

15 W HVDCP Quick Charge™ 3.0互換CV/CC充電器



ON Semiconductor®

www.onsemi.jp

DESIGN NOTE

Table 1. DEVICE DETAILS

Device	Application	Input Voltage	Output Power	Topology	I/O Isolation
NCP4371AAC, NCP1361EABAY, NCP4305D	Quick Charge 3.0, Cell Phone, Laptop Charger	90 to 265 Vac	15 W Nominal	Flyback	Isolated (3 kV)

Parameter	Output Specification
Output Voltage	Nominal: 5.0 Vdc, Min: 3.6 Vdc, Max: 12 Vdc
Output Ripple	TBD @ Full Load
Max Output Current	2.0 A @ 5 Vdc, 1.25 A @ 12 Vdc
Min Output Current	0 A
Efficiency	See Efficiency Charts
Input Protection	Fuse
Operating Temp. Range	0°C to +50°C
Cooling Method	Passive Cooling
No-load Power Consumption	< 75 mW @ 90~265 Vac

はじめに

本デザイン・ノートでは、Qualcomm社のHVDCP (High Voltage Dedicated Charging Port) Quick Charge 3.0 Class A仕様と互換性のある、15 W、ACコンセント接続・絶縁型疑似共振フライバック・コンバータについて説明します。このコンバータは3.6~12 Vdcの範囲の可変出力電圧を供給します。出力電圧範囲の全域で最大出力電力15 Wが維持されると同時に、最大出力電流は2.0 Aに制限されます。スマートフォンおよびタブレット用充電器として設計されています。

この回路には、オン・セミコンダクターの新製品NCP4371 Qualcomm Quick Charge 3.0コントローラ、NCP1361E疑似共振コントローラ、NCP4305同期整流コントローラを使用しています。

回路の説明

1. 入力回路：

入力回路は、ヒューズF1、単純なEMIフィルタ(コンデンサCX1、コモンモード・チョーク・コイルL1、差動モード・チョーク・コイルL4で構成)、ブリッジ整流器B1の3つのセクションで形成されます。

2. NCP1361EABAY制御回路：

NCP1361EABAYは、TSOP6パッケージに収納された6ピンの疑似共振コントローラです。V_s/ZCD端子により出力の過電圧保護(OVP)検知および低電圧保護(UVP)検知を行うことができ、それによって回路を追加しなくても、出力電圧の異常に対する保護機能が得られます。出力電圧のUVPレベルとOVPレベルは抵抗R18、R16で構成される分圧器で設定します。本デザインノートに掲載した回路は、V_{UVP} = 3.2 V、V_{OVP} = 15.0 Vに設定されています。

抵抗R14とR15は1次電流検知抵抗です。ターンオン・スパイクを除去するために、R12とC11で構成される小さなRCフィルタをCS端子と電流検知抵抗との間の信号経路に追加しました。

2次側コントローラからのレギュレーション情報は、フォトカプラを介して1次側に伝達され、さらにNCP1361EABAYのFB端子に入力されます。

1次側コントローラNCP1361EABAYには補助

巻線から電源が供給されます。補助巻線から供給される電圧は変動が大きいため、V_{CC}電源回路には、ツェナ・ダイオードD11、R26、小信号トランジスタBSS64Lで構成される電圧レギュレータが必要です。そうすれば、補助電圧が高くなってもコントローラは保護されます。R1とR2は高インピーダンスのスタートアップ抵抗です。

R3、R4、R5、C19でRCDクランプを形成して、Q1 MOSFETのドレイン電圧スパイクを抑えています。

3. NCP4371 Qualcomm QC3.0コントローラ：
NCP4371AACは、SOIC8パッケージに収納されたCV/CC(定電圧/定電流)コントローラです。このコントローラはコンバータの絶縁されている2次側に配置されます。Qualcomm QC3.0互換ポータブル・デバイスから送られる制御コマンドを受信してデコードすることが可能です。出力USBバス電圧は3.6~12.0 Vの範囲で調整できます。NCP4371AACコントローラは、DRIVE端子で駆動されるフォトカプラを介して1次側へ制御フィードバック信号を供給します。

R28、C20、C21は、定電圧レギュレーション・ループのための補償ネットワークを形成しています。R27は出力電流検知抵抗です。

R27での電圧降下がISNS入力端子で検知され、その電圧が出力電流レギュレーションに使用されます。R17、C12、C13は出力電流レギュレーションのための補償ネットワークを形成しています。

NCP4371は、VCC端子を介して放電するための内部放電回路を備えています。内部放電の強さが不足している場合は、DISCHARGE端子に接続した外付け放電抵抗R13を使用できます。V_{OUT}の低下要求を受信するか、またはUSBケーブルのアンプラグ・イベントが検出された場合は、出力コンデンサを放電する必要があります。

