

デザイン例レポート

タイトル	LYTSwitch™-4 LYT4312E を使用した 8 W 力率改善回路搭載、トライアック調光機能付き、非絶縁降圧型 LED ドライバ
仕様	90 VAC ~ 132 VAC 入力; 出力 36 V _{TYPICAL} 、230 mA
アプリケーション	BR30 ランプ置き換え用
作成者	アプリケーション技術部門
ドキュメント番号	DER-359
日付	2013 年 7 月 17 日
改訂	1.0

概要と機能

- ワンコンバータ型 PFC を搭載、高精度な定電流出力
- 低コスト、少ない部品点数、基板上の実装面積が小さいソリューション
- 高効率、120 VAC 入力時で 85 % 以上
- 素早い点灯 (250 ms 未満) – 知覚可能な遅延無し
- 内蔵保護機能と高い信頼性
 - 無負荷時の保護/確かな短絡保護
 - ヒステリシスを十分確保した自動復帰タイプ過熱保護機能により部品と基板を保護
 - 入力停止時、起動時共に損傷を受けない
- 120 VAC 入力時の力率が 0.97 以上
- 120 VAC 入力時の %A THD が 15% 以下
- 動作温度の拡大に対応する出力電流のサーマルフォールドバック オプション
- リング ウェーブ (IEC 2.5 kV)、ディファレンシャル モード入力サージ (500 V)、及び伝導 EMI EN55015 に適合

特許情報

Power Integrations

5245 Hellyer Avenue, San Jose, CA 95138 USA.

Tel: +1 408 414 9200 Fax: +1 408 414 9201

www.powerint.com

ここで提示した製品及びアプリケーション (製品の外付け周辺回路及びトランス構造も含む) は、米国及び他国の特許の対象である場合があります。また、Power Integrations に譲渡された米国及び他国の出願中特許の対象である場合があります。Power Integrations の持つ特許の全リストは、www.powerint.com に掲載されています。Power Integrations は、<<http://www.powerint.com/ip.htm>> に定めるところに従って、特定の特許権に基づくライセンスを顧客に許諾します。



目次

1	はじめに	5
2	電源仕様	7
3	回路図	8
4	回路の説明	9
4.1	入力部	9
4.2	ダンパー部	9
4.3	LYTSwitch-4 デバイスを使用した降圧型	10
4.4	出力フィードバック	10
4.5	負荷オープン時の保護	10
4.6	過負荷及び短絡保護	10
4.7	調光率プログラミングのアクティブ ダミー負荷	10
4.8	出力電流サーマル フォールドバック	11
5	PCB レイアウト及び概略図	12
6	実装した PCB	13
7	部品表	14
8	インダクタの仕様	16
8.1	回路図	16
8.2	電気仕様	16
8.3	材料	16
8.4	インダクタの構造図	17
8.5	インダクタ製造仕様	17
9	インダクタの設計計算シート	18
10	性能データ	20
10.1	アクティブモード効率	21
10.2	入力レギュレーション	22
10.3	力率	23
10.4	%THD	24
10.5	高調波成分	25
10.6	高調波測定	26
10.7	調光特性	27
10.8	ユニットと調光器の互換性	30
11	熱特性	32
12	波形	34
12.1	通常動作時のドレイン電圧とドレイン電流	34
12.2	ドレイン電圧及び電流起動プロファイル	34
12.3	出力電圧起動プロファイル	35
12.4	入力及び出力電圧ならびに電流プロファイル	35
12.5	ドレイン電圧及び電流プロファイル:通常動作から出力短絡	36
12.6	ドレイン電圧及び電流プロファイル:出力短絡状態での起動	37



12.7	無負荷時の動作.....	37
12.8	AC サイクル	38
12.9	調光サンプル波形	39
12.10	入力サージの波形.....	40
12.10.1	ディファレンシャル モード入力サージ.....	40
12.10.2	ディファレンシャル モード リング サージ	40
13	入力サージ	41
14	伝導 EMI	42
14.1	機器.....	42
14.2	EMI 試験のセットアップ	42
14.3	EMI 試験結果.....	43
15	改訂履歴.....	45

重要なお知らせ:

この電源は非絶縁型 LED ドライバの安全要件を満たすよう設計されていますが、評価プロトタイプは認証機関の承認を得られていません。従って、すべての試験は、プロトタイプ電源に絶縁トランスを使用して、AC 入力を供給する必要があります。



1 はじめに

このドキュメントは、LYTSwitch-4 ファミリー デバイスの LYT4312E を使用した、非絶縁極性反転型 LED ドライバ (電源) に関する技術レポートです。

DER-359 は 8 W の調光が可能な単出力定電流タイプ電源です。

本設計における主な目標は、発光性能の向上と小型化を図るために効率を高めることです。これによりドライバを BR30 サイズのランプに収めることができ、量産用の設計にできるだけ近いものとすることができました。

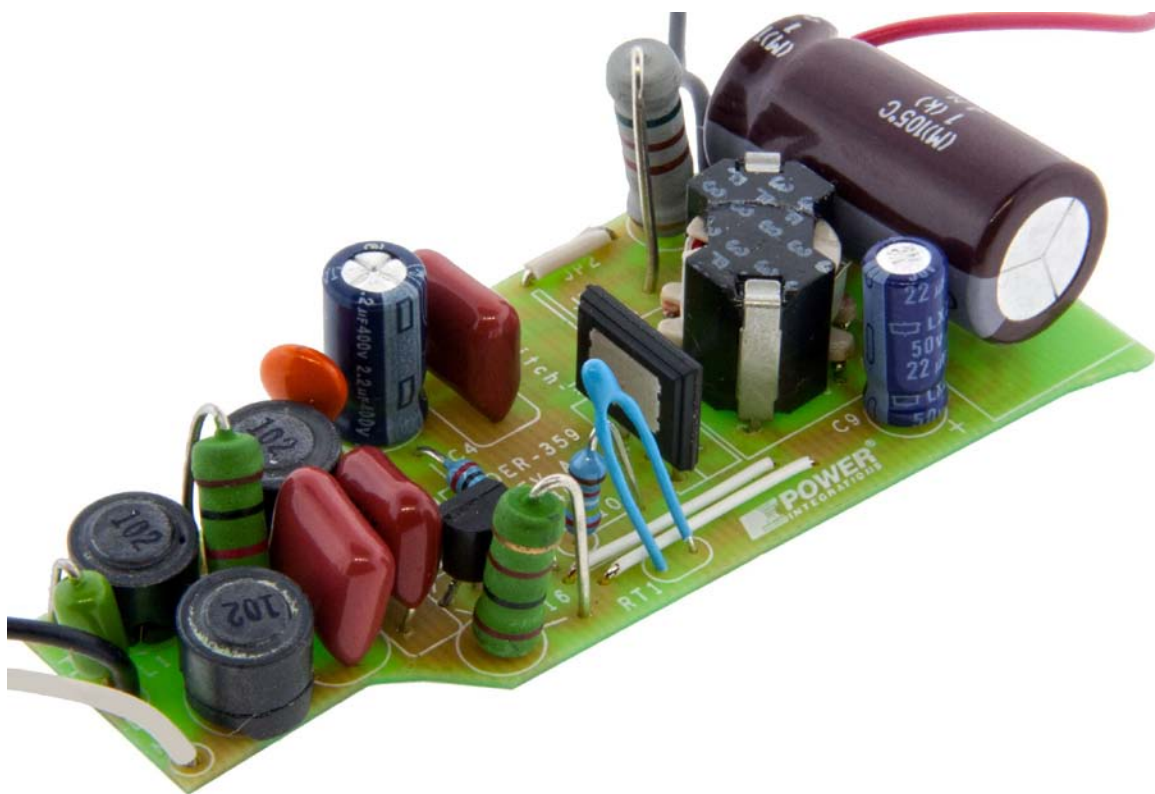


Figure 1 – LED Driver Assembly.

基板は、低 AC 入力電圧範囲 (90 ~ 132 VAC、47 ~ 63 Hz) で動作するように最適化されています。LYTSwitch-4 IC をベースとした設計により、世界各国の規制要件に問題なく適合する高い力率 (0.97 超) が実現できます。

基板の形状は、標準的な BR30 LED 置換照明の要件を満たしています。出力は非絶縁型であり、電源と LED 負荷の出力をユーザーから絶縁するための筐体構造に対応する必要があります。

このドキュメントには、電源仕様書、回路図、部品表、トランス資料、基板レイアウト、設計計算シート及び性能データが記載されています。



2 電源仕様

次の表は、設計の仕様概要です。実際の性能は、「性能データ」のセクションを参照してください。

概要	記号	最小	標準	最大	単位	コメント	
入力							
入力電圧	V_{IN}	90	120	132	VAC	2 ワイヤ - P.E. 無し 120 VAC 時	
周波数	f_{LINE}	47	50/60	63	Hz		
力率		0.97					
%ATHD				12			
出力							
出力電圧	V_{OUT}	33	36	39	V	120 VAC 時	
出力電流	I_{OUT}	218.5	230	241.5	mA		
出力電力の合計							
連続出力電力	P_{OUT}		8		W		
効率							
定格	η		85		%	P_{OUT} 25 °C、 120 VAC で測定	
環境							
伝導 EMI		CISPR22B/EN55015 に適合					1.2/50 μ s サージ、IEC 1000-4-5、 直列インピーダンス: ディファレンシャル モード: 2 Ω 2 Ω 短絡 直列インピーダンス
入力サージ ディファレンシャル モード (L1-L2)			500		V		
リング ウェーブ (100 kHz) ディファレンシャル モード (L1-L2)			2.5		kV		



3 回路図

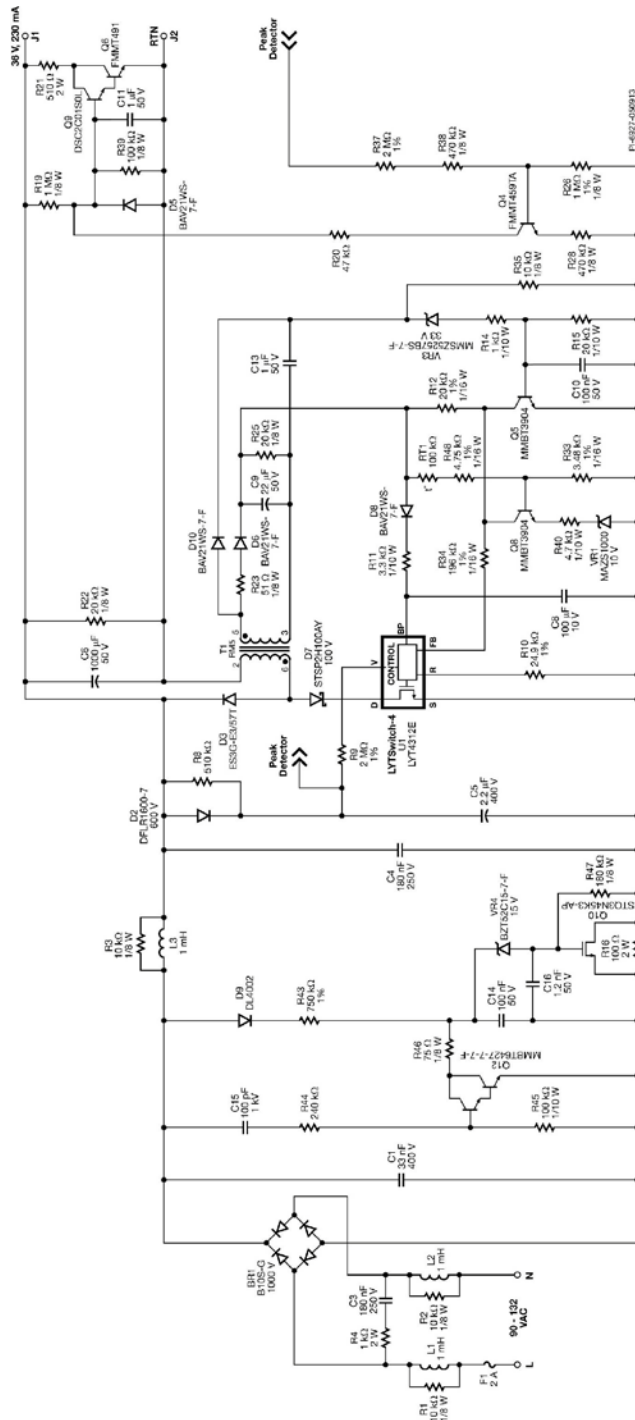


Figure 2 – Schematic for 36 V, 230 mA BR30 Replacement Lamp.

注:R33 は、最終設計において、サーマル フォールドバック特性の調整用です。



4 回路の説明

LYTSwitch-4 (U1) ファミリーは LED ドライバ アプリケーションでの使用を目的として、多くの機能を内蔵した電源 IC です。LYTSwitch-4 IC は、標準的な LED ドライバ アプリケーションで想定される様々な出力電圧及び幅広い入力電圧 (90 ~ 132 VAC) 範囲で出力電流を制御しながら、ワンコンバータ型で高力率を実現します。この IC には、これらの機能を提供するすべての制御回路に加え、高耐圧パワー MOSFET が搭載されています。

4.1 入力部

ヒューズ F1 は部品異常から保護します。入力サージにより誤って切れるのを防止するために、高速の 2 A 定格が必要でした。効率は低下しますが、ヒューズをヒューズ抵抗 (2 W、3.3 Ω) で置き換えることによりコストを削減することができます。

AC 入力は、十分な力率と THD を達成するために、BR1 によって全波整流されます。

ディファレンシャル モード チョーク L1 及び L2 はブリッジ整流器のスイッチングを含むノイズを押さえるフロント エンド EMI フィルタです。RC ブリーダー R4 及び C3 は通常動作時にトライアック回路を補助するためブリッジの前に配置しています。抵抗 R1 及び R2 は必要に応じて EMI フィルタの共振を減衰します。システム レベルのアプリケーションにおいて、ラジエーション EMI のスペクトルに大きなマージンがある場合は R1 及び R2 を省いてください。

コンデンサ C1、C4 及びディファレンシャル モード チョーク L3 はブリッジの後にある EMI フィルタを形成しています。高い力率を維持するためフィルタの容量は制限されています。この入力 π フィルタ ネットワークと LYTSwitch-4 の周波数ジッタリング機能により、クラス B のエミッション規格への準拠が可能になります。抵抗 R3 は必要に応じて EMI フィルタの共振を減衰します。これによりシステム (ドライバと筐体) 内において EMI スペクトルを計測した際にピークが発生するのを防ぎます。コンデンサ C1 の 33 nF という最小容量値は、入力サージ時に BR1 にかかる電圧ストレスを防ぐために必要です。

4.2 ダンパー部

この設計では高い効率、調光器との優れた互換性、入力サージ保護及び熱管理を実現するため PI 独自のアクティブ ダンパー回路が使用されています。RC カットオフ周波数フィルタ C15 及び R44 は調光時に Q12 にバイアスをかけられるよう 140 Hz 以上で対応するように調整されています。Q12 は、調光器がある場合半入力サイクルごとに C14 の電圧を放電します。

トランジスタ Q10 は高効率を保つため、非調光動作時は通常オンになっています。Q10 のゲートには分割回路 R43、VR4、R47 を通してバイアスがかけられ、C14 及び C16 によってフィルタがかけられます。非調光動作時には C14 の電位は放電されないため、Q10 のゲートに継続的にバイアスがかけられます。



調光時には、入力整流コンデンサ及び EMI フィルタによって発生する突入電流を減衰させるため、入力電流の初期スパイク発生時に Q10 はオフのままになります。その後、Q10 が調光動作中に線形に動作するよう、R47 及び同じ容量を持つ C14 及び C16 がタイミングを調整します。

