

## 小電力、超広域AC入力範囲の 電気メータ用電源



ON Semiconductor®

[www.onsemi.jp](http://www.onsemi.jp)

### DESIGN NOTE

Table 1. DEVICE DETAILS

Device	Application	Input Voltage	Output Power	Topology	I/O Isolation
NCP1251	Smart Meters, Electric Meters	70 to 520 Vac	Up to 10 W	DCM Flyback	Isolated
Characteristic		Output Specification			
Output Voltage		12 Vdc			
Ripple		200 mV p/p @ Full Load			
Nominal Current		800 mA			
Max Current		1.0 A Maximum			
Min Current		Zero			
PFC (Yes/No)		No, (Pout < 25 W)			
Minimum Efficiency		See Efficiency Plots Below			
Inrush Limiting/Fuse		Inrush Resistor (R1)			
Operating Temp. Range		0 to +60°C (Dependent on Q1 Heatsinking)			
Cooling Method/Supply Orientation		Convection			
Signal Level Control		None			

#### 回路の説明

このデザイン・ノートでは、ACライン電圧からの絶縁が必須で、入力電圧範囲が非常に広い電気メータ、スマート・グリッドや類似の産業用アプリケーションを対象にした、簡潔で小電力(10 W以下)、超広域AC入力範囲の定電圧電源について説明します。

この電源は、不連続導通モード(DCM)で動作する簡潔なフライバック・コンバータ・トポロジです。コンバータは1.5 kV定格のMOSFET(Q1)を活用して、きわめて広いAC入力範囲に対応します。オン・セミコンダクター・デザイン・ノート [DN05012](#) に記載される類似製品NCP1251を使用した汎用AC入力バージョン(85~270 Vac)回路に比べると、超広域入力範囲設計が採用されているために、全体的な効率はそれ以下です。

このデザイン・ノートでは、12 V、1 A電源向けの全体の回路とトランス設計の詳細を示します。R12、R16、D8、C10の値(または定格値)とT1の2次側巻線数を変更すると、3.3~28 Vdcの範囲で他の出力電圧も容易に実装できます。NCP1251Bの制御回

