

設計例レポート

タイトル	<i>LinkSwitch™-II LNK604DG を使用した低コストの 3 W 出力絶縁型 LED ドライバ</i>
仕様	90 VAC ~ 265 VAC 入力、 9 V _{TYP} 、330 mA 出力
用途	GU10 LED ランプ
作成者	アプリケーション技術部門
ドキュメント番号	DER-351
日付	2012 年 11 月 14 日
改訂	2.1

概要と機能

- 高精度な (一次側制御の) 定電流 (CC)
 - 高精度の CC、ライン/負荷上での変動 5% 以内
- 部品点数の少ないソリューション (17 点の電気部品)
- 自動復帰タイプの過熱保護
- オートリスタート機能付き出力短絡およびオープンループ保護
 - 265 VAC の無負荷時消費電力 200 mW 未満
 - EN55015 および CISPR-22 クラス B EMI 基準に容易に適合

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

Table of Contents

1	はじめに	3
2	電源仕様	5
3	回路図	6
3.1	回路図 - クランプ回路なし	6
3.2	回路図 - クランプ回路あり	6
4	回路の説明	7
5	PCB レイアウト	8
6	部品表	9
6.1	一次クランプ回路なしの設計の部品表 (図 3A)	9
6.2	クランプ設計の部品表 (図 3B)	9
7	PIXIs の設計計算シート	10
9	性能データ	15
9.1	効率	15
9.2	入力及び負荷のレギュレーション	16
9.3	試験データ	17
9.3.1	試験データ、7 V 出力	17
9.3.2	試験データ、9 V 出力	17
9.3.3	試験データ、11 V 出力	17
10	熱特性	18
10.1	$V_{IN} = 115 \text{ VAC}$	18
10.2	$V_{IN} = 230 \text{ VAC}$	18
11	波形	19
11.1	通常動作時の入力電圧と入力電流	19
11.2	通常動作時の出力電圧と出力電流	20
11.3	起動、停止時の出力電流と出力電圧	21
11.4	起動時の入力電圧と出力電流の波形	22
11.5	通常動作時のドレイン波形	23
11.6	通常動作時の出力ダイオードの波形	24
11.7	起動時のドレイン電圧とドレイン電流	25
11.8	出力短絡中のドレイン電流とドレイン電圧	26
11.9	無負荷時の出力電圧	27
12	伝導 EMI	28
13	入力サージ	30
13.1	500 V サージ (クランプ回路なし)	30
13.2	1 kV サージ (クランプ回路あり)	30
14	改訂履歴	32

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 入力を供給する必要があります。



1 はじめに

この技術レポートでは、ユニバーサル入力 9 V、330 mA LED ドライバの設計について説明します。電源は、Power Integrations LinkSwitch-II 製品ファミリーから LNK 604DG デバイスによって制御されます。

このドキュメントには、電源およびトランスの仕様、回路図、部品表、および電源に関連する標準パフォーマンス特性が記載されています。

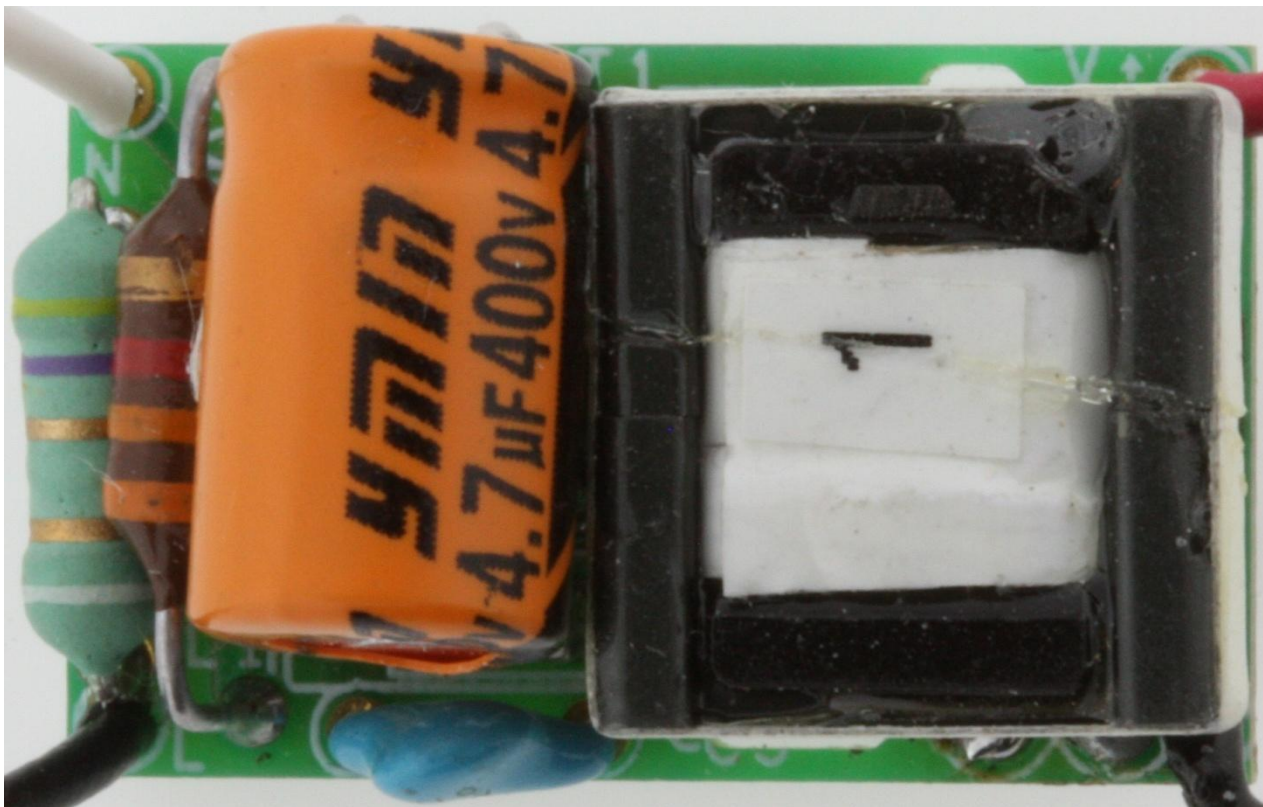


Figure 1 – Populated Circuit Board, Top (1.02" [26 mm] x .63" [16 mm]).

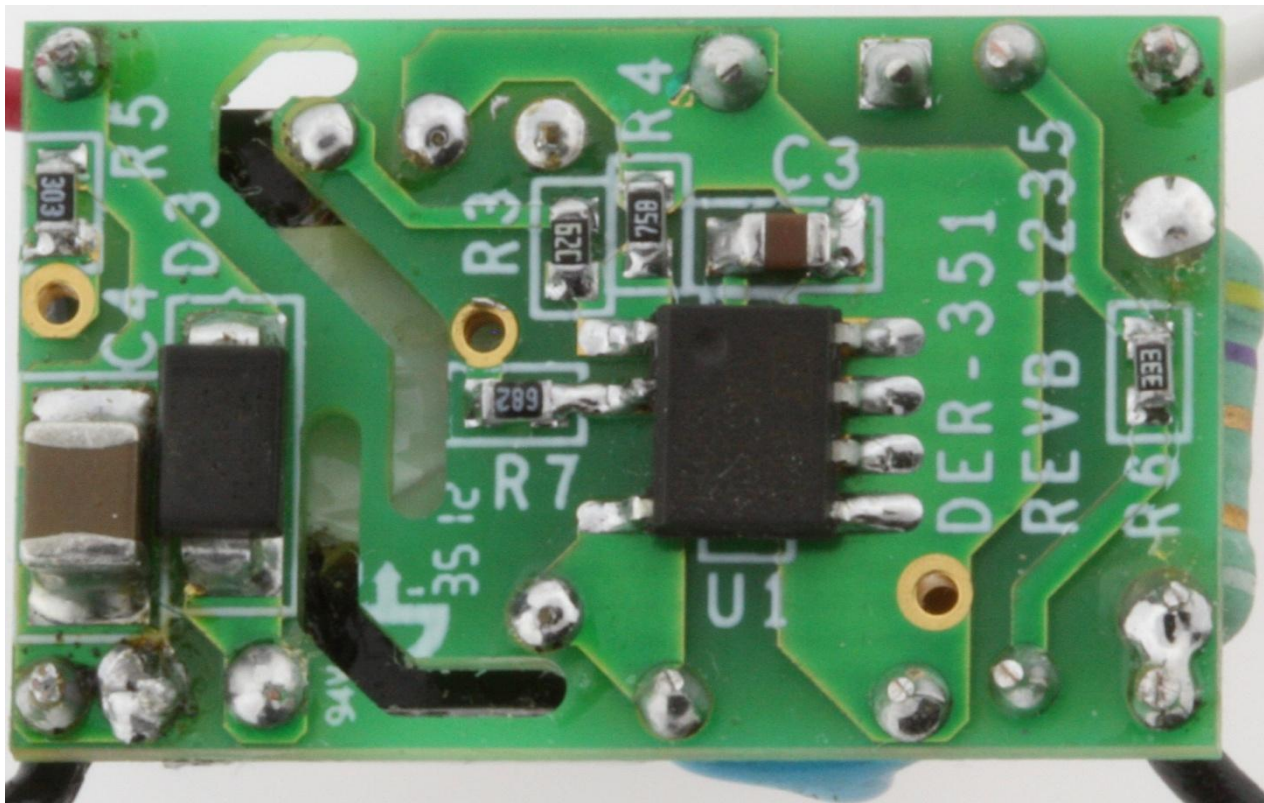


Figure 2 – Populated Circuit Board, Bottom.



2 電源仕様

次の表は、設計上の特性の概要です。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 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}	7	9 330 3	11	V mA W	
効率 最大負荷	η	75			%	115 / 230 VAC 入力で測定。
環境 伝導 EMI ディファレンシャル サージ (1.2/50 μ S)		CISPR 15B/EN55015B 500 V/1 kV				
周囲温度	T_{AMB}		40		$^{\circ}\text{C}$	



3 回路図

3.1 回路図 - クランプ回路なし

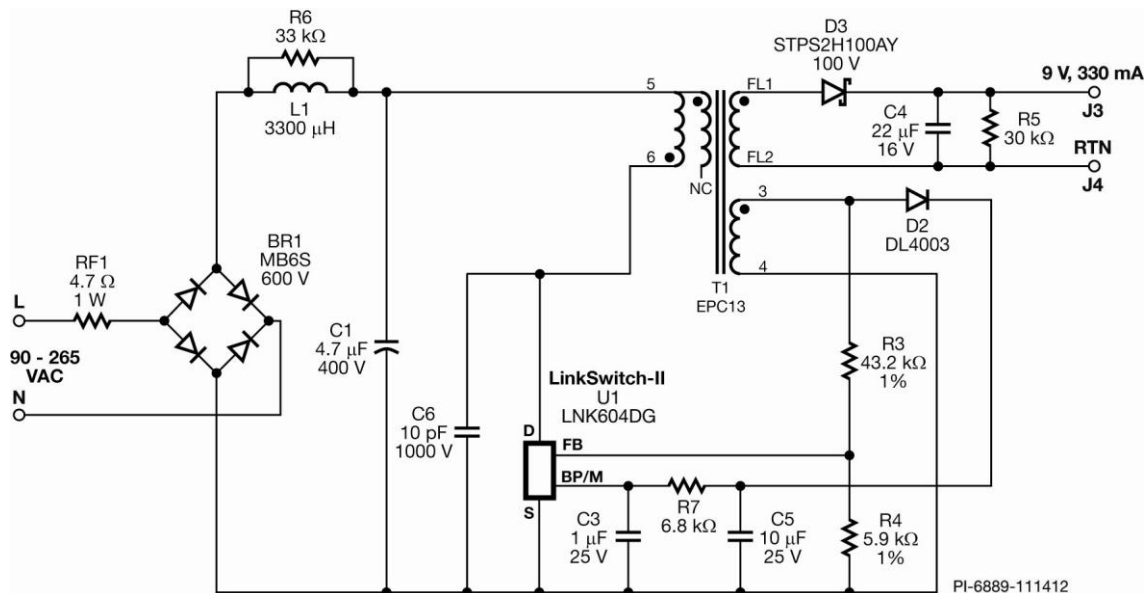


Figure 3A – Schematic (No Clamp Circuit).

