

設計例レポート

タイトル	<i>LYTSwitch™ LYT4314E</i> を使用した 9.5 W、絶縁型フライバック、トライアック調光機能付き、力率改善 (0.96 以上) LED ドライバ
仕様	90 ~ 132 VAC 入力、18 V、530 mA 出力
用途	レールライトの 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-353
日付	2012 年 11 月 13 日
改訂	1.0

概要と機能

- 高効率 81% 以上 (120 VAC)
- 力率 0.96 以上で EN 61000-3-2 クラス D (C) に容易に適合
- THD 15% 未満
- 2 通りのトライアック調光機能の構成例を提示
 - アクティブなダミー負荷 - より多くの調光器への互換性と広い調光範囲
 - アクティブなダミー負荷なしでコストを最小限に抑える - 600 W 調光器にいたるまでの幅広い互換性
- システムコスト低減
 - ワンコンバータ型
 - 片面基板
 - 少ない部品点数
- スムーズな動作
 - フリッカの無い、素早くムラの無い点灯 (200 ms 以下) - 知覚可能な遅延無し
 - ポップオンまたはデッドトラベルなし
 - 幅広い調光器に対応
- 保護機能を内蔵し、高い信頼性を持つ

Power Integrations

5245 Hellyer Avenue, San Jose, CA 95138 USA.

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

www.powerint.com

- 出力オープン回路/出力短絡の自動復帰タイプ保護機能
- 高速過入力電圧シャットダウン動作により入力異常時の電圧耐量を拡大
 - ± 2500 V リング ウェーブ及び ± 500 V のディファレンシャル サージに容易に適合

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。



Table of Contents

1	はじめに	6
2	電源仕様	8
3	回路図	9
4	回路の説明	10
4.1	入力フィルタ	10
4.2	LYTSwitch 一次側回路	10
4.3	フィードバック	11
4.4	出力整流	11
4.5	分離及び短絡された負荷保護	11
4.6	トライアック位相調光制御の互換性	12
4.6.1	アクティブなダミー負荷回路	13
5	PCB レイアウト	14
6	部品表	15
7	トランスの仕様	17
7.1	回路図	17
7.2	電気仕様	17
7.3	材料	17
7.4	トランスの構造図	18
7.5	トランス構造	18
8	U1 ヒートシンク	19
8.1	U1 ヒートシンク製造図面	19
8.2	U1 ヒートシンク組み立て図	20
8.3	U1 及びヒートシンク組み立て図	21
9	性能データ	22
9.1	効率	22
9.2	入力及び負荷のレギュレーション	23
9.3	力率	24
9.4	A-THD	25
9.5	高調波電流	26
9.5.1	15 V LED 負荷	26
9.5.3	18 V LED 負荷	27
9.5.4	21 V LED 負荷	28
9.6	試験データ	29
9.6.1	試験データ、15 V LED 負荷	29
9.6.2	試験データ、18 V LED 負荷	29
9.6.3	試験データ、21 V LED 負荷	29
9.6.4	120 VAC 60 Hz、15 V LED 負荷の高調波データ	30
9.6.5	120 VAC 60 Hz、18 V LED 負荷の高調波データ	31
9.6.6	120 VAC 60 Hz、21 V LED 負荷の高調波データ	32



10	調光性能データ	33
10.1	トライアックのシミュレーションと調光曲線	33
10.2	実際の調光器の性能	34
10.2.1	調光曲線	34
10.2.2	標準的なリーディング エッジ型調光器の性能データ	35
10.2.3	標準的なトレーリング エッジ型調光器の性能データ	36
10.2.4	調光器の互換性リスト	36
11	熱特性	38
11.1	非調光時 $V_{IN} = 90$ VAC、60 Hz、21 V LED 負荷	38
11.2	非調光時 $V_{IN} = 132$ VAC、60 Hz、21 V LED 負荷	38
11.3	非調光時 $V_{IN} = 120$ VAC、60 Hz、90° の導通角、21 V LED 負荷	39
12	非調光時の波形	40
12.1	入力電圧と入力電流の波形	40
12.2	通常動作時の出力電圧と出力電流	41
12.3	起動時の入力電圧と出力電流の波形	42
12.4	通常動作時のドレイン電圧と電流	43
12.5	ドレイン電圧及び電流起動時の動作	44
12.6	ドレイン電圧及び電流出力短絡時の動作	45
12.7	通常動作時の出力ダイオード電圧と電流	46
12.8	起動時及び出力短絡状態での出力ダイオード電圧及び電流	47
12.9	オープン負荷状態での出力電圧	47
13	調光時の波形	48
13.1	入力電圧と入力電流の波形	48
13.2	出力電流の波形	49
13.3	起動時の入力電圧と出力電流の波形	50
14	伝導 EMI	51
14.1	試験のセットアップ	51
14.2	試験結果	52
15	入力サージ	53
16	アクティブ ダミー負荷なしのオプション	55
16.1	回路図	55
16.2	アクティブなダミー負荷が無い場合の部品表	56
16.3	アクティブなダミー負荷がない場合の効率	57
16.4	アクティブなダミー負荷がない場合の入力及び負荷レギュレーション	58
16.5	アクティブなダミー負荷がない場合の力率	59
16.6	アクティブなダミー負荷がない場合の A-THD	60
16.7	アクティブなダミー負荷がない場合の高調波電流	61
16.7.1	15 V LED 負荷	61
16.7.3	18 V LED 負荷	62
16.7.4	21 V LED 負荷	63



16.8	アクティブなダミー負荷がない場合の試験データ	64
16.8.1	試験データ、15 V LED 負荷	64
16.8.2	試験データ、18 V LED 負荷	64
16.8.3	試験データ、21 V LED 負荷	64
16.8.4	120 VAC 60 Hz、15 V LED 負荷の高調波データ	65
16.8.5	120 VAC 60 Hz、18 V LED 負荷の高調波データ	66
16.8.7	120 VAC 60 Hz、21 V LED 負荷の高調波データ	67
16.9	アクティブなダミー負荷がない場合のトライアックのシミュレーションと調光曲線 ..	68
16.10	アクティブなダミー負荷がない場合の実際の調光器の性能	69
16.10.1	調光曲線	69
16.10.2	標準的なリーディング エッジ型調光器の性能データ	70
16.10.3	標準的なトレーリング エッジ型調光器の性能データ	70
16.10.4	調光器の互換性リスト	70
17	改訂履歴	73

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、公称 LED 電圧 21 V、530 mA で入力電圧範囲 90 VAC ~ 132 VAC に対応できるように設計された絶縁型高力率 (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 ドライバでは、LYTSwitch IC ファミリーの LYT4314E を使用します。

ワンコンバータ型 PFC フライバックを採用し、高効率、高力率、低 THD、絶縁、少ない部品点数に加え、優れた調光機能を実現します。

LYTSwitch IC の採用によって高力率と低 THD が達成され、オープン制御ループ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備えています。入力過電圧保護機能は入力異常及びサージ耐量を拡大し、高精度な自動復帰タイプ過熱保護機能はあらゆる条件下で平均 PCB 温度を安全に保ちます。

このドキュメントには、LED ドライバの仕様、回路図、PCB 図、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。

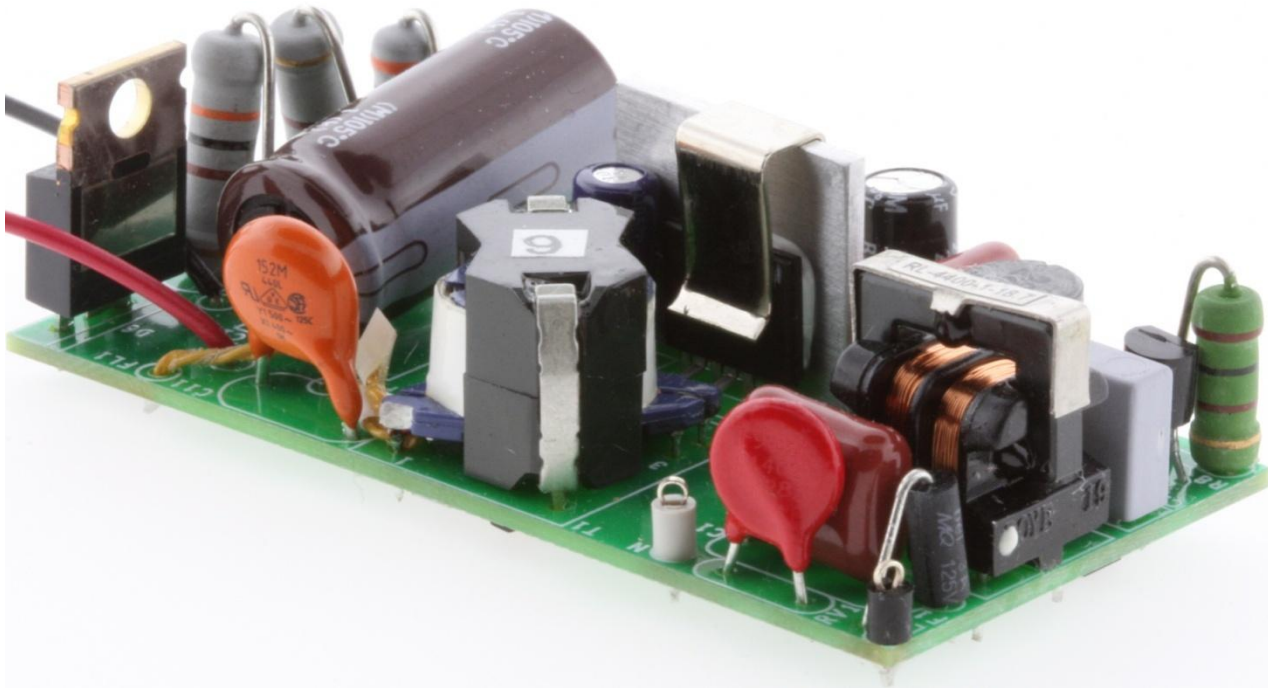


Figure 1 – Populated Circuit Board Photograph



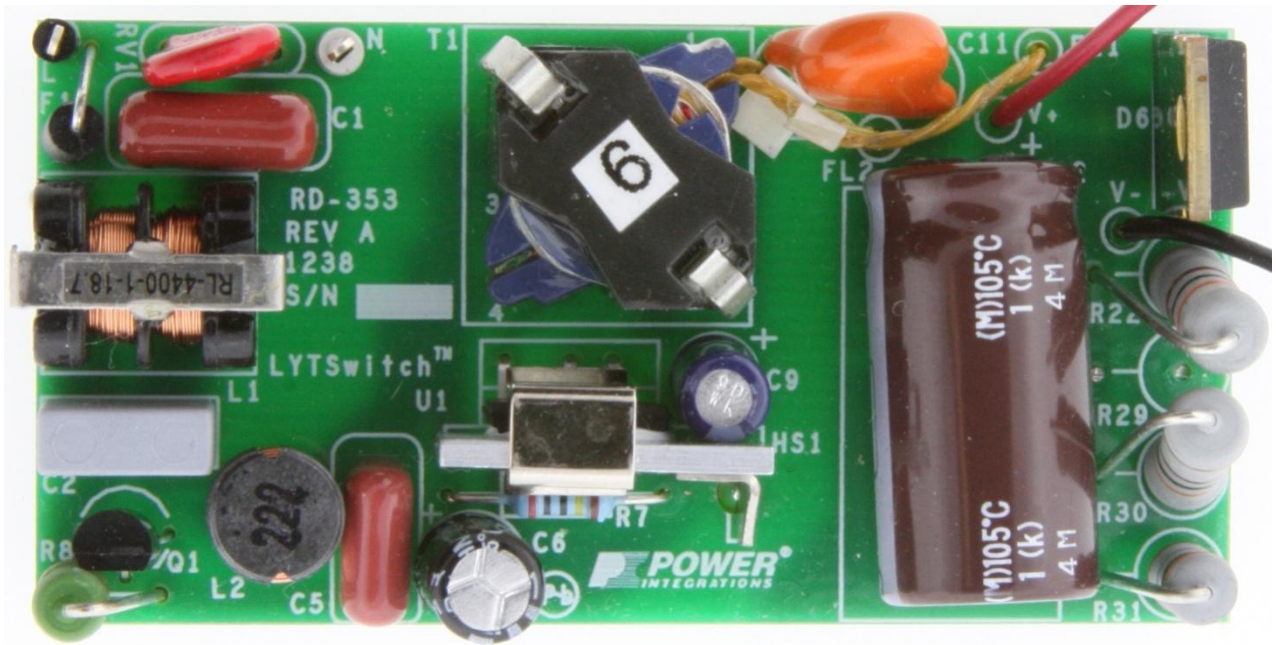


Figure 2 – Populated Circuit Board Photograph (Top View).

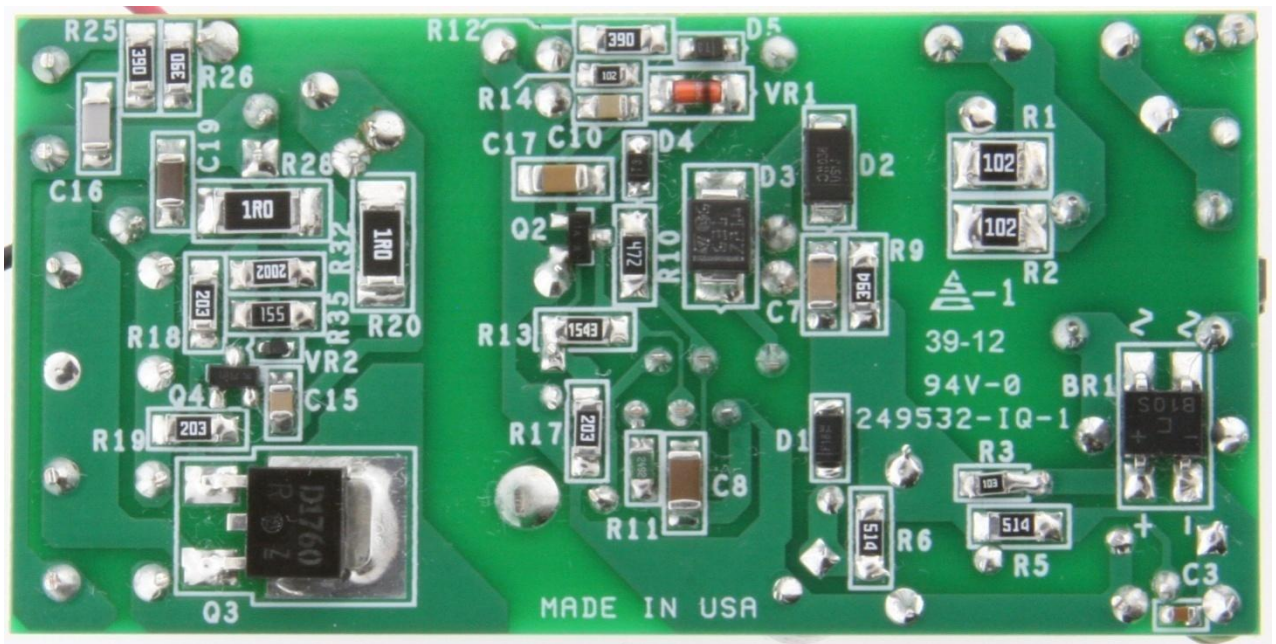


Figure 3 – Populated Circuit Board Photograph (Bottom View).



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	120 60	132	VAC Hz	
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}	15	18 530 9.5	21	V mA W	$V_{OUT} = 21$ 、 $V_{IN} = 120$ VAC、 25°C
効率 最大負荷	η		82		%	P_{OUT} 25°C で測定
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) コモン モード (L1/L2-PE) ディファレンシャル サージ (1.2/50 μs)			CISPR 15B/EN55015B 絶縁型 2.5 500		kV V	
力率			0.96			$V_{OUT(TYP)}$ 、 $I_{OUT(TYP)}$ 及び 120 VAC、60 Hz で測定
高調波電流			EN61000-3-2 クラス D (C)			$P_{IN} < 25$ W のときクラス C 指定、クラス D 制限
周囲温度	T_{AMB}		50		$^{\circ}\text{C}$	自由対流、海水面



3 回路図

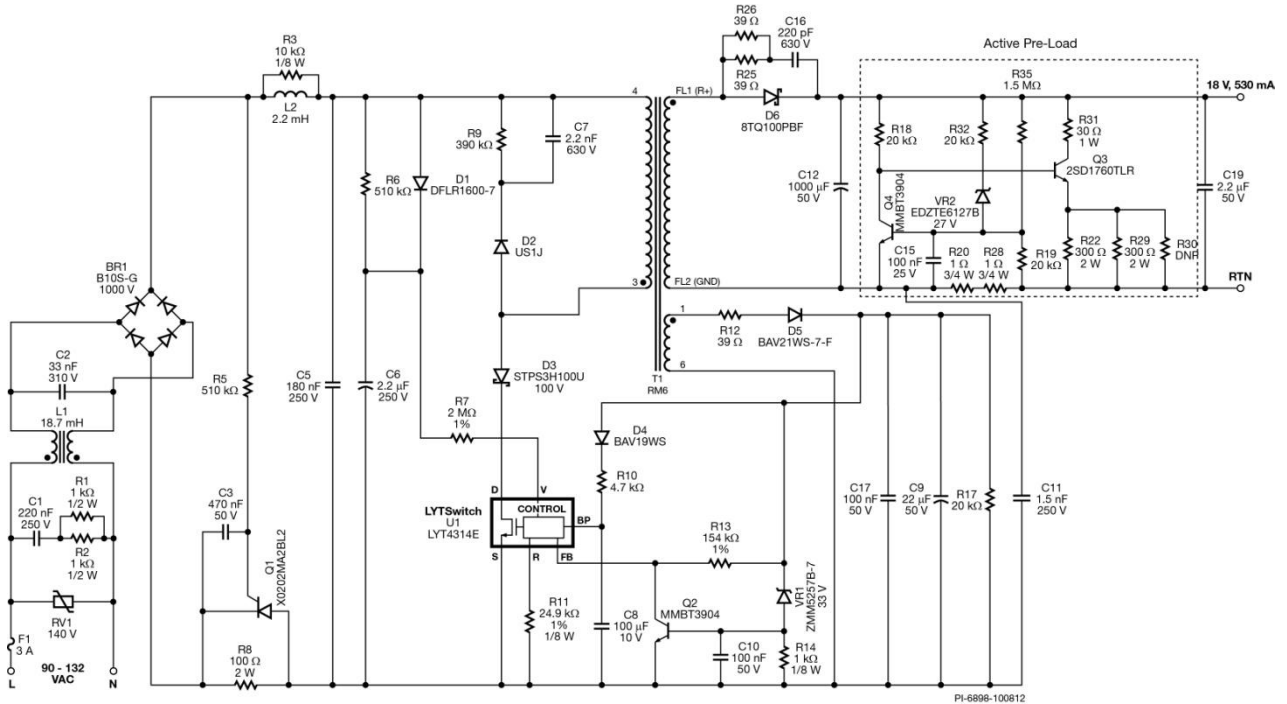


Figure 4 – Schematic with Optional Active Pre-load.

注:

1. R30 は調光曲線を調節するオプションの抵抗のため未装着です。
2. ブロッキング ダイオード D3 は、コスト重視のアプリケーションの場合、0.2% までの効率低下が許容されれば、E2SD などの高速整流ダイオードに置き換えることもできます。
3. ディファレンシャル モード入力サージの大きさが 500 V 以下の場合、RV1 は不要です。



4 回路の説明

LYTSwitch デバイスは、650 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。LinkSwitch は、ワンコンバータ型、フライバック型で使用するよう構成されており、AC 入力からの高力率を維持しながら一次側制御の定電流出力を提供します。

4.1 入力フィルタ

ヒューズ F1 は部品異常から保護します。ディファレンシャル モード サージによる破損を防止するため (1.2 μ s/50 μ s)、比較的高い電流定格のものが用いられます。LYTSwitch の高速入力過電圧検出機能と D1 及び D6 ピーク検出器コンデンサとを組み合わせることで、内蔵型パワー MOSFET の最大電圧ストレスを制限するクランプを設定できます。オプションの金属酸化物バリスタ (MOV) RV1 は500 V を超えるディファレンシャル モード入力サージが要求される場合に使用してください。バリスタ RV1 で、ディファレンシャル モード入力サージ中の最大電圧を制限するクランプを設定できます。指定された最大動作電圧の132 VAC よりも少し上の 140 VAC 定格部品を推奨します。ダイオード ブリッジ BR1 は、一次スイッチング電流に低いインピーダンス パス (デカップリング) を提供するコンデンサ C5 と共に AC 入力電圧を整流します。

EMI フィルタは、インダクタ L1、L2、コンデンサ C2、及び C5 により構成されています。抵抗 R3 と L2 により、伝導 EMI の測定の増加を引き起こす AC 入力インピーダンスとフィルタ部品の LC 共振周波数を減衰します。

4.2 LYTSwitch 一次側回路

トランス (T1) を DC バスに接続し、もう一端を LYTSwitch の DRAIN (D) ピンにブロッキングダイオード D3 経由で接続します。パワー MOSFET の ON 時間中、一次側により電流が上昇してエネルギーが蓄えられ、パワー MOSFET の OFF 時間中、出力に供給されます。RM6S/I のコアのサイズは、電源の設計条件に合わせて選択されています。

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 C6 に充電されます。その後、R7 を経由した電流が、U1 の VOLTAGE MONITOR (V) ピンにフィードされます。抵抗 R6 は、整流された AC のものよりもはるかに長い時定数により C6 の放電パスとなり、V ピン電流が入力周波数で変調される (これにより力率が低下する) のを防ぎます。

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 650 BV_{DSS} 定格にまで拡大します。入力過電圧シャットダウンは V ピン電流が 112 μ A または およそ 158 VAC を超えたときにトリガされます。

V ピン電流と FEEDBACK (FB) ピン電流は、平均出力 LED 電流を制御するために内部で使用されます。入力及び負荷レギュレーションを改善するため、24.9 k Ω の抵抗を REFERENCE (R) ピン (R11) に接続し、2 M Ω (R7) を V ピンに接続して、入力電圧と出力電流の間のリニアな関係を実現します。



パワー MOSFET の OFF 時間中、D2、R9、及び C7 は、漏れインダクタンスの効果により、ドレイン電圧を安全なレベルにクランプします。ダイオード D3 は、C5 にかかる電圧 (整流された入力 AC) が出力跳ね返り電圧 (設計スプレッドシート中のパラメータ V_{OR}) 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。さらなる低コスト化のために超高速タイプ (E2SD) を選択すると、わずかに (0.3%) 効率が低下します。

ダイオード D5、C9、R12、及び R17 は、トランスの補助巻線からの一次バイアス回路を形成します。抵抗 R12 は、バイアス電圧が出力電圧を厳密にトレースするようにフィルタリングを行い、出力電流を LED 電圧の変化によらず一定に保ちます。抵抗 R17 は、出力短絡中の C9 ピーク充電電流を防止し、ドライバが安全にオートリスタートに入れるようにします。

コンデンサ C8 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。起動中、C8 は 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。充電が終わると、U1 によりスイッチングが開始され、その時点で動作供給電流がバイアス回路から R10 を介して供給されます。

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 (D4 及び R10 経由) を推奨します。

コンデンサ C8 は、出力モードも選択します。デバイスの消費電力を最小限に抑えてヒートシンクを小さくできるように、100 μ F (低電力モード) が選択されました。

4.3 フィードバック

バイアス巻線電圧は、二次側フィードバック部品無しで出力電圧を間接的に検出するために使用されます。バイアス巻線の電圧は、出力電圧 (バイアス巻線と二次巻線の巻線比率によって設定されます) に比例します。抵抗 R13 は、バイアス電圧を電流に変換し、この電流が U1 の FB ピンにフィードされます。U1 内の内部エンジンは、FB ピン電流、V ピン電流、及び内部ドレイン電流の情報を組み合わせて、高い入力力率を維持しながら一定の出力電流を提供します。

4.4 出力整流

トランスの二次巻線は、D6 によって整流され、コンデンサ C12 及び C19 によって平滑化されます。アクティブなダミー負荷が必要でなければ、コンデンサ C19 は 20 k Ω 1206 SMD 抵抗に置き換えてください。

これよりも高いリップルが許容される設計では、出力容量の値を減らすことができます。

4.5 分離及び短絡された負荷保護

フィードバック電流が $I_{FB(AR)}$ のスレッショールドを 76 ms 以上下回ると、オートリスタートに切り替わります。



オープン (分離された) 負荷異常の場合には、ツェナー ダイオード VR1 はトランジスタ Q2 をオンにします。トランジスタ Q2 は続いて、FB ピンの電圧を下げて IC を強制的にオートリスタートモードにします。

出力短絡状態の間、出力電圧に加えバイアス電圧も完全に低下します。これにより FB ピンに流れ込む電流が $I_{FB(AR)}$ 未満に下降します。

オートリスタートに入ると消費電力が定格出力電力の 25% までに制限され、安全な条件下に置かれます。障害が取り除かれると、電流のオートリスタートのサイクルオフ期間 (最大 225 ms) が完了した時点でドライバは正常動作に戻ります。

4.6 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 エッジ型位相調光器によって出力調光を行う場合、設計上のさまざまなトレードオフが伴います。

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、調光器内のトライアックの保持電流を下回ります。これにより、調光範囲の限界に達しないうちに照明が消えてしまうことや、トライアックが不定期に始動することによるフリッカなどの望ましくない動作が発生することがあります。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。これもまた、同様の望ましくない動作を発生させることがあります。リングングによってトライアック電流がゼロに低下す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、アクティブ ダンパー回路及びパッシブ ブリーダー回路を追加しました。これらの回路の欠点は、電力消費が増大し、したがって電源の効率が低下することです。非調光アプリケーションでは、これらのコンポーネントを単純に省略できます。

アクティブ ダンパーは、部品 R5、Q1、C3、及び R8 で構成されます。この回路は、導通期間の最初の 1 ms 間に R8 を直列に配置することにより、トライアックがオンのときに C5 に流れる突入電流を制限します。約 1 ms 後、Q1 がオンになって R8 を短絡します。これにより R8 での電力消費が低く保たれ、より大きな値を用いた、より効果的な突入電流制限が可能になります。抵抗 R5 及び C3 は、トライアック導通後に 1 ms のディレーを設定します。Q1 に対して選択された SCR は、TO-92 パッケージの低電流、低コストのデバイスです。抵抗 R36 (標準値 10 – 22 Ω) と R8 の直列の構成は定格 1000 W でのトライアックの追加ダンピングのためのオプションです。

パッシブ ブリーダー回路は、C1、及び R1 と R2 の並列の組み合わせで構成されます。この回路は、各導通角の期間の起動時 (及び終了時) にトライアック スイッチの発振を防止して、各 AC ハーフ サイクル中に、ドライバの入力電流を上昇させつつ入力電流をトライアック保持電流よりも高く維持します。



4.6.1 アクティブなダミー負荷回路

アクティブなダミー負荷回路の追加で、調光可能な範囲が拡大し、トライアック調光中の負荷の追加が可能になり、適合可能な調光モデルの種類が増えます。

抵抗 R20 と R28 は出力 (LED) 電流を検出します。出力電流の最小値が 200 mA 未満に下降した場合、トランジスタ Q4 はオフとなり、トランジスタ Q3 はオンとなって LED に流れ込む出力電流を減らします。このようにすると、30 V_{RMS} 入力 (入力チョッピング電圧) で最大 1% の (最大負荷の) 出力電流が LED ドライバに流れます。200 mA の最小出力電流 (リップル電流の最小点) で、アクティブなダミー負荷回路がオープンになり、効率の低下を防ぎます。抵抗 R22、R29、及び R31 は最大電流を設定し、その結果望ましい調光特性を得ることができます。ツェナーダイオード VR2 及び R32 も、負荷がオープンの際にアクティブ負荷を停止させます。抵抗 R22、R29、及び R31 の温度は著しく上昇することがあり、最終製品の段階で確認してください。これらの抵抗は、電力消費が LED 最大電流の 50% に満たない時に発生するので、LED ヒートシンクに実装することもできます。



その他の情報

スマートフォンを使用して、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

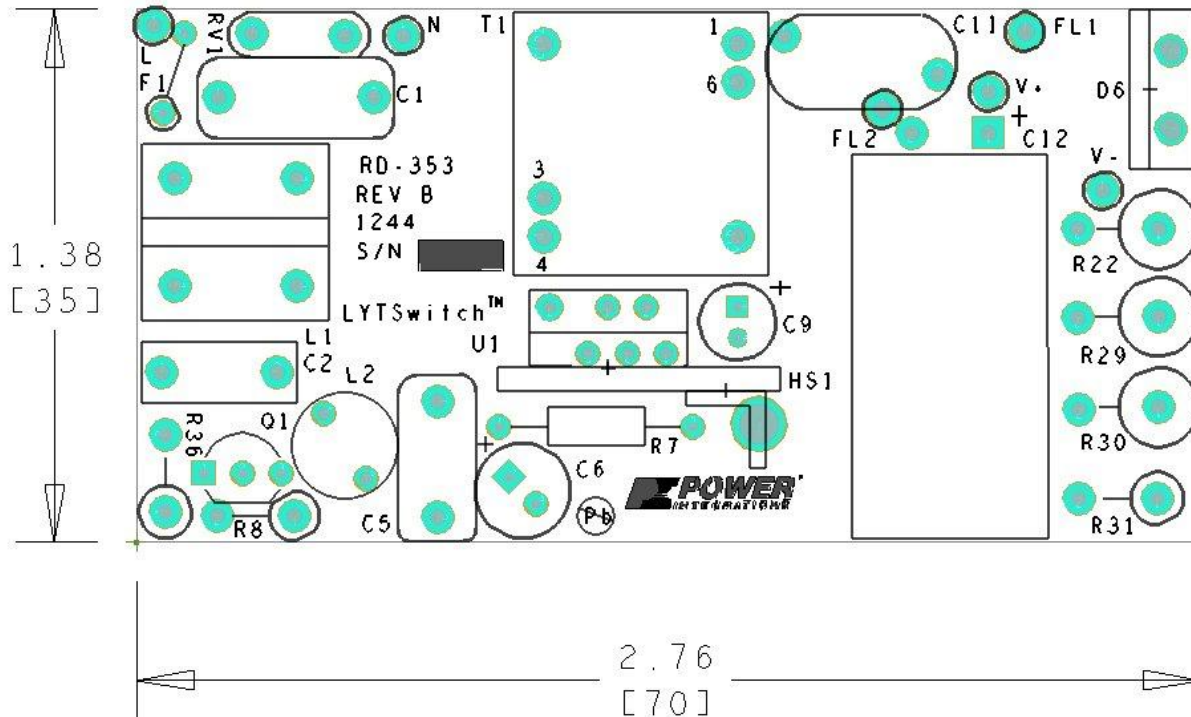


Figure 5 – Top Side.

