

設計例レポート

役職	LYTSwitch™-4 LYT4311E を使用した 5.8 W 高効率、非絶縁極性反転型、トライアック調光機能付き LED ドライバ
仕様	90 VAC ~ 132 VAC 入力、 48 V _{TYP} 、120 mA 出力
アプリケーション	A19 LED ドライバ
作成者	アプリケーション技術部門
ドキュメント番号	DER-407
日付	2014 年 5 月 16 日
改訂	1.0

概要と機能

- ワンコンバータ型力率改善回路と定電流 (CC) 出力
- 少ない部品点数、高度な小型設計
- トライアック調光機能付き
 - さまざまなトライアック調光器に対応 (300 W ~ 1200 W)
 - 素早い点灯 (200 ms 以下) – 知覚可能な遅延無し
- 内蔵保護機能と高い信頼性
 - 自動復帰タイプ出力短絡保護
 - 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
 - 停止条件時でも損傷を受けない
- 120 VAC 入力時の力率が 0.9 以上
- 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

Power Integrations

5245 Hellyer Avenue, San Jose, CA 95138 USA.

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

www.powerint.com

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。



目次

1	はじめに	5
2	デザイン例ボード写真	6
3	電源仕様	7
4	回路図	8
5	回路の説明	9
5.1	入力部の EMI フィルタ	9
5.2	電源回路	9
5.3	出力フィードバック	9
5.4	トライアック位相調光制御の互換性	10
6	PCB レイアウト	11
7	部品表	12
8	インダクタの設計計算シート	13
9	インダクタの仕様	16
9.1	回路図	16
9.2	電気仕様	16
9.3	材料	16
9.4	インダクタの構造図	17
9.5	インダクタ製造仕様	17
10	性能データ	18
10.1	効率	18
10.2	入力レギュレーション	19
10.3	力率	20
10.4	試験データ	21
11	調光性能データ	22
11.1	調光曲線	22
11.2	調光時の効率	23
11.3	調光中のドライバ電力損失	24
11.4	調光器の互換性リスト	25
12	熱特性	27
12.1	120 VAC、60 Hz 調光器接続なし	27
12.2	120 VAC、60 Hz 調光器接続、90° 導通角	28
13	非調光時 (調光器接続なし) 波形	29
13.1	入力電圧と入力電流の波形	29
13.2	通常動作時の出力電圧と出力電流	30
13.3	起動、停止時の出力電流	31
13.4	通常動作時のドレイン電圧とドレイン電流	32
13.5	起動時のドレイン電圧とドレイン電流	33
13.6	出力短絡時のドレイン電流、及びドレイン電圧	34
13.7	オープン負荷特性	35



13.8	入力停止/入力起動	35
14	調光時の波形	36
14.1	入力電圧と入力電流の波形 – リーディング エッジ型調光器	36
14.2	出力電流の波形 – リーディング エッジ型調光器	37
14.3	入力電圧と入力電流の波形 – トレーリング エッジ型調光器	38
14.4	出力電流の波形 – トレーリング エッジ型調光器	39
14.5	ドレイン電流の波形 – リーディング エッジ型調光器	40
15	伝導 EMI	41
15.1	セットアップ	41
15.2	試験結果	42
16	入力サージ	44
17	改訂履歴	45

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、公称 LED 電圧 48 V、120 mA で入力電圧範囲 90 VAC ~ 132 VAC (60 Hz 標準) 対応、非絶縁型高力率 (PF) トライアック調光機能搭載の LED ドライバについて説明します。この LED ドライバは、LYTSwitch-4 IC ファミリーの LYT4311E を使用しています。

ワンコンバータ、非絶縁極性反転型を採用し、この設計における高力率、定電流レギュレーション、及び調光機能要件の厳しい条件に対応できます。

このドキュメントには、LED ドライバの仕様、回路図、PCB の詳細、部品表、トランスに関する説明、及び標準パフォーマンス特性が記載されています。



2 デザイン例ボード写真

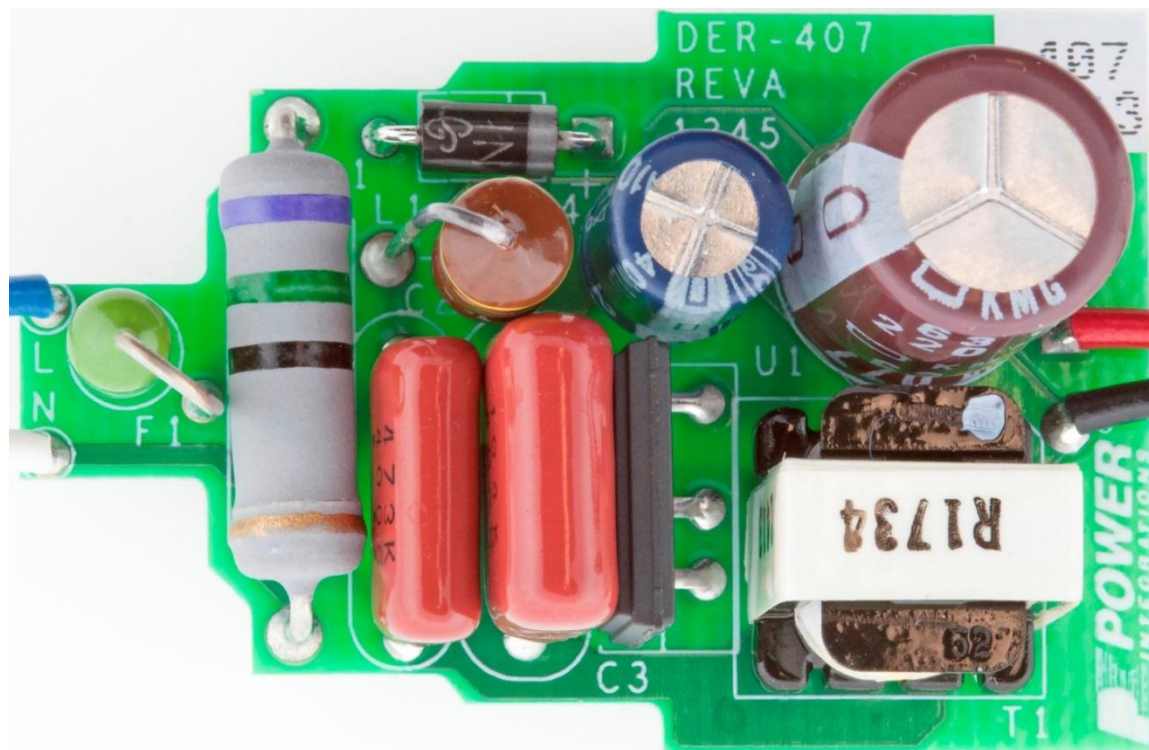


Figure 1 – Populated Circuit Board, Top View.

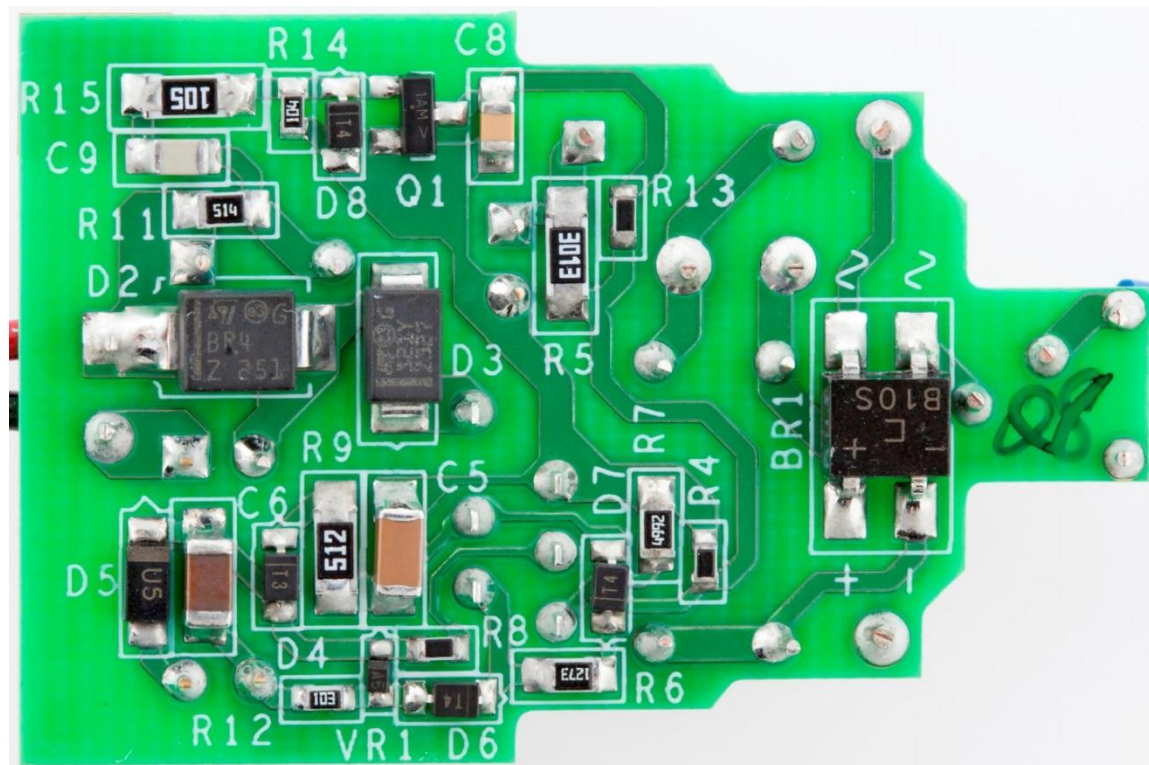


Figure 2 – Populated Circuit Board, Bottom View.



3 電源仕様

次のテーブルは、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 電圧 周波数	V_{IN} f_{LINE}	90	120 60	132	VAC Hz	2 ワイヤ - P.E. 無し
出力 出力電圧 出力電流 出力電力の合計 連続出力電力	V_{OUT} I_{OUT} P_{OUT}		48 120 5.76		V mA W	$V_{OUT} = 48\text{ V}$ 、 $V_{IN} = 120\text{ VAC}$ 、 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$
効率 最大負荷時	η		83		%	$P_{OUT} 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、調光なし、120VAC で測定
環境 伝導 EMI 安全規格 リング ウェーブ (100 kHz) ディファレンシャル モード (L1-L2) ディファレンシャル サージ			CISPR 15B/EN55015B 非絶縁			
			2.5		kV	
			500		V	
力率			0.9			$V_{OUT(TYP)}$ 、 $I_{OUT(TYP)}$ 及び 120 VAC、50 Hz で測定
周囲温度	T_{AMB}		50		$^{\circ}\text{C}$	オープン フレーム、120 VAC



4 回路图

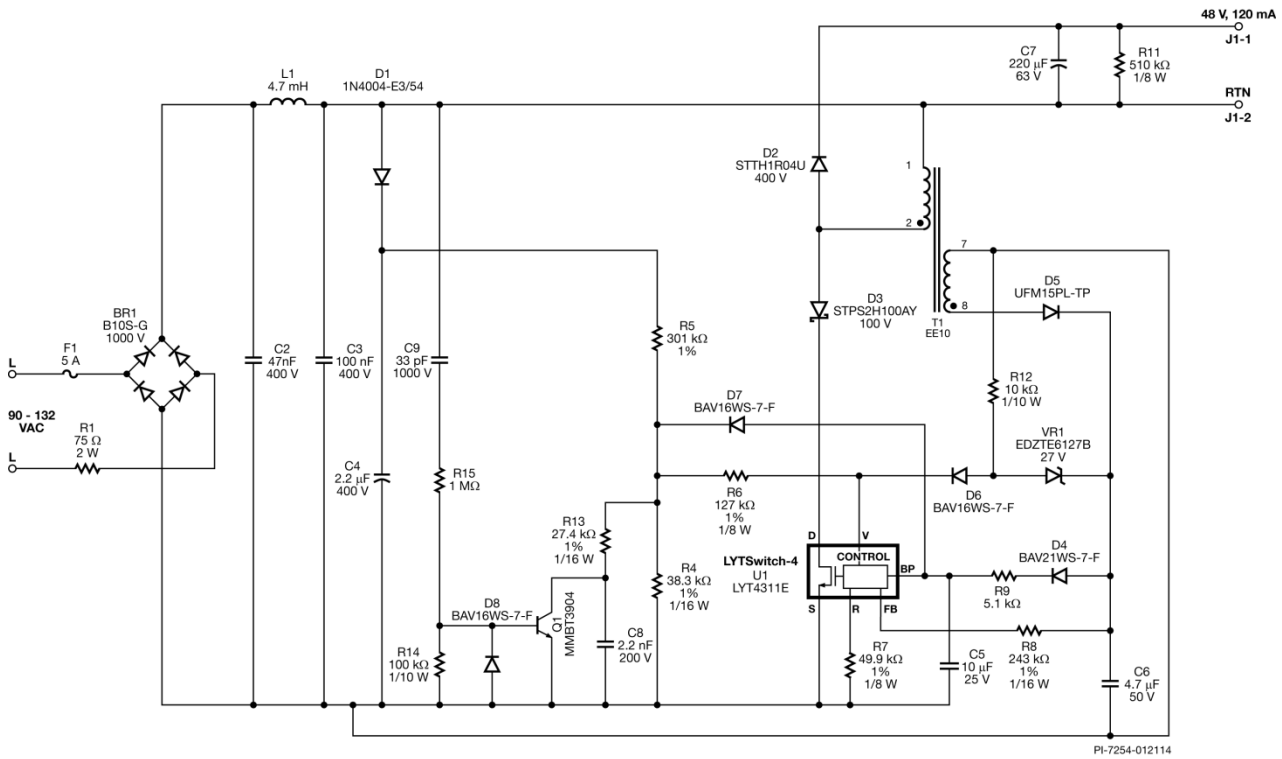


Figure 3 – Schematic Diagram.



5 回路の説明

LYTSwitch-4 LYT4311E デバイスは、725 V パワー MOSFET 内蔵のLEDドライバアプリケーション用コントローラです。LYTSwitch-4 ファミリーが、ワンコンバータ型、極性反転回路に使用され、高力率、定電流出力に対応します。

5.1 入力部の EMI フィルタ

ヒューズ F1 は異常時に部品異常から保護します。ダイオードブリッジ BR1 が AC 入力電圧を整流し、コンデンサ C3 は一次スイッチング電流に低インピーダンスパス (デカップリング) を提供します。0.9 より大きな力率を維持するには、入力容量値 (C2 と C3 の和) を小さくする必要があります。EMI フィルタは、インダクタ L1、ならびにコンデンサ C2 及び C3 により構成されています。

5.2 電源回路

この設計では、90 VAC ~ 132 VAC の入力電圧で高い力率、定電流出力に対応したローサイドスイッチ型 極性反転回路にて構成されています。

出力ダイオード D2 は U1 がオフになると導通し、負荷に電力を供給します。ダイオード D3 は、C3 にかかる電圧 (整流された入力 AC) が出力電圧を下回る場合、逆電流が U1 内を流れるのを防ぐために必要です。

ピーク入力電圧情報を U1 に提供するために、整流された入力 AC ピークが D1 を通じて C4 に充電され、その後、R5 及び R6 を経由した電流として U1 の VOLTAGE MONITOR (V) ピンにフィードされます。120 VAC で最大 100 μ A の I_V を与えるように抵抗 R4、R5、R6 を選択します (PIXIs スプレッドシート)。

V ピン電流によって検出され、動作する過入力電圧シャットダウン機能により、整流入力電圧耐量 (サージ及び入力上昇時) を内部パワー MOSFET の 725 BV_{DSS} 定格にまで拡大します。

コンデンサ C5 は、内部コントローラの供給ピンである U1 の BP ピンのローカル デカップリングコンデンサです。起動時に、C10 は U1 の D ピンに接続された内部の高電圧電流ソースから 6 V まで充電されます。

U1 REFERENCE ピンは、49.9 k Ω 抵抗 R7 を介してグラウンド (SOURCE) に接続されています。

5.3 出力フィードバック

フィードバック信号は、ダイオード D5 とコンデンサ C6 から構成されるネットワークにより整流され、平滑化されたバイアス巻線から得られます。コンデンサ C6 による出力電圧情報が抵抗 R8 によりフィードバック電流に変換されます。この電流により、LYT4311E は出力電流を制御します。



