

# LYT2001-2005 LYTSwitch™-2 제품군



LED 조명 애플리케이션을 위한  
에너지 효율적이고 정확한 1차측 CC/CV 스위처

## 제품의 주요 특징

정확한 CC 레귤레이션, 일반적 설계에서 ±3% 충족<sup>1</sup>

### 컨트롤러 자동 보정

- 트랜스포머 인덕턴스 편차
- 온도에 따른 외부 부품 변화
- 입력 전압 편차
- 생산량 향상 실현

### 비용 효율적인 소형 설계

- 오프토크플러 및 2차측 CC 컨트롤 회로 불필요
- 컨트롤 루프 보상 회로 불필요
- 주파수 지터링으로 EMI 필터 비용 크게 절감
- 프로그래밍 가능한 스위칭 주파수로 트랜스포머 크기 감소
- 725V 스위칭 파워 MOSFET을 통해 클램프를 사용하지 않는 플라이백 설계 가능

### 고급 보호 및 안전 기능

- 오토 리스타트 보호 기능 덕분에 출력 회로 단락 및 컨트롤 루프 불량 시(부품의 오픈 및 회로 단락) 공급 전력이 90% 이상 감소
- 오토 리커버리 기능이 포함된 히스테리시스(Hysteresis) 써멀 셋다운
- PCB와 패키지 모두에서 Drain핀과 다른 모든 핀 간의 고전압 연면거리 요구 사항 충족

### EcoSmart™- 에너지 효율성

- 무부하 전력 소비 < 30mW<sup>1</sup>
- 전류 센싱 저항 없음 - 효율성 극대화

### 친환경 패키지

- 모든 부품은 할로겐을 사용하지 않고 RoHS를 준수함

### 애플리케이션

- LED 전구, 다운 라이트, 조명, 밸러스트 및 T8 튜브

### 설명

LYTSwitch-2는 오프토크플러 및 2차측 컨트롤 회로를 제거해 저전력 CC LED 드라이버를 크게 간소화했습니다. 이 제품군은 혁신적인 컨트롤 기법을 도입하여 정확한 출력 전류 레귤레이션을 제공하고, 트랜스포머 및 외부 부품 편차, 디바이스 파라미터 오차, 입력 전압 편차를 보상합니다.

또한 본 디바이스는 고전압 스위칭 MOSFET, ON/OFF 컨트롤 상태 기기, 셀프 바이어스용 고전압 스위칭 전류 소스, EMI를 낮추는 주파수 지터, 싸이클별 전류 제한 및 히스테리시스(Hysteresis)를 갖고 있는 써멀 셋다운 회로가 모놀리식 IC에 통합되어 있습니다. 높은 수준의 통합을 통해 외부 부품 수가 매우 적은, 비용 효율적인 설계가 가능하여 솔루션 비용 및 드라이버 크기가 줄어듭니다.

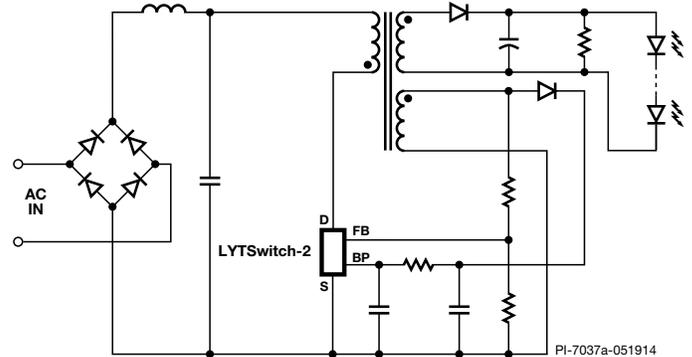


그림 1. 일반 플라이백 구현 - 단순화된 회로 아님

## 출력 전력표<sup>2</sup>

제품 <sup>5</sup>	90-308 VAC	
	밀폐형 전구 <sup>3</sup>	밸러스트 드라이버 <sup>4</sup>
LYT2001D	4 W	5 W
LYT2002D	5 W	6 W
LYT2003D	6 W	7 W
LYT2004D	7 W	8 W
LYT2004E/K	9 W	10 W
LYT2005E/K	10 W	12 W

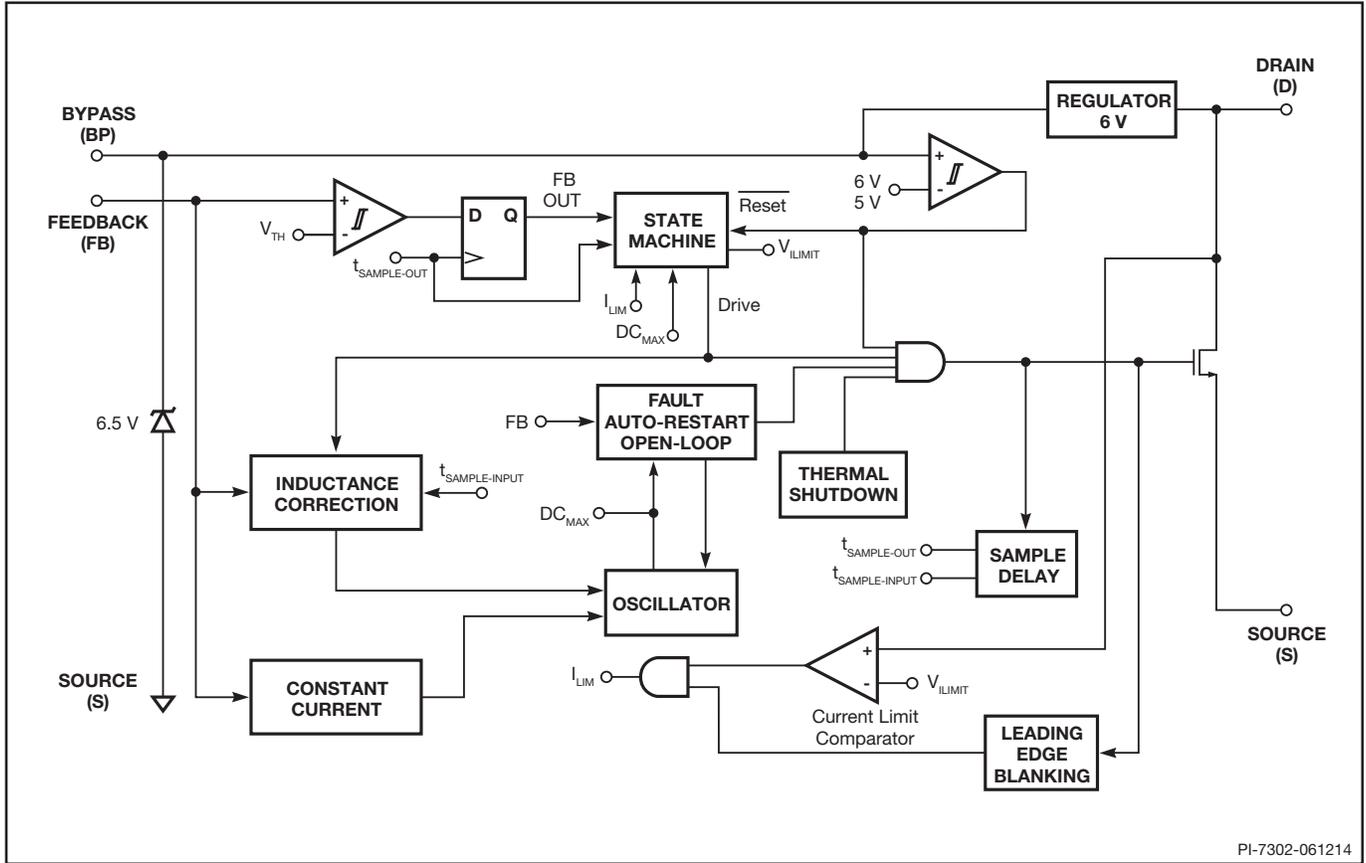
표 1. 출력 전력표

참고:

1. BYPASS 핀에 인가되는 공칭 입력 및 바이어스 서플라이
2. 일반적인 설계에서의 성능
3. 통풍이 원활하지 않은 일반적인 전구에서의 최대 연속 전력(주변 온도 +50°C, 디바이스 T<sub>J</sub> ≤ 100°C)
4. 적절한 히트싱크가 설치된 오픈 프레임 설계에서의 최대 실제 연속 전력(+50°C에서 측정)
5. 패키지: D: SO-8C, E: eSIP-7C, K: eSOP-12B

LYTSwitch-2 부품은 출력에 부하가 걸리지 않았을 때 전력 소비를 최소화합니다. 실제 설계에서 30mW보다 작은 무부하 소비를 쉽게 달성할 수 있습니다.

LYTSwitch-2에 사용되는 725V 파워 MOSFET은 입력 서지를 견디는 회로의 기능을 강화합니다. 또한, 각 패키지는 고전압 핀과 로직 레벨 입력 사이의 연면거리를 극대화하도록 설계되었습니다. 이렇게 넓어진 핀 간격은 각종 환경에서 드라이버 수명과 안정성을 높입니다. 또한, 이러한 내장된 보호 기능은 과도한 온도 작동으로부터 전체 회로를 보호하여 온도에 주의해야 하는 환경에서 수명을 높입니다.



PI-7302-061214

그림 2. 기능 블록 다이어그램

**핀 기능 설명**

**DRAIN(D) 핀:**

파워 MOSFET 드레인 연결핀입니다. 또한 이 핀은 스타트업 및 정상 상태 작동 중에 내부 작동 전류를 제공합니다.

