

# LNK64x7-64x8 LinkSwitch™-3 제품군



어댑터 및 충전기를 위한 에너지 효율적이고  
정확한 1차측 레귤레이션 CV/CC 스위처

## 제품의 주요 특징

### CV/CC 컨버터를 크게 간소화

- 옵토커플러 및 모든 2차측 CV/CC 컨트롤 회로 제거
- 모든 컨트롤 루프 보정 회로 제거

### 고급 기능

- 트랜스포머 인덕턴스 허용 오차 보정
- 입력 라인 전압 편차 보정
- 케이블 전압 강하 보정
- 외부 부품 온도 변동 보정
- 고유의 트리밍 기술을 사용하여 IC 파라미터 오차가 매우 정확함
- 주파수 지터링으로 EMI 필터 비용 크게 절감
- 외부 저항 선택/트리밍으로 균등한 오차 달성 가능
- 최대 85kHz까지 프로그래밍할 수 있는 스위칭 주파수로 트랜스포머 크기 감소
- 최소 동작 주파수로 고정하여 과도 부하 응답 향상

### 고급 보호/안전 기능

- 오토-리스타트 보호 기능 덕분에 출력 단락 회로 및 컨트롤 루프 고장(부품의 오픈 및 단락) 시 공급 전력이 90% 이상 감소
- 히스테리시스(Hysteresis) 써멀 셋다운 - 오토 리커버리 기능 덕분에 현장에서 반쯤되는 파워 서플라이 수 감소
- PCB와 패키지 모두에서 DRAIN 핀과 다른 모든 핀 간의 고전압 연면거리 요구 사항 충족

### EcoSmart™ - 에너지 효율

- 부품 추가 없이 모든 국제 에너지 효율 규정을 손쉽게 충족
- 230VAC 입력에서 바이어스 권선 사용시 무부하 소비 전력이 30mW미만
- ON/OFF 컨트롤은 매우 가벼운 부하에 일정한 효율을 제공하므로 CEC 규정을 준수하는 데 이상적
- 전류 센싱 저항 없음 - 효율성 극대화

### 친환경 패키지

- 할로겐 프리 및 RoHS를 준수하는 패키지

### 애플리케이션

- 휴대전화/무선전화, PDA, MP3/휴대용 오디오 디바이스, 어댑터 등에 사용되는 충전기

### 설명

IC의 LinkSwitch-3 제품군은 옵토커플러 및 2차측 컨트롤 회로를 없애 저전력 CV/CC 충전기의 디자인을 크게 간소화합니다. 이 디바이스는 혁신적인 컨트롤 기법을 도입하여 매우 정확한 출력 전압 및 전류 레귤레이션을 제공하고, 입력 전압 변동에 따른 트랜스포머 및 내부 파라미터 오차를 보정합니다. 또한 725V 파워 MOSFET, ON/OFF 컨트롤 상태 기기, 셀프 바이어스용 고전압 스위칭 전류 소스, 주파수 지터링, 사이클별 전류 제한, 히스테리시스(Hysteresis) 써멀 셋다운 회로가 하나의 모놀리식 IC에 통합되어 있습니다.

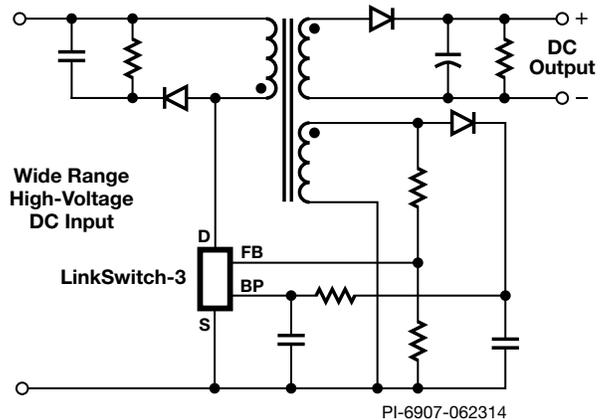


그림 1. 일반 애플리케이션 - 단순화된 회로 아님

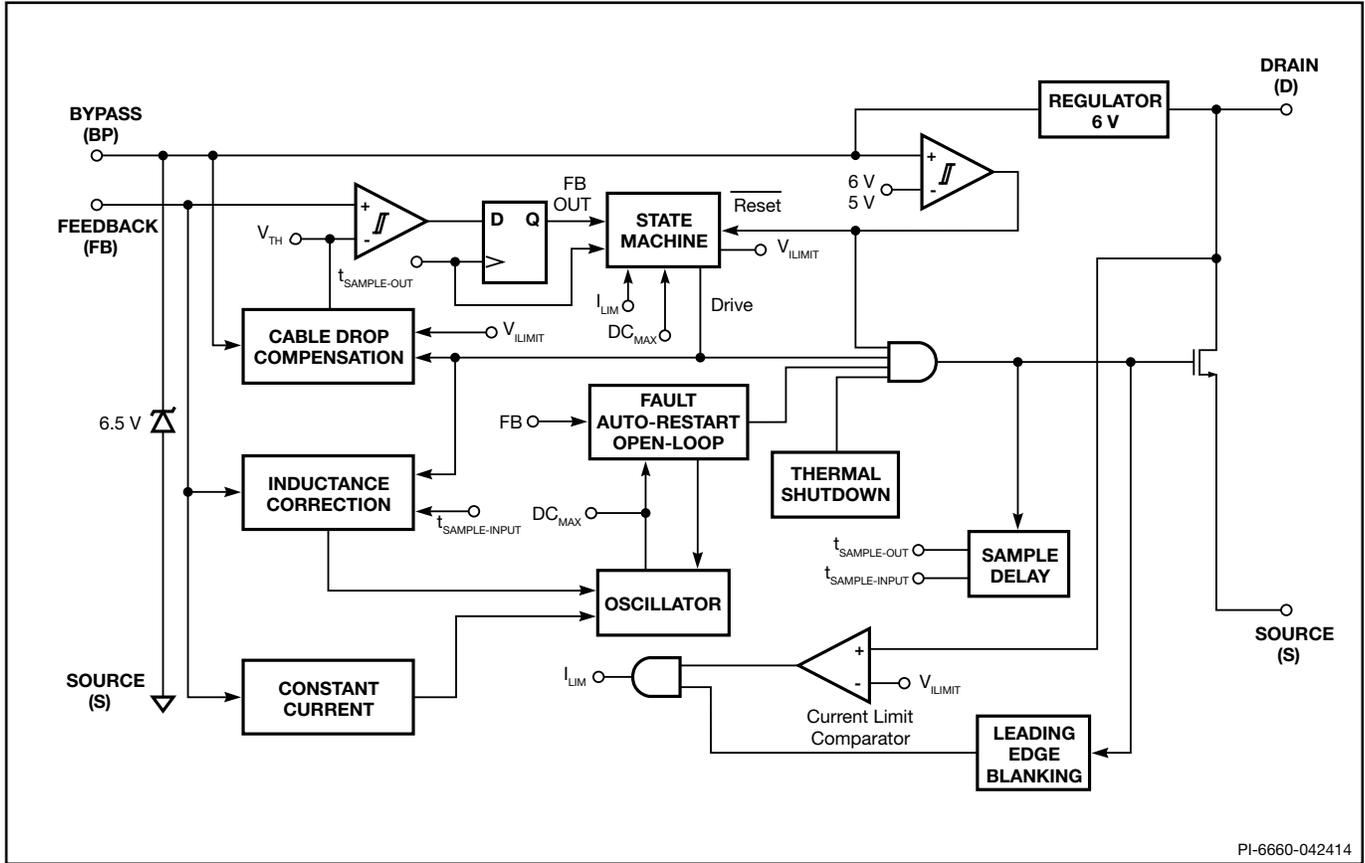
### 출력 전력표<sup>1,2,3,4</sup>

제품 <sup>5</sup>	90-264VAC	
	D(SO-8C) 패키지	
	어댑터	오픈 프레임
LNK6407D / LNK6417D / LNK6427D	7.5W	7.5W
제품 <sup>5</sup>	E(eSIP-7C) 및 K(eSOP-12B) 패키지	
	어댑터	오픈 프레임
LNK6407K / LNK6417K / LNK6427K	8.5W	9W
LNK6408K / LNK6418K / LNK6428K / LNK6448K	10W	10W
LNK6408E / LNK6418E / LNK6428E / LNK6448E	10W	10W

표 1. 출력 전력표

참고:

1. 최소 입력 DC 전압 >90VDC,  $K_p > 1$ (정확한 CC 레귤레이션을 위한 권장 사항은  $K_p \geq 1.15$ ,  $\eta > 78\%$ ,  $D_{MAX} < 55\%$ 로 가정합니다.)
2. 낮은 입력 전압을 사용하는 경우 출력 전력 용량이 줄어듭니다.
3. 적절한 히트싱크가 있는 상태에서의 최소 연속 전력은 주변 온도 50°C, 디바이스 정선 온도 110°C 이하에서 측정했습니다.
4. BYPASS핀에 전류 공급을 하기 위해 바이어스 권선이 사용되었다고 가정합니다.
5. 패키지: D: SO-8C, E: eSIP-7C, K: eSOP-12B



PI-6660-042414

그림 2 기능 블록 다이어그램

**핀 기능 설명**

**DRAIN(D) 핀:**

이 핀은 파워 MOSFET 드레인 연결 핀입니다. 이 핀은 스타트업 및 정상 상태 작동시 내부 작동 전류를 공급합니다.

