

애플리케이션 노트 AN-65

LYTSwitch-5 제품군

디자인 가이드 및 고려 사항

소개

LYTSwitch™-5 제품군은 최대 25W의 튜브, 전구 및 매입형 조명 기구를 위한 일체형(single-stage) 역률 보정 정전류 LED 드라이버에 이상적입니다. 각 디바이스는 고전압 파워 MOSFET, 가변 주파수 및 온 타임 컨트롤 엔진, 순간 라인 과전압 섯다운을 포함한 보호 기능과 소프트 피니쉬를 갖춘 빠른 스타트 업, 출력 쇼트 오토-리스타트, 출력 과전압 래칭 오프 및 과열 섯다운을 포함한 써멀 폴드백이 하나의 패키지에 결합되어 있어 부품 수가 매우 적습니다. 내부 피드백 컨트롤러는 외부 프로그래밍 저항을 통해 설정 가능한 간접 및 직접 출력 전류 센싱 기능을 갖추고 있으므로 특히 절연 설계 애플리케이션에서 오토커플러가 더 이상 필요하지 않습니다.

내장된 725V 파워 MOSFET는 높은 입력 AC 애플리케이션에 큰 드레인 전압 마진을 제공하여 신뢰성을 높여줍니다. 파워 MOSFET의 전압 스트레스가 낮은 애플리케이션에서 비용을 줄일 수 있도록 625V 파워 MOSFET 옵션도 제공됩니다.

토폴로지 중립적인 LYTSwitch-5는 DCM(불연속 전류 모드)에서 작동하므로 라인 입력 범위와 작동 온도에 대한 정밀한 오차의 출력 전류 레귤레이션, 내부 제어 알고리즘을 통한 매우 낮은 고주파 전류의 고역률을 제공합니다. 로우 사이드 스위칭 토폴로지, 전기적 소음이 없는 SOURCE 핀을 통한 냉각, 주파수 지터 및 파워 MOSFET이 OFF 상태에 있을 때 출력 다이오드의 역전류를 제거하는 DCM 작동이 결합되어 고주파 노이즈를 줄여줍니다. 이를 통해 단순하고 작은 입력 pi 필터를 사용하면서도 EMI를 낮출 수 있습니다(입력 커패시턴스가 낮으면 THD가 줄어들고 PF가 증가함).

출력 전력표

제품	출력 전력
	90~308VAC
LYT5225D	9W
LYT5216D, LYT5226D	16W
LYT5218D, LYT5228D	25W

표 1. LYTSwitch-5 출력 전력표. 자세한 내용은 LYTSwitch-5 데이터시트를 참조하십시오

일반적인 회로 구성

LYTSwitch-5 디바이스 제품군은 토폴로지 중립적이어서 벅(탭 벅), 벅-부스트(탭 벅-부스트), 부스트 및 플라이백(절연 및 비절연)과 같은 모든 스위칭 구성에 사용할 수 있으므로 LED 전압 스트링에 관계 없이 모든 설계 요구 사항에 폭넓게 적용할 수 있습니다. LYTSwitch-5 제품군의 고수준 집적도 덕분에 컨버터와 EMI 섯션 모두에서 설계를 손쉽게 최적화할 수 있으므로 개발 시간이 단축됩니다.

그림 1과 2의 회로는 각각 벅 및 절연 플라이백 구성에서 LYTSwitch-5를 사용한 적은 부품 수의 일반적인 범용 LED 드라이버입니다.

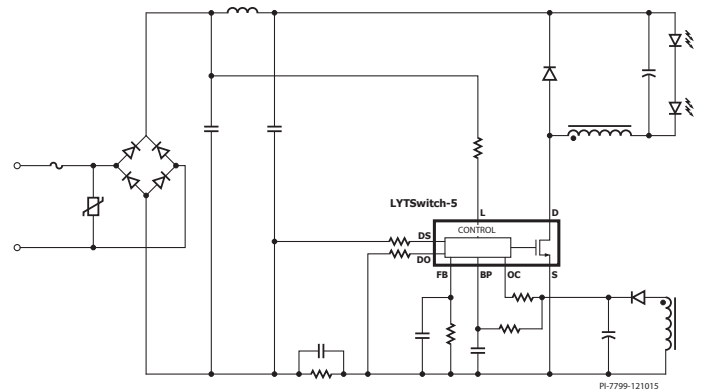


그림 1. LYTSwitch-5(21개의 외부 부품)를 사용한 적은 부품 수의 일반적인 회로 벅 토폴로지

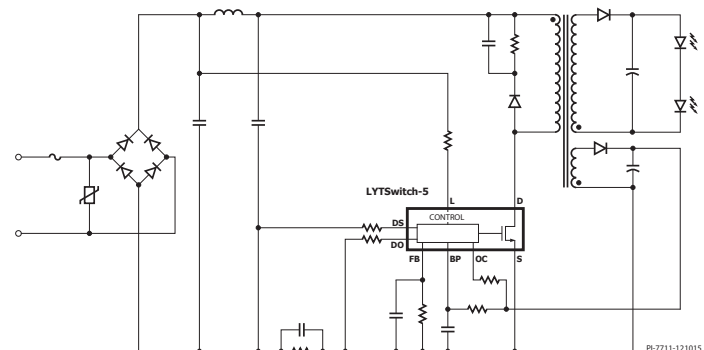


그림 2. LYTSwitch-5(23개의 외부 부품)를 사용한 적은 부품 수의 일반적인 회로 절연 플라이백 토폴로지

범위

이 애플리케이션 노트는 LYTSwitch-5 제품군 디바이스를 사용하여 AC-DC LED 드라이버를 설계하는 사용자를 위해 제작되었습니다. 단순화된 단계별 지침을 통해 사용자가 주요 부품을 선택하는 과정, 특히 설계 프로세스를 빠르게 시작하고 견고한 프로토타입을 설계하는 데 필요한 마그네틱 부품을 설계하는 과정을 안내합니다. 이 애플리케이션 노트에서는 PI Expert™ 설계 소프트웨어 제품군의 일부인 PIXIs 설계 스프레드시트를 직접 참조하고 있습니다(<https://piexpertonline.power.com/site/login>).

이 애플리케이션 노트의 제품 RDK(참조 디자인 키트) 및 DER(디자인 예제 보고서)도 많은 도움이 될 것입니다. 여기에는 프로토타입 보드, PCB(인쇄 회로 기판)용 Gerber를 비롯한 완전한 설계 정보가 포함된 엔

지니어링 보고서의 링크 및 테스트 데이터와 제품 샘플이 포함됩니다. PI Expert, RDK 및 이 문서의 최신본을 다운로드하는 방법에 대한 자세한 내용은 Power Integrations의 웹 사이트(www.power.com)를 참조하십시오.

