

デザイン例レポート

タイトル	LYTSwitch™-0 LYT0006P/D を使用した 12 W 非調光、非絶縁降圧型 LED ドライバ
仕様	190 ~ 265 VAC 入力、85 V _{NOM} 、135 mA 出力
アプリケーション	T8 チューブ ランプ置換用
作成者	アプリケーション技術部門
ドキュメント番号	DER-384
日付	2013 年 10 月 8 日
改訂	1.0

概要と機能

- ワンコンバータ型高効率 (230 VAC 時で 0.7 以上) と高精度の定電流 (CC) 出力のコンビネーション
- 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、入力電圧範囲全体で 90% 以上
- 素早い点灯 (100 ms 以下) – 知覚可能な遅延無し
- 内蔵保護機能と高い信頼性
 - ワン ショットタイプ無負荷保護
 - 自動復帰タイプの出力短絡保護
 - 自動復帰タイプ過熱保護機能は部品と基板を保護します。
 - 停止時に損傷を受けない
- 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.....	9
4.4	出力フィードバック.....	9
4.5	無負荷時の保護.....	9
5	PCB レイアウト.....	10
6	部品表.....	11
7	インダクタの設計計算シート.....	12
8	性能データ.....	14
8.1	アクティブモード効率.....	15
8.2	出力電流レギュレーション.....	16
8.2.1	入力及び負荷に対する出力電流レギュレーション.....	16
8.3	負荷レギュレーション.....	17
8.4	力率.....	18
9	熱特性.....	19
9.1	使用した装置.....	19
9.2	熱特性測定結果.....	20
9.3	熱スキャン.....	21
10	波形.....	23
10.1	通常動作時のドレイン電圧とドレイン電流.....	23
10.2	出力短絡時のドレイン電圧及び電流.....	26
10.3	ドレイン電圧及び電流起動プロファイル.....	27
10.4	出力電流起動プロファイル.....	28
10.5	入出力プロファイル.....	29
10.6	入力サグ及びサージ.....	31
10.7	ワンショット無負荷保護.....	32
10.8	入力停止/入力起動.....	33
11	入力サージ.....	34
12	伝導 EMI.....	36
13	改訂履歴.....	41



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 (LYT0006D) を使用した、低価格電源について説明します。

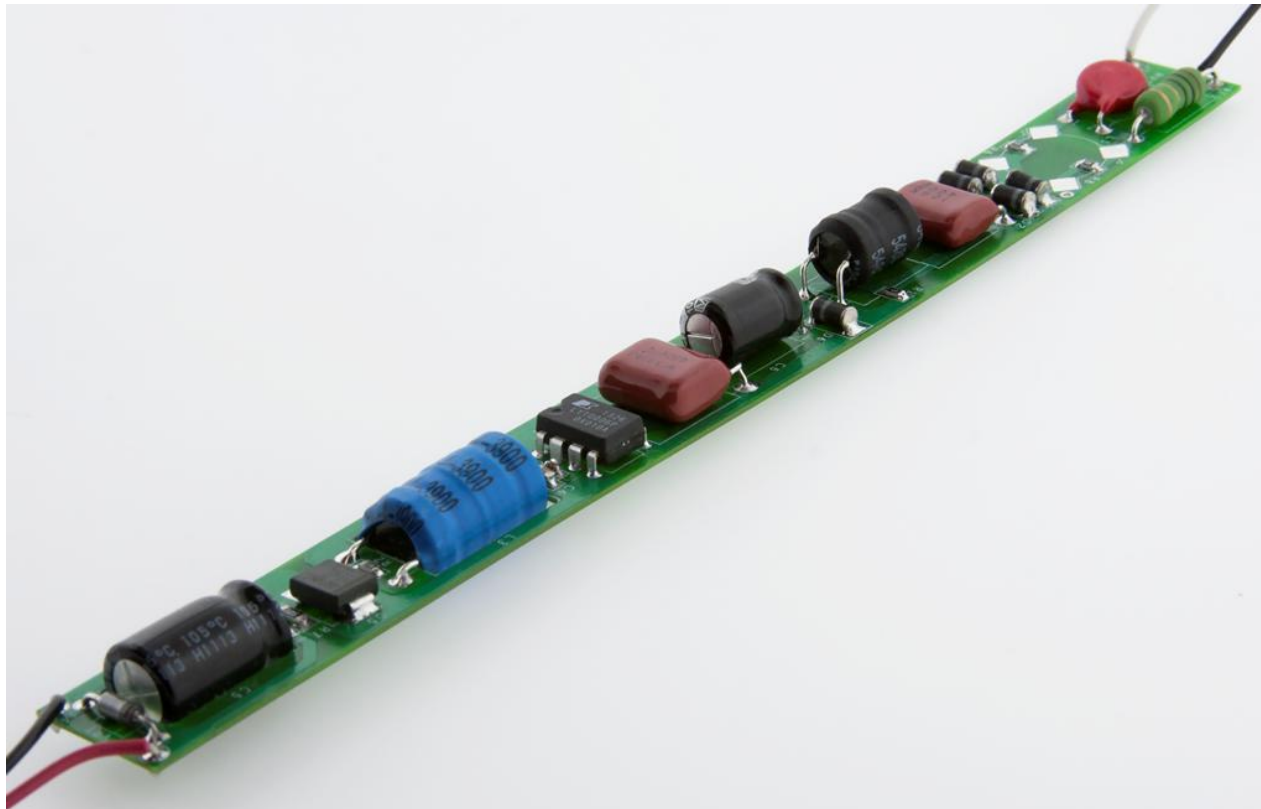


Figure 1 – Populated Circuit Board.

この電源は、190 VAC ~ 265 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 85 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。

このデザイン例の用途はバラストタイプ照明用LED 管型電球に限られたものではありません。設計がシンプルなので、レイアウトを簡単に置換えランプ用に変更することができます。



Figure 2 – Populated Circuit Board, P Package, Top.





Figure 3 – Populated Circuit Board, P Package, Bottom.

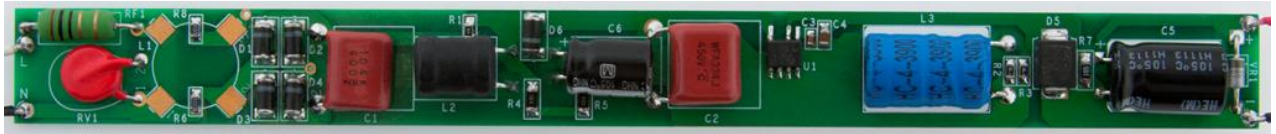


Figure 4 – Populated Circuit Board, D Package, Top.



Figure 5 – Populated Circuit Board, D Package, Bottom.

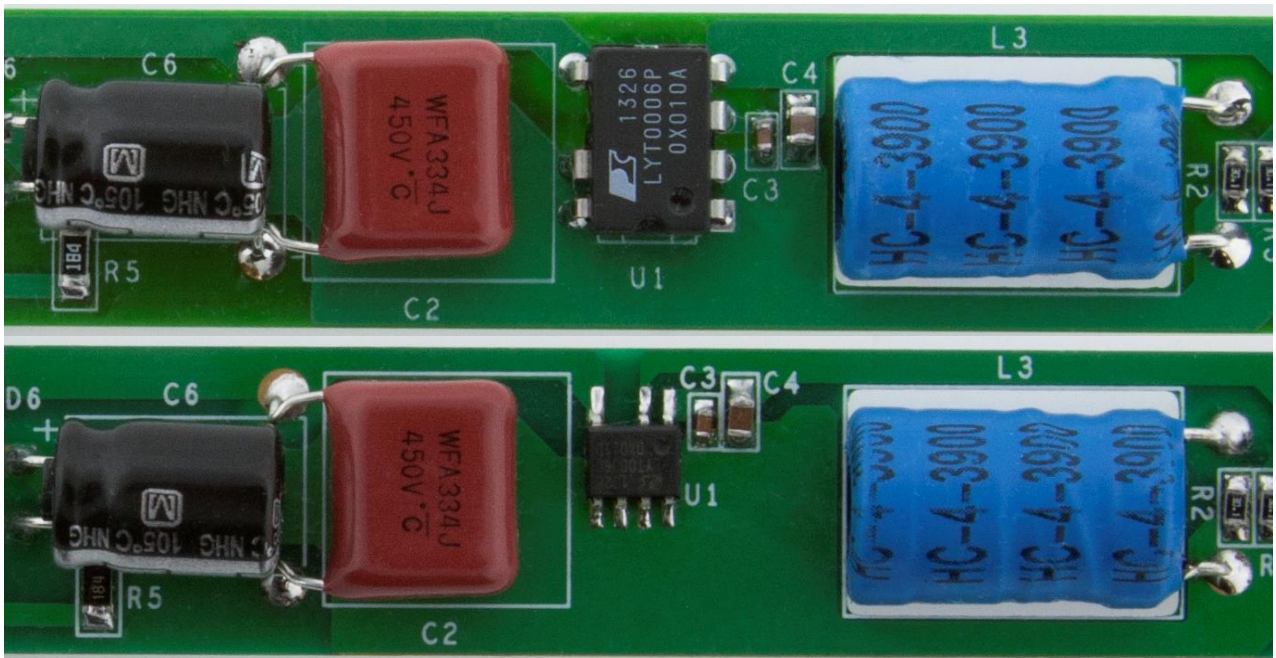


Figure 6 – There are 2 Possible LYTswitch-0 Package Options for this Application - Only Difference is the Temperature Rise, P Package being Lower by 5 °C.



2 電源仕様

次の表は、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}	190		265	VAC	2 ワイヤ - P.E. 無し 動作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}	83	85	88	V	±4% at 200 VAC - 240 VAC
出力電流	I_{OUT}		82		mA	
出力電力の合計						
連続出力電力	P_{OUT}			12	W	
効率 240 VAC、85 V LED	η	90			%	$P_{OUT, 25^\circ C}$ で測定
力率 240 VAC、85 V LED	PF	0.7				$P_{OUT, 25^\circ C}$ で測定
環境 伝導 EMI		CISPR22B/EN55015B 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 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
入力サージ ディファレンシャル モード (L1-L2)			1		kV	
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

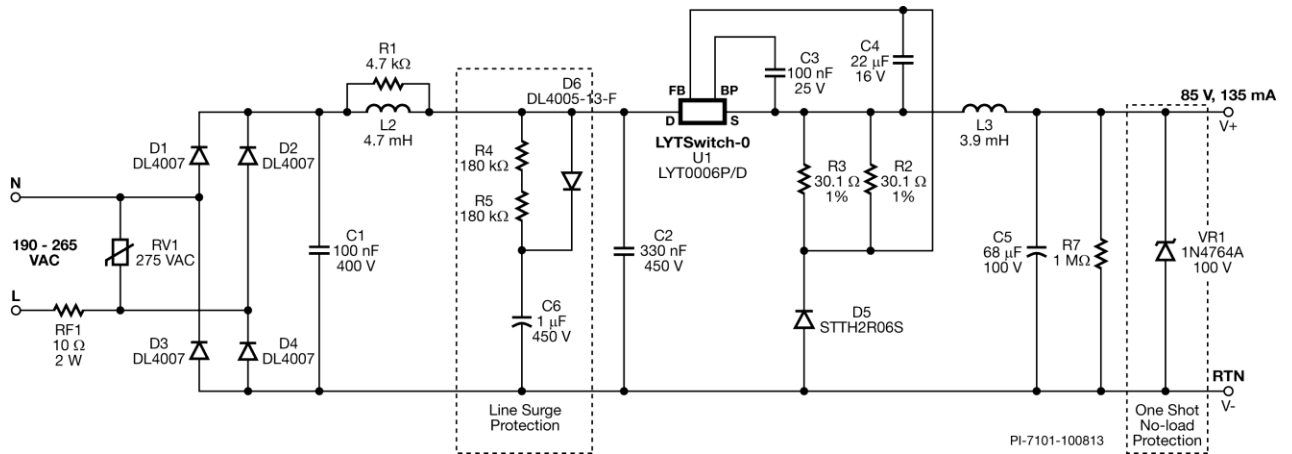


Figure 7 – Schematic.

注: ツェナー ダイオード VR1 はオプションで、ワンショットの無負荷保護です。その他の OVP のオプションについては AN-60 を参照してください。



4 回路の説明

図 7は、LYT0006P (U1) をハイサイドの降圧型設計に使用し、定電流 135 mA、出力電圧 85 VDC の電源です。常に定電流 (CC) 電源による駆動が必要な 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。ダイオード D1、D2、D3、D4 はフル ブリッジを形成して全波整流を行い、力率を改善します。このレイアウトでは、電力損失 (熱) を均等に配分しコストを削減するため、1つの素子ではなく 4 つの個別のダイオードが使用されています。コンデンサ C1、C2 及びディファレンシャルモード チョーク L2 は、伝導 EMI 規格を満足するための π 型フィルタです。さらにコンデンサ C1、C2 は、ライン ノイズを削減しサージに対する保護を行い、入力コンデンサとしても使用されます。システムの EMI 要件を満足するためにさらに多くのインダクタンスが要求される場合に備えて、コモンモード チョーク (L1) 用パターンが準備されています。

1 kV 以上のディファレンシャル モード入力サージに対しては、RCD (C6、D6、R4、R5) 回路及び MOV (RV1) が使用され、入力からのサージ エネルギーをクランプします。2 kV 以上のサージに対応するには、RF1 を I²t 定格の高い通常のヒューズに交換します。500 V のディファレンシャル モード入力サージに対応するには、RCD 回路を取り除きます。2.5 kV のディファレンシャル モード入力サージの場合、AC 整流器の保護には RV1 だけで十分です。

デザイン例のフィルタは高力率を実現できるように最適化されています。 π フィルタ及び出力電圧の適切な組み合わせと最適化により、通常の入力において 0.7 PF を達成しています。

4.2 LYTSwitch-0

LYTSwitch-0 は、良好な入力及び 0 ~ 100 °C (LYTSwitch-0 ケース温度) の温度レギュレーション特性を持つ、シンプルでコスト効率に優れた LED ドライバを設計するために最適化されています。パワー インダクタとセンス抵抗のバランスにより最善のライン レギュレーションを達成するために、PIXIs スプレッドシートが使われています。総入力容量は、入力電流の歪みを最小限に抑え、AC サイクル全体に入力電流を拡散させることにより、可能な限り最も高い力率を実現できるよう最適化されています。