**BYPASS(BP) 핀:**

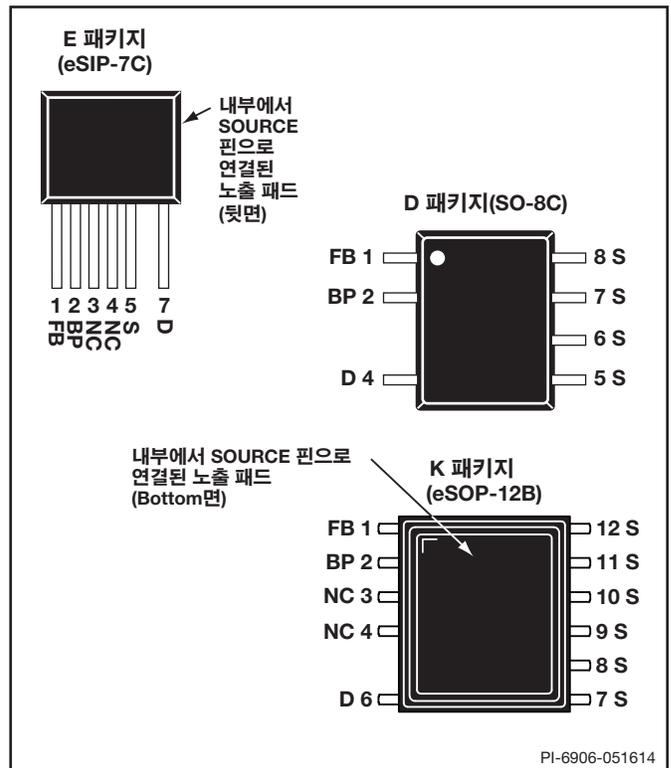
내부적으로 생성된 6V 전압에 연결된 외부 1μF 바이패스 커패시터에 대한 연결 지점입니다.

**FEEDBACK(FB) 핀:**

정상 작동 동안 파워 MOSFET의 스위칭을 제어합니다. 이 핀은 바이어스 권선의 AC 전압을 감지합니다. 입력은 스위칭 주기의 플라이백 부분에서 바이어스 권선에 생성된 전압을 기준으로 CV 모드의 출력 전압과 CC 모드의 출력 전류 모두를 조정하는데 사용됩니다. 내부 인덕턴스 수정 회로는 스위칭 주기의 포워드 부분 동안 바이어스 권선의 전압을 사용하여 벌크 커패시터 전압을 감지합니다.

**SOURCE(S) 핀:**

MOSFET 소스에 연결되어 있으며 고전압 파워에 사용되고 제어 회로 커먼 복귀에 사용됩니다.



PI-6906-051614

그림 3. 핀 구성

## LYTSwitch-2 기능 설명

LYTSwitch-2 IC는 하나의 디바이스에 고전압 파워 MOSFET 스위치와 파워 서플라이 컨트롤러를 결합시킨 제품입니다. LinkSwitch-LP 및 TinySwitch-III IC와 유사하게 ON/OFF 제어를 사용하여 출력 전압을 조정합니다. 또한 스위칭 주파수는 출력 전류를 조정하도록 변조되어 정전류 특성이 제공됩니다. LYTSwitch-2 컨트롤러는 오실레이터, 피드백(센싱 및 로직) 회로, 6V 레귤레이터, 과열 보호 기능, 주파수 지터링, 전류 제한 회로, 리딩 엣지 블랭킹, 인덕턴스 수정 회로, CC 레귤레이션을 위한 주파수 제어 및 CV 제어를 위한 ON/OFF 상태 기기로 구성됩니다.

### 인덕턴스 수정 회로

1차측 자기 인덕턴스가 너무 높거나 낮으면 컨버터는 오실레이터 주파수를 조정하여 이를 자동으로 보상합니다. 이 컨트롤러는 DCM 모드에서 작동하도록 설계되었기 때문에 출력 전력은 설정된 1차측 인덕턴스에 직접적으로 비례하며 오차는 스위칭 주파수의 조정으로 완벽하게 보상될 수 있습니다.

### 정전류(CC) 작동

출력 전압과 그에 따른 바이어스 권선의 플라이백 전압이 높아짐에 따라 FEEDBACK 핀 전압은 증가합니다. 스위칭 주파수는 일정한 출력 전류 레귤레이션 제공을 위해 상승하는 FEEDBACK 핀 전압에 따라 조정됩니다. 정전류 회로 및 인덕턴스 수정 회로는 CC 영역에서 동시에 작동하도록 설계되었습니다.

### 정전압(CV) 작동

FEEDBACK 핀이 정전류 레귤레이션 모드에서 2V에 접근함에 따라 파워 서플라이는 CV 작동으로 전환됩니다. 이 지점의 스위칭 주파수가 최대값이며 CV/CC 특성의 피크 파워 포인트에 해당합니다. 컨트롤러는 ON/OFF 상태 기기를 사용하여 FEEDBACK 핀 기준값( $V_{FBTH}$ )에서 유지되도록 FEEDBACK 핀 전압을 조정합니다. FEEDBACK 핀 전압은 고전압 스위치를 끄고 2.5 $\mu$ s 후에 샘플링됩니다. 경부하에서는 전류 제한도 감소되어 트랜스포머 플럭스 밀도를 낮추고 FEEDBACK 핀 샘플링이 조기에 완료됩니다.

### 오토-리스타트 및 오픈 루프 보호

출력 단락 또는 오픈 루프 조건과 같은 고정 조건이 발생하면 LYTSwitch-2 IC는 적절한 보호 모드에 진입합니다.

플라이백 기간 동안의 FEEDBACK 핀 전압이 ~450ms (오토-리스타트 온-타임( $t_{AFR-ON}$ ))가 넘는 시간 동안 FEEDBACK 핀 샘플링 지연(~2.5 $\mu$ s) 전에 0.7V 아래로 떨어지면 컨버터는 오토-리스타트 상태가 되고 파워 MOSFET은 1.2초 동안 비활성화됩니다. 고장 상태가 사라질 때까지 오토-리스타트가 파워 MOSFET 스위칭의 활성화/비활성화를 반복합니다.

위에서 설명한 오토-리스타트 조건 외에, 도통 사이클(스위치 "On" 타임)의 포워드 기간 동안 센싱 FEEDBACK 핀 전류가 120 $\mu$ A 아래로 떨어지면 컨버터는 이것을 오픈-루프 조건이라고 보고(전위 분배기의 상위 저항이 오픈 또는 소실 상태) 오토-리스타트 시간을 450ms에서 약 6개 클럭 사이클로 줄입니다(90 $\mu$ s). 비활성화 기간은 2초로 유지됩니다.

### 과열 보호

써멀 셋다운 회로는 칩 온도를 감지합니다. 기준값은 142°C로 설정되어 있습니다. 일반적으로는 60°C 히스테리시스(Hysteresis)를 갖습니다. 칩 온도가 이 기준값(142°C) 이상 상승하면 파워 MOSFET은 비활성화되고 칩 온도가 60°C로 떨어질 때까지 비활성화 상태를 유지하다가 이 지점에서 MOSFET이 다시 활성화됩니다.

### 전류 제한

전류 제한 회로는 파워 MOSFET의 전류를 감지합니다. 이 전류가 내부 기준값( $I_{LIMIT}$ )을 초과하면 파워 MOSFET은 남은 사이클 동안 OFF 상태가 됩니다. 리딩 엣지 블랭킹 회로는 MOSFET이 턴온 된 후에 잠시 동안( $t_{LEB}$ ) 전류 제한 비교기가 동작되지 않도록 합니다. 캐퍼시턴스와 정류기 역회복 시간으로 인해 발생한 전류 스파이크가 MOSFET 전도성의 조기 종료를 방지하도록 이 리딩 엣지 블랭킹 시간이 설정되었습니다. LYTSwitch-2 IC에는 "di/dt" 수정 기능도 포함되어 입력 라인 범위 전체에서 CC 변동을 최소화합니다.

### 6V 레귤레이터

6V 레귤레이터는 MOSFET이 OFF가 될 때마다 DRAIN 핀 전압에서 전류를 끌어와 BYPASS 핀에 연결된 바이패스 커패시터를 6V까지 충전합니다. BYPASS 핀은 내부 공급 전압 노드입니다. MOSFET이 ON 상태일 때 이 디바이스는 바이패스 커패시터에 저장된 에너지를 사용합니다. 내부 회로의 소비 전력이 매우 낮으므로 LYTSwitch-2 IC가 DRAIN 핀에서 끌어온 전류로 계속해서 작동할 수 있습니다. 1 $\mu$ F의 바이패스 커패시터 값은 고주파 디커플링과 에너지 저장용으로 충분합니다.