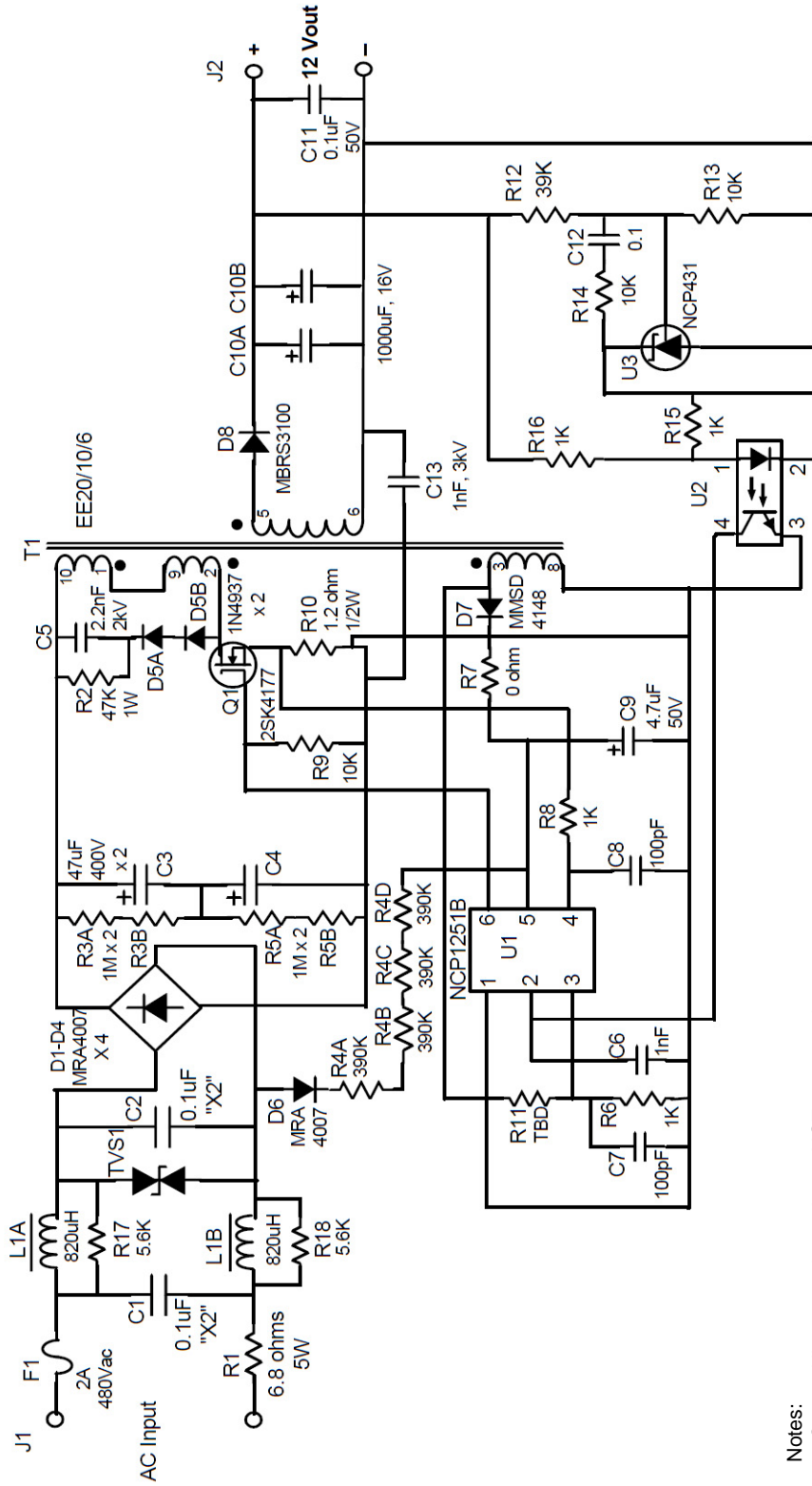
路は、過電力補償(R11)と、過電流保護および過電圧保護を実現します。また、接触型EMIに対するFCC Level Bに適合する入力EMIフィルタも用意されています。SPICEを使用した入力フィルタのシミュレーションでも、入力の両端にオプションのTVSデバイス(TVS1)を実装して、雷による過渡に対する保護を実現できることを示しています。

効率、出力リップル、ホールドアップ時間、EMI、スイッチング特性に関する性能特性を、以下の図に示します。

#### 主な特長

- 超広域AC入力範囲(70~520 Vac)、1.5 kV定格のMOSFET(Q1)を採用
- 入力フィルタ( $\pi$ ネットワーク)を採用し、導通型EMIの減衰と入力過渡に対する保護を実現
- 非常に小さい静止時消費電力
- 各種出力電圧に合わせて容易に構成可能な2次側回路
- 固有の過電流保護と過電圧保護、およびオプションの過電力補償

CIRCUIT SCHEMATIC



- Notes:
1. Crossed lines on schematic are NOT connected.
  2. U2 is NEC PS2561L-1 or equivalent optocoupler (CTR > 50%)
  3. R1 is for inrush limiting – use wire wound resistor for high joule rating.
  4. L1A/L1B are Coilcraft RFB0810-821L inductors (820  $\mu$ H, 500 mA).
  5. Output cap (C10) is radial lead, low impedance type (UCC LXV series or similar).
  6. R11 is output power compensation resistor.
  7. TVS1 is optional transient voltage suppressor for lightning protection.
  8. C1 and C2 are 480 Vac rated "X" capacitors for ultra-wide AC input.
  9. See drawing for T1 details.