LYTSwitch-0 ファミリーには内蔵サーマルリミットがあり、蛍光管の動作温度が過剰に上昇する場合に電源を保護します。

降圧型コンバータは、LYT0006D (U1) 内蔵のパワー MOSFET スイッチ、フリーホイールダイオード D5、センス抵抗 (R2、R3)、電源インダクタ L3 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連続モード (CM) で作動し、必要とされる出力電流を提供します。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。



コストを削減するため、電力コンバータには標準的な既製のインダクタが採用されています。

出力コンデンサ (C5) の容量を下げてもドライバの動作は制限されません。むしろ、出力電流で低リップルが必要とされる直接駆動アプリケーションでは C5 を省略できます。

4.3 出力整流

この電力レベルではパワー インダクタはほぼ常に連続モードで動作しており、高速出力ダイオード (D5) の使用により逆電流を最小限に抑え (35 nS 以下の t_{RR} が推奨されます)、高効率と低温度上昇での動作を行います。

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、FEEDBACK (FB) ピンへの電圧も上昇します。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。出力電流は R2、R3 から検知され C4 によってフィルタリングされます、そして FB ピンに供給され電流基準と比較されることにより正確なレギュレーションが実現します。良好な入力レギュレーションを実現するために重要なのは、最小のインダクタンスを計算した後にパワー インダクタ値とセンス抵抗値のバランスを取ることです。これは PIXIs の設計計算シートを通して行うことができます。

バイパス コンデンサ (C4) は、FB ピンと SOURCE (S) ピンの間に接続され、出力電流のセンス時に電力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

オプションの、ワンショット、無負荷保護回路がこの設計には組み込まれます。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。その他の OVP のオプションについては AN-60 を参照してください。

実際の使用においては (LED 置換え用ランプ)、負荷は常に接続されるので、VR1 は必要ではなく、取り除くことによりコストを節約できます。特に生産時の基板レベルのテストにおいて負荷が不意に外れることに対処する方法としては、まず入力に 70 VAC を印加し、出力電流を計測することによって負荷が接続されているかどうかを判断できます。このテストを初めに行うことによって、OV 保護回路を使用することなく基板の初期電源投入を安全に非破壊で実行できます。



5 PCB レイアウト

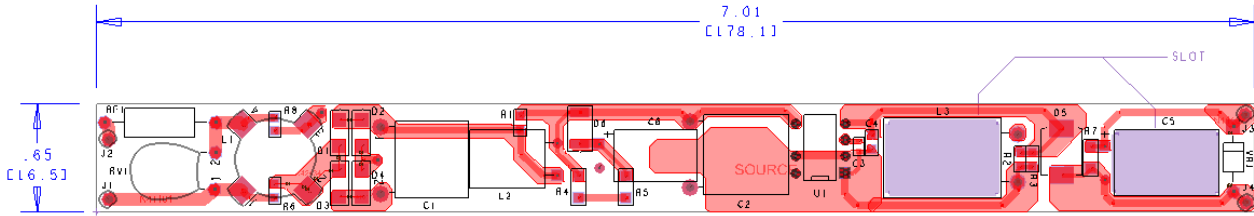


Figure 8 – Printed Circuit Layout for DIP-8 P Package.Top View.

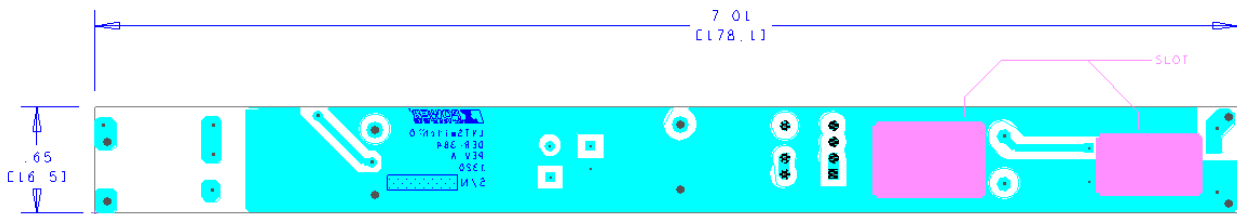


Figure 9 – Printed Circuit Layout for P Package.Bottom View.

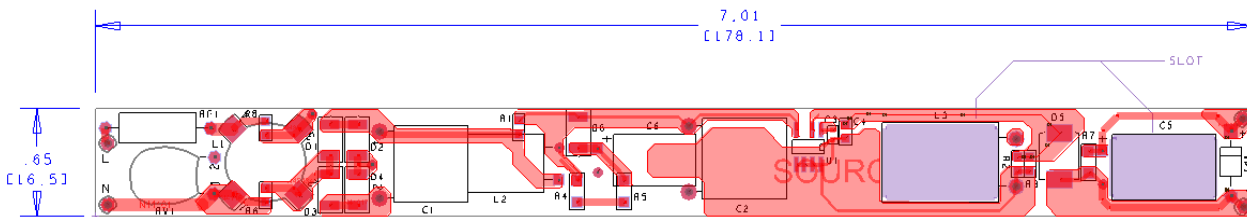


Figure 10 – Printed Circuit Layout for SO-8 D Package.Top View.

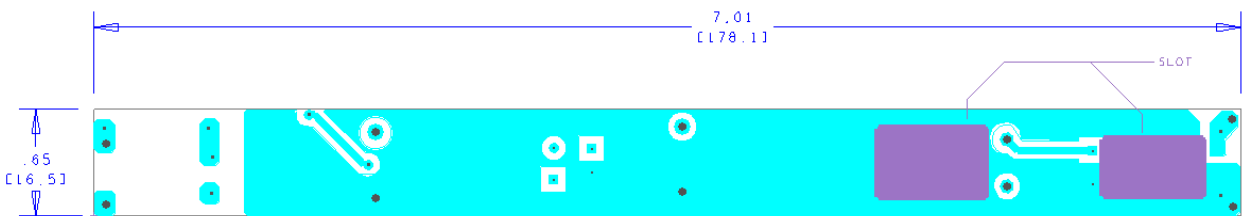


Figure 11 – Printed Circuit Layout for D Package.Bottom View.



6 部品表

Item	Qty	Ref Des	Description	Manufacturer P/N	Manufacturer
Electrical					
1	1	C1	100 nF, 400 V, Film	ECQ-E4104KF	Panasonic
2	1	C2	330 nF, 450 V, METALPOLYPRO	ECW-F2W334JAQ	Panasonic
3	1	C3	100 nF, 25 V, Ceramic, X7R, 0603	VJ0603Y104KNXAO	Vishay
4	1	C4	22 μ F, 16 V, Ceramic, X7R, 0805	C2012X5R1C226K	TDK
5	1	C5	68 μ F, 100 V, Electrolytic, Gen. Purpose, (10 x 16)	UHE2A680MPD	Nichicon
6	1	C6	1.0 μ F, 450 V, Electrolytic, NHG, (8 x 11.5)	ECA-2WHG010	Panasonic
7	4	D1 D2 D3 D4	1000 V, 1 A, Rectifier, Glass Passivated, DO-213AA (MELF)	DL4007-13-F	Diodes, Inc.
8	1	D5	DIODE ULTRA FAST 600 V 2 A HE SMC, DO-214AB	STTH2R06S	ST Micro
9	1	D6	600 V, 1 A, Rectifier, Glass Passivated, DO-213AA (MELF)	DL4005-13-F	Diodes, Inc.
10	1	L2	4.7 mH, 0.150 A, 20%	RL-5480-3-4700	Renco Elect
11	1	L3	3.9 mH, 0.250 A, 20%	RL-5480HC-4-3900	Renco Elect
12	1	R1	4.7 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ472V	Panasonic
13	2	R2 R3	31/8 Ω , 1%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6ENF30R1V	Panasonic
14	2	R4 R5	180 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ184V	Panasonic
15	1	R7	1 M Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ105V	Panasonic
16	1	RF1	10 Ω , 5%, 2 W, Wirewound, Fusible	FW20A10R0JA	Bourns
17	1	RV1	275 V, 23 J, 7 mm, RADIAL	V275LA4P	Littlefuse
18	1	U1	LYTSwitch-0, DIP-8B	LYT0006P/D	Power Integrations
19	1	VR1	100 V, 5%, 1 W, DO-41	1N4764A-TAP	Vishay
Mechanical					
16	1	WIRE (V-)	Wire, UL1007, #24 AWG, Blk, PVC, 4"	1007-24/7-0	Anixter
17	1	WIRE (L)	Wire, UL1007, #24 AWG, Blu, PVC, 4"	1007-24/7-6	Anixter
18	1	WIRE (V+)	Wire, UL1007, #24 AWG, Red, PVC, 4"	1007-24/7-2	Anixter
19	1	WIRE (N)	Wire, UL1007, #24 AWG, Wht, PVC, 4"	1007-24/7-9	Anixter
20	1	PCB	FR4, 0.31, 1 Oz Cu (0.65" X 7.0")		



7 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	190		190	Volts	Minimum AC Input Voltage
VACNOM	230		230		
VACMAX	265		265	Volts	Maximum AC Input Voltage
FL	50		50	Hertz	Line Frequency
VO	85		85	Volts	Output Voltage
IO	135		135	mA	Output Current
Pout			11.5	W	
EFFICIENCY	0.90		0.90		Overall Efficiency Estimate (Adjust to match Calculated, or enter Measured Efficiency)
CIN	0.43		0.43	uF	Input Filter Capacitor
DC INPUT VARIABLES					
VMIN			85.70624	Volts	Minimum DC Bus Voltage
VMAX			374.7666	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
IRMS			110.4053	mA	Expected RMS current through LYTSwitch
VDS			4.8375	Volts	Maximum On-State Drain To Source Voltage drop
DIODE					
VD			0.7	Volts	Freewheeling Diode Forward Voltage Drop
VRR			400	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	Off-the-Shelf		Off-the-Shelf		Select core type between Ferrite and Off-the-Shelf
Core size					Select core size
Custom Core					Enter custom core description (if used)
AE			N/A	mm^2	Core Effective Cross Sectional Area
LE			N/A	mm	Core Effective Path Length
AL			N/A	nH/T^2	Ungapped Core Effective Inductance
BW			N/A	mm	Bobbin Physical Winding Width
NL			N/A		Number of turns on inductor
BP			N/A	Gauss	Peak flux density
LG			N/A	mm	Gap length
OD			N/A		Maximum Primary Wire Diameter including insulation
INS			N/A		Estimated Total Insulation Thickness (= 2 * film thickness)
DIA			N/A		Bare conductor diameter
AWG			N/A		Primary Wire Gauge (Rounded to next



					smaller standard AWG value)
CM			N/A		Bare conductor effective area in circular mils
CMA			N/A		!!! INCREASE CMA > 200 (increase L(primary layers),decrease NS, use larger Core)
L			N/A		
LP	3510		3510	uH	Output Inductor, Recommended Standard Value
IO_Average			135.7396	mA	Average output current
ILRMS			174.5175	mA	Estimated RMS inductor current (at VMAX)
FEEDBACK COMPONENTS					
RFB	15.05		15.05	Ohms	Feedback Resistor.Use closest standard 1% value
CFB			22	uF	Feedback Capacitor
OUTPUT REGULATION					
IO_VACMIN			135.7396	mA	Output Current at VACMIN
IO_VACNOM			136.7358	mA	Output Current at VACNOM
IO_VACMAX			135.3795	mA	Output Current at VACMAX



8 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			Regulation (%)	Efficiency (%)
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)		
V_{OUT} Minimum										
190	50	189.93	83.76	12.377	0.778	82.0	136.2	11.190	0.89	90.41
200	50	199.89	81.65	12.432	0.762	82.0	136.6	11.230	1.19	90.33
220	50	219.95	78.22	12.460	0.724	82.0	136.6	11.220	1.19	90.05
240	50	239.93	75.75	12.459	0.686	82.0	136.2	11.180	0.89	89.73
265	50	264.97	73.32	12.464	0.642	81.9	135.8	11.140	0.59	89.38
V_{OUT} Nominal										
190	50	189.95	84.98	12.777	0.792	85.0	135.7	11.580	0.52	90.63
200	50	199.89	82.94	12.818	0.773	85.0	136.1	11.600	0.81	90.50
220	50	219.95	79.45	12.924	0.740	85.1	136.9	11.670	1.41	90.30
240	50	239.93	76.78	12.922	0.701	85.1	136.5	11.630	1.11	90.00
265	50	264.97	74.40	12.930	0.656	85.1	136.1	11.590	0.81	89.64
V_{OUT} Maximum										
190	50	189.95	86.14	13.173	0.805	88.1	135.4	11.970	0.30	90.87
200	50	199.89	84.04	13.230	0.788	88.1	135.8	12.000	0.59	90.70
220	50	219.95	80.51	13.307	0.752	88.2	136.3	12.050	0.96	90.55
240	50	239.93	77.84	13.391	0.717	88.2	136.7	12.080	1.26	90.21
265	50	264.97	75.55	13.417	0.670	88.2	136.4	12.050	1.04	89.81

Table 1 – Test Data from the UUT.



