



# デジタル制御電源で 何ができるか(前編)

## デジタル制御に必要なアナログ制御 の基礎知識

浜田 智  
Satoshi Hamada

電源回路のデジタル制御化の話は、いろいろなメディアを通じて見かけるのですが、今のところ半導体ベンダ側からの声ばかりが大きく、実際のアプリケーション作成者側からの呼びかけはあまり聞かれないように思います。

現在の電源回路の主流はアナログ制御であり、その性能やサイズ、コストにおいて特に不満はなく、あえてデジタル化にしなければならない本質的な理由が見当たらないのが実際のところかもしれません。

ここでは、デジタル制御電源のメリットやアプリケーション、新しく登場したデバイスとその使い方、これから始める方の出発点になる最も簡単なソース・コードなどを、2回に分けて紹介します。

### デジタル制御へと移行する動機

#### ■ 特性面でのメリット

デジタル制御のメリットは、現在のところ、オンボード電源よりも写真1のような数百W以上の大型電源にあると考えられます。

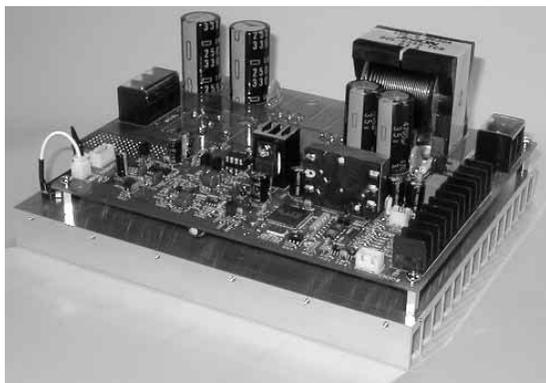


写真1 EV専用12V/30A出力の降圧型DC-DCコンバータの例  
運転停止や保安機能などのきめ細かい制御が必要とされ、デジタル制御に向く

数百W以上の電源では扱う電力が大きいため、運転停止のシーケンスや保安機能など、きめ細かく制御する必要があるためです。

#### ● 従来 PWM 制御 IC の問題点

現在、アナログ制御電源として図1の構成例があります。PWM制御ICは、昔ながらのSG3524やMB3759が現在でも主流です。これらのICは万能で、非絶縁型の降圧/昇圧、絶縁型のフライバック/フォワードに加え、ハーフブリッジ/フルブリッジなど、さまざまな回路を構成することができます。

逆にいろいろな構成に使えるICなので、外付け部品が多く、なんとなく泥臭い回路になってしまいます。マイコンによるPWM制御への介入には限りがあり、制御の連携はスマートではありませんでした。

#### ● すべてをデジタル制御化した場合の優位点

PWMコントロールをデジタル制御にすれば、PWM制御とシーケンス制御の一体化が可能です。具体的には次のようなことが可能です。

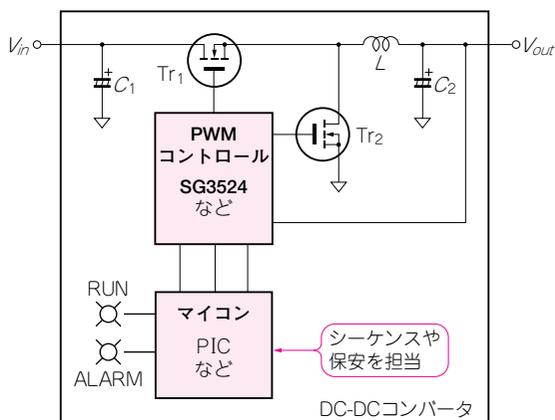


図1 マイコンによりアナログPWM制御ICの動作を制御しているDC-DCコンバータの構成例

### ▶元電源や負荷の状態に合わせた柔軟なソフト・スタート

元電源のパワーが弱すぎたり、逆に強すぎたりする場合、さらに100%負荷で電源を起動する場合、電圧降下や突入電流軽減のための柔軟なソフト・スタート機能が実現できます。

### ▶負荷率に応じた制御パラメータをリアルタイムに変更可能

フィードバック制御の最適なパラメータは、軽負荷時と100%負荷時とは違います。アナログ制御の場合、パラメータは部品によりやむなく固定されていますが、負荷に応じて連続的に変えることができます。

### ▶各種保安機能の充実

過負荷、過電圧、突入電流、熱などあらゆる問題に応じて、柔軟にPWMコントロールができます。

例えば、次のような機能も簡単です。

#### 制御例

何かの問題でPWMがストップしました。この時点では、外部にはアラームを発せずいったん自動復帰させます。復帰後10分以内に再度PWMがストップしたら、今度は正式なアラームと断定し、外部にアラームを発します。この場合、自動復帰はしません。

### ▶上位ホスト・コントローラとの通信

RS-232-CやRS-485を使って簡単に通信できます。上位側にシステム管理を行うホスト・コントローラがあれば、電源の運転状態を上位側に伝えられます。

## ■ エンジニアにとってのメリット

### ● 設計変更はソース・コードの書き換えだけ

何といても開発が楽になるのがデジタル制御です。例えば、フィードバック制御のエラー・アンプのゲイン一つを変えるにしても、アナログの場合は、抵

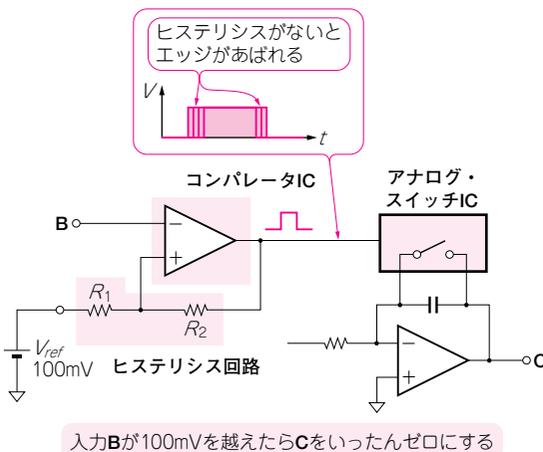


図2 アナログで保安回路を組むとこんなに面倒

抗器をいちいちはんだごてを使って交換していました。デジタル制御ならば、

```
A = 10; // 変数Aを10とする
OUT = A * IN; // 入力INにAを乗算して出力OUTとする
```

と、変数INとOUTを結ぶゲイン定数Aの数値を