스위칭 토폴로지 선택

LYTSwitch-5 디바이스 제품군은 벡(탭-벡), 벡-부스트(탭벡-부스트), 부스트 및 플라이백(절연 및 비절연)과 같은 모든 스위칭 토폴로지 구성에 사용할 수 있으므로 LED 전압 스트링에 관계 없이 모든 설계 요구 사항에 폭넓게 적용할 수 있습니다. 적절한 토폴로지의 선택이 어려운 경우도 있지만 LYTSwitch-5를 사용하는 설계자는 적절한 토폴로지를 선택할 때 출력 전압, 효율 및 ATHD 대상만 알고 있으면 됩니다. 표 2는 토폴로지 선택 가이드입니다.

출력 전압(V)		권장 토폴로지					비고
로우 라인/ 유니버설 입력	하이 라인 입력	탭 벡 또는 벡-부스트	벡	벡-부스트	부스트	플라이백	
< 12	< 25	✓					최소 입력 전압에서 최대 디바이스 듀티로 제한
13 - 60	27 - 100		✓				최소 전압은 최대 입력에서 디바이스의 최대 온-타임으로 제한
> 24	> 48			✓			최대 출력 전압은 트랜지스터 항복 전압으로 제한
$V_{OUT} > V_{IN}$					✓		
모든 전압 > 3						✓	
최소 효율 예상치		> 80%	> 87%	> 85%	> 90%	80%	
ATHD%		> 15%	> 15%	5% < x < 15%	> 25%	5% < x < 15%	

표 2. 권장 토폴로지 선택 가이드

설계 예제

출력 전압 75V, 출력 전류 160mA, 입력 전압 범위 90VAC ~ 264VAC, 89%의 최소 효율에서 ±5%의 레귤레이션 오차 및 15% 미만의 THD를 가지는 LYTSwitch-5를 사용한 12W 비절연 LED 드라이버를 설계합니다.

단계별 설계 절차

표 2를 참조하면 벅-부스트 토폴로지가 이 특정 사양에 적합하므로 해당 PIXIs Designer 스프레드시트를 사용합니다. 모든 PIXIs Designer 스프레드시트는 Power Integrations 웹 사이트(<https://piexpertonline.power.com/site/login>)에서 다운로드할 수 있습니다.

1단계: 애플리케이션 변수 입력

입력: 최소, 정격 및 최대 입력 전압, V_{AC_MIN} [C3], V_{AC_NOM} [C4], V_{AC_MAX} [C5], F_L [C6]

LYTSwitch-5에는 내장 래칭 출력 과전압 보호 기능이 있어서 전류가 OC 핀을 통해 I_{Oov} 기준점(Threshold)을 초과하면 IC는 래치가 스위칭을 비활성화하도록 트리거하여 출력이 더 상승하는 것을 방지합니다. 래치 OFF 상태에서 이 보호 모드를 리셋하려면 AC 공급 리사이클이 필요합니다.

출력 과전압은 PIXIs에 의해 VO_OVP_MIN 으로 계산되는 바이어스 전압을 통해 감지됩니다. 과전압 설정 포인트의 정확도는 바이어스 및 출력 권선 간의 상호 인덕턴스(M)에 따라 달라지며 커플링이 높을수록 정확도가 높아집니다. 따라서 바이어스 권선을 메인 권선에 가깝게 감는 것이 좋습니다.

직접 출력 전압 센싱의 경우 $NS/NB = 1$ 입니다. PIXIs 계산의 경우에는 $VBIAS$ [C76] = VO [C8]을 입력합니다.

출력 전압 보호가 활성화될 수 있는 최소 전압은 셀 VO_OVP_MIN [E9]에서 계산됩니다.

2	애플리케이션 변수 입력				설계 제목
3	VACMIN	90.0	90.0	Volts RMS	최소 AC 입력 전압
4	VACNOM	230.0	230.0	Volts RMS	정격 AC 입력 전압
5	VACMAX	265.0	265.0	Volts RMS	최대 AC 입력 전압
6	FL		50	Hz	AC 입력 주파수
7	VO_MIN		67.5	Volts DC	출력 레귤레이션을 유지하기 위한 최소 VO
8	VO	75.0	75.0	Volts DC	Worst case 정상 작동 출력 전압
9	VO_OVP_MIN		85.3	Volts DC	출력 전압 보호가 활성화될 수 있는 최소 전압
10	IO	160.0	160.0	m-Amperes	평균 출력 전류 사양
11	EFFICIENCY	0.89	0.89	Dimensionless	파워 서플라이의 총 효율
12	Z		0.50	Dimensionless	손실 배분 계수
13	PO		12.00	Watts	출력 전력

그림 3. PIXIs 설계 스프레드시트의 애플리케이션 변수 섹션

LYTSwitch-5는 광범위한 입력 전압 애플리케이션용입니다. 전체 입력 범위에서 고효율, 고역률, 낮은 THD 및 정밀한 레귤레이션을 유지할 수 있습니다.

표 3을 국가별 요구 사항의 입력 범위에 대한 참조로 사용하십시오.

영역	정격 입력 (VAC)	최소 입력 (VAC)	최대 입력 (VAC)	정격 주파수 (Hz)
일본/미국	100/115	85	132	50/60
유럽/나머지 지역	230/240	195	264	50/60
미국 상용 건물의 조명(208 VAC 위상 대 위상)	208/277	177	308	60

표 3. 전 세계 표준 입력 라인 전압 범위 및 라인 주파수

입력: 정격 출력 전압, V_o [C8], 출력 전류 I_o [C10], 효율 [C11], 손실 배분 계수, Z [C12]

고역률 싱글스테이지 LED 드라이버에서 출력은 입력 라인 주파수의 두 배인 매우 큰 저주파수 리플을 가지므로 출력 파워를 측정할 때는 정확성을 위해 전력 측정기를 사용하는 것이 좋습니다. PO [E13]은 디바이스 크기 선택에 사용되는 VO [C8] 및 IO [C10]의 일체형 제품을 기반으로 계산됩니다.

$$P_o = \int I_{o(t)} \times V_{o(t)} dt$$

$$VO_{(OVP)MIN} = (R_{OC} \times I_{Oov} + V_{OC}) \times N/NB$$

설명:

ROC: 정류된 바이어스 서플라이에서 OC 핀에 연결된 피드백 저항입니다. 일반적인 저항 값은 정격 출력 전압 및 출력 전류를 기반으로 $100\mu A$ OC 전류(IOC)를 사용하여 설정됩니다.

$$R_{OC} = (V_{BIAS} - V_{OC})/I_{OC}$$

I_{Oov} : 래칭 과전압 전류 기준점(Threshold)입니다. 최소 제한은 $127\mu A$ 입니다.