10 W NCP1251 Power Supply with Ultra Wide AC Input

## 12 V Transformer Design

Project/Customer: ON Semiconductor – 12 W, 12 Vout NCP1251 Flyback

Part Description: Flyback Transformer, 12 Vout (Würth Electronics part # 750312495)

Schematic ID: T1

Core Type: EE20/10/6 Ferrite Core; 3C90 Material or Similar

Core Gap: Gap for  $190 \pm 200 \mu\text{H}$  across Primary A (Pins 1 – 10)

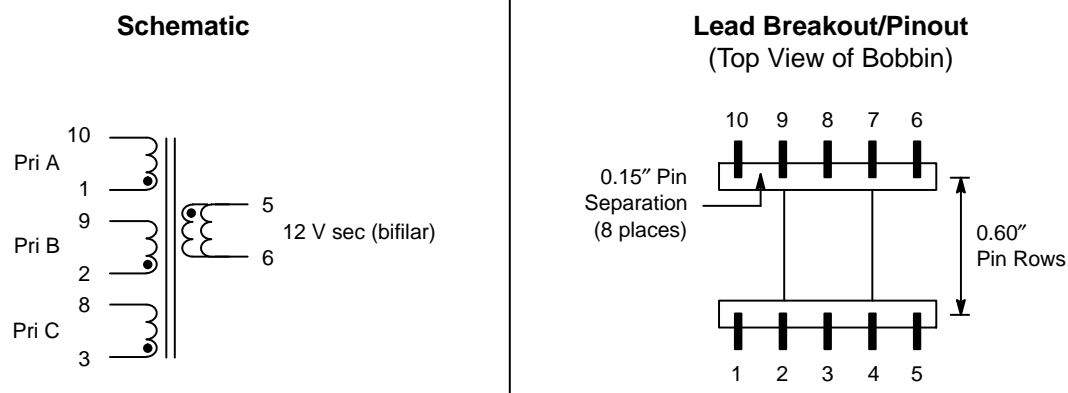
Inductance:  $750 \mu\text{H}$  Total ( $\pm 5\%$ ) Measured from Pin 1 to Pin 9 with Pins 2 and 10 Connected

Bobbin Type: 10 Pin Horizontal Mount for EE20/10/6

### Windings (in order):

Winding #/Type	Turns/Material/Gauge/Insulation Data
Primary A (1 – 10)	30T of #28HN over 1 layer (25 TPL). Insulate for 1 kV to next winding. Self leads to pins.
Vcc (3 – 8)	7 turns of #28 HN over 1 layer, spiral wound over primary A. Self leads to pins. Insulate to 1 kV to next winding with tape.
12 V Secondary (5 – 6)	6 turns bifilar of #24 triple insulated wire over one. layer (two strands). Self leads to pins. (Note: #26 is also acceptable here if the fit is too tight for one layer)
Primary B (2 – 9)	Same as Primary A. Insulate with tape and self-leads to pins.

Hipot: 3 kV from primaries & Vcc to secondary for 1 minute.



A 5 Vout version of this transformer is available on request.

