

役職	LYTSwitch™-0 LYT0006P を使用した 6 W 非調光、非絶縁降圧型 LED ドライバのデザイン例レポート
仕様	90 ~ 265 VAC 入力、54 V、110 mA 出力
アプリケーション	GU10 LED ドライバ 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	RDR-355
日付	2013 年 6 月 18 日
改訂	1.0

概要と機能

- ワンコンバータ型、力率改善回路付き (120 V で 0.75 以上、230 V で 0.5 以上) 及び高精度定電流 (CC) 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 91% 以上
- 高効率、240 VAC 入力時で 90% 以上
- 優れたパフォーマンスと使用感
 - 素早い点灯 (20 ms 未満) – 知覚可能な遅延無し
- 内蔵保護機能と高い信頼性
 - クランプ型無負荷保護/出力短絡の自動復帰タイプ保護
 - 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
 - 停止条件時でも損傷を受けない
- IEC リング ウェーブ、ディファレンシャル モード入力サージ、及び伝導 EMI EN55015 に適合

特許情報

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。

Power Integrations

5245 Hellyer Avenue, San Jose, CA 95138 USA.
Tel: +1 408 414 9200 Fax: +1 408 414 9201
www.powerint.com

目次

1	はじめに	4
2	電源仕様	6
3	回路図	7
4	回路の説明	8
4.1	入力部の EMI フィルタ	8
4.2	LYTSwitch-0	8
4.3	出力整流	8
4.4	出力フィードバック	8
4.5	無負荷時の保護	9
5	PCB レイアウト	10
6	部品表	12
7	インダクタの仕様	13
7.1	回路図	13
7.2	電気仕様	13
7.3	材料	13
7.4	インダクタの構造図	14
7.5	インダクタ製造仕様	14
8	インダクタの設計計算シート	15
9	性能データ	17
9.1	アクティブモード効率	18
9.2	出力電流レギュレーション	19
9.2.1	入力ライン及び負荷電圧に対する出力電流レギュレーション	19
10	熱特性	20
10.1	使用した装置	20
11	熱特性測定結果	21
11.1	熱スキャン	22
12	波形	23
12.1	通常動作時のドレイン電圧	23
12.2	通常動作時のドレイン電流	24
12.3	出力短絡時のドレイン電圧及び電流	26
12.4	ドレイン電圧及び電流起動プロファイル	26
12.5	出力電流起動プロファイル	27
12.6	入出力プロファイル	28
12.7	入力サグ及びサージ	29
12.8	入力停止/入力起動	30
13	入力サージ	31
14	伝導 EMI	33
15	音鳴り	35



16	付録.....	36
17	改訂履歴.....	39

重要なお知らせ:

この電源は絶縁に関する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

このドキュメントでは、非常に小型の降圧型による LYTSwitch™-0 ファミリー (LYT0006P) を使用した、価格効率に優れた電源について説明します。

この電源は、90 VAC ~ 264 VAC の入力電圧範囲で動作します。DC バス電圧は、降圧型での使用時に 54 V 出力をサポートするのに十分高いレベルです。降圧型コンバータでは、出力電圧は入力電圧より常に低くなければなりません。さらに、出力電圧は LYTSwitch-0 の最大デューティサイクルによっても制限され、入力電圧が出力電圧より大きい必要があります。

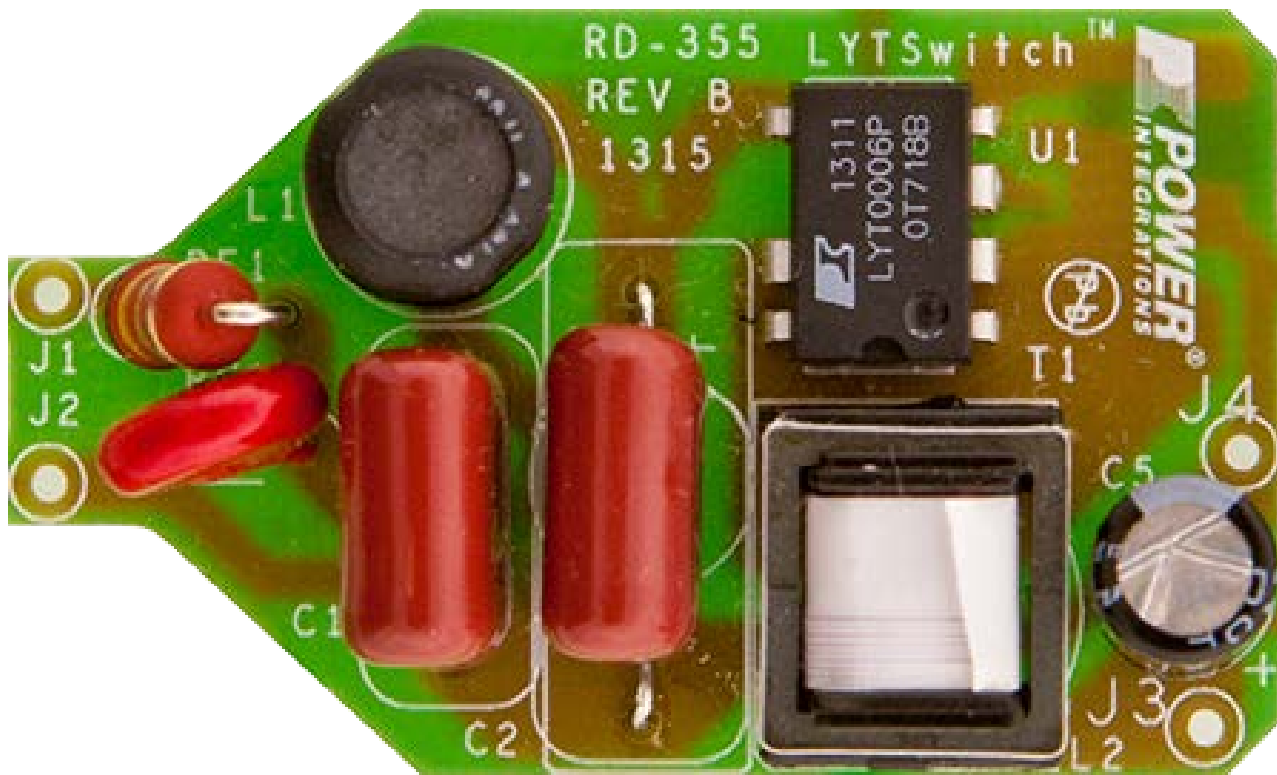


Figure 1 – Populated Circuit Board Photograph, Top.



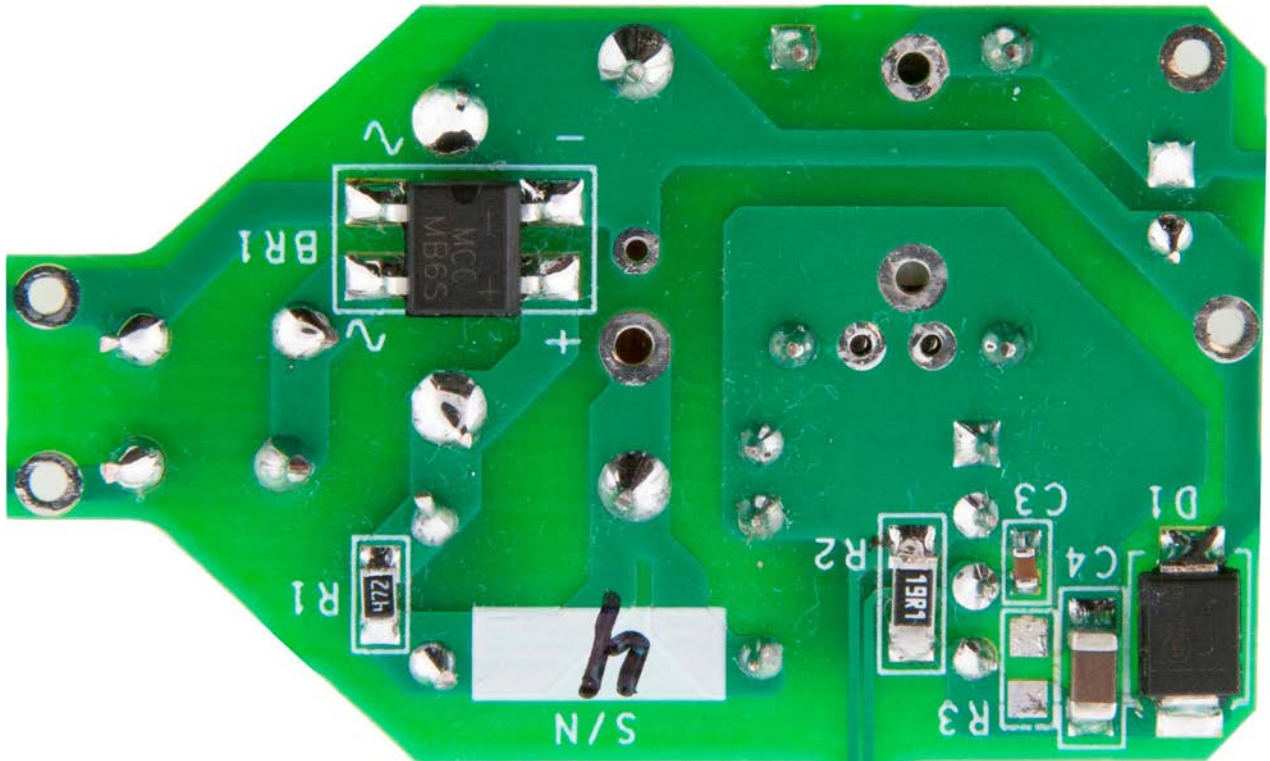


Figure 2 – Populated Circuit Board Photograph, Bottom.



2 電源仕様

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		265	VAC	2 ワイヤ - P.E. 無し 入力周波数は制限されません。アプリケーションが 400 Hz の入力周波数の場合、センス抵抗を調整します。	
周波数	f_{LINE}	47	50/60		Hz		
出力 出力電圧	V_{OUT}	52	54	56	V	±4%、100 VAC ~ 240 VAC 時	
出力電流	I_{OUT}		110		mA		
出力電力の合計 連続出力電力	P_{OUT}		6	6.5	W		
効率							
120 VAC、54 V LED	η	91			%	P_{OUT} 25 °C で測定	
240 VAC、54 V LED	η	90			%		
力率							
120 VAC、54 V LED	PF	0.75				P_{OUT} 25 °C で測定	
240 VAC、54 V LED	PF	0.5					
環境							
伝導 EMI		CISPR22B/EN55015B に適合					
入力サージ ディファレンシャル モード (L1-L2)			0.5		kV	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	
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	500 A 短絡 直列インピーダンス: ディファレンシャル モード: 2 Ω	
周囲温度	T_{AMB}	-10	25		°C	自由対流、海水面 UUT は - (マイナス) 40°C で起動可能	



3 回路图

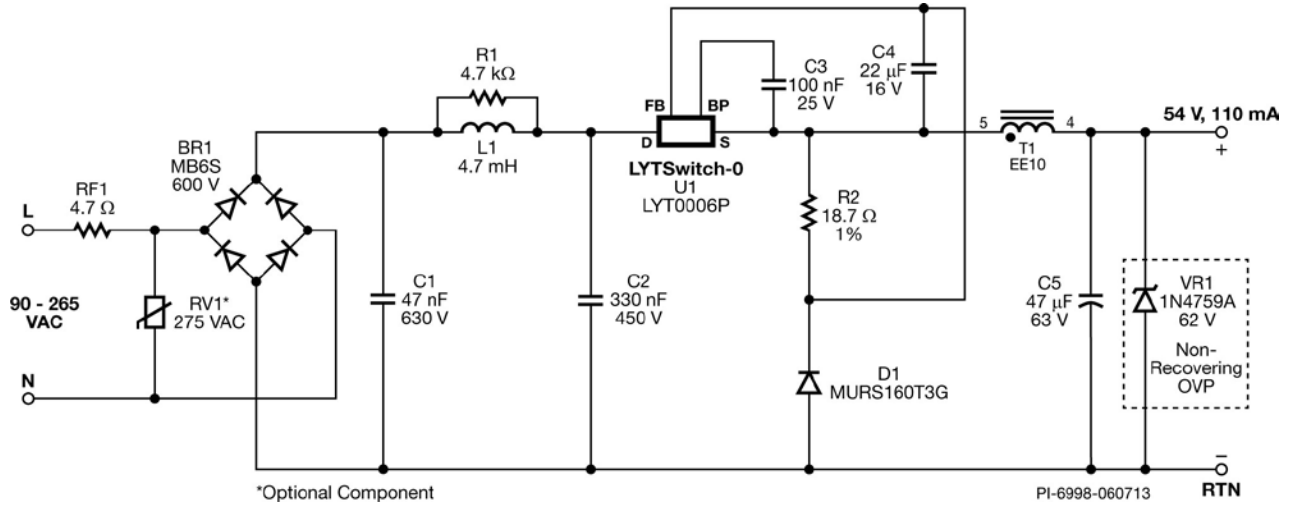


Figure 3 – Schematic. T1 can be replaced by a drum core inductor if final casing/housing has sufficient room to avoid shorting the magnetic flux. Zener diode VR1 is an option and provides one-time no-load protection.



