

TI Designs: TIDA-050021

スマート・メーター向け GSM モジュール・バックアップ電源のリファレンス・デザイン




概要

このリファレンス・デザインは、GSM モジュール用のバックアップ電源です。単純なチャージ・ポンプ回路を追加することで、このソリューションはスーパーキャパシタの電圧が 1V まで低下しても、3.8V、2A の出力電力を供給できます。これにより、スーパーキャパシタに保存されているエネルギーを最大限に使用できます。

リソース

TIDA-050021
TPS61088

デザイン・フォルダ
プロダクト・フォルダ



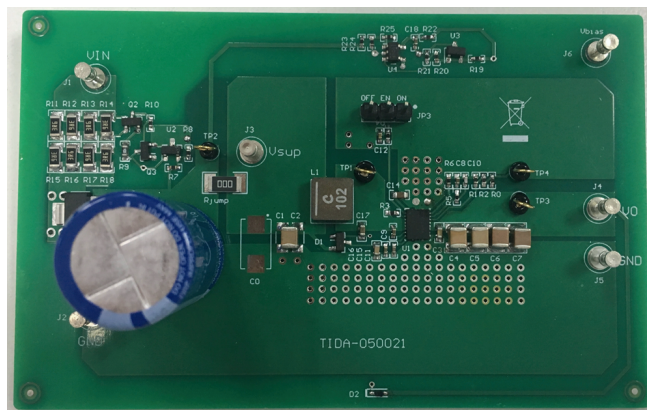
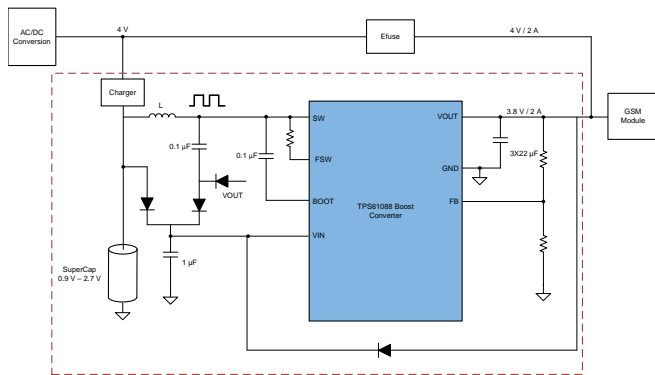
E2E™ エキスパートに質問

特長

- スーパーキャパシタの電圧範囲: 0.9V~2.7V
- 最大出力電力: 3.8V、2A
- 高効率
- 小型
- 約 0.8A の大電流のリニア充電器

アプリケーション

- 電気メータ
- ガス・メータ
- 水道メータ



使用許可、知的財産、その他免責事項は、最終ページにあるIMPORTANT NOTICE (重要な注意事項)をご参照くださいますようお願いいたします。

1 System Description

Nowadays, smart meters are more and more popular world-wide. Smart meters are replacing traditional meters because energy providers can remotely access the energy meters. They can monitor meter readings regularly without visiting each house. A GSM-based wireless communication module is integrated in the energy meter. This GSM module is powered by a 3.6-V to 4-V DC voltage generated from the AC mains. When the AC mains brown out, the GSM module must report the fault conditions as well as the latest usage of electricity to a GSM receiver at the other end. Thus, in smart meters backup power is needed to power the GSM module in the AC mains brownout condition. The size of the backup power must be as small as possible due to limited space, as long enough power is supplied to the GSM module.

TI reference design TIDA-050021 focuses on the above requirements. This reference design includes a high current linear charger, a Super-Capacitor, and a high-current high-efficiency boost converter.

1.1 Key System Specifications

表 1 gives the performance specification of the TI design TIDA-050021. The TPS61088 boost converter can output 3.8 V, 2 A even when the super-capacitor voltage drops to 0.9 V.

表 1. TIDA050021 Performance Specification

LINEAR CHARGER INPUT VOLTAGE RANGE	SUPER CAPACITOR VOLTAGE RANGE	BOOST CONVERTER OUTPUT VOLTAGE	BOOST CONVERTER LOAD CURRENT
3.4 V to 4 V	0.9 V to 2.7 V	3.8 V	2-A peak at 100 ms

2 System Overview

2.1 Block Diagram

Figure 1 shows the block diagram of TIDA-050021. It utilizes a super capacitor as the energy storage cell. When the AC mains present, the GSM module is powered by 4-VDC voltage generated from the AC/DC conversion. The super capacitor is charged by a linear charger. When the AC mains brown out, the GSM module is powered by 3.8-VDC voltage generated from the TPS61088 boost converter, which is supplied by the super capacitor.

