

# 30 W 車載用非絶縁型同期式バック 2 MHz プリレギュレータ 891930 をベースにしたリファレンス設計



ON Semiconductor®

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

## TND6287/D

### 概要

本リファレンス設計では、車載用同期式バックコントローラ NCV891930 と 40 V デュアル N チャンネル FET NVMFD5C478NL を組み合わせた回路の動作と性能について説明します。コントローラ NCV891930 の機能を紹介するとともに、幅広いアプリケーションに対応する車載用プリレギュレータの完全な設計を示します。

電源設計者がこの回路を標準的なシステム設計にそのまま採用し、システム要件に基づく部品変更を最小限に抑えることを目的としています。

この設計は完璧なソリューションとなることを意図したのですが、NCV891930 の主要機能に関する情報も提供しています。これらの情報には、内蔵補償、低  $I_Q$  および連続同期モード、広い入力範囲、過電流保護、外部同期、適応型ノンオーバーラップドライバ、内蔵スペクトラム拡散、低電圧ロックアウトなどが含まれます。

### 主な特長

- 完璧な車載用リファレンス設計
- 入力電圧範囲が 5.0 ~ 16.0 V の同期式バックコンバータ、最大 40 V のピークを処理
- 2 MHz スイッチング周波数によりインダクタサイズを最小化
- 低静止電流車載用同期式バックコンバータ NCV891930 と 40 V デュアル N チャンネル NVMFD5C478NL
- 4層小型プリント基板

### 仕様

Table 1. SPECIFICATIONS TABLE

Device	NCV891930
Application	Automotive Pre-Regulator
Input Voltage	6 V to 16 V DC, 40 V Peak
Output Power	Up to 15 W Average, Up to 30 W Peak
Topology	Synchronous Buck
Isolation	Non-Isolated
Output Voltage	5.0 V
Nominal Current	3.0 A Average 6.0 A Peak