4 回路の説明

図 3 に示される電源は、LYT0006P (U1) をハイサイドの降圧型設計に使用し、110 mA 定電流、出力電圧 54 VDC の仕様です。電源は、常に定電流 (CC) が必要な LED をドライブするように設計されています。

4.1 入力部の EMI フィルタ

ヒューズ RF1 は短絡を防止します。ブリッジ BR1 は、良好な力率を得るために全波整流器を行います。コンデンサ C1、C2 及びコモンモード チョーク L1 は、伝導 EMI 規格を満たすために π フィルタを形成します。コンデンサ C1、C2 は入力コンデンサでもあり、ラインノイズを削減し、サージに対する保護機能を持っています。

4.2 LYTSwitch-0

LYTSwitch-0 は、優れたライン変動及び 0 から 100°C (LYTSwitch-0 ケース温度) の温度範囲でレギュレーションをとまなう、シンプルで低コストな LED ドライバ用に最適化されています。パワー インダクタとセンス抵抗を調整することで、最善のライン レギュレーションを達成するために PIXIs スプレッドシートを使用します。総入力容量の影響もありますが、パフォーマンスを最適化するようにセンス抵抗 (R2) を調整することで補正できます。

LYTSwitch-0 ファミリーにはサーマルリミットが内蔵されており、電球の動作温度が過剰に上昇する場合に電源を保護します。

降圧型コンバータステージは、LYT0006P (U1) 内の一体型電源 MOSFET スイッチ、フリーホイールダイオード (D1)、センス抵抗 (R2)、電源インダクタ L2 及び出力コンデンサ (C5) から構成されます。コンバータはほぼ常に DCM で作動し、逆電流を抑えます。スイッチングの損失を最小限にするために、高速フリーホイールダイオードが採用されています。

インダクタ L2 は標準的な EE10 で、閉磁路タイプであり、どのようなケーシングでも適切なインダクタンスを確保します。インダクタの漏れ磁束が分かっている特定筐体に設置すれば、低価格のドラムコア インダクタによって置き換えできます。

4.3 出力整流

高効率で温度上昇を抑えるため、高速出力ダイオード (D1) が採用されています。通常、LED の用途では、周囲温度は 70°C 以上です。t_{RR} が低い (35 nS 未満) のデバイスが推奨されません。

4.4 出力フィードバック

スイッチング サイクルをスキップすることにより、レギュレーションを一定に保ちます。出力電流が上昇すると、FB ピンへの電圧が上昇します。この電圧が V_{FB} を超える場合は、電圧が V_{FB} 以下になるまで、それ以降のスイッチングサイクルがスキップされます。電流は R2 から検知さ



れ、C4 によってフィルタリングされ、FB ピンに供給されることで正確なレギュレーション特性を実現します。良好なライン レギュレーションを達成するために重要なことは、最小のインダクタンスを計算した後に電源インダクタとセンス抵抗の値とのバランスを取ることです。

バイパスコンデンサ (C4) は、FEEDBACK ピンと SOURCE ピンの間に接続され、出力電流のセンス時に電源損失の削減に役立ちます。このコンデンサは、FB ピンのフィードバック電流情報をサンプルホールドする役割があります。ピーク電圧はデバイスの最大定格を超えないので、FB ピンと C4 の間には制限抵抗は必要ありません。

4.5 無負荷時の保護

オプションで、ワンショット、無負荷保護回路がこの設計に組み込まれます。不慮の無負荷動作時には、VR1 によって出力コンデンサが保護されます。故障時には、ツェナー ダイオード VR1 を交換する必要があります。

通常動作中 (LED レトロフィット ランプ)、負荷は常に接続されるので、VR1 を取り外しコストを節約できます。基板レベルのテスト中に保護するために、40 VAC を入力に印加し、出力電流が測定されない場合は負荷が接続されていません。このテストによって、基板テストの初期電源投入を安全に実行でき、OV 保護回路は必要ありません。



5 PCB レイアウト

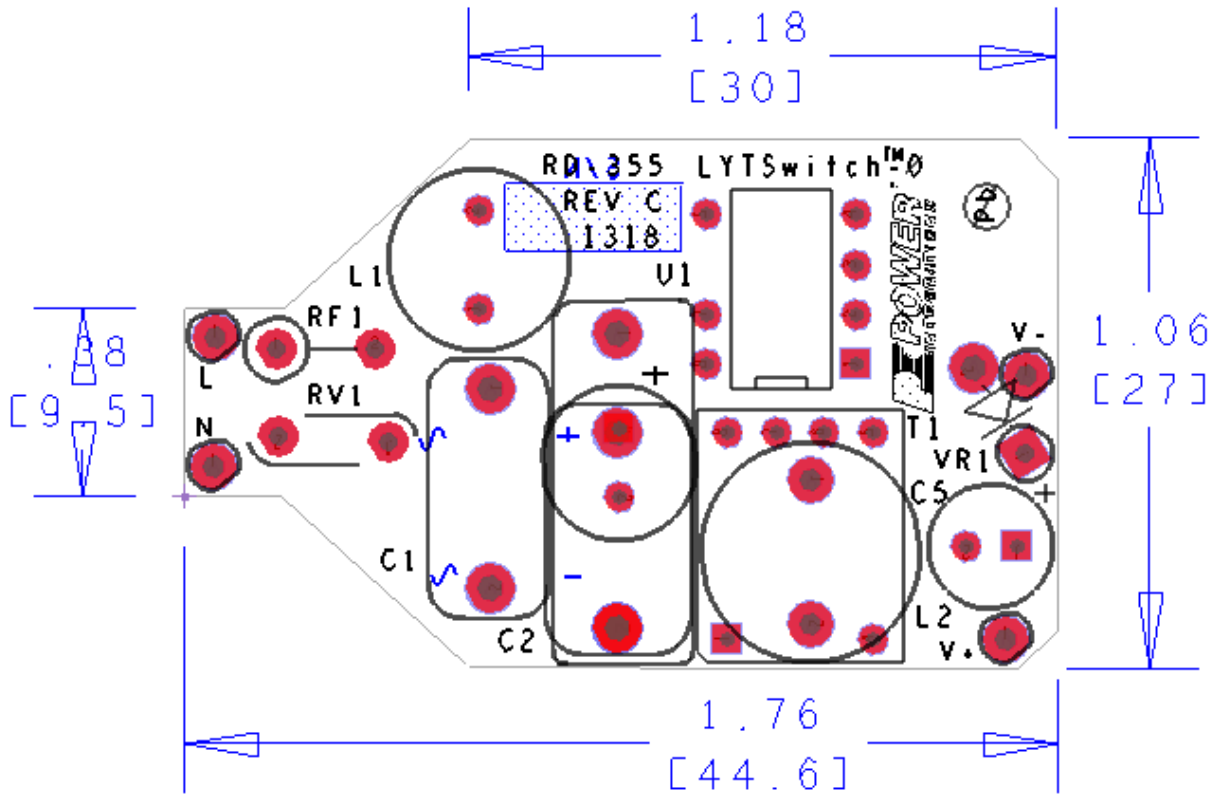


Figure 4 – Printed Circuit Layout. Top view.



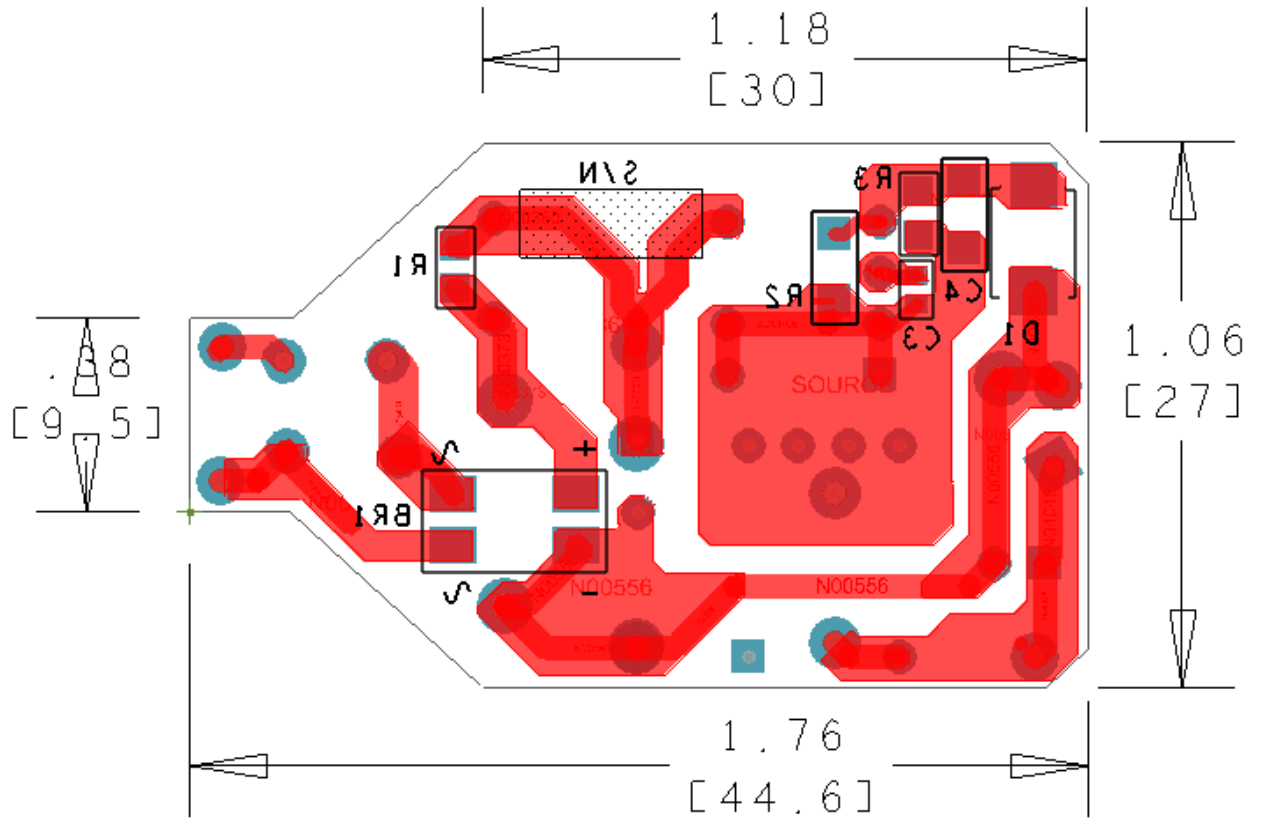


Figure 5 – Printed Circuit Layout. Bottom View.



6 部品表

Item	Qty	Ref Des	Description	Manufacturer P/N	Manufacturer
1	1	BR1	600 V, 0.5 A, Bridge Rectifier, SMD, MBS-1, 4-SOIC	MB6S-TP	Micro Commercial
2	1	C1	47 nF, 630 V, Film	ECQ-E6473KF	Panasonic
3	1	C2	330 nF, 450 V, METALPOLYPRO	ECW-F2W334JAQ	Panasonic
4	1	C3	100 nF, 25 V, Ceramic, X7R, 0603	VJ0603Y104KNXAO	Vishay
5	1	C4	22 μ F, 16 V, Ceramic, X5R, 1206	EMK316BJ226ML-T	Taiyo Yuden
6	1	C5	47 μ F, 63 V, Electrolytic, Gen. Purpose, (6.3 x 13)	63YXJ47M6.3X11	Rubycon
7	1	D1	600 V, 1 A, Ultrafast Recovery, 35 ns, SMB Case	MURS160T3G	On Semi
8	1	L1	4.7 mH, 0.150 A, 20%	RL-5480-3-4700	Renco
9	1	R1	4.7 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ472V	Panasonic
10	1	R2	18.7 Ω , 1%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8ENF18R7V	Panasonic
11	1	RF1	4.7 Ω , 5%, 2 W, Metal Film Fusible	FW20A4R70JA	Bourns
12	1	RV1	275 V, 23 J, 7 mm, RADIAL	V275LA4P	Littlefuse
13	1	T1	EE10, Bobbin Inductor	Custom SNX-R1699	Kunshan Fengshunhe Santronics USA
14	1	U1	LinkSwitch-0, DIP-8B	LYT0006P	Power Integrations
15	1	VR1	62 V, 5%, 1 W, DO-41	1N4759A	Vishay



7 インダクタの仕様

7.1 回路図

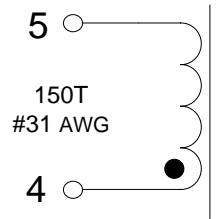


Figure 6 – Inductor Electrical Diagram.

7.2 電気仕様

Primary Inductance	Pins 4-5, all other windings open, measured at 100 kHz, 0.4 V _{RMS} .	1.4 mH ±7%
---------------------------	--	------------

7.3 材料

Item	Description
[1]	Core: EE10; TDK-PC40EE10/11-Z; or equivalent.
[2]	Bobbin: EE10; 8 pins (4/4), Horizontal, PI#: 25-00956-00.
[3]	Magnet Wire: #31 AWG, double coated.
[4]	Tape: Polyester film, 3M 1350-1, 6.5mm wide.
[5]	Varnish.