出力電流検知抵抗(R27)の値と、NCP4371の電流制限デバイス・オプションを選択することにより、最大出力電力と最大電流を個別に設定することができます。今回の設計では、電力プロファイルAと電流制限Cを選択しました。R27 = 11 mΩにしたので、以下の電力プロファイルが得られます。

Table 2. POWER PROFILE

V _{BUS}	I _{OUT(max)}	P _{OUT(max)}
12.0 V	1.25 A	15.0 W
9.0 V	1.67 A	15.0 W
5.0 V	2.00 A	10.0 W
3.6 V	2.00 A	7.2 W

最大出力電力は15.0 Wまで拡大される一方で、最大出力電流はUSB Type-Aコネクタの制限値である2.0 Aに制限されます。

4. NCP4305D同期整流コントローラ：
効率を上げるために、フライバック・トランスの2次電圧がNCP4305Dで整流されます。NCP4305Dは出力MOSFETトランジスタQ2での電圧降下を検知して、その電圧に応じてQ2をターンオンおよびターンオフします。MOSFETドライバの最小オン時間およびオフ時間は、抵抗R20とR21で調整できます。軽負荷または無負荷時の場合、LLD (Light-Load Detect)回路によってNCP4305Dコントローラをスタンバイ・モードにすることができます。NCP4305Dの電源は、通常動作状態時にはショットキ・ダイオードD6を介して供給されません。出力電圧が4.5Vを下回った場合、D8、R6、C15、R25、D7、D9、Q3で構成される回路を介してトランスの順方向電圧から供給されます。この状況になるのは、コンバータが定電流モードで動作しているとき、またはポータブル・デバイスから要求された出力電圧が5.0 V未満のときです。

主な特長

- 汎用AC入力電圧範囲(90~265 Vac)に対応
- 伝導性EMIを減衰させるための入力フィルタ
- スタンバイ・モード時および無負荷時の電力消費がきわめて少ない
- バレー・スイッチングによる疑似共振電流モード制御
- バレー・ロックアウトにより、バレー・ジャンピング動作時の可聴ノイズを防止
- 2次側の同期整流制御により高効率化
- Qualcommプロトコル・コントローラでQC2.0およびQC3.0をサポート
- 5 V/2.00 A、9 V/1.67 A、12 V/1.25 Aを出力
- 電力プロファイルおよび電流制限プロファイルを高度に設定可能
- スタンバイ時の電力 < 75 mW (5 V出力時)
- ポータブル・デバイスの接続が外れているとき、または出力電圧が高い電圧から低い電圧に遷移しているときの出力コンデンサ放電機能をサポート
- 出力電圧の遷移が円滑

