



## 小型90-135 Vac Hi-PFブーストLEDドライバ

### DESIGN NOTE

**Table 1. DEVICE DETAILS**

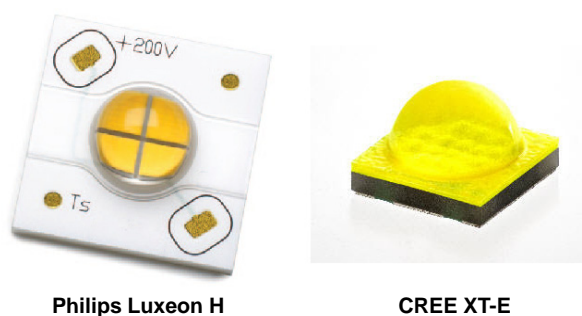
Device	Application	Input Voltage	Output Power	Topology	I/O Isolation
NCP1075 + NCP4328A	LED Driver	90 – 135 Vac	Up to 9 W	Boost	Non-isolated

**Table 2. OTHER SPECIFICATIONS**

Constant Current Output	30 mA
Nominal Voltage	220 Vdc
Maximum Voltage	250 Vdc
Minimum Voltage	200 Vdc
Typical Power Factor	0.98
Typical THDi	11%
Typical Efficiency	90%
Startup Time	< 20 msec

#### 回路の説明

高電圧LEDは人気が高まっており、現在ではCREE社やPhilips-Lumileds社などの複数のLEDメーカから入手できます(Figure 1参照)。これらのパッケージLEDの標準順方向電圧は24~>200 V超となっています。



Philips Luxeon H

CREE XT-E

**Figure 1. Example High Voltage LED Products**

これらのタイプのLED開発は、一つにはAC主電源電圧からLEDストリング電圧への電力変換の改善およびドライバ回路の簡素化を念頭に推進されてきました。実際のところ、ダイオード・ブリッジとリニア・レギュレータで非常にシンプルな回路を実現できるため、場合によっては「ドライバレス」として宣伝されてきました。このアプローチには欠点がいくつかあります。LEDは、入力電圧がLEDの順方向

電圧以下のとき、各ライン・サイクルの一部でオフになるため、目的のルーメン出力を生成するにはより多くのLEDが必要です。また、LEDランプでは100/120 Hzでリップル率が100%を超えます。ヒューマン・パフォーマンスに与える低周波リップルの影響は、照明の世界では新しい問題ではなく、この影響を調査して、LED光源のフリッカ量に対する許容可能なガイドラインを設定する作業が行われています。LED光源にはフィラメント電球が有する光学的持続性がないため、フリッカ量により敏感です。詳細は次のウェブサイトを確認できます。

(<http://www.lrc.rpi.edu/programs/solidstate/assist/flicker.asp>)

順方向電圧 $V_F$ がピークAC電圧よりも大きくなるようにLEDストリングを構成できる場合は、LEDの駆動にブースト・トポロジを使用する機会が得られます。出力電圧は印加されるAC入力電圧のピーク値よりも高くなければなりません。これはこのブースト・コンバータ・アプリケーションに適した最小LED電圧が、 $135 \text{ Vac} \times \sqrt{2} = 191 \text{ Vdc}$ であることを意味します。

ブースト・コンバータは高い力率と低いTHDを提供し、LEDの順方向電圧およびライン変動に関係なく正確な電流安定化を行い、リップル問題に対処できるため、希望のルーメン出力を得るのに、より多くのLED(またはLED面積)を使用して設計する必要はありません。多くの低電力LEDを配置して必要な

高電圧を達成することもできます。これは特に直管蛍光灯タイプなどの分散照明アプリケーションにとって魅力的です。

多くの高性能LEDドライバと同様に、提案されたブースト・コンバータは、入力ライン電圧範囲および温度変動を含むLED電圧の変動を補償する定出力電流を供給します。

このドライバの設計ガイドラインを次に示します。

- 入力範囲： 90～135 Vac
- 出力電流： 30 mA標準
- 出力電圧： 220 Vdc標準
- 効率： > 88%
- 力率： > 0.95
- オープン負荷保護