V_{OC} : OC 핀 전압입니다. 2.2V에서 일반 값입니다.

N: 출력 권선 턴 수입니다.

N_b : 바이어스 권선 턴 수입니다.

I_{OC} : $100\mu A$, 출력 전류 설정에 사용되는 기본값입니다.

최소 출력 전압, VO_MIN [E7]

정밀한 레귤레이션을 유지할 수 있는 최소 출력 전압을 계산합니다.

효율 [C11], η

표 2의 효율 예상치를 사용합니다. 실제 장치를 사용할 수 있으면 출력 전류 미세 조정용으로 측정된 효율을 입력합니다.

$$\eta = \frac{P_o}{P_{IN}}$$

손실 배분 계수, Z [E12]

배분 계수는 출력 대 총 손실의 비율입니다. LYTSwitch-5에 인식되는 입력 전력 및 드레인 전류의 계산을 위해 컨버터의 DC-DC 섹션 효율에 사용됩니다. 일반 값은 0.5입니다.

$$Z = \frac{\text{Secondary Loss}}{\text{Total Losses}}$$

2단계: LYTSwitch-5 설계 변수

17	LYTSwitch-5 설계 변수				
18	BREAKDOWN VOLTAGE	725		725 Volts DC	650V와 725V 사이에서 선택
19	GENERIC DEVICE	자동		LYT52X6D	선택된 LYTSwitch-5 일반 디바이스
20	ACTUAL DEVICE			LYT5226D	선택된 LYTSwitch-5 디바이스 코드
21	ILIMITMIN			1.767 Amperes	최소 디바이스 Current Limit
22	ILIMITTYP			1.900 Amperes	일반 Current Limit
23	ILIMITMAX			2.033 Amperes	최대 Current Limit
24	IP_MOSFET			1.520 Amperes	MOSFET의 worst case 피크 드레인 전류
25	TON_MIN			1.192 u-seconds	MOSFET의 worst case 최소 온-타임
26	TON_MAX			3.138 u-seconds	MOSFET의 worst case 최대 온-타임
27	I AVG_MOSFET			0.141 Amperes	MOSFET의 worst case 평균 드레인 전류
28	IRMS_MOSFET			0.301 Amperes	MOSFET의 worst case 최대 RMS 전류
29	KDP			1.118 Dimensionless	MOSFET의 오프-타임과 2차측 다이오드의 온-타임 간의 비율
30	VDRAIN			490.7 Volts DC	MOSFET의 예상 worst case 드레인 전압

그림 4. PIXIs 설계 스프레드시트의 LYTSwitch-5 설계 변수 선택

ACTUAL DEVICE [E20]은 계산된 출력 전력 및 입력 전압에 기반하여 자동으로 선택됩니다. BREAKDOWN VOLTAGE [E18] 셀에서는 높은 입력에 대해 725V 부분이 자동 선택되고 낮은 입력에는 650V가 선택됩니다. 하지만 사용자는 MOSFET에서 실제 측정된 스트레스 전압이 650V 미만인 경우 요구 사항에 따라 기본 선택을 무시하고 650V 디바이스를 선택하거나, 온도 마진 요구 사항이 중요하지 않은 경우 더 작은 MOSFET의 디바이스를 선택할 수 있습니다.

선택된 디바이스의 해당 데이터 시트 전류 제한 사양에 부합하는 ($I_{LIMIT(MIN)}$ [E21], $I_{LIMIT(TYP)}$ [E22] 및 $I_{LIMIT(MAX)}$ [E23])이 표시되며 이는 다른 설계 마그네틱 파라미터 계산에 필요합니다.

MOSFET 피크 전류, IP_MOSFET [E24]

DCM 작동을 보장하려면 이론적 최고 작동 피크 전류가 디바이스의 최소 전류 제한을 초과하지 않아야 합니다.

최소 온-타임, TON_MIN [E25]

최소 온-타임 작동은 정밀한 출력 전류 레귤레이션을 보장하기 위한 최소 출력 전압 VO_MIN [E7]을 기반으로 합니다.

최대 온-타임, TON_MAX [E26]

최대 작동 온-타임(TON_MAX)은 정밀한 출력 전류 레귤레이션을 보장하기 위한 출력 전압의 최대 오차(110%로 가정)를 기반으로 합니다.

디바이스 MOSFET 평균 및 RMS 전류, I AVG_MOSFET [E27], IRMS_MOSFET [E28]

MOSFET 평균 전류(I AVG_MOSFET) 및 RMS 전류(IRMS_MOSFET)는 디바이스 MOSFET의 전도성 손실을 예측하기 위해 지정됩니다.

피크 전류에 대한 리플 비, KDP [E29]

MOSFET의 오프-타임과 2차 다이오드의 온-타임 간 비율(그림 5)입니다. 불연속 모드를 위해 1보다 큰 KDP를 권장합니다.

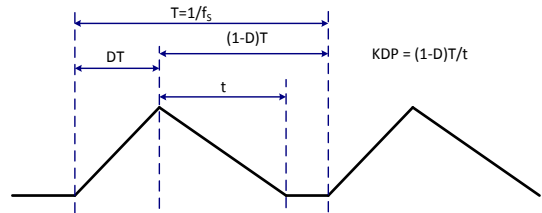


그림 5. 인덕터 전류 예시. 1보다 큰 KDP로 불연속 전류 모드(DCM) 작동 보장

MOSFET 드레인과 소스 간 전압 스트레스, VDRAIN [E30]

드레인과 소스 간 전압 스트레스(V_{DRAIN})는 과전압 조건을 고려한 V_o 의 120%와 최대 입력 전압을 기반으로 계산됩니다.

3단계: 디바이스 프로그래밍 파라미터

34	디바이스 프로그래밍 파라미터			
35	RDO	6 k-ohms	DO 핀 저항	
36	RDS	6 k-ohms	DS 핀에 연결된 벅-부스트 컨버터용 전류 센싱 프로그래밍 저항	

그림 6. 설계 스프레드시트의 디바이스 프로그래밍 파라미터 입력

데이터 출력 저항, RDO [E35]

기본값은 6kΩ입니다.

