

エネルギーの有効利用でスーパーキャパシタによる停電時運転継続アプリケーションの稼働時間を 40% 改善 – デザインノート 485

George H. Barbehenn

はじめに

多くのエレクトロニクス・システムは、主電源の瞬停時にもシャットダウンすることなく、継続運転を可能にするローカル電源を必要とします。主電源の入力が突然取り去られたとき、管理されたシャットダウンを行うために、いくつかのローカル電源を利用できる必要があります。

バッテリー・バックアップは主電源がシャットダウンしたとき電力を供給できますが、バッテリーはこの特定の用途には適していません。バッテリーは大量のエネルギーを貯蔵できますが、ソース・インピーダンスが大きいので大きな電力を供給できません。また、バッテリーの寿命は 2 ~ 3 年にすぎず、リチャージャブル・バッテリーはかなりの保守作業を必要とします。

スーパーキャパシタはこのような停電時運転継続に十分適しています。それらはソース・インピーダンスが低いので、比較的短時間に大きな電力を供給することができ、バッテリーに比べてはるかに信頼性が高く耐久性があります。

エネルギーの有効利用でスーパーキャパシタによる停電時運転継続アプリケーションの稼働時間を最大化

スーパーキャパシタから引き出される電力量を最大化して負荷を支える 3.3V/200mA の停電時運転継続アプリケーションを図 1 に示します。

この停電時運転継続アプリケーションの主な部品には以下のものがあります。

- LTC[®]4425 2A スーパーキャパシタ・チャージャ。このデバイスは個々のセル電圧をクランプして、充電中にセルに過電圧が加わらないようにし、充放電の全期間にわたってセル相互のバランスをとります。
- LTC3606 マイクロパワー降圧レギュレータは安定化された 3.3V 出力を発生します。
- LTC4416 デュアル理想ダイオードは、必要に応じて、スーパーキャパシタを接続または切断します。

LT, LTC, LTM, Linear Technology および Linear のロゴはリアテクノロジ社登録商標です。他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

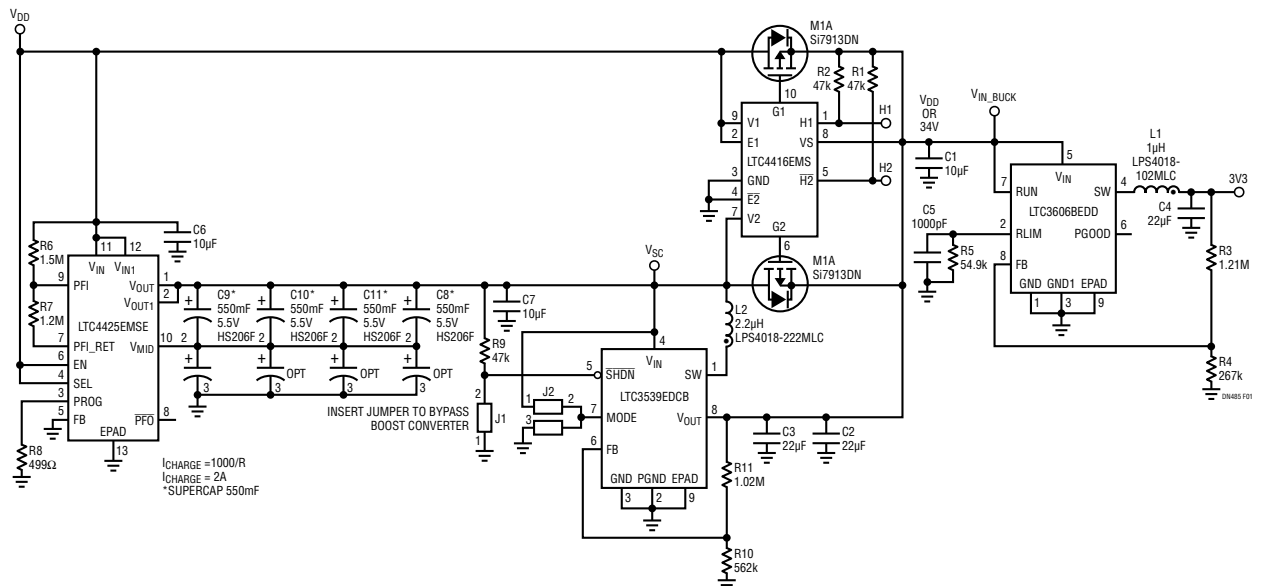


図 1. エネルギー捕集回路を使って稼働時間を最大化するスーパーキャパシタをベースにした停電時運転継続回路

- LTC3539 出力切断付きマイクロパワー昇圧レギュレータはスーパーキャパシタ内のほとんど全てのエネルギーを回収し、スーパーキャパシタの電圧が低下するにつれ、LTC3606 の入力をドロップアウト状態より上に保ちます。この昇圧レギュレータはわずか 0.5V まで動作します。