デファレンシャル モード入力サージ及び入力の変動が発生すると Q12 は Q10 をオフにし、異常状態の U1 への部品ストレスを抑えます。

4.3 LYTSwitch-4 デバイスを使用した降圧型

極性反転型のパワー伝送部は、U1 (電源スイッチと制御)、D3 (フリーホイーリング ダイオード)、C6 (出力コンデンサ)、及び T1 (インダクタ) で構成されます。ダイオード D7 は、U1 のドレインソース間、特に入力電圧のゼロクロス付近でマイナス電圧が発生するのを防ぐために使用されています。バイパス コンデンサ C8 は U1 の内部電源となり、起動時の MOSFET オフ時にドレイン経路で充電され、より高い効率性および調光機能のためにフライバック動作時に D6 の整流および C9 のフィルタリングによってインダクタの追加巻線で電源が供給されます。抵抗 R23 は、整流時の電圧リングを制限するために使用します。

4.4 出力フィードバック

バイアス巻線電圧は、二次側フィードバック部品無しで出力電圧を間接的に検出するために使用されます。バイアス巻線の電圧は、出力電圧 (バイアス巻線と二次巻線の巻線比率によって設定されます) に比例します。抵抗 R12 及び R34 は、バイアス電圧を電流に変換し、この電流が U1 の FEEDBACK (FB) ピンに供給されます。U1 内の内部エンジンは、FB ピン電流、VOLTAGE MONITOR (V) ピン電流、及び内部ドレイン電流の情報を組み合わせて、高い入力力率を維持しながら定出力電流特性を提供します。

4.5 負荷オープン時の保護

電源はLED 負荷分離異常に対して保護されます (生産時など)。コントローラは自動起動モードで作動し、出力電圧の制限によって (インダクタの補助巻線、D10 の整流および C13 のピークフィルタリングからの跳ね返り電圧により検出)、電源の顕著な故障を防ぎます。Q5 がオンになりツェナー ダイオード VR3 が過電圧保護動作となる場合、ユニットはオートリスタートに入ります。

4.6 過負荷及び短絡保護

サンプルは、一次側カレント リミットによって過負荷および短絡に対して保護されます。短絡時には、プライマリ電流がカレント リミットに達するまで蓄積します。詳しくは、短絡の波形を参照してください。

4.7 調光率プログラミングのアクティブ ダミー負荷

擬似位相検出アクティブ ダミー負荷を使用して調光率を設定できます。PI 独自の回路 (R21、R19、R20、R26、R39、R28、R37、R38、D5、Q9、Q6、Q4) は、効率を高めるため非調光動作時は動作停止(電力の消費無し) になっています。ピーク検出回路から調光中導に通角 70°



以下でリニアにアクティブ化します。トランジスタ Q9 及び Q6 はリニアにバイアスがかけられており、R21 を通して出力電流補正の適正レベルに達するまでの電力損失を分担しています。Q9 及び Q6 に最大限にまでバイアスがかけられ、R21 の抵抗によって電流が制限されている状態が最大補正となります。

4.8 出力電流サーマル フォールドバック

このデザイン例には、出力電流サーマル フォールドバック特性を有効化するオプションの回路があります。これにより動作できる周囲温度を拡張し、過熱保護スレッショホールドを超えるのを防ぐことができます。この回路はサーミスタ RT1、R48、R33、R40、Q8、VR1 によって構成されています。Q8 のコレクタは U1 の FB ピンからの電流の一部を吸い込み、LED ドライバの出力電流を低下させます。吸い込み電流は LED ドライバの内部周囲温度に比例します。内部温度が上昇するにつれて吸い込み電流も増加するため出力電流が減少します。電流吸い込み動作は、R33 が 11 k Ω の場合、U1 が 110 $^{\circ}\text{C}$ 前後になると始まります。抵抗 R33 を調整して希望のフォールドバックレベルに設定することができます。



6 実装した PCB

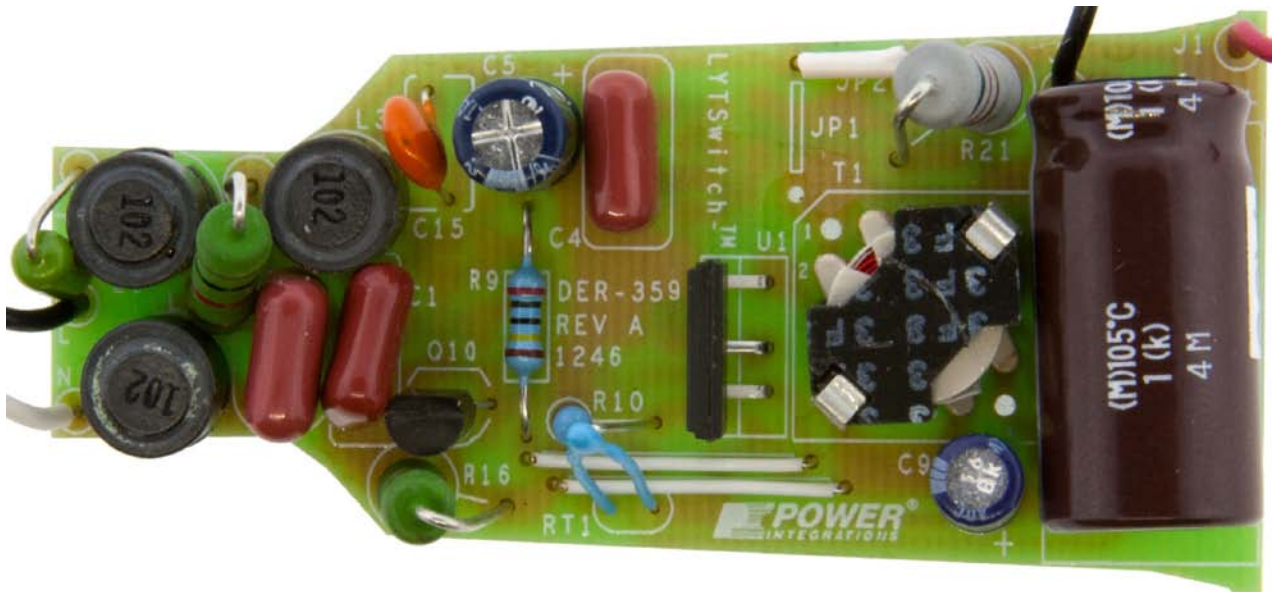


Figure 5 – Populated Circuit Board (Top Side). L: 2.79" [70.7 mm] x W 1.33" [33.7 mm].

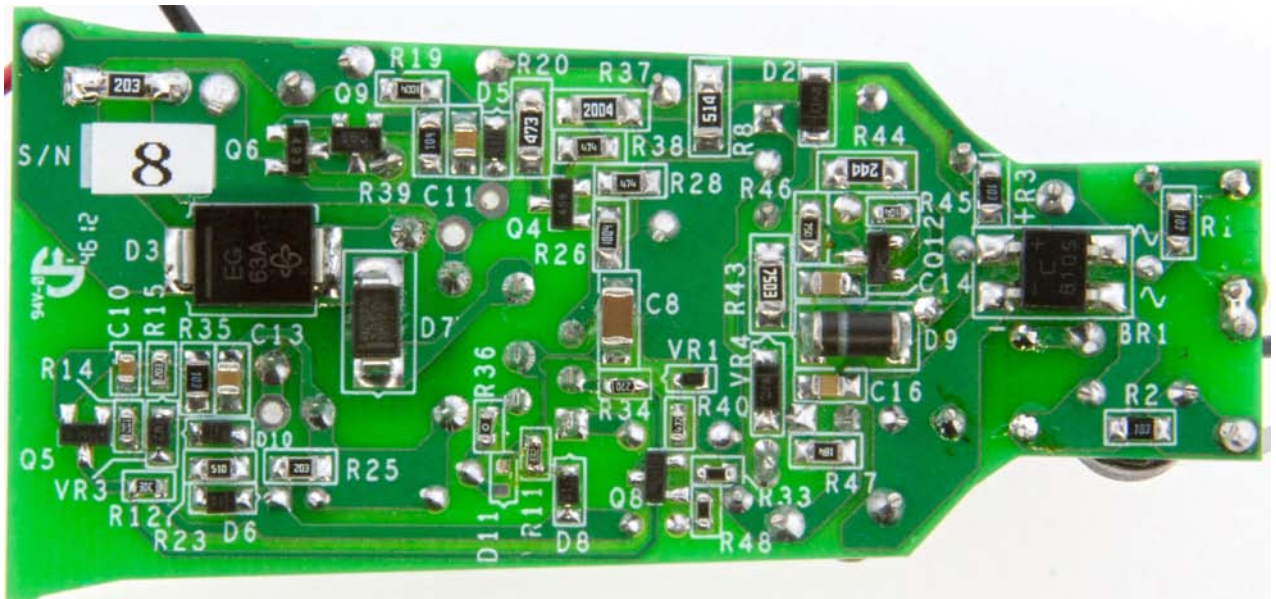


Figure 6 – Populated Circuit Board (Bottom Side).



7 部品表

Item	Qty	Ref Des	Description	Mfg Part Number	Manufacturer
1	1	BR1	1000 V, 0.8 A, Bridge Rectifier, SMD, MBS-1, 4-SOIC	B10S-G	Comchip
2	1	C1	33 nF, 400 V, Film	ECQ-E4333KF	Panasonic
3	2	C3 C4	180 nF, 250 V, Film	ECQ-E2184KB	Panasonic
4	1	C5	2.2 μ F, 400 V, Electrolytic, (6.3 x 11)	TAB2GM2R2E110	Ltec
5	1	C6	1000 μ F, 50 V, Electrolytic, Gen. Purpose, (12.5 x 25)	EKMG500ELL102MK25S	Nippon Chemi-Con
6	1	C8	100 μ F, 10 V, Ceramic, X5R, 1206	C3216X5R1A107M	TDK
7	1	C9	22 μ F, 50 V, Electrolytic, (5 x 11)	UPW1H220MDD	Nichicon
8	1	C10	100 nF 50 V, Ceramic, X7R, 0603	C1608X7R1H104K	TDK
9	2	C11 C13	1 μ F, 50 V, Ceramic, X5R, 0805	08055D105KAT2A	AVX
10	1	C14	100 nF, 50 V, Ceramic, X7R, 0805	CC0805KRX7R9BB104	Yageo
11	1	C15	100 pF, 1 kV, Disc Ceramic	562R5GAT10	Vishay
12	1	C16	1.2 nF, 50 V, Ceramic, X7R, 0805	08055C122KAT2A	AVX Corp
13	1	D2	600 V, 1 A, Rectifier, Glass Passivated, POWERD1123	DFLR1600-7	Diodes, Inc.
14	1	D3	Diode ultrafast 400 V 3 A, DO-214AB	ES3G-E3/57T	Vishay
15	4	D5 D6 D8 D10	250 V, 0.2 A, Fast Switching, 50 ns, SOD-323	BAV21WS-7-F	Diodes, Inc.
16	1	D7	100 V, 2 A, Schottky, SMA	STPS2H100AY	ST Micro
17	1	D9	100 V, 1 A, Rectifier, Glass Passivated, DO-213AA (MELF)	DL4002-13-F	Diodes, Inc.
18	1	F1	Fuse, Pico, 2 A, 250V, Fast, Axial	0263002.MXL	Littlefuse Inc.
19	3	L1 L2 L3	1 mH, 0.23 A, Ferrite Core	CTSCH875DF-102K	CT Parts
20	1	Q4	NPN, Small Signal BJT, 450 V, 0.5 A, 150 MA, SOT-23	FMMT459TA	Diodes, Inc.
21	2	Q5 Q8	NPN, Small Signal BJT, 40 V, 0.2 A, SOT-23	MMBT3904LT1G	On Semi
22	1	Q6	NPN, 60 V 1000 MA, SOT-23	FMMT491TA	Zetex
23	1	Q9	NPN, 100 V, 20 MA, SOT23-3	DSC2C01S0L	Panasonic
24	1	Q10	450 V, 0.6 A, 3.8 Ω , N-Channel, TO-92	STQ3N45K3-AP	ST Micro
25	1	Q12	NPN, DARL NPN 40V SMD SOT23-3	MMBT6427-7-F	Diodes, Inc.
26	4	R1 R2 R3 R35	10 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ103V	Panasonic
27	1	R4	1.0 k Ω , 5%, 2 W, Metal Oxide	RSMF2JT1K00	Stackpole
28	1	R8	510 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ514V	Panasonic
29	1	R9	2.00 M Ω , 1%, 1/4 W, Metal Film	RNF14FTD2M00	Stackpole
30	1	R10	24.9 k Ω , 1%, 1/4 W, Metal Film	MFR-25FBF-24K9	Yageo
31	1	R11	3.3 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ332V	Panasonic
32	1	R12	20 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF2002V	Panasonic
33	1	R14	1 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ102V	Panasonic
34	1	R15	20 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ203V	Panasonic
35	1	R16	100 Ω , 5%, 2 W, Metal Oxide	RSMF2JT100R	Stackpole
36	1	R19	1 M Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ105V	Panasonic
37	1	R20	47 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ473V	Panasonic
38	1	R21	510 Ω , 5%, 2 W, Metal Oxide	RSF200JB-510R	Yageo
39	2	R22 R25	20 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ203V	Panasonic
40	1	R23	51 Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ510V	Panasonic
41	1	R26	1 M Ω , 1%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6ENF1004V	Panasonic
42	2	R28 R38	470 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ474V	Panasonic
43	1	R33	3.48 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF3481V	Panasonic



Item	Qty	Ref Des	Description	Mfg Part Number	Manufacturer
44	1	R34	196 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF1963V	Panasonic
45	1	R37	2.00 M Ω , 1%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8ENF2004V	Panasonic
46	1	R39	100 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ104V	Panasonic
47	1	R40	4.7 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ472V	Panasonic
48	1	R43	750 k Ω , 1%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8ENF7503V	Panasonic
49	1	R44	240 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ244V	Panasonic
50	1	R45	100 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ104V	Panasonic
51	1	R46	75 Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ750V	Panasonic
52	1	R47	180 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ184V	Panasonic
53	1	R48	4.75 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF4751V	Panasonic
54	1	RT1	NTC Thermistor, 100 k Ω , 0.00046 A	NTSD0WF104EE1B0	Murata
55	1	T1	Bobbin, RM5, Vertical, 6 pins	Custom	Custom
56	1	U1	LYTSwitch-4, eSIP-7C	LYT4312E	Power Integrations
57	1	VR1	10.0 V, 5%, 150 mW, SOD-323	MAZS1000ML	Panasonic
58	1	VR3	33 V, 5%, 200 mW, SOD-323	MMSZ5257BS-7-F	Diodes, Inc.
59	1	VR4	15 V, 5%, 500 mW, SOD-123	BZT52C15-7-F	ON Semi



8 インダクタの仕様

8.1 回路図

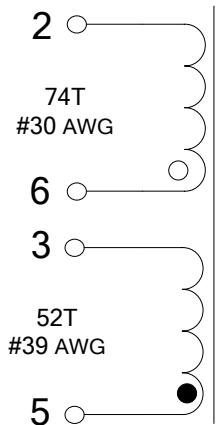


Figure 7 – Transformer Electrical Diagram.

8.2 電気仕様

Primary Inductance	Pins 2-6, all other windings open, measured at 100 kHz, 0.4 V _{RMS} .	650 μH ±7%
---------------------------	--	------------

8.3 材料

Item	Description
[1]	Core: RM5.
[2]	Bobbin: Rm-5; 2/2 pin Vertical.
[3]	Magnet Wire: #30 AWG.
[4]	Magnet Wire: #39 AWG.
[5]	Transformer Tape: 4.8 mm.
[6]	Core Clip.