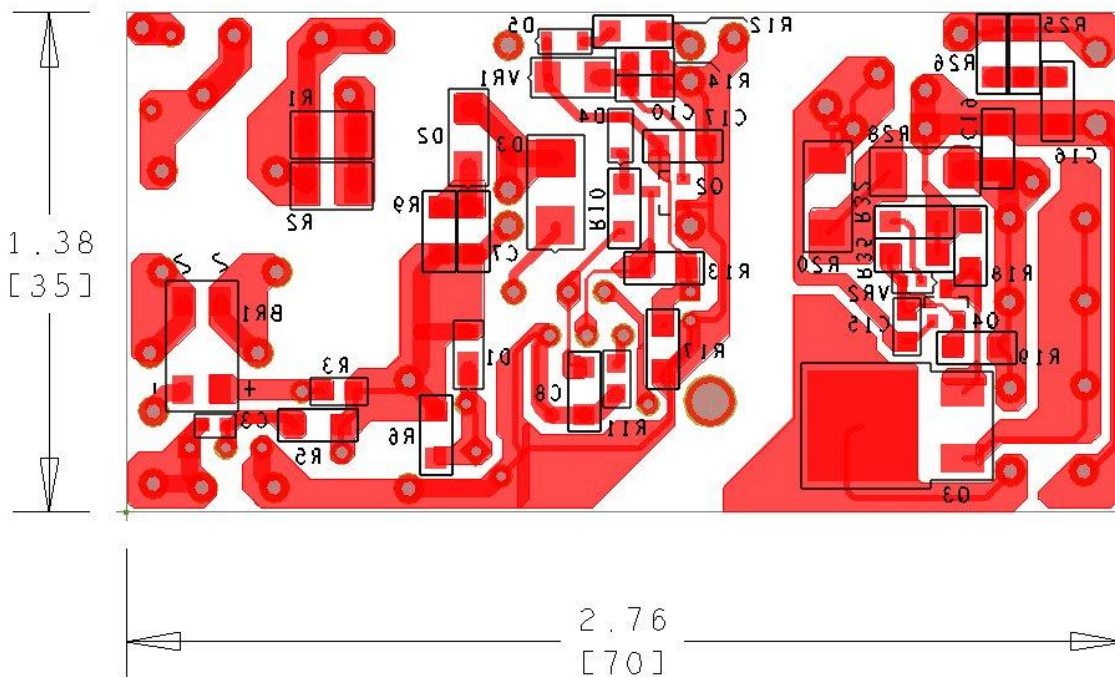


Figure 6 – Bottom Side.



6 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	C1	220 nF, 250 V, Film	ECQ-E2224KF	Panasonic
3	1	C2	33 nF, 310 VAC, Polyester Film, X2	BFC233920333	Vishay
4	1	C3	470 nF, 50 V, Ceramic, Y5G, 0603	C1608Y5V1H474Z	TDK
5	1	C5	180 nF, 250 V, Film	ECQ-E2184KB	Panasonic
6	1	C6	2.2 μ F, 250 V, Electrolytic, (6.3 x 11)	225CKH250M	Illinois Capacitor
7	1	C7	2.2 nF, 630 V, Ceramic, X7R, 1206	ECJ-3FBJ222K	Panasonic
8	1	C8	100 μ F, 10 V, X5R, 1206	C3216X5R1A107M	TDK
9	1	C9	22 μ F, 50 V, Electrolytic, Low ESR, 900 m Ω , (5 x 11.5)	ELXZ500ELL220MEB5D	Nippon Chemi-Con
10	1	C10	100 nF, 50 V, Ceramic, X7R, 0805	CC0805KRX7R9BB104	Yageo
11	1	C11	1.5 nF, Ceramic, Y1	440LD15-R	Vishay
12	1	C12	1000 μ F, 50 V, Electrolytic, Gen. Purpose, (12.5 x 25)	EKMG500ELL102MK25S	Nippon Chemi-Con
13	1	C15	100 nF, 25 V, Ceramic, X7R, 0805	08053C104KAT2A	AVX
14	1	C16	220 pF, 630 V, Ceramic, NPO, 1206	C3216C0G2J221J	TDK
15	1	C17	100 nF, 50 V, Ceramic, X7R, 1206	GRM319R71H104KA01D	Murata
16	1	C19	2.2 μ F, 50 V, Ceramic, Y5V, 1206	GRM31MF51H225ZA01L	Murata
17	1	D1	600 V, 1 A, Rectifier, Glass Passivated, POWERDI123	DFLR1600-7	Diodes, Inc.
18	1	D2	Diode Ultrafast, SW 600 V, 1 A, SMA	US1J-13-F	Diodes, Inc.
19	1	D3	100 V, 3 A, Schottky, DO-214AA	STPS3H100U	ST Micro
20	1	D4	100 V, 0.2 A, Fast Switching, 50 ns, SOD-323	BAV19WS-7-F	Diodes, Inc.
21	1	D5	250 V, 0.2 A, Fast Switching, 50 ns, SOD-323	BAV21WS-7-F	Diodes, Inc.
22	1	D6	100 V, 8 A, Schottky, TO-220AC	8TQ100PBF	Vishay
23	1	F1	3 A, 125 V, Fast, Microfuse, Axial	MQ3	BelFUSE
24	1	L1	18.7 mH, 0.22 A, Common Mode Choke	RL-4400-1-18.7	Renco
25	1	L2	2.2 mH, 0.19 A, Ferrite Core	CTCH895F-222K	CT Parts
26	1	Q1	SCR, 600 V, 1.25 A, TO-92	X0202MA 2BL2	ST Micro
27	2	Q2 Q4	NPN, Small Signal BJT, 40 V, 0.2 A, SOT-23	MMBT3904LT1G	On Semir
28	1	Q3	NPN, Power BJT, 400 V, 2 A, SOT-428	2SD1760TLR	Rohm Semi
29	2	R1 R2	1 k Ω , 5%, 1/2 W, Thick Film, 1210	ERJ-14YJ102U	Panasonic
30	1	R3	10 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ103V	Panasonic
31	2	R5 R6	510 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ514V	Panasonic
32	1	R7	2.00 M Ω , 1%, 1/4 W, Metal Film	RNF14FTD2M00	Stackpole
33	1	R8	100 Ω , 5%, 2 W, Metal Oxide	RSMF2JT100R	Stackpole
34	1	R9	390 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ394V	Panasonic
35	1	R10	4.7 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ472V	Panasonic
36	1	R11	24.9 k Ω , 1%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6ENF2492V	Panasonic
37	3	R12 R25 R26	39 Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ390V	Panasonic
38	1	R13	154 k Ω , 1%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8ENF1543V	Panasonic
39	1	R14	1 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ102V	Panasonic
40	4	R17 R18 R19 R32	20 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ203V	Panasonic
41	2	R20 R28	1 Ω , 5%, 3/4 W, Thick Film, 2010	ERJ-12ZYJ1R0U	Panasonic
42	2	R22 R29	300 Ω , 5%, 2 W, Metal Oxide	RSF200JB-300R	Yageo
43	1	R31	30 Ω , 5%, 1 W, Metal Oxide	RSF100JB-30R	Yageo
44	1	R35	1.5 M Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ155V	Panasonic
45	1	R36	0 Ω , 1/4 W, Metal Oxide	Z0R-25-R-52-0R	Yageo



46	1	RV1	140 V, 12 J, 7 mm, RADIAL	V140LA2P	Littlefuse
47	1	T1	Bobbin, RM6, Vertical, 6 pins Transformer	B65808-N1006-D1 SNX-R1662	Epcos Santronics USA
48	1	U1	LYTSwitch, eSIP-7C	LYT4314E	Power Integrations
49	1	VR1	33 V, 5%, 500 mW, DO-213AA (MiniMELF)	ZMM5257BDICT-ND	Diodes, Inc.
50	1	VR2	27 V, 5%, 150 mW, SOD 523	EDZTE6127B	Rohm Semi



7 トランスの仕様

7.1 回路図

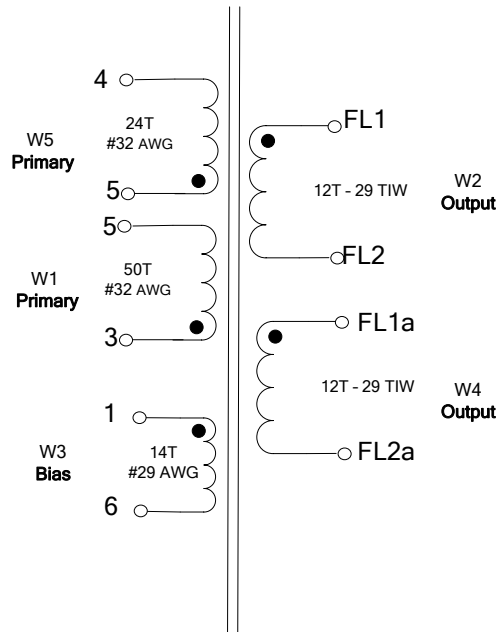


Figure 7 – Transformer Electrical Diagram.

7.2 電気仕様

Electrical Strength	1 second, 60 Hz, from pins 1, 3, 4, 6 to FL1, FL2.	3000 VAC
Primary Inductance	Pins 3-4, all other windings open, measured at 100 kHz, 0.4 V _{RMS} .	1.4 mH ±5%
Resonant Frequency	Pins 3-4, all other windings open.	1000 kHz (Min.)
Primary Leakage Inductance	Pins 3-4, with FL1-FL2 shorted, measured at 100 kHz, 0.4 V _{RMS} .	15 nH max

7.3 材料

Item	Description
[1]	Core: RM6S/I 3F3.
[2]	B-RM6-V 6 pins (3/3) or equivalent. With mounting clip, CLI/P-RM6.
[3]	Tape, Polyester film, 3M 1350F-1 or equivalent, 6.4 mm wide.
[4]	Wire: Magnet, #32 AWG, solderable double coated.
[5]	Wire: Magnet, #29 AWG, solderable double coated.
[6]	Wire, Triple Insulated, Furukawa TEX-E or Equivalent, #29 TIW.
[7]	Transformer Varnish, Dolph BC-359 or equivalent.



7.4 トランスの構造図

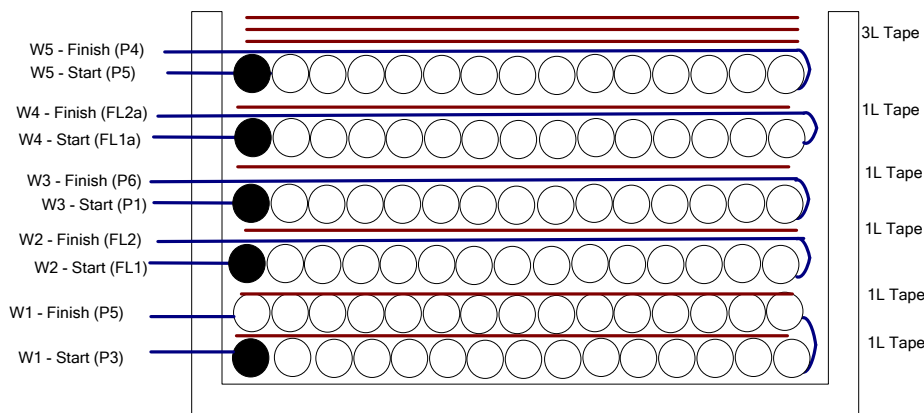


Figure 8 – Transformer Build Diagram.

7.5 トランス構造

Bobbin Preparation	Place the bobbin item [2] on the mandrel such that pin side on the left side. Winding direction is the clockwise direction.
WDG 1 (Primary)	Starting at pin 3, wind 50 turns of wire item [4] in two layers. Apply one layer of tape item [3] between 1 st and 2 nd layer. Finish at pin 5.
Insulation	Apply one layer of tape item [3].
WDG 2 (Secondary)	Starting at pin 1 side of the bobbin, leave about 1" of wire item [6], use small tape to mark as FL1, wind 12 turns in one layer. At the last turn exit the same slot, leave about 0.75", and mark as FL2.
Insulation	Apply one layer of tape item [3].
WDG 3 (Bias)	Starting at pin 1, wind 14 turns of wire item [5], spreading the wire, and finish at pin 6.
Insulation	Apply one layer of tape item [3].
WDG 2 (Secondary)	Starting at pin 1 side of the bobbin, leave about 1" of wire item [6], use small tape to mark as FL1a, wind 12 turns in one layer. At the last turn exit the same slot, leave about 0.75", and mark as FL2a. Twist FL1a with FL1 and FL2a with FL2.
WDG 3 (Primary)	Starting at pin 5, wind 24 turns of wire item [4] in one layer. Finish at pin 4.
Finish Wrap	Apply three layers of tape item [3] for finish wrap.
Final Assembly	Cut pin 2 and pin 5. Grind core to get 1.4 mH inductance. Assemble and secure core halves. Dip impregnate using varnish item [7].



8 U1 ヒートシンク

8.1 U1 ヒートシンク製造図面

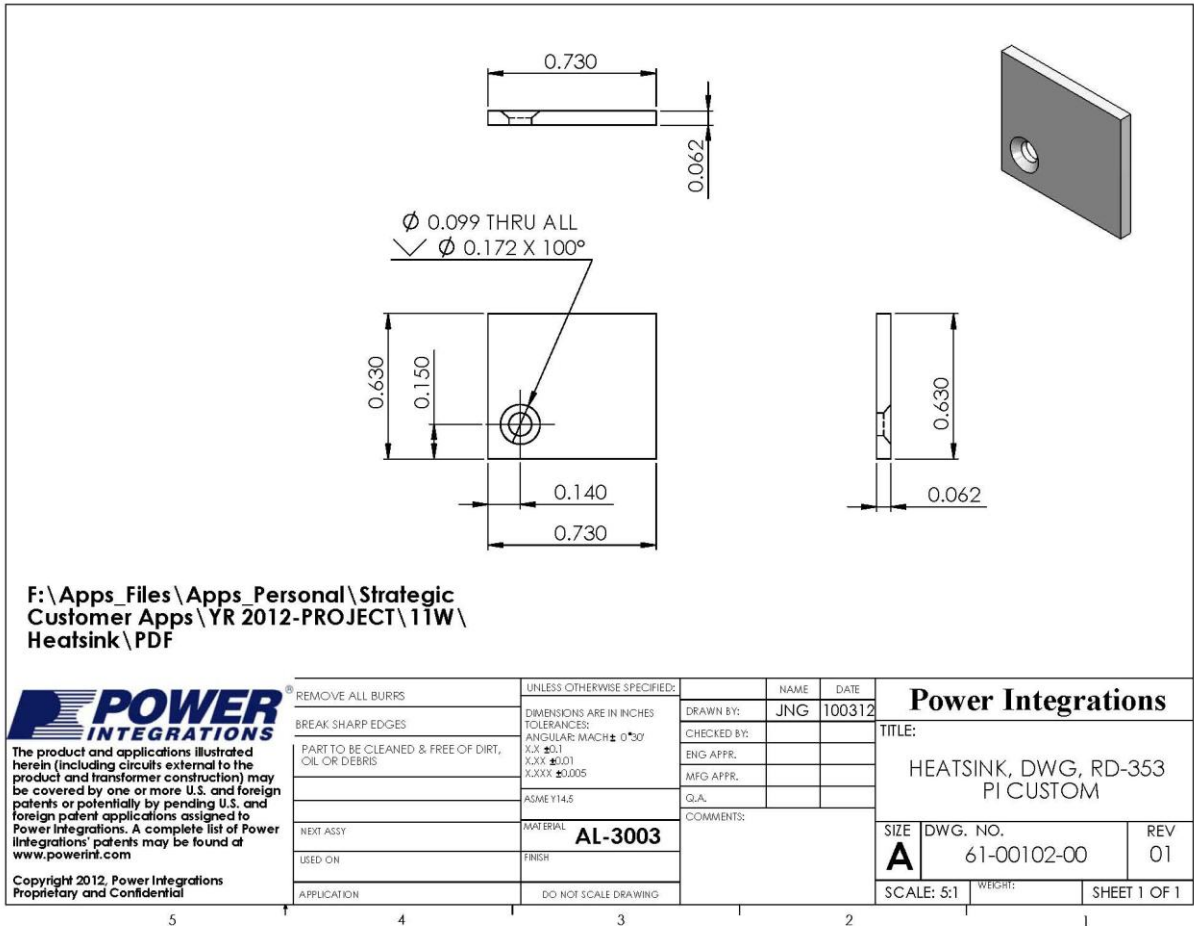


Figure 9 – Heat Sink Dimensions.



8.2 U1 ヒートシンク組み立て図

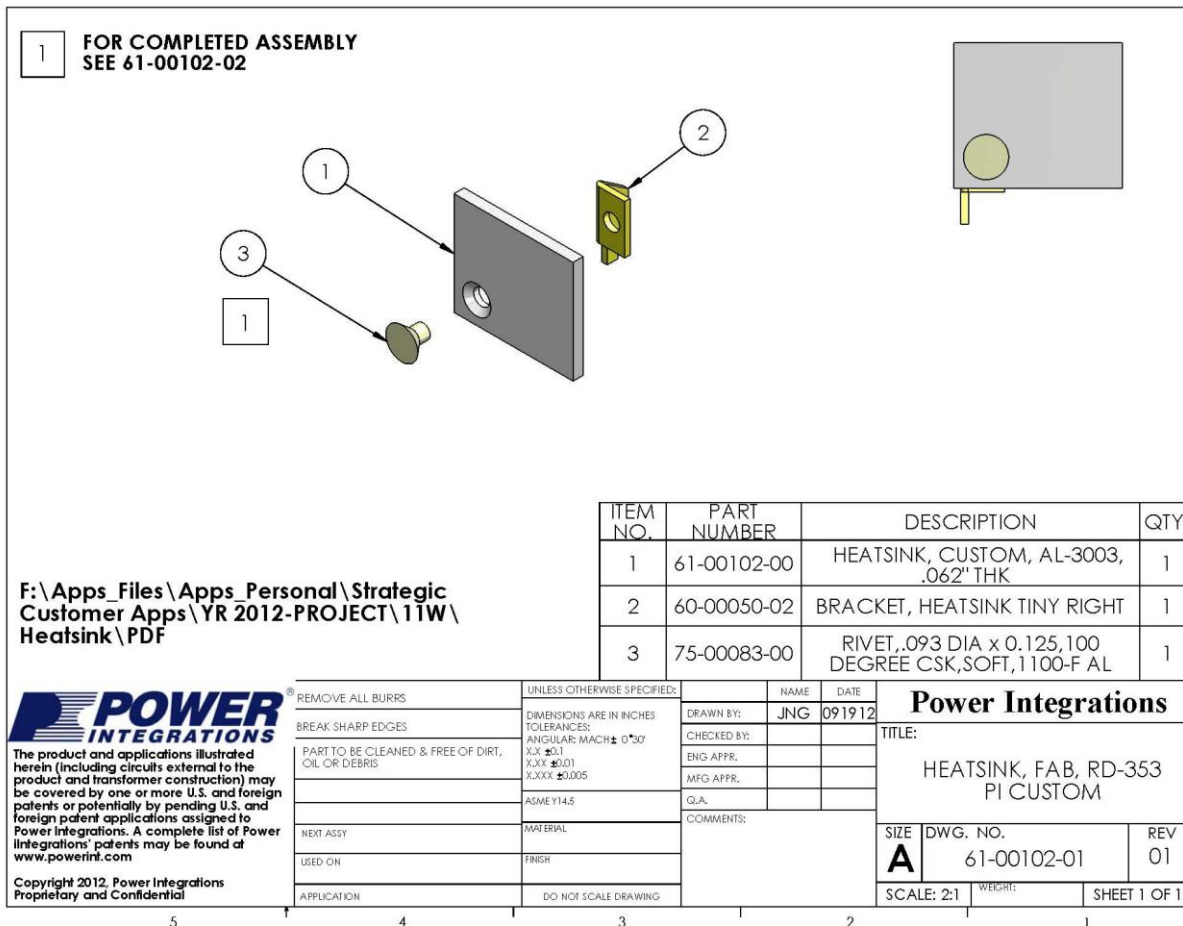


Figure 9a – U1 Heat Sink Assembly Drawing.



8.3 U1 及びヒートシンク組み立て図

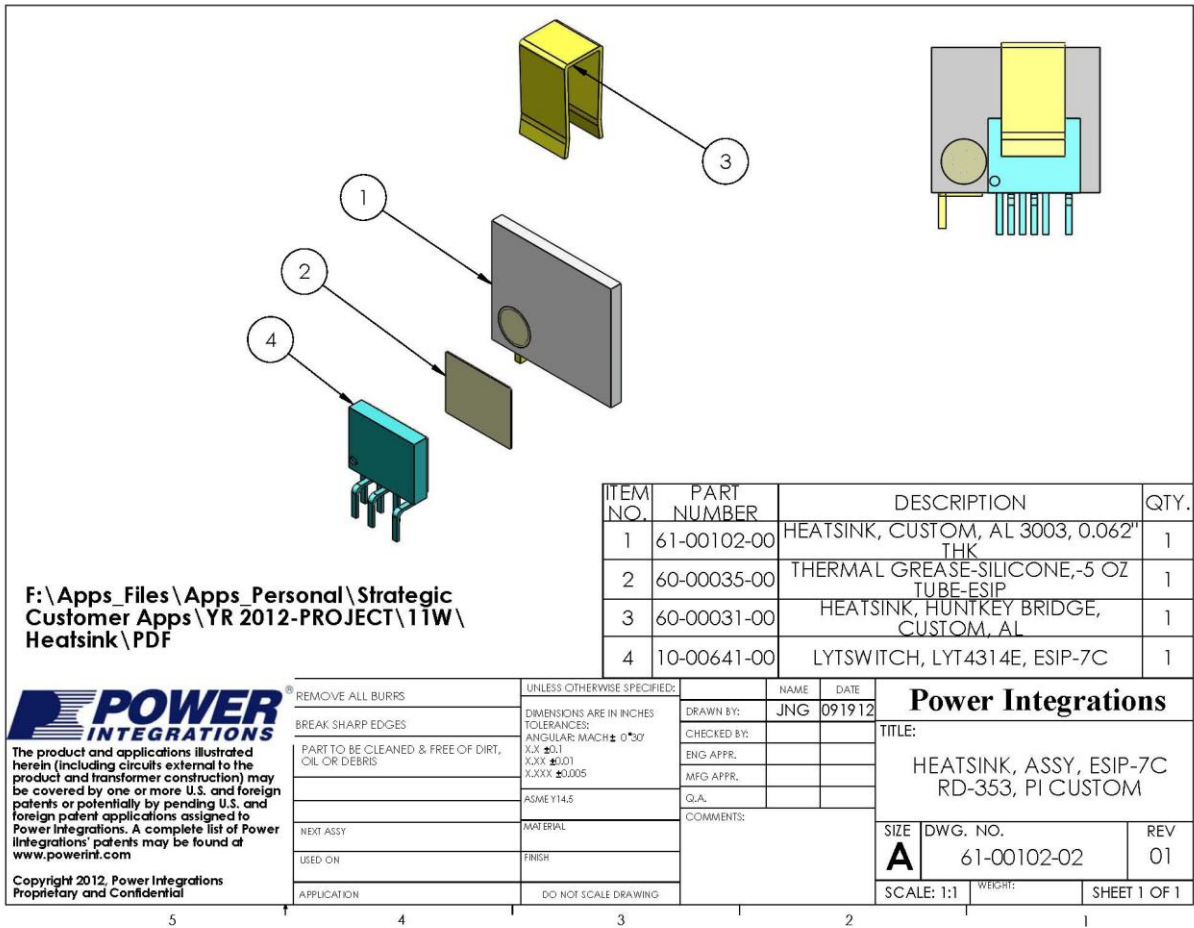


Figure 10 – U1 and Heat Sink Assembly Drawing.

