

12 V/18 W 高力率の定電圧LED ドライバ



ON Semiconductor®

<http://onsemi.com>

DESIGN NOTE

Table 1. DEVICE DETAILS

Device	Application	Input Voltage	Output Power	Topology	I/O Isolation
NCL30000	LED Lighting	200–305 Vac	18 W	Flyback	Yes

Table 2. OTHER SPECIFICATIONS

Output Voltage	12 V
Ripple	1.4 V pk-pk
Nominal Current	1.5 A
Current Limit	2.0 A
Min Current	0
Typical Power Factor	0.98
Typical THDi	15.3%
Typical Efficiency	84.7%
Inrush Limiting/Fuse	1 A Fuse

回路の説明

通常、高力率LEDドライバは、LEDストリングを駆動するために調整された定電流出力を供給します。特定の状況ではLED負荷が定電流LEDドライバを内蔵していることがあり、その場合はLED負荷を駆動するために必要なのは、一般にLED電源と呼ばれる力率補正された定電圧ドライバのみです。このような電源は、12 V、24 V、またはさらに高い電圧を生成するのが一般的です。

このデザイン・ノートで注目するのは、200~305 VacのACラインに対応する、絶縁型、オフラインの高力率補正1段構造の定電圧電源の開発です。この中では、世界の多くの国で使用されているACライン電圧および米国で要求される277 Vacの商用入力を取り上げます。

この電源は特に、景観照明を含む小売店、ホテル、受付場所、美術館、博物館、および住宅での設置に使用される12 VのLEDランプに適しています。高力率補正で小型サイズの定出力電圧は、多くのアプリケーションに適したドライバ・ソリューションを提供します。

例えば、Megaman社製のAR111は、850ルーメンのLEDランプであり、消費電力は15 W、定格寿命は25,000時間です。狭いビーム角により、5000カンデラのセンター・ビームの照度を提供します。性能は75 Wのハロゲン・ランプ1個に匹敵しますが、ハロゲン・ランプの寿命は通常このLEDのわずか1/10です。

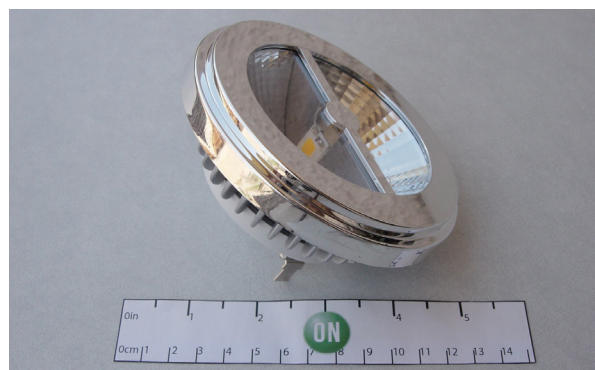


Figure 1. AR111 – LED Lamp

次にこのドライバの設計ガイドラインを示します。

- 入力範囲： 200–305 Vac
- 出力電圧： 12 V
- 出力電流： 1.5 A 連続
- ピーク電流： 2.0 A
- 効率： > 83%
- 力率： > 0.95
- 絶縁された出力
- 過電圧保護

NCL30000LED3GEVB デモ・ボードは、このアプリケーションの基礎になります。このデモ・ボード

を選択したのは、該当する公差を含む277Vアプリケーションをカバーする高い入力電圧を提供するためです。低プロフィール設計により、小型ソリューションが実現可能です。このコンバータは高効率のため、熱問題が最小限に抑えられます。いくつか変更を加えると、このデモ・ボードは定電圧制御機能を実行し、性能目標を上回ります。

このデモ・ボードを定電圧動作用に最適化するには、いくつかの部品を変更する必要があります。主要な変更の概要を以下に示します。

電力トランスはデュアル2次巻線付きで設計されました。このデモ・ボードは、より高い出力電圧に対応するために、2次巻線を直列構成で接続した形で出荷されます。巻線を並列構成に変更すると、この12 Vアプリケーションに対してトランスを最適化できます。トランスの「FL3」端子をPCBの「H2」ホールに、また「FL2」端子を「H5」ホールに移動することにより、デモ・ボードはこの変更に対応できます。