8.4 インダクタの構造図

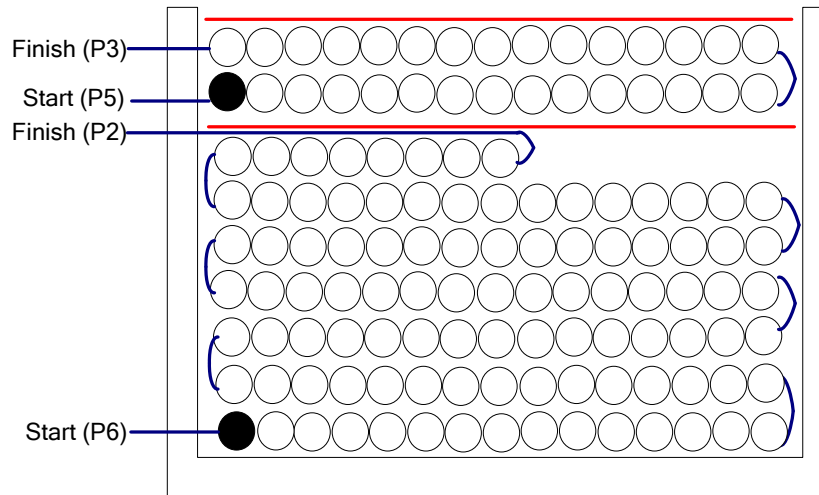


Figure 8 – Transformer Build Diagram.

8.5 インダクタ製造仕様

Bobbin Preparation	For the purpose of these instructions, bobbin is oriented on winder such that pin 1 side is on the left. Winding direction is counter-clockwise. For 2/2 bobbin, follow the pin number assignment in the specification.
WDG 1	Start at pin 6. Wind 74 turns of item [3] and terminate at pin 1. Note that there is one turn of transformer tape item[5] per layer
Insulation	Add 1 layer of tape of item [5].
WDG 2	Start at pin 5. Wind 52 turns of item [3] and terminate at pin 3.
Taping	Add 1 layer of tape to secure the winding.
Final Assembly	Grind the core to get the specified inductance. Secure the core with a clip item [6].

9 インダクタの設計計算シート

ACDC_LYTSwitch_Buck_103112; Rev.0.2; Copyright Power Integrations 2012	INPUT	INFO	OUTPUT	UNIT	ACADC_LYTSwitch_103112: LYTSwitch Buck Design Spreadsheet
ENTER APPLICATION VARIABLES					
Dimming required	YES		YES		Select "YES" option if dimming is required. Otherwise select "NO".
VACMIN	90		90	V	Minimum AC Input Voltage
VACMAX	132		132	V	Maximum AC input voltage
fL	60		60	Hz	AC Mains Frequency
VO	36.00			V	Typical output voltage of LED string at full load
VO_MAX			45.00	V	Maximum LED string Voltage. Ensure that the maximum LED string voltage is below VO_MAX
VO_MIN			27.00	V	Minimum LED string Voltage. Ensure that the minimum LED string voltage is above VO_MIN
V_OVP			49.50	V	Over-voltage setpoint
IO	0.23				Typical full load LED current
PO			8.28	Watts	Output Power
n	0.85		0.85		Estimated efficiency of operation
ENTER LinkSwitch-PH VARIABLES					
LNK-PH	LYT4312				Selected Linkswitch-PH device. If Dimming is required, select device from LNK40X family, Otherwise select device from LNK41X family
Current Limit Mode	RED		RED		Select "RED" for reduced Current Limit mode or "FULL" for Full current limit mode
ILIMITMIN			0.810	A	Minimum current limit
ILIMITMAX			0.940	A	Maximum current limit
fS			132000	Hz	Switching Frequency
fSmin			124000	Hz	Minimum Switching Frequency
fSmax			140000	Hz	Maximum Switching Frequency
IV			79.82	uA	V pin current
Rv	2.000		2	M-ohms	Upper V pin resistor
IFB			112.47	uA	FB pin current (75 uA < IFB < 250 uA)
R7			89.62	k-ohms	IFB setting resistor (See RDR254 schematic)
R8			35.35	k-ohms	Upper resistor in base divider (See RDR254 schematic)
R9			90.90	k-ohms	Lower resistor in base divider (See RDR254 schematic)
VDS			10	V	LinkSwitch-PH on-state Drain to Source Voltage
VD	0.60			V	Output Winding Diode Forward Voltage Drop
VDB	0.70			V	Bias Winding Diode Forward Voltage Drop
Key Design Parameters					
KP	0.69		0.69		Ripple to Peak Current Ratio (0.4 < KRP < 1.3)
LP			645	uH	Primary Inductance
KP Expected			0.64		Ripple to Peak Current Ratio (0.4 < KRP < 1.3)
Expected IO (average)			0.230	A	Expected Average Output Current
ENTER TRANSFORMER CORE/CONSTRUCTION VARIABLES					



Core Type	RM5		RM5		Selected Core for inductor
Core		#N/A		P/N:	#N/A
Bobbin		#N/A		P/N:	#N/A
AE	0.24		0.24	cm ²	Core Effective Cross Sectional Area
LE	2.32		2.32	cm	Core Effective Path Length
AL	1700.00		1700	nH/T ²	Ungapped Core Effective Inductance
BW	4.80		4.8	mm	Bobbin Physical Winding Width
M	0.00		0	mm	Safety Margin Width (Half the Primary to Secondary Creepage Distance)
L	4.00		4		Number of Primary Layers
DC INPUT VOLTAGE PARAMETERS					
VMIN			127	V	Peak input voltage at VACMIN
VMAX			187	V	Peak input voltage at VACMAX
CURRENT WAVEFORM SHAPE PARAMETERS					
DMAX			0.28		Minimum duty cycle at peak of VACMIN
IAVG			0.23	A	Average Primary Current
IP			0.55	A	Peak Primary Current (calculated at minimum input voltage VACMIN)
IRMS			0.23	A	Primary RMS Current (calculated at minimum input voltage VACMIN)
TRANSFORMER PRIMARY DESIGN PARAMETERS					
LP			645	uH	Primary Inductance
NP	74.00		74		Primary Winding Number of Turns
ALG			118	nH/T ²	Gapped Core Effective Inductance
BM			1984	Gauss	Maximum Flux Density at PO, VMIN (BM<3000)
BP			2728	Gauss	Peak Flux Density (BP<4200)
BAC			685	Gauss	AC Flux Density for Core Loss Curves (0.5 X Peak to Peak)
ur			1308		Relative Permeability of Ungapped Core
LG			0.24	mm	Gap Length (Lg > 0.1 mm)
BWE			19.2	mm	Effective Bobbin Width
OD			0.26	mm	Maximum Primary Wire Diameter including insulation
INS			0.05	mm	Estimated Total Insulation Thickness (= 2 * film thickness)
DIA			0.21	mm	Bare conductor diameter
AWG			32	AWG	Primary Wire Gauge (Rounded to next smaller standard AWG value)
CM			64	Cmils	Bare conductor effective area in circular mils
CMA			278	Cmils/Amp	Primary Winding Current Capacity (200 < CMA < 500)

Table 1 – Sample Spreadsheet Calculation.



10 性能データ

All measurements performed at 25 °C room temperature, 60 Hz input frequency unless otherwise specified.

Input		Input Measurement					LED Load Measurement			Effeciency (%)
VAC (V _{RMS})	Freq (Hz)	V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	PF	%ATHD	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	
90	60	90.14	92.55	8.240	0.988	11.15	32.87	214.02	7.04	85.44
100	60	100.13	86.79	8.565	0.986	10.27	32.93	222.06	7.32	85.44
110	60	110.15	81.95	8.863	0.982	9.78	32.98	229.08	7.56	85.31
120	60	120.15	77.39	9.085	0.977	9.68	33.01	234.35	7.74	85.23
132	60	132.17	72.92	9.336	0.969	10.09	33.05	239.33	7.92	84.80
90	60	90.10	97.37	8.662	0.987	12.30	36.00	205.65	7.41	85.52
100	60	100.11	91.40	9.022	0.986	11.05	36.06	213.76	7.71	85.50
110	60	110.12	86.11	9.322	0.983	10.39	36.11	220.41	7.97	85.45
120	60	120.14	81.57	9.597	0.979	9.89	36.16	226.24	8.19	85.31
132	60	132.16	76.56	9.836	0.972	10.15	36.20	231.22	8.38	85.16
90	60	90.10	101.87	9.053	0.986	13.61	39.00	197.96	7.73	85.33
100	60	100.12	95.74	9.452	0.986	11.98	39.07	206.70	8.08	85.50
110	60	110.13	90.18	9.772	0.984	11	39.13	213.45	8.36	85.53
120	60	120.14	85.25	10.043	0.981	10.4	39.18	218.85	8.58	85.42
132	60	132.17	80.15	10.326	0.975	10.2	39.22	224.31	8.80	85.26

Table 2 – Test Result Summary for this Design.



10.1 アクティブモード効率

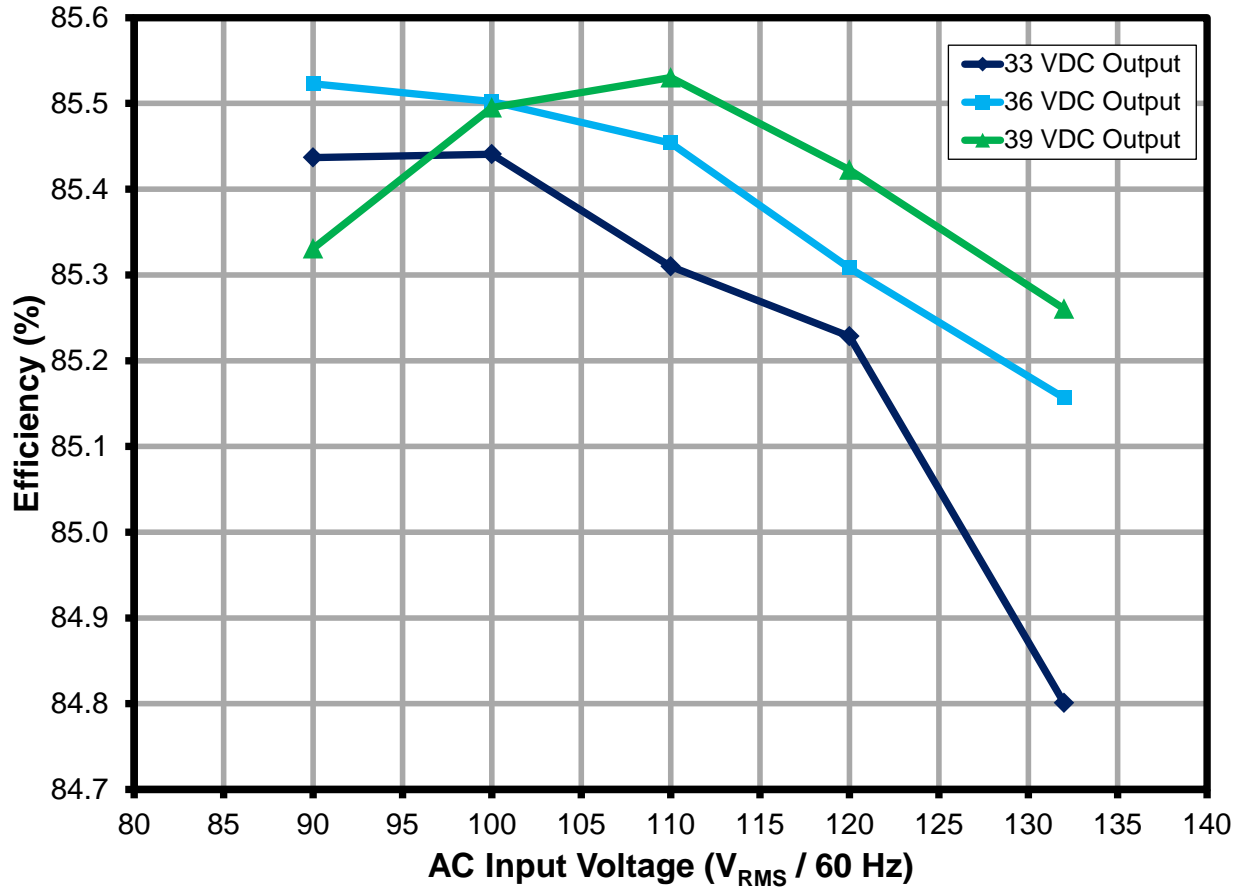


Figure 9 – Efficiency with Respect to AC Input Voltage.



10.2 入力レギュレーション

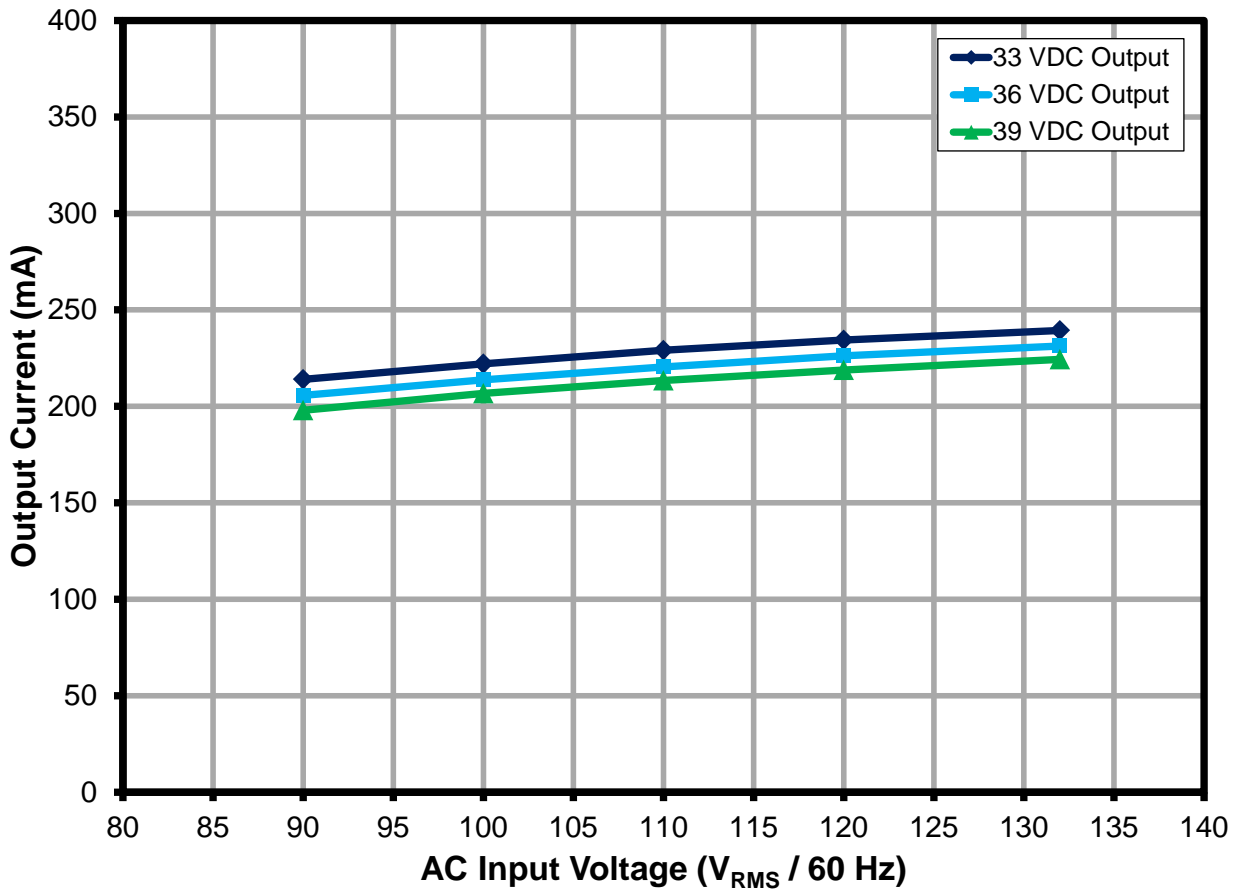


Figure 10 – Line Regulation, Room Temperature.