9 性能データ

All measurements performed at room temperature using an LED load. The following data were measured using 3 sets of loads to represent a voltage of 15 V ~ 21 V. The table in Section 9.6 shows complete test data values.

9.1 効率

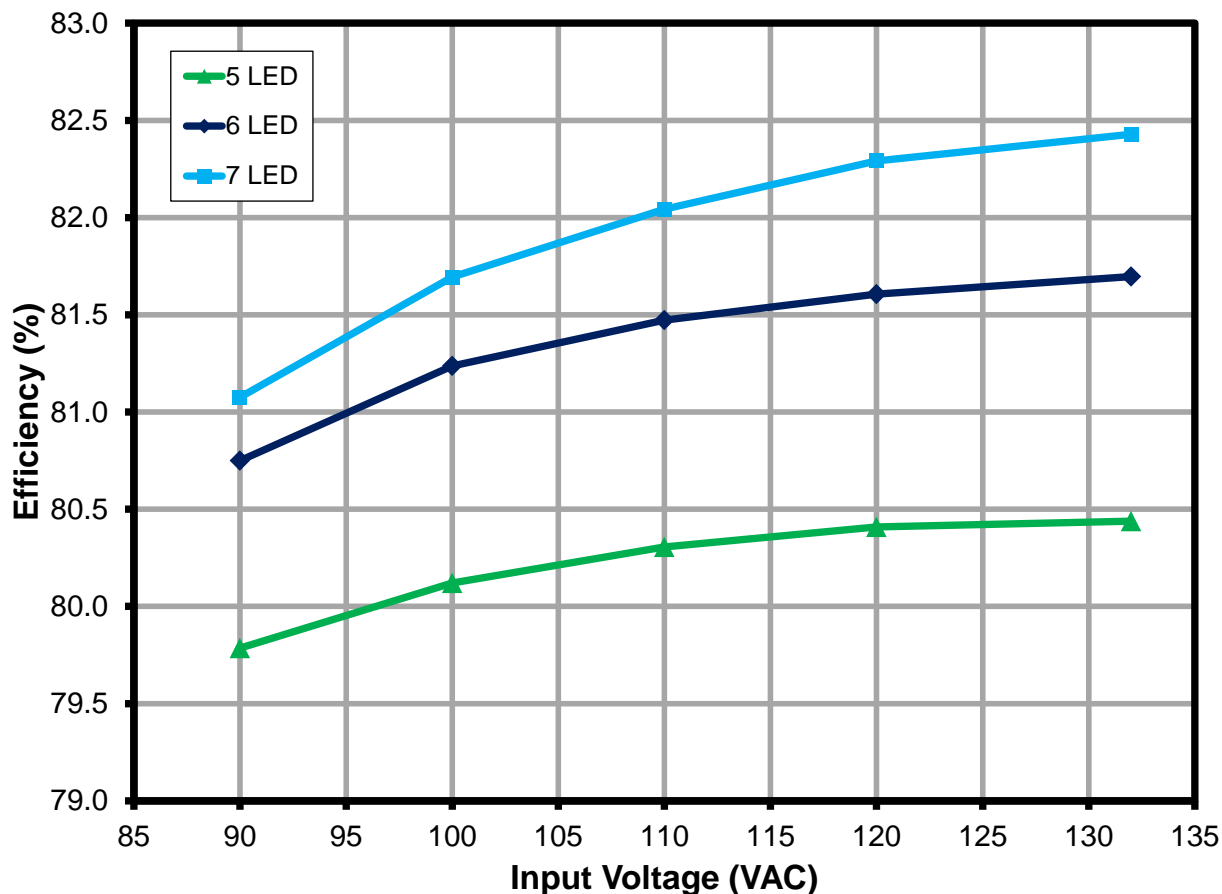


Figure 11 – Efficiency vs. Line and Load.



9.2 入力及び負荷のレギュレーション

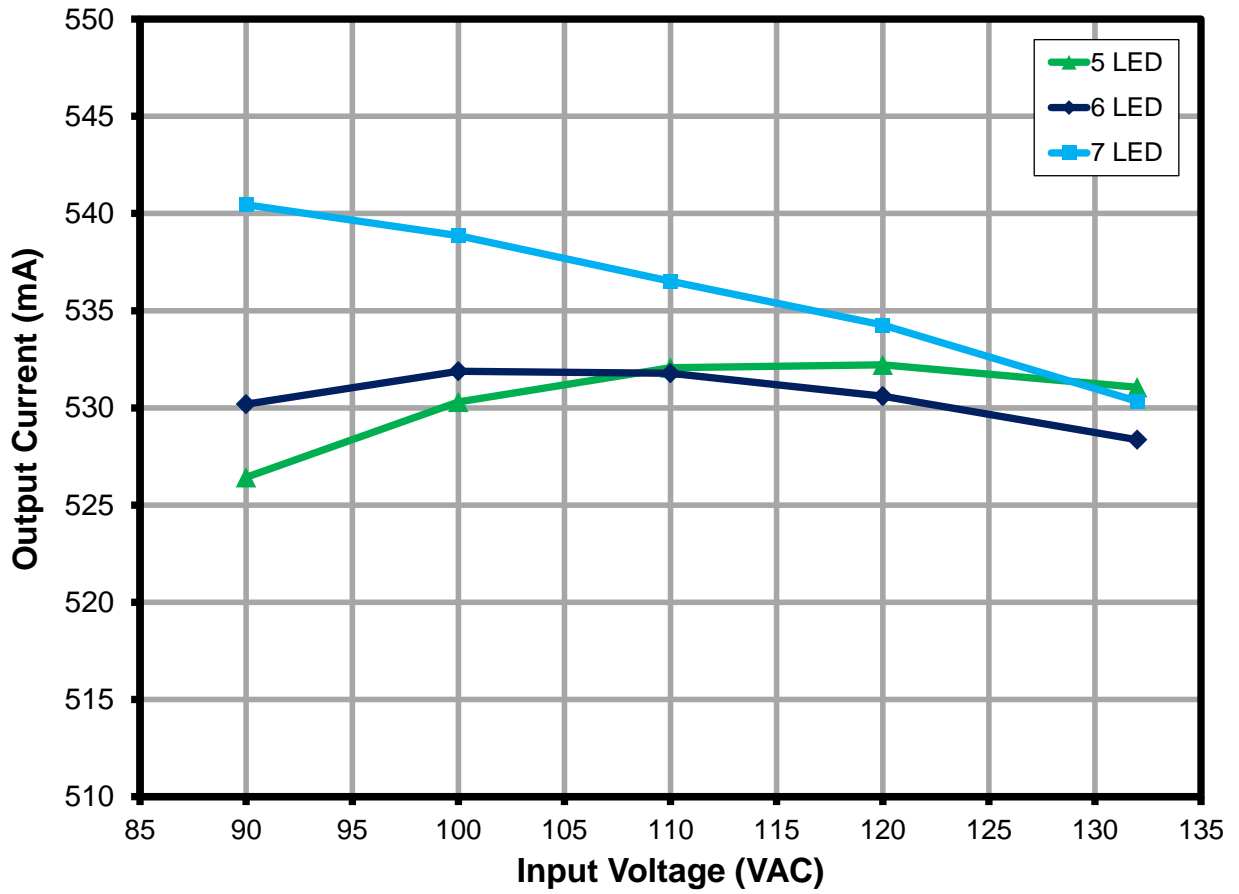


Figure 12 – Regulation vs. Line and Load.

9.3 力率

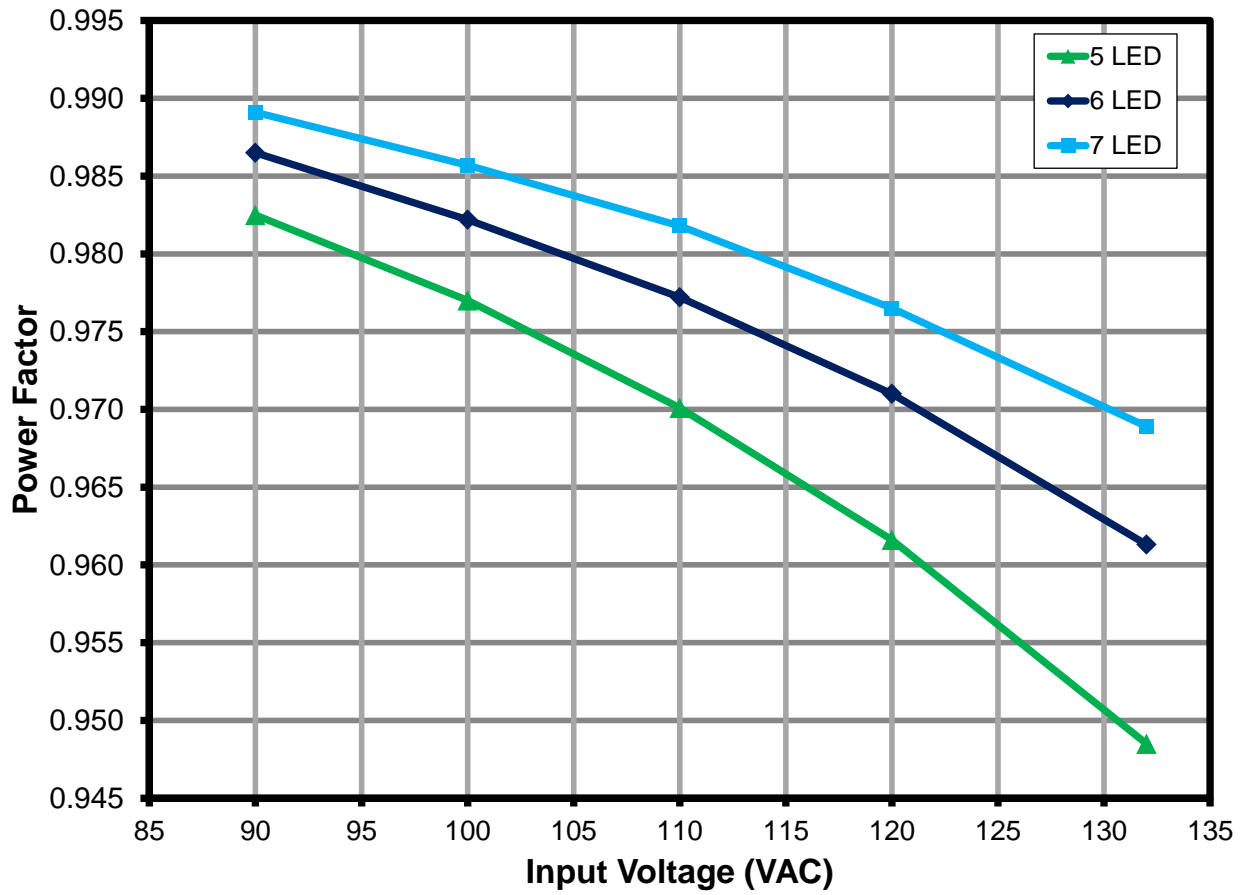


Figure 13 – Power Factor vs. Line and Load.



9.4 A-THD

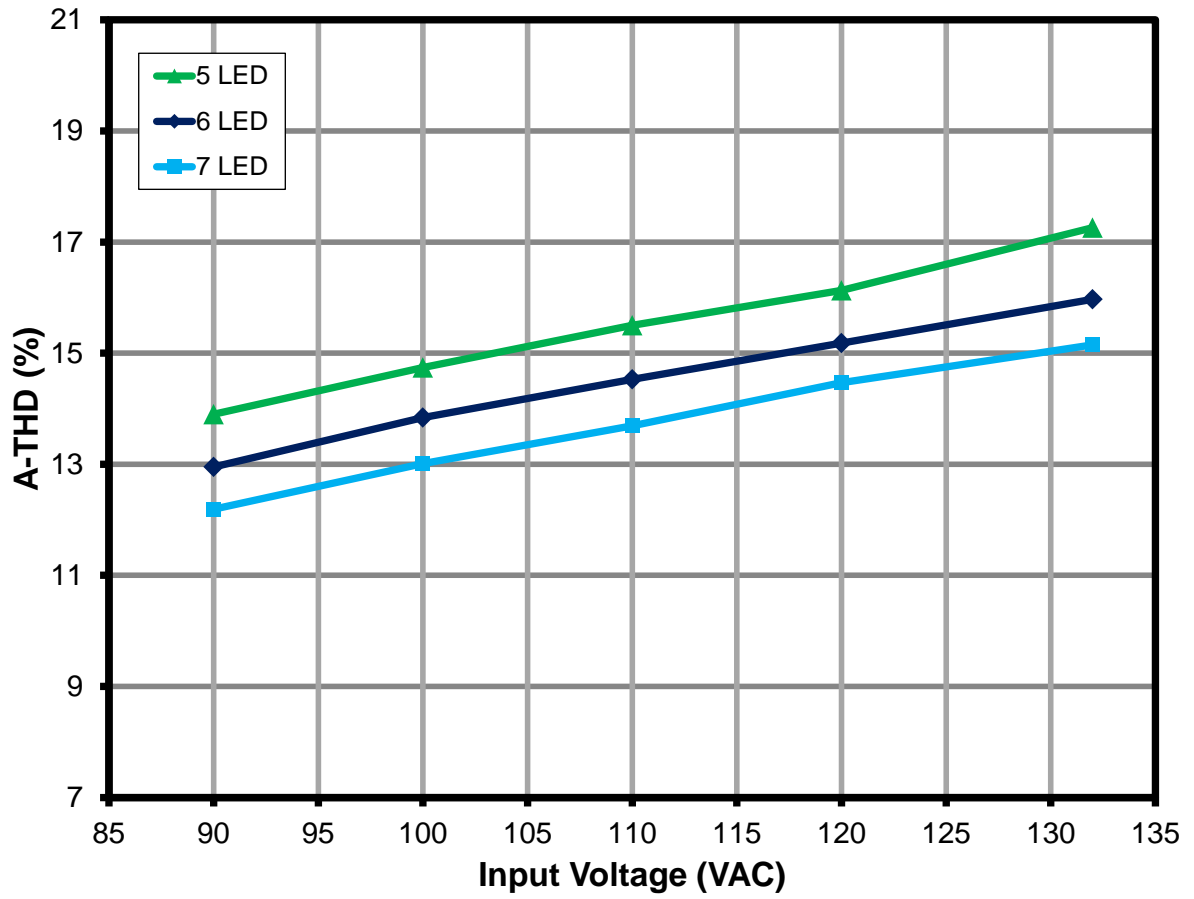


Figure 14 – A-THD vs. Line and Load.

9.5 高調波電流

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

9.5.1 15 V LED 負荷

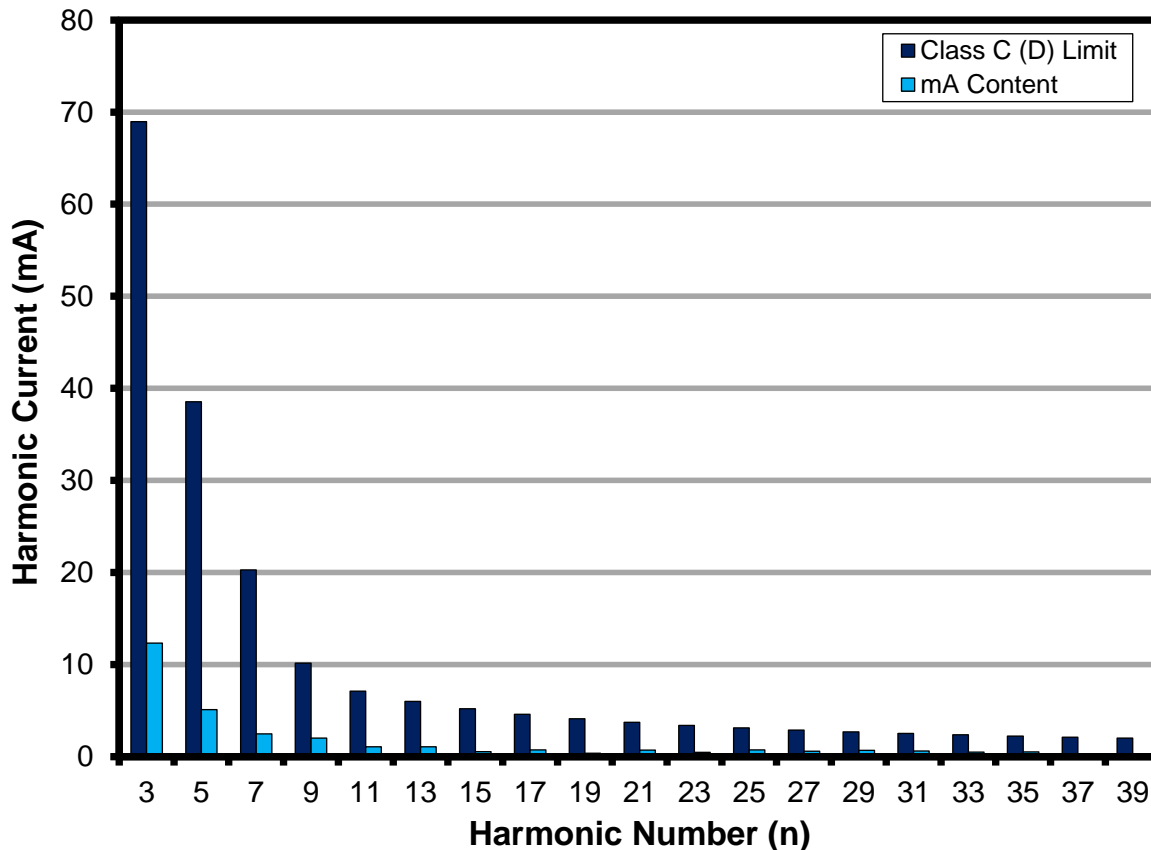


Figure 15 – 15 V LED Load Input Current Harmonics case (IEC61000-3-2) at 120 VAC, 60 Hz.



9.5.3 18 V LED 負荷

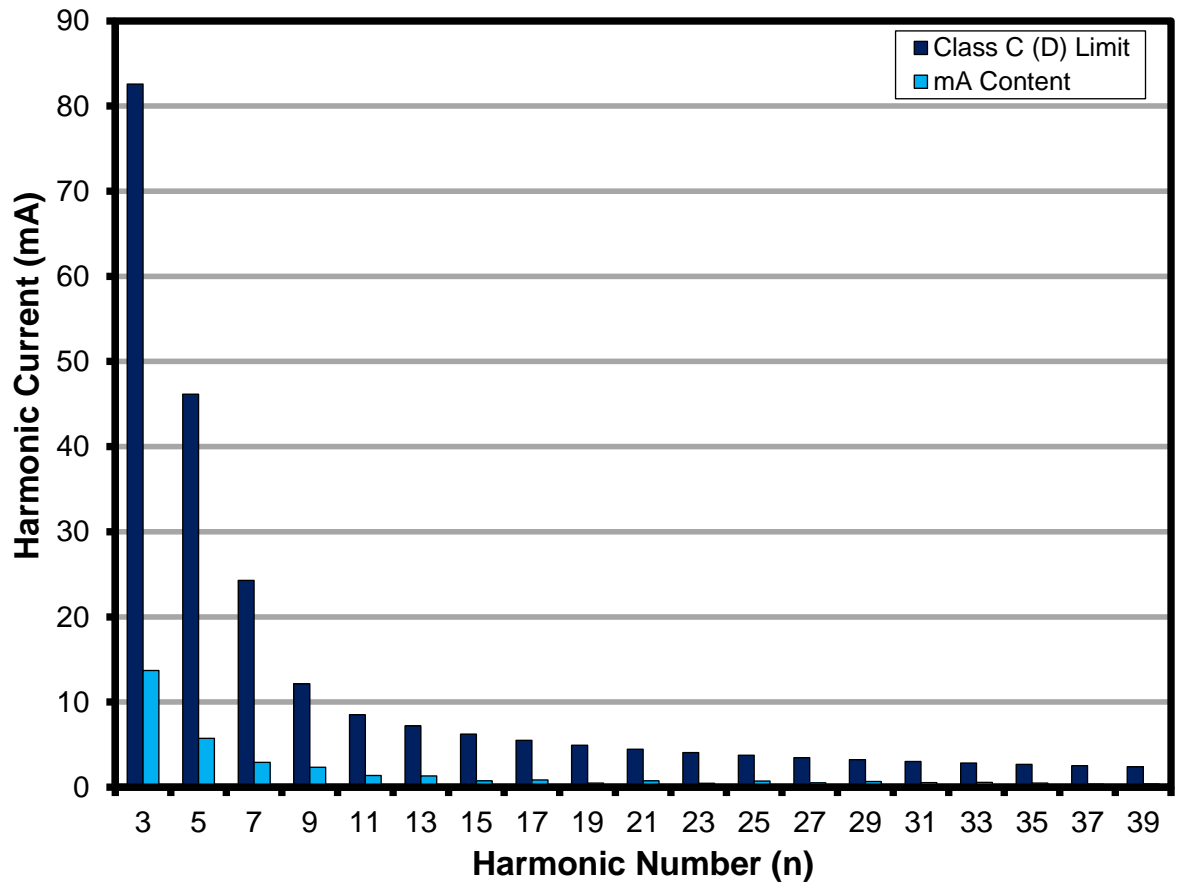


Figure 16 – 18 V LED Load Input Current Harmonics (IEC61000-3-2) at 120 VAC, 60 Hz.



9.5.4 21 V LED 負荷

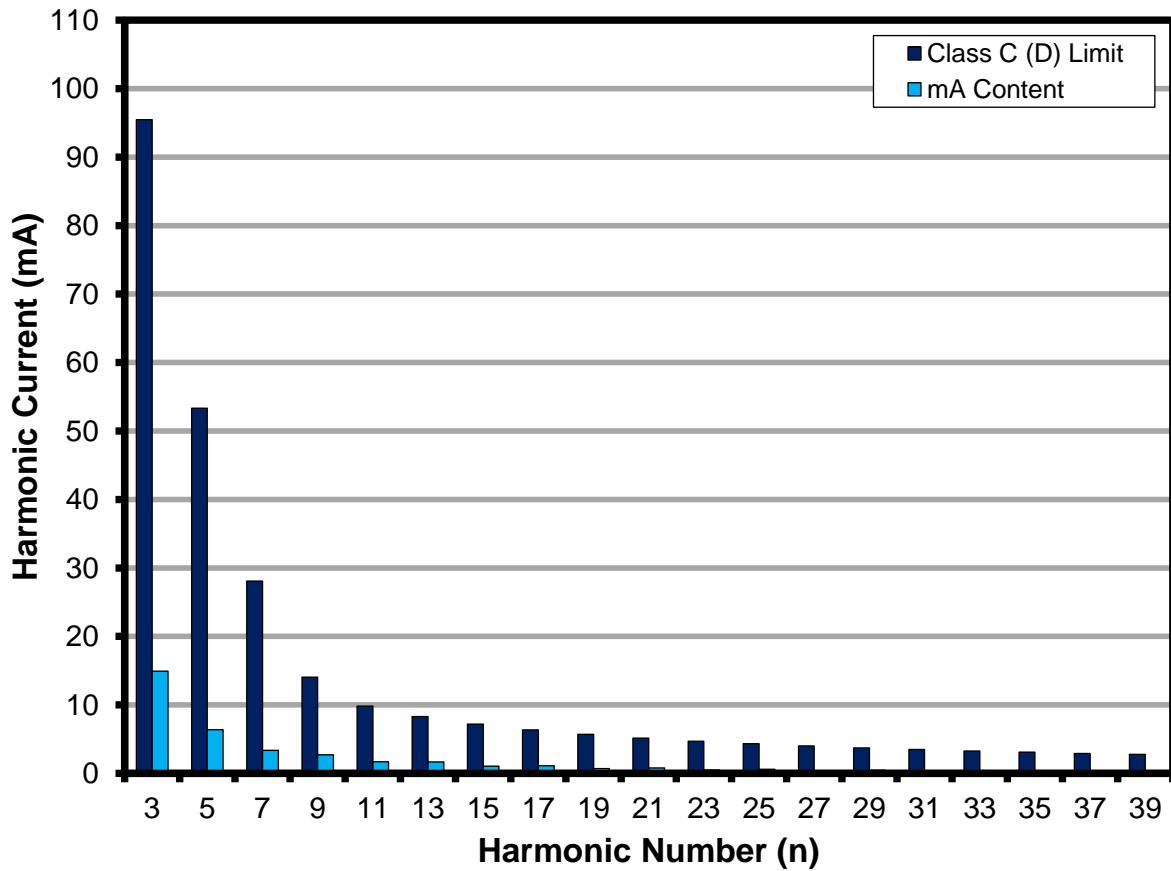


Figure 17 – 21 V LED Load Input Current Harmonics (IEC61000-3-2) at 120 VAC, 60 Hz.



