시(Mold Flash) 또는 기타 돌출이 포함되지 않습니다. 몰드 플래시(Mold Flash) 또는 돌출은 어느 면에서도 0.006(0.15)을 초과하지 않아야 합니다.
- 핀 위치는 Pin 1부터 Pin 8까지 구성되어 있습니다(TOP면에서 봤을 때 시계 반대 방향). Pin 1 위치를 알려주는 표시가 되어 있습니다. Pin 3은 생략되었습니다.
- 패키지 본체에서 생략된 리드 위치에 해당하는 금속과 금속 사이의 최소 공간은 0.137인치(3.48mm)입니다.
- 리드 너비는 패키지 본체에서 측정된 것입니다.
- 평면 T에 수직이 되도록 고정된 리드로 측정된 리드 간격입니다.



P08C

PI-3933-081716

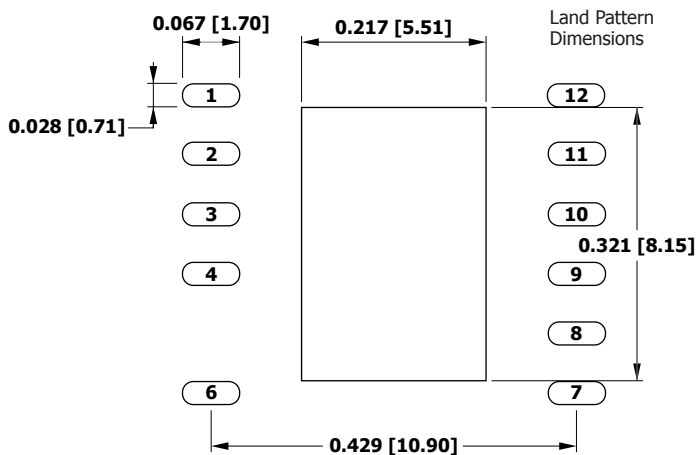
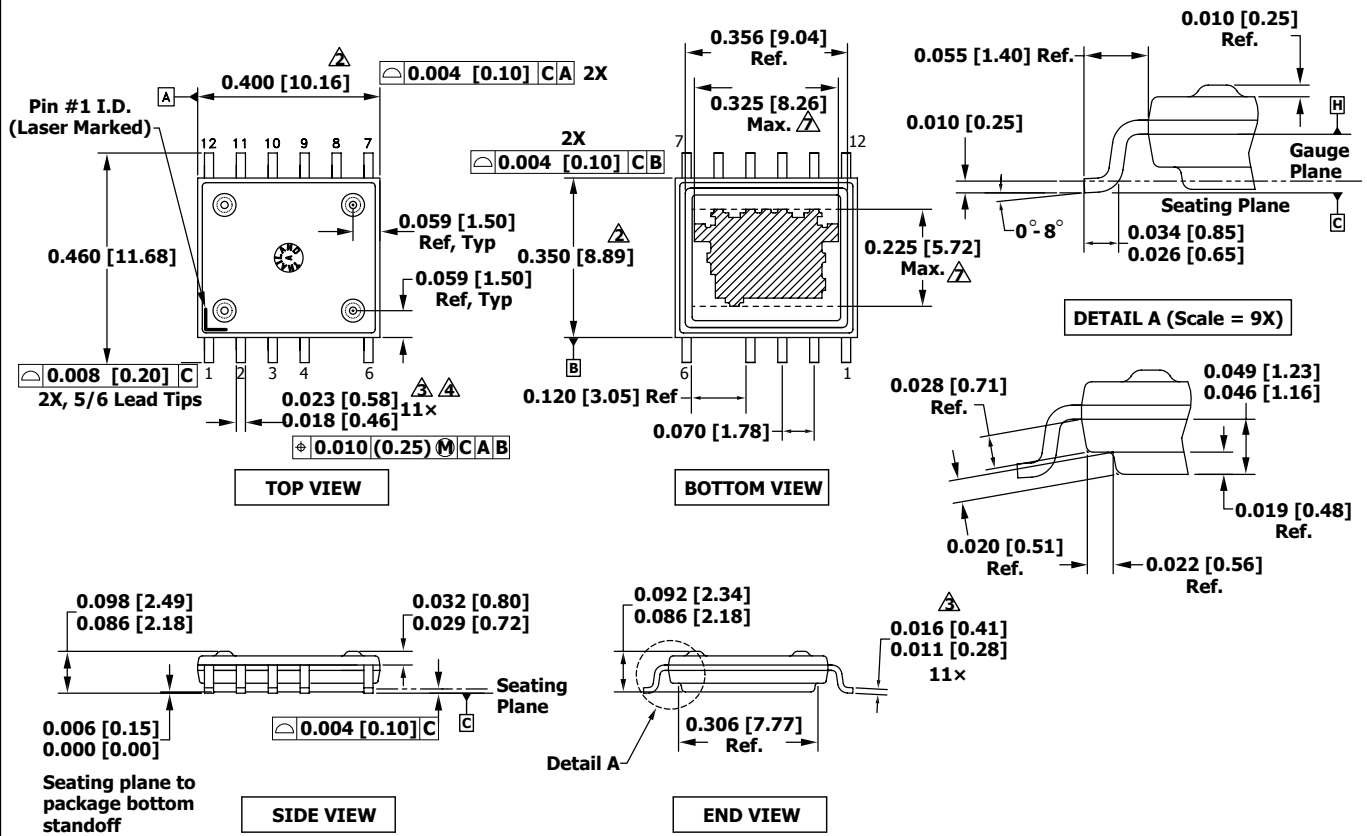
SO-8C (D Package)