10.3 力率

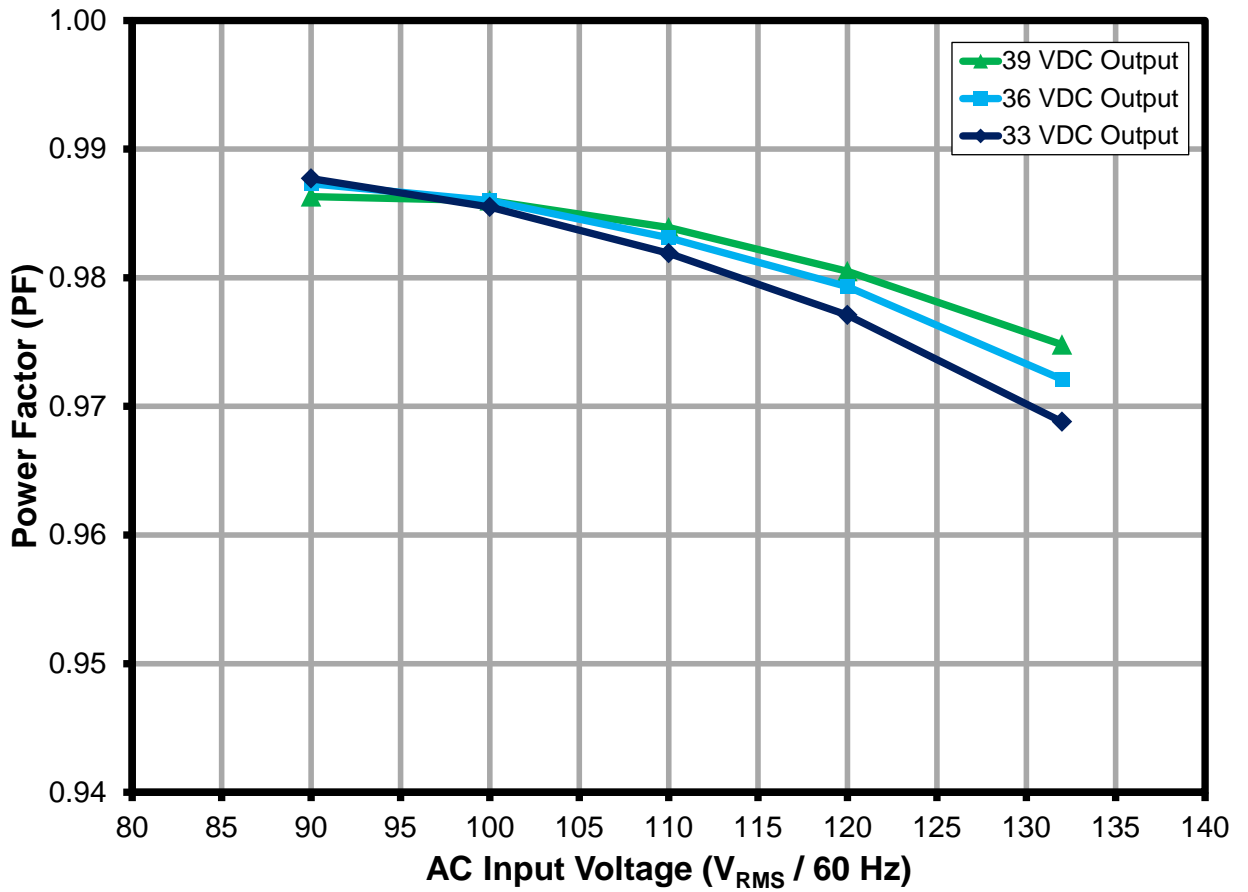


Figure 11 – High Power Factor within the Operating Range.



10.4 %THD

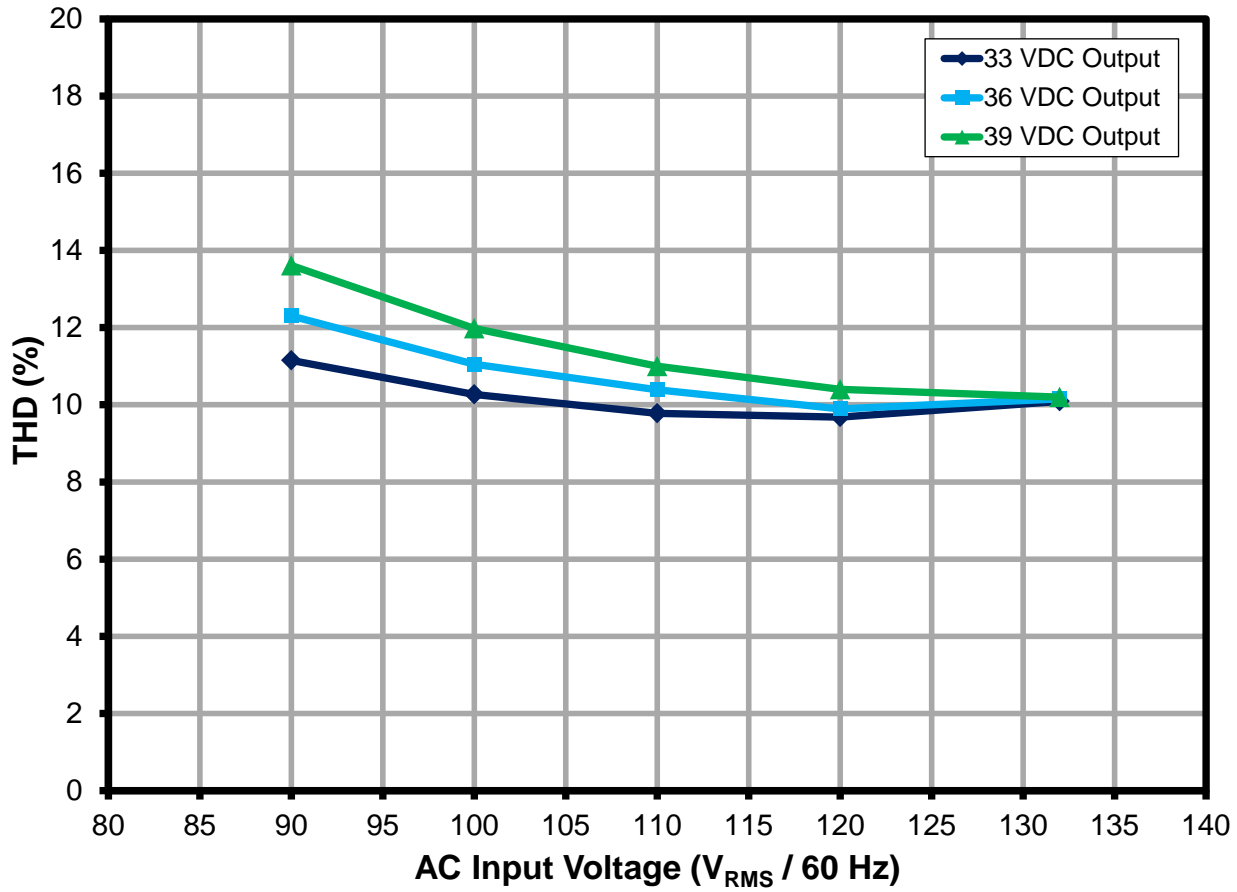


Figure 12 – Very Low %ATHD at 120 VAC.



10.5 高調波成分

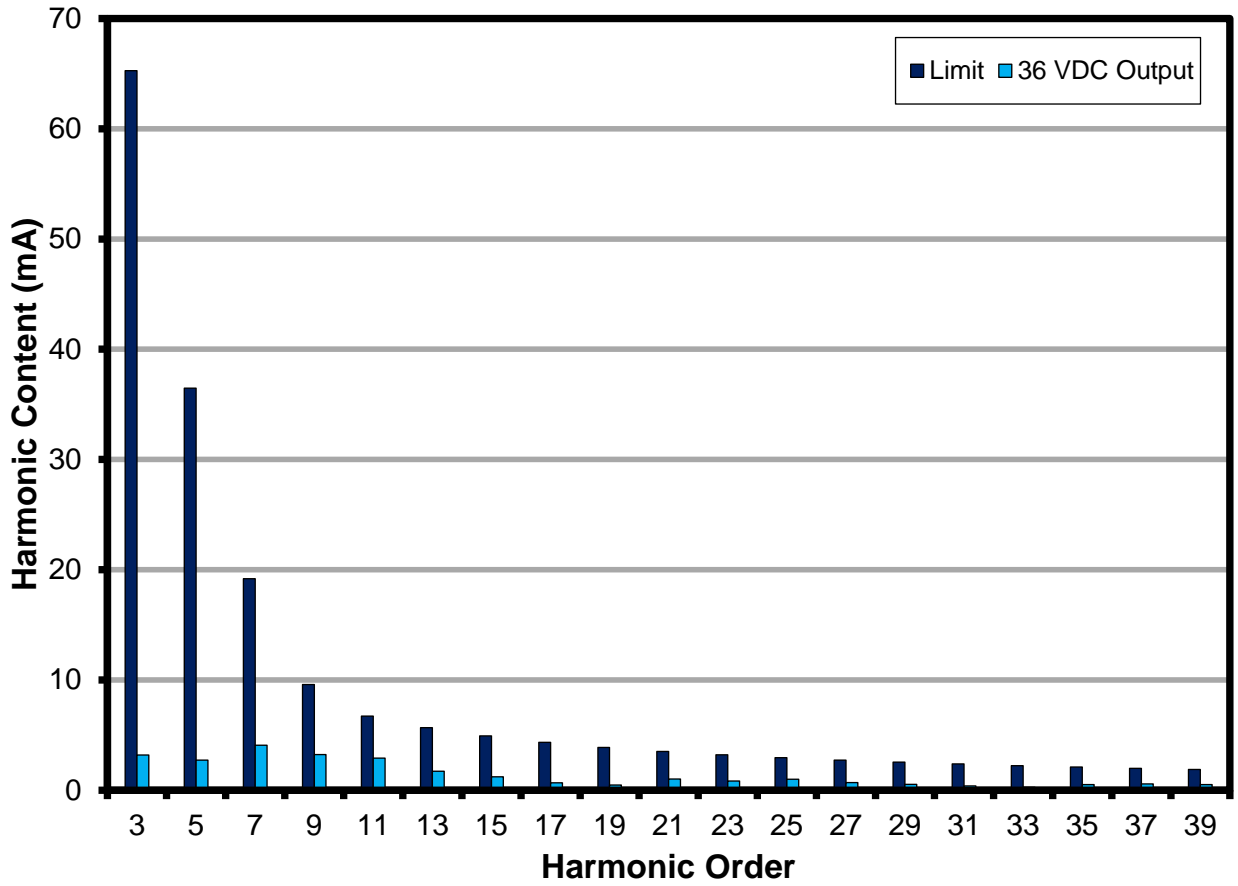


Figure 13 – Meets EN61000-3-2 Harmonics Contents Standards for <25 W Rating for 36 V LED Output.



10.6 高調波測定

Meets the interpolated class C limit from IEC61000-3-2.

VAC (V _{RMS})	Freq (Hz)	I (mA)	P	PF
120	60.00	81.57	9.5970	0.9793
nth Order	mA Content	% Content	Limit (mA) <25 W	Remarks
1	81.01			
2	0.02	0.02%		
3	3.20	3.95%	65.2596	Pass
5	2.73	3.37%	36.4686	Pass
7	4.08	5.04%	19.1940	Pass
9	3.23	3.99%	9.5970	Pass
11	2.92	3.60%	6.7179	Pass
13	1.72	2.12%	5.6844	Pass
15	1.22	1.51%	4.9265	Pass
17	0.68	0.84%	4.3469	Pass
19	0.47	0.58%	3.8893	Pass
21	1.02	1.26%	3.5189	Pass
23	0.83	1.02%	3.2129	Pass
25	1.01	1.25%	2.9559	Pass
27	0.69	0.85%	2.7369	Pass
29	0.53	0.65%	2.5482	Pass
31	0.40	0.49%	2.3838	Pass
33	0.28	0.35%	2.2393	Pass
35	0.52	0.64%	2.1113	Pass
37	0.57	0.70%	1.9972	Pass
39	0.52	0.64%	1.8948	Pass
41	0.42	0.52%		
43	0.25	0.31%		
45	0.24	0.30%		
47	0.26	0.32%		
49	0.33	0.41%		

Table 3 – 120 VAC Input Current Harmonic Measurement for 36 V LED.



10.7 調光特性

Dimming characteristic from a controlled AC supply to emulate the TRIAC conduction pattern. The reference design meets the dimming requirement as set by National Electrical Manufacturers Association (NEMA) Standards Publication SSL 1-2010 (Electronic Drivers for LED Devices, Arrays or Systems) and SSL 6-2010 (Solid Light Lighting for Incandescent Replacement-Dimming).

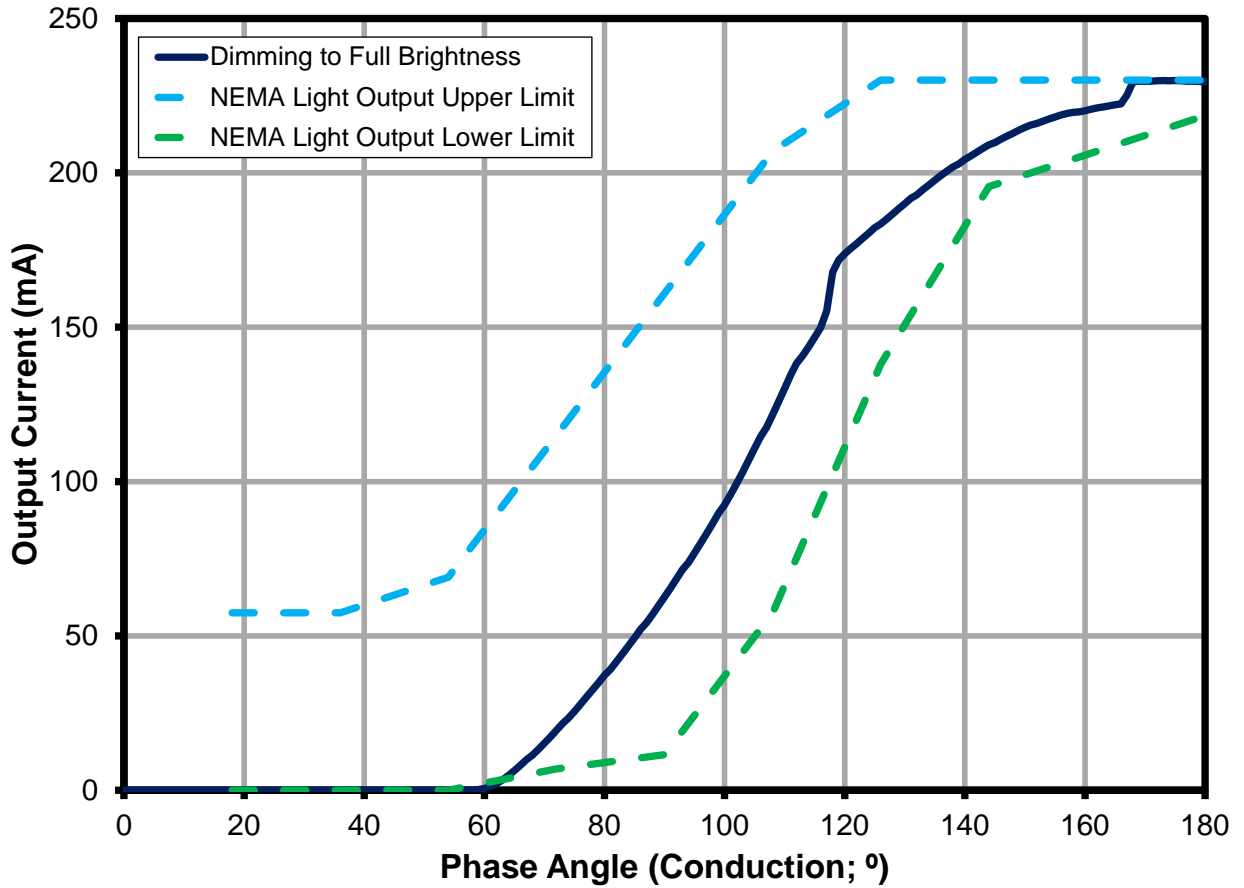


Figure 14 – Dimming Curve Characteristic From Full Dimming to Full Brightness. Meets NEMA SSL 6-2010.