## リファレンス設計

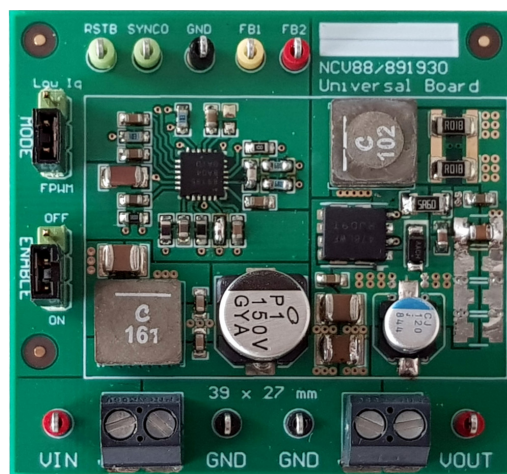


Figure 1. Reference Design Board Image

回路図

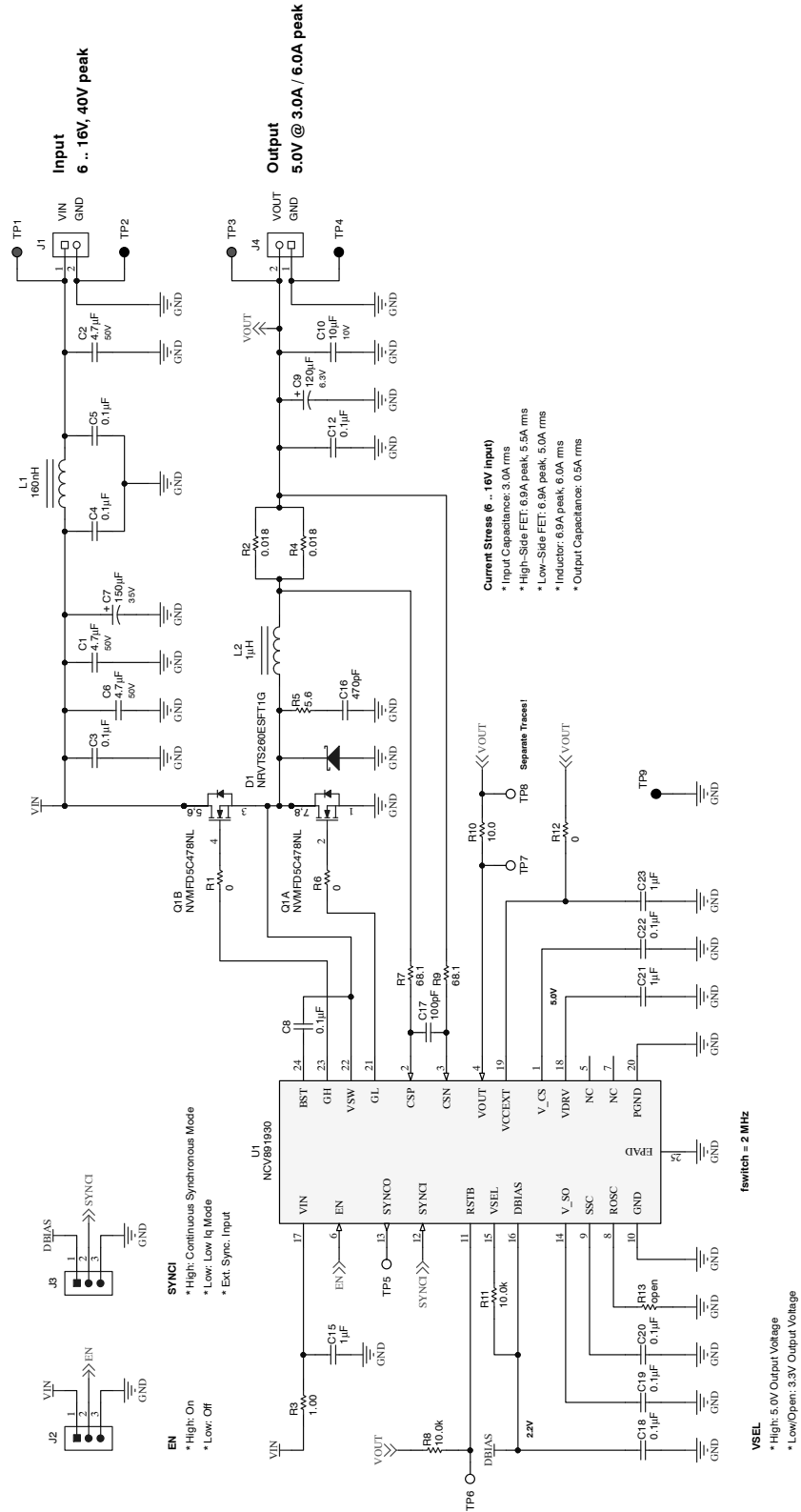


Figure 2. NCV891930 Synchronous Buck Schematic

基板レイアウト

Figure 3、4、5、6に、プリント基板の上下の部品面と4つの層を示します。プリント基板は、47 mm × 44 mm (長さ×幅)、高さ約11 mmです。

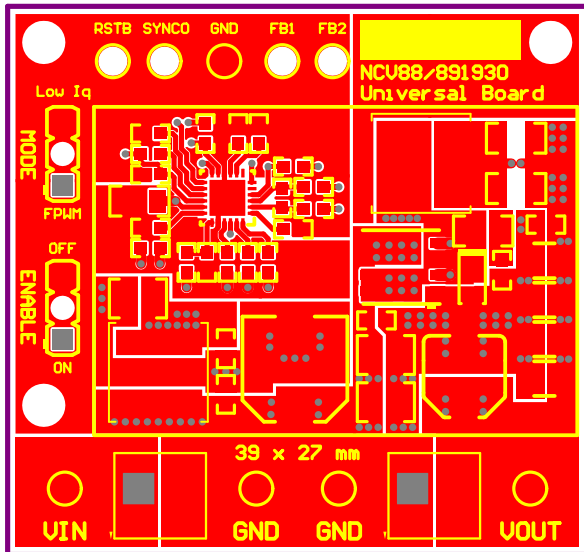


Figure 3. Top Layer and Assembly Drawing