トランスの2次側電流はより大きく、2次側電圧はより低くなっているため、電力損失を低減して効率を向上させるショットキ・レクティファイヤを使用できます。オン・セミコンダクターのNTSJ20100は適切な選択肢であり、DPAK PCBパターンに合わせてピンを整形することにより、デモ・ボードの裏面に取り付けることができます。

高効率の1段コンバータは一般に、1次側回路内にエネルギー・ストレージを持っていません。このような理由で、2次側でストレージが必要であり、通常は負荷と並列に配置するコンデンサの形態を使用します。リップル電圧は正弦波に近い形状で、周波数は印加されるAC入力周波数の2倍です。リップル振幅は合計容量に反比例するため、フィルタの容量を大きくすると、リップル電圧が低下します。

出力コンデンサC11とC12を、同じサイズでより電圧定格が低く、より容量の大きい素子に置き換えて、この大電流アプリケーションのリップルを低下させます。1,500 μ F、16 Vのコンデンサをこのボードに直接搭載できます。

当初のデモ・ボードでは、デュアル・ループ制御を使用して定電流を調整しています。この定電圧アプリケーションを対象にする場合は、デュアル・オペアンプの一方を電圧制御に使用し、もう一方を電流制限に使用するようフィードバックを変更します。

Figure 2に、印を付けた回路図を示します。デモ・ボードに加える変更を赤で示します。部品の変更を以下に一覧で示します。再加工の詳細を、Figure 3とFigures 4に示します。

- R26 = 0 Ω
- C14 = 1 μ F
- R27 = 3.3 k Ω
- R28 = 160 Ω
- C15 = 100 pF
- R29 = 0.05 Ω (2本の0.1 Ω 抵抗の並列接続)
- R31を取り外します。

詳細図に示すように、PCBパターンの半田マスクを

そぎ落としします。詳細図に示すように、そぎ落としした領域とR31のパッドの間にR32を取り付けます。

- R31用の未使用PCBパッドの上に絶縁テープを貼り付けます。詳細図に示すように、R31のテープで覆われていないパッドと、R29のパッドの間に、R31 = 6.2 k Ω を取り付けます。

デモ・ボードには過電圧保護機能が内蔵されており、高電圧LEDアプリケーションを対象として当初は約57 Vに設定されています。より低い電圧で有効になるように、このスレッシュホールドを下げる必要があります。この結果、出力コンデンサが保護されません。

- D12 = 13 V ツェナー
- R24 = 1 k Ω

オンタイム・コンデンサC9は、最大出力電力を供給する最小ACライン入力電圧を制御します。飽和を回避し、この12 Vレベルでデモ・ボードのトランスを動作させるために、ピーク・トランス電流を小さくする必要があります。C9を470 pF素子に変更します。

この例では、デモ・ボード上にある既存のトランスを使用しました。仮に、新しいトランスを設計した場合は、入力電圧が200 Vacより十分低い状態で、18 Wで動作させることができます。入力電圧を最小90 Vacまで下げないように拡張することもできます。

コンバータの起動時間は、バイアス・コンデンサC8と起動抵抗で制御されます。このアプリケーションでは、起動抵抗R12とR13の値を大きくして、消費電力を減らし、効率を向上させます。その結果、コンバータの起動時間がある程度長くなります。

測定データは、305 Vacのときに効率率が目標値の0.95を上回っていること、入力電圧が264 Vac未満のときに効率率が0.97であることを示しています。Figure 5を参照してください。

ライン電圧の安定化曲線と効率曲線をFigure 6に示します。厳格な電圧安定化が実施され、入力が277 Vac以下のときは効率は84%を上回っています。

部品表をTable 3に示します。強調表示されている部品は、標準のデモ・ボードに対して変更を加える必要のある部品です。

設計の最適化

この電源の効率を向上させるいくつかのオプションがあります。標準のデモ・ボードのトランスが、12 Vを上回る動作を想定して設計されたものです。NCL30000 Design Worksheetの値は、特定のアプリケーション固有のものですが、これらの値を入力することもできます。巻線比とワイヤ・サイズを変更すると、ピーク電流を小さくして、効率を向上させることができます。

