

Super-Cap. の放電特性 (改訂版)

Super-Cap. をDC/DCコンバータを通して
バックアップする場合・・・
定電流放電ではない。

(LTspice TIPS 7月号の記事を改定しました。)

—  — FAE : Michio Shibuya

2

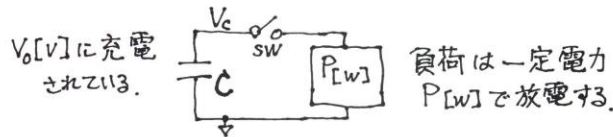
Super-Cap. の放電特性

システムのバックアップを数秒から数十秒のオーダーで行う場合、Super-Cap.を利用しDC/DCコンバータでシステム用の電圧を作る構造が用いられる。このとき、必要なバックアップ時間に対し、どれだけの容量のキャパシタを組み込まなければならないか？ 様々な条件下でこの容量を決定する(あるいは、ある容量でどれだけの時間動作するかを)簡単な計算式を用意することはやや考察が必要になる。なぜなら、負荷の消費電力が一定であるが、DC/DCコンバータは入力電圧が低下するにしたがって、放電電流が増加するためである。これらの推測をするとき「LTspice」を利用することが、効果的な手法である。

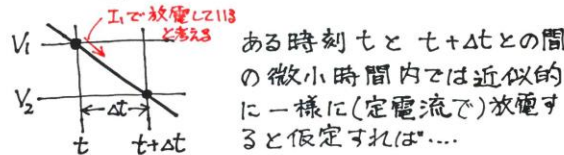
—  — FAE : Michio Shibuya

3

まずは机上での考察(1)



この条件で SW を $t=0$ で ON にし、放電させる。
このときの $V_C(t)$ はどのように変化するか？



(また、 V_1 の時点での電流を I_1 、 V_2 の時点での電流を I_2 とすれば)

$$V_1 \cdot I_1 = V_2 \cdot I_2 = P \text{ [W]} \quad \text{となつてゐる.}$$

$$V_2 = V_1 - \frac{1}{C} I_1 \cdot \Delta t \quad \text{ここで } I_1 = \frac{V_2}{V_1} I_2 \text{ だから}$$

$$V_2 = V_1 - \frac{1}{C} \cdot \frac{V_2}{V_1} I_2 \cdot \Delta t \quad \text{これに辺々 } V_1 \text{ を掛けて}$$

まずは机上での考察(2)

$$V_1 V_2 = V_1^2 - \frac{1}{C} V_2 I_2 \cdot \Delta t \quad \text{ここで } V_2 \cdot I_2 = P \text{ を代入し}$$

$$V_1 V_2 = V_1^2 - \frac{P}{C} \Delta t \quad V_2^2 \text{ を移項して } V_1 \text{ で << すると}$$

$$V_1 (V_2 - V_1) = -\frac{P}{C} \Delta t$$

この差を ΔV とおけば

$$V_1 \cdot \Delta V = -\frac{P}{C} \Delta t$$

ここで V_1 は任意の V_C で成り立ち、 $\Delta t \rightarrow dt$, $\Delta V \rightarrow dV$ と置きかえれば

$$V_C dV = -\frac{P}{C} dt$$

辺々積分して

$$\int V_C dV = -\frac{P}{C} \int dt \quad \rightarrow \quad \boxed{\frac{1}{2} V_C^2 = -\frac{P}{C} t + \alpha}$$

