

設計例レポート

タイトル	LinkSwitchTM-PH LNK419EG を使用した効率 92%、24 W T10、非絶縁、極性反転型、力率改善回路付き LED ドライバ
仕様	90 ~ 265 VAC 入力、134 V、180 mA 出力
用途	T10 チューブ ランプ 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-356
日付	2012 年 12 月 6 日
改訂	1.0

概要と機能

- オフライン、力率改善回路付き LED ドライバの設計を大幅に簡素化
 - ワンコンバータ型、力率改善、定電流出力、非絶縁型 LED ドライバ
 - 部品点数を極力少なく抑え、コンパクト化
 - 位相補正回路が完全に不要
 - 出力電流センス回路不要
 - 高効率 92% 以上 (230 VAC)
 - 負荷及び入力で高力率 (0.95 以上)
 - 低 THD、230 VAC で 25% 以下
 - IEC61000-3-2 クラス C に準拠
- 優れた動作特性
 - インダクタンスの公差を補正
 - 入力電圧の変動を補正
 - 出力電圧の変動を補正
 - 周波数ジッタリングにより EMI フィルタ コストを大幅に削減
- 優れた保護機能及び安全特性
 - 短絡に対するオートリスタート保護
 - 自動復帰タイプ過熱保護機能

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。



Table of Contents

1	はじめに	5
2	電源仕様	6
3	回路図	7
4	回路の説明	8
5	PCB レイアウト	10
6	部品表	10
6.1	電気部品 BOM	10
7	T1 トランス仕様	11
7.1	T1 トランス仕様	11
7.2	電氣的仕様	11
7.3	材料	11
7.4	トランスの構造図	12
7.5	トランス構造	12
7.6	トランス巻線の説明図	13
8	インダクタの設計計算シート	17
9	U1 ヒートシンク アセンブリ	20
9.1	ヒートシンク製造図面	20
9.2	ヒートシンクの組み立て図	21
9.3	ヒートシンク及び U1 の組み立て図	22
10	性能データ	23
10.1	効率	23
10.2	入力及び負荷のレギュレーション	24
10.3	力率	26
10.4	A-THD	27
10.5	高調波成分	28
10.5.1	115 V、60 Hz 入力での 134 V LED 負荷	28
10.5.3	230 V、50 Hz 入力での 134 V LED 負荷	29
10.6	試験データ	30
10.6.1	試験データ、121 V LED 負荷	30
10.6.2	試験データ、134 V LED 負荷	30
10.6.3	試験データ、142 V LED 負荷	30
10.6.4	134 V LED 負荷、115 VAC、60 Hz 入力での高調波のデータ	31
10.6.5	134 V LED 負荷、230 VAC、50 Hz 入力での高調波のデータ	32
11	波形	33
11.1	入力電流	33
11.2	通常動作時のドレイン電圧とドレイン電流	34
11.3	ドレイン電圧及び電流起動の動作	35
11.4	出力電流及び出力電圧	36
11.5	起動と停止時の出力電流及び電圧	37



11.6	出力短絡	38
11.7	オープン負荷	38
12	温度測定	39
13	伝導 EMI ノイズ	40
14	入力サージ試験	42
15	改訂履歴	44

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。したがって、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 入力を行う必要があります。



1 はじめに

このドキュメントでは、入力電圧範囲が 90 ~ 265 VAC の 180 mA、134 V の LED 駆動用に設計された、非絶縁、力率改善回路付き、低 THD の高効率 LED ドライバについて説明します。

LinkSwitch-PH は、ワンコンバータ型の力率改善回路付き LED ドライバを一次側での定電流制御と組み合わせ、コスト効率を改善する目的で開発されました。LinkSwitch-PH コントローラは、LED ドライバ アプリケーション用に最適化され、最小限の外付け部品しか必要ありません。フォトカプラを使用せず、LED 負荷の出力電流を制御します。

LinkSwitch-PH は、725 V のパワー MOSFET とコントローラをワンチップ上に集積しています。このコントローラは、発振器、PWM、6 V レギュレータ、過熱保護、周波数ジッタリング、サイクルバイサイクルカレントリミットやその他の保護機能に加え、定電流 (CC) 出力のコントローラで構成されています。

LinkSwitch-PH には更に、オープン制御ループ及びショート制御ループ不良時や出力短絡時のオートリスタートなど、一連の高度な保護機能も内蔵されています。高精度な自動復帰タイプ過熱保護機能により、いかなる条件でも PCB 温度が安全に保たれます。

このレポートで示す非絶縁、力率改善回路付き極性反転型設計は、LinkSwitch-PH が部品点数を極めて少なく抑えながら、オフライン、高エネルギー効率、力率改善回路付きの LED ドライバの設計を大幅に簡素化し、EN 61000-3-2 クラス C の高調波電流に準拠する、非常に高効率で出力電圧の高い設計を実現しています。

このドキュメントには、LED ドライバの仕様、回路、PCB 図、部品表、伝導 EMI の測定、温度測定、インダクタドキュメント、標準パフォーマンス特性が記載されています。

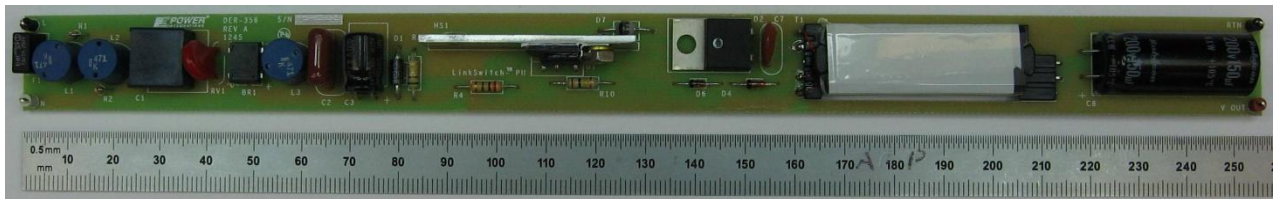


Figure 1 – Populated Circuit Board Photograph.
(L: 10" [254 mm] x W: 0.78" [19.8 mm].
Heat Sink Highest Component: 0.36" [9.14 mm]

2 電源仕様

次の表は、設計上の許容特性の概要です。実際の性能は、性能データ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	50/60	265	VAC Hz	2 ワイヤ - P.E. 無し
出力 LED 電圧 LED 電流 出力電力の合計 連続出力電力	V_{OUT} P_{OUT}		134 180 24		V mA W	
環境 伝導 EMI 安全性 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 (1.2/50 μs)			EN55015B に適合 非絶縁型 2.5 500			 kV V
効率			92		%	230 VAC、25 °C で測定
高調波電流		EN61000-3-2 クラス C				
力率			0.97			$V_{OUT(TYP)}$ 、 $I_{OUT(TYP)}$ 及び 230 VAC、50 Hz で測定
周囲温度	T_{AMB}		40		°C	



3 回路図

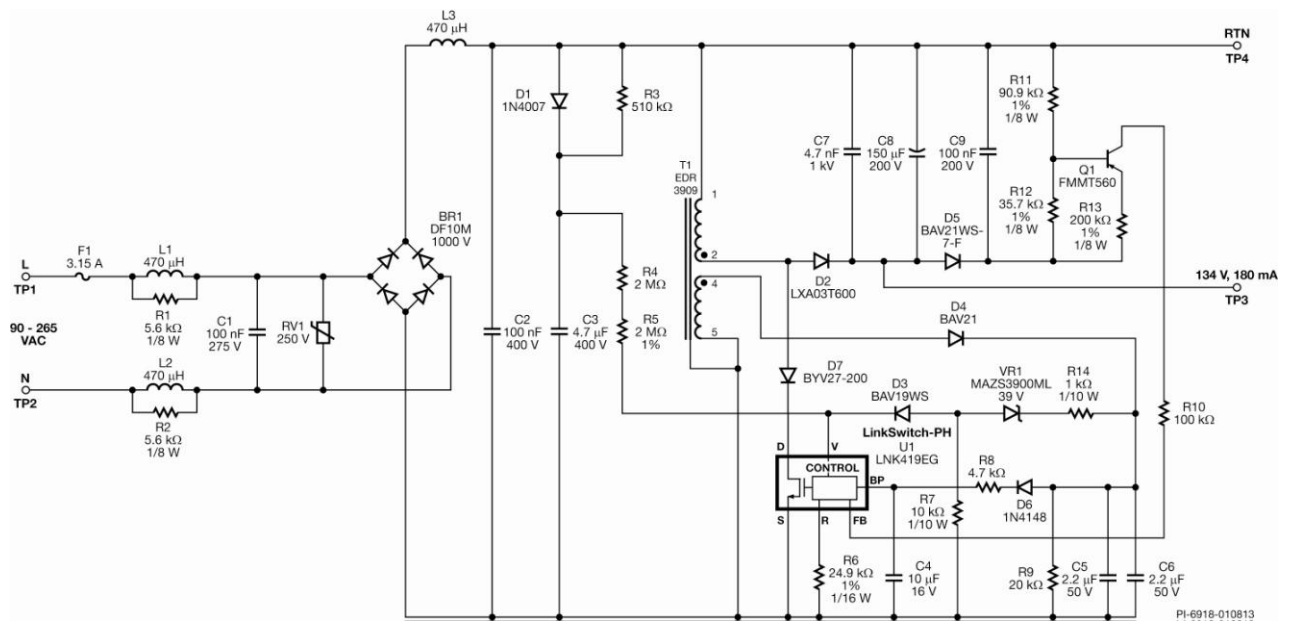


Figure 2 – Schematic.



4 回路の説明

LinkSwitch-PH (U1) は LED ドライバ アプリケーションでの使用を目的とし、多くの機能を内蔵した一次側コントローラです。LinkSwitch-PH は、標準的な LED ドライバ環境で想定される入出力電圧の範囲で出力電流を制御しながら、ワンコンバータ型で高い力率を実現します。このデバイスには、これらの機能を提供するすべての制御回路に加え、高耐圧パワー MOSFET が搭載されています。

コンデンサ C1、C2、ディファレンシャル チョーク L1、L2 及び L3 が EMI フィルタで、高い力率を維持するようサイズ設定されています。抵抗 R1 と R2 は、L1 と L2 の Q を減衰し、これにより、EMI スペクトルでの共振ピークの発生が防止されます。

フローティング出力を持つ極性反転型電源回路は、U1 (電源スイッチと制御)、出力ダイオード D2、出力コンデンサ C7 及び C8、出力インダクタ T1 で構成されています。インダクタ T1 には二次巻線があり、これは U1 にバイアスを供給するようフライバック構成にしています。ダイオード D7 は、入力電圧のゼロ クロス付近の U1 のドレイン-ソース間でマイナス電圧が発生するのを防ぐために使用されています。ダイオード D1 及び C3 によってピーク AC 入力電圧が検出されます。R4 及び R5 とともに C3 にかかる電圧によって、VOLTAGE MONITOR (V) ピンに供給される入力電流が設定されます。この電流は、U1 によって低入力電圧 (UV)、過入力電圧 (OV)、フィードフォワード電流を制御するために使用され、FEEDBACK (FB) ピンの電流とともに LED 負荷を定電流制御します。

出力電流を制御するために U1 によって使用される FB ピンの電流は、R10、R11、R12、R13、Q1、C9 及び D5 で構成される電流コンバータ ネットワークへの電圧によって供給されます。出力電圧とフィードバック電流の関係は、以下の式で表されます。

$$I_{FB} \approx I_{R13} = \frac{V_{OUT} \times \frac{R12}{R11 + R12} - V_{BE}}{R13}$$

R12 の電圧は、温度及び Q1 の V_{BE} 電圧の V_{CE} 依存による影響をなくす、あるいは最小限にするよう選択されました。

コンデンサ C4 は、内部コントローラの供給ピンである U1 の BYPASS (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、C4 は U1 の DRAIN (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。機器がフル モードで動作できるように C4 には 10 μ F のコンデンサが選択されています。デバイスの消費電力を最小限に抑えながら調光が深いときでも U1 に十分に充電するには、外部バイアス電源の使用 (D6 及び R8 経由) が推奨されます。V ピンと VR1、R14 及び D3 により、出力過電圧 (オープン負荷) 保護が構成されています。バイアス電源のコンデンサ C6 にかかる電圧がオープン負荷状態のために VR1 のスレッショールドを超えると、電流は入力過電圧スレッショールド (I_{OV}) に達するまで V ピン



に流れ続け、IC はただちにスイッチング動作を終了し、出力電圧がさらに上がるのを防ぎます。



その他の情報

スマートフォン QR コードリーダーを使用して、当社 Web サイトの関連コンテンツに接続してください。



5 PCB レイアウト

Copper: 2 oz. / 70 μm thickness used.

Figure 3 – Printed Circuit Layout, Top and Bottom.

Figure 4 – Printed Circuit Layout, Top.

Figure 5 – Printed Circuit Layout, Bottom.

6 部品表

6.1 電気部品 BOM

Item	Qty	Ref Des	Description	Mfg Part Number	Mfg
1	1	BR1	1000 V, 1 A, Bridge Rectifier, DF-M, Glass Passivated, 4-EDIP	DF10M	Diodes, Inc.
2	1	C1	100 nF, 275 VAC, Film, X2	LE104-M	OKAYA
3	1	C2	100 nF, 400 V, Film	ECQ-E4104KF	Panasonic
4	1	C3	4.7 μF , 400 V, Electrolytic, (8 x 11.5)	SHD400WV 4.7uF	Sam Young
5	1	C4	10 μF , 16 V, Ceramic, X5R, 0805	GRM21BR61C106KE15L	Murata
6	2	C5 C6	2.2 μF , 50 V, Ceramic, Y5V, 1206	GRM31MF51H225ZA01L	Murata
7	1	C7	4.7 nF, 1 kV, Thru Hole, Disc Ceramic	562R5GAD47	Vishay
8	1	C8	150 μF , 200 V, Electrolytic, (12.5 x 30)	200KXW150MEFC12.5X30	Rubycon
9	1	C9	100 nF, 200 V, Ceramic, X7R, 1206	VJ1206Y104KXCAT	Vishay
10	1	D1	1000 V, 1 A, Rectifier, DO-41	1N4007-E3/54	Vishay
11	1	D2	600 V, 3 A, TO-220AC	LXA03T600	Power Integrations
12	1	D3	100 V, 0.2 A, Fast Switching, 50 ns, SOD-323	BAV19WS-7-F	Diodes, Inc.
13	1	D4	250 V, 250 mA, Fast Switching, DO-35	BAV21	Vishay
14	1	D5	250 V, 0.2 A, Fast Switching, 50 ns, SOD-323	BAV21WS-7-F	Diodes, Inc.
15	1	D6	75 V, 300 mA, Fast Switching, DO-35	1N4148TR	Vishay
16	1	D7	200 V, 2 A, Ultrafast Recovery, 25 ns, SOD57	BYV27-200-TR	Vishay
17	1	F1	3.15 A, 250 V, Slow, RST	507-1181	Belfuse
18	1	HS1	Heat Sink, Custom, Al, 3003, 0.062" Thk		Custom
19	3	L1 L2 L3	470 μH , 0.38 A, Radial	TSL0808RA-471KR38-PF	TDK
20	1	Q1	PNP, Small Signal BJT, 500 V, 0.15 A, SOT23	FMMT560TA	Zetex
21	2	R1 R2	5.6 k Ω , 5%, 1/8 W, Carbon Film	CFR-12JB-5K6	Yageo
22	1	R3	510 k Ω , 5%, 1/4 W, Carbon Film	CFR-25JB-510K	Yageo
23	1	R4	2.0 M Ω , 5%, 1/4 W, Carbon Film	CFR-25JB-2M0	Yageo
24	1	R5	2.00 M Ω , 1%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8ENF2004V	Panasonic
25	1	R6	24.9 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF2492V	Panasonic
26	1	R7	10 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ103V	Panasonic
27	1	R8	4.7 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ472V	Panasonic
28	1	R9	20 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ203V	Panasonic
29	1	R10	100 k Ω , 5%, 1/4 W, Carbon Film	CFR-25JB-100K	Yageo
30	1	R11	90.9 k Ω , 1%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6ENF9092V	Panasonic



32	1	R13	200 k Ω , 1%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6ENF2003V	Panasonic
33	1	R14	1 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ102V	Panasonic
34	1	RV1	250 V, 21 J, 7 mm, RADIAL LA	V250LA4P	Littlefuse
35	1	T1	Bobbin, EDR-3909, Horizontal, 8 pins Transformer	SNX-R1681	SBEF Santronics USA
36	1	U1	LinkSwitch-PH, eSIP	LNK419EG	Power Integrations
37	1	VR1	39 V, 5%, 150 mW, SSMINI-2	MAZS39000L	Panasonic
32	1	R13	200 k Ω , 1%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6ENF2003V	Panasonic

7 T1トランス仕様

7.1 T1 トランス仕様

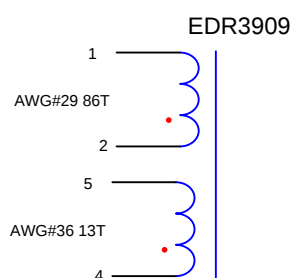


Figure 6 – Electrical Diagram.