PCB Layout

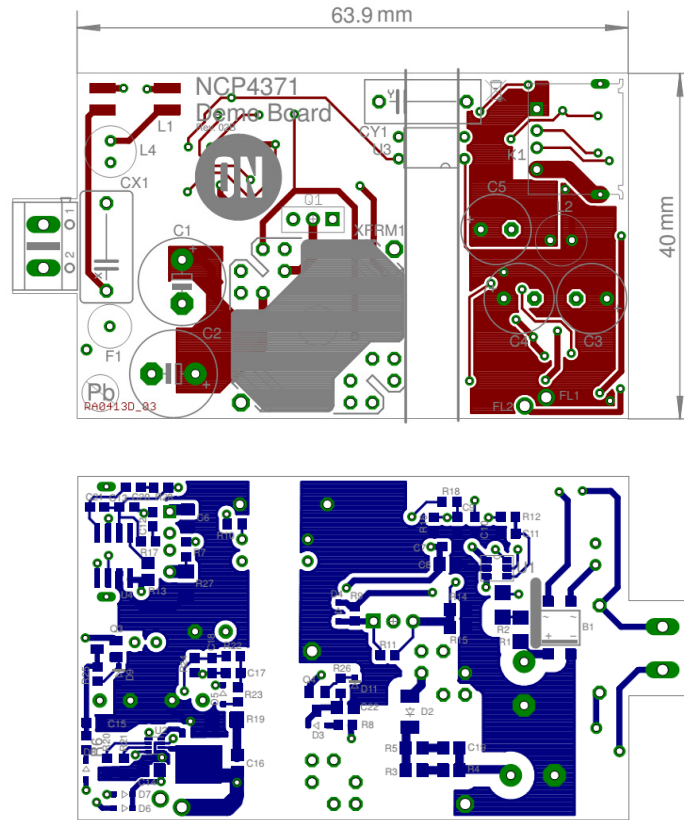


Figure 2. PCB Layout

Demoboard Photo

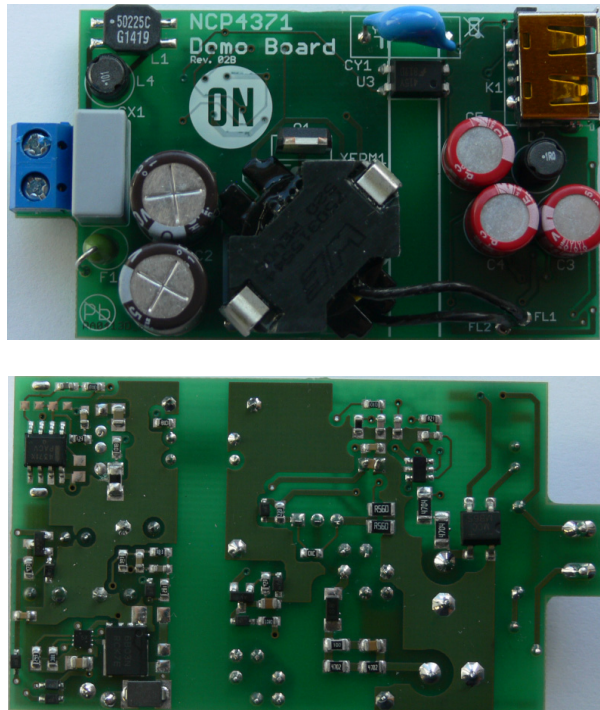


Figure 3. Demoboard Photo

DN05082/D

Standby Power at No Load at 5 V Output

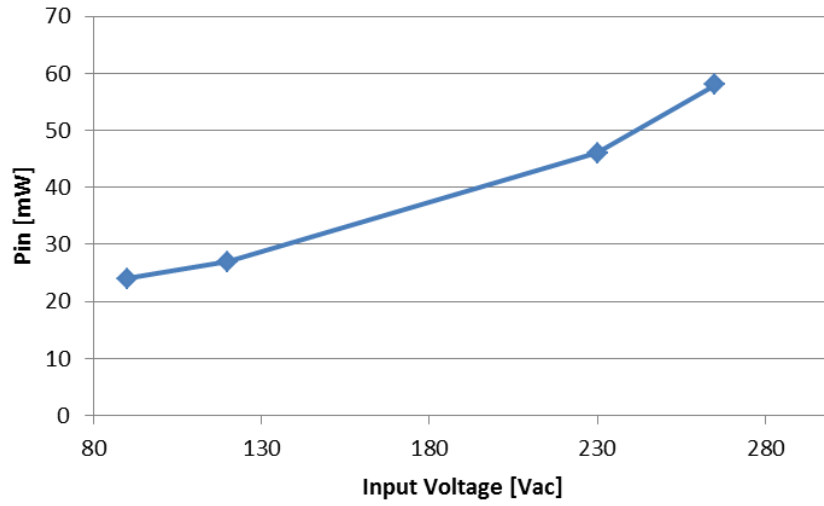


Figure 4. Standby Power at No Load an 5 V Output

4-Point Average Efficiency at 5 V Output

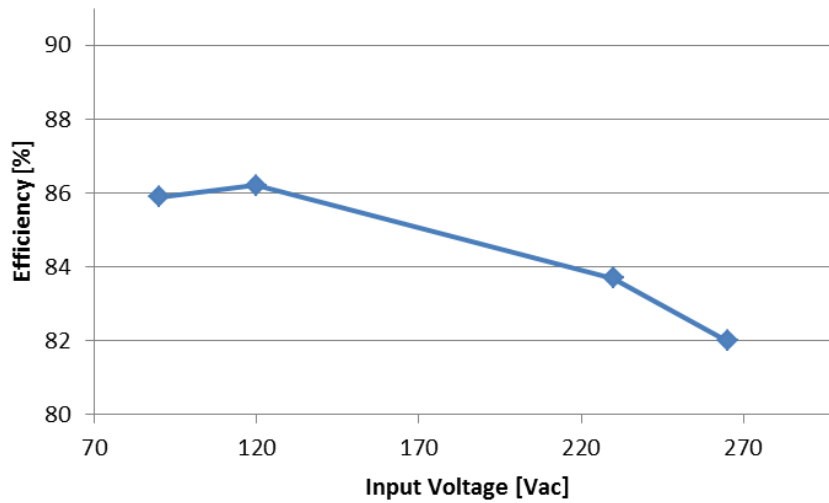


Figure 5. 4-Point Average Efficiency at 5 V Output

DN05082/D

Efficiency vs. Load Curves at 5 V Output

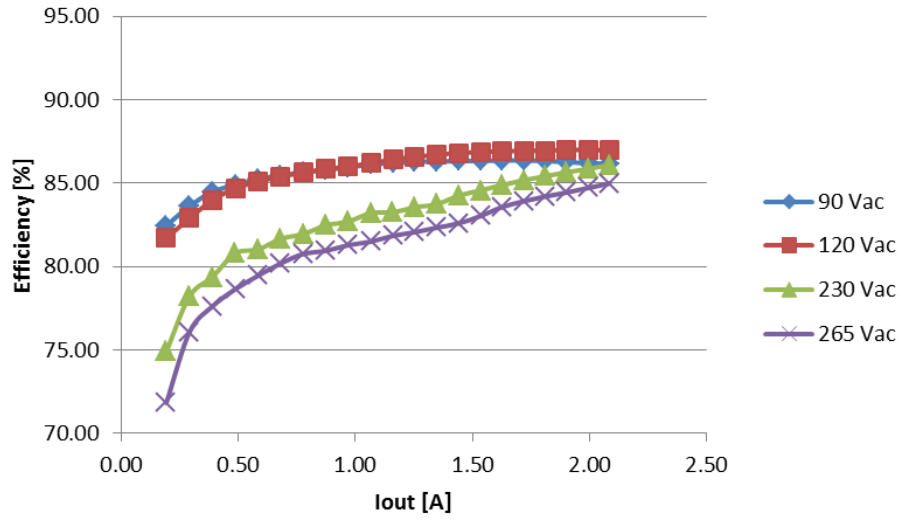


Figure 6. Efficiency vs. Load Curves at 5 V Output

Output V/A Characteristics at 5 V Output

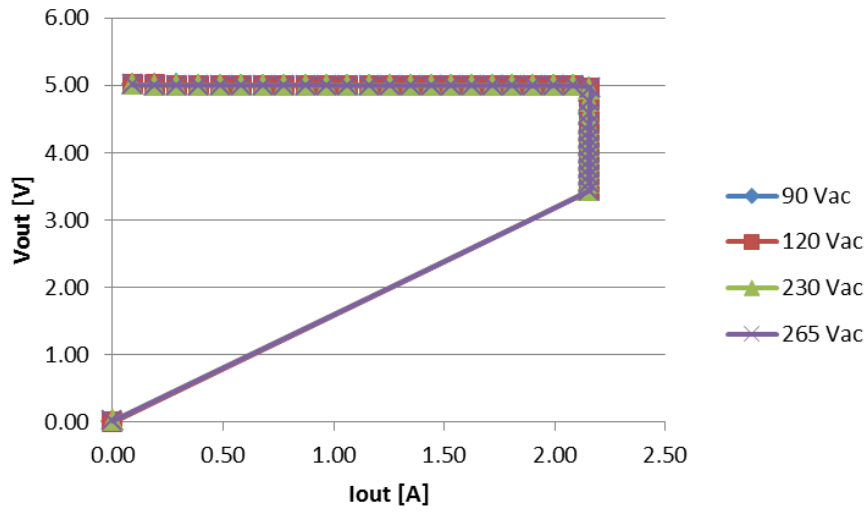


Figure 7. Output V/A Characteristics at 5 V Output

DN05082/D

4-Point Average Efficiency at 9 V Output

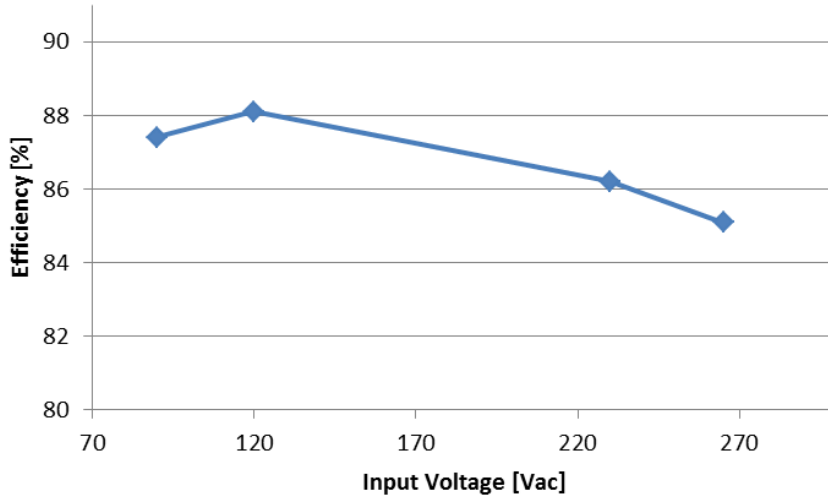


Figure 8. 4-Point Average Efficiency at 9 V Output

Efficiency vs. Load Curves at 9 V Output

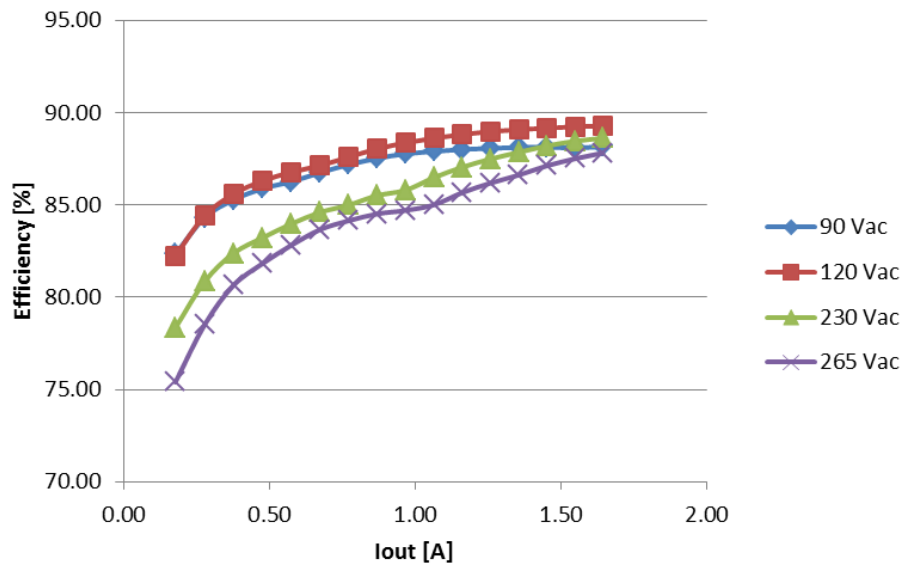


Figure 9. Efficiency vs. Load Curves at 9 V Output

DN05082/D