9.6 試験データ

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

9.6.1 試験データ、15 V LED 負荷

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)
90.05	114.25	10.109	0.983	13.90	15.27	526.43	8.07	8.04	79.79	2.04
100.02	103.80	10.144	0.977	14.74	15.28	530.30	8.13	8.10	80.12	2.02
110.08	95.09	10.155	0.970	15.5	15.28	532.07	8.16	8.13	80.31	2.00
120.05	87.86	10.143	0.962	16.13	15.28	532.21	8.16	8.13	80.41	1.99
132.08	80.73	10.114	0.949	17.26	15.28	531.06	8.14	8.11	80.44	1.98

9.6.2 試験データ、18 V LED 負荷

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)
90.05	138.29	12.285	0.987	12.95	18.66	530.19	9.92	9.90	80.75	2.36
100.02	124.65	12.245	0.982	13.84	18.66	531.88	9.95	9.92	81.24	2.30
110.07	113.40	12.199	0.977	14.53	18.65	531.78	9.94	9.92	81.47	2.26
120.05	104.18	12.144	0.971	15.18	18.63	530.60	9.91	9.89	81.61	2.23
132.08	95.06	12.070	0.961	15.97	18.62	528.36	9.86	9.84	81.70	2.21

9.6.3 試験データ、21 V LED 負荷

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)
90.04	162.22	14.447	0.989	12.19	21.63	540.45	11.71	11.69	81.08	2.73
100.01	144.90	14.285	0.986	13.01	21.61	538.86	11.67	11.65	81.69	2.62
110.07	130.95	14.151	0.982	13.69	21.60	536.52	11.61	11.59	82.04	2.54
120.04	119.76	14.038	0.977	14.47	21.58	534.26	11.55	11.53	82.29	2.49
132.07	108.61	13.898	0.969	15.15	21.56	530.34	11.46	11.43	82.43	2.44



9.6.4 120 VAC 60 Hz、15 V LED 負荷の高調波データ

Current Harmonics Limits for IEC61000-3-2

V	Freq	I (mA)	P	PF	%THD
120	60.00	87.86	10.1430	0.9616	16.13
nth Order	mA Content	% Content	Limit <25 W	Limit >25 W	Remarks
1	86.63				
2	0.02	0.02%		2.00%	
3	12.32	14.22%	68.9724	28.85%	Pass
5	5.11	5.90%	38.5434	10.00%	Pass
7	2.46	2.84%	20.2860	7.00%	Pass
9	2.00	2.31%	10.1430	5.00%	Pass
11	1.08	1.25%	7.1001	3.00%	Pass
13	1.08	1.25%	6.0078	3.00%	Pass
15	0.54	0.62%	5.2067	3.00%	Pass
17	0.73	0.84%	4.5942	3.00%	Pass
19	0.38	0.44%	4.1106	3.00%	Pass
21	0.71	0.82%	3.7191	3.00%	Pass
23	0.47	0.54%	3.3957	3.00%	Pass
25	0.74	0.85%	3.1240	3.00%	Pass
27	0.58	0.67%	2.8926	3.00%	Pass
29	0.68	0.78%	2.6931	3.00%	Pass
31	0.61	0.70%	2.5194	3.00%	Pass
33	0.49	0.57%	2.3667	3.00%	Pass
35	0.51	0.59%	2.2315	3.00%	Pass
37	0.25	0.29%	2.1108	3.00%	Pass
39	0.31	0.36%	2.0026	3.00%	Pass
41	0.09	0.10%			
43	0.13	0.15%			
45	0.16	0.18%			
47	0.20	0.23%			
49	0.26	0.30%			



9.6.5 120 VAC 60 Hz、18 V LED 負荷の高調波データ

Current Harmonics Limits for IEC61000-3-2

V	Freq	I (mA)	P	PF	%THD
120	60.00	104.18	12.1440	0.9710	15.18
nth Order	mA Content	% Content	Limit <25 W	Limit >25 W	Remarks
1	102.92				
2	0.04	0.04%		2.00%	
3	13.71	13.32%	82.5792	29.13%	Pass
5	5.73	5.57%	46.1472	10.00%	Pass
7	2.90	2.82%	24.2880	7.00%	Pass
9	2.34	2.27%	12.1440	5.00%	Pass
11	1.37	1.33%	8.5008	3.00%	Pass
13	1.32	1.28%	7.1930	3.00%	Pass
15	0.73	0.71%	6.2339	3.00%	Pass
17	0.86	0.84%	5.5005	3.00%	Pass
19	0.47	0.46%	4.9215	3.00%	Pass
21	0.73	0.71%	4.4528	3.00%	Pass
23	0.45	0.44%	4.0656	3.00%	Pass
25	0.72	0.70%	3.7404	3.00%	Pass
27	0.51	0.50%	3.4633	3.00%	Pass
29	0.67	0.65%	3.2244	3.00%	Pass
31	0.54	0.52%	3.0164	3.00%	Pass
33	0.55	0.53%	2.8336	3.00%	Pass
35	0.49	0.48%	2.6717	3.00%	Pass
37	0.34	0.33%	2.5273	3.00%	Pass
39	0.38	0.37%	2.3977	3.00%	Pass
41	0.18	0.17%			
43	0.24	0.23%			
45	0.11	0.11%			
47	0.13	0.13%			
49	0.13	0.13%			



9.6.6 120 VAC 60 Hz、21 V LED 負荷の高調波データ

Current Harmonics Limits for IEC61000-3-2

V	Freq	I (mA)	P	PF	%THD
120	60.00	119.76	14.0380	0.9765	14.47
nth Order	mA Content	% Content	Limit <25 W	Limit >25 W	Remarks
1	118.44				
2	0.04	0.03%		2.00%	
3	14.93	12.61%	95.4584	29.30%	Pass
5	6.39	5.40%	53.3444	10.00%	Pass
7	3.38	2.85%	28.0760	7.00%	Pass
9	2.72	2.30%	14.0380	5.00%	Pass
11	1.71	1.44%	9.8266	3.00%	Pass
13	1.67	1.41%	8.3148	3.00%	Pass
15	1.05	0.89%	7.2062	3.00%	Pass
17	1.12	0.95%	6.3584	3.00%	Pass
19	0.70	0.59%	5.6891	3.00%	Pass
21	0.79	0.67%	5.1473	3.00%	Pass
23	0.49	0.41%	4.6997	3.00%	Pass
25	0.59	0.50%	4.3237	3.00%	Pass
27	0.37	0.31%	4.0034	3.00%	Pass
29	0.48	0.41%	3.7273	3.00%	Pass
31	0.30	0.25%	3.4869	3.00%	Pass
33	0.40	0.34%	3.2755	3.00%	Pass
35	0.34	0.29%	3.0884	3.00%	Pass
37	0.39	0.33%	2.9214	3.00%	Pass
39	0.26	0.22%	2.7716	3.00%	Pass
41	0.32	0.27%			
43	0.23	0.19%			
45	0.26	0.22%			
47	0.23	0.19%			
49	0.20	0.17%			



10 調光性能データ

TRIAC dimming results were taken at an input voltage of 120 VAC, 60 Hz line frequency, room temperature, and 21 V LED load.

The output current high limit I_{OUT} (HL) and low limit I_{OUT} (LL) were incorporated based on the NEMA SSL6-2010 (section 4, page 9). The limits incorporated on the succeeding graphs assumes that 100% relative light output falls on the maximum operating output current of 530 mA and 0 mA is 0% light output, and input line of 120 VAC, 60 Hz.

10.1 トライアックのシミュレーションと調光曲線

Agilent 6812B AC Source programmed as perfect leading edge dimmer

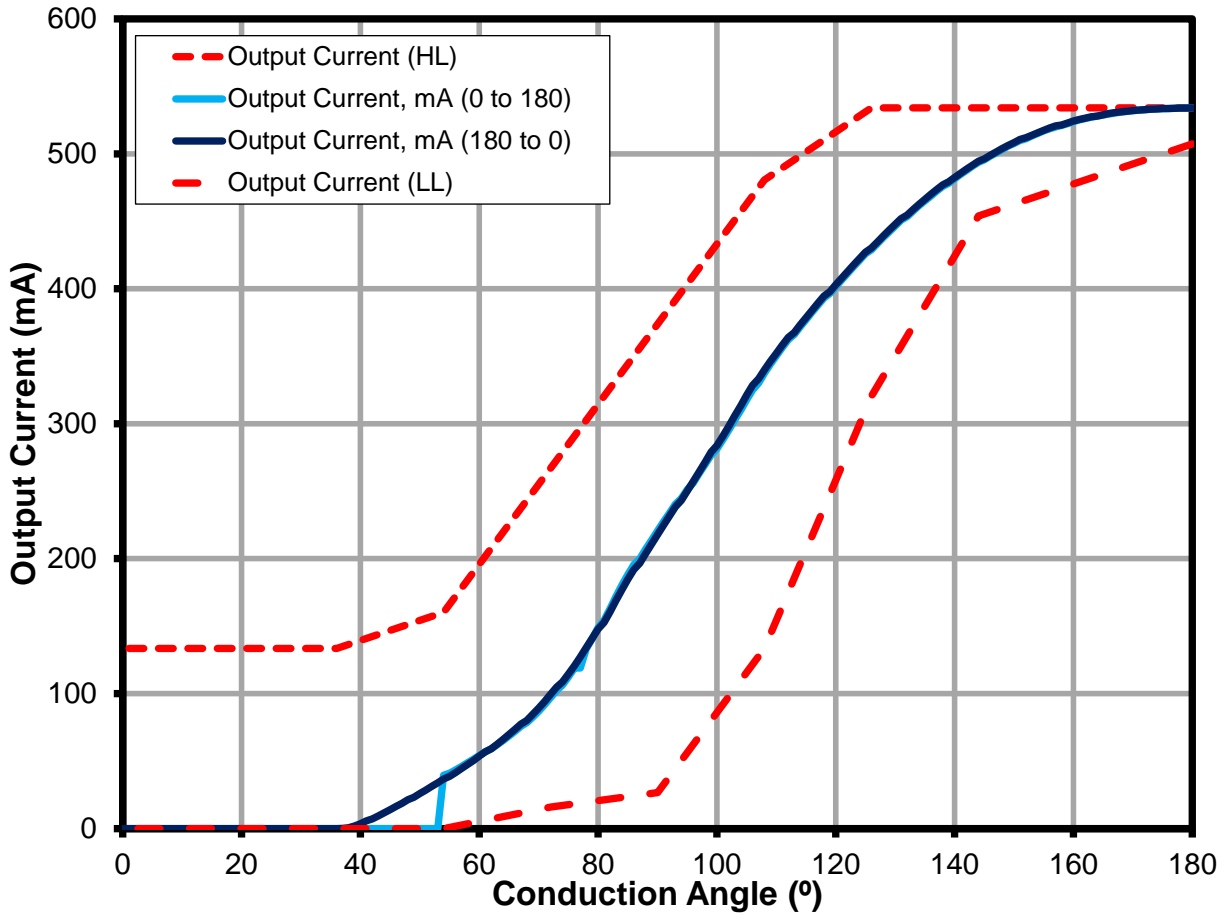


Figure 18 – Dimming Curve at 120 VAC, 60 Hz Input, 21 V LED Load.



10.2 実際の調光器の性能

The following data were taken by measuring the RMS input voltage to the driver as a result of TRIAC chopping the AC input. A leading and trailing edge TRIAC dimmer was used on the data below using 21 V LED load and 120 V, 60 Hz AC input.

10.2.1 調光曲線

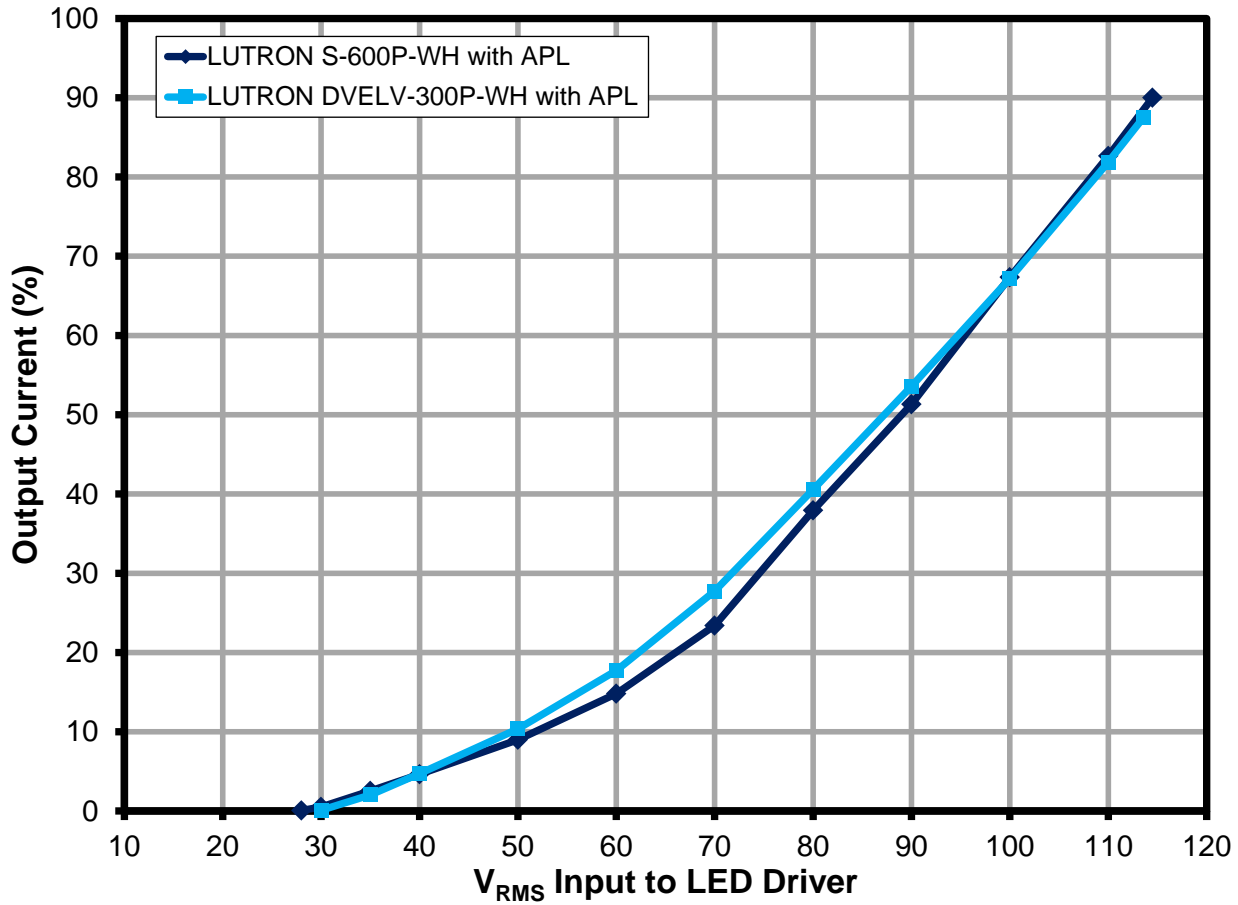


Figure 19 – Dimming Curve as a function of Input Voltage to the Driver.



10.2.2 標準的なリーディング エッジ型調光器の性能データ

Dimmer: LUTRON S-600P-WH

Input: 120 VAC, 60 Hz

$V_{IN(RMS)}$ (V)	I_{OUT} (mA)	I_{OUT} (%)	V_{OUT} (V)	P_{OUT} (W)	P_{IN} (W)	Efficiency (%)	P_{LOSS} (W)	Start-upTime (ms)
114.5	477	90.00	21.4	10.25	14	73.2	3.75	137
110	438	82.64	21.22	9.33	13.1	71.2	3.77	149
100	357	67.36	20.92	7.5	11.12	67.4	3.62	167
90	272	51.32	20.58	5.63	9.2	61.2	3.57	197
80	201	37.92	20.23	4.11	7.8	52.7	3.69	228
70	124	23.40	19.81	2.49	6.67	37.3	4.18	274
60	78.5	14.81	19.4	1.53	5.79	26.4	4.26	335
50	47.6	8.98	19.05	0.91	4.95	18.4	4.04	506
40	24.6	4.64	18.66	0.46	4.26	10.8	3.8	1250
35	13.5	2.55	18.37	0.25	3.9	6.4	3.65	
30	2.8	0.53	17.83	0.05	3.51	1.4	3.46	
28	0.43	0.08	17.3	0.007	3.34	0.2	3.333	



10.2.3 標準的なトレーリング エッジ型調光器の性能データ

Dimmer: LUTRON DVELV-300P-WH

Input: 120 VAC, 60 Hz

V _{IN(RMS)} (V)	I _{OUT} (mA)	I _{OUT} (%)	V _{OUT} (V)	P _{OUT} (W)	P _{IN} (W)	Efficiency (%)	P _{LOSS} (W)	Start-upTime (ms)
113.6	464	87.55	21.42	9.97	13.37	74.6	3.4	133
110	434	81.89	21.24	9.25	12.48	74.1	3.23	133
100	356	67.17	20.95	7.5	10.38	72.3	2.88	140
90	284	53.58	20.64	5.88	8.58	68.5	2.7	151
80	215	40.57	20.3	4.39	7.19	61.1	2.8	176
70	147	27.74	19.97	2.97	6.13	48.5	3.16	189
60	94	17.74	19.55	1.86	5.26	35.4	3.4	226
50	55	10.38	19.1	1.05	4.45	23.6	3.4	296
40	25	4.72	18.63	0.466	3.7	12.6	3.234	468
35	10.85	2.05	18.26	0.198	3.3	6.0	3.102	727
30	0.47	0.09	17.28	0.008	2.9	0.3	2.892	1520

10.2.4 調光器の互換性リスト

Item	List of Dimmers	Part Number	V _{RMS(MIN)}	I _{MIN} (mA)	V _{RMS(MAX)}	I _{MAX} (mA)	Dim Ratio
1	LUTRON LG600PH-LA	LG-600PH-WH	26	0.16	114.4	475	2969
2	LUTRON S603P	S-603P-WH	27.27	0.24	115.0	478	1992
3	LUTRON SLV600P	SLV600P-WH	28.3	0.96	115.4	485	505
4	LUTRON S600	S-600-WH	27	0.17	117.5	508	2988
5	LUTRON S-600PH-WH	S-600PH-WH	27	0.24	114.8	479	1996
6	LUTRON DVCL153P	DVWCL-153-PLH-WH	27	0.27	113.3	464	1719
7	LUTRON DV603P	DV-603P-WH	27	0.25	114.4	477	1908
8	LUTRON DV600P	DV-600P-WH	26.9	0.18	114.6	477	2650
9	LUTRON TG600PH-IV	TG-600PH-WH	35	12.00	115.6	488	41
10	LUTRON AY600P	AY-600P-WH	36	14.30	115.1	483	34
11	LUTRON GL600P-WH	GL-600P-WH	27.6	0.48	114.7	479	998
12	LEVITON 6633PLI	R62-06633-1LW	27	0.70	118.4	521	744
13	LEVITON 6631-LI	R62-06631-1LW	28	0.22	116.4	495	2250
14	LEVITON IPI06	R60-IPI06-1LM	38	22.00	118.1	516	23
15	LEVITON 6161-I	R52-06161-00W	33	0.65	115.0	482	742
16	LEVITON RP106	R52-RPI06-1LW	36	0.68	119.0	526	774
17	LEVITON 6681	R60-06681-0IW	27.4	0.20	112.0	450	2250
18	LEVITON TGM10-1LW	TGM10-1LW	30	2.60	113.2	463	178
19	LEVITON 6684	R60-06684-1IW	28.7	0.12	118.9	527	4392
20	LEVITON 6683	6683	30	0.22	119.0	527	2395
21	LEVITON 6613	R02-06613-PLW	27	0.30	118.6	522	1740
22	COOPER SLC03	SLC03P-W-K-L	27.4	0.36	116.0	492	1367
23	LUTRON GL600-WH	GL-600-WH	27	0.37	117.1	505	1365
24	LUTRON DVPDC-203P-WH	DVPDC-203P-WH	60	80.00	117.0	500	6
25	LUTRON LX600PL	LX-600PL-wh	27	0.21	116.6	497	2367
26	LUTRON D600P	D-600P-WH	28	0.50	113.1	462	924
27	LUTRON CTCL-153PDH		28	0.10	113.6	467	4670
28	LUTRON S-600P	S-600P	27	0.30	114.8	479	1597



29	LUTRON TGLV-600P	TGLV-600P	32	9.30	116.0	491	53
30	LUTRON TGLV-600PR	TGLV-600PR	34	11.00	115.3	485	44
31	LUTRON TT-300NLH-WH	TT-300NLH-WH	27	0.35	117.8	513	1466
32	LUTRON TT-300H-WH	TT-300H-WH	28	0.60	117.8	513	855
33	LUTRON NLV-1000-WH	NLV-1000-WH	26	0.10	116.1	493	4930
34	Lutron	MAELV -600	33.8	9.40	115.1	478	51
35	Lutron	S-600P	26.2	0.12	114.4	475	3958
36	Lutron	MAW-600	27	0.37	117.3	506	1368
37	Cooper	MIR-600	30.1	5.10	117.1	503	99
38	Lutron	S-600P	29.8	4.10	115.0	480	117
39	Lutron	S106P	27.8	0.20	114.0	469	2345
40	Lutron	S-600PNLH-WH	26.7	0.19	115.4	485	2553
41	Lutron	S-603PNL-WH	27.8	0.49	115.3	484	988
42	Lutron	SLV-603P-WH	33.44	10.40	115.1	482	46
43	Lutron	S-603PGH-WH	27.2	0.33	105.6	397	1203
44	Lutron	AYLV-600P-WH	32.2	8.80	115.2	485	55
45	Lutron	AYLV-603P-WH	34	12.00	114.4	477	40
46	Lutron	AY-103PNL-WH	29.5	1.50	116.4	496	331
47	Lutron	AY-10PNL-WH	28.8	0.90	118.5	520	578
48	Lutron	AY-10P-WH	26	0.10	116.8	501	5010
49	Lutron	AY-603PNL-WH	30.4	3.20	112.6	459	143
50	Lutron	AY-603PG-WH	32.3	6.70	102.4	372	56
51	Lutron	AY-603P-WH	36.5	14.30	112.7	460	32
52	Lutron	AY-600PNL-WH	31.2	3.70	115.1	483	131
53	Lutron	DVELV-300P-WH	29.87	0.41	113.8	467	1139
54	Lutron	DVLV-10P-WH	33.37	10.65	114.3	474	45
55	Lutron	DVLV-103P-WH	31.74	7.00	114.6	477	68
56	Lutron	DVLV-603P-WH	30.67	4.70	114.8	479	102
57	Lutron	S-1000-WH	28.3	0.75	117.4	507	676
58	Lutron	SELV-300P-WH	28.3	0.06	112.4	455	7583
59	Lutron	S-600P-WH	27	0.18	114.6	476	2644
60	Lutron	S-103PNL-WH	31	0.59	114.3	474	803
61	Lutron	GLV-600-WH	27.5	0.58	117.3	507	874

Figure 20 – Dimmer Compatibility List.



11 熱特性

Images captured after running for >30 minutes at room temperature (25 °C), open frame for the conditions specified.

11.1 非調光時 $V_{IN} = 90 \text{ VAC}$ 、60 Hz、21 V LED 負荷

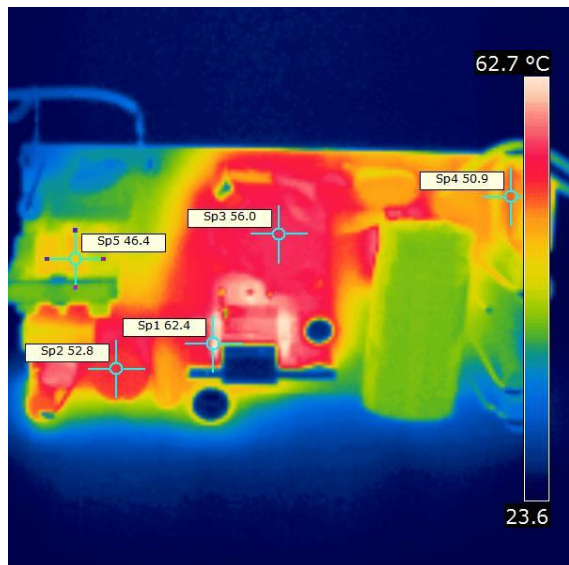


Figure 21 – Top Side. U1 = 62.4 °C.

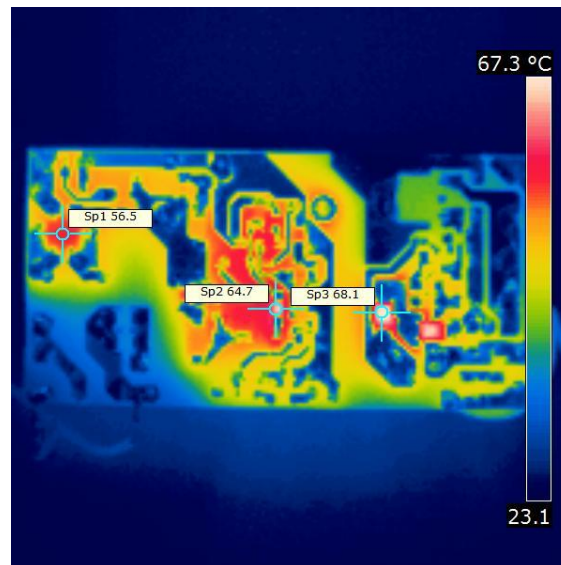


Figure 22 – Bottom Side. R20 = 68.1 °C.

11.2 非調光時 $V_{IN} = 132 \text{ VAC}$ 、60 Hz、21 V LED 負荷

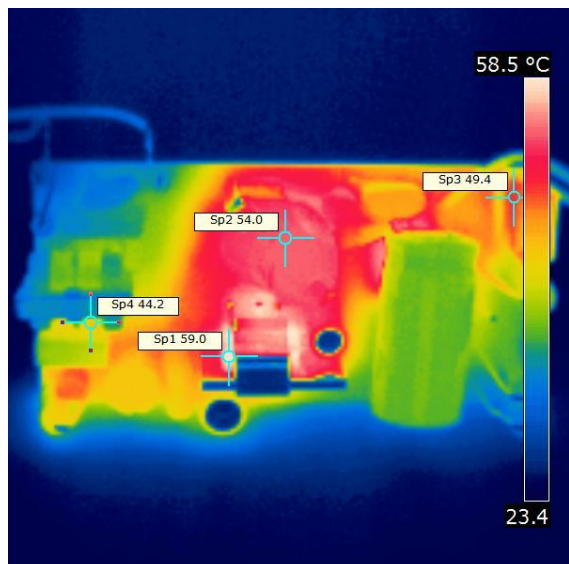


Figure 23 – Top Side. U1 = 59 °C.

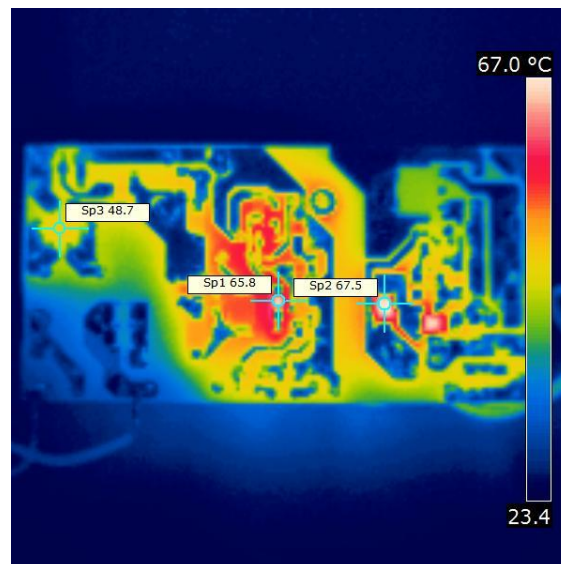
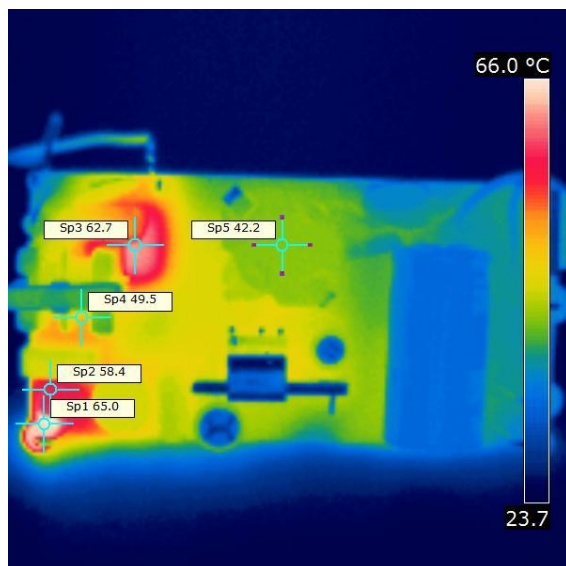
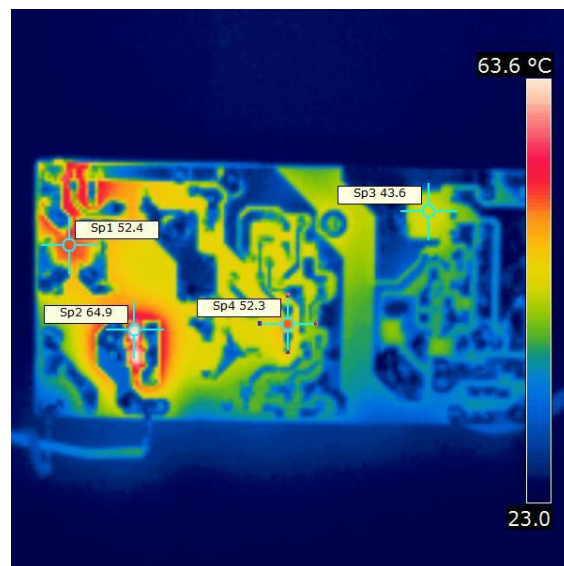


Figure 24 – Bottom Side. R20 = 67.3 °C.