토폴로지 선택 저항 RDS [E36]

저항 RDS에는 PIXIs 설계 스프레드시트에 따라 기본값이 할당됩니다. LYTSwitch-5를 사용하여 우수한 레귤레이션을 유지하기 위해 출력 전류를 감지하는 방법에는 간접(PSR)과 직접(SSR)의 두 가지가 있습니다. 이러한 방법은 토폴로지에 의해 결정되며 RDS 저항 값을 통해 프로그래밍됩니다. 출력 그라운드 레퍼런스가 벅과 같은 IC 컨트롤러의 입력 그라운드 레퍼런스와 공통되지 않거나 절연 플라이백 간접 전류 센싱(PSR)이 사용되는 토폴로지인 경우, 복잡한 옴토크플러나 레벨 전환기 회로를 사용할 필요가 없어집니다. 센싱은 신호가 RDS 저항을 통해 IC의 DRIVER CURRENT SENSE(DS) 핀으로 공급되는 RDS 센싱 저항을 통해 수행됩니다. 신호는 내부적으로 처리되며 덧붙인 값이 C_{FB} 및 R_{FB} 로 필터링되는 FEEDBACK(FB) 핀으로 출력됩니다(그림 7). 후자의 방법은 그라운드 레퍼런스가 입력 및 출력 회로 사이에 공통인 경우에 사

용됩니다. 직접 센싱(SSR)을 사용할 경우 R_{DS} 저항이 SOURCE 핀에 연결되며 FEEDBACK 핀은 부하와 직렬로 연결된 R_{FB2} 센싱 저항을 통해 출력 전류를 직접 감지하는 데 사용됩니다. 그리고 피드백 신호를 위해 작은 로우 패스 필터(R_{FB} 및 C_{FB})가 필요합니다(그림 7).

RDS (Ω)	전류 센싱	토폴로지
6k	간접 또는 1차측 센싱 레귤레이션(PSR)	벅, 벅-부스트, 절연 플라이백
24k	직접 또는 2차측 센싱 레귤레이션(SSR)	비절연 플라이백, 부스트

표 4. 토폴로지 전류 센싱을 위한 RDS 저항 선택

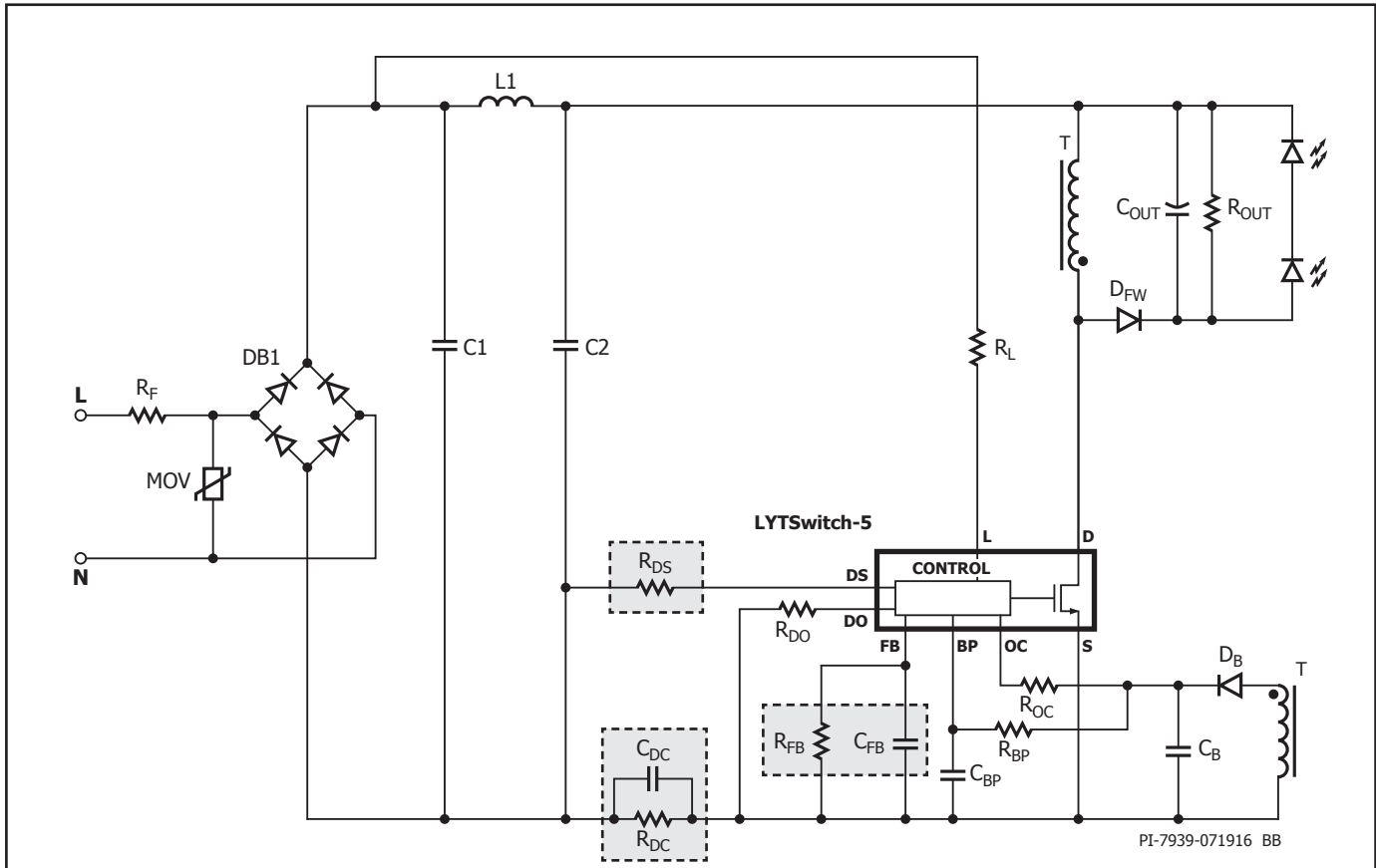
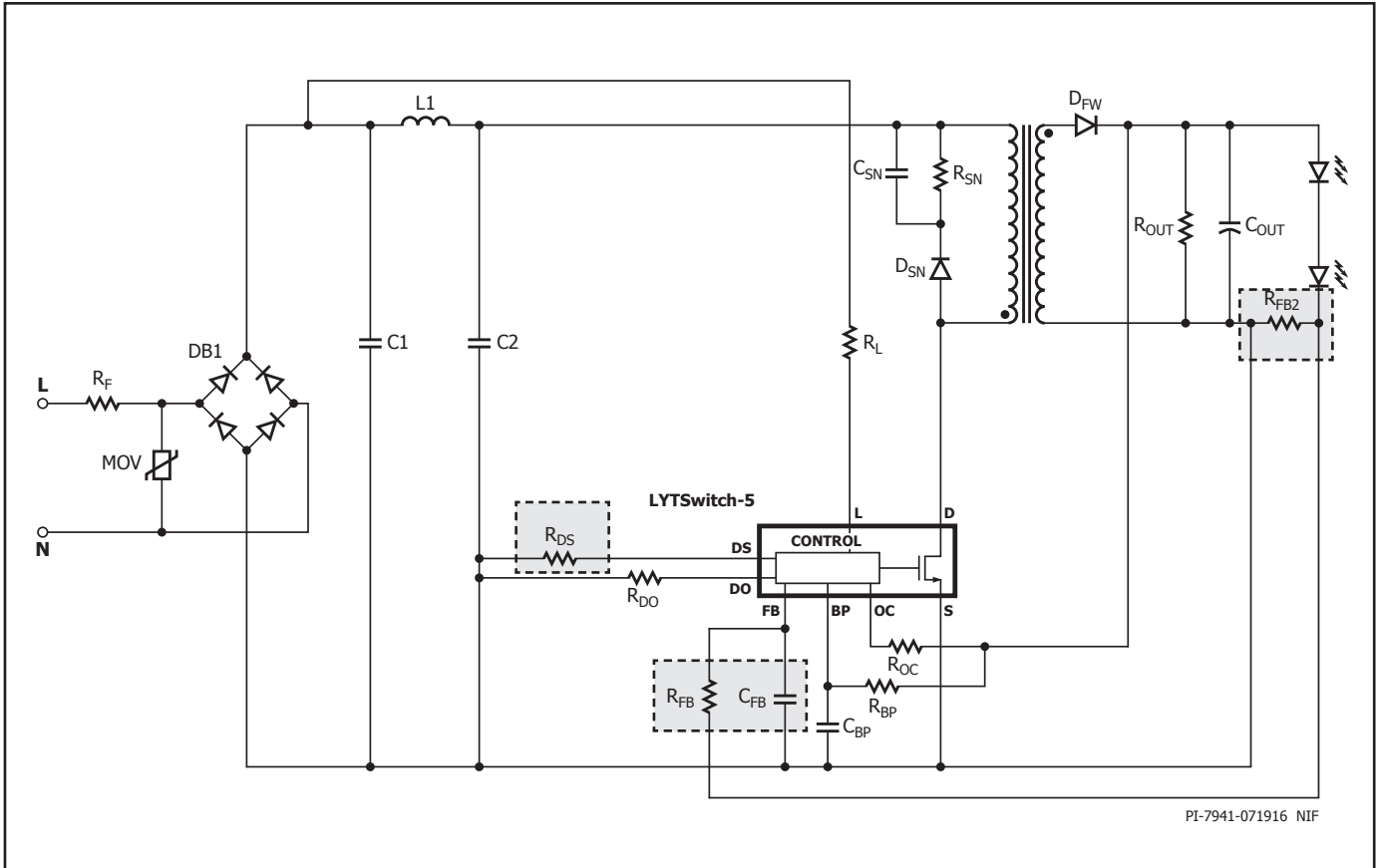


