

## 停電時運転継続用バックアップ・バッテリーを置き換えることができる スーパーキャパシタ – デザインノート450

Jim Drew

### はじめに

スーパーキャパシタ(またはウルトラキャパシタ)は、短時間のエネルギー保存のアプリケーションや間欠の高エネルギーパルスが必要とするアプリケーションに用途を広げています。このようなアプリケーションの1つは停電時運転継続(power ride-through)回路で、主電源が短時間停電するとバックアップ・エネルギー源が割り込んできて負荷に給電します。この種のアプリケーションは一般にバッテリーによって支配されてきましたが、電気二層コンデンサ(EDLC)が、ファラッド当りの価格、サイズ、および容量当りの等価直列抵抗(ESR/C)が下がり続けているので急速に普及してきています。


5Vの停電時運転継続アプリケーションを図1に示します。この場合、直列接続され4.8Vに充電された2個の10F、2.7Vスーパーキャパシタが、1秒以上にわたって20Wをサポートすることができます。LTC3225(チャージポンプをベースにした新しいスーパーキャパシタ・チャージャ)が使われており、スーパーコンデンサを150mAで充電し、セルのバランスを保ちます。他方、LTC4412がスーパーキャパシタと主電源を自動的に切り替えます。LTM4616デュアル出力DC/DC  $\mu$ Module™レギュレータが1.8Vおよび1.2Vの出力を発生します。20W負荷では、主電源が取り去られた後1.42秒の間、出力電圧が安定化された状態に保たれます。

### スーパーコンデンサの特性

10F、2.7Vのスーパーキャパシタは10mm×30mmの2端子ラジアル・キャン(radial can)で供給され、ESRは25m $\Omega$ です。バッテリーに比べたスーパーキャパシタの利点の1つは寿命の長さです。コンデンサのサイクル寿命は500,000サイクル以上と見積もられていますが、バッテリーはわずか数百サイクルで規定されています。このため、スーパーキャパシタは「設置したら忘れてよい」理想的なデバイスであり、保守はほとんどもしくは全く不要です。

どんなアプリケーションでも、スーパーキャパシタの2つの重要なパラメータはセル電圧と初期リーク電流です。初期リーク電流は実際は誘電体吸収電流で、しばらくすると消失します。スーパーキャパシタのメーカーは電圧を加えてから100時間後のリーク電流を規定しますが、それらの最初の100時間の初期リーク電流は規定リーク電流の50倍に達することがあります。

スーパーキャパシタ両端の電圧は動作寿命にかなりの影響を与えます。直列に使用する場合、スーパーキャパシタはセル電圧をバランスさせて、直列スーパーキャパシタの1つが過充電になるのを防ぎます。受動セル・バランスはよく使われるシンプルな手法ですが、この場合、抵抗がスーパーキ

、LT、LTCおよびLTMはリアテクノロジー社の登録商標です。  
 $\mu$ Moduleはリアテクノロジー社の商標です。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。

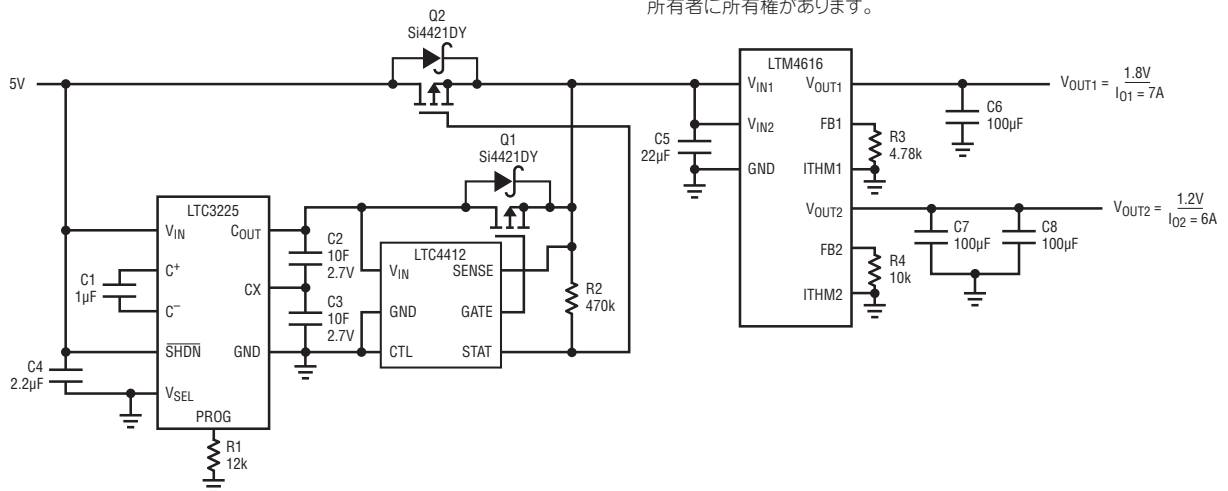


図1. 20Wを1.42秒間供給する5V停電時運転継続アプリケーション回路

キャパシタ両端に接続されます。この手法の弱点は、充電回路がディスエーブルされると、バランス抵抗を通してスーパーキャパシタが放電することです。この方式の目安は、約2μA/ファラッドと見積もられるワーストケースのリーク電流の50倍にバランス抵抗を設定することです。これらのパラメータに基づくと、10F、2.5Vのスーパーキャパシタには2.5kのバランス抵抗が必要になります。この抵抗は、充電回路がディスエーブルされると、スーパーキャパシタから1mAの電流を流出させるでしょう。