11.3 非調光時 $V_{IN} = 120 \text{ VAC}$ 、60 Hz、90° の導通角、21 V LED 負荷**Figure 25 – Top Side. R8 = 65 °C.****Figure 26 – Bottom Side. R2=64.9 °C.**

12 非調光時の波形

12.1 入力電圧と入力電流の波形

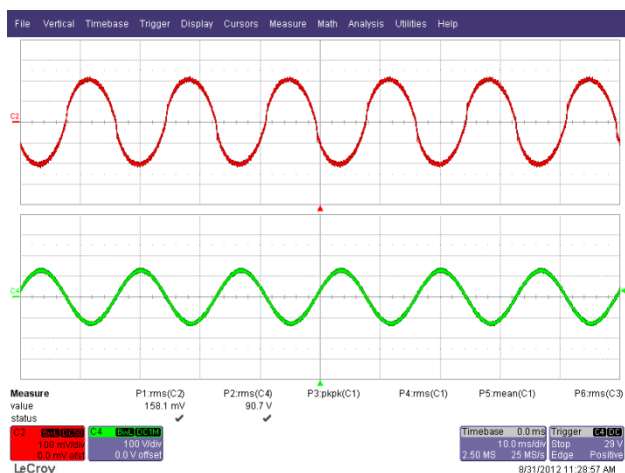


Figure 27 – 90 VAC, Full Load.
 Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 100 V, 10 ms / div.

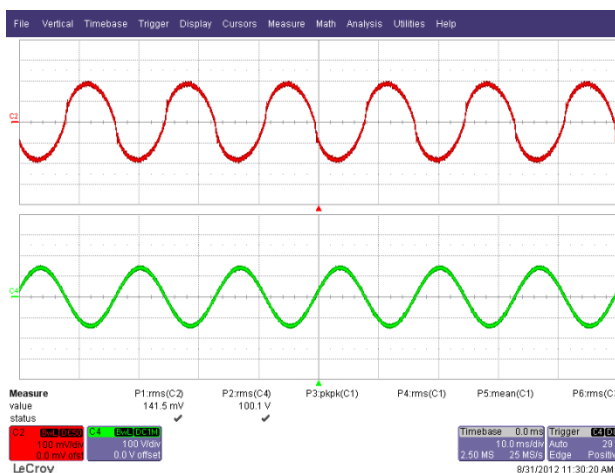


Figure 28 – 100 VAC, Full Load.
 Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 100 V, 10 ms / div.

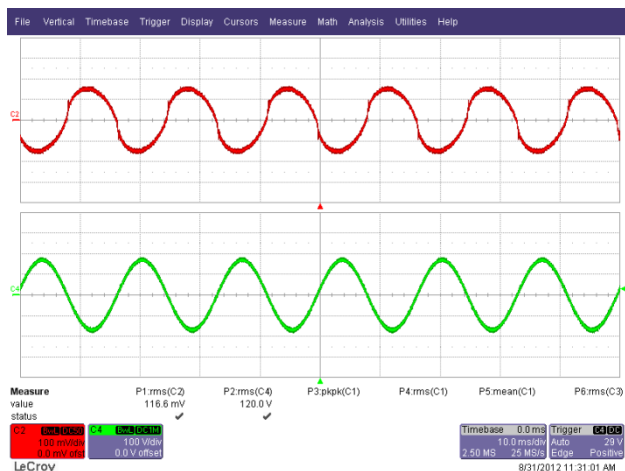


Figure 29 – 120 VAC, Full Load.
 Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 100 V, 10 ms / div.

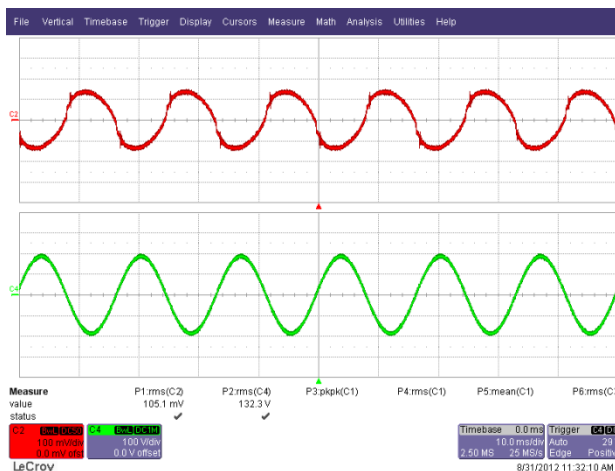


Figure 30 – 132 VAC, Full Load.
 Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 100 V, 10 ms / div.



12.2 通常動作時の出力電圧と出力電流

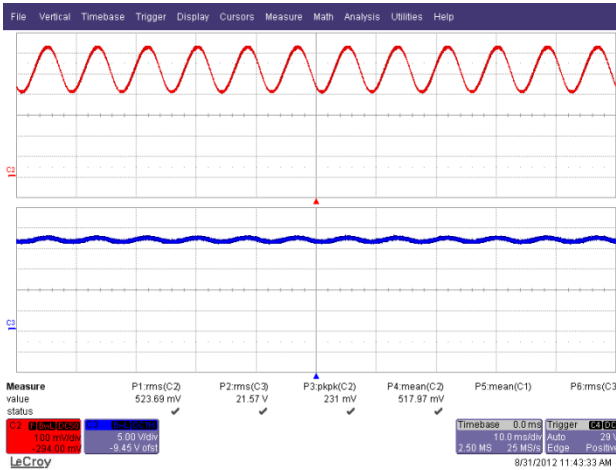


Figure 31 – 90 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 5 V, 10 ms / div.

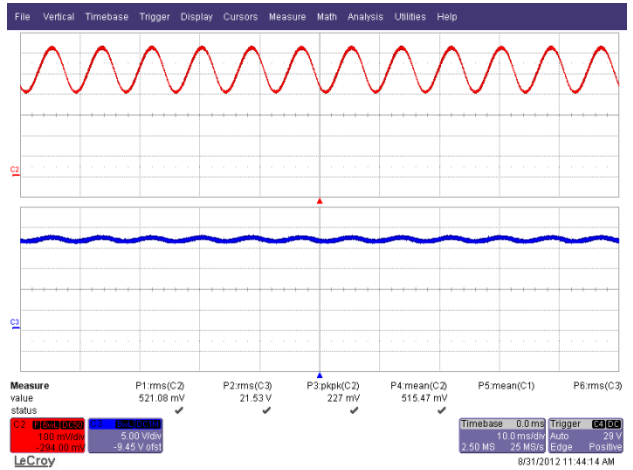


Figure 32 – 100 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 5 V, 10 ms / div.

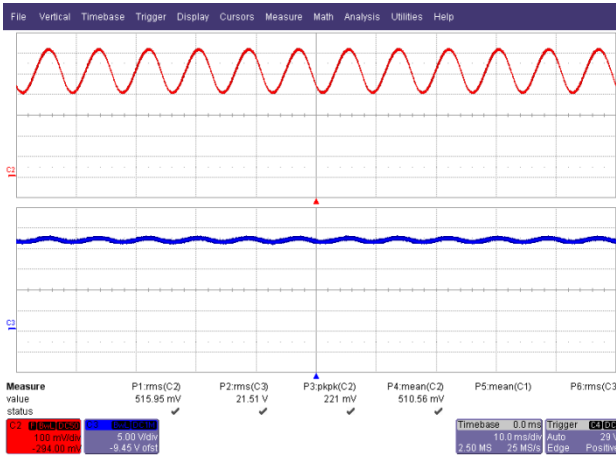


Figure 33 – 120 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 5 V, 10 ms / div.

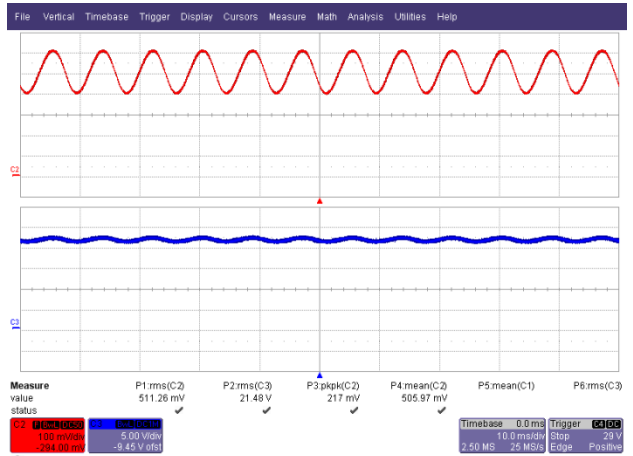


Figure 34 – 132 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 5 V, 10 ms / div.

12.3 起動時の入力電圧と出力電流の波形

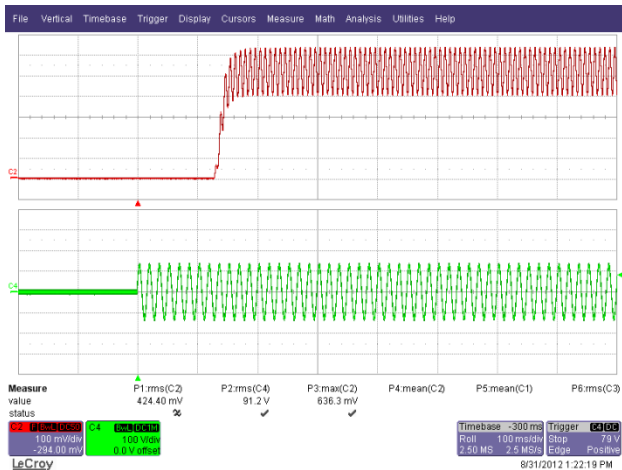


Figure 35 – 90 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{IN} , 100 V, 100 ms / div.

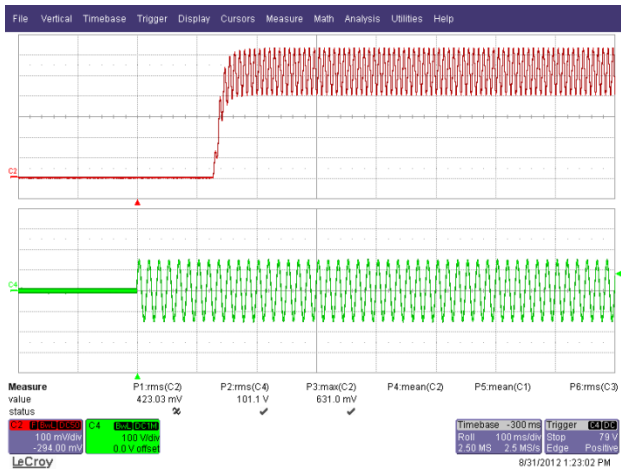


Figure 36 – 100 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{IN} , 100 V, 100 ms / div.

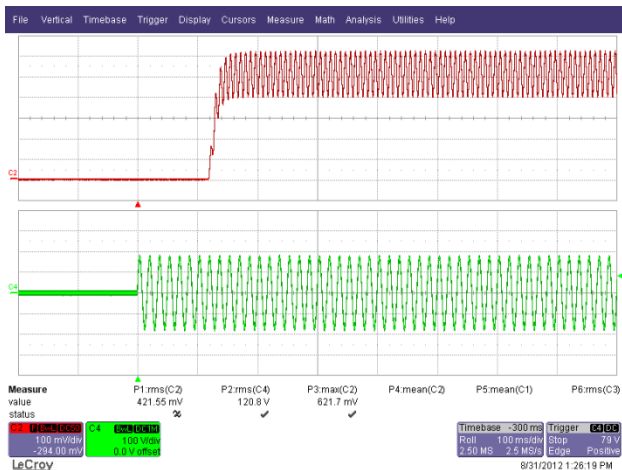


Figure 37 – 120 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{IN} , 100 V, 100 ms / div.

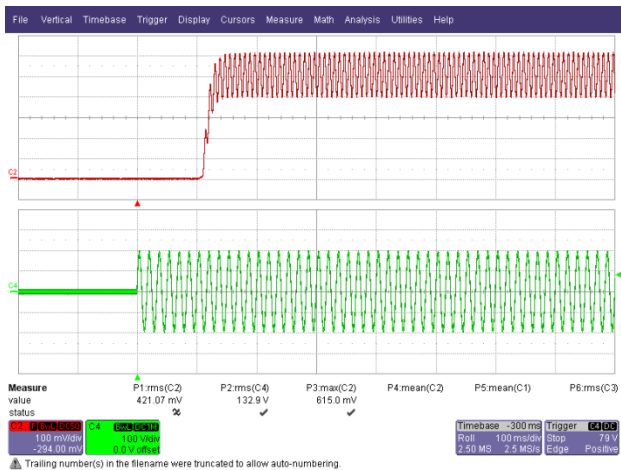


Figure 38 – 132 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{IN} , 100 V, 100 ms / div.



12.4 通常動作時のドレイン電圧と電流

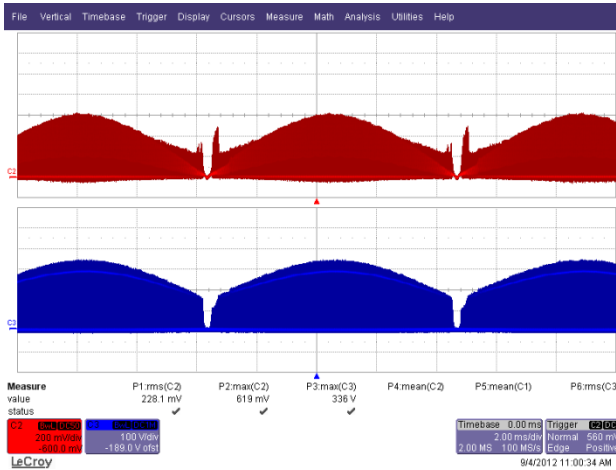


Figure 39 – 90 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 0.2 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 2 ms / div.

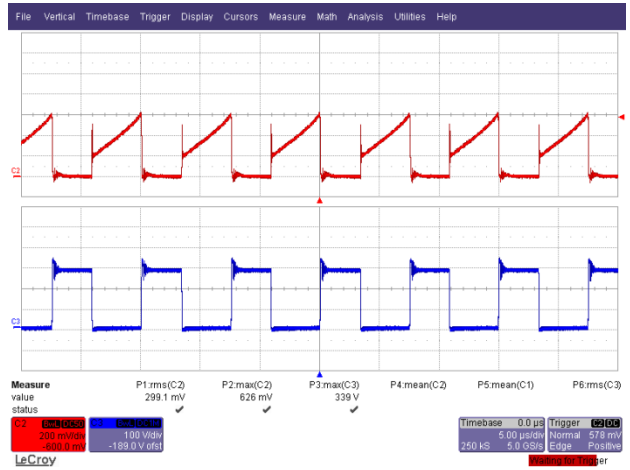


Figure 40 – 90 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 0.2 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V / div., 5 μ s / div.

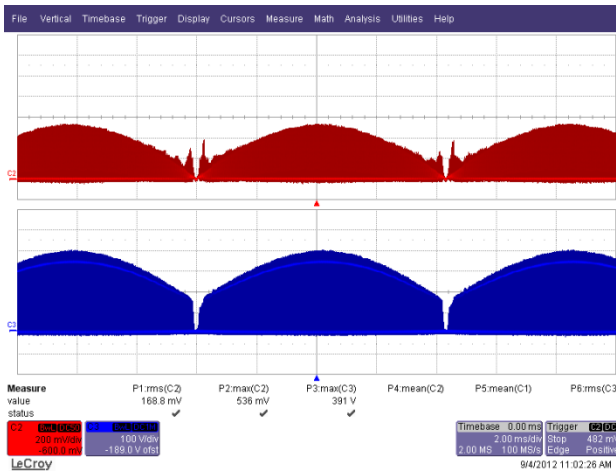


Figure 41 – 132 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 0.2 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 2 ms / div.

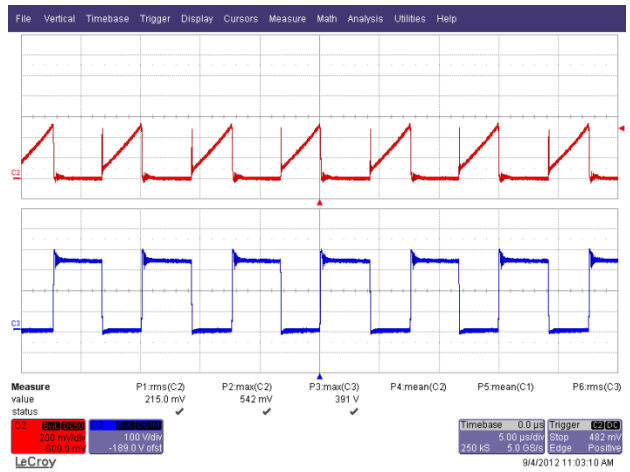


Figure 42 – 132 VAC, 60 Hz.
 Upper: I_{DRAIN} , 0.2 A / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 100 V / div., 5 μ s / div.

12.5 ドレイン電圧及び電流起動時の動作

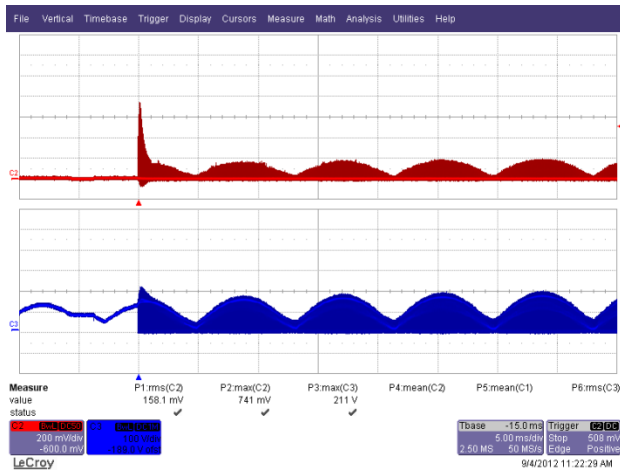


Figure 43 – 90 VAC, 60 Hz Start-up.
Upper: I_{DRAIN} , 200 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 ms / div.

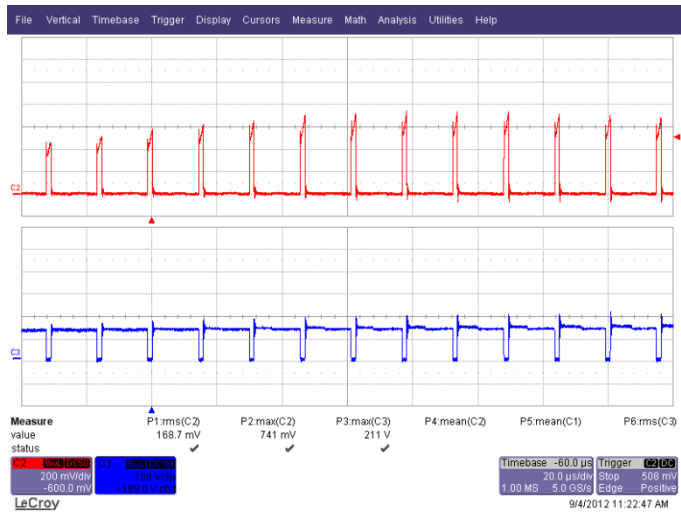


Figure 44 – 90 VAC, 60 Hz Start-up.
Upper: I_{DRAIN} , 200 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 20 μ s / div.

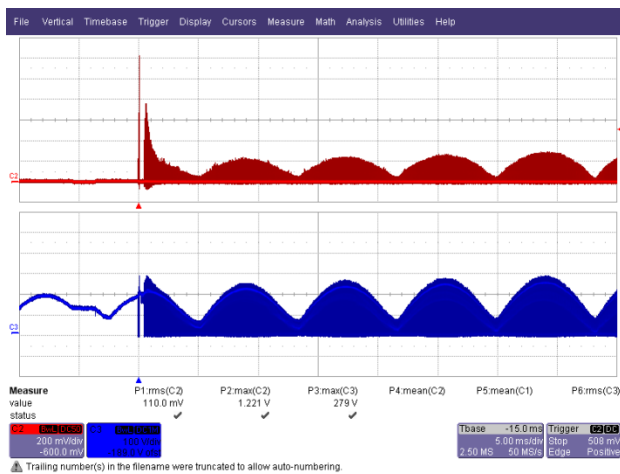


Figure 45 – 132 VAC, 60 Hz Start-up.
Upper: I_{DRAIN} , 200 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 ms / div.

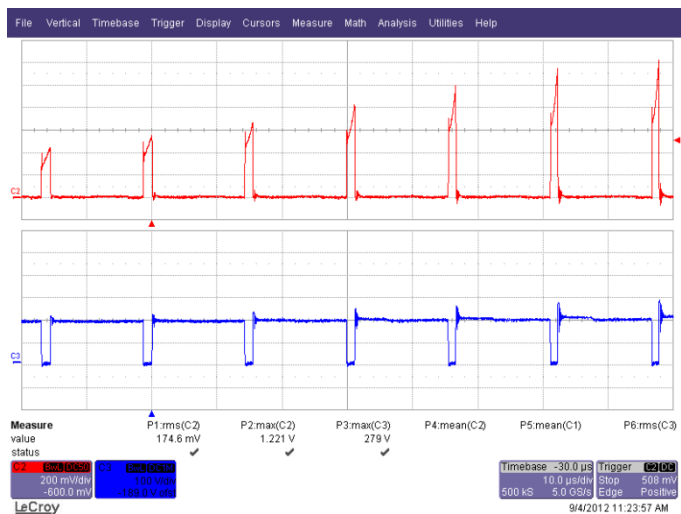


Figure 46 – 132 VAC, 60 Hz Start-up.
Upper: I_{DRAIN} , 200 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 10 μ s / div.



12.6 ドレイン電圧及び電流出力短絡時の動作

During output short condition, the I_{FB} current falls below the $I_{FB(AR)}$ threshold and enters the auto-restart condition. During this condition, to minimize power dissipation on the power components, the auto-restart circuit turns the power supply on and off at an auto-restart duty cycle of typically DC_{AR} for as long as the fault condition persists.

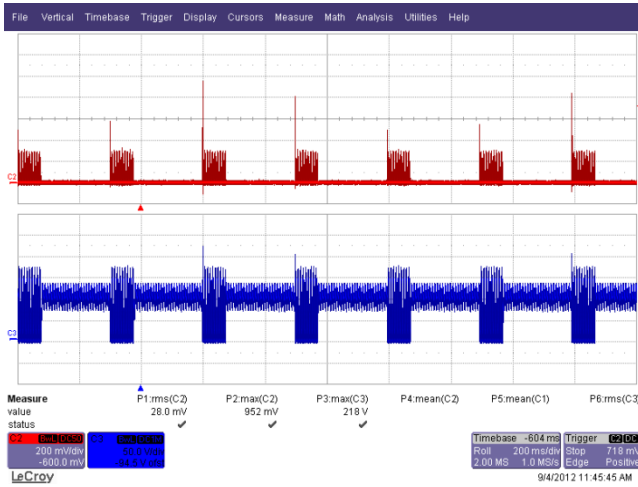


Figure 47 – 90 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
 Upper: I_{DRAIN} , 200 mA / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 50 V, 200 ms / div.

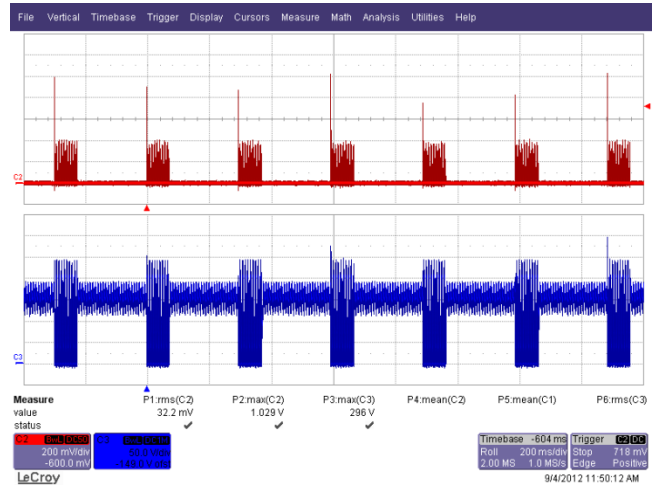


Figure 48 – 132 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
 Upper: I_{DRAIN} , 200 mA / div.
 Lower: V_{DRAIN} , 50 V, 200 ms / div.

12.7 通常動作時の出力ダイオード電圧と電流

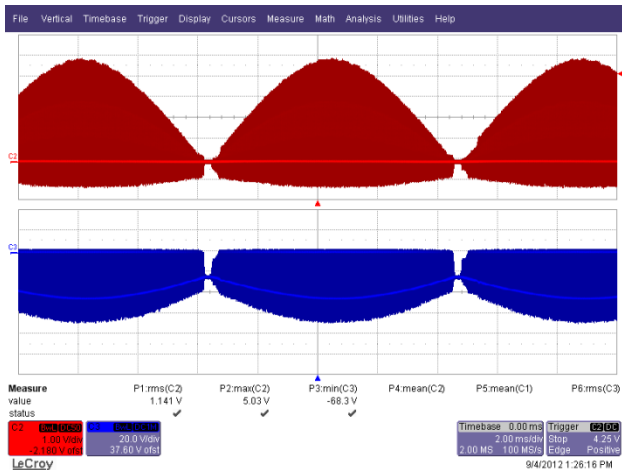


Figure 49 – 90 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{D6} , 1 A / div.
Lower: V_{D6} , 20 V, 2 ms / div.

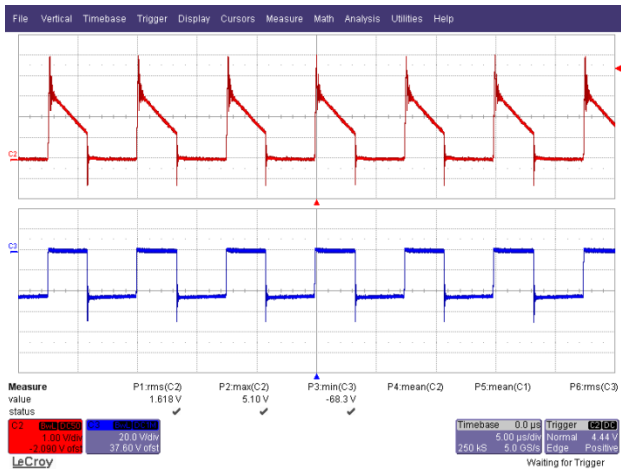


Figure 50 – 90 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{D6} , 1 A / div.
Lower: V_{D6} , 20 V / div., 5 μ s / div.