# DN05017/D

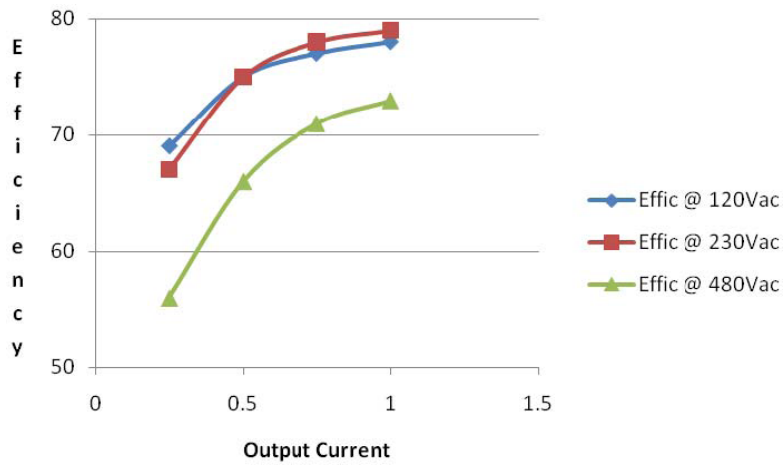


Figure 1. Efficiency Plots

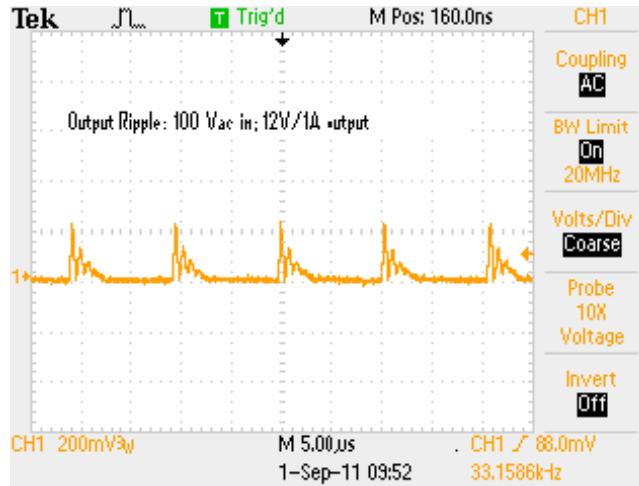


Figure 2. Full Load Output Ripple (100 Vac Input)

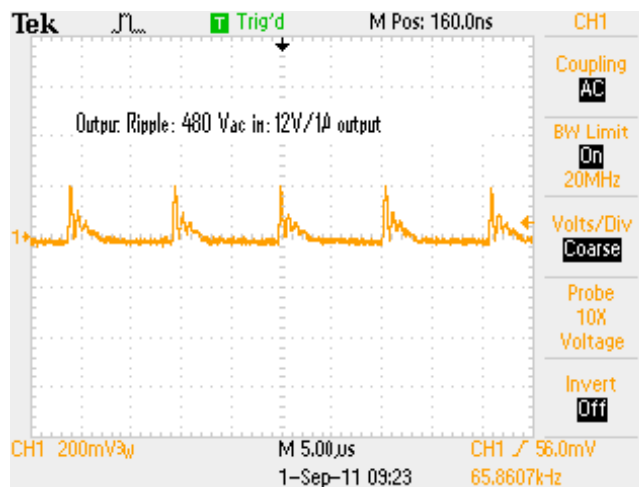


Figure 3. Full Load Output Ripple (480 Vac Input)

# DN05017/D

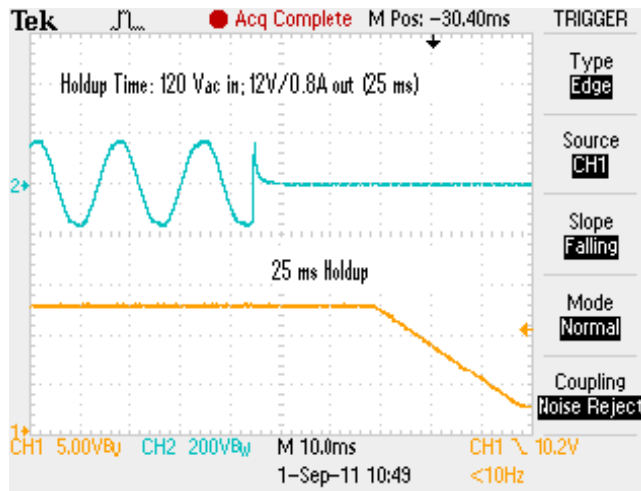


Figure 4. Full Load Hold-up Time at 120 Vac (10 W Output, C3/C4 = 47  $\mu$ F)