この設計は、省スペースSOT-223またはPDIP-7パッケージに、700 VのMOSFETを制御機能と共に集積したオン・セミコンダクターのNCP1075スイッチング・レギュレータをベースにしています。このモノリシック・ソリューションは、多くの保護機能に加えて、内部DSS (Dynamic Self-Supply)も備えており、外部バイアス部品を不要にしています。バイアス巻線が不要なので、ブースト・インダクタには低コストの市販のマグネチックを使用できます。

一般に、電流モード制御コンバータはアナログ乗算器を使用して、高い力率を実現する必要があります。この設計例では、シンプルなトランジスタ・フォロワが採用されており、コンバータはacラインのゼロ・クロス付近で流れる電流を低減します。この制御方式では、入力ダイオード・ブリッジの後に配置した小容量コンデンサと組み合わせて、印加されたacラインの電圧波形にライン電流が追従するようプログラムして、高い力率を提供します。

LED電流レギュレーションは、入力正弦波のゼロ・クロスからオン時間離れて変調することによって制御されます。高い力率コンバータでの電力転送の大部分は正弦波のピーク付近で発生し、ゼロ・クロス付近の特性とピーク付近の制御されたスイッチングのバランスを図り、高い力率と厳密なLED電流レギュレーションを提供します。

定電流制御はLED負荷と直列のセンス抵抗で実装されます。この抵抗の両端の電圧は、オン・セミコンダクターのNCP4328A、コンポ定電圧/定電流コントローラで処理されます。内部リファレンスは公称62.5 mVレベルを電流制御ループに供給し、1.250 Vを電圧制御ループに供給します。これらのアンプは内部で接続されており小型5ピンTSOPパッケージで供給され、1本の出力制御ピンを備えています。

このデュアル・コントローラの意義は、公称電源電流が105  $\mu$ Aと非常に低いことです。この低いレベルで、NCP1075のDynamic Self-Supplyはコントローラにもバイアス電源を供給することができます。バイアス回路網はフィルタ・コンデンサ並に簡素で、2つのデバイスはトレースで接続されます。

オープン負荷保護はNCP4328Aコントローラの別の半分で供給されます。高精度レギュレーションにより、精度の低い保護手法でよくある許容誤差の問題なしで、LEDの動作電圧をブースト・フィルタ・コンデンサの最大定格に近づけることができます。

このNCP1075設計の最大出力電力は、スイッチャのピーク電流制限、スイッチング周波数、最大オン時間により約9 Wに制限されます。インダクタは印加電圧とオン時間の関数としてピーク電流を決定します。この場合、2.2 mHでスイッチャ限界が満たされます。

選択したインダクタは飽和することなく400 mAのピーク電流をサポートしなければなりません。低電流のため巻線抵抗は重要な要素ではありませんが、最大動作温度を考慮する必要があります。小型PCB上で部品が近接しているため磁気結合が生じる可能性があり、EMIフィルタ・マグネチックがAC入力に不要なノイズを引き起こすおそれがあります。これらの磁気部品は結合が生じないように、できるだけ離す必要があります。BOMに示す部品のように磁気シールドされたブースト・インダクタで、EMI性能が改善される場合があります。

Q1がNCP1075のFB制御ピンを変調し、高い力率制御を提供します。Q1は整流されたAC入力の形状に基づく電圧フォロワとして動作し、ACゼロ・クロスでFBピンを“L”にプルダウンします。

NCP1075の最大電流はFBピンが約3.2 Vのときに発生します。R4とR5で形成される抵抗分割回路は、Q1のベースの電圧を設定し、FBピンに接続されたエミッタはダイオード1個の電圧降下分だけ高くなります。R4はQ1を駆動する低インピーダンスと最小浪費との間でバランスが取れる値が選択されます。280kでの浪費電力は100 mW未満で、これらの基準に適合します。この抵抗への電圧および電力ストレスのため、1206パッケージが必要です。コンバータに135 Vacが印加された状態で、3.2 Vレベルを満たすために、R5には3.9 k $\Omega$ が選択されています。