7.4 インダクタの構造図

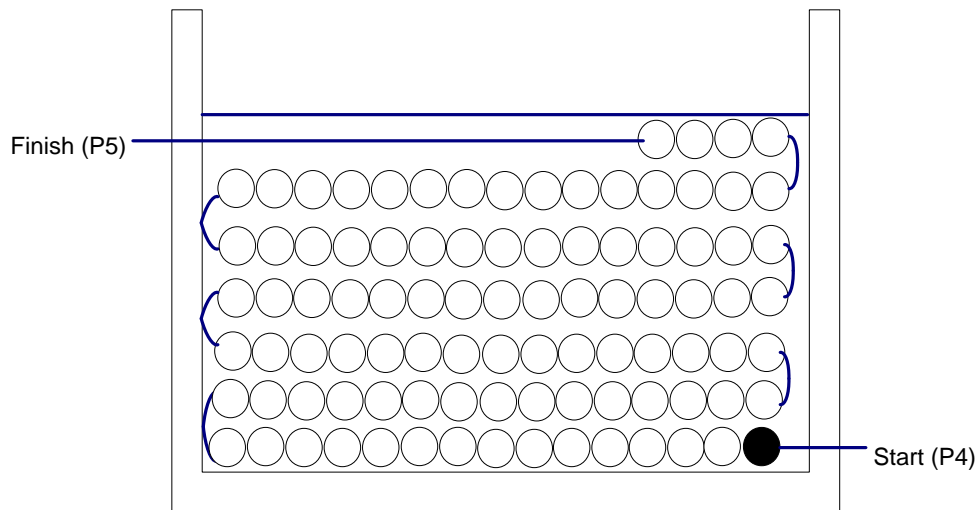


Figure 7 – Inductor Build Diagram.

7.5 インダクタ製造仕様

Winding Preparation	Place bobbin item [2] on the mandrel with pin side 1-4 on the right side. Winding direction is clockwise direction.
Winding	Start pin 4, wind 150 turns of wire item [3] from right to left then left to right in ~6 layers and finish at pin 5.
Tape	Secure winding with tape item [4].
Final Assembly	Gap cores to get the 1.35 mH inductance. Apply tape to secure both cores. Remove pins: 2 and 3.

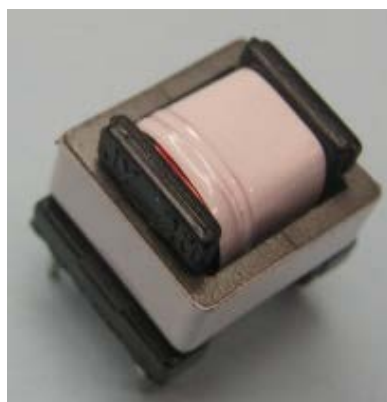


Figure 8 – Transformer Assembly Sample.



8 インダクタの設計計算シート

ACDC_LYTSwitchZero_052813; Rev.0.8; Copyright Power Integrations 2013	INPUT	INFO	OUTPUT	UNIT	LYTSwitchZero_Rev_0-8.xls: LYTSwitchZero Design Spreadsheet
INPUT VARIABLES					
VACMIN	90		90	Volts	Minimum AC Input Voltage
VACNOM	120		120		
VACMAX	265		265	Volts	Maximum AC Input Voltage
FL	60		60	Hertz	Line Frequency
VO	54		54	Volts	Output Voltage
IO	110		110	mA	Output Current
Pout			5.94	W	
EFFICIENCY	0.9		0.9		Overall Efficiency Estimate (Adjust to match Calculated, or enter Measured Efficiency)
CIN	0.38		0.38	uF	Input Filter Capacitor
Input Stage Resistance	4.7		4.7	ohms	Input Stage Resistance, Fuse & Filtering
Switching Topology			Buck		Type of Switching topology
DC INPUT VARIABLES					
VMIN			54.00068302	Volts	Minimum DC Bus Voltage
VMAX			374.766594	Volts	
LYTSwitchZero					
LYTSwitchZero	LYT0006		LYT0006		
ILIMIT			0.375	Amps	Typical Current Limit
ILIMIT_MIN			0.33275	Amps	Minimum Current Limit
ILIMIT_MAX			0.401	Amps	Maximum Current Limit
FSMIN			62000	Hertz	Minimum Switching Frequency
VDS			4.8375	Volts	Maximum On-State Drain To Source Voltage drop
DIODE					
VD			0.7	Volts	Freewheeling Diode Forward Voltage Drop
VRR			600	Volts	Recommended PIV rating of Freewheeling Diode
IF			1	Amps	Recommended Diode Continuous Current Rating
Diode Recommendation			BYV26C		Suggested Freewheeling Diode
OUTPUT INDUCTOR					
Core type	Ferrite		Ferrite		Select core type between Ferrite and Off-the-Shelf
Core size	EE10		EE10		Select core size
Custom Core					Enter custom core description (if used)
AE			12.1	mm ²	Core Effective Cross Sectional Area
LE			26.1	mm	Core Effective Path Length
AL			850	nH/T ²	Ungapped Core Effective Inductance
BW			6.6	mm	Bobbin Physical Winding Width
NL			149.6667555		Number of turns on inductor
BP			3100	Gauss	Peak flux density
LG			2.253983597	mm	Gap length
OD			0.132293908		Maximum Primary Wire Diameter including insulation
INS			0.031219467		Estimated Total Insulation Thickness (= 2 * film thickness)



DIA			0.101074441		Bare conductor diameter
AWG			39		Primary Wire Gauge (Rounded to next smaller standard AWG value)
CM			12.69920842		Bare conductor effective area in circular mils
CMA			0.112907248		!!! INCREASE CMA 200 (increase L(primary layers),decrease NS, use larger Core)/>
L			3		
LP	1400		1400	uH	Output Inductor, Recommended Standard Value
L_R	2		2	Ohms	DC Resistance of Inductor
IO_Average			112.474696		Average output current
ILRMS			112.474696	mA	Estimated RMS inductor current (at VMAX)
FEEDBACK COMPONENTS					
RFB	18.7		18.7	Ohms	Feedback Resistor. Use closest standard 1% value
CFB			22	uF	Feedback Capacitor
OUTPUT REGULATION					
IO_VACMIN			109.393596	mA	Output Current at VACMIN
IO_VACNOM			112.474696	mA	Output Current at VACNOM
IO_VACMAX			114.3382366	mA	Output Current at VACMAX



9 性能データ

All measurements performed at room temperature ($\approx 25\text{ }^{\circ}\text{C}$) otherwise specified.

Input		Input Measurement				LED Load Measurement			Efficiency (%)	Regulation (%)
VAC (V_{RMS})	Freq (Hz)	V_{IN} (V_{RMS})	I_{IN} (mA_{RMS})	P_{IN} (W)	PF	V_{OUT} (V_{DC})	I_{OUT} (mA_{DC})	P_{OUT} (W)		
90	60	90.07	82.57	6.480	0.871	54.0400	108.050	5.918	91.33	-1.77
100	60	100.11	78.53	6.584	0.838	54.1400	110.150	6.024	91.49	0.14
115	60	110.12	73.24	6.555	0.813	54.1400	110.080	6.006	91.62	0.07
120	60	120.12	69.70	6.566	0.784	54.1600	110.500	6.021	91.70	0.45
132	60	135.16	67.07	6.564	0.724	54.1600	110.590	6.015	91.64	0.54
190	50	190.30	57.15	6.386	0.587	54.0200	107.810	5.836	91.39	-1.99
200	50	200.41	56.02	6.359	0.566	53.9900	107.310	5.805	91.29	-2.45
220	50	220.35	54.16	6.308	0.529	53.9400	106.430	5.749	91.14	-3.25
230	50	230.37	53.68	6.286	0.508	53.9200	106.010	5.723	91.04	-3.63
240	50	264.15	55.86	6.726	0.456	54.2500	112.380	6.098	90.66	2.16
265	50	90.07	82.57	6.480	0.871	54.0400	108.050	5.918	91.33	-1.77



9.1 アクティブモード効率

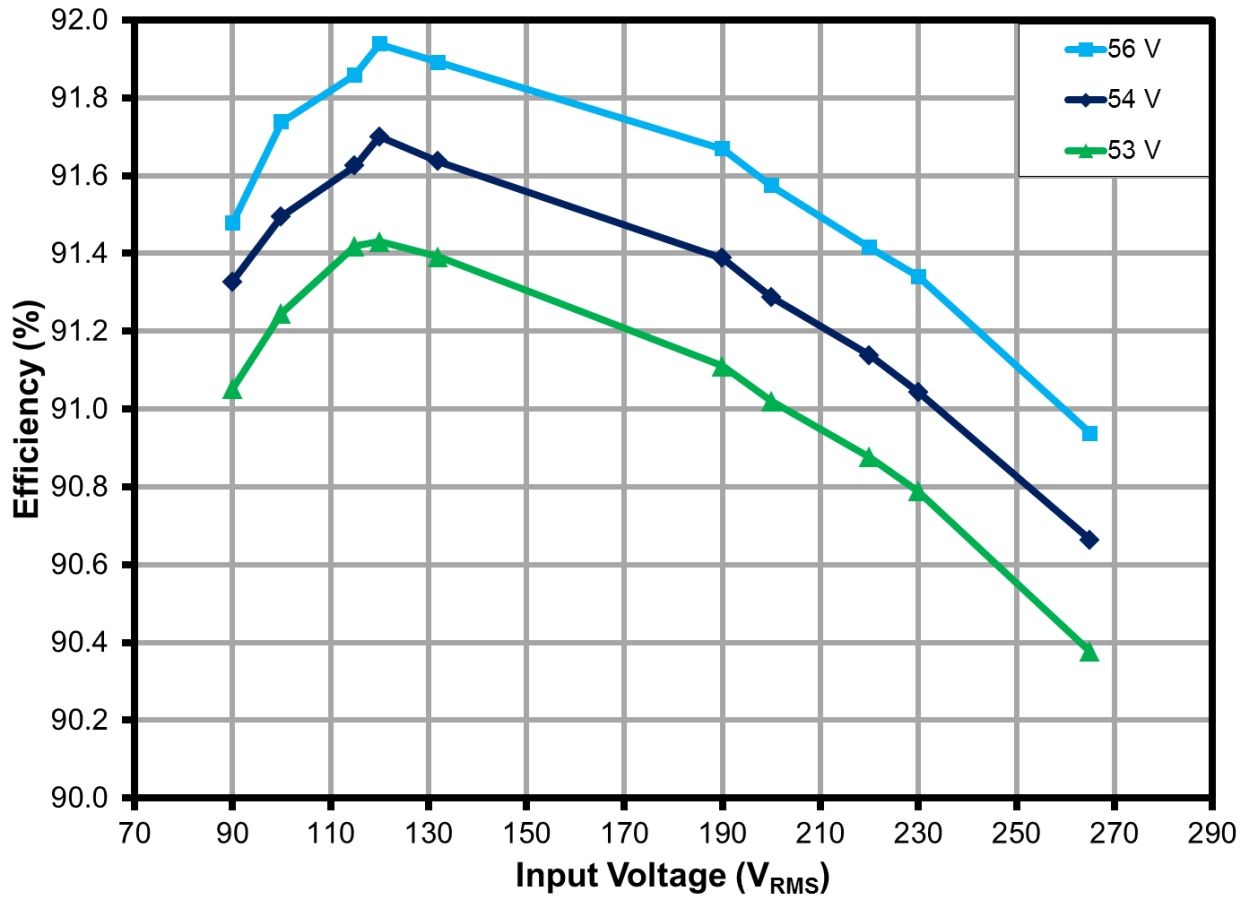


Figure 9 – Efficiency with Respect to AC Input Voltage. 90-132 VAC (50 Hz) and 190-265 VAC (60 Hz) Input.