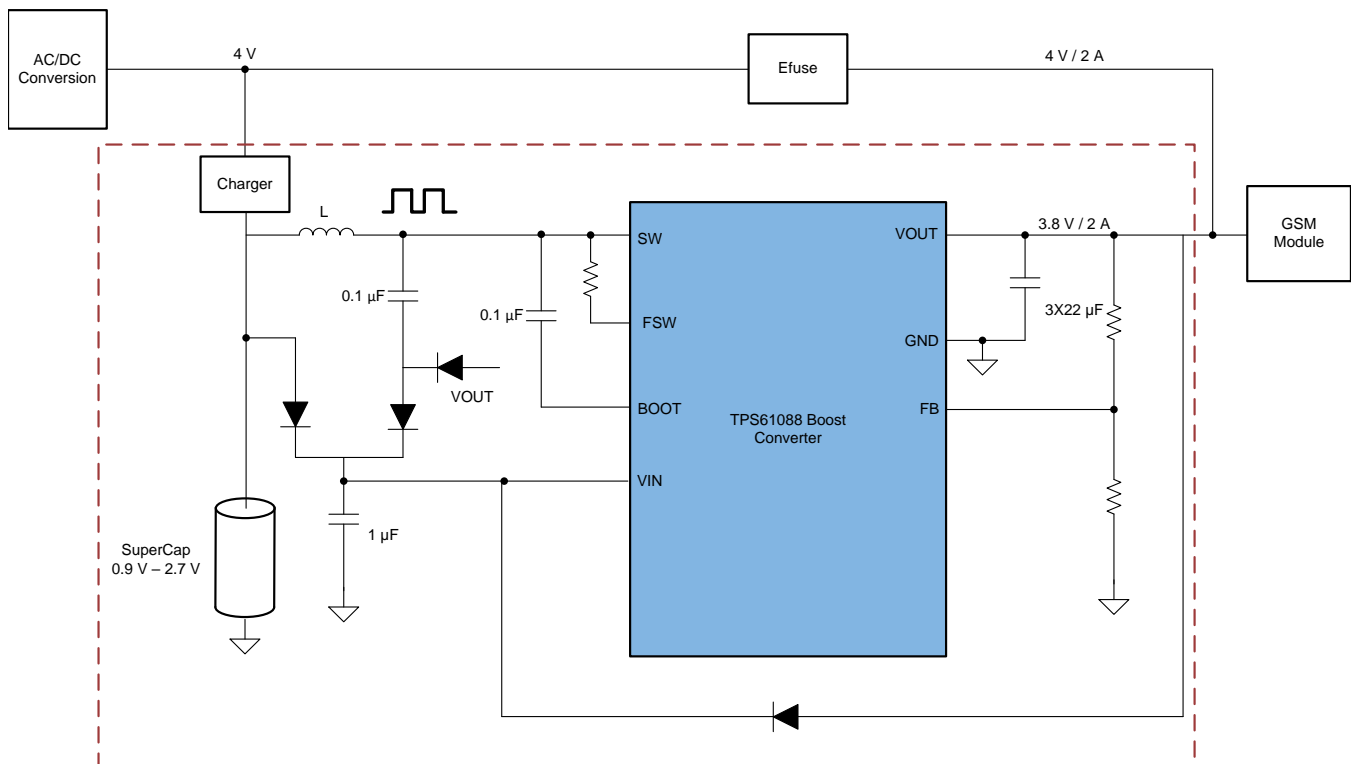


図 1. Block Diagram

2.2 Design Considerations

This reference design uses a charge-pump circuit to make the TPS61088 work properly even under a very low input voltage. By adding a simple charge-pump circuit, the VIN pin voltage of the TPS61088 boost converter is independent of the super-capacitor voltage. The VIN pin voltage is approximately twice the output voltage. Thus, the TPS61088 boost converter works with very high efficiency even when the super-capacitor voltage drops below 1.5 V.