5.4 トライアック位相調光制御の互換性

低コストでトライアック ベースのリーディング エッジ型及びトレーリング エッジ型位相調光器によって出力調光を行う場合、設計でいくつか妥協する必要がありました。

LED ベースの照明による電力消費は極めて低いので、ランプに流れ込む電流は、ほとんどのトライアック調光器の保持電流を下回ります。これにより、調光範囲の制限やフリッカなどの好ましくない動作が発生します。LED ランプが入力に与える比較的大きなインピーダンスにより、膨大なリングングが発生します。これは、トライアックがオンのときに突入電流が入力容量を充電するからです。これによっても前述の好ましくない動作が発生することがあります。リングングによってトライアック電流がゼロに低下し、オフになる可能性があるからです。

これらの問題を克服するために、パッシブダンパーと損失ゼロのアクティブブリーダーを使用しました。

抵抗 R1 は、トライアックの接続時の、入力ネットワークリングの減衰用です。

AC 入力サイクルのリーディング エッジ部分で処理される電力を増やすことでさらに減衰できません。パッシブ RC ブリーダーの動作と同様の方法によるものですが、損失もなく、調光時に悪化する現象も発生しません。



6 PCB レイアウト

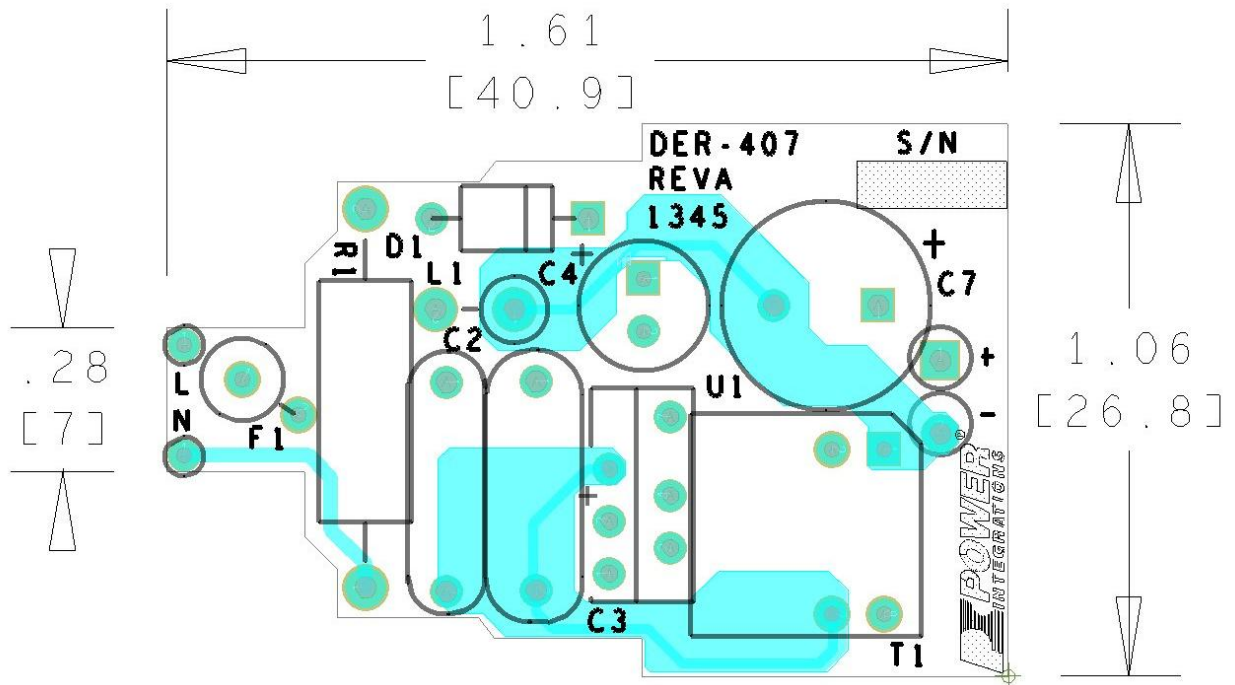


Figure 4 – Top Side.

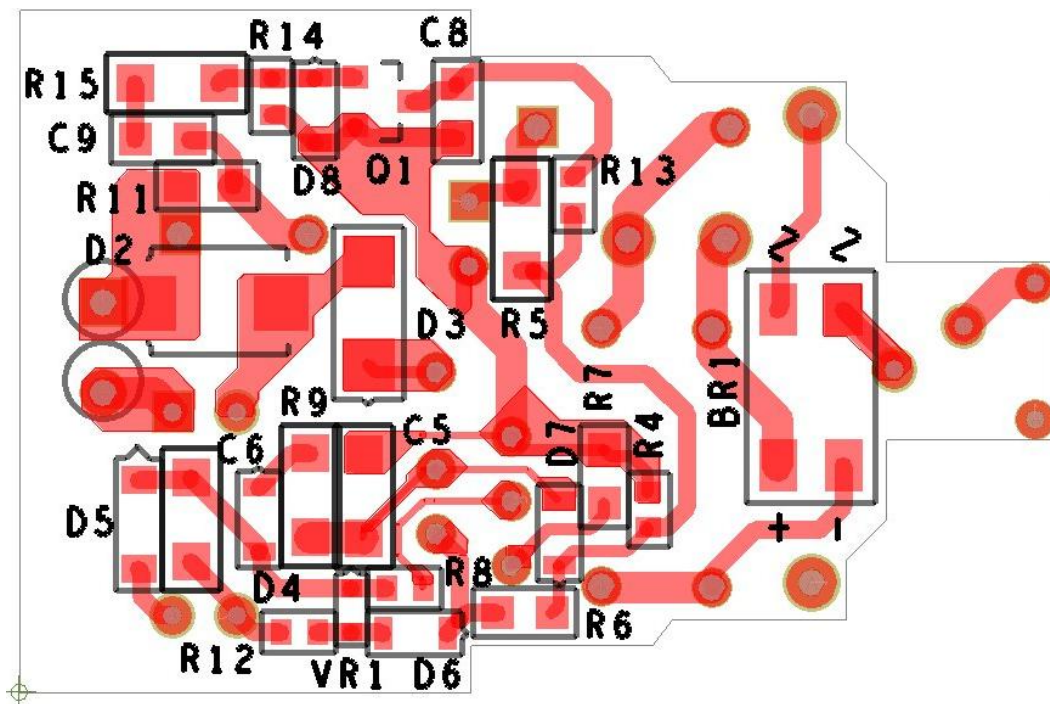


Figure 5 – Bottom Side.

7 部品表

Item	Qty	Ref Des	Description	Mfg Part Number	Mfg
1	1	BR1	1000 V, 0.8 A, Bridge Rectifier, SMD, MBS-1, 4-SOIC	B10S-G	Comchip
2	1	C2	47 nF, 400 V, Film	ECQ-E4473KF	Panasonic
3	1	C3	100 nF, 400 V, Film	ECQ-E4104KF	Panasonic
4	1	C4	2.2 μ F, 400 V, Electrolytic, (6.3 x 11)	TAB2GM2R2E110	Ltec
5	1	C5	10 μ F, 25 V, Ceramic, X7R, 1206	C3216X7R1E106M	TDK Corp
6	1	C6	4.7 μ F, 50 V, Ceramic, X7R, 1206	UMK316AB7475KL-T	Taiyo Yuden
7	1	C7	220 μ F, 63 V, Electrolytic, (10 x 16)	EKMG630ELL221MJ16S	United Chemi-con
8	1	C8	2.2 nF, 200 V, Ceramic, X7R, 0805	08052C222KAT2A	AVX
9	1	C9	33 pF, 1000 V, Ceramic, COG, 0805	0805AA330KAT1A	AVX
10	1	D1	400 V, 1 A, Rectifier, DO-41	1N4004-E3/54	Vishay
11	1	D2	400 V, 1 A, Ultrafast Recovery, 500 ns, DO-214AA, SMB	STTH1R04U	ST Micro
12	1	D3	100 V, 2 A, Schottky, SMA	STPS2H100AY	ST Micro
13	1	D4	250 V, 0.2 A, Fast Switching, 50 ns, SOD-323	BAV21WS-7-F	Diodes, Inc.
14	1	D5	600 V, 1 A, Ultrafast Recovery, 75 ns, SOD-123	UFM15PL-TP	MCC
15	1	D6	75 V, 0.15 A, Switching, SOD-323	BAV16WS-7-F	Diodes, Inc.
16	1	D7	75 V, 0.15 A, Switching, SOD-323	BAV16WS-7-F	Diodes, Inc.
17	1	D8	75 V, 0.15 A, Switching, SOD-323	BAV16WS-7-F	Diodes, Inc.
18	1	F1	5 A, 250 V, Fast, Microfuse, Axial	0263005.MXL	Littlefuse
19	1	L1	4.7 mH, 90 mA, 20 Ohm, RF Inductor	B82144A2475J	Epcos
20	1	Q1	NPN, Small Signal BJT, 40 V, 0.2 A, SOT-23	MMBT3904LT1G	On Semi
21	1	R1	75 Ω , 5%, 2 W, Metal Oxide	RSF200JB-75R	Yageo
22	1	R4	38.3 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF3832V	Panasonic
23	1	R5	301 k Ω , 1%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8ENF3013V	Panasonic
24	1	R6	127 k Ω , 1%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6ENF1273V	Panasonic
25	1	R7	49.9 k Ω , 1%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6ENF4992V	Panasonic
26	1	R8	243 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF2433V	Panasonic
27	1	R9	5.1 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ512V	Panasonic
28	1	R11	510 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ514V	Panasonic
29	1	R12	10 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ103V	Panasonic
30	1	R13	27.4 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF2742V	Panasonic
31	1	R14	100 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ104V	Panasonic
32	1	R15	1 M Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ105V	Panasonic
33	1	T1	Bobbin, EE10, Vertical, 8 pins Transformer	101 SNX-R1734	Hical Magnetics Santronics
34	1	U1	LYTSwitch-4, eSIP-7C	LYT4311E	Power Integrations
35	1	VR1	27 V, 5%, 150 mW, SOD 523	EDZTE6127B	Rohm Semi



8 インダクタの設計計算シート

ACDC_LYTSwitch-4_101813; Rev.1.3; Copyright Power Integrations 2013	INPUT	INFO	OUTPUT	UNIT	LYTSwitch-4_101813: Flyback Transformer Design Spreadsheet
ENTER APPLICATION VARIABLES					
Dimming required	YES		YES		Select 'YES' option if dimming is required. Otherwise select 'NO'.
VACMIN			90	V	Minimum AC Input Voltage
VACMAX			132	V	Maximum AC input voltage
fL	60		50	Hz	AC Mains Frequency
VO	48.00		48	V	Typical output voltage of LED string at full load
VO_MAX			52.80	V	Maximum expected LED string Voltage.
VO_MIN			43.20	V	Minimum expected LED string Voltage.
V_OVP			58.08	V	Over-voltage protection setpoint
IO	0.12		0.12	A	Typical full load LED current
PO			5.8	W	Output Power
n	0.82		0.82		Estimated efficiency of operation
VB	23		23	V	Bias Voltage
ENTER LYTSwitch-4 VARIABLES					
LYTSwitch-4	Auto		LYT4311		Selected LYTSwitch-4
Current Limit Mode	RED		RED		Select "RED" for reduced Current Limit mode or "FULL" for Full current limit mode
ILIMITMIN			0.75	A	Minimum current limit
ILIMITMAX			0.85	A	Maximum current limit
fS			132000	Hz	Switching Frequency
fSmin			124000	Hz	Minimum Switching Frequency
fSmax			140000	Hz	Maximum Switching Frequency
IV			96.7	uA	V pin current
RV	1.65		1.65	M-ohms	Upper V pin resistor
RV2			100000000000	M-ohms	Lower V pin resistor
IFB	100.00		100.0	uA	FB pin current (85 uA < IFB < 210 uA)
RFB1			200.0	k-ohms	FB pin resistor
VDS			10	V	LYTSwitch on-state Drain to Source Voltage
VD			0.50	V	Output Winding Diode Forward Voltage Drop (0.5 V for Schottky and 0.8 V for PN diode)
VDB			0.70	V	Bias Winding Diode Forward Voltage Drop
Key Design Parameters					
KP	1.00		1.00		Ripple to Peak Current Ratio (For PF0.9, 0.4 < KP < 0.9)/>
LP			468	uH	Primary Inductance
VOR	48.50		48.5	V	Reflected Output Voltage.
Expected IO (average)			0.12	A	Expected Average Output Current
KP_VACMAX			1.09		Expected ripple current ratio at VACMAX
TON_MIN			1.08	us	Minimum on time at maximum AC input voltage
PCLAMP			0.05	W	Estimated dissipation in primary clamp
ENTER TRANSFORMER CORE/CONSTRUCTION VARIABLES					
Core Type	EE13		EE13		Core Size



Custom Core					Enter custom core part number
AE			0.171	cm ²	Core Effective Cross Sectional Area
LE			3.02	cm	Core Effective Path Length
AL			1130	nH/T ²	Ungapped Core Effective Inductance
BW			7.4	mm	Bobbin Physical Winding Width
M			0	mm	Safety Margin Width (Half the Primary to Secondary Creepage Distance)
L			3		Number of Primary Layers
NS	93		93		Number of Secondary Turns
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			0.29		Minimum duty cycle at peak of VACMIN
IAVG			0.08	A	Average Primary Current
IP			0.63	A	Peak Primary Current (calculated at minimum input voltage VACMIN)
IRMS			0.16	A	Primary RMS Current (calculated at minimum input voltage VACMIN)
TRANSFORMER PRIMARY DESIGN PARAMETERS					
LP			468	uH	Primary Inductance
LP_TOL			10		Tolerance of primary inductance
NP			93		Primary Winding Number of Turns
NB			45		Bias Winding Number of Turns
ALG			54	nH/T ²	Gapped Core Effective Inductance
BM			1844	Gauss	Maximum Flux Density at PO, VMIN (BM<3100)
BP			2504	Gauss	Peak Flux Density (BP<3700)
BAC			922	Gauss	AC Flux Density for Core Loss Curves (0.5 X Peak to Peak)
ur			1588		Relative Permeability of Ungapped Core
LG			0.38	mm	Gap Length (Lg0.1 mm)/>
BWE			22.2	mm	Effective Bobbin Width
OD			0.24	mm	Maximum Primary Wire Diameter including insulation
INS			0.05	mm	Estimated Total Insulation Thickness (= 2 * film thickness)
DIA			0.19	mm	Bare conductor diameter
AWG			33	AWG	Primary Wire Gauge (Rounded to next smaller standard AWG value)
CM			51	Cmils	Bare conductor effective area in circular mils
CMA			317	Cmils/Amp	Primary Winding Current Capacity (200 < CMA < 600)
TRANSFORMER SECONDARY DESIGN PARAMETERS (SINGLE OUTPUT EQUIVALENT)					
Lumped parameters					
ISP			0.63	A	Peak Secondary Current
ISRMS			0.23	A	Secondary RMS Current
IRIPPLE			0.20	A	Output Capacitor RMS Ripple Current
CMS			47	Cmils	Secondary Bare Conductor minimum circular mils
AWGS			33	AWG	Secondary Wire Gauge (Rounded up to next larger standard AWG)



					value)
DIAS			0.18	mm	Secondary Minimum Bare Conductor Diameter
ODS			0.08	mm	Secondary Maximum Outside Diameter for Triple Insulated Wire
VOLTAGE STRESS PARAMETERS					
VDRAIN			297	V	Estimated Maximum Drain Voltage assuming maximum LED string voltage (Includes Effect of Leakage Inductance)
PIVS			245	V	Output Rectifier Maximum Peak Inverse Voltage (calculated at VOVP, excludes leakage inductance spike)
PIVB			119	V	Bias Rectifier Maximum Peak Inverse Voltage (calculated at VOVP, excludes leakage inductance spike)
FINE TUNING (Enter measured values from prototype)					
V pin Resistor Fine Tuning					
RV1			1.65	M-ohms	Upper V Pin Resistor Value
RV2			1000000000000	M-ohms	Lower V Pin Resistor Value
VAC1			115.0	V	Test Input Voltage Condition1
VAC2			230.0	V	Test Input Voltage Condition2
IO_VAC1			0.12	A	Measured Output Current at VAC1
IO_VAC2			0.12	A	Measured Output Current at VAC2
RV1 (new)			1.65	M-ohms	New RV1
RV2 (new)			8626.05	M-ohms	New RV2
V_OV			133.4	V	Typical AC input voltage at which OV shutdown will be triggered
V_UV			28.9	V	Typical AC input voltage beyond which power supply can startup
FB pin resistor Fine Tuning					
RFB1			200	k-ohms	Upper FB Pin Resistor Value
RFB2			1000000000000	k-ohms	Lower FB Pin Resistor Value
VB1			20.7	V	Test Bias Voltage Condition1
VB2			25.3	V	Test Bias Voltage Condition2
IO1			0.12	A	Measured Output Current at Vb1
IO2			0.12	A	Measured Output Current at Vb2
RFB1 (new)			200.0	k-ohms	New RFB1
RFB2(new)			1000000000000.0000	k-ohms	New RFB2
Input Current Harmonic Analysis					
Harmonic		Max Current	Limit		
1st Harmonic		65.10	N/A	mA	
3rd Harmonic		16.30	N/A	mA	N/A
5th Harmonic		8.47	N/A	mA	N/A
7th Harmonic		5.09	N/A	mA	N/A
9th Harmonic		3.54	N/A	mA	N/A
11th Harmonic		2.63	N/A	mA	N/A
13th Harmonic		1.97	N/A	mA	N/A
15th Harmonic		1.58	N/A	mA	N/A
THD		29.2	%		Estimated total Harmonic Distortion (THD)



9 インダクタの仕様

9.1 回路図

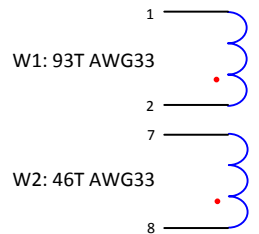


Figure 6 – Inductor Electrical Diagram.

