

デザイン例レポート

| | |
|----------|---|
| タイトル | LYTSwitch TM -4 LYT4317E を使用した 20 W、絶縁型フライバック、トライアック調光機能付き、力率改善回路搭載 (0.98 以上) LED ドライバ |
| 仕様 | 90 ~ 132 VAC 入力、36 V、550 mA 出力 |
| アプリケーション | PAR38 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-350 |
| 日付 | 2013 年 5 月 20 日 |
| 改訂 | 2.1 |

概要と機能

- 高効率 85% 以上 (120 VAC)
- 米国の様々なトライアック調光器を含む幅広い調光器に対応 (NEMA SSL6 調光カーブに適合)
- スムーズな動作
 - フリッカやムラの無い調光、
 - 素早くムラの無い点灯 (200 ms 以下) – 知覚可能な遅延なし
 - ほぼ同じ調光角で点灯及び消灯 - ポップオンなし
- 低コスト
 - ワンコンバータ型 PFC 及び高精度の一次側制御定電流出力
 - 片面基板、少ない部品点数
- 内蔵保護機能と高い信頼性
 - 出力オープン回路/出力短絡の自動復帰タイプ保護機能
 - 素早い過入力電圧シャットダウンにより入力電圧耐量を拡大
 - バリスタなしで ± 2500 V のリング ウェーブ、 ± 500 V のディファレンシャル モード サージに耐えられます。

Power Integrations

5245 Hellyer Avenue, San Jose, CA 95138 USA.

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

www.powerint.com

- ヒステリシスを十分確保した自動復帰タイプ過熱保護機能により部品と基板を保護
- IEC 61000-4-5 リング ウェーブ、IEC 61000-3-2 C THD、及び IEC CISPR 15 / EN55015 B 伝導 EMI 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 に掲載されています。Power Integrations は、<http://www.powerint.com/ip.htm> に定めるところに従って、特定の特許権に基づくライセンスを顧客に許諾します。



目次

| | | |
|--------|------------------------|----|
| 1 | はじめに | 5 |
| 2 | 電源仕様 | 7 |
| 3 | 回路図 | 8 |
| 4 | 回路の説明 | 9 |
| 4.1 | 入力フィルタ | 9 |
| 4.2 | LYTSwitch-4 一次側 | 9 |
| 4.3 | フィードバック | 10 |
| 4.4 | 負荷オープン時の保護 | 10 |
| 4.5 | 出力整流 | 10 |
| 4.6 | トライアック位相調光制御の互換性 | 11 |
| 5 | PCB レイアウト | 12 |
| 6 | 部品表 | 13 |
| 7 | トランスの仕様 | 15 |
| 7.1 | 回路図 | 15 |
| 7.2 | 電気仕様 | 15 |
| 7.3 | 材料 | 15 |
| 7.4 | トランスの構造図 | 16 |
| 7.5 | トランス製造仕様 | 16 |
| 8 | トランスの設計計算シート | 17 |
| 9 | L1 インダクタの仕様 | 20 |
| 9.1 | 回路図 | 20 |
| 9.2 | 電気仕様 | 20 |
| 9.3 | 材料 | 20 |
| 9.4 | インダクタの構造図 | 21 |
| 9.5 | インダクタ製造仕様 | 21 |
| 10 | U1 ヒートシンク 仕様 | 22 |
| 10.1 | U1 ヒートシンク製造図面 | 22 |
| 10.2 | U1 用ヒートシンク組み立て図 | 23 |
| 10.3 | U1 及びヒートシンク組み立て図 | 24 |
| 11 | 性能データ | 25 |
| 11.1 | 効率 | 25 |
| 11.2 | 入力及び負荷のレギュレーション | 26 |
| 11.3 | 力率 | 27 |
| 11.4 | A-THD | 28 |
| 11.5 | 高調波電流 | 29 |
| 11.5.1 | 11 個の LED 負荷 | 29 |
| 11.5.2 | 12 個の LED 負荷 | 30 |
| 11.5.3 | 13 個の LED 負荷 | 31 |
| 11.6 | 試験データ | 32 |



| | | |
|--------|--|----|
| 11.6.1 | 試験データ、11 個の LED 負荷..... | 32 |
| 11.6.2 | 試験データ、12 個の LED 負荷..... | 32 |
| 11.6.3 | 試験データ、13 個の LED 負荷..... | 32 |
| 11.6.4 | 120 VAC 60 Hz、11 個の LED 負荷の高調波データ..... | 33 |
| 11.6.5 | 120 VAC 60 Hz、12 個の LED 負荷の高調波データ..... | 34 |
| 11.6.6 | 120 VAC 60 Hz、13 個の LED 負荷の高調波データ..... | 35 |
| 12 | 調光性能データ..... | 36 |
| 12.1 | リーディング エッジ調光器のシミュレーション (Agilent 6812B AC 電源を使用) に対する調光カーブ..... | 36 |
| 12.2 | トライアック ベースの調光器による素早い点灯 (200 ms 以下)..... | 37 |
| 12.3 | トライアック ベースの調光器に対するポップオン..... | 38 |
| 12.4 | 調光器に対する出力電流及び入力電流の波形..... | 39 |
| 12.6 | 互換性リスト..... | 40 |
| 13 | 熱特性..... | 42 |
| 13.1 | PAR38 ランプを使用した温度測定..... | 42 |
| 13.2 | 90 VAC、非調光..... | 42 |
| 13.3 | 132 VAC、非調光..... | 43 |
| 13.4 | 120 VAC、導通角 90°..... | 43 |
| 14 | 非調光時の波形..... | 44 |
| 14.1 | 出力電流及び入力電流の波形..... | 44 |
| 14.2 | 通常動作時の出力電流及び出力電圧の波形..... | 45 |
| 14.3 | 起動時の入力電圧と出力電流の波形..... | 46 |
| 14.4 | 起動時の出力電圧及び出力電流の波形..... | 46 |
| 14.5 | 通常動作時のドレイン電圧と電流..... | 47 |
| 14.6 | ドレイン電圧及び電流起動時の動作..... | 48 |
| 14.7 | ドレイン電圧及び電流出力短絡時の動作..... | 49 |
| 14.8 | オープン負荷状態..... | 50 |
| 14.9 | 通常動作時の出力ダイオード電圧及び電流の波形..... | 51 |
| 15 | 伝導 EMI..... | 52 |
| 15.1 | 試験のセットアップ..... | 52 |
| 15.2 | 試験結果..... | 53 |
| 16 | 入力サージ..... | 54 |
| 17 | 改訂履歴..... | 55 |

重要なお知らせ:この電源は絶縁に関する安全要件を満たすよう設計されていますが、評価プロトタイプは認証機関の承認を得られていません。従って、すべての試験は、プロトタイプ電源に絶縁トランスを使用して、AC 入力を供給する必要があります。



1 はじめに

このドキュメントでは、公称 LED 電圧 36 V、550 mA (通常) 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-4 IC ファミリーの LYT4317E 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、高い絶縁効率、高力率、低 THD、そして少ない部品点数を実現します。

LYTSwitch-4 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。

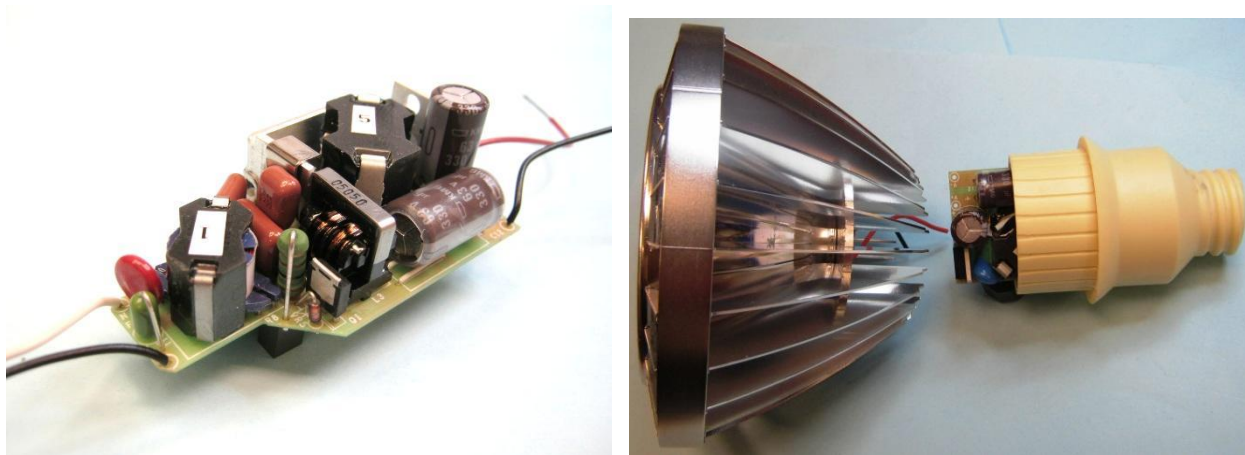


Figure 1 – Populated Circuit Board Photograph (Left) and Placed Inside a CREE PAR38 Lamp (Right).

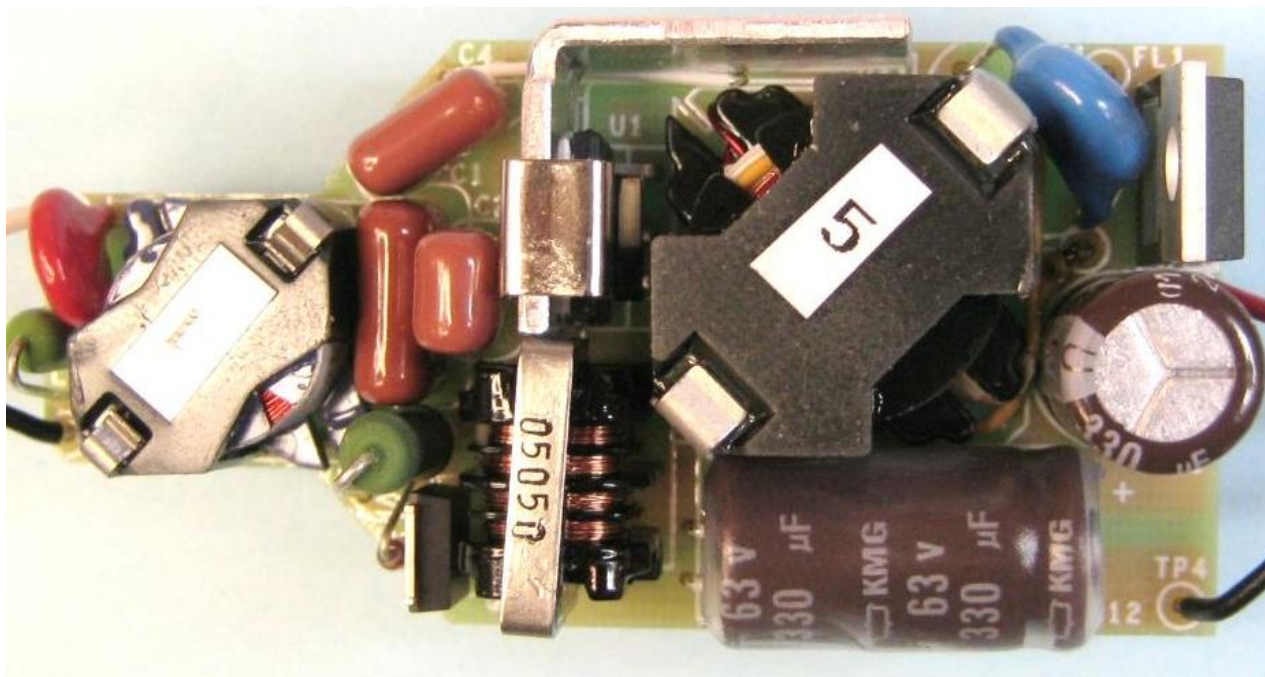


Figure 2 – Populated Circuit Board Photograph (Top View).

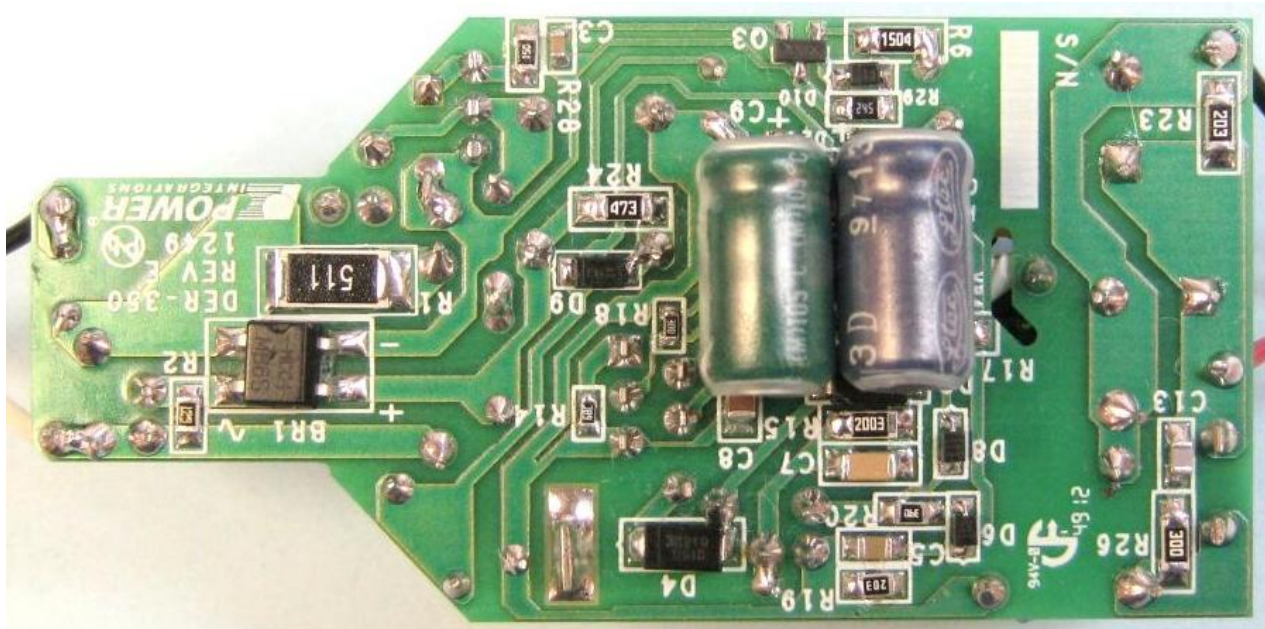


Figure 3 – Populated Circuit Board Photograph (Bottom View).



2 電源仕様

次の表は、設計の仕様概要です。実際の性能は、「性能データ」のセクションを参照してください。

| 概要 | 記号 | 最小 | 標準 | 最大 | 単位 | コメント |
|---|-------------------------------------|----|---|-----|--------------|---|
| 入力 電圧 周波数 | V_{IN} f_{LINE} | 90 | 120 60 | 132 | VAC Hz | |
| 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} | 33 | 36 550 | 39 | V mA W | |
| 効率 最大負荷 | η | | 85 | | % | $V_{OUT} = 36$ 、 $V_{IN} = 120$ VAC、周囲温度 25 °C |
| 環境 伝導 EMI 安全規格 リング ウェーブ (100 kHz) ディファレンシャル モード (L1-L2) コモン モード (L1/L2-PE) ディファレンシャル サージ (1.2/50 μ s) | | | CISPR 15B/EN55015B 絶縁型 2.5 500 | | kV V | |
| 力率 | | | 0.97 | | | $V_{OUT(TYP)}$ 、 $I_{OUT(TYP)}$ 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} | | 45 | | °C | 自由対流、海水面 |



3 回路图

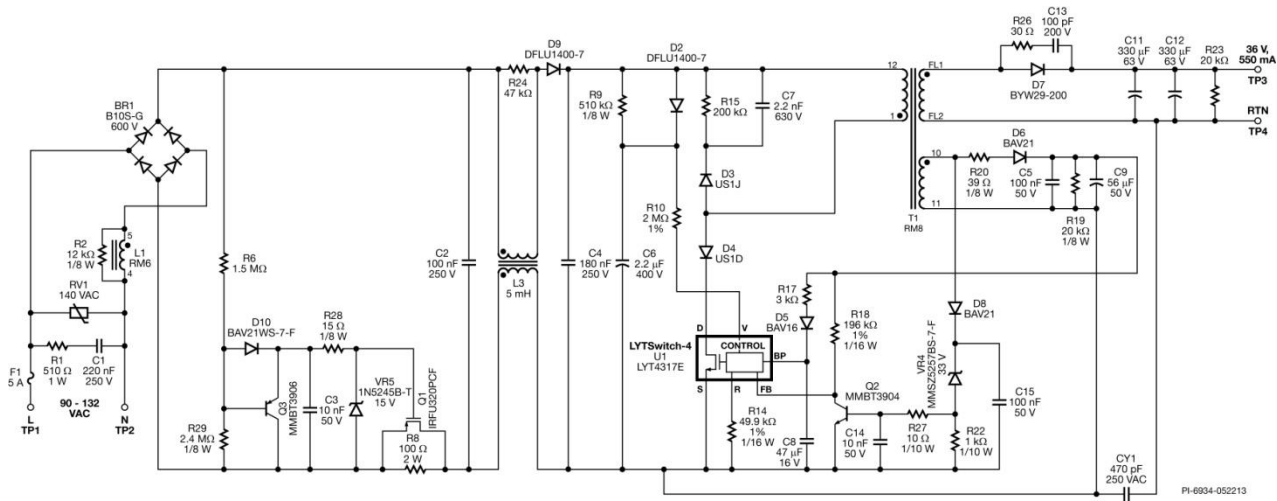


Figure 4 – Schematic.