2.3 Highlighted Products

This TI design adopts TPS61088 as the boost converter. TPS61088 is a high-power-density boost converter that can provide more than 10-A peak switching current. Minimum input voltage at the VIN pin is 2.7 V. The VIN pin is an independent IC power supply pin for the internal control circuit. The voltage range of the super capacitor is 0.9 V to 2.7 V. It is too low to make the TPS61088 work properly. Thus, in TIDA-050021 a charge-pump circuit is used to make the VIN pin voltage twice the output voltage, which is much higher than the minimum requirement.

2.4 System Design Theory

Figure 2 shows the charger circuit of TIDA-050021. A linear charger is adopted in this reference design. The benefits of the linear charger are simplicity and low cost. Transistors Q2 and Q3 are added to limit the initial charge current below a certain level, which is about 0.9 A in TIDA-050021. The exist of Q2 and Q3 can also avoid Q1 being damaged in a short-circuit condition.

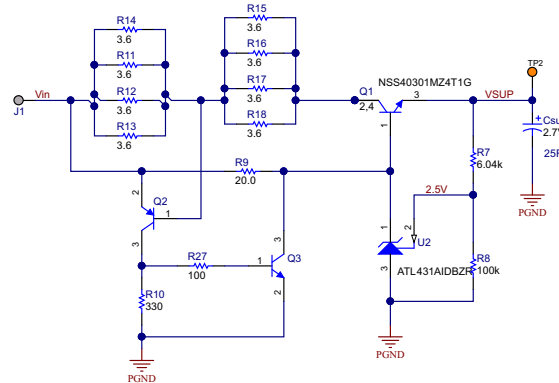


Figure 2. Super-Capacitor Charge Circuit

Figure 3 shows the TPS61088 boost converter, which is the main circuit of TIDA-050021. In order to make TPS61088 work in 0.9-V to 2.7-V low input-voltage range, a charge-pump circuit made up of D1, D2 and C17 is added to the VIN pin. Thus, the VIN pin voltage increases to approximately two times the output voltage after start-up. The TPS61088 boost converter works normally regardless of the low input voltage.

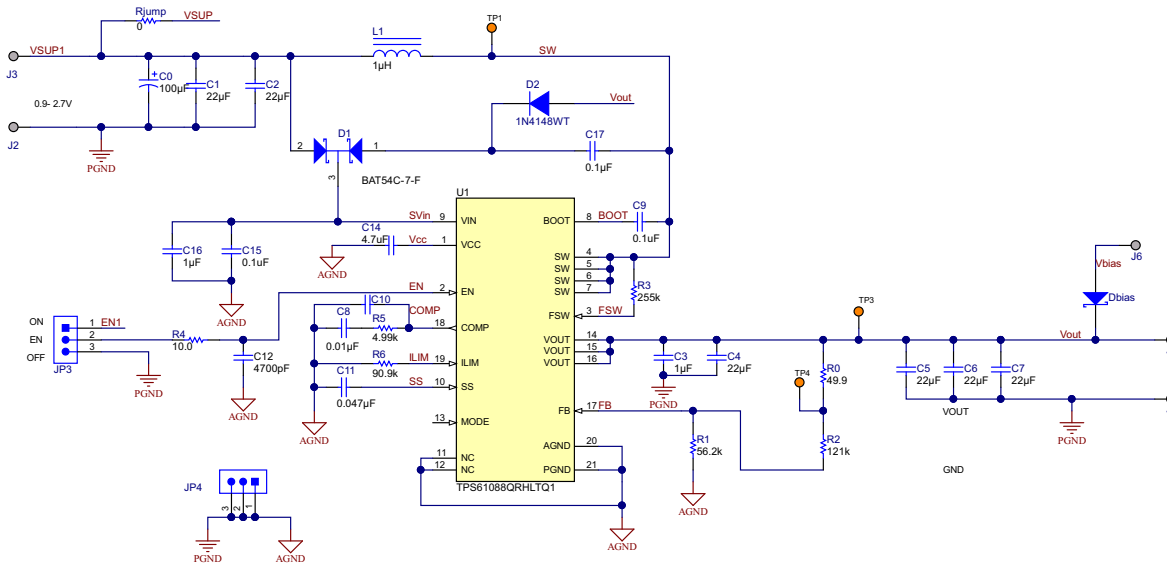


Figure 3. TPS61088 Boost Converter

Figure 4 shows the operation sequence of TIDA-050021. At time t0, AC mains ready, the super capacitor is charged by a 4-VDC voltage generated from the AC mains. The GSM module is also powered by this 4-VDC voltage. At time t1, the super capacitor voltage is charged to a level higher than 2.2 V, TPS61088 boost converter is enabled, and the GSM module is still powered by the 4-VDC voltage. At time t2, AC mains brown out, and the GSM module is powered by the output of the TPS61088 boost converter. At time t3, the super capacitor voltage drops to a very low level approximately 0.5 V, and TPS61088 boost converter is disabled.