9.2 電気仕様

Primary Inductance	Pins 1-2, all other windings open, measured at 100 kHz, 0.4 RMS. $AL = 54.432 \text{ nH/n}^2$	470 $\mu\text{H} \pm 5\%$
Resonant Frequency	Pins 1-2, all other windings open.	1 MHz (Min.)

9.3 材料

Item	Description
[1]	Core: TDK PC40EE10/11-Z.
[2]	Bobbin: B-EE10-V-8pins-(4/4)
[3]	Magnet Wire: #33 AWG.
[4]	Tape: 3M 1298 Polyester Film, 6.5 mm wide.
[5]	Dolph BC-359 or equivalent



9.4 インダクタの構造図

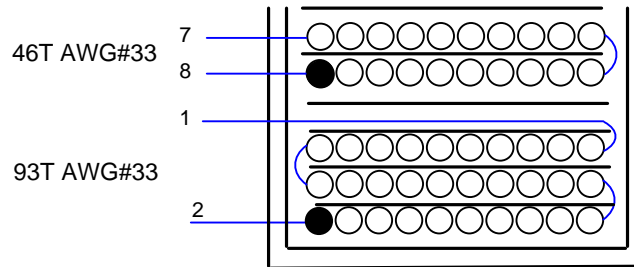


Figure 7 – Inductor Build Diagram.

9.5 インダクタ製造仕様

Bobbin Preparation	Place the bobbin item [2] on the mandrel with pin side on the left and winding direction is clockwise direction.
Winding 1	Use wire item [3], start at pin 2 wind 93 turns in ~ 3 layers and at the last turn terminate the wire at pin 1. Apply 1 layer of tape item [4] between layers
Winding 2	Use wire item [3], start at pin 8 wind 46 turns in ~ 2 layers, and at the last turn terminate the wire at pin 7. Apply 1 layer of tape item [4] between layers
Finish	Grind core to get 470 μ H inductance, secure the core with tape. Dip impregnate using varnish item[5]
Pins	Cut pins 3, 4, 5, 6.

10 性能データ

All measurements were performed at room temperature using an LED load. The following data was taken using a custom LED load of ~48 V output voltage. Refer to the table in Section 9.4 for the complete data set.

10.1 効率

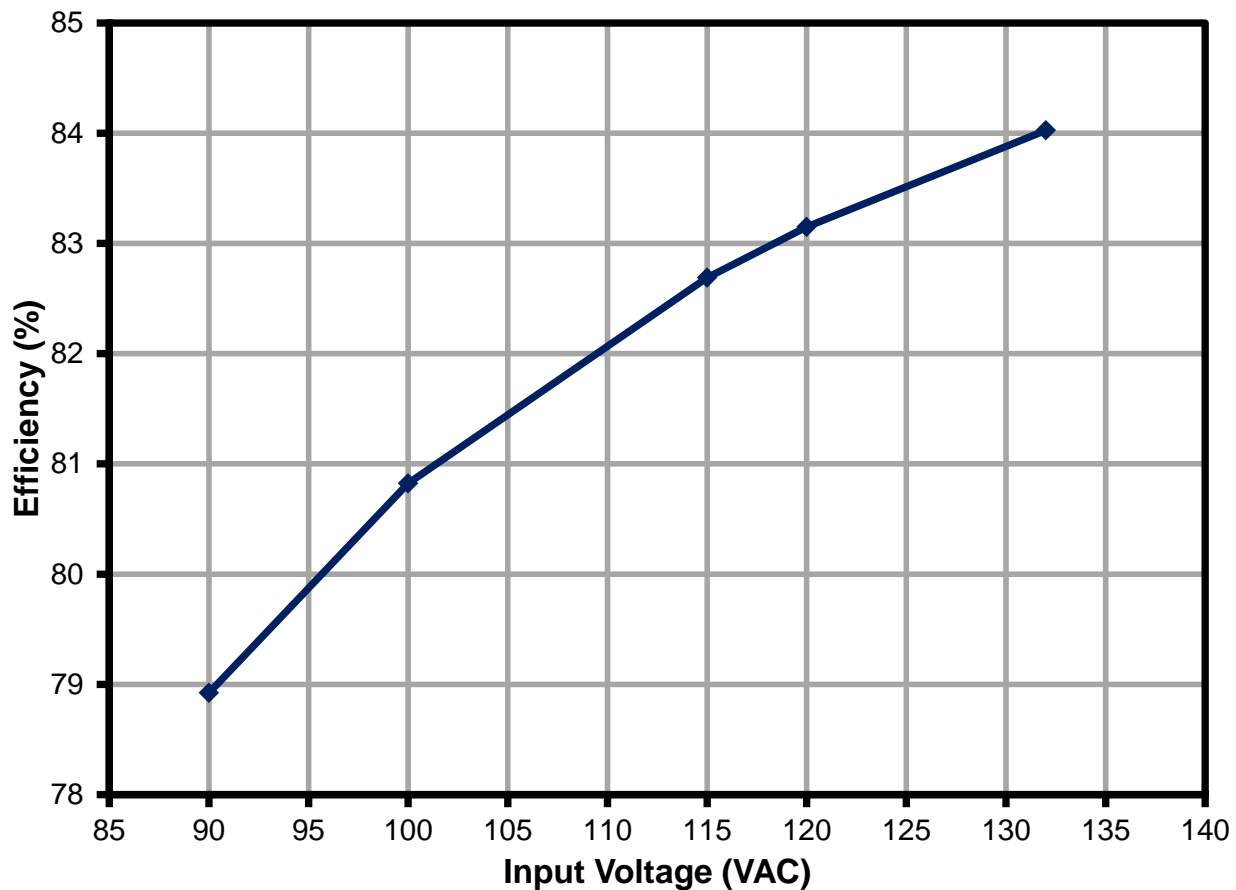


Figure 8 – Efficiency vs. Line.



10.2 入力レギュレーション

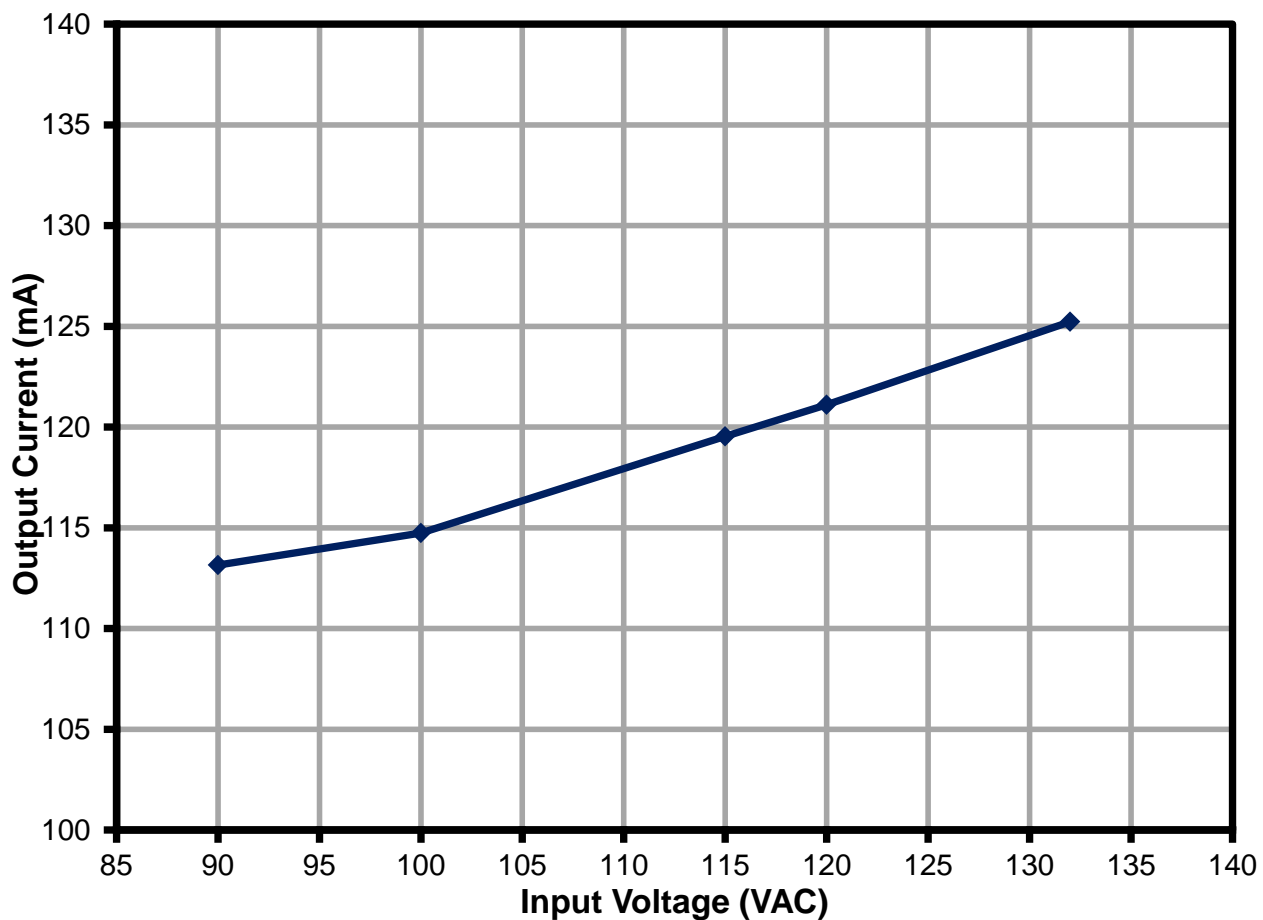


Figure 9 – Regulation vs. Line.



10.3 力率

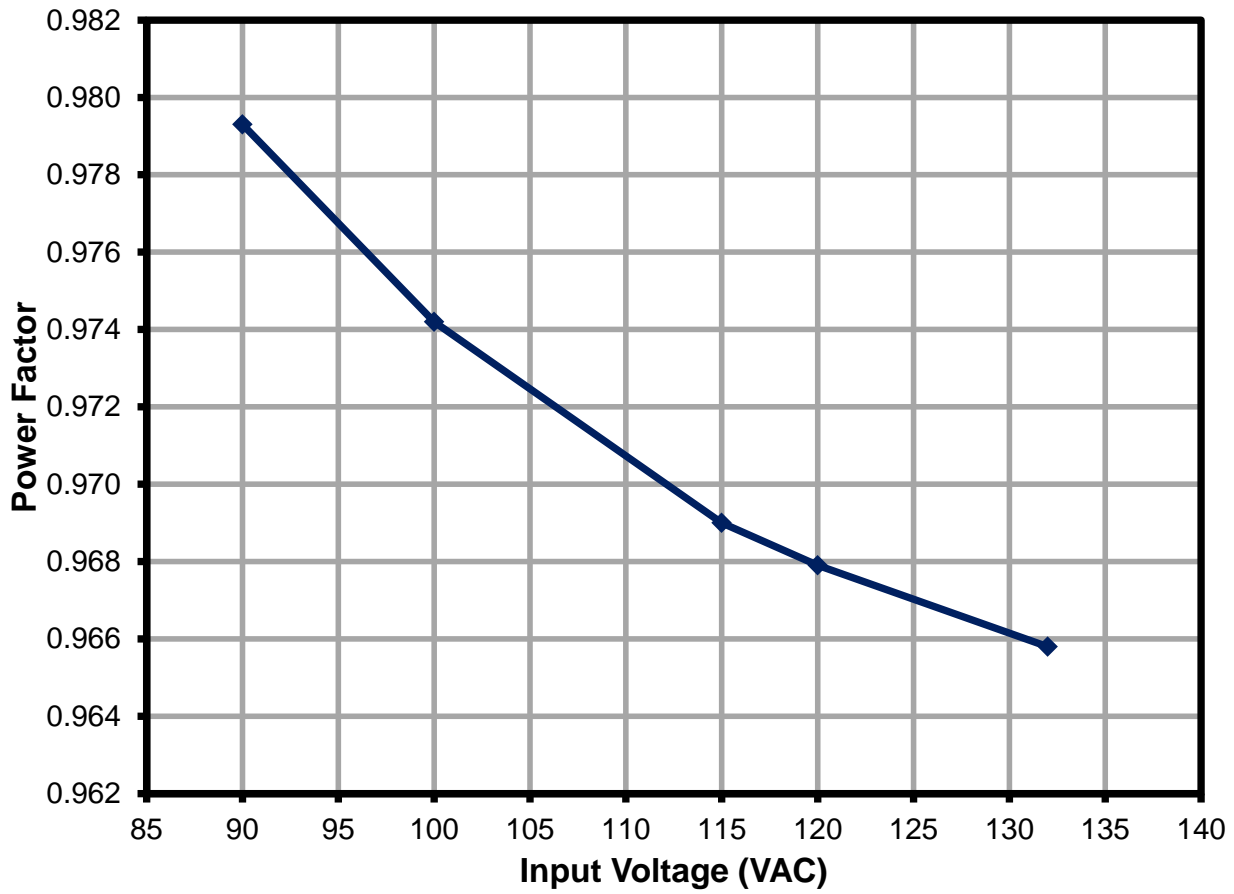


Figure 10 – Power Factor vs. Line.



10.4 試験データ

All measurements were taken with the board mounted open frame, 25 °C ambient, 60 Hz line frequency, and with an LED load.

Input Measurement					Load Measurement			Calculation		
V_{IN} (V_{RMS})	I_{IN} (mA_{RMS})	P_{IN} (W)	PF	%ATHD	V_{OUT} (V_{DC})	I_{OUT} (mA_{DC})	P_{OUT} (W)	P_{CAL} (W)	Efficiency (%)	Loss (W)
90.06	80.76	7.123	0.979	20.09	49.5970	113.150	5.622	5.61	78.92	1.50
100.03	72.39	7.055	0.974	22.24	49.6110	114.740	5.702	5.69	80.82	1.35
115.07	64.51	7.193	0.969	24	49.6730	119.540	5.948	5.94	82.69	1.25
120.06	62.38	7.249	0.968	24.18	49.6840	121.110	6.028	6.02	83.15	1.22
132.09	58.20	7.425	0.966	24.29	49.7320	125.230	6.239	6.23	84.03	1.19



11 調光性能データ

TRIAC dimming results were taken with input voltage of 120 VAC, 60 Hz line frequency, room temperature, and nominal ~48 V LED load.

11.1 調光曲線

Taken using a programmable AC source providing the leading edge chopped AC input.