3.2 回路図 - クランプ回路あり

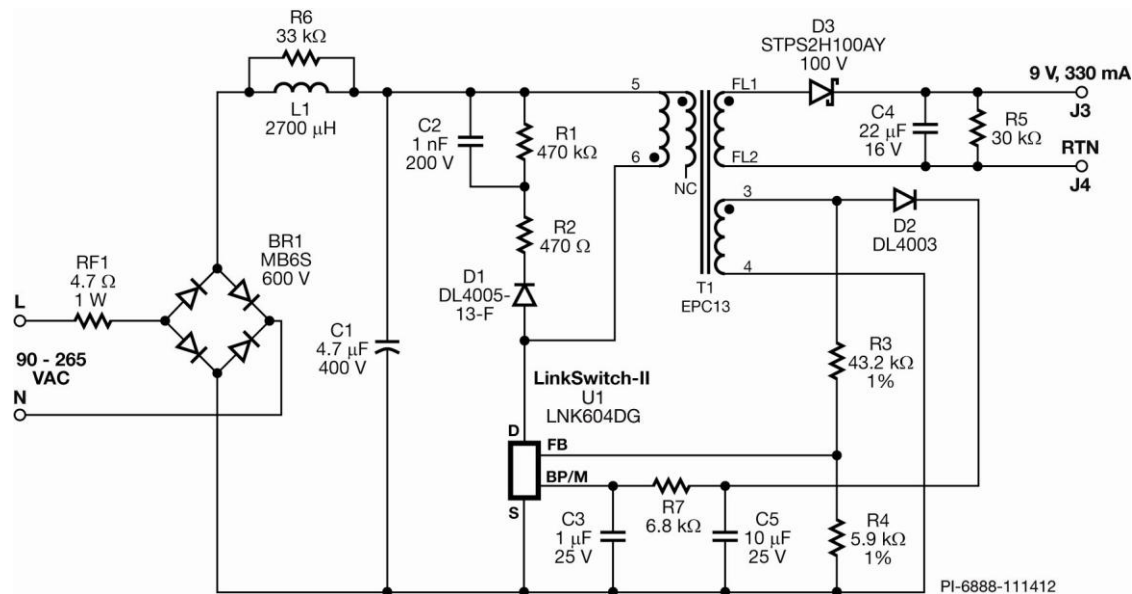


Figure 3B – Schematic (With Optional Clamp Circuit, for 1 kV Surge).



4 回路の説明

4.1 入力フィルタ

ブリッジ BR1 は、AC 入力電圧を整流します。整流された DC はバルク コンデンサ C1 によってフィルタされます。コンデンサ C1 と インダクタ L1 により、ディファレンシャル モード EMI ノイズを抑えられます。トランスの E-shieldTM 技術がこの構成に用いられ、設計を EN55015 クラス B EMI 基準に適合させることが可能です。抵抗 R6 で過剰なリングングを減衰させ、EMI 放射を抑えます。難燃性のヒューズ抵抗 RF1 はヒューズとして機能するだけでなく、最初の AC 印加時に突入電流を制限します。

4.2 一次電源回路

整流及びフィルタを通過した入力電圧は、T1 の一次巻線の一方に接続されます。トランスの一次巻線のもう一方は、U1 によって駆動されます。小型のドレイン - ソース間コンデンサ C6 により、トランスの漏れインダクタンスによって引き起こされるドレインの電圧スパイクを制限します。外部バイアス回路 D2、R7、C5 により、効率が上昇します。EMI を改善するため、D2 には低速のリカバリ ダイオードが選択されています。コンデンサ C3 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。

図 3B 中のクランプ回路 C2、R1、R2、D1 は、1 kV の高速ディファレンシャル サージの印加時に最大ドレイン電圧を 700 V 未満に抑えます。

4.3 出力整流とレギュレーション

トランスの二次側出力は、ショットキー バリア ダイオード D3 (高効率のため選択) によって整流され、C4 によってフィルタされます。LNK604DG は、CV レギュレーションの ON/OFF 制御と定電流 (CC) レギュレーションの周波数制御により、出力を安定化させます。フィードバック抵抗 R3 と R4 は、1% の許容誤差で出力電流の中心を高精度に設定します。出力電圧は最大 LED 電圧よりも高く設定され、負荷オープン時に過電圧を制限します。

•



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

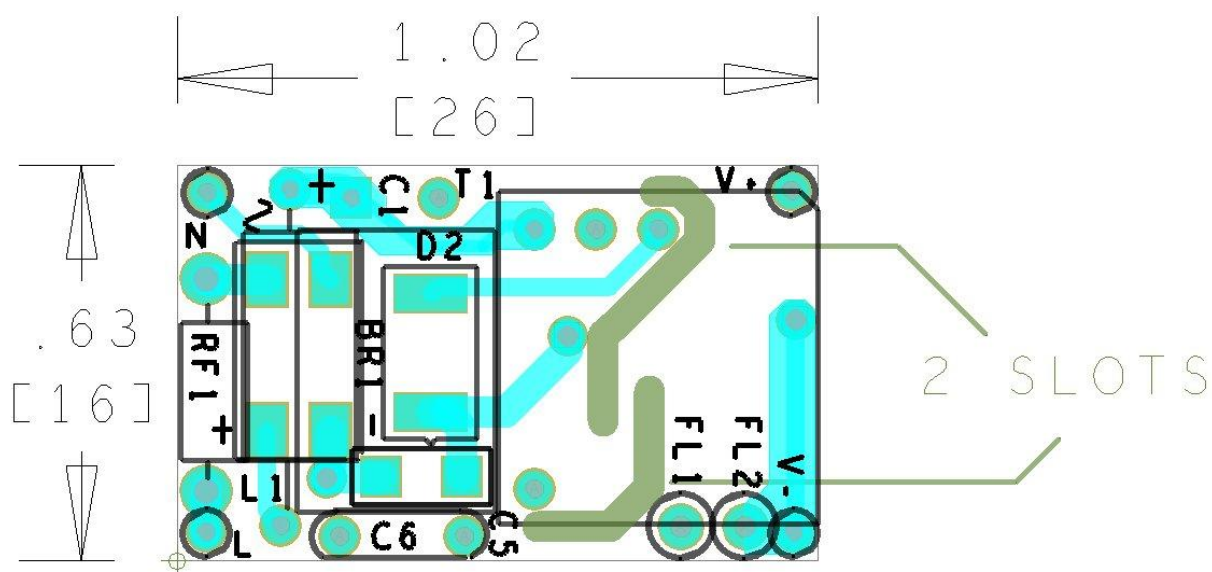


Figure 4 – Top Side.

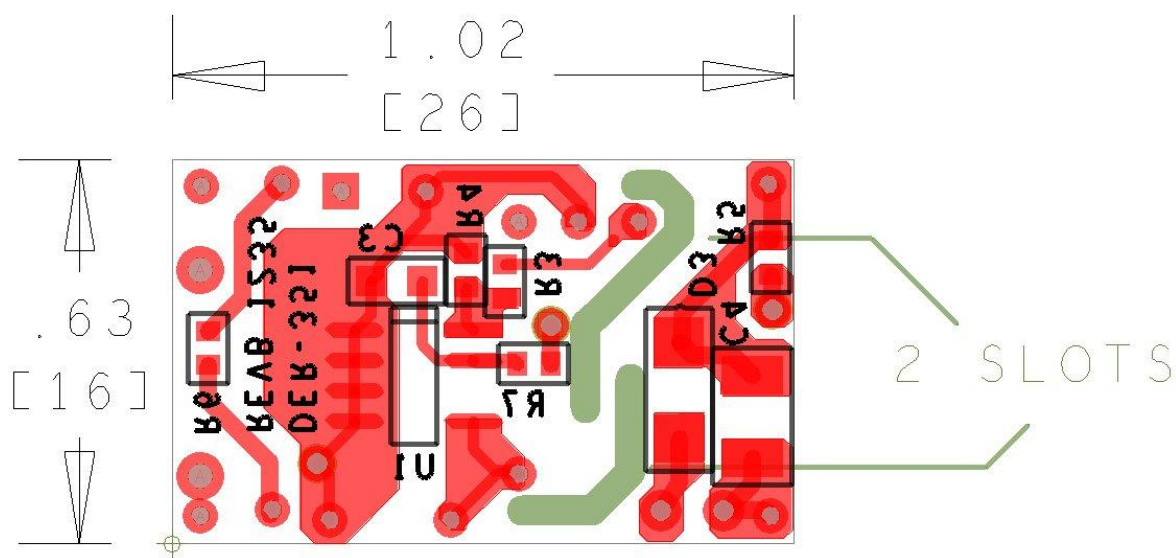


Figure 5 – Bottom Side.



6 部品表

6.1 一次クランプ回路なしの設計の部品表 (図 3A)

Item	Qty	Ref Des	Description	Mfg Part Number	Mfg
1	1	BR1	600 V, 0.5 A, Bridge Rectifier, SMD, MBS-1, 4-SOIC	MB6S-TP	Micro Commercial
2	1	C1	4.7 μ F, 400 V, Electrolytic, (8 x 11.5)	TAQ2G4R7MK0811MLL3	Taicon
3	1	C3	1 μ F, 25 V, Ceramic, X5R, 0805	C2012X5R1E105K	TDK
4	1	C4	22 μ F, 16 V, Ceramic, X5R, 1210	GRM32ER61C226ME20L	Murata
5	1	C5	10 μ F, 25 V, Ceramic, X5R, 1206	C3216X7R1E106K	TDK
6	1	C6	10 pF, 1 kV, Ceramic, SL, 0.2" L.S.	DEA1X3A100JC1B	Murata
7	1	D2	200 V, 1 A, Rectifier, Glass Passivated, DO-213AA (MELF)	DL4003-13-F	Diodes, Inc.
8	1	D3	100 V, 2 A, Schottky, SMA	STPS2H100AY	ST Micro
9	1	L1	3300 μ H, 62 mA, 59.5 Ω , Axial Ferrite Inductor	B78108S1335J	Epcos
10	1	R3	43.2 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF4322V	Panasonic
11	1	R4	5.9 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF5901V	Panasonic
12	1	R5	30 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ303V	Panasonic
13	1	R6	33 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ333V	Panasonic
14	1	R7	6.8 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ682V	Panasonic
15	1	RF1	4.7 Ω , 1 W, Fusible/Flame Proof Wire Wound	FKN1WSJR-52-4R7	Yago
16	1	T1	Bobbin, EPC13, Horizontal, 10 pins	BEPC-13-1110CPH	TDK
17	1	U1	LinkSwitch-II, CV/CC, SO-8C	LNK604DG	Power Integrations

6.2 クランプ設計の部品表 (図 3B)