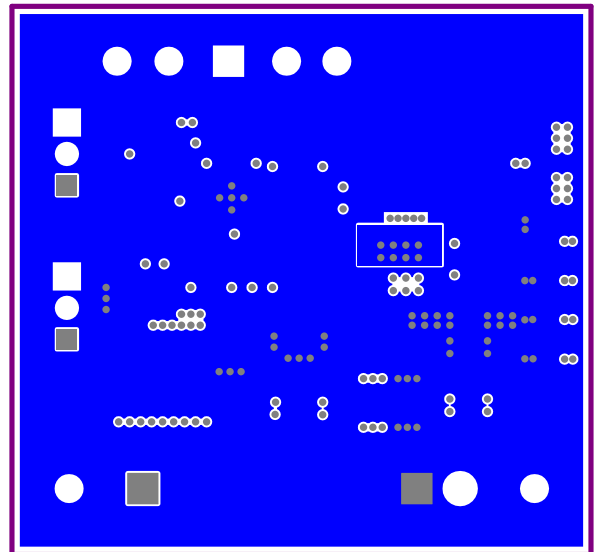


Figure 4. Bottom Layer and Assembly Drawing

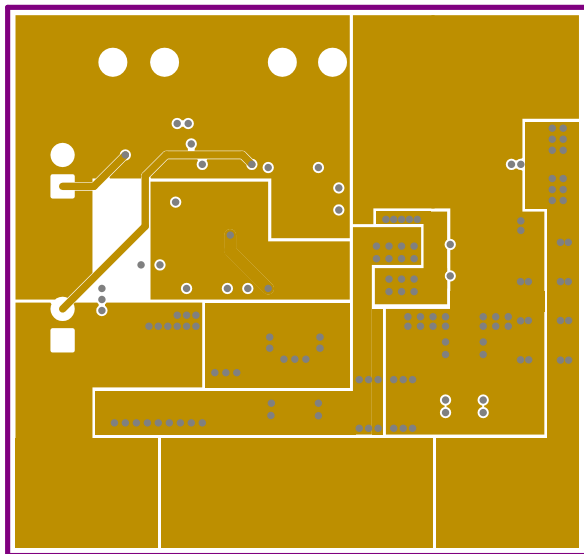


Figure 5. Inner 1 Layer

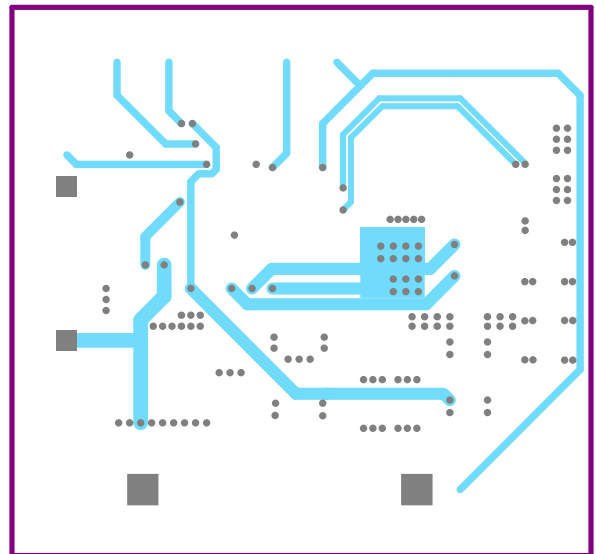


Figure 6. Inner 2 Layer

性能概要

出力電圧

NCV891930では、3.3 Vと5.0 Vの2種類の固定出力電圧を選択できます。VSELピンを10 kΩの抵抗でDBIASにプルアップすることにより、出力電圧は5.0 Vに設定されます。VSELをフローティング状態のままにしておくかGNDに接続すると、出力電圧は3.3 Vに設定されます。