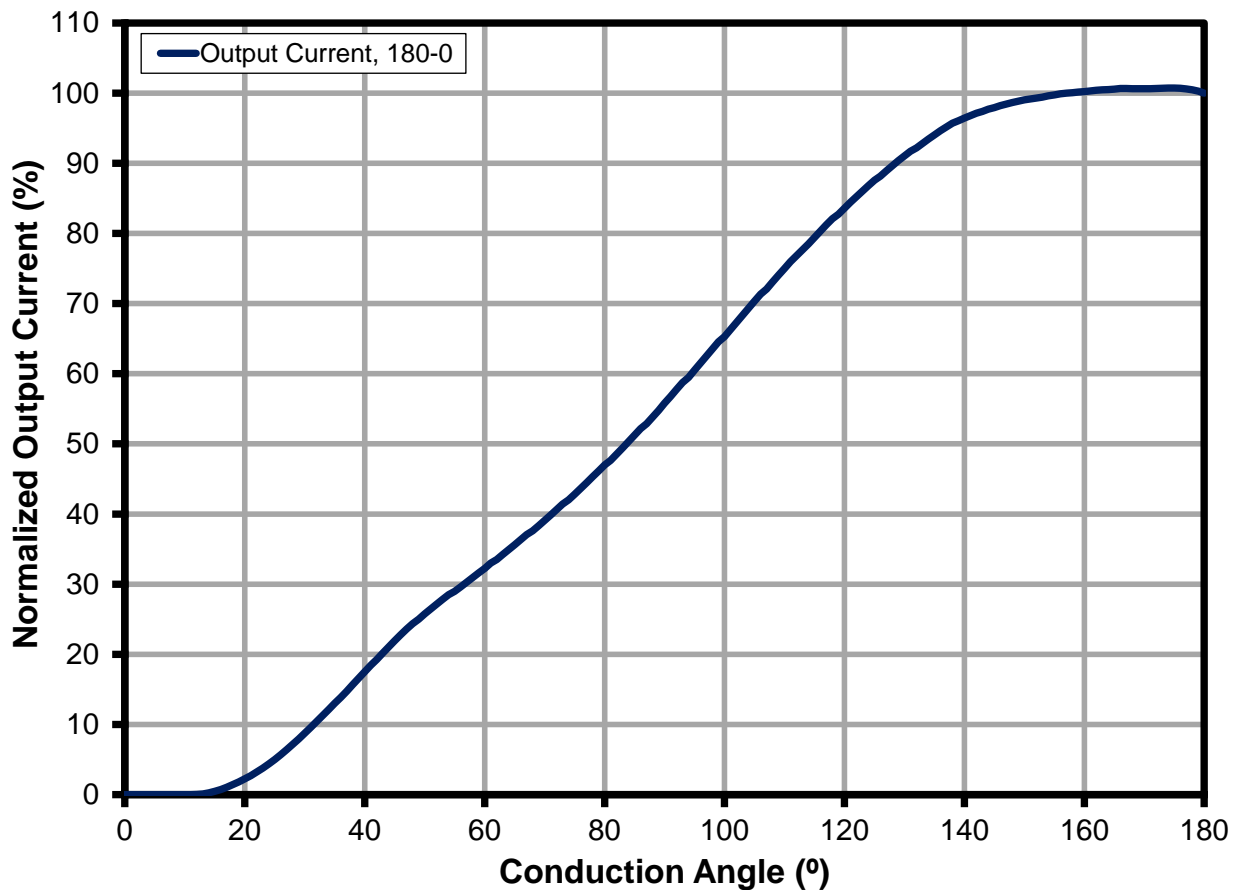


Figure 11 – Leading Edge Dimming Characteristics.



11.2 調光時の効率

Measured using a programmable AC source providing the leading edge chopped AC input.

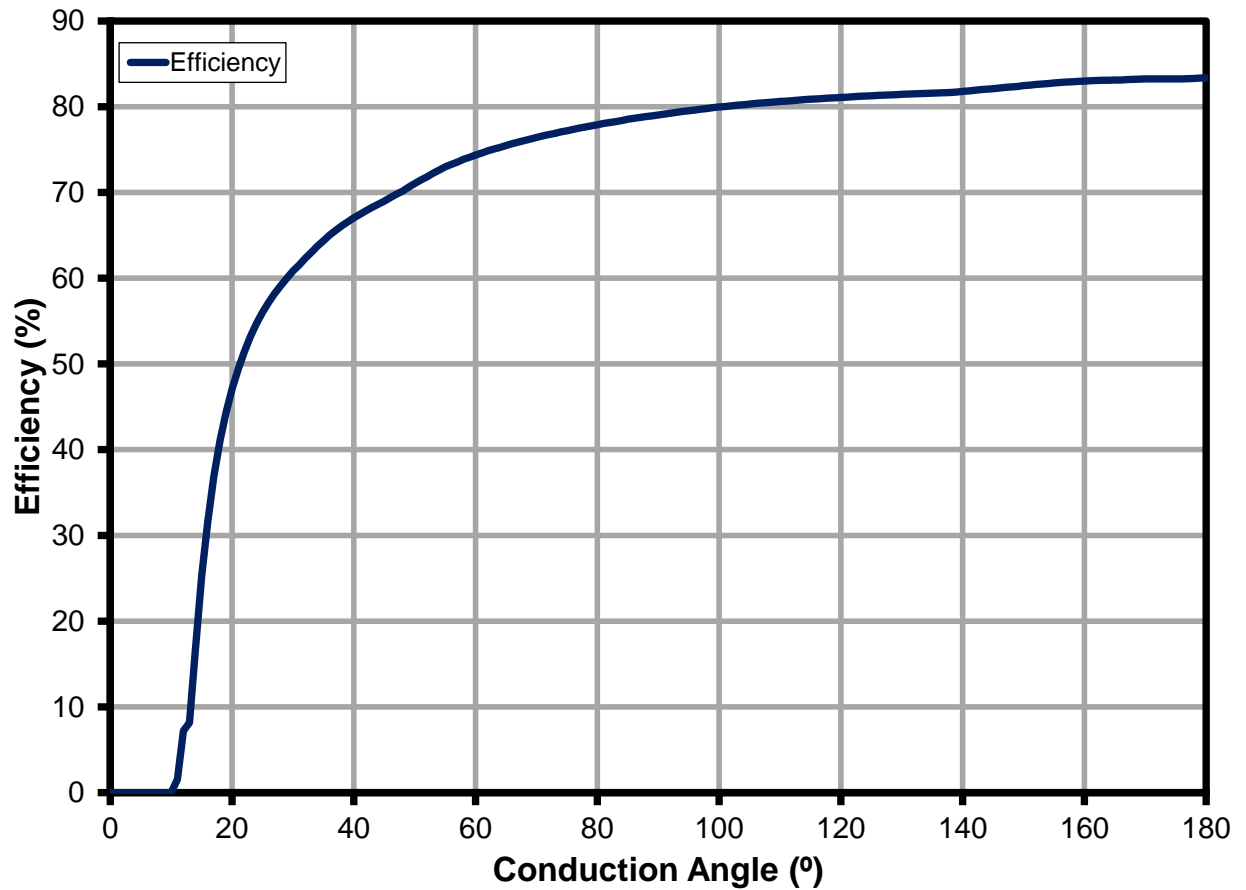


Figure 12 – Driver Efficiency as a Function of Conduction Angle.



11.3 調光中のドライバ電力損失

Measured using a programmable AC source providing the trailing edge chopped AC input.

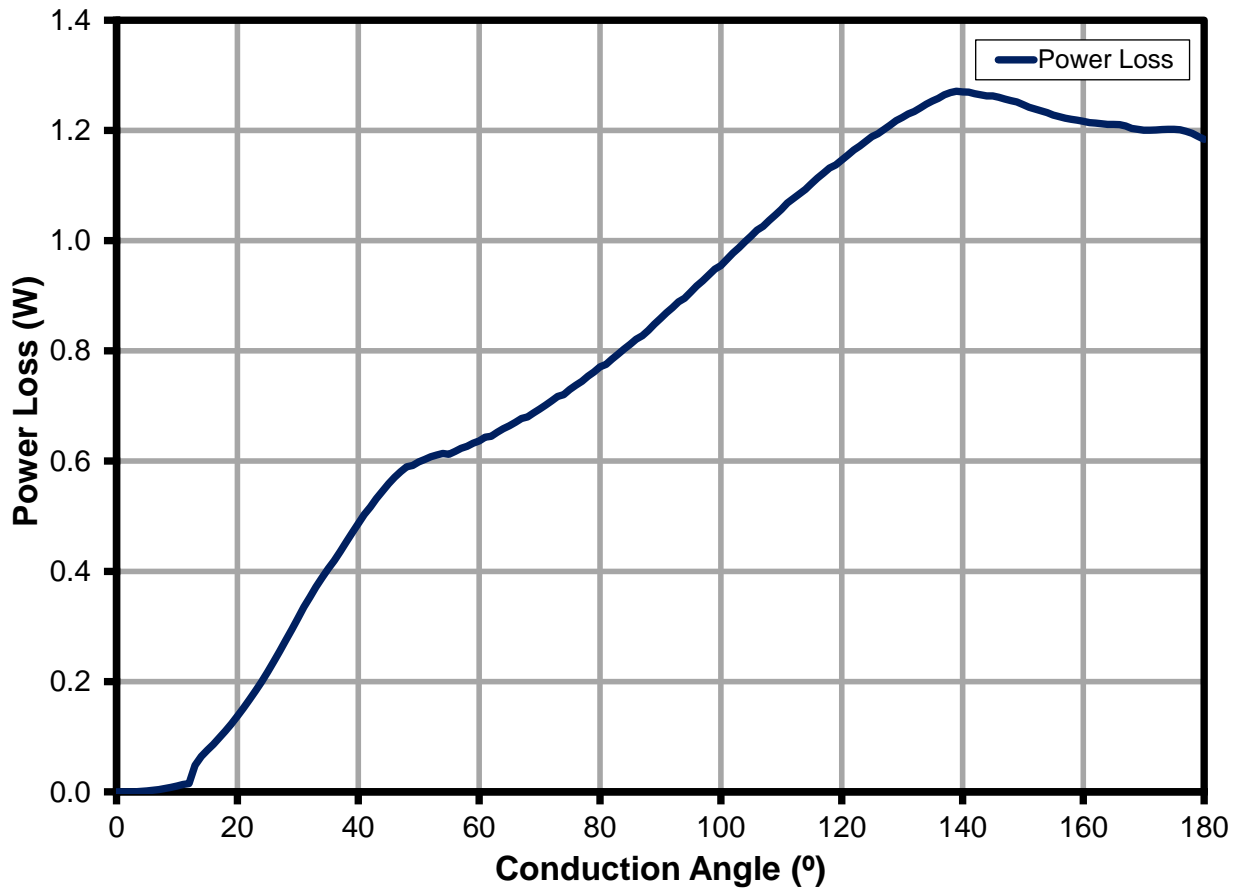


Figure 13 – Driver Power Loss as a Function of Conduction Angle.



11.4 調光器の互換性リスト

The unit was tested with the following high-line dimmers at 120 VAC, 60 Hz input and ~48 V LED load.

List of Dimmers	Type	Part Number	Min, mA	Max, mA	DR
LUTRON LG600PH-LA	L	LG-600PH-WH	14	115	8.21
LUTRON S603P	L	S-603P-WH	12	116	9.67
LUTRON SLV600P	T	SLV600P-WH	20	116	5.80
LUTRON S600	L	S-600-WH	18	118	6.56
LUTRON S-600PH-WH	L	S-600PH-WH	11	115	10.45
LUTRON DVCL153P	L	DVWCL-153-PLH-WH	13	114	8.77
LUTRON DV603P	L	DV-603P-WH	14	115	8.21
LUTRON DV600P	L	DV-600P-WH	13	115	8.85
LUTRON TG600PH-IV	L	TG-600PH-WH	29	117	4.03
LUTRON AY600P	T	AY-600P-WH	31	95	3.06
LUTRON GL600P-WH	L	GL-600P-WH	17	116	6.82
LEVITON 6633PLI	L	R62-06633-1LW	13	119	9.15
LEVITON 6631-LI	L	R62-06631-1LW	5	117	23.40
LEVITON IPI06	L	R60-IPI06-1LM	31	118	3.81
LEVITON 6161-I	E	R52-06161-00W	24	116	4.83
LEVITON RP106	L	R52-RPI06-1LW	17	119	7.00
LEVITON 6681	L	R60-06681-0IW	10	119	11.90
LEVITON 6684	L	R60-06684-1IW	3	118	39.33
LEVITON 6683	L	6683	5	119	23.80
LEVITON 6613	L	R02-06613-PLW	10	119	11.90
COOPER SLC03	L	SLC03P-W-K-L	7	117	16.71
LUTRON GL600-WH	L	GL-600-WH	19	119	6.26
LUTRON DVPDC-203P-WH	L	DVPDC-203P-WH	50	118	2.36
LUTRON LX600PL	L	LX-600PL-wh	21	118	5.62
LUTRON D600P	L	D-600P-WH	10	113	11.30
LUTRON CTCL-153PDH	L		10	115	11.50
LUTRON S-600P	L	S-600P	10	115	11.50
LUTRON TGLV-600P	L	TGLV-600P	25	117	4.68
LUTRON TGLV-600PR	L	TGLV-600PR	23	116	5.04
LUTRON TT-300NLH-WH	L	TT-300NLH-WH	18	118	6.56
LUTRON TT-300H-WH	L	TT-300H-WH	12	118	9.83
LUTRON NLV-1000-WH	L	NLV-1000-WH	14	117	8.36
Lutron	E	MAELV-600	20	106	5.30
Lutron	L	S-600P-WH	14	115	8.21
Lutron	E	MIR-600	12	110	9.17
Lutron	L	S-600-WH	11	119	10.82
Cooper	L	S106P	22	119	5.41
Lutron	L	S-103P-WH	23	116	5.04
Lutron	L	S-10P-WH	18	115	6.39
Lutron	L	S-600PNLH-WH	18.5	117	6.32
Lutron	L	S-603PNL-WH	21	116	5.52
Lutron	L	SLV-603P-WH	25	116	4.64
Lutron	L	S-603PGH-WH	12	100	8.33
Lutron	L	AYLV-600P-WH	25	116	4.64
Lutron	L	AYLV-603P-WH	26	116	4.46



Lutron	L	AY-103PNL-WH	20	117	5.85
Lutron	L	AY-10PNL-WH	17	119	7.00
Lutron	L	AY-10P-WH	14	116	8.29
Lutron	L	AY-603PNL-WH	25	115	4.60
Lutron	L	AY-603PG-WH	25	97	3.88
Lutron	L	AY-603P-WH	31	115	3.71
Lutron	L	AY-600PNL-WH	26	117	4.50
Lutron	T	DVELV-300P-WH	16	102	6.38
Lutron	L	DVLV-10P-WH	27	115	4.26
Lutron	L	DVLV-103P-WH	25	115	4.60
Lutron	L	DVLV-603P-WH	24	115	4.79
Lutron	L	S-1000-WH	19	118	6.21
Lutron	T	SELV-300P-WH	15	100	6.67
Lutron	L	S-600P-WH	11	115	10.45
Lutron	L	S-103PNL-WH	24	115	4.79
Lutron	E	SPSLV-1000-WH	23	119	5.17
Lutron	E	SPSLV-600-WH	23	119	5.17
Lutron	E	SPSELV-600-WH	20	106	5.30
Lutron	L	GLV-600-WH	13	119	9.15
Lutron	L	LG-603PGH-WH	16	96.5	6.03
Lutron	L	DVW-603PGH-WH	17	96	5.65
Lutron	L	TG-10PR-WH	25	116	4.64
Lutron	L	NT-600	13	117	9.00
Lutron	L	NT-1000	13	117	9.00
Lutron	L	LGCL-153PLH-WH	18	111	6.17
Lutron	L	CTCL-153PDH-WH	24	111	4.63
Lutron	L	TGCL-153PH-WH	18	113	6.28
Lutron	L	DVWCL-153PH-LA	26	112	4.31
Leviton	L	81000-W	27	117	4.33
Lutron	L	TTCL-100LH-WH	26	111	4.27



12 熱特性

The following readings were taken with the power supply configured for open frame and room temperature ambient conditions.