電流が目的の電力レベルを維持するように調整されている場合、この公称6.5ワット・ソリューションは広範なLED電圧をサポートします。218 Vの公称LEDストリング電圧を使用しているため、出力電流は公称30 mAです。

電圧センス抵抗R7の選択は、次のとおりリファレンス電圧を出力電流で除算するだけで簡単に求められます。

$$\begin{aligned} R7 &= V_{ref} / I_{out} \\ &= 0.0625 / 0.030 \\ &= 2.08 \Omega \text{ または } 2 \Omega \text{ を使用します。} \end{aligned}$$

小型部品サイズと良好なフィルタリングを維持するために、10  $\mu$ F 315 Vの出力フィルタ・コンデンサが選択されました。最大電圧ストレスを80%にデレーティングすると(正味最大252 V)、コンデンサの有用寿命が長くなります。長い動作寿命を持つ定格105°Cのコンデンサを選択しても信頼性が向上します。

抵抗分割回路は出力電圧をモニタし、浪費を最小限に抑えるのに使用され、上部抵抗R9には2 MΩが選択されます。電圧制御ループに1.250 Vのリファレンスがある場合、下部電圧分割回路の抵抗R10が次式に従うことを意味します。

$$\begin{aligned} R10 &= (V_{ref} \times R9) / (V_{out} \cdot V_{ref}) \\ &= (1.250 \times 2 \text{ M}\Omega) / (252 \cdot 1.250) \\ &= 9.97 \text{ k}\Omega \text{ または } 10 \text{ k}\Omega \text{ を使用します。} \end{aligned}$$

ダイオード・ブリッジの後にコンデンサが必要で、インダクタ充電電流のために高周波の低インピーダンスを提供します。理想的には、インダクタが充電し、EMIフィルタで減衰させる必要があるリップルを最小化するとき、このコンデンサでの電圧変化が最小になることです。ただし、このコンデンサは、高い力率を提供するために整流されたACライン電圧に追従しなければなりません。この電力レベルで、これらの要素間で良好なバランスがとれるのは100 nFです。

この設計は、市販の2個の小形ドラム・インダクタ、Xコンデンサ、過渡電圧サプレッサ、ヒューズで構成される入力フィルタによって補完されます。Xコンデンサとインダクタは、力率を低下させる過剰な浪費や無効電流なしで、減衰を提供しなければなりません。2個の1.5 mHインダクタと1個の47 nFのコンデンサがテストされ、放射要件に適合することが確認されました。

小型アキシャル・ヒューズで設計をコンパクトにでき、また1 A定格のためオープンしないでサージ電流をMOV過渡サプレッサに伝達するのに役立ちます。回路図をFigure 3に示します。

普及しているランプ・ベース・エンクロージャに収まるように設計された小型ボード形状をターゲットにして、試作ユニットが構築されました。EMIフィルタを保持している狭い部分はE27口金の内部に簡単に収まり、利用可能なすべての容積を使用できます。広い部分には高電圧出力コンデンサとブースト・インダクタが収納されます。

