

DESIGN NOTES

スーパーキャパシタによる電源バックアップ・システムが携帯電子機器の電源喪失時に揮発性データを保護

デザインノート 498

Jim Drew

はじめに

携帯電子機器は、私たちの日常生活において大きな役割を果たしています。信頼性が最も重視されることから、携帯電子機器は、通常の条件下で高い信頼性を発揮できるよう、軽量電源を使用して慎重に設計されます。しかし、いかに慎重な設計を行ったとしても、人間の誤操作を防ぐことはできません。たとえば、工場の作業者がバーコード・スキャナを落として、バッテリーが外れてしまったらどうなるでしょう。このような出来事を電氣的に予測することはできず、何らかの安全策を講じなければ、揮発性メモリに保存された重要なデータは失われてしまいます。つまり、バッテリーを元通り取り付けるまで、あるいはデータを永久メモリに保存するまでの間、スタンバイ電力を供給できるだけの十分なエネルギーを保存しておく短期的な電源保持システムが必要です。

スーパーキャパシタは小型・堅牢で、しかも信頼性が高く、短時間の電源喪失に対するバックアップ・システムの電源要求を満たすことができます。バッテリーと同様に、スーパーキャパシタにも慎重な充電と出力電力の安定化が必要です。LTC[®]3226 は PowerPath[™]コントローラ付き 2 セル直列

スーパーキャパシタ・チャージャで、バックアップ・システムの設計を簡素化します。具体的には、出力電圧をプログラム可能で自動セル電圧バランス機能を備えたチャージポンプ・スーパーキャパシタ・チャージャ、低損失レギュレータ、および通常モードとバックアップ・モードの切り替えを行うパワーフェイル・コンパレータを内蔵しています。低入力ノイズ、低静止電流、および実装面積が小さい LTC3226 は、バッテリー駆動の小型携帯電子機器のアプリケーションに最適です。LTC3226 は、3mm×3mm の 16 ピン QFN パッケージで供給されます。

バックアップ電源アプリケーション

スーパーキャパシタ・スタックを組み込んだ電源保持システムを図 1 に示します。これは、バッテリー電源が失われた場合に 165mW のスタンバイ電力を約 45 秒間供給できる容量を持っています。バックアップ・モードでは、LDO がスーパーキャパシタ・スタックの出力を変換して、定電圧を供給します。

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。PowerPath はリアテクノロジ社の商標です。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。

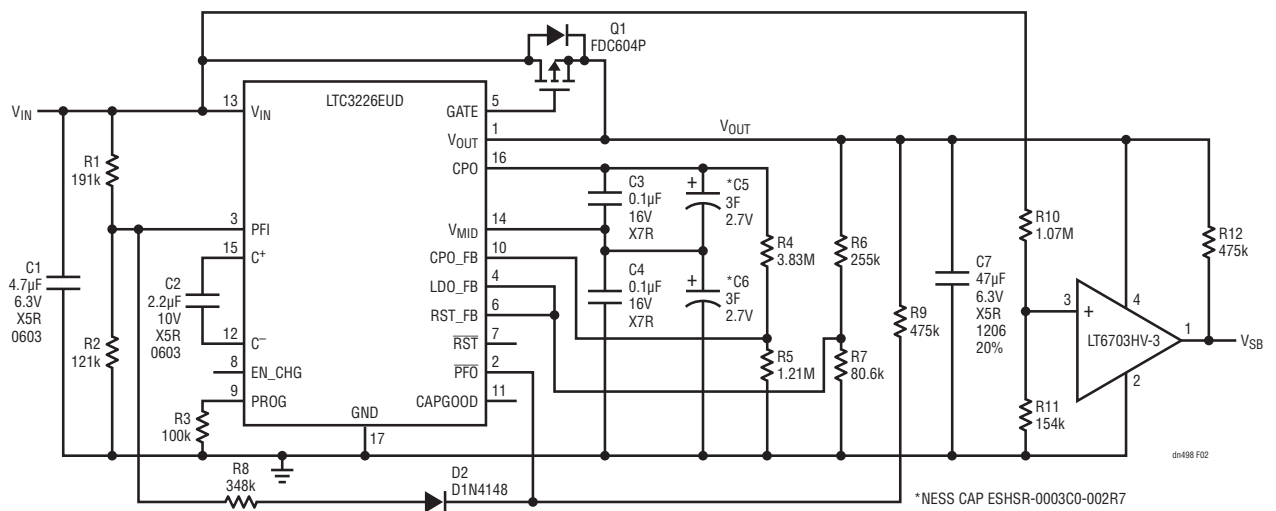


図 1. スーパーキャパシタを使用した標準的な電源バックアップ・システム

LTC3226 を使用すれば、簡単に電源バックアップ・システムを設計できます。たとえば、動作電流 150mA、スタンバイ電流 (I_{SB}) 50mA のデバイスを 1 個のリチウムイオン・バッテリーで使用する場合があります。常に充電済みのバッテリーが接続されているように、パワーフェイル・コンパレータ (PFI) のハイ・トリガ・ポイントは 3.6V に設定します。デバイスはバッテリー電圧が 3.15V に達するとスタンバイ・モードになり、3.10V ($V_{BAT(MIN)}$) でバックアップ・モードになって、約 45 秒の間 (t_{HU})、保持電力を使用します。