애플리케이션 예제

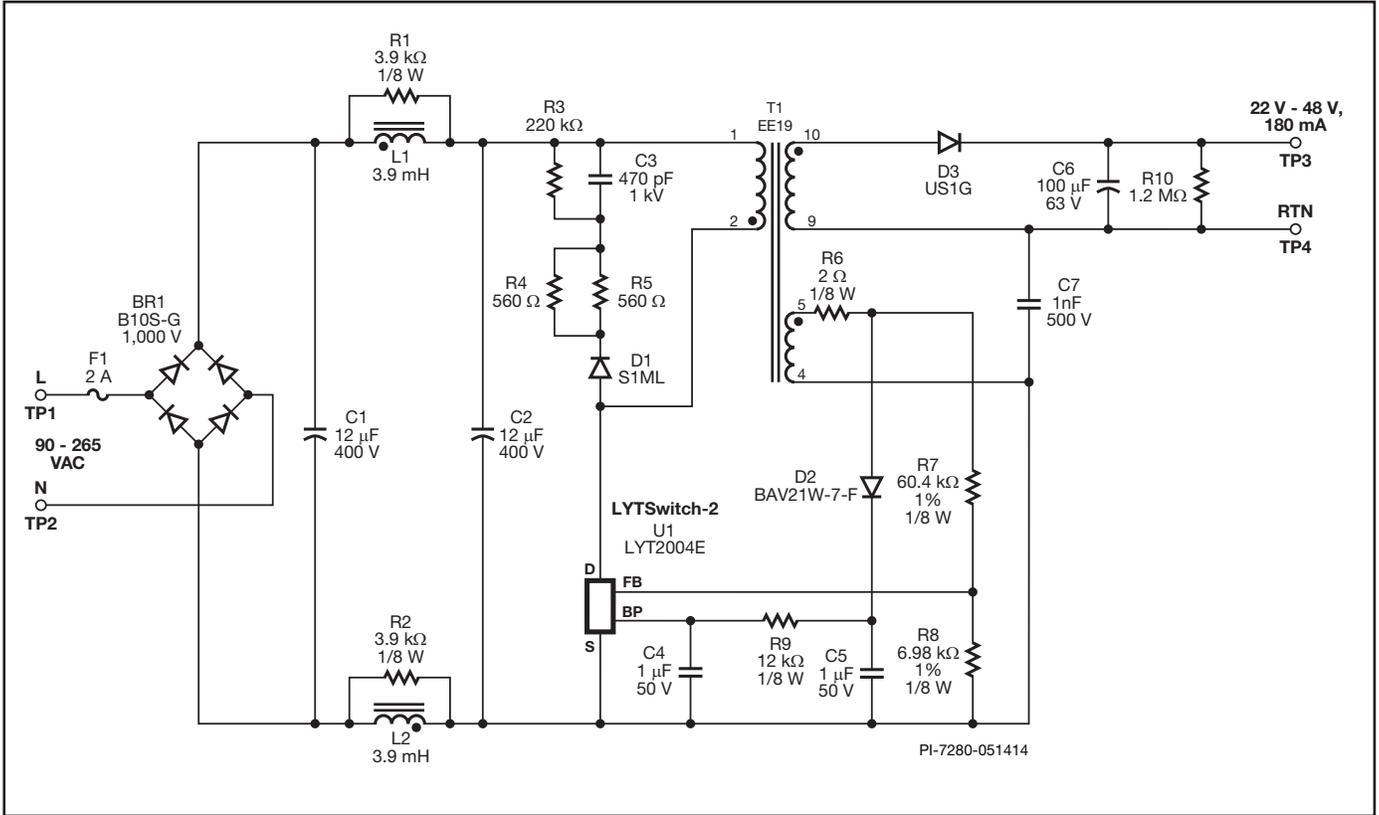


그림 4. 에너지 효율적 8.6W LED 파워 서플라이(86%를 넘는 평균 효율성, 30mW 미만의 무부하 입력 전력)

회로 설명

그림 4에 표시된 회로는 LYTSwitch-2 IC 제품군의 LYT2004E를 활용하여 1차측 레귤레이션 플라이백 파워 서플라이로 구성되어 있습니다. 이 LED 드라이버 설계 유형은 안전 절연이 필요하지만 PFC는 필요하지 않은 외부 밸라스트 애플리케이션에 일반적으로 사용됩니다. 출력은 90VAC~265VAC의 입력 범위와 0°C~60°C의 주변 온도 범위에서 180mA ±5%의 정전류로 48V에서 22V의 LED부하를 커버할 수 있습니다. 이 경우 정격 입력 전압(즉, 115VAC 및 230VAC)에서 평균 효율은 86% 이상, 무부하 입력 전력은 30mW 미만입니다. 이 설계는 가장 엄격한 전류 에너지 효율성 기준을 쉽게 충족합니다.

입력 필터

AC 입력 전력은 브리지 다이오드 BR1로 정류됩니다. 정류된 DC는 벌크 스토리지 커패시터 C1 및 C2에 의해 필터링됩니다. 인덕터 L1, L2, C1 및 C2는 pi(π) 필터를 형성하고 이것은 전도성 디퍼렌셜 모드 EMI를 감소시킵니다. 인덕터 양단에 배치된 저항 R1 및 R2는 Q를 댐핑하여 저주파수 노이즈 감쇠를 줄이지 않고 주파수 노이즈 필터링을 개선합니다. 커먼 모드 노이즈 전류를 줄이기 위해 작은 값의 Y 커패시터(C7)가 트랜스포머 양단에 사용되었습니다. 퓨즈 F1은 치명적인 고장 발생 시 보호 기능을 제공합니다. 이것은 비용 절감을 위해 퓨저블 저항으로 대체할 수 있지만 처음 AC 입력에 연결되었을

때 입력 커패시터 충전 동안 발생하는 즉각적인 손실을 견디기 위해 적합하게 지정되어야 하며 일반적으로 권선형이 사용됩니다.

LYT2004 1차측

LYTSwitch-2 제품군(U1)은 전력 스위칭 디바이스, 오실레이터, CC/CV 제어 엔진, 스타트업, 각종 보호 기능을 통합하고 있습니다. 내장된 725V 파워 MOSFET은 유니버설 입력 AC 애플리케이션에서 큰 드레인 마진 전압을 제공하며, 신뢰성을 높이고, 더 높은 트랜스포머 권선비 사용을 가능하게 하여 출력 다이오드 전압 스트레스를 줄입니다. 디바이스는 BYPASS 핀과 디커플링 커패시터 C4로부터 전력을 완전하게 자체 공급받습니다.

D2, C5, R6로 구성된 선택형 바이어스 서플라이는 저항 R9를 통해 U1에 동작 전류를 제공합니다. 따라서 무부하 소비 전력은 200mW에서 30mW 미만으로 줄어듭니다. 바이어스 서플라이도 경부하 효율성을 높입니다.

정류되고 필터링된 입력 전압은 T1의 1차측 권선 한쪽 끝으로 인가됩니다. 트랜스포머 1차측 권선의 다른 한쪽은 U1내의 파워 MOSFET과 연결되어 있습니다. 누설 인덕턴스 드레인 전압 스파이크는 D1, R3, R4, R5, C3으로 구성되는 RCD-R 클램프에 의해 제한됩니다.

## 출력 정류

트랜스포머의 출력은 보다 높은 효율을 위한 D3, 1A, 400V 울트라패스트 리커버리 다이오드에 의해 정류되며 C6으로 필터링됩니다. 이 애플리케이션에서 C6은 추가 LC 포스트 필터가 필요 없이 10% 미만의 (일반적) 리플 기준을 충족하도록 크기가 조정되었습니다.

더미 부하 저항 R10은 출력 커패시터를 방전하고 전원을 끄자마자 LED 조명이 꺼지게 하기 위해 사용되었습니다. 이 저항은 부하가 차단될 경우 출력이 허용된 최대 출력 전압 (일반적으로 출력 커패시터 전압 등급으로 결정)보다 더 높게 상승하지 않도록 합니다.

## 출력 레귤레이션

LYTSwitch-2 제품군은 출력 특성의 정전압(CV) 레귤레이션 영역의 ON/OFF 제어와 정전류(CC) 영역의 주파수 제어를 사용하여 출력을 레귤레이션합니다. 피드백 저항(R7, R8)은 공칭 출력 전압과 정전류 레귤레이션 기준값을 모두 중심에 오도록 하기 위해 표준 1% 저항을 사용하여 선택되었습니다. 저항 R6은 전압 스파이크(1차측 권선에 대한 바이어스 권선의 커플링으로 발생)를 제한하는 필터로 작용하여 레귤레이션을 개선합니다.

## 주요 애플리케이션 고려 사항

### 출력 전력표

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

1. 최소 DC 버스 전압은 90VAC 입력에서 100V입니다. 입력 커패시터의 값은 AC 입력 설계를 위한 이 기준을 충족하도록 충분히 크게 설정해야 합니다. 낮은 입력 전압 또는 유니버설 입력 설계의 경우 2-3 $\mu$ F/W, 높은 입력 전압 설계의 경우 1-2 $\mu$ F/W입니다.
2. 2차측 출력 정류기 다이오드는 오픈 부하 조건에서 55V 출력 전압에 대해 피크 역 전압(PIV)을 견뎌야 합니다.
3. 80%가 넘는 효율을 가집니다.
4. 불연속 모드 작동( $K_p > 1.3$ ).
5. LYTSwitch-2는 SOURCE 핀 온도를 100°C 이하로 유지하기 위해 또는 충분히 크기 조정된 히트싱크에 연결되어(E 패키지 지의 경우) 디바이스 온도를 110°C 이하로 제한하기 위해 SOURCE 핀이 PCB의 충분한 면적의 구리에 납땜되어 있습니다.
6. 주변 온도는 오픈 프레임 설계의 경우 50°C 미만이고, 내부 인클로저 온도는 밀폐형 밸러스트 방식 설계의 경우 60°C입니다.

참고:  $\pm 10\%$ 가 넘는 출력 CC 오차가 허용되면 더 높은 출력 전력이 달성 가능하여 디바이스가 더 높은 SOURCE 핀 온도에서 작동할 수 있습니다.

### 출력 오차

LYTSwitch-2 K 및 E 패키지 부품은 입력 전압, 일반적인 보드-보드 부품 변화, 0°C~110°C의 온도 범위 전체를 포함하는  $\pm 5\%$ 의 CC 모드 출력 전류 오차를 제공합니다. D 패키지(SO-8)의 경우, 추가 CC 변동은 생산과정 중 유발되는 스트레스로

인해 발생할 수 있습니다(즉, 납땜 웨이브 이머전 또는  $I_R$  리플로우). 각 설계의 생산 오차를 확인하려면 조립된 샘플 파워 서플라이를 권장합니다.

### BYPASS 핀 커패시터 선택

1 $\mu$ F BYPASS 핀 커패시터를 권장합니다. 커패시터 정격 전압은 7V보다 커야 합니다. 커패시터는 세라믹 또는 전해질을 사용할 수 있지만 커패시터의 오차는  $\pm 50\%$  이하여야 합니다. 커패시터는 효과적인 노이즈 디커플링을 위해 LYTSwitch-2 BYPASS 핀에 가깝게 위치해야 합니다.

### LYTSwitch-2 레이아웃 고려 사항

#### 회로 기판 레이아웃

LYTSwitch-2 IC 제품군은 컨트롤러와 고전압 파워 MOSFET 모두를 하나의 칩에 통합하는 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. LYTSwitch-2에 권장되는 PCB 레이아웃은 그림 5와 6을 참조하십시오.

LYTSwitch-2 기반 파워 서플라이에 대한 인쇄 회로 기판 레이아웃을 설계할 경우 다음 지침을 따르는 것이 중요합니다.

#### 단일 지점 그라운드

LYTSwitch-2 SOURCE 핀, 바이어스 권선 그라운드를 입력 필터 커패시터의 마이너스 단자와 연결하는 단일 그라운드 포인트(Kelvin)를 사용하십시오. 이는 서지 전류를 바이어스 권선에서 입력 필터 커패시터로 직접 리턴시켜서 서지 내성을 향상시킵니다.

#### 바이패스 커패시터

BYPASS 핀 커패시터는 효과적인 노이즈 디커플링을 위해 SOURCE 핀과 BYPASS 핀에 최대한 가까이 있어야 합니다.