辺々2倍し $2\alpha \rightarrow \alpha$ と改めて書きなおせば

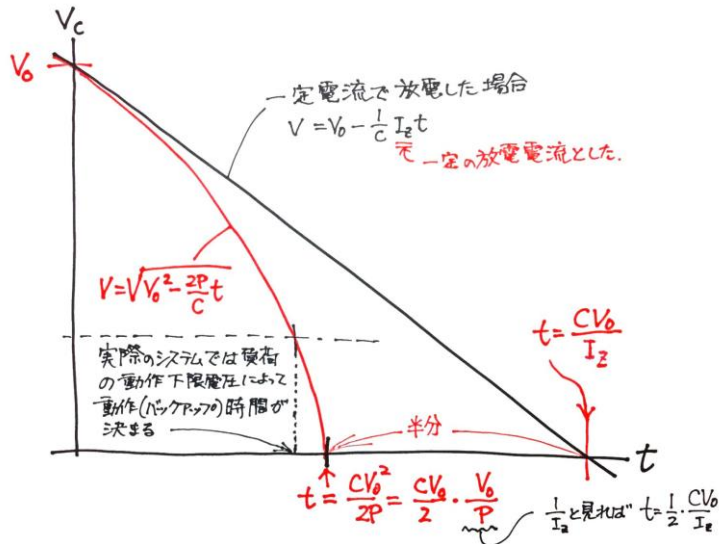
$$V_C^2 = -\frac{2P}{C} t + \alpha \quad V_C = \sqrt{\alpha - \frac{2P}{C} t}$$

$t=0$ で $V = V_0 \therefore \alpha = V_0^2$

$$\boxed{V_C = \sqrt{V_0^2 - \frac{2P}{C} t}}$$

これが求める V_C の放電電圧の式.

まずは机上での考察(3)



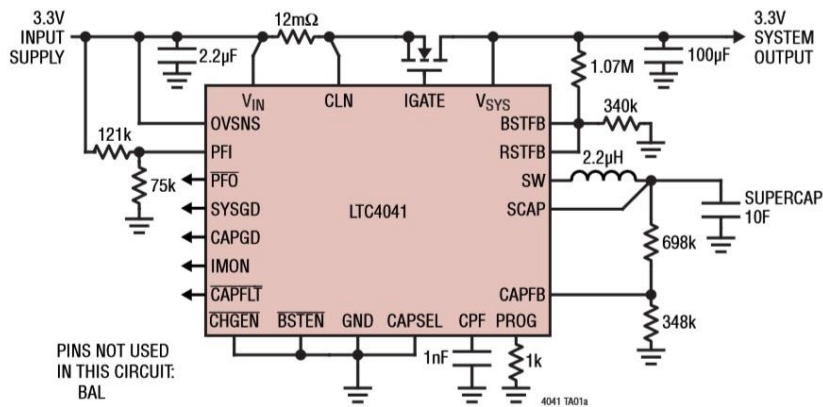
SANKYOSHA FAE : Michio Shibuya

6

LTC4041 標準アプリケーション

スーパーキャップに高圧コンバータでチャージし、昇圧コンバータでシステムバックアップする電源回路。

単一スーパーキャパシタの3.3Vバックアップ・アプリケーション



SANKYOSHA FAE : Michio Shibuya

7

Super-Cap. 放電特性

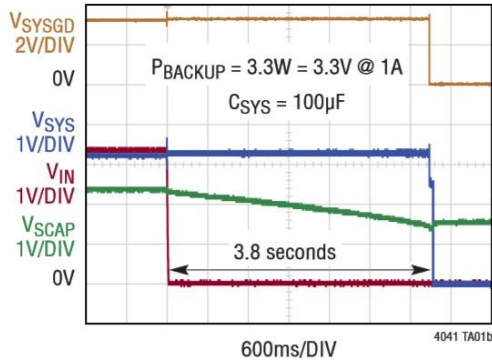
1個の10Fスーパーキャパシタを使用した完全なバックアップ・イベント

モデル化した条件で、シミュレーション

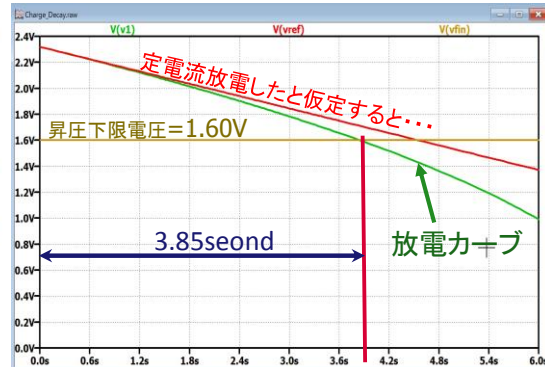
Super-Cap.の初期電圧= 2.32

昇圧回路の効率= 0.90

Super-Cap.の容量= 10



データシートの実測グラフ



— SANKYOSHA — FAE : Michio Shibuya