4 回路の説明

LYTSwitch-4 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。LYTSwitch-4 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 入力が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 モード入力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-4 の高速入力過電圧検出機能と D2 及び C6 ピーク検出コンデンサを組み合わせることで、IC のパワー 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 MOV (金属酸化バリスタ) RV1 を使用することでディファレンシャルモード入力サージ要件 (500 V 以上) に対応しています。指定された最大動作電圧の 132 VAC よりも少し上の 140 VAC 定格部品を選択しました。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 C4 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、ならびにコンデンサ C2、C4 及び CY1 により構成されています。L1、L3 の抵抗 R2 および R24 はそれぞれ、伝導 EMI の測定の原因となるフィルタ部品及び AC 入力インピーダンスによる LC 共振を減衰します。

4.2 LYTSwitch-4 一次側

トランス (T1) を DC バスに接続し、もう一端を LYTSwitch-4 の DRAIN (D) ピンにブロッキングダイオード D4 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。

ピーク入力電圧情報を U1 に供給するために、整流された入力 AC ピークが D2 を通じて C6 に充電されます。その後、R10 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 R9 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。

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。位相角調光アプリケーションでは、49.9 $k\Omega$ の抵抗を REFERENCE (R) ピン (R14) に接続し、2 $M\Omega$ (R10) 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。これにより、トライアック調光器を使用する場合に調光範囲が最大になります。

パワー MOSFET の OFF 時間中、D3、R15、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 D4 は、C4 にかかる電圧 (整流され



た入力 AC) が出力跳ね返り電圧 (設計計算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。

ダイオード D6、C5、C9、R20 及び R21 は、トランスの補助巻線から U1 用の一次バイアス回路を形成します。抵抗 R20 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 R19 は出力短絡時に C9 を放電します。

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。起動時に、C8 は 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 R17 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、深く調光した際に U1 に十分な供給が行えるよう外部バイアス回路の使用 (D5 及び R17 経由) を推奨します。

コンデンサ C8 は、出力電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、47 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 R18 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に制御します。

4.4 負荷オープン時の保護

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 VR4 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。FB ピン電流がソフトスタート期間後に $I_{FB(AR)}$ スレッシュホールドを下回ると、コントローラは短絡状態及びオープンループ状態を知らせます。この障害状態下での電力消費を最小化するため、シャットダウン/オートリスタート回路は、障害状態が続く限り、通常は DC_{AR} のオートリスタート デューティ サイクルで電源をオン (ソフトスタート期間と同じ) 及びオフにします。オートリスタートのオフタイム中に障害が取り除かれた場合、電源は完全なオフタイム カウントが完了するまでオートリスタートが保持されます。

4.5 出力整流

トランスの二次巻線は、D7 によって整流され、コンデンサ C11 及び C12 によって平滑化されます。これよりも低いリップルが必要とされる設計では、出力容量の値を増やすことができます。



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 R6、R28、R29、D10、Q1、Q3、C3、VR5 および R8 によって構成されます。この回路は、導通期間の最初の 0.5 ms 間に抵抗 R8 を直列に配置することにより、トライアックがオンの時に入力コンデンサ C2 と C4 に流れる突入電流を制限します。約 0.5 ms 後、トランジスタ Q1 がオンになって抵抗 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、カレント リミット中に大きな値が許容されます。抵抗 R6、R29、及びコンデンサ C3 は、トライアック導通後に 0.5 ms の遅延を生じさせます。トランジスタ Q3 はトライアックが導通していない時にコンデンサ C3 を放電します。VR5 は Q1 のゲート電圧を 15 V にクランプし、R28 は MOSFET の発振を防ぎます。

パッシブ ブリーダー回路は、C1 と R1 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。



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

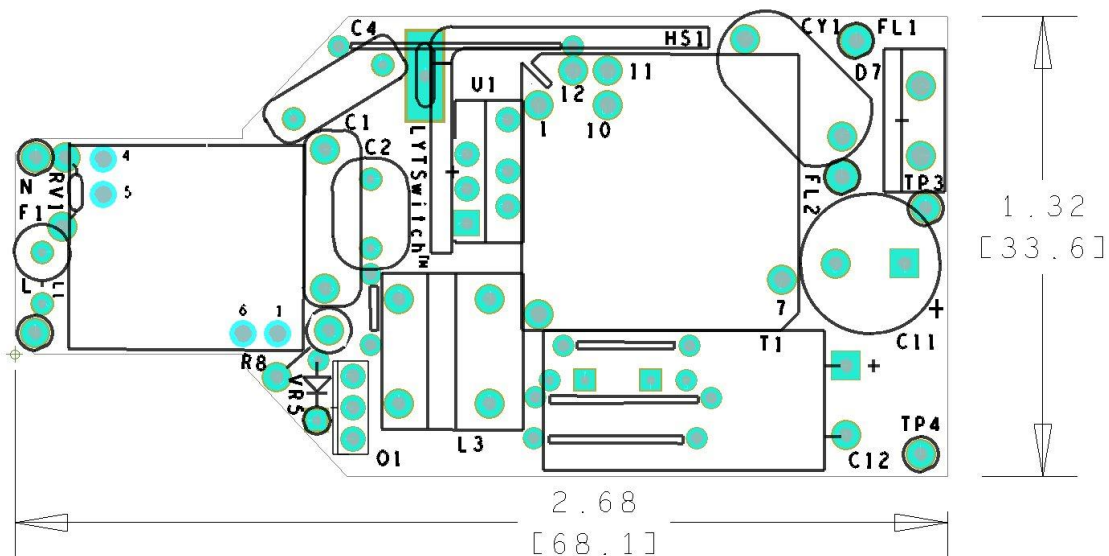


Figure 5 – Top Side.

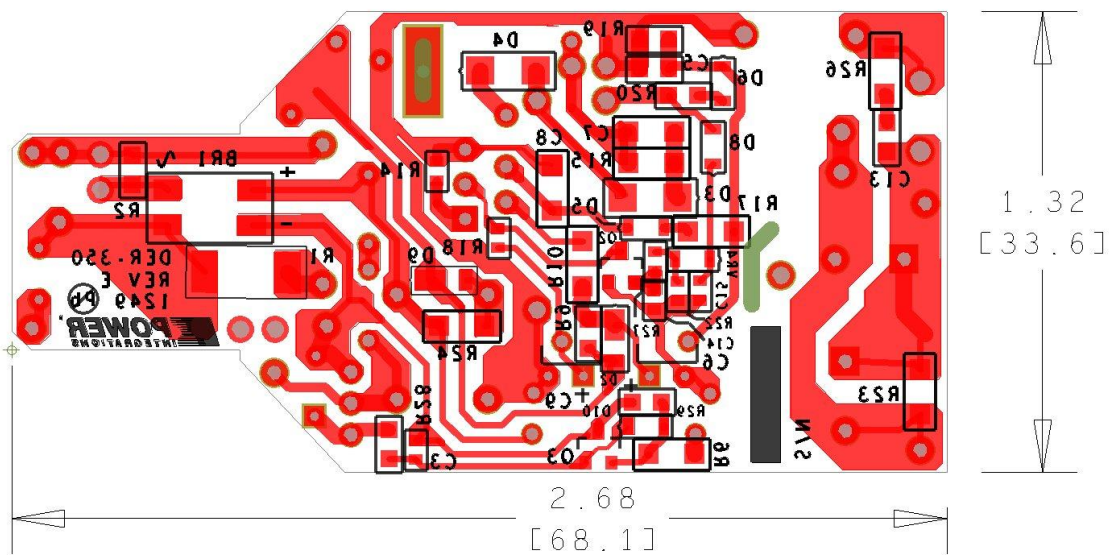


Figure 6 – Bottom Side.



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 | 100 nF, 250 V, Film | ECQ-E2104KB | Panasonic |
| 4 | 2 | C3 C14 | 10 nF 50 V, Ceramic, X7R, 0603 | C0603C103K5RACTU | Kemet |
| 5 | 1 | C4 | 180 nF, 250 V, Film | ECQ-E2184KB | Panasonic |
| 6 | 1 | C5 | 100 nF, 50 V, Ceramic, X7R, 0805 | CC0805KRX7R9BB104 | Yageo |
| 7 | 1 | C6 | 2.2 μ F, 400 V, Electrolytic, (6.3 x 11) | TAB2GM2R2E110 | Ltec |
| 8 | 1 | C7 | 2.2 nF, 630 V, Ceramic, X7R, 1206 | C3216X7R2J222K | TDK |
| 9 | 1 | C8 | 47 μ F, 16 V, X5R, 1206 | 3216X5R1C476M | TDK |
| 10 | 1 | C9 | 56 μ F, 50 V, Electrolytic, Very Low ESR, 140 m Ω , (6.3 x 11) | EKZE500ELL560MF11D | Nippon Chemi-Con |
| 11 | 2 | C11 C12 | 330 μ F, 63 V, Electrolytic, (10 x 20) | EKMG630ELL331MJ20S | United Chemi-con |
| 12 | 1 | C13 | 100 pF, 200 V, Ceramic, COG, 0805 | 08052A101JAT2A | AVX |
| 13 | 1 | C15 | 100 nF 50 V, Ceramic, X7R, 0603 | C1608X7R1H104K | TDK |
| 14 | 1 | CY1 | 470 pF, 250 VAC, Film, X1Y1 | CD95-B2GA471KYNS | TDK |
| 15 | 2 | D2 D9 | 400 V, 1 A, DIODE SUP FAST 1 A PWRDI 123 | DFLU1400-7 | Diodes, Inc. |
| 16 | 1 | D3 | DIODE ULTRA FAST, SW 600 V, 1 A, SMA | US1J-13-F | Diodes, Inc. |
| 17 | 1 | D4 | DIODE ULTRA FAST, SW, 200 V, 1 A, SMA | US1D-13-F | Diodes, Inc. |
| 18 | 1 | D5 | 75 V, 0.15 A, Switching, SOD-323 | BAV16WS-7-F | Diodes, Inc. |
| 19 | 3 | D6 D8 D10 | 250 V, 0.2 A, Fast Switching, 50 ns, SOD-323 | BAV21WS-7-F | Diodes, Inc. |
| 20 | 1 | D7 | 200 V, 8 A, Ultrafast Recovery, 25 ns, TO-220AC | BYW29-200G | On Semi |
| 21 | 1 | F1 | 5 A, 250 V, Fast, Microfuse, Axial | 0263005.MXL | Littlefuse |
| 22 | 1 | L1 | Bobbin, RM6, Vertical, 6 pins Inductor | B65808-N1006-D1 SNX-R1684 | Epcos Santronics-USA |
| 23 | 1 | L3 | 5 mH, 0.5 A, Common Mode Choke Vertical | SU9VF-05050 | Tokin |
| 24 | 1 | Q1 | 400 V, 3.1 A, N-Channel, TO-251AA | IRFU320PBF | Vishay/Siliconix |
| 25 | 1 | Q2 | NPN, Small Signal BJT, 40 V, 0.2 A, SOT-23 | MMBT3904LT1G | On Semi |
| 26 | 1 | Q3 | PNP, Small Signal BJT, 40 V, 0.2 A, SOT-23 | MMBT3906LT1G | On Semi |
| 27 | 1 | R1 | 510 Ω , 5%, 1 W, Thick Film, 2512 | ERJ-1TYJ511U | Panasonic |
| 28 | 1 | R2 | 12 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805 | ERJ-6GEYJ123V | Panasonic |
| 29 | 1 | R6 | 1.5 M Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206 | ERJ-8GEYJ155V | Panasonic |
| 30 | 1 | R8 | 100 Ω , 5%, 2 W, Metal Oxide | RSMF2JT100R | Stackpole |
| 31 | 1 | R9 | 510 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805 | ERJ-6GEYJ514V | Panasonic |
| 32 | 1 | R10 | 2.00 M Ω , 1%, 1/4 W, Thick Film, 1206 | ERJ-8ENF2004V | Panasonic |
| 33 | 1 | R14 | 49.9 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603 | ERJ-3EKF4992V | Panasonic |
| 34 | 1 | R15 | 200 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206 | ERJ-8GEYJ204V | Panasonic |
| 35 | 1 | R17 | 3 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206 | ERJ-8GEYJ302V | Panasonic |
| 36 | 1 | R18 | 196 k Ω , 1%, 1/16 W, Thick Film, 0603 | ERJ-3EKF1963V | Panasonic |
| 37 | 1 | R19 | 20 k Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805 | ERJ-6GEYJ203V | Panasonic |
| 38 | 1 | R20 | 39 Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805 | ERJ-6GEYJ390V | Panasonic |
| 39 | 1 | R22 | 1 k Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603 | ERJ-3GEYJ102V | Panasonic |
| 40 | 1 | R23 | 20 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206 | ERJ-8GEYJ203V | Panasonic |
| 41 | 1 | R24 | 47 k Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206 | ERJ-8GEYJ473V | Panasonic |



| | | | | | |
|----|---|-----|---|-----------------------|---------------------------------|
| 42 | 1 | R26 | 30 Ω , 5%, 1/4 W, Thick Film, 1206 | ERJ-8GEYJ300V | Panasonic |
| 43 | 1 | R27 | 10 Ω , 5%, 1/10 W, Thick Film, 0603 | ERJ-3GEYJ100V | Panasonic |
| 44 | 1 | R28 | 15 Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805 | ERJ-6GEYJ150V | Panasonic |
| 45 | 1 | R29 | 2.4 M Ω , 5%, 1/8 W, Thick Film, 0805 | ERJ-6GEYJ245V | Panasonic |
| 46 | 1 | RV1 | 140 V, 12 J, 7 mm, RADIAL | V140LA2P | Littlefuse |
| 47 | 1 | T1 | Bobbin, RM8, Vertical, 12 pins Transformer | RM8/12/1 SNX-R1670 | Schwartzpunkt Santronics-USA |
| 48 | 1 | U1 | LYTSwitch-4, eSIP-7C | LYT4317E | Power Integrations |
| 49 | 1 | VR4 | 33 V, 5%, 200 mW, SOD-323 | MMSZ5257BS-7-F | Diodes, Inc. |
| 50 | 1 | VR5 | 15 V, 5%, 500 mW, DO-35 | 1N5245B-T | Diodes, Inc. |



7 トランスの仕様

7.1 回路図

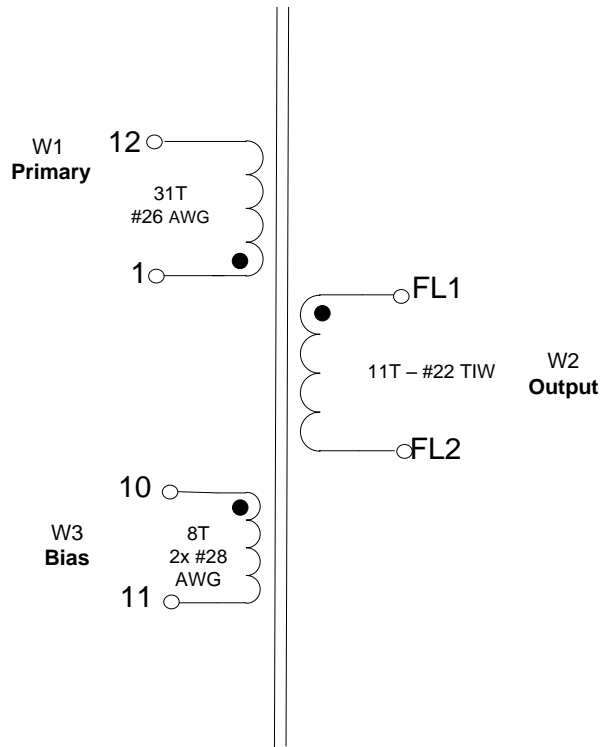


Figure 7 – Transformer Electrical Diagram.

7.2 電気仕様

| | | |
|-----------------------------------|--|----------------|
| Electrical Strength | 1 second, 60 Hz, from pins 1, 10, 11, 12 to FL1, FL2. | 3000 VAC |
| Primary Inductance | Pins 1 and 12, all other windings open, measured at 10 kHz, 0.4 V _{RMS} . | 387 μH +7% |
| Resonant Frequency | Pins 1 -12, all other windings open. | 750 kHz (Min.) |
| Primary Leakage Inductance | Pins 1-12, with FL1-FL2 shorted, measured at 132 kHz, 0.4 V _{RMS} . | <10 μH |

7.3 材料

| Item | Description |
|------|--|
| [1] | Core:RM8/I, 3F3. |
| [2] | Bobbin, 12 pin vertical, CSV-RM8-1S-12P from Philips or equivalent. With mounting clip, CLI/P-RM8. |
| [3] | Tape, Polyester film, 3M 1350F-1 or equivalent, 9 mm wide. |
| [4] | Wire:Magnet, #26 AWG, solderable double coated. |
| [5] | Wire:Magnet, #28 AWG, solderable double coated. |
| [6] | Wire, Triple Insulated, Furukawa TEX-E or Equivalent, #22 TIW. |
| [7] | Transformer Varnish, Dolph BC-359 or equivalent. |

7.4 トランスの構造図

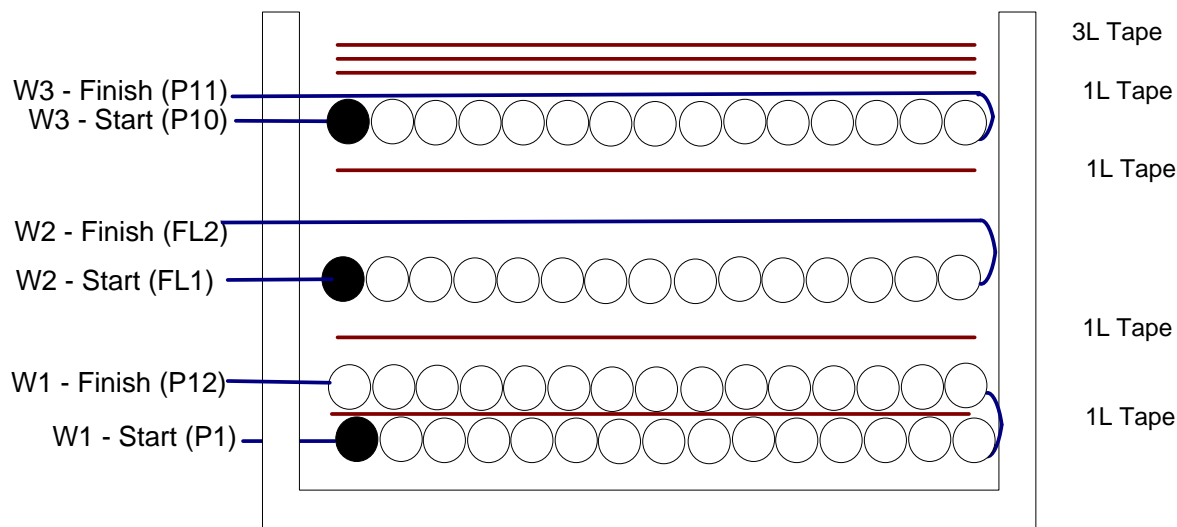


Figure 8 – Transformer Build Diagram.

7.5 トランス製造仕様

| | |
|---------------------------|--|
| 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 1, wind 31 turns of wire item [4] in two layers. Apply one layer of tape item [3] between 1 st and 2 nd layer (spread the winding evenly). Finish at pin 12. |
| Insulation | Apply one layer of tape item [3]. |
| WDG 2 (Secondary) | Leave about 1" of wire item [6], use small tape to mark as FL1, enter into slot of secondary side of bobbin, wind 11 turns in one layer. At the last turn exit the same slot, leave about 1", and mark as FL2. |
| Insulation | Apply one layer of tape item [3]. |
| WDG 3 (Bias) | Starting at pin 10, wind bifilar 8 turns of wire item [5], spreading the wire, and finish at pin 11. |
| Finish Wrap | Apply three layers of tape item [3] for finish wrap. |
| Final Assembly | Cut FL1 and FL2 to 0.75". Grind core to get 387 μH inductance. Assemble and secure core halves. Dip impregnate using varnish item [7]. |