**BYPASS(BP) 핀:**

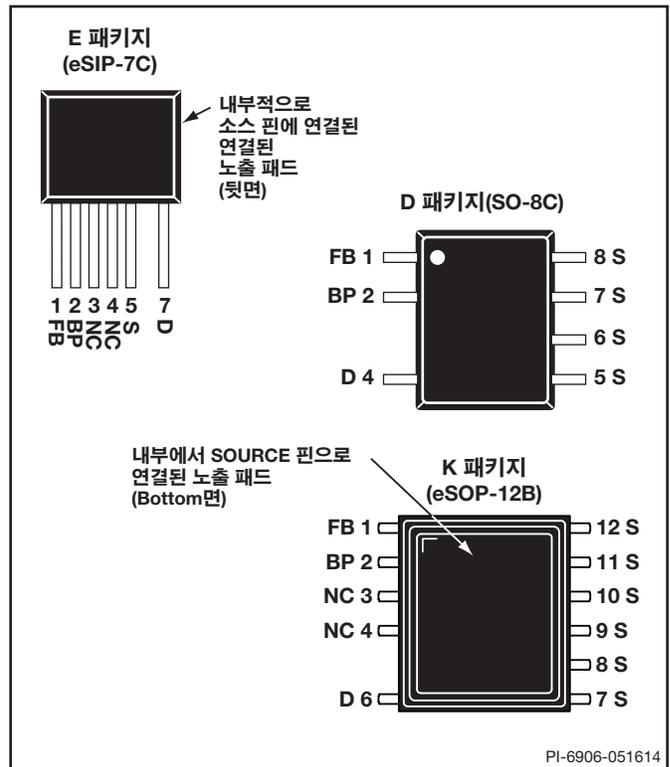
이 핀은 내부적으로 생성된 6V 공급을 위한 1 $\mu$ F 바이패스 커패시터의 연결 지점입니다.

**FEEDBACK(FB) 핀:**

정상적인 작동 시 파워 MOSFET의 스위칭이 이 핀에 의해 제어됩니다. 이 핀은 바이어스 권선의 AC 전압을 감지합니다. 이 컨트롤 입력은 CV 모드 내 출력 전압과 CC 모드 내 출력 전류 모두를 바이어스 권선의 플라이백 전압을 기반으로 하여 조정합니다. 내부 인덕턴스 수정 회로는 바이어스 권선의 순방향 전압을 사용하여 벌크 커패시터 전압을 감지합니다.

**SOURCE(S) 핀:**

이 핀은 고전압 전력 및 컨트롤 회로 커먼 복귀를 위해 내부적으로 출력 MOSFET 소스에 연결됩니다.



PI-6906-051614

그림 3. 핀 구성

## LinkSwitch-3 기능 설명

LinkSwitch-3는 하나의 디바이스에 고전압 파워 MOSFET 스위치와 파워 서플라이 컨트롤러를 결합시킨 제품이며 ON/OFF 컨트롤을 사용하여 출력 전압을 조정합니다. 또한 스위칭 주파수는 출력 전류를 조정하기 위해 변조되어 정전류 특성을 제공합니다. LinkSwitch-3 컨트롤러는 오실레이터, 피드백(센싱 및 로직) 회로, 6V 레귤레이터, 과열 보호 기능, 주파수 지터링, 전류 제한 회로, 리딩 엣지 블랭킹, 인덕턴스 수정 회로, 정전류 레귤레이션을 위한 주파수 컨트롤 및 CV 컨트롤을 위한 ON/OFF 상태 기기로 구성되어 있습니다.

### 인덕턴스 수정 회로

1차측 자기 인덕턴스가 너무 높거나 낮은 경우 컨버터가 오실레이터 주파수를 조정하여 자동으로 이를 보정합니다. 이 컨트롤러는 불연속 전류 모드에서 작동하도록 설계되었기 때문에 출력 전류는 설정된 1차측 인덕턴스에 정비례하며 그 오차는 스위칭 주파수를 조정하여 완벽하게 보정할 수 있습니다.

### 정전류(CC) 작동

출력 전압과 그에 따른 바이어스 권선의 플라이백 전압이 높아짐에 따라 FEEDBACK 핀 전압이 증가합니다. 스위칭 주파수는 FEEDBACK 핀 전압이 증가함에 따라 조정되어 일정한 출력 전류 레귤레이션을 제공합니다. 정전류 회로 및 인덕턴스 수정 회로는 CC 영역에서 함께 작동하도록 설계되었습니다.

### 정전압(CV) 작동

정전류 레귤레이션 모드에서 FEEDBACK 핀이 2V에 도달하면 파워 서플라이는 CV 작동으로 전환됩니다. 이때 스위칭 주파수는 CV/CC 특성의 피크 파워 포인트에 해당하는 최대값입니다. 컨트롤러는 ON/OFF 상태 기기를 사용하여 FEEDBACK 핀 전압을 FEEDBACK 핀 기준값( $V_{FBTH}$ )으로 유지하도록 조정합니다. FEEDBACK 핀 전압은 고전압 스위치가 OFF되고 나서  $2.5\mu s$  후에 샘플링됩니다. 경부하에서는 전류 제한도 감소하기 때문에 트랜스포머 자속 밀도(flux density)가 감소하며 FEEDBACK 핀 샘플링은 보다 일찍 수행됩니다.

### 출력 케이블 보정

이 보정은 CV 모드 내 전체 부하 범위 전반에 걸쳐 케이블 끝에서 일정한 출력 전압을 제공합니다. 컨버터 부하가 무부하에서 피크 파워 지점으로 증가(CV 및 CC 간 전환 지점)함에 따라 출력 케이블 전반에서 이루어진 전압 강하는 FEEDBACK 핀 레퍼런스 전압을 증가시켜 보정합니다. 컨트롤러는 상태 기기의 출력을 기반으로 출력 부하 및 올바른 보정 수준을 결정합니다. 케이블 전압 강하 보정의 양은 디바이스 부품 번호에 있는 세 번째 숫자로 결정됩니다.

### 오토-리스타트 및 오픈 루프 보호

출력 단락 또는 오픈 루프 상태와 같이 고장 상태가 발생한 경우 LinkSwitch-3는 아래에 설명되어 있는 적절한 보호 모드로 전환됩니다.

플라이백 핀 전압이 피드백 지연시간( $\sim 2.5\mu s$ ) 전에  $0.7V$  이하로 떨어지는 경우가  $\sim 250ms$ (오토-리스타트 ON 시간( $t_{AR-ON}$ ))를 초과하면 컨버터는 오토-리스타트에 들어가 파워 MOSFET이  $500ms$  동안 비활성화됩니다. 고장 상태가 제거될 때까지 오토-리스타트가 파워 MOSFET 스위칭의 활성화/비활성화를 반복합니다.

위에 설명되어 있는 오토-리스타트 조건 외에, 도통 사이클의 포워드 기간 동안(스위치 ON 타임) 센싱 FEEDBACK 핀 전류가  $120\mu A$  미만으로 떨어지면, 컨버터는 이를 오픈 루프 조건으로 보고(전위 분배기 내 상위 저항이 오픈 또는 누락된 상태) 2초의 비활성화 기간을 유지하는 동안 오토-리스타트 시간을  $250ms$ 에서 약 6클럭 사이클( $90\mu s$ )로 감소시킵니다.

### 과열 보호

써멀 섯다운 회로는 칩 온도를 감지합니다. 기준값은 일반적으로  $142^{\circ}C$ 로 설정되어 있으며  $60^{\circ}C$  히스테리시스(Hysteresis)를 갖습니다. 칩 온도가 이 기준값( $142^{\circ}C$ ) 이상 상승하면 파워 MOSFET은 비활성화되고 칩 온도가  $60^{\circ}C$ 로 떨어질 때까지 비활성화 상태를 유지하다가 이 지점에서 MOSFET이 다시 활성화됩니다.

### 전류 제한

전류 제한 회로는 파워 MOSFET의 전류를 감지합니다. 이 전류가 내부 기준값( $I_{LMT}$ )을 초과하면 파워 MOSFET은 남은 사이클 동안 OFF 상태가 됩니다. 리딩 엣지 블랭킹 회로는 MOSFET이 ON 상태가 된 후 잠시 동안( $t_{LEB}$ ) 전류 제한 비교기가 동작되지 않도록 합니다. 이 리딩 엣지 블랭킹 시간은 커패시턴스와 정류기 역리커버리 시간으로 인해 초래된 전류 스파이크가 파워 MOSFET 전도의 조기 종료를 일으키지 않도록 설정되었습니다. LinkSwitch-3에는 입력 라인 범위 전반에서 CC 변동을 최소화하도록 "di/dt" 수정 기능도 포함되어 있습니다.

### 6V 레귤레이터

6V 레귤레이터는 MOSFET이 OFF 상태가 될 때마다 DRAIN의 전압에서 전류를 끌어와 BYPASS 핀에 연결된 바이패스 커패시터를 6V까지 충전합니다. BYPASS 핀은 내부 공급 전압 노드입니다. 이 디바이스는 MOSFET이 ON 상태일 때 바이패스 커패시터에 저장된 에너지를 사용합니다. 내부 회로의 전력 소비가 매우 낮기 때문에 LinkSwitch-3는 DRAIN 핀에서 끌어온 전류를 사용해 지속적으로 작동할 수 있습니다. 하지만 최적의 무부하 입력 전력을 위해서는 BYPASS 핀에 무부하 상태의 바이어스 권선에서  $I_{S1}$ 의 전류가 공급되어야 합니다. 바이패스 커패시터 값이  $1\mu F$ 이면 고주파 디커플링과 에너지 저장용으로 충분합니다.

## 애플리케이션 예제

### 회로 설명

그림 4의 이 회로는 LNK6448K를 활용하는 1차측 레귤레이션 플라이백 파워 서플라이로 구성됩니다. 평균 효율이 78%이고 무부하 입력 전력이 30mW 미만인 이러한 설계는 가장 엄격한 에너지 효율 요구 사항을 손쉽게 충족합니다.

### 입력 필터

AC 입력 전력은 브리지 BR1에 의해 정류됩니다. 정류된 DC는 벌크 스토리지 커패시터 C1 및 C2에 의해 필터링됩니다. 인덕터 L2 및 L3는 C1 및 C2와 함께 파이( $\pi$ ) 필터를 구성하여 전도성 디퍼렌셜 모드 EMI 노이즈를 감소시킵니다. 이 구성에 파워 인터그레이션스(Power Integrations) 트랜스포머 E-Shield™ 기술을 적용하는 경우 이러한 설계는 출력이 접지에 연결되어 있는 경우에도 Y 커패시터 없이 EMI 표준 EN55022 클래스 B를 충족할 수 있습니다. 특히 서플라이의 출력이 플로우팅인 경우 L3용 페라이트 비드는 충분합니다. 퓨즈 F1은 치명적인 결함 발생 시 보호 기능을 제공합니다. NTC(Negative Thermal Coefficient) 서미스터 RT1은 특히 높은 입력 전압에서 스타트업 시 돌입 전류를 BR의 피크 사양 미만으로 제한하는 데 사용됩니다. 높은 입력 전압으로 인해 C1 및 C2 로 유입되는 전류가 가장 높아집니다. F1 및 RT1은 단일 퓨저블 저항으로 대체할 수 있습니다. 효율이 낮아도 되는 경우 보다 높은  $I_{FSM}$  정격의 브리지가 있으면 RT1은 제거해도 됩니다. 퓨저블 저항을 선택하는 경우 방열 구조를 사용하십시오. 처음으로 AC 라인으로 연결될 때 입력 커패시터가 충전되는 동안 손실을 견딜 수 있는 정격(일반적으로 권선형)이어야 합니다.