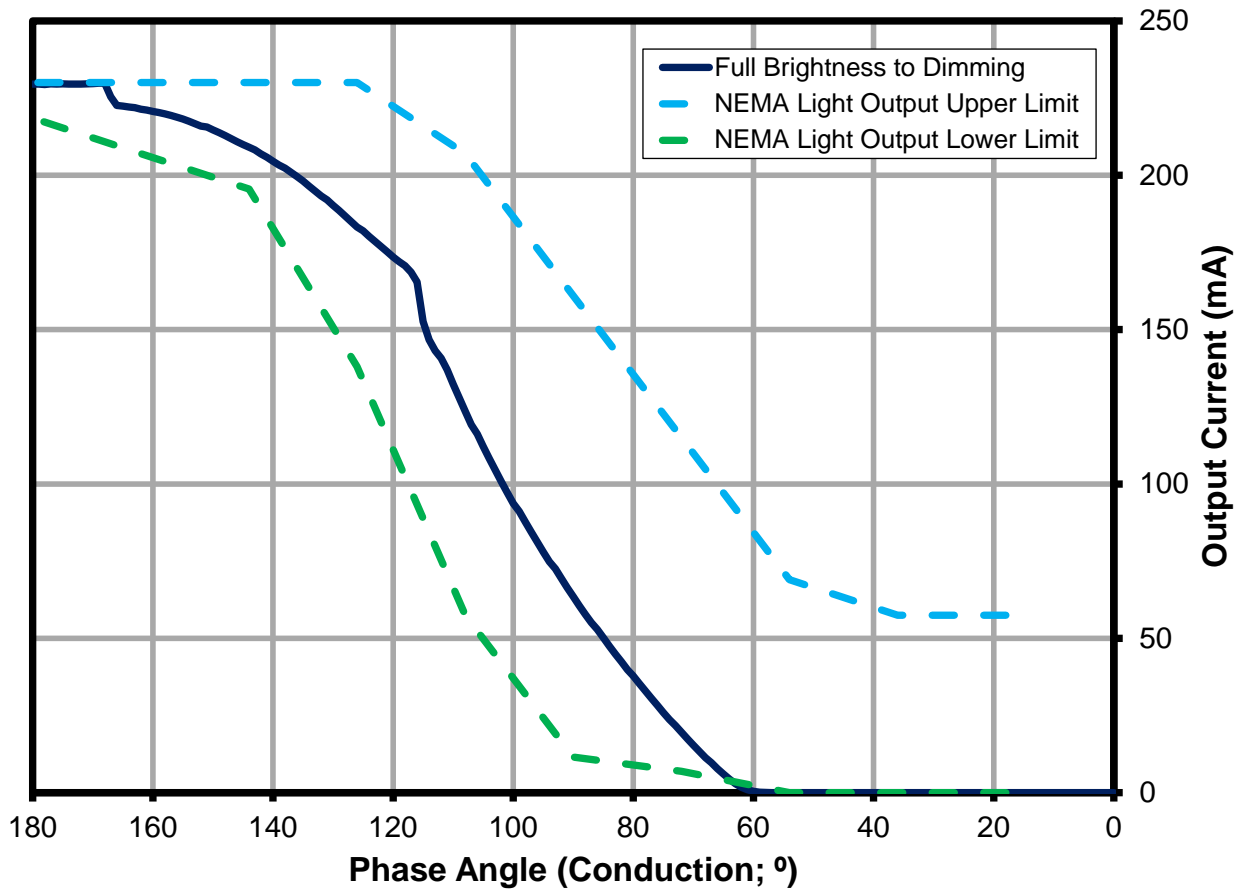


Figure 15 – Dimming Characteristic From Full Brightness to Full Dimming. Meets NEMA SSL 6-2010.



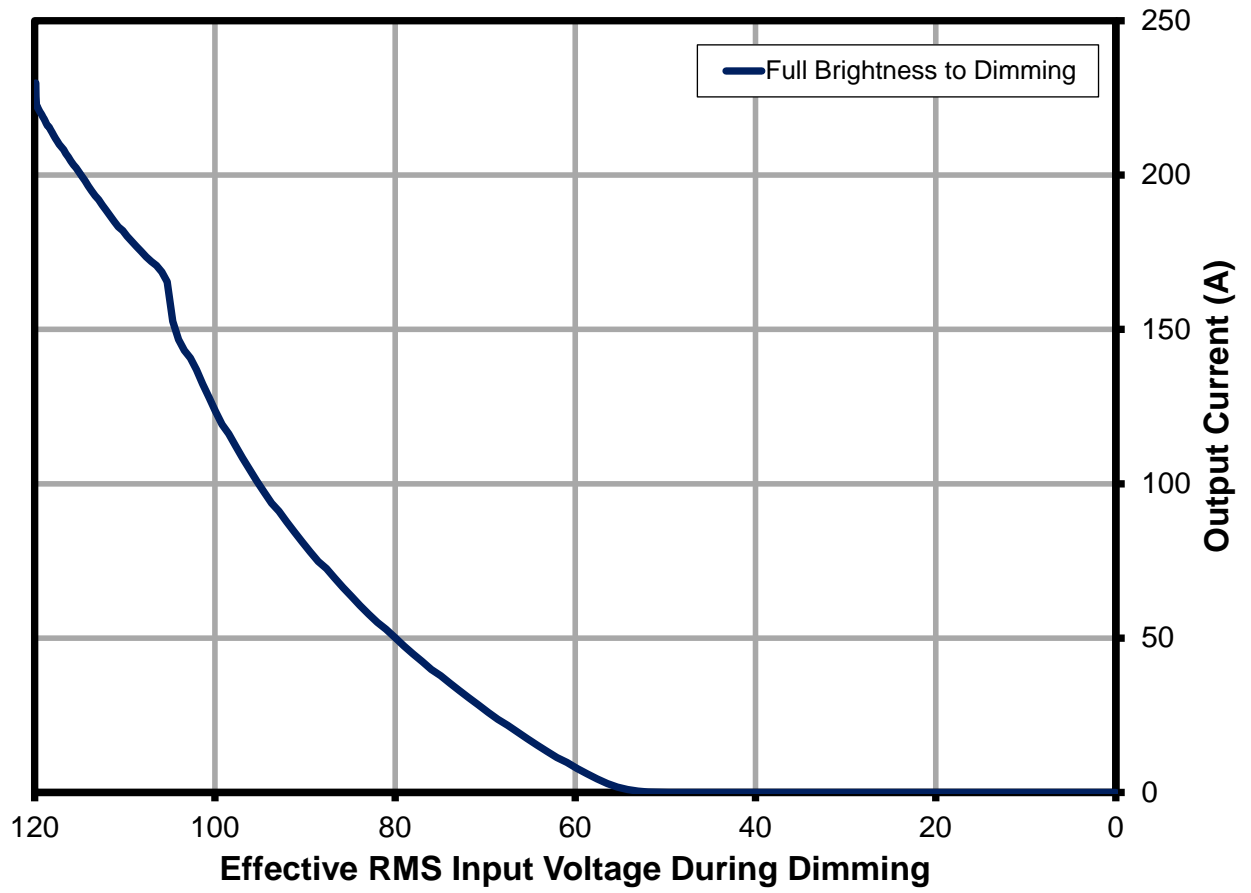


Figure 16 – Dimming Characteristic with Respect to RMS Input Voltage During Dimming.

10.8 ユニットと調光器の互換性

The list of dimmers verified for this reference design is shown below. Users are not limited to the following list. Make sure to test each dimmer according to its recommended input line input frequency to avoid flicker.

Dimmer	Dimmer Brand	Power	Part Number	I _{MIN} (mA)	I _{MAX} (mA)	Dim Ratio
1	LUTRON	600W	LG-600PH-WH	0	178	1780
2	LUTRON	600W	S-603P-WH	0	185	1850
3	LUTRON	600W	SLV600P-WH	0	182	1820
4	LUTRON	600W	S-600-WH	0	196	1960
5	LUTRON	600W	S-600PH-WH	0	185	1850
6	LUTRON	600W	DVWCL-153-PLH-WH	0	187	1870
7	LUTRON	600W	DV-603P-WH	0	176	1760
8	LUTRON	600W	DV-600P-WH	0	176	1760
9	LUTRON	600W	TG-600PH-WH	0	185	1850
10	LUTRON	600W	Q-600P-WH aka FA-600	0	183	1830
11	LUTRON	600W	AY-600P-WH	0	180	1800
12	LUTRON	600W	GL-600P-WH	0	183	1830
13	LEVITON	600W	R62-06633-1LW	0	208	2080
14	LEVITON	600W	R62-06631-1LW	0	191	1910
15	LEVITON	600W	R60-IPI06-1LM	0	199	1990
16	LEVITON	500W	R52-06161-00W	0	193	1930
17	LEVITON	600W	R52-RPI06-1LW	0	207	2070
18	LEVITON	600W	R60-06681-0IW	0	207	2070
19	LEVITON	600W	R60-06684-1IW	0	207	2070
20	LEVITON	600W	6683	0	207	2070
21	LEVITON	450W	R02-06613-PLW	0	196	1960
22	COOPER		SLC03P-W-K-L	0	188	1880
23	LUTRON	600W	GL-600-WH	0	196	1960
24	LUTRON	200W	DVPDC-203P-WH	36	197	5
25	LUTRON	500W	LX-600PL-wh	0	194	1940
26	LUTRON	600W	D-600P-WH	0	183	1830
27	LUTRON	600W		0	187	1870
28	LUTRON	600W	S-600P	0	184	1840
29	LUTRON		TGLV-600P	0	185	1850
30	LUTRON	450W	TGLV-600PR	0	182	1820
31	LUTRON	300W	TT-300NLH-WH	0	197	1970
32	LUTRON	300W	TT-300H-WH	0	196	1960
33	LUTRON	800W	NLV-1000-WH	0	186	1860
34	LUTRON			0	189	1890
35	LUTRON			0	183	1830
36	LUTRON			0	196	1960
37	COOPER			0	189	1890
38	LUTRON	1000	S-103P-WH	0	193	1930
39	LUTRON	1000	S-10P-WH	0	189	1890
40	LUTRON	600	S-600PNLH-WH	0	186	1860
41	LUTRON	600	S-603PNL-WH	0	186	1860
42	LUTRON	600	SLV-603P-WH	0	179	1790



Dimmer	Dimmer Brand	Power	Part Number	I _{MIN} (mA)	I _{MAX} (mA)	Dim Ratio
43	LUTRON	600	S-603PGH-WH	0	119	1190
44	LUTRON	600	AYLV-600P-WH	0	182	1820
45	LUTRON	600	AYLV-603P-WH	0	179	1790
46	LUTRON	1000	AY-103PNL-WH	0	190	1900
47	LUTRON	1000	AY-103P-WH	0	191	1910
48	LUTRON	1000	AY-10PNL-WH	0	206	2060
49	LUTRON	1000	AY-10P-WH	0	192	1920
50	LUTRON	600	AY-603PNL-WH	0	170	1700
51	LUTRON	600	AY-603PG-WH	0	84	840
52	LUTRON	600	AY-603P-WH	0	175	1750
53	LUTRON	600	AY-600PNL-WH	0	182	1820
54	LUTRON	300	DVELV-300P-WH	0	204	2040
55	LUTRON	1000	DVLV-10P-WH	0	172	1720
56	LUTRON	1000	DVLV-103P-WH	0	174	1740
57	LUTRON	600	DVLV-603P-WH	0	175	1750
58	LUTRON	1000	S-1000-WH	0	195	1950
59	LUTRON	300	SELV-300P-WH	0	195	1950
60	LUTRON	600	S-600P-WH	0	183	1830
61	LUTRON	1000	S-103PNL-WH	0	191	1910
62	LUTRON		SPSELV-600-WH	0	188	1880
63	LUTRON	600	GLV-600-WH	0	192	1920
64	LUTRON		LG-603PGH-WH	0	104	1040
65	LUTRON		DVW-603PGH-WH	0	100	1000
66	LUTRON		VPI06	0	188	1880
67	LUTRON		TG-10PR-WH	0	191	1910
68	LUTRON		NT-600	0	199	1990
69	LUTRON		NT-1000	0	195	1950
70	LUTRON		LGCL-153PLH-WH	0	186	1860
71	LUTRON		CTCL-153PDH-WH	0	193	1930
72	LUTRON		TGCL-153PH-WH	0	189	1890
73	LUTRON		DVWCL-153PH-LA	0	193	1930
74	LUTRON		81000-W	0	196	1960
75	LUTRON		TTCL-100LH-WH	0	186	1860
			Average	1	184	1818



11 熱特性

The scan was conducted at ambient temperature of 25 °C open frame, 90 VAC / 60 Hz input.