Figure 2に、サイズが0.95インチ × 1.365インチ (24 mm × 35 mm)のPCBの写真を示します。

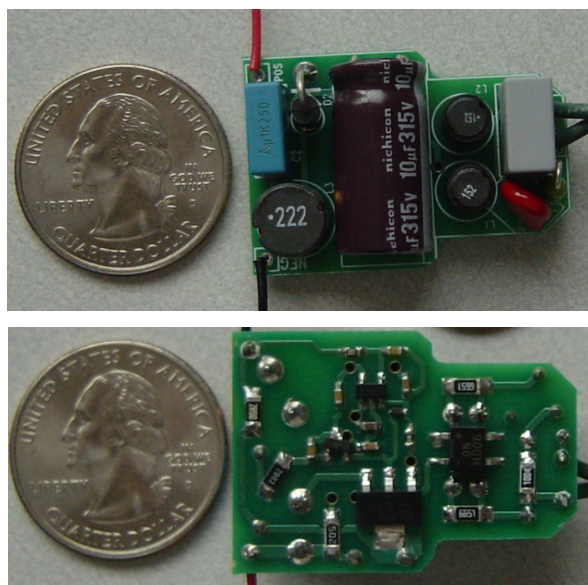


Figure 2. Demonstration Board

性能はFigure 4と5でハイライトされており、電流レギュレーション、効率、力率、THDを示しています。

伝導EMIプロファイルはCISPR22 Class B制限に適合します。シグネチャをFigure 6に、材料費をTable 3に示します。

この例では、90~135 Vacの入力範囲をサポートしていますが、この設計は必要に応じて日本の100 Vac主電源電圧に合わせてさらに最適化することができ、JIS61000-3-2 Class Cの高調波成分要件に適合します。