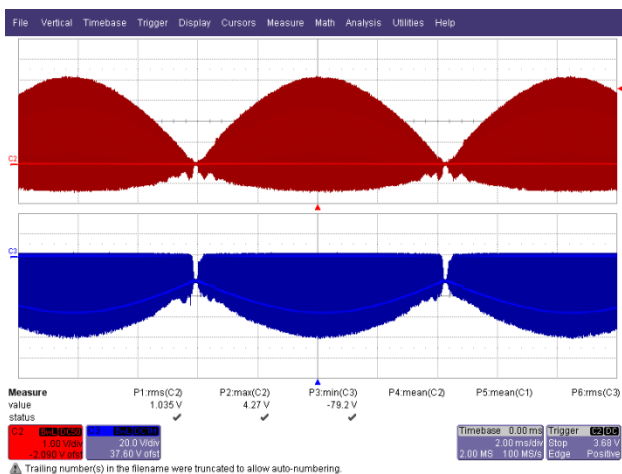


Figure 51 – 132 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{D6} , 1 A / div.
Lower: V_{D6} , 20 V, 2 ms / div.

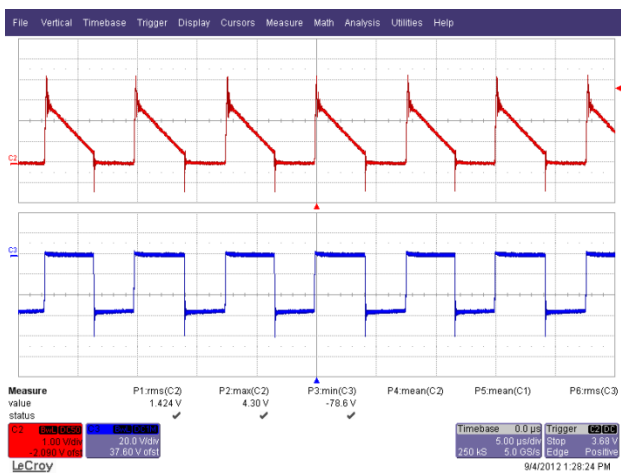


Figure 52 – 132 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{D6} , 1 A / div.
Lower: V_{D6} , 20 V / div., 5 μ s / div.



12.8 起動時及び出力短絡状態での出力ダイオード電圧及び電流

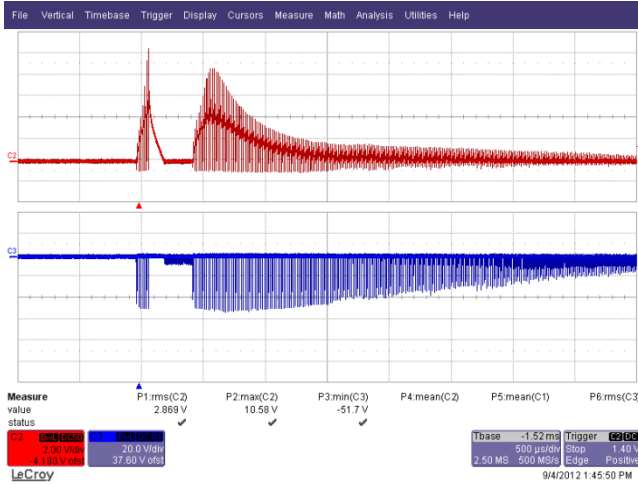


Figure 53 – 132 VAC, 60 Hz Start-up Condition.
 Upper: I_{D6} , 2 A / div.
 Lower: V_{D6} , 20 V, 0.5 ms / div.

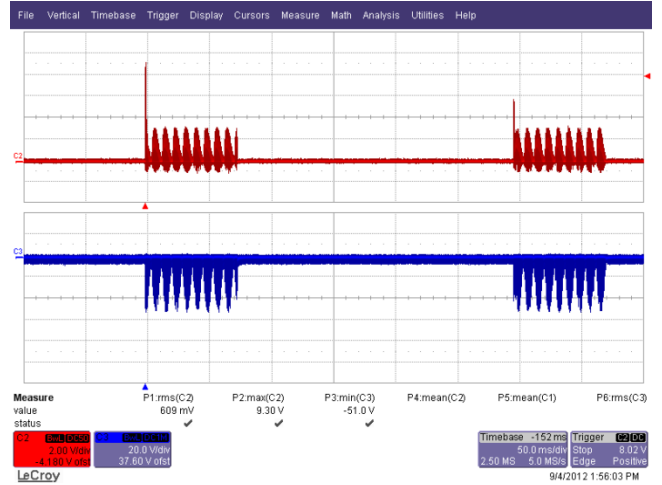


Figure 54 – 132 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
 Upper: I_{D6} , 2 A / div.
 Lower: V_{D6} , 20 V, 50 ms / div.

12.9 オープン負荷状態での出力電圧

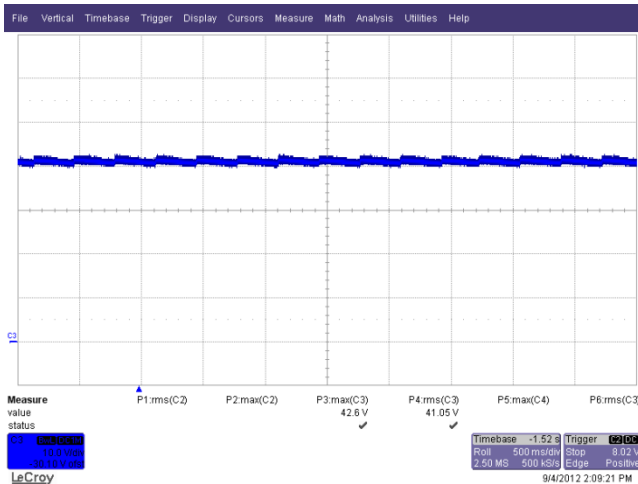


Figure 55 – 90 VAC, 60 Hz Open Load Condition.
 V_{OUT} , 10 V / div.

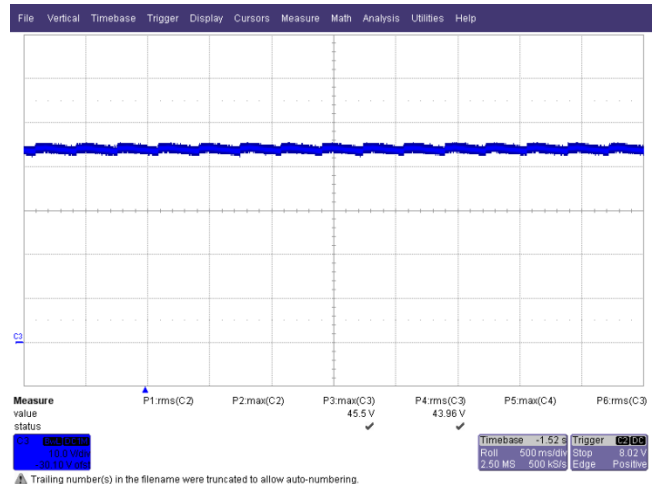


Figure 56 – 132 VAC, 60 Hz Open Load Condition.
 V_{OUT} , 10 V / div.



13 調光時の波形

13.1 入力電圧と入力電流の波形

Input: 120 VAC, 60 Hz Utility Line

Output: 22.5 V LED Load

Dimmer: LUTRON S-600P-WH

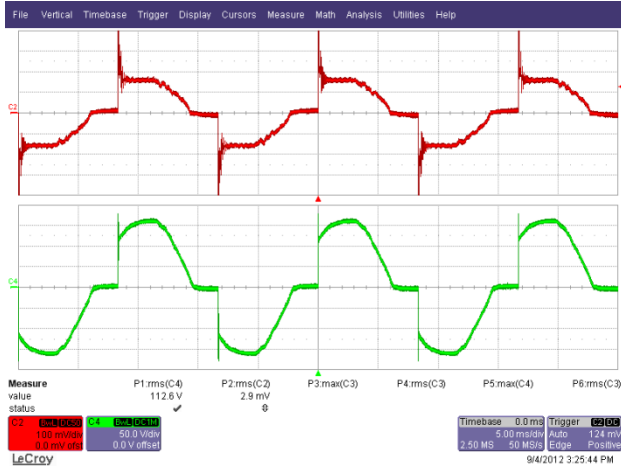


Figure 57 – 132° Conduction Angle.
Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

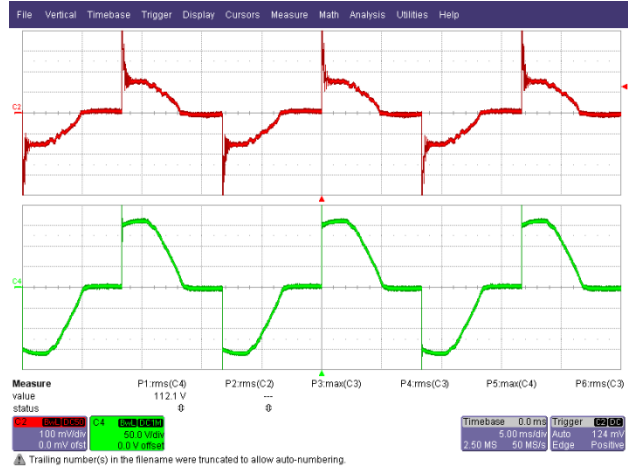


Figure 58 – 108° Conduction Angle.
Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

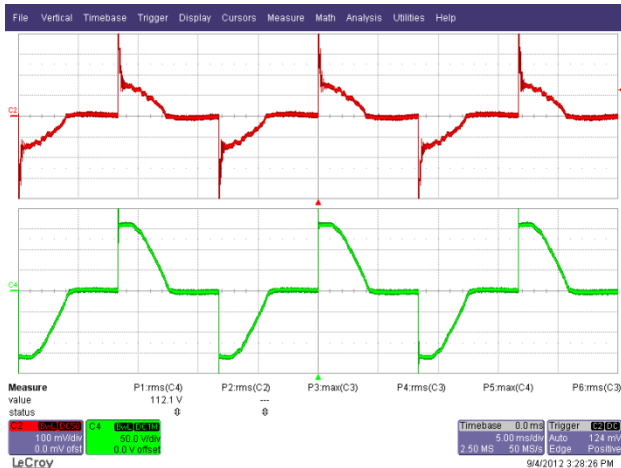


Figure 59 – 86° Conduction Angle.
Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

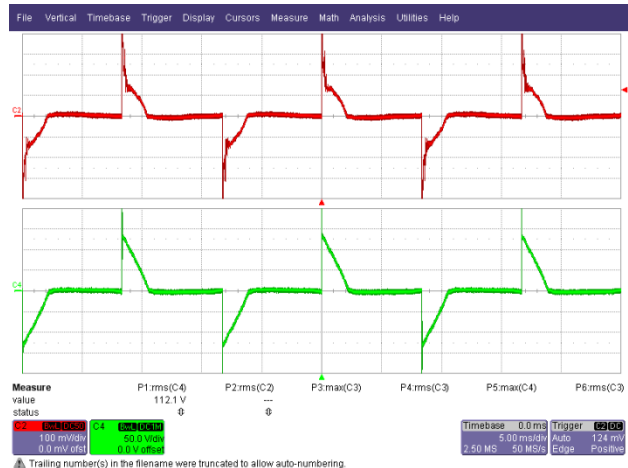


Figure 60 – 45° Conduction Angle.
Upper: I_{IN} , 100 mA / div.
Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.



13.2 出力電流の波形

Input: 120 VAC, 60 Hz Utility Line

Output: 22.5 V LED Load

Dimmer: LUTRON S-600P-WH

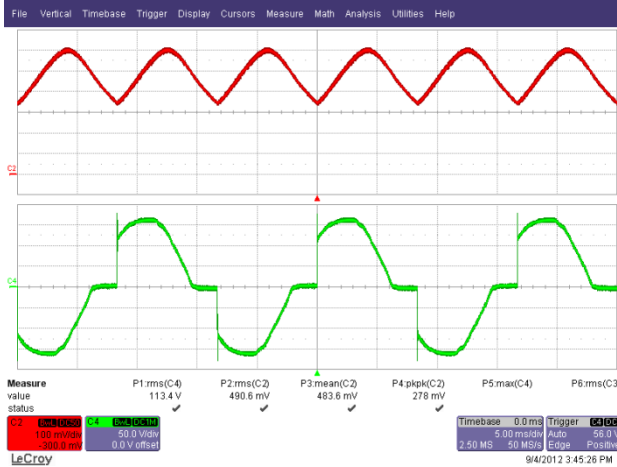


Figure 61 – 132° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

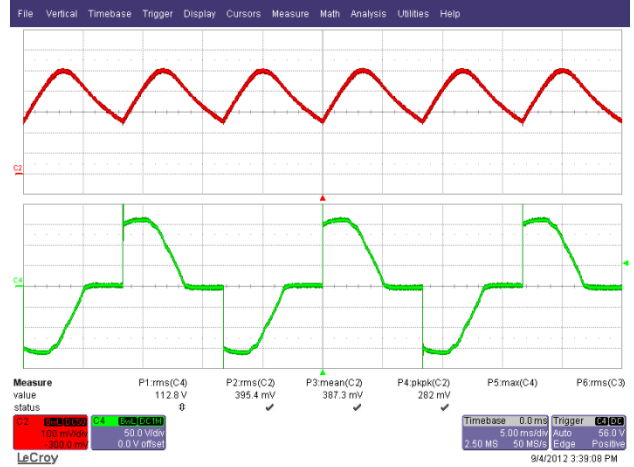


Figure 62 – 108° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 100 V, 5 ms / div.

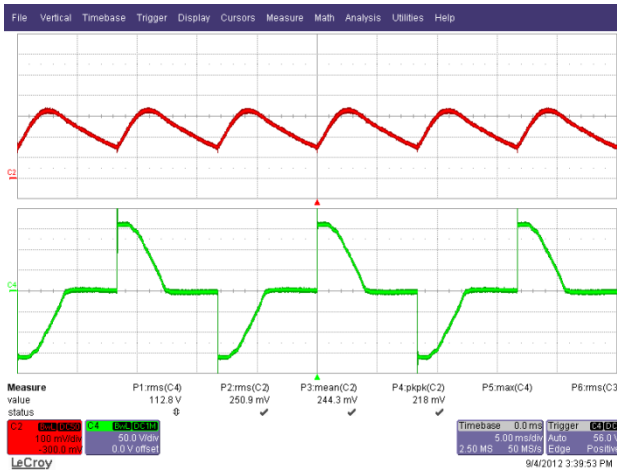


Figure 63 – 86° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.

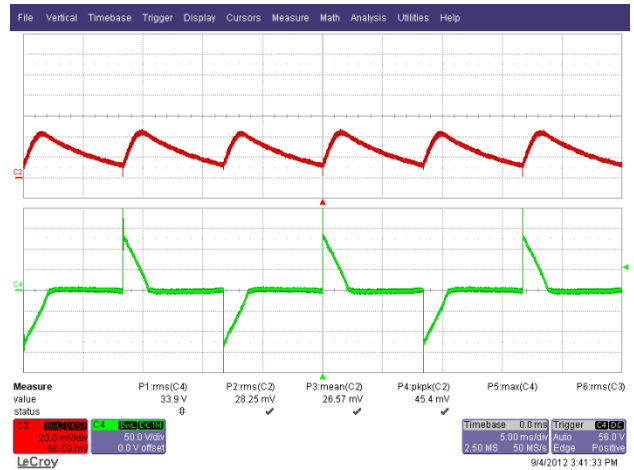


Figure 64 – 45° Conduction Angle.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 50 V, 5 ms / div.



13.3 起動時の入力電圧と出力電流の波形

Input: 120 VAC, 60 Hz Utility Line

Output: 22.5 V LED Load

Dimmer: LUTRON S-600P-WH

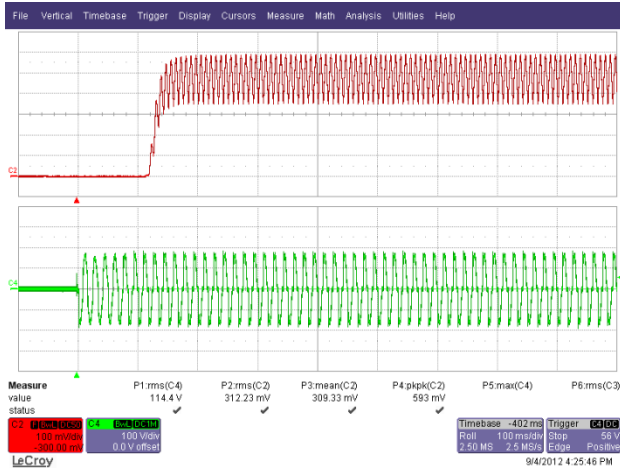


Figure 65 – 120 VAC, 60 Hz, 132 °Conduction Angle Start-up.
 Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 100 V, 100 ms / div.

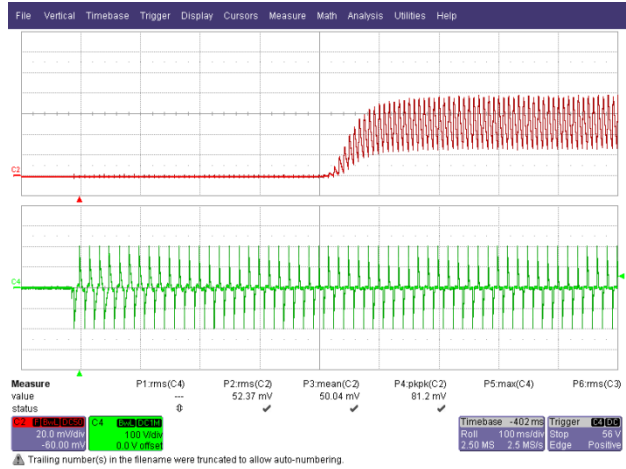


Figure 66 – 120 VAC, 60 Hz 10% I_{OUT} Start-up.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Lower: V_{IN} , 100 V, 100 ms / div.



14 伝導 EMI

14.1 試験のセットアップ

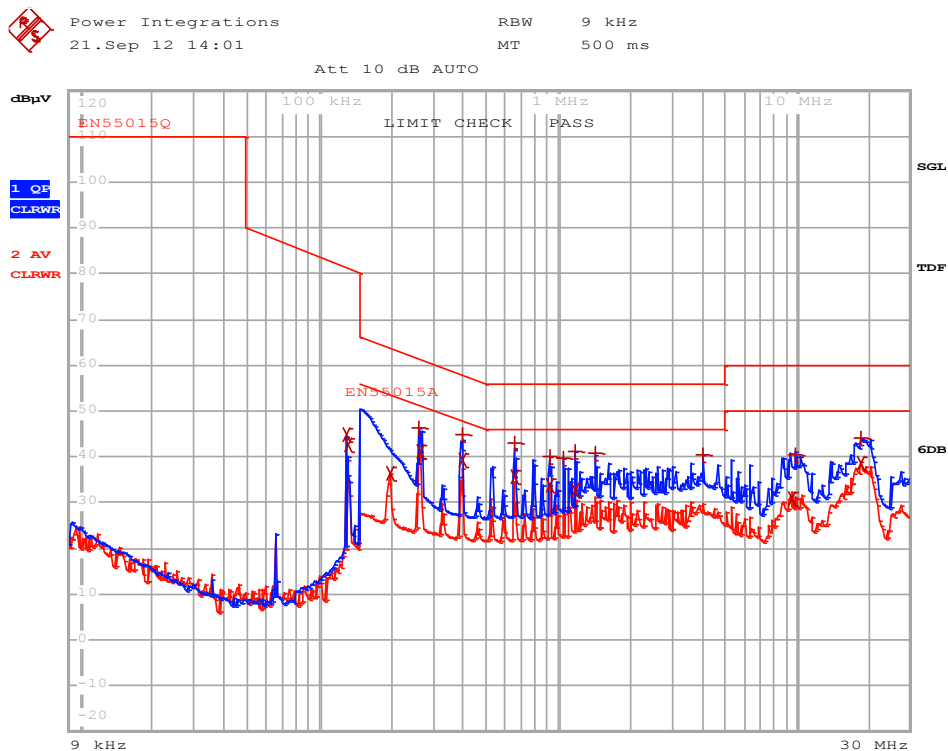
The unit was tested using LED load (21 V V_{OUT}) with input voltage of 120 VAC, 60 Hz at room temperature and with the unit place inside a grounded cone.



Figure 67 – EMI Test Set-up.



14.2 試驗結果



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)

Trace1: EN55015Q
Trace2: EN55015A
Trace3: ---

TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBμV	DELTA LIMIT dB
2 Average	129.530094744 kHz	44.77 N gnd	
2 Average	132.133649648 kHz	42.78 N gnd	
2 Average	198.193645035 kHz	36.40 L1 gnd	-17.27
1 Quasi Peak	261.871472881 kHz	46.17 L1 gnd	-15.19
2 Average	264.49018761 kHz	41.30 L1 gnd	-9.98
2 Average	393.789848222 kHz	39.17 N gnd	-8.80
1 Quasi Peak	397.727746704 kHz	44.74 N gnd	-13.15
1 Quasi Peak	654.11570866 kHz	42.94 N gnd	-13.06
2 Average	654.11570866 kHz	35.60 N gnd	-10.39
1 Quasi Peak	917.447639259 kHz	40.02 L1 gnd	-15.97
2 Average	917.447639259 kHz	33.82 L1 gnd	-12.17
1 Quasi Peak	1.04414099339 MHz	39.67 L1 gnd	-16.33
1 Quasi Peak	1.17656420634 MHz	41.21 L1 gnd	-14.78
2 Average	1.17656420634 MHz	32.71 L1 gnd	-13.28
1 Quasi Peak	1.43563192593 MHz	40.67 L1 gnd	-15.32
1 Quasi Peak	4.04078721227 MHz	40.45 L1 gnd	-15.54
2 Average	9.60341065306 MHz	30.94 L1 gnd	-19.05
1 Quasi Peak	9.89440359926 MHz	40.43 L1 gnd	-19.56
1 Quasi Peak	18.7049927256 MHz	44.12 L1 gnd	-15.87
2 Average	18.7049927256 MHz	38.65 N gnd	-11.34

Figure 68 – Conducted EMI, 21 V LED Load, 120 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.



15 入力サージ

The unit was subjected to ± 2500 V 100 kHz ring wave and ± 500 V differential surge at 120 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	120	L1, L2	0	100 kHz Ring Wave (500 A)	Pass
-2500	120	L1, L2	0	100 kHz Ring Wave (500 A)	Pass
+2500	120	L1, L2	90	100 kHz Ring Wave (500 A)	Pass
-2500	120	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	120	L1, L2	0	Surge (2 Ω)	Pass
-500	120	L1, L2	0	Surge (2 Ω)	Pass
+500	120	L1, L2	90	Surge (2 Ω)	Pass
-500	120	L1, L2	90	Surge (2 Ω)	Pass

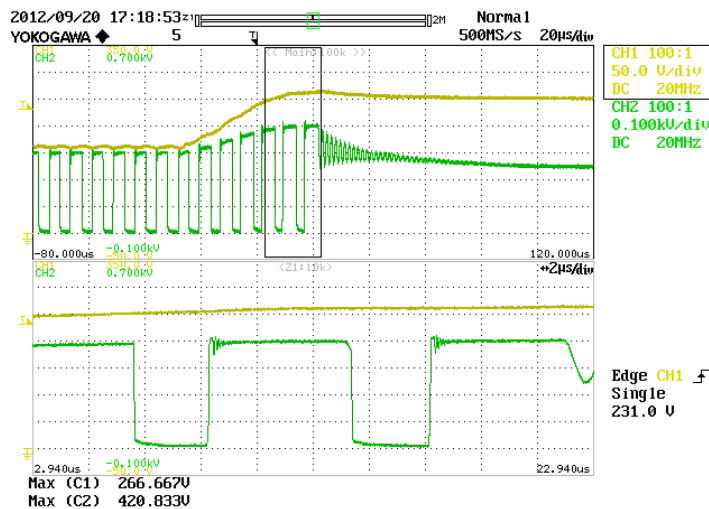


Figure 69 – 500 V Differential Line Surge at 90° Injection Phase.
CH1: Input Rectified Voltage; CH3: V_{DSU1} .



The unit was also tested with RV1 removed and C6 replaced by a 400 V rated 2.2 μ F, electrolytic capacitor. U1 drain voltage measured was 458 V when a 500 V differential surge was applied.

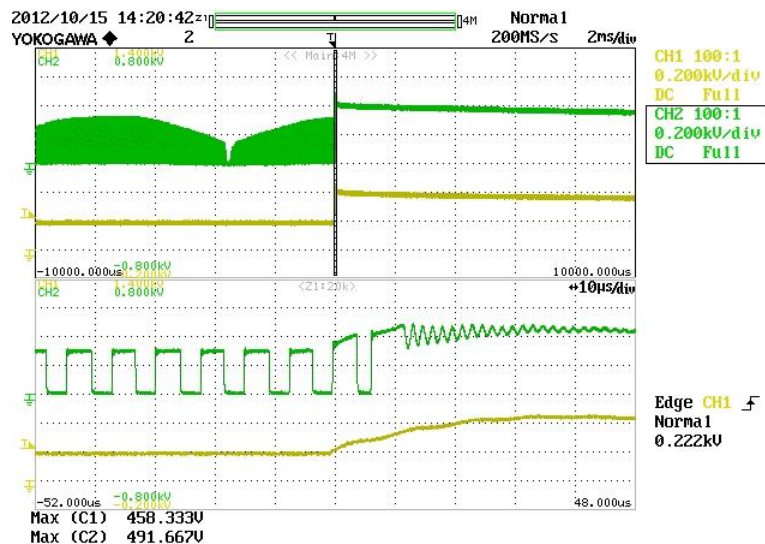


Figure 70 500 V Differential Line Surge at 90° Injection Phase with RV1 removed.
 CH1: Voltage across C6 (peak detector capacitor); CH2: $V_{DS_{U1}}$.



16 アクティブ ダミー負荷なしのオプション

The active pre-load can be removed for improve efficiency performance. The trade-off is limited dim ratio for TRIAC dimmers with a higher minimum conduction angle.