Item	Qty	Ref Des	Description	Mfg Part Number	Mfg
1	1	BR1	600 V, 0.5 A, Bridge Rectifier, SMD, MBS-1, 4-SOIC	MB6S-TP	Micro Commercial
2	1	C1	4.7 μ F, 400 V, Electrolytic, (8 x 11.5)	TAQ2G4R7MK0811MLL3	Taicon
3	1	C2	1 nF, 200 V, Ceramic, X7R, 0805	08052C102KAT2A	AVX
4	1	C3	1 μ F, 25 V, Ceramic, X5R, 0805	C2012X5R1E105K	TDK
5	1	C4	22 μ F, 16 V, Ceramic, X5R, 1210	GRM32ER61C226ME20L	Murata
6	1	C5	10 μ F, 25 V, Ceramic, X5R, 1206	C3216X7R1E106K	TDK
7	1	D1	600 V, 1 A, Rectifier, Glass Passivated, DO-213AA (MELF)	DL4005-13-F	Diodes, Inc.
8	1	D2	200 V, 1 A, Rectifier, Glass Passivated, DO-213AA (MELF)	DL4003-13-F	Diodes, Inc.
9	1	D3	100 V, 2 A, Schottky, SMA	STPS2H100AY	ST Micro
10	1	L1	2700 μ H, 75 mA, 40 Ohm, Axial Ferrite Inductor	B78148S1275J	Epcos
11	1	R1	470 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ474V	Panasonic
12	1	R2	470 Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ471V	Panasonic
13	1	R3	43.2 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF4322V	Panasonic
14	1	R4	5.9 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603	ERJ-3EKF5901V	Panasonic
15	1	R5	30 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ303V	Panasonic
16	1	R6	33 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ333V	Panasonic
17	1	R7	6.8 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603	ERJ-3GEYJ682V	Panasonic
18	1	RF1	4.7 Ω , 1 W, Fusible/Flame Proof Wire Wound	FKN1WSJR-52-4R7	Yago
19	1	T1	Bobbin, EPC13, Horizontal, 10 pins	BEPC-13-1110CPH	TDK
20	1	U1	LinkSwitch-II, CV/CC, SO-8C	LNK604DG	Power Integrations



7 PIXIs の設計計算シート

ACDC_LinkSwitch-II_091611; Rev.1.13; Copyright Power Integrations 2011	INPUT	INFO	OUTPUT	UNIT	ACDC_LinkSwitch-II_091611_Rev1-13; LinkSwitch-II Discontinuous Flyback Transformer Design Spreadsheet
ENTER APPLICATION VARIABLES					
VACMIN			85.00	V	Minimum AC Input Voltage
VACMAX			265.00	V	Maximum AC Input Voltage
fL			50.00	Hz	AC Mains Frequency
VO	9.00		9.00	V	Output Voltage (at continuous power)
IO	0.33		0.33	A	Power Supply Output Current (corresponding to peak power)
Power			2.97	W	Continuous Output Power
n	0.75		0.75		Efficiency Estimate at output terminals. Under 0.7 if no better data available
Z			0.50		Z Factor. Ratio of secondary side losses to the total losses in the power supply. Use 0.5 if no better data available
tC			3.00	ms	Bridge Rectifier Conduction Time Estimate
Add Bias Winding	YES		YES		Choose Yes to add a Bias winding to power the LinkSwitch-II.
CIN	4.70		4.70	uF	Input Capacitance
ENTER LinkSwitch-II VARIABLES					
Chosen Device	LNK604		LNK604		Chosen LinkSwitch-II device
Package	DG		DG		Select package (PG, GG or DG)
ILIMITMIN			0.24	A	Minimum Current Limit
ILIMITTYP			0.25	A	Typical Current Limit
ILIMITMAX			0.28	A	Maximum Current Limit
FS			66.00	kHz	Typical Device Switching Frequency at maximum power
VOR			80.16	V	Reflected Output Voltage (VOR < 135 V Recommended)
VDS			10.00	V	LinkSwitch-II on-state Drain to Source Voltage
VD			0.50	V	Output Winding Diode Forward Voltage Drop
KP			1.83		Ensure KDP > 1.3 for discontinuous mode operation
FEEDBACK WINDING PARAMETERS					
NFB			15.00		Feedback winding turns
VFLY			8.91	V	Flyback Voltage - Voltage on Feedback Winding during switch off time
VFOR			5.72	V	Forward voltage - Voltage on Feedback Winding during switch on time
BIAS WINDING PARAMETERS					
VB			10.00	V	Bias Winding Voltage. Ensure that VB > VFLY. Bias winding is assumed to be AC-STACKED on top of Feedback winding
NB			3.00		Bias Winding number of turns
REXT			8.30	k-ohm	Suggested value of BYPASS pin resistor (use standard 5% resistor)
DESIGN PARAMETERS					
DCON			4.50	us	Output diode conduction time
TON			6.97	us	LinkSwitch-II On-time (calculated at minimum inductance)
RUPPER			23.19	k-ohm	Upper resistor in Feedback resistor divider
RLOWER			6.04	k-ohm	Lower resistor in resistor divider
ENTER TRANSFORMER CORE/CONSTRUCTION VARIABLES					
Core Type					



Core	EPC13		EPC13		Enter Transformer Core. Based on the output power the recommended core sizes are EE13 or EE16
Bobbin			EPC13_BOBBIN		Generic EPC13_BOBBIN
AE			12.50	mm^2	Core Effective Cross Sectional Area
LE			30.60	mm	Core Effective Path Length
AL			870.00	nH/turn^2	Ungapped Core Effective Inductance
BW			6.88	mm	Bobbin Physical Winding Width
M			0.00	mm	Safety Margin Width (Half the Primary to Secondary Creepage Distance)
L			3.00		Number of Primary Layers
NS			16.00		Number of Secondary Turns. To adjust Secondary number of turns change DCON
DC INPUT VOLTAGE PARAMETERS					
VMIN			51.52	V	Minimum DC bus voltage
VMAX			374.77	V	Maximum DC bus voltage
CURRENT WAVEFORM SHAPE PARAMETERS					
DMAX			0.46		Maximum duty cycle measured at VMIN
IAVG			0.10	A	Input Average current
IP			0.24	A	Peak primary current
IR			0.24	A	Primary ripple current
IRMS			0.11	A	Primary RMS current
TRANSFORMER PRIMARY DESIGN PARAMETERS					
LPMIN			1512.00	uH	Minimum Primary Inductance
LPTYP			1680.00	uH	Typical Primary inductance
LP_TOLERANCE			10.00	%	Tolerance in primary inductance
NP			135.00		Primary number of turns. To adjust Primary number of turns change BM_TARGET
ALG			92.18	nH/turn^2	Gapped Core Effective Inductance
BM_TARGET			2500.00	Gauss	Target Flux Density
BM			2488.89	Gauss	Maximum Operating Flux Density (calculated at nominal inductance), BM < 2500 is recommended
BP		Warning	3011.56	Gauss	!!! Warning. Peak Flux density exceeds 3000 Gauss and is not recommended. Reduce BP by increasing NS
BAC			1244.44	Gauss	AC Flux Density for Core Loss Curves (0.5 X Peak to Peak)
ur			169.48		Relative Permeability of Ungapped Core
LG			0.17	mm	Gap Length (LG > 0.1 mm)
BWE			20.64	mm	Effective Bobbin Width
OD			0.15	mm	Maximum Primary Wire Diameter including insulation
INS			0.03		Estimated Total Insulation Thickness (= 2 * film thickness)
DIA			0.12	mm	Bare conductor diameter
AWG			37.00		Primary Wire Gauge (Rounded to next smaller standard AWG value)
CM			20.16	Cmils	Bare conductor effective area in circular mils
CMA		Warning	187.20	Cmils/A	!!! Warning. CMA is less than 200 and may cause overheating of the primary winding. Increase primary winding layers or use larger transformer
TRANSFORMER SECONDARY DESIGN PARAMETERS					
Lumped parameters					
ISP			2.00	A	Peak Secondary Current
ISRMS			0.73	A	Secondary RMS Current
IRIPPLE			0.65	A	Output Capacitor RMS Ripple Current
CMS			145.69	Cmils	Secondary Bare Conductor minimum circular



					mils
AWGS			28.00		Secondary Wire Gauge (Rounded up to next larger standard AWG value)
VOLTAGE STRESS PARAMETERS					
VDRAIN			563.09	V	Maximum Drain Voltage Estimate (Assumes 20% clamping voltage tolerance and an additional 10% temperature tolerance)
PIVS			53.42	V	Output Rectifier Maximum Peak Inverse Voltage
FINE TUNING					
RUPPER_ACTUAL			23.19	k-ohm	Actual Value of upper resistor (RUPPER) used on PCB
RLOWER_ACTUAL			6.04	k-ohm	Actual Value of lower resistor (RLOWER) used on PCB
Actual (Measured) Output Voltage (VDC)			9.00	V	Measured Output voltage from first prototype
Actual (Measured) Output Current (ADC)			0.33	Amps	Measured Output current from first prototype
RUPPER_FINE			23.19	k-ohm	New value of Upper resistor (RUPPER) in Feedback resistor divider. Nearest standard value is 23.2 k-ohms
RLOWER_FINE			6.04	k-ohm	New value of Lower resistor (RLOWER) in Feedback resistor divider. Nearest standard value is 6.04 k-ohms

Note:

- 1) BP = 3011 gauss is accepted with no saturation observed in drain current waveform.
- 2) CMA = 187 Cmil/A : Used #36 AWG for primary winding.



8 トランスの仕様

8.1 回路図

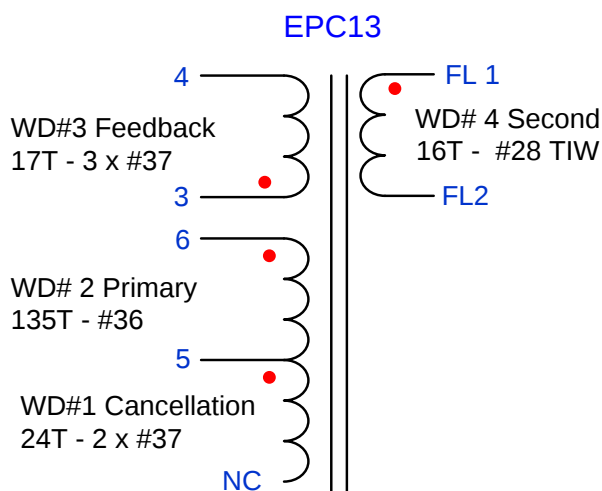


Figure 6 – Transformer Electrical Diagram.

8.2 電気仕様

Electrical Strength	1 second, 60 Hz, from primary to secondary.	3000 VAC
Primary Inductance	Pin 5-6, other windings open, measured at 100 kHz, 1 V _{RMS} .	1.68 mH, ±7%
Resonant Frequency	Pin 5-6, other windings open.	500 kHz
Primary Leakage Inductance	Pin 5-6, with FL1-FL2 shorted, measured at 100 kHz, 1 V _{RMS} .	60 μH

8.3 材料

Item	Description
[1]	Core: EPC13, PC44, gapped for ALG of 84.69 nH/T ² .
[2]	Bobbin: EPC13, Horizontal, 10 pins, (5/5).
[3]	Magnet Wire: #36 AWG.
[4]	Magnet Wire: #37 AWG.
[5]	Magnet Wire: #28 AWG, TIW.
[6]	Tape: 3M 1298 Polyester film, 2.0 mils thick, 7.0 mm wide.
[7]	Varnish: Dolph BC-359, or equivalent.

8.4 トランスの構造図

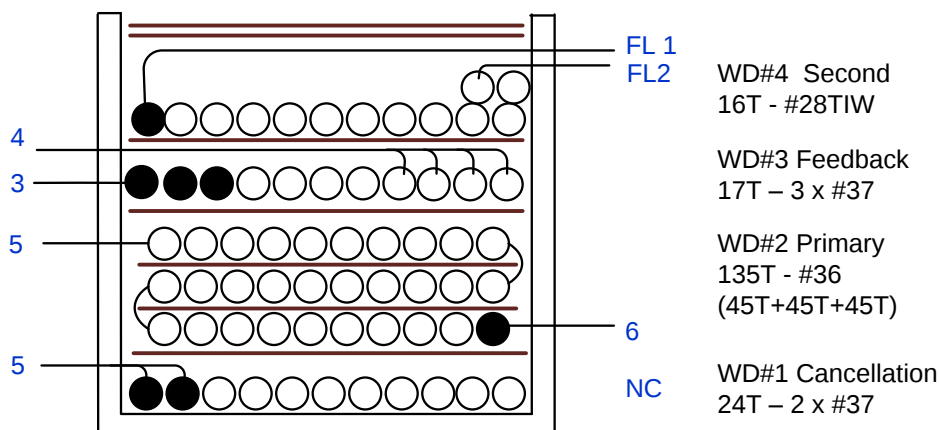


Figure 7 – Transformer Build Diagram.