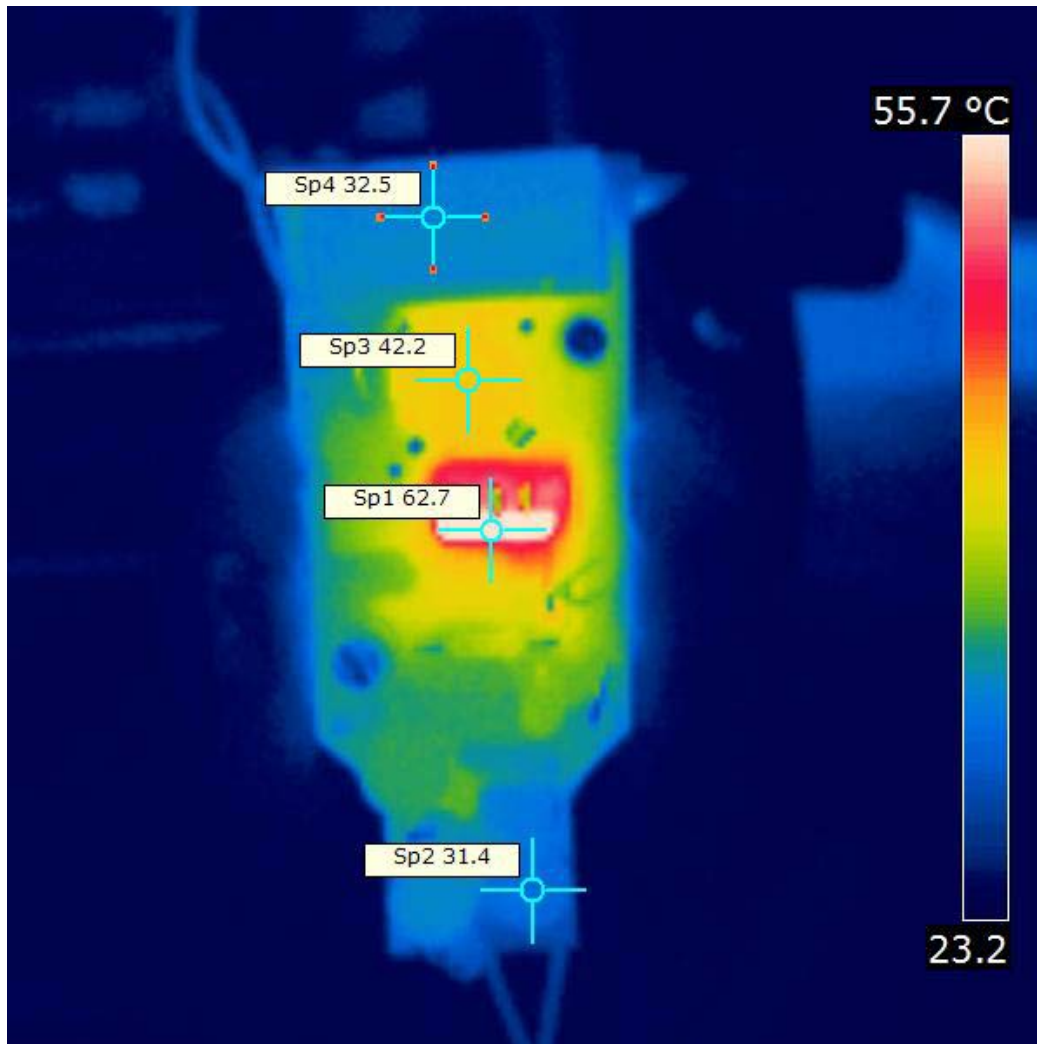


Figure 17 – Open Frame Thermal Scan. U1 Without Heat Sink.

Legend:

- Sp1 – U1 LTY4312E
- Sp2 – L1 EMI choke
- Sp3 – T1 Power transformer
- Sp4 – Output capacitor



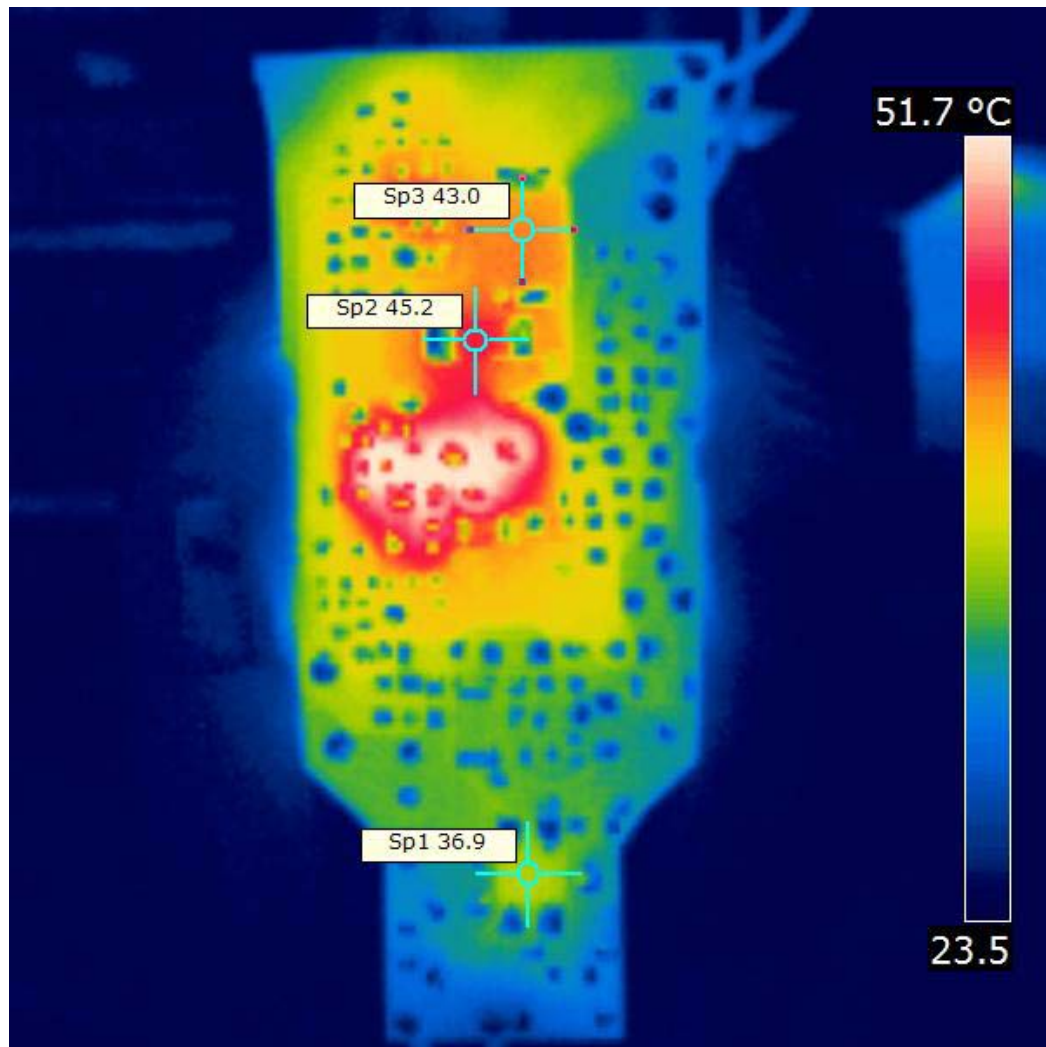


Figure 18 – Bottom Side Board Temperature at Open Frame.

Legend:

- Sp1 – Bridge rectifier temperature
- Sp2 – Blocking diode temperature
- Sp3 – Output diode temperature

12 波形

12.1 通常動作時のドレイン電圧とドレイン電流

No saturation in the inductor and designed guaranteed to work in continuous mode within the operating input voltage.

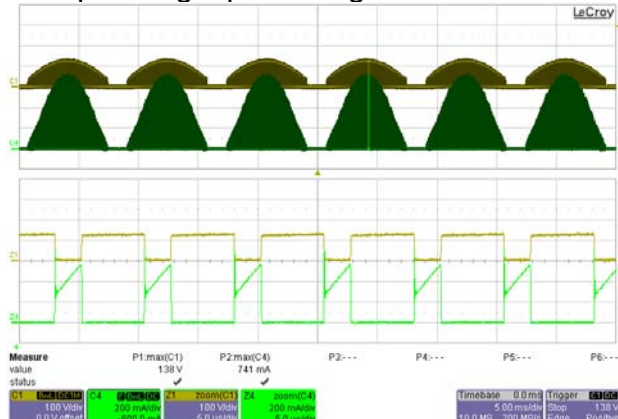


Figure 19 – 90 VAC / 60 Hz, 36 V LED String.
 Ch1: V_{DRAIN} , 100 V / div.
 Ch4: I_{DRAIN} , 0.2 A / div.
 Time Scale: 5 ms / div.
 Zoom Time Scale: 5 μ s / div.

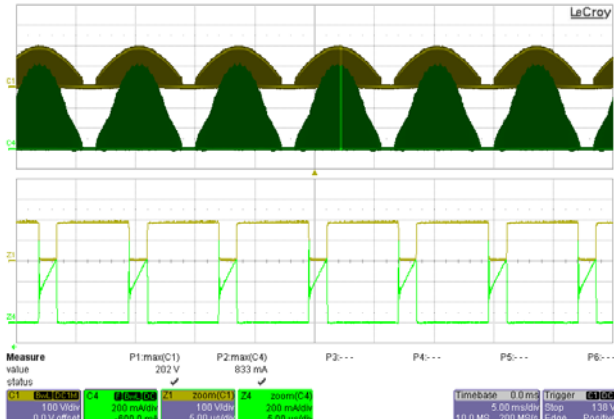


Figure 20 – 132 VAC / 60 Hz, 36 V LED String.
 Ch1: V_{DRAIN} , 100 V / div.
 Ch4: I_{DRAIN} , 0.2 A / div.
 Time Scale: 5 ms / div.
 Zoom Time Scale: 5 μ s / div.

12.2 ドレイン電圧及び電流起動プロファイル

Device has a built in soft start thereby reducing the stress in the device, transformer and output diode.

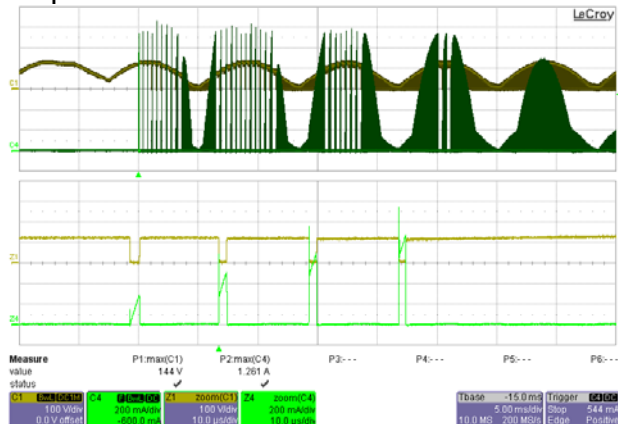


Figure 21 – 90 VAC / 60 Hz, 36 V LED String.
 Ch1: V_{DRAIN} , 100 V / div.
 Ch4: I_{DRAIN} , 0.2 A / div.
 Time Scale: 5 ms / div.
 Zoom Time Scale: 10 μ s / div.

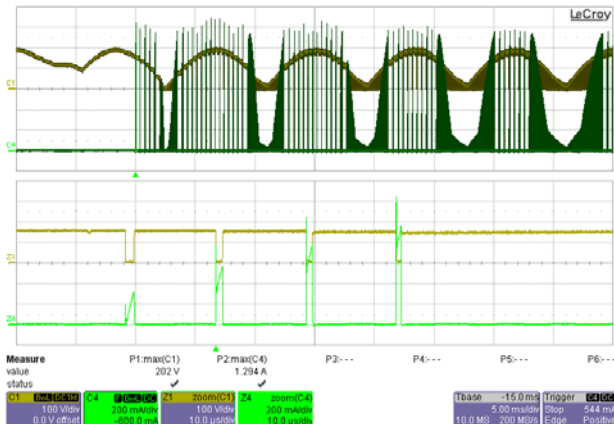


Figure 22 – 132 VAC / 60 Hz, 36 V LED String.
 Ch1: V_{DRAIN} , 100 V / div.
 Ch4: I_{DRAIN} , 0.2 A / div.
 Time Scale: 5 ms / div.
 Zoom Time Scale: 10 μ s / div.



12.3 出力電圧起動プロフィール

Start-up time <250 ms; the reference design will emit light within 250 ms at non-dimming operation.

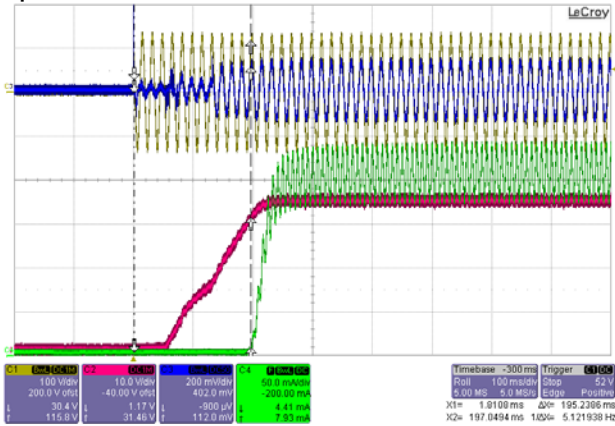


Figure 23 – 90 VAC / 60 Hz, 36 V LED
 Ch1: V_{IN} , 100 V / div.
 Ch2: V_{OUT} , 10 V / div.
 Ch3: I_{IN} , 200 mA / div.
 Ch4: I_{OUT} , 50 mA / div., 100 ms / div.

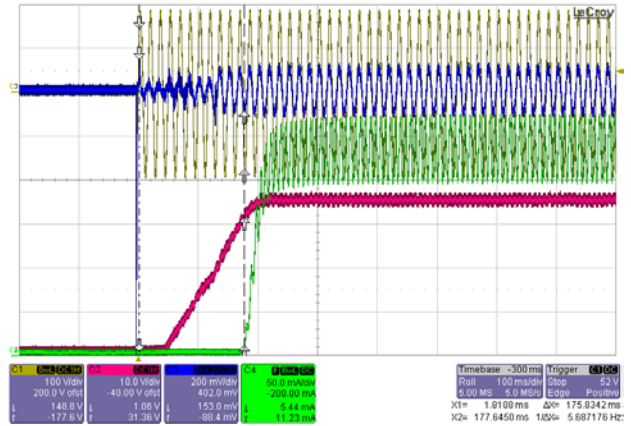


Figure 24 – 132 VAC / 60 Hz, 36 V LED
 Ch1: V_{IN} , 100 V / div.
 Ch2: V_{OUT} , 10 V / div.
 Ch3: I_{IN} , 200 mA / div.
 Ch4: I_{OUT} , 50 mA / div., 100 ms / div.

12.4 入力及び出力電圧ならびに電流プロフィール

Output current ripple is inversely proportional to the impedance of the LED. Verify the actual current ripple on the actual LED to be used in the system. Increase output capacitance for lesser output current ripple is intended.

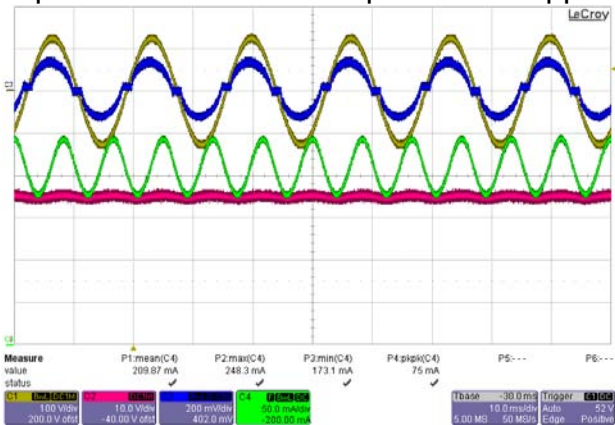


Figure 25 – 90 VAC / 60 Hz, 36 V LED String.
 $C_{OUT} = 1000 \mu\text{F}$.
 Ch1: V_{IN} , 100 V / div.
 Ch2: V_{OUT} , 10 V / div.
 Ch3: I_{IN} , 200 mA / div.
 Ch4: I_{OUT} , 50 mA / div., 10 ms / div.