8 トランスの設計計算シート

| ACDC_LYTSwitch_101712; Rev.1.0; Copyright Power Integrations 2012 | INPUT | INFO | OUTPUT | UNIT | LYTSwitch_101712:Flyback Transformer Design Spreadsheet |
|---|---------|--------------|---------|--------|---|
| ENTER APPLICATION VARIABLES | | | | | |
| Dimming required | YES | | YES | | Select 'YES' option if dimming is required. Otherwise select 'NO'. |
| VACMIN | | | 90 | V | Minimum AC Input Voltage |
| VACMAX | | | 132 | V | Maximum AC input voltage |
| fL | | | 60 | Hz | AC Mains Frequency |
| VO | 36.00 | | 36 | V | Typical output voltage of LED string at full load |
| VO_MAX | 39.00 | | 39.00 | V | Maximum expected LED string Voltage. |
| VO_MIN | 33.00 | | 33.00 | V | Minimum expected LED string Voltage. |
| V_OVP | | | 42.90 | V | Over-voltage protection setpoint |
| IO | 0.55 | | 0.55 | A | Typical full load LED current |
| PO | | | 19.8 | W | Output Power |
| n | 0.85 | | 0.85 | | Estimated efficiency of operation |
| VB | | | 25 | V | Bias Voltage |
| ENTER LYTSwitch VARIABLES | | | | | |
| LYTSwitch | LYT4317 | | LYT4317 | | Selected LYTSwitch |
| Current Limit Mode | RED | | RED | | Select "RED" for reduced Current Limit mode or "FULL" for Full current limit mode |
| ILIMITMIN | | | 2.35 | A | Minimum current limit |
| ILIMITMAX | | | 2.73 | A | Maximum current limit |
| fS | | | 132000 | Hz | Switching Frequency |
| fSmin | | | 124000 | Hz | Minimum Switching Frequency |
| fSmax | | | 140000 | Hz | Maximum Switching Frequency |
| IV | | | 79.8 | uA | V pin current |
| RV | | | 2 | M-ohms | Upper V pin resistor |
| RV2 | | | 1E+012 | M-ohms | Lower V pin resistor |
| IFB | 133.00 | | 133.0 | uA | FB pin current (85 uA < IFB < 210 uA) |
| RFB1 | | | 165.4 | k-ohms | FB pin resistor |
| VDS | | | 10 | V | LYTSwitch on-state Drain to Source Voltage |
| VD | | | 0.50 | V | Output Winding Diode Forward Voltage Drop (0.5 V for Schottky and 0.8 V for PN diode) |
| VDB | | | 0.70 | V | Bias Winding Diode Forward Voltage Drop |
| Key Design Parameters | | | | | |
| KP | 0.97 | | 0.97 | | Ripple to Peak Current Ratio (For PF > 0.9, 0.4 < KP < 0.9) |
| LP | | | 389 | uH | Primary Inductance |
| VOR | 102.00 | | 102 | V | Reflected Output Voltage. |
| Expected IO (average) | | | 0.55 | A | Expected Average Output Current |
| KP_VACMAX | | | 1.08 | | Expected ripple current ratio at VACMAX |
| TON_MIN | | | 1.83 | us | Minimum on time at maximum AC input voltage |
| PCLAMP | | | 0.16 | W | Estimated dissipation in primary clamp |
| ENTER TRANSFORMER CORE/CONSTRUCTION VARIABLES | | | | | |
| Core Type | RM8/I | | RM8/I | | |
| Bobbin | | RM8/I_BOBBIN | | P/N: | * |
| AE | | | 0.63 | cm^2 | Core Effective Cross Sectional Area |
| LE | | | 3.84 | cm | Core Effective Path Length |
| AL | | | 3000 | nH/T^2 | Ungapped Core Effective Inductance |
| BW | | | 8.6 | mm | Bobbin Physical Winding Width |



| | | | | |
|---|------|------|---------------|---|
| M | | 0 | mm | Safety Margin Width (Half the Primary to Secondary Creepage Distance) |
| L | 1.50 | 1.5 | | Number of Primary Layers |
| NS | 11 | 11 | | Number of Secondary Turns |
| DC INPUT VOLTAGE PARAMETERS | | | | |
| VMIN | | 127 | V | Peak input voltage at VACMIN |
| VMAX | | 187 | V | Peak input voltage at VACMAX |
| CURRENT WAVEFORM SHAPE PARAMETERS | | | | |
| DMAX | | 0.47 | | Minimum duty cycle at peak of VACMIN |
| I AVG | | 0.25 | A | Average Primary Current |
| IP | | 1.29 | A | Peak Primary Current (calculated at minimum input voltage VACMIN) |
| IRMS | | 0.39 | A | Primary RMS Current (calculated at minimum input voltage VACMIN) |
| TRANSFORMER PRIMARY DESIGN PARAMETERS | | | | |
| LP | | 389 | uH | Primary Inductance |
| LP_TOL | | 10 | | Tolerance of primary inductance |
| NP | | 31 | | Primary Winding Number of Turns |
| NB | | 8 | | Bias Winding Number of Turns |
| ALG | | 412 | nH/T^2 | Gapped Core Effective Inductance |
| BM | | 2586 | Gauss | Maximum Flux Density at PO, VMIN (BM<3100) |
| BP | | 3081 | Gauss | Peak Flux Density (BP<3700) |
| BAC | | 1254 | Gauss | AC Flux Density for Core Loss Curves (0.5 X Peak to Peak) |
| ur | | 1455 | | Relative Permeability of Ungapped Core |
| LG | | 0.17 | mm | Gap Length (Lg > 0.1 mm) |
| BWE | | 12.9 | mm | Effective Bobbin Width |
| OD | | 0.42 | mm | Maximum Primary Wire Diameter including insulation |
| INS | | 0.06 | mm | Estimated Total Insulation Thickness (= 2 * film thickness) |
| DIA | | 0.36 | mm | Bare conductor diameter |
| AWG | | 28 | AWG | Primary Wire Gauge (Rounded to next smaller standard AWG value) |
| CM | | 161 | Cmils | Bare conductor effective area in circular mils |
| CMA | | 416 | Cmils/Am p | Primary Winding Current Capacity (200 < CMA < 600) |
| TRANSFORMER SECONDARY DESIGN PARAMETERS (SINGLE OUTPUT EQUIVALENT) | | | | |
| Lumped parameters | | | | |
| ISP | | 3.59 | A | Peak Secondary Current |
| ISRMS | | 1.07 | A | Secondary RMS Current |
| IRIPPLE | | 0.92 | A | Output Capacitor RMS Ripple Current |
| CMS | | 214 | Cmils | Secondary Bare Conductor minimum circular mils |
| AWGS | | 26 | AWG | Secondary Wire Gauge (Rounded up to next larger standard AWG value) |
| DIAS | | 0.41 | mm | Secondary Minimum Bare Conductor Diameter |
| ODS | | 0.78 | mm | Secondary Maximum Outside Diameter for Triple Insulated Wire |
| VOLTAGE STRESS PARAMETERS | | | | |
| VDRAIN | | 394 | V | Estimated Maximum Drain Voltage assuming maximum LED string voltage (Includes Effect of Leakage Inductance) |
| PIVS | | 110 | V | Output Rectifier Maximum Peak Inverse Voltage (calculated at VOVP, excludes leakage inductance spike) |
| PIVB | | 77 | V | Bias Rectifier Maximum Peak Inverse |



| | | | |
|---|----------|--------|---|
| | | | Voltage (calculated at VOVP, excludes leakage inductance spike) |
| FINE TUNING (Enter measured values from prototype) | | | |
| V pin Resistor Fine Tuning | | | |
| RV1 | 2.00 | M-ohms | Upper V Pin Resistor Value |
| RV2 | 1E+012 | M-ohms | Lower V Pin Resistor Value |
| VAC1 | 115.0 | V | Test Input Voltage Condition1 |
| VAC2 | 230.0 | V | Test Input Voltage Condition2 |
| IO_VAC1 | 0.55 | A | Measured Output Current at VAC1 |
| IO_VAC2 | 0.55 | A | Measured Output Current at VAC2 |
| RV1 (new) | 2.00 | M-ohms | New RV1 |
| RV2 (new) | 10455.82 | M-ohms | New RV2 |
| V_OV | 161.1 | V | Typical AC input voltage at which OV shutdown will be triggered |
| V_UV | 34.5 | V | Typical AC input voltage beyond which power supply can startup |
| FB pin resistor Fine Tuning | | | |
| RFB1 | 165 | k-ohms | Upper FB Pin Resistor Value |
| RFB2 | 1E+012 | k-ohms | Lower FB Pin Resistor Value |
| VB1 | 22.9 | V | Test Bias Voltage Condition1 |
| VB2 | 27.1 | V | Test Bias Voltage Condition2 |
| IO1 | 0.55 | A | Measured Output Current at Vb1 |
| IO2 | 0.55 | A | Measured Output Current at Vb2 |
| RFB1 (new) | 165.4 | k-ohms | New RFB1 |
| RFB2(new) | 1.00E+12 | k-ohms | New RFB2 |



9 L1 インダクタの仕様

9.1 回路図

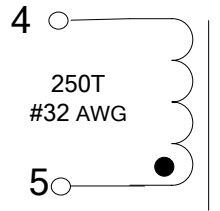


Figure 9 – Inductor Electrical Diagram.

9.2 電気仕様

| | | |
|--------------------|--|----------------|
| Primary Inductance | Pins 4-5, all other windings open, measured at 100 kHz, 0.4 V _{RMS} . | 2 mH ±5% |
| Resonant Frequency | Pins 4-5, all other windings open. | 750 kHz (Min.) |

9.3 材料

| Item | Description |
|------|--|
| [1] | Core:RM6, TDK - PC40.ALG=32nH/n ² . |
| [2] | Bobbin:RM6-V 6 pins (3/3), PI#: 25-00039-00. |
| [3] | Clip:AllStar Magnetic, #:CLI-RM6/I; or equivalent. |
| [4] | Tape:Polyester film, 3M 1350F-1; or equivalent, 6.4 mm wide. |
| [5] | Wire:Magnet, #32 AWG, solderable double coated. |
| [6] | Varnish:Dolph BC-359 or equivalent. |



9.4 インダクタの構造図

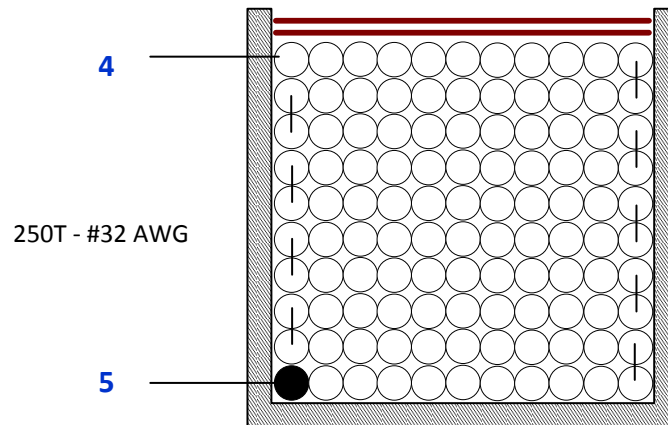


Figure 10 – Inductor Build Diagram.

9.5 インダクタ製造仕様

| | |
|---------------------------|--|
| Bobbin Preparation | Place bobbin item [2] on the mandrel such that pin side is on the left side. Winding direction is the clockwise direction. Note: pin 1 side has V notch on the top of bobbin. |
| Winding | Start pin 5, wind 250 turns of wire item [5] from left to right then form right to left in 10 layers, at the last turn finish at pin 4. |
| Finish | Apply 1 layer of tape item [4] to secure the winding. Grind both core halves to get 2.0 mH and assemble with clip item [3]. Cut pins: 2 and 3. Varnish item [6]. |

10 U1 ヒートシンク仕様

10.1 U1 ヒートシンク製造図面

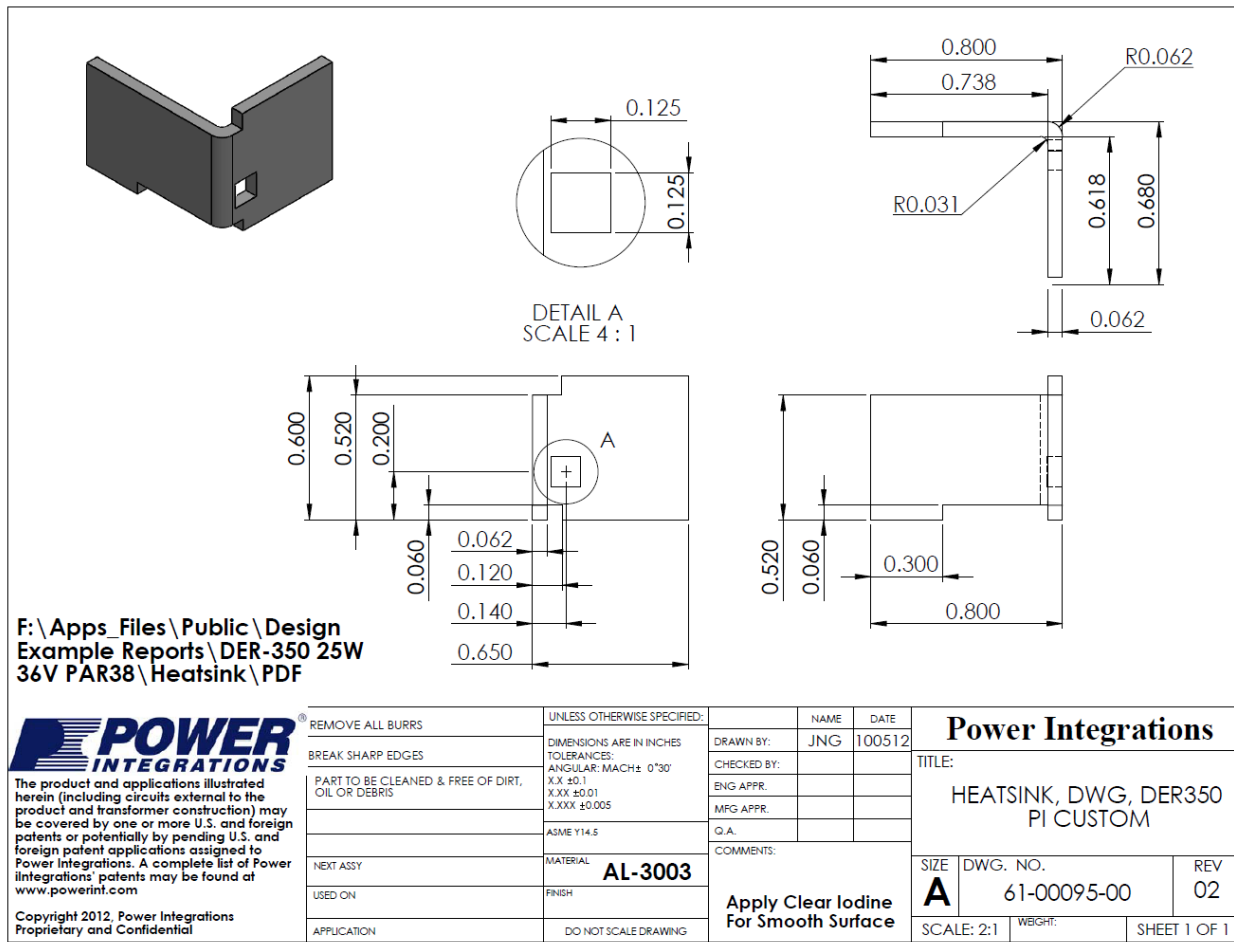


Figure 11 – Heat Sink Fabrication Drawing.



10.2 U1 用ヒートシンク組み立て図

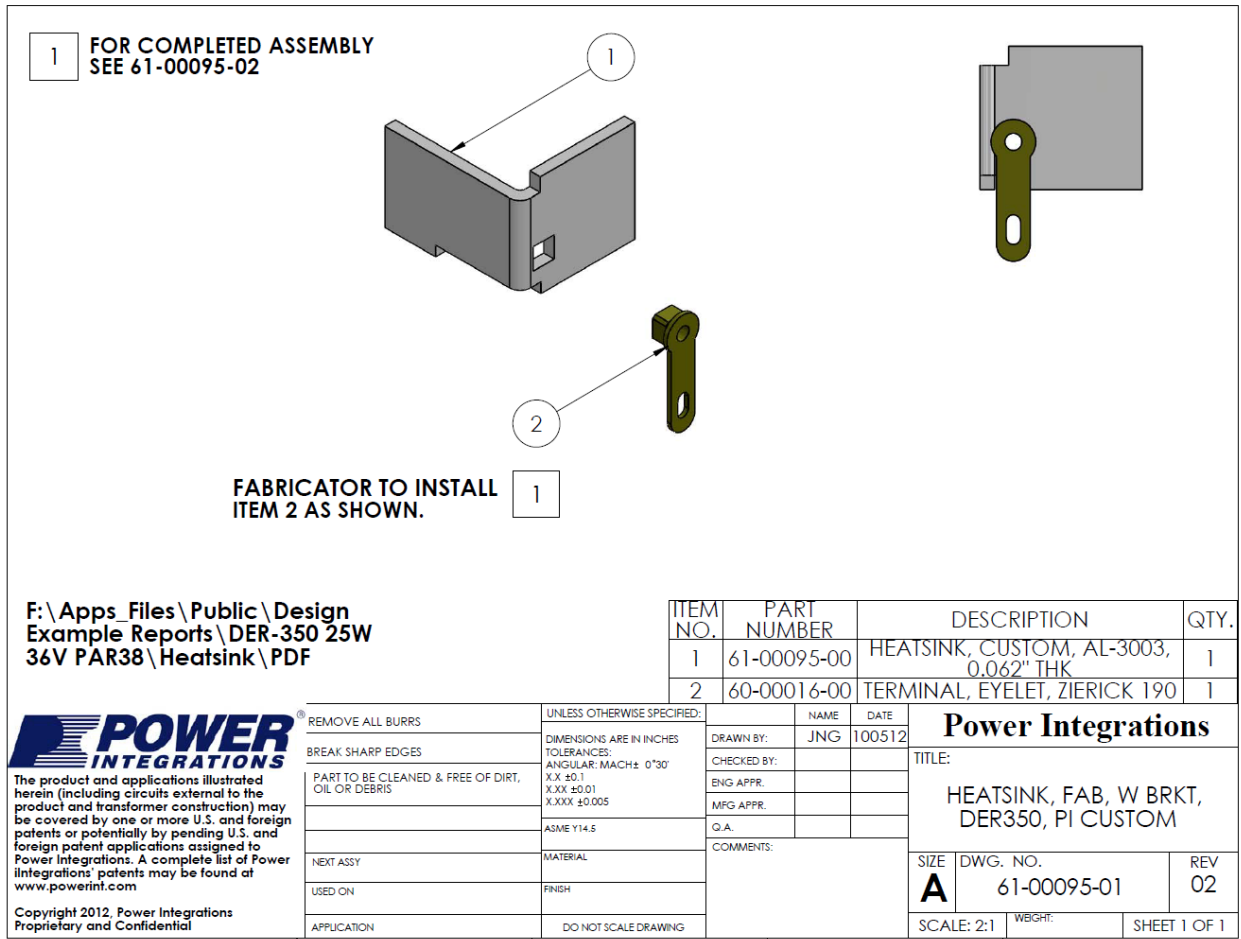


Figure 12 – U1 Heat Sink Assembly Drawing.



10.3 U1 及びヒートシンク組み立て図

61-00095-02-HEATSINK

| ITEM NO. | PART NUMBER | DESCRIPTION | QTY. |
|----------|-------------|---|------|
| 1 | 61-00095-00 | HEATSINK, AL-3003, 0.062" THK | 1 |
| 3 | 60-00031-00 | HEATSINK HARDWARE, EDGE CLIP 16.5 L x 7.5 W x 0.5 H mm | 1 |
| 4 | 10-00475-00 | LINKSWITCH, LNK406EG,eSIP | 1 |
| 5 | 60-00035-00 | THERMAL GREASE-SILICONE, 5 OZ TUBE | 1 |

F:\ Apps_Files \ Public \ Design Example Reports \ DER-350 25W 36V PAR38 \ Heatsink \ PDF

The product and applications illustrated herein (including circuits external to the product and transformer construction) may be covered by one or more U.S. and foreign patents or potentially by pending U.S. and foreign patent applications assigned to Power Integrations. A complete list of Power Integrations' patents may be found at www.powerint.com

Copyright 2012, Power Integrations
Proprietary and Confidential

| | | | | |
|---|--|---------------|--------|---|
| REMOVE ALL BURRS | UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: | NAME | DATE | Power Integrations TITLE: HEATSINK, ASSY, ESIP, DER350, PI CUSTOM SIZE A DWG. NO. 61-00095-02 REV 02 SCALE: 1:1 WEIGHT: SHEET 1 OF 1 |
| BREAK SHARP EDGES | DIMENSIONS ARE IN INCHES TOLERANCES: ANGULAR: MACH ± 0°30' | DRAWN BY: JNG | 100512 | |
| PART TO BE CLEANED & FREE OF DIRT, OIL OR DEBRIS | X.X ±0.1 X.XX ±0.01 X.XXX ±0.005 | CHECKED BY: | | |
| | ASME Y14.5 | ENG APPR. | | |
| NEXT ASSY | MATERIAL | MFG APPR. | | |
| USED ON | FINISH | Q.A. | | |
| APPLICATION | DO NOT SCALE DRAWING | COMMENTS: | | |

Figure 13 – U1 and Heat Sink Assembly Drawing.

11 性能データ

All measurements performed at room temperature using an LED load. The table in Section 11.6 shows complete test data values.