出力電流によっては、電力段(インダクタ、シャント抵抗、出力容量)の変更が必要になる可能性があります。データシートのTable 1を参照してください。

効率

連続同期モードの効率をFigure 7に示します。この測定では、入力フィルタ(インダクタL1)での損失を考慮に入れていません。

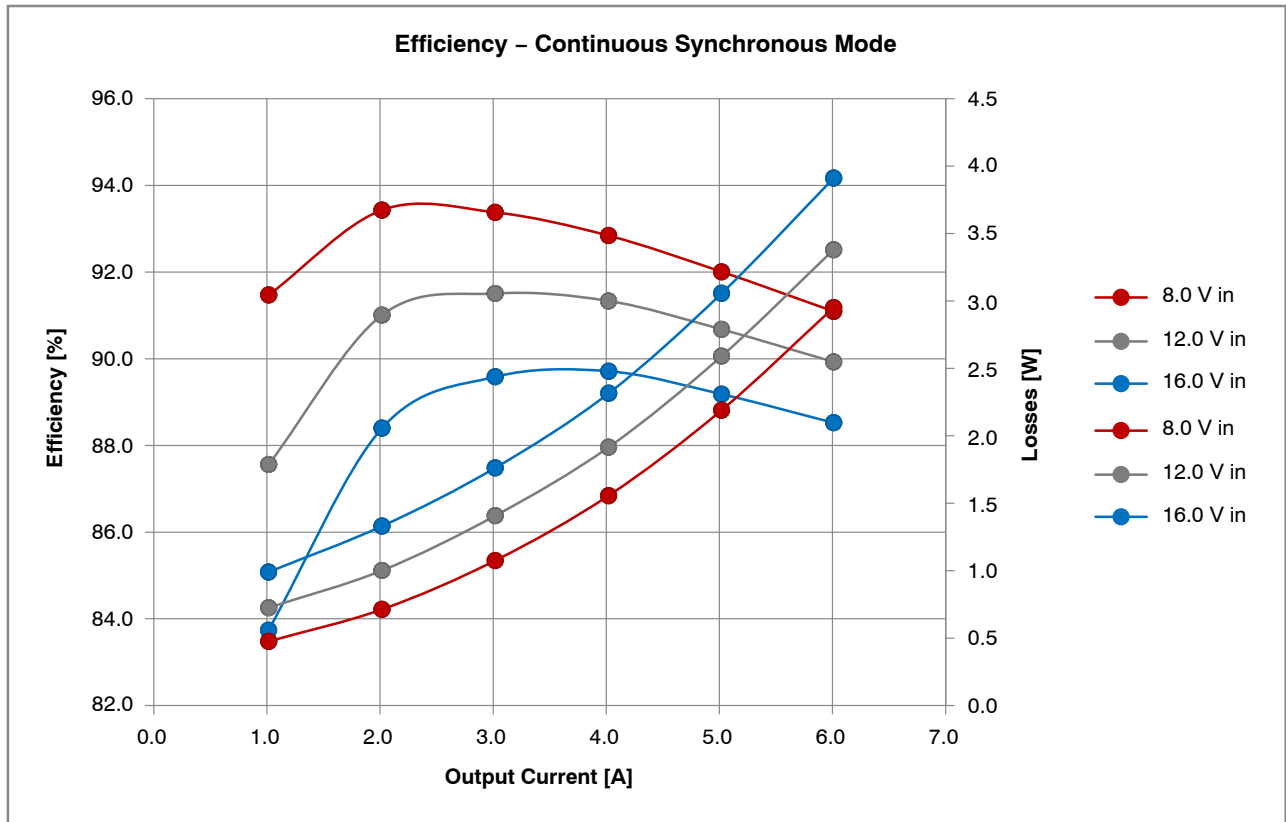


Figure 7. Efficiency for 8.0, 12.0 and 16.0 V Input Voltage

# TND6287/D

## 熱画像

この熱画像(Figure 8)は、周囲温度21°C、入力電圧12.0 V、負荷3.0 Aの場合の回路を示しています。

3.0 A Load

- ◆ FET Q1: 69°C
- ◆ Inductor L2: 57°C

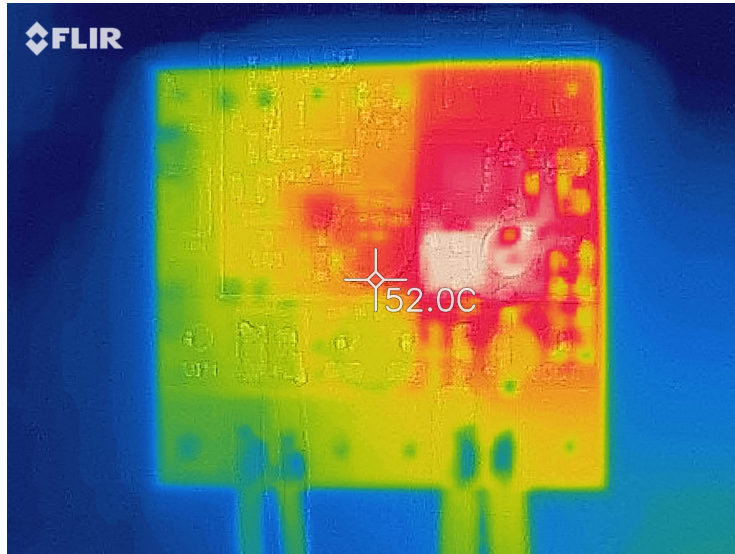


Figure 8. Thermal Image at 3.0 A Load

## 過渡応答

12.0 Vの入力電圧で3.0 Aから6.0 Aへの負荷ステップあるいはその逆の場合の応答をFigure 9に示します。

Channel 1

- ◆ Output current, load step 3.0 to 6.0 A
- ◆ 2 A/div, 1 ms/div

Channel 2

- ◆ Output voltage, -120 mV (-2.4%) undershoot, +117 mV (2.3%) overshoot
- ◆ 100 mV/div, 1 ms/div, AC coupled