もう1つの省電力オプションは、出力レクティファイヤによる損失を小さくすることです。このデザイン・ノートで推奨するショットキ・レクティファイヤを使用すると、標準のレクティファイヤより損失が小さくなりますが、DN05035/Dで示す概要に似た同期レクティファイヤのアプローチを採用すると、さらに効率が向上する可能性があります。

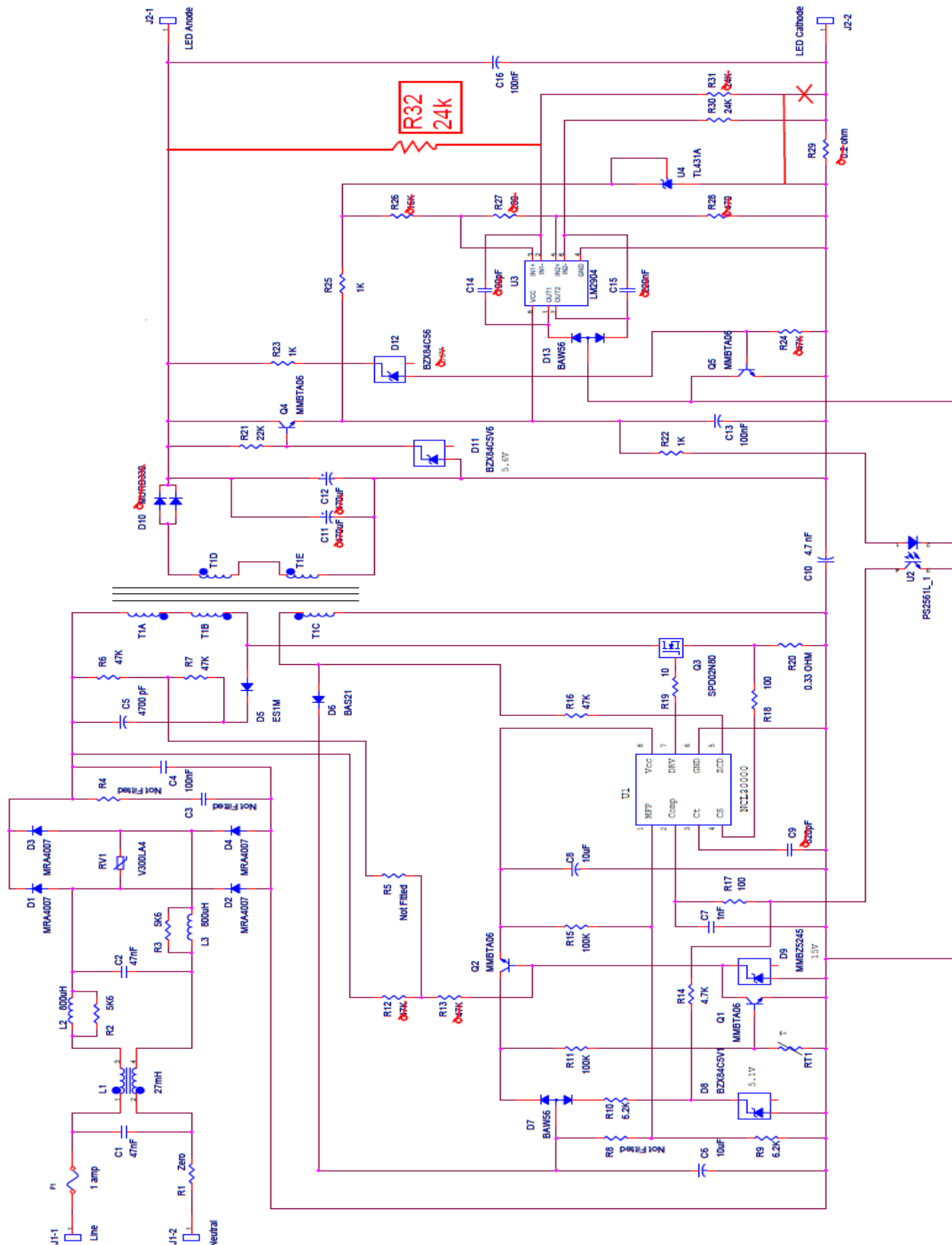


Figure 2. Marked Up Schematic

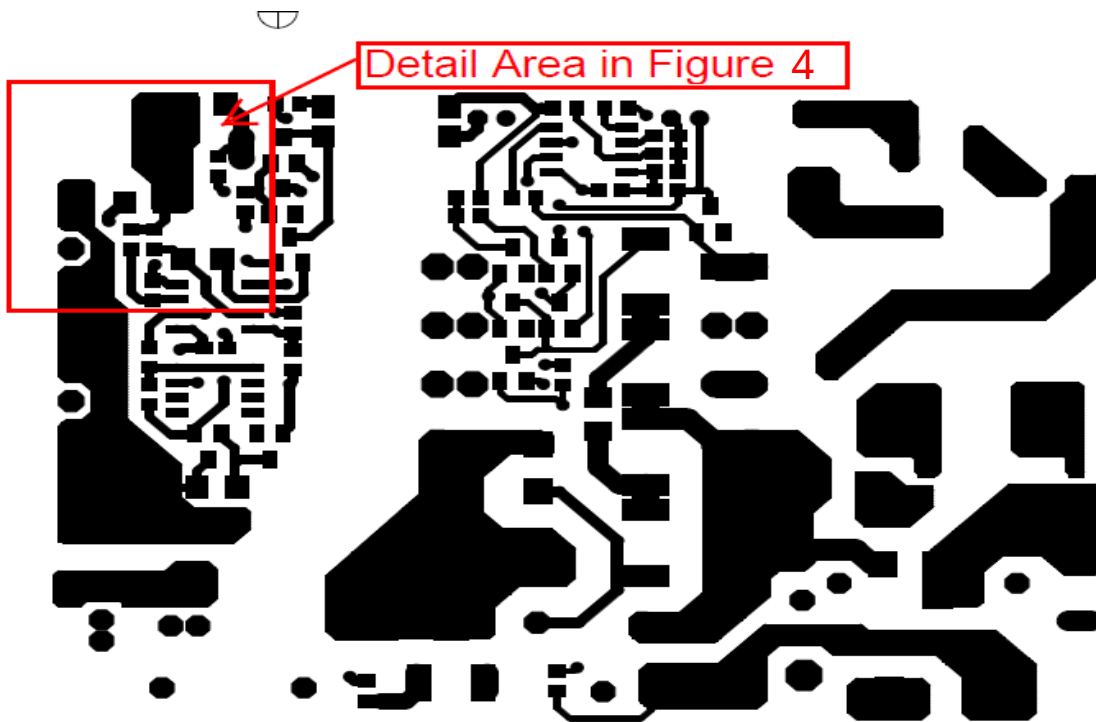


Figure 3. Demo Board Bottom Side Copper