Efficiency vs. Load Curves at 12 V Output

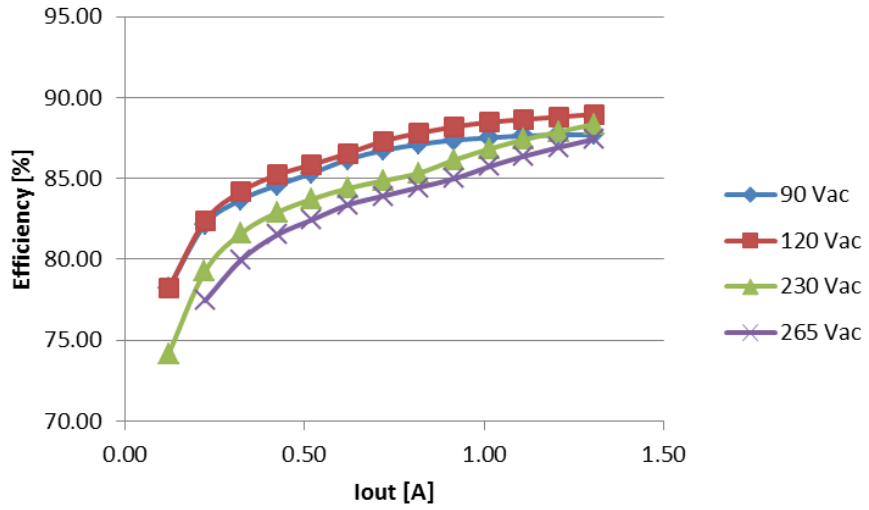


Figure 12. Efficiency vs. Load Curves at 12 V Output

Output V/A Characteristics at 12 V Output

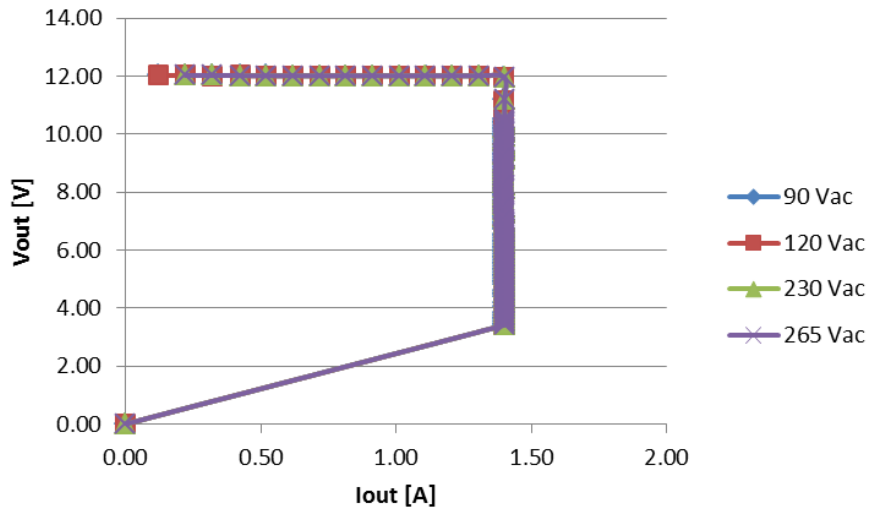


Figure 13. Output V/A Characteristics at 12 V Output

OUTPUT VOLTAGE CHANGE



Figure 14. Transition from 5.0 V to 9.0 V

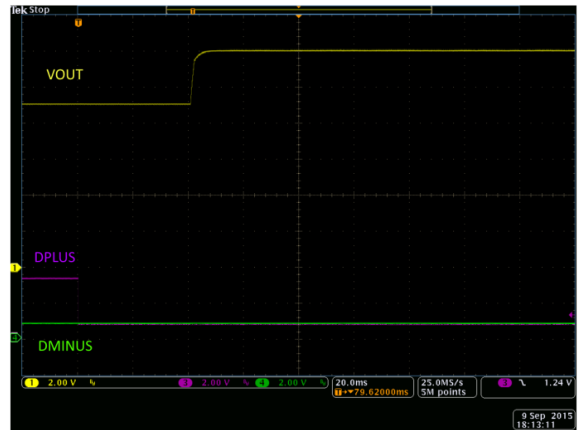


Figure 15. Transition from 9.0 V to 12.0 V

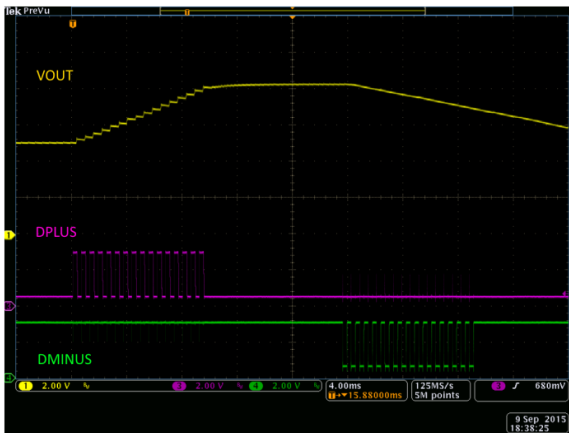


Figure 16. Continuous Mode Ramp Up and Down

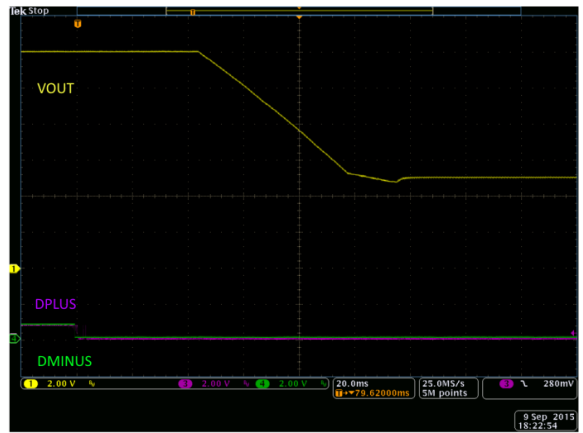


Figure 17. USB Cable Unplug Discharge

TRANSIENT RESPONSE

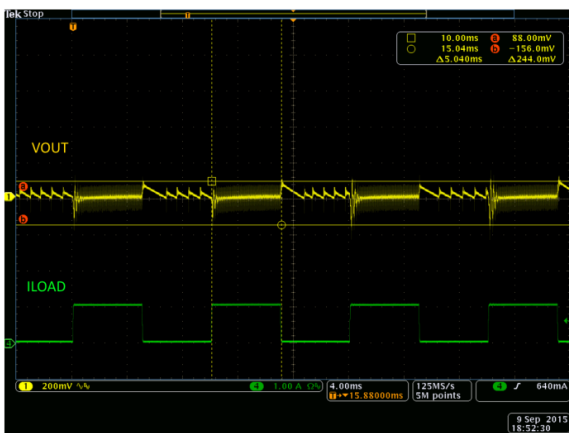


Figure 18. Load Change 0 to 1 A at 5 V

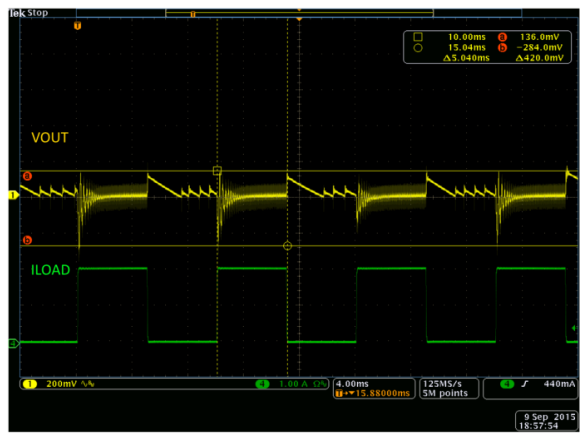


Figure 19. Load Change 0 to 2 A at 5 V

DN05082/D

Bill of Material

Table 3. BILL OF MATERIAL

Designator	Qty	Description	Value	Tolerance	Footprint	Manufacturer	Manufacturer Part Number	Substitution Allowed
B1	1	Surface Mount Glass Passivated Bridge Rectifiers	MB6S	-	SOIC-4	Vishay	MB2S-E3/45	Yes