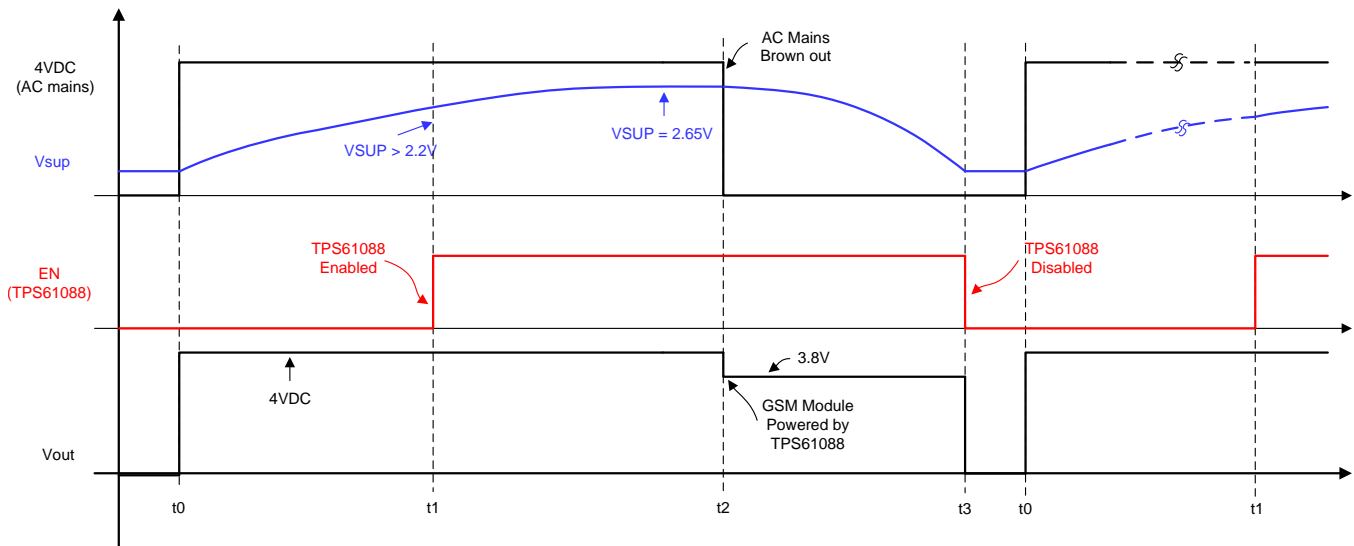


図 4. Operation Sequence

3 Hardware, Software, Testing Requirements, and Test Results

3.1 Required Hardware

3.1.1 Hardware

This reference design uses following hardware to do the measurement.

- Two DC Power Supply
- One E-Load
- One Digital Oscilloscope

3.2 Testing and Results

3.2.1 Test Setup

This section describes how to properly connect and set up the TIDA-050021.

- Connect the positive terminal of DC power supply one to J6 (Vbias), and its GND terminal to J5 (GND).
- Connect the positive terminal of DC power supply two to J1 (VIN), and its GND terminal to J2 (GND).
- Connect the positive input of the E-load to J4(VOUT), and its GND input to J5 (GND).
- Keep the DC power supplies and E-load off. Set the DC power supply one to 4.5 V, set the DC power supply two to 4 V, and set the E-load to 2 A.
- Turn on DC power supply two, then turn on DC power supply one and the E-load.

3.2.2 Test Results

The following shows the test results of this reference design.

3.2.2.1 Linear Charger Operating Waveform

Figure 5 shows the voltage and the current across the 25-F super capacitor during charge-up. The initial charge current is well limited. The super-capacitor voltage rises from 0.4 V to 2.65 V within approximately 80 seconds.