12.1 120 VAC、60 Hz 調光器接続なし

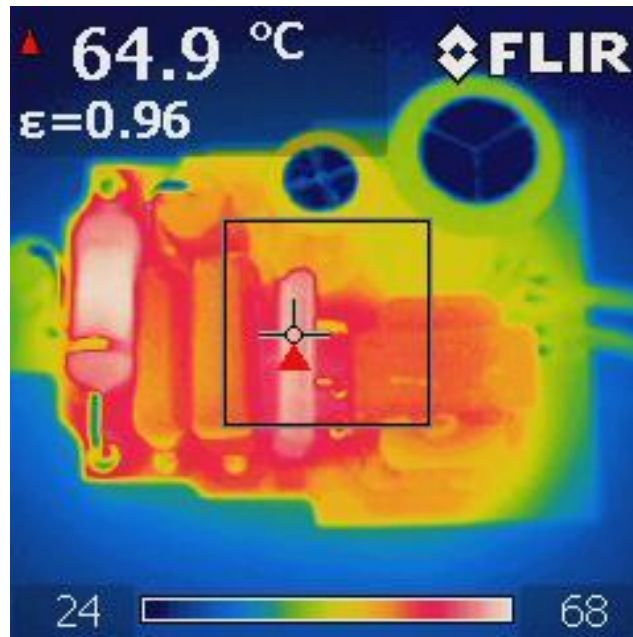


Figure 14 – U1: LYT4311E.

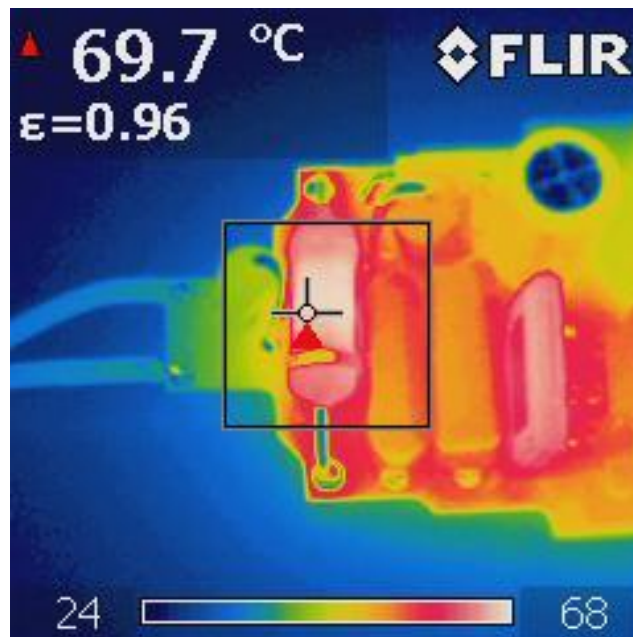


Figure 15 – R1: Damper Resistor.

12.2 120 VAC, 60 Hz 調光器接続、90° 導通角

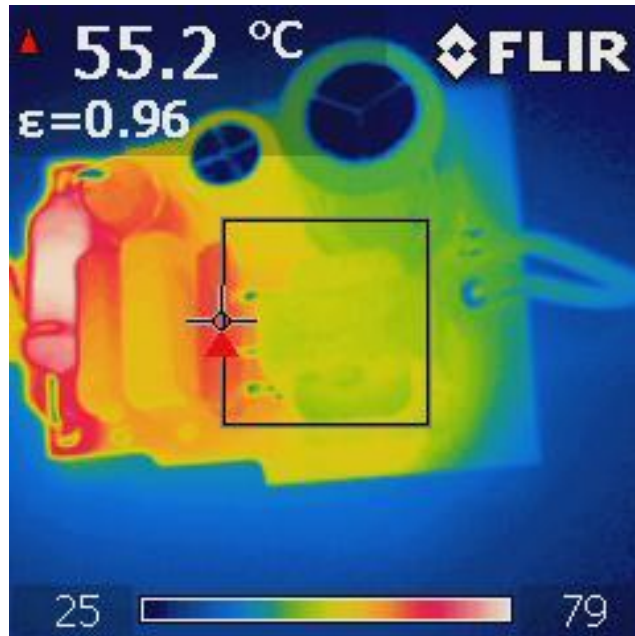


Figure 16 – U1: LYT4311E.

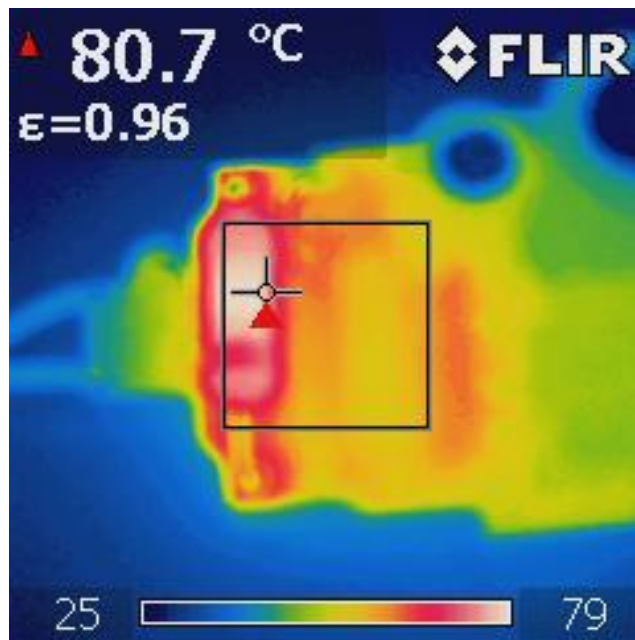


Figure 17 – R1: Damper Resistor.

13 非調光時 (調光器接続なし) 波形

13.1 入力電圧と入力電流の波形

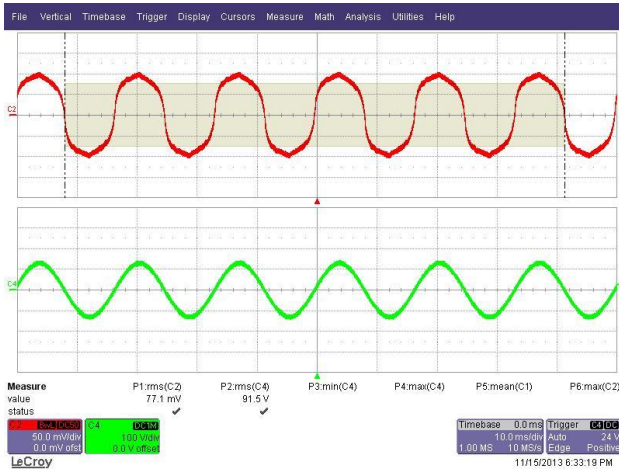


Figure 18 – 90 VAC, Full Load.
 Upper: I_{IN} , 50 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 100 V, 10 ms / div.

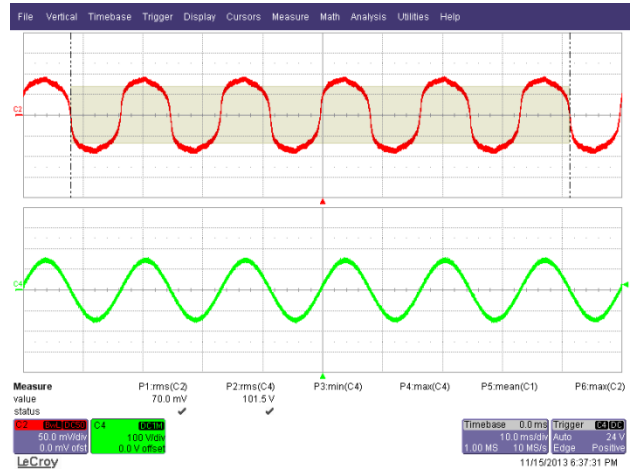


Figure 19 – 100 VAC, Full Load.
 Upper: I_{IN} , 50 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 100 V, 10 ms / div.

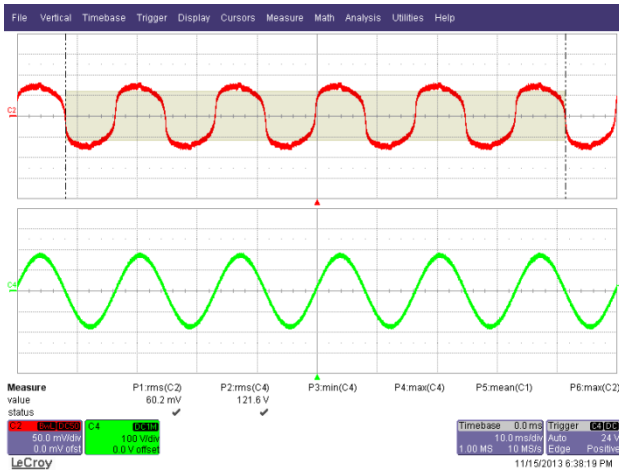


Figure 20 – 120 VAC, Full Load.
 Upper: I_{IN} , 50 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 100 V, 10 ms / div.

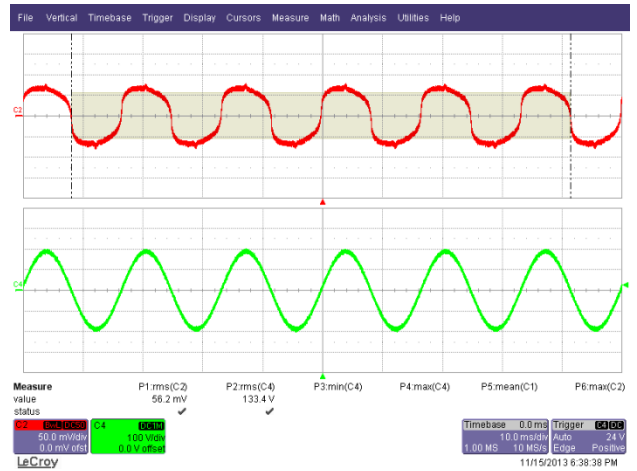


Figure 21 – 132 VAC, Full Load.
 Upper: I_{IN} , 50 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 100 V, 10 ms / div.



13.2 通常動作時の出力電圧と出力電流

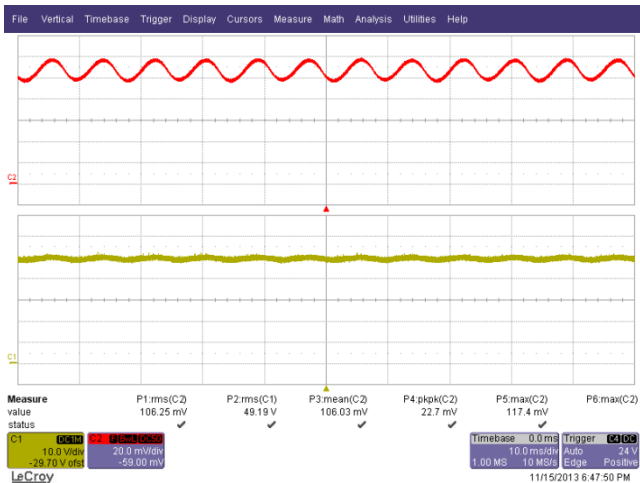


Figure 22 – 90 VAC, 60 Hz Full Load.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{OUT} , 10 V, 10 ms / div.

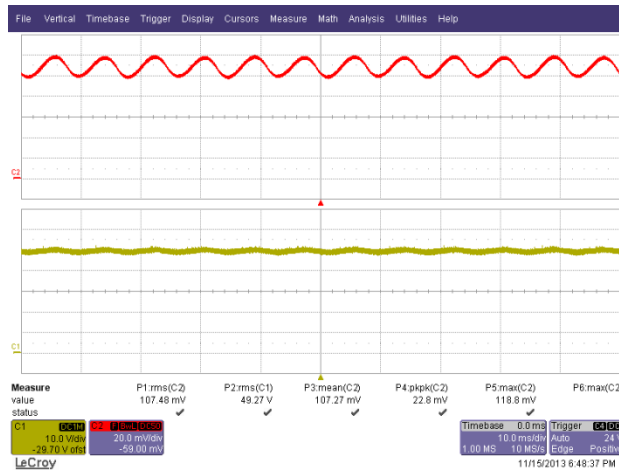


Figure 23 – 100 VAC, 60 Hz Full Load.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{OUT} , 10 V, 10 ms / div.

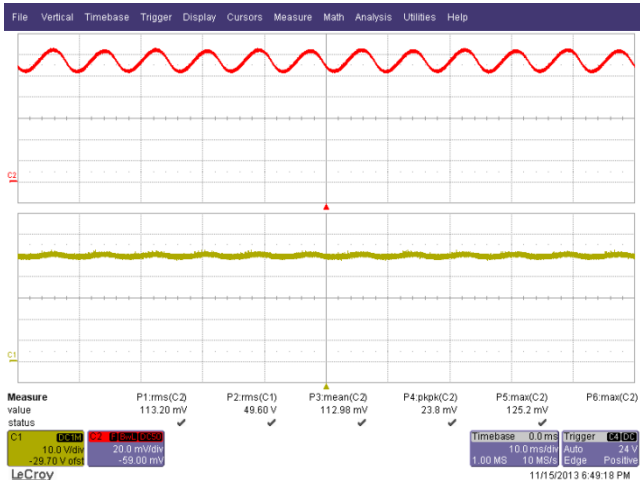


Figure 24 – 120 VAC, 60 Hz Full Load.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{OUT} , 10 V, 10 ms / div.

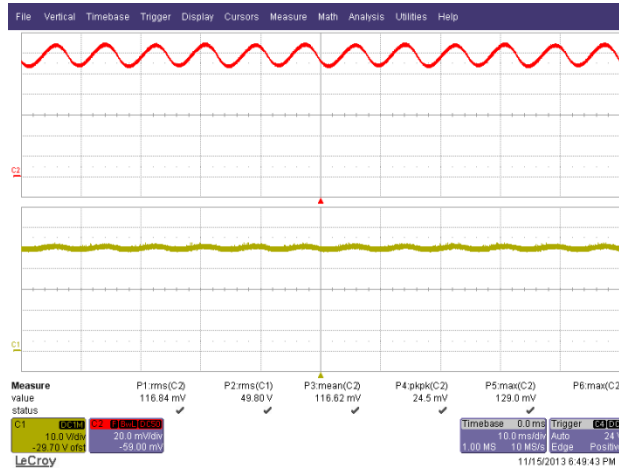


Figure 25 – 132 VAC, 60 Hz Full Load.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{OUT} , 10 V, 10 ms / div.



13.3 起動、停止時の出力電流

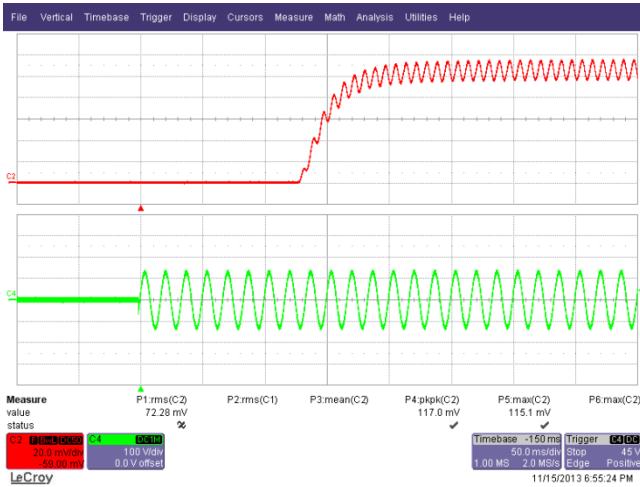


Figure 26 – 90 VAC Output Rise.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 200 V, 100 ms / div.

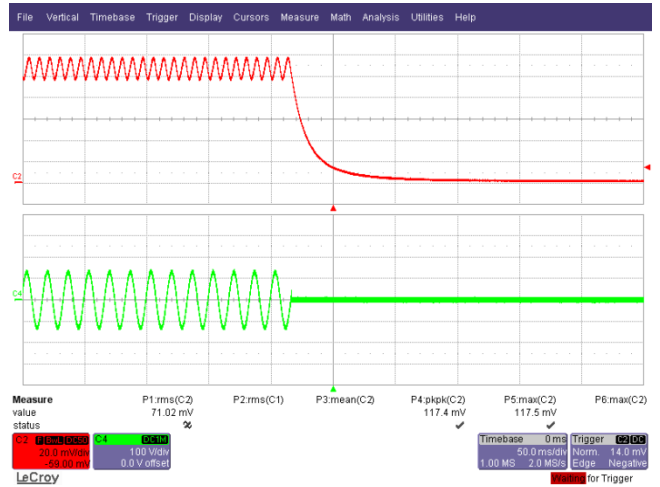


Figure 27 – 90 VAC Output Fall.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 200 V, 100 ms / div.