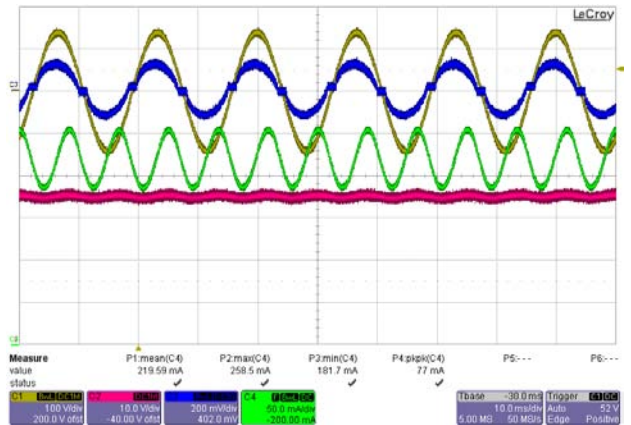


Figure 26 – 100 VAC / 60 Hz, 36 V LED String.
 $C_{OUT} = 1000 \mu\text{F}$.
 Ch1: V_{IN} , 100 V / div.
 Ch2: V_{OUT} , 10 V / div.
 Ch3: I_{IN} , 200 mA / div.
 Ch4: I_{OUT} , 50 mA / div., 10 ms / div.



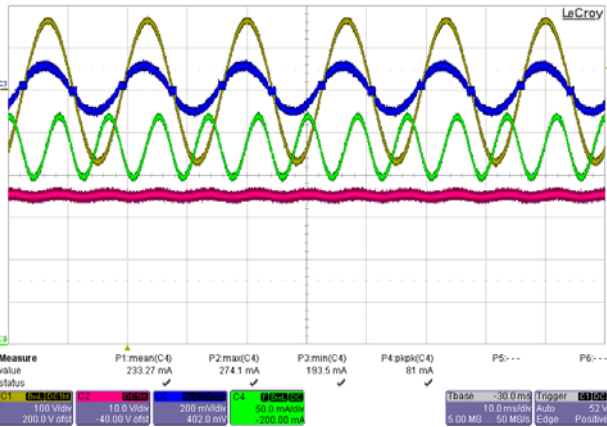


Figure 27 – 115 VAC / 60 Hz, 36 V LED String.

$C_{OUT} = 1000 \mu F$.
 Ch1: V_{IN} , 100 V / div.
 Ch2: V_{OUT} , 10 V / div.
 Ch3: I_{IN} , 200 mA / div.
 Ch4: I_{OUT} , 50 mA / div., 10 ms / div.

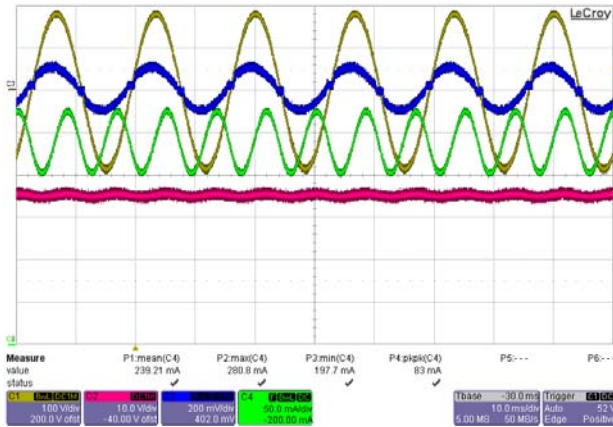


Figure 28 – 132 VAC / 60 Hz, 36 V LED String.

$C_{OUT} = 1000 \mu F$.
 Ch1: V_{IN} , 100 V / div.
 Ch2: V_{OUT} , 10 V / div.
 Ch3: I_{IN} , 200 mA / div.
 Ch4: I_{OUT} , 50 mA / div., 10 ms / div.

12.5 ドレイン電圧及び電流プロファイル:通常動作から出力短絡

No saturation in the inductor during short-circuit, inductor current is limited by the I_{LIM} .

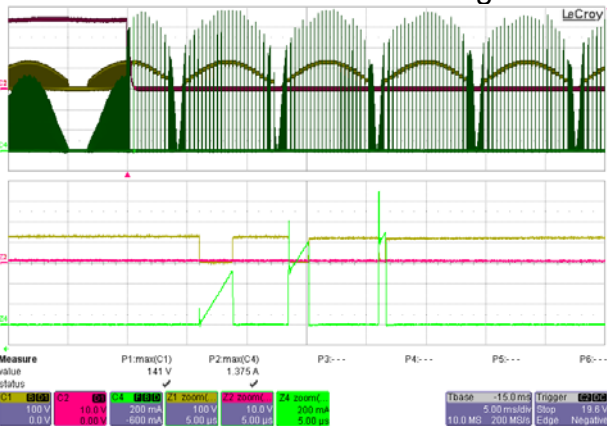


Figure 29 – 90 VAC / 60 Hz, Normal Operation then Output Short.

Ch1: V_{DRAIN} , 100 V / div.
 Ch2: V_{OUT} , 10 V / div.
 Ch4: I_{DRAIN} , 0.2 A / div., 5 ms / div.
 Z4: I_{DRAIN} , 0.2 A / div., 5 μs / div.

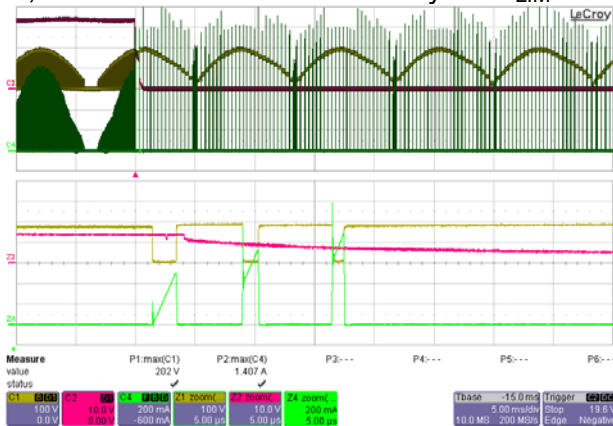


Figure 30 – 132 VAC / 60 Hz, Normal Operation then Output Short.

Ch1: V_{DRAIN} , 100 V / div.
 Ch2: V_{OUT} , 10 V / div.
 Ch4: I_{DRAIN} , 0.2 A / div., 5 ms / div.
 Z4: I_{DRAIN} , 0.2 A / div., 5 μs / div.



12.6 ドレイン電圧及び電流プロファイル:出力短絡状態での起動

No saturation in the inductor during start up short circuit due to the built-in soft-start.

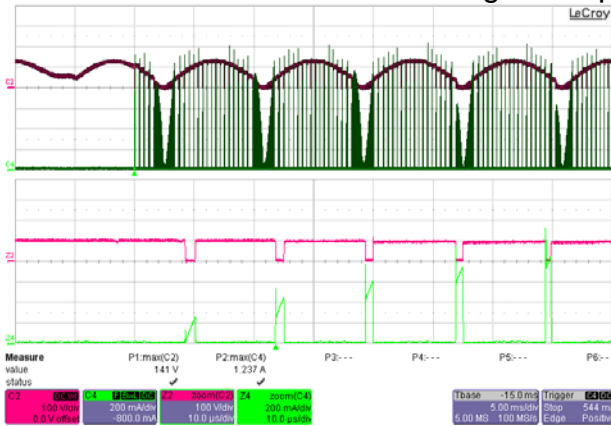


Figure 31 – 90 VAC / 50 Hz, Output Shorted.
 Ch1: V_{DRAIN} , 100 V / div.
 Ch4: I_{DRAIN} , 0.2 A / div., 5 ms / div.
 Z4: I_{DRAIN} , 0.2 A / div., 10 μ s / div.

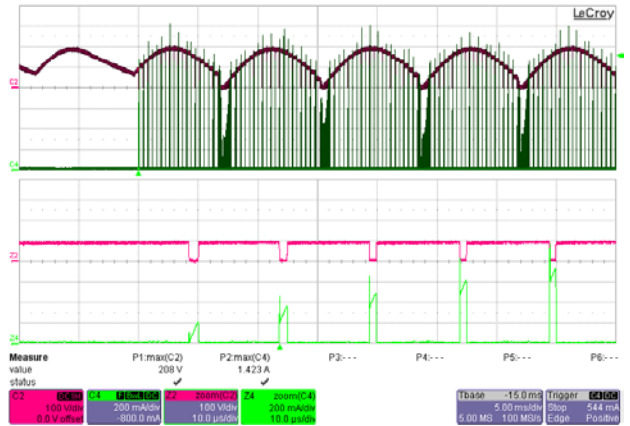


Figure 32 – 132 VAC / 50 Hz, Output Shorted.
 Ch1: V_{DRAIN} , 100 V / div.
 Ch4: I_{DRAIN} , 0.2 A / div., 5 ms / div.
 Z4: I_{DRAIN} , 0.2 A / div., 10 μ s / div.

12.7 無負荷時の動作

The driver is protected during no-load operation, U1 operating in cycle skipping mode.

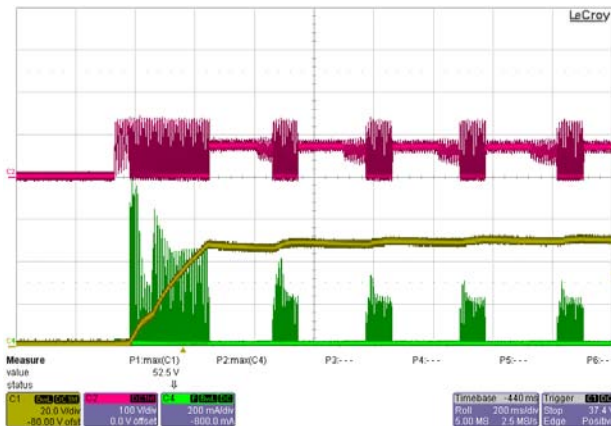


Figure 33 – 90 VAC / 60 Hz, Start-up No-load.
 Ch2: V_{OUT} , 20 V / div.
 Ch1: V_{DS} , 100 V / div.
 Ch4: I_{DS} , 0.2 A / div.
 Time Scale: 200 ms / div.

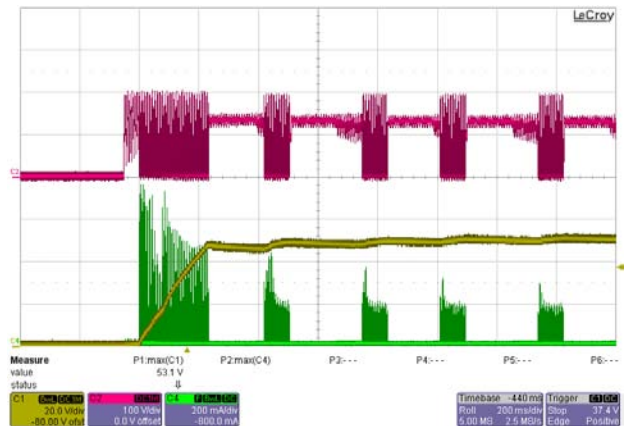


Figure 34 – 132 VAC / 60 Hz, Start-up No-load.
 Ch2: V_{OUT} , 20 V / div.
 Ch1: V_{DS} , 100 V / div.
 Ch4: I_{DS} , 0.2 A / div.
 Time Scale: 200 ms / div.



12.8 AC サイクル

The reference design has no perceptible delay.

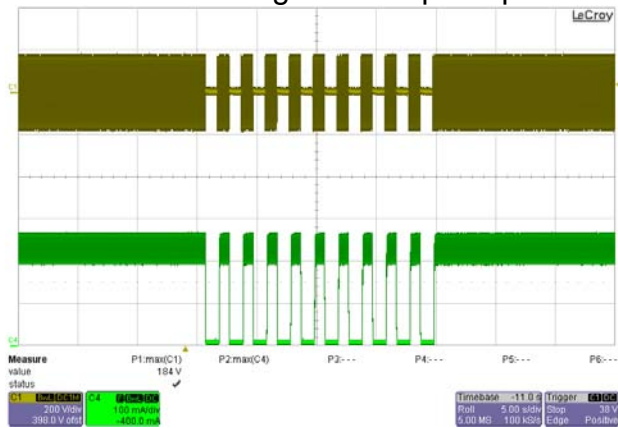


Figure 35 – 120 VAC / 60 Hz,
 1 s On – 1 s Off.
 Load: 36 V LED String.
 Ch1: V_{IN} , 200 V / div.
 Ch4: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Time Scale: 5 s / div.

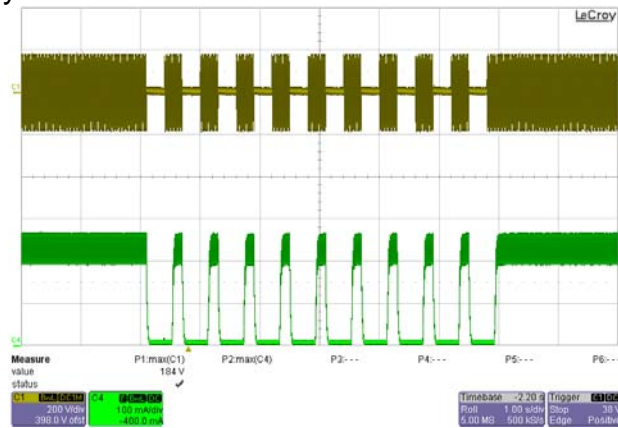


Figure 36 – 120 VAC / 60 Hz,
 300 ms On – 300 ms Off.
 Load: 36 V LED String.
 Ch1: V_{IN} , 200 V / div.
 Ch4: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Time Scale: 1 s / div.



12.9 調光サンプル波形

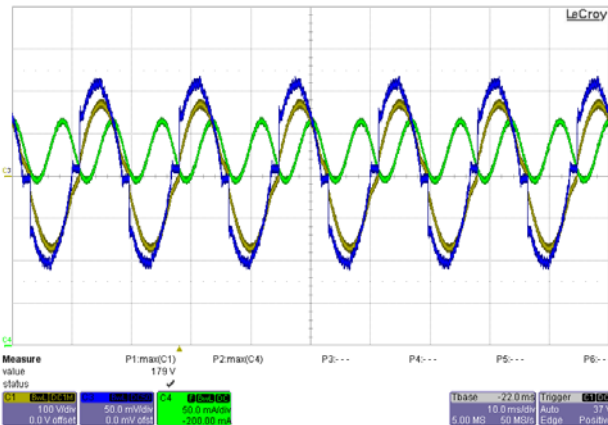


Figure 37 – 120 VAC / 60 Hz, LG-603PGH-Dimmer at Full TRIAC Conduction.
 Load: 36 V LED String.
 Ch2: V_{IN} , 100 V / div.
 Ch3: I_{IN} , 50 mA / div.
 Ch4: I_{OUT} , 50 mA / div.
 Time Scale: 10 ms / div.

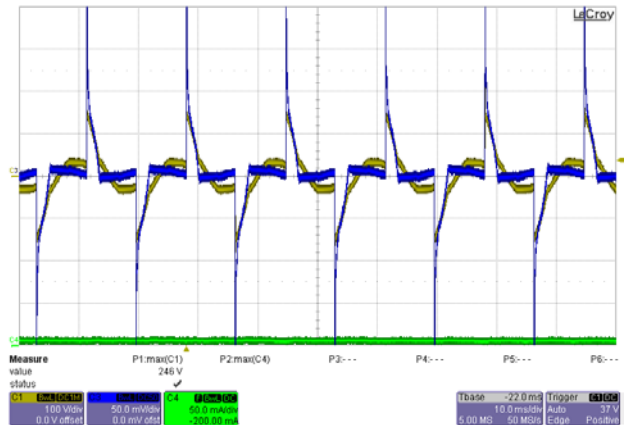


Figure 38 – 120 VAC / 60 Hz, LG-603PGH-Dimmer at Minimum TRIAC Conduction.
 Load: 36 V LED String.
 Ch2: V_{IN} , 100 V / div.
 Ch3: I_{IN} , 50 mA / div.
 Ch4: I_{OUT} , 50 mA / div.
 Time Scale: 10 ms / div.