### LNK6448K 1차측

LNK6448K 디바이스(U1)는 전력 스위칭 디바이스, 오실레이터, CC/CV 컨트롤 엔진, 스타트업, 각종 보호 기능을 통합하고 있습니다. 내장된 725V MOSFET은 유니버설 입력 애플리케이션에서 큰 드레인 전압 마진을 제공하여 신뢰성을 높일 뿐만 아니라 더 높은 트랜스포머 권선비를 허용하여 출력 다이오드 전압 스트레스를 낮춥니다. 이 디바이스는 BYPASS 핀 및 디커플링 커패시터 C7에서 전력을 완전하게 자체 공급받습니다. LNK64xx 디바이스의 경우 케이블 전압 강하 보정량에는 4가지 선택 사항이 있으며 이는 디바이스 부품 번호의 세 번째 숫자에 따라 정해집니다. 표 2에 각 디바이스에 대한 보정량이 나와 있습니다. LNK644x 디바이스는 케이블 전압 강하 보정을 제공하지 않습니다.

D3와 C8로 구성된 선택적 바이어스 서플라이는 저항 R8을 통해 U1에 대한 작동 전류를 제공합니다. 이는 무부하 소비 전력을 200mW에서 30mW 미만으로 줄이고 경부하 효율성을 높입니다.

정류되고 필터링된 입력 전압은 T1의 1차측 권선 한쪽 끝으로 인가됩니다. 트랜스포머의 1차측 권선의 다른 쪽은 U1의 MOSFET에 의해 구동됩니다. 누설 인덕턴스 드레인 전압 스파이크는 D2, R3, R11, C6로 구성되는 RCD-R 클램프로 제한됩니다.

### 출력 정류

트랜스포머의 2차측은 보다 높은 효율을 위해 10A, 45V 쇼트키 배리어 방식의 D1에 의해 정류되며 C3, L1, C4에 의해 필터링됩니다. 효율이 낮아도 되는 경우 이를 보다 저렴한 비용의 5A PN 정션 다이오드로 대체할 수 있습니다.

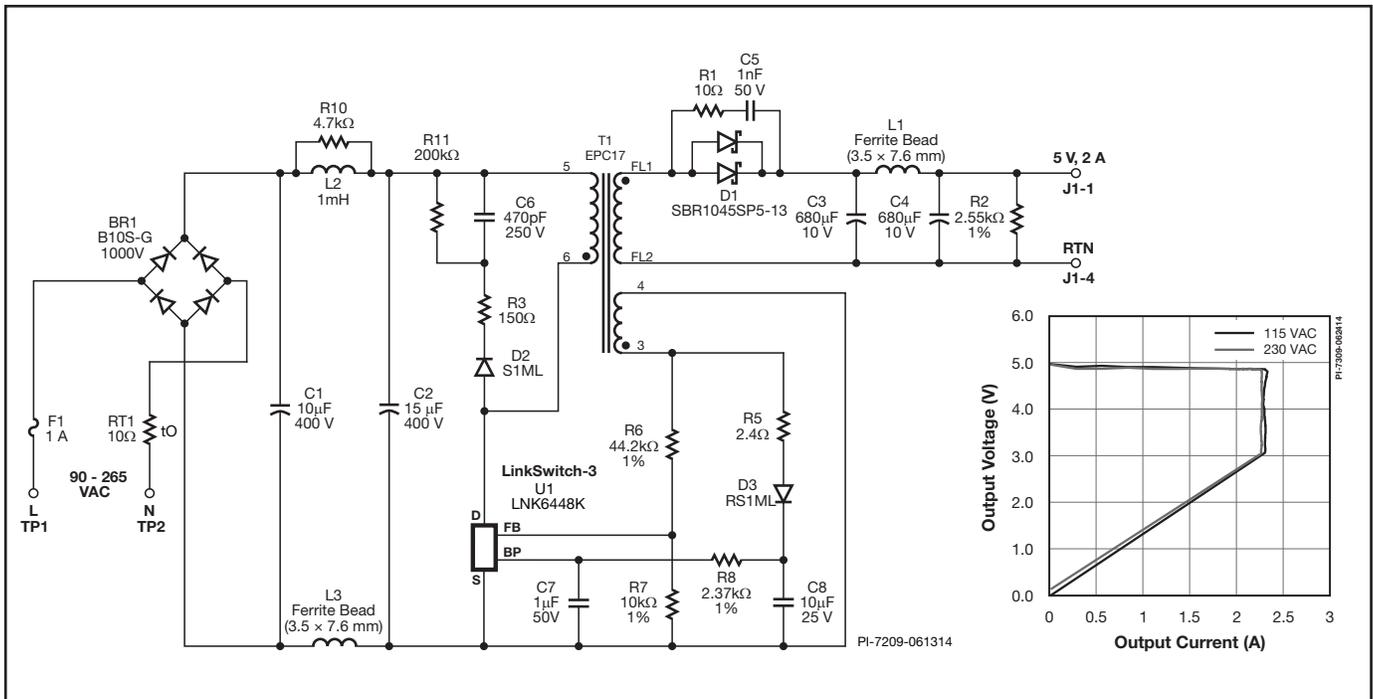


그림 4. 에너지 효율적인 USB 충전기 파워 서플라이(평균 효율 78%, 무부하 입력 전력 시 30mW 미만)

이 애플리케이션에서는 페라이트 비드 L1과 함께 필요한 출력 전압 리플 사양을 충족하기 위해 C3, C4의 크기가 조정되므로 출력에서의 높은 스위칭 노이즈가 제거됩니다. 더미 부하 저항 R2는 레귤레이션 사양을 충족하는 데 사용됩니다. 배터리 자체 방전이 필요한 경우 더미 부하 저항을 직렬 저항 및 제너 네트워크로 대체할 수 있습니다.

**출력 레귤레이션**

LNK64xx 제품군은 출력 특성의 정전압(CV) 레귤레이션 영역에서는 ON/OFF 컨트롤을, 정전류(CC) 레귤레이션에서는 주파수 컨트롤을 사용하여 출력을 조정합니다. 공칭 출력 전압 및 정전류 레귤레이션 기준값이 가운데 위치하도록 피드백 저항(R6 및 R7)이 표준 1% 저항 값을 사용하여 선택되어 있습니다.

**주요 애플리케이션 고려 사항**

**출력 전력표**

이 데이터 시트 최대 출력 전력표(표 1)에서는 다음과 같이 가정된 조건에서 얻을 수 있는 최대 실제 연속 출력 전력 수준을 보여줍니다.

1. 최소 입력 DC 전압 >90VDC,  $K_p \geq 1$ (정확한 CC 레귤레이션을 위한 권장 사항은  $K_p \geq 1.15$ ),  $\eta > 78\%$ ,  $D_{MAX} < 55\%$ 로 가정합니다.
2. 낮은 입력 전압을 사용하는 경우 출력 전력 용량이 줄어듭니다.
3. 적절한 히트싱크가 있는 상태에서의 최소 지속 전력은 주변 온도 50°C, 디바이스 정선 110°C 이하에서 측정했습니다.
4. BYPASS 핀 공급에 바이어스 권선이 사용되었다고 가정합니다.

**출력 오차**

LinkSwitch-3는 전체적인 출력 오차를 제공합니다(라인, 부품 변동, 온도 포함). 0°C~110°C의 정선 온도 전반에서 CV 작동에서의 출력 전압의 경우 ±5%, CC 작동에서의 출력 전류의 경우 ±10%입니다.

**BYPASS 핀 커패시터 선택**

1µF BYPASS 핀 커패시터를 사용하는 것이 좋습니다. 커패시터 전압 정격은 7V보다 커야 합니다. 커패시터의 유전체 재료는 중요하지 않으나 커패시터의 오차는 ±50% 이하여야 합니다. 커패시터는 물리적으로 LinkSwitch-3 BYPASS 핀과 근접한 곳에 위치해야 합니다.

**케이블 전압 강하 보정**

출력 케이블 보정의 양은 디바이스 부품 번호에 있는 세 번째 숫자로 결정됩니다. 표 2에 각 LinkSwitch-3 디바이스에 대한 보정량이 나와 있습니다.

PIXIs 설계 스프레드시트에 기재되어 있는 출력 전압은 파워 서플라이가 최대 전력을 제공할 때 출력 케이블 끝에서의 전압입니다. 서플라이 단자에서의 출력 전압은 케이블 끝에서 측정된 값에 출력 전압 변경 계수를 곱한 값입니다.

**LinkSwitch-3 레이아웃 고려 사항**

**회로 기판 레이아웃**

LinkSwitch-3는 하나의 칩에 컨트롤러와 고전압 MOSFET을 통합시킨 고집적 파워 서플라이 솔루션입니다. 아날로그 신호와 함께 높은 스위칭 전류와 전압이 있기 때문에 파워 서플라이가 안정적이고 문제 없이 동작할 수 있도록 반드시 알맞은 PCB 설계 방식을 따르는 것이 중요합니다. LinkSwitch-3에 권장되는 회로 기판 레이아웃은 그림 5를 참조하십시오.

LinkSwitch-3 기반 파워 서플라이용 인쇄 회로 기판 설계 시 다음 지침을 따라야 합니다.