C1, C2	2	Polarized Capacitor, High Voltage	15 μ F/400 V	20%	E5-10-AX	Nichicon	UVC2G150MPD	Yes
C10	1	Ceramic Capacitor	120 pF	10%	C0603	Kemet	C0603C120K5RACTU	Yes
C11	1	Ceramic Capacitor	220 pF	10%	C0603	Kemet	C0603C220K5RACTU	Yes
C12, C17, C20	3	Ceramic Capacitor	10 nF	10%	C0603	Kemet	C0603C103K5RACTU	Yes
C13, C21	2	Ceramic Capacitor	DNP	10%	DNP	DNP	DNP	Yes
C8, C14	2	Ceramic Capacitor	1 μ F/25 V	10%	C0805	Kemet	C0805C105K5RACTU	Yes
C16	1	Ceramic Capacitor, 100 V	1.2 nF/100 V	10%	C0805	Kemet	C0805C122K2RACTU	Yes
C18	1	Ceramic Capacitor	33 nF	10%	C0603	Kemet	C0603C330K5RACTU	Yes
C19	1	Ceramic Capacitor, 200 V	3.9 nF/200 V	10%	C0805	Kemet	C0805C392K2RACTU	Yes
C22	1	Ceramic Capacitor	1 μ F/50 V	10%	C0805	Murata Electronics	GRM21BR71H105KA12L	Yes
C3, C4, C5	3	Aluminum Polymer Capacitor	330 μ F/16 V	20%	E3,5-8	Würth Elektronik	870025374005	Yes
C6	1	Ceramic Capacitor	100 nF	10%	C0805	Kemet	C0805C104K5RACTU	Yes
C7, C15	2	Ceramic Capacitor	100 nF	10%	C0603	Kemet	C0603C104K5RACTU	Yes