7.2 電氣的仕様

Primary Inductance	Pins 1-2, all other windings open, measured at 66 kHz, 0.4 V _{RMS} .	2.8 mH $\pm$ 2%
Resonant Frequency	Pins 1-2, all other windings open.	1 MHz (Min.)

7.3 材料

Item	Description
[1]	Core: EDR3909.
[2]	Bobbin: EDR3909, Horizontal, 8 pins, 5/3.
[3]	Magnet Wire: #29 AWG.
[4]	Magnet Wire: #36 AWG.
[5]	Tape: 3M 1298 Polyester Film, 4.5 mm wide.
[6]	Copper Tape: 0.125" wide, 2 mil thick.

7.4 トランスの構造図

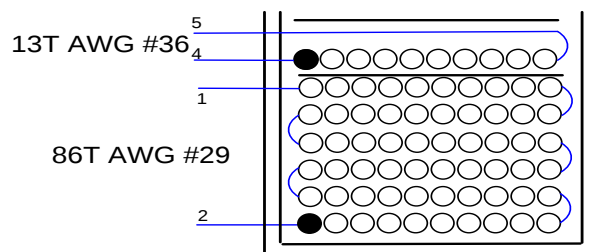
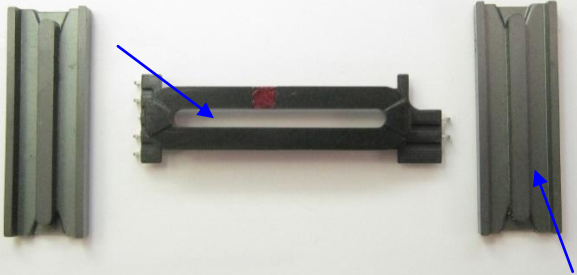
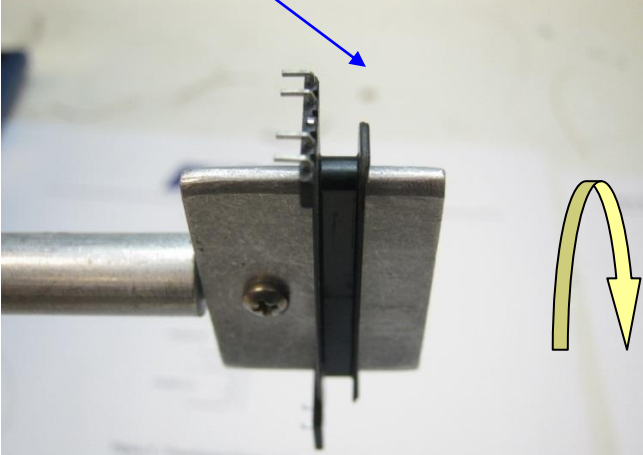
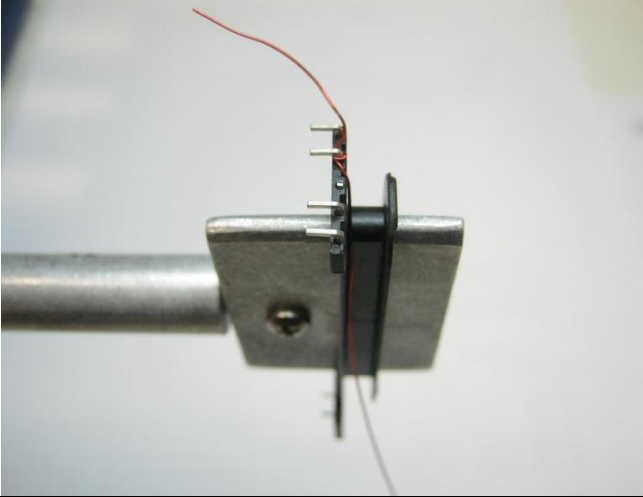


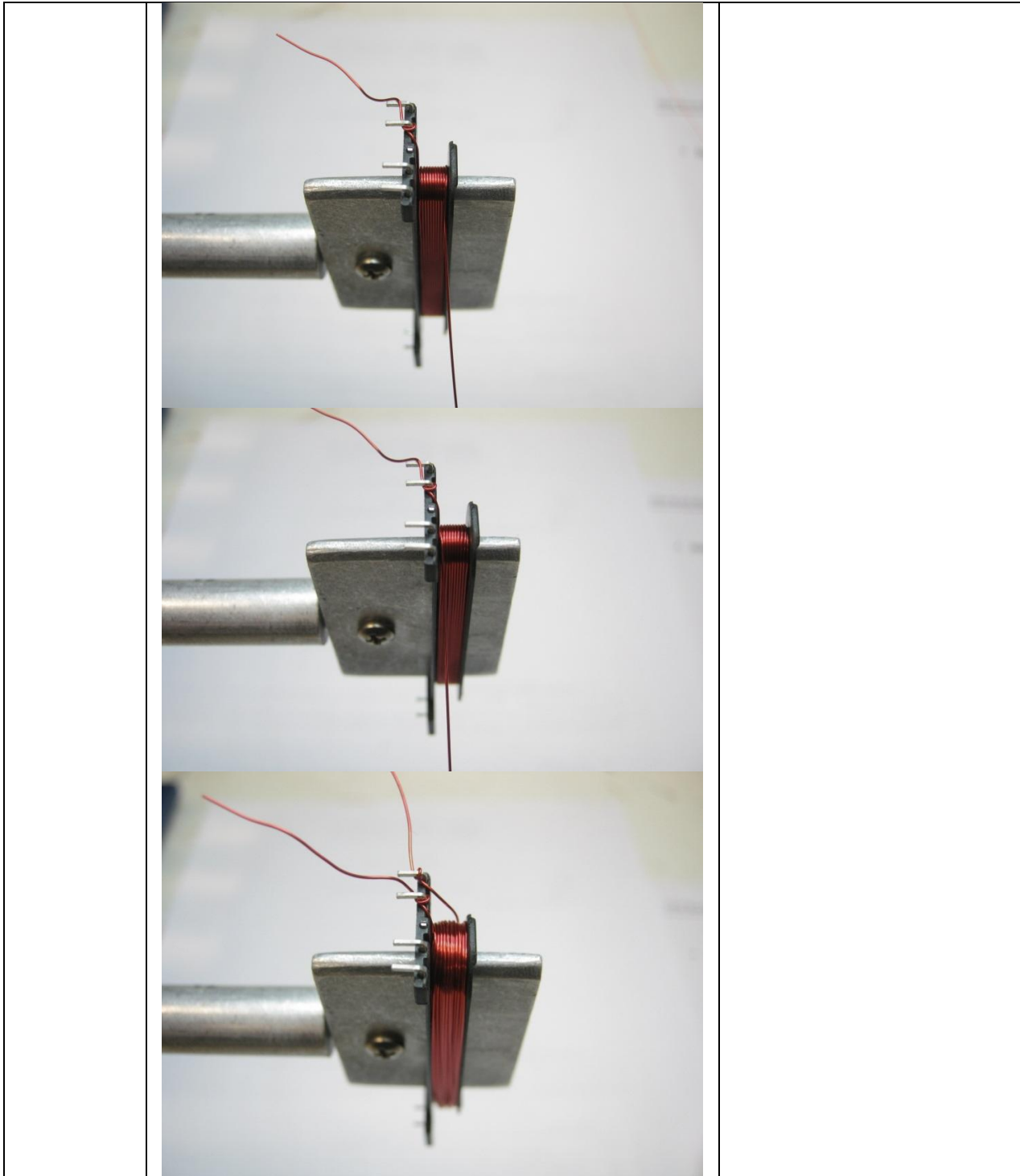
Figure 7 – Transformer Build Diagram.

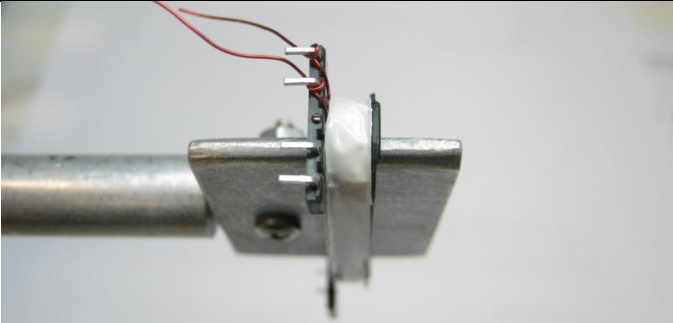
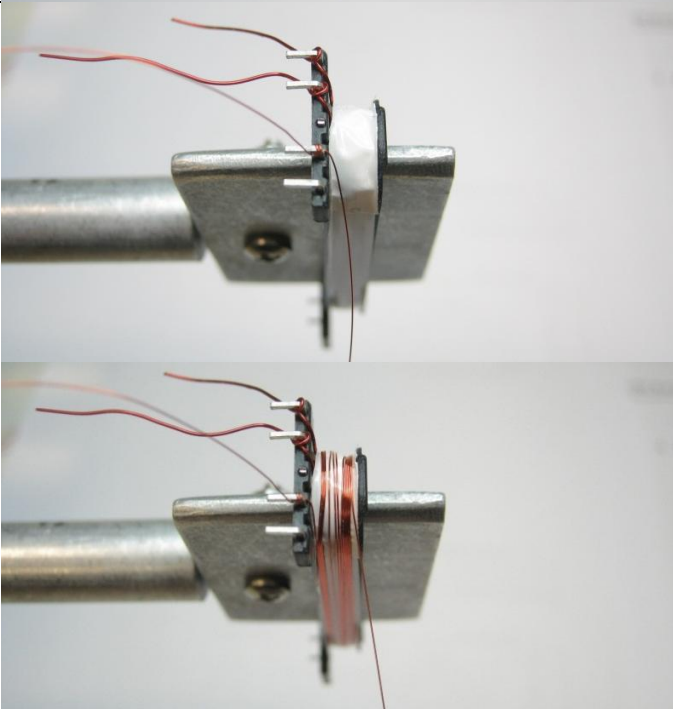
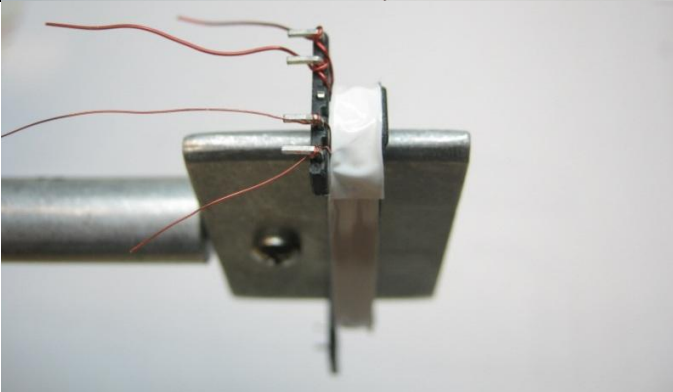
7.5 トランス構造

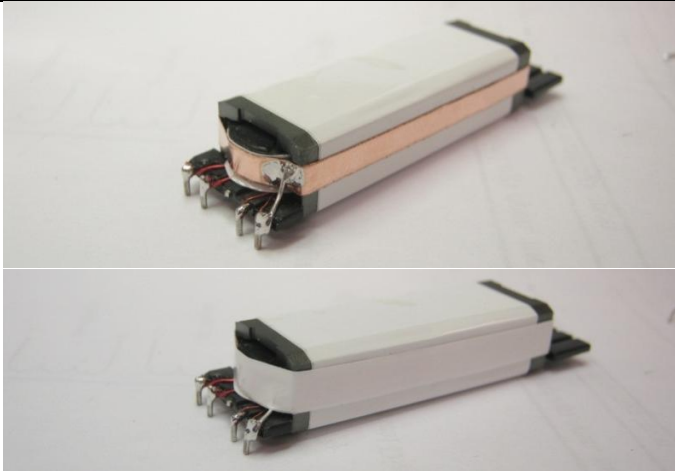
Bobbin Preparation	Pull-out pin number 3 and 6.
General Note	For the purpose of these instructions, Bobbin is oriented on winder such that pin 1 side is on the left side (see illustration). Winding direction as shown is clockwise.
WDG1 Primary 1	Start at pin 2; wind with firm tension 86 turns of item [3] in 7 layers from left to right. At the end of 1st layer, continue to wind the next layer from right to left. On the final layer, spread the winding evenly across entire bobbin. Finish this winding on pin(s) 1
Insulation	1 layer of tape [5] for insulation.
WDG2 Bias	Start on pin(s) 4 and wind 13 turns of item [4]. Wind in same rotational direction as primary winding. Spread the winding evenly across entire bobbin. Finish this winding on pin(s) 5.
Insulation	2 layers of tape [5] for insulation.
Assemble Core	Assemble and secure the cores.
Flux Band	Construct a flux band by wrapping a single shorted turn of item [6] around the outside of windings and core halves with tight tension. Make an electrical connection to pin(s) 5 using wire. Add 3 layers of tape, item [4], for insulation.
Finish	Varnish transformer assembly.

7.6 トランス巻線の説明図

Bobbin Preparation	 A photograph of a bobbin with two vertical sections on the left and right, and a central horizontal section. Blue arrows point to the central section and the right vertical section, indicating where to pull out pins 3 and 6.	Pull-out pin number 3 and 6.
General Note	 A photograph of a bobbin mounted on a winding machine. A blue arrow points to the top of the bobbin. A yellow curved arrow indicates a clockwise winding direction.	For the purpose of these instructions, Bobbin is oriented on winder such that pin 1 side is on the left side (see illustration). Winding direction as shown is clockwise.
WDG1 Primary 1	 A photograph of a bobbin mounted on a winding machine. A red wire is being wound around the bobbin.	Start at pin 2; wind with firm tension 86 turns of item [3] in 7 layers from left to right. At the end of 1st layer, continue to wind the next layer from right to left. On the final layer, spread the winding evenly across entire bobbin. Finish this winding on pin(s) 1



Insulation		1 layer of tape [5] for insulation.
WDG2 Bias		Start on pin(s) 4 and wind 13 turns of item [4]. Wind in same rotational direction as primary winding. Spread the winding evenly across entire bobbin. Finish this winding on pin(s) 5.
Insulation		1 layer of tape [5] for insulation.
Assemble Core		Assemble and secure the cores.