**단일 지점 그라운드**

LinkSwitch-3 SOURCE 핀, 바이어스 권선 복귀를 입력 필터 커패시터의 마이너스 단자와 연결하는 단일 지점(Kelvin) 연결을 사용하십시오. 이는 서지 전류를 바이어스 권선에서 입력 필터 커패시터로 직접 복귀시켜 서지 내성을 향상합니다.

**바이패스 커패시터**

BYPASS 핀 커패시터는 SOURCE 핀과 BYPASS 핀에 최대한 가까이 있어야 합니다.

**피드백 저항**

피드백 저항을 LinkSwitch-3 디바이스의 FEEDBACK 핀에 직접 배치합니다. 노이즈 커플링이 최소화됩니다.

**LinkSwitch-3 출력 케이블 전압 강하 보정**

디바이스	출력 전압 변경 계수(±1%)
LNK644x / LNK644x	1.010
LNK640x / LNK640x	1.020
LNK641x / LNK641x	1.040
LNK642x / LNK642x	1.060

표 2. 디바이스에 대한 케이블 보정 변경 계수

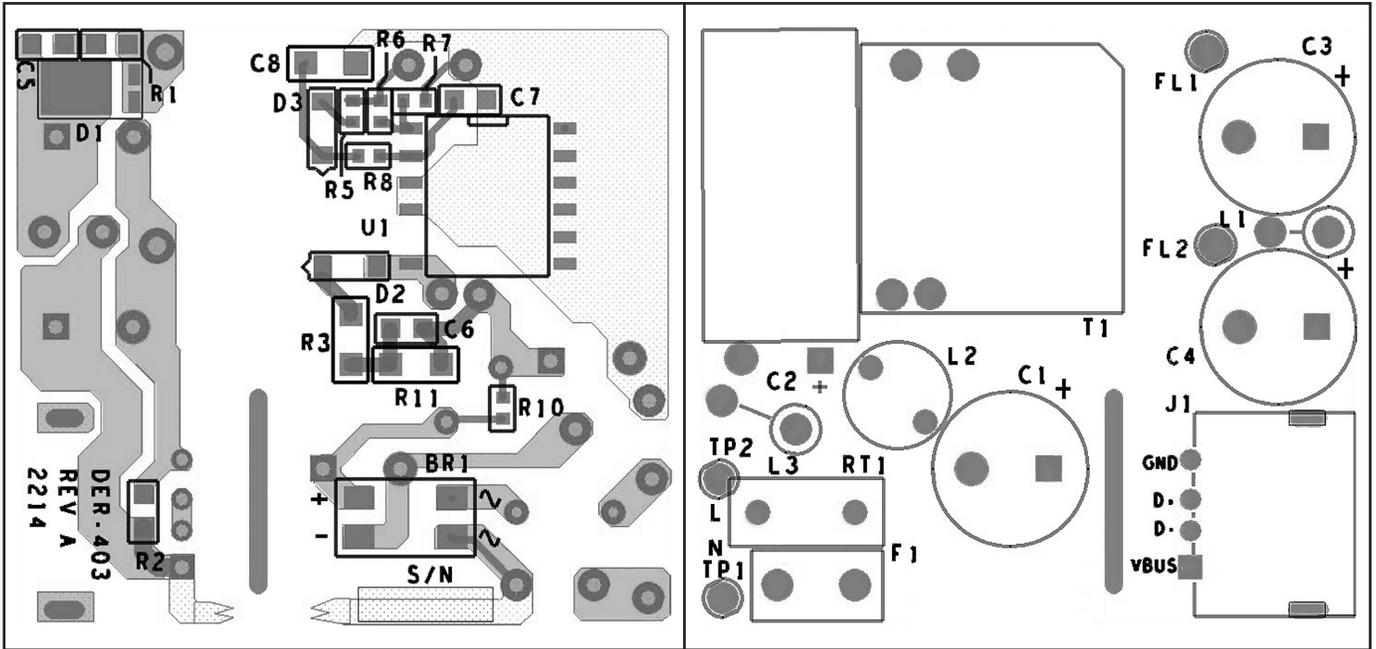


그림 5. K 패키지를 사용한 10W 설계를 보여주는 PCB(왼쪽 - bottom 레이어)(오른쪽 - top 레이어) 레이아웃 예제

**써멀 고려 사항**

SOURCE 핀에 연결된 구리 영역은 LinkSwitch-3 히트싱크 역할을 합니다. LinkSwitch-3가 출력 전력을 10% 소모하는 것으로 예상됩니다. 구리 영역을 충분히 확보하여 SOURCE 핀 온도를 110°C 아래로 유지하는 것이 좋습니다. 이는 부품 간  $R_{DS(ON)}$  변동 시 충분한 마진을 제공하기 위해서입니다.

**2차측 루프 영역**

누설 인덕턴스 및 EMI를 최소화하려면 2차측 권선, 출력 다이오드 및 출력 필터 커패시터를 연결하는 루프 영역을 최소화해야 합니다. 또한 히트싱크용으로 다이오드의 애노드와 캐소드 단자에 충분한 구리 영역이 필요합니다. 노이즈가 없는 캐소드 단자에서는 영역이 클수록 좋습니다. 애노드 영역이 크면 고주파 방사 EMI가 증가할 수 있습니다.

**정전기 방전 스파크 갭**

출력 및 AC 입력 사이에 스파크 갭이 생깁니다. 스파크 갭은 ESD 에너지를 2차측 후면에서 AC 입력으로 유도합니다. 원치 않는 아크나 회로 손상이 발생하지 않도록 AC 입력에서 스파크 갭 전극으로의 패턴은 다른 패턴으로부터 멀리 떨어져 있어야 합니다.

**드레인 클램프 최적화**

LinkSwitch-3는 1차측에서의 피드백 권선을 감지하여 출력을 조정합니다. 피드백 권선에서 나타나는 전압은 내부 MOSFET이 OFF 상태인 동안의 2차측 권선 전압의 반사 전압입니다. 그러므로 누설 인덕턴스 유도 링잉은 출력 레귤레이션에 영향을 미칠 수 있습니다. 고주파 링잉을 최소화하도록 드레인 클램프를 최적화하면 최적의 레귤레이션을 달성할 수 있습니다.

그림 6은 이상적인 드레인 전압 파형을 나타냅니다. 이는 누설 인덕턴스 유도 링으로 인한 과도한 언더슈트를 나타내는 그림 7과 비교할 수 있습니다. 이렇게 하면 출력 전압 레귤레이션 성능이 낮아집니다. 이를 줄이려면 클램프 다이오드와 직렬로 연결된 저항 값을 조정하십시오.

**보다 높은 경부하 효율성 및 낮은 무부하 입력 전력 소비를 위한 바이어스 회로 추가**

바이어스 회로를 추가하면 230VAC 입력에서의 무부하 입력 전력을 최대 200mW에서 30mW 미만으로 낮출 수 있습니다. PN 정선 출력 다이오드를 사용하지 않고 대신 쇼트키 배리어를 사용하면 경부하 효율을 높이면서도 평균 효율 요구 사항을 충족할 수 있습니다.

그림 4에 표시된 파워 서플라이 회로도에는 피드백 및 바이어스 회로 모두에 대한 권선이 하나뿐입니다. 다이오드 D3, C8, R5, R8이 바이어스 회로를 구성합니다. 피드백 권선 전압은 11V에서 설계되었으며 이는 무부하에서의 낮은 스위칭 주파수 작동인 경우에도 BYPASS 핀에 충분히 공급할 수 있을 정도의 전압을 제공합니다.

경부하 및 무부하 시 발생하는 낮은 스위칭 주파수에서 바이어스 전압을 유지할 수 있도록 C8에 대한 커패시턴스 값은 10μF인 것이 좋습니다. 커패시터 유형은 중요하지 않지만 전압 정격은  $V_{BIAS}$ 의 최대값보다 높아야 합니다. BYPASS 핀으로 흐르는 전류는 최소 바이어스 권선 전압에서 IC

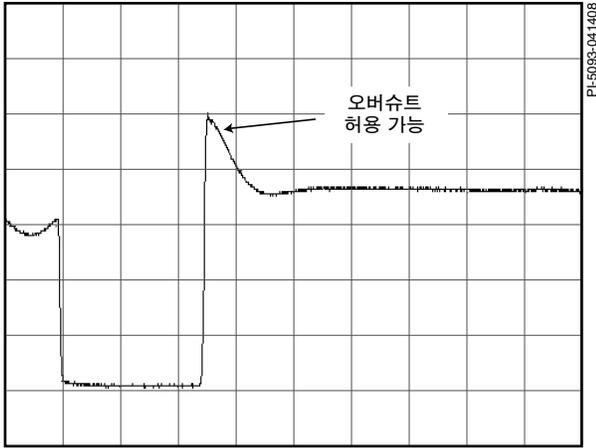


그림 6. 최소 누설 링잉 언더 슈트를 가진 이상적인 드레인 전압 파형

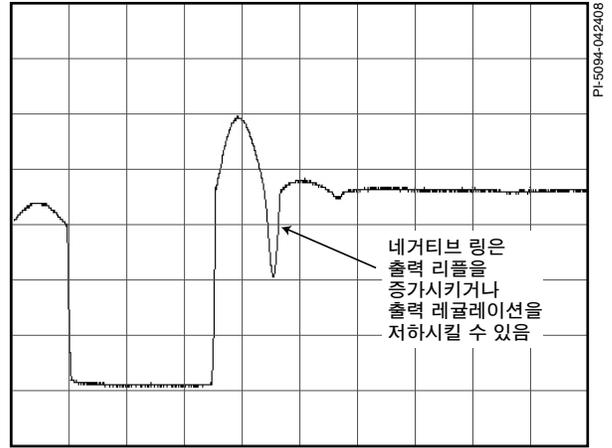


그림 7. 큰 누설 링잉 언더 슈트를 가진 바람직하지않은 드레인 전압 파형

공급 전류(0.6mA~0.7mA)와 동일한 것이 좋습니다. BYPASS 핀 전류는 최대 바이어스 권선 전압에서 10mA를 초과해서는 안 됩니다. R8의 값은  $(V_{BIAS} - V_{BP})/I_{S2}$  에 따라 계산됩니다. 이때  $V_{BIAS}$  (일반적으로 10V)는 C8 전반의 전압이고  $I_{S2}$  (일반적으로 0.6mA~0.7mA)는 IC 공급 전류이며  $V_{BP}$  (일반적으로 6.2V)는 BYPASS 핀 전압입니다. 파라미터  $I_{S2}$  및  $V_{BP}$  는 LinkSwitch-3 데이터시트의 파라미터 표에 나와 있습니다. 다이오드 D3는 FR102, 1N4148 또는 BAV19/20/21 같은 저렴한 비용의 다이오드를 사용할 수 있습니다.