11.1 効率

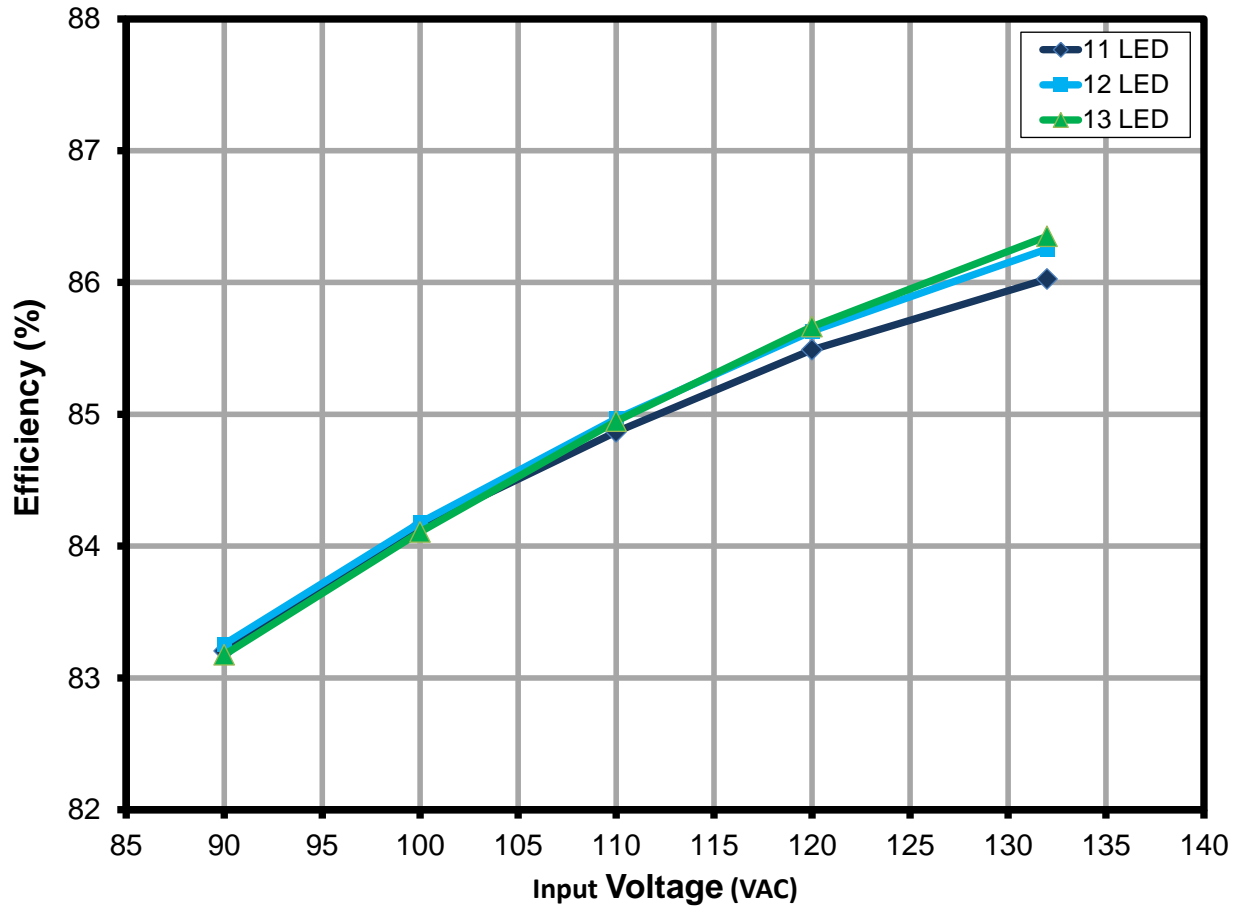


Figure 14 – Efficiency vs. Line.



11.2 入力及び負荷のレギュレーション

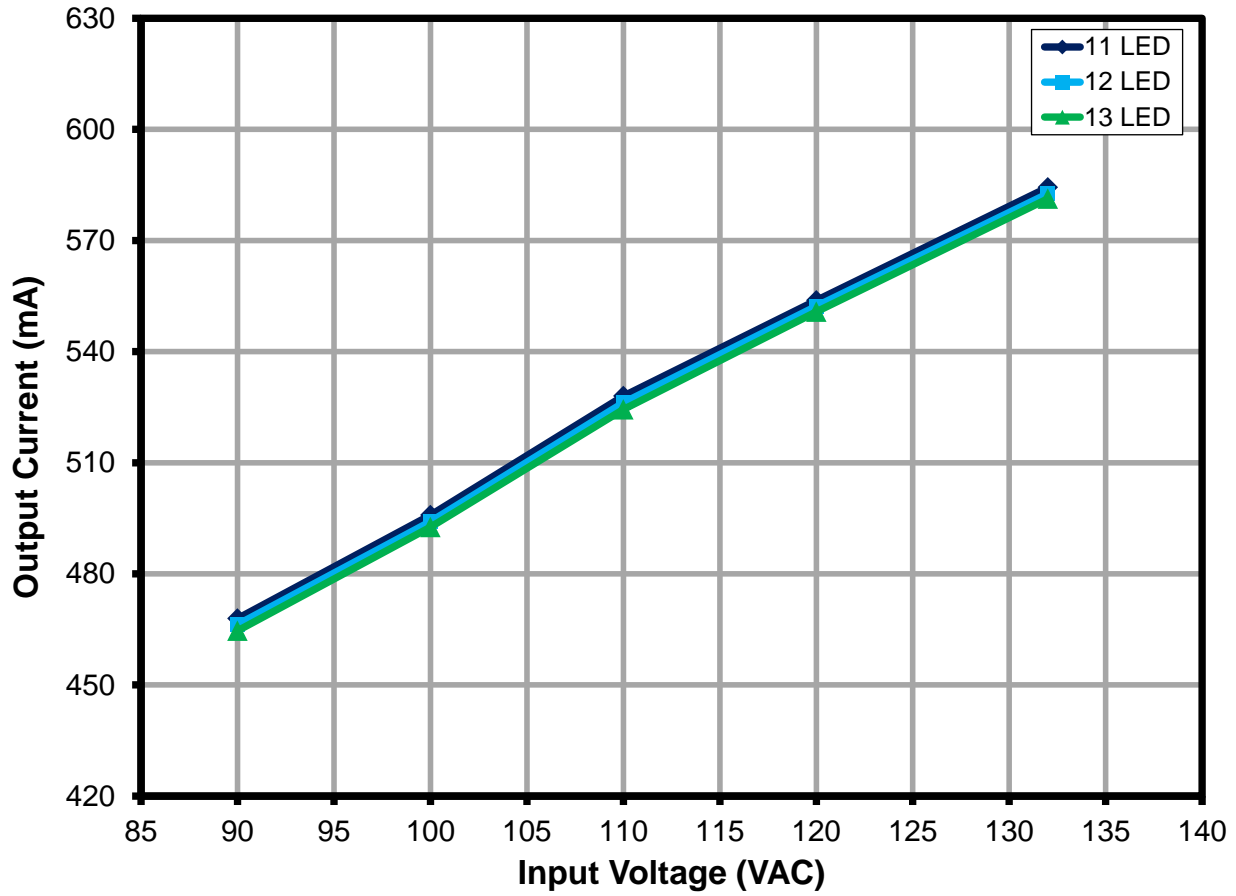


Figure 15 – Regulation vs. Line and Load.



11.3 力率

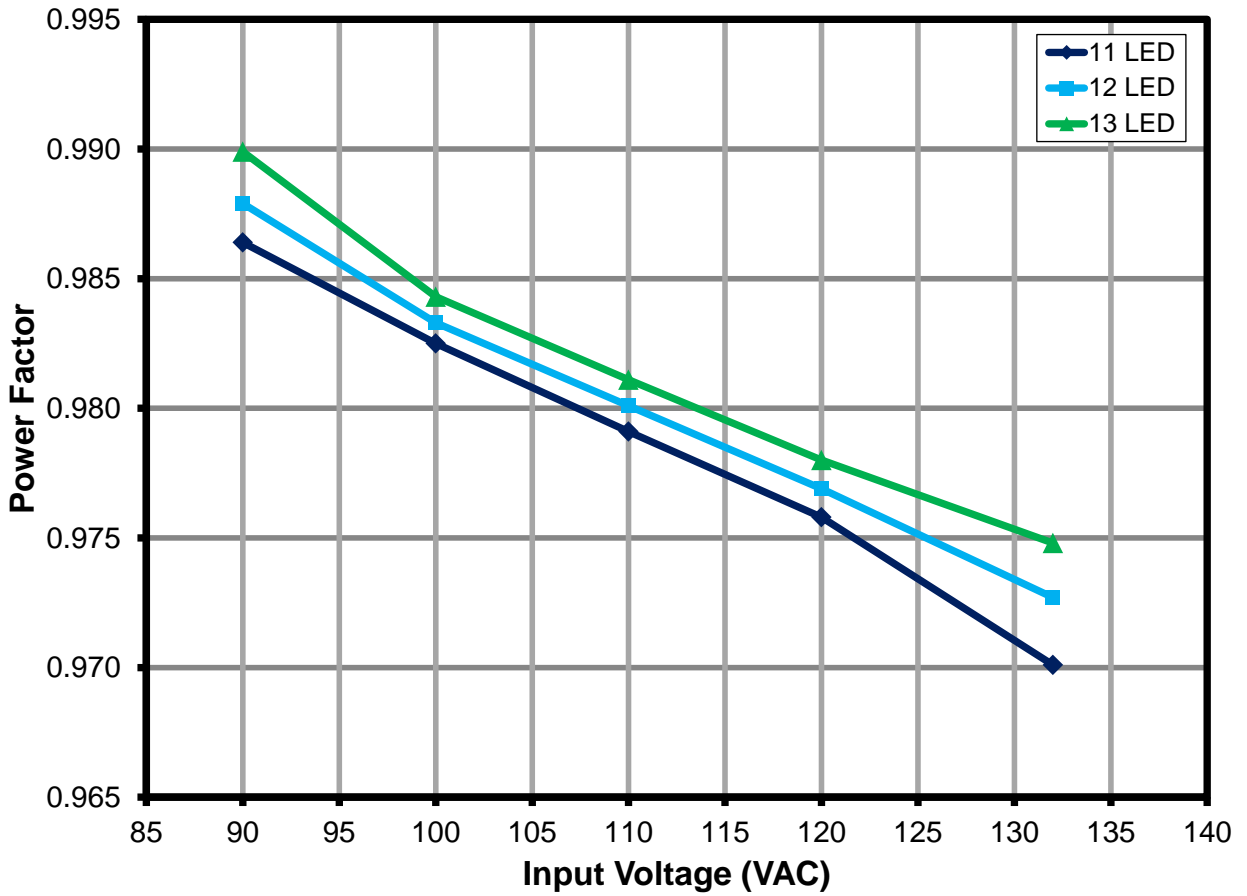


Figure 16 – Power Factor vs. Line and Load.



11.4 A-THD

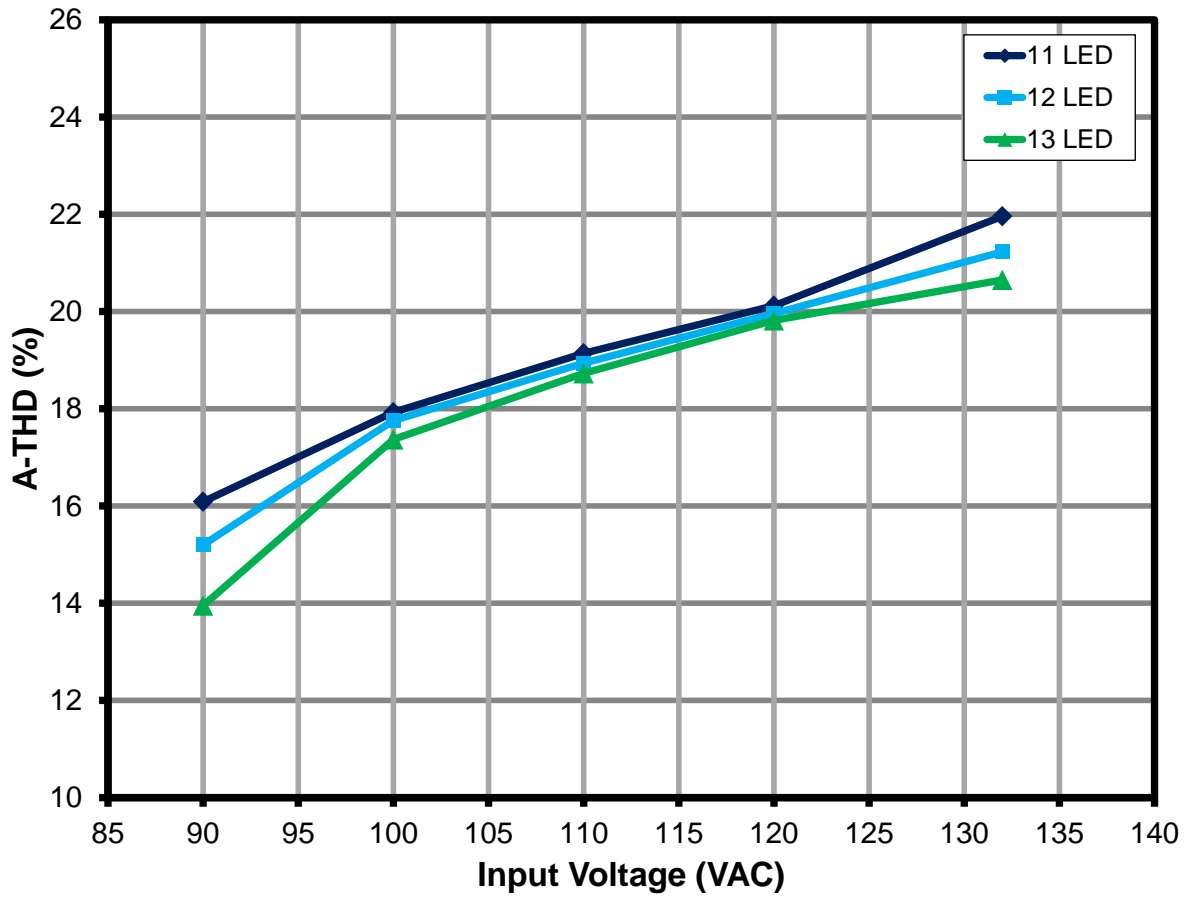


Figure 17 – A-THD vs. Line and Load.



11.5 高調波電流

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

11.5.1 11 個の LED 負荷

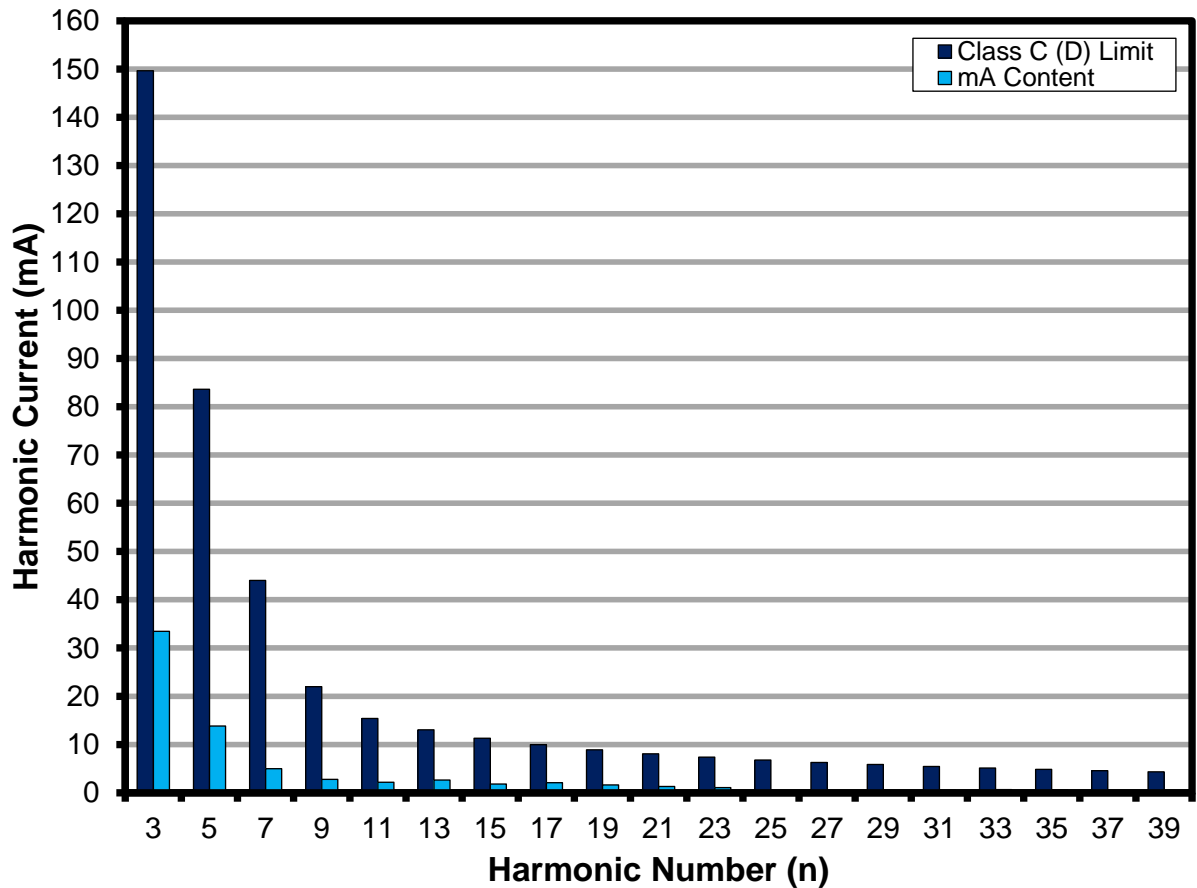


Figure 18 – 11 LED Load Input Current Harmonics (IEC61000-3-2) at 120 VAC, 60 Hz.



11.5.2 12 個の LED 負荷

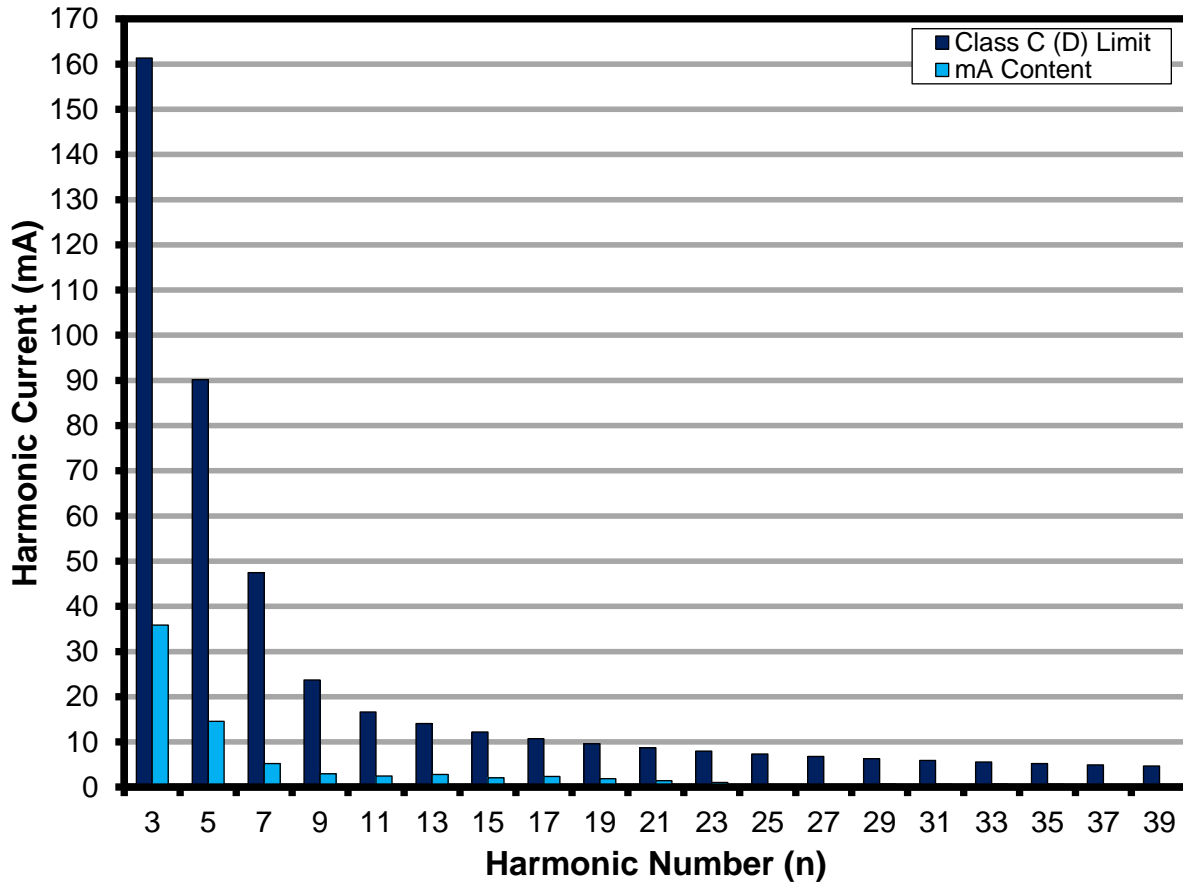


Figure 19 – 12 LED Load Input Current Harmonics case (IEC61000-3-2) at 120 VAC, 60 Hz.