#### 피드백 저항

피드백 저항(R7과 R8)을 LYTSwitch-2 디바이스의 FEEDBACK 핀에 아주 가까이 배치하십시오. 그러면 노이즈 커플링이 최소화됩니다.

#### 써멀 고려 사항(D, K 패키지)

SOURCE 핀에 연결된 구리 영역은 히트 싱크 역할을 합니다. LYTSwitch-2는 5%의 출력 전력을 손실시킬 것으로 예상됩니다. 충분한 구리 영역을 제공하여 SOURCE 핀 온도를 100°C 아래로 유지하십시오. 더 높은 온도를 허용할 수는 있지만 출력 전류(CC) 오차가 높아집니다. 이 경우 부품 간  $R_{DS(ON)}$  변화를 위한 마진을 제공하기 위해 최대 SOURCE 핀 온도를 100°C 아래로 권장합니다.

#### 2차측 루프 영역

누설 인덕턴스 및 EMI를 최소화하려면 2차측 권선(T1), 출력 다이오드(D3) 및 출력 필터 커패시터(C6) 사이에 포함된 루프 영역을 최소화해야 합니다. 또한 노이즈가 없는 캐소드 단자에 연결된 히트 싱크를 위해 정류기 다이오드에 충분한 구리 영역이 있어야 합니다. 애노드 영역이 크면 높은 주파수인 방사 EMI를 증가시킬 수 있습니다.

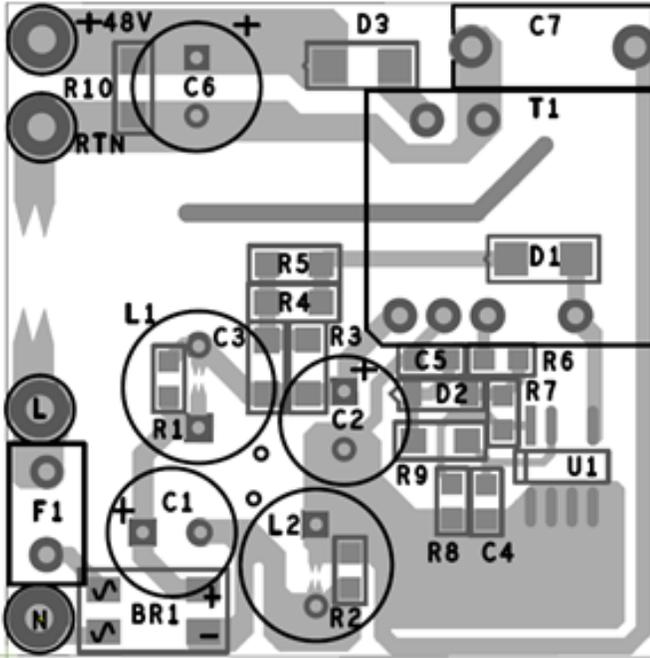


그림 5. SO-8C 패키지를 사용하는 PCB 레이아웃 예

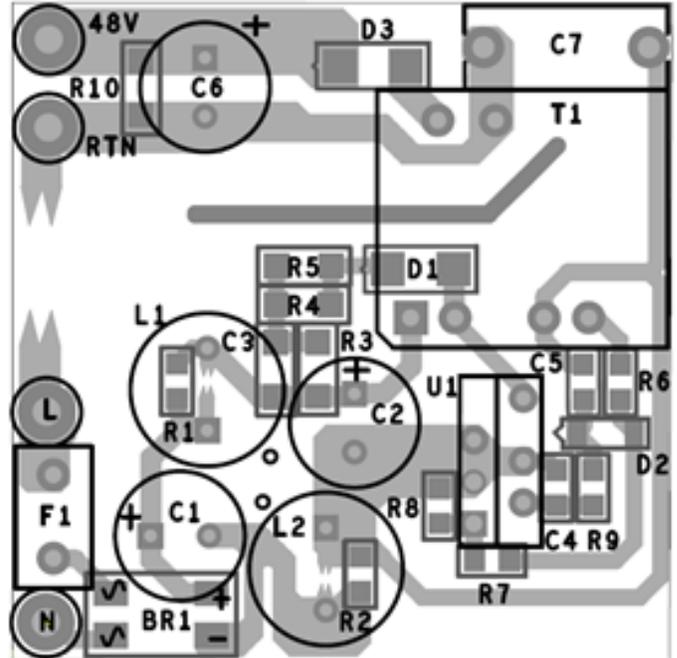


그림 6. eSIP 패키지를 사용하는 PCB 레이아웃 예

**정전기 방전 스파크 갭**

패턴은 스파크 갭의 1개 전극을 구성하기 위해 AC 라인 입력 중 하나에 배치되어야 합니다. 2차측의 다른 전극은 출력 리턴 노드에 의해 구성됩니다. 스파크 갭은 2차측의 대부분의 ESD 에너지를 서지 이벤트 동안 2차측에서 AC 입력으로 다시 보냅니다. AC 입력에서 스파크 갭 전극까지의 패턴은 원하지 않는 아크 발생 및 발생 가능한 회로 손상을 방지하기 위해 다른 패턴과 멀리 간격을 두어야 합니다. R1과 R2가 제거되면 EMI 필터 인덕터(L1과 L2) 양단의 스파크 갭은 서지 동안 전압의 과잉 누적을 방지합니다.

**드레인 클램프 최적화**

LYTSwitch-2 IC는 1차측 센싱을 사용하여 출력을 레귤레이션합니다. 1차측 권선에 나타나는 전압은 내부 전원이 꺼져 있는 동안 2차측 권선 전압의 반사 전압입니다. 누설 인덕턴스 유도 링잉은 출력 레귤레이션에 영향을 줄 수 있습니다. 드레인 클램프를 최적화하여 고주파수 링잉을 최소화하면 가장 좋은 레귤레이션이 가능합니다. 그림 7은 이상적인 드레인 전압 파형을 표시합니다. 그림 8은 누설 인덕턴스 유도 링잉으로 인한 큰 언더슈트를 표시합니다. 링잉은 1차측 클램프 다이오드와 직렬로 연결된 저항 값을 조정하여 줄일 수 있으며 따라서 레귤레이션이 향상됩니다.

**경부하 효율성 향상과 무부하 입력 전력 소비 감소를 위한 바이어스 회로의 추가**

바이어스 회로를 추가하면 230VAC 입력 시 무부하 입력 전력을 최대 200mW에서 30mW 미만으로 줄일 수 있습니다.

그림 4에 표시된 파워 서플라이 회로도에는 바이어스 회로가 포함되어 있습니다. 다이오드 D2, C5, R9가 바이어스 회로를 구성합니다.

다이오드 D2는 출력을 정류하고 C5는 필터 커패시터입니다. 낮은 스위칭 주파수에서 최소의 바이어스 전압을 유지하기 위해 1μF 커패시터가 권장됩니다.

BYPASS 핀으로의 권장 전류는 최소 바이어스 권선 전압에서의 IC 서플라이 전류(~0.5mA)와 동일합니다. BYPASS 핀 전류는 최대 바이어스 권선 전압에서 3mA를 초과하면 안 됩니다. R9 값은  $(V_{BIAS} - V_{BP}) / I_{SZ}$ 에 따라 계산됩니다. 여기에서  $V_{BIAS}$  (10V 일반)은 C5의 전압이고,  $I_{SZ}$  (0.5mA 일반)은 IC 서플라이 전류이며  $V_{BP}$  (6.2V 일반)은 BYPASS 핀 전압입니다.

파라미터  $I_{SZ}$  및  $V_{BP}$ 는 LYTSwitch-2 데이터 시트의 파라미터 표에서 제공됩니다. 다이오드 D2는 FR102, 1N4148 또는 BAV19/20/21와 같은 저가 타입을 사용할 수 있습니다.