**빠른 설계 확인 목록**

어떤 파워 서플라이를 설계하든지 가장 악조건에서 부품의 정격을 초과하지 않는지를 확인하기 위해 모든 LinkSwitch-3 설계를 벤치 테스트에서 검증해야 합니다.

다음과 같은 최소한의 테스트를 반드시 수행하는 것이 좋습니다.

1. 최대 드레인 전압 - 피크 VDS가 가장 높은 입력 전압 및 최대 출력 전력에서 680V를 초과하지 않는지 확인합니다.

2. 최대 드레인 전류 - 최대 주변 온도, 최대 입력 전압 및 최대 출력 부하 상태에서 스타트업할 때 드레인 전류 파형이 트랜스포머 포화될 징후가 있는지, 과도한 리딩 엣지 전류 스파이크의 징후가 보이는지 확인합니다. LinkSwitch-3는 170ns의 리딩 엣지 블랭킹 시간이 있기 때문에 ON-사이클의 조기 종료를 방지합니다.
3. 온도 확인 - 최대 출력 전력, 최소 및 최대 입력 전압, 최대 주위 온도에서 LinkSwitch-3, 트랜스포머, 출력 다이오드 및 출력 커패시터의 온도가 지정된 온도 사양을 초과하지 않는지 확인합니다. LinkSwitch-3의  $R_{DS(ON)}$ 의 부품을 변동하려면 데이터 시트에 지정되어 있는 대로 충분한 써멀 마진을 확보해야 합니다.

**디자인 툴**

디자인 툴에 대한 최신 정보는 파워 인테그레이션(Power Integrations) 웹사이트([www.powerint.com](http://www.powerint.com))를 참조하십시오. [www.powerint.com](http://www.powerint.com)

**최대 정격 절대값<sup>(1,4)</sup>**

DRAIN 전압.....	-0.3V~725V
DRAIN 핀 피크 전류: LNK64x7.....	670(1003)mA <sup>(4)</sup>
LNK64x8.....	718(1076)mA <sup>(4)</sup>
피크 네거티브 펄스 드레인 전류.....	-100mA <sup>(2)</sup>
FEEDBACK 핀 전압.....	-0.3~9V <sup>(6)</sup>
FEEDBACK 핀 전류.....	100mA
BYPASS 핀 전압.....	-0.3~9V
BYPASS 핀 전류.....	10mA
보관 온도.....	-65~150°C
작동 정션 온도 <sup>(2)</sup> .....	-40~150°C
리드 온도.....	260°C <sup>(3)</sup>

참고:

1. 모든 전압은 SOURCE, T<sub>A</sub> = 25°C를 기준으로 합니다.
2. 기간은 2ms를 초과하지 않습니다.
3. 5초 동안 케이스에서 1/16인치 거리를 두고 측정된 값입니다.
4. DRAIN 전압이 동시에 400V 미만이면 더 높은 피크 DRAIN 전류가 허용됩니다.
5. 지정된 최대 정격은 제품에 영구적인 손상을 초래하지 않는 한도 내에서 일회적으로 측정된 결과입니다. 지정된 시간보다 오래 최대 정격 절대값에 노출하는 경우 제품 신뢰성에 영향을 미칠 수 있습니다.
6. 핀 외부 전류 펄스 ≤5mA 시 -1V, 기간≤500ns인 경우의 값입니다.

**써멀 저항**

써멀 저항: D 패키지:

(θ <sub>JA</sub> ).....	100°C/W <sup>(2)</sup> , 80°C/W <sup>(3)</sup>
(θ <sub>JC</sub> ) <sup>(1)</sup> .....	30°C/W
E 패키지	
(θ <sub>JA</sub> ).....	105°C/W <sup>(4)</sup>
(θ <sub>JC</sub> ).....	2°C/W <sup>(5)</sup>
K 패키지	
(θ <sub>JA</sub> ).....	45°C/W <sup>(6)</sup> , 38°C/W <sup>(7)</sup>
(θ <sub>JC</sub> ).....	2°C/W <sup>(5)</sup>

참고:

1. 플라스틱 인터페이스에서 가까운 핀 8(SOURCE)에서 측정되었습니다.
2. 0.36평방인치(232mm<sup>2</sup>), 2온스(610g/m<sup>2</sup>) 동판에 납땜되었습니다.
3. 1평방인치(645mm<sup>2</sup>), 2온스(610g/m<sup>2</sup>) 동판에 납땜되었습니다.
4. 히트싱크가 없는 형태입니다.
5. 탭의 뒷면에서 측정되었습니다.
6. 0.36평방인치(232mm<sup>2</sup>), 2온스(610g/m<sup>2</sup>) 동판의 히트싱크 영역이 있는(K패키지 노출패드 포함) 일반 애플리케이션 PCB에 납땜되었습니다.
7. 1평방인치(645mm<sup>2</sup>), 2온스(610g/m<sup>2</sup>) 동판의 히트싱크 영역이 있는(K패키지 노출패드 포함) 일반 애플리케이션 PCB에 납땜되었습니다.

파라미터	기호	조건		최소	일반	최대	단위
		SOURCE = 0V, T <sub>J</sub> = 0~100°C (특별히 지정되지 않은 경우)					
<b>컨트롤 기능</b>							
프로그래밍 가능한 최대 주파수	f <sub>OSC</sub>	T <sub>J</sub> = 25°C t <sub>ON</sub> × I <sub>FB</sub> = 1.4mA-μs 사이 참고 A, F 참조	V <sub>FB</sub> = V <sub>FBth</sub>			85	kHz
최소 작동 주파수	f <sub>OSC(MIN)</sub>	T <sub>J</sub> = 25°C V <sub>FB</sub> = V <sub>FBth</sub>	LNK64x7		850		Hz
			LNK64x8		560		
주파수 비율(정전류)	f <sub>RATIO(CC)</sub>	T <sub>J</sub> = 25°C V <sub>FB</sub> = 1.0V와 V <sub>FB</sub> = 1.6V 사이		1.55	1.593	1.635	
주파수 비율 (인덕턴스 수정)	f <sub>RATIO(C)</sub>	t <sub>ON</sub> × I <sub>FB</sub> = 1.4mA와 t <sub>ON</sub> × I <sub>FB</sub> = 2mA-μs 사이		1.16	1.21	1.26	
주파수 지터		평균 주파수와 비교한 피크 간 지터, T <sub>J</sub> = 25°C			±7		%
오토 리스타트에서의 출력 주파수 비율	f <sub>OSC(AR)</sub>	T <sub>J</sub> = 25°C f <sub>OSC</sub> 상대값		15	22	29	%
최대 듀티 사이클	DC <sub>MAX</sub>	참고 D, E 참조			55		%
FEEDBACK 핀 전압	V <sub>FBth</sub>	T <sub>J</sub> = 25°C C <sub>BP</sub> = 1μF	LNK6407, LNK6408, LNK6448	1.915	1.940	1.965	V
			LNK6427, LNK6428	1.995	2.020	2.045	
			LNK6417, LNK6418	1.955	1.980	2.005	

파라미터	기호	조건 SOURCE = 0V, T <sub>J</sub> = 0~100°C (특별히 지정되지 않은 경우)		최소	일반	최대	단위
<b>컨트롤 기능(계속)</b>							
OFF 상태 기준값에서의 FEEDBACK 핀 전압	V <sub>FB(AR)</sub>			0.70	0.75	0.80	V
최소 스위치 ON 타임	t <sub>ON(MIN)</sub>	참고 E 참조			700		ns
FEEDBACK 핀 샘플링 지연	t <sub>FB</sub>			2.35	2.55	2.75	μs
DRAIN 공급 전류	I <sub>S1</sub>	FB 전압 > V <sub>FBth</sub> (MOSFET 스위칭 하지 않음)			300	380	μA
	I <sub>S2</sub>	피드백 전압 = V <sub>FBth</sub> - 0.1V, 스위치 ON 타임 = t <sub>ON</sub> (f <sub>osc</sub> 에서 MOSFET 스위칭)	LNK64x7		600	680	μA
			LNK64x8		700	780	
BYPASS 핀 충전 전류	I <sub>CH1</sub>	V <sub>BP</sub> = 0V	LNK64x7	-7.5	-6.1	-3.5	mA
			LNK64x8	-7.5	-6.1	-3.5	
	I <sub>CH2</sub>	V <sub>BP</sub> = 4V	LNK64x7	-7	-4.2	-2.0	
			LNK64x8	-7	-4.2	-2.0	
BYPASS 핀 전압	V <sub>BP</sub>			5.65	5.90	6.25	V
BYPASS 핀 전압 히스테리시스(Hysteresis)	V <sub>BPH</sub>			0.70	0.95	1.20	V
BYPASS 핀 션트 전압	V <sub>SHUNT</sub>			6.2	6.4	6.8	V
<b>회로 보호</b>							
전류 제한	I <sub>LIMIT</sub>	di/dt = 105mA/μs V <sub>BP</sub> = 5.9V T <sub>J</sub> = 25°C	LNK64x7	390	420	449	
		di/dt = 120mA/μs V <sub>BP</sub> = 5.9V T <sub>J</sub> = 25°C	LNK64x8	446	480	513	
최소 전류 보호 환산 계수	I <sub>LIMIT(MIN)</sub>			0.28	0.32	0.37	
정규화된 출력 전류	I <sub>O</sub>	T <sub>J</sub> = 25°C		0.975	1.000	1.025	
리딩 엣지 블랭킹 시간	t <sub>LED</sub>	T <sub>J</sub> = 25°C 참고 D 참조		125	170		ns
써멀 섯다운 온도	t <sub>SD</sub>			135	142	150	°C
써멀 섯다운 히스테리시스(Hysteresis)	t <sub>SDH</sub>				60		°C