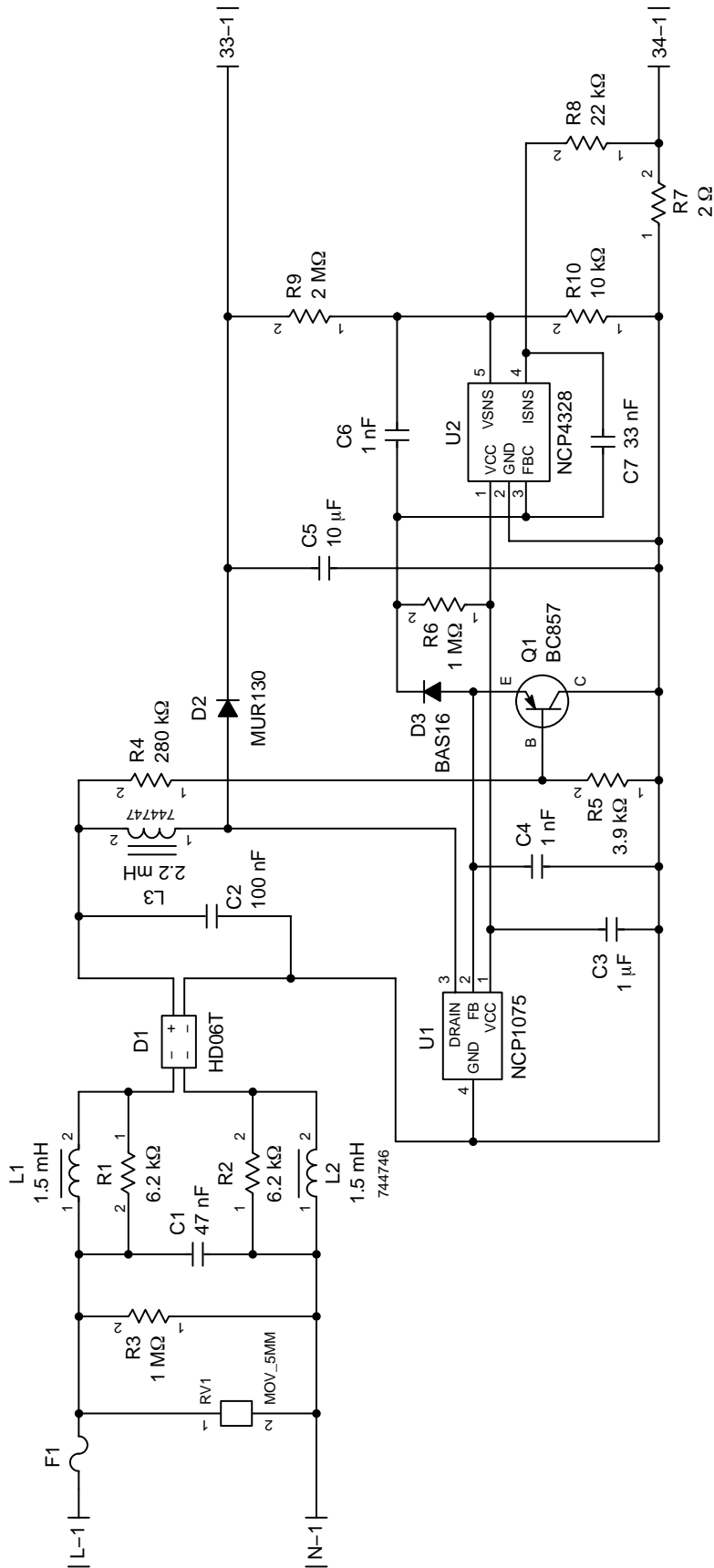


Figure 3. Schematic

# DN05055/D

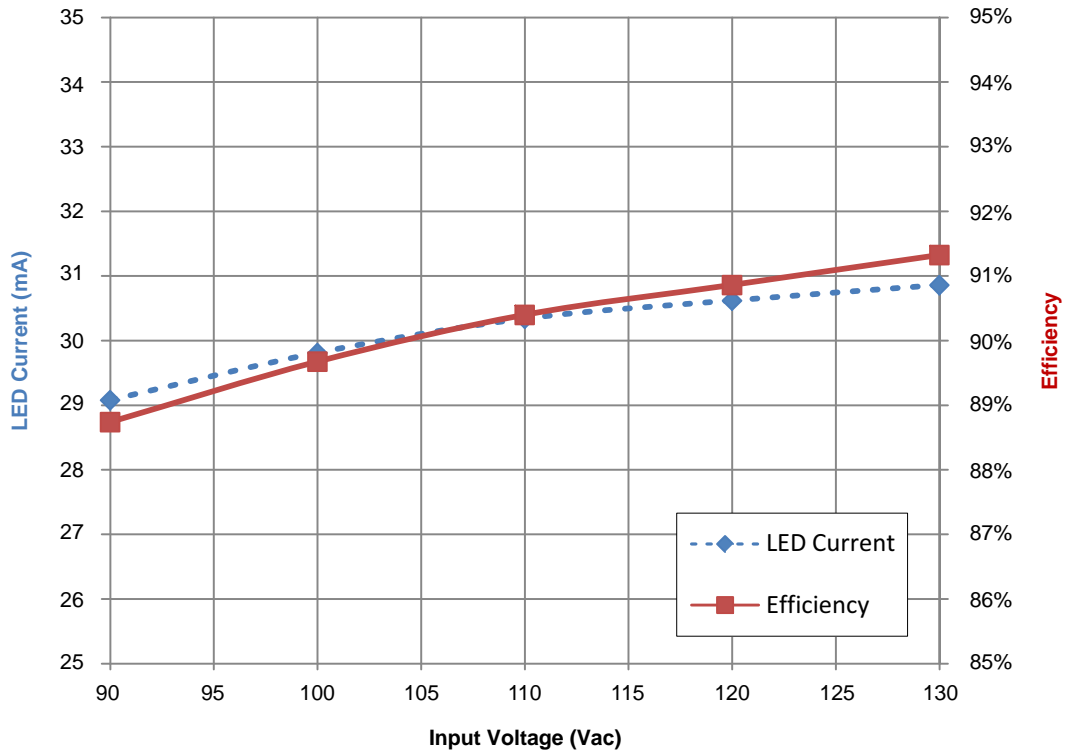


Figure 4. Current Regulation and Efficiency

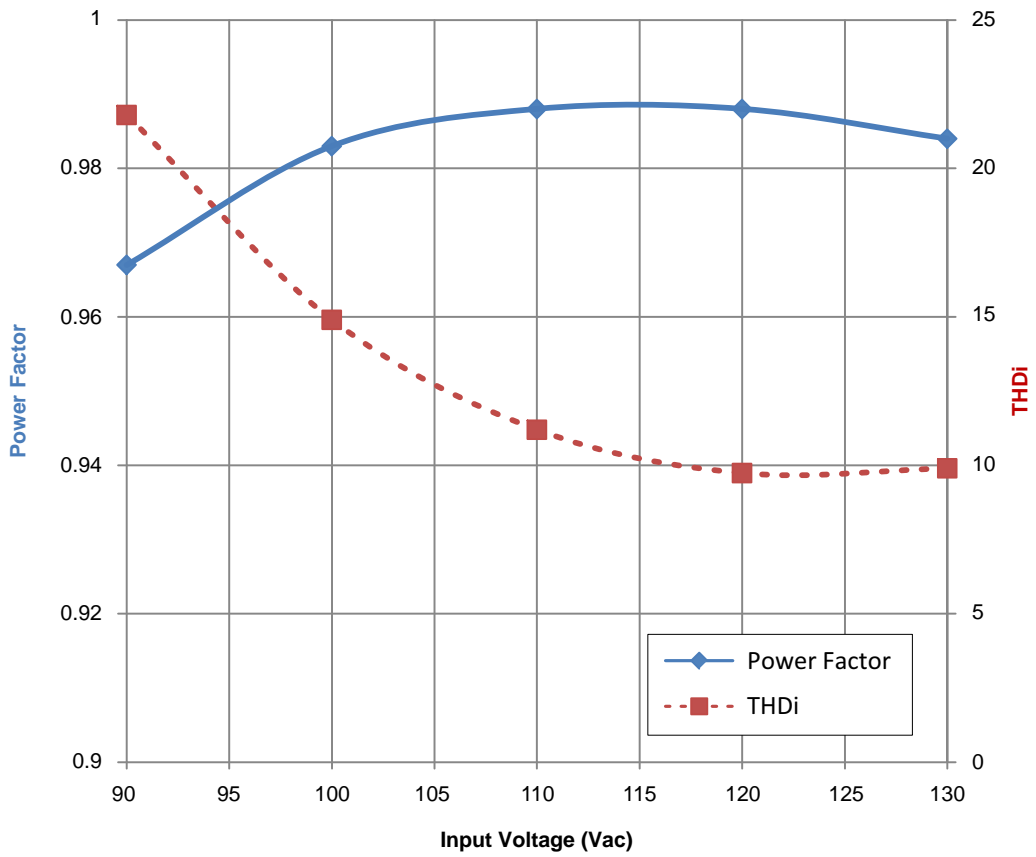


Figure 5. Power Factor and THD

# DN05055/D

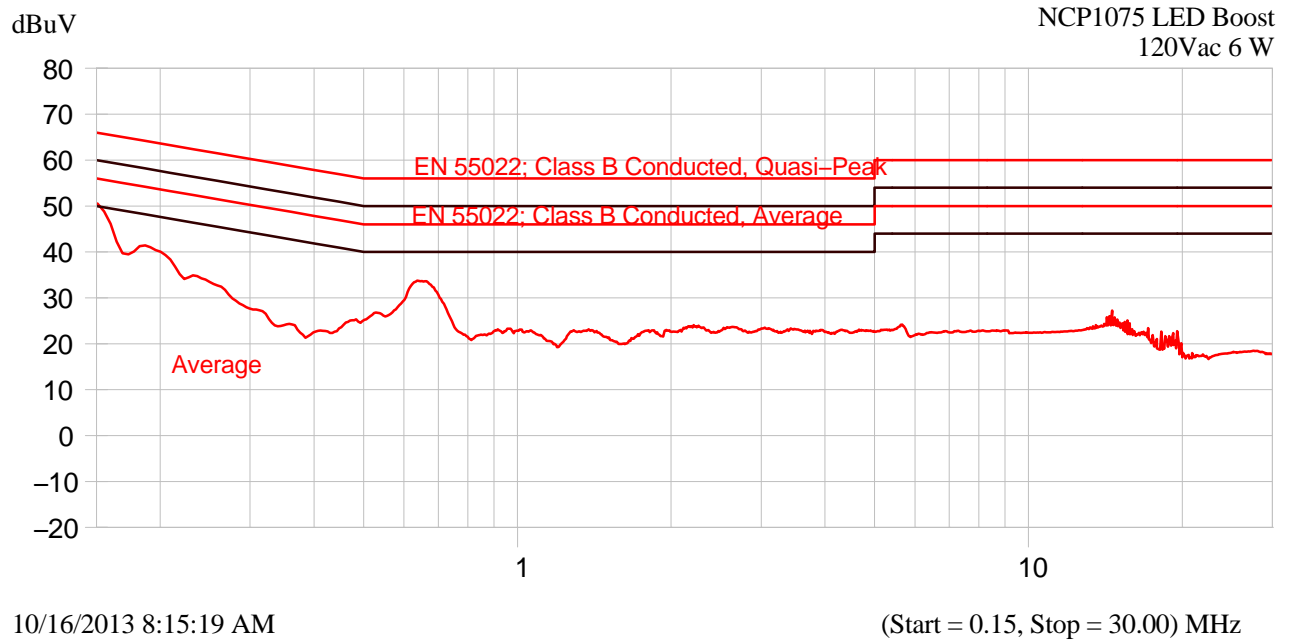


Figure 6. EMI Signature

# DN05055/D

**Table 3. BILL OF MATERIALS**

Ref	Qty	Type	Value	Description	Tolerance	Footprint	Manufacturer	Part Number
C1	1	Capacitor	47 nF	310 Vac Metallized Polyester	±5%	Box	Vishay	BFC233820473
C2	1	Capacitor	100 nF	250 Vdc Metallized Polyester	±10%	Box	Epcos	B32520C3104K
C3	1	Capacitor	1 µF	16 V Ceramic X7R	±10%	0603 SMD	TKD	C1608X7R1C105K080AC
C4, C6	2	Capacitor	1 nF	50 V Ceramic NPO	±10%	0603 SMD	TKD	C1608C0G1H102K080AA
C5	1	Capacitor	10 µF	315 V Electrolytic, 5000Hrs	±10%	Radial	Nichicon	UPW2F100MPD