9.2 出力電流レギュレーション

9.2.1 入力ライン及び負荷電圧に対する出力電流レギュレーション

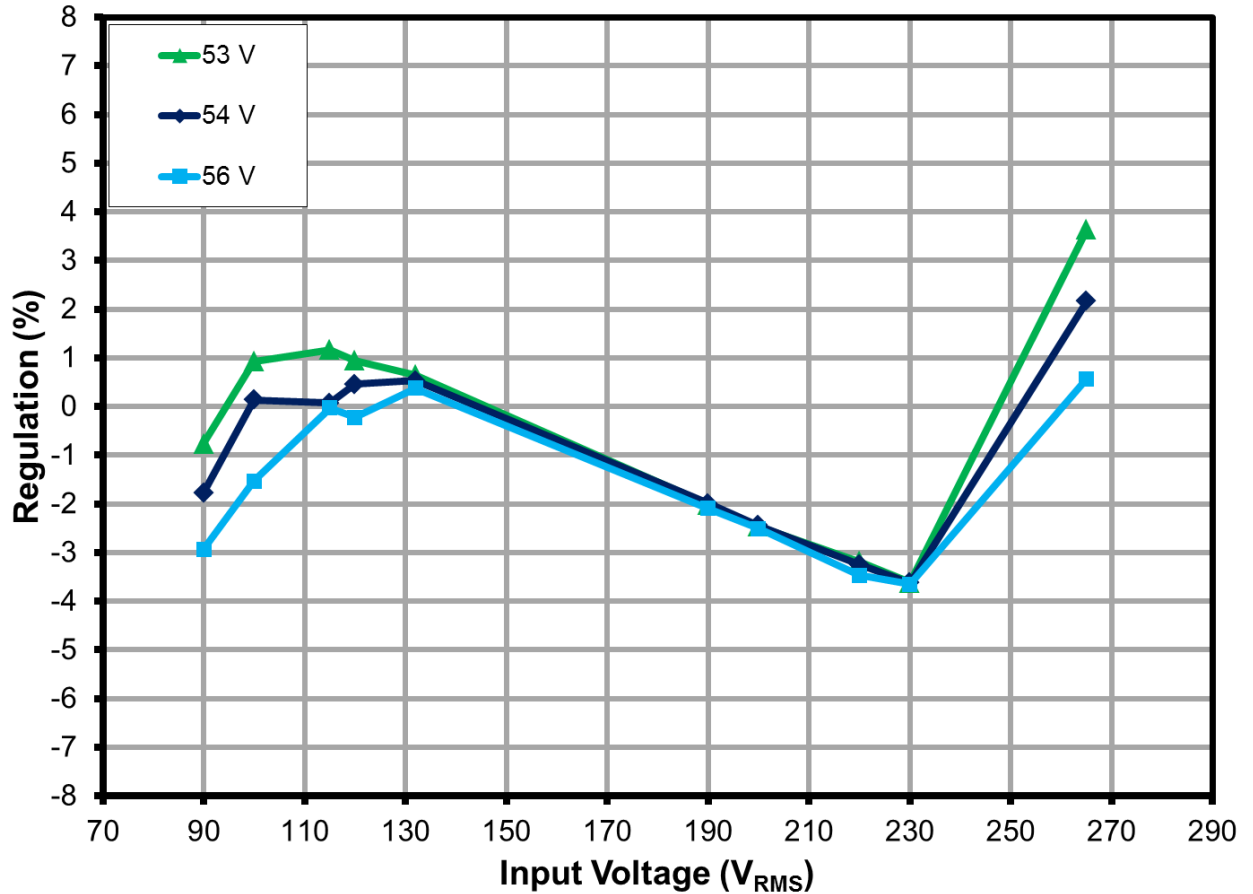


Figure 10 – Load Regulation, Room Temperature.



10 熱特性

10.1 使用した装置

Chamber:	Tenney Environmental Chamber Model No: TJR-17 942	Wattmeter:	Yokogawa Power Meter Model No: WT2000
AC Source:	Chroma Programmable AC Source Model No: 6415	Data Logger:	Yokogawa Model: 2008-3-4-2-2-1D SN: S5L409310



Figure 11 – Thermal Chamber Set-up Showing Box Used to Prevent Airflow Over UUT.

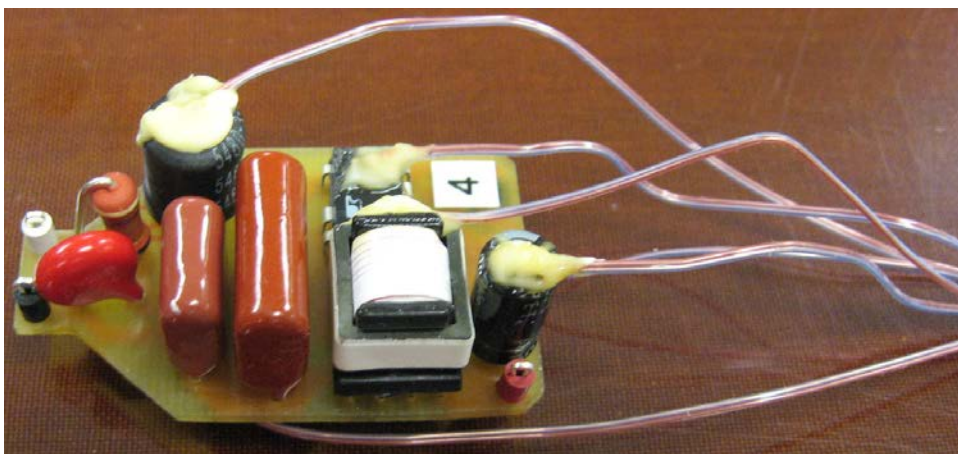


Figure 12 – Thermal Unit Thermocouple Measurement Set-up.



11 熱特性測定結果

Input: 90 VAC / 60 Hz

Load: 54 V / 110 m A LED load.

Location	Temperature								Thermal Shutdown	Thermal Recovery
Ambient	23.3	38.7	47.9	58.4	70.0	80.0	90.0	100.0	107.9	40.5
Bridge	37.8	52.4	60.8	70.9	80.7	89.6	99.0	108.5	115.1	64.4
L1	37.2	52.7	60.9	71.2	81.9	90.6	100.4	109.9	117.8	60.2
L2	39.4	54.6	63.7	73.9	84.7	93.4	103.2	112.7	120.6	63.0
IC	40.9	56.9	66.1	76.9	87.6	97.5	107.5	117.8	125.0	61.7
Diode	38.0	53.5	62.8	73.5	83.9	93.3	103.1	113.0	120.1	59.4

Table 1 – Thermal Measurement.

Note: Unit will start reliably at -40 °C. Tests were performed but are not shown here.

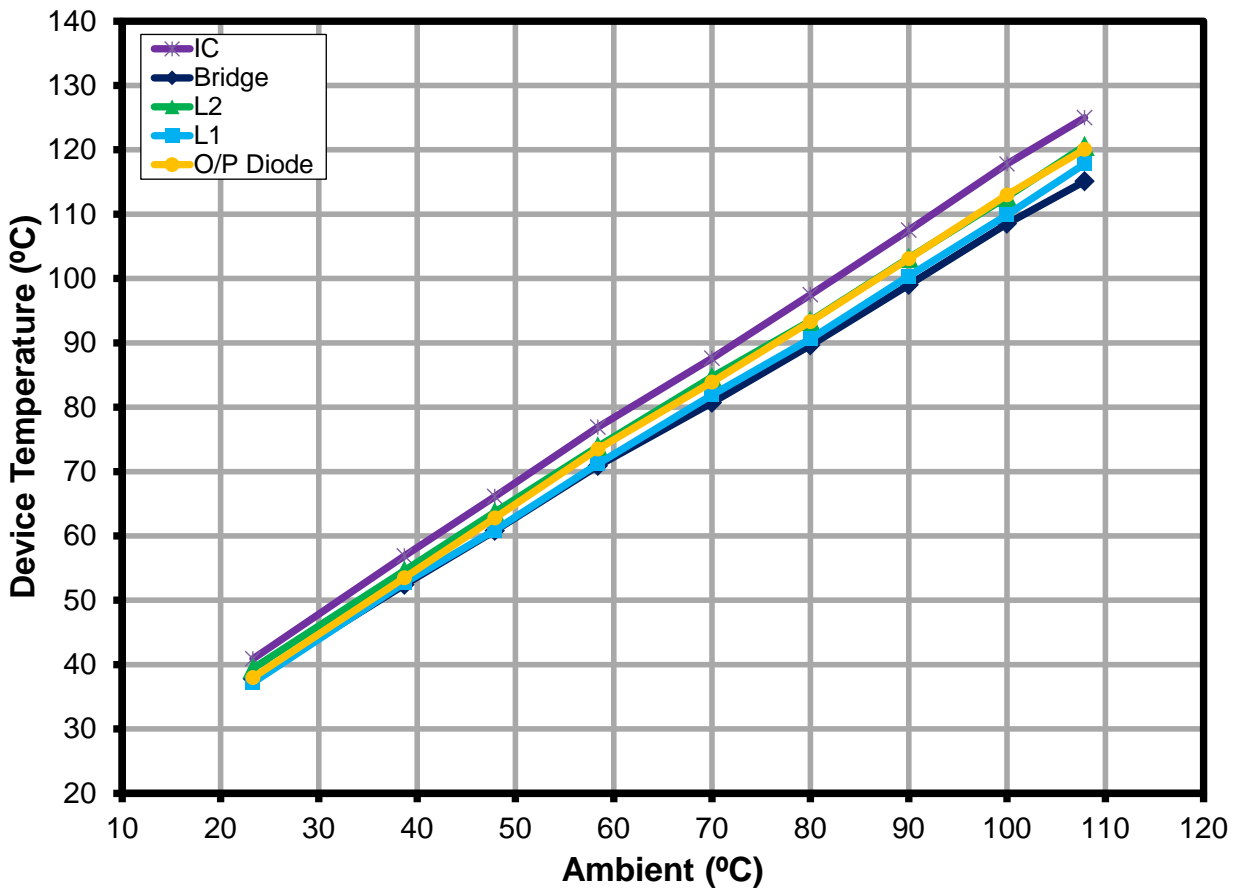


Figure 13 – Thermal Performance Curve.



11.1 熱スキャン

Open-frame thermal measurement at 25°C ambient. UUT was soaked for 1 hour to achieve steady-state before the measurement.

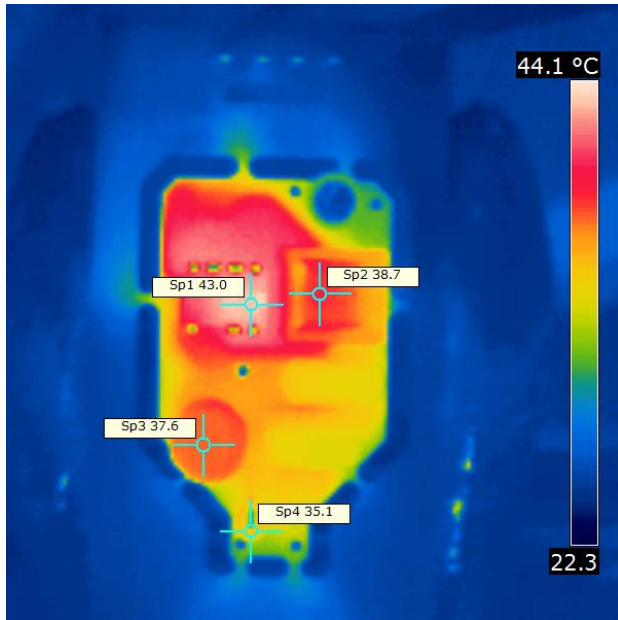


Figure 14 – Temperature (°C) at Top Side of PCB.
 SP1 – U1, LYT0006P.
 SP2 – L2, Power Inductor.
 SP3 – L1, EMI Choke.
 SP4 – FR1, Fusible Resistor.

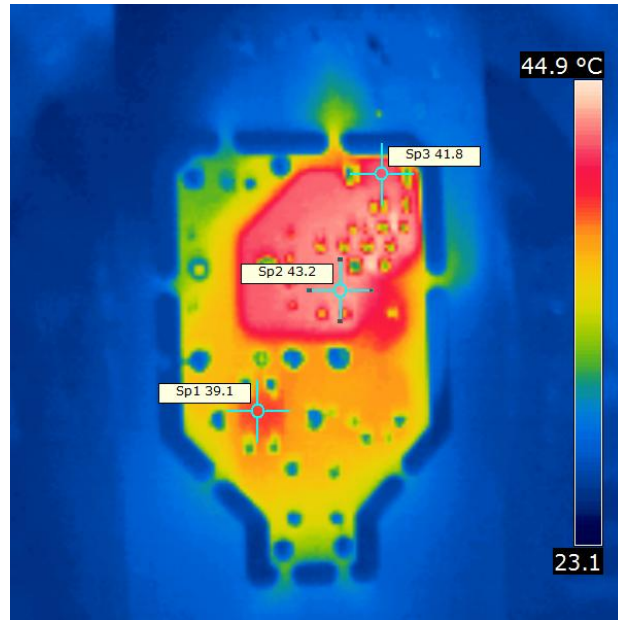


Figure 15 – Temperature (°C) at Bottom Side of PCB.
 SP1 – BR1, Bridge Rectifier.
 SP2 – PCB, Trace Temperature.
 SP3 – D1, Freewheeling Diode.



12 波形

12.1 通常動作時のドレイン電圧

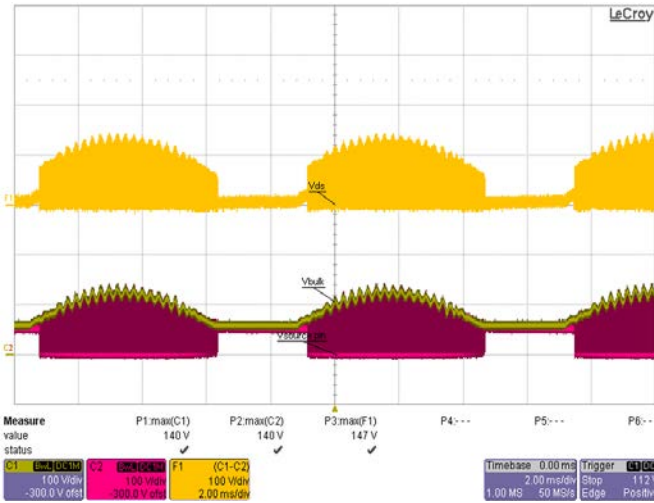


Figure 16 – 90 VAC, 60Hz, Full Load
 F1(Orange): $V_{DRAIN-SOURCE}$, 100 V / div.
 Ch1(Yellow): $V_{DRAIN-GND}$, 100 V / div.
 Ch2(Red): $V_{SOURCE-GND}$, 100 V, 2 ms / div.