稼働時間の 40% の改善

図 2 は LTC3539 昇圧回路がディスエーブルされている場合の波形を示しています。入力のパワーオフからレギュレータの出力電圧が 3V に低下するまでの稼働時間は 4.68 秒です。図 3 は LTC3539 昇圧回路が動作する場合の波形を示しています。入力のパワーオフからレギュレータの出力電圧が 3V に低下するまでの稼働時間は 7.92 秒です。図 3 では、出力電圧は 3.3V に安定しており、最後に鋭くカットオフしていることに注意してください。

動作原理

LTC3539 昇圧レギュレータがディスエーブルされているとき、入力電源が低落すると直ちに LTC4416 理想ダイオードが LTC3606 降圧レギュレータへの入力エネルギーの供給をスーパーキャパシタに切り替えます。図 2 では、スーパーキャパシタ両端の電圧 (V_{SC}) は、降圧レギュレータの出力 (3V3) の 3.3V で 200mA の一定の電力負荷により、直線的に減少するのが見られます。

図 3 では、LTC3539 昇圧レギュレータがイネーブルされているとき、スーパーキャパシタ両端の電圧 (V_{SC}) は、降圧レギュレータの 3.3V で 200mA の一定の電力負荷により、直線的に減少するのが見られます。 V_{SC} の電圧が (昇圧レギュレータの安定化ポイントの) 3.4V に達すると、昇圧レギュレータがスイッチングを開始します。これにより、理想ダイオードがオフし、降圧レギュレータがスーパーキャパシタから切断されます。こうして、降圧レギュレータへのエネルギー入力は 3.4V の昇圧レギュレータの出力になります。

降圧レギュレータの入力が 3.4V に留まるので、その出力は安定化状態に留まります。昇圧レギュレータがその入力 UVLO に達してオフすると、その出力が直ちに低落し、降圧レギュレータがオフします。

スーパーキャパシタ内のエネルギーの最大利用

電力変換を行うごとに全体の効率さが下がるので、昇圧回路はできるだけ長くオフに保ちます。したがって、昇圧レギュレータの出力電圧を、降圧レギュレータがドロップアウト状態になる入力電圧にできるだけ近づけます (この例では 3.4V)。

スーパーキャパシタが最初 5V まで充電されているとすると、スーパーキャパシタのエネルギーは 6.875J です。

$$\frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \cdot 0.55F \cdot 5^2 = 6.875J$$

$$0.67W (3.33 \cdot 0.2A)$$

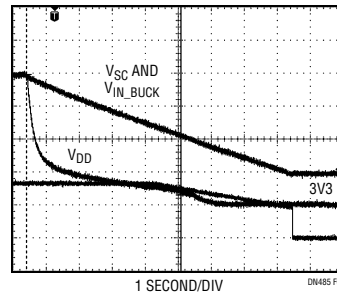


図 2. 昇圧回路なしの停電時運転継続アプリケーションの測定結果

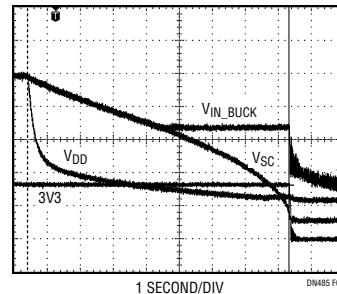


図 3. 昇圧回路をイネーブルした停電時運転継続アプリケーションの測定結果。昇圧回路により稼働時間が 40% 改善

出力電力は $3.33V \cdot 0.2A = 0.67W$ なので、昇圧レギュレータがディスエーブルされているとき、フル充電されたスーパーキャパシタから引き出されるエネルギーの割合は 45.1% です。

$$\frac{\epsilon_{LOAD}}{\epsilon_{CAP}} = \frac{0.67 \cdot 4.68s}{6.875} = 45.1\%$$

昇圧レギュレータがイネーブルされているとき、スーパーキャパシタの利用可能な貯蔵エネルギーから引き出されるエネルギーの割合は 77% です。

$$\frac{\epsilon_{LOAD}}{\epsilon_{CAP}} = \frac{0.67 \cdot 7.92s}{6.875} = 77\%$$

これは、停電時運転継続時間の 40% の改善に相当し、数秒を争うとき大きな意味があります。

まとめ

放電しつつあるスーパーキャパシタからのエネルギーを利用すると、スーパーキャパシタをベースにしたどんな停電時運転継続システムの稼働時間でも 40% 延ばすことができます。このことは、高温での信頼性を保証するためスーパーキャパシタの充電電圧を下げる場合、特に当てはまります。

データシートのダウンロード: <http://www.linear-tech.co.jp>

リニアテクノロジー株式会社

102-0094 東京都千代田区紀尾井町 3-6 紀尾井町パークビル 8F
TEL(03)5226-7291 FAX(03)5226-0268
<http://www.linear-tech.co.jp>

dn485f LT/AP 1210 • PRINTED IN JAPAN



© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2010