8.5 トランス構造

WD#1 Cancellation Winding	Pin 1 - pin 5 side of the bobbin oriented to left hand side. Start at pin 5, wind 24 bifilar turns of item [4] in one layer. Wind with tight tension across bobbin evenly. Cut the end of the wire.
Insulation	1 layer of tape item [6] for basic insulation.
WD#2 Primary Winding	Start at pin 6, wind 45 turns of item [3] from right to left. Apply one layer of tape [5]. Then wind another 45 turns on the next layer from left to right. Apply one layer of tape [5]. Wind the last 45 turns from right to left. Terminate on pin 5. Wind with tight tension and spread turns across bobbin evenly.
Insulation	1 layer of tape item [6] for basic insulation.
WD#3 Feedback Winding	Start at pin 3, wind 17 trifilar turns of item [4] from left to right uniformly. Spread the winding across bobbin evenly and terminate at pin 4.
Insulation	1 layer of tape item [6] for basic insulation.
WD#4 Secondary Winding	Start at pin 2 temporarily , wind 16 turns of item [5] from left to right in 1 layer and 3 turns on 2 nd layer, leave the end lead floating at the right hand side, and mark it as FL2. Bring the start end of the wire across the bobbin to the right side and fly out, mark it as FL1.
Insulation	2 layers of tape item [6] for basic insulation.
Core Assemble	Gap core and assemble. Secure core halves with tape.
Varnish	Dip varnish assembly with item [7].



9 性能データ

All measurements were taken at room temperature using an LED load. The following data were measured using 3 sets of loads for a load range of 7 V to 11 V. Refer to the table on Section 9.3 for the complete set of test data values.

9.1 効率

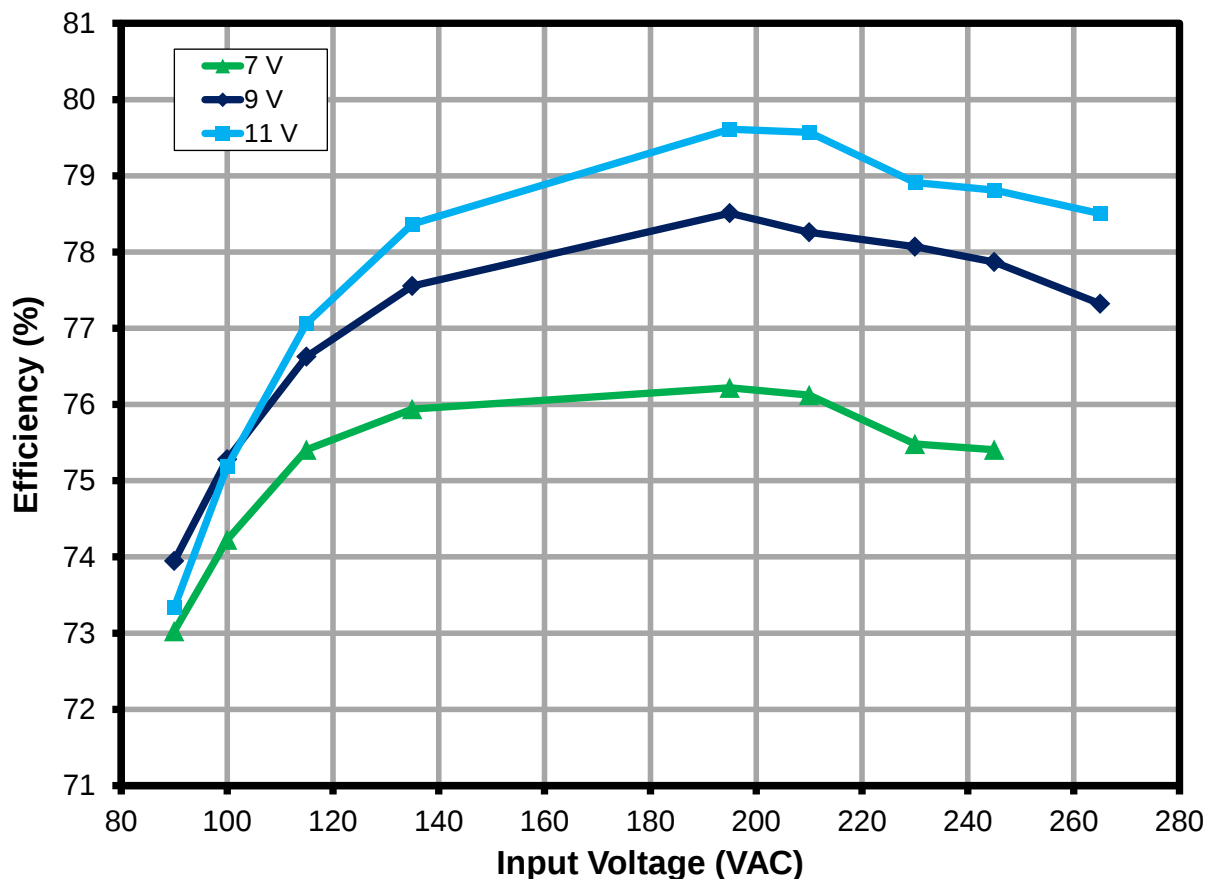


Figure 8 – Efficiency vs. Line and Load.



9.2 入力及び負荷のレギュレーション

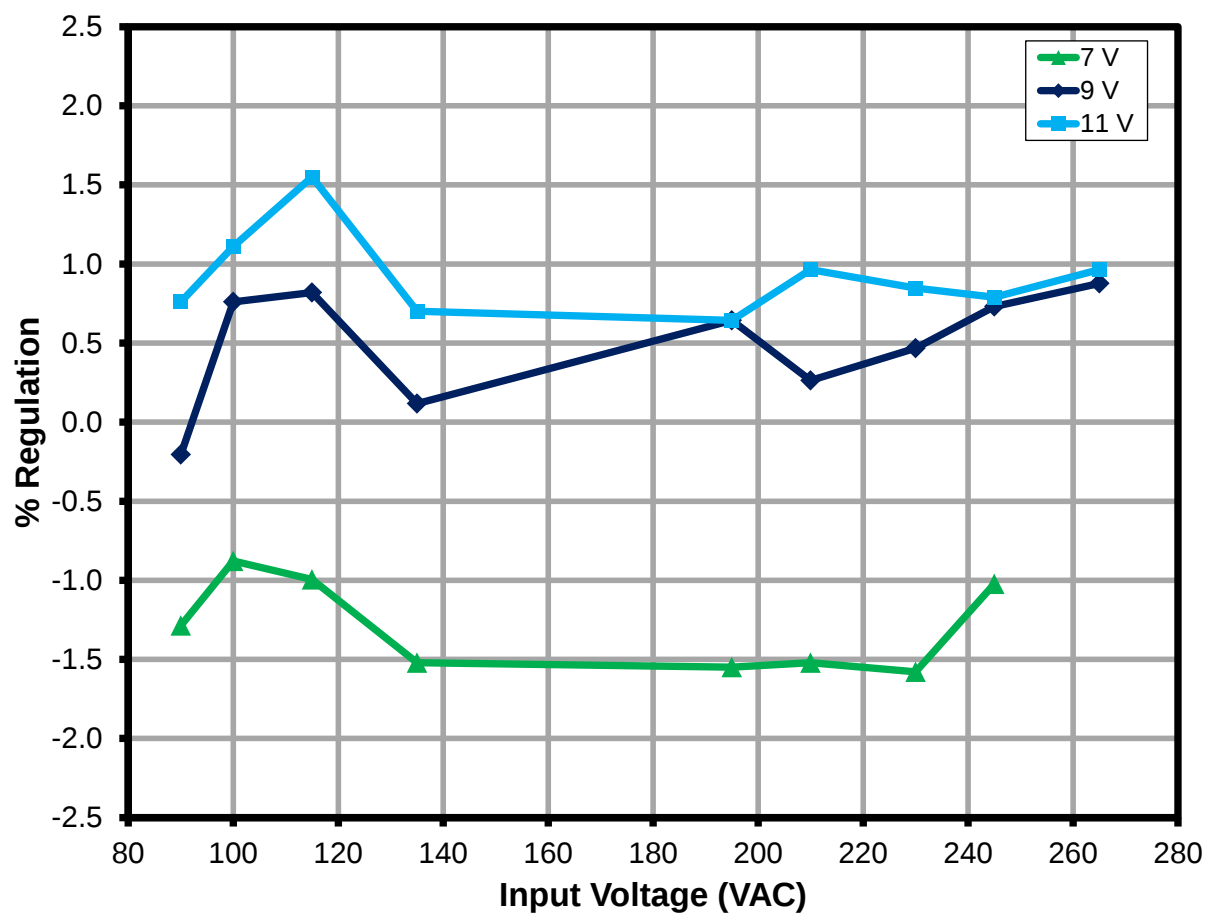


Figure 9 – Regulation vs. Line and Load.

9.3 試験データ

All measurements were taken with the board at open frame, 25 °C ambient.

9.3.1 試験データ、7 V 出力

Input		Input Measurement			Load Measurement			Calculation		
VAC (V _{RMS})	Freq (Hz)	V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	Efficiency (%)	Loss (W)
90	60	89.93	55.59	3.11	6.68	337.60	2.27	2.26	73.03	0.84
100	60	99.97	50.99	3.07	6.68	339.00	2.28	2.26	74.23	0.79
115	60	114.98	45.71	3.02	6.67	338.60	2.28	2.26	75.41	0.74
135	60	134.97	40.77	2.98	6.67	336.80	2.27	2.25	75.94	0.72
195	50	194.99	31.67	2.97	6.67	336.70	2.27	2.25	76.22	0.71
210	50	209.94	30.32	2.98	6.68	336.80	2.27	2.25	76.12	0.71
230	50	230.02	28.79	3.00	6.67	336.60	2.27	2.25	75.48	0.74
245	50	244.95	27.85	3.03	6.67	338.50	2.28	2.26	75.40	0.74
265	50	265.03	26.73	3.06	6.68	337.10	2.28	2.25	74.42	0.78

9.3.2 試験データ、9 V 出力

Input		Input Measurement			Load Measurement			Calculation		
VAC (V _{RMS})	Freq (Hz)	V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	Efficiency (%)	Loss (W)
90	60	89.93	69.89	4.05	8.74	341.30	3.00	2.98	73.95	1.06
100	60	99.96	63.95	4.02	8.74	344.60	3.02	3.01	75.28	0.99
115	60	114.98	57.10	3.95	8.73	344.80	3.03	3.01	76.63	0.92
135	60	134.97	50.49	3.88	8.74	342.40	3.01	2.99	77.55	0.87
195	50	194.99	39.02	3.85	8.73	344.20	3.02	3.00	78.51	0.83
210	50	209.94	37.27	3.85	8.72	342.90	3.01	2.99	78.26	0.84
230	50	230.02	35.31	3.86	8.72	343.60	3.02	3.00	78.07	0.85
245	50	244.95	34.13	3.89	8.73	344.50	3.03	3.01	77.87	0.86
265	50	265.04	32.71	3.92	8.73	345.00	3.03	3.01	77.32	0.89

9.3.3 試験データ、11 V 出力

Input		Input Measurement			Load Measurement			Calculation		
VAC (V _{RMS})	Freq (Hz)	V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	Efficiency (%)	Loss (W)
90	60	89.93	89.18	5.28	11.21	344.60	3.87	3.86	73.34	1.41
100	60	99.97	79.75	5.17	11.20	345.80	3.89	3.87	75.19	1.28
115	60	114.98	70.44	5.06	11.20	347.30	3.90	3.89	77.06	1.16
135	60	134.97	61.67	4.93	11.19	344.40	3.87	3.85	78.37	1.07
195	50	194.99	47.10	4.85	11.18	344.20	3.86	3.85	79.61	0.99
210	50	209.94	45.17	4.87	11.18	345.30	3.88	3.86	79.57	1.00
230	50	230.02	42.90	4.90	11.18	344.90	3.87	3.86	78.91	1.03
245	50	244.95	41.28	4.90	11.17	344.70	3.87	3.85	78.81	1.04
265	50	265.04	39.43	4.93	11.17	345.30	3.87	3.86	78.50	1.06



10 熱特性

Images captured after running for >30 minutes at room temperature (25 °C), no airflow, open frame

10.1 $V_{IN} = 115 \text{ VAC}$

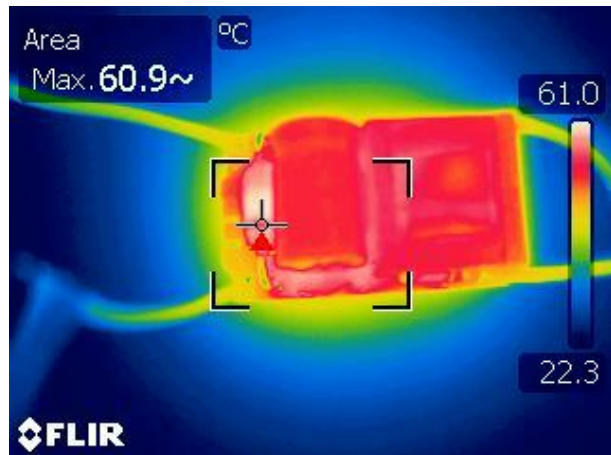


Figure 10 – EMI filter inductor: 60.9 °C.