スタンバイ・モードのトリガ・レベルは外付けのコンパレータ回路によって制御されますが、バックアップ・モードのトリガ・レベルは PFI コンパレータによって制御されます。バックアップ・モードでは、スーパーキャパシタの放電が速くなり過ぎるのを防ぐために、デバイスを完全な動作モードにすることはできません。

設計は、PFI のトリガ・レベルを設定することから開始します。R2 は 121k に設定し、R1 は、PFI ピンにおける PFI トリガ・レベル (V_{PFI}) が 1.2V になるように計算します。

$$R1 = \frac{V_{BAT(MIN)} - V_{PFI}}{V_{PFI}} \cdot R2 = 191.6k\Omega$$

R1 は 191k に設定します。

V_{IN} ピンのヒステリシスは、3.6V のトリガ・レベルを満たせるように拡張する必要があります。これは、PFI ピンと PFO ピンの間に抵抗とダイオードを直列に追加することによって実現できます。 $V_{IN(HYS)}$ は 0.5V、 $V_{PFI(HYS)}$ は 20mV、および V_f は 0.4V です。

$$R8 = \frac{V_{PFI} + V_{PFI(HYS)} - V_f}{V_{IN(HYS)} - \frac{V_{PFI(HYS)}}{R2} \cdot (R1 + R2)} \cdot R1 = 349.3k\Omega$$

R8 は 348k に設定します。

バックアップ・モードの LDO 出力電圧は、R7 を 80.6k に設定して R6 を計算することにより、3.3V に設定します。 $V_{LDO(FB)}$ は 0.8V です。

$$R6 = \frac{V_{OUT} - V_{LDO(FB)}}{V_{LDO(FB)}} \cdot R7 = 251.9k\Omega$$

R6 は 255k に設定します。

直列に接続されたスーパーキャパシタの満充電電圧は 5V に設定します。これは、CPO ピンと CPO_FB ピンの間にある抵抗分割器ネットワークによって行います。R5 は 1.21M に設定し、R4 は計算により求めます。 $V_{CPO(FB)}$ は 1.21V です。

$$R4 = \frac{V_{CPO} - V_{CPO(FB)}}{V_{CPO(FB)}} \cdot R5 = 3.78M\Omega$$

R4 は 3.83M にします。

バックアップ・モードではスーパーキャパシタ・スタックの電圧が V_{OUT} に近づき始めるので、 t_{HU} 終了時におけるスーパーキャパシタの最小電圧の計算においては、2 個のスーパーキャパシタの ESR と LDO の出力抵抗を考慮しなければなりません。それぞれのスーパーキャパシタの ESR を 100m Ω 、LDO 出力抵抗を 200m Ω とすると、50mA のスタンバイ電流によって、 $V_{OUT(MIN)}$ にはさらに 20mV が追加されます。 $V_{OUT(MIN)}$ を 3.1V に設定すると、スーパーキャパシタ・スタックの放電電圧 (ΔV_{SCAP}) は 1.88V になります。以上で、それぞれのスーパーキャパシタの容量を決定することができます。

$$C_{SCAP} = 2 \cdot \frac{I_{SB} \cdot t_{HU}}{\Delta V_{SCAP}} = 2.39F$$

それぞれのスーパーキャパシタには、Nesscap の 3F/2.7V のキャパシタ (ESH5R-0003C0-002R7) を使用します。

負荷 50mA のシステムの実際のバックアップ時間を図 2 に示します。実際の回路には少し大きめの 3F のキャパシタが使われているので、バックアップ時間は 55.4 秒となります。

まとめ

高性能携帯機器では、バッテリーが突然外れてしまった場合に揮発性データを安全に保存できるように、十分な時間、デバイスに電力を供給できる電源バックアップ・システムが必要です。このようなシステムでは、スーパーキャパシタがコンパクトで信頼性が高いエネルギー源となりますが、充電と出力電圧レギュレーションのために特別な制御システムが必要です。2 セル・スーパーキャパシタ・チャージャ、PowerPath コントローラ、LDO レギュレータ、およびパワーフェイル・コンパレータを 3mm×3mm の 16 ピン QFN パッケージに集積した LTC3226 を使用すれば、完全なバックアップ・ソリューションを簡単に作り上げることができます。

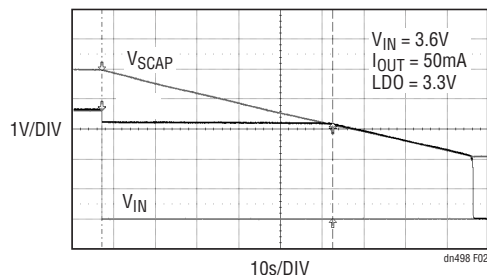


図 2. 50mA 負荷でのバックアップ時間

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>

dn498f LT/TP 0112 • PRINTED IN JAPAN



© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2011