8.1 アクティブモード効率

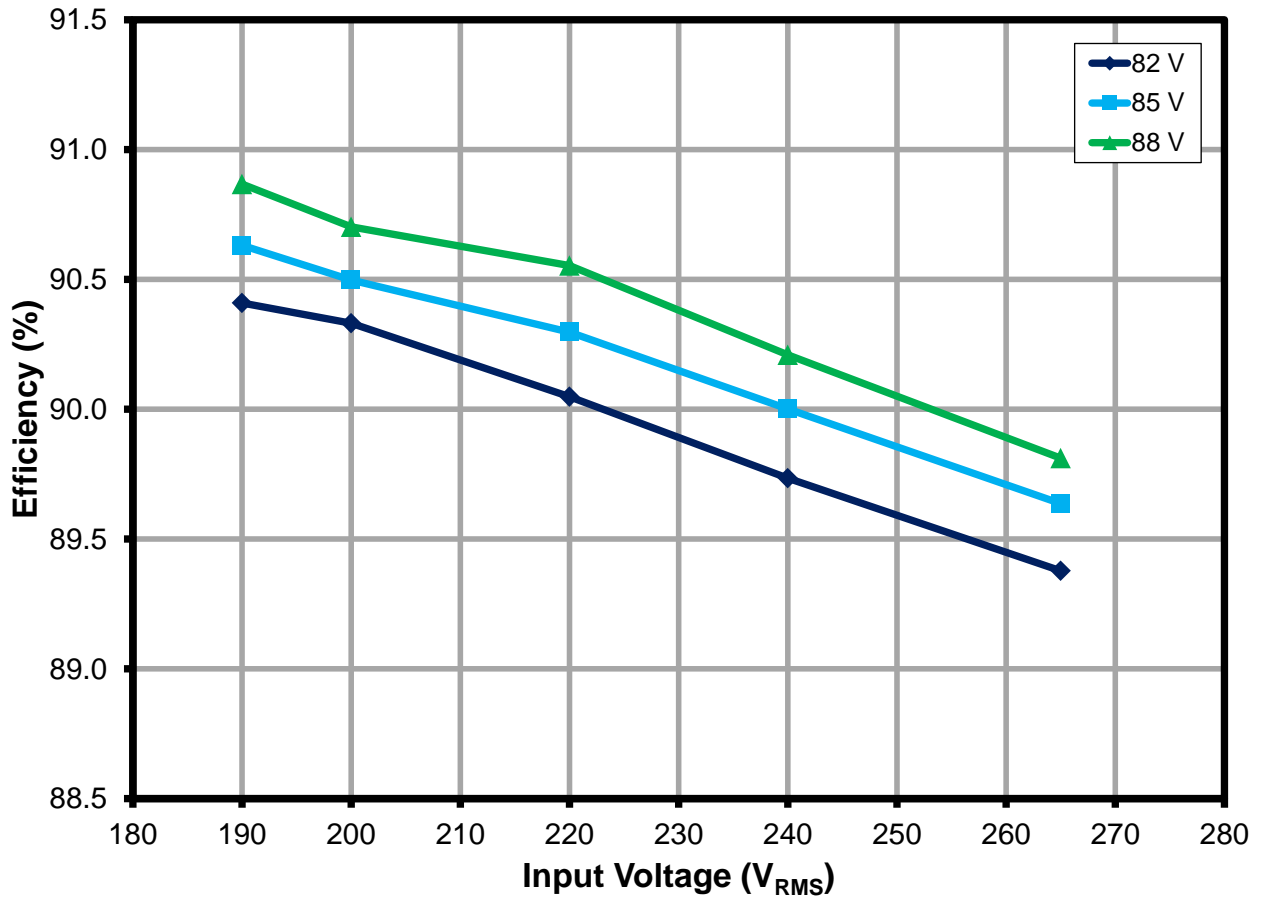


Figure 12 – Efficiency with Respect to AC Input Voltage 190-265 VAC (60 Hz) Input.



8.2 出力電流レギュレーション

8.2.1 入力及び負荷に対する出力電流レギュレーション

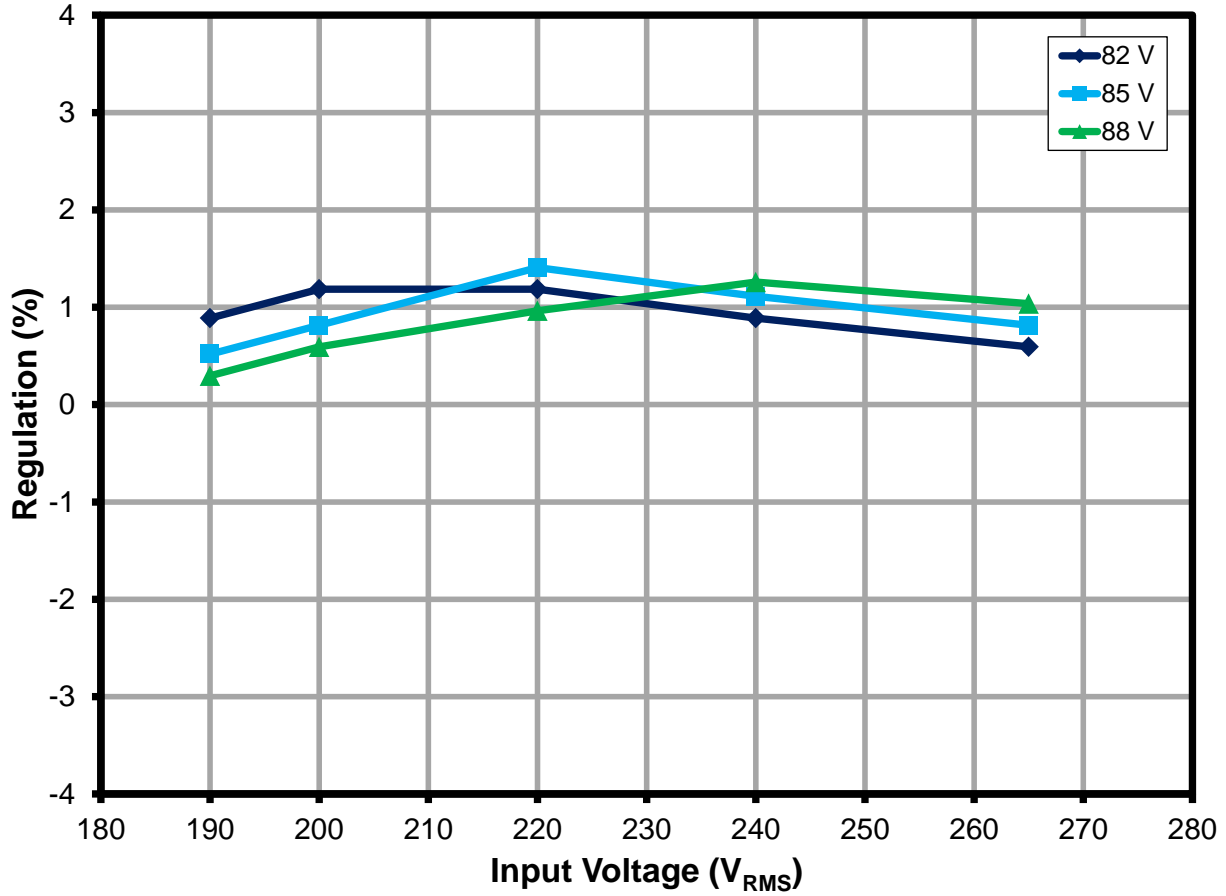


Figure 13 – Load Regulation, Room Temperature.



8.3 負荷レギュレーション

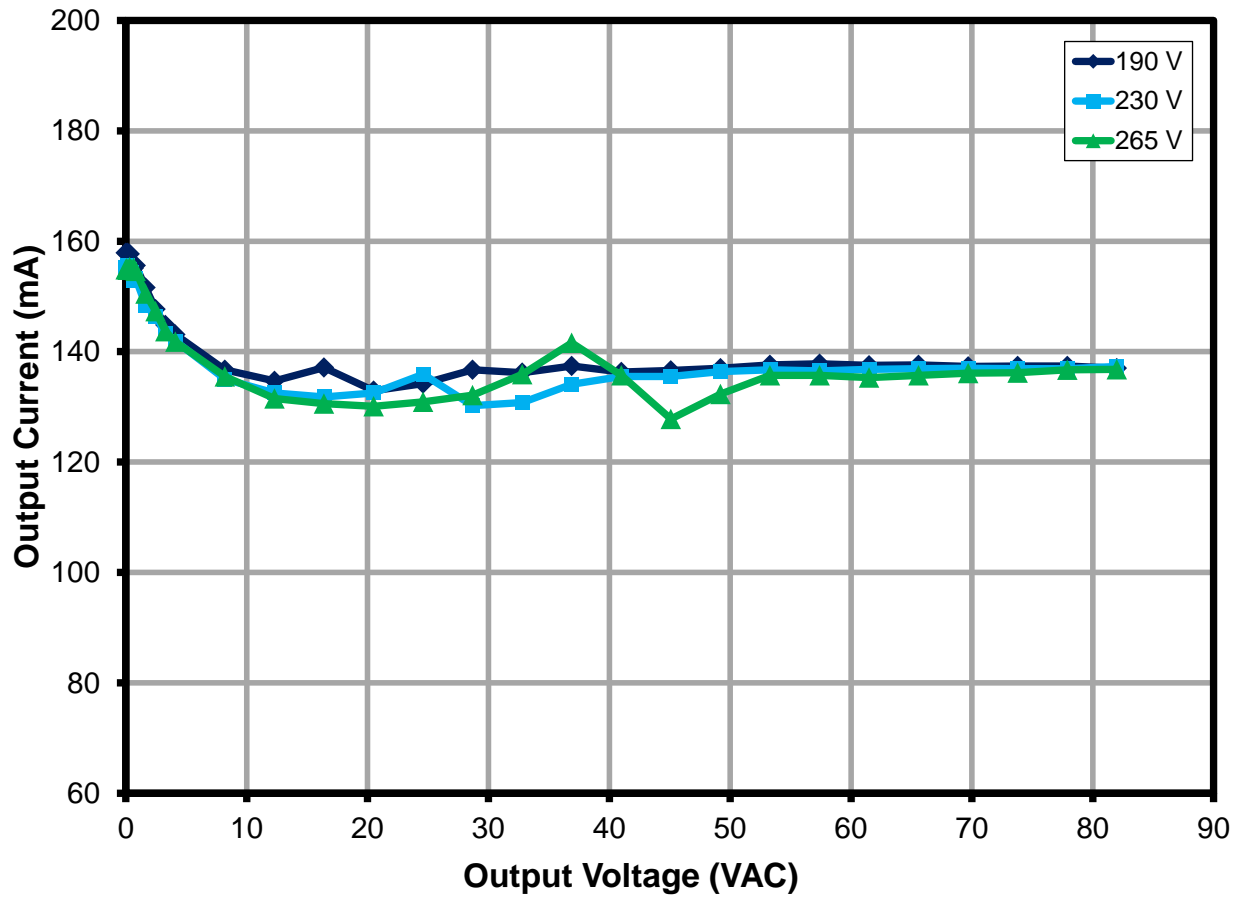


Figure 14 – Load Regulation at 190 V, 230 V and 265 V. The Design Can Operate in a Wide Operating Output Voltage.



8.4 力率

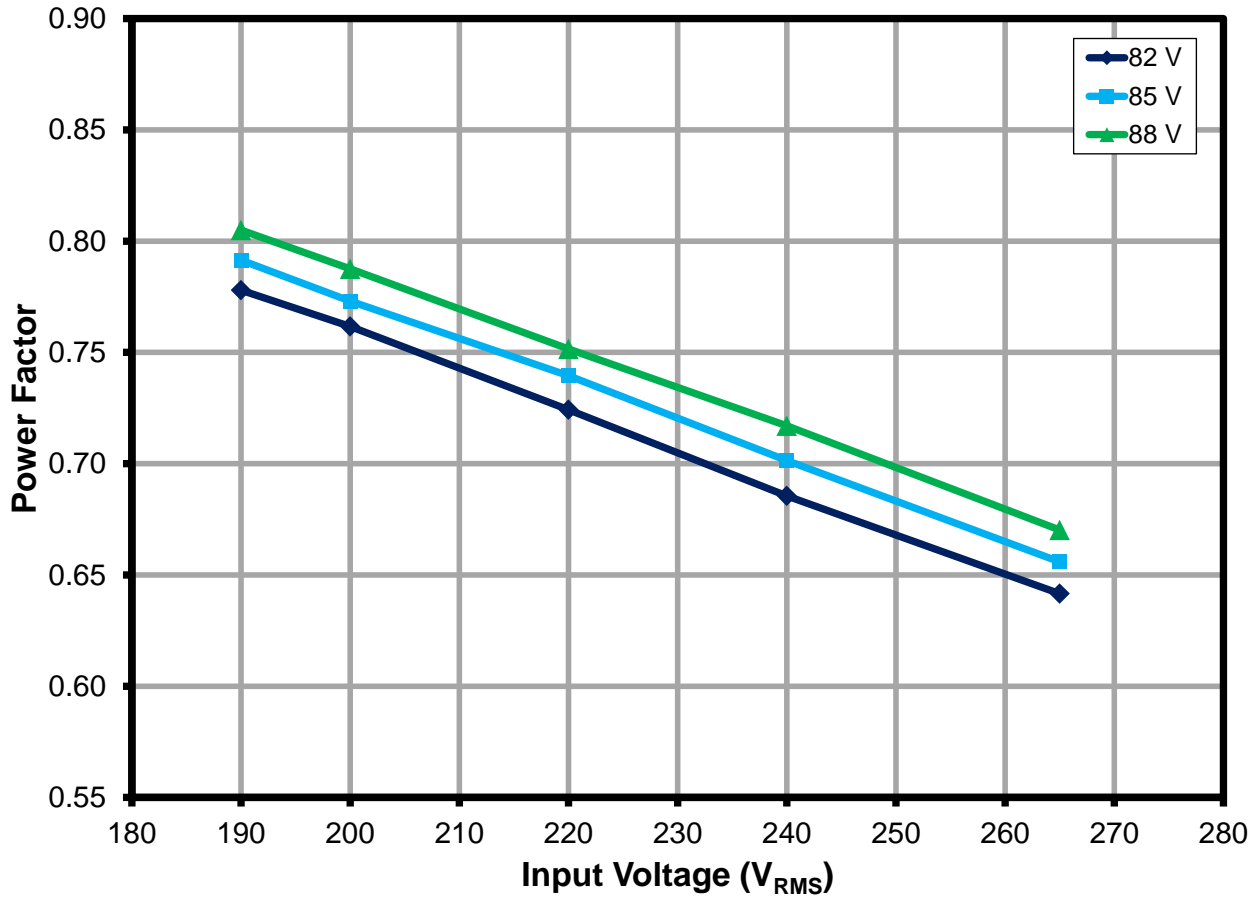


Figure 15 – Power Factor Performance at Different LED Voltage.