그림 7. 회로도에서는 벅-부스트 토폴로지를 사용한 출력 전류의 간접 센싱에 사용되는 R_{DS} , R_{DO} , R_{FB} 및 C_{FB} 가 표시됩니다



PI-7941-071916 NIF

그림 8. 회로도에서는 비절연 플라이백을 사용한 출력 전류의 직접 센싱에 사용되는 R_{DS} , R_{FB2} , R_{FB} 및 C_{FB} 가 표시됩니다

다른 토폴로지에 대해서는 부록 A의 회로도를 참조하십시오.

4단계: 인덕터 코어 및 구성 변수 입력 코어 유형, AE, LE, AL, VE, AW, BW

40	인덕터 코어/구성 변수 입력		
41	코어 유형	EFD15	EFD15
42	AE		15.00 mm ²
43	LE		34.00 mm
44	AL		700 nH/T ²
45	VE		510 mm ³
46	AW		19.03 mm ²
47	BW		8.85 mm

그림 9. 설계 스프레드시트의 인덕터 코어 및 구성 변수 입력

코어 유형 선택은 기본적으로 Auto로 설정됩니다. 스프레드시트는 자동으로 가장 작은 것을 선택하지만 출력 전력에 적합하며 일반적으로 사용되는 코어가 지정됩니다. 설계자가 다른 유형의 코어 사용을 선호하는 경우 PIXis 스프레드시트의 셀 코어 유형 [C41]의 드롭다운 메뉴에서 일반적인 코어 목록을 선택하거나 사용하려는 코어에 대한 파라미터를 직접 입력할 수 있습니다.

오버라이드 셀을 사용하여 셀 AE [C42], LE [C43], AL [C44], VE [C45], AW [C46] 및 BW [C47]에 코어 및 보빈 파라미터를 입력할 수 있습니다. 이는 목록에 없는 코어를 선호하거나 지정된 코어 또는 보빈 정보가 스프레드시트에 나온 정보와 다를 경우에 유용합니다.

5단계: 트랜스포머 설계 파라미터 입력

51	트랜스포머 설계 파라미터				
52	인덕턴스 파라미터				
53	INDUCTANCE	325		325 u-Henrys	인덕턴스의 일반 값
54	INDUCTOR_TOL	5		5 %	인덕턴스의 오차
55	INDUCTANCE_MIN			309 u-Henrys	인덕턴스의 최소 값
56	INDUCTANCE_MAX			341 u-Henrys	인덕턴스의 최대 값
57	N	121		121 Turns	인덕터 턴 수
58	ALG			22.20 nH/T ²	갭 코어 유효 인덕턴스
59	BM			2857 Gauss	최대 자속 밀도
60	BP			3822 Gauss	피크 자속 밀도
61	BAC			1429 Gauss	코어 손실 곡선에 대한 worst case AC 자속 밀도(0.5 × 피크 간)
62	LG			0.8 mm	코어 갭 길이
63	LAYERS_DESIRED			5 Dimensionless	필요한 인덕터 권선 레이어 수
64	LAYERS_ACTUAL			4.61 Dimensionless	실제 인덕터 권선 레이어 수
65	AWG			29 AWG	인덕터의 와이어 게이지
66	OD_INDUCTOR_INSULATED			0.337 mm	절연 포함 인덕터 권선 와이어의 외부 직경
67	OD_INDUCTOR_BARE			0.286 mm	절연 미포함 인덕터 권선 와이어의 외부 직경
68	IRMS_INDUCTOR			0.452 Amperes	인덕터의 권선을 통해 흐르는 최대 RMS 전류
69	CMA_INDUCTOR			280 Cmls/A	인덕터 권선 CMA
70	J_INDUCTOR			7.04 A/mm ²	인덕터 권선 전류 밀도
71	PRIMARY WINDING FILL FACTOR			72% Dimensionless	인덕터 권선으로 채워진 보빈 권폭 비율