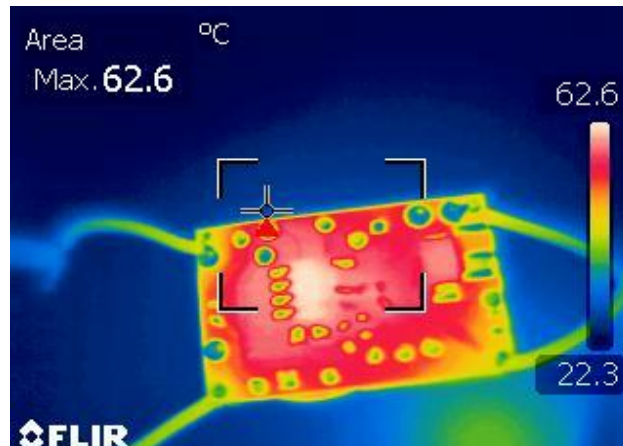


Figure 11 – LNK604DG: 62.6 °C.

10.2 $V_{IN} = 230 \text{ VAC}$

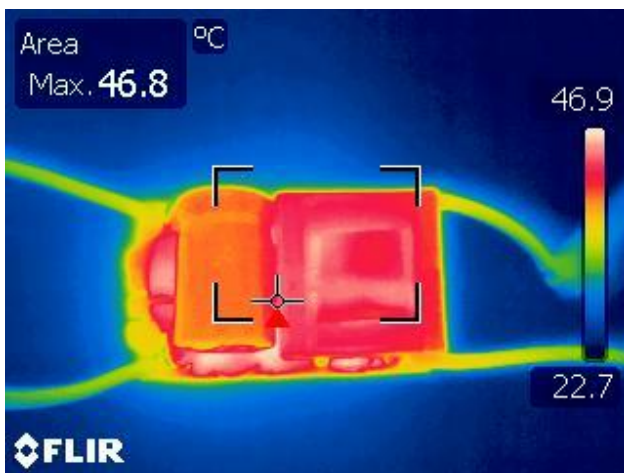


Figure 12 – Transformer: 46.8 °C.

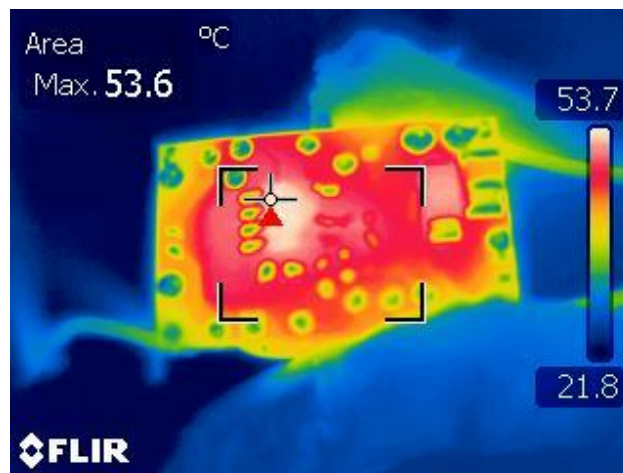


Figure 13 – LNK604DG 53.6 °C.

11 波形

11.1 通常動作時の入力電圧と入力電流

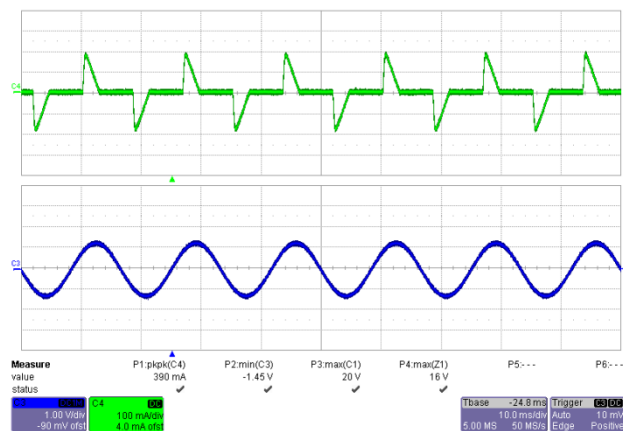


Figure 14 – 90 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
Lower: V_{IN} , 100 V, 10 ms / div.

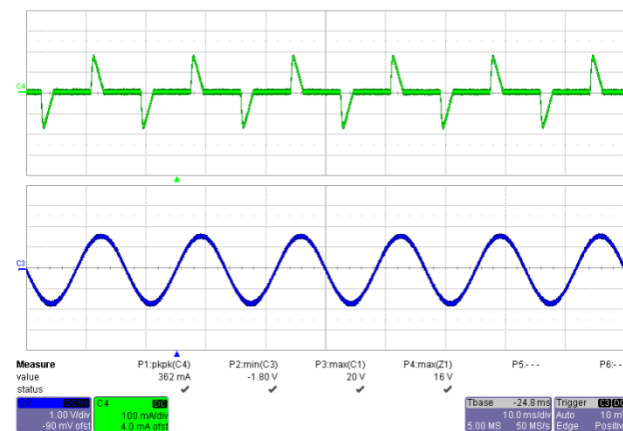


Figure 15 – 115 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
Lower: V_{IN} , 100 V, 10 ms / div.

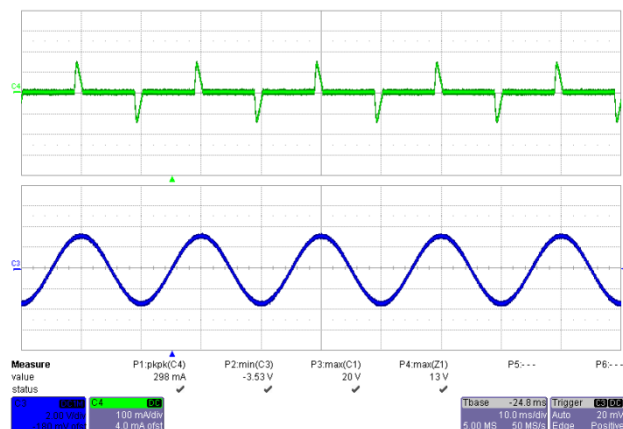


Figure 16 – 230 VAC, 50 Hz Full Load.
Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
Lower: V_{IN} , 200 V, 10 ms / div.

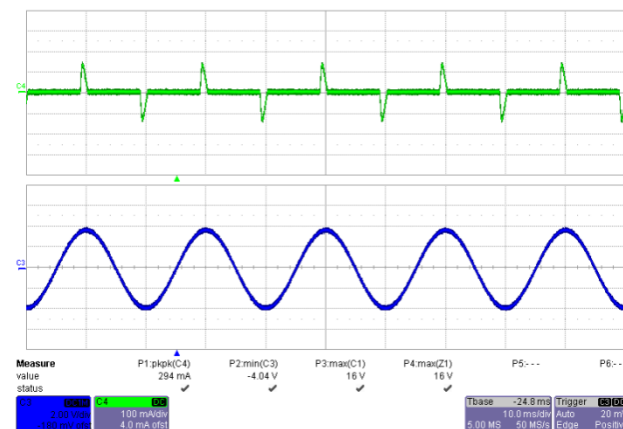


Figure 17 – 265 VAC, 50 Hz Full Load.
Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
Lower: V_{IN} , 200 V, 10 ms / div.

11.2 通常動作時の出力電圧と出力電流

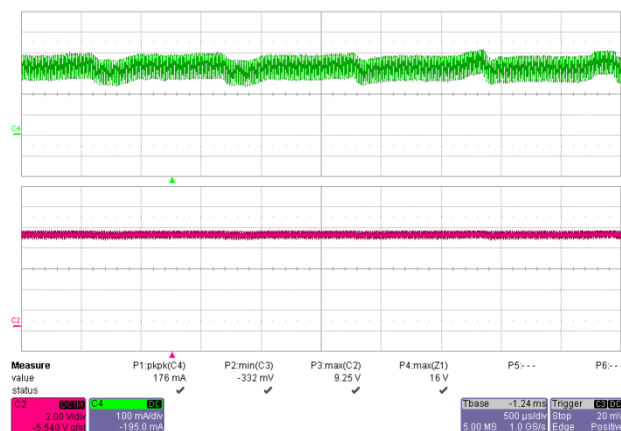


Figure 18 – 90 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 500 ns / div.

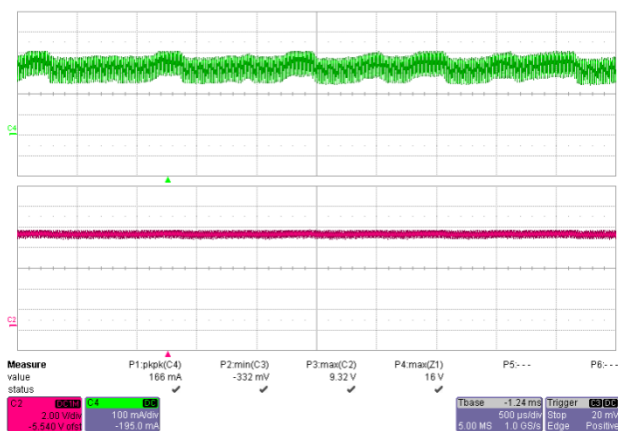


Figure 19 – 115 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 500 ns / div.

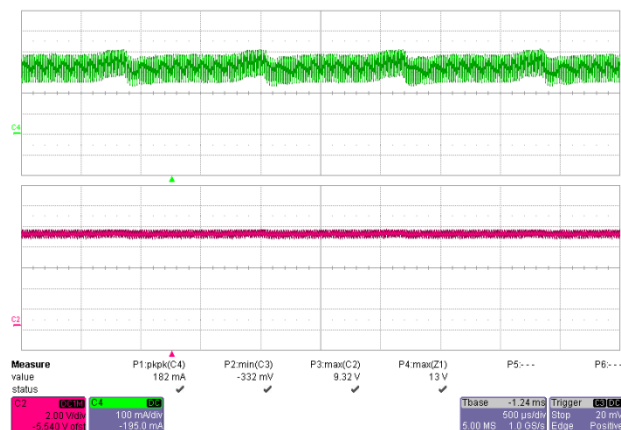


Figure 20 – 230 VAC, 50 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 500 ns / div.