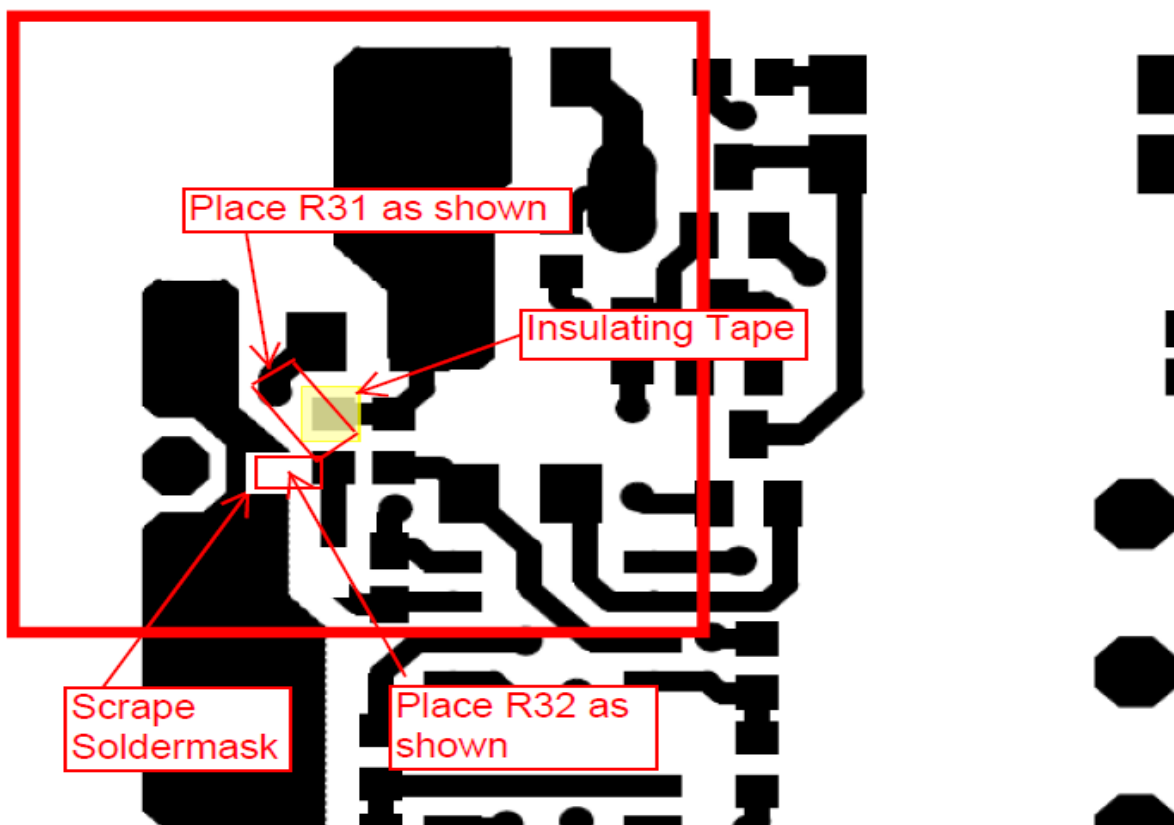


Figure 4. Detail of Rework Area in Figure 3

DN05050/D

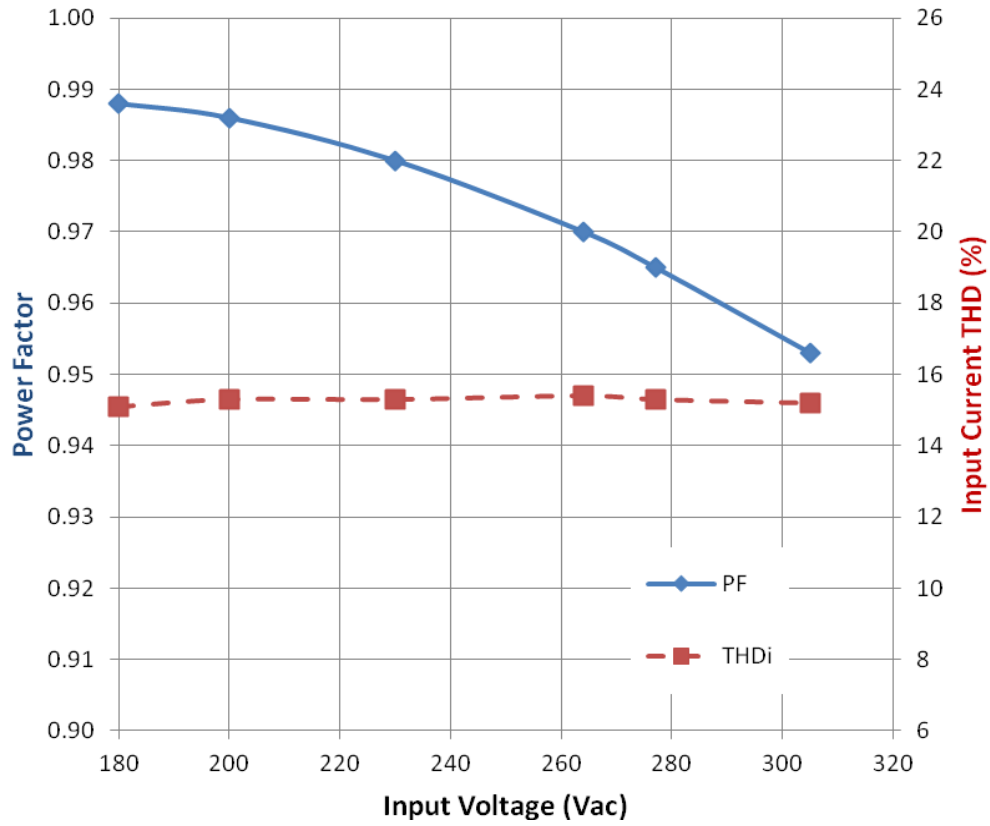


Figure 5. Power Factor and THDi