9 熱特性

9.1 使用した装置

AC Source:	Chroma Programmable AC Source Model No: 6415	Wattmeter:	Yokogawa Power Meter Model No: WT2000
		Data Logger:	Agilent

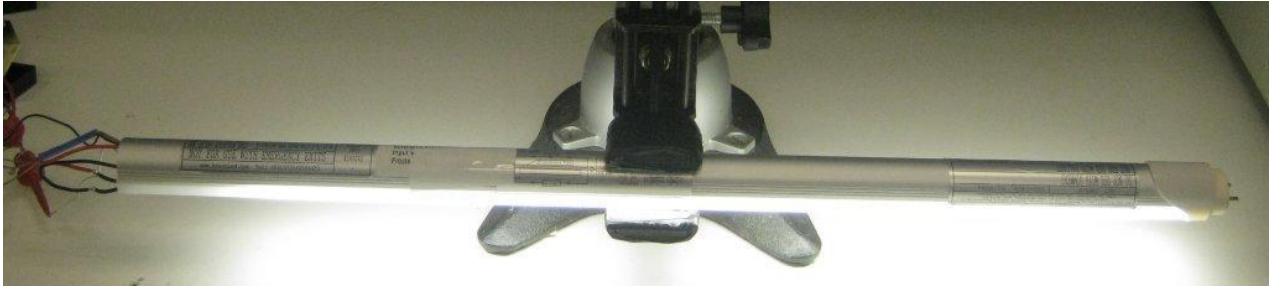


Figure 16 – LED Driver Inserted in a T8, 2 ft. Tube for Thermal Evaluation.

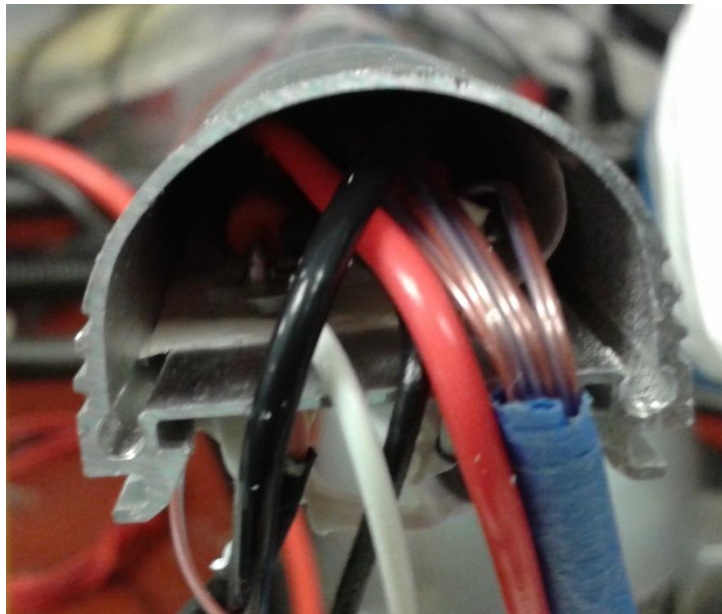


Figure 17 – LED Driver Thermal Unit Fitted Inside a T8 Tube Housing.

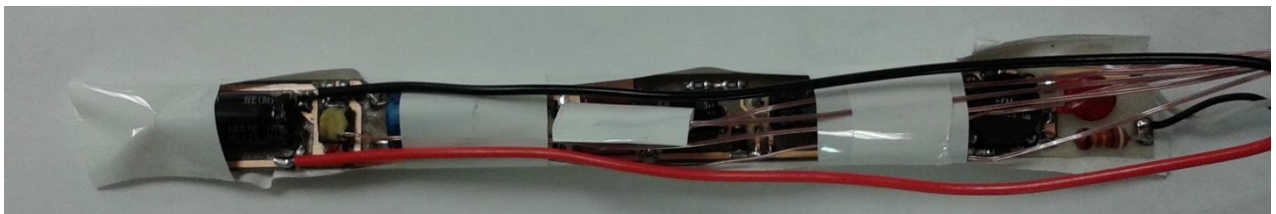


Figure 18 – Thermal Unit with Thermocouple Set-up.



9.2 熱特性測定結果

Input: 190 V / 50 Hz

Load: 85 V / 135 m A LED load.

Device Location	Unit	Measurement
External Ambient	°C	36.8
Internal Ambient	°C	42.7
Bridge (D2)	°C	50.0
LYT0006P/D (U1)	°C	49.0
Power Inductor (L2)	°C	44.0
Output Diode (D5)	°C	50.0

Table 2 – Thermal Measurement.



9.3 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.

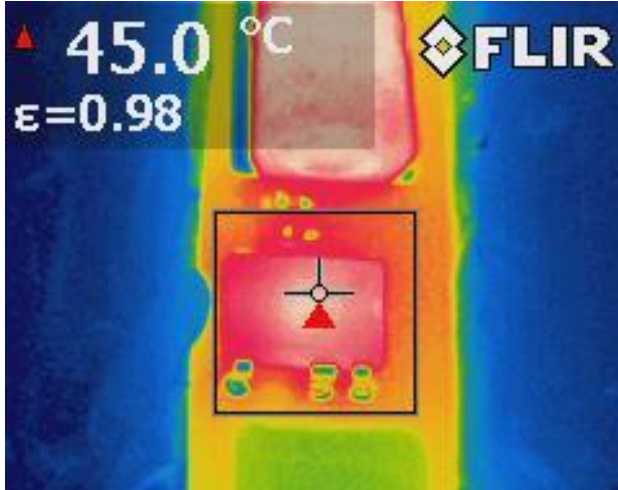


Figure 19 – LYT0006P Device Temperature (°C).



Figure 20 – LYT0006D Device Temperature (°C).

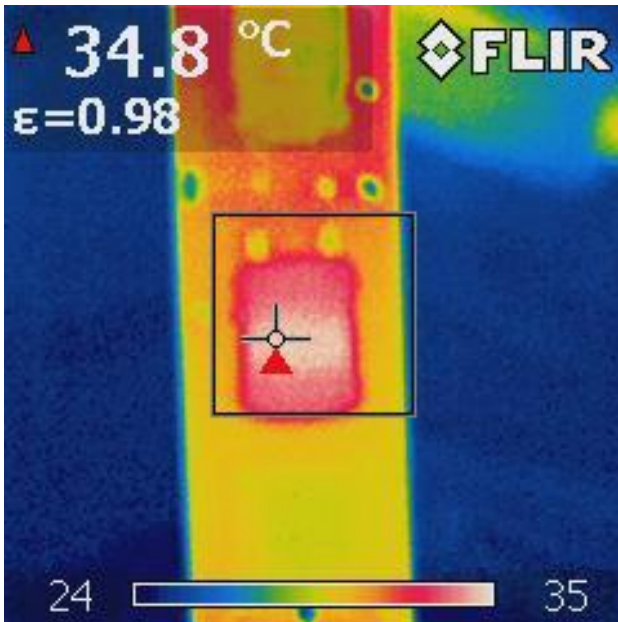


Figure 21 – EMI Choke; L1 Temperature (°C).

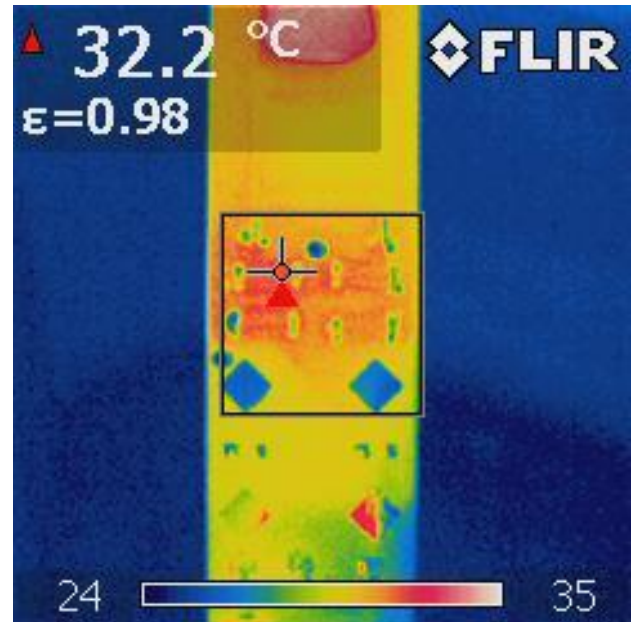


Figure 22 – D1 Temperature (°C).



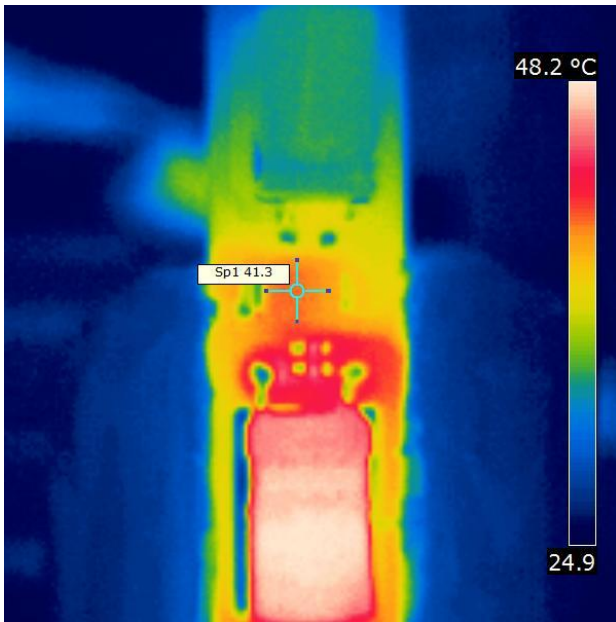


Figure 23 – D5 Freewheeling Diode Temperature (°C)

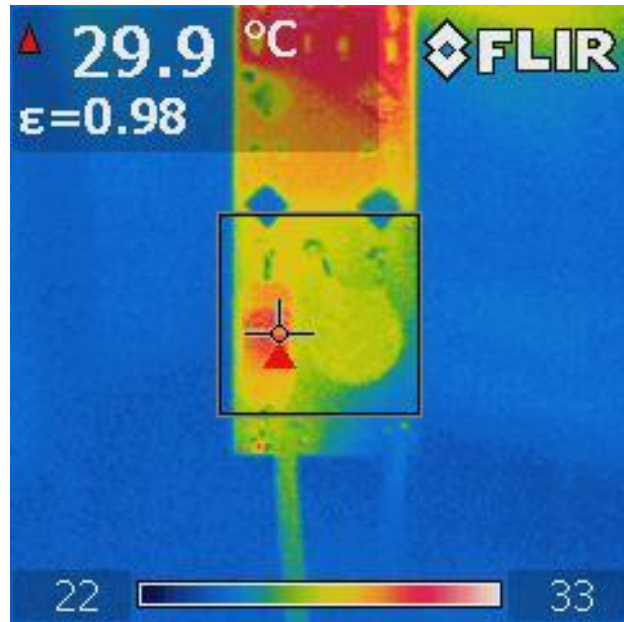


Figure 24 – Temperature (°C) at Bottom Side of PCB.



10 波形

10.1 通常動作時のドレイン電圧とドレイン電流

Skipped cycles are normal as they are the mode used to regulate the output current. These skipped cycles will occur every time the voltage drop on sense resistor (R2, R3) reaches 1.65 V. The unit will enter into auto-restart if there is not at least one missing pulse within 50 ms.

In some designs with high power inductance and operating mostly in CCM, a reverse current may be present. This can be avoided by increasing the device size, increasing the input capacitance, or adding a drain blocking diode. See AN-60 for more additional information.

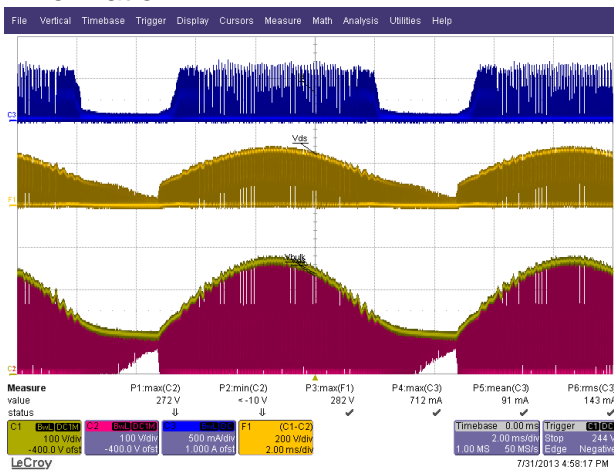


Figure 25 – 190 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.

F1 (Orange): V_{D-S} , 200 V / div.
 Ch1 (Yellow): $V_{BULK-GROUND}$, 100 V / div.
 Ch2 (Yellow): V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3 (Blue): I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Time Scale: 2 ms / div.

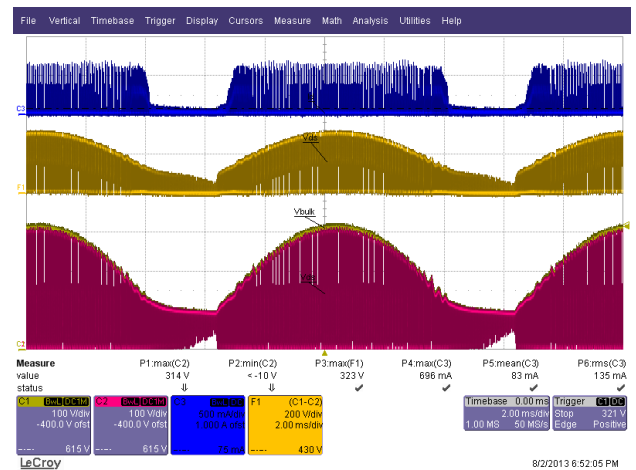


Figure 26 – 220 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.

F1 (Orange): V_{D-S} , 200 V / div.
 Ch1 (Yellow): $V_{BULK-GROUND}$, 100 V / div.
 Ch2 (Yellow): V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3 (Blue): I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Time Scale: 2 ms / div.



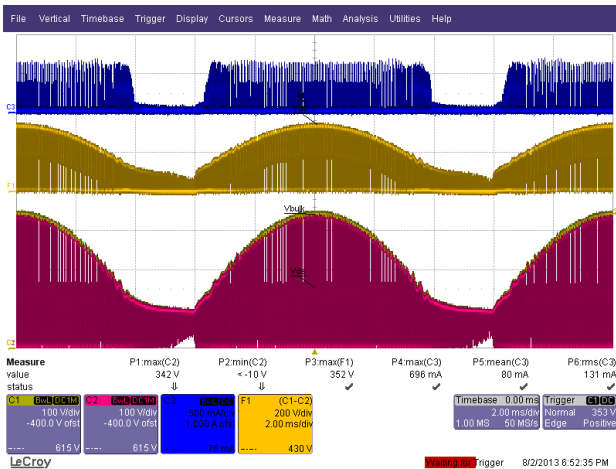


Figure 27 – 240 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.
 F1 (Orange): V_{D-S} , 200 V / div.
 Ch1 (Yellow): $V_{BULK-GROUND}$, 100 V / div.
 Ch2 (Yellow): V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3 (Blue): I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Time Scale:2 ms / div.