11.5.3 13 個の LED 負荷

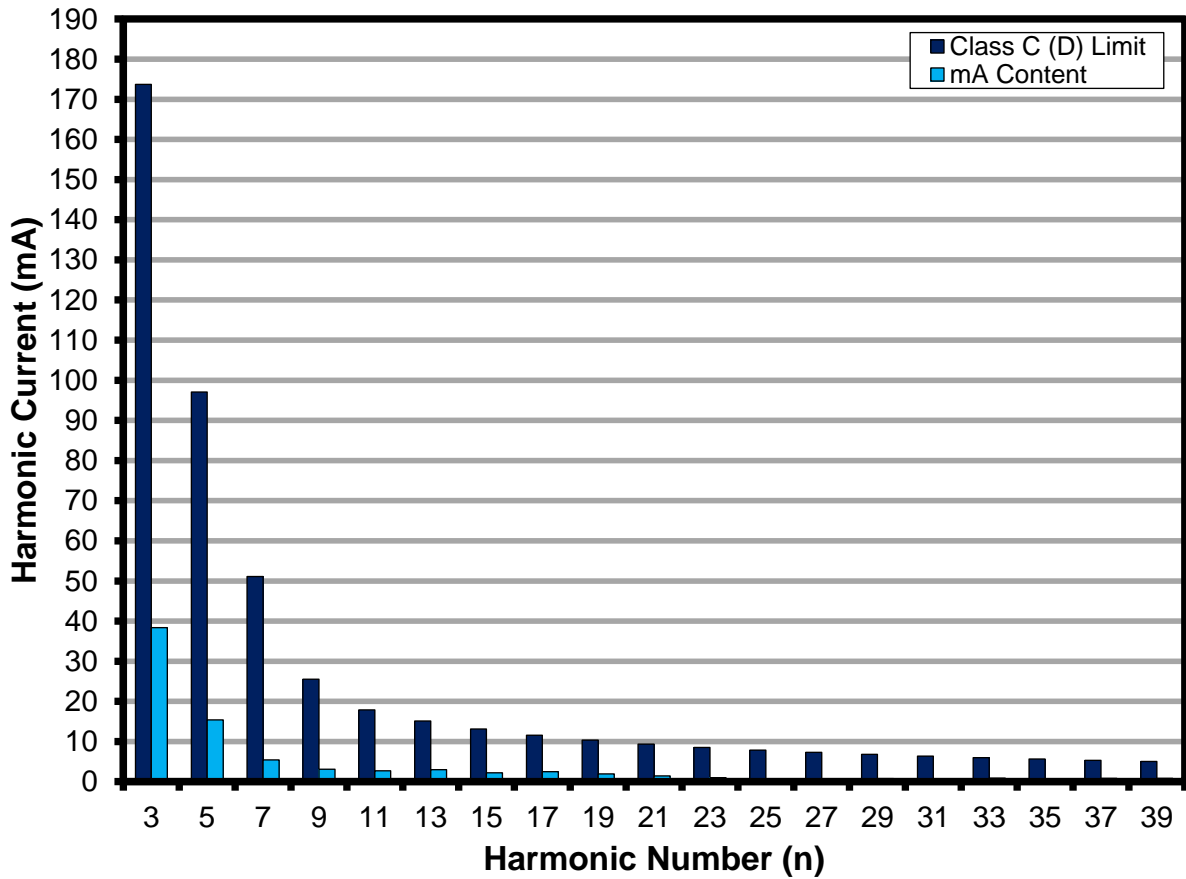


Figure 20 – 13 LED Load Input Current Harmonics (IEC61000-3-2) at 120 VAC, 60 Hz.



11.6 試験データ

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

11.6.1 試験データ、11 個の 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 | 213.30 | 18.944 | 0.986 | 16.09 | 33.56 | 467.90 | 15.76 | 15.70 | 83.20 | 3.18 |
| 100.01 | 202.56 | 19.904 | 0.983 | 17.93 | 33.65 | 495.89 | 16.75 | 16.69 | 84.15 | 3.16 |
| 110.07 | 195.64 | 21.086 | 0.979 | 19.14 | 33.76 | 528.03 | 17.90 | 17.82 | 84.87 | 3.19 |
| 120.05 | 187.84 | 22.004 | 0.976 | 20.12 | 33.83 | 553.86 | 18.81 | 18.74 | 85.49 | 3.19 |
| 132.08 | 180.56 | 23.136 | 0.970 | 21.96 | 33.92 | 584.33 | 19.90 | 19.82 | 86.03 | 3.23 |

11.6.2 試験データ、12 個の 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) |
| 90.03 | 229.36 | 20.401 | 0.988 | 15.20 | 36.30 | 466.32 | 16.99 | 16.93 | 83.26 | 3.42 |
| 100.01 | 218.20 | 21.456 | 0.983 | 17.76 | 36.43 | 494.09 | 18.06 | 18.00 | 84.18 | 3.40 |
| 110.07 | 210.62 | 22.723 | 0.980 | 18.94 | 36.56 | 526.19 | 19.31 | 19.24 | 84.97 | 3.42 |
| 120.05 | 202.30 | 23.726 | 0.977 | 19.96 | 36.65 | 552.30 | 20.32 | 20.24 | 85.63 | 3.41 |
| 132.08 | 194.00 | 24.923 | 0.973 | 21.23 | 36.76 | 582.69 | 21.50 | 21.42 | 86.25 | 3.43 |

11.6.3 試験データ、13 個の 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) |
| 90.03 | 246.50 | 21.967 | 0.990 | 13.95 | 39.21 | 464.64 | 18.27 | 18.22 | 83.17 | 3.70 |
| 100.00 | 234.86 | 23.117 | 0.984 | 17.37 | 39.36 | 492.59 | 19.44 | 19.39 | 84.11 | 3.67 |
| 110.06 | 226.53 | 24.460 | 0.981 | 18.73 | 39.50 | 524.39 | 20.78 | 20.72 | 84.95 | 3.68 |
| 120.04 | 217.61 | 25.547 | 0.978 | 19.82 | 39.61 | 550.75 | 21.89 | 21.82 | 85.67 | 3.66 |
| 132.07 | 208.34 | 26.822 | 0.975 | 20.65 | 39.72 | 581.26 | 23.16 | 23.09 | 86.35 | 3.66 |



11.6.4 120 VAC 60 Hz、11 個の 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 | 187.84 | 22.0040 | 0.9758 | 20.12 |
| | | | | | |
| nth Order | mA Content | % Content | Limit <25 W | Limit >25 W | Remarks |
| 1 | 183.99 | | | | |
| 2 | 0.04 | 0.02% | | 2.00% | |
| 3 | 33.44 | 18.17% | 149.6272 | 29.27% | Pass |
| 5 | 13.81 | 7.51% | 83.6152 | 10.00% | Pass |
| 7 | 4.99 | 2.71% | 44.0080 | 7.00% | Pass |
| 9 | 2.76 | 1.50% | 22.0040 | 5.00% | Pass |
| 11 | 2.19 | 1.19% | 15.4028 | 3.00% | Pass |
| 13 | 2.63 | 1.43% | 13.0331 | 3.00% | Pass |
| 15 | 1.82 | 0.99% | 11.2954 | 3.00% | Pass |
| 17 | 2.08 | 1.13% | 9.9665 | 3.00% | Pass |
| 19 | 1.62 | 0.88% | 8.9174 | 3.00% | Pass |
| 21 | 1.30 | 0.71% | 8.0681 | 3.00% | Pass |
| 23 | 1.06 | 0.58% | 7.3666 | 3.00% | Pass |
| 25 | 0.28 | 0.15% | 6.7772 | 3.00% | Pass |
| 27 | 0.12 | 0.07% | 6.2752 | 3.00% | Pass |
| 29 | 0.54 | 0.29% | 5.8424 | 3.00% | Pass |
| 31 | 0.56 | 0.30% | 5.4655 | 3.00% | Pass |
| 33 | 0.67 | 0.36% | 5.1343 | 3.00% | Pass |
| 35 | 0.61 | 0.33% | 4.8409 | 3.00% | Pass |
| 37 | 0.28 | 0.15% | 4.5792 | 3.00% | Pass |
| 39 | 0.28 | 0.15% | 4.3444 | 3.00% | Pass |
| 41 | 0.34 | 0.18% | | | |
| 43 | 0.33 | 0.18% | | | |
| 45 | 0.40 | 0.22% | | | |
| 47 | 0.34 | 0.18% | | | |
| 49 | 0.19 | 0.10% | | | |



11.6.5 120 VAC 60 Hz、12 個の 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 | 202.30 | 23.7260 | 0.9769 | 19.96 |
| | | | | | |
| nth Order | mA Content | % Content | Limit <25 W | Limit >25 W | Remarks |
| 1 | 198.22 | | | | |
| 2 | 0.03 | 0.02% | | 2.00% | |
| 3 | 35.84 | 18.08% | 161.3368 | 29.31% | Pass |
| 5 | 14.56 | 7.35% | 90.1588 | 10.00% | Pass |
| 7 | 5.20 | 2.62% | 47.4520 | 7.00% | Pass |
| 9 | 2.94 | 1.48% | 23.7260 | 5.00% | Pass |
| 11 | 2.44 | 1.23% | 16.6082 | 3.00% | Pass |
| 13 | 2.81 | 1.42% | 14.0531 | 3.00% | Pass |
| 15 | 2.06 | 1.04% | 12.1793 | 3.00% | Pass |
| 17 | 2.35 | 1.19% | 10.7465 | 3.00% | Pass |
| 19 | 1.86 | 0.94% | 9.6153 | 3.00% | Pass |
| 21 | 1.43 | 0.72% | 8.6995 | 3.00% | Pass |
| 23 | 1.03 | 0.52% | 7.9431 | 3.00% | Pass |
| 25 | 0.12 | 0.06% | 7.3076 | 3.00% | Pass |
| 27 | 0.14 | 0.07% | 6.7663 | 3.00% | Pass |
| 29 | 0.71 | 0.36% | 6.2997 | 3.00% | Pass |
| 31 | 0.62 | 0.31% | 5.8932 | 3.00% | Pass |
| 33 | 0.71 | 0.36% | 5.5361 | 3.00% | Pass |
| 35 | 0.62 | 0.31% | 5.2197 | 3.00% | Pass |
| 37 | 0.27 | 0.14% | 4.9376 | 3.00% | Pass |
| 39 | 0.28 | 0.14% | 4.6844 | 3.00% | Pass |
| 41 | 0.35 | 0.18% | | | |
| 43 | 0.36 | 0.18% | | | |
| 45 | 0.49 | 0.25% | | | |
| 47 | 0.43 | 0.22% | | | |
| 49 | 0.27 | 0.14% | | | |



11.6.6 120 VAC 60 Hz、13 個の 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 | 217.61 | 25.5470 | 0.9780 | 19.82 |
| | | | | | |
| nth Order | mA Content | % Content | Limit <25 W | Limit >25 W | Remarks |
| 1 | 213.26 | | | | |
| 2 | 0.05 | 0.02% | | 2.00% | |
| 3 | 38.35 | 17.98% | 173.7196 | 29.34% | Pass |
| 5 | 15.40 | 7.22% | 97.0786 | 10.00% | Pass |
| 7 | 5.43 | 2.55% | 51.0940 | 7.00% | Pass |
| 9 | 3.09 | 1.45% | 25.5470 | 5.00% | Pass |
| 11 | 2.69 | 1.26% | 17.8829 | 3.00% | Pass |
| 13 | 3.00 | 1.41% | 15.1317 | 3.00% | Pass |
| 15 | 2.20 | 1.03% | 13.1141 | 3.00% | Pass |
| 17 | 2.49 | 1.17% | 11.5713 | 3.00% | Pass |
| 19 | 1.93 | 0.90% | 10.3533 | 3.00% | Pass |
| 21 | 1.45 | 0.68% | 9.3672 | 3.00% | Pass |
| 23 | 1.02 | 0.48% | 8.5527 | 3.00% | Pass |
| 25 | 0.19 | 0.09% | 7.8685 | 3.00% | Pass |
| 27 | 0.19 | 0.09% | 7.2856 | 3.00% | Pass |
| 29 | 0.78 | 0.37% | 6.7832 | 3.00% | Pass |
| 31 | 0.73 | 0.34% | 6.3455 | 3.00% | Pass |
| 33 | 0.86 | 0.40% | 5.9610 | 3.00% | Pass |
| 35 | 0.55 | 0.26% | 5.6203 | 3.00% | Pass |
| 37 | 0.83 | 0.39% | 5.3165 | 3.00% | Pass |
| 39 | 0.85 | 0.40% | 5.0439 | 3.00% | Pass |
| 41 | 0.52 | 0.24% | | | |
| 43 | 0.61 | 0.29% | | | |
| 45 | 0.68 | 0.32% | | | |
| 47 | 0.68 | 0.32% | | | |
| 49 | 0.42 | 0.20% | | | |



12 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 a nominal 36 V LED load.

The output current High Limit I_{OUT} (Max) and Low Limit I_{OUT} (Min) were incorporated based on the USA NEMA publication SSL6-2010 section 4 page 9 for dimming performance system requirements for reference. The standard however refers to 120 VAC operating input voltage and pertains to the limits as relative light output. The limits incorporated on the succeeding graphs assumes that 100% relative light output falls on the maximum operating output current of 550 mA and 0 mA as 0% light output, and input line of 120 VAC, 60 Hz.

12.1 リーディング エッジ調光器のシミュレーション (Agilent 6812B AC 電源を使用) に対する調光カーブ

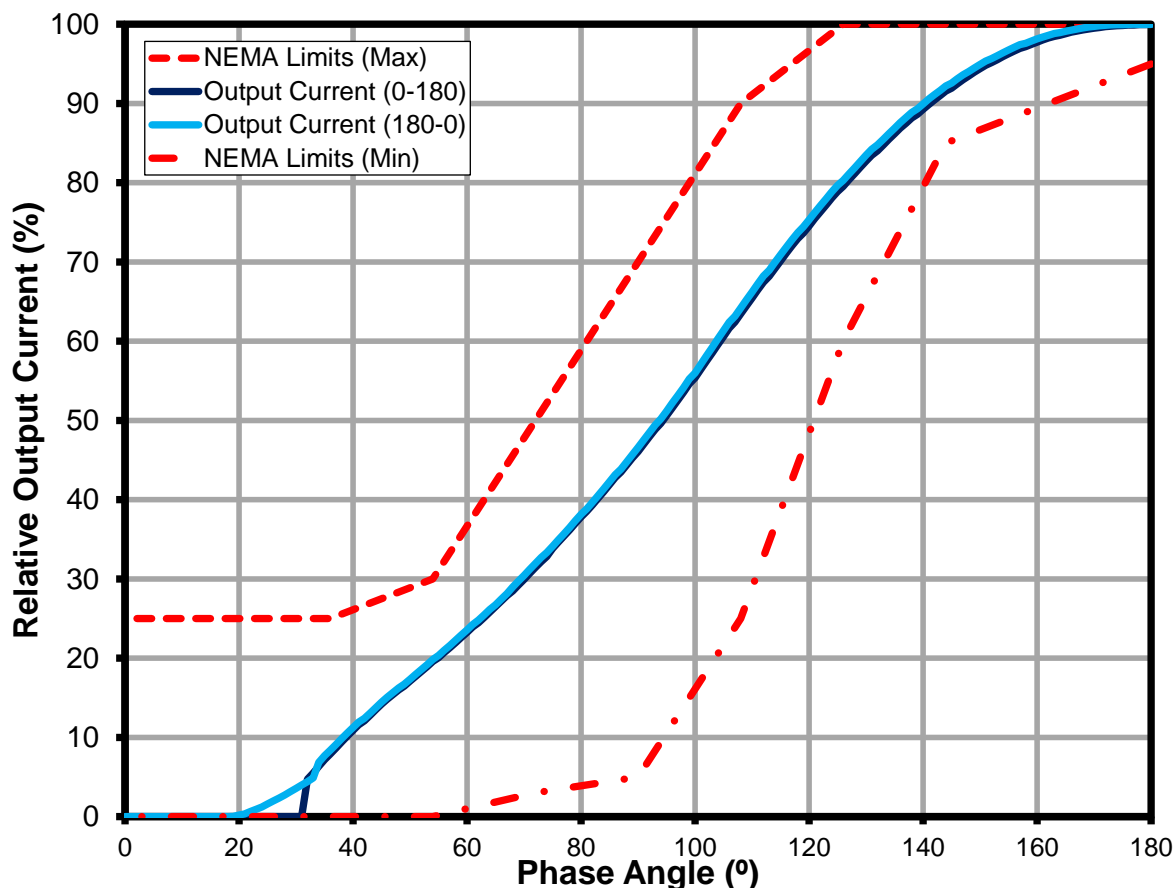


Figure 21 – Dimming Curve at 120 VAC, 60 Hz Input.



12.2 トライアック ベースの調光器による素早い点灯 (200 ms 以下)

Using a TRIAC-based U.S. dimmer model S-600P-WH (Lutron) with thumb-wheel adjust set to minimum turn-on (i.e. <30 degrees) which guarantees the LED driver is off when it is switched to ON position. The test was made by turning/sliding the dimmer knob as quickly as possible from minimum to maximum position then measuring the time from the point the dimmer started conducting to the point the output current started rising.

Input voltage: 120 VAC / 60 Hz

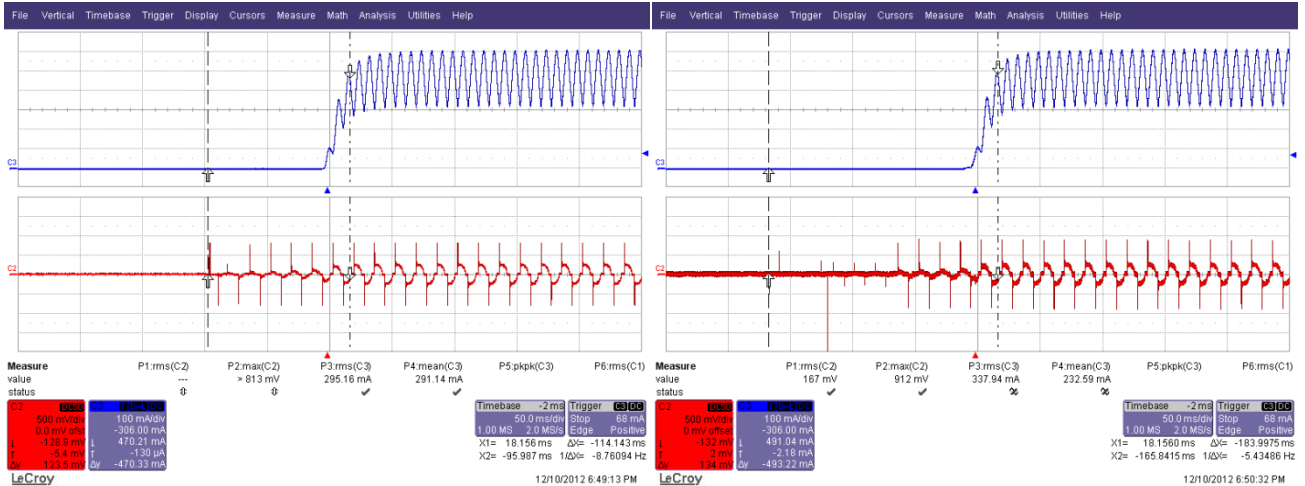


Figure 22 – Measured Start-up Time 114 ms.
 Flicking the Switch ON, Dimmer at Full Conduction.
 Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Lower: I_{IN} , 500 mA, 50 ms / div.

Figure 23 – Measured Start-up Time 184 ms.
 Quickly Sliding the Knob from Minimum to Full Conduction.
 Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
 Lower: I_{IN} , 500 mA, 50 ms / div.



12.3 トライアック ベースの調光器に対するポップオン

Pop-on per NEMA SSL-6 definition is lowest dimmer setting above minimum at which the lamp transitions from off to dimmed.

This particular test was conducted using 120 V / 60 Hz TRIAC dimmer model S-600P-WH (Lutron U.S. dimmer).

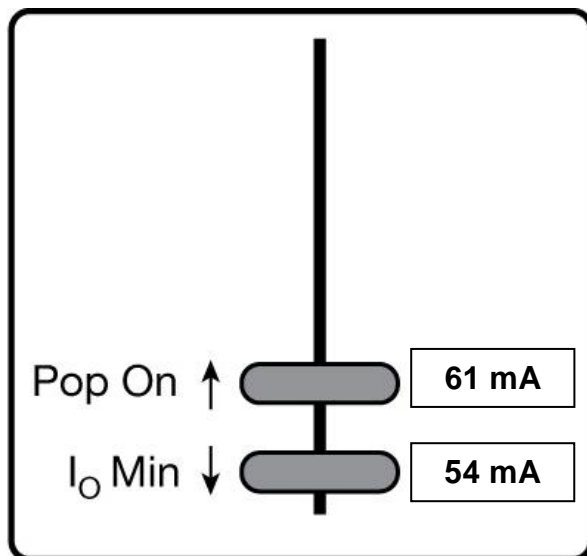


Figure 24 – 35° Conduction Angle was Measured at Pop-on Point.