C7	1	Capacitor	33 nF	50 V Ceramic X7R	±10%	0603 SMD	TKD	C1608X7R1H333K080AA
D1	1	Diode	HD06-T	Rectifier bridge, 600 V, 0.8 A	-	SMD	Diodes Inc.	HD06-T
D2	1	Diode	MUR130	300 V, 1 A	-	SMA	ON Semiconductor	MUR130RLG
D3	1	Diode	BAS16	100 V, 200 mA	-	SOD-523	ON Semiconductor	BAS16XV2T1G
F1	1	Fuse	1 A	PICO, FAST, 125 Vac	-	Axial	Littelfuse	Q251001.MXL
L1, L2	2	Inductor	1.5 mH	Drum Inductor, 0.19 A	±10%	Radial	Würth	7447462152
L3	1	Inductor	2.2 mH	Drum Inductor, 0.32 A	10%	Radial	Würth	7447471222
Q1	1	Transistor	PNP	65 V, 100 mA	-	SOT-23	ON Semiconductor	BC857BLT1G
R1, R2	2	Resistor	6.2 kΩ	1/4 W	5%	1206 SMD	Panasonic	ERJ-8GEYJ622V
R3	1	Resistor	1 MΩ	1/4 W	5%	1206 SMD	Panasonic	ERJ-8GEYJ105V
R4	1	Resistor	280 kΩ	1/4 W	1%	1206 SMD	Panasonic	ERJ-8ENF2803V
R5	1	Resistor	3.9 kΩ	1/10 W	1%	0603 SMD	Panasonic	ERJ-3EKF3901V
R6	1	Resistor	1 MΩ	1/10 W	1%	0603 SMD	Panasonic	ERJ-3EKF1004V
R7	1	Resistor	2 Ω	1/4 W	1%	1206 SMD	Vishay	CRCW12062R00FKEA
R8	1	Resistor	22 kΩ	1/10 W	1%	0603 SMD	Panasonic	ERJ-3EKF2202V
R9	1	Resistor	2 MΩ	1/4 W	1%	1206 SMD	Panasonic	ERJ-8ENF2004V
R10	1	Resistor	10 kΩ	1/10 W	1%	0603 SMD	Panasonic	ERJ-3EKF1002V
RV1	1	MOV	264 V	150 Vac, 7.0J Varistor	-	Disc	Littelfuse	V240ZA05P
U1	1	Controller	NCP1075	Switcher, 65 kHz	-	SOT-223	ON Semiconductor	NCP1075STAT3G
U2	1	Controller	NCP4328	Sec Side CV/CC Controller	-	TSOP6	ON Semiconductor	NCP4328ASNT1G

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](http://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](mailto: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](http://www.onsemi.com)

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

For additional information, please contact your local Sales Representative