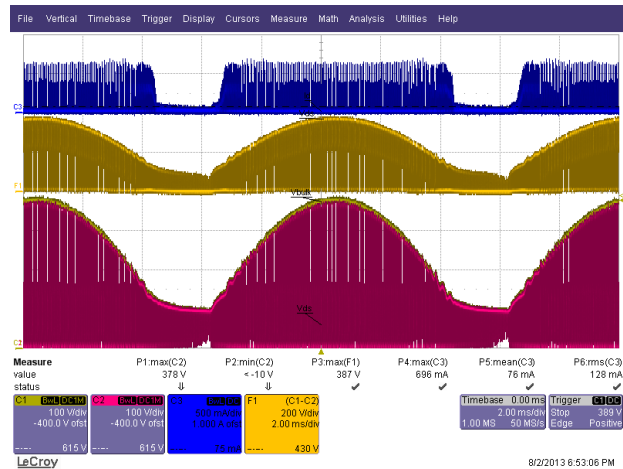


Figure 28 – 265 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.
 F1 (Orange): V_{D-S} , 200 V / div.
 Ch1 (Yellow): $V_{BULK-GROUND}$, 100 V / div.
 Ch2 (Yellow): V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3 (Blue): I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Time Scale:2 ms / div.

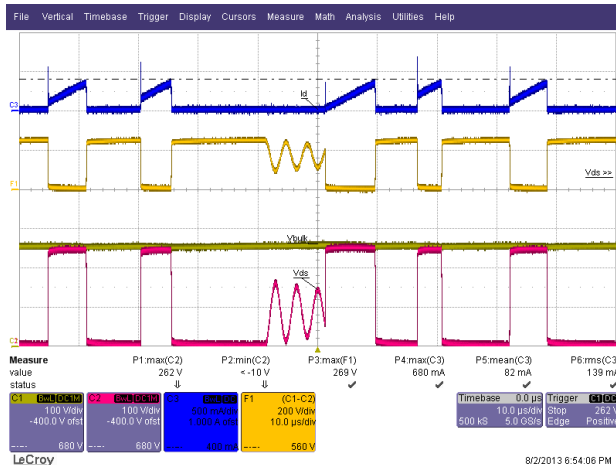


Figure 29 – 190 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.
 F1 (Orange): V_{D-S} , 200 V / div.
 Ch1 (Yellow): $V_{BULK-GROUND}$, 100 V / div.
 Ch2 (Yellow): V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3 (Blue): I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Time Scale:10 μ s / div.

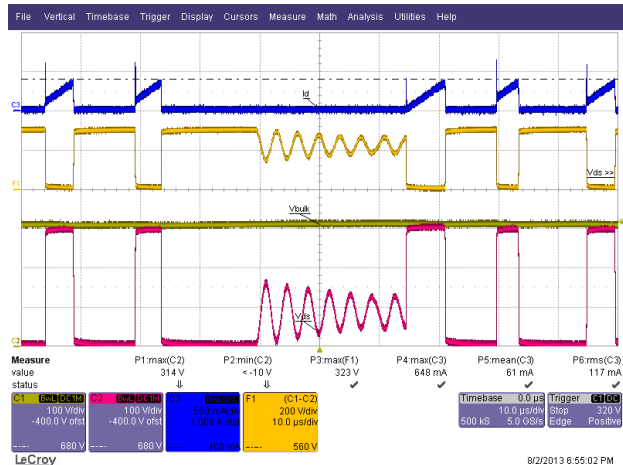


Figure 30 – 220 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.
 F1 (Orange): V_{D-S} , 200 V / div.
 Ch1 (Yellow): $V_{BULK-GROUND}$, 100 V / div.
 Ch2 (Yellow): V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3 (Blue): I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Time Scale:10 μ s / div.



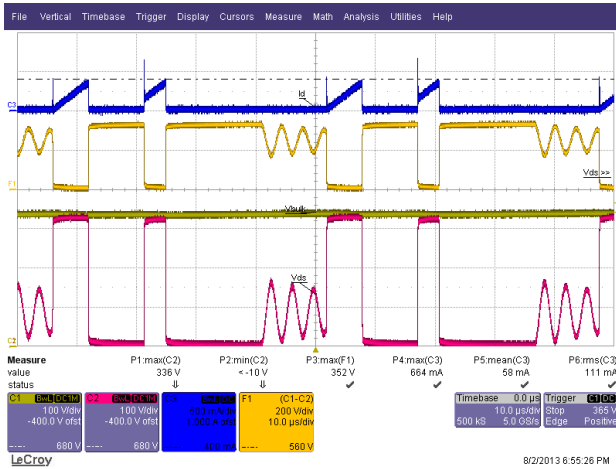


Figure 31 – 240 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.
 F1 (Orange): V_{D-S} , 200 V / div.
 Ch1 (Yellow): $V_{BULK-GROUND}$, 100 V / div.
 Ch2 (Yellow): V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3 (Blue): I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Time Scale: 10 μ s / div.

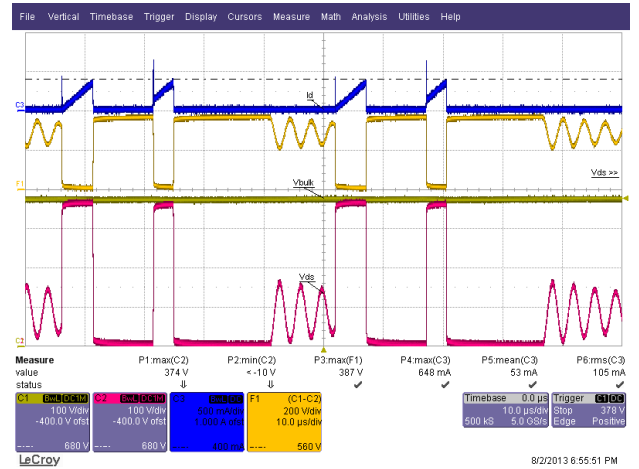


Figure 32 – 265 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.
 F1 (Orange): V_{D-S} , 200 V / div.
 Ch1 (Yellow): $V_{BULK-GROUND}$, 100 V / div.
 Ch2 (Yellow): V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3 (Blue): I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Time Scale: 10 μ s / div.



10.2 出力短絡時のドレイン電圧及び電流

Device is operating within range, no inductor saturation was observed.



Figure 33 – LYT0006D Output Short.190 VAC.
 Ch1:V_{BULK}, 100 V / div.
 Ch2:V_{S-G}, 100 V / div.
 Ch3:I_{DRAIN}, 0.5 A / div.
 Time Scale:2 ms / div.

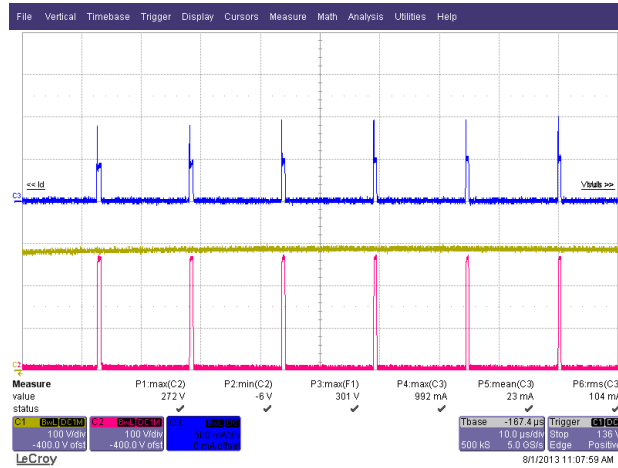


Figure 34 – LYT0006D Output Short.190 VAC.
 Ch1:V_{BULK}, 100 V / div.
 Ch2:V_{S-G}, 100 V / div.
 Ch3:I_{DRAIN}, 0.5 A / div.
 Time Scale:10 μs / div.

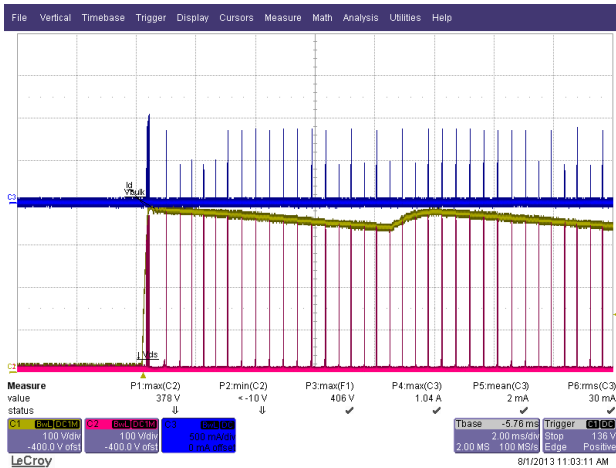


Figure 35 – LYT0006D Output Short.265 VAC.
 Ch1:V_{BULK}, 100 V / div.
 Ch2:V_{S-G}, 100 V / div.
 Ch3:I_{DRAIN}, 0.5 A / div.
 Time Scale:2 ms / div.

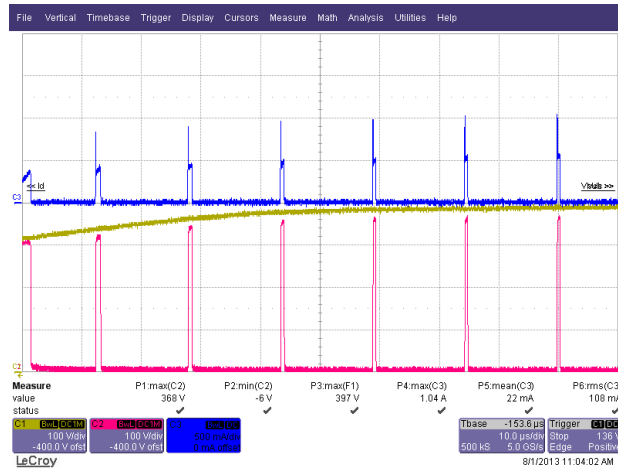


Figure 36 – LYT0006D Output Short.265 VAC.
 Ch1:V_{BULK}, 100 V / div.
 Ch2:V_{S-G}, 100 V / div.
 Ch3:I_{DRAIN}, 0.5 A / div.
 Time Scale:10 μs / div.



10.3 ドレイン電圧及び電流起動プロファイル

Device is operating within range, no inductor saturation was observed.

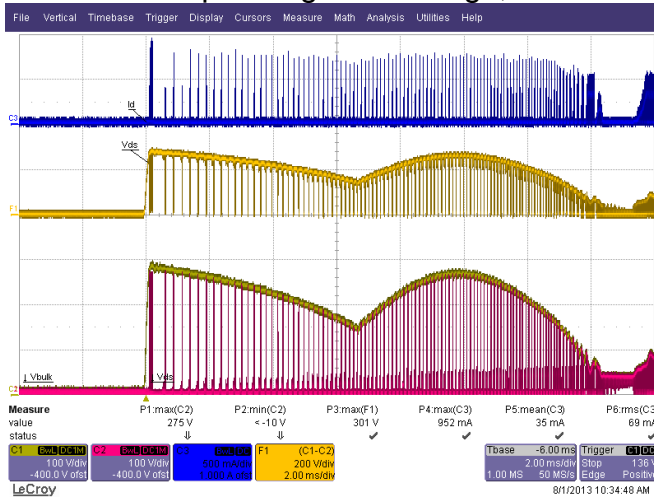


Figure 37 – 190 VAC / 50 Hz Start-up.
 Ch1: V_{BULK} , 100 V / div.
 Ch2: V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3: I_{DRAIN} , 0.5 A / div.
 F1: V_{D-S} , 200 V / div.
 Time Scale: 2 ms / div.

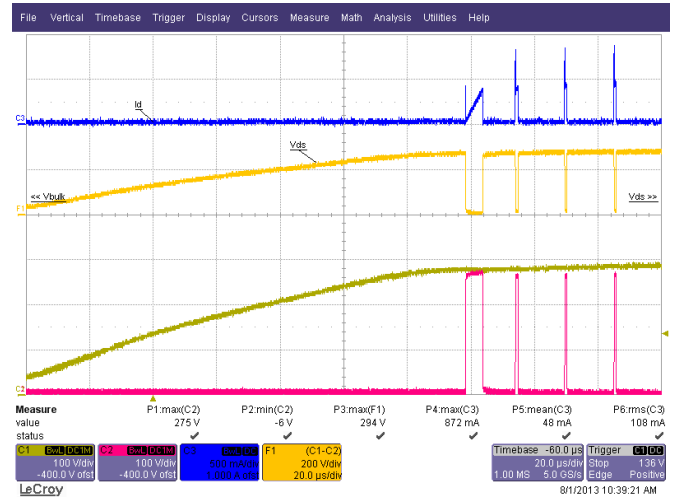


Figure 38 – 190 VAC / 50 Hz Start-up.
 Ch1: V_{BULK} , 100 V / div.
 Ch2: V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3: I_{DRAIN} , 0.5 A / div.
 F1: V_{D-S} , 200 V / div.
 Time Scale: 20 μ s / div.

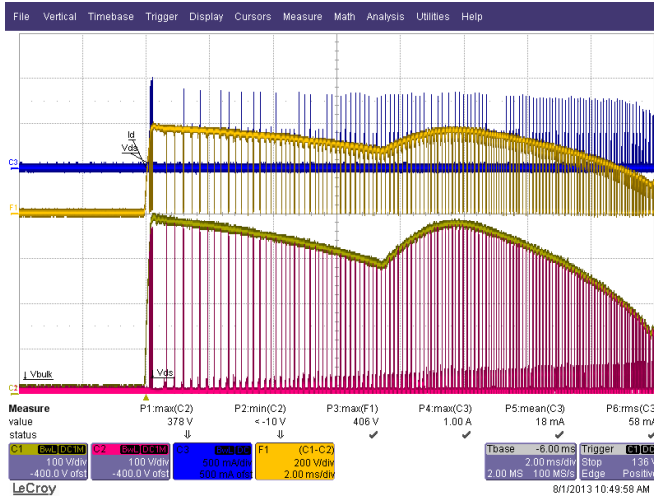


Figure 39 – 265 VAC / 50 Hz Start-up.
 Ch1: V_{BULK} , 100 V / div.
 Ch2: V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3: I_{DRAIN} , 0.5 A / div.
 F1: V_{D-S} , 200 V / div.
 Time Scale: 2 ms / div.