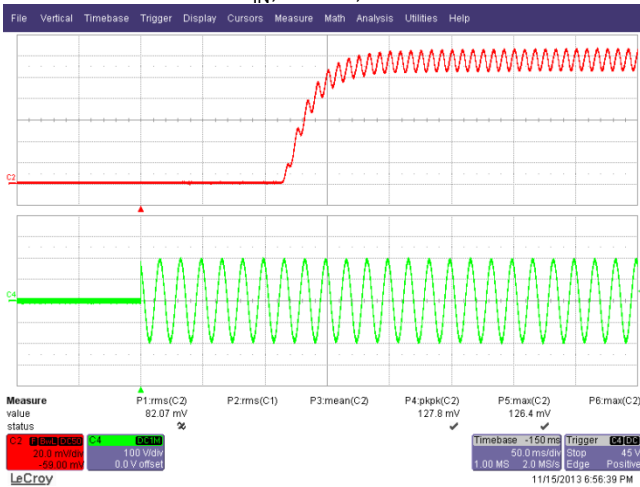


Figure 28 – 132 VAC Output Rise.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 200 V, 100 ms / div.

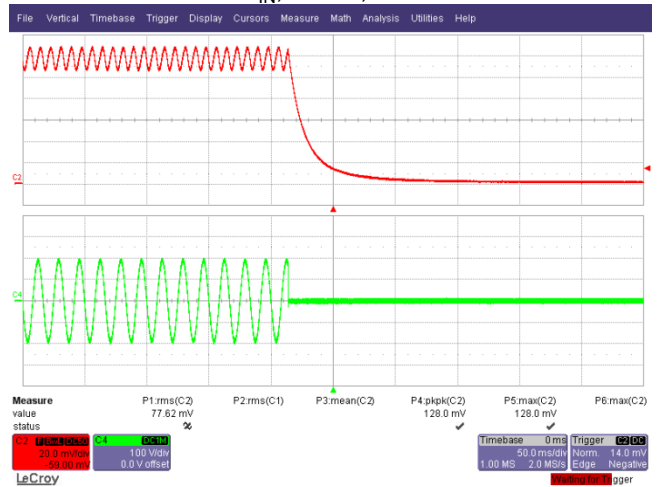


Figure 29 – 132 VAC Output Fall.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 200 V, 100 ms / div.



13.4 通常動作時のドレイン電圧とドレイン電流

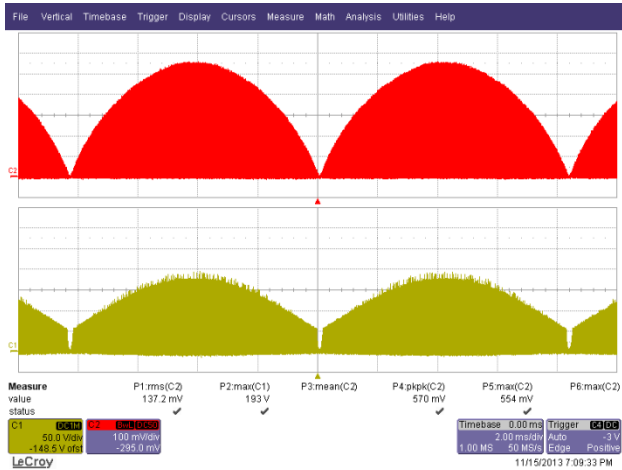


Figure 30 – 90 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 0.1 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 50 V, 2 ms / div.

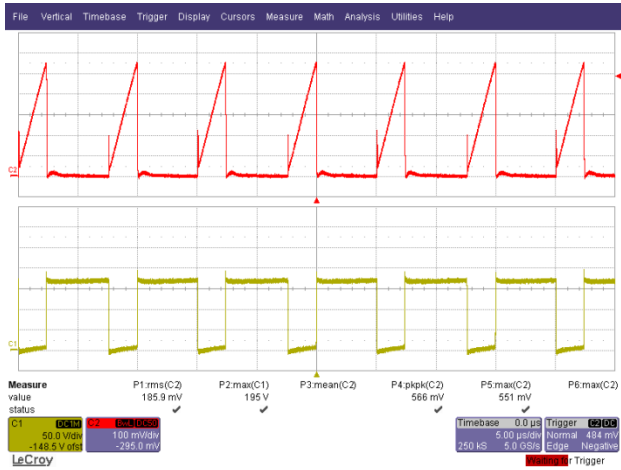


Figure 31 – 90 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 0.1 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 50 V / div., 5 μ s / div.

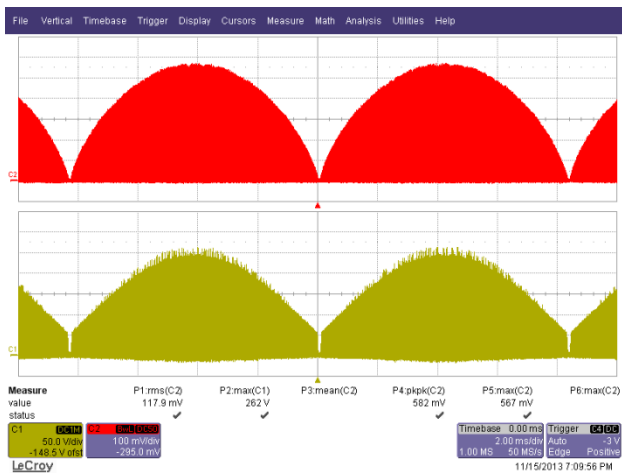


Figure 32 – 132 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 0.1 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 50 V, 2 ms / div.

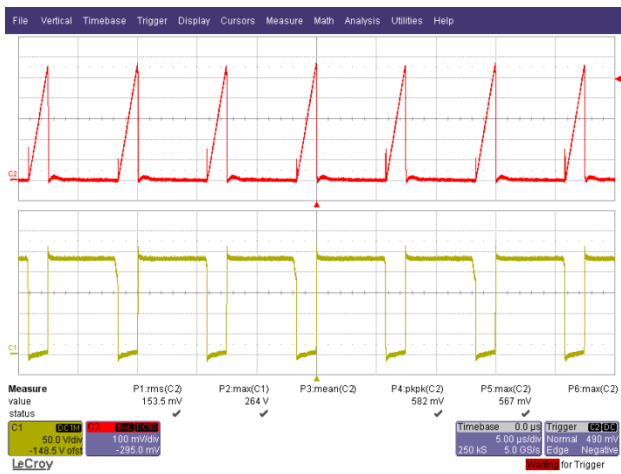


Figure 33 – 132 VAC, 600 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 0.1 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 50 V / div., 5 μ s / div.



13.5 起動時のドレイン電圧とドレイン電流

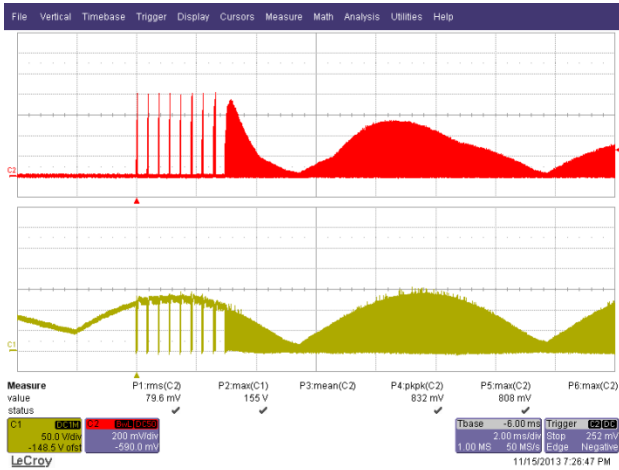


Figure 34 – 90 VAC, 60 Hz Start-up.
 Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 2 ms / div.

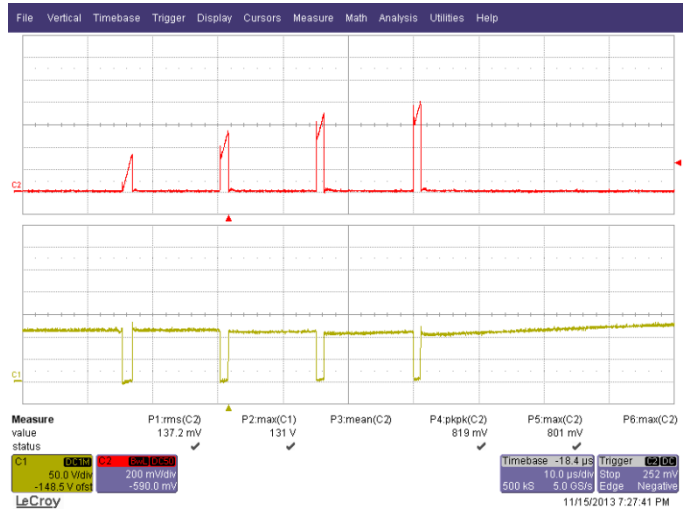


Figure 35 – 90 VAC, 60 Hz Start-up.
 Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 μs / div.

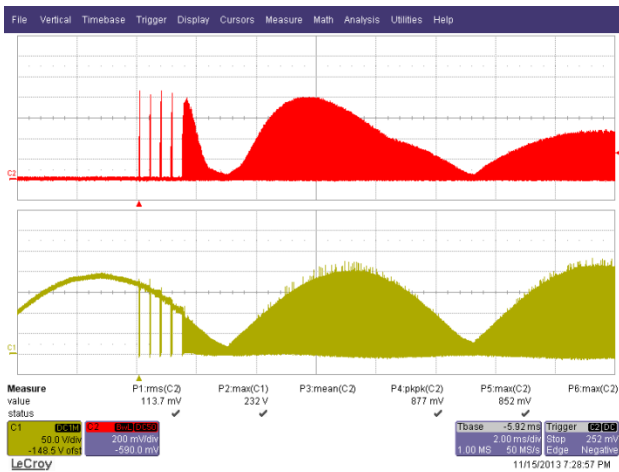


Figure 36 – 132 VAC, 60 Hz Start-up.
 Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 2 ms / div.

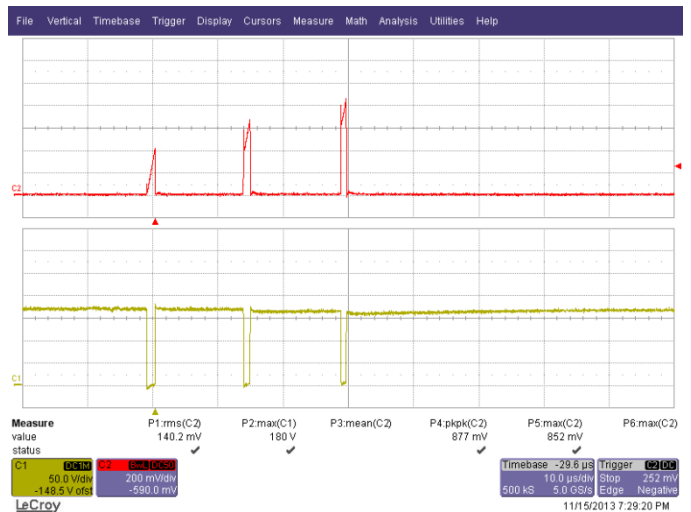


Figure 37 – 132 VAC, 60 Hz Start-up.
 Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 μs / div.



13.6 出力短絡時のドレイン電流、及びドレイン電圧

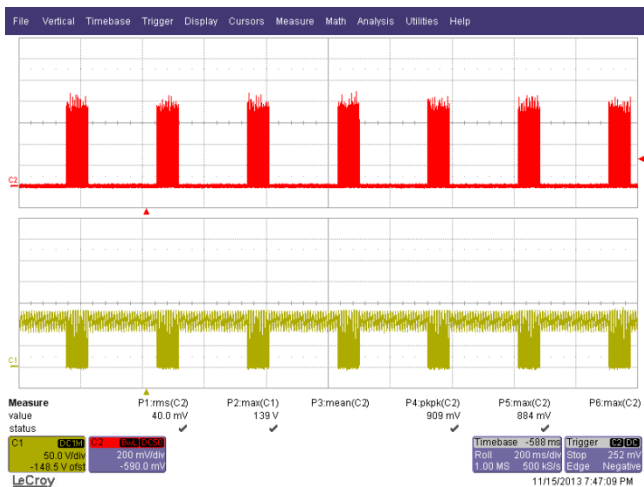


Figure 38 – 90 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 200 ms / div.

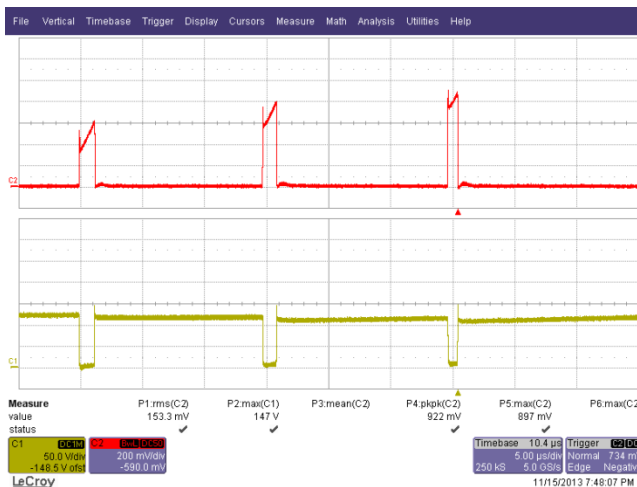


Figure 39 – 90 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 0.5 μs / div.

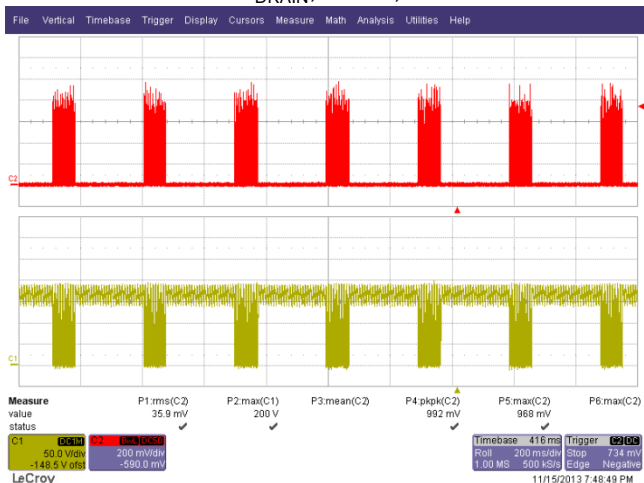


Figure 40 – 132 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 ms / div.

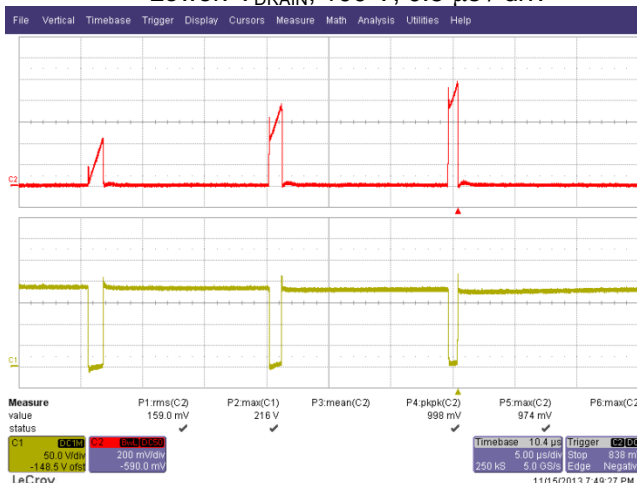


Figure 41 – 132 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 1 μs / div.



13.7 オープン負荷特性

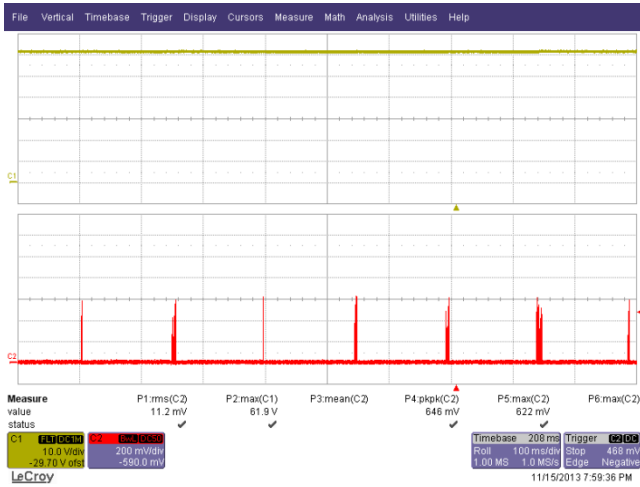


Figure 42 – 90 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
Upper: V_{OUT} , 10 V / div.
Lower: I_{DRAIN} , 200 mA, 200 ms / div.