Flux Band		Construct a flux band by wrapping a single shorted turn of item [6] around the outside of windings and core halves with tight tension. Make an electrical connection to pin(s) 5 using wire. Add 3 layers of tape, item [4], for insulation.
Finish		Varnish transformer assembly.

8 インダクタの設計計算シート

Buck-boost inductor parameters can be calculated using LinkSwitch-PH PIXIs spreadsheet using $VO \equiv VOR$.

ACDC_LinkSwitch-PH_071112; Rev.1.8; Copyright Power Integrations 2012	INPUT	INFO	OUTPUT	UNIT	LinkSwitch-PH_071112: Flyback Transformer Design Spreadsheet
ENTER APPLICATION VARIABLES					
Dimming required	NO		NO		Select 'YES' option if dimming is required. Otherwise select 'NO'.
VACMIN			90	V	Minimum AC Input Voltage
VACMAX			265	V	Maximum AC input voltage
fL			50	Hz	AC Mains Frequency
VO	140.00		140	V	Typical output voltage of LED string at full load
VO_MAX			154.00	V	Maximum expected LED string Voltage.
VO_MIN			126.00	V	Minimum expected LED string Voltage.
V_OVP			169.40	V	Over-voltage protection setpoint
IO	0.18		0.18	A	Typical full load LED current
PO			25.2	W	Output Power
n	0.90		0.9		
VB	20		20	V	Bias Voltage
ENTER LinkSwitch-PH VARIABLES					
LinkSwitch-PH	LNK419		LNK419	Universal	115 Doubled/230V
Chosen Device		LNK419			
Current Limit Mode	RED		RED		Select "RED" for reduced Current Limit mode or "FULL" for Full current limit mode
ILIMITMIN			2.35	A	Minimum current limit
ILIMITMAX			2.73	A	Maximum current limit
fS			66000	Hz	Switching Frequency
fSmin			62000	Hz	Minimum Switching Frequency
fSmax			70000	Hz	Maximum Switching Frequency
IV			38.7	uA	V pin current
RV			3.909	M-ohms	Upper V pin resistor
RV2			1.402	M-ohms	Lower V pin resistor
IFB			155.8	uA	FB pin current (85 uA < IFB < 210 uA)
RFB1			109.1	k-ohms	FB pin resistor
VDS			10	V	LinkSwitch-PH 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	0.46		0.46		Ripple to Peak Current Ratio (For PF > 0.9, 0.4 < KP < 0.9)
LP			2820	uH	Primary Inductance
VOR	135.00		135	V	Reflected Output Voltage.
Expected IO (average)			0.18	A	Expected Average Output Current
KP_VACMAX			0.76		Expected ripple current ratio at VACMAX
TON_MIN			4.01	us	Minimum on time at maximum AC input voltage
PCLAMP			0.29	W	Estimated dissipation in primary clamp
ENTER TRANSFORMER CORE/CONSTRUCTION VARIABLES					
Core Type	Custom		EDR 3909		Transformer core
Custom Core	EDR 3909				If using a custom core - Enter part number here
AE	1.0400		1.04	cm^2	Core Effective Cross Sectional Area



LE	2.0000		2	cm	Core Effective Path Length
AL	5000.0		5000	nH/T^2	Ungapped Core Effective Inductance
BW	3.7		3.7	mm	Bobbin Physical Winding Width
M			0	mm	Safety Margin Width (Half the Primary to Secondary Creepage Distance)
L	7.00		7		Number of Primary Layers
NS	90		90		Number of Secondary Turns
DC INPUT VOLTAGE PARAMETERS					
VMIN			127	V	Peak input voltage at VACMIN
VMAX			375	V	Peak input voltage at VACMAX
CURRENT WAVEFORM SHAPE PARAMETERS					
DMAX			0.54		Minimum duty cycle at peak of VACMIN
IAVG			0.29	A	Average Primary Current
IP			0.97	A	Peak Primary Current (calculated at minimum input voltage VACMIN)
IRMS			0.42	A	Primary RMS Current (calculated at minimum input voltage VACMIN)
TRANSFORMER PRIMARY DESIGN PARAMETERS					
LP			2820	uH	Primary Inductance
NP			86		Primary Winding Number of Turns
NB			13		Bias Winding Number of Turns
ALG			377	nH/T^2	Gapped Core Effective Inductance
BM			3032	Gauss	Maximum Flux Density at PO, VMIN (BM<3100)
BP			3669	Gauss	Peak Flux Density (BP<3700)
BAC			697	Gauss	AC Flux Density for Core Loss Curves (0.5 X Peak to Peak)
ur			765		Relative Permeability of Ungapped Core
LG			0.32	mm	Gap Length (Lg > 0.1 mm)
BWE			25.9	mm	Effective Bobbin Width
OD			0.30	mm	Maximum Primary Wire Diameter including insulation
INS			0.05	mm	Estimated Total Insulation Thickness (= 2 * film thickness)
DIA			0.25	mm	Bare conductor diameter
AWG			31	AWG	Primary Wire Gauge (Rounded to next smaller standard AWG value)
CM			81	Cmils	Bare conductor effective area in circular mils
CMA			191	Cmils/Amp	!!! INCREASE (200 < CMA < 600) Increase L(primary layers),decrease NS,larger Core
LP_TOL			10		Tolerance of primary inductance
TRANSFORMER SECONDARY DESIGN PARAMETERS (SINGLE OUTPUT EQUIVALENT)					
Lumped parameters					
ISP			0.93	A	Peak Secondary Current
IS RMS			0.36	A	Secondary RMS Current
IRIPPLE			0.31	A	Output Capacitor RMS Ripple Current
CMS			72	Cmils	Secondary Bare Conductor minimum circular mils
AWGS			31	AWG	Secondary Wire Gauge (Rounded up to next larger standard AWG value)
DIAS			0.23	mm	Secondary Minimum Bare Conductor Diameter
ODS			0.04	mm	Secondary Maximum Outside Diameter for Triple Insulated Wire
VOLTAGE STRESS PARAMETERS					
VDRAIN			647	V	Estimated Maximum Drain Voltage assuming maximum LED string voltage (Includes Effect of Leakage Inductance)
PIVS			559	V	Output Rectifier Maximum Peak Inverse Voltage (calculated at VOVP, excludes leakage inductance spike)



PIVB			82	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			3.91	M-ohms	Upper V Pin Resistor Value
RV2			1.40	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			0.18	A	Measured Output Current at VAC1
IO_VAC2			0.18	A	Measured Output Current at VAC2
RV1 (new)			3.91	M-ohms	New RV1
RV2 (new)			1.40	M-ohms	New RV2
V_OV			318.3	V	Typical AC input voltage at which OV shutdown will be triggered
V_UV			70.8	V	Typical AC input voltage beyond which power supply can startup
FB pin resistor Fine Tuning					
RFB1			109	k-ohms	Upper FB Pin Resistor Value
RFB2			1E+012	k-ohms	Lower FB Pin Resistor Value
VB1			17.9	V	Test Bias Voltage Condition1
VB2			22.1	V	Test Bias Voltage Condition2
IO1			0.18	A	Measured Output Current at Vb1
IO2			0.18	A	Measured Output Current at Vb2
RFB1 (new)			109.1	k-ohms	New RFB1
RFB2(new)			1.00E+12	k-ohms	New RFB2
Input Current Harmonic Analysis					
Harmonic			% of Fund	Limit(%)	
1st Harmonic					
3rd Harmonic			17.14	27.00	PASS. %age of 3rd Harmonic is lower than the limit
5th Harmonic			6.3	10.00	PASS. %age of 5th Harmonic is lower than the limit
7th Harmonic			3.2	7.00	PASS. %age of 7th Harmonic is lower than the limit
9th Harmonic			1.92	5.00	PASS. %age of 9th Harmonic is lower than the limit
11th Harmonic			1.34	3.00	PASS. %age of 11th Harmonic is lower than the limit
13th Harmonic			1.02	3.00	PASS. %age of 13th Harmonic is lower than the limit
15th Harmonic			0.82	3.00	PASS. %age of 15th Harmonic is lower than the limit
THD			18.4	%	Estimated total Harmonic Distortion (THD)



9 U1 ヒートシンク アセンブリ

9.1 ヒートシンク製造図面

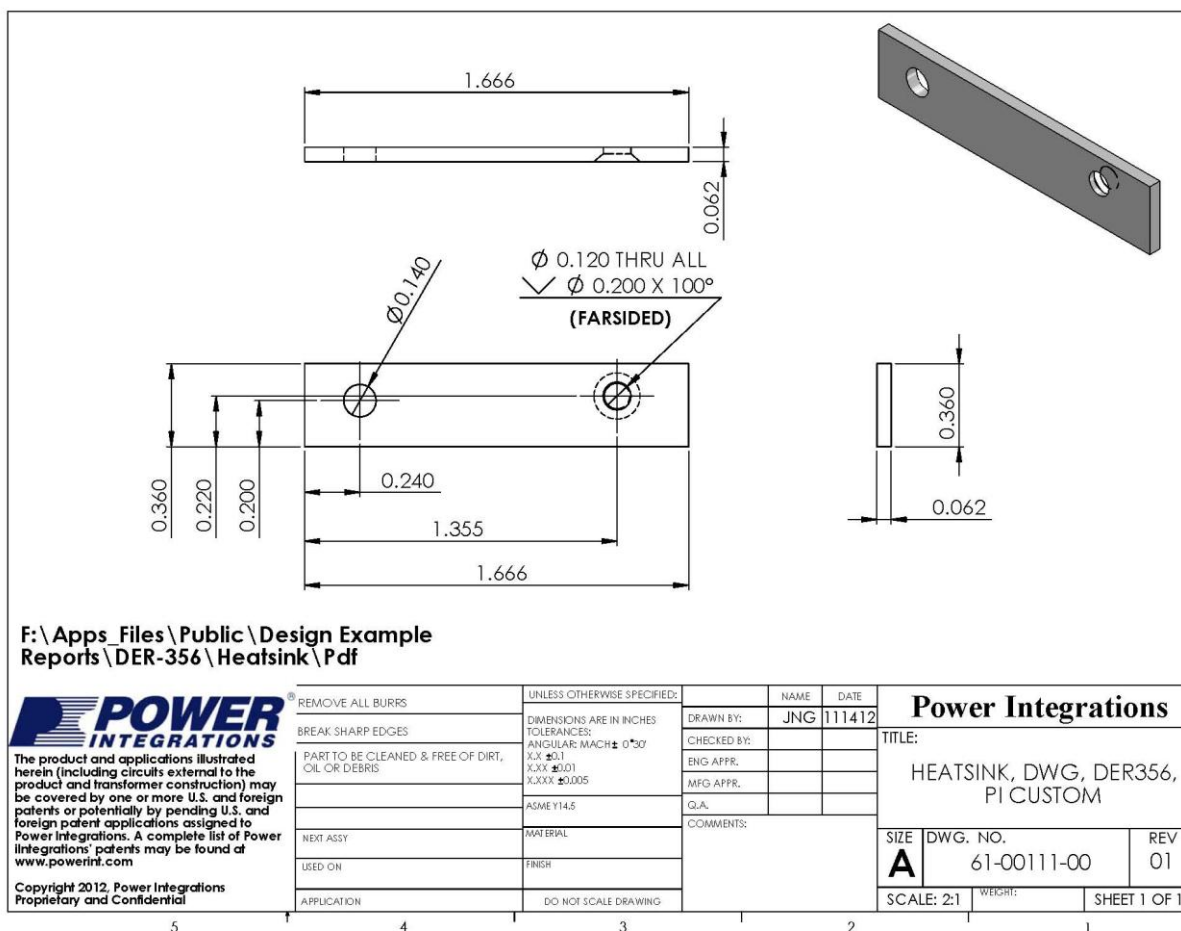


Figure 8 – U1 Heat Sink Dimensions.



9.2 ヒートシンクの組み立て図

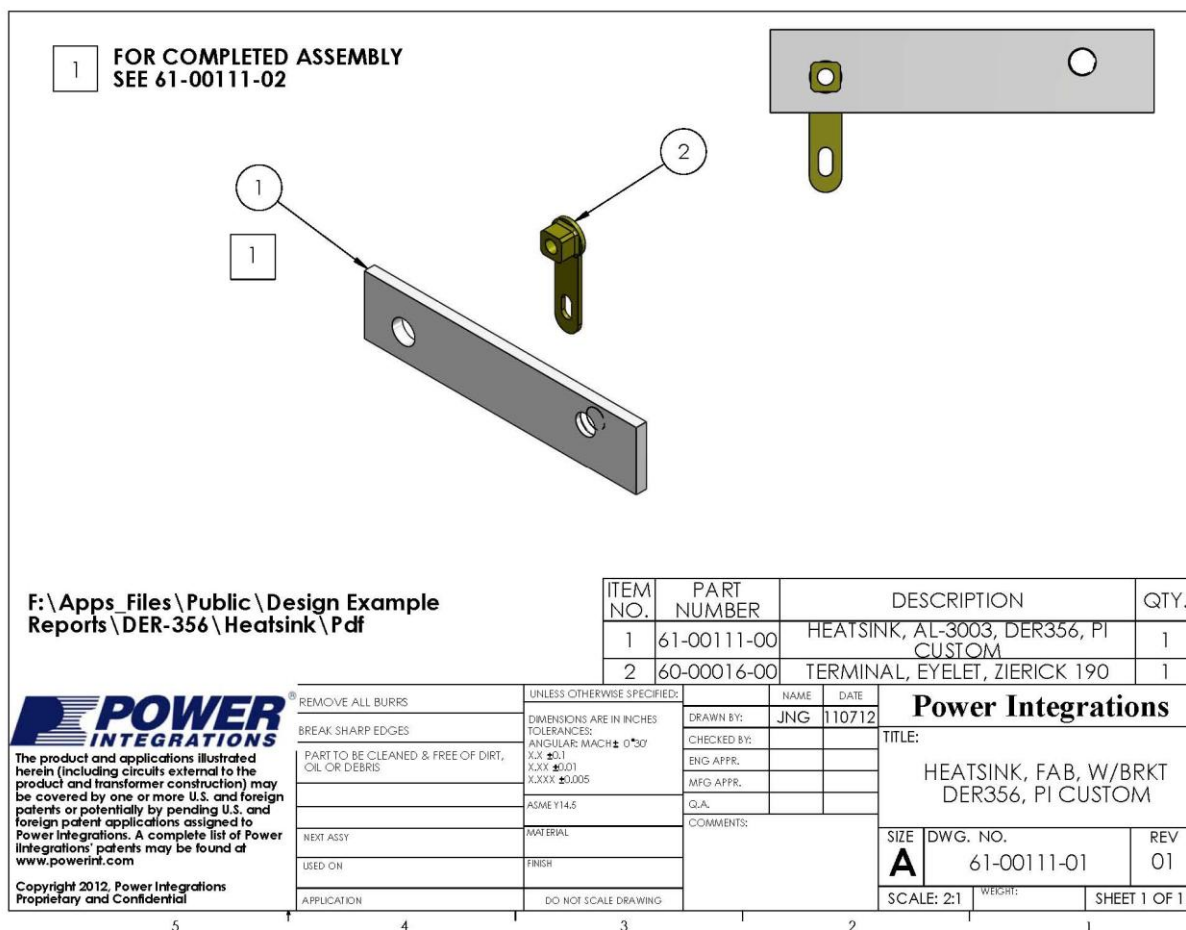


Figure 9 – U1 Heat Sink Fabrication Drawing.