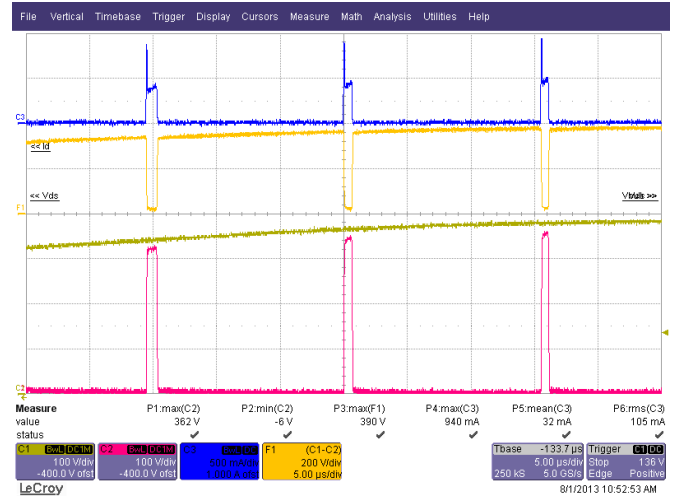


Figure 40 – 265 VAC / 50 Hz Start-up.
 Ch1: V_{BULK} , 100 V / div.
 Ch2: V_{S-G} , 100 V / div.
 Ch3: I_{DRAIN} , 0.5 A / div.
 F1: V_{D-S} , 200 V / div.
 Time Scale: 5 μ s / div.



10.4 出力電流起動プロフィール

Output current/light is present in just one AC cycle, 100 ms.

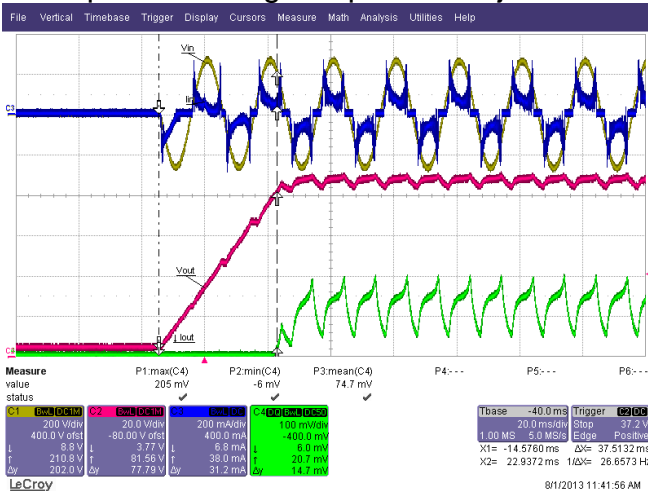


Figure 41 – 190 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.

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

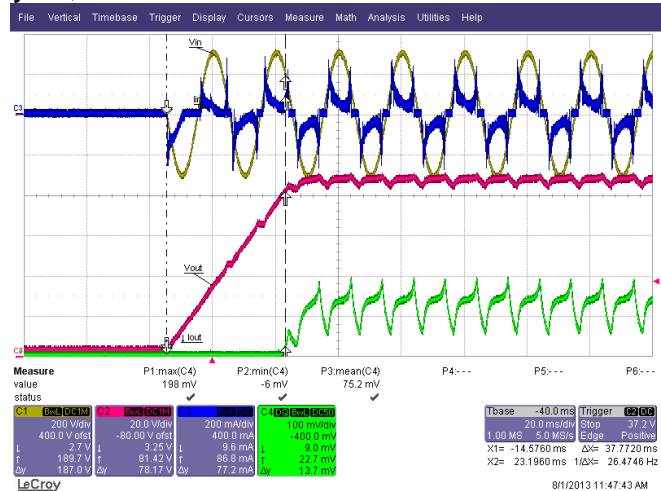


Figure 42 – 220 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.

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

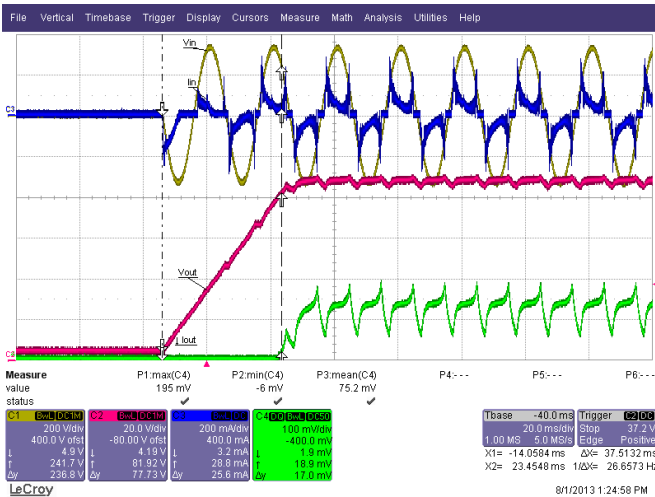


Figure 43 – 240 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.

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

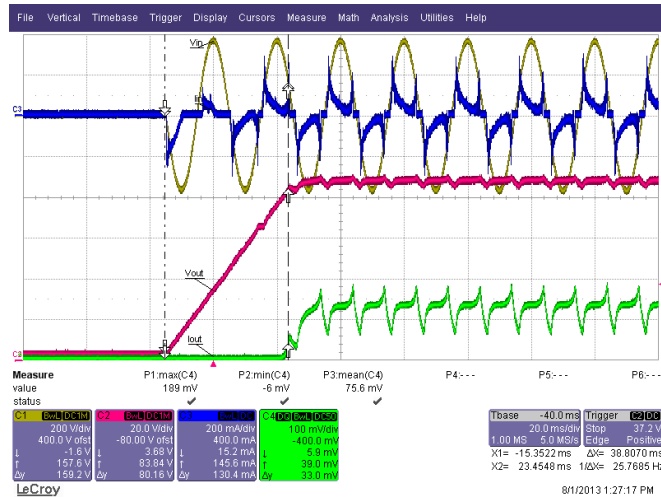


Figure 44 – 265 VAC, 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.

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



10.5 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 low output current ripple then increase the output capacitor value until the desired level is achieved. Note that the output current waveform below will change depending on LED load impedance which also varies according to LED type. An LED with high bulk resistance (low current rated LED) will tend to have lower ripple than high current LED with low bulk resistance for the same current impressed.

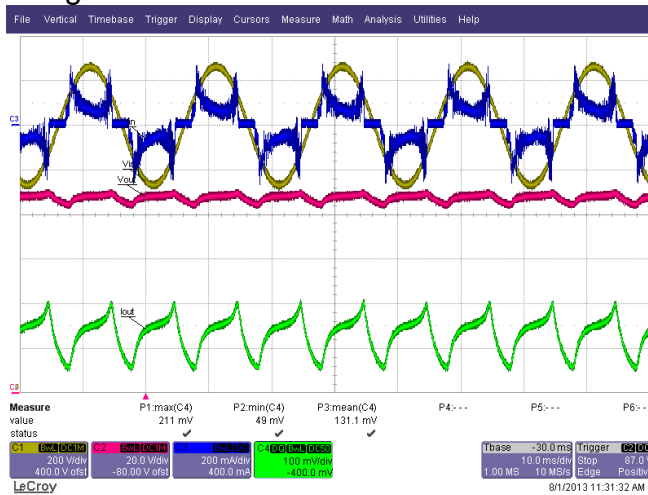


Figure 45 – 190 VAC / 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.

Ch1 (Yellow): V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2 (Red): V_{OUT} , 20 V.
 Ch3 (Blue): I_{IN} , 200 mA / div.
 Ch4 (Green): I_{OUT} , 100 mA / div.
 Time Scale: 10 ms / div.

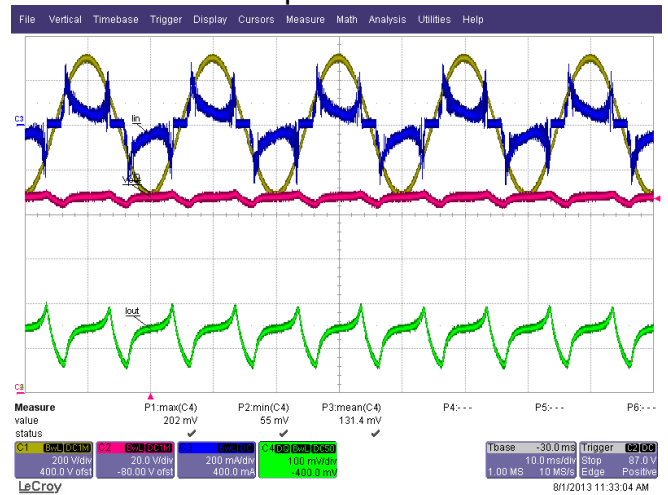


Figure 46 – 220 VAC / 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.

Ch1 (Yellow): V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2 (Red): V_{OUT} , 20 V.
 Ch3 (Blue): I_{IN} , 200 mA / div.
 Ch4 (Green): I_{OUT} , 100 mA / div.
 Time Scale: 10 ms / div.



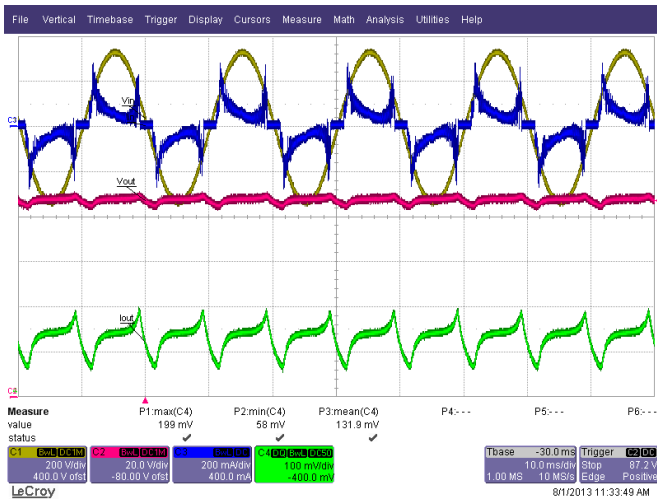


Figure 47 – 240 VAC / 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.
 Ch1 (Yellow): V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2 (Red): V_{OUT} , 20 V.
 Ch3 (Blue): I_{IN} , 200 mA / div.
 Ch4 (Green): I_{OUT} , 100 mA / div.
 Time Scale: 10 ms / div.

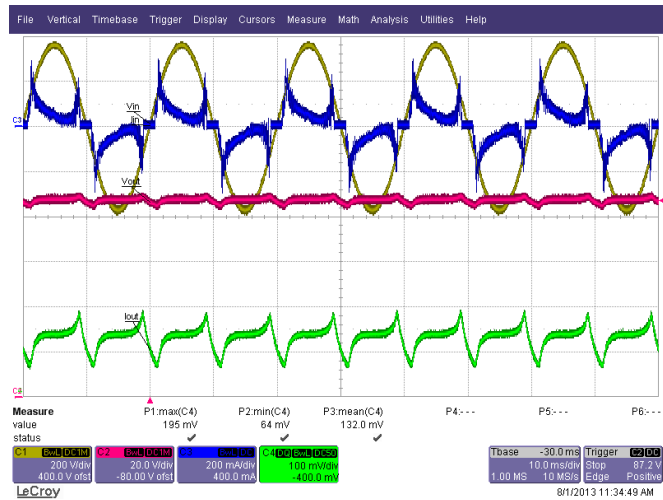


Figure 48 – 265 VAC / 50 Hz, Nominal V_{LED} Load.
 Ch1 (Yellow): V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2 (Red): V_{OUT} , 20 V.
 Ch3 (Blue): I_{IN} , 200 mA / div.
 Ch4 (Green): I_{OUT} , 100 mA / div.
 Time Scale: 10 ms / div.



10.6 入力サグ及びサージ

An inherent advantage of the buck converter implemented within LYTSwitch-0 is the imperceptible start-up delay, the driver will turn-on within 100 ms as shown below. No failure of any component occurred during line fluctuation tests.



Figure 49 – Line Sag Test at 230 - 0 V at 1 s Interval.
 Ch1:V_{IN}, 200 V / div.
 Ch2:V_{OUT}, 20 V / div.
 Ch4:I_{OUT}, 100 mA / div.
 Time Scale:2 s / div.

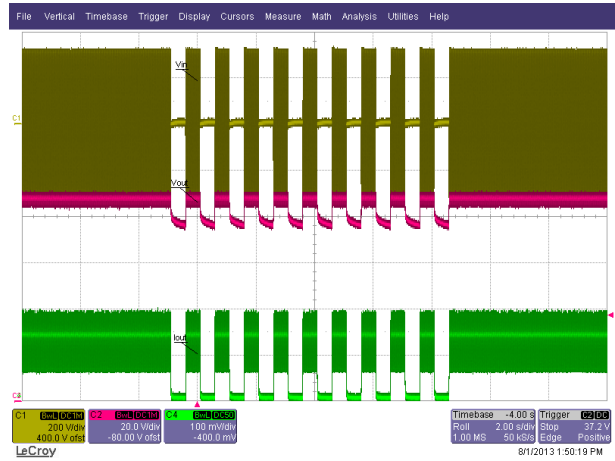


Figure 50 – Line Sag Test at 230 - 0 V at 0.5 s Interval.
 Ch1:V_{IN}, 200 V / div.
 Ch2:V_{OUT}, 20 V / div.
 Ch4:I_{OUT}, 100 mA / div.
 Time Scale:2 s / div.