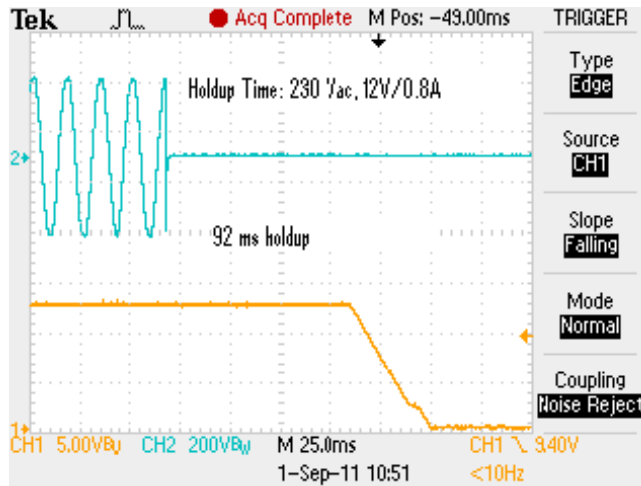


Figure 5. Full Load Hold-up Time at 230 Vac (10 W Output, C3/C4 = 47  $\mu$ F)

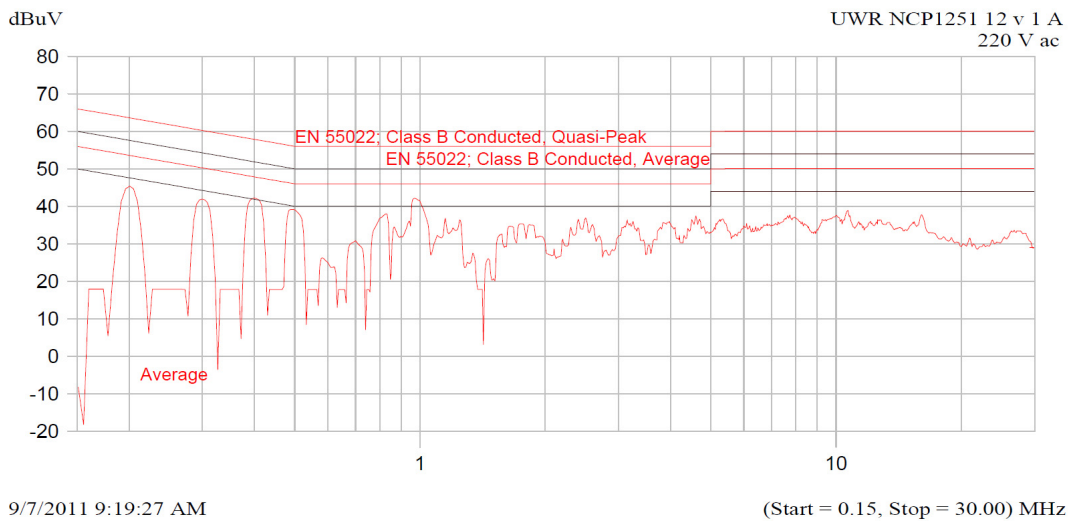


Figure 6. EMI Profile – Class B, Average (220 Vac Input, 10 W Output)

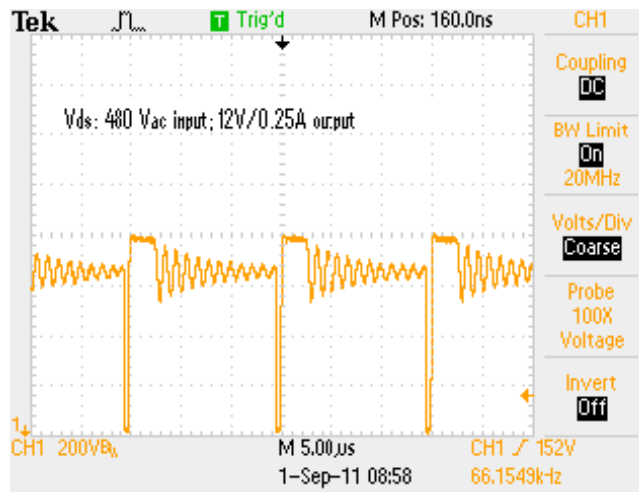


Figure 7. Q1 MOSFET Drain to Source Voltage Profile at 480 Vac Input (25% Rated Load)