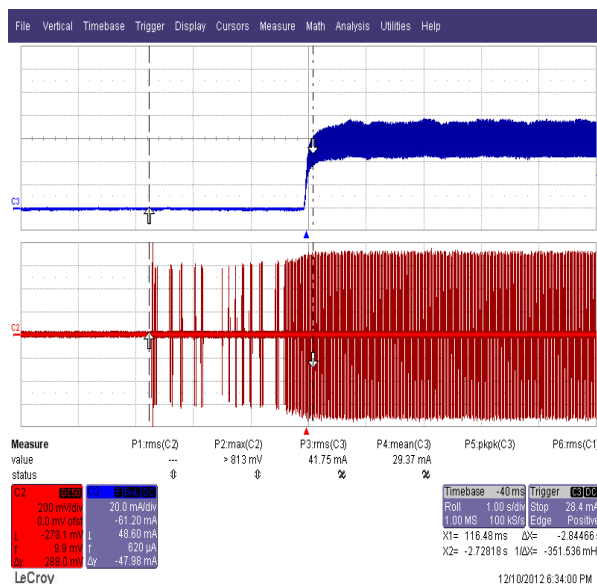


Figure 25 – 35° Conduction Angle at Pop-on Point.
 Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
 Middle: V_{OUT} , 200 V / div.
 Lower: I_{IN} , 0.2 A / div., 1 s / div.



12.4 調光器に対する出力電流及び入力電流の波形

Input: 120 VAC, 60 Hz Utility Line

Output: 36 V LED Load

Dimmer: LUTRON GL-600WH

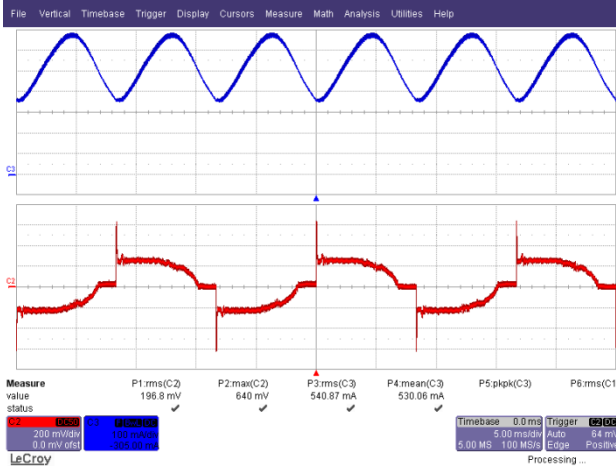


Figure 26 – 147° Conduction Angle.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: I_{IN} , 200 mA, 5 ms / div.

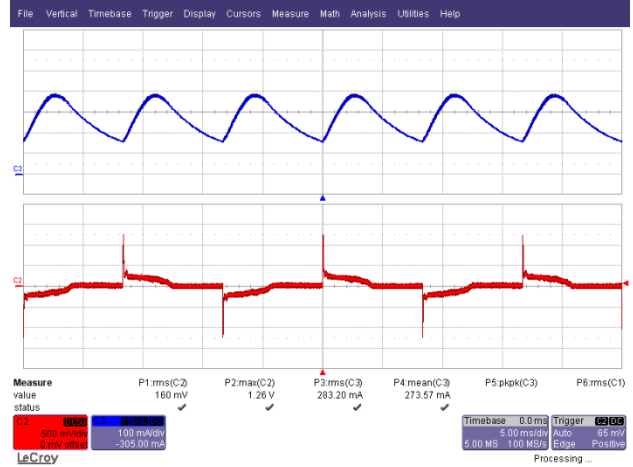


Figure 27 – 90° Conduction Angle.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: I_{IN} , 500 mA, 5 ms / div.

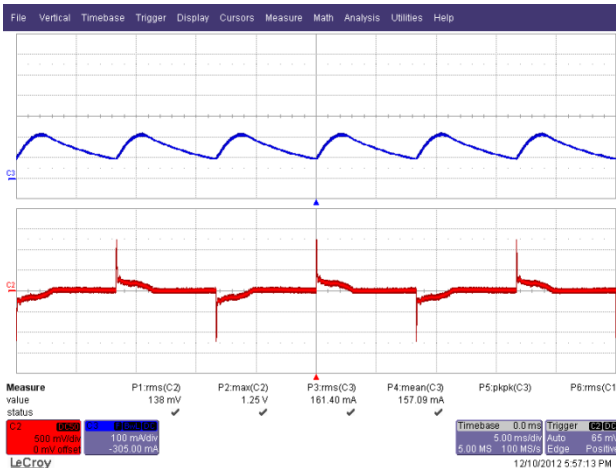


Figure 28 – 60° Conduction Angle.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: I_{IN} , 500 mA, 5 ms / div.

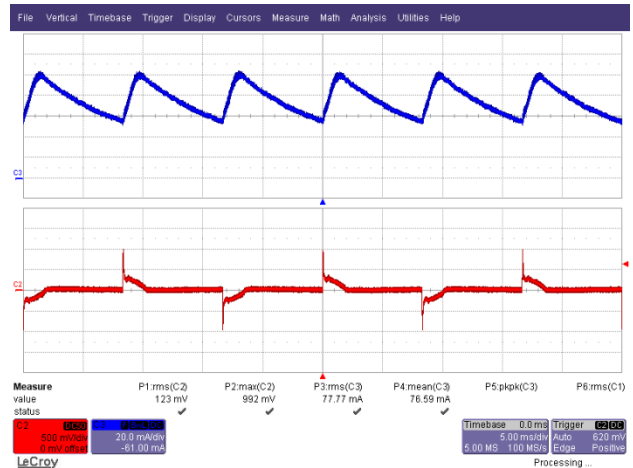


Figure 29 – 40° Conduction Angle.
Upper: I_{OUT} , 20 mA / div.
Lower: I_{IN} , 500 mA, 5 ms / div.



12.6 互換性リスト

The following U.S. TRIAC-based dimmers were tested with utility line input (~120 VAC, 60 Hz) and 36 V LED load.

| Dimmer Brand | Type | Part Number | V _{RMS(MIN)} | I _{MIN} (mA) | V _{RMS(MAX)} | I _{MAX} (mA) | Dim Ratio |
|--------------|------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------|
| Lutron | L | LG-600PH-WH | 24 | 41 | 115.5 | 492 | 12 |
| Lutron | L | S-603P-WH | 24.5 | 43 | 116.0 | 497 | 12 |
| Lutron | L | SLV600P-WH | 29 | 62 | 116.7 | 505 | 8 |
| Lutron | L | S-600-WH | 27.5 | 57 | 118.5 | 530 | 9 |
| Lutron | L | S-600PH-WH | 23 | 40 | 116.1 | 501 | 13 |
| Lutron | L | DVWCL-153-PLH-WH | 21.8 | 32 | 114.0 | 484 | 15 |
| Lutron | L | DV-603P-WH | 25 | 48 | 115.6 | 498 | 10 |
| Lutron | L | DV-600P-WH | 24 | 42 | 115.8 | 498 | 12 |
| Lutron | L | TG-600PH-WH | 40 | 87 | 117.0 | 513 | 6 |
| Lutron | L | Q-600P-WH aka FA-600 | 19.6 | 18 | 115.0 | 494 | 28 |
| Lutron | L | AY-600P-WH | 42.2 | 91 | 116.5 | 508 | 6 |
| Lutron | L | GL-600P-WH | 28.5 | 61 | 116.0 | 502 | 8 |
| Leviton | L | R62-06633-1LW | 24 | 42 | 119.8 | 549 | 13 |
| Leviton | L | R62-06631-1LW | 13 | 4 | 117.6 | 520 | 130 |
| Leviton | L | R60-IPI06-1LM | 43 | 95 | 119.2 | 542 | 6 |
| Leviton | E | R52-06161-00W | 33 | 60 | 116.3 | 507 | 8 |
| Leviton | L | R52-RPI06-1LW | 32 | 50 | 119.9 | 555 | 11 |
| Leviton | L | TGM10-1LW | 16.8 | 12 | 115.0 | 493 | 41 |
| Leviton | L | R02-06613-PLW | 21 | 28 | 120.0 | 550 | 20 |
| Cooper | L | SLC03P-W-K-L | 16 | 10 | 117.4 | 519 | 51 |
| Lutron | L | GL-600-WH | 31 | 66 | 118.4 | 533 | 8 |
| Lutron | L | DVPDC-203P-WH | 65 | 166 | 118.0 | 527 | 3 |
| Lutron | L | LX-600PL-wh | 29 | 60 | 118.0 | 525 | 9 |
| Lutron | L | CTCL-153PDH | 20 | 21 | 114.7 | 488 | 23 |
| Lutron | L | S-600P | 22 | 36 | 116.0 | 503 | 14 |
| Lutron | L | TGLV-600P | 33 | 70 | 117.0 | 517 | 7 |
| Lutron | L | TGLV-600PR | 32 | 67 | 117.0 | 512 | 8 |
| Lutron | L | TT-300NLH-WH | 40 | 84 | 119.0 | 540 | 6 |
| Lutron | L | NLV-1000-WH | 25 | 45 | 117.4 | 519 | 12 |
| Lutron | T | | 30.7 | 52 | 115.5 | 495 | 10 |
| Lutron | L | | 24 | 41 | 118.2 | 532 | 13 |
| Cooper | L | | 32 | 70 | 118.0 | 528 | 8 |
| Lutron | L | S-103P-WH | 32 | 68 | 116.0 | 503 | 7 |
| Lutron | L | S-10P-WH | 27 | 56 | 115.0 | 496 | 9 |
| Lutron | L | S-600PNLH-WH | 29 | 63 | 116.2 | 511 | 8 |
| Lutron | L | S-603PNL-WH | 31 | 68 | 116.0 | 508 | 7 |
| Lutron | L | SLV-603P-WH | 33 | 71 | 116.0 | 506 | 7 |
| Lutron | L | AYLV-600P-WH | 33 | 71 | 117.0 | 514 | 7 |
| Lutron | L | AYLV-603P-WH | 33.5 | 73 | 115.0 | 497 | 7 |
| Lutron | L | AY-103PNL-WH | 31 | 65 | 117.6 | 523 | 8 |
| Lutron | L | AY-103P-WH | 31 | 60 | 118.0 | 526 | 9 |
| Lutron | L | AY-10PNL-WH | 29 | 63 | 119.8 | 551 | 9 |



| | | | | | | | |
|---------|---|----------------|------|------|-------|-------|----|
| Lutron | L | AY-10P-WH | 24.5 | 44 | 117.8 | 528 | 12 |
| Lutron | L | AY-603PNL-WH | 34 | 73 | 114.6 | 493 | 7 |
| Lutron | L | AY-603PG-WH | 37 | 77 | 103.7 | 395 | 5 |
| Lutron | L | AY-603P-WH | 41 | 90 | 115.1 | 497 | 6 |
| Lutron | L | AY-600PNL-WH | 37 | 76 | 116.6 | 512 | 7 |
| Lutron | T | DVELV-300P-WH | 25 | 33 | 112.3 | 458 | 14 |
| Lutron | L | DVLV-10P-WH | 34 | 72 | 115.8 | 493 | 7 |
| Lutron | L | DVLV-103P-WH | 33 | 70 | 115.9 | 498 | 7 |
| Lutron | L | DVLV-603P-WH | 32 | 68 | 116.0 | 500 | 7 |
| Lutron | L | S-1000-WH | 32 | 67 | 118.6 | 531 | 8 |
| Lutron | T | SELV-300P-WH | 25 | 34 | 111.0 | 452 | 13 |
| Lutron | L | S-600P-WH | 24 | 41 | 115.6 | 501 | 12 |
| Lutron | L | S-103PNL-WH | 33.5 | 66 | 115.3 | 498 | 8 |
| Lutron | | SPSLV-1000-WH | 30 | 64 | 117.0 | 518 | 8 |
| Lutron | | SPSLV-600-WH | 30 | 64 | 116.7 | 517 | 8 |
| Lutron | | SPSELV-600-WH | 30 | 52 | 115.7 | 496 | 10 |
| Lutron | L | GLV-600-WH | 24 | 43 | 118.5 | 533 | 12 |
| Lutron | L | LG-603PGH-WH | 27 | 54.0 | 106.0 | 408.0 | 8 |
| Lutron | L | DVW-603PGH-WH | 29 | 61.0 | 106.1 | 409.0 | 7 |
| Leviton | L | VPI06 | 26 | 51.0 | 116.9 | 510.0 | 10 |
| Lutron | L | TG-10PR-WH | 39.7 | 85.0 | 118.0 | 523.0 | 6 |
| Lutron | L | NT-600 | 22.5 | 32.0 | 118.7 | 532.0 | 17 |
| Lutron | L | NT-1000 | 23 | 38.0 | 118.7 | 534.0 | 14 |
| Lutron | L | LGCL-153PLH-WH | 27 | 56.0 | 114.2 | 486.0 | 9 |
| Lutron | L | CTCL-153PDH-WH | 37 | 75.0 | 115.0 | 491.0 | 7 |
| Lutron | L | TGCL-153PH-WH | 27 | 56.0 | 114.5 | 491.0 | 9 |
| Lutron | L | DVWCL-153PH-LA | 38.7 | 81.0 | 114.7 | 492.0 | 6 |
| Leviton | L | 81000-W | 38 | 79.0 | 119.3 | 538.0 | 7 |
| Lutron | L | TTCL-100LH-WH | 37 | 76.0 | 114.4 | 486.0 | 6 |

Figure 30 – U.S. TRIAC-Based Dimmers Compatibility List.



13 熱特性

13.1 PAR38 ランプを使用した温度測定

The UUT was placed inside a PAR38 with MT-G2 lamp provided by CREE and the lamp was screwed into a conical metal housing oriented in upside down position for worse case position. Type-T thermo-couple wire was attached on the body of each device under test. Temperature readings were recorded when it stabilizes after running more than one hour with 36 V LED (MT-G2) load at the specified input voltage and load current. The probe location for the ambient was shown on the figure below.

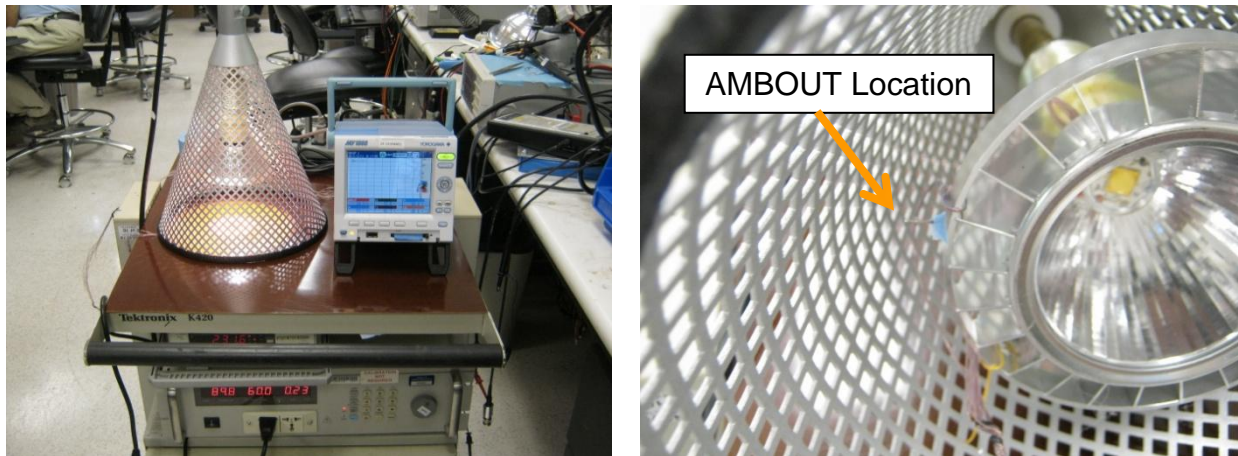


Figure 31 – Thermal Set-up.

13.2 90 VAC、非調光

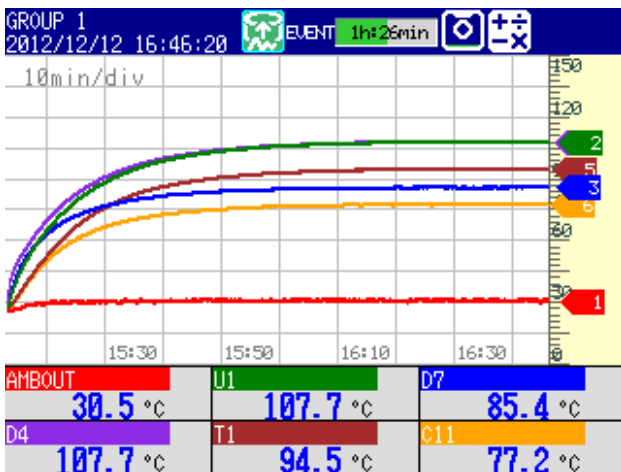


Figure 32 – 90 VAC.
AMBOU, U1, D7, D4, T1, C11.

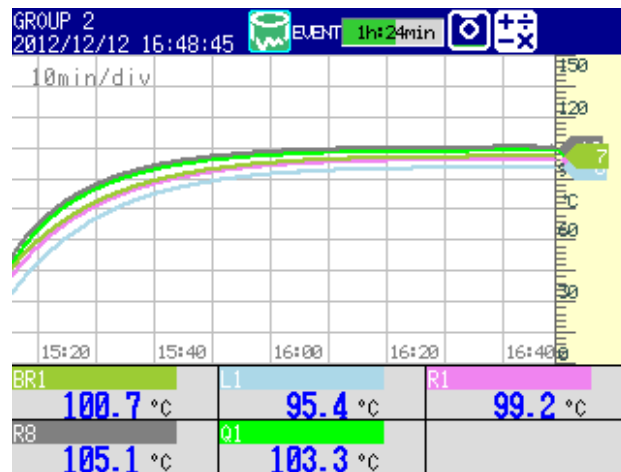


Figure 33 – 90 VAC Conduction Angle.
BR1, L1, R1, R8, Q1.

13.3 132 VAC, 非調光

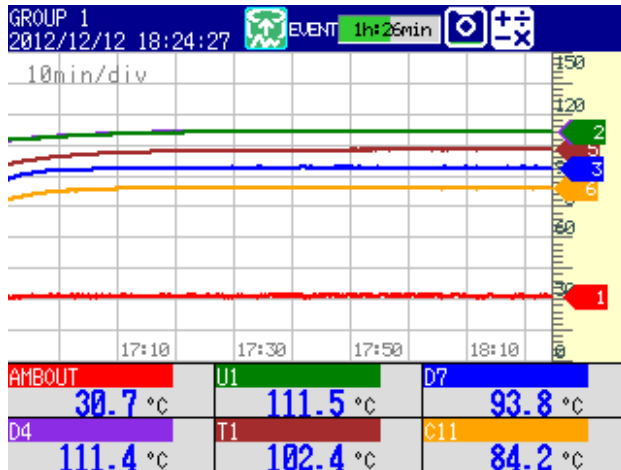


Figure 34 – 132 VAC.
ABOUT, U1, D7, D4, T1, C11.

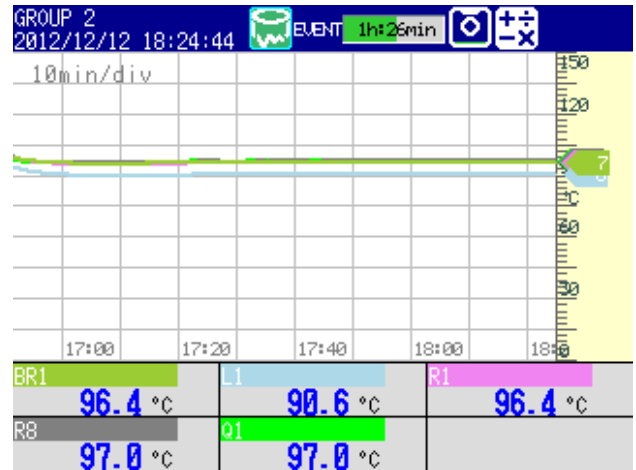


Figure 35 – 132 VAC.
BR1, L1, R1, R8, Q1.