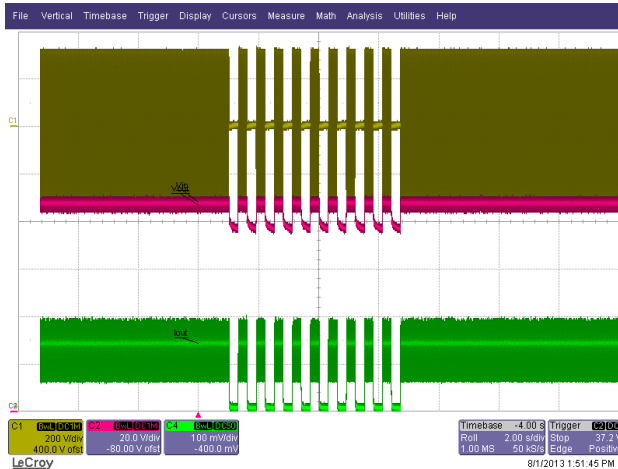


Figure 51 – Line Sag Test at 230 - 0 V at 0.3 s Interval.
 Ch1:V_{IN}, 200 V / div.
 Ch2:V_{OUT}, 20 V / div.
 Ch4:I_{OUT}, 100 mA / div.
 Time Scale:2 s / div.

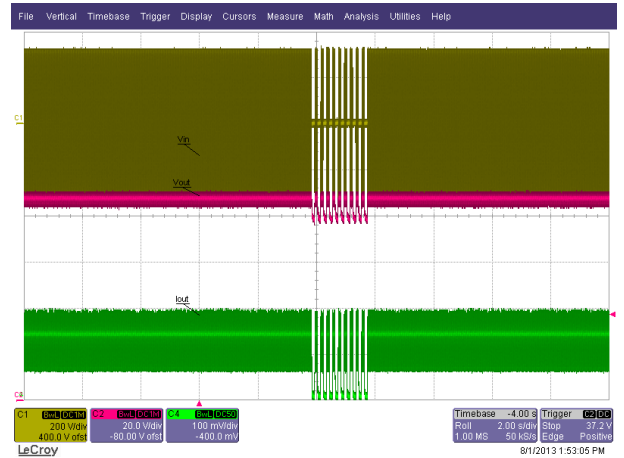


Figure 52 – Line Sag Test at 230 - 0 V at 0.1 s Interval.
 Ch1:V_{IN}, 200 V / div.
 Ch2:V_{OUT}, 20 V / div.
 Ch4:I_{OUT}, 100 mA / div.
 Time Scale:2 s / div.



10.7 ワンショット無負荷保護

The reference design is protected with one shot no-load protection. Replace VR1 after fault. It's been observed that the SMD Zener tends to short out when it fails. Use of a SMD diode (500 mW) is recommended.

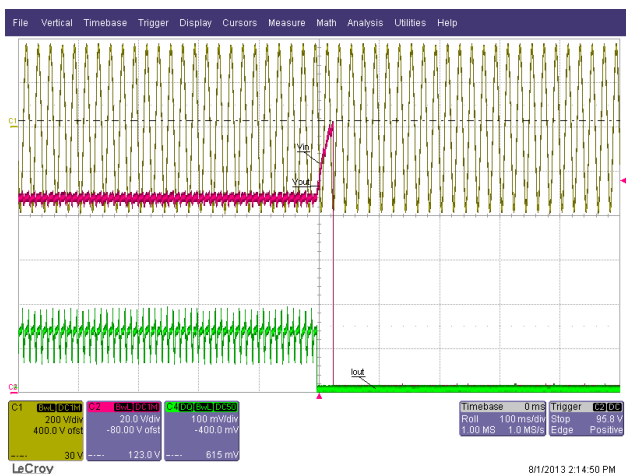


Figure 53 – No-Load Protection when Load is Disconnected. 265 V / 50 Hz. Ch2: V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2: V_{OUT} , 20 V / div.
 Ch3: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Time Scale: 100 ms / div.

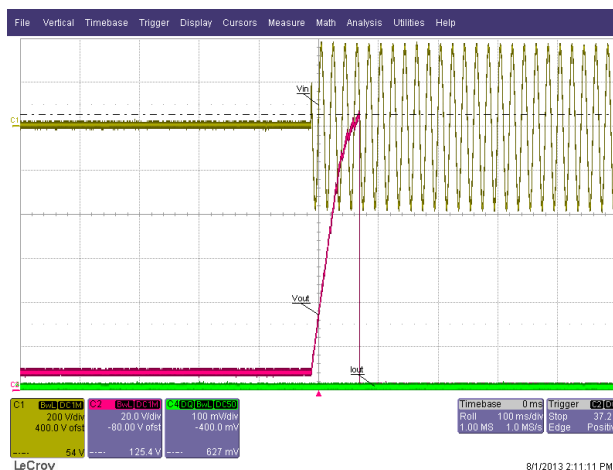


Figure 54 – No-Load Start-Up. 265 V / 50 Hz. Ch2: V_{IN} , 200 V / div.
 Ch2: V_{OUT} , 20 V / div.
 Ch3: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Time Scale: 100 ms / div.



10.8 入力停止/入力起動

No failure of any component during brown-out test of 1 V / sec and 10 V / sec AC cut-in and cut-off.

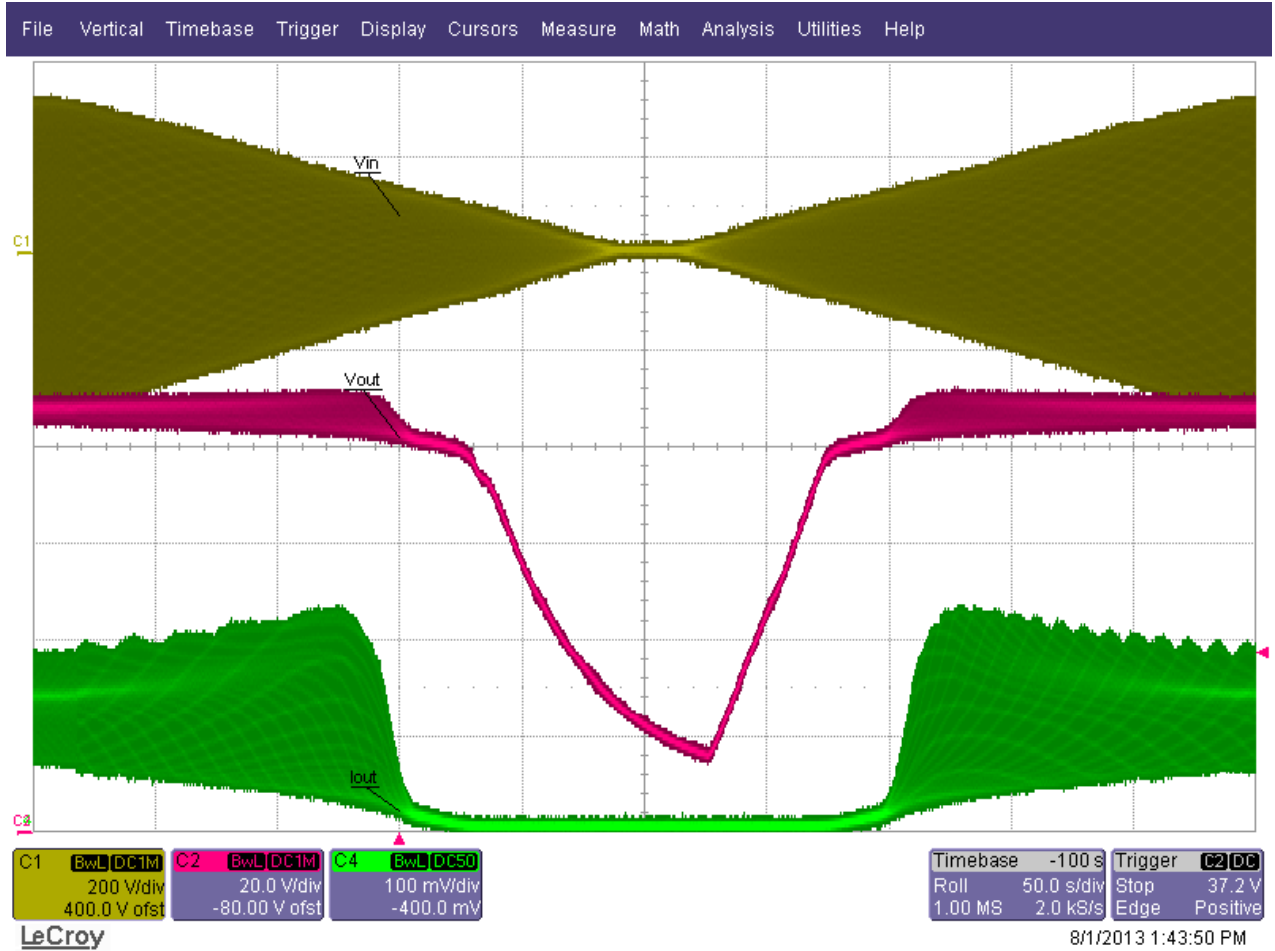


Figure 55 – Brown-out Test at 1 V / s.

The Unit is Able to Operate Normally Without Any Failure and Without Flicker.

230 V - 0 - 230 V.

Ch1:V_{IN}, 200 V / div.

Ch2:V_{OUT}, 20 V / div.

Ch3:I_{OUT}, 100 mA / div.

Time Scale:50 s / div.



11 入力サージ

Differential input line 1 kV / 50 μ s surge testing was completed on a single test unit following the test method described in 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 (kV)	Input Voltage (VAC)	Injection Location	Injection Phase (°)	Test Result (Pass/Fail)
+1	230	L to N	90	Pass
-1	230	L to N	90	Pass
+1	230	L to N	270	Pass
-1	230	L to N	270	Pass
+1	230	L to N	0	Pass
-1	230	L to N	0	Pass

Unit passed under all test conditions. Tested up to 30% more voltage and no failure was observed.

Differential ring input line surge testing was completed on a single test unit following the test method described in 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. Tested up to 30% more voltage and no failure was observed.



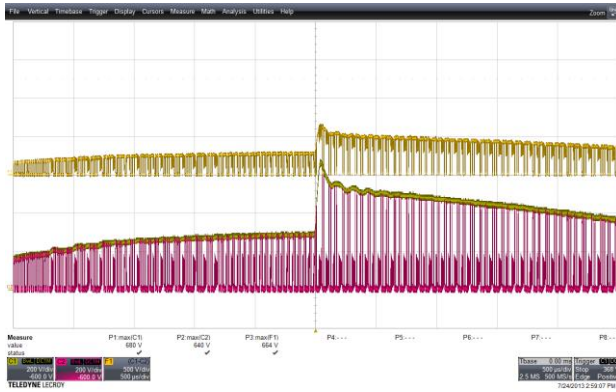


Figure 56 – Differential Line Surge at 1 kV / 90°. Peak Drain Voltage Recorded is 664 V.
 Ch1:V_{BULK-GROUND}, 200 V / div.
 Ch2:V_{S-G}, 200 V / div.
 F1:V_{DRAIN}, 500 V / div.
 Time Scale:500 μs / div.

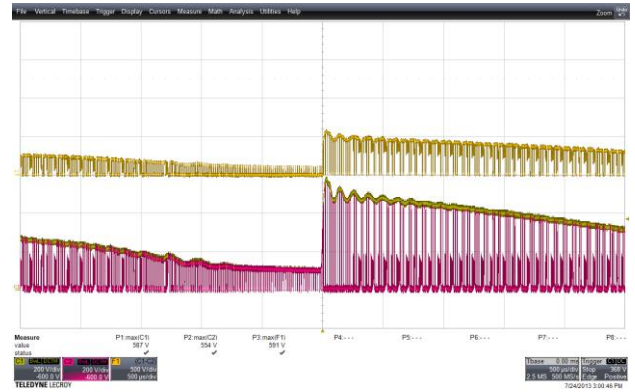


Figure 57 – Differential Line Surge at 1 kV / 0°. Peak Drain Voltage Recorded is 591 V.
 Ch1:V_{BULK-GROUND}, 200 V / div.
 Ch2:V_{S-G}, 200 V / div.
 F1:V_{DRAIN}, 500 V / div.
 Time Scale:500 μs / div.

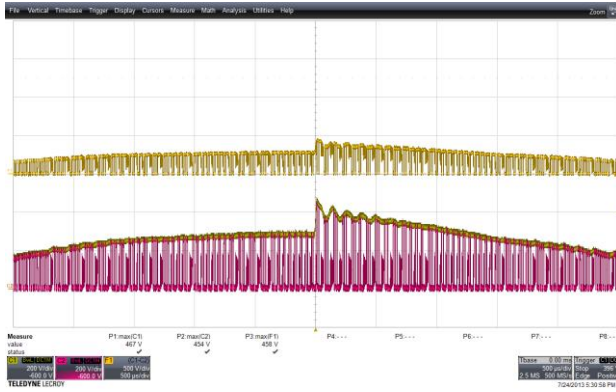


Figure 58 – Differential Ring Surge at 2500 V / 90°. Peak Drain Voltage Recorded is 458 V.
 Ch1:V_{BULK-GROUND}, 200 V / div.
 Ch2:V_{S-G}, 200 V / div.
 F1:V_{DRAIN}, 500 V / div.
 Time Scale:500 μs / div.

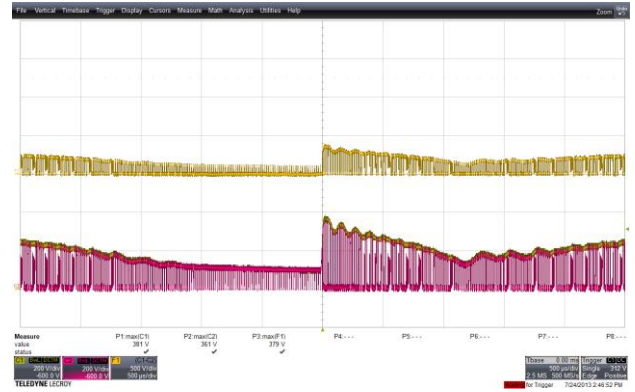


Figure 59 – Differential Ring Surge at 2500 V / 0°. Peak Drain Voltage Recorded is 380 V.
 Ch1:V_{BULK-GROUND}, 200 V / div.
 Ch2:V_{S-G}, 200 V / div.
 F1:V_{DRAIN}, 500 V / div.
 Time Scale:500 μs / div.