파라미터	기호	조건 SOURCE = 0V, T <sub>J</sub> = 0~100°C (특별히 지정되지 않은 경우)	최소	일반	최대	단위	
<b>출력</b>							
ON 상태 레지스턴스	R <sub>DS(ON)</sub>	LNK64x7 I <sub>D</sub> = 96mA	T <sub>J</sub> = 25°C		4.8	5.8	Ω
			T <sub>J</sub> = 100°C		7.2	8.5	
		LNK64x8 I <sub>D</sub> = 105mA	T <sub>J</sub> = 25°C		3.1	3.8	
			T <sub>J</sub> = 100°C		4.6	5.5	
OFF 상태 누설	I <sub>DSS1</sub>	V <sub>DS</sub> = 560V T <sub>J</sub> = 125°C 참고 C 참조			50	μA	
	I <sub>DSS2</sub>	V <sub>DS</sub> = 375V T <sub>J</sub> = 50°C		15			
항복 전압	BV <sub>DSS</sub>	T <sub>J</sub> = 25°C	725			V	
DRAIN 공급 전압			50			V	
오토-리스타트 ON 타임	t <sub>AR-ON</sub>	t <sub>ON</sub> × I <sub>FB</sub> = 1.4mA-μs f <sub>OSC</sub> = 12kHz V <sub>FB</sub> = 0참고 A, E 참조		250		ms	
오토-리스타트 OFF 타임	t <sub>AR-OFF</sub>			500		ms	
오픈 루프 FEEDBACK 핀 전류 기준값	I <sub>OL</sub>	참고 E 참조		-120		μA	
오픈 루프 ON 타임		참고 E 참조		90		μs	

참고:

- A. 오토-리스타트 ON 타임은 t<sub>ON</sub> × I<sub>FB</sub>으로 프로그래밍된 스위칭 주파수 및 CC 모드에서의 최소 주파수의 함수입니다.
- B. 전류 제한 기준값은 전류 제한 지연의 영향이 없도록 보정됩니다. 이로 인해 입력 라인 범위 전체에서 출력 전류가 일정하게 유지됩니다.
- C. I<sub>DSS1</sub>은 BV<sub>DSS</sub>가 80%이며 최대 작동 정션 온도라는 가장 악조건 하의 OFF 상태 누설 사양입니다. I<sub>DSS2</sub>는 무부하 소비 전력을 계산하기 위한 악조건(정류된 265VAC) 하의 일반적인 사양입니다.
- D. 듀티 사이클이 DC<sub>MAX</sub>를 초과하는 경우 LinkSwitch-3는 ON 타임 확장 모드로 작동합니다.
- E. 이 파라미터는 각 설계의 전원 특성에 따라 정해집니다.
- F. 스위칭 주파수는 60kHz~85kHz 사이에서 프로그래밍할 수 있습니다.

일반적 성능 특성

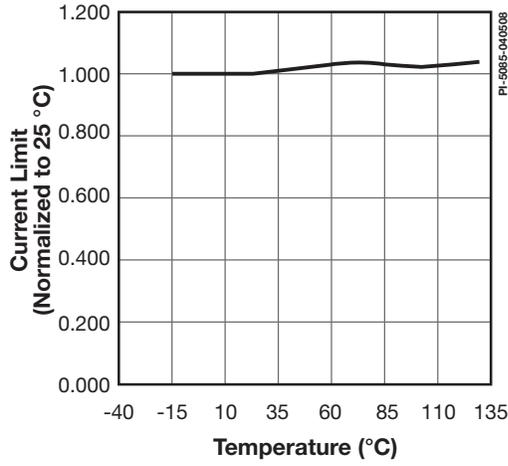


그림 8. 전류 제한과 온도 비교

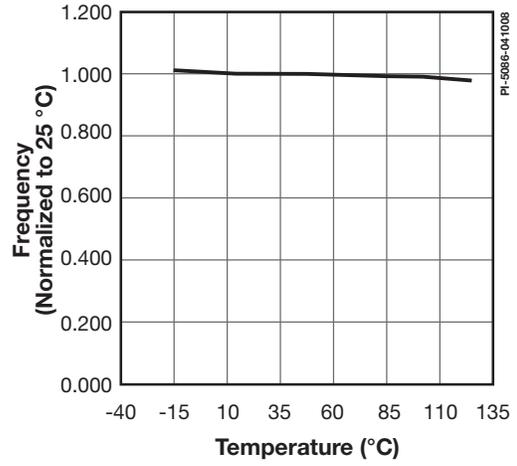


그림 9. 출력 주파수와 온도 비교

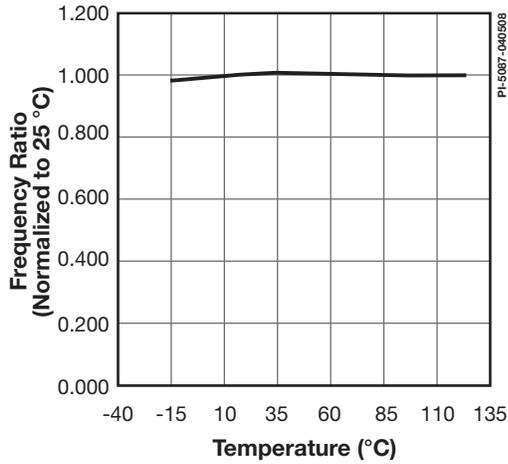


그림 10. 주파수 비율과 온도 비교(정전류)

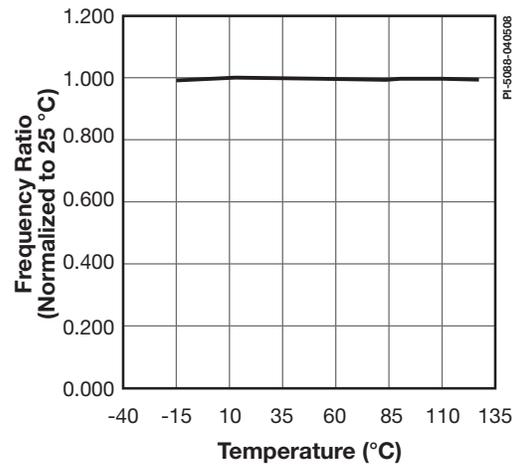


그림 11. 주파수 비율과 온도 비교(인덕터 전류)