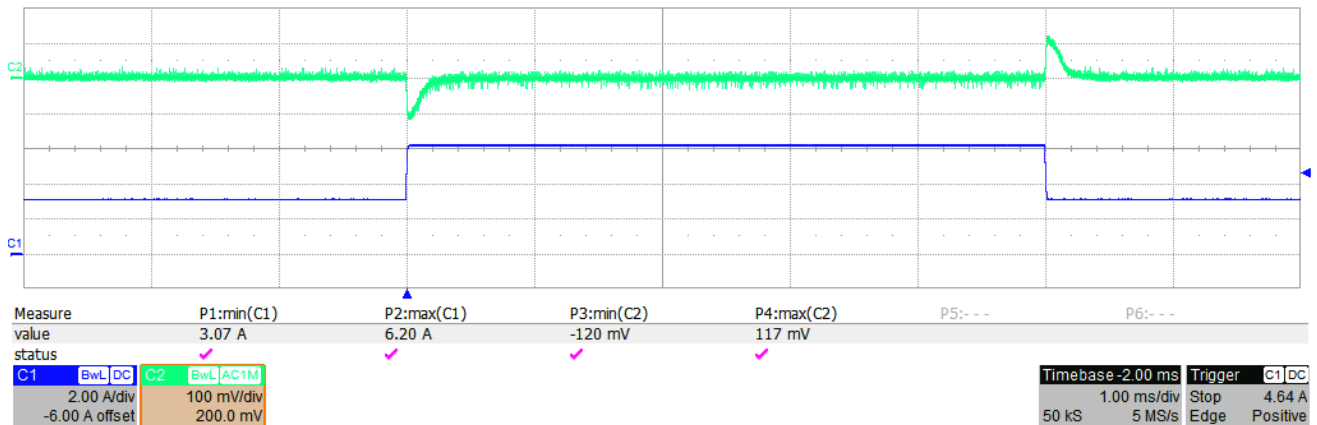


Figure 9. Transient Response on 3.0 A Load Step

## 周波数応答

12.0 Vの入力電圧と6.0 Aの負荷での周波数応答をFigure 10に示します。

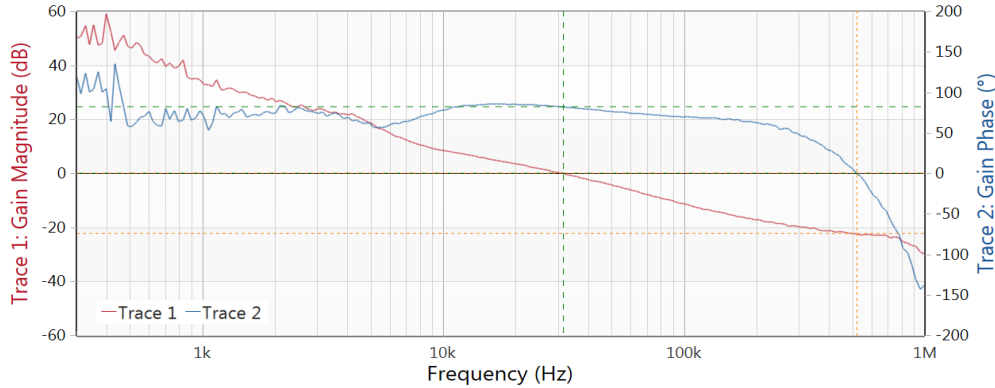


Figure 10. Frequency Response at 6.0 A Load

## 出力容量構成が性能に与える影響

NCV891930のデータシートには、出力電圧と出力電流に応じた出力フィルタ構成(インダクタンス、シャント抵抗、および出力容量)の詳細な推奨事項が掲載されています。異なる出力容量構成を用いた詳細テストは、性能の低下や安定性の問題を生じることなく、様々な構成が可能なことを示しています。

Table 2に、様々な出力コンデンサの構成に対する測定結果と、関連するリップル、過渡応答、および位相/ゲインマージンに関する性能を示します。

測定には、以下のように高容量のセラミックコンデンサとポリマーコンデンサを様々な組み合わせで使用しました。

- 1x 100 nF, 50 V, 0603, X7R, 常に実装  
muRata GCJ188R71H104KA12D
- 10  $\mu$ Fセラミック, 10 V, 0805, X7R  
muRata GCM21BR71A106KE22L  
6  $\mu$ F @ 5.0 V DC, 4 m $\Omega$  ESR @ 2 MHz
- 22  $\mu$ Fセラミック, 16 V, 1210, X7R  
muRata GCM32ER71C226ME19L  
18  $\mu$ F @ 5.0 V DC, 2 m $\Omega$  ESR @ 410 kHz
- 100  $\mu$ Fポリマー  
Nichicon PCJ0J101MCL1GS  
24 m $\Omega$  ESR @ 100 kHz
- 120  $\mu$ Fポリマー  
Nichicon PCJ0J121MCL1GS  
24 m $\Omega$  ESR @ 100 kHz
- 220  $\mu$ Fポリマー  
Nichicon PCJ0J221MCL1GS  
15 m $\Omega$  ESR @ 100 kHz

## Trace 1

- ◆ 31.5 kHz bandwidth
- ◆ -22 dB gain margin

## Trace 2

- ◆ 82° phase margin

## 結果

- ポリマーコンデンサだけを使用した場合、出力電圧リップルは約90...100 mV(2%)と比較的高くなります。

1個の高容量(10  $\mu$ F以上)セラミックコンデンサを並列に追加すると、出力電圧リップルはほぼ10分の1にまで大幅に減少します。