Note: Refer to unit-to-dimmer compatibility section for the dimmers evaluated for this LED driver.



12.10 入力サージの波形

12.10.1 ディファレンシャル モード入力サージ

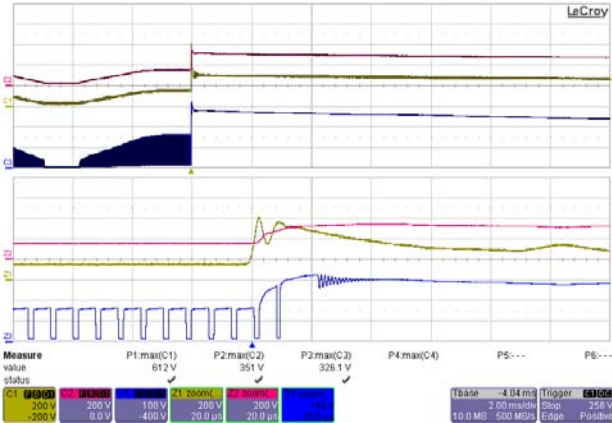


Figure 39 –120 VAC / 60 Hz, 36 V Load,
 $V_{DS} = 326.1 V_{PK}$.
 (+) 500 V Differential Line Surge at 90°.
 Ch1: V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2: V_{BULK} , 200 V / div.
 Ch3: V_{DS} , 100 V / div.
 Zoom Time Scale: 20 μ s / div.

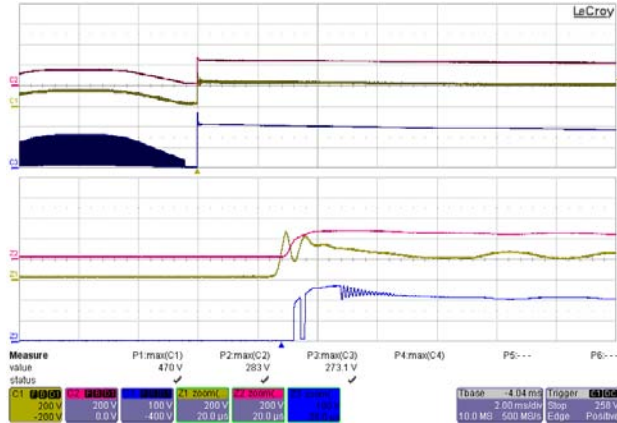


Figure 40 – 120 VAC / 60 Hz, 36 V Load,
 $V_{DS} = 273.1 V_{PK}$.
 (+) 500 V Differential Line Surge at 0°.
 Ch1: V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2: V_{BULK} , 200 V / div.
 Ch3: V_{DS} , 100 V / div.
 Zoom Time Scale: 20 μ s / div.

12.10.2 ディファレンシャル モード リング サージ

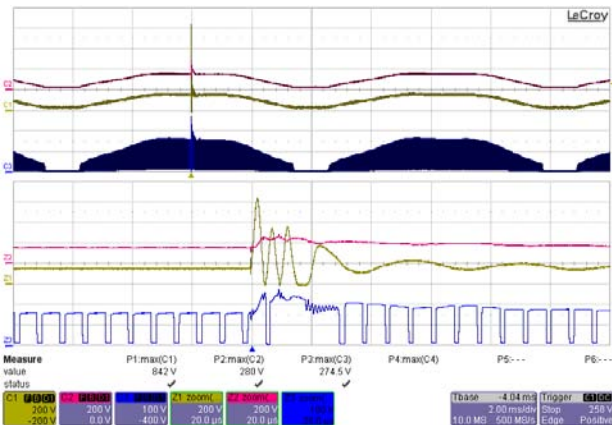


Figure 41 –120 VAC / 60 Hz, 36 V Load,
 $V_{DS} = 267.4 V_{PK}$.
 (+) 500 V Differential Ring Surge at 90°.
 Ch1: V_{BRIDGE} , 200 V / div.
 Ch2: V_{BULK} , 200 V / div.
 Ch3: V_{DS} , 100 V / div.
 Zoom Time Scale: 20 μ s / div.

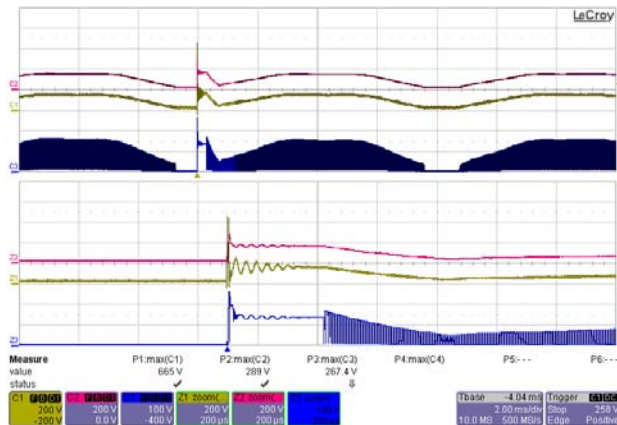


Figure 42 – 120 VAC / 60 Hz, 36 V Load,
 $V_{DS} = 267.4 V_{PK}$.
 (+) 500 V Differential Ring Surge at 0°.
 Ch1: V_{BRIDGE} , 200 V / div.
 Ch2: V_{BULK} , 200 V / div.
 Ch3: V_{DS} , 100 V / div.
 Zoom Time Scale: 20 μ s / div.



13 入力サージ

Input voltage was set at 120 VAC / 60 Hz. Output was loaded with 36 V LED string and operation was verified following each surge event. Two units were verified in the following conditions.

Differential input line 50 μ s surge testing was completed on one test unit to IEC61000-4-5.

Surge Level (V)	Input Voltage (VAC)	Injection Location	Injection Phase (°)	Test Result (Pass/Fail)
+500	120	L to N	0	Pass
-500	120	L to N	270	Pass
+500	120	L to N	90	Pass
-500	120	L to N	180	Pass

Differential input line ring surge testing was completed on one test unit to IEC61000-4-5.

Surge Level (V)	Input Voltage (VAC)	Injection Location	Injection Phase (°)	Test Result (Pass/Fail)
+2500	120	L to N	0	Pass
-2500	120	L to N	270	Pass
+2500	120	L to N	90	Pass
-2500	120	L to N	180	Pass

Unit passes under all test conditions.



14 伝導 EMI

14.1 機器

Receiver:

Rohde & Schwartz
ESPI - Test Receiver (9 kHz – 3 GHz)
Model No: ESPI3

LISN:

Rohde & Schwartz
Two-Line-V-Network
Model No: ENV216

14.2 EMI 試験のセットアップ

Usually LED driver is placed in a conical metal housing (for self-ballasted lamps; CISPR15 Edition 7.2) but since lamp housing is not available during the UUT was tested then it was evaluated as shown in the figure below.



Figure 43 – Conducted Emissions Measurement Set-up.



14.3 EMI 試驗結果

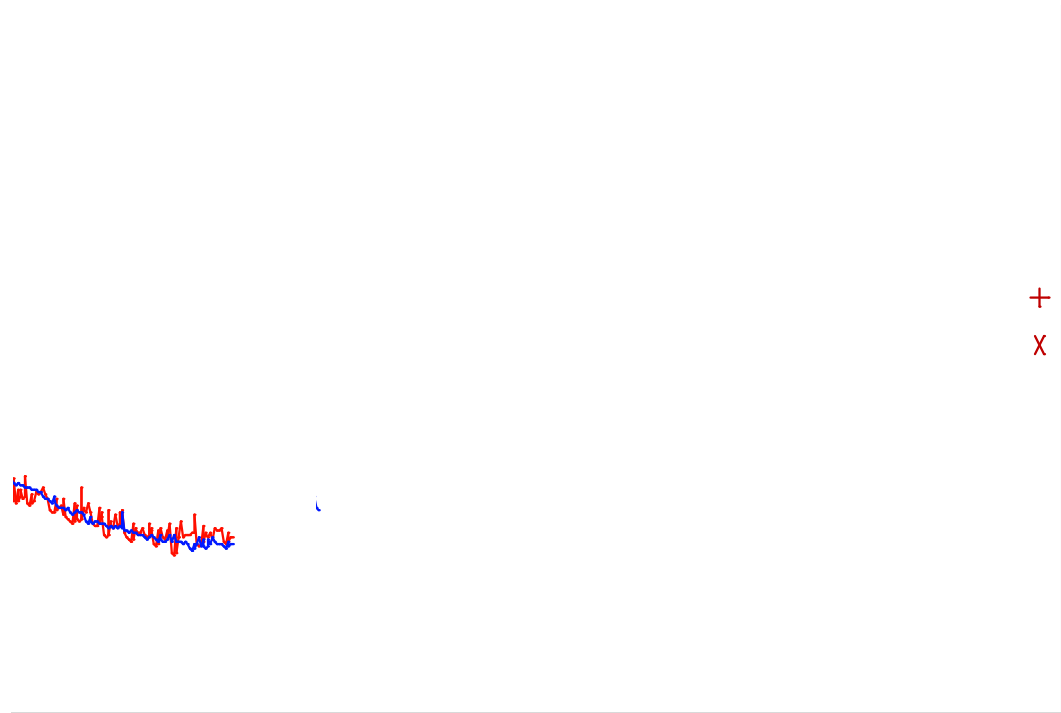


Figure 44 – Conducted EMI, 36 V Output / 230 mA Steady-State Load, 120 VAC, 60 Hz, and EN55015 Limits.



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)

Trace1: EN55015Q
 Trace2: EN55015A
 Trace3: ---

	TRACE	FREQUENCY	LEVEL dB μ V		DELTA LIMIT dB
2	Average	136.137431366 kHz	53.71	N gnd	
2	Average	140.262531674 kHz	28.03	N gnd	
1	Quasi Peak	264.49018761 kHz	51.47	L1 gnd	-9.81
2	Average	267.135089486 kHz	43.54	L1 gnd	-7.65
1	Quasi Peak	397.727746704 kHz	43.60	N gnd	-14.29
2	Average	401.705024172 kHz	38.30	N gnd	-9.51
1	Quasi Peak	530.769219795 kHz	43.69	N gnd	-12.30
2	Average	536.076911993 kHz	36.06	N gnd	-9.93
1	Quasi Peak	667.263434405 kHz	37.69	N gnd	-18.30
2	Average	667.263434405 kHz	32.83	N gnd	-13.16
1	Quasi Peak	798.145472681 kHz	40.95	N gnd	-15.04
2	Average	798.145472681 kHz	33.67	N gnd	-12.32
2	Average	935.888336808 kHz	32.90	N gnd	-13.09
1	Quasi Peak	945.247220176 kHz	40.08	N gnd	-15.91
1	Quasi Peak	1.06512822736 MHz	38.01	N gnd	-17.98
1	Quasi Peak	1.20021314689 MHz	37.07	N gnd	-18.92
2	Average	1.20021314689 MHz	30.92	N gnd	-15.08
1	Quasi Peak	1.32578199726 MHz	38.03	N gnd	-17.97
1	Quasi Peak	25.4636191981 MHz	47.30	L1 gnd	-12.69
2	Average	25.4636191981 MHz	39.83	L1 gnd	-10.17

Figure 45 – Conducted EMI, 36 V / 230 mA Steady-State Load Steady-State Load, 120 VAC, 60 Hz, and EN55015 Limits. Line and Neutral Scan Design Margin Measurement.



15 改訂履歷

Date	Author	Revision	Description and Changes	Reviewed
17-Jul-13	JDC	1.0	Initial Release	Apps & Mktg



最新の情報については、弊社ウェブサイト www.powerint.com

Power Integrations は、信頼性または生産性を向上させるために、いつでも製品を変更する権利を保持します。Power Integrations は、ここに記載した機器または回路を使用したことから生じる事柄について責任を一切負いません。Power Integrations は、ここでは何らの保証もせず、商品性、特定目的に対する適合性、及び第三者の権利の非侵害の黙示保証なども含めて、すべての保証を明確に否認します。

特許情報

ここで例示した製品及びアプリケーション（製品の外付けトランス構造と回路も含む）は、米国及び他国の特許の対象である場合があります。また、潜在的に、Power Integrations に譲渡された米国及び他国の出願中特許の対象である場合があります。Power Integrations の持つ特許の全リストは、www.powerint.com に掲載されます。Power Integrations は、<http://www.powerint.com/ip.htm> に定めるところに従って、特定の特許権に基づくライセンスを顧客に許諾します。

PI ロゴ、TOPSwitch、TinySwitch、LinkSwitch、LYTSwitch、DPA-Switch、PeakSwitch、CAPZero、SENZero、LinkZero、HiperPFS、HiperTFS、HiperLCS、Qspeed、EcoSmart、Clampless、E-Shield、Filterfuse、StackFET、PI Expert 及び PI FACTS は Power Integrations, Inc. の商標です。その他の商標は、各社の所有物です。©Copyright 2013 Power Integrations, Inc.

Power Integrations の世界各国の販売サポート担当

世界本社

5245 Hellyer Avenue
San Jose, CA 95138, USA.
代表電話: +1-408-414-9200
カスタマー サービス:
電話: +1-408-414-9665
ファックス: +1-408-414-9765
電子メール:
usasales@powerint.com

ドイツ

Lindwurmstrasse 114
80337, Munich
Germany
電話: +49-895-527-39110
ファックス: +49-895-527-39200
電子メール:
eurosales@powerint.com

日本

〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜 2-12-11 光正第 3 ビル
電話: +81-45-471-1021
ファックス: +81-45-471-3717
電子メール:
japansales@powerint.com

台湾

5F, No. 318, Nei Hu Rd.,
Sec. 1
Nei Hu District
Taipei 11493, Taiwan R.O.C.
電話: +886-2-2659-4570
ファックス: +886-2-2659-4550
電子メール:
taiwansales@powerint.com

中国 (上海)

Rm 1601/1610, Tower 1,
Kerry Everbright City
No. 218 Tianmu Road West,
Shanghai, P.R.C. 200070
電話: +86-21-6354-6323
ファックス: +86-21-6354-6325
電子メール:
chinasales@powerint.com

インド

#1, 14th Main Road
Vasanthanagar
Bangalore-560052
India
電話: +91-80-4113-8020
ファックス: +91-80-4113-8023
電子メール:
indiasales@powerint.com

韓国

RM 602, 6FL
Korea City Air Terminal B/D,
159-6
Samsung-Dong, Kangnam-Gu,
Seoul, 135-728 Korea
電話: +82-2-2016-6610
ファックス: +82-2-2016-6630
電子メール:
koreasales@powerint.com

ヨーロッパ本社

1st Floor, St. James's House
East Street, Farnham
Surrey GU9 7TJ
United Kingdom
電話: +44 (0) 1252-730-141
ファックス: +44 (0) 1252-727-689
電子メール:
eurosales@powerint.com

中国 (深圳)

3rd Floor, Block A,
Zhongtuo International Business
Center, No. 1061, Xiang Mei Rd,
FuTian District, ShenZhen,
China, 518040
電話: +86-755-8379-3243
ファックス: +86-755-8379-5828
電子メール:
chinasales@powerint.com

イタリア

Via Milanese 20, 3rd.Fl.
20099 Sesto San Giovanni
(MI) Italy
電話: +39-024-550-8701
ファックス: +39-028-928-6009
電子メール:
eurosales@powerint.com

シンガポール

51 Newton Road,
#19-01/05 Goldhill Plaza
Singapore, 308900
電話: +65-6358-2160
ファックス: +65-6358-2015
電子メール:
singaporesales@powerint.com

アプリケーション ホットライン

World Wide +1-408-414-9660

アプリケーション ファクシミリ

World Wide +1-408-414-9760