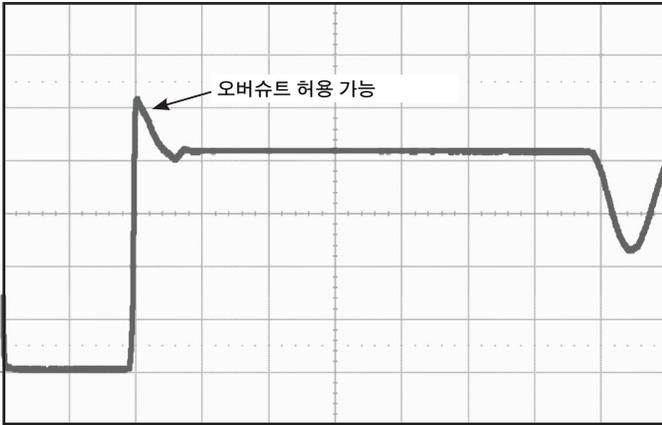


그림 7. 최소한의 누설 링잉 언더슈트가 있는 이상적인 드레인 전압 파형

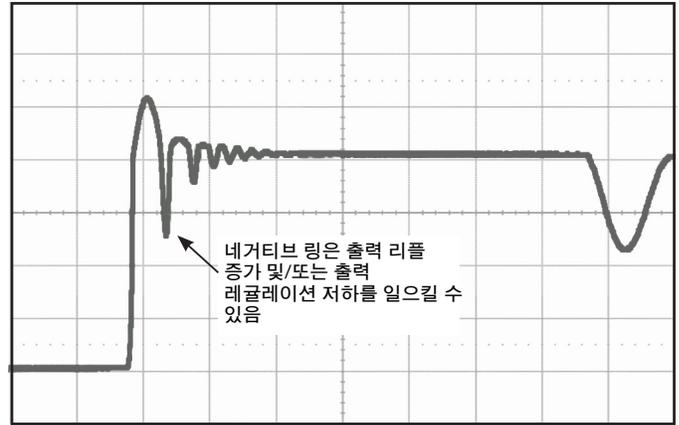


그림 8. 큰 누설 링잉 언더슈트가 있는 불안정한 드레인 전압 파형

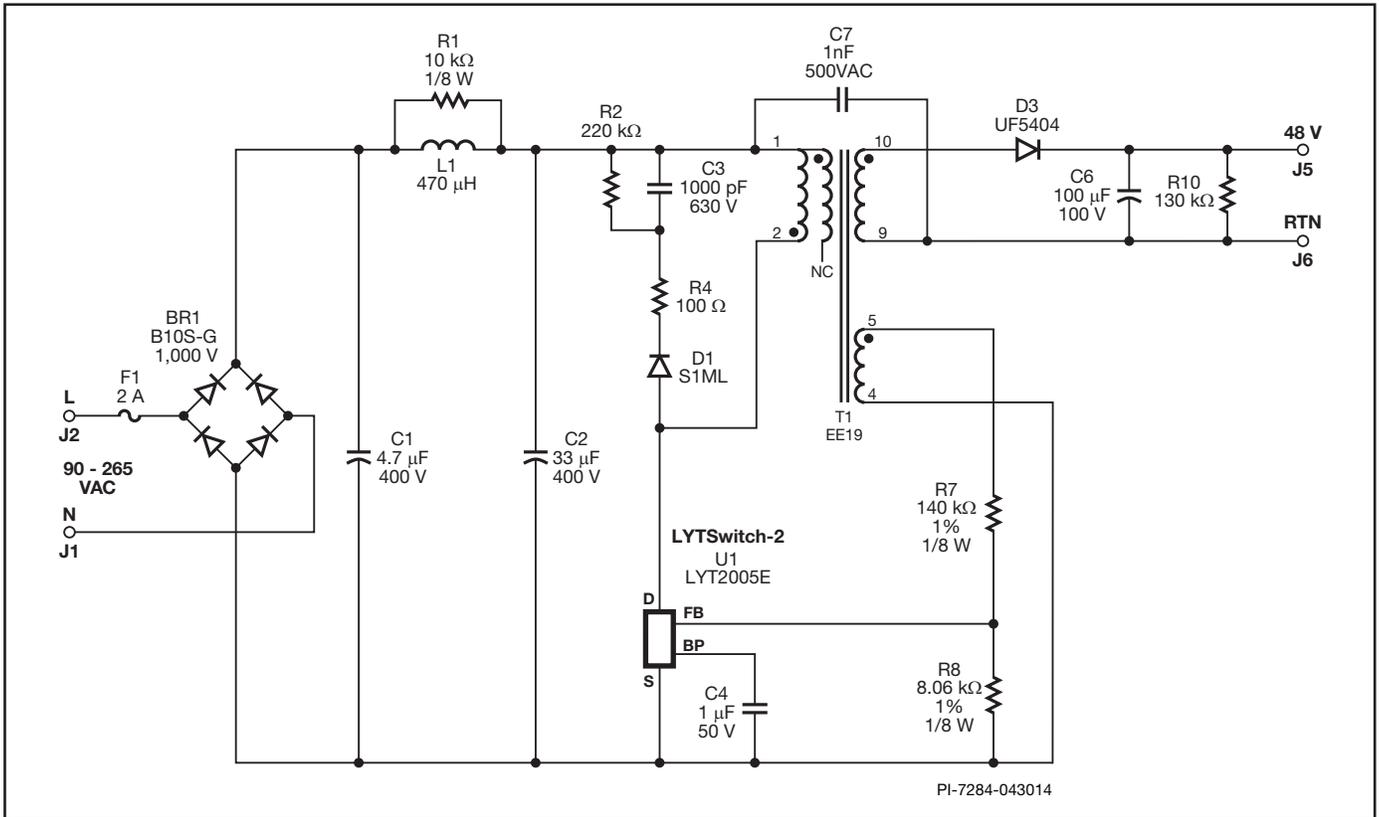


그림 9. 바이어스 서플라이가 없는 LYTSwitch-2 플라이백 파워 서플라이의 회로도 예

## 빠른 설계 확인 목록

어떤 파워 서플라이를 설계하든지 가장 악조건에서 부품의 정격을 초과하지 않는지 확인하기 위해 모든 LYTSwitch-2 제품군 설계를 벤치 테스트에서 검증해야 합니다. 그러기 위해서 다음 테스트를 반드시 수행해야 합니다.

1. 최대 드레인 전압 – 피크  $V_{DS}$  가 최고 입력 전압 및 최대 출력 전력에서 680V를 초과하지 않는지 확인합니다.
2. 드레인 전류 – 최대 주변 온도, 최대 및 최소 입력 전압 및 최대 출력 부하 상태에서 스타트업할 때 드레인 전류 파형이 트랜스포머 포화의 징후가 있는지, 과도한 리딩 엣지 전류 스파이크의 징후가 보이는지 검토합니다. LYTSwitch-2 디바이스는 온 사이클(ON-cycle)의 조기 종료를 방지하기 위해 리딩 엣지 블랭킹 시간이 있지만 리딩 엣지 스파이크는 데이터 시트에 지정된 최대 시간보다 작도록 제한하십시오.

3. 쉘 테스트 – 최대 출력 전력, 최소 및 최대 입력 전압 및 최대 주위 온도 상태에서 LYTSwitch-2, 트랜스포머, 출력 다이오드 및 출력 커패시터의 온도가 지정된 온도 제한 이하인지 확인합니다. 쉘 마진은 LYTSwitch-2 디바이스의  $R_{DS(ON)}$  에서 부품-부품 변화를 허용하기 위해 제공됩니다. 최적의 레귤레이션을 위해 SOURCE 핀 온도는 90°C가 권장됩니다.

## 디자인 툴

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

**최대 정격 절대값<sup>(1,6)</sup>**

DRAIN 전압 .....	-0.3V~725V
DRAIN 핀 피크 전류 <sup>(6)</sup> : LYT2001 .....	400(600)mA <sup>(2)</sup>
LYT2002 .....	504(750)mA <sup>(2)</sup>
LYT2003 .....	654(980)mA <sup>(2)</sup>
LYT2004 .....	686(1029)mA <sup>(2)</sup>
LYT2005 .....	784(1176)mA <sup>(2)</sup>
피크 네거티브 펄스 드레인 전류 .....	-100mA <sup>(3)</sup>
FEEDBACK 핀 전압 .....	-0.3~9V
FEEDBACK 핀 전류 .....	100mA
BYPASS 핀 전압 .....	-0.3~9V
보관 온도 .....	-65~150°C
작동 정션 온도 <sup>(4)</sup> .....	-40~150°C
리드 온도 <sup>(5)</sup> .....	260°C

**참고:**

1. 모든 전압은 SOURCE, T<sub>A</sub> = 25°C를 기준으로 함
2. DRAIN 소스 전압이 400V를 초과하지 않는 한 더 높은 피크 DRAIN 전류가 허용됨
3. 기간은 2ms를 초과하지 않음
4. 일반적으로 내부 회로에 의해 제한됨
5. 케이스에서 1/16인치 거리를 두고 5초 동안 측정 한 값
6. 지정된 최대 정격 절대값은 제품에 영구적인 손상을 초래하지 않는 한도 내에서 한 번에 하나씩 적용될 수 있음  
지정된 시간보다 오랫동안 최대 정격 절대값에 노출되면 제품 신뢰성에 영향을 미칠 수 있음

**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 인터페이스에 가까운 핀 8(SOURCE)에서 측정
2. 0.36sq.인치(232mm<sup>2</sup>), 2oz. (610g/m<sup>2</sup>) 동판에 납땀
3. 1sq.인치(645 mm<sup>2</sup>), 2oz. (610g/m<sup>2</sup>) 동판에 납땀
4. 히트싱크가 없는 형태
5. 탭의 뒷면에서 측정
6. 0.36sq.인치 (232mm<sup>2</sup>), 2oz.(610g/m<sup>2</sup>) 동판의 히트싱크 면적이 있는 전형적인 애플리케이션 PCB에 납땀
7. 1sq.인치 (645mm<sup>2</sup>), 2 oz.(610g/m<sup>2</sup>) 동판의 히트싱크 면적이 있는 전형적인 애플리케이션 PCB에 납땀

파라미터	기호	조건 SOURCE = 0V, T <sub>J</sub> = 0~100°C (특별히 지정되지 않은 경우)	최소	일반	최대	단위
<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 참고 1, 7 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>	LYT2001-2003	300	330	365
			LYT2004D/E/K	775	850	930
			LYT2005	510	580	645
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	1.550	1.593	1.635	
주파수 비율 (인덕턴스 수정)	f <sub>RATIO(IC)</sub>	t <sub>ON</sub> × I <sub>FB</sub> = 1.4mA와 t <sub>ON</sub> × I <sub>FB</sub> = 2mA-μs 사이	1.160	1.210	1.260	
주파수 지터		평균 주파수와 비교한 피크 간 지터, T <sub>J</sub> = 25°C		±7		%

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>							
최대 듀티 사이클	DC <sub>MAX</sub>	참고 4, 5 참조			55		%
FEEDBACK 핀 전압	V <sub>FBth</sub>	C <sub>BP</sub> = 1μF	LYT2001-2005	1.915	1.940	1.965	V
OFF 기준값에서 FEEDBACK 핀 전압	V <sub>FB(AFR)</sub>			0.69	0.75	0.81	V
최소 스위치 온-타임	t <sub>ON(MIN)</sub>	참조 5 참조			700		ns
FEEDBACK 핀 샘플링 지연	t <sub>FB</sub>	T <sub>J</sub> = 25°C		2.35	2.55	2.75	μs
DRAIN 핀 공급 전류	I <sub>S1</sub>	FB 전압 > V <sub>FBth</sub> (MOSFET 스위칭 없음)			320	370	μA
	I <sub>S2</sub>	FB 전압 = V <sub>FBth</sub> - 0.1V, 스위치 온-타임 = t <sub>ON</sub> (f <sub>OSC</sub> 에서 MOSFET 스위칭)	LYT2001		440		μA
			LYT2002		500	560	
			LYT2003		550	600	
			LYT2004		600	680	
		LYT2005		700	800		
BYPASS 핀 충전 전류	I <sub>CH1</sub>	V <sub>BP</sub> = 0V	LYT2001		-3.4		mA
			LYT2002	-7.0	-4.8	-2.5	
			LYT2003	-7.2	-5.8	-3.2	
			LYT2004	-8.5	-6.3	-3.2	
			LYT2005	-8.5	-6.3	-3.2	
	I <sub>CH2</sub>	V <sub>BP</sub> = 4V	LYT2001		-2.3		
			LYT2002	-5.6	-3.2	-1.4	
			LYT2003	-5.6	-4.0	-2.0	
			LYT2004	-6.0	-4.4	-2.0	
			LYT2005	-6.0	-4.4	-2.0	
BYPASS 핀 전압	V <sub>BP</sub>			5.65	5.9	6.25	V
BYPASS 핀 전압 히스테리 시스(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