16.1 回路図

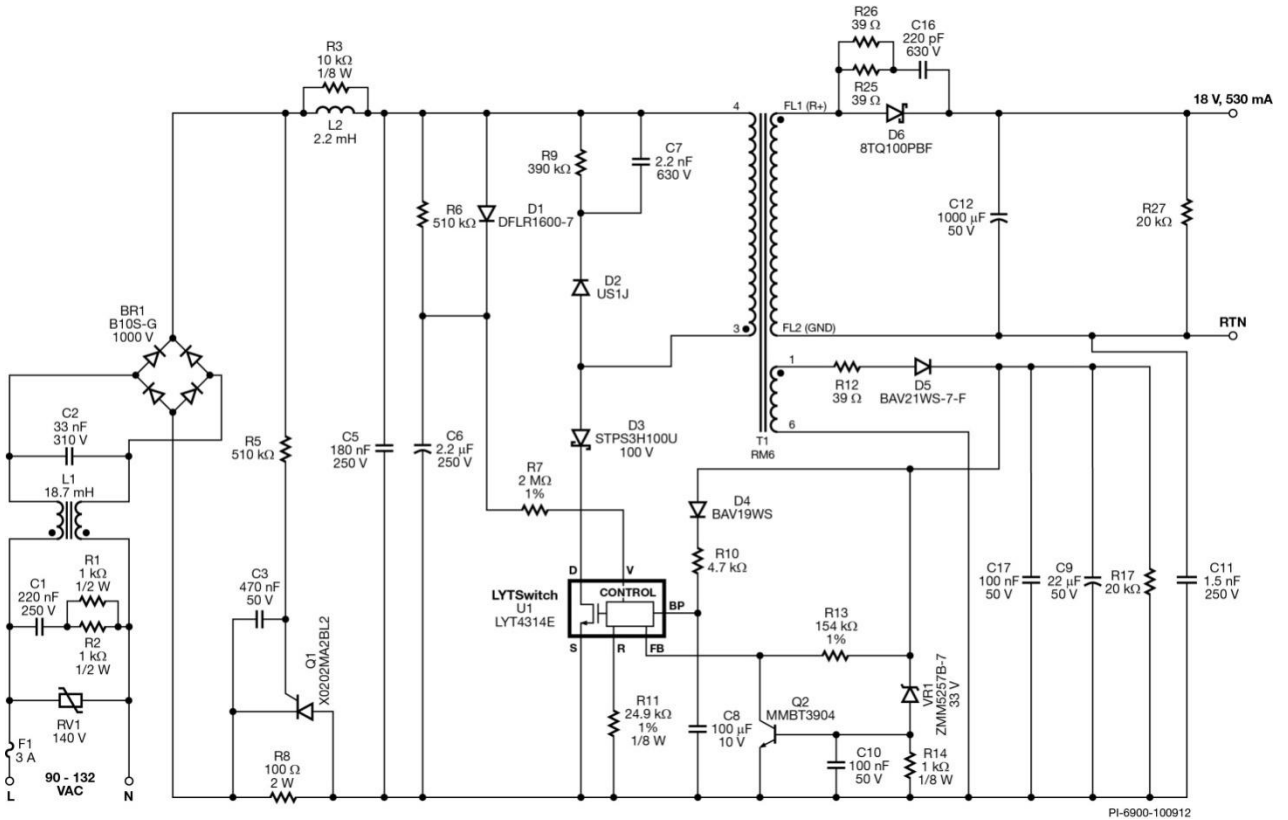


Figure 71 – No Active Pre-Load Schematic.



16.2 アクティブなダミー負荷が無い場合の部品表

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	C1	220 nF, 250 V, Film	ECQ-E2224KF	Panasonic
3	1	C2	33 nF, 310 VAC, Polyester Film, X2	BFC233920333	Vishay
4	1	C3	470 nF, 50 V, Ceramic, Y5G, 0603	C1608Y5V1H474Z	TDK
5	1	C5	180 nF, 250 V, Film	ECQ-E2184KB	Panasonic
6	1	C6	2.2 μ F, 250 V, Electrolytic, (6.3 x 11)	225CKH250M	Illinois Capacitor
7	1	C7	2.2 nF, 630 V, Ceramic, X7R, 1206	ECJ-3FBJ222K	Panasonic
8	1	C8	100 μ F, 10 V, X5R, 1206	C3216X5R1A107M	TDK
9	1	C9	22 μ F, 50 V, Electrolytic, Low ESR, 900 m Ω , (5 x 11.5)	ELXZ500ELL220MEB5D	Nippon Chemi-Con
10	1	C10	100 nF, 50 V, Ceramic, X7R, 0805	CC0805KRX7R9BB104	Yageo
11	1	C11	1.5 nF, Ceramic, Y1	440LD15-R	Vishay
12	1	C12	1000 μ F, 50 V, Electrolytic, Gen. Purpose, (12.5 x 25)	EKMG500ELL102MK25S	Nippon Chemi-Con
13	1	C16	220 pF, 630 V, Ceramic, NPO, 1206	C3216C0G2J221J	TDK
14	1	C17	100 nF, 50 V, Ceramic, X7R, 1206	GRM319R71H104KA01D	Murata
15	1	D1	600 V, 1 A, Rectifier, Glass Passivated, POWERDI123	DFLR1600-7	Diodes, Inc.
16	1	D2	Diode Ultrafast, SW 600 V, 1 A, SMA	US1J-13-F	Diodes, Inc.
17	1	D3	100 V, 3 A, Schottky, DO-214AA	STPS3H100U	ST Micro
18	1	D4	100 V, 0.2 A, Fast Switching, 50 ns, SOD-323	BAV19WS-7-F	Diodes, Inc.
19	1	D5	250 V, 0.2 A, Fast Switching, 50 ns, SOD-323	BAV21WS-7-F	Diodes, Inc.
20	1	D6	100 V, 8 A, Schottky, TO-220AC	8TQ100PBF	Vishay
21	1	F1	3 A, 125V, Fast, Microfuse, Axial	MQ3	BelFuse
22	1	L1	18.7 mH, 0.22 A, Common Mode Choke	RL-4400-1-18.7	Renco
23	1	L2	2.2 mH, 0.19 A, Ferrite Core	CTCH895F-222K	CT Parts
24	1	Q1	SCR, 600 V, 1.25 A, TO-92	X0202MA 2BL2	ST Micro
25	1	Q2	NPN, Small Signal BJT, 40 V, 0.2 A, SOT-23	MMBT3904LT1G	On Semi
26	2	R1 R2	1 k Ω , 5%, 1/2 W, Thick Film, 1210	ERJ-14YJ102U	Panasonic
27	1	R3	10 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ103V	Panasonic
28	2	R5 R6	510 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ514V	Panasonic
29	1	R7	2.00 M Ω , 1%, 1/4 W, Metal Film	RNF14FTD2M00	Stackple
30	1	R8	100 Ω , 5%, 2 W, Metal Oxide	RSMF2JT100R	Stackpole
31	1	R9	390 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ394V	Panasonic
32	1	R10	4.7 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ472V	Panasonic
33	1	R11	24.9 k Ω , 1%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6ENF2492V	Panasonic
34	3	R12 R25 R26	39 Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ390V	Panasonic
35	1	R13	154 k Ω , 1%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8ENF1543V	Panasonic
36	1	R14	1 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805	ERJ-6GEYJ102V	Panasonic
37	2	R17 R27	20 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206	ERJ-8GEYJ203V	Panasonic
38	1	RV1	140 V, 12 J, 7 mm, RADIAL	V140LA2P	Littlefuse
39	1	T1	Bobbin, RM6, Vertical, 6 pins	B65808-N1006-D1	Epcos
40	1	U1	LYTSwitch, eSIP-7C	LYT4314E	Power Integrations
41	1	VR1	33 V, 5%, 500 mW, DO-213AA (MiniMELF)	ZMM5257BDICT-ND	Diodes, Inc.



16.3 アクティブなダミー負荷がない場合の効率

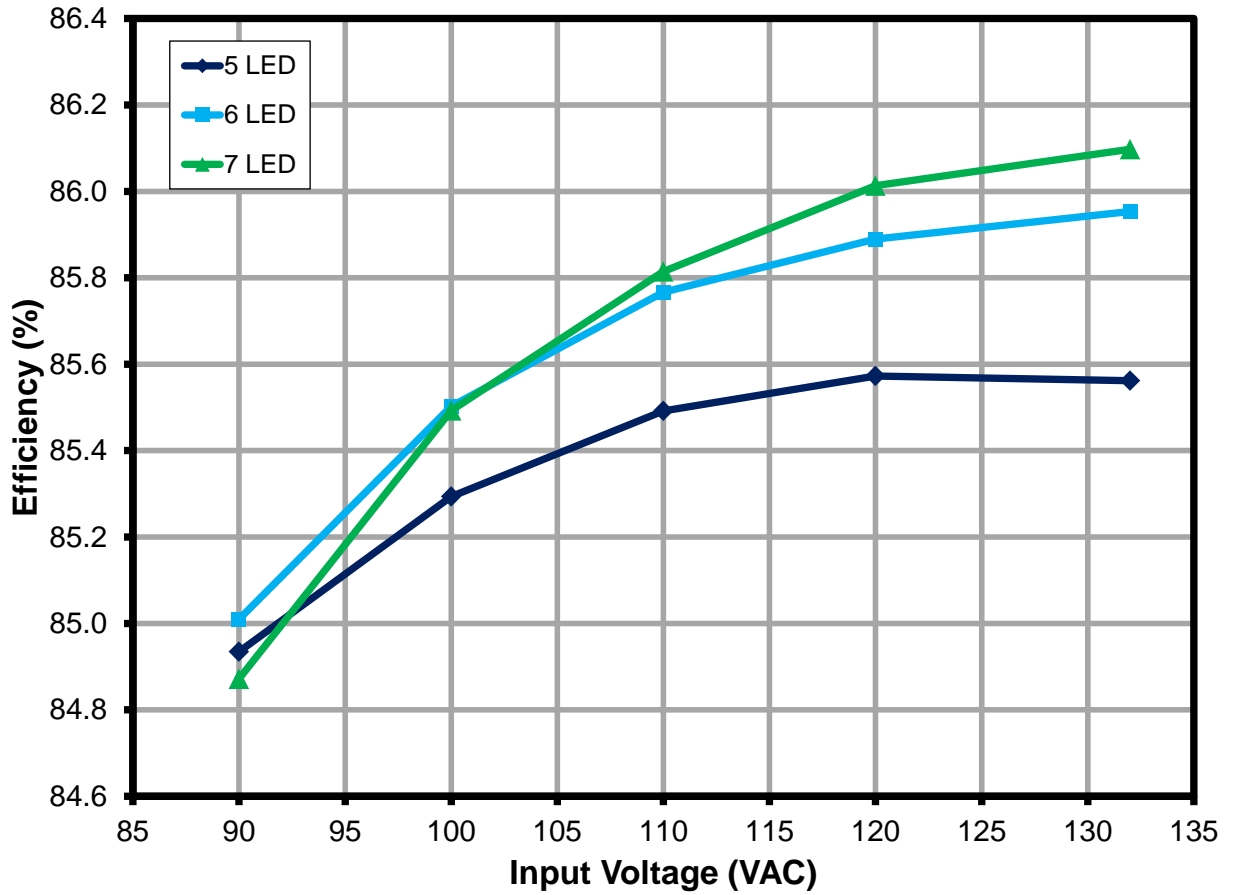


Figure 72 – Efficiency vs. Line and Load.



16.4 アクティブなダミー負荷がない場合の入力及び負荷レギュレーション

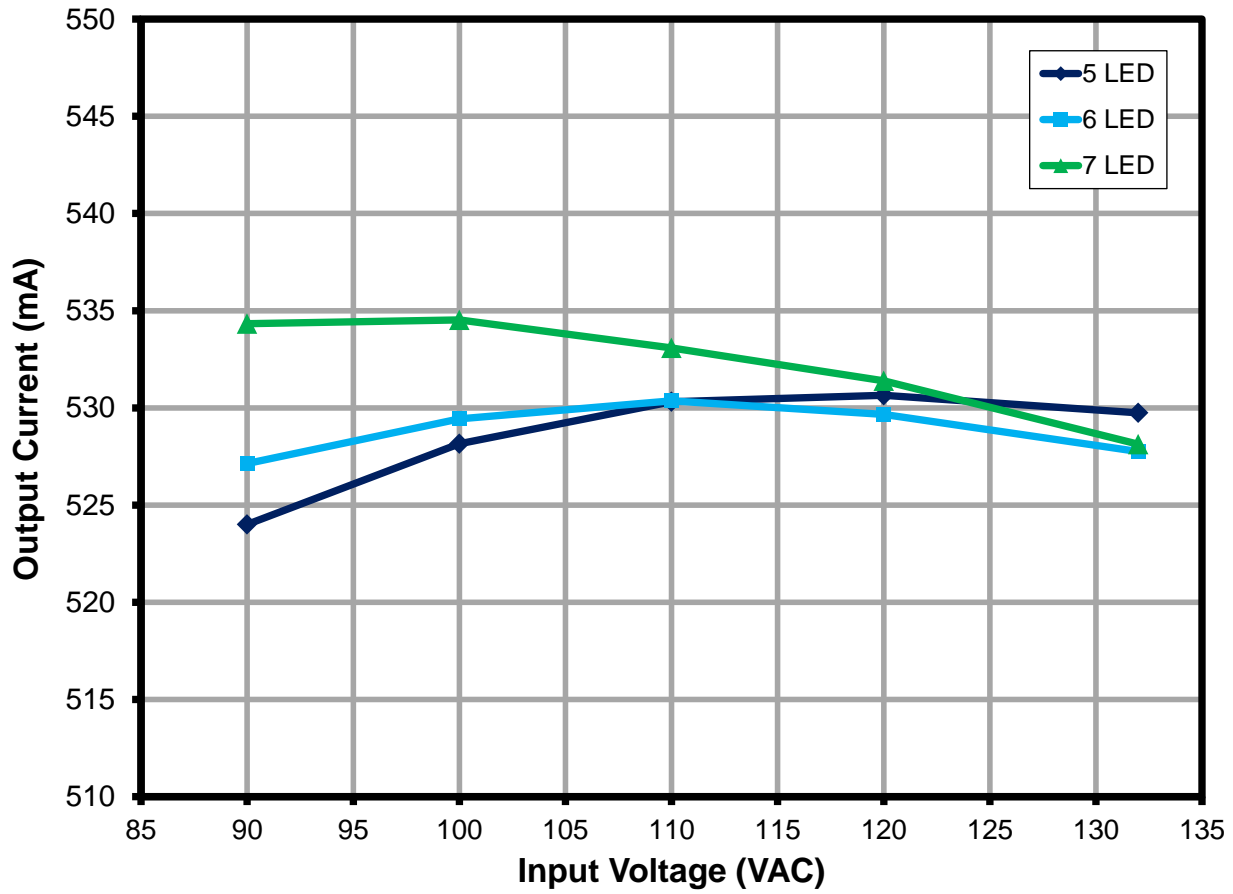


Figure 73 – Regulation vs. Line and Load.



16.5 アクティブなダミー負荷がない場合の力率

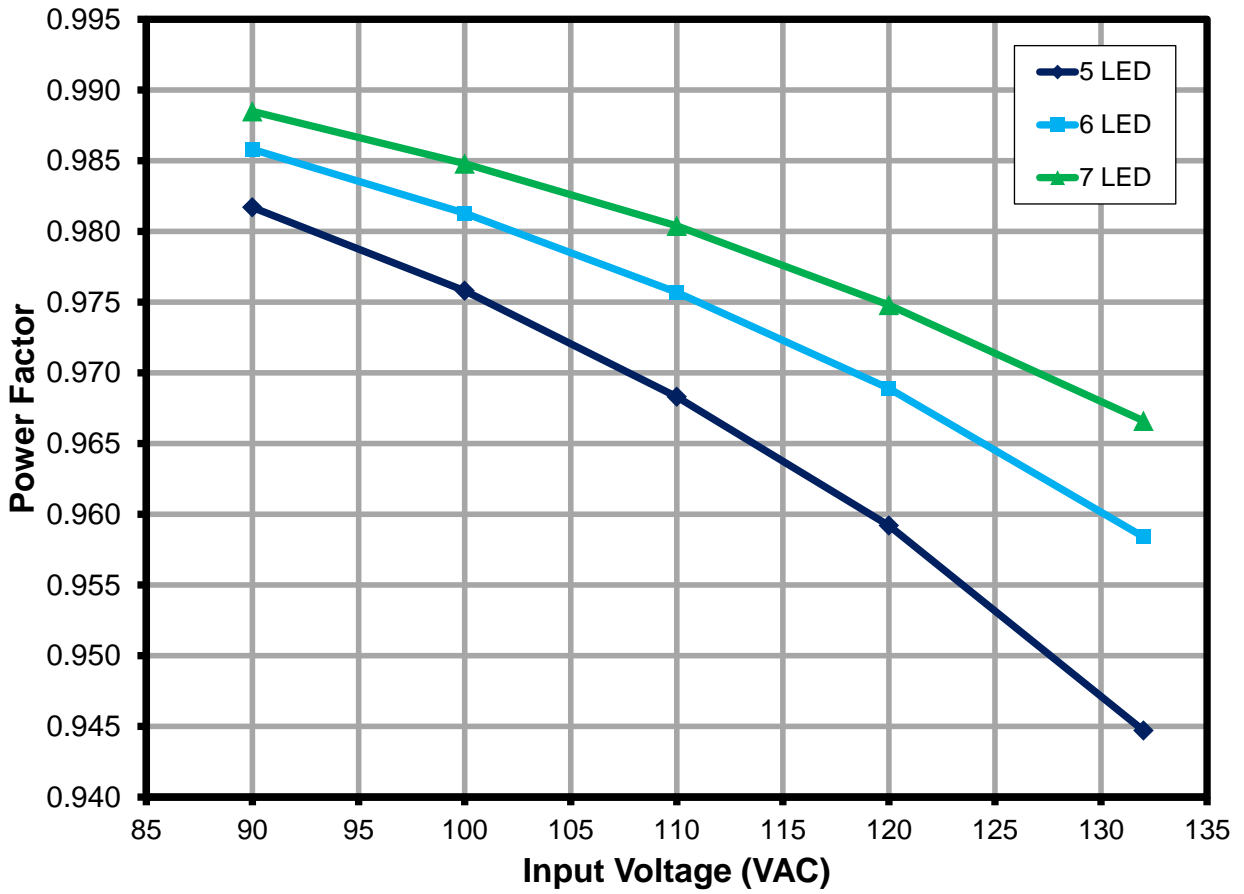


Figure 74 – Power Factor vs. Line and Load.

16.6 アクティブなダミー負荷がない場合の A-THD

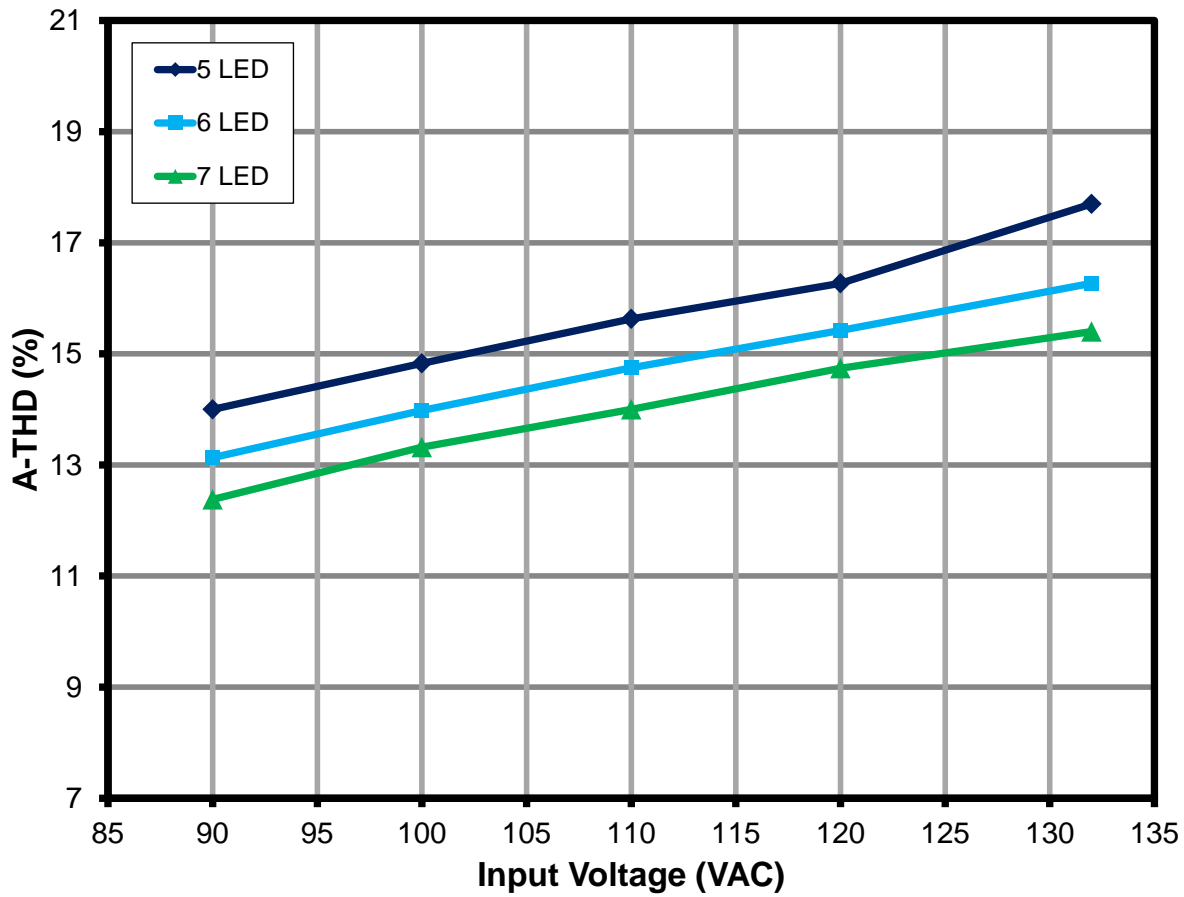


Figure 75 – A-THD vs. Line and Load.



16.7 アクティブなダミー負荷がない場合の高調波電流

The design met the limits for Class C equipment for an active input power of <25 W. In this case IEC61000-3-2 specifies that harmonic currents shall not exceed the limits of Class D equipment¹. Therefore the limits shown in the charts below are Class D limits which must not be exceeded to meet Class C compliance.

16.7.1 15 V LED 負荷

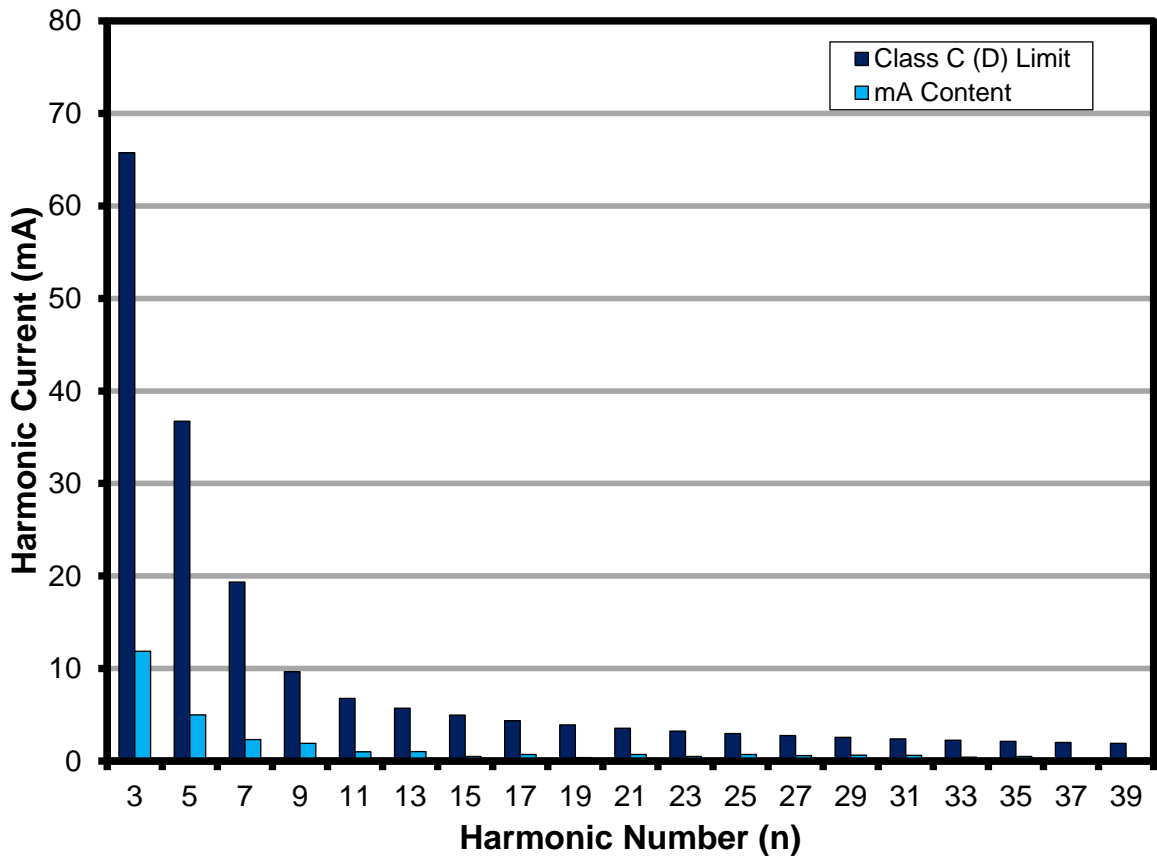


Figure 76 – 15 V LED Load Input Current Harmonics case (IEC61000-3-2) at 120 VAC, 60 Hz.

¹ IEC6000-3-2 Section 7.3, table 2, column 2.



16.7.3 18 V LED 負荷

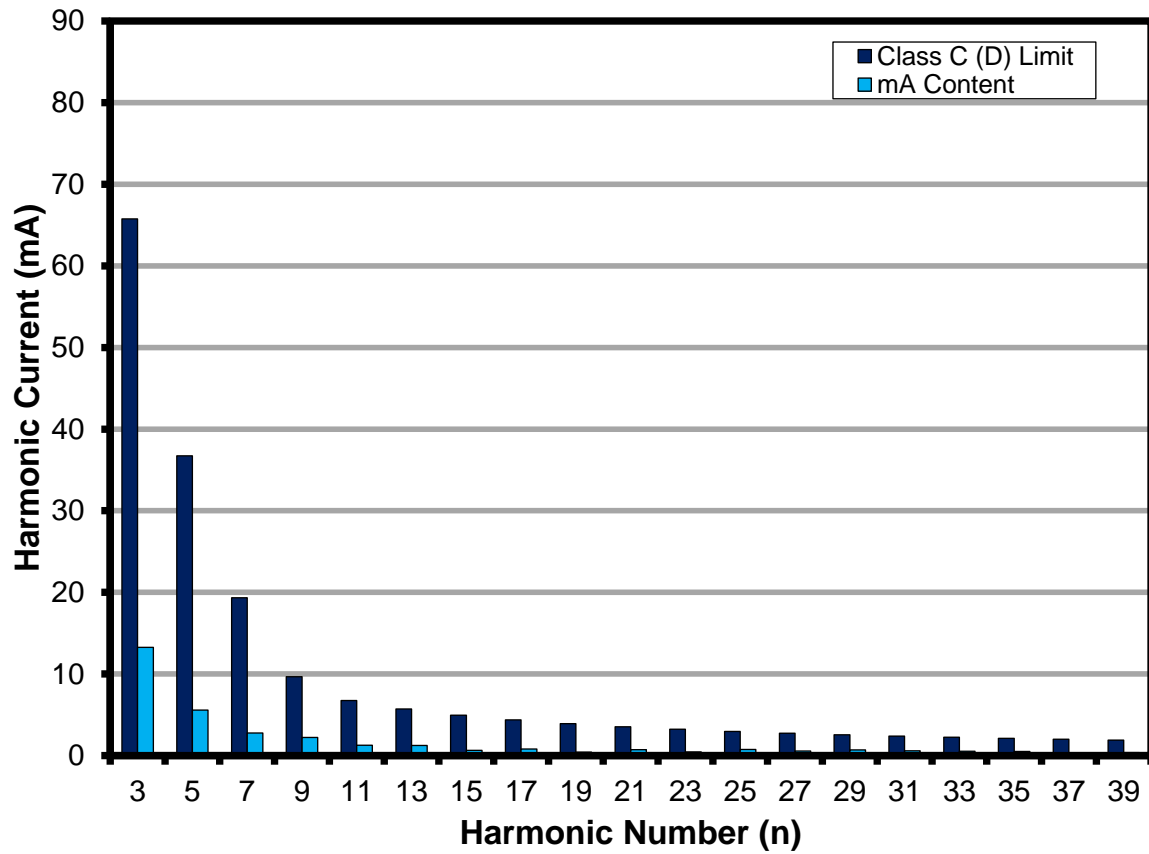


Figure 77 – 18 V LED Load Input Current Harmonics (IEC61000-3-2) at 120 VAC, 60 Hz.