12 伝導 EMI

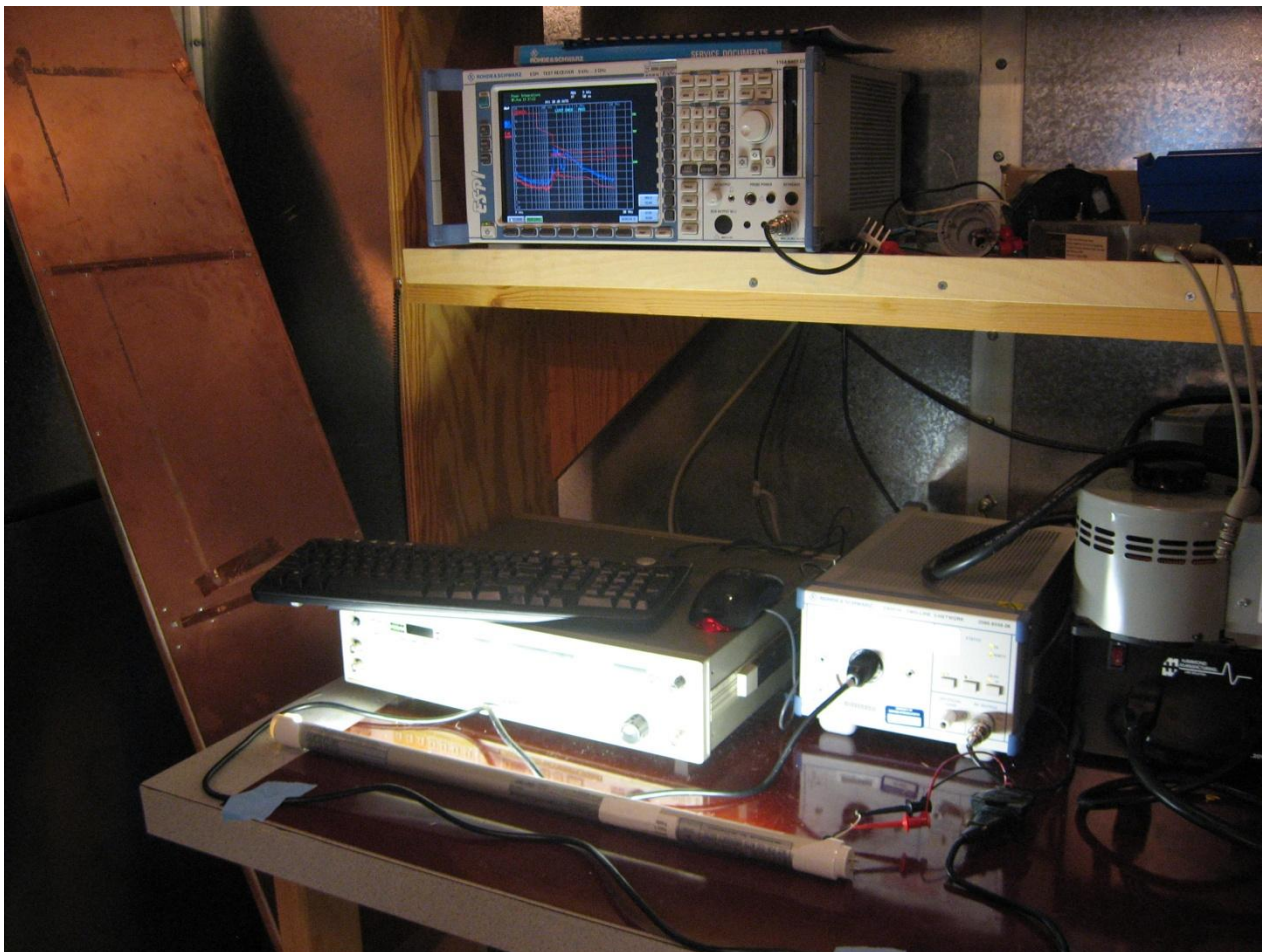


Figure 60 – The Driver was Tested in a Tube Lamp. Position the AC Inlet as Close as Possible to the End for Best EMI Performance. Let the DC Output Wire Cross the Driver.



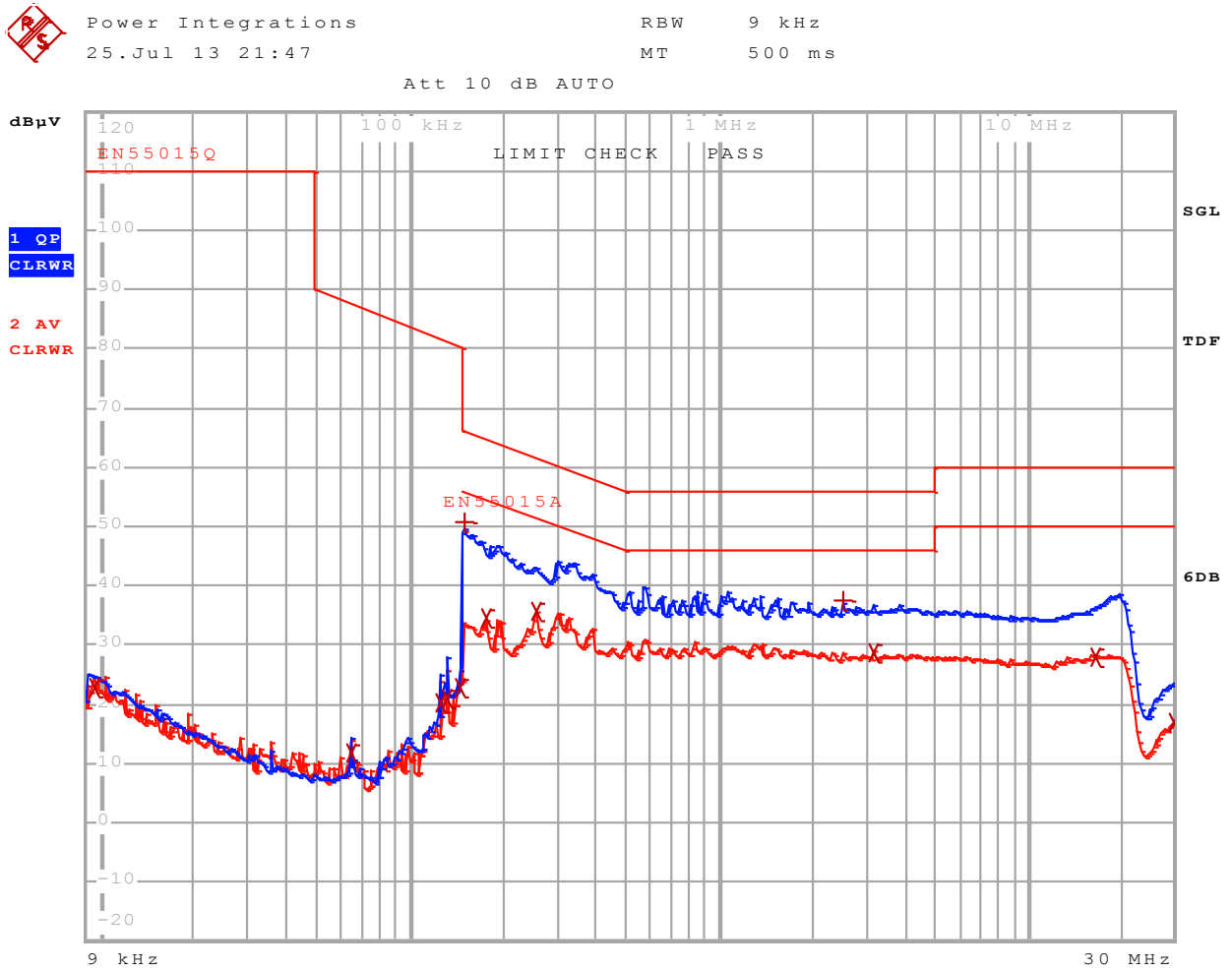


Figure 26 – Conducted EMI, Maximum Steady State Load, 230 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.UUT was Fitted Inside a T8 Tube Enclosure.



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)

Trace1: EN55015Q

Trace2: EN55015A

Trace3: ---

	TRACE	FREQUENCY	LEVEL dB μ V	DELTA LIMIT dB
2	Average	9.4590904509 kHz	22.77 N gnd	
2	Average	64.5467705779 kHz	11.79 N gnd	
2	Average	125.720633819 kHz	20.27 L1 gnd	
2	Average	130.825395691 kHz	21.01 N gnd	
2	Average	148.891503746 kHz	22.87 L1 gnd	
1	Quasi Peak	151.5 kHz	50.87 N gnd	-15.04
2	Average	175.886796739 kHz	34.50 L1 gnd	-20.17
2	Average	256.711570318 kHz	35.64 L1 gnd	-15.89
1	Quasi Peak	2.50634031306 MHz	37.58 N gnd	-18.41
2	Average	3.15087835298 MHz	28.85 L1 gnd	-17.15
2	Average	16.4353775277 MHz	27.83 L1 gnd	-22.16
2	Average	30 MHz	16.88 L1 gnd	-33.11

Table 3 – Conducted EMI, Maximum Steady State Load, 230 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.UUT was Fitted Inside a T8 Tube Enclosure.





Power Integrations
25.Jul 13 20:32

RBW 9 kHz
MT 500 ms

Att 10 dB AUTO

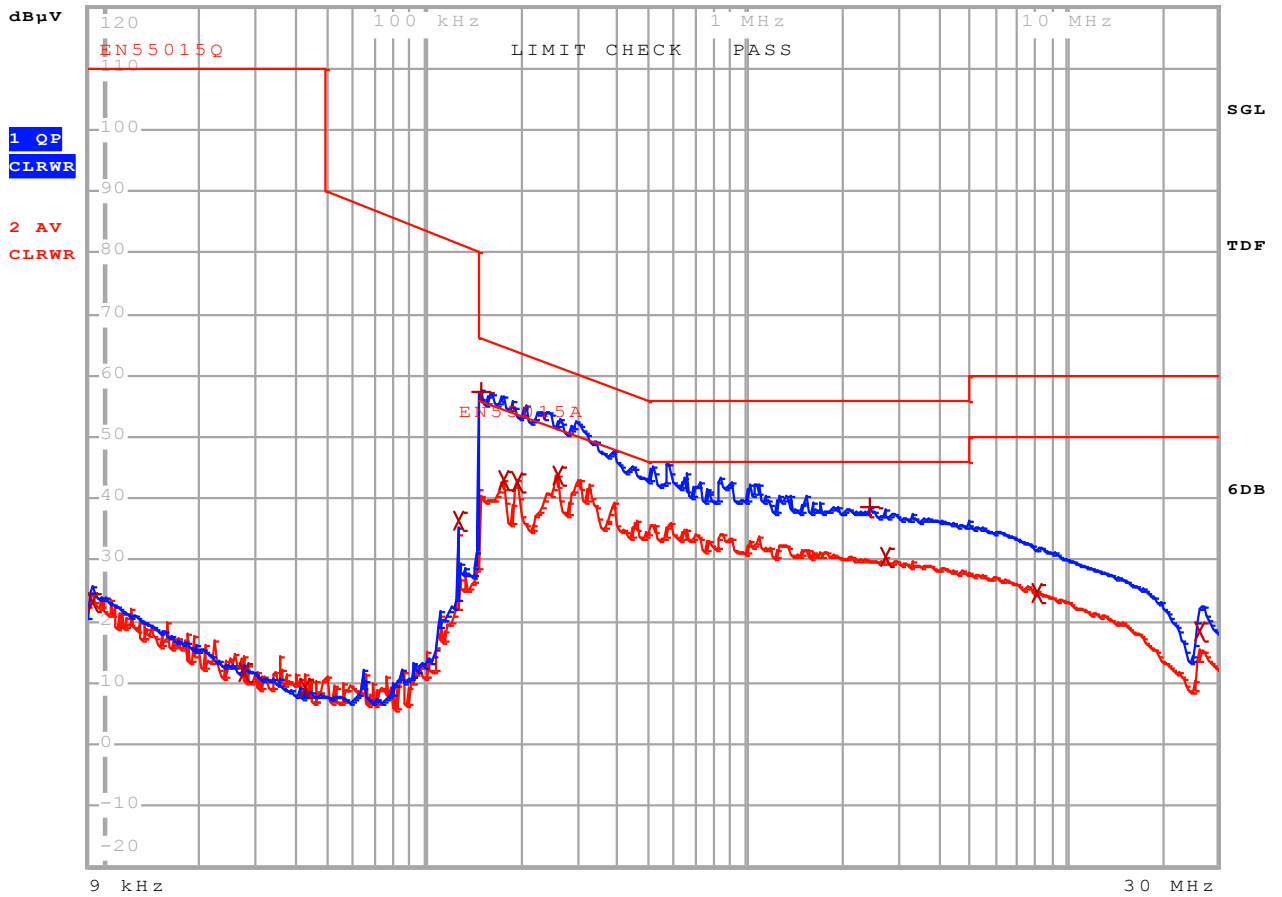


Figure 61 – Conducted EMI, Maximum Steady State Load, 230 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.UUT Without Enclosure.



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)						
Trace1:	EN55015Q					
Trace2:	EN55015A					
Trace3:	---					
TRACE		FREQUENCY	LEVEL	dB μ V		DELTA LIMIT dB
2	Average	9.1809 kHz	23.11	L1	gnd	
2	Average	27.159076558 kHz	11.76	L1	gnd	
2	Average	42.0780345374 kHz	9.26	N	gnd	
2	Average	128.247618558 kHz	36.48	L1	gnd	
1	Quasi Peak	151.5 kHz	57.33	N	gnd	-8.57
2	Average	175.886796739 kHz	42.89	L1	gnd	-11.78
2	Average	194.288447245 kHz	42.76	L1	gnd	-11.08
2	Average	259.278686021 kHz	43.74	L1	gnd	-7.70
1	Quasi Peak	2.45695550736 MHz	38.72	L1	gnd	-17.27
2	Average	2.71400741459 MHz	30.37	L1	gnd	-15.62
2	Average	8.10890375706 MHz	24.58	L1	gnd	-25.41
2	Average	26.2351923234 MHz	18.47	N	gnd	-31.52

Table 4 – Conducted EMI, Maximum Steady State Load, 230 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.UUT without Enclosure.



13 改訂履歷

Date	Author	Revision	Description & changes	Reviewed
08-Oct-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