파라미터	기호	조건 SOURCE = 0 V; T <sub>J</sub> = 0 to 100 °C (특별히 지정되지 않은 경우)	최소	일반	최대	단위
<b>회로 보호</b>						
전류 제한	I <sub>LIMIT</sub>	V <sub>BP</sub> = 5.9 V T <sub>J</sub> = 25 °C	LYT2001D di/dt = 60 mA/μs		250	
			LYT2002D di/dt = 80 mA/μs	293	315	337
			LYT2003D di/dt = 100 mA/μs	363	390	417
			LYT2004D di/dt = 105 mA/μs	390	420	450
			LYT2004E/K di/dt = 125 mA/μs	460	495	530
			LYT2005E/K di/dt = 135 mA/μs	511	550	589
최소 전류 제한 크기 상수	I <sub>LIMIT(MIN)</sub>	T <sub>J</sub> = 25 °C	0.28	0.32	0.39	
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 See Note 5	170	215		ns
써멀 섯다운 온도	T <sub>SD</sub>	See Note 5	135	142	150	°C
써멀 섯다운 히스테리시스(Hysteresis)	T <sub>SDH</sub>	See Note 5		60		°C
<b>출력</b>						
ON 상태 레지스텐스	R <sub>DS(ON)</sub>	LYT2001D I <sub>D</sub> = 50 mA	T <sub>J</sub> = 25 °C		24	
			T <sub>J</sub> = 100 °C		36	
		LYT2002D I <sub>D</sub> = 63 mA	T <sub>J</sub> = 25 °C		13	15.5
			T <sub>J</sub> = 100 °C		20	23.5
		LYT2003D I <sub>D</sub> = 78 mA	T <sub>J</sub> = 25 °C		8	9.2
			T <sub>J</sub> = 100 °C		12	14
		LYT2004D I <sub>D</sub> = 84 mA	T <sub>J</sub> = 25 °C		5	5.9
			T <sub>J</sub> = 100 °C		7.5	8.60
		LYT2004E/K I <sub>D</sub> = 99mA	T <sub>J</sub> = 25°C		5	5.9
			T <sub>J</sub> = 100°C		7.5	8.60
		LYT2005E/K I <sub>D</sub> = 110mA	T <sub>J</sub> = 25°C		3.2	3.8
			T <sub>J</sub> = 100°C		4.6	5.40

파라미터	기호	조건 SOURCE = 0 V; $T_J = 0$ to $100\text{ }^\circ\text{C}$ (특별히 지정되지 않은 경우)	최소	일반	최대	단위
<b>출력(계속)</b>						
OFF 상태 누설 전류	$I_{DSS1}$	$V_{DS} = 560\text{ V}$ $T_J = 125\text{ }^\circ\text{C}$ , See Note 3			50	$\mu\text{A}$
	$I_{DSS2}$	$V_{DS} = 375\text{ V}$ $T_J = 50\text{ }^\circ\text{C}$		15		
항복 전압	$BV_{DSS}$	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$	725			V
DRAIN 핀 공급 전압			50			V
오토-리스타트 온-타임	$t_{AR-ON}$	$t_{ON} \times I_{FB} = 1.4\text{ mA}\mu\text{s}$ $f_{OSC} = 12\text{ kHz}$ $V_{FB} = 0$ 참조 1, 5 참고	100			ms
오토-리스타트 오프-타임	$t_{AR-OFF}$	참조 5 참고	0.32			s
오픈 루프 FEEDBACK 핀 전류 기준값	$I_{OL}$	참조 5 참고		-45		$\mu\text{A}$
오픈 루프 온-타임		참조 5 참고		1.4		ms

참고:

- 오토-리스타트 온-타임은  $t_{on} \times I_{FB}$  및 CC 모드의 최소 주파수로 프로그래밍된 스위칭 주파수의 함수입니다.
- 전류 제한 기준값은 전류 제한 지연의 영향이 없도록 보상됩니다. 결과적으로 출력 전류는 입력 전압 범위 전체에서 일정하게 유지됩니다.
- $I_{DSS1}$ 은  $BV_{DSS}$ 의 80%이고 최대 작동 정션 온도의 가장 약조건 OFF 상태 누설 사양입니다. 무부하 소비 전력을 계산하기 위하여  $I_{DSS2}$ 는 최악의 조건(정류 265VAC) 하에서 일반적인 사양입니다.
- 듀티 사이클이  $DC_{MAX}$ 를 초과하면 LYTSwitch-2가 온-타임 확장 모드로 작동합니다.
- 이 파라미터는 각 설계의 전원 특성에 따라 정해집니다.

일반적 성능 특성

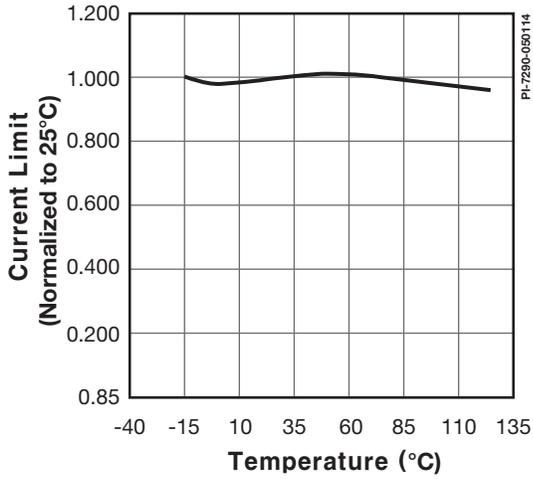


그림 10. 전류 제한과 온도 비교

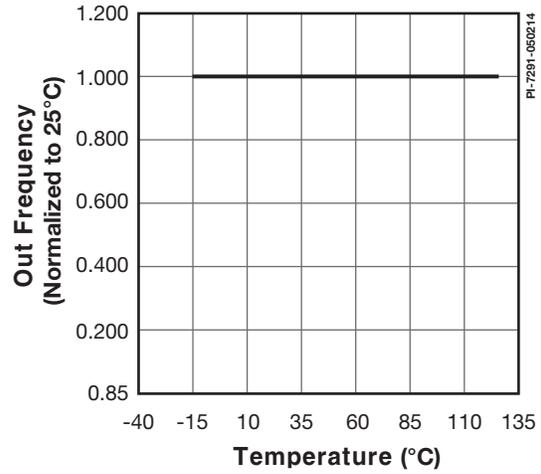


그림 11. 출력 전압과 온도 비교

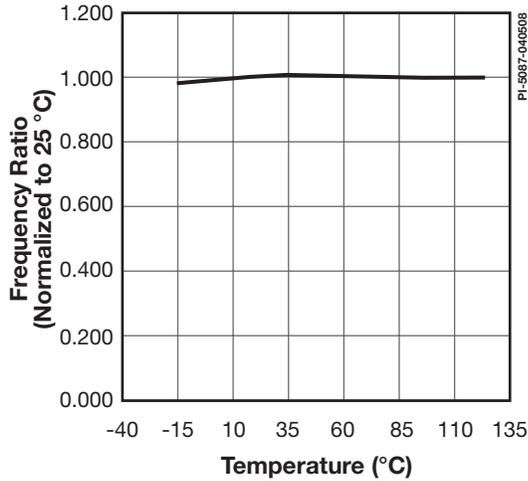


그림 12. 주파수 비율과 온도 비교(정전류)

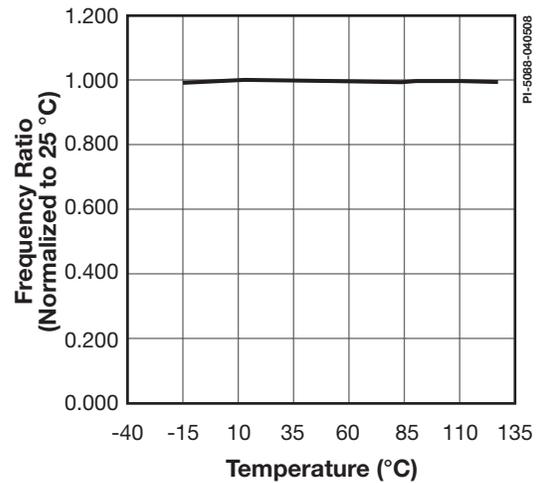


그림 13. 주파수 비율과 온도 비교(인덕터 전류)