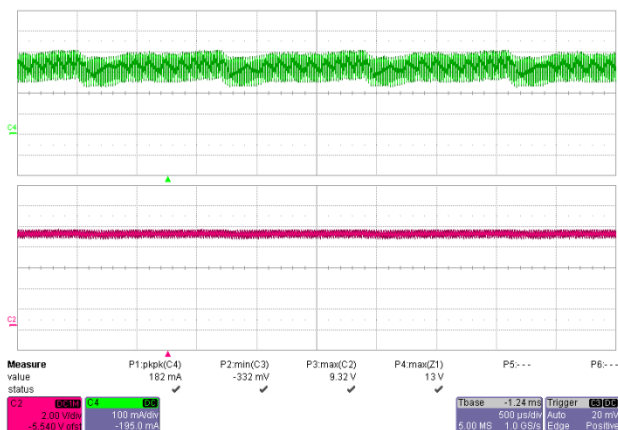


Figure 21 – 265 VAC, 50 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 500 ns / div.

11.3 起動、停止時の出力電流と出力電圧

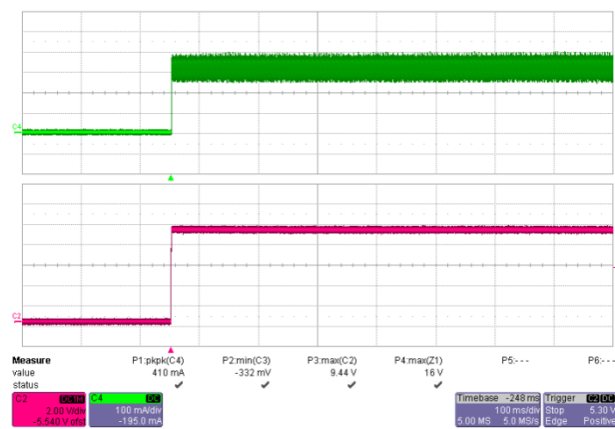


Figure 22 – 90 VAC, 60 Hz Output Rise.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 100 ms / div.

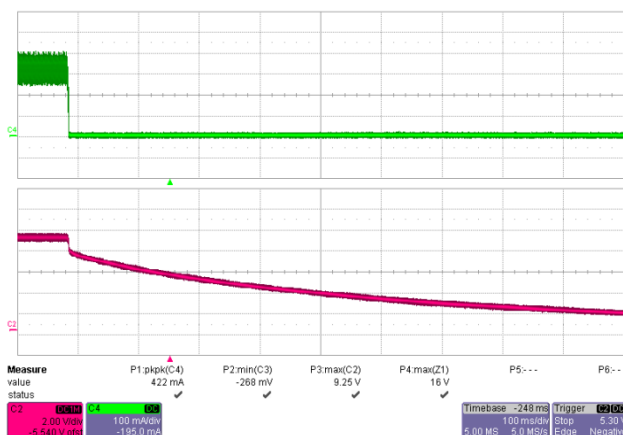


Figure 23 – 90 VAC, 60 Hz Output Fall.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 100 ms / div.

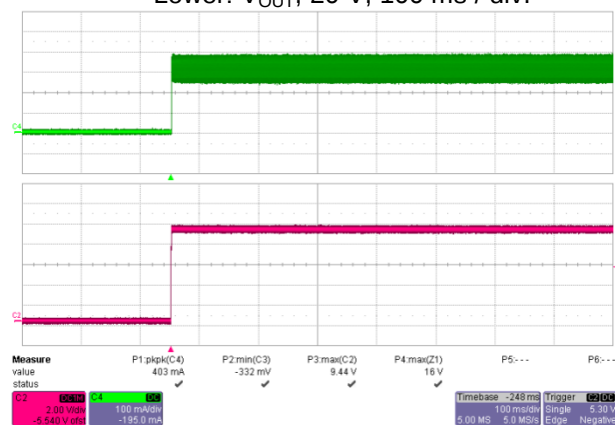


Figure 24 – 265 VAC, 50 Hz Output Rise.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 100 ms / div.

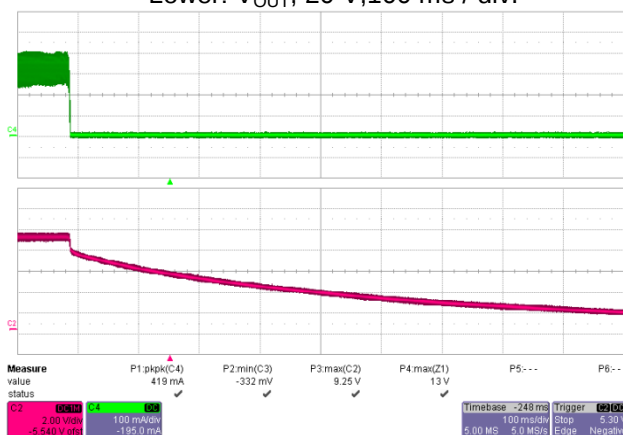


Figure 25 – 265 VAC, 50 Hz Output Fall.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 20 V, 100 ms / div.

11.4 起動時の入力電圧と出力電流の波形

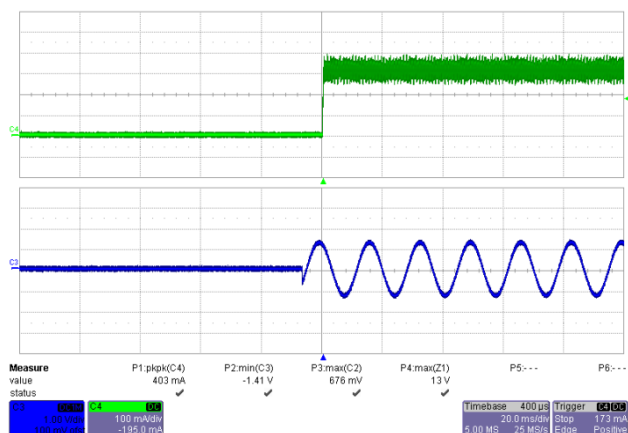


Figure 26 – 90 VAC, 60 Hz.

Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{IN} , 100 V, 20 ms / div.

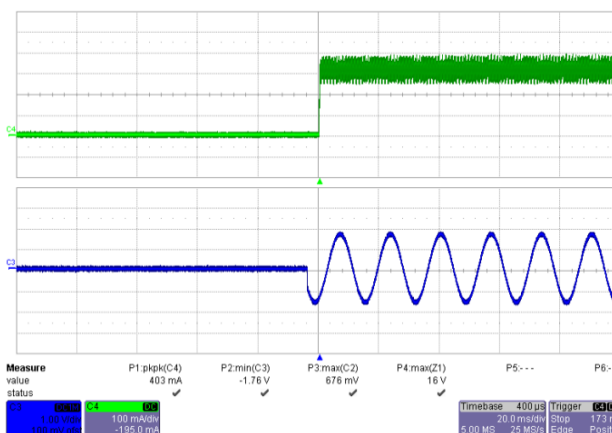


Figure 27 – 115 VAC, 60 Hz.

Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{IN} , 100 V, 20 ms / div.

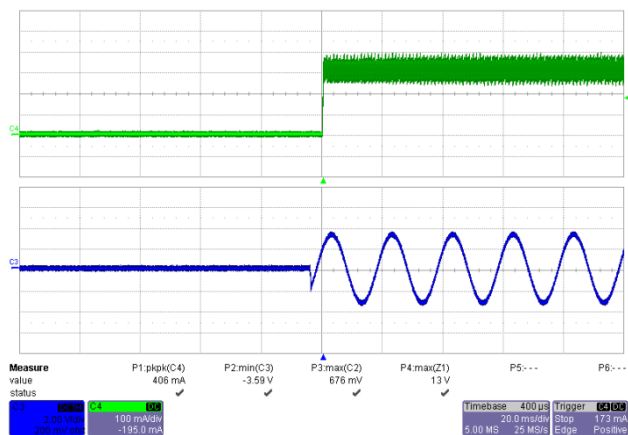


Figure 28 – 230 VAC, 50 Hz.

Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{IN} , 200 V, 20 ms / div.

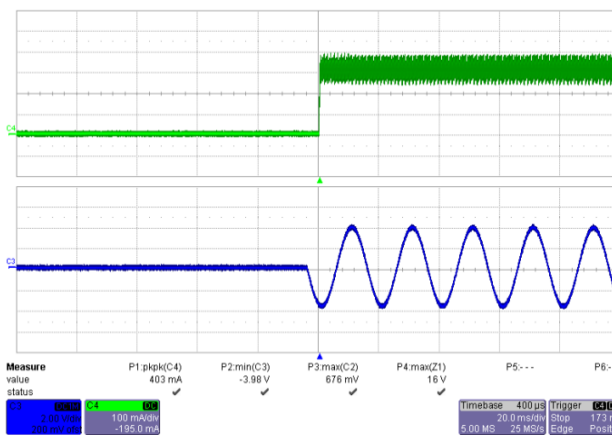


Figure 29 – 265 VAC, 50 Hz.

Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{IN} , 200 V, 20 ms / div.



11.5 通常動作時のドレイン波形

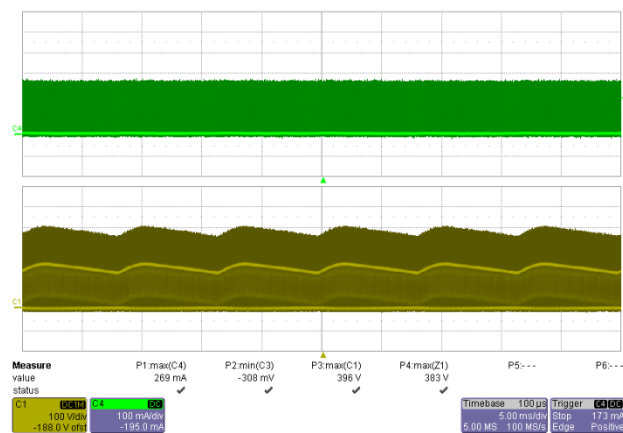


Figure 30 – 90 VAC, 60 Hz.

Upper: I_{DRAIN} , 100 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 ms / div.

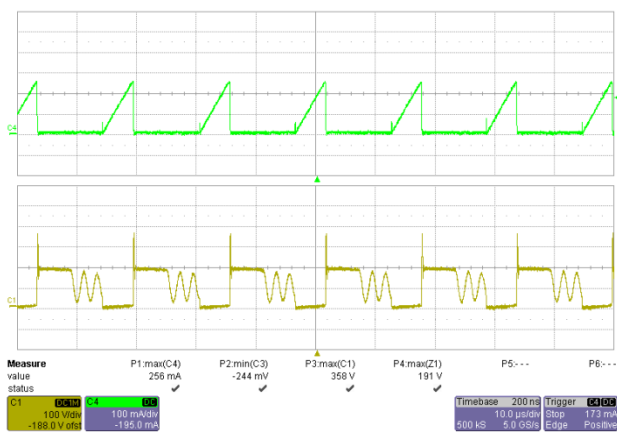


Figure 31 – 90 VAC, 60 Hz.

Upper: I_{DRAIN} , 100 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 10 □s / div.

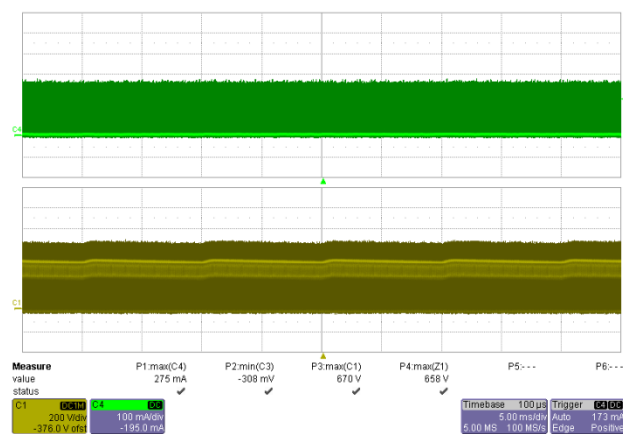


Figure 32 – 265 VAC, 50 Hz.