C9	1	Ceramic Capacitor	15 pF	10%	C0603	Kemet	C0603C150K5RACTU	Yes
CX1	1	100 nF, 310 VAC, Polyester Film, X2	100 nF	20%	XC10B6	Vishay	F339MX241031KDA2B0	Yes
CY1	1	1 nF, 500 Vac, Ceramic, Y1	1 nF	20%	YC10B5	TDK Corporation	CD70ZU2GA102MYNKA	Yes
D11	1	Diode, Zener 20 V	MM3Z20VT1G	-	SOD323-R	ON Semiconductor	MM3Z20VT1G	Yes
D2	1	Standard Recovery Rectifier 1.0 A, 600 V	DFLR1600	-	SOD-123 MINI-SMA	Diodes	DFLR1600-7	Yes
D3	1	High Voltage Switching Diode, 250 V	BAS21	-	SOD323-R	ON Semiconductor	BAS21HT1G	Yes
D4, D5, D6, D7, D8	5	High Voltage Switching Diode, 200 V	BAS20	-	SOD323-R	ON Semiconductor	BAS20HT1G	Yes
D9	1	Diode, Zener 5.6 V	MM3Z5V6ST1G	-	SOD323-R	ON Semiconductor	MM3Z5V6ST1G	Yes
F1	1	Fuse, 1.5 A, Axial	1.5 A	-	PICOFUSE_VERTICAL	Littelfuse Inc.	0263 01.5	Yes
K1	1	HORIZONTAL USB 2.0 A TYPE THT SLIM TYPE	USB 2.0, Type A	-	614104150121	Würth Elektronik	614104150121	Yes
L1	1	Common Mode Power Line Choke	2.2 mH/0.5 A	20%	MURATA5000	Murata Electronics	50225C	Yes
L2	1	Radial Leaded Wire Wound Inductor WE-T1	1 μ H/8.5 A	20%	WE-T1_5075	Würth Elektronik	7447462010	Yes