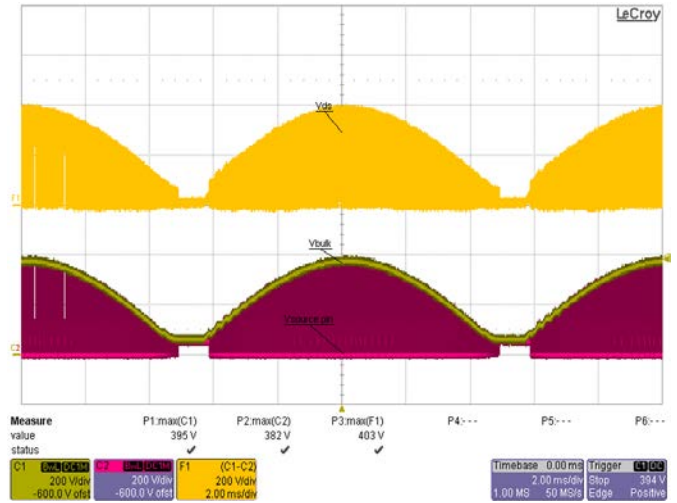


Figure 17 – 265 VAC, Full Load
 F1(Orange): $V_{DRAIN-SOURCE}$, 200 V / div.
 Ch1(Yellow): $V_{DRAIN-GND}$, 200 V / div.
 Ch2(Red): $V_{SOURCE-GND}$, 200 V, 2 ms / div.

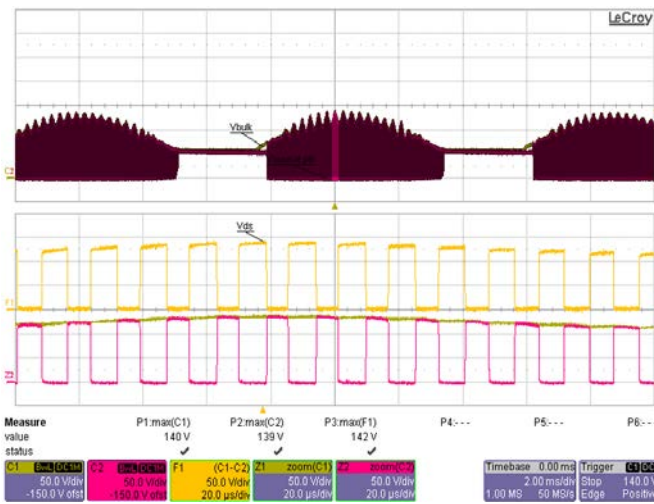


Figure 18 – 90 VAC, 60Hz, Full Load
 F1(Orange): $V_{DRAIN-SOURCE}$, 50 V / div.
 Ch1(Yellow): $V_{DRAIN-GND}$, 50 V / div.
 Ch2(Red): $V_{SOURCE-GND}$, 50 V, 2 ms / div.
 Z1(Yellow): $V_{DRAIN-GND}$, 50 V / div.
 Z2(Red): $V_{SOURCE-GND}$, 50 V, 20 μ s / div.

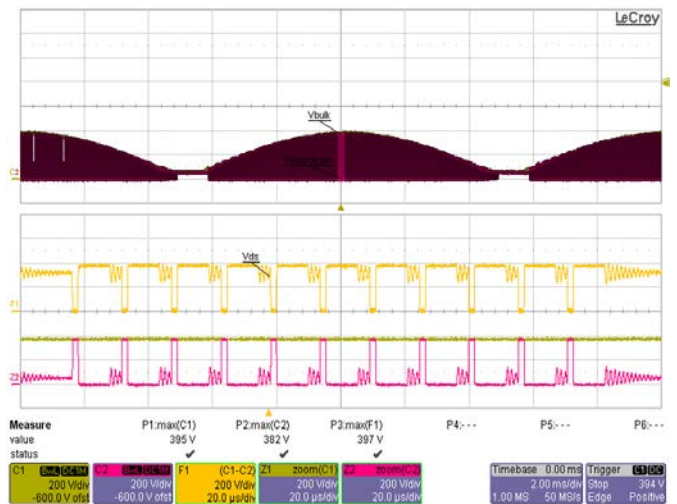


Figure 19 – 265 VAC, Full Load
 F1(Orange): $V_{DRAIN-SOURCE}$, 200 V / div.
 Ch1(Yellow): $V_{DRAIN-GND}$, 200 V / div.
 Ch2(Red): $V_{SOURCE-GND}$, 200 V, 2 ms / div.
 Z1(Yellow): $V_{DRAIN-GND}$, 200V / div.
 Z2(Red): $V_{SOURCE-GND}$, 200 V, 20 μ s / div.



12.2 通常動作時のドレイン電流

Missing pulses are normal and are used to regulate the output current. These missing pulses are present every time the sense resistor (R2) voltage-drop reaches 1.65 V. The unit will enter into auto-restart if there is not at least one missing pulse within 50 ms. For some designs wherein the power inductance is high and operating mostly in CCM, a reverse current may be present. One way to avoid this is by increasing the device size or increase input capacitance or adding a blocking diode in the drain. See AN-60 for more details.

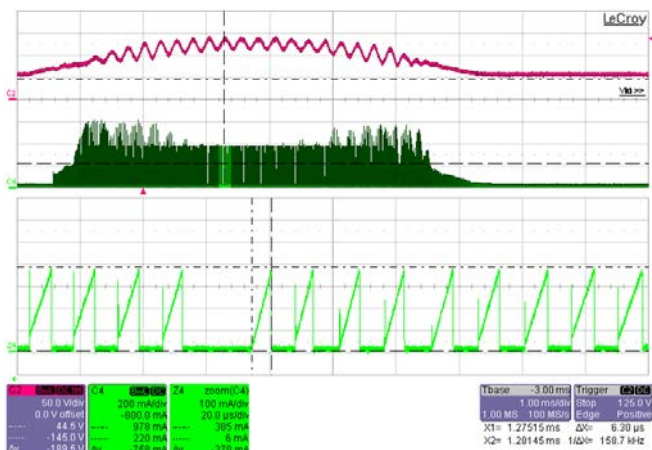


Figure 20 – 90 VAC, 60 Hz, 54 V_{LED}
 Ch2(Red): V_{BULK}, 50V / div.
 Ch4(Green): I_{DRAIN}, 200 mA / div., 1 ms / div.
 Z2(Green): I_{DRAIN}, 100 mA / div., 20 μs / div.

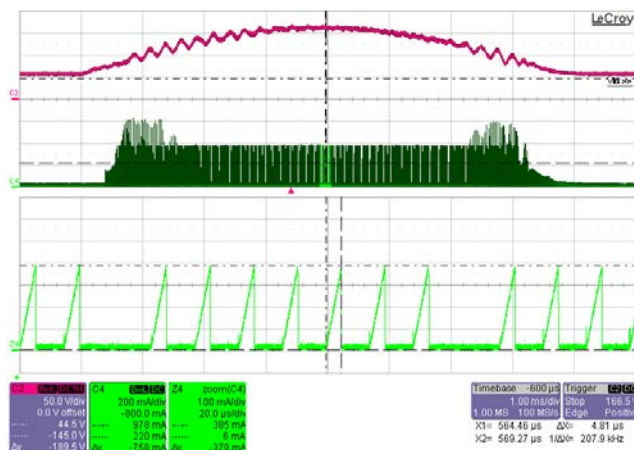


Figure 21 – 115 VAC, 60 Hz, 54 V_{LED}
 Ch2(Red): V_{BULK}, 50 V / div.
 Ch4(Green): I_{DRAIN}, 200 mA / div., 1 ms / div.
 Z2(Green): I_{DRAIN}, 100 mA / div., 20 μs / div.



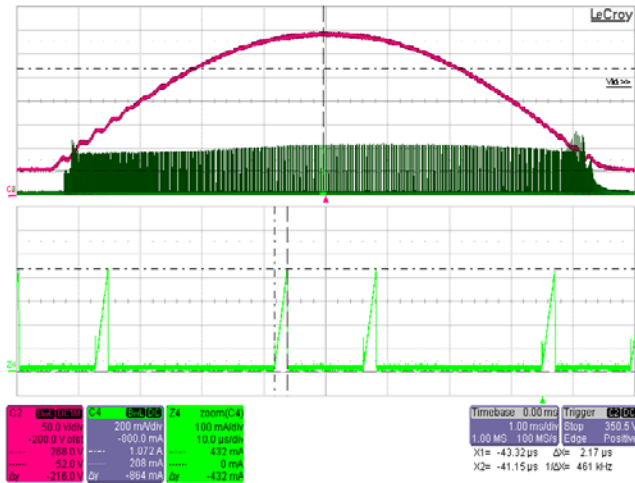


Figure 22 – 240 VAC, 60 Hz, 54 V_{LED}
 Ch2(Red): V_{BULK}, 50 V / div.
 Ch4(Green): I_{DRAIN}, 200 mA / div., 1 ms / div.
 Z2(Green): I_{DRAIN}, 100 mA / div., 20 μs / div.

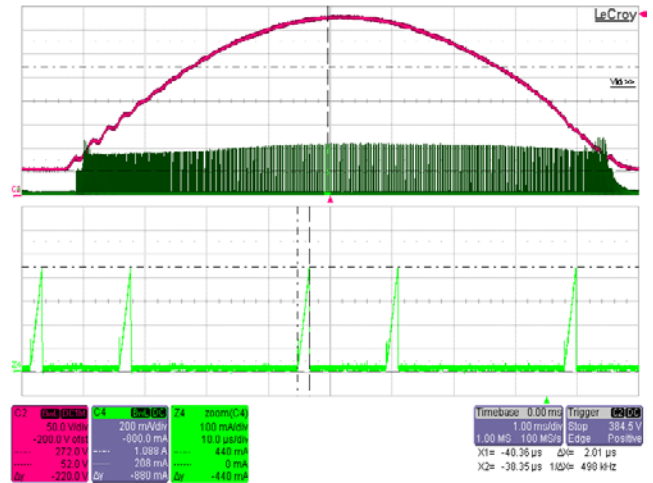


Figure 23 – 265 VAC, 60 Hz, 54 V_{LED}
 Ch2(Red): V_{BULK}, 50 V / div.
 Ch4(Green): I_{DRAIN}, 200 mA / div., 1 ms / div.
 Z2(Green): I_{DRAIN}, 100 mA / div., 20 μs / div.



12.3 出力短絡時のドレイン電圧及び電流

Device is operating within the range and no inductor saturation was observed.

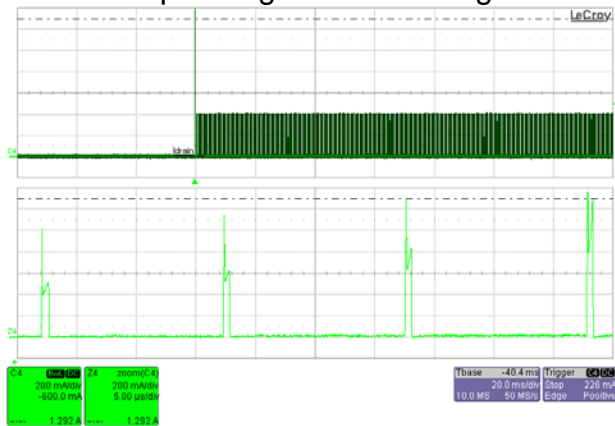


Figure 24 – LYT0006P Output Short.
 Ch4: I_{DRAIN} ; 0.2 A / div.
 Time Scale: 20 ms / div.
 Z4: V_{DS} ; 0.2 A / div.
 Zoom Time Scale: 5 μ s / div.

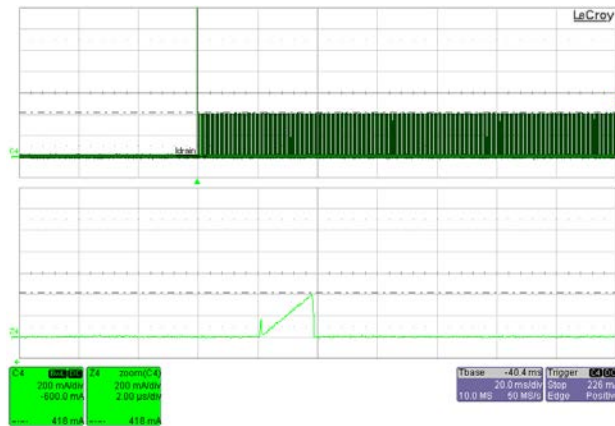


Figure 25 – LYT0006P Output Short.
 Ch4: I_{DRAIN} ; 0.2 A / div.
 Time Scale: 20 ms / div.
 Z4: V_{DS} ; 0.2 A / div.
 Zoom Time Scale: 2 μ s / div.