그림 10. 트랜스포머 설계 파라미터 선택: 설계 스프레드시트의 인덕턴스 파라미터

인덕턴스 [E53]

메인 인덕터에 대한 타겟 정격 1차측 인덕턴스입니다. 비워둘 경우 스프레드시트가 전체 입력 범위에서 불연속 전류 모드를 보장하기 위해 VAC_MIN [E53]에 기반하여 인덕턴스를 계산합니다. 사용자는 셀 [C53]의 계산을 오버라이드하고 원하는 작동에 따라 인덕턴스를 최적화할 수 있습니다.

인덕터 오차 [E54], 최소 인덕턴스 [E55] 및 최대 인덕턴스 [E56]

양산 시 예상 인덕턴스 오차는 셀 [C54]에서 할당할 수 있습니다. 이 오차는 1차측 전류 및 작동 듀티 사이클에 대한 전기 파라미터의 worst case 계산에 사용됩니다.

인덕터 턴 수, N [E57]

메인 1차측 권선의 턴 수입니다. 스프레드시트는 예상 최대 자속 밀도, BM [E59] 및 worst case AC 자속 밀도 [E61]에 기반하여 턴 수를 자동으로 최적화합니다. 사용자는 필요한 조정을 위해 셀 [C57]에서 턴 수를 할당할 수 있습니다.

$$N = \text{INDUCTANCE}_{(MAX)} \times IP_{(MOSFET/BM)} \times A_E$$

갭 코어 유효 인덕턴스, ALG [E58]

ALG(nH/T²)는 트랜스포머의 인덕턴스를 설정하기 위한 코어의 양산에 사용됩니다. 트랜스포머 업체에서 정확한 코어 센터 에어 갭을 지정하는 데 사용됩니다. 코어를 중심으로 턴 수에 제공하여 얻은 인덕턴스 값입니다.

최대 작동 자속 밀도, BM [E59]

최대 작동 온도에서 정상 작동 중 코어 포화를 방지하기 위해 3300Gauss의 최대값을 권장합니다.

피크 자속 밀도, BP [E60]

코어 포화를 방지하기 위해 최대값 4200Gauss를 권장합니다. 피크 자속 밀도는 일반적으로 스타트 업 및/또는 출력 쇼트 동안 발생합니다. 피크 자속 밀도는 최대 디바이스 전류 제한에서 예측됩니다. 최대 부하

스타트 업 시 최고 주변 온도에서 코어 포화가 발생하지 않도록 확인하는 것이 중요합니다.

$$BP = \text{INDUCTANCE}_{(MAX)} \times I_{LIMIT(MAX)/N} \times A_E$$

AC 자속 밀도, BAC [E61]

일정한 상태 조건에서 특정 코어 재료 및 부피에 대한 코어 손실을 예측하는 데 사용되는 자속 밀도입니다. BAC = 0.5 × BM.

코어 갭 길이, LG [E62]

코어 재료 투자율(AL)에 기반하여 올바른 인덕턴스를 설정하기 위해 트랜스포머 양산에 사용되는 갭입니다.

Layers_Desired [E63] 및 Layers_Actual [E64]

트랜스포머 보빈에 맞추기 위한 마그네틱 와이어의 크기를 예측하는 데 사용되는 권선 레이어의 수입니다.

트랜스포머 와이어 상세, OD_Diameter_Insulated [E66]

절연 포함 와이어 외경은 지정된 1차측 턴 수(N), 보빈 폭(BW) 및 할당된 권선 레이어 수(L)에 와이어를 맞출 수 있는 최대 직경을 사용하여 계산됩니다.

인덕터 RMS 전류, IRMS_Inductor [E68]

RMS 전류를 사용하여 인덕터의 권선 동판 손실을 예측할 수 있습니다.

스프레드시트에서 제공되는 다른 유용한 마그네틱 파라미터는 다음과 같습니다.

OD_Inductor_Bare [E67], 절연 미포함 와이어 직경.

CMA_Inductor [E69], 인덕터 권선 유효 면적(Circular Mills area).

Current_Density [E70], 인덕터 권선 유효 전류 밀도.

1차측 권선 필 팩터 [E71], 공간이 충분하지 예측하기 위해 1차측 권선으로 채워지는 보빈 권폭 비율.

오버라이드 셀 [C53], [C54], [C57], [C63] 및 [C65]를 사용하여 원하는 파라미터를 입력할 수 있습니다.

6단계: 트랜스포머 바이어스 권선 및 바이어스 부품

바이어스 서플라이는 모든 입력 및 출력 조건에서 정상 작동을 위해 BYPASS 핀에 전류를 공급하고 레귤레이션을 위해 OC 핀에 피드백 정보를 제공하는 데 필요한 바이어스 전압입니다. 정류 다이오드는 설계 스프레드시트에 지정된 값(PIVBS [E77])보다 높은 정격 전압을 가진(일반적으로 200V 초과, 정격 전류 200mA 초과) 고속 또는 초고속 리커버리 유형의 다이오드일 수 있습니다. 1N4936 및 UF4004가 좋은 예입니다.

출력 정류기 최대 피크 역 전압, PIV_{BS} [E77]

최대 입력 전압에서 바이어스 다이오드 전체의 최대 스트레스 전압입니다.

$$PIV_{BS} = BIAS_{TURNS/N} \times VAC_{MAX} \times \sqrt{2} + BIAS$$

오버라이드 셀 [C74] 및 [C76]을 사용하여 VD_{BIAS} 및 V_{BIAS} 각각에 원하는 파라미터를 입력할 수 있습니다.