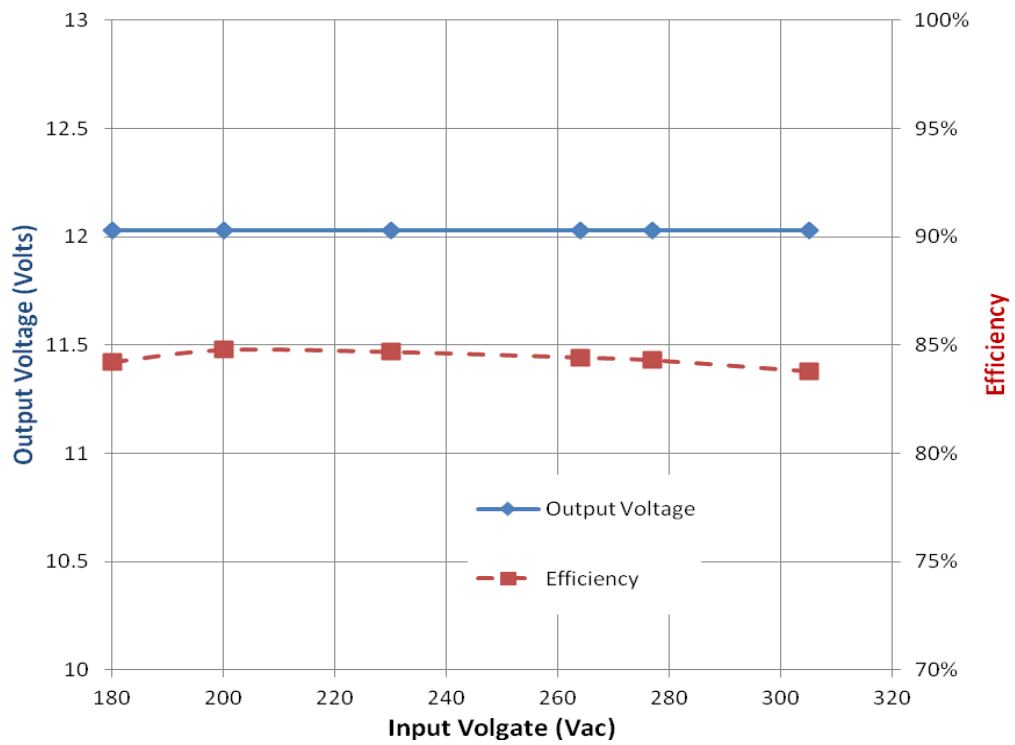


Figure 6. Current Regulation and Efficiency

Table 3. BILL OF MATERIALS (Changes to Demo Board Highlighted)