12.4 ドレイン電圧及び電流起動プロファイル

Device is operating within the range and no inductor saturation was observed.



Figure 26 – 265 VAC / 50 Hz Start-up.
 Ch1, Z1: SOURCE Pin to Ground; 100 V / div.
 Ch2, Z2: Bulk Input; 100 V / div.
 Ch4, Z4: I_{DRAIN} ; 0.2 A / div.
 Time Scale: 100 μ s / div.
 F1: V_{DS} ; 100 V / div.
 Zoom Time Scale: 500 ns / div.

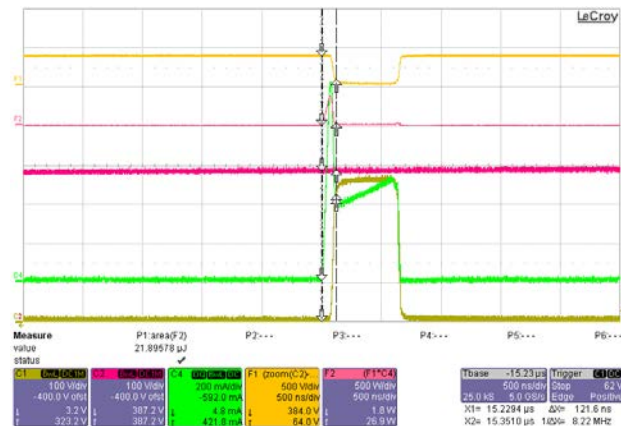


Figure 27 – 265 VAC / 50 Hz Start-up.
 Ch1: SOURCE Pin to Ground; 100 V / div.
 Ch2: Bulk Input; 100 V / div.
 Ch4: I_{DRAIN} ; 0.2 A / div.
 Time Scale: 500 ns / div.
 F1: V_{DS} ; 100 V / div.
 F2: Switching Power; 500 W / div.
 Zoom Time Scale: 500 ns / div.



12.5 出力電流起動プロファイル

Output current/light is present in just one AC cycle. <20 ms

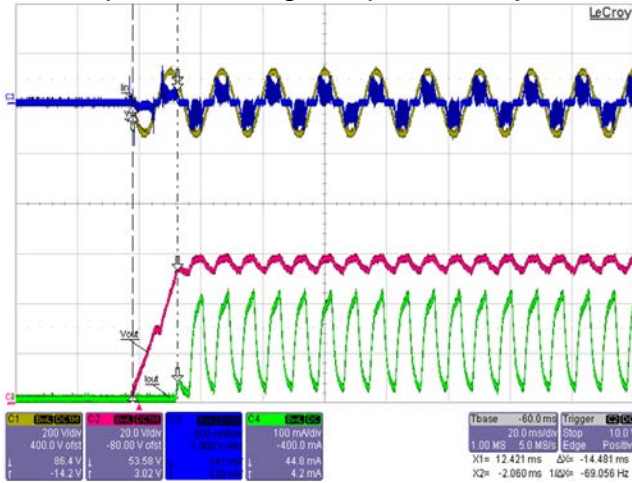


Figure 28 – 90 VAC, 60Hz, Full Load

Ch1(Yellow): V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2(Red): V_{OUT} , 20 V,
 Ch3(Blue): I_{IN} , 0.5 A / div.
 Ch4(Green): I_{OUT} , 100 mA / div., 20 ms / div.

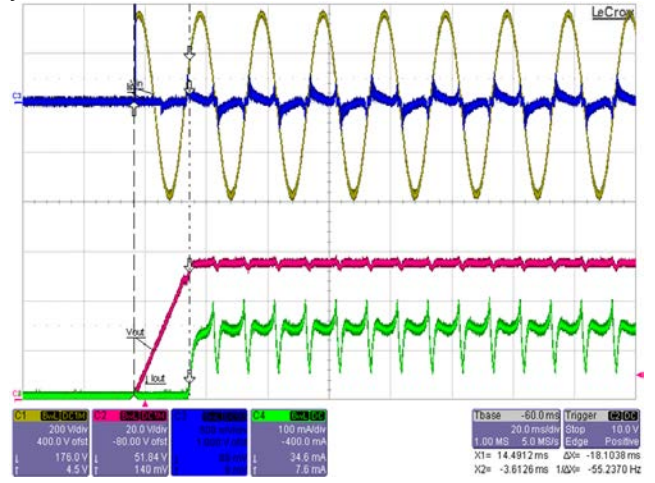


Figure 29 – 265 VAC, Full Load

Ch1(Yellow): V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2(Red): V_{OUT} , 20 V,
 Ch3(Blue): I_{IN} , 0.5 A / div.
 Ch4(Green): I_{OUT} , 100 mA / div., 20 ms / div.



12.6 入出カプロファイル

There is no limitation to the amount of output capacitance that can be added. If the application requires less output current ripple then increasing the output capacitance is straight forward. Note that the output current waveform below will vary depending on LED load impedance and will vary according to LED type.

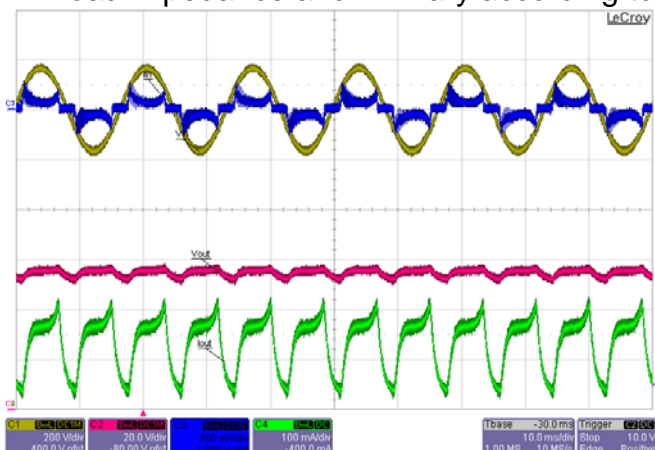


Figure 30 – 120 VAC, 60 Hz, Full Load
 Ch1(Yellow): V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2(Red): V_{OUT} , 20 V.
 Ch3(Blue): I_{IN} , 0.5 A / div.
 Ch4(Green): I_{OUT} , 100 mA / div, 10 ms / div.

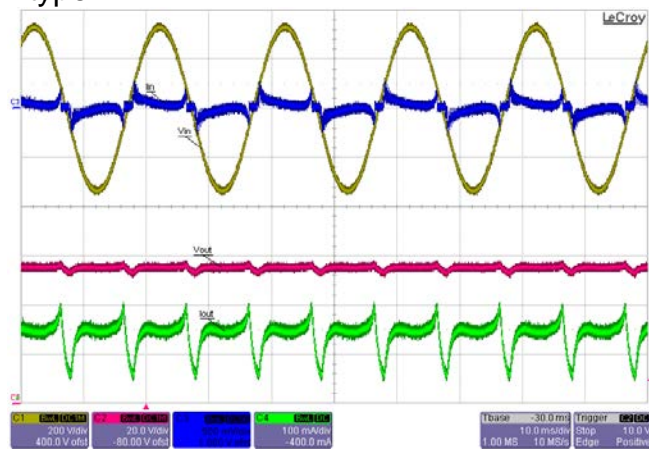


Figure 31 – 240 VAC, Full Load
 Ch1(Yellow): V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2(Red): V_{OUT} , 20 V.
 Ch3(Blue): I_{IN} , 0.5 A / div.
 Ch4(Green): I_{OUT} , 100 mA / div, 10 ms / div.



12.7 入力サグ及びサージ

The inherent advantage of the buck converter implemented with LYTSwitch-0 is the imperceptible start-up delay, the driver will turn-on within 20 ms as shown in the figures below. No failure of any component occurred during line fluctuation tests.

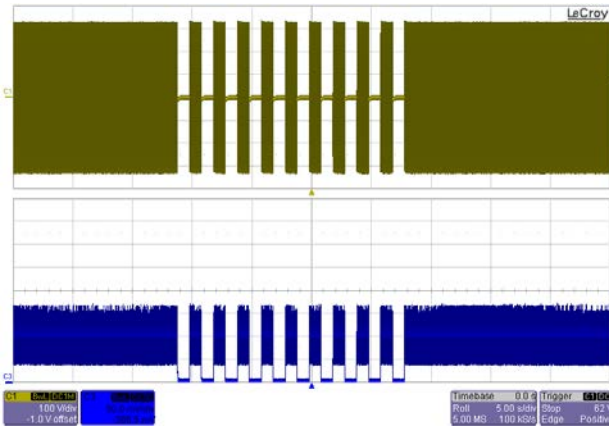


Figure 32 – Line sag test at 230 - 0 V at 1 Sec Interval.
 Ch1: V_{IN} ; 100 V / div.
 Ch2: I_{OUT} ; 50 mA / div.
 Time Scale: 5 s / div.

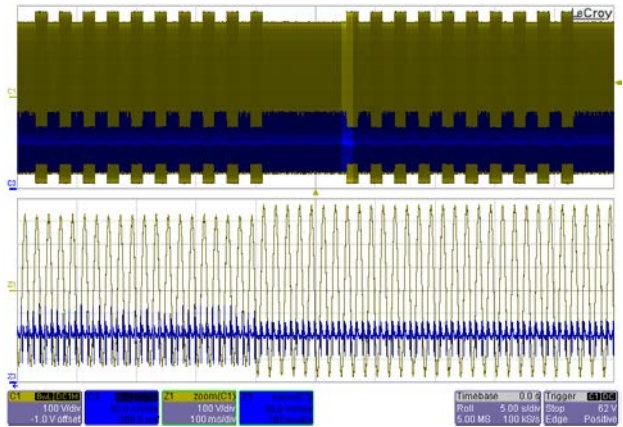


Figure 33 – Line Surge Test at 230 - 265 V at 1 Sec Interval.
 Ch1: V_{IN} ; 100 V / div.
 Ch2: I_{OUT} ; 50 mA / div.
 Time Scale: 5 s / div.

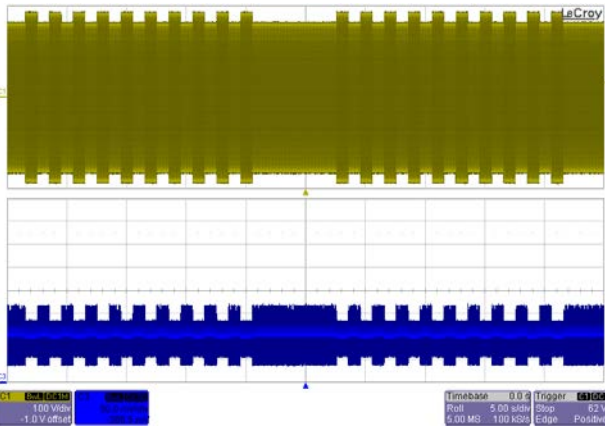


Figure 34 – Line Surge Test at 230 - 265 V at 1 Sec Interval.
 Ch1: V_{IN} ; 100 V / div.
 Ch2: I_{OUT} ; 50 mA / div.
 Time Scale: 5 s / div.

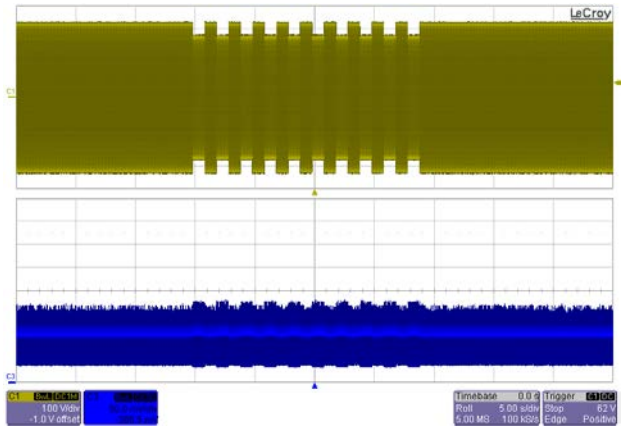


Figure 35 – Line Sag Test at 230 - 265 V at 1 Sec Interval.
 Ch1: V_{IN} ; 100 V / div.
 Ch2: I_{OUT} ; 50 mA / div.
 Time Scale: 5 s / div.



12.8 入力停止/入力起動

No failure of any component during brownout test of 0.5 V / sec AC cut-in and cut-off.