73	바이어스 권선 파라미터				
74	VD_BIAS		0.70	Volts DC	바이어스 권선 다이오드 순방향 전압 강화
75	BIAS_TURNS		21	Turns	바이어스 권선의 턴 수
76	VBIAS		12.0	Volts DC	바이어스 전압. 최소 VO 및 VACMAX에서 성능 확인
77	PIVBS		77.0	Volts DC	출력 정류기 최대 피크 역 전압(VACMAX에서 계산)
78	CBIAS		22.0	u-Farads	바이어스 권선 정류 커패시터
79	RBP		6.36	k-Ohms	BP 핀에 공급하는 데 필요한 1mA 전류를 가정한 바이어스 서플라이 저항
80	CBP		2.2	u-Farads	최소 BP 핀 커패시턴스

그림 11. 설계 스프레드시트의 트랜스포머 바이어스 권선 파라미터

바이어스 다이오드 순방향 전압 강화, VD_BIAS [E74]

바이어스 정류 다이오드에 대해 일반적인 순방향 전압 강화 기본값인 0.7V입니다.

바이어스 권선 턴 수, BIAS_{TURNS} [E75]

선택된 바이어스 전압 및 출력 전압에 기반하여 계산한 바이어스 권선의 턴 수입니다.

$$BIAS_{TURNS} = (V_{BIAS} + VD_{BIAS}) / (V_O + VF_{DIODE}) \times N$$

바이어스 전압, V_{BIAS} [E76]

기본값은 12V이며 이는 바이어스에 대한 전압 공급이 IC를 지원할 수 있는 최소값입니다. 과도한 전압 리플은 권장되지 않습니다. ○최소 10µF 전해 커패시터 필터를 사용해야 하며 세라믹 유형 커패시터를 사용하는 경우 커패시터 유형의 매우 큰 오차를 고려하여 22 µF 값이 권장됩니다.

더 넓은 범위의 LED 전압 작동이 필요한 설계의 경우에는 더 낮은 LED 전압으로 정밀한 레귤레이션을 유지하기 위해 바이어스 전압을 20V로 늘리는 것이 좋습니다.

단계: 7 2차측 출력 다이오드 파라미터

출력 정류에 초고속 다이오드를 사용합니다. 더 높은 효율을 위해 권장되는 다이오드 정격은 출력 전류의 2배입니다(즉, $2x I_O < I_{AVG(DIODE)}$).

출력 다이오드 전압 강화, VF_DIODE [E85]

출력 다이오드의 평균 순방향 전압 강화를 입력합니다. PN 다이오드의 경우 0.7V를 사용하십시오. 이 다이오드에 대한 순방향 전력 손실은 $I_O \times V_f$ 로 예측합니다.

출력 다이오드 RMS 전류, IRMS_DIODE [E86]

다이오드를 통한 RMS 전류를 계산하여 인덕터의 동판 손실을 계산하는 데 사용할 수 있습니다.

출력 다이오드 피크 전류, IP_DIODE [E87]

출력 다이오드의 피크 전류는 사용자에게 다이오드 정격 전류 및 패키지 크기 선택을 안내하기 위해 worst case에서 계산됩니다.

피크 다이오드 역 전압, PIV_DIODE [E88]

출력 다이오드의 전압 정격을 선택할 때 이 파라미터를 사용합니다. worst case 피크 역 전압은 worst case인 오픈 부하 상태에서 계산됩니다. 백-부스트의 경우:

$$PIV_{DIODE} = VAC_{MAX} \times \sqrt{2} + VO_{MAX}$$

84	2차측 다이오드 파라미터				
85	VF_DIODE		0.7	Volts DC	출력 다이오드 순방향 전압 강화
86	IRMS_DIODE		0.375	Amperes	LP_MIN, VACMIN 및 PO_MAX에서 다이오드 RMS 전류
87	IP_DIODE		1.520	Amperes	LP_MIN, VACMAX 및 PO_MAX에서 다이오드 피크 전류
88	PIV_DIODE		506.0	Volts DC	출력 다이오드의 VO_MAX에서 피크 역 전압

그림 12. 설계 스프레드시트의 2차측 다이오드 파라미터

8단계: 미세 조정을 사용한 피드백 및 보호 파라미터

이 섹션에서는 사용자가 목표 출력 전류를 달성하기 위해 설계에 사용할 외부 부품을 선택할 수 있게 안내합니다. 섹션을 비워 두면 프로토타입에 초기값 사용이 권장됩니다. 프로토타입이 만들어지면 오버라이드 셀 [C93], [C96], [C98], [C99] 및 [C101]을 사용하여 출력 전류를 미세 조정할 수 있습니다.

낮은 ESR 세라믹 유형 커패시터를 권장합니다. 알루미늄 전해 커패시터는 크기, 비용, 상대적으로 높은 ESR 및 높은 커패시턴스 오차 때문에 권장하지 않습니다.

실제 바이어스 전압, VBIAS_MEASURED [E98]

출력 전류 미세 조정을 위해 실제 바이어스 전압을 입력합니다. 트랜스포머의 누설 인덕턴스로 인해 실제 값은 계산된 값과 크게 다를 수 있습니다.

92	미세 조정을 사용한 피드백 및 보호 파라미터				
93	RL		3.74	M-Ohms	표준(E96/1%) L 핀 저항
94	OVP_LINE		317.3	Volts RMS	사용되는 실제 L 핀 저항에 기반한 라인 과전압
95	RDC_THEORETICAL		2.84	Ohms	이론적 DS 핀 센싱 저항
96	RDC		2.87	Ohms	표준(E96/1%) DS 핀 센싱 저항
97	CDC		10.0	u-Farads	DS 핀 센싱 저항과 병렬로 연결된 표준 커패시터
98	VBIAS_MEASURED		12.0	Volts DC	측정된 실제 바이어스 전압(바이어스 커패시터용)
99	VO_MEASURED		75.0	Volts DC	측정된 실제 부하 전압
100	ROC		100.0	k-Ohms	표준(E96/1%) OC 핀 저항
101	IO_ACTUAL		160.0	m-Amperes	확인된 실제 출력 전류
102	RFB_THEORETICAL		41.8	k-Ohms	RDS, ROVP 및 RL의 표준 값을 사용하여 계산한 RFB의 값
103	RFB		42.2	k-Ohms	표준(E96/1%) F 핀 저항
104	CFB		150.0	n-Farads	F 핀에 연결된 표준 커패시터

그림 13. 설계 스프레드시트의 미세 조정을 사용한 피드백 및 보호 파라미터

입력 센싱 저항, RL [E93]