- 位相およびゲインマージンは出力容量の幅広い範囲にわたって非常に良好な値を示しており、コンデンサの種類(セラミック、ポリマー、または混在)に依存しません。基本的に、54  $\mu$ F(DCバイアスを考慮して3 x 22 $\mu$ Fセラミック)から274  $\mu$ F(1 x 220  $\mu$ Fポリマー + 3 x 22 $\mu$ Fセラミック)の範囲のどのコンデンサでも使用できます。

出力容量がこれよりも大きくても問題ありません。出力容量が小さいと位相およびゲインマージンの低下が大きくなりすぎます。

- 過渡応答はすべての測定でほぼ同じです。電圧低下/オーバーシュートは118 mV(2.4%)から163 mV(3.3%)の間です。

出力容量が小さい場合には帯域幅は広くなり、大きい場合には狭くなります。したがって、狭い帯域幅はより大きな容量によって補償され、その逆もいえます。

デバイスは内部補償されているため、その挙動の理由は次式のような負荷ポールのシフトです。

$$f_{\text{Pole}_{\text{Load}}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot C_{\text{out}} \cdot R_{\text{load}}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot C_{\text{out}} \cdot \frac{V_{\text{out}}}{I_{\text{out}}}} \quad (\text{eq. 1})$$

# TND6287/D

## Output Ripple, Transient Response & Frequency Response Measurements

**Table 2. MEASUREMENT RESULTS FOR VARIOUS OUTPUT CAPACITOR CONFIGURATIONS**

<b>Polymer: 220 <math>\mu</math>F, 6.3 V</b>	1	1	1	1	# of caps
<b>Ceramic: 10 <math>\mu</math>F, 10 V</b>	0	1	2	3	# of caps
Output Ripple, peak-peak	107	8	5	3	[mV]
Output Ripple, peak-peak	2.1	0.2	0.1	0.1	[%]
Transient Response, peak-peak	324	258	255	253	[mV]
Transient Response, peak	162	129	128	127	[mV]
	3.2	2.6	2.6	2.5	[%]
Bandwidth	16.7	17.0	16.0	15.3	[kHz]
Phase Margin	92	92	91	90	[deg]
Gain margin	-26	-21	-20	-20	[dB]