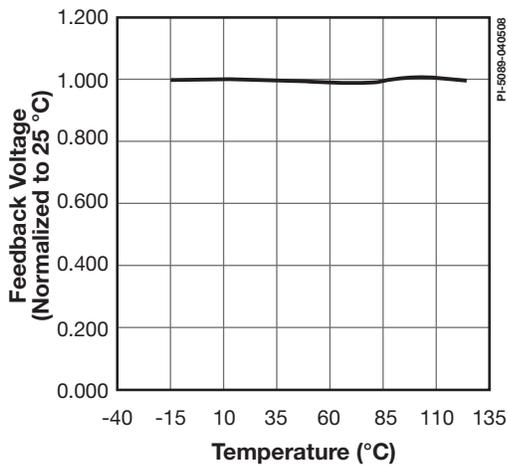


그림 12. 피드백 전압과 온도 비교

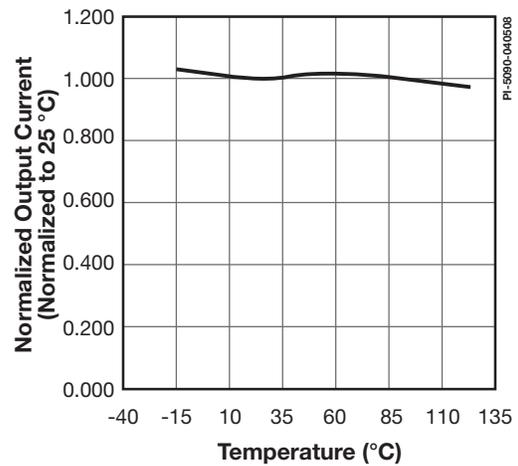


그림 13. 정규화된(Normalized) 출력 전류와 온도 비교

## 일반적 성능 특성(계속)

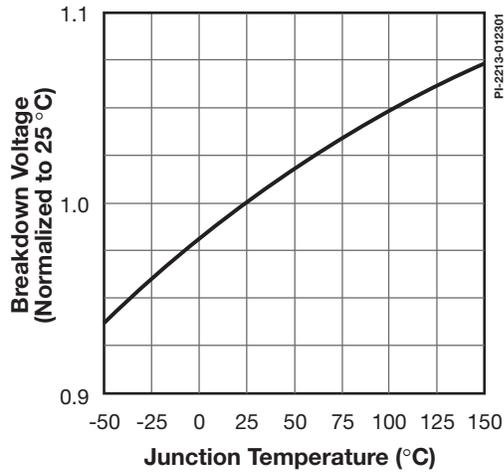


그림 14. 항복 전압과 온도 비교

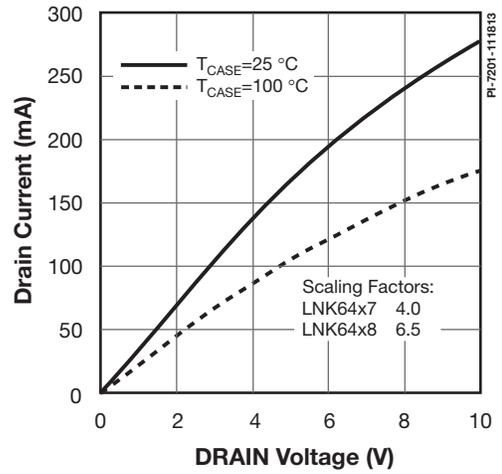


그림 15. 출력 특성

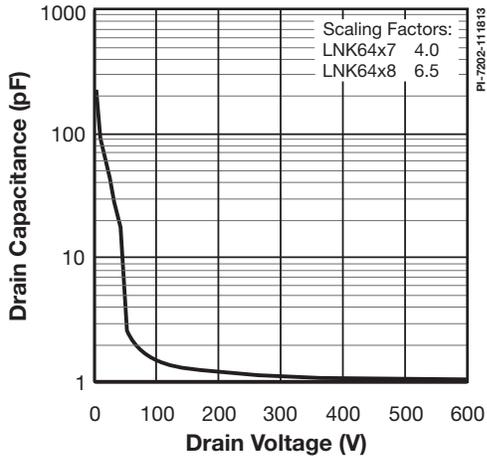


그림 16.  $C_{OSS}$ 와 드레인 전압 비교

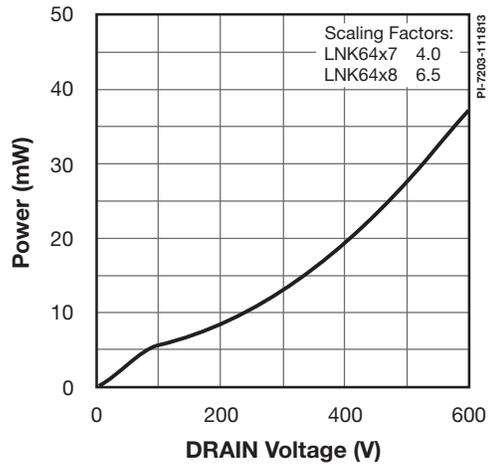
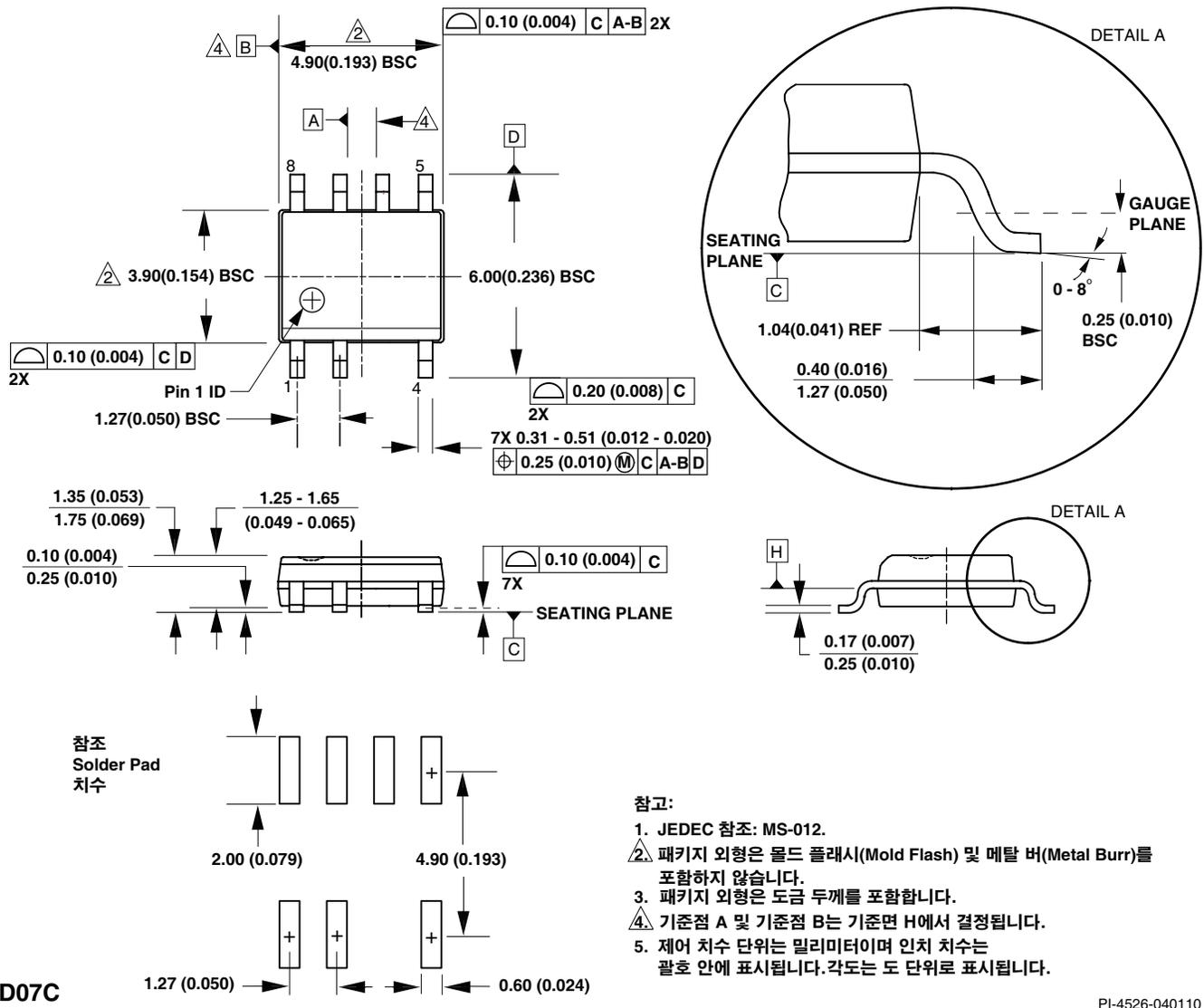


그림 17. 드레인 커패시턴스 전력

SO-8C (D 패키지)

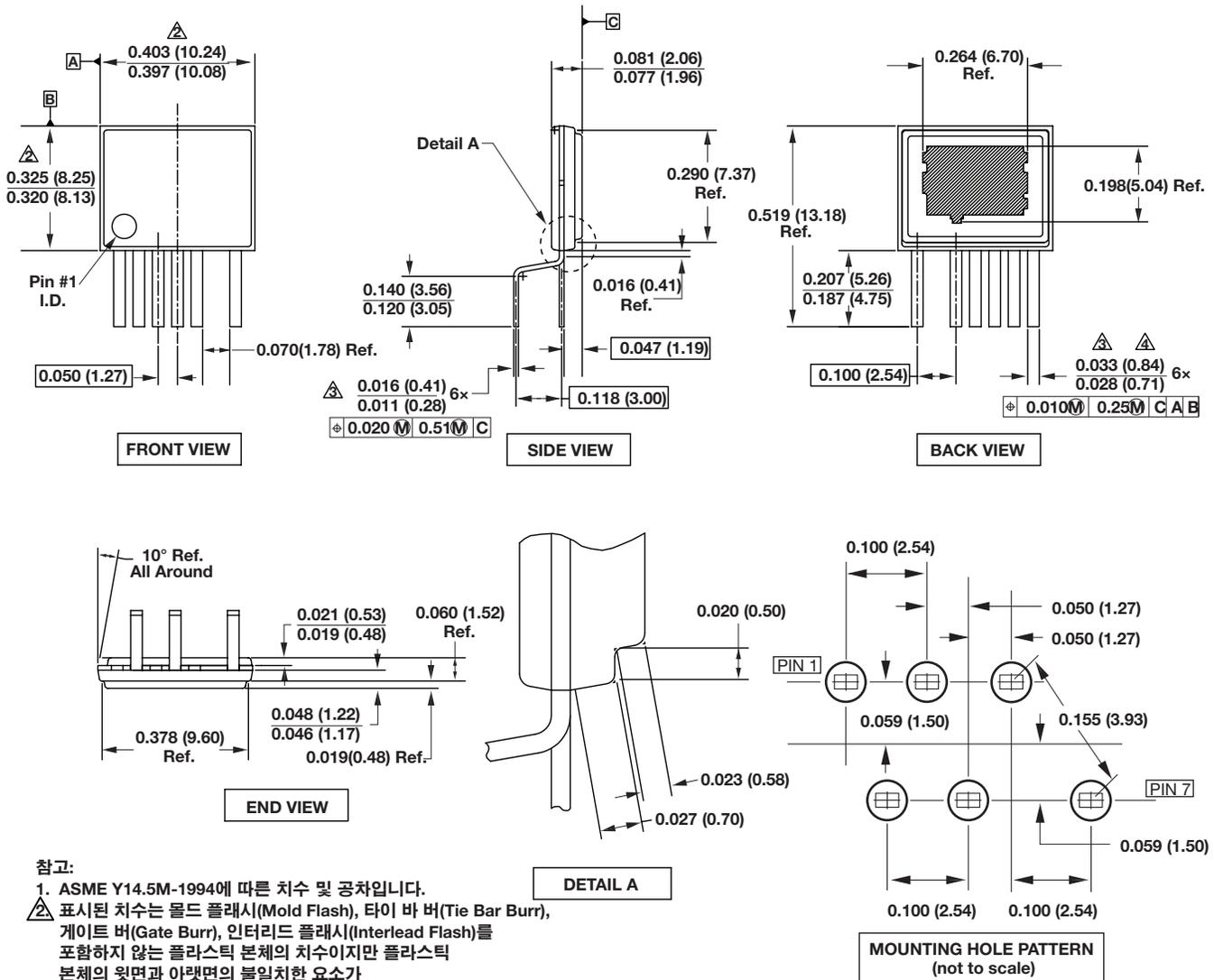


D07C

- 참고:**
- JEDEC 참조: MS-012.
  - 패키지 외형은 몰드 플래시(Mold Flash) 및 메탈 버(Metal Burr)를 포함하지 않습니다.
  - 패키지 외형은 도금 두께를 포함합니다.
  - 기준점 A 및 기준점 B는 기준면 H에서 결정됩니다.
  - 제어 치수 단위는 밀리미터이며 인치 치수는 괄호 안에 표시됩니다. 각도는 도 단위로 표시됩니다.