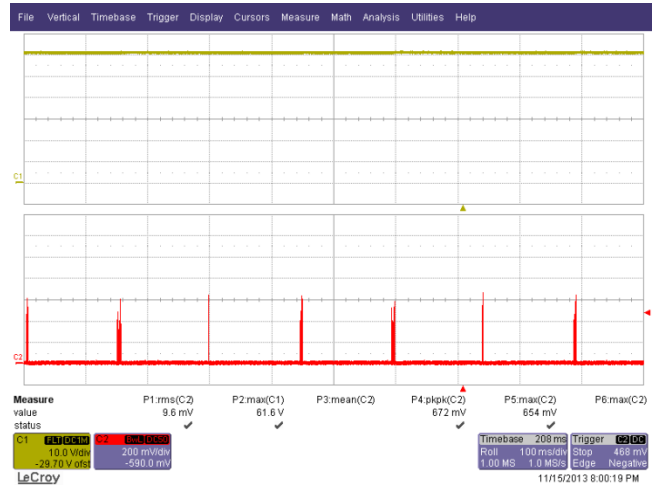


Figure 43 – 132 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
Upper: V_{OUT} , 10 V / div.
Lower: I_{DRAIN} , 200 mA, 200 ms / div.

13.8 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.

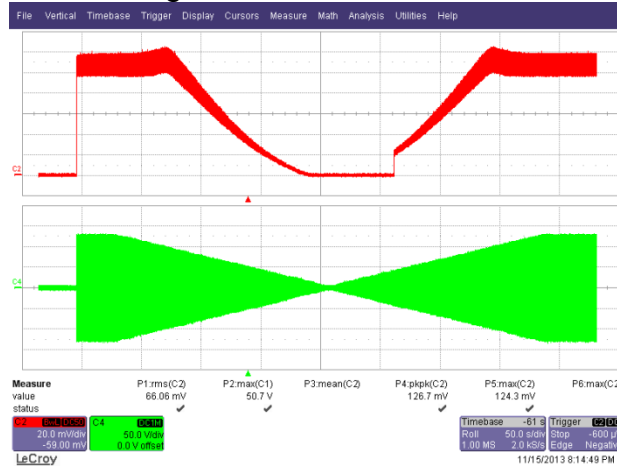


Figure 44 – Brown-out Test at 0.5 V / s. The Unit is Able to Operate Normally Without Any Failure and Without Flicker.
Ch4: V_{IN} ; 50 V / div.
Ch2: I_{OUT} ; 20 mA / div.
Time Scale: 50 s / div.



14 調光時の波形

14.1 入力電圧と入力電流の波形 – リーディング エッジ型調光器

Input: 120 VAC, 60 Hz
 Output: 48 V LED Load
 Dimmer: S-600-WH

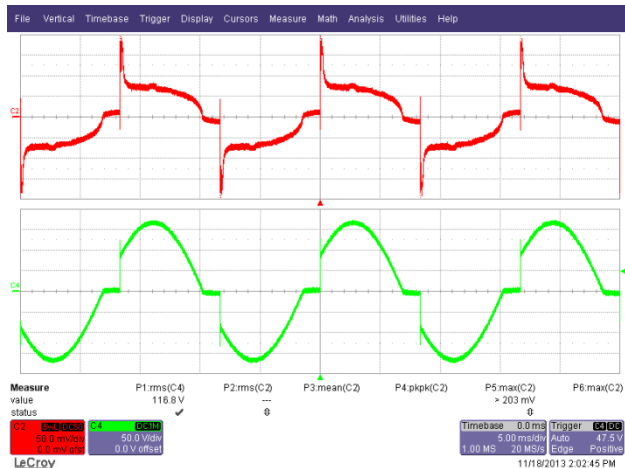


Figure 45 – 147° Conduction Angle.
 Upper: I_{IN} , 50 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

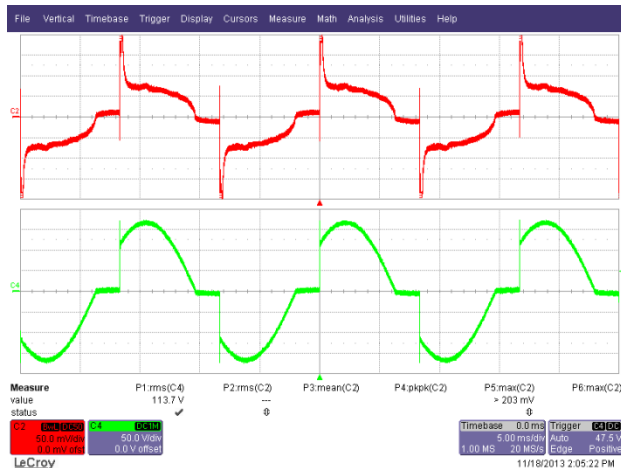


Figure 46 – 135° Conduction Angle.
 Upper: I_{IN} , 50 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

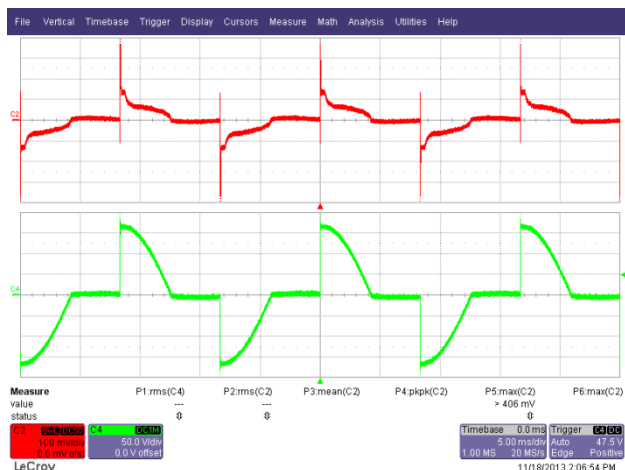


Figure 47 – 90° Conduction Angle.
 Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

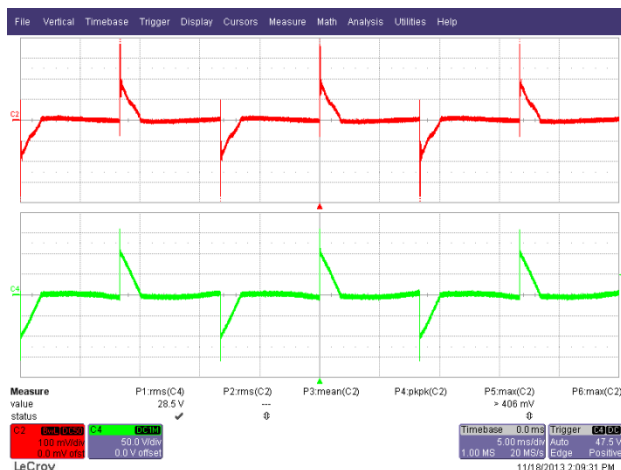


Figure 48 – 36° Conduction Angle.
 Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.



14.2 出力電流の波形 – リーディング エッジ型調光器

Input: 120 VAC, 60 Hz
 Output: 48 V LED Load
 Dimmer: S-600-WH

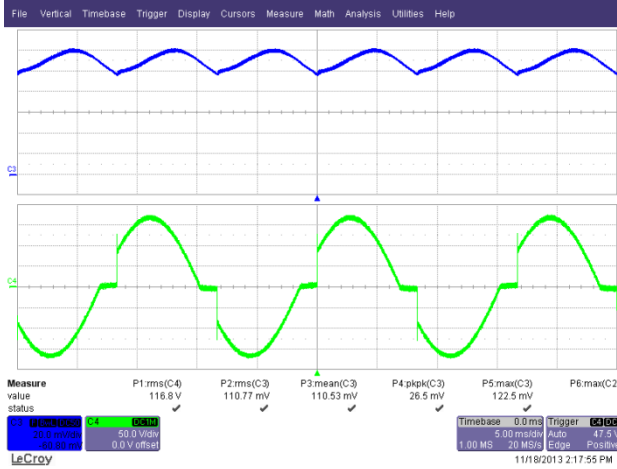


Figure 49 – 147° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

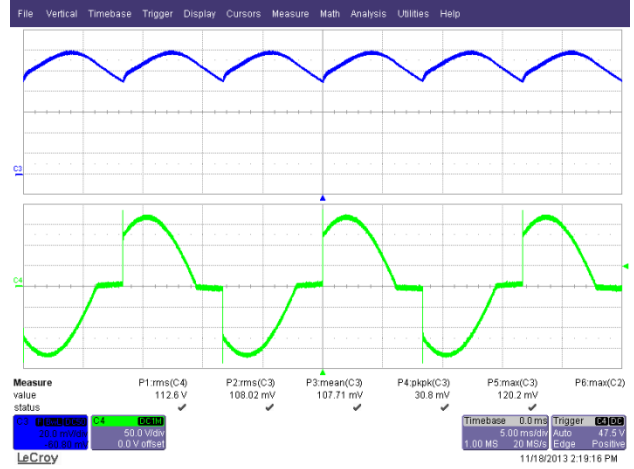


Figure 50 – 135° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

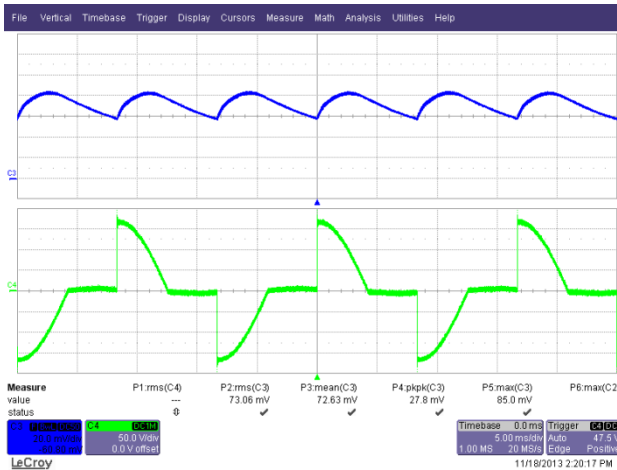


Figure 51 – 90° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

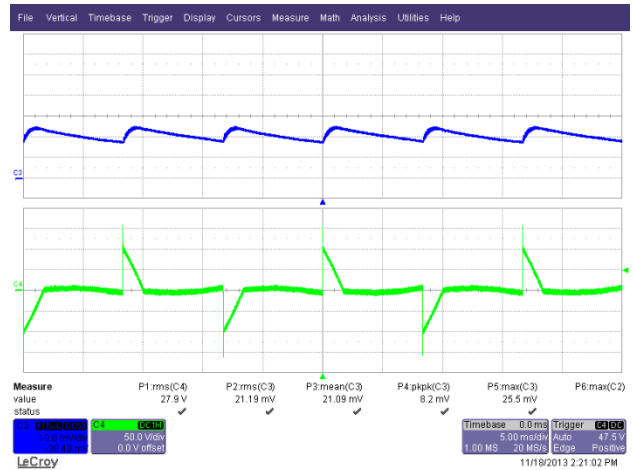


Figure 52 – 36° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 10 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.



14.3 入力電圧と入力電流の波形 - トレーリング エッジ型調光器

Input: 120 VAC, 60 Hz

Output: 48 V LED Load

Dimmer: DVELV-300P-WH

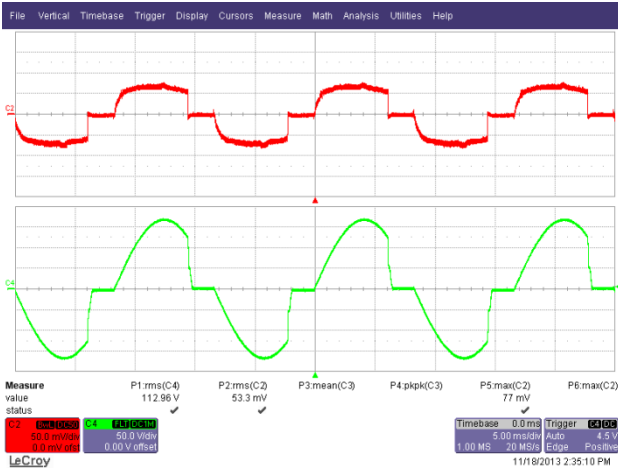


Figure 53 – 131° Conduction Angle.
 Upper: I_{IN} , 50 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

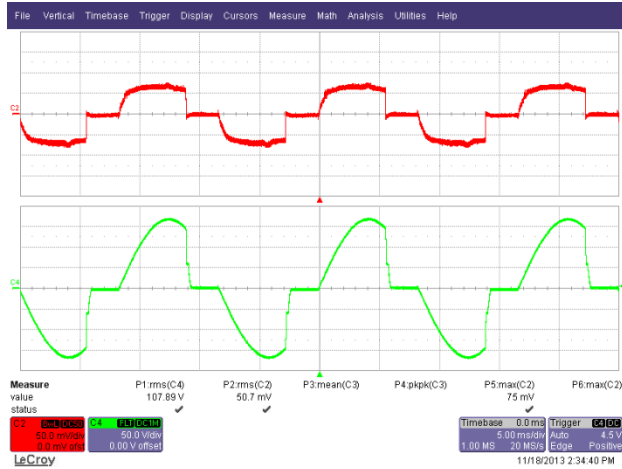


Figure 54 – 120° Conduction Angle.
 Upper: I_{IN} , 50 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

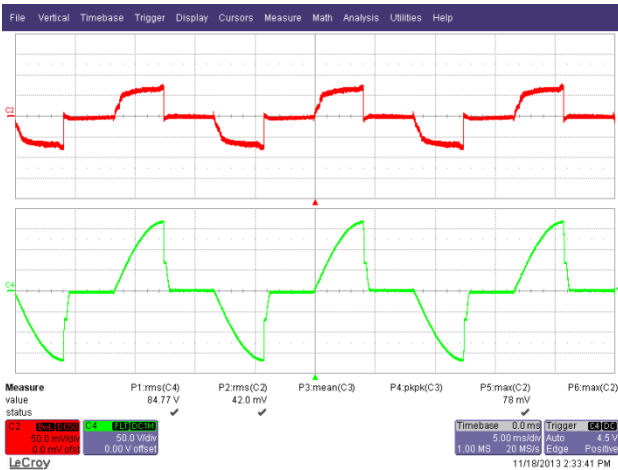


Figure 55 – 90° Conduction Angle.
 Upper: I_{IN} , 50 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

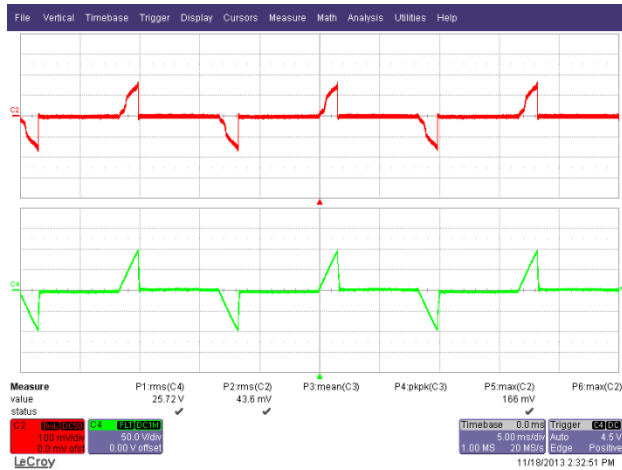


Figure 56 – 40° Conduction Angle.
 Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.