D07C

PI-4526-012315

eSOP-12B (K Package)

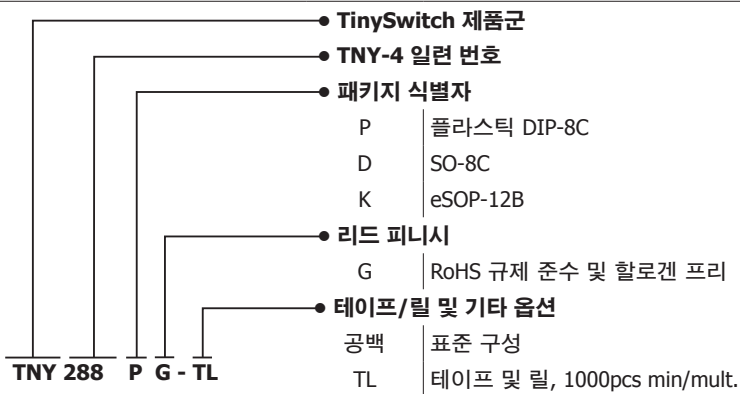


참고:

- ASME Y14.5M-1994당 치수 및 공차입니다.
- 표시된 치수는 몰드 플래시(Mold Flash), 타이 바 버(Tie Bar Burr), 게이트 버(Gate Burr), 인터리드 플래시(Interlead Flash)를 포함하지 않는 플라스틱 본체의 치수이지만 플라스틱 본체의 Top면과 Bottom면의 불일치한 요소가 포함됩니다. 최대 몰드 돌출은 측면당 0.007 [0.18]입니다.
- 표시된 치수에는 도금 두께가 포함됩니다.
- 인터리드 플래시(Interlead Flash) 또는 돌출은 포함되지 않습니다.
- 제어 치수 단위는 인치(Inch)이며 밀리미터(mm)는 괄호 []안에 표시됩니다.
- 기준점 A와 B는 기준점 H에서 결정됩니다.
- 노출된 패드는 일반적으로 기준점 A와 B의 중심선에 있습니다. 표시된 "최대" 치수에는 크기 및 위치 오차가 모두 포함됩니다.

PI-5748a-020515

부품 주문 정보



참고

개정	참고	날짜
A	최초 출시	09/12
B	TNY288DG 패키지 추가. 표 1의 TNY287K 및 TNY288D 피크 또는 오픈 프레임 값 업데이트.	08/13
C	15페이지의 I _{INT} 파라미터 수정. 새로운 브랜드 스타일로 업데이트.	02/15
C	기능 블록 다이어그램 수정.	07/15
D	PCN-16232에 대한 PDIP-8C(P 패키지) 업데이트.	08/16

최신 업데이트는 당사 웹사이트 www.power.com을 참고하십시오.

파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 안정성 또는 생산성 향상을 위하여 언제든지 당사 제품을 변경할 수 있는 권한이 있습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 본 문서에서 설명하는 디바이스나 회로 사용으로 인해 발생하는 어떠한 책임도 지지 않습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 어떠한 보증도 제공하지 않으며 모든 보증(상품성에 대한 묵시적 보증, 특정 목적에의 적합성 및 타사 권리의 비침해를 포함하며 이에 국한되지 않음)을 명백하게 부인합니다.