Upper: I_{DRAIN} , 100 A / div.
Lower: V_{DRAIN} , 200 V, 5 ms / div.

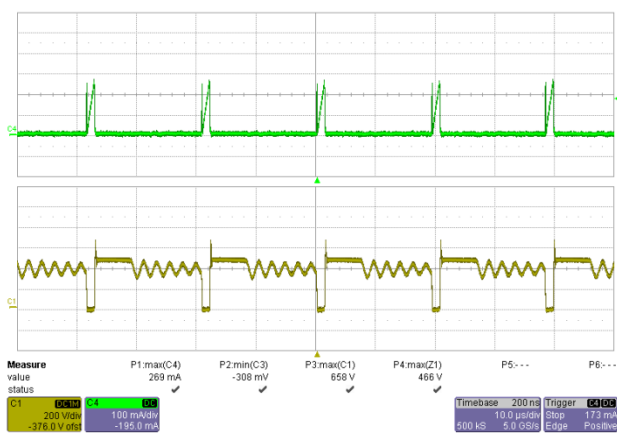


Figure 33 – 265 VAC, 50 Hz.

Upper: I_{DRAIN} , 100 A / div.
Lower: V_{DRAIN} , 200 V, 10 □s / div.



11.6 通常動作時の出力ダイオードの波形

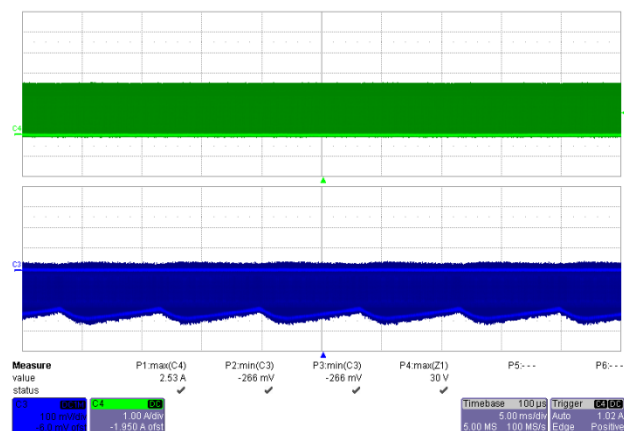


Figure 34 – 90 VAC, 60 Hz.

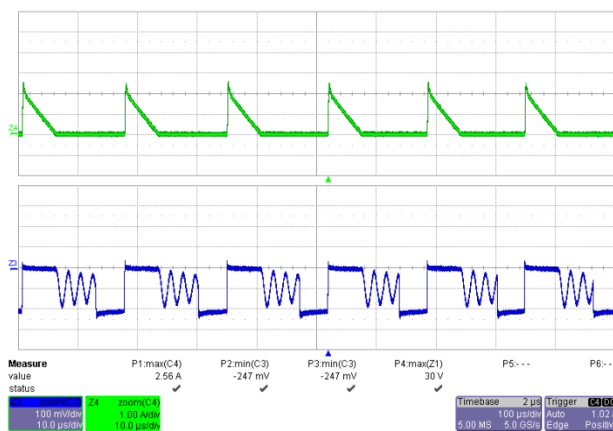
Upper: I_{DRAIN} , 1 A / div.Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 ms / div.

Figure 35 – 90 VAC, 60 Hz.

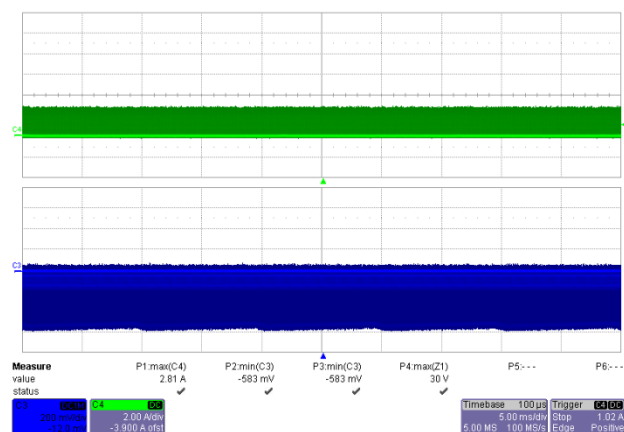
Upper: I_{DRAIN} , 1 A / div.Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 10 μ s / div.

Figure 36 – 265 VAC, 50 Hz.

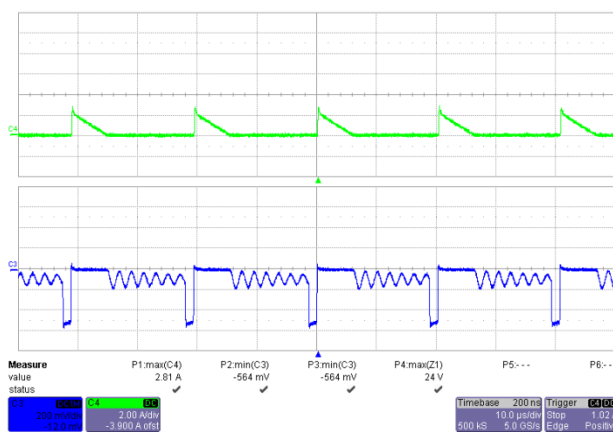
Upper: I_{DRAIN} , 2 A / div.Lower: V_{DRAIN} , 200 V, 5 ms / div.

Figure 37 – 265 VAC, 50 Hz.

Upper: I_{DRAIN} , 2 A / div.Lower: V_{DRAIN} , 200 V, 10 μ s / div.

11.7 起動時のドレイン電圧とドレイン電流

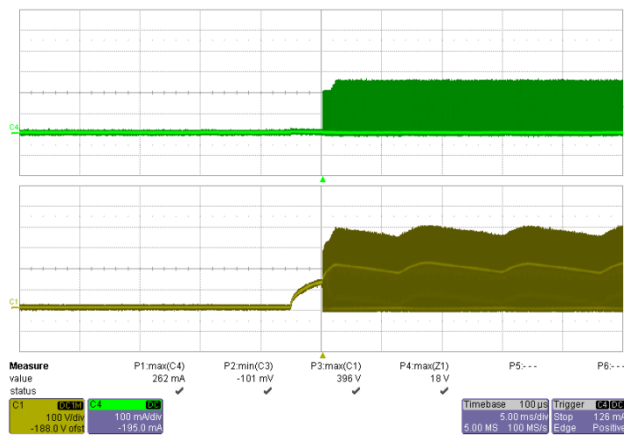


Figure 38 – 90 VAC, 60 Hz.

Upper: I_{DRAIN} , 100 mA / div.

Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 ms / div.

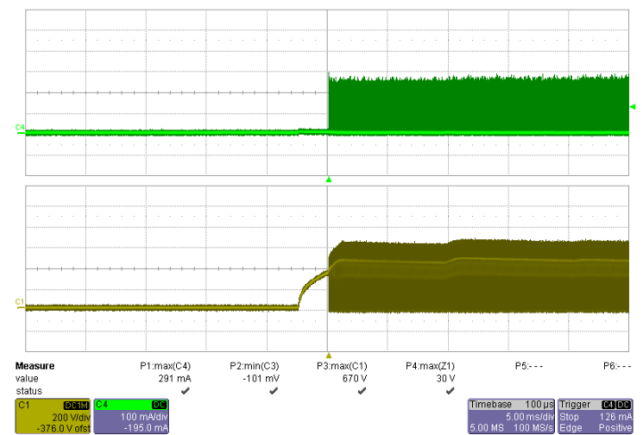


Figure 39 – 265 VAC, 50 Hz.

Upper: I_{DRAIN} , 100 mA / div.

Lower: V_{DRAIN} , 200 V, 5 ms / div.

11.8 出力短絡中のドレイン電流とドレイン電圧

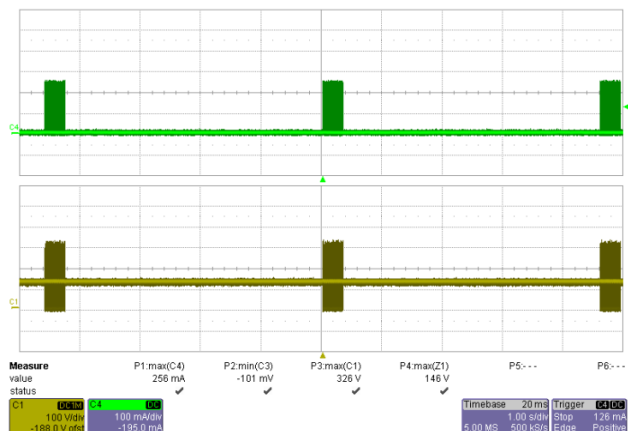


Figure 40 – 90 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
Upper: I_{DRAIN} , 100 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 1 s / div.

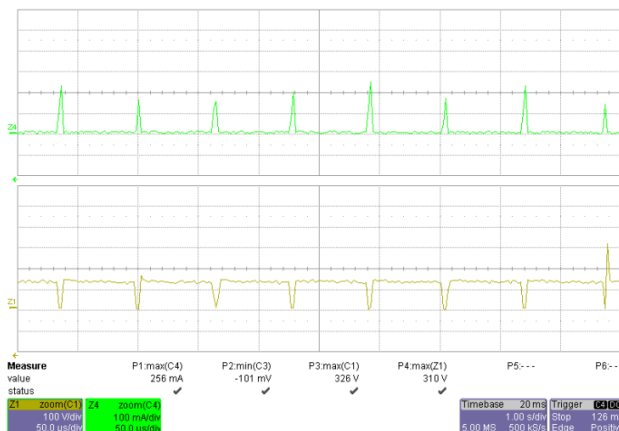


Figure 41 – 90 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
Upper: I_{DRAIN} , 100 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 10 μ s / div.

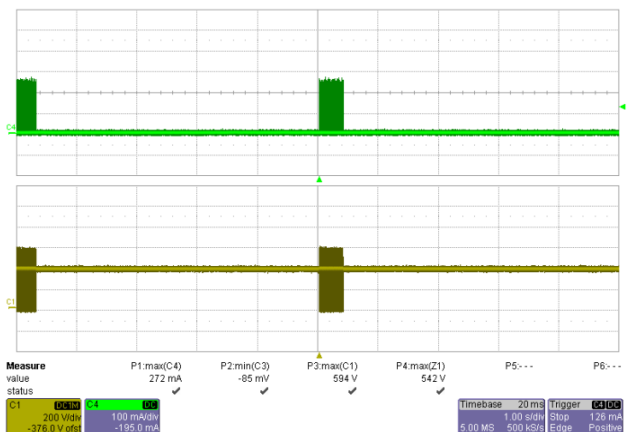


Figure 42 – 265 VAC, 50 Hz Output Short Condition.
Upper: I_{DRAIN} , 100 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 200 V, 1 s / div.

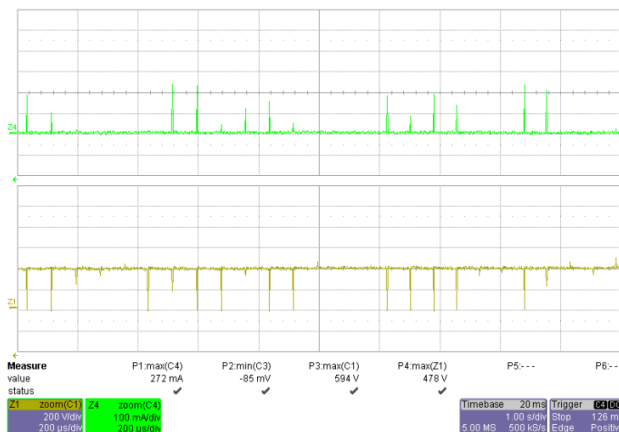


Figure 43 – 265 VAC, 50 Hz Output Short Condition.
Upper: I_{DRAIN} , 100 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 200 V, 50 μ s / div.