9.3 ヒートシンク及びU1 の組み立て図

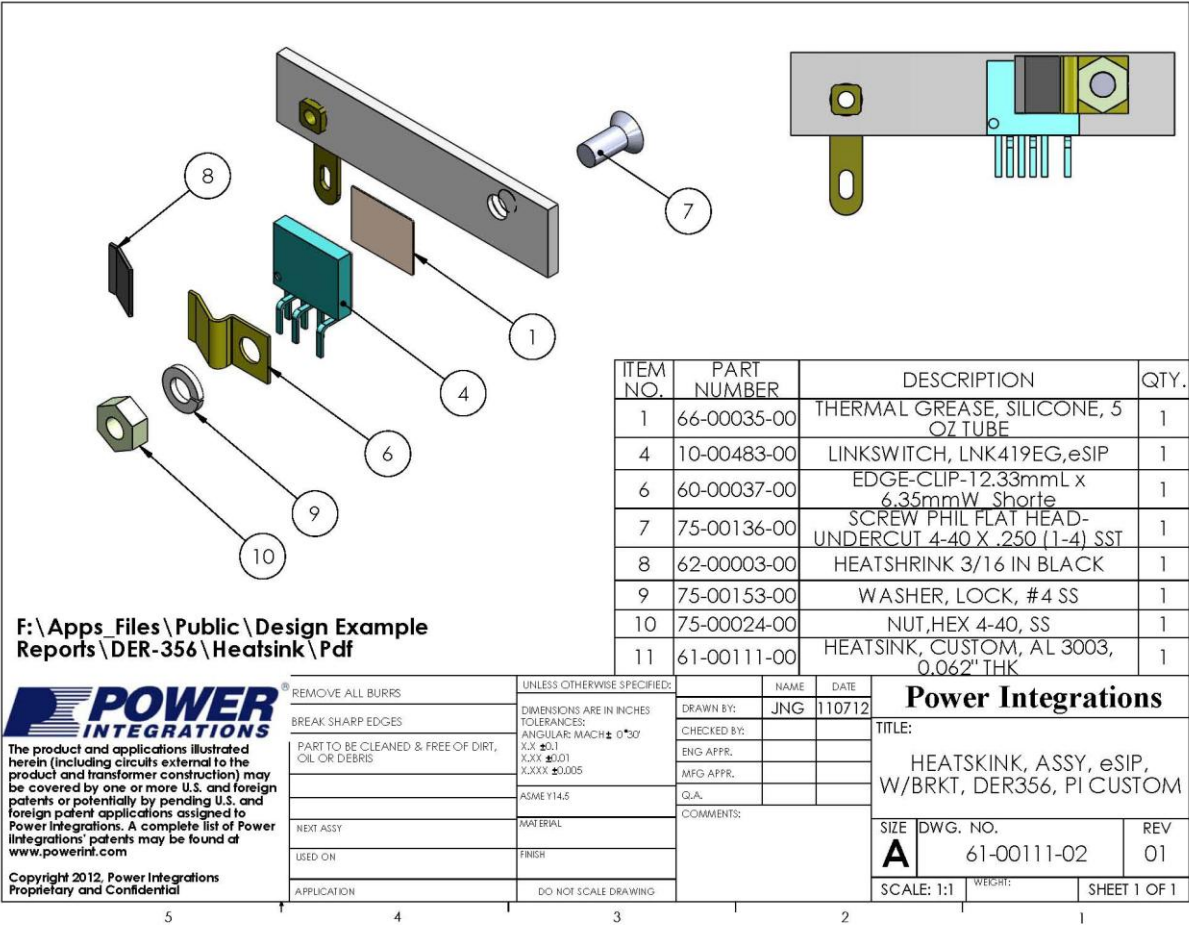


Figure 10 – U1 Heat Sink Assembly Drawing.

10 性能データ

The following data was compiled using 3 sets of load (121 V, 134 V, and 142 V LED strings). All measurements were performed at room temperature.

10.1 効率

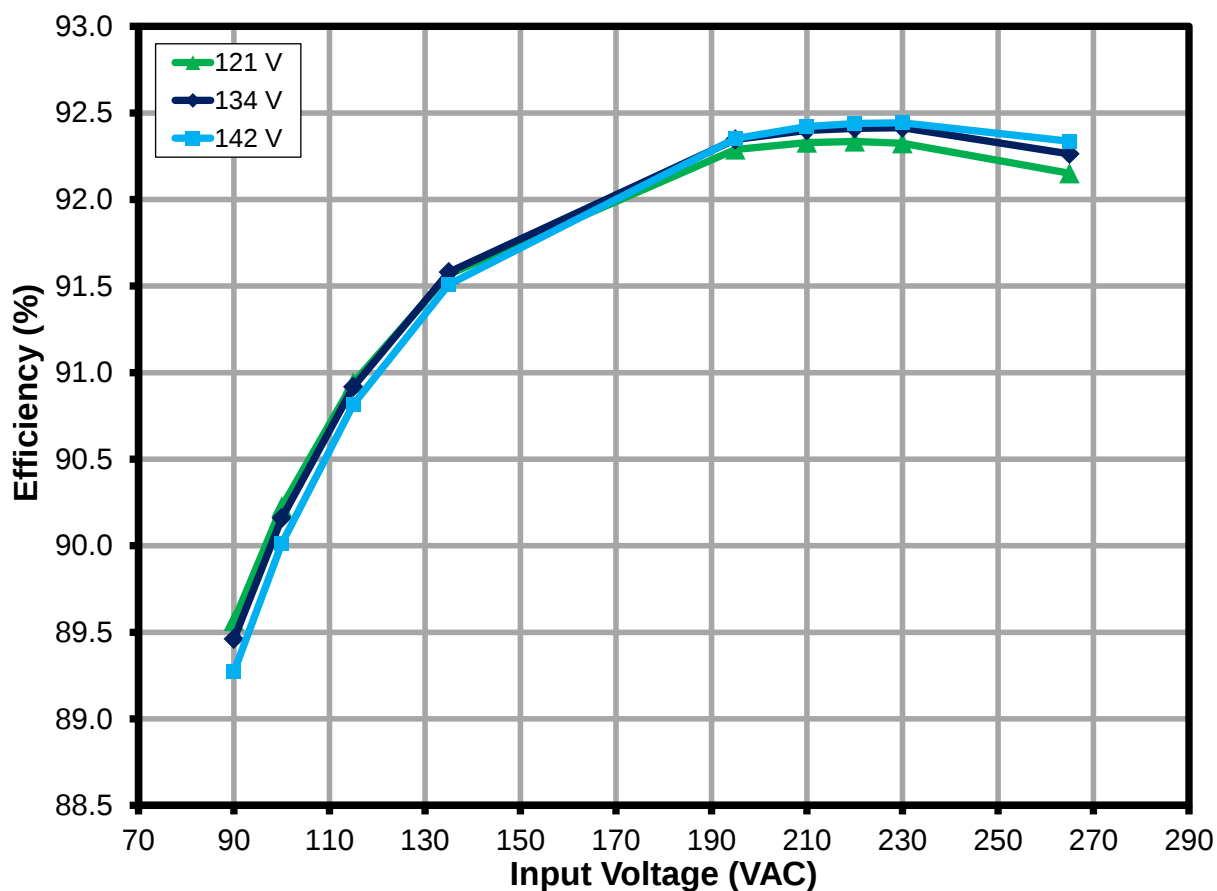


Figure 11 – Efficiency vs. Line and Load.



10.2 入力及び負荷のレギュレーション

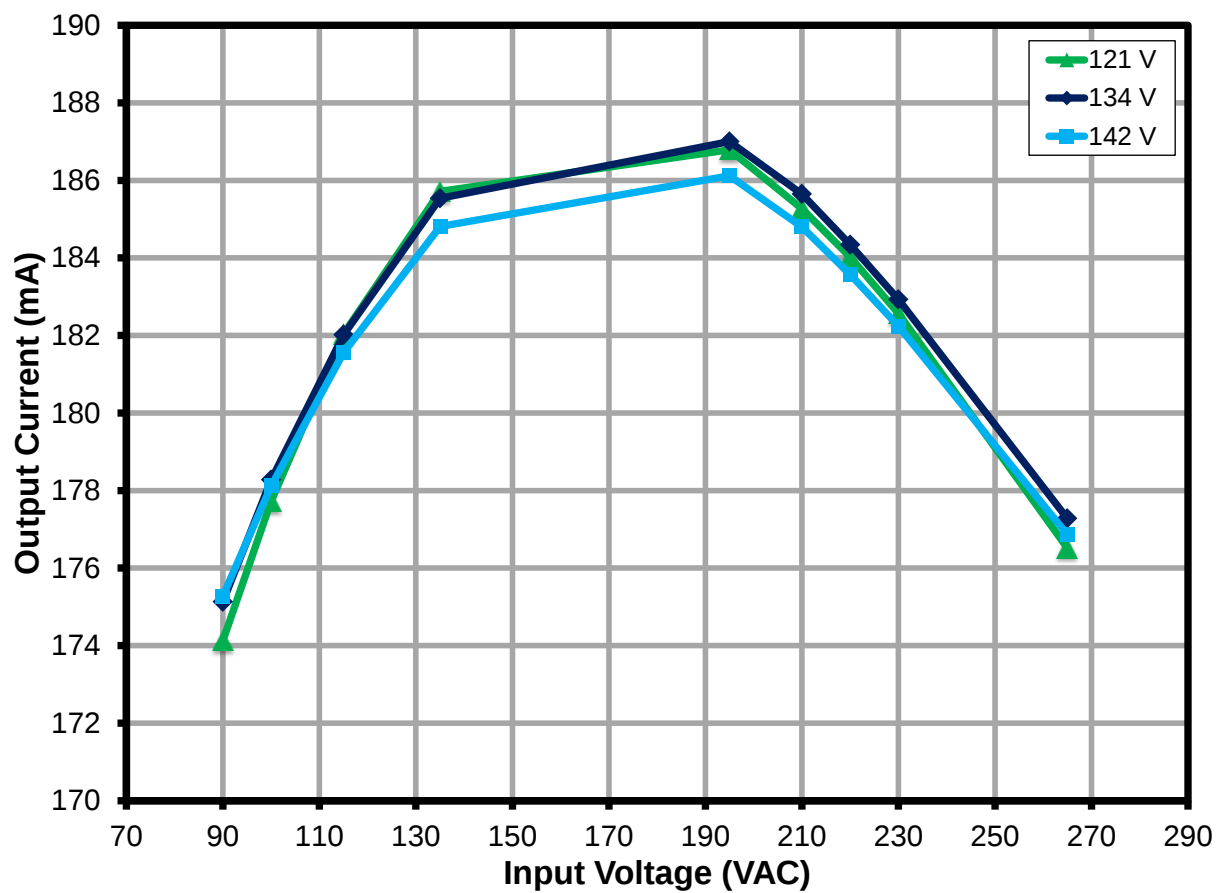


Figure 12 – Regulation vs. Line and Load.

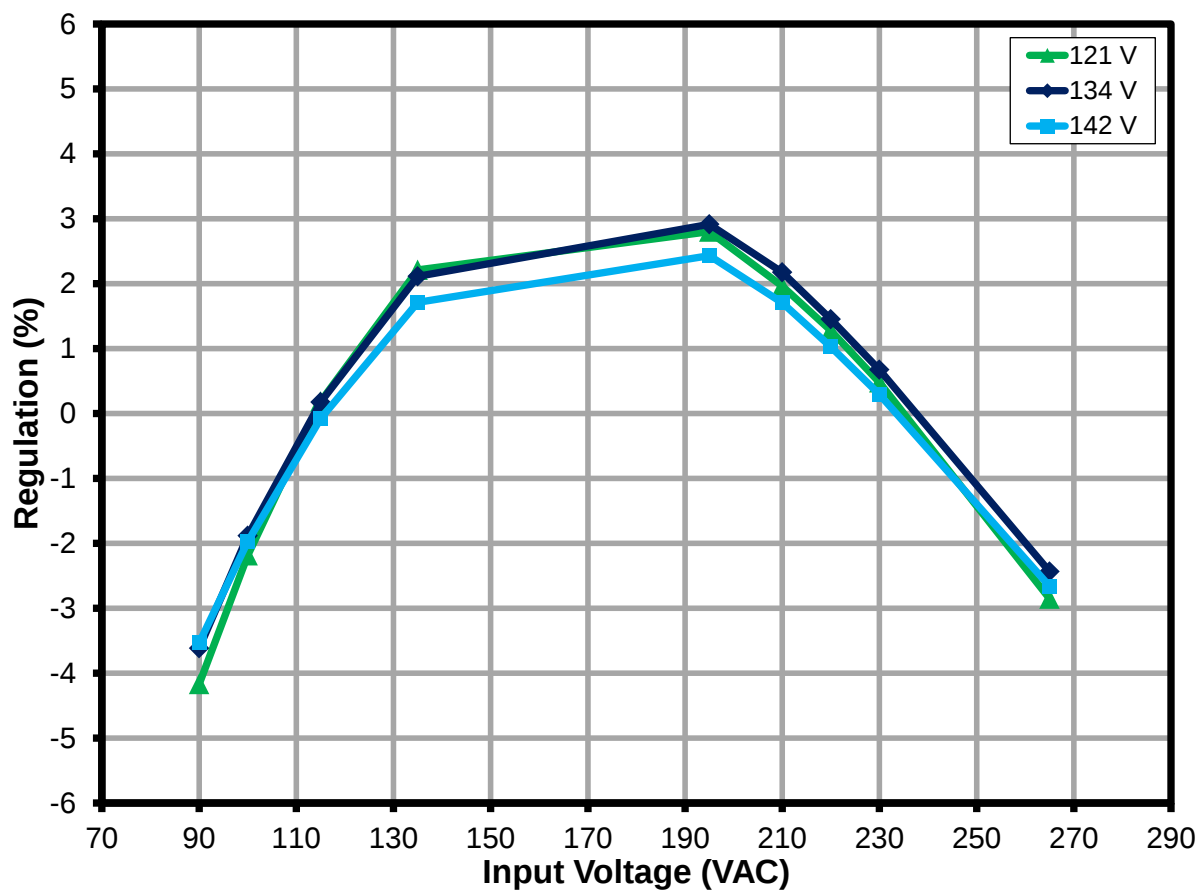


Figure 13 – Percent Line/Load Regulation.