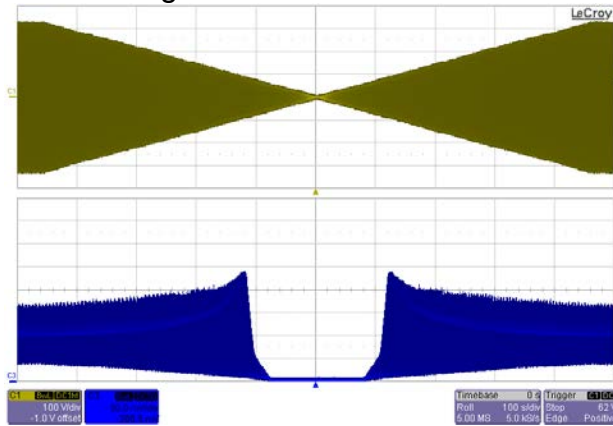


Figure 36 – Brown-out Test at 0.5 V / s. The Unit is Able to Operate Normally Without Any Failure and Without Flicker.
Ch1: V_{IN} ; 100 V / div.
Ch2: I_{OUT} ; 50 mA / div.
Time Scale: 100 s / div.



13 入力サージ

Differential input line 1.2 kV / 50 μ s surge testing was completed on a single test unit to IEC61000-4-5. Input voltage was set at 230 VAC / 60 Hz. Output was loaded at full load and operation was verified following each surge event.

Surge Level (V)	Input Voltage (VAC)	Injection Location	Injection Phase (°)	Test Result (Pass/Fail)
+500	230	L to N	90	Pass
-500	230	L to N	90	Pass
+500	230	L to N	270	Pass
-500	230	L to N	270	Pass
+500	230	L to N	0	Pass
-500	230	L to N	0	Pass

Unit passed under all test conditions.

Differential ring input line surge testing was completed on a single test unit to IEC61000-4-5. Input voltage was set at 230 VAC / 60 Hz. Output was loaded at full load and operation was verified following each surge event.

Surge Level (V)	Input Voltage (VAC)	Injection Location	Injection Phase (°)	Test Result (Pass/Fail)
+2500	230	L to N	90	Pass
-2500	230	L to N	90	Pass
+2500	230	L to N	270	Pass
-2500	230	L to N	270	Pass
+2500	230	L to N	0	Pass
-2500	230	L to N	0	Pass

Unit passed under all test conditions.



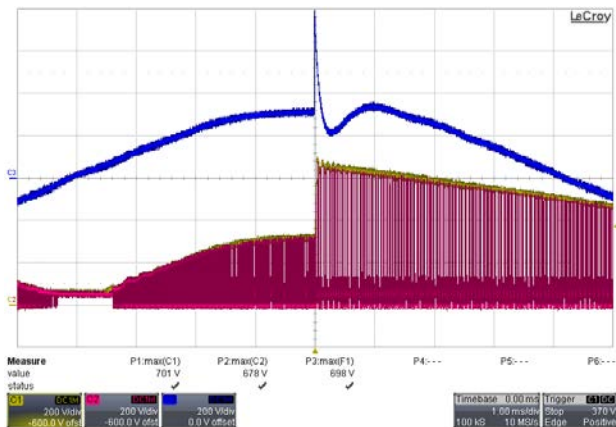


Figure 37 – Differential Line Surge at 500 V / 90°.
 Peak Drain Voltage Recorded is 678 V.
 Ch1: V_{IN} ; 200 V / div.
 Ch2: V_{DRAIN} ; 200 V / div.
 Ch3: V_{BULK} ; 200 V / div.
 Time Scale: 1 ms / div.

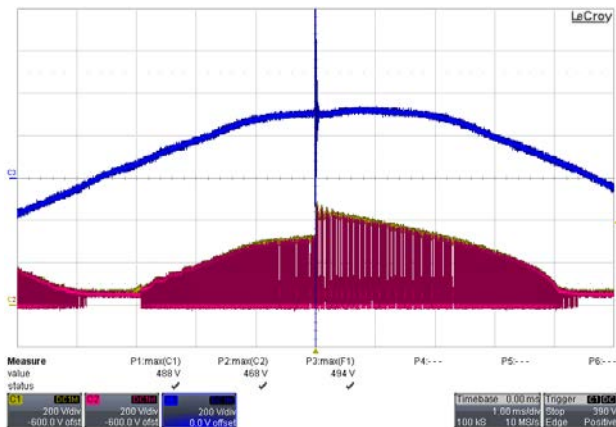


Figure 38 – Differential Ring Surge at 2500 V / 90°.
 Peak Drain Voltage Recorded is 468 V.
 Ch1: V_{IN} ; 200 V / div.
 Ch2: V_{DRAIN} ; 200 V / div.
 Ch3: V_{BULK} ; 200 V / div.
 Time Scale: 1 ms / div.

14 伝導 EMI

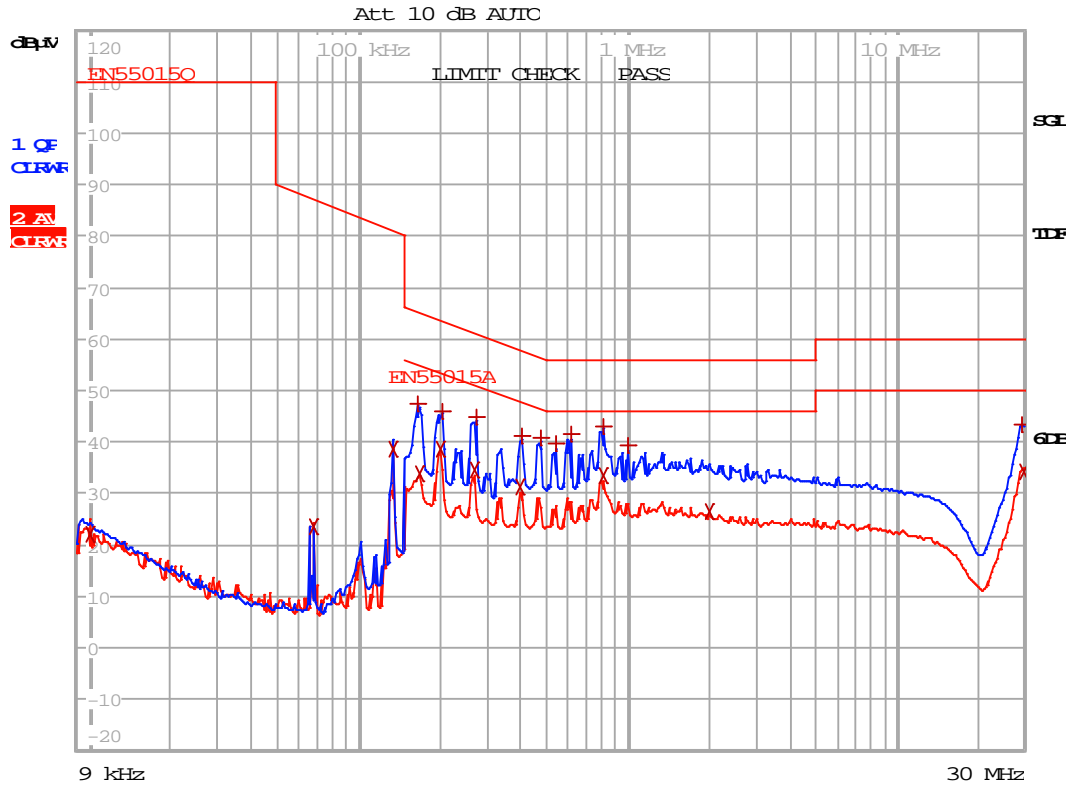


Figure 26 – Conducted EMI, Maximum Steady State Load, 120 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.

EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)				
TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBuV	DELTA	LIMIT dB
Trace1:	EN55015Q			
Trace2:	EN55015A			
Trace3:	---			
2 Average	9.9415991287 kHz	22.25	N	gnd
2 Average	67.8393045788 kHz	23.52	N	gnd
2 Average	134.789536006 kHz	38.77	N	gnd
1 Quasi Peak	165.693318812 kHz	47.45	L1	gnd -17.72
2 Average	167.350252 kHz	33.66	N	gnd -21.42
2 Average	200.175581485 kHz	38.55	N	gnd -15.05
1 Quasi Peak	204.199110673 kHz	45.87	N	gnd -17.56
2 Average	267.135089486 kHz	34.58	N	gnd -16.62
1 Quasi Peak	272.504504785 kHz	44.83	N	gnd -16.20
2 Average	397.727746704 kHz	31.37	N	gnd -16.53
1 Quasi Peak	401.705024172 kHz	41.34	N	gnd -16.47
1 Quasi Peak	475.741040231 kHz	40.79	N	gnd -15.62
1 Quasi Peak	536.076911993 kHz	39.85	N	gnd -16.14
1 Quasi Peak	610.105531335 kHz	41.66	N	gnd -14.33
1 Quasi Peak	806.126927408 kHz	43.14	N	gnd -12.85
2 Average	806.126927408 kHz	33.29	N	gnd -12.70
1 Quasi Peak	1.00339897152 MHz	39.33	N	gnd -16.66
2 Average	2.03372014292 MHz	26.57	N	gnd -19.42
1 Quasi Peak	29.2697736439 MHz	43.21	L1	gnd -16.78
2 Average	29.5624713804 MHz	34.37	L1	gnd -15.62



Table 2 – Conducted EMI, Maximum Steady State Load, 120 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.

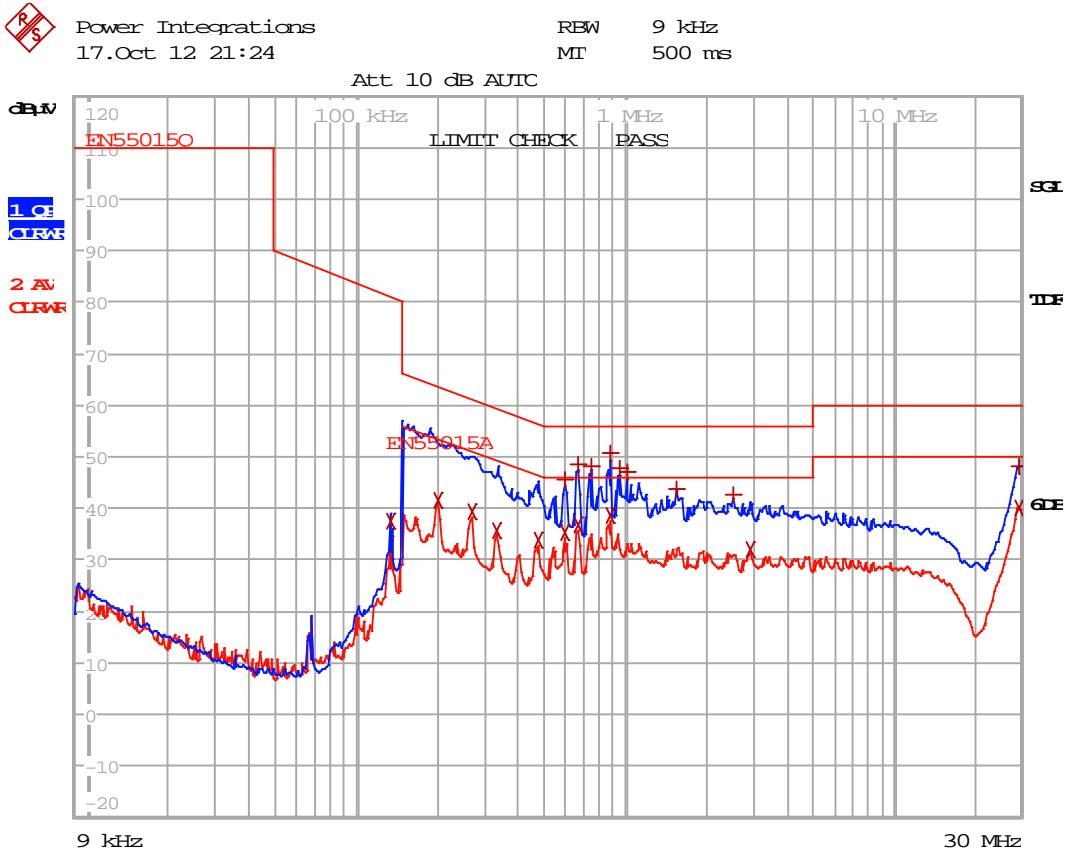


Figure 27 – Conducted EMI, Maximum Steady State Load, 230 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.