PI-4526-040110

eSIP-7C (E 패키지)

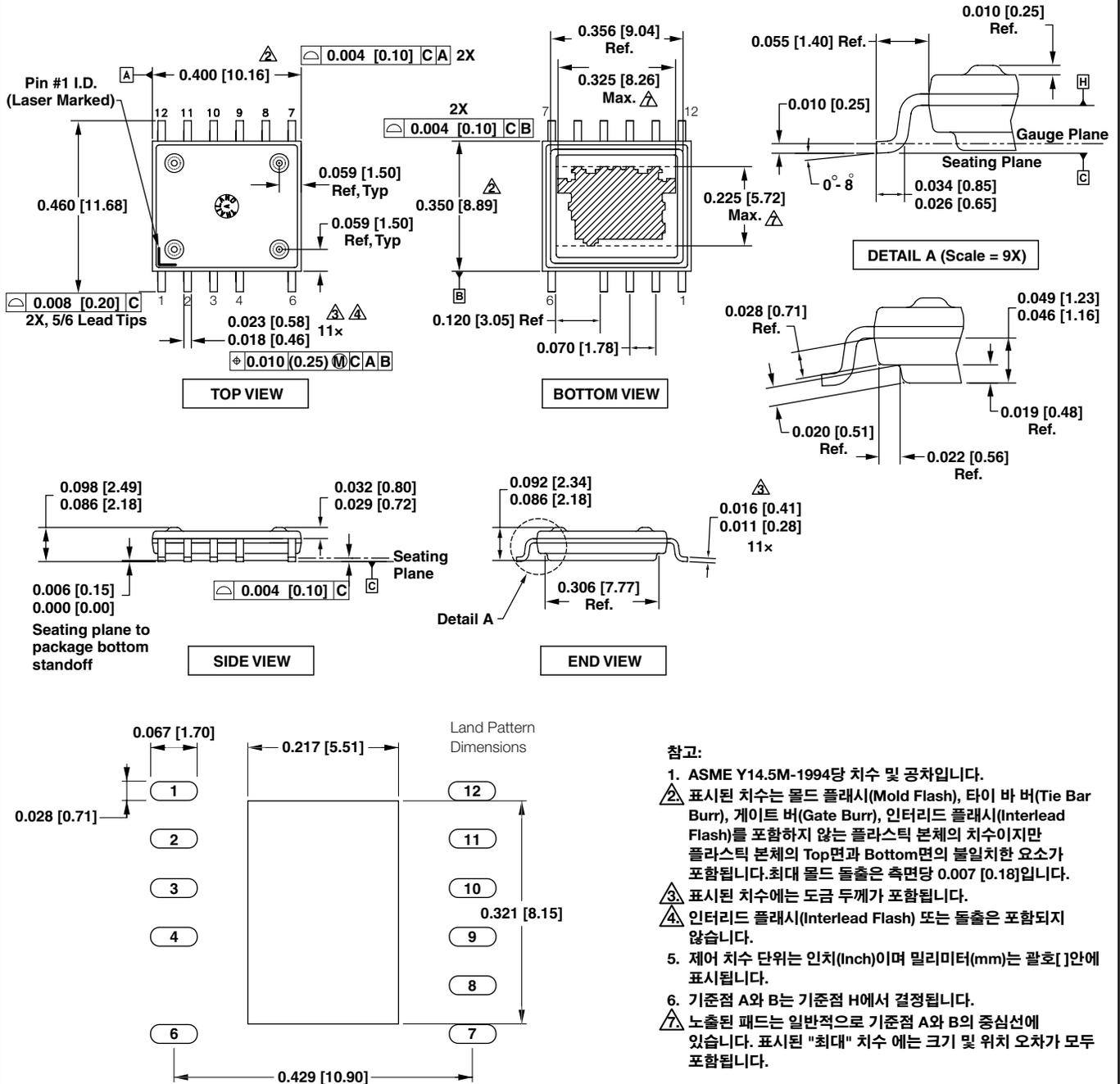


참고:

1. ASME Y14.5M-1994에 따른 치수 및 공차입니다.
2. 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 윗면과 아랫면의 불일치한 요소가 포함됩니다. 최대 몰드 돌출은 측면당 0.007 [0.18]입니다.
3. 표시된 치수에는 도금 두께가 포함됩니다.
4. 인터리드 플래시(Interlead Flash) 또는 돌출이 포함되지 않습니다.
5. 제어 치수 단위는 인치(inch)이며 밀리미터(mm)는 괄호 안에 표시하였습니다.

PI-4917-061510

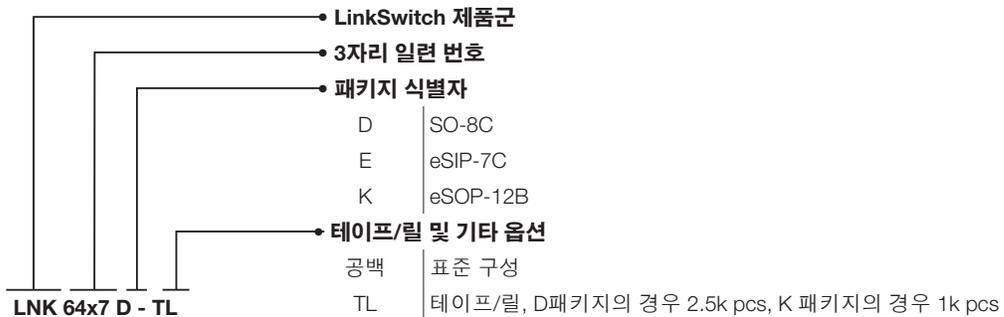
eSOP-12B(K 패키지)



- 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" 치수 에는 크기 및 위치 오차가 모두 포함됩니다.

PI-5748a-100311

부품 주문 정보





개정	참고	날짜
A	코드 A	10/16/13
A	지정된 최대 BYPASS 핀 전류	03/13/14
A	코드 L, 표 1 및 표 2 업데이트	06/11/14

### 최신 업데이트에 대한 자세한 내용은 당사 웹사이트를 참고하십시오. [www.powerint.com](http://www.powerint.com)

파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 안정성 또는 생산성 향상을 위하여 언제든지 당사 제품을 변경할 수 있는 권한이 있습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 여기서 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 포함하되 이에 제한되지 않음)을 명백하게 부인합니다.

### 특허 정보

여기에 설명한 제품 및 애플리케이션(제품 외부 트랜스포머 구성 및 회로 포함)은 하나 이상의 미국 및 해외 특허를 포함하거나 또는 파워 인테그레이션스(Power Integrations)에서 출원 중인 미국 및 해외 특허를 포함할 수 있습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)의 전체 특허 목록은 [www.powerint.com](http://www.powerint.com)에서 확인할 수 있습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 고객에게 <http://www.powerint.com/ip.htm>에 명시된 특정 특허권에 따른 라이선스를 부여합니다.

### 수명 유지 디바이스 사용 정책

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

1. 수명 유지 디바이스 또는 시스템이란 (i)신체에 외과적 이식을 목적으로 하거나, (ii)수명 지원 또는 유지 및 (iii) 사용 지침에 따라 올바르게 사용하는 경우에도 동작의 실패가 사용자의 상당한 부상 또는 사망을 초래할 수 있는 디바이스 또는 시스템입니다.
2. 핵심 부품이란 부품의 동작 실패가 수명 유지 디바이스 또는 시스템의 동작 실패를 초래하거나, 해당 디바이스 또는 시스템의 안전성 및 효율성에 영향을 줄 수 있는 수명 유지 디바이스 또는 시스템을 구성하는 모든 부품입니다.

PI 로고, TOPSwitch, TinySwitch, LinkSwitch, LYTSwitch, DPA-Switch, PeakSwitch, CAPZero, SENZero, LinkZero, HiperPFS, HiperTFS, HiperLCS, Qspeed, EcoSmart, Clampless, E-Shield, Filterfuse, StakFET, PI Expert 및 PI FACTS는 Power Integrations, Inc의 상표입니다. 다른 상표는 각 회사 고유의 자산입니다. ©2014, Power Integrations, Inc.

## 파워 인테그레이션스(Power Integrations) 전 세계 판매 지원 지역

<b>본사</b> 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 전자 메일: <a href="mailto:usasales@powerint.com">usasales@powerint.com</a>	<b>Germany</b> Lindwurmstrasse 114 80337 Munich Germany 전화: +49-895-527-39110 팩스: +49-895-527-39200 전자 메일: <a href="mailto:eurosales@powerint.com">eurosales@powerint.com</a>	<b>일본</b> Kosei Dai-3 Bldg. 2-12-11, Shin-Yokohama, Kohoku-ku Yokohama-shi Kanagwan 222-0033 Japan 전화: +81-45-471-1021 팩스: +81-45-471-3717 전자 메일: <a href="mailto:japansales@powerint.com">japansales@powerint.com</a>	<b>대만</b> 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 전자 메일: <a href="mailto:taiwansales@powerint.com">taiwansales@powerint.com</a>
<b>중국(상하이)</b> Rm 2410, Charity Plaza, No. 88 North Caoxi Road Shanghai, PRC 200030 전화: +86-21-6354-6323 팩스: +86-21-6354-6325 전자 메일: <a href="mailto:chinasales@powerint.com">chinasales@powerint.com</a>	<b>인도</b> #1, 14th Main Road Vasanthanagar Bangalore-560052 India 전화: +91-80-4113-8020 팩스: +91-80-4113-8023 전자 메일: <a href="mailto:indiasales@powerint.com">indiasales@powerint.com</a>	<b>한국</b> 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 전자 메일: <a href="mailto:koreasales@powerint.com">koreasales@powerint.com</a>	<b>영국</b> First Floor, Unit 15, Meadway Court, Rutherford Close, Stevenage, Herts. SG1 2EF United Kingdom 전화: +44 (0) 1252-730-141 팩스: +44 (0) 1252-727-689 전자 메일: <a href="mailto:eurosales@powerint.com">eurosales@powerint.com</a>
<b>중국(선젠)</b> 3rd Floor, Block A, Zhongtou International Business Center, No. 1061, Xiang Mei Rd, FuTian District, ShenZhen, China, 518040 전화: +86-755-8379-3243 팩스: +86-755-8379-5828 전자 메일: <a href="mailto:chinasales@powerint.com">chinasales@powerint.com</a>	<b>이탈리아</b> Via Milanese 20, 3rd. Fl. 20099 Sesto San Giovanni (MI)Italy 전화: +39-024-550-8701 팩스: +39-028-928-6009 전자 메일: <a href="mailto:eurosales@powerint.com">eurosales@powerint.com</a>	<b>싱가포르</b> 51 Newton Road #19-01/05 Goldhill Plaza Singapore, 308900 전화: +65-6358-2160 팩스: +65-6358-2015 전자 메일: <a href="mailto:singaporesales@powerint.com">singaporesales@powerint.com</a>	<b>애플리케이션 문의 전화</b> 전 세계 통합 번호 +1-408-414-9660  <b>애플리케이션 문의 팩스</b> 전 세계 통합 번호 +1-408-414-9760