11.9 無負荷時の出力電圧

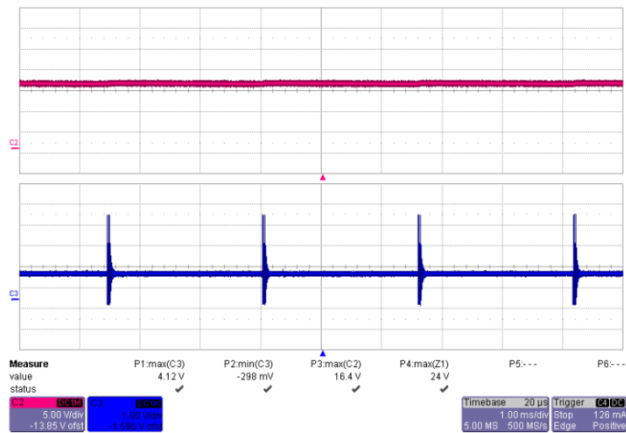


Figure 44 – 90 VAC, 60 Hz No-Load Characteristic.
Upper: V_{OUT} , 5 V / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V / div., 1 ms / div.

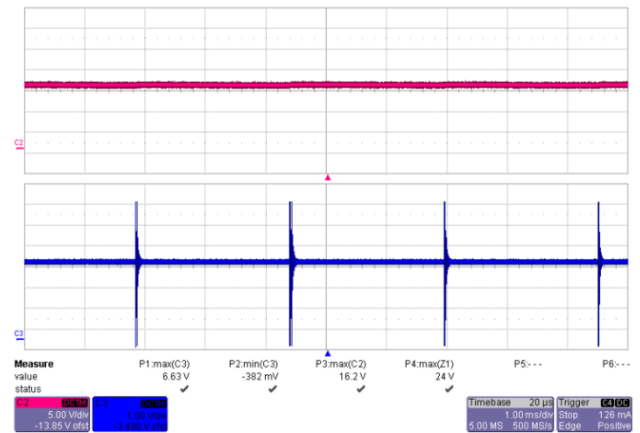


Figure 45 – 265 VAC, 50 Hz No-Load Characteristic.
Upper: V_{OUT} , 5 V / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V / div., 1 ms / div.

12 伝導 EMI

The unit was tested using LED load (9 V) with input voltage of 115 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	9.4590904509 kHz	23.49	N gnd		
2 Average	116.100896051 kHz	18.66	L1 gnd		
2 Average	126.977840157 kHz	26.15	N gnd		
1 Quasi Peak	167.350252 kHz	57.92	N gnd	-7.16	
2 Average	170.713992065 kHz	45.34	N gnd	-9.57	
1 Quasi Peak	225.562855639 kHz	53.90	N gnd	-8.70	
2 Average	227.818484195 kHz	40.90	N gnd	-11.62	
1 Quasi Peak	280.761663784 kHz	48.87	N gnd	-11.92	
2 Average	283.569280422 kHz	36.24	L1 gnd	-14.46	
2 Average	500.008614528 kHz	32.42	N gnd	-13.57	
1 Quasi Peak	1.1883298484 MHz	40.38	N gnd	-15.61	
2 Average	1.87810643122 MHz	28.98	N gnd	-17.01	
1 Quasi Peak	3.1196815376 MHz	44.07	N gnd	-11.92	
2 Average	3.1196815376 MHz	31.28	N gnd	-14.71	
2 Average	30 MHz	14.73	N gnd	-35.26	



Figure 46 – Conducted EMI 9 V / 330 mA Load, 115 VAC, 60 Hz, and EN55015 Limits.



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)					
Trace1:	EN55015Q				
Trace2:	EN55015A				
Trace3:	---				
TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBμV			DELTA LIMIT dB
2 Average	9.272709 kHz	22.48	L1 gnd		
2 Average	159.22802259 kHz	41.21	N gnd		-14.29
1 Quasi Peak	162.428505844 kHz	55.77	L1 gnd		-9.56
1 Quasi Peak	214.615317539 kHz	53.17	L1 gnd		-9.85
2 Average	214.615317539 kHz	39.34	N gnd		-13.68
2 Average	267.135089486 kHz	36.42	N gnd		-14.77
1 Quasi Peak	269.806440381 kHz	50.46	L1 gnd		-10.65
1 Quasi Peak	322.728292586 kHz	46.70	L1 gnd		-12.93
2 Average	322.728292586 kHz	33.94	N gnd		-15.69
2 Average	378.424303998 kHz	32.73	N gnd		-15.58
1 Quasi Peak	485.30343514 kHz	47.29	L1 gnd		-8.95
2 Average	485.30343514 kHz	35.30	N gnd		-10.94
1 Quasi Peak	1.02356729084 MHz	43.34	N gnd		-12.65
1 Quasi Peak	1.6177059882 MHz	43.31	N gnd		-12.68
2 Average	1.66672409735 MHz	31.94	N gnd		-14.05
1 Quasi Peak	2.18042326152 MHz	44.39	L1 gnd		-11.60
2 Average	2.18042326152 MHz	31.30	N gnd		-14.69
1 Quasi Peak	2.82420699879 MHz	46.15	L1 gnd		-9.84
2 Average	3.44606925067 MHz	32.96	N gnd		-13.03

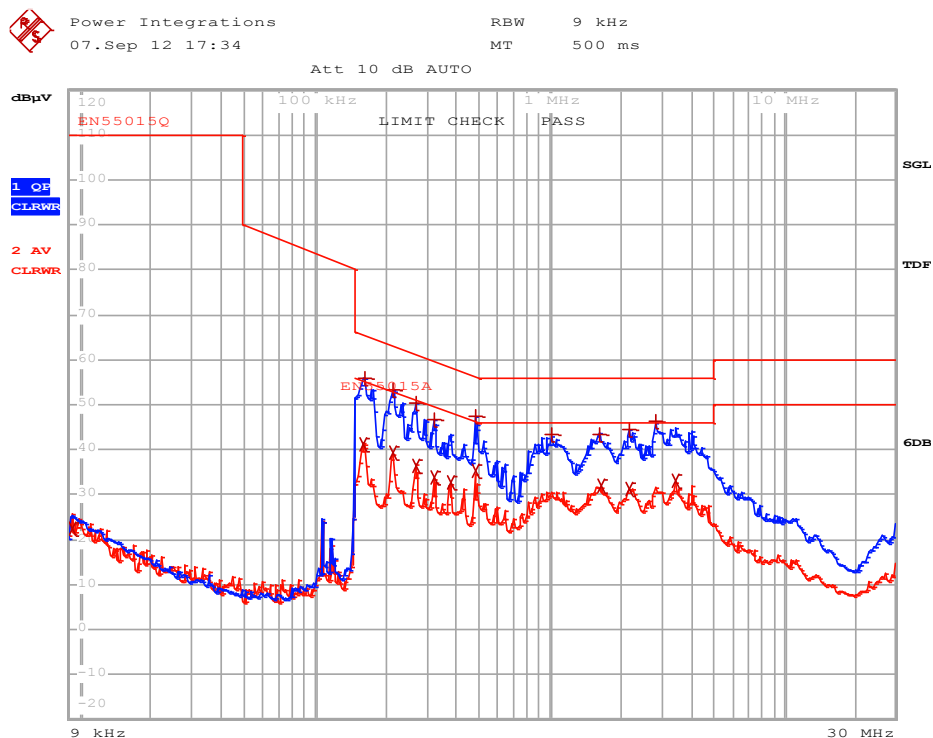


Figure 47 – Conducted EMI 9 V / 330 mA Load, 230 VAC, 60 Hz, and EN55015 Limits.



13 入力サージ

Input voltage was set at 230 VAC / 60 Hz. Output was loaded with 9 V LED string.
Differential input line 1.2 / 50 □s surge testing

13.1 500 V サージ(クランプ回路なし)

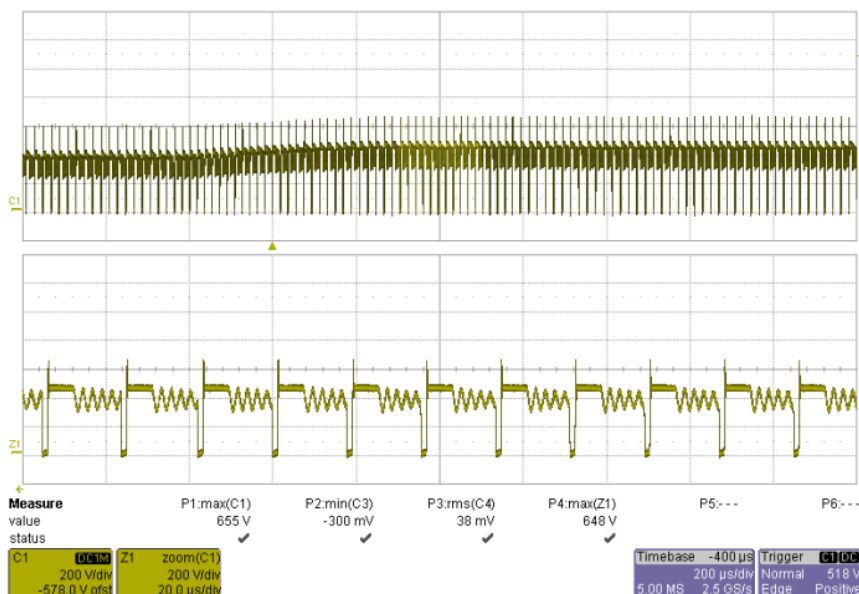


Figure 48 – Drain Voltage Waveform at 500 V Fast Surge.

13.2 1 kV サージ(クランプ回路あり)

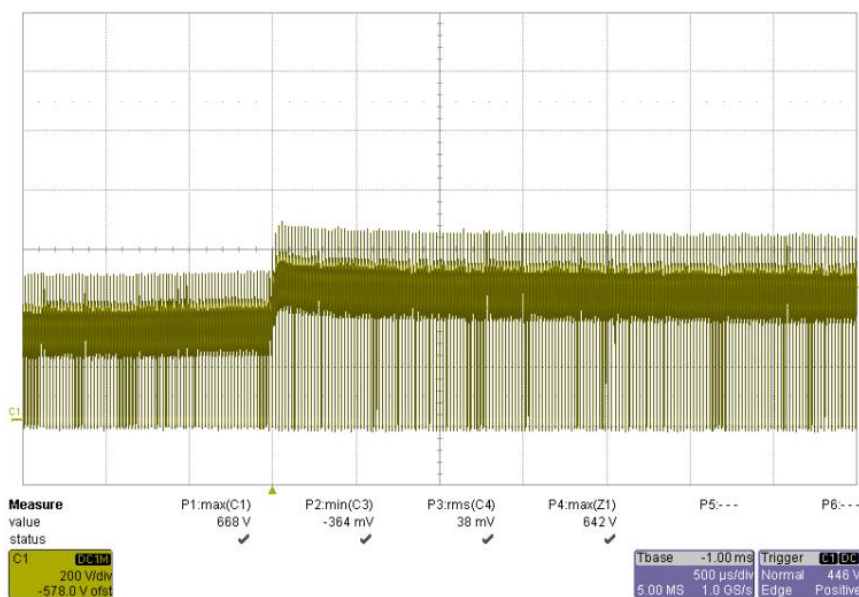


Figure 49 – Drain Voltage Waveform at 1 kV Fast Surge.





14 改訂履歴

Date	Author	Revision	Description and Changes	Reviewed
22-Oct-12	DK	2.0	Initial Release	Apps & Mktg
14-Nov-12	DK	2.1	Updated Schematic 3A and BOM	



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: +49-89-527-39110
ファックス: +49-89-527-39200
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: +39-02-550-8701
ファックス: +39-02-928-6009
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