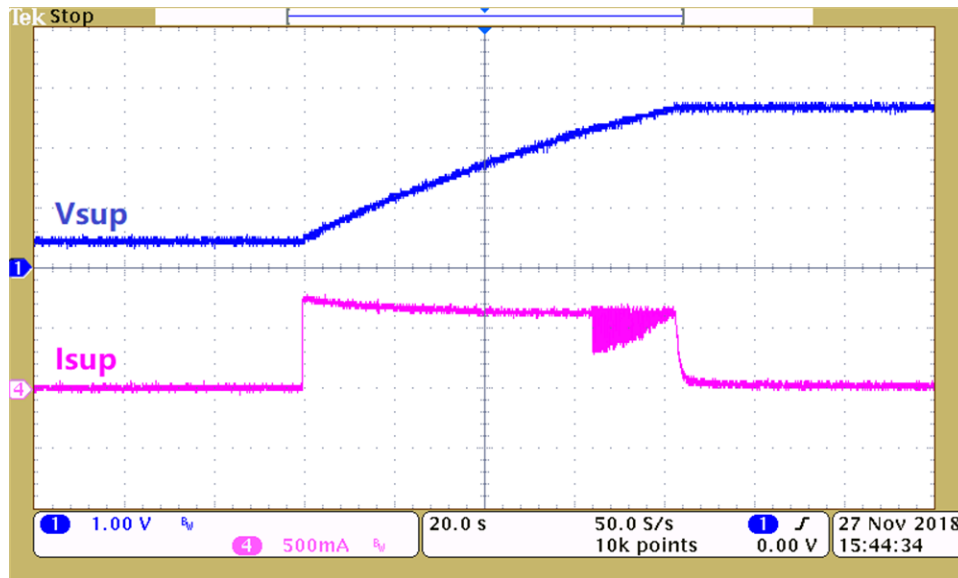
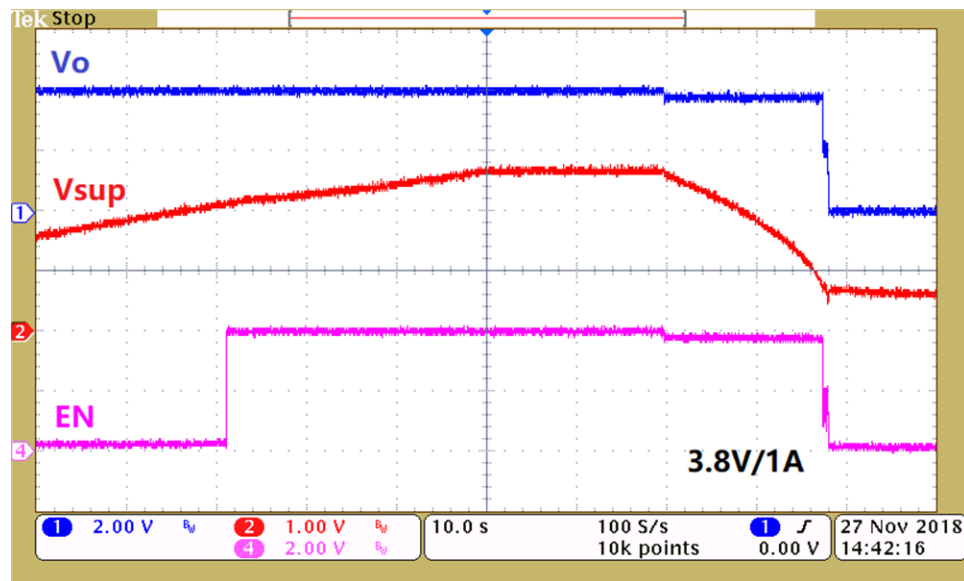
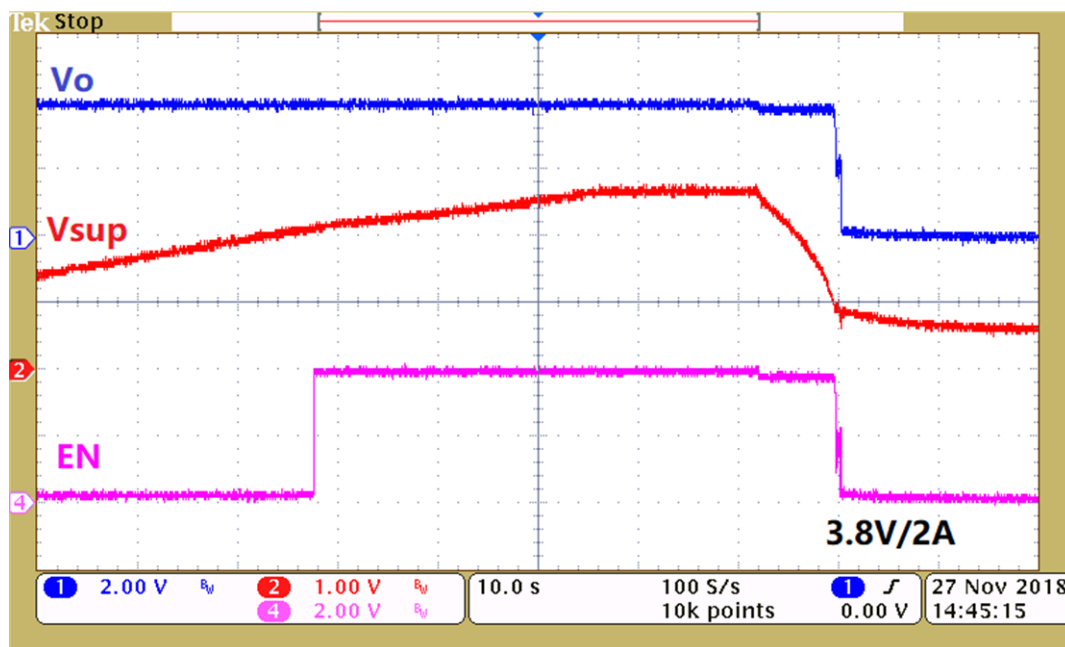