16.7.4 21 V LED 負荷

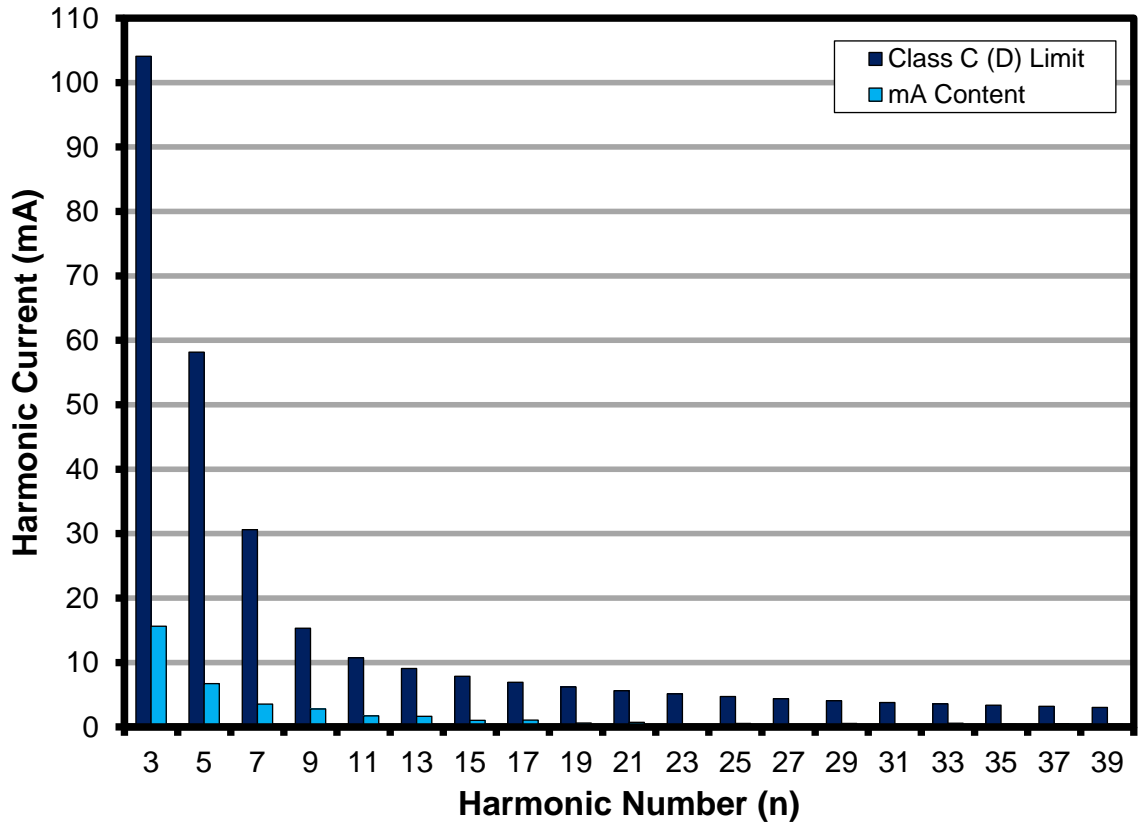


Figure 78 – 21 V LED Load Input Current Harmonics (IEC61000-3-2) at 120 VAC, 60 Hz.



16.8 アクティブなダミー負荷がない場合の試験データ

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

16.8.1 試験データ、15 V LED 負荷

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)	
90.01	108.92	9.624	0.982	14.00	15.50	524.00	8.17	8.12	84.93	1.45	
99.97	99.04	9.661	0.976	14.83	15.50	528.16	8.24	8.19	85.29	1.42	
110.02	90.82	9.676	0.968	15.63	15.50	530.32	8.27	8.22	85.49	1.40	
119.99	84.00	9.669	0.959	16.27	15.49	530.65	8.27	8.22	85.57	1.40	
132.01	77.36	9.648	0.945	17.7	15.49	529.75	8.26	8.20	85.56	1.39	

16.8.2 試験データ、18 V LED 負荷

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)	
90.00	130.67	11.594	0.986	13.13	18.60	527.14	9.86	9.81	85.01	1.74	
99.97	118.18	11.593	0.981	13.98	18.63	529.44	9.91	9.86	85.50	1.68	
110.03	107.77	11.570	0.976	14.75	18.62	530.36	9.92	9.87	85.77	1.65	
119.99	99.19	11.532	0.969	15.42	18.61	529.66	9.90	9.86	85.89	1.63	
132.02	90.72	11.479	0.958	16.27	18.61	527.76	9.87	9.82	85.95	1.61	

16.8.3 試験データ、21 V LED 負荷

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)	
90.00	152.60	13.577	0.989	12.38	21.47	534.33	11.52	11.47	84.87	2.05	
99.97	136.89	13.476	0.985	13.32	21.46	534.52	11.52	11.47	85.49	1.96	
110.03	124.04	13.380	0.980	14	21.45	533.09	11.48	11.43	85.81	1.90	
120.00	113.68	13.298	0.975	14.74	21.44	531.39	11.44	11.39	86.01	1.86	
132.02	103.37	13.192	0.967	15.4	21.42	528.13	11.36	11.31	86.10	1.83	



16.8.4 120 VAC 60 Hz、15 V LED 負荷の高調波データ

Current Harmonics Limits for IEC61000-3-2

V	Freq	I (mA)	P	PF	%THD
120	60.00	84.00	9.6690	0.9592	16.27
nth Order	mA Content	% Content	Limit <25 W	Limit >25 W	Remarks
1	82.79				
2	0.02	0.02%		2.00%	
3	11.88	14.35%	65.7492	28.78%	Pass
5	4.99	6.03%	36.7422	10.00%	Pass
7	2.34	2.83%	19.3380	7.00%	Pass
9	1.92	2.32%	9.6690	5.00%	Pass
11	1.01	1.22%	6.7683	3.00%	Pass
13	1.03	1.24%	5.7270	3.00%	Pass
15	0.51	0.62%	4.9634	3.00%	Pass
17	0.71	0.86%	4.3795	3.00%	Pass
19	0.39	0.47%	3.9185	3.00%	Pass
21	0.72	0.87%	3.5453	3.00%	Pass
23	0.49	0.59%	3.2370	3.00%	Pass
25	0.73	0.88%	2.9781	3.00%	Pass
27	0.60	0.72%	2.7575	3.00%	Pass
29	0.64	0.77%	2.5673	3.00%	Pass
31	0.61	0.74%	2.4017	3.00%	Pass
33	0.44	0.53%	2.2561	3.00%	Pass
35	0.49	0.59%	2.1272	3.00%	Pass
37	0.24	0.29%	2.0122	3.00%	Pass
39	0.28	0.34%	1.9090	3.00%	Pass
41	0.09	0.11%			
43	0.13	0.16%			
45	0.20	0.24%			
47	0.27	0.33%			
49	0.28	0.34%			



16.8.5 120 VAC 60 Hz、18 V LED 負荷の高調波データ

Current Harmonics Limits for IEC61000-3-2

V	Freq	I (mA)	P	PF	%THD
120	60.00	99.19	11.5320	0.9689	15.42
nth Order	mA Content	% Content	Limit <25 W	Limit >25 W	Remarks
1	97.97				
2	0.03	0.03%		2.00%	
3	13.27	13.54%	78.4176	29.07%	Pass
5	5.57	5.69%	43.8216	10.00%	Pass
7	2.77	2.83%	23.0640	7.00%	Pass
9	2.23	2.28%	11.5320	5.00%	Pass
11	1.27	1.30%	8.0724	3.00%	Pass
13	1.24	1.27%	6.8305	3.00%	Pass
15	0.65	0.66%	5.9198	3.00%	Pass
17	0.81	0.83%	5.2233	3.00%	Pass
19	0.43	0.44%	4.6735	3.00%	Pass
21	0.74	0.76%	4.2284	3.00%	Pass
23	0.47	0.48%	3.8607	3.00%	Pass
25	0.77	0.79%	3.5519	3.00%	Pass
27	0.57	0.58%	3.2888	3.00%	Pass
29	0.71	0.72%	3.0619	3.00%	Pass
31	0.59	0.60%	2.8644	3.00%	Pass
33	0.54	0.55%	2.6908	3.00%	Pass
35	0.51	0.52%	2.5370	3.00%	Pass
37	0.34	0.35%	2.3999	3.00%	Pass
39	0.38	0.39%	2.2768	3.00%	Pass
41	0.13	0.13%			
43	0.18	0.18%			
45	0.11	0.11%			
47	0.12	0.12%			
49	0.17	0.17%			



16.8.7 120 VAC 60 Hz、21 V LED 負荷の高調波データ

Current Harmonics Limits for IEC61000-3-2

V	Freq	I (mA)	P	PF	%THD
120	60.00	113.68	13.2980	0.9748	14.74
nth Order	mA Content	% Content	Limit <25 W	Limit >25 W	Remarks
1	112.41				
2	0.07	0.06%		2.00%	
3	14.43	12.84%	90.4264	29.24%	Pass
5	6.18	5.50%	50.5324	10.00%	Pass
7	3.20	2.85%	26.5960	7.00%	Pass
9	2.62	2.33%	13.2980	5.00%	Pass
11	1.62	1.44%	9.3086	3.00%	Pass
13	1.58	1.41%	7.8765	3.00%	Pass
15	0.96	0.85%	6.8263	3.00%	Pass
17	1.04	0.93%	6.0232	3.00%	Pass
19	0.64	0.57%	5.3892	3.00%	Pass
21	0.76	0.68%	4.8759	3.00%	Pass
23	0.48	0.43%	4.4519	3.00%	Pass
25	0.63	0.56%	4.0958	3.00%	Pass
27	0.43	0.38%	3.7924	3.00%	Pass
29	0.55	0.49%	3.5308	3.00%	Pass
31	0.40	0.36%	3.3031	3.00%	Pass
33	0.44	0.39%	3.1029	3.00%	Pass
35	0.36	0.32%	2.9256	3.00%	Pass
37	0.39	0.35%	2.7674	3.00%	Pass
39	0.32	0.28%	2.6255	3.00%	Pass
41	0.25	0.22%			
43	0.25	0.22%			
45	0.15	0.13%			
47	0.17	0.15%			
49	0.13	0.12%			



16.9 アクティブなダミー負荷がない場合のトライアックのシミュレーションと調光曲線

Using Agilent 6812B AC Source programmed as perfect leading edge dimmer

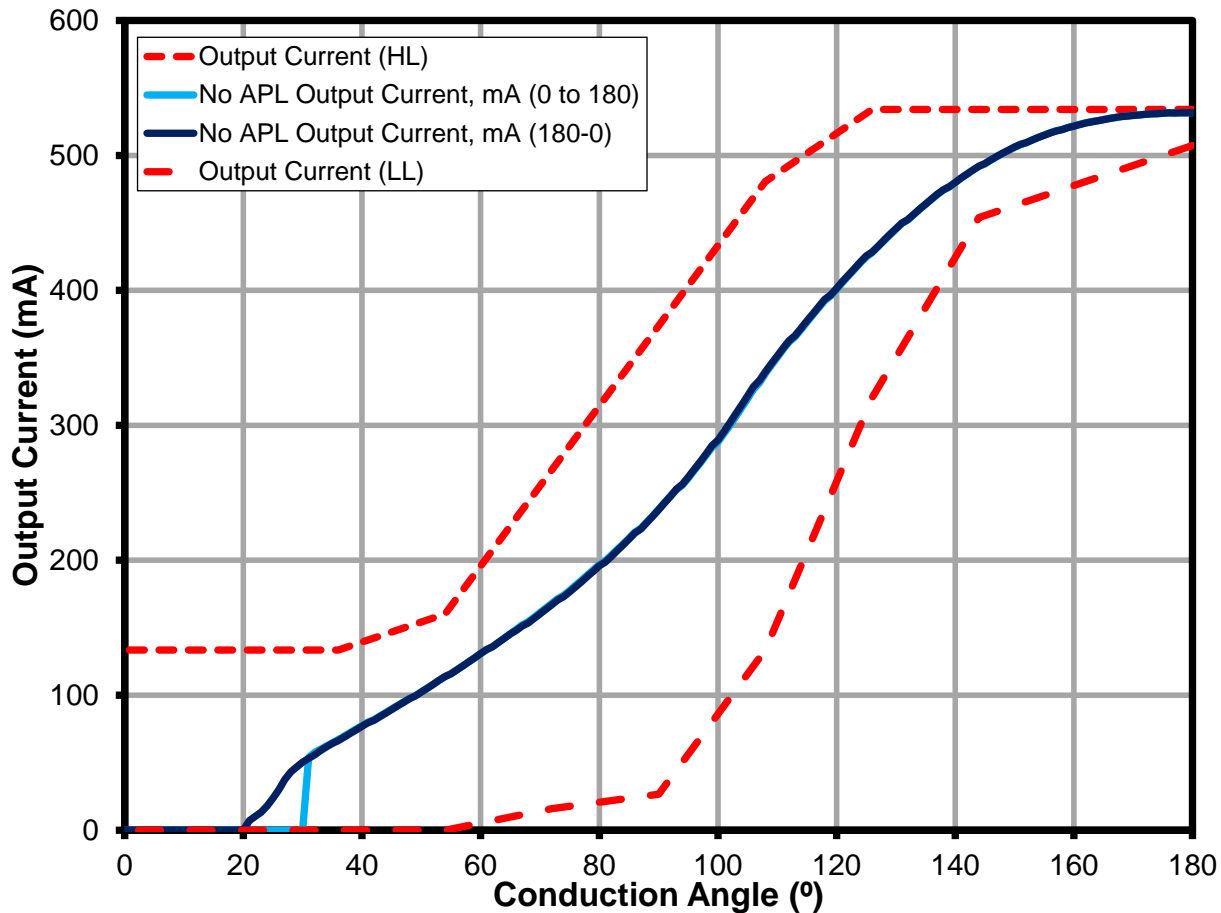


Figure 79 – Dimming Curve at 120 VAC, 60 Hz Input.



16.10 アクティブなダミー負荷がない場合の実際の調光器の性能

The following data were taken by measuring the RMS input voltage to the driver as a result of TRIAC chopping the AC input. A leading and trailing edge TRIAC dimmer was used on the data below using 21 V LED load and 120 V, 60 Hz AC input.

16.10.1 調光曲線

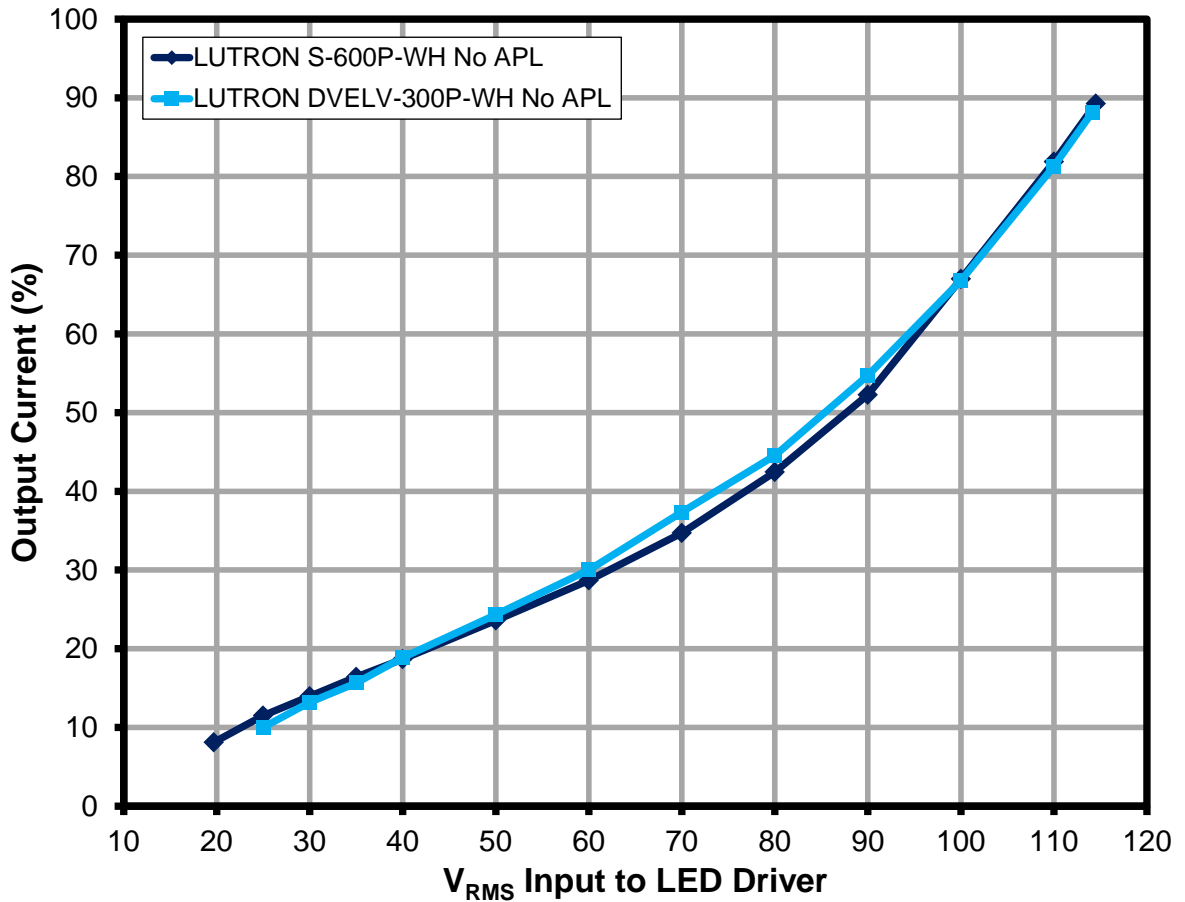


Figure 80 – Dimming Curve as a Function of Input Voltage to the Driver.



16.10.2 標準的なリーディング エッジ型調光器の性能データ

Dimmer: LUTRON S-600P-WH

Input: 120 VAC, 60 Hz

$V_{IN(RMS)}$ (V)	I_{OUT} (mA)	I_{OUT} (%)	V_{OUT} (V)	P_{OUT} (W)	P_{IN} (W)	Efficiency (%)	P_{LOSS} (W)	Start-upTime (ms)
114.5	473	89.25	21.25	10.11	13.47	75.1	3.36	128
110	434	81.89	21.14	9.21	12.65	72.8	3.44	128
100	355	66.98	20.82	7.43	10.9	68.2	3.47	153
90	277	52.26	20.51	5.7	9.1	62.6	3.4	164
80	225	42.45	20.3	4.58	7.84	58.4	3.26	186
70	184	34.72	20.2	3.73	6.82	54.7	3.09	204
60	152	28.68	20	3.05	5.98	51.0	2.93	251
50	125	23.58	19.81	2.48	5.19	47.8	2.71	318
40	99	18.68	19.6	1.95	4.5	43.3	2.55	412
35	87	16.42	19.5	1.7	4.1	41.5	2.4	550
30	74	13.96	19.37	1.44	3.78	38.1	2.34	1800
25	61	11.51	19.22	1.16	3.5	33.1	2.34	
19.7	43	8.11	19	0.82	3.1	26.5	2.28	

16.10.3 標準的なトレーリング エッジ型調光器の性能データ

Dimmer: LUTRON DVELV-300P-WH

Input: 120 VAC, 60 Hz

$V_{IN(RMS)}$ (V)	I_{OUT} (mA)	I_{OUT} (%)	V_{OUT} (V)	P_{OUT} (W)	P_{IN} (W)	Efficiency (%)	P_{LOSS} (W)	Start-upTime (ms)
114.1	467	88.11	21.14	9.96	12.97	76.8	3.01	110
110	431	81.32	21	9.12	12.05	75.7	2.93	118
100	354	66.79	20.75	7.4	10.1	73.3	2.7	122
90	290	54.72	20.5	6	8.53	70.3	2.53	123
80	236	44.53	20.3	4.83	7.2	67.1	2.37	128
70	198	37.36	20.2	4.03	6.28	64.2	2.25	147
60	159	30.00	20	3.2	5.35	59.8	2.15	187
50	129	24.34	19.81	2.6	4.62	56.3	2.02	212
40	100	18.87	19.58	1.96	3.93	49.9	1.97	254
35	83	15.66	19.5	1.62	3.54	45.8	1.92	307
30	70	13.21	19.3	1.36	3.24	42.0	1.88	355
25	53	10.00	19.12	1	2.86	35.0	1.86	520

16.10.4 調光器の互換性リスト

Item	List of Dimmers	Part Number	$V_{RMS(MIN)}$	I_{MIN} (mA)	$V_{RMS(MAX)}$	I_{MAX} (mA)	Dim Ratio
1	LUTRON LG600PH-LA	LG-600PH-WH	21	53	114.6	474	9
2	LUTRON S603P	S-603P-WH	21	48	115.0	476	10
3	LUTRON SLV600P	SLV600P-WH	28	70	115.5	482	7
4	LUTRON S600	S-600-WH	24	58	117.6	505	9
5	LUTRON S-600PH-WH	S-600PH-WH	19	41	115.0	477	12
6	LUTRON DVCL153P	DVWCL-153-PLH-WH	15.3	22	113.3	462	21



7	LUTRON DV603P	DV-603P-WH	23	56	114.6	473	8
8	LUTRON DV600P	DV-600P-WH	21.7	53	114.7	474	9
9	LUTRON TG600PH-IV	TG-600PH-WH	35	85	115.6	484	6
10	LUTRON AY600P	AY-600P-WH	36	87	115.2	480	6
11	LUTRON GL600P-WH	GL-600P-WH	25	62	114.8	476	8
12	LEVITON 6633PLI	R62-06633-1LW	20	51	118.7	518	10
13	LEVITON 6631-LI	R62-06631-1LW	12	5	116.5	493	105
14	LEVITON IPI06	R60-IPI06-1LM	34	87	118.3	513	6
15	LEVITON 6161-I	R52-06161-00W	33	68	115.2	480	7
16	LEVITON RP106	R52-RPI06-1LW	32	56	119.0	523	9
17	LEVITON 6681	R60-06681-0IW	12	6	115.5	484	82
18	LEVITON TGM10-1LW	TGM10-1LW	16.5	34	113.2	459	14
19	LEVITON 6684	R60-06684-1IW	14	17	119.0	524	31
20	LEVITON 6683	6683	17	25	119.0	524	21
21	LEVITON 6613	R02-06613-PLW	19	42	118.7	519	12
22	COOPER SLC03	SLC03P-W-K-L	16	25	116.0	490	20
23	LUTRON GL600-WH	GL-600-WH	26.67	68	117.4	502	7
24	LUTRON DVPDC-203P-WH	DVPDC-203P-WH	60	152	117.0	497	3
25	LUTRON LX600PL	LX-600PL-wh	27	65	116.7	495	8
26	LUTRON D600P	D-600P-WH	15	27	113.2	460	17
27	LUTRON CTCL-153PDH		15.5	26	113.7	465	18
28	LUTRON S-600P	S-600P	18	41	115.0	477	12
29	LUTRON TGLV-600P	TGLV-600P	32.7	81	116.0	489	6
30	LUTRON TGLV-600PR	TGLV-600PR	34	83	115.0	482	6
31	LUTRON TT-300NLH-WH	TT-300NLH-WH	24	59	118.0	510	9
32	LUTRON TT-300H-WH	TT-300H-WH	12	7	118.0	510	73
33	LUTRON NLV-1000-WH	NLV-1000-WH	24	61	116.2	490	8
34	Lutron	MAELV -600	31	72	115.3	477	7
35	Lutron	S-600P	23	57	114.5	473	8
36	Lutron	S-600P	18.7	41	117.5	503	12
37	Cooper	S106P	29.9	76	117.0	500	7
38	Lutron	S-103P-WH	29.9	75	115.0	477	6
39	Lutron	S-10P-WH	25.6	59	114.0	467	8
40	Lutron	S-600PNLH-WH	25.4	63	115.5	483	8
41	Lutron	S-603PNL-WH	28	68	115.4	482	7
42	Lutron	SLV-603P-WH	33.33	83	115.2	480	6
43	Lutron	S-603PGH-WH	21	50	106.0	395	8
44	Lutron	AYLV-600P-WH	32.2	81	114.8	475	6
45	Lutron	AYLV-603P-WH	33.8	85	114.8	475	6
46	Lutron	AY-103PNL-WH	29.4	71	116.5	493	7
47	Lutron	AY-103P-WH	29.2	65	116.9	497	8
48	Lutron	AY-10PNL-WH	26	65	118.6	518	8
49	Lutron	AY-10P-WH	23	57	117.0	497	9
50	Lutron	AY-603PNL-WH	30	73	112.7	455	6
51	Lutron	AY-603PG-WH	32.6	78	103.6	380	5
52	Lutron	AY-603P-WH	36	87	114.3	470	5
53	Lutron	AY-600PNL-WH	31	74	115.4	482	7
54	Lutron	DVELV-300P-WH	24.8	50	114.0	462	9
55	Lutron	DVLV-10P-WH	33.3	84	114.4	470	6



56	Lutron	DVLV-103P-WH	31.6	79	114.7	474	6
57	Lutron	DVLV-603P-WH	30.6	76	114.9	476	6
58	Lutron	S-1000-WH	28	69	117.5	503	7
59	Lutron	SELV-300P-WH	24.5	50	112.6	452	9
60	Lutron	S-600P-WH	19.5	42	114.6	474	11
61	Lutron	S-103PNL-WH	30.8	69	114.4	472	7
62	Lutron	GLV-600-WH	22.8	58	117.5	503	9

Figure 81 – Dimmer Compatibility List.



17 改訂履歷

Date	Author	Revision	Description and Changes	Reviewed
13-Nov-12	CA	1.0	Initial Release	Apps & Mktg



最新の情報については、弊社ウェブサイト www.powerint.com

Power Integrations は、信頼性または生産性を向上させるために、いつでも製品を変更する権利を保持します。Power Integrations は、ここに記載した機器または回路を使用したことから生じる事柄について責任を一切負いません。Power Integrations は、ここでは何らの保証もせず、商品性、特定目的に対する適合性、及び第三者の権利の非侵害の黙示保証なども含めて、すべての保証を明確に否認します。

特許情報

ここで例示した製品及びアプリケーション（製品の外付けトランス構造と回路も含む）は、米国及び他国の特許の対象である場合があります。また、潜在的に、Power Integrations に譲渡された米国及び他国の出願中特許の対象である場合があります。Power Integrations の持つ特許の全リストは、www.powerint.com に掲載されます。Power Integrations は、<http://www.powerint.com/ip.htm> に定めるところに従って、特定の特許権に基づくライセンスを顧客に許諾します。

PI ロゴ、TOPSwitch、TinySwitch、LinkSwitch、LYTSwitch、DPA-Switch、PeakSwitch、CAPZero、SEnZero、LinkZero、HiperPFS、HiperTFS、HiperLCS、Qspeed、EcoSmart、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
2-12-11
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