L4	1	Radial Leaded Wire Wound Inductor WE-T1	220 μ H/0.5 A	10%	WE-T1_5075	Würth Elektronik	7447462221	Yes
Q1	1	600 V CoolMOS Power Transistor	SPU07N60C3	-	INF-PG-TO-251-3-21_A_1PRIMARY	Infineon	SPU07N60C3	Yes
Q2	1	Power MOSFET 100 V 132 A 4.8 m Ω Single N-channel SO-8FL	NTMFS6B03N	-	SO-8FL	ON Semiconductor	NTMFS6B03NT1G	No
Q3, Q4	2	NPN Bipolar Small Signal Transistor	BSS64L	-	SOT23	ON Semiconductor	BSS64LT1G	Yes
R1, R2	2	Resistor SMD	4.7 M Ω	1%	R1206	Rohm	MCR18ERTF4704	Yes
R11, R17	2	Resistor SMD	10 k Ω	1%	R0603	Rohm	MCR03ERTF1002	Yes
R12	1	Resistor SMD	820 Ω	1%	R0603	Rohm	MCR03ERTF8200	Yes
R13	1	Resistor SMD	DNP	DNP	R0805	DNP	DNP	Yes
R14, R15	2	Current Sense Resistor SMD	0.51 Ω	1%	R0805	Panasonic	ERJ-6RQFR51V	Yes
R16	1	Resistor SMD	9.1 k Ω	1%	R0603	Rohm	MCR03ERTF9102	Yes
R18, R28	2	Resistor SMD	100 k Ω	1%	R0603	Rohm	MCR03ERTF1003	Yes
R19	1	Resistor SMD	22 Ω	1%	R1206	Rohm	MCR25ERTF22R	Yes
R20	1	Resistor SMD	24 k Ω	1%	R0603	Rohm	MCR03ERTF2402	Yes
R21	1	Resistor SMD	15 k Ω	1%	R0603	Rohm	MCR03ERTF1502	Yes