13.4 120 VAC, 導通角 90°

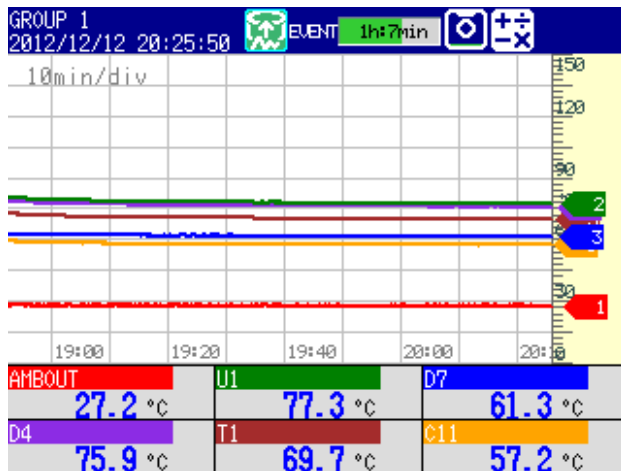


Figure 36 – 120 VAC, 90° Conduction Angle.
ABOUT, U1, D7, D4, T1, C11.

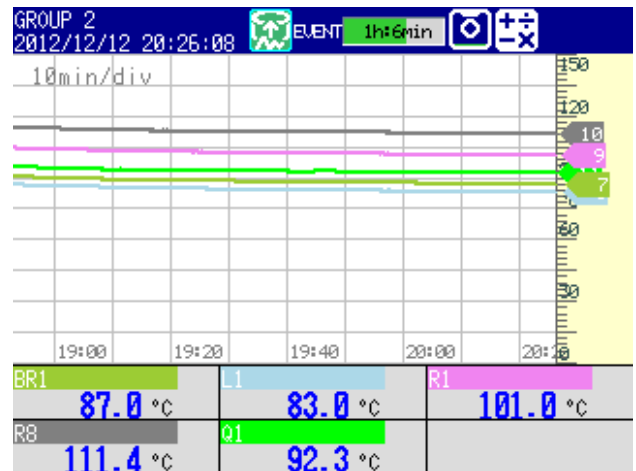


Figure 37 – 120 VAC, 90° Conduction Angle.
BR1, L1, R1, R8, Q1.



14 非調光時の波形

14.1 出力電流及び入力電流の波形

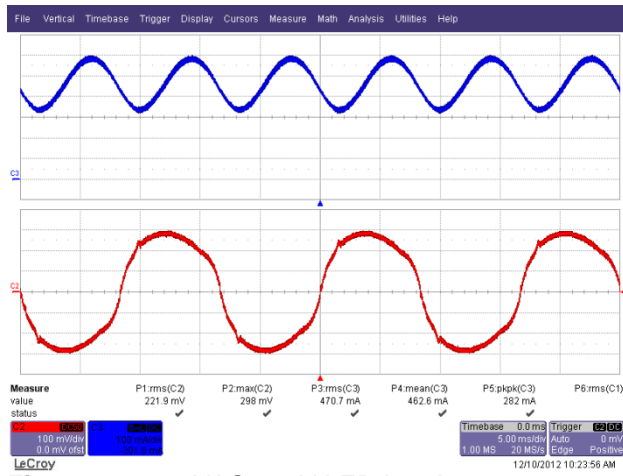


Figure 38 – 90 VAC, 36 V LED Load.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: I_{IN} , 100 mA, 5 ms / div.

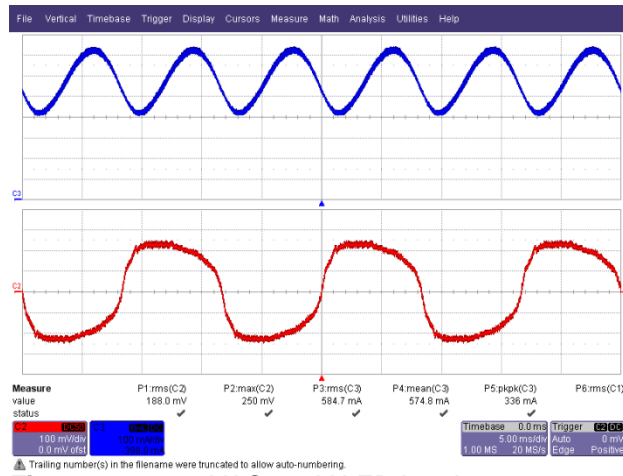


Figure 39 – 132 VAC, 36 V LED Load.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: I_{IN} , 100 mA, 5 ms / div.



14.2 通常動作時の出力電流及び出力電圧の波形

| Input Condition | I _{OUT} , Mean (mA) | I _{OUT} , Peak to Peak (mA) | I _{OUT} Ripple (%) |
|-----------------|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| 90 VAC, 60 Hz | 457 | 256 | ±28 |
| 120 VAC, 60 Hz | 540 | 291 | ±27 |
| 132 VAC, 60 Hz | 572 | 315 | ±28 |

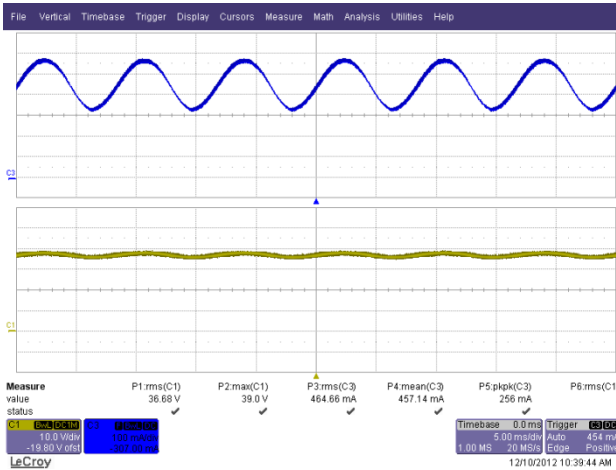


Figure 40 – 90 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT}, 100 mA / div.
Lower: V_{OUT}, 10 V, 5 ms / div.

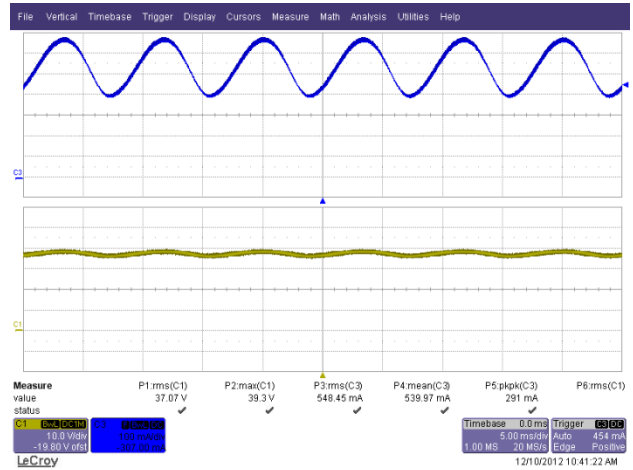


Figure 41 – 120 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT}, 100 mA / div.
Lower: V_{OUT}, 10 V, 5 ms / div.

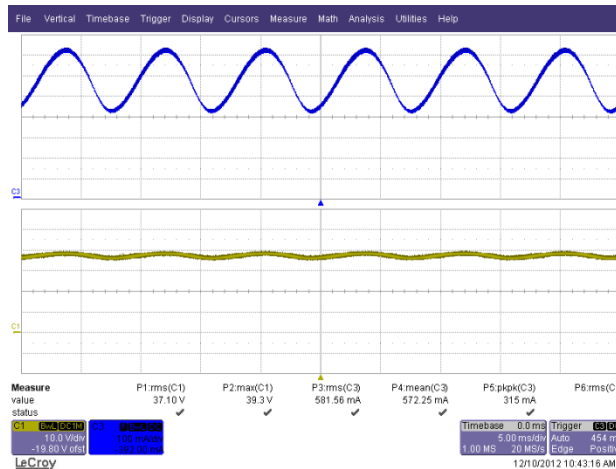


Figure 42 – 132 VAC, 60 Hz Full Load.
Upper: I_{OUT}, 100 mA / div.
Lower: V_{OUT}, 10 V, 5 ms / div.



14.3 起動時の入力電圧と出力電流の波形

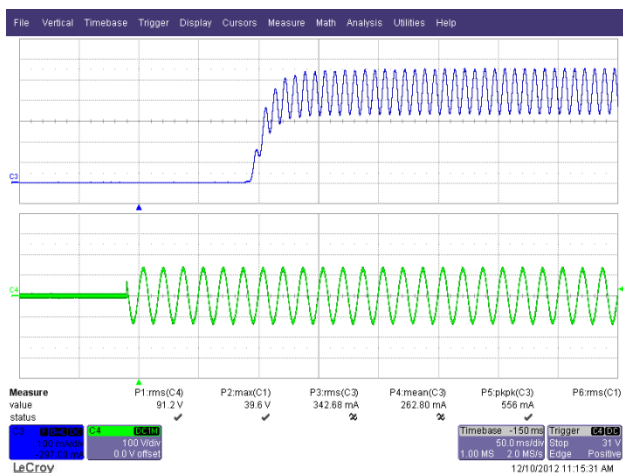


Figure 43 – 90 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 100 V, 50 ms / div.

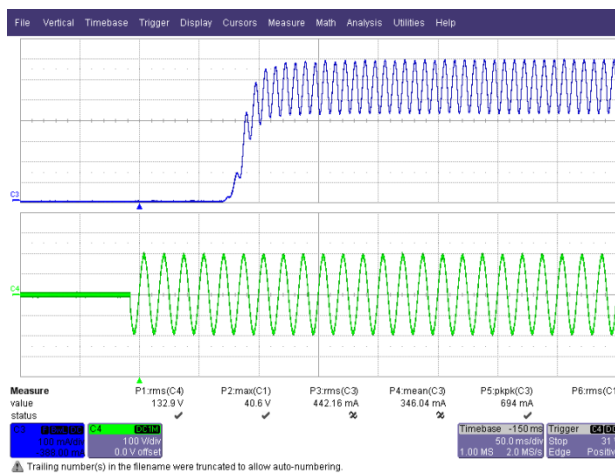


Figure 44 – 132 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 100 V, 50 ms / div.

14.4 起動時の出力電圧及び出力電流の波形

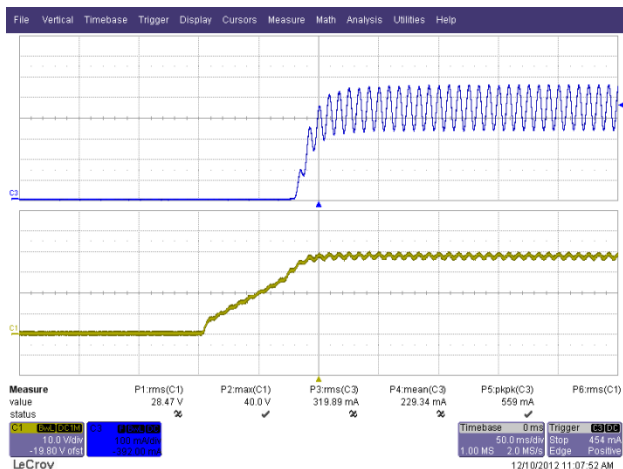


Figure 45 – 90 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 10 V, 50 ms / div.

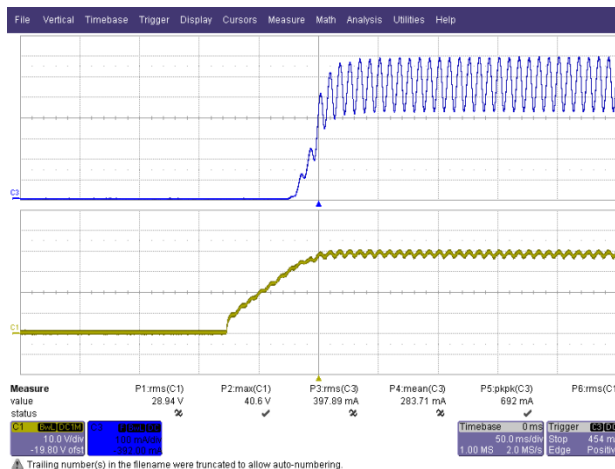


Figure 46 – 132 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{OUT} , 100 mA / div.
Lower: V_{OUT} , 10 V, 50 ms / div.



14.5 通常動作時のドレイン電圧と電流

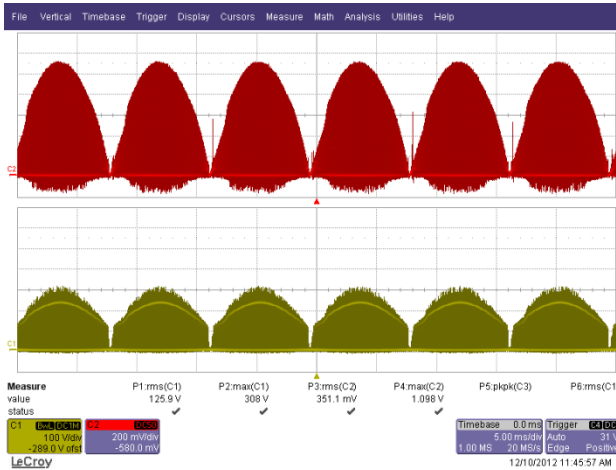


Figure 47 – 90 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{DRAIN} , 0.2 A / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 ms / div.

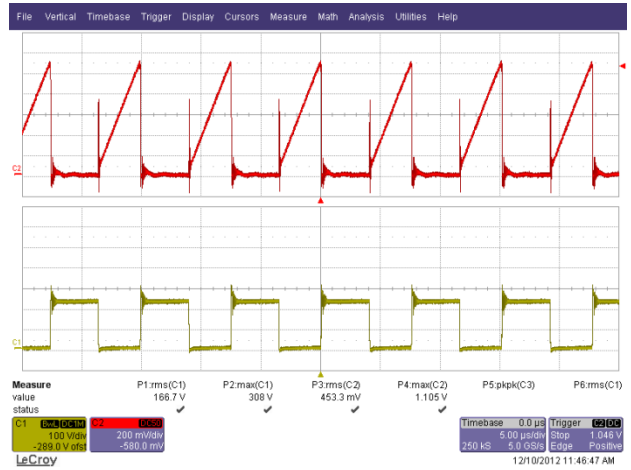


Figure 48 – 90 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{DRAIN} , 0.2 A / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V / div., 5 μs / div.

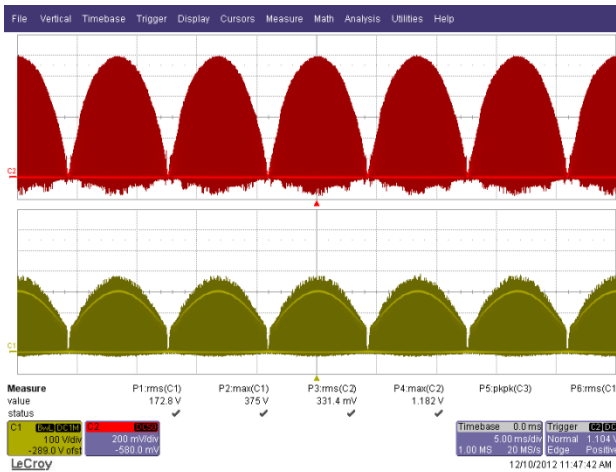


Figure 49 – 132 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{DRAIN} , 0.2 A / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 5 ms / div.

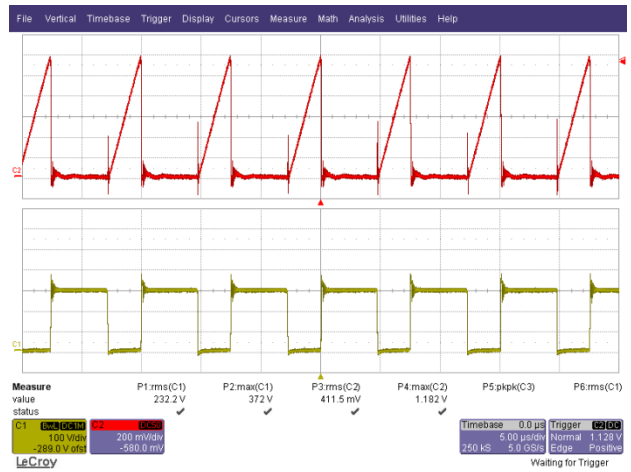


Figure 50 – 132 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{DRAIN} , 0.2 A / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V / div., 5 μs / div.

14.6 ドレイン電圧及び電流起動時の動作

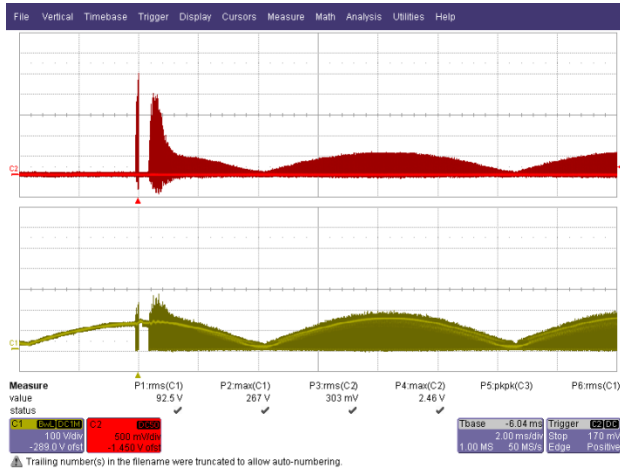


Figure 51 – 90 VAC, 60 Hz Start-up.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 2 ms / div.

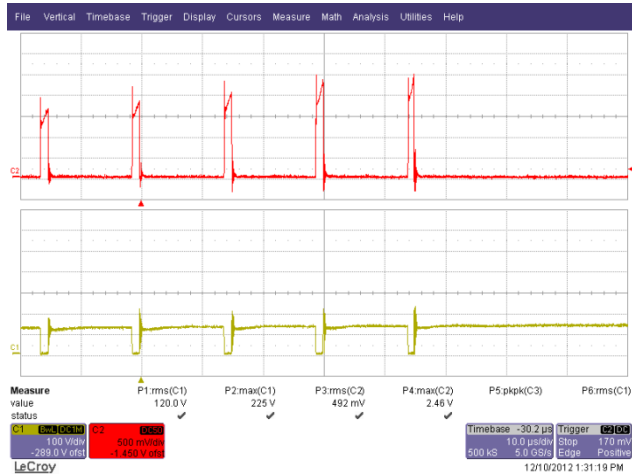


Figure 52 – 90 VAC, 60 Hz Start-up.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 10 μ s / div.

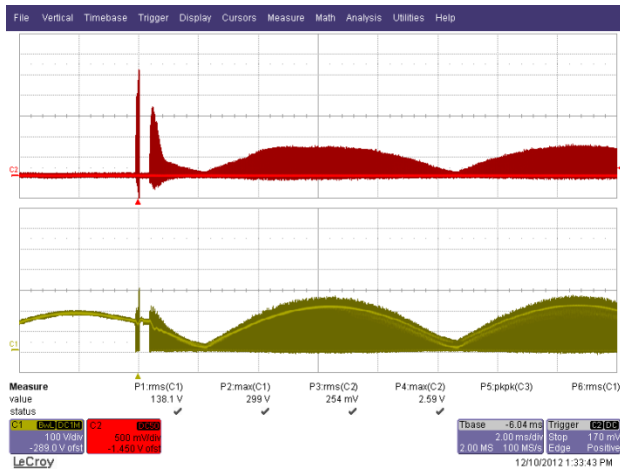


Figure 53 – 132 VAC, 60 Hz Start-up.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 2 ms / div.