10.3 力率

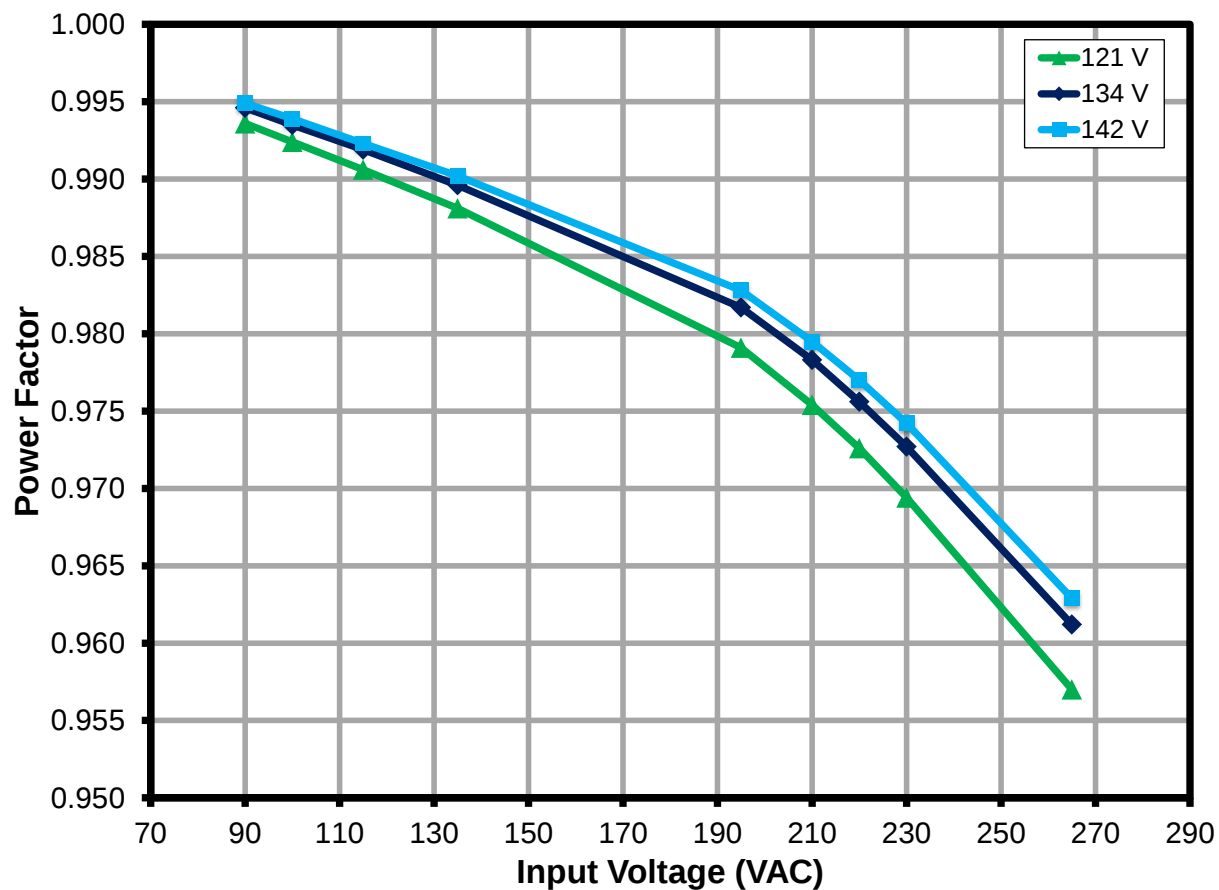
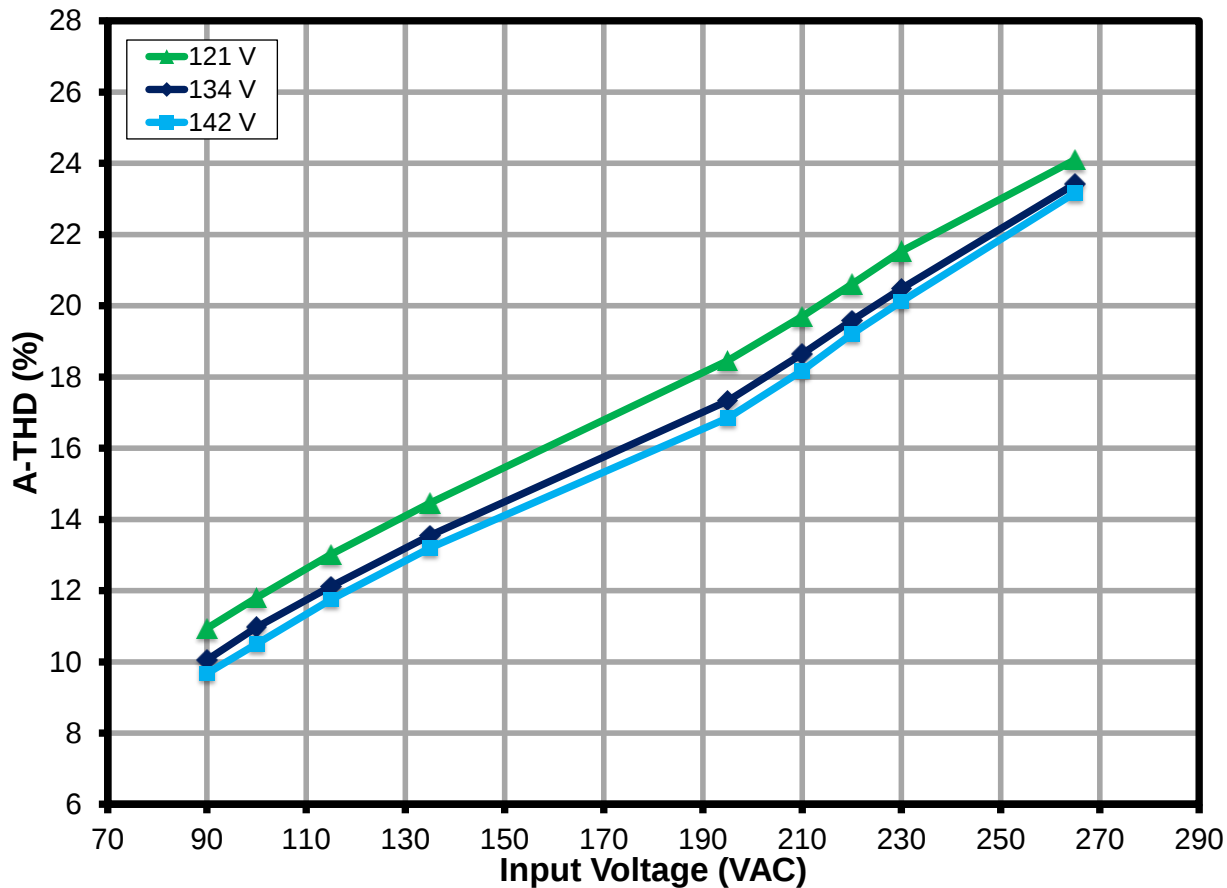


Figure 14 – Power Factor vs. Line and Load.



10.4 A-THD**Figure 15 – A-THD vs. Line and Load.**

10.5 高調波成分

The design met the IEC61000-3-2 Limits for Class C equipment (section 7.3-a) for an Active input power of > 25 W, which states that the harmonic currents shall not exceed the related limits given in Table 2 - Limits for Class C equipment.

10.5.1 115 V、60 Hz 入力での 134 V LED 負荷

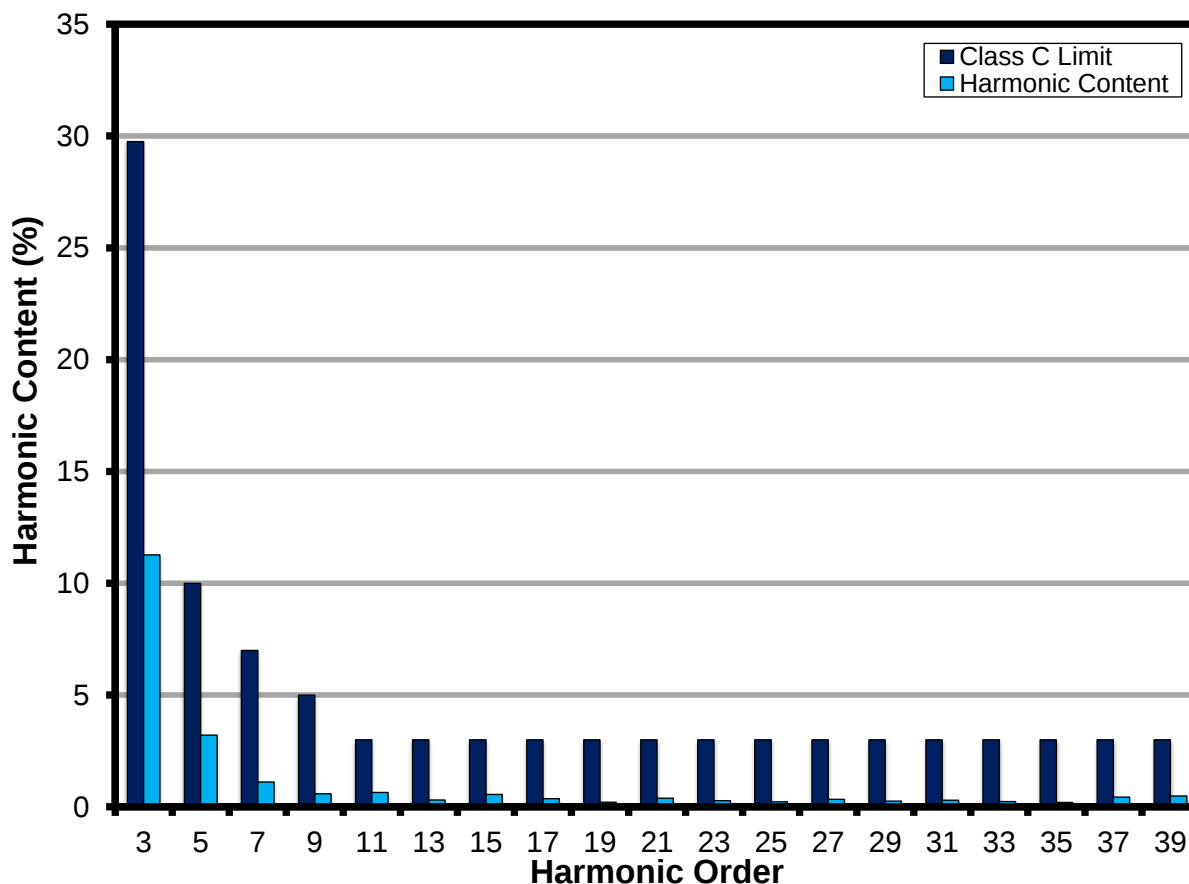


Figure 16 – 134 V LED Load Input Current Harmonics at 115 VAC, 60 Hz.

10.5.3 230 V、50 Hz 入力での 134 V LED 負荷

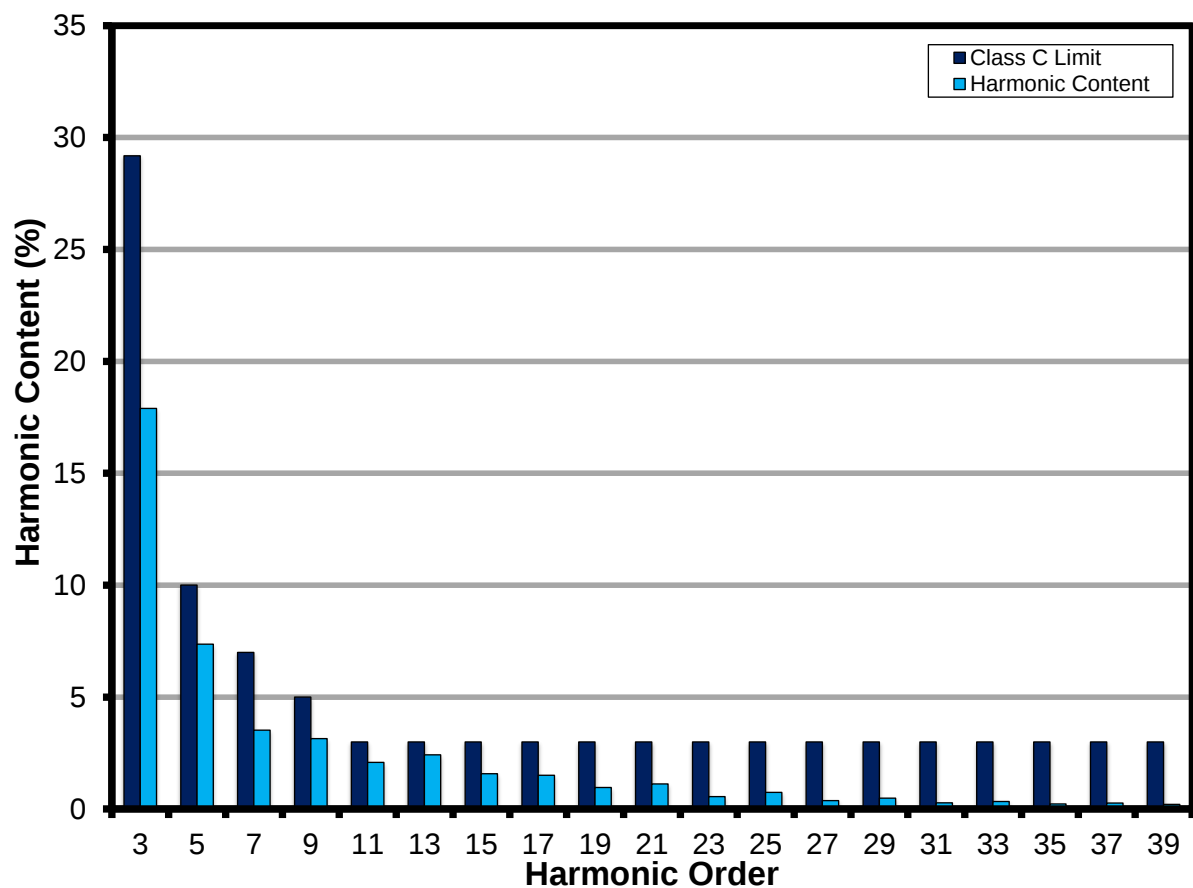


Figure 17 – 134 V LED Load Input Current Harmonics at 230 VAC, 50 Hz.



10.6 試験データ

All measurements were taken with the board in open frame configuration, and 25 °C ambient.

10.6.1 試験データ、121 V LED 負荷

Input		Input Measurement					Load Measurement			Calculation			
V _{RMS} (VAC)	Freq (Hz)	V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	PF	%ATHD	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	Efficiency (%)	Loss (W)	% Reg
90	60	89.91	264.01	23.584	0.994	10.94	121.0700	174.130	21.123	21.08	89.56	2.46	4.17
100	60	99.95	241.02	23.907	0.992	11.8	121.1200	177.730	21.570	21.53	90.22	2.34	2.18
115	60	114.97	213.43	24.308	0.991	13.02	121.2000	182.040	22.106	22.06	90.94	2.20	0.19
135	60	134.96	184.78	24.642	0.988	14.46	121.2600	185.720	22.564	22.52	91.57	2.08	2.21
195	50	195.00	128.85	24.601	0.979	18.46	121.2500	186.790	22.704	22.65	92.29	1.90	2.80
210	50	209.94	119.04	24.377	0.975	19.7	121.1900	185.270	22.507	22.45	92.33	1.87	1.96
220	50	219.98	113.11	24.200	0.973	20.61	121.1500	184.020	22.345	22.29	92.33	1.86	1.28
230	50	230.02	107.62	23.999	0.969	21.53	121.0900	182.570	22.157	22.11	92.32	1.84	0.48
265	50	265.04	91.53	23.215	0.957	24.1	120.9500	176.520	21.393	21.35	92.15	1.82	-2.85

10.6.2 試験データ、134 V LED 負荷

Input		Input Measurement					Load Measurement			Calculation			
V _{RMS} (VAC)	Freq (Hz)	V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	PF	%ATHD	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	Efficiency (%)	Loss (W)	% Reg
90	60	89.90	294.78	26.358	0.995	10.05	134.4100	175.130	23.580	23.54	89.46	2.78	-3.62
100	60	99.94	268.15	26.626	0.994	10.97	134.4200	178.280	24.006	23.96	90.16	2.62	-1.88
115	60	114.96	236.46	26.964	0.992	12.12	134.4500	182.020	24.515	24.47	90.92	2.45	0.18
135	60	134.96	204.35	27.292	0.990	13.55	134.4800	185.540	24.994	24.95	91.58	2.30	2.11
195	50	194.99	142.53	27.282	0.982	17.33	134.4400	187.000	25.194	25.14	92.35	2.09	2.92
210	50	209.93	131.71	27.051	0.978	18.65	134.3500	185.650	24.995	24.94	92.40	2.06	2.17
220	50	219.98	125.06	26.839	0.976	19.59	134.2700	184.340	24.802	24.75	92.41	2.04	1.45
230	50	230.02	118.96	26.616	0.973	20.48	134.1900	182.930	24.597	24.55	92.41	2.02	0.68
265	50	265.04	101.26	25.797	0.961	23.42	134.0200	177.280	23.801	23.76	92.26	2.00	-2.43