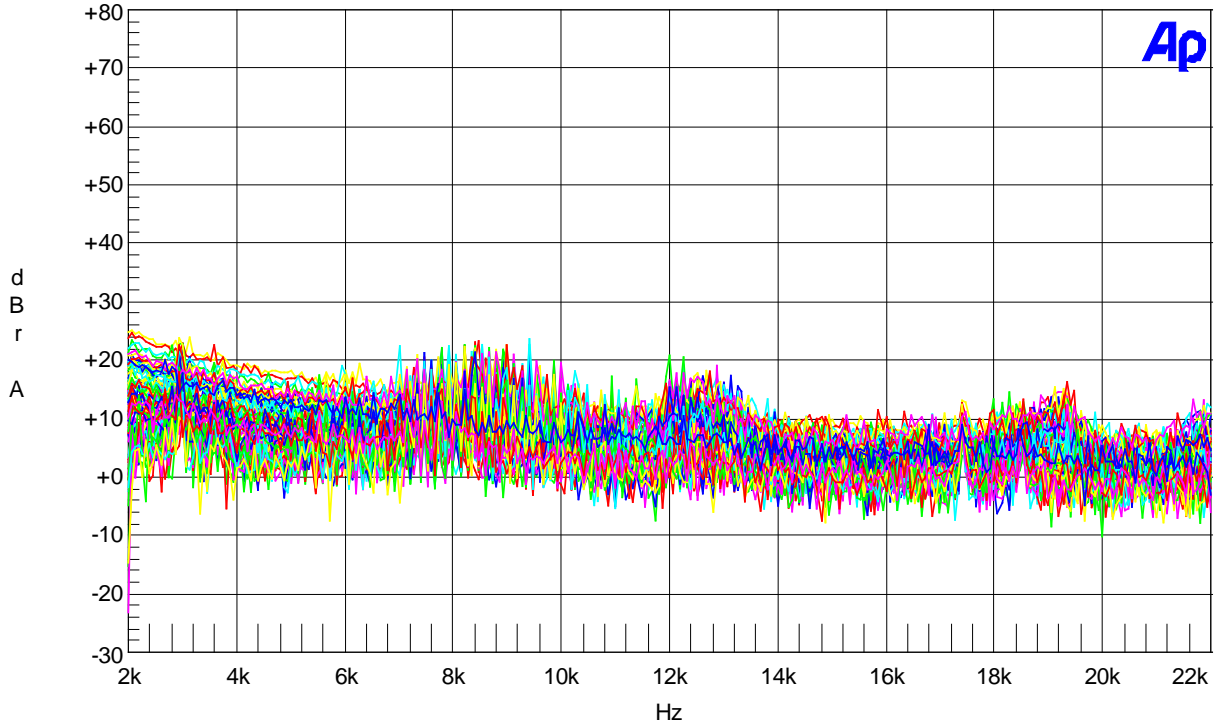
EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)			
TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBµV	DELTA LIMIT dB
Trace1:	EN55015Q		
Trace2:	EN55015A		
Trace3:	---		
2 Average	134.789536006 kHz	37.65 L1 gnd	
2 Average	200.175581485 kHz	41.49 N gnd	-12.10
2 Average	267.135089486 kHz	39.23 N gnd	-11.97
2 Average	332.507282579 kHz	35.66 N gnd	-13.72
2 Average	475.741040231 kHz	33.70 N gnd	-12.71
1 Quasi Peak	592.16241791 kHz	45.66 N gnd	-10.33
2 Average	592.16241791 kHz	35.36 N gnd	-10.63
1 Quasi Peak	667.263434405 kHz	48.66 N gnd	-7.33
2 Average	667.263434405 kHz	36.60 N gnd	-9.39
1 Quasi Peak	744.444692652 kHz	48.12 N gnd	-7.87
1 Quasi Peak	872.919948931 kHz	50.67 N gnd	-5.32
2 Average	872.919948931 kHz	38.46 N gnd	-7.53
1 Quasi Peak	954.699692378 kHz	47.91 N gnd	-8.08
1 Quasi Peak	1.02356729084 MHz	47.16 N gnd	-8.83
1 Quasi Peak	1.55458365781 MHz	43.77 N gnd	-12.22
1 Quasi Peak	2.50634031306 MHz	42.47 N gnd	-13.53
2 Average	2.93888112801 MHz	31.88 N gnd	-14.11
1 Quasi Peak	29.2697736439 MHz	48.08 L1 gnd	-11.91
2 Average	29.2697736439 MHz	40.24 L1 gnd	-9.75



Table 3 – Conducted EMI, Maximum Steady State Load, 230 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.

15 音鳴り

Input voltage were sweep from 90V to 265Vac at 60Hz line input.



Color	Line Style	Thick	Data	Axis
Cyan	Solid	1	Fft.Ch.1 Ampl	Left
Green	Solid	1	Fft.Ch.1 Ampl	Left
Yellow	Solid	1	Fft.Ch.1 Ampl	Left

PI Standard Audio Noise (do not edit).at2

Figure 39 – Noise from the UUT at 1 cm from the Center of the Board to Microphone Receiver Position.



16 付録

Types of overvoltage protection for a buck converter:

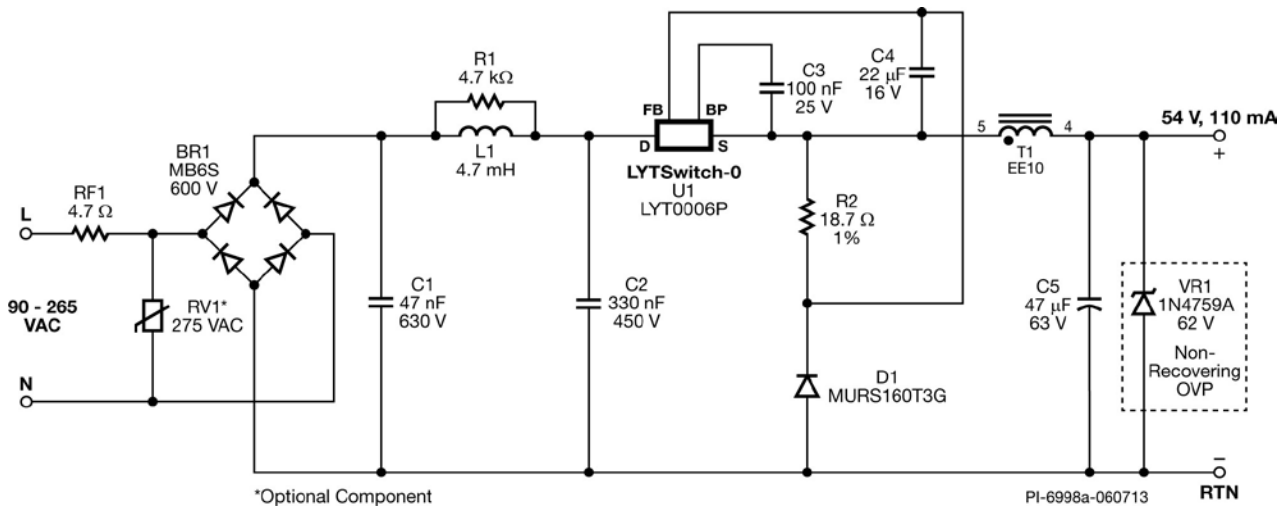


Figure 40 – Simple and cheapest approach is to add a Zener diode across the output terminals. In case of no load, the Zener diode will short in order and protect the output capacitor. IC U1 will be limited by the primary current limit. Note that the Zener diode will need to be replaced after this event.



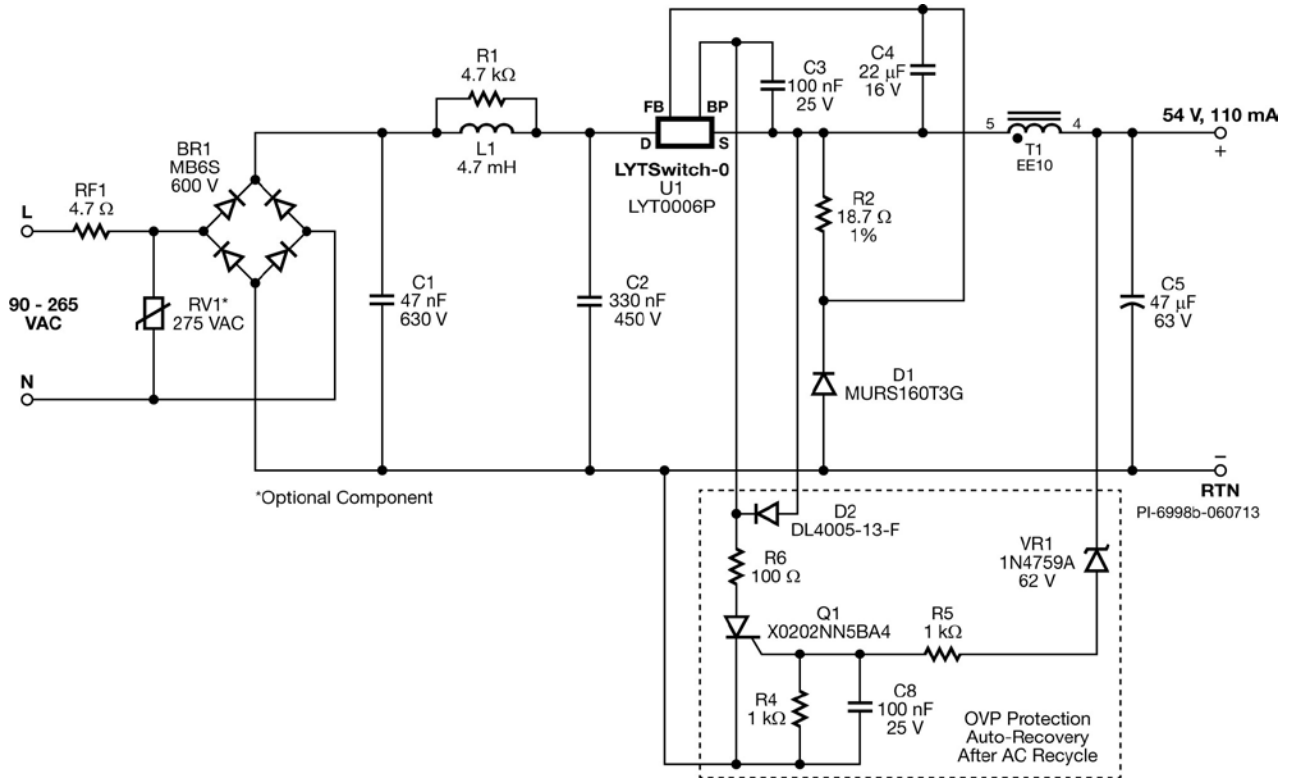


Figure 41 – Auto-recovery OVP latch protection. Once AC input is recycled for 2s, the unit will function normally once load is connected. Advantage is lowest no-load consumption and non-damaging failure.



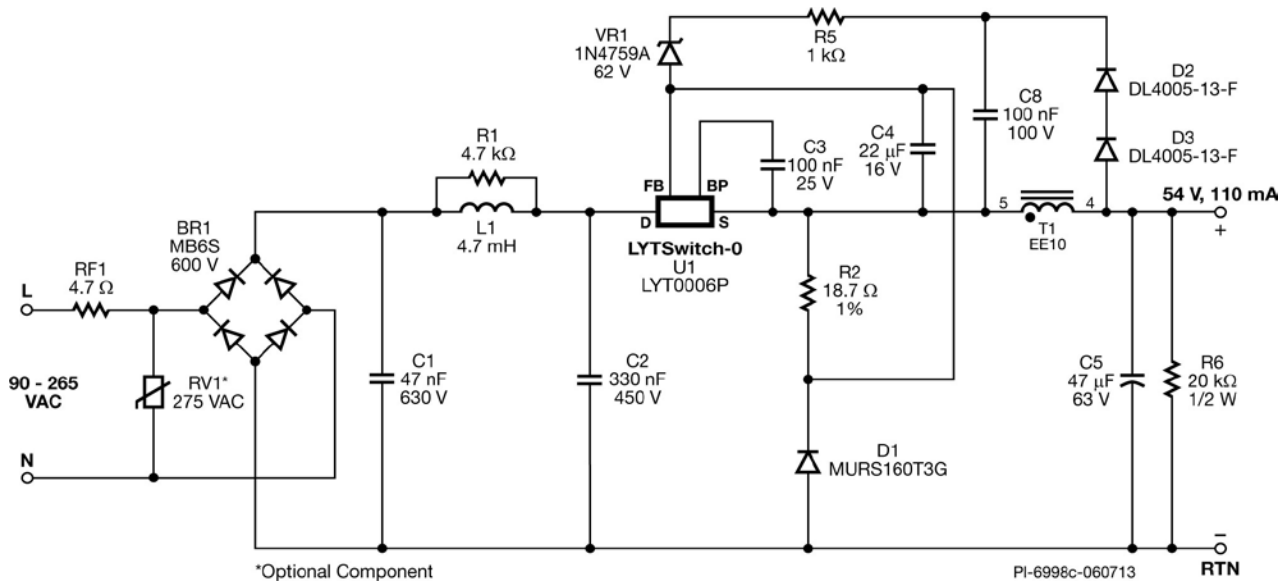


Figure 42 – Constant voltage (CV) mode protection. Load can be connected anytime without AC recycle. Disadvantage is it will require some pre-load in order to regulate, which decreases efficiency. Pre-load can be replaced by a appropriately rated Zener in series with a resistor if efficiency is a concern.

OVP Protection	Pros	Cons
Zener	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cheapest and simple. 2. $V_{OUT} \approx 0\text{ V}$ at no-load; safe. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Non-auto recovery. Replace Zener once fault is removed.
SCR Latch	<ol style="list-style-type: none"> 1. Auto-recovery. 2. Lowest no-load consumption. 3. $V_{OUT} \approx 0\text{ V}$ at no-load; safe. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cost. 2. Requires AC recycle for recovery.
Constant Voltage Mode	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hot-plug, load can be connected anytime. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Consumes extra power. 2. Residual voltage at no-load. 3. Cost.

Table 4 – Overvoltage Protection Comparison.



17 改訂履歷

Date	Author	Revision	Description & changes	Reviewed
18-Jun-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:
eurossales@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:
eurossales@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:
eurossales@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