Figure 5. Charge Voltage and Charge Current Across the 25-F Super Capacitor

3.2.2.2 Working Sequence

Figure 6 and Figure 7 show the working sequence of the TI design TIDA-050021. The test result matches the paper analysis. The super capacitor voltage can last a total of approximately 16 seconds when the GSM module consumes 3.8 V, 1 A and around approximately 8 seconds when the GSM module consumes 3.8 V, 2 A.


 図 6. Working Sequence at $V_o = 3.8 \text{ V}$, $I_o = 1 \text{ A}$

 図 7. Working Sequence at $V_o = 3.8 \text{ V}$, $I_o = 2 \text{ A}$

3.2.2.3 Boost Converter Operating Waveform

図 8 and 図 9 show the SW and VIN pins waveform under different super capacitor voltage. The voltage of the VIN pin stays at 6.4 V regardless of the super capacitor voltage. Thus, the TPS61088 boost converter is stable under a very low input voltage.

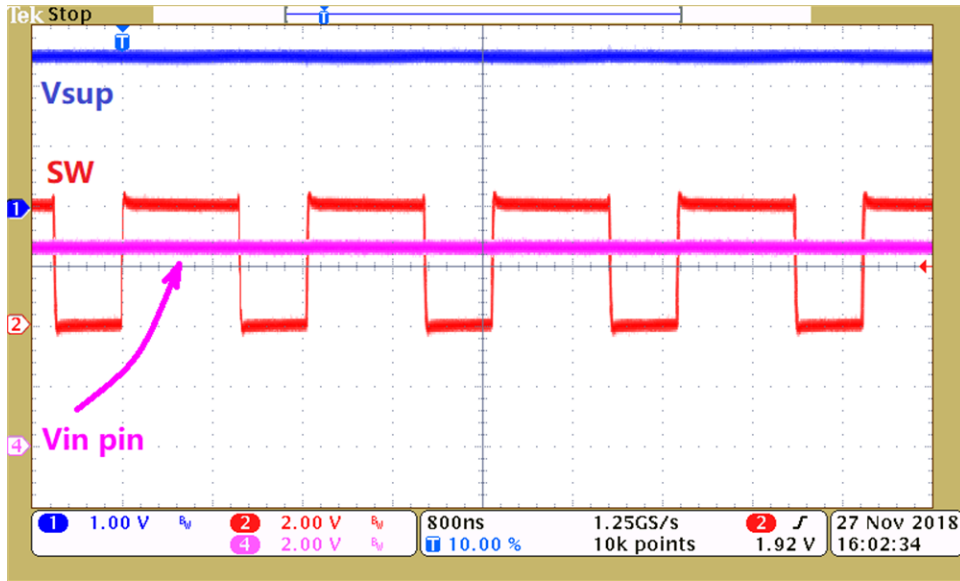


図 8. SW and VIN Pin Waveform When $V_{sup} = 2.5\text{ V}$

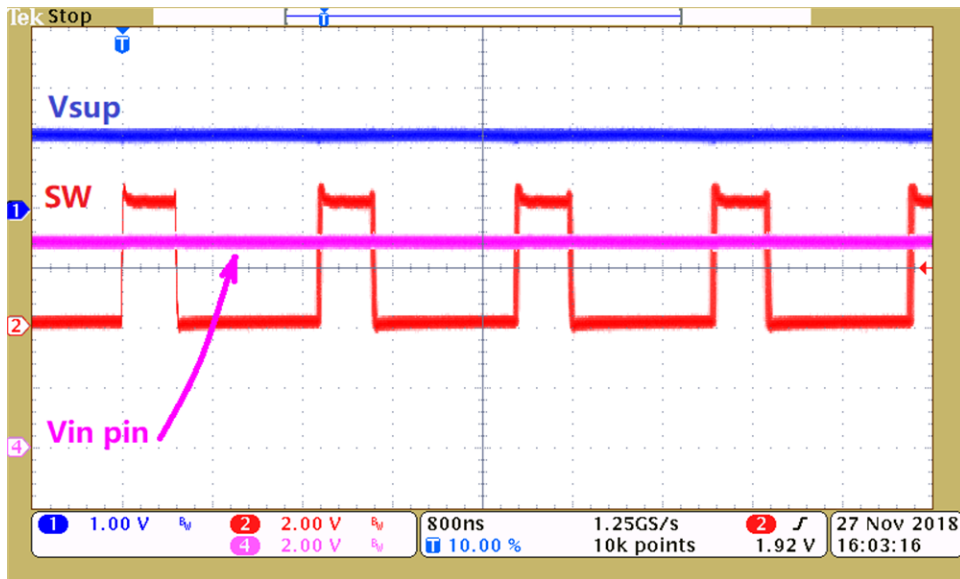


図 9. SW and VIN Pin Waveform When $V_{sup} = 1.2\text{ V}$

4 Design Files

4.1 Schematics

To download the schematics, see the design files at [TIDA-050021](#).

4.2 Bill of Materials

To download the bill of materials (BOM), see the design files at [TIDA-050021](#).

4.3 PCB Layout Recommendations

4.3.1 Layout Prints

To download the layer plots, see the design files at [TIDA-050021](#).

4.4 Altium Project

To download the Altium Designer® project files, see the design files at [TIDA-050021](#).

4.5 Gerber Files

To download the Gerber files, see the design files at [TIDA-050021](#).

4.6 Assembly Drawings

To download the assembly drawings, see the design files at [TIDA-050021](#).