입력 센싱 저항은 레귤레이션을 위한 라인 보정, 디밍의 위상각 측정, 라인 입력 과전압 감지에 사용됩니다. 정확한 출력 전류 레귤레이션 및 정확한 라인 측정을 위해서는 오차 1%의 저항이 권장됩니다. 또한 하인 애플리케이션에는 2-1206 또는 2-1/4W 패키지 저항을, 로우 라인 애플리케이션에는 1-1206 또는 1-1/4W를 사용하는 것이 좋습니다.

$$R_L = VAC_{MAX} \times \sqrt{2} / I_{LOV}$$

라인 과전압, OVP_LINE [E94]

라인 서지 또는 펄스로부터 보호합니다. 기준점(Threshold)에 도달하면 장치가 오토 리스타트에 들어갑니다. 스프레드시트는 OVP에 해당하는 RMS 입력 전압을 계산합니다.

$$OVP_{LINE} = R_L \times I_{LOV+} \times \sqrt{2}$$

참고:

I_{LOV+} : 데이터 시트에서 120µA의 일반값에서 입력 과전압에 대한 기준 전류(Threshold)입니다.

이론적인 드레인 전류 센싱 저항, RDC_THEORETICAL [E95]

드레인 전류 센싱에 사용할 이상적인 저항 값이 계산됩니다. 저항에서의 전압 강하는 DS 핀을 통해 감지되며 이 센싱 저항에서 권장되는 평균 전압 강하는 200mV입니다.

표준 드레인 전류 센싱 저항, RDC [E96]

출력을 중앙으로 맞추고 비용 및 공간 절약을 위해 다른 저항을 병렬로 연결할 필요성을 줄이도록 RDC_THEORETICAL에 가장 가까운 표준 1% 저항 값을 식별합니다(그림 8).

드레인 전류 센싱 저항의 커패시턴스, CDC [E97]

센싱 저항의 IRMS 전력 소모를 줄이기 위해 스위칭 드레인 전류를 필터링하는 드레인 전류 센싱 저항(RDC)의 커패시터(CDC)입니다.

실제 출력 전압, VO_MEASURED [E99]

출력 전류 미세 조정을 위해 LED 부하 시 실제 출력 전압을 입력합니다.

출력 전류 보정 저항, ROC [E100]

부하 변동, 출력 과전압 보호 및 출력 쇼트는 보정 저항(ROC)을 통한 바이어스 전압으로 모니터링됩니다. 스프레드시트는 이 저항을 실제 바이어스 전압에 기반하여 계산합니다(VBIAS_MEASURED). 정밀한 출력 전류 오차를 위해 이 위치에서 1%의 오차 저항을 권장합니다.

실제 출력 전류, IO_ACTUAL [E101]

외부 부품의 미세 조정을 위해 측정된 실제 전류를 입력하여 출력을 원하는 레벨에 맞춥니다.

이론적 피드백 저항, RFB_THEORETICAL [E102]

스프레드시트는 측정된 실제 출력 전류를 기반으로 출력 전류를 설정하기 위한 정확한 피드백 저항을 계산합니다.

피드백 저항, RFB [E103]

스프레드시트는 원하는 전류를 얻기 위해 부품을 병렬 배치하는 상황을 피하기 위해 RFB에 사용할 가장 근접한 하나의 저항을 결정합니다. 하지만 애플리케이션에서 정밀한 출력 전류 오차를 요구하는 경우 RFB_THEORETICAL로 계산된 저항을 사용하십시오.

피드백 필터 커패시턴스, CFB [E104]

신호를 FEEDBACK 핀의 원하는 전압 레벨로 평균화하기 위한 피드백 전류의 필터 커패시턴스입니다. 원하는 시정수는 정밀한 전류 레귤레이션으로 안정적인 동작을 유지하기 위해 3ms ~ 6ms 범위에 속합니다.

$$t_C = C_{FB} \times R_{FB}$$

다른 토폴로지에 대한 PIXIS 설계 스프레드시트는 PI 웹 사이트 (<https://pixpertonline.power.com/site/login>)에서 사용할 수 있습니다.

개정	참고	날짜
A	최초 출시	7/16

최신 업데이트에 대한 자세한 내용은 당사 웹사이트를 참고하십시오. www.power.com

Power Integrations는 안정성 또는 생산성 향상을 위하여 언제든지 당사 제품을 변경할 수 있는 권한이 있습니다. Power Integrations는 본 문서에서 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 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 Power Integrations에서 출원 중인 미국 및 해외 특허에 포함될 수 있습니다. Power Integrations의 전체 특허 목록은 www.power.com에서 확인할 수 있습니다. Power Integrations는 고객에게 <http://www.power.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)수명을 지원 또는 유지하거나 (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, 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 고유의 자산입니다. ©2016, Power Integrations, Inc.

Power Integrations 전 세계 판매 지원 지역

<p>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 전자 메일: usasales@power.com</p> <p>중국(상하이) Rm 2410, Charity Plaza, No. 88 North Caoxi Road Shanghai, PRC 200030 전화: +86-21-6354-6323 팩스: +86-21-6354-6325 전자 메일: chinasales@power.com</p> <p>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 전자 메일: chinasales@power.com</p>	<p>독일 Lindwurmstrasse 114 80337 Munich Germany 전화: +49-895-527-39110 팩스: +49-895-527-39200 전자 메일: eurosales@power.com</p> <p>독일 HellwegForum 1 59469 Ense Germany 전화: +49-2938-64-39990 e-mail: igbt-driver.sales@power.com</p> <p>인도 #1, 14th Main Road Vasanthanagar Bangalore-560052 India 전화: +91-80-4113-8020 팩스: +91-80-4113-8023 전자 메일: indiasales@power.com</p>	<p>이탈리아 Via Milanese 20, 3rd. Fl. 20099 Sesto San Giovanni (MI) Italy 전화: +39-024-550-8701 팩스: +39-028-928-6009 전자 메일: eurosales@power.com</p> <p>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 전자 메일: japansales@power.com</p> <p>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 전자 메일: koreasales@power.com</p>	<p>싱가포르 51 Newton Road #19-01/05 Goldhill Plaza Singapore, 308900 전화: +65-6358-2160 팩스: +65-6358-2015 전자 메일: singaporesales@power.com</p> <p>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 전자 메일: taiwansales@power.com</p> <p>영국 Cambridge Semiconductor, a Power Integrations company Westbrook Centre, Block 5, 2nd Floor Milton Road Cambridge CB4 1YG 전화: +44 (0) 1223-446483 전자 메일: eurosales@power.com</p>
--	--	---	--