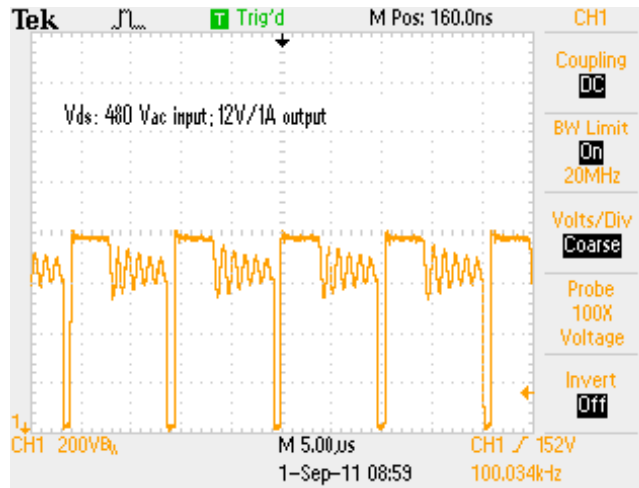


Figure 8. Q1 MOSFET Drain to Source Voltage Profile at 480 Vac Input (Full Load)

# DN05017/D

## BILL OF MATERIALS

**Table 2. BILL OF MATERIALS FOR 10 W, NCP1251 ULTRA-WIDE INPUT FLYBACK**

Designator	Qty	Description	Value	Tolerance	Footprint	Manufacturer	Manufacturer Part Number	Substitution Allowed
D8 (12 Vout)	1	Schottky Diode	3 A, 100 V		SMC	ON Semiconductor	MBRS3100T3G	No
D8 (5 Vout)	1	Schottky Diode	3 A, 60 V		SMC	ON Semiconductor	MBRS360T3G	No
Q1	1	MOSFET – 2SK4177	1 A, 1.5 kV		DKPAK	Sanyo/ ON Semiconductor	2SK4177	No
D1, D2, D3, D4, D6	5	Diode – 60 Hz	1 A, 1 kV		SMA	ON Semiconductor	MRA4007	No
D5A, D5B	2	Diode – Fast Recov.	1 A, 600 V		Axial Lead	ON Semiconductor	1N4937	No
D7	1	Signal Diode	100 mA, 100 V		SOD-123	ON Semiconductor	MMSD4148A	No
U3	1	Programmable Zener	2.5 V		SOIC8/ SOT23	ON Semiconductor	NCP431A	No
U2	1	Optocoupler	CTR >= 0.5		4-pin	Vishay or NEC	SFH6156A-4 or PS2561L-1	Yes
U1	1	Controller – NCP1251B			TSOP-6	ON Semiconductor	NCP1251B	No
C1, C2	2	“X2” Cap, Box Type	100 nF, 5200 Vac		7 x 16 x 26.5 mm; LS = 22.5 mm	Kemet	474N31000001M	Yes
C13	1	Y1 Cap – Ceramic Disc	1 nF, 3 kV		LS = 7.5 mm	Rifa, Wima		Yes
C5	1	Ceramic Cap, Disc	2.2 nF, 2 kV	5%	LS = 7.5 mm	Rifa, Wima	TBD	Yes
C6	1	Ceramic Cap, Disc	1 nF, 50 V	10%	1206	AVX, Murata	TBD	Yes
C11, C12	2	Ceramic Cap, Disc	100 nF, 50 V	10%	1206	AVX, Murata	TBD	Yes
C7, C8	2	Ceramic Cap, Disc	100 pF, 50 V	5%	1206	AVX, Murata	TBD	Yes
C3, C4	2	Electrolytic Cap	47 μF, 400 V	10%	LS = 7.5 mm, D = 16 mm	UCC, Panasonic	TBD	Yes
C9	1	Electrolytic Cap	4.7 μF, 50 Vdc	10%	LS = 2.5 mm, D = 6.3 mm	UCC, Panasonic	TBD	Yes
C10A, C10B	2	Electrolytic Cap	1000 μF, 16 V	10%	LS = 5 mm, D = 12.5 mm	UCC, Panasonic	TBD	Yes
(5 Vout)	2	Electrolytic Cap	3300 μF, 6.3 V	10%	LS = 5 mm, D = 12.5 mm	UCC, Panasonic	TBD	Yes
R1	1	Resistor, 5 W, Wire Wound	6.8 Ω, 5 W	10%	LS = 7.5 mm, D = 7 mm	Ohmite, Dale	TBD	Yes