10.6.3 試験データ、142 V LED 負荷

Input		Input Measurement					Load Measurement			Calculation			
V _{RMS} (VAC)	Freq (Hz)	V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	PF	%ATHD	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	Efficiency (%)	Loss (W)	% Reg
90	60	89.90	312.51	27.951	0.995	9.67	142.1300	175.280	24.952	24.91	89.27	3.00	-3.53
100	60	99.94	283.66	28.177	0.994	10.5	142.1700	178.120	25.363	25.32	90.01	2.81	-1.97
115	60	114.97	249.48	28.462	0.992	11.75	142.1400	181.560	25.848	25.81	90.82	2.61	-0.08
135	60	134.96	215.32	28.774	0.990	13.2	142.2700	184.810	26.331	26.29	91.51	2.44	1.71
195	50	195.00	149.83	28.713	0.983	16.85	142.2000	186.120	26.517	26.47	92.35	2.20	2.43
210	50	209.94	138.39	28.459	0.980	18.18	142.0600	184.800	26.302	26.25	92.42	2.16	1.71
220	50	219.98	131.44	28.249	0.977	19.21	141.9900	183.570	26.113	26.07	92.44	2.14	1.03
230	50	230.02	125.08	28.028	0.974	20.12	141.9200	182.240	25.910	25.86	92.44	2.12	0.30
265	50	265.04	106.55	27.194	0.963	23.17	141.7500	176.870	25.110	25.07	92.34	2.08	-2.66



10.6.4 134 V LED 負荷、115 VAC、60 Hz 入力での高調波のデータ

V	Freq	I (mA)	P	PF	%THD
115	60.00	236.46	26.9640	0.9919	12.12
	nth Order	mA Content	% Content	Class C Limit	Remarks
	1	234.47			
	2	0.18	0.08%	2.00%	
	3	26.43	11.27%	29.76%	PASS
	5	7.53	3.21%	10.00%	PASS
	7	2.61	1.11%	7.00%	PASS
	9	1.38	0.59%	5.00%	PASS
	11	1.52	0.65%	3.00%	PASS
	13	0.73	0.31%	3.00%	PASS
	15	1.30	0.55%	3.00%	PASS
	17	0.87	0.37%	3.00%	PASS
	19	0.49	0.21%	3.00%	PASS
	21	0.92	0.39%	3.00%	PASS
	23	0.66	0.28%	3.00%	PASS
	25	0.54	0.23%	3.00%	PASS
	27	0.80	0.34%	3.00%	PASS
	29	0.60	0.26%	3.00%	PASS
	31	0.69	0.29%	3.00%	PASS
	33	0.56	0.24%	3.00%	PASS
	35	0.46	0.20%	3.00%	PASS
	37	1.02	0.44%	3.00%	PASS
	39	1.14	0.49%	3.00%	PASS



10.6.5 134 V LED 負荷、230 VAC、50 Hz 入力での高調波のデータ

V	Freq	I (mA)	P	PF	%THD
230	50.00	118.96	26.6160	0.9727	20.48
	nth Order	mA Content	% Content	Limit >25 W	Remarks
	1	116.30			
	2	0.12	0.10%	2.00%	
	3	20.81	17.89%	29.18%	PASS
	5	8.56	7.36%	10.00%	PASS
	7	4.10	3.53%	7.00%	PASS
	9	3.66	3.15%	5.00%	PASS
	11	2.42	2.08%	3.00%	PASS
	13	2.81	2.42%	3.00%	PASS
	15	1.83	1.57%	3.00%	PASS
	17	1.75	1.50%	3.00%	PASS
	19	1.12	0.96%	3.00%	PASS
	21	1.30	1.12%	3.00%	PASS
	23	0.64	0.55%	3.00%	PASS
	25	0.87	0.75%	3.00%	PASS
	27	0.44	0.38%	3.00%	PASS
	29	0.56	0.48%	3.00%	PASS
	31	0.32	0.28%	3.00%	PASS
	33	0.39	0.34%	3.00%	PASS
	35	0.26	0.22%	3.00%	PASS
	37	0.31	0.27%	3.00%	PASS
	39	0.24	0.21%	3.00%	PASS



11 波形

11.1 入力電流

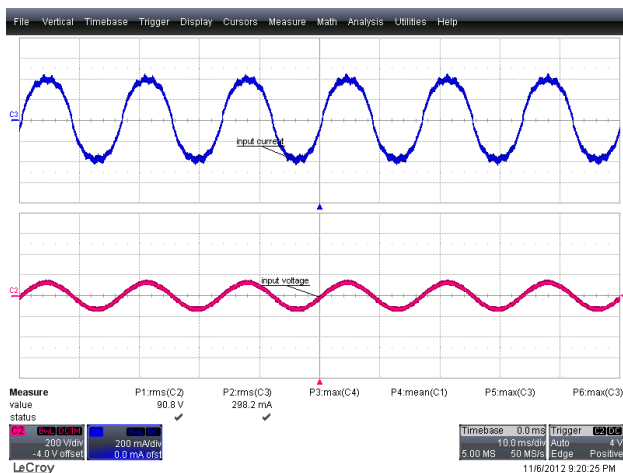


Figure 18 – 90 VAC 60 Hz, Full Load.
Upper: I_{IN} , 200 mA / div.
Lower: V_{IN} , 200 V, 10 ms / div.

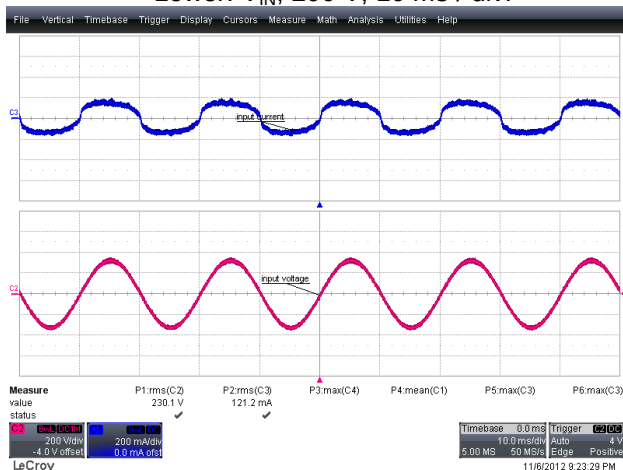


Figure 20 – 230 VAC 50 Hz, Full Load.
Upper: I_{IN} , 200 mA / div.
Lower: V_{IN} , 200 V, 10 ms / div.

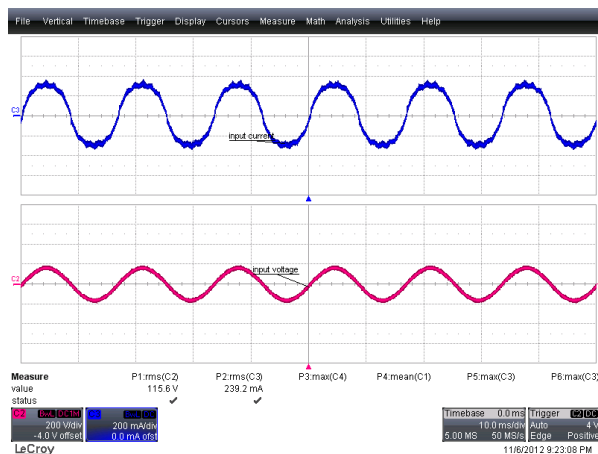


Figure 19 – 115 VAC 60 Hz, Full Load.
Upper: I_{IN} , 200 mA / div.
Lower: V_{IN} , 200 V, 10 ms / div.

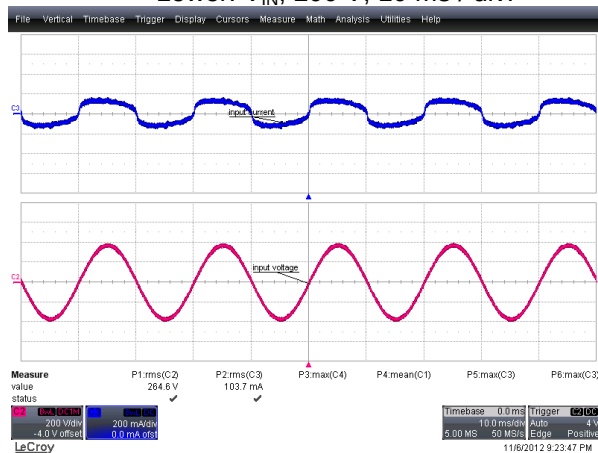


Figure 21 – 265 VAC 50 Hz, Full Load.
Upper: I_{IN} , 200 mA / div.
Lower: V_{IN} , 200 V, 10 ms / div.



11.2 通常動作時のドレイン電圧とドレイン電流

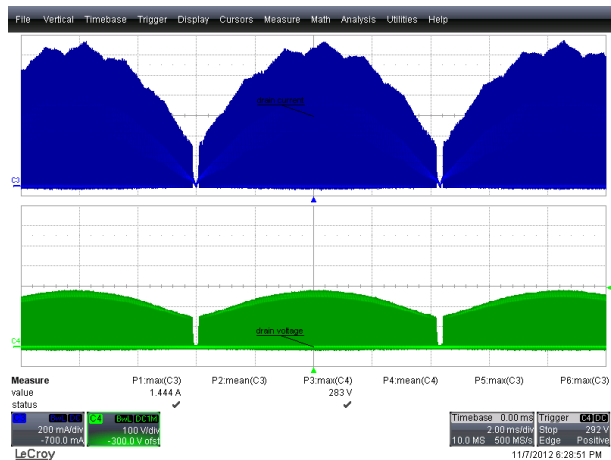


Figure 22 – 90 VAC 60 Hz, Full Load.
Upper: I_{DRAIN} , 200 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 2 ms / div.

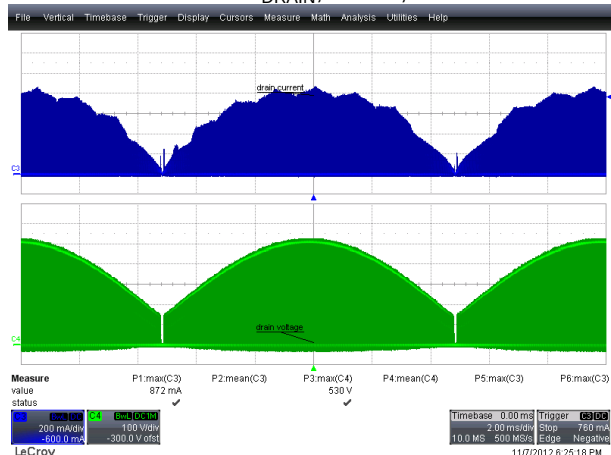


Figure 24 – 265 VAC 50 Hz, Full Load.
Upper: I_{DRAIN} , 200 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 2 ms / div.

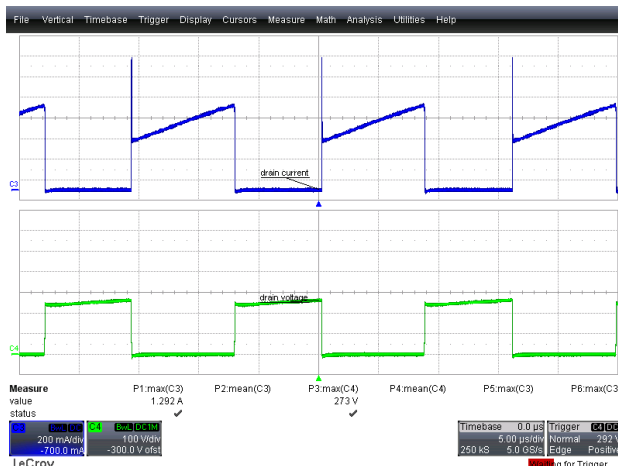


Figure 23 – 90 VAC 60 Hz, Full Load.
Upper: I_{DRAIN} , 200 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 μs / div.

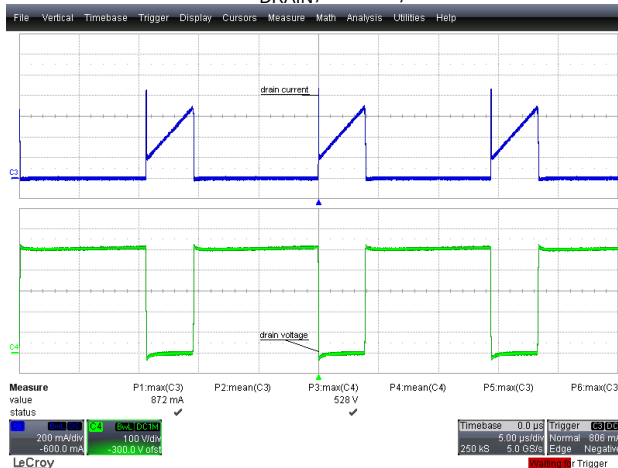


Figure 25 – 265 VAC 50 Hz, Full Load.
Upper: I_{DRAIN} , 200 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 μs / div.

11.3 ドレイン電圧及び電流起動の動作

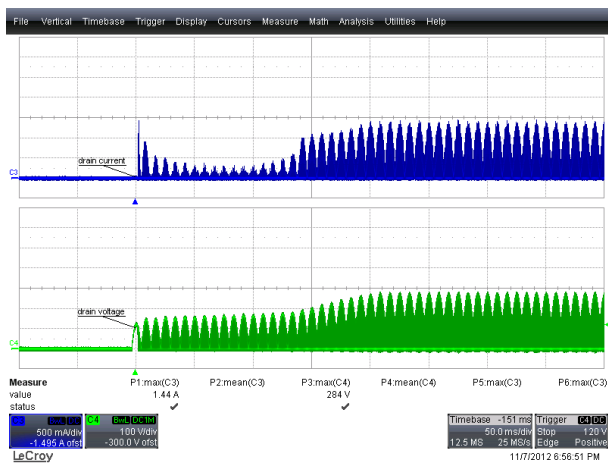


Figure 26 – 90 VAC 60 Hz, Full Load Start-up.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 50 ms / div.

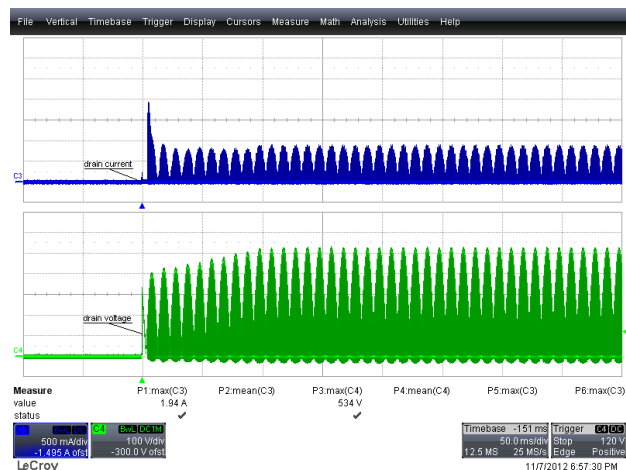


Figure 27 – 265 VAC 50 Hz, Full Load Start-up.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 50 ms / div.