別のもっと良い手法は、LTC3225のような電力損失を生じない能動的セル・バランス回路を使うことです。LTC3225はシャットダウン・モードではスーパーキャパシタに対して4μA以下の負荷となり、入力電源が取り去られると1μA以下になります。LTC3225は充電電流が最大150mAで、直列に接続された2個のスーパーキャパシタを4.8Vまたは5.3Vのどちらにでも充電し、個々のスーパーキャパシタの電圧をバランスさせます。

負荷に定電圧を与えるため、負荷とスーパーキャパシタの間にDC/DCコンバータが必要です。スーパーキャパシタ両端の電圧が低下するにつれ、DC/DCコンバータが引き出す電流が増加して、負荷への電力を一定に保ちます。DC/DCコンバータは、その入力電圧が最小動作電圧(V<sub>UV</sub>)に達すると、安定化状態から外れます。

スーパーキャパシタの要件を見積もるには、実効回路抵抗(R<sub>T</sub>)を決定する必要があります。R<sub>T</sub>は、次式のように、コンデンサのESRと回路の配電抵抗の和です。

$$R_T = ESR + R_{DIST}$$

DC/DCコンバータが最小動作電圧のとき入力電力の10%が実効回路抵抗で失われると想定すると、ワーストケースのR<sub>T</sub>は次のようになります。

$$R_{T(MAX)} = \frac{0.1 \cdot V_{UV}^2}{P_{IN}}$$

DC/DCコンバータの最小動作電圧でスーパーキャパシタ両端に必要な電圧は次のようになります。

$$V_{C(UV)} = \frac{V_{UV}^2 + P_{IN} \cdot R_T}{V_{UV}}$$

次に、必要な停電時運転継続時間(T<sub>RT</sub>)、スーパーキャパシタの初期電圧(V<sub>C(0)</sub>)およびV<sub>C(UV)</sub>に基づいて、必要な実効容量を次のように計算することができます。

$$C_{EFF} = \frac{2 \cdot P_{IN} \cdot T_{RT}}{V_{C(0)}^2 - V_{C(UV)}^2}$$

直列接続したスーパーキャパシタのバンクの実効容量は、1個のスーパーキャパシタの実効容量をコンデンサの個数で割ったもので、全体のESRは全てのESRの和です。

スーパーキャパシタのESRは周波数の増加に伴って減少します。メーカーは通常1kHzでESRを規定し、メーカーによってはDCでの値と1kHzでの値の両方を示しています。スーパーキャパシタの容量も周波数が増加するにつれて減少し、通常はDCで規定されています。1kHzでの容量はDCでの値の約10%です。電力が数秒から数分間供給される停電時運転継続アプリケーションでスーパーキャパシタを使用するときは、0.3Hzのような低周波数での実効容量とESRの測定値を使います。入力電源が取り去られたとき180mVの電圧降下として現れたESRの影響を図2に示します。

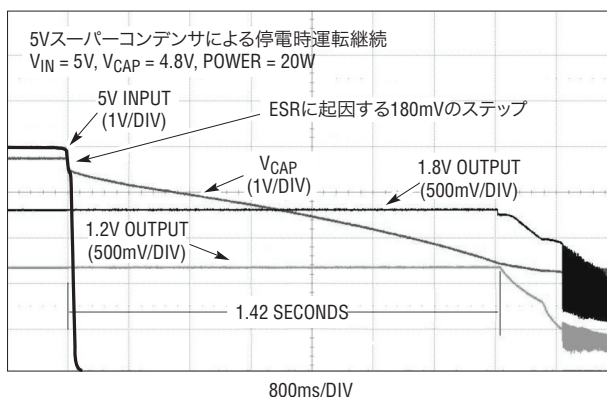


図2. 5V停電時運転継続アプリケーションのタイミング

#### まとめ

スーパーキャパシタは、時間要件が数秒から数分の範囲の停電時運転継続アプリケーションのニーズを満たすことができます。スーパーキャパシタは、バッテリーに比べて、寿命が長く、保守が簡単で、軽量で、環境にやさしいソリューションを提供します。この目的のため、LTC3225は、性能を落とすことなく、直列に接続したスーパーキャパシタの充電とセル・バランスの小型で低ノイズのソリューションを提供します。

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

お問い合わせは当社または下記代理店まで(順不同)

<b>オンラインストアニアエクスプレス</b>  0120-7291-22	<b>株式会社 トーメン エレクトロニクス</b> 本社 TEL 03-5462-9615 大阪 06-6447-9644 名古屋 052-582-1591 福岡 092-713-7779 宇都宮 028-625-8331 松本 0263-34-6131 北関東 048-521-9011 仙台 022-221-8061 浜松 053-452-8147 立川 042-548-9871	<b>東京エレクトロニクス株式会社</b> 本社 TEL 045-443-4024 大阪 06-6399-1511 名古屋 052-562-0825 東京 03-3251-0083 北関東 048-600-3880 水戸 029-227-6552 立川 042-548-0255 横浜 045-474-7023 松本 0263-36-8112 福岡 092-474-4121 仙台 022-212-2746	<b>株式会社 三共社</b> 本社 TEL 03-5298-6201  <b>東京電子販売株式会社</b> 本社 TEL 03-5350-6711	<b>株式会社 信和電業社</b> 本社 TEL 06-6943-5131  <b>伊藤電機株式会社</b> 本社 TEL 052-935-1746
---	--	---	--	--

## 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>

dn450 0908 • PRINTED IN JAPAN



© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2007