<b>Polymer: 120 <math>\mu</math>F, 6.3 V</b>	1	1	1	1	# of caps
<b>Ceramic: 10 <math>\mu</math>F, 10 V</b>	0	1	2	3	# of caps
Output Ripple, peak-peak	89	11	6	5	[mV]
Output Ripple, peak-peak	1.8	0.2	0.1	0.1	[%]
Transient Response, peak-peak	313	246	236	244	[mV]
Transient Response, peak	157	123	118	122	[mV]
	3.1	2.5	2.4	2.4	[%]
Bandwidth	32.3	31.5	31.0	30.2	[kHz]
Phase Margin	82	82	82	82	[deg]
Gain margin	-27	-22	-22	-22	[dB]

<b>Polymer: 100 <math>\mu</math>F, 6.3 V</b>	1	1	1	1	# of caps
<b>Ceramic: 10 <math>\mu</math>F, 10 V</b>	0	1	2	3	# of caps
Output Ripple, peak-peak	92	11	7	5	[mV]
Output Ripple, peak-peak	1.8	0.2	0.1	0.1	[%]
Transient Response, peak-peak	325	259	277	262	[mV]
Transient Response, peak	163	130	139	131	[mV]
	3.3	2.6	2.8	2.6	[%]
Bandwidth	33.2	31.4	30.2	30.0	[kHz]
Phase Margin	80	81	80	80	[deg]
Gain margin	-27	-22	-22	-22	[dB]

<b>Ceramic: 22 <math>\mu</math>F, 16 V</b>	3	4	5	6	# of caps
Output Ripple, peak-peak	8	6	5	4	[mV]
Output Ripple, peak-peak	0.2	0.1	0.1	0.1	[%]
Transient Response, peak-peak	275	265	265	258	[mV]
Transient Response, peak	138	133	133	129	[mV]
	2.8	2.7	2.7	2.6	[%]
Bandwidth	59.0	49.3	40.7	35.6	[kHz]
Phase Margin	49	54	60	64	[deg]
Gain margin	-14	-17	-21	-24	[dB]