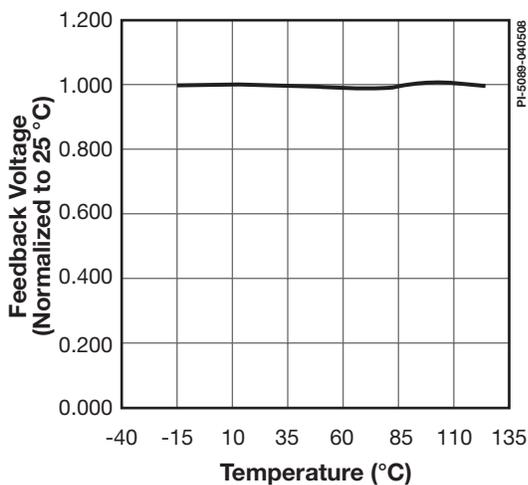


그림 14. 피드백 전압과 온도 비교

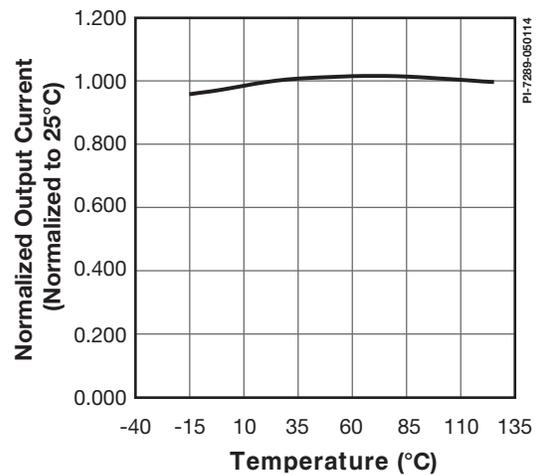


그림 15. 정규화된(normalized) 출력 전압과 온도 비교

일반적 성능 특성

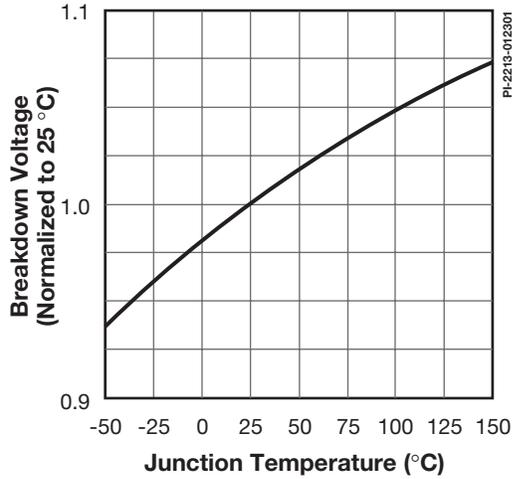


그림 16. 항복 전압과 온도 비교

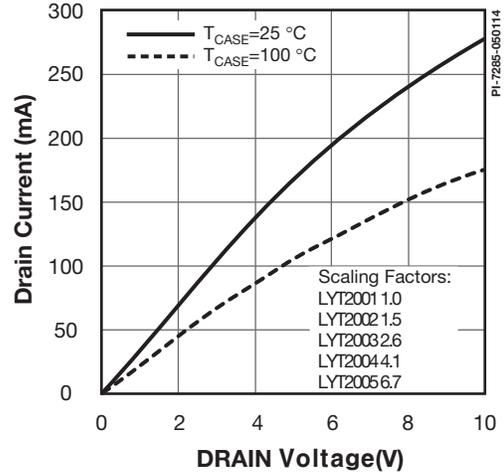


그림 17. 출력 특성

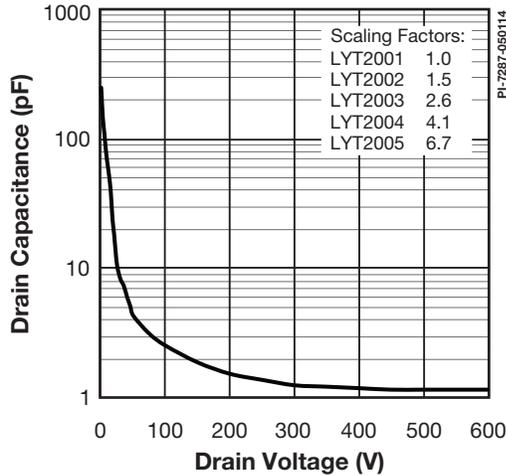


그림 18.  $C_{OSS}$  vs. 드레인 전압

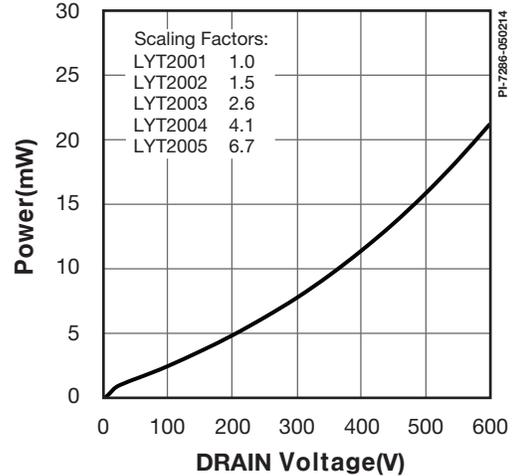
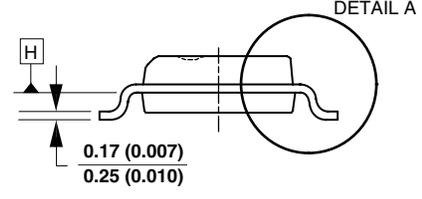
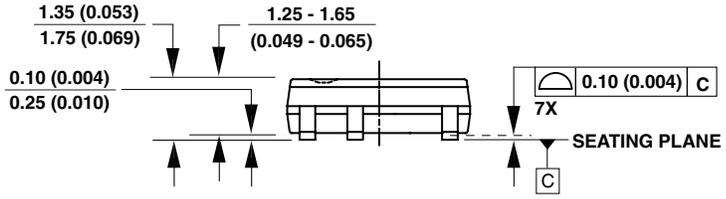
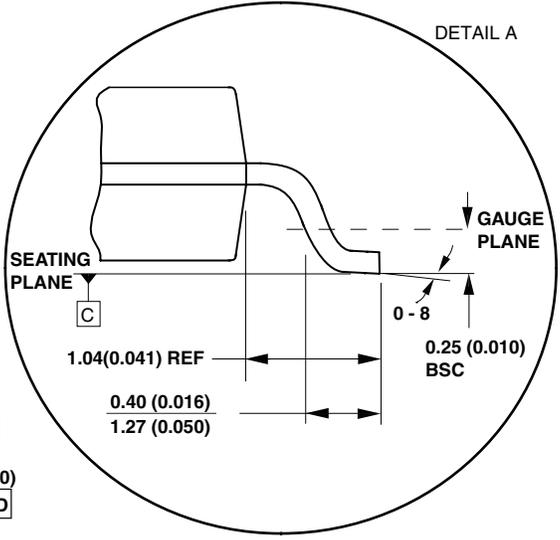
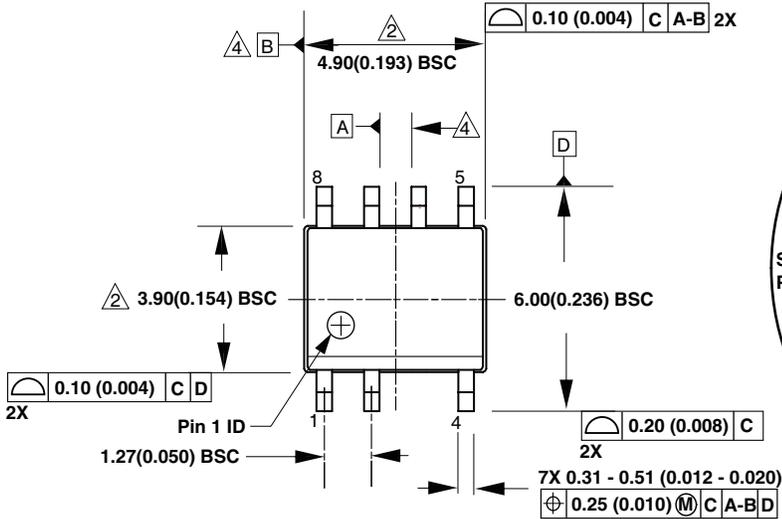
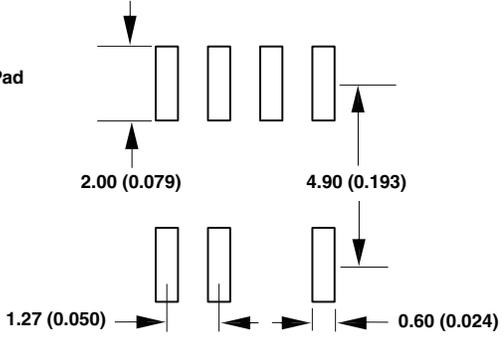


그림 19. 드레인 커패시턴스 전력

SO-8C (D 패키지)



참조  
Solder Pad  
치수

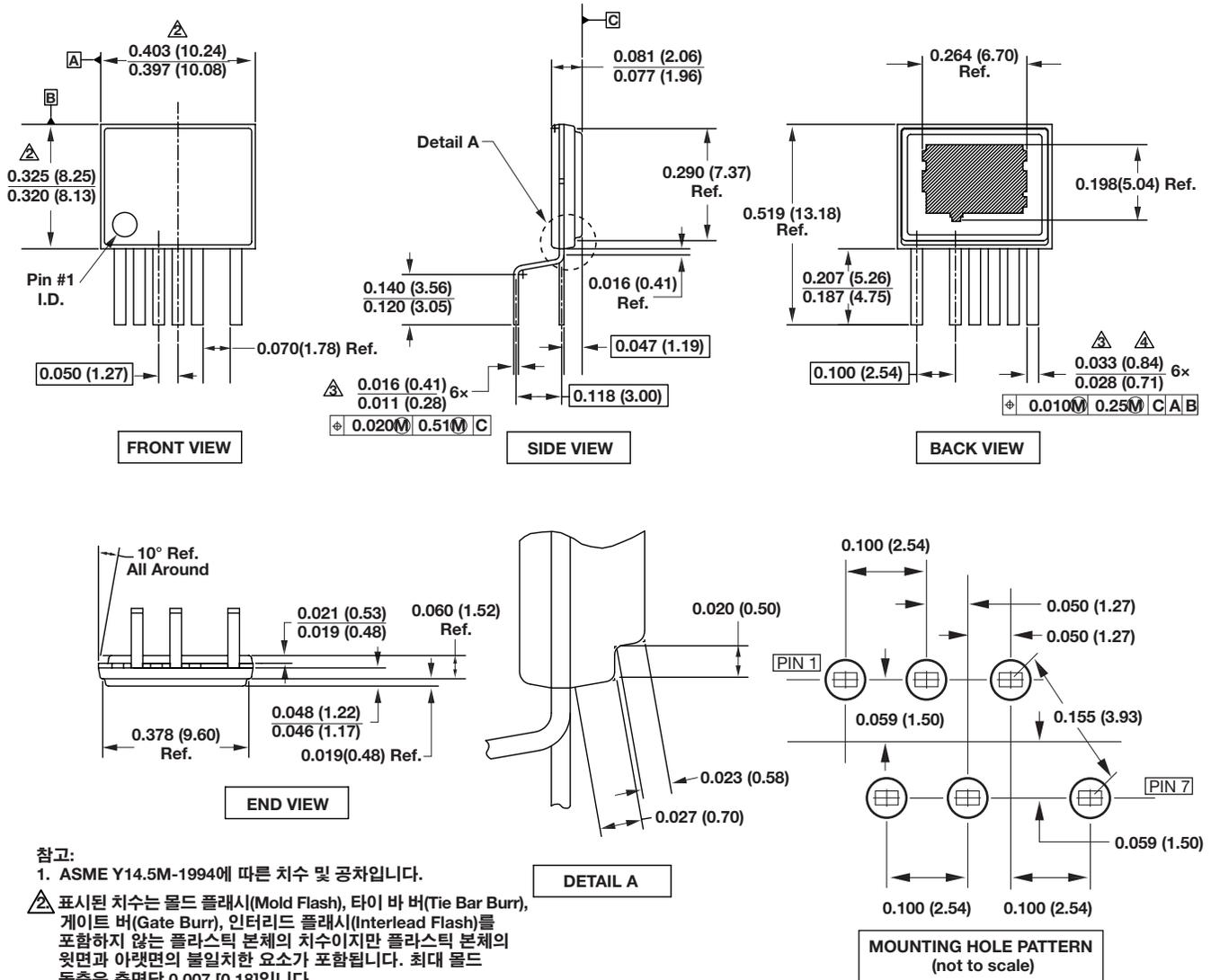


- 참고:
1. JEDEC 참조: MS-012.
  2. 패키지 외형은 몰드 플래시(Mold Flash) 및 메탈 버(Metal Burr)를 포함하지 않습니다.
  3. 패키지 외형은 도금 두께를 포함합니다.
  4. 기준점 A 및 기준점 B는 기준면 H에서 결정됩니다.
  5. 제어 치수 단위는 밀리미터이며 인치 치수는 괄호 안에 표시됩니다. 각도는 도 단위로 표시됩니다.