14.4 出力電流の波形 – トレーリング エッジ型調光器

Input: 120 VAC, 60 Hz
 Output: 48 V LED Load
 Dimmer: DVELV-300P-WH

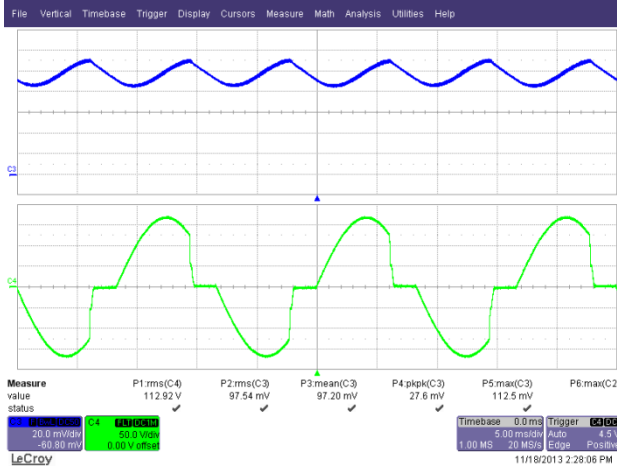


Figure 57 – 131° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

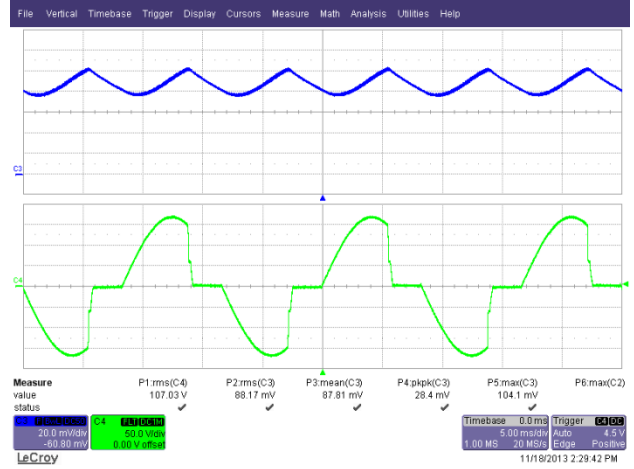


Figure 58 – 120° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

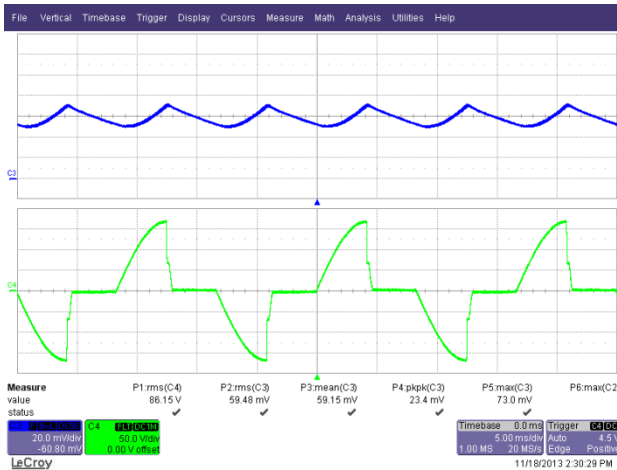


Figure 59 – 90° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

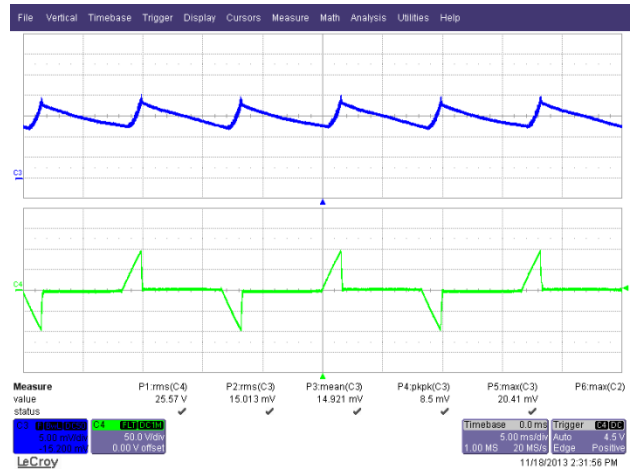


Figure 60 – 40° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.



14.5 ドレイン電流の波形 – リーディング エッジ型調光器

Input: 120V, 60 Hz
 Output: 48 V LED Load
 Dimmer: S-1000-WH

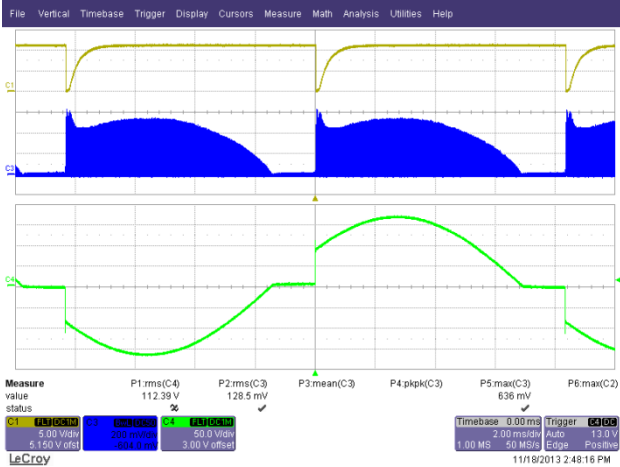


Figure 61 – 150° Conduction Angle.
 Upper: U1 I_{DS}, 200 mA / div.
 Q1 V_{CE}, 5 V / div.
 Lower: V_{IN}, 50 V, 2 ms / div.

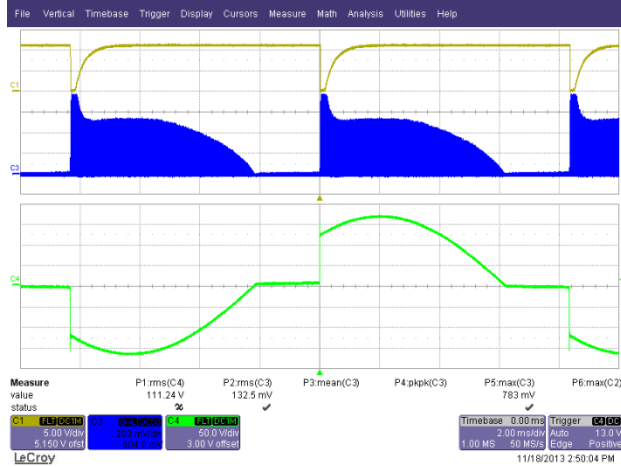


Figure 62 – 135° Conduction Angle.
 Upper: U1 I_{DS}, 200 mA / div.
 Q1 V_{CE}, 5 V / div.
 Lower: V_{IN}, 50 V, 2 ms / div.

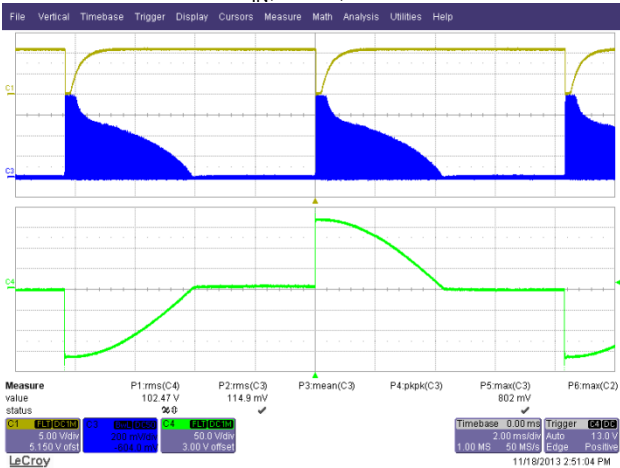


Figure 63 – 90° Conduction Angle.
 Upper: U1 I_{DS}, 200 mA / div.
 Q1 V_{CE}, 5 V / div.
 Lower: V_{IN}, 50 V, 2 ms / div.

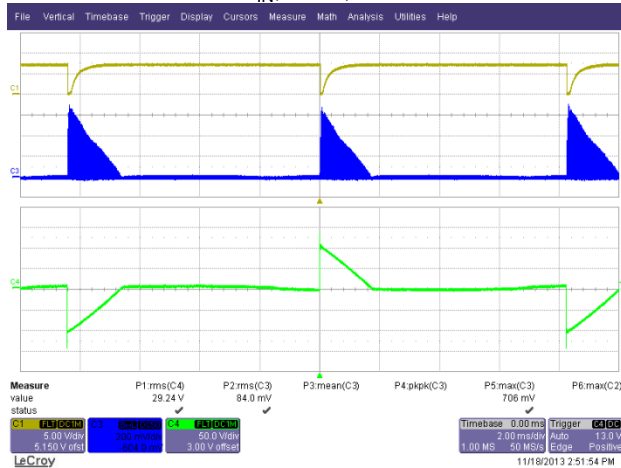


Figure 64 – 40° Conduction Angle.
 Upper: U1 I_{DS}, 200 mA / div.
 Q1 V_{CE}, 5 V / div.
 Lower: V_{IN}, 50 V, 2 ms / div.



15 伝導 EMI

15.1 セットアップ

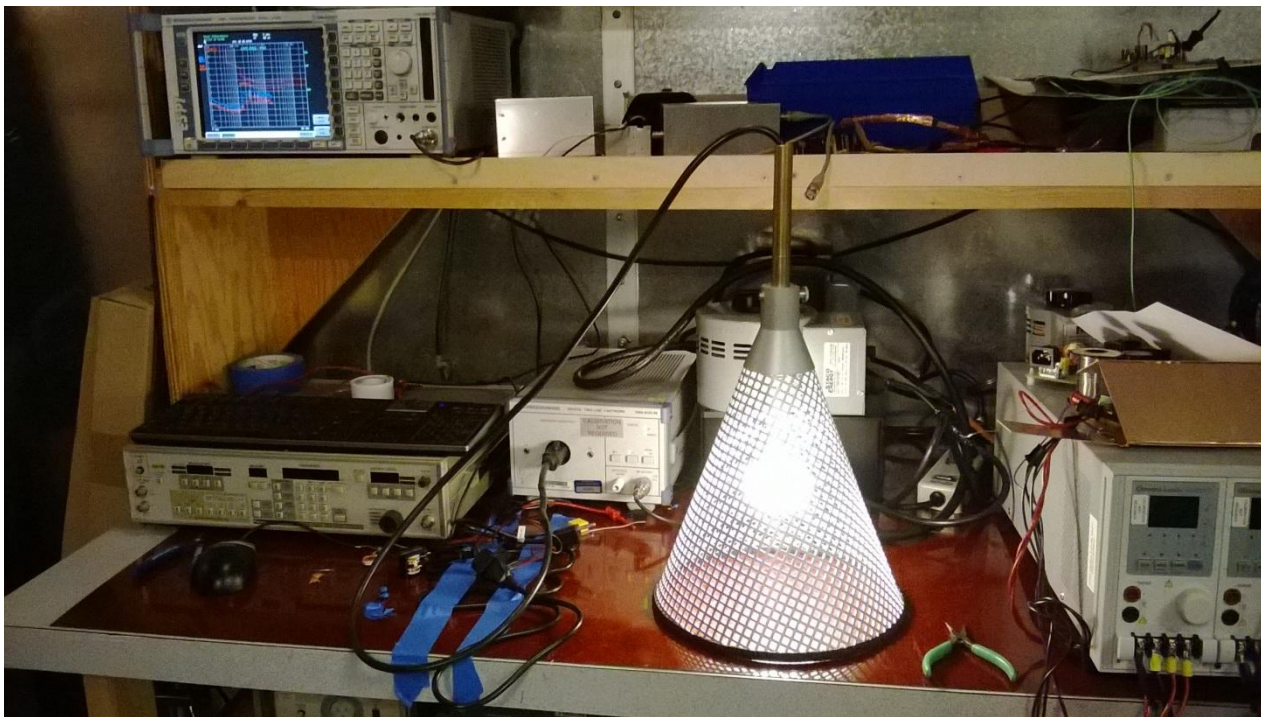


Figure 65 – Conducted EMI Test Set-up.



15.2 試験結果



Power Integrations
18.Nov 13 18:54

RBW 9 kHz
MT 500 ms

Att 10 dB AUTO

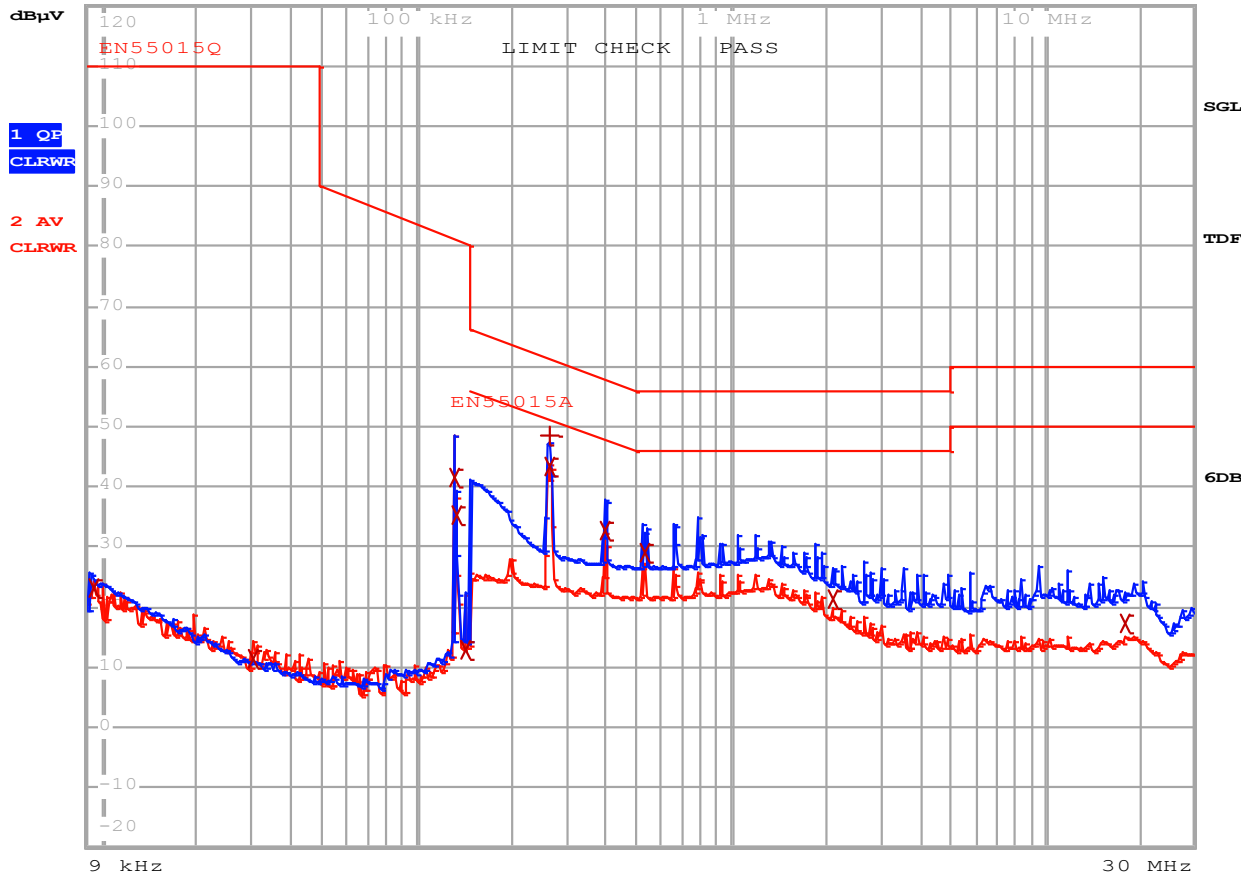


Figure 66 – Conducted EMI, ~48 V LED Load, 115 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)						
Trace1:	EN55015Q					
Trace2:	EN55015A					
Trace3:	---					
TRACE	FREQUENCY	LEVEL	dB μ V	DELTA LIMIT dB		
2 Average	9.36543609 kHz	23.00	L1	gnd		
2 Average	30.0005168717 kHz	11.39	N	gnd		
2 Average	130.825395691 kHz	41.59	L1	gnd		
2 Average	133.454986145 kHz	35.44	N	gnd		
2 Average	141.665156991 kHz	12.79	N	gnd		
1 Quasi Peak	264.49018761 kHz	48.51	N	gnd -12.77		
2 Average	264.49018761 kHz	43.33	N	gnd -7.95		
2 Average	397.727746704 kHz	32.58	N	gnd -15.31		
2 Average	530.769219795 kHz	29.10	N	gnd -16.90		
2 Average	2.11629733595 MHz	21.43	N	gnd -24.57		
2 Average	17.975130353 MHz	17.28	N	gnd -32.71		

Figure 67 – Conducted EMI, Final Measurement Results.



16 入力サージ

Differential input line 500 V surge testing was completed on a single test unit to IEC61000-4-5. Input voltage was set at 120 VAC / 60 Hz.

Surge Level (V)	Input Voltage (VAC)	Injection Location	Injection Phase (°)	Test Result (Pass/Fail)
+500	120	L to N	90	Pass
-500	120	L to N	90	Pass
+500	120	L to N	0	Pass
-500	120	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 120 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	120	L to N	90	Pass
-2500	120	L to N	90	Pass
+2500	120	L to N	0	Pass
-2500	120	L to N	0	Pass

Unit passed under all test conditions.



17 改訂履歷

Date	Author	Revision	Description and Changes	Reviewed
16-May-14	CA	1.0	Initial Release	Mktg & Apps



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 2410, Charity Plaza, No. 88,
North Caoxi Road,
Shanghai, PRC 200030
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