11.4 出力電流及び出力電圧

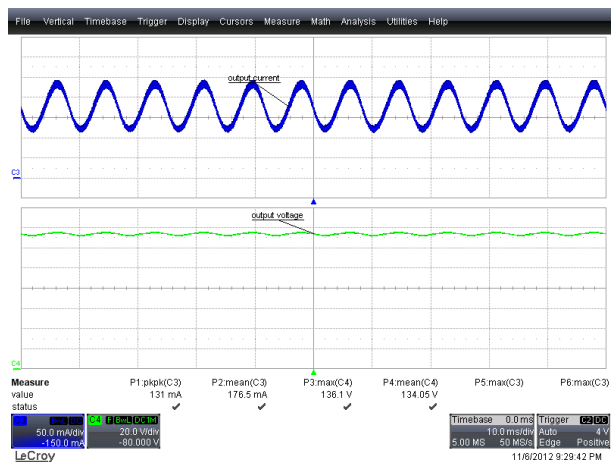


Figure 28 – 90 VAC 60 Hz, Full Load.

Upper: I_{OUT} , 50 mA / div.

Lower: V_{OUT} , 20 V, 10 ms / div.

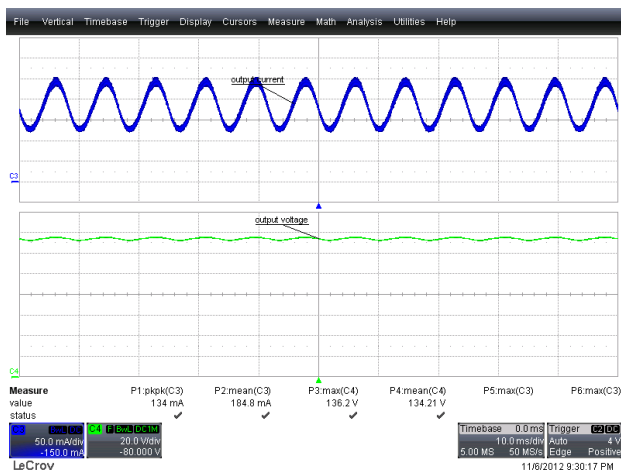


Figure 29 – 115 VAC 60 Hz, Full Load.

Upper: I_{OUT} , 50 mA / div.

Lower: V_{OUT} , 20 V, 10 ms / div.

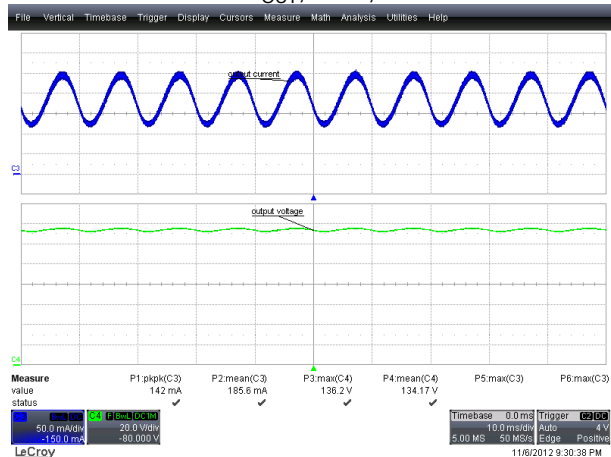


Figure 30 – 230 VAC 50 Hz, Full Load.

Upper: I_{OUT} , 50 mA / div.

Lower: V_{OUT} , 20 V, 10 ms / div.

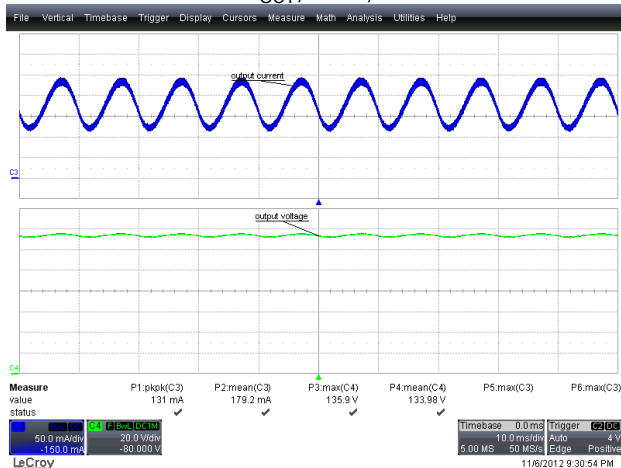


Figure 31 – 265 VAC 50 Hz, Full Load.

Upper: I_{OUT} , 50 mA / div.

Lower: V_{OUT} , 20 V, 10 ms / div.



11.5 起動と停止時の出力電流及び電圧

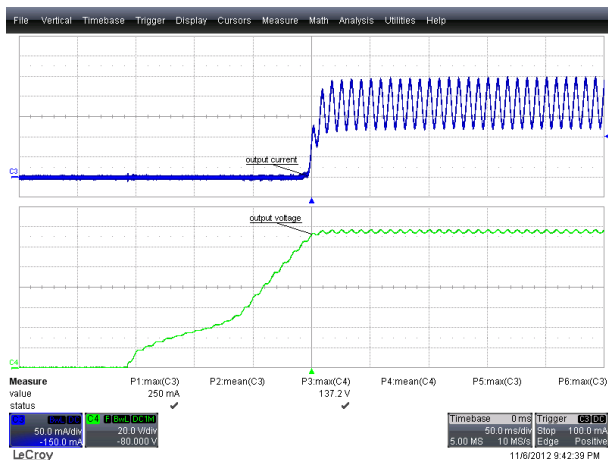


Figure 32 – 115 VAC 60 Hz, Output Rise.
Upper: I_{OUT} , 50 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 50 ms / div.

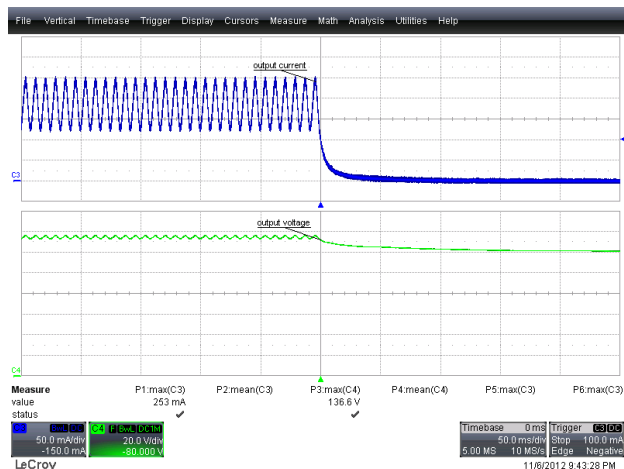


Figure 33 – 115 VAC 60 Hz, Output Fall.
Upper: I_{OUT} , 50 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 50 ms / div.

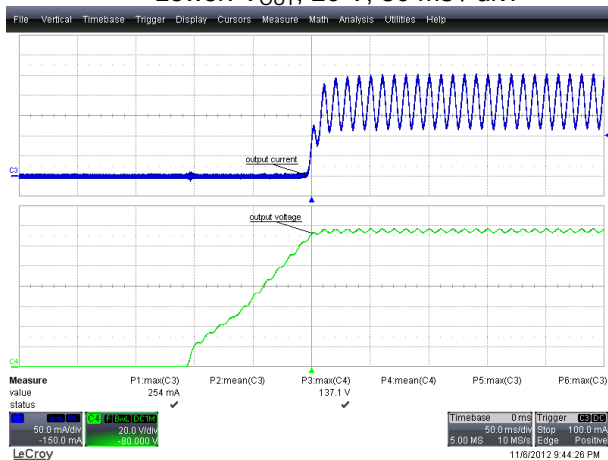


Figure 34 – 230 VAC 50 Hz, Output Rise.
Upper: I_{OUT} , 50 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 50 ms / div.

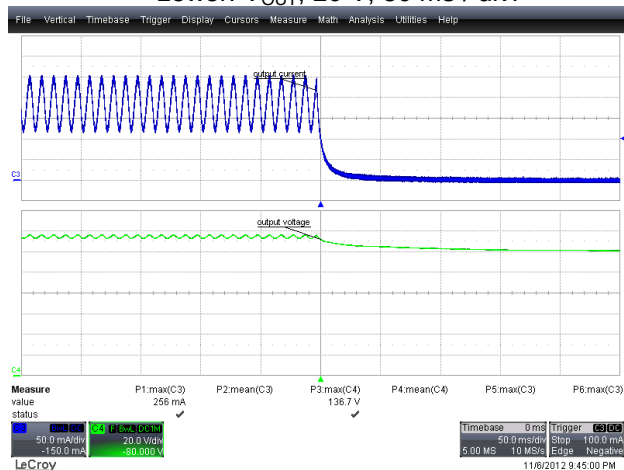


Figure 35 – 230 VAC 50 Hz, Output Fall.
Upper: I_{OUT} , 50 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 50 ms / div.



11.6 出力短絡

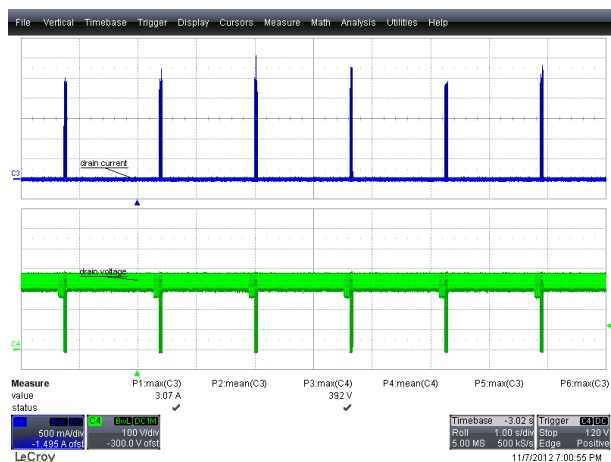


Figure 36 – 265 VAC 50 Hz, Output Short.
Upper: I_{DRAIN} , 0.5 A / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 1 s / div.

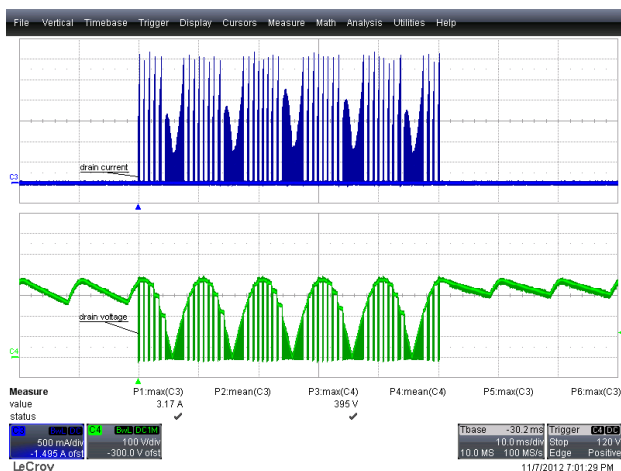


Figure 37 – 265 VAC 50 Hz, Output Short.
Upper: I_{DRAIN} , 0.5 A / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 10 ms / div.

11.7 オープン負荷



Figure 38 – 265 VAC 50 Hz, Open Load.
Upper: V_{DRAIN} , 100 V / div.
Lower: V_{OUT} , 50 V, 200 ms / div.



Figure 39 – 265 VAC 50 Hz, Open Load Start-up
Upper: V_{DRAIN} , 100 V / div.
Lower: V_{OUT} , 50 V, 200 ms / div.



12 温度測定

Thermal measurements were done with the EUT operated at room temperature, 134 V LED Load

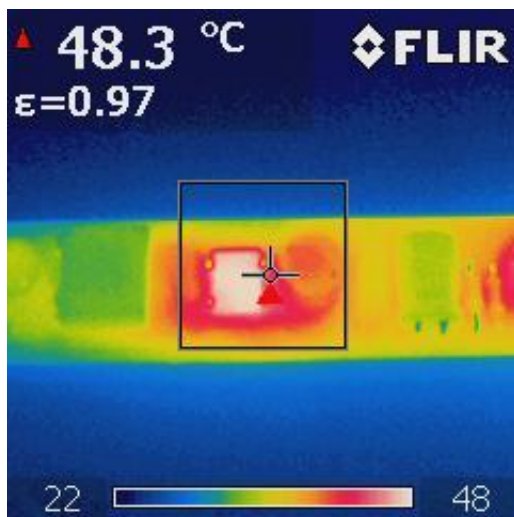


Figure 40 – Input Area, 110 VAC, 60 Hz

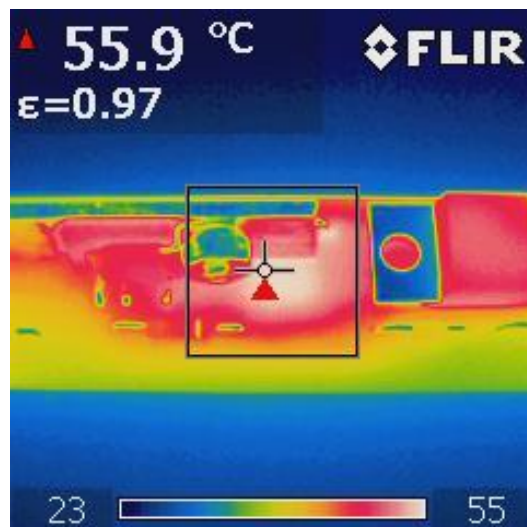


Figure 41 – LNK419EG Area, 110 VAC, 60 Hz

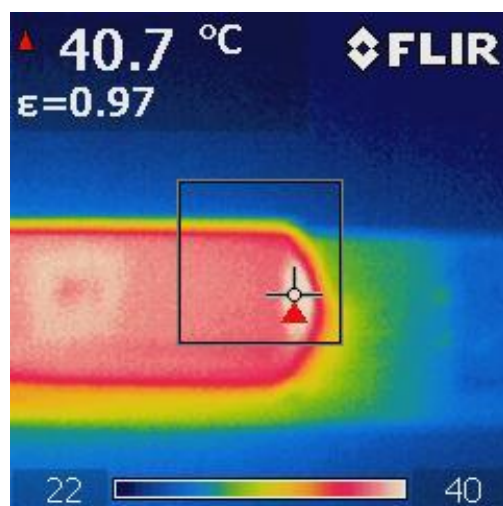
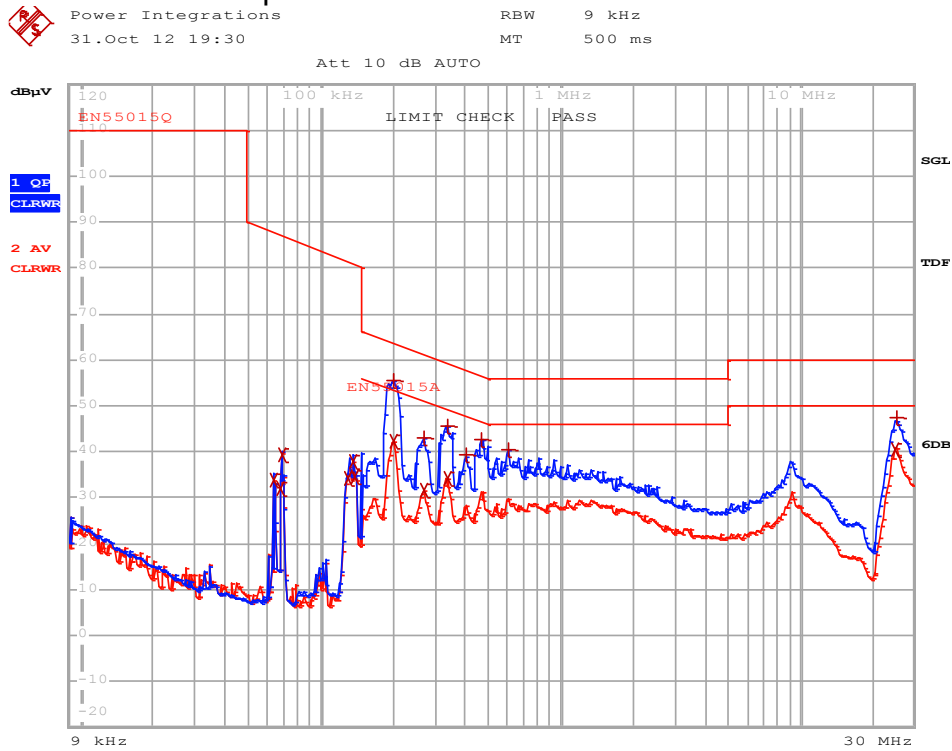