# TND6287/D

## BILL OF MATERIALS (BOM)

**Table 3. BILL OF MATERIALS**

Designator	Qty.	Value	Part Number	Manufacturer	Description	Package
C1, C2, C6	3	4.7 $\mu$ F	GCM32ER71H475KA55	MuRata	CAP, CERM, 4.7 $\mu$ F, 50 V, 10%, X7R, 1210	1210
C3, C4, C5, C8, C12, C18, C19, C20, C22	9	0.1 $\mu$ F	GCM155R71H104KE02D	MuRata	CAP, CERM, 0.1 $\mu$ F, 50 V, $\pm$ 10%, X7R, AEC-Q200 Grade 1, 0402	0402
C7	1	150 $\mu$ F	GYA1V151MCQ1GS	Nichicon	CAP, Hybrid Polymer, 150 $\mu$ F, 35 V, $\pm$ 20%, 0.027 $\Omega$ , SMD	D8xL10mm
C9	1	120 $\mu$ F	PCJ0J121MCL1GS	Nichicon	CAP, Aluminum Polymer, 120 $\mu$ F, 6.3 V, $\pm$ 20%, 0.024 $\Omega$ , SMD	D5.0xL6.0mm
C10	1	10 $\mu$ F	GCM21BR71A106KE22L	MuRata	CAP, CERM, 10 $\mu$ F, 10 V, 10%, X7R, AEC-Q200 Grade 1, 0805	0805
C15	1	1 $\mu$ F	GCM21BR71H105KA03	MuRata	CAP, CERM, 1 $\mu$ F, 50 V, 10%, X7R, 0805	0805
C16	1	470 pF	GCM155R71H471KA37D	MuRata	CAP, CERM, 470 pF, 50 V, 10%, X7R, AEC-Q200 Grade 1, 0402	0402
C17	1	100 pF	GCM1555C1H101JA16	MuRata	CAP, CERM, 100 pF, 50 V, 5%, C0G/NP0, 0402	0402
C21, C23	2	1 $\mu$ F	GCM188R71E105KA64D	MuRata	CAP, CERM, 1 $\mu$ F, 25 V, $\pm$ 10%, X7R, AEC-Q200 Grade 1, 0603	0603
D1	1	60 V	NRVTS260ESFT1G	ON Semiconductor	Diode, Schottky, 60 V, 2 A, AEC-Q101, SOD-123FL	SOD-123FL
FID1, FID2, FID3	3		N/A	N/A	Fiducial mark. There is nothing to buy or mount.	N/A
J1, J4	2		ED555/2DS	On-Shore Technology	Terminal Block, 3.5 mm Pitch, 2x1, TH	7.0x8.2x6.5mm
J2, J3	2		61300311121	Würth Elektronik	Header, 2.54 mm, 3x1, Gold, TH	Header, 2.54mm, 3x1, TH
L1	1	160 nH	XAL7030-161MEB	Coilcraft	Inductor, Shielded, Composite, 160 nH, 32.5 A, 0.00115 $\Omega$ , SMD	7.5x7.5x3.1mm
L2	1	1 $\mu$ H	XAL7030-102MEB	Coilcraft	Inductor, Shielded, Composite, 1 $\mu$ H, 21.8 A, 0.00455 $\Omega$ , SMD	7.5x7.5x3.1mm
Q1	1	40 V	NVMFD5C478NLWFT1G	ON Semiconductor	MOSFET, 2-CH, N-CH, 40 V, 29 A, DFN8 5x6	DFN8, 5x6
R1, R6, R12	3	0 $\Omega$	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale	RES, 0 $\Omega$ , 5%, 0.1 W, 0603	0603
R2, R4	2	0.018 $\Omega$	ERJ-8CWFR018V	Panasonic	RES, 0.018 $\Omega$ , 1%, 1 W, AEC-Q200 Grade 0, 1206	1206
R3	1	1.00 $\Omega$	CRCW06031R00FKEA	Vishay-Dale	RES, 1.00 $\Omega$ , 1%, 0.1 W, 0603	0603



# TND6287/D

**Table 3. BILL OF MATERIALS** (continued)

Designator	Qty.	Value	Part Number	Manufacturer	Description	Package
R5	1	5.6 Ω	CRCW12065R60JNEA	Vishay-Dale	RES, 5.6 Ω, 5%, 0.25 W, 1206	1206
R7, R9	2	68.1 Ω	CRCW060368R1FKEA	Vishay-Dale	RES, 68.1 Ω, 1%, 0.1 W, 0603	0603
R8, R11, R13	3	10.0 kΩ	CRCW060310K0FKEA	Vishay-Dale	RES, 10.0 kΩ, 1%, 0.1 W, 0603	0603
R10	1	10.0 Ω	CRCW060310R0FKEA	Vishay-Dale	RES, 10.0 Ω, 1%, 0.1 W, 0603	0603
TP1, TP3	2		5000	Keystone	Test Point, Miniature, Red, TH	Red Miniature Testpoint
TP2, TP4, TP9	3		5001	Keystone	Test Point, Miniature, Black, TH	Black Miniature Testpoint
TP5, TP6, TP7, TP8	4		5002	Keystone	Test Point, Miniature, White, TH	White Miniature Testpoint
U1	1		NCV891930MW00R2G	ON Semiconductor	Low Quiescent Current 2 MHz Automotive Synchronous Buck Controller	

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](http://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同様に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:

Email Requests to: [orderlit@onsemi.com](mailto:orderlit@onsemi.com)

ON Semiconductor Website: [www.onsemi.com](http://www.onsemi.com)

### TECHNICAL SUPPORT

North American Technical Support:

Voice Mail: 1 800-282-9855 Toll Free USA/Canada

Phone: 011 421 33 790 2910

Europe, Middle East and Africa Technical Support:

Phone: 00421 33 790 2910

For additional information, please contact your local Sales Representative