Table 3. BILL OF MATERIAL (continued)

Designator	Qty	Description	Value	Tolerance	Footprint	Manufacturer	Manufacturer Part Number	Substitution Allowed
R22	1	Resistor SMD	18 kΩ	1%	R0603	Rohm	MCR03ERTF1802	Yes
R23	1	Resistor SMD	1.8 kΩ	1%	R0603	Rohm	MCR03ERTF1801	Yes
R24	1	Resistor SMD	39 kΩ	1%	R0603	Rohm	MCR03ERTF3902	Yes
R25, R26	2	Resistor SMD	47 kΩ	1%	R0603	Rohm	MCR03ERTF4702	Yes
R27	1	Current Sense Resistor SMD	0.011 Ω	1%	R1206	Rohm	ERJ-8CWFR011V	Yes
R3, R4	2	Resistor SMD	47 kΩ	1%	R0805	Rohm	MCR10ERTF4702	Yes
R5	1	Resistor SMD	10 Ω	1%	R0805	Rohm	MCR10ERTF10R0	Yes
R6	1	Resistor SMD	47 Ω	1%	R0603	Rohm	MCR03ERTF47R0	Yes
R7, R10	2	Resistor SMD	1 kΩ	1%	R0603	Rohm	MCR03ERTF1001	Yes
R8	1	Resistor SMD	10 Ω	1%	R0603	Rohm	MCR03ERTF10R0	Yes
R9	1	Resistor SMD	22 Ω	1%	R0603	Rohm	MCR03ERTF22R0	Yes
U1	1	QR Flyback Controller	NCP1361EABAY	-	TSOP6	ON Semiconductor	NCP1361EABAYSNT1G	No
U2	1	Secondary-Side Synchronous Rectification Driver	NCP4305D	-	WDFN8_2x2	ON Semiconductor	NCP4305DMTTWG	No
U3	1	Optocoupler	SFH615A-4	-	DIP4	Vishay	SFH615A-4	Yes
U4	1	Qualcomm Quick Charge 3.0 HVDCP Controller	NCP4371AAC	-	SO08	ON Semiconductor	NCP4371AACDR2G	No
XFRM1	1	Flyback Transformer, RM8, 12-pin	CUST_TRF_RM8FL_NCP4371_PART1VER2	-	RM8-12	Würth Elektronik	750315544	No

NOTE: All parts are Pb-Free.

参考文献

- [1] ON Semiconductor data sheet for [NCP4371/D](#)
Qualcomm Quick Charge™ 3.0 HVDCP Controller.
- [2] [2] ON Semiconductor data sheet for [NCP1361/D](#)
Low Power Offline Constant Current PWM
Current-Mode Controller.
- [3] ON Semiconductor data sheet for [NCP4305/D](#)
Secondary Side Synchronous Rectification Driver.
- [4] Würth Electronic <http://www.we-online.com/>.

Qualcomm Quick Charge is a trademark of Qualcomm Technologies, Inc. and/or its affiliated companies. All other brand names and product names appearing in this document are registered trademarks or trademarks of their respective holders.

ON Semiconductor及びON SemiconductorのロゴはON Semiconductorという商号を使うSemiconductor Components Industries, LLC 若しくはその子会社の米国及び/または他の国における商標です。ON Semiconductor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。ON Semiconductor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。ON Semiconductor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。ON Semiconductor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、偶発的な損害など一切の損害に対して、いかなる責任も負うことはできません。お客様は、ON Semiconductorによって提供されたサポートやアプリケーション情報の如何にかかわらず、すべての法令、規制、安全性の要求あるいは標準の遵守を含む、ON Semiconductor製品を使用したお客様の製品とアプリケーションについて一切の責任を負うものとします。ON Semiconductor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。ON Semiconductor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。ON Semiconductor製品は、生命維持装置や、いかなるFDA (米国食品医薬品局)クラス3の医療機器、FDAが管轄しない地域において同一もしくは類似のものと分類される医療機器、あるいは、人体への移植を対象とした機器における重要部品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ON Semiconductor製品を購入または使用した場合、たとえ、ON Semiconductor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、ON Semiconductor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。ON Semiconductor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
19521 E. 32nd Pkwy, Aurora, Colorado 80011 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