Designator	Value	Description	Footprint	Manufacturer	Part Number
C1, C2	47 nF	300 VAC X1 Polyester Film	Box	Panasonic	ECQ-U3A473MG
C3		Not Fitted			
C4	100 nF	300 VAC Polyester Film	Box	Panasonic	ECQ-U3A104MG
C5	4,700 pF	Ceramic 2000 V Y5U	Radial Disc	AVX	5SS472SBHCA
C6, C8	10 µF	50 V Electrolytic, 5 mm dia	Radial	Panasonic	EEU-EB1H100S
C7	1 nF	50 V Ceramic X7R	0603 SMD	Panasonic	ECJ-1VB1H102K
C9	470 pF	50 V Ceramic C0G, NPO	0603 SMD	Murata	GRM1885C1H471JA01D
C10	4.7 nF	250 VAC Y5U X1Y1 (LS = 10 mm)	Radial	Panasonic	CD16-E2GA472MYNS
C11, C12	1,500 µF	16 V Aluminum Electrolytic	Radial	United Chemi-Con	EKZE160ELL152MK20S
C13	100 nF	25 V Ceramic X7R	0603 SMD	Panasonic	ECJ-1VB1E104K
C14	1 µF	16 V Ceramic X7R	0603 SMD	TDK	C1608X7R1C105M080AC
C15	100 pF	50 V Ceramic NPO	1206 SMD	Kemet	C1206C101K5GACTU
C16	100 nF	100 V Ceramic X7R	1206 SMD	Panasonic	ECJ-3YB2A104K
D1, D2, D3, D4	MRA4007	Rectifier, 1000 V, 1 A	SMA	ON Semiconductor	MRA4007T3
D5	ES1M	Fast Rectifier 1 A, 1000 V	SMA	Micro Commercial	ES1M
D6	BAS21	250 V, 200 mA	SOT23	ON Semiconductor	BAS21LT1G
D7, D13	BAW56	70 V, 200 mA	SOT23	ON Semiconductor	BAW56LT1G
D8	BZX84C5V1	5.1 V ZENER	SOT23	ON Semiconductor	BZX84C5V1LT1G
D9	MMBZ5245	15 V ZENER	SOT23	ON Semiconductor	MMBZ5245BLT1
D10	NTSJ20100	Schottky, 100 V, 20 A	TO-220	ON Semiconductor	NTSJ20100CTG
D11	BZX84C5V6	5.6 V ZENER	SOT23	ON Semiconductor	BZX84C5V6LT1G
D12	BZX84C13	13 V ZENER	SOT23	ON Semiconductor	BZX84C13ET1G
F1	-	Slow Blow 1 A TE5 Series	Axial	Littelfuse	3691100044
J1, J2	-	Screw Connector (0.2" Pitch)	Through Hole	Weidmuller	1716020000
L1	27 mH	Common Mode Choke	Through Hole	Wurth Midcom	7446620027
L2, L3	800 µH	Shielded Radial Inductor	Through Hole	Renco	RL-8054-3-821KR38-S
Q1, Q2, Q4, Q5	MMBTA06	NPN, 80 V, 500 mA	SOT23	ON Semiconductor	MMBTA06LT1G
Q3	SPD02N80	N-channel 800 V, 2 A	DPAK	Infineon	SPD02N80C3
R1	0 Ω	Wire Jumper	-	-	-
R2, R3	5K6	1/10 W	0603 SMD	Panasonic	ERJ-3GEYJ562V
R4, R5		Not Fitted			
R6, R7	47K	1/4 W	1206 SMD	Panasonic	ERJ-8GEYJ473V
R11, R15	100K	1/10 W	0603 SMD	Panasonic	ERJ-3EKF1003V
R12, R13	100K	1/4 W	1206 SMD	Panasonic	ERJ-8GEYJ104V
R9, R10	6K2	1/10 W	0603 SMD	Panasonic	ERJ-3EKF6201V
R14	4K7	1/10 W	0603 SMD	Panasonic	ERJ-3EKF4701V
R16	47K	1/10 W	0603 SMD	Panasonic	ERJ-3EKF4702V
R24	1K	1/10 W	0603 SMD	Panasonic	ERJ-3EKF1001V
R17, R18	100	1/10 W	0603 SMD	Panasonic	ERJ-3EKF1000V
R19	10	1/10 W	0603 SMD	Panasonic	ERJ-3EKF10R0V
R20	0.33	1 W	Axial	Yageo	FMP100JR-52-0R33
R21	22K	1/4 W	1206 SMD	Panasonic	ERJ-8GEYJ223V
R22, R23, R25	1K	1/10 W	0603 SMD	Panasonic	ERJ-3EKF1001V

Table 3. BILL OF MATERIALS (Changes to Demo Board Highlighted) (continued)