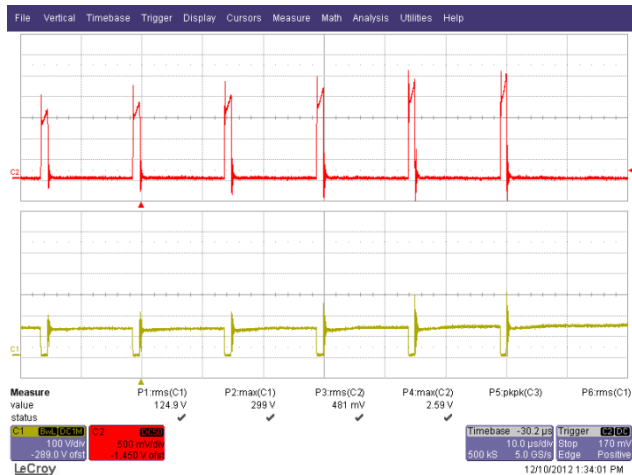


Figure 54 – 132 VAC, 60 Hz Start-up.
Upper: I_{DRAIN} , 500 mA / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 10 μ s / div.



14.7 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.

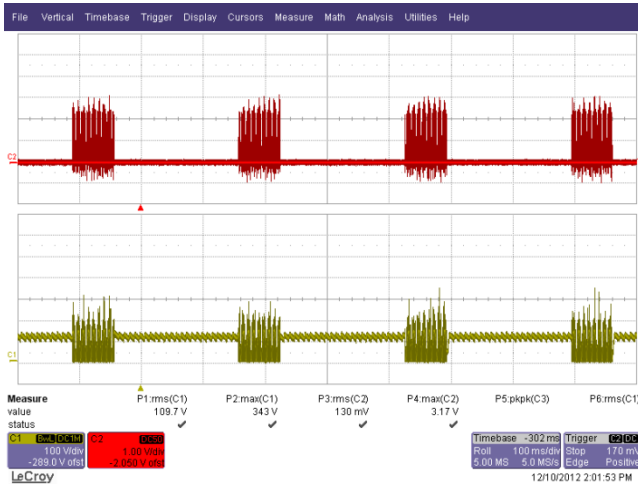


Figure 55 – 90 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
Upper: I_{DRAIN} , 1 A / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 100 ms / div.

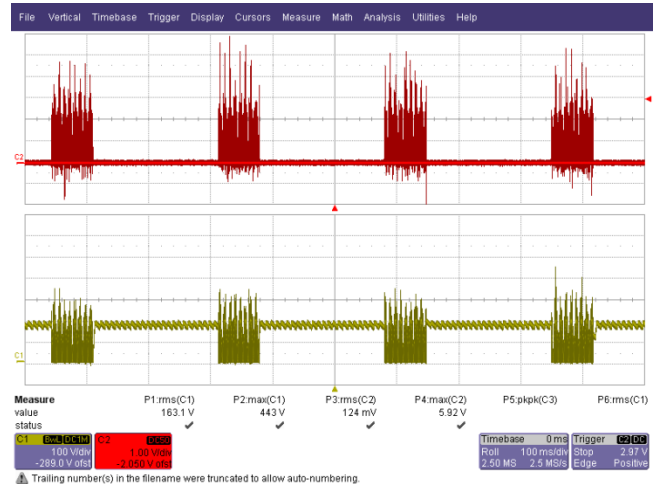


Figure 56 – 132 VAC, 60 Hz Output Short Condition.
Upper: I_{DRAIN} , 1 A / div.
Lower: V_{DRAIN} , 100 V, 100 ms / div.

14.8 オープン負荷状態

The LED load was disconnected from the driver.

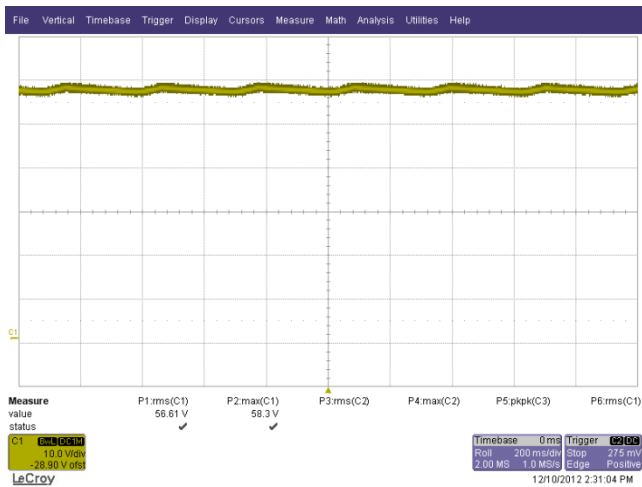


Figure 57 – 90 VAC, 60 Hz Output Open Load.
CH4: V_{OUT} , 10 V, 200 ms / div.

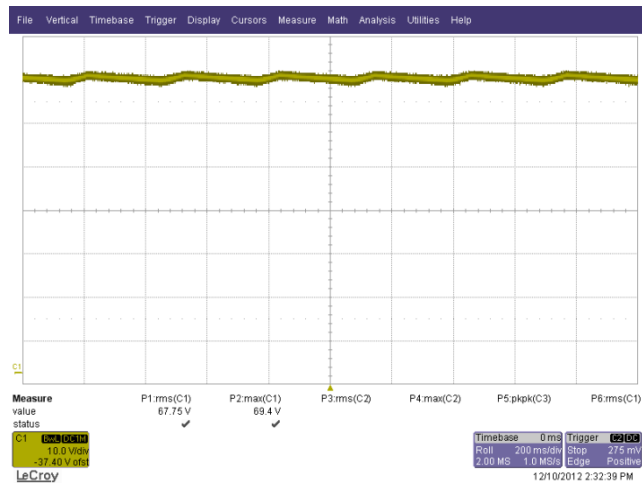


Figure 58 – 132 VAC, 60 Hz Output Open Load.
CH4: V_{OUT} , 10 V, 200 ms / div.



14.9 通常動作時の出力ダイオード電圧及び電流の波形

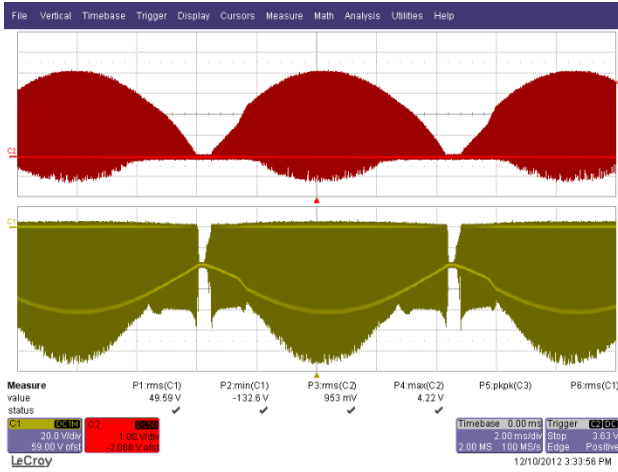


Figure 59 – 90 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{D7} , 1 A / div.
Lower: V_{D7} , 10 V, 2 ms / div.

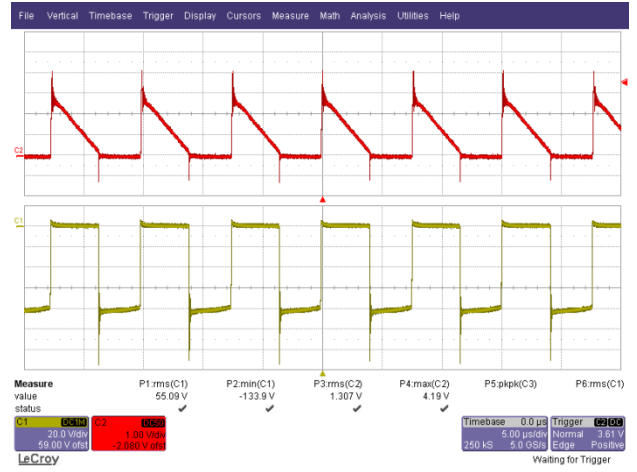


Figure 60 – 90 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{D7} , 1 A / div.
Lower: V_{D7} , 20 V / div., 5 μ s / div.

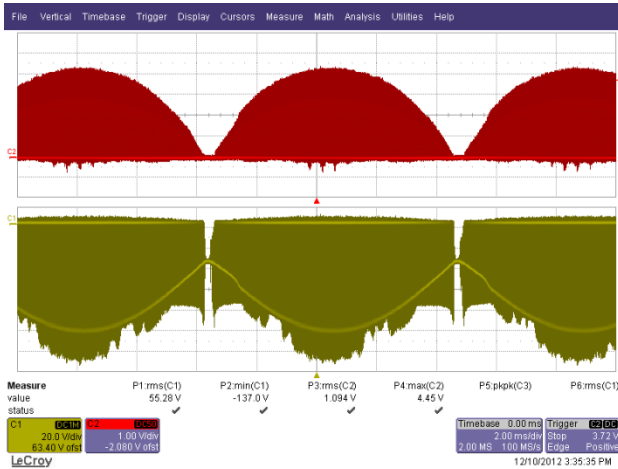


Figure 61 – 132 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{D7} , 1 A / div.
Lower: V_{D7} , 20 V, 2 ms / div.

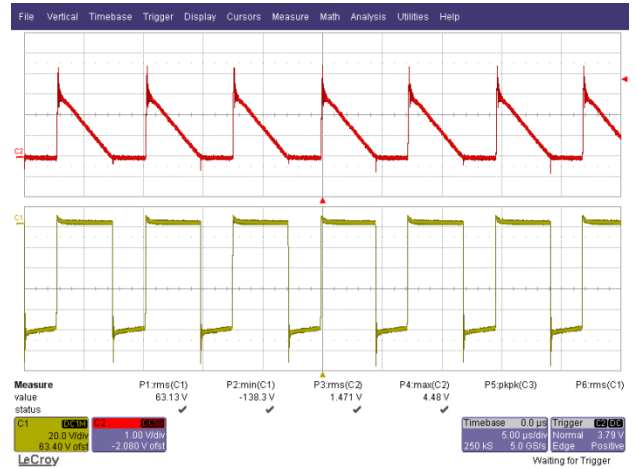


Figure 62 – 132 VAC, 60 Hz.
Upper: I_{D7} , 1 A / div.
Lower: V_{D7} , 20 V / div., 5 μ s / div.



15 伝導 EMI

The design met the limits for conducted electromagnetic emission (EMI) with frequency range of 9 kHz to 30 MHz as per described in the CISPR 15 / IEC:2005 Standard.

15.1 試験のセットアップ

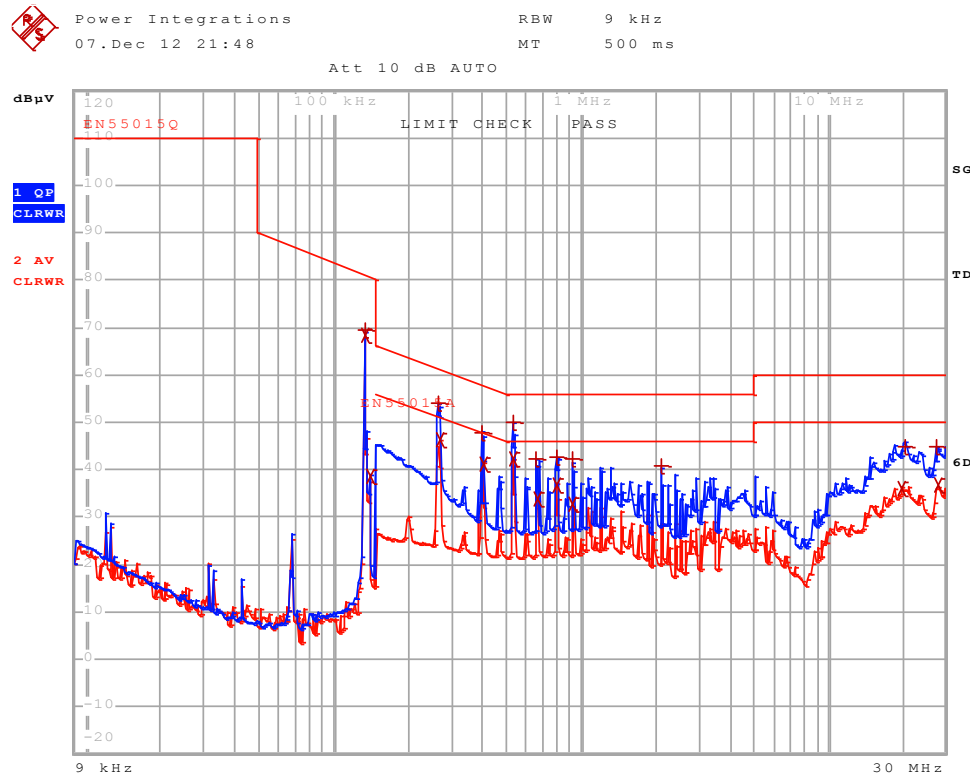
The UUT was placed inside a PAR38 with MT-G2 lamp provided by CREE at input voltage of 120 VAC, 60 Hz at room temperature. The unit was placed inside a conical metal housing as shown in Figure 63.



Figure 63 – EMI Test Set-up with the Unit and LED Load Placed Inside a Conical Metal Housing as Described in CISPR 15 / IEC:2005 Standard.



15.2 試驗結果



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)

| TRACE | FREQUENCY | LEVEL dBµV | DELTA LIMIT dB |
|------------------|-------------------|--------------|----------------|
| Trace1: EN55015Q | | | |
| Trace2: EN55015A | | | |
| Trace3: --- | | | |
| 1 Quasi Peak | 133.454986145 kHz | 69.43 L1 gnd | -11.62 |
| 2 Average | 133.454986145 kHz | 68.36 N gnd | |
| 2 Average | 140.262531674 kHz | 38.70 L1 gnd | |
| 1 Quasi Peak | 264.49018761 kHz | 54.05 L1 gnd | -7.23 |
| 2 Average | 267.135089486 kHz | 46.46 L1 gnd | -4.73 |
| 1 Quasi Peak | 397.727746704 kHz | 47.97 L1 gnd | -9.92 |
| 2 Average | 401.705024172 kHz | 41.31 L1 gnd | -6.50 |
| 1 Quasi Peak | 530.769219795 kHz | 49.87 L1 gnd | -6.12 |
| 2 Average | 530.769219795 kHz | 42.20 L1 gnd | -3.79 |
| 1 Quasi Peak | 660.656865747 kHz | 42.26 L1 gnd | -13.73 |
| 2 Average | 667.263434405 kHz | 33.72 L1 gnd | -12.27 |
| 1 Quasi Peak | 798.145472681 kHz | 42.47 L1 gnd | -13.52 |
| 2 Average | 798.145472681 kHz | 36.78 L1 gnd | -9.21 |
| 1 Quasi Peak | 926.622115652 kHz | 42.24 L1 gnd | -13.75 |
| 2 Average | 926.622115652 kHz | 32.58 L1 gnd | -13.41 |
| 1 Quasi Peak | 2.11629733595 MHz | 40.80 L1 gnd | -15.19 |
| 2 Average | 19.8557266951 MHz | 36.09 L1 gnd | -13.90 |
| 1 Quasi Peak | 20.4573750697 MHz | 44.92 L1 gnd | -15.07 |
| 1 Quasi Peak | 27.5734507982 MHz | 44.75 L1 gnd | -15.24 |
| 2 Average | 27.8491853062 MHz | 36.93 L1 gnd | -13.06 |

Figure 64 – Conducted EMI, 36 V LED Load, 120 VAC, 60 Hz, and EN55015 B Limits.



16 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.

The unit tested passed both ± 2500 V 100 kHz ring wave and ± 500 V differential surge with and without MOV.

| 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 |

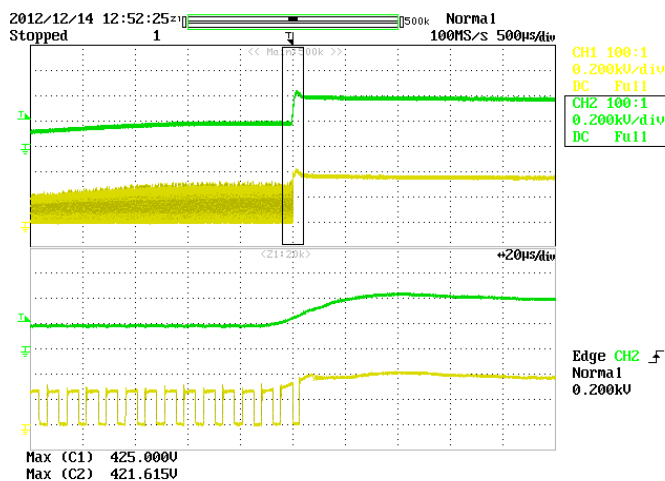


Figure 65 – CH1:90° 500 V Differential Surge (No MOV).
 CH1:U1 VDS.
 CH2:C2 Voltage.

17 改訂履歷

| Date | Author | Revision | Description and Changes | Reviewed |
|-------------|---------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|
| 13-Nov-12 | ME | 1.0 | Initial release | Apps & Mktg |
| 15-Jan-13 | CA | 2.0 | Design Updated with Inductor | Apps & Mktg |
| 20-May-13 | KM | 2.1 | Changed name to LYTSwitch-4 | Apps & Mktg |



最新の情報については、弊社ウェブサイト www.powerint.com

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

特許情報

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

PI ロゴ、TOPSwitch、TinySwitch、LinkSwitch、LYTSwitch、DPA-Switch、PeakSwitch、CAPZero、SENZero、LinkZero、HiperPFS、HiperTFS、HiperLCS、Qspeed、EcoSmart、Clampless、E-Shield、Filterfuse、StackFET、PI Expert 及び PI FACTS は Power Integrations, Inc. の商標です。その他の商標は、各社の所有物です。©Copyright 2013 Power Integrations, Inc.

Power Integrations の世界各国の販売サポート担当

世界本社

5245 Hellyer Avenue
San Jose, CA 95138, USA.
代表電話: +1-408-414-9200
カスタマー サービス:
電話: +1-408-414-9665
ファックス: +1-408-414-9765
電子メール:
usasales@powerint.com

ドイツ

Lindwurmstrasse 114
80337, Munich
Germany
電話: +49-895-527-39110
ファックス: +49-895-527-39200
電子メール:
eurosales@powerint.com

日本

〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜 2-12-11 光正第 3 ビル
電話: +81-45-471-1021
ファックス: +81-45-471-3717
電子メール:
japansales@powerint.com

台湾

5F, No. 318, Nei Hu Rd.,
Sec. 1
Nei Hu District
Taipei 11493, Taiwan R.O.C.
電話: +886-2-2659-4570
ファックス: +886-2-2659-4550
電子メール:
taiwansales@powerint.com

中国 (上海)

Rm 1601/1610, Tower 1,
Kerry Everbright City
No. 218 Tianmu Road West,
Shanghai, P.R.C. 200070
電話: +86-21-6354-6323
ファックス: +86-21-6354-6325
電子メール:
chinasales@powerint.com

インド

#1, 14th Main Road
Vasanthanagar
Bangalore-560052
India
電話: +91-80-4113-8020
ファックス: +91-80-4113-8023
電子メール:
indiasales@powerint.com

韓国

RM 602, 6FL
Korea City Air Terminal B/D,
159-6
Samsung-Dong, Kangnam-Gu,
Seoul, 135-728 Korea
電話: +82-2-2016-6610
ファックス: +82-2-2016-6630
電子メール:
koreasales@powerint.com

ヨーロッパ本社

1st Floor, St. James's House
East Street, Farnham
Surrey GU9 7TJ
United Kingdom
電話: +44 (0) 1252-730-141
ファックス: +44 (0) 1252-727-689
電子メール:
eurosales@powerint.com

中国 (深圳)

3rd Floor, Block A,
Zhongtuo International Business
Center, No. 1061, Xiang Mei Rd,
FuTian District, ShenZhen,
China, 518040
電話: +86-755-8379-3243
ファックス: +86-755-8379-5828
電子メール:
chinasales@powerint.com

イタリア

Via Milanese 20, 3rd Fl.
20099 Sesto San Giovanni
(MI) Italy
電話: +39-024-550-8701
ファックス: +39-028-928-6009
電子メール:
eurosales@powerint.com

シンガポール

51 Newton Road,
#19-01/05 Goldhill Plaza
Singapore, 308900
電話: +65-6358-2160
ファックス: +65-6358-2015
電子メール:
singaporesales@powerint.com

アプリケーション ホットライン

World Wide +1-408-414-9660

アプリケーション ファクシミリ

World Wide +1-408-414-9760