Figure 42 – Output Area, 110 VAC, 60 Hz

13 伝導 EMI ノイズ

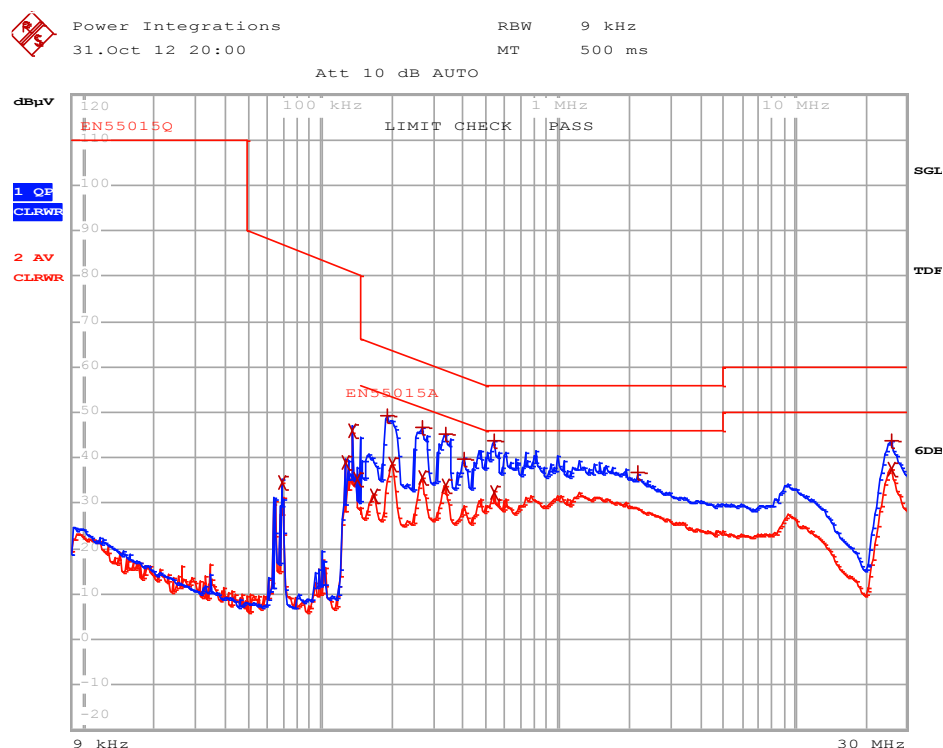
The unit was tested using ~ 134 V LED strings as load with an input voltage of 230 VAC, 60 Hz at room temperature.



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)				
Trace1:	EN55015Q			
Trace2:	EN55015A			
Trace3:	---			
TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBμV	DELTA LIMIT dB	
2 Average	63.9076936414 kHz	34.01	L1 gnd	
2 Average	67.1676282959 kHz	31.88	N gnd	
2 Average	68.5176976246 kHz	39.49	L1 gnd	
2 Average	129.530094744 kHz	34.19	N gnd	
2 Average	136.137431366 kHz	37.75	L1 gnd	
2 Average	138.873793737 kHz	34.40	L1 gnd	
1 Quasi Peak	200.175581485 kHz	55.37	L1 gnd	-8.23
2 Average	200.175581485 kHz	42.37	L1 gnd	-11.22
1 Quasi Peak	267.135089486 kHz	43.02	L1 gnd	-18.18
2 Average	267.135089486 kHz	31.62	L1 gnd	-19.58
1 Quasi Peak	335.832355405 kHz	45.66	L1 gnd	-13.64
2 Average	335.832355405 kHz	34.29	L1 gnd	-15.01
1 Quasi Peak	401.705024172 kHz	39.28	L1 gnd	-18.52
1 Quasi Peak	466.367062279 kHz	42.56	N gnd	-14.01
1 Quasi Peak	604.06488251 kHz	40.46	N gnd	-15.53
2 Average	24.9618853035 MHz	40.45	L1 gnd	-9.54
1 Quasi Peak	25.2115041566 MHz	47.61	L1 gnd	-12.38

Figure 43 – Conducted EMI, 134 V LED Load, 115 VAC, 60 Hz, EN55015B Limits.





EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)

Trace1: EN55015Q

Trace2: EN55015A

Trace3: ---

	TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBµV		DELTA LIMIT dB
2	Average	68.5176976246 kHz	34.65	L1 gnd	
2	Average	126.977840157 kHz	38.88	L1 gnd	
2	Average	136.137431366 kHz	45.83	L1 gnd	
2	Average	141.665156991 kHz	35.36	N gnd	
2	Average	167.350252 kHz	31.78	N gnd	-23.30
1	Quasi Peak	190.46019728 kHz	49.13	L1 gnd	-14.88
2	Average	200.175581485 kHz	38.67	L1 gnd	-14.92
1	Quasi Peak	267.135089486 kHz	46.62	L1 gnd	-14.58
2	Average	267.135089486 kHz	35.71	L1 gnd	-15.49
1	Quasi Peak	335.832355405 kHz	45.10	L1 gnd	-14.19
2	Average	335.832355405 kHz	33.96	L1 gnd	-15.33
1	Quasi Peak	401.705024172 kHz	39.85	N gnd	-17.96
1	Quasi Peak	536.076911993 kHz	43.86	L1 gnd	-12.13
2	Average	536.076911993 kHz	32.50	L1 gnd	-13.49
1	Quasi Peak	2.18042326152 MHz	36.71	L1 gnd	-19.28
1	Quasi Peak	25.4636191981 MHz	43.61	L1 gnd	-16.38
2	Average	25.4636191981 MHz	37.36	L1 gnd	-12.63

Figure 44 – Conducted EMI, 134 V LED Load, 230 VAC, 60 Hz, EN55015B Limits.



14 入力サージ試験

The unit was subjected to ± 2500 V, 100 kHz ring wave and ± 500 V differential surge at 230 VAC using 10 strikes at each condition. A test failure was defined as a non-recoverable interruption of output requiring supply repair or recycling of input voltage.

Level (V)	Input Voltage (VAC)	Injection Location	Injection Phase (°)	Type	Test Result (Pass/Fail)
+2500	230	L1, L2	0	100 kHz Ring Wave (500 A)	Pass
-2500	230	L1, L2	90	100 kHz Ring Wave (500 A)	Pass
+2500	230	L1, L2	0	100 kHz Ring Wave (500 A)	Pass
-2500	230	L1, L2	90	100 kHz Ring Wave (500 A)	Pass

Level (V)	Input Voltage (VAC)	Injection Location	Injection Phase (°)	Type	Test Result (Pass/Fail)
+500	230	L1, L2	0	Surge (2Ω)	Pass
-500	230	L1, L2	90	Surge (2Ω)	Pass
+500	230	L1, L2	0	Surge (2Ω)	Pass
-500	230	L1, L2	90	Surge (2Ω)	Pass

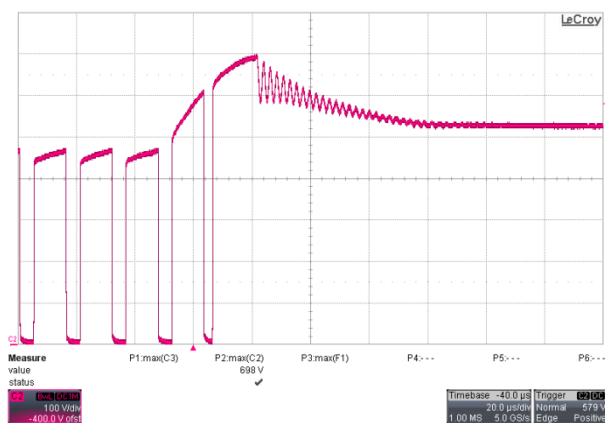


Figure 45 – (+) 500 V Differential Surge, 90°
 V_{DRAIN} , 100 V, 20 μ s / div.

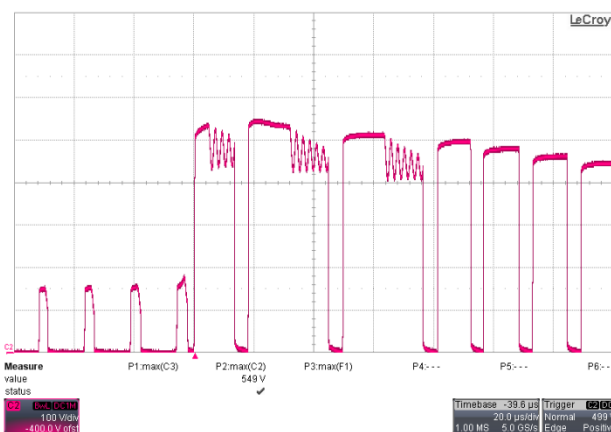


Figure 46 – (+) 500 V Differential Surge, 0°
 V_{DRAIN} , 100 V, 20 μ s / div.

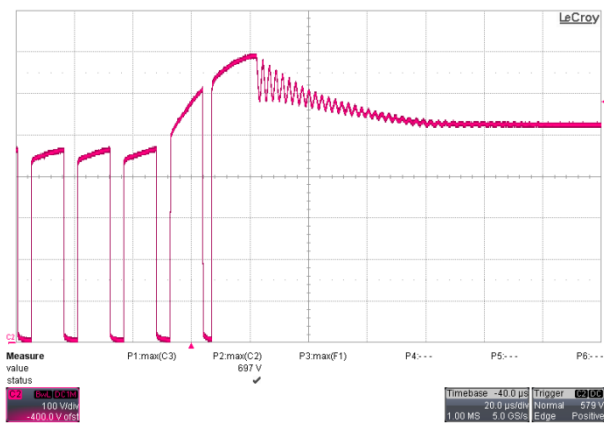


Figure 47 – (-) 500 V Differential Surge, 90°
 V_{DRAIN} , 100 V, 20 μ s / div.

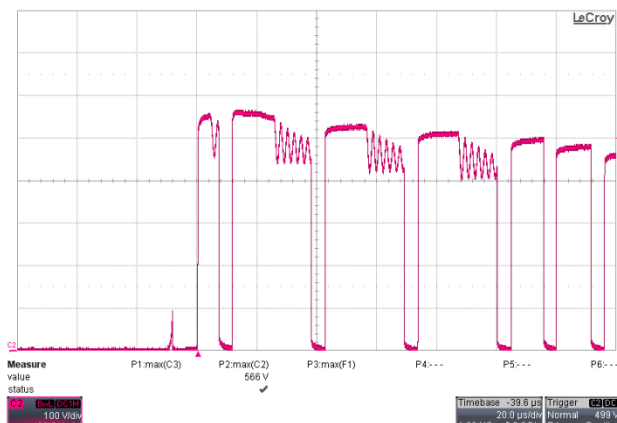


Figure 48 – (-) 500 V Differential Surge, 0°
 V_{DRAIN} , 100 V, 20 μ s / div.

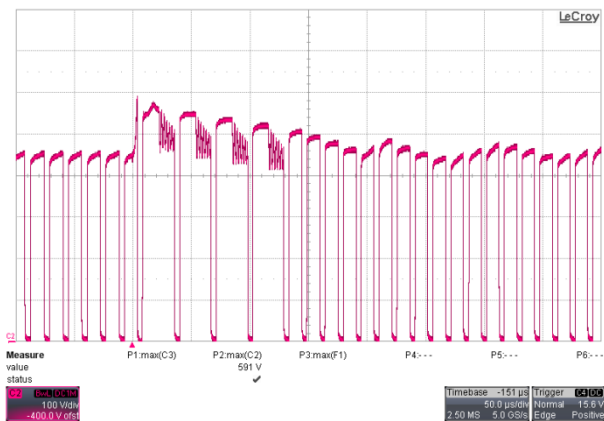


Figure 49 – (+) 2.5 kV Ring Wave, 90°
 V_{DRAIN} , 100 V, 50 μ s / div.

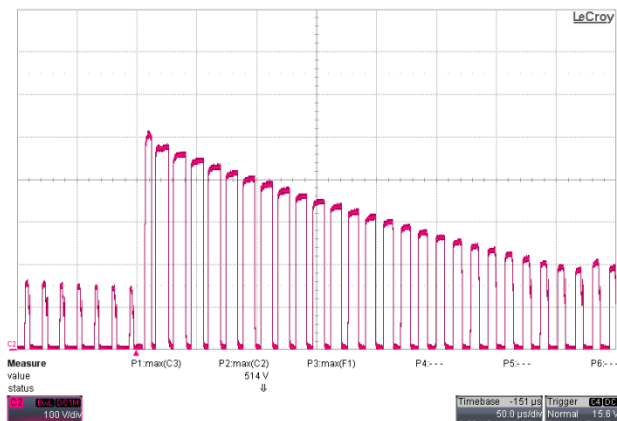


Figure 50 – (+) 2.5 kV Ring Wave, 0°
 V_{DRAIN} , 100 V, 50 μ s / div.

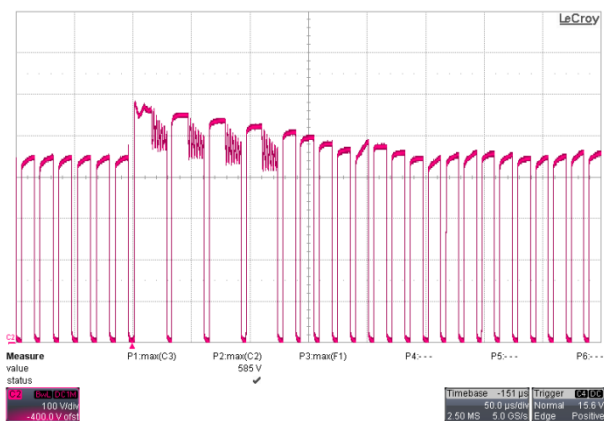


Figure 51 – (-) 2.5 kV Ring Wave, 90°
 V_{DRAIN} , 100 V, 50 μ s / div.

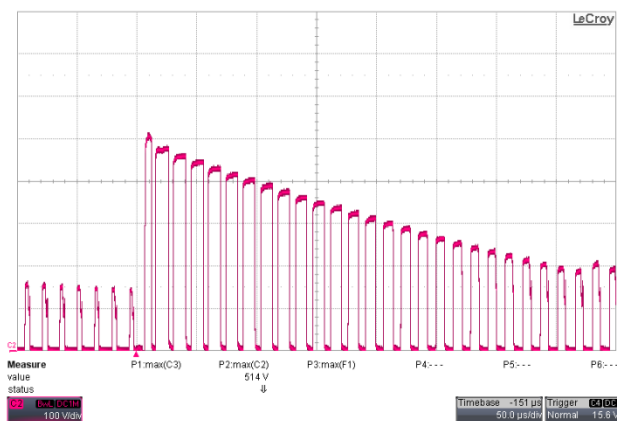


Figure 52 – (-) 2.5 kV Ring Wave, 0°
 V_{DRAIN} , 100 V, 50 μ s / div.

15 改訂履歴

Date	Author	Revision	Description and Changes	Reviewed
6-Dec-12	DS	1.0	Initial Release	Apps and 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、Clamless、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