Designator	Value	Description	Footprint	Manufacturer	Part Number
R26	0	1/10 W	0603 SMD	Panasonic	ERJ-3GEY0R00V
R27	3K3	1/10 W	0603 SMD	Panasonic	ERJ-3EKF3300V
R28	160	1/10 W	0603 SMD	Panasonic	ERJ-3EKF1600V
R29	0.1	1/4 W	1206 SMD	Rohm Semi	MCR18EZHFLR100
R29A	0.1	1/4 W	1206 SMD	Rohm Semi	MCR18EZHFLR100
R30	24K	1/10 W	0603 SMD	Panasonic	ERJ-3EKF2402V
R31	6K2	1/4 W	1206 SMD	Panasonic	ERJ-8ENF6201V
R32	24K	1/10 W	0603 SMD	Panasonic	ERJ-3EKF2402V
RT1	PRF21BC	PTC 470 OHM 85C	0603 SMD	Murata	PRF18BE471QB1RB
RV1	V300LA4P	300 V 25 Joule (LS = 7 mm)	Radial	Littelfuse	V300LA4P
U1	NCL30000	Single Stage PFC LED Driver	SOIC8	ON Semiconductor	NCL30000DR2G
U2	PS2561L_1	80 V, 50 mA	SMT4	NEC Electronics	PS2561L-1
U3	LM2904	Dual Op Amp	SOIC8	ON Semiconductor	LM2904DR2G
U4	TL431A	Programmable Reference	SOIC8	ON Semiconductor	TL431ACDG
T1	XFMR	Transformer, EFD25, 18 W	EFD25	Würth Midcom	750313431

ON Semiconductor及びONのロゴはSemiconductor Components Industries, LLC (SCILLC) の登録商標です。SCILLCは特許、商標、著作権、トレードシークレット(営業秘密)と他の知的所有権に対する権利を保有します。SCILLCの製品/特許の適用対象リストについては、以下のリンクからご覧いただけます。www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf。SCILLCは通告なしで、本書記載の製品の変更を行うことがあります。SCILLCは、いかなる特定の目的での製品の適合性について保証しておらず、また、お客様の製品において回路の応用や使用から生じた責任、特に、直接的、間接的、偶発的な損害に対して、いかなる責任も負うことはできません。SCILLCデータシートや仕様書に示される可能性のある「標準的」パラメータは、アプリケーションによっては異なることもあり、実際の性能も時間の経過により変化する可能性があります。「標準的」パラメータを含むすべての動作パラメータは、ご使用になるアプリケーションに応じて、お客様の専門技術者において十分検証されるようお願い致します。SCILLCは、その特許権やその他の権利の下、いかなるライセンスも許諾しません。SCILLC製品は、人体への外科的移植を目的とするシステムへの使用、生命維持を目的としたアプリケーション、また、SCILLC製品の不具合による死傷等の事故が起こり得るようなアプリケーションなどへの使用を意図した設計はされておらず、また、これらを使用対象としておりません。お客様が、このような意図されたものではない、許可されていないアプリケーション用にSCILLC製品を購入または使用した場合、たとえ、SCILLCがその部品の設計または製造に関して過失があったと主張されたとしても、そのような意図せぬ使用、また未許可の使用に関連した死傷等から、直接、又は間接的に生じるすべてのクレーム、費用、損害、経費、および弁護士料などを、お客様の責任において補償をお願いいたします。また、SCILLCとその役員、従業員、子会社、関連会社、代理店に対して、いかなる損害も与えないものとします。SCILLCは雇用機会均等/差別撤廃雇用主です。この資料は適用されるあらゆる著作権法の対象となっており、いかなる方法によっても再販することはできません。

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT:

Literature Distribution Center for ON Semiconductor
P.O. Box 5163, Denver, Colorado 80217 USA
Phone: 303-675-2175 or 800-344-3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303-675-2176 or 800-344-3867 Toll Free USA/Canada
Email: orderlit@onsemi.com

N. American Technical Support: 800-282-9855 Toll Free
USA/Canada
Europe, Middle East and Africa Technical Support:
Phone: 421 33 790 2910
Japan Customer Focus Center
Phone: 81-3-5817-1050

ON Semiconductor Website: www.onsemi.com

Order Literature: <http://www.onsemi.com/orderlit>

For additional information, please contact your local Sales Representative