5 Related Documentation

1. [TPS61088 10-A Fully-Integrated Synchronous Boost Converter](#)
2. [Power Supply Reference Design for GPRS Modems using LiSoCL2 Batteries](#)

5.1 商標

E2E is a trademark of Texas Instruments.

Altium Designer is a registered trademark of Altium LLC or its affiliated companies.

すべての商標および登録商標はそれぞれの所有者に帰属します。

5.2 Third-Party Products Disclaimer

TI'S PUBLICATION OF INFORMATION REGARDING THIRD-PARTY PRODUCTS OR SERVICES DOES NOT CONSTITUTE AN ENDORSEMENT REGARDING THE SUITABILITY OF SUCH PRODUCTS OR SERVICES OR A WARRANTY, REPRESENTATION OR ENDORSEMENT OF SUCH PRODUCTS OR SERVICES, EITHER ALONE OR IN COMBINATION WITH ANY TI PRODUCT OR SERVICE.

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ(データシートを含みます)、設計リソース(リファレンス・デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションが適用される各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、またはその他の要件を満たしていることを確実にする責任を、お客様のみが単独で負うものとします。上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、TI の販売条件 (www.tij.co.jp/ja-jp/legal/termsofsale.html)、または ti.com やかかる TI 製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

Copyright © 2019, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ(データシートを含みます)、設計リソース(リファレンス・デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションが適用される各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、またはその他の要件を満たしていることを確実にする責任を、お客様のみが単独で負うものとします。上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、TI の販売条件 (www.tij.co.jp/ja-jp/legal/termssofsale.html)、または ti.com やかかる TI 製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

Copyright © 2019, Texas Instruments Incorporated

日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社