R2	1	Resistor, 1 W, Metal Film	47 kΩ, 1 W	10%	Axial Lead; LS = 25 mm	Ohmite, Dale	TBD	Yes
R10	1	Resistor, 1/2 W Metal Film	1.2 Ω, 1/2 W	10%	Axial Lead; LS = 12.5 mm	Ohmite, Dale	TBD	Yes
R6, R8, R15, R16	4	Resistor, 1/4 W SMD	1 kΩ	1%	SMD 1206	AVX, Vishay, Dale	TBD	Yes
R4A, R4B, R4C, R4D	4	Resistor, 1/4 W SMD	390 kΩ	5%	SMD 1206	AVX, Vishay, Dale	TBD	Yes
R3A/B, R5A/B	4	Resistor, 1/4 W SMD	1 MΩ	5%	SMD 1206	AVX, Vishay, Dale	TBD	Yes
R11	1	Resistor, 1/4 W SMD	TBD	1%	SMD 1206	AVX, Vishay, Dale	TBD	Yes
R7	1	Resistor, 1/4 W SMD	0 Ω	1%	SMD 1206	AVX, Vishay, Dale	TBD	Yes
R9, R13, R14	3	Resistor, 1/4 W SMD	10 kΩ	1%	SMD 1206	AVX, Vishay, Dale	TBD	Yes
R12 (12 Vout)	1	Resistor, 1/4 W SMD	39 kΩ	5%	SMD 1206	AVX, Vishay, Dale	TBD	Yes
R12 (5 Vout)	1	Resistor, 1/4 W SMD	10 kΩ	1%	SMD 1206	AVX, Vishay, Dale	TBD	Yes
R17, R18	2	Resistor, 1/4 W SMD	5.6 kΩ	5%	SMD 1206	AVX, Vishay, Dale	TBD	Yes
F1	1	Fuse, TR-5 Style	2 A		TR-5, LS = 5 mm	Minifuse		Yes
L1A/B	2	Inductor (EMI Choke)	820 μH, 500 mA		Dia = 10mm, LS = 5mm	Coilcraft	RFB0810-1821L	Yes

# DN05017/D

**Table 2. BILL OF MATERIALS FOR 10 W, NCP1251 ULTRA-WIDE INPUT FLYBACK (continued)**

Designator	Qty	Description	Value	Tolerance	Footprint	Manufacturer	Manufacturer Part Number	Substitution Allowed
T1 (12 Vout)	1	Transformer	E20/10/6 Core		See Mag Drawing	Würth Magnetics	750312495	Yes
T1 (5 Vout)	1	Transformer	E20/10/6 Core		See Mag Drawing	Würth Magnetics	750312279	Yes
J1, J2	2	Screw Terminal			LS = 0.2"	DigiKey	# 281-1435-ND	Yes

NOTE: Grey indicates part change with Vout change

## 参考文献

- [1] ON Semiconductor Data Sheet for [NCP1251/D](#) Controller in TSOP6 Package.
- [2] ON Semiconductor Design Notes [DN05012/D](#), [DN05014JP/D](#).
- [3] ON Semiconductor Application Note [AND8489/D](#)

ON Semiconductor及びONのロゴはSemiconductor Components Industries, LLC (SCILLC) 若しくはその子会社の米国及び/または他の国における登録商標です。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