특허 정보

본 문서에서 설명하는 제품 및 애플리케이션(제품의 외부 트랜스포머 구성 및 회로 포함)은 하나 이상의 미국 및 해외 특허 또는 파워 인테그레이션스(Power Integrations)에서 출원 중인 미국 및 해외 특허에 포함될 수 있습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)의 전체 특허 목록은 www.power.com에서 확인할 수 있습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 고객에게 <http://www.power.com/ip.htm>에 명시된 특정 특허권에 따른 라이선스를 부여합니다.

수명 유지 장치 사용 정책

파워 인테그레이션스(Power Integrations)의 제품은 파워 인테그레이션스(Power Integrations) 사장의 명백한 문서상의 허가가 없는 한 수명 유지 장치 또는 시스템의 핵심 부품으로 사용할 수 없습니다. 자세한 정의는 다음과 같습니다.

1. 수명 유지 장치 또는 시스템이란 (i) 신체에 외과적 이식을 목적으로 하거나, (ii) 수명을 지원 또는 유지하고, (iii) 사용 지침에 따라 올바르게 사용하는 경우에도 작동이 실패하여 사용자에게 상당한 부상 또는 사망을 초래할 수 있는 장치 또는 시스템입니다.
2. 핵심 부품이란 부품의 작동이 실패하여 수명 유지 디바이스 또는 시스템의 작동이 실패하거나, 해당 디바이스 또는 시스템의 안전성 및 효율성에 영향을 줄 수 있는 수명 유지 디바이스 또는 시스템에 사용되는 모든 부품입니다.

PI 로고, TOPSwitch, TinySwitch, SENZero, SCALE-iDriver, Qspeed, PeakSwitch, LYTSwitch, LinkZero, LinkSwitch, InnoSwitch, HiperTFS, HiperPFS, HiperLCS, DPA-Switch, CAPZero, Clampless, EcoSmart, E-Shield, Filterfuse, FluxLink, StakFET, PI Expert 및 PI FACTS는 Power Integrations, Inc.의 상표입니다. 다른 상표는 각 회사 소유의 자산입니다. ©2016, Power Integrations, Inc.

파워 인테그레이션스(Power Integrations) 전 세계 판매 지원 지역

본사 5245 Hellyer Avenue San Jose, CA 95138, USA. 본사 전화: +1-408-414-9200 고객 서비스: 전화: +1-408-414-9665 팩스: +1-408-414-9765 이메일: usasales@power.com	독일 Lindwurmstrasse 114 80337 Munich Germany 전화: +49-895-527-39110 팩스: +49-895-527-39200 이메일: eurosales@power.com	이탈리아 Via Milanese 20, 3rd. Fl. 20099 Sesto San Giovanni (MI) Italy 전화: +39-024-550-8701 팩스: +39-028-928-6009 이메일: eurosales@power.com	싱가포르 51 Newton Road #19-01/05 Goldhill Plaza Singapore, 308900 전화: +65-6358-2160 팩스: +65-6358-2015 이메일: singaporesales@power.com
중국(상하이) Rm 2410, Charity Plaza, No. 88 North Caoxi Road Shanghai, PRC 200030 전화: +86-21-6354-6323 팩스: +86-21-6354-6325 이메일: chinasales@power.com	독일 HellwegForum 1 59469 Ense Germany 전화: +49-2938-64-39990 이메일: igbt-driver.sales@power.com	일본 Kosei Dai-3 Bldg. 2-12-11, Shin-Yokohama, Kohoku-ku Yokohama-shi, Kanagawa 222-0033 Japan 전화: +81-45-471-1021 팩스: +81-45-471-3717 이메일: japansales@power.com	대만 5F, No. 318, Nei Hu Rd., Sec. 1 Nei Hu Dist. Taipei 11493, Taiwan R.O.C. 전화: +886-2-2659-4570 팩스: +886-2-2659-4550 이메일: taiwansales@power.com
중국(선젠) 17/F, Hivac Building, No. 2, Keji Nan 8th Road, Nanshan District, Shenzhen, China, 518057 전화: +86-755-8672-8689 팩스: +86-755-8672-8690 이메일: chinasales@power.com	인도 #1, 14th Main Road Vasanthanagar Bangalore-560052 India 전화: +91-80-4113-8020 팩스: +91-80-4113-8023 이메일: indiasales@power.com	대한민국 RM 602, 6FL Korea City Air Terminal B/D, 159-6 Samsung-Dong, Kangnam-Gu, Seoul, 135-728, Korea 전화: +82-2-2016-6610 팩스: +82-2-2016-6630 이메일: koreasales@power.com	영국 Cambridge Semiconductor, a Power Integrations company Westbrook Centre, Block 5, 2nd Floor Milton Road Cambridge CB4 1YG 전화: +44 (0) 1223-446483 이메일: eurosales@power.com