D07C

PI-4526-040110

eSIP-7C (E Package)

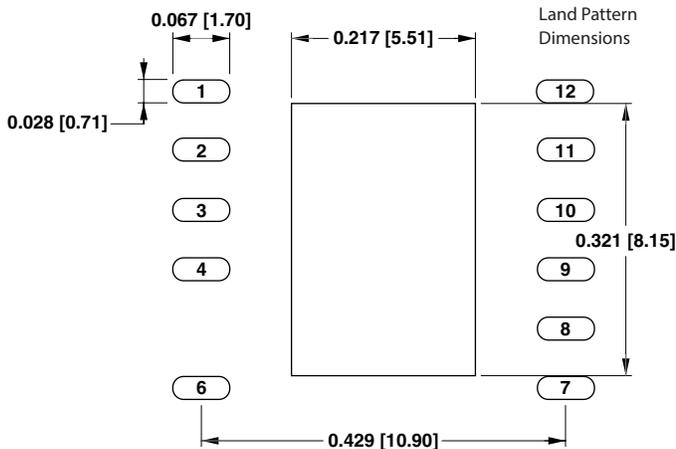
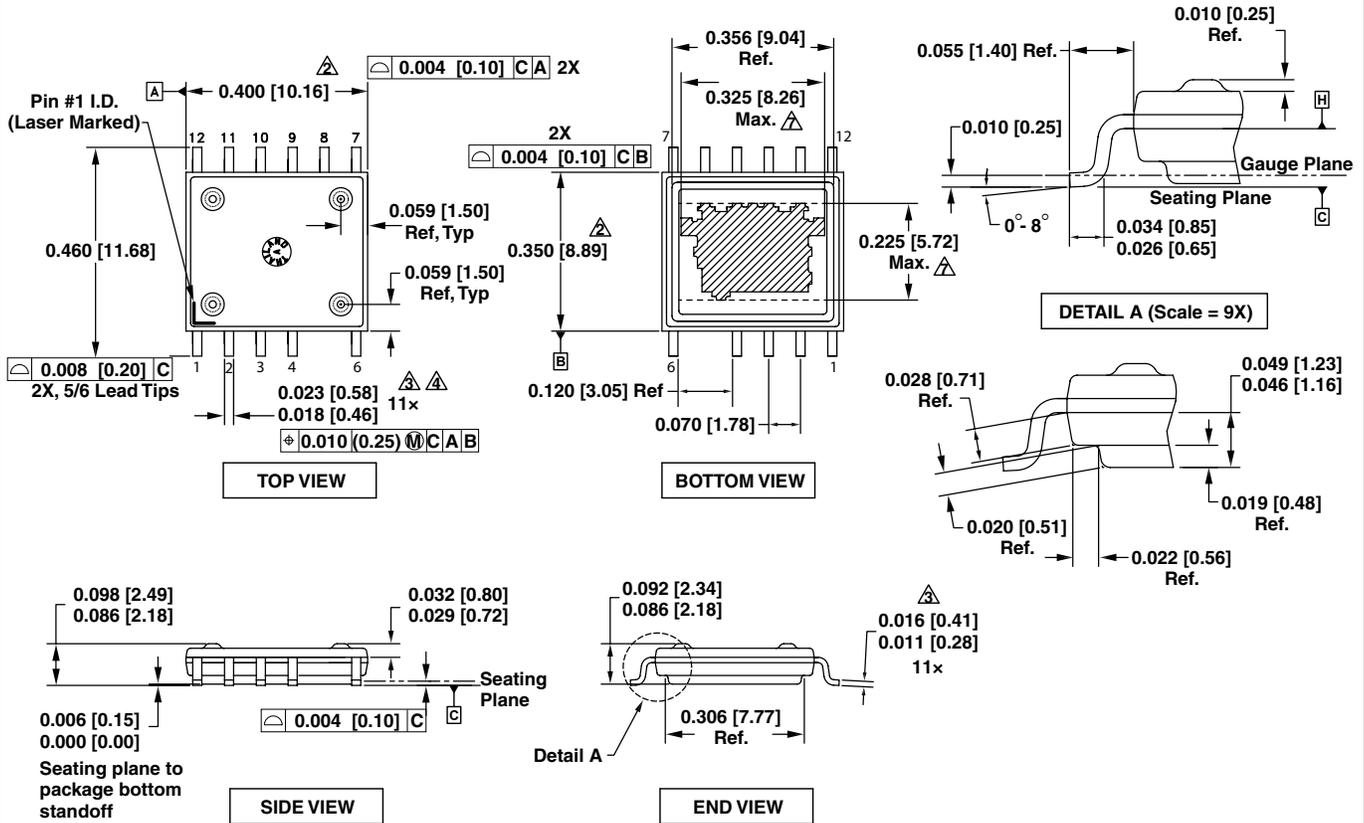


참고:

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)

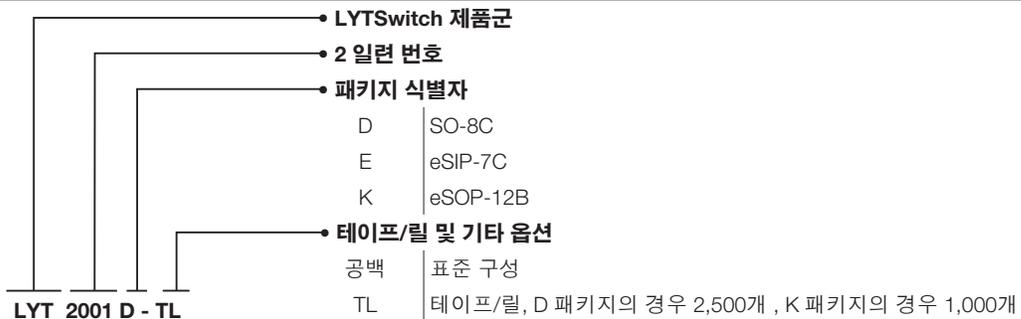


참고:

1. ASME Y14.5M-1994당 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 Top 면과 Bottom면의 불일치한 요소가 포함됩니다. 최대 몰드 돌출은 측면당 0.007 [0.18]입니다.
3. 표시된 치수에는 도금 두께가 포함됩니다.
4. 인터리드 플래시(Interlead Flash) 또는 돌출은 포함되지 않습니다.
5. 제어 치수 단위는 인치(Inch)이며 밀리미터(mm)는 괄호[ ]안에 표시됩니다.
6. 기준점 A와 B는 기준점 H에서 결정됩니다.
7. 노출된 패드는 일반적으로 기준점 A와 B의 중심선에 있습니다. 표시된 "최대" 치수에는 크기 및 위치 오차가 모두 포함됩니다.

PI-5748a-100311

부품 주문 정보





개정	참고	날짜
A	코드 A	05/19/14
A	업데이트된 그림 2	06/12/14

## 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. Power Integrations는 여기서 설명하는 디바이스나 회로 사용으로 인해 발생하는 어떠한 책임도 지지 않습니다. Power Integrations는 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 장치 사용 정책

POWER INTEGRATIONS의 제품은 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)수명 지원 또는 유지 및 (iii) 사용 지침에 따라 올바르게 사용하는 경우에도 동작의 실패가 사용자의 상당한 부상 또는 사망을 초래할 수 있는 장치 또는 시스템입니다.
2. 핵심 부품이란 부품의 동작 실패가 수명 유지 장치 또는 시스템의 동작 실패를 초래하거나, 해당 장치 또는 시스템의 안전성 및 효율성에 영향을 줄 수 있는 수명 유지 장치 또는 시스템에 사용되는 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.

## Power Integrations 전 세계 판매 지원 지역

<p><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></p>	<p><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></p>	<p><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></p>	<p><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></p>
<p><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></p>	<p><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></p>	<p><b>한국</b> RM 602, 6FL Korea City Air Terminal B/D, 159-6 Samsung-Dong, Kangnam-Gu, 우편번호: 135-728 전화: +82-2-2016-6610 팩스: +82-2-2016-6630 전자 메일: <a href="mailto:koreasales@powerint.com">koreasales@powerint.com</a></p>	<p><b>영국</b> First Floor, Unit 15, Meadway Court, Rutherford Close, Stevenage, Herts. SG1 2EF 영국 전화: +44 (0) 1252-730-141 팩스: +44 (0) 1252-727-689 전자 메일: <a href="mailto:eurosales@powerint.com">eurosales@powerint.com</a></p>
<p><b>중국(셴젠)</b> 3rd Floor, Block A, Zhongtuo 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></p>	<p><b>Italy</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></p>	<p><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></p>	<p><b>애플리케이션 문의 전화</b> 전 세계 통합 번호 +1-408-414-9660</p> <p><b>애플리케이션 문의 팩스</b> 전 세계 통합 번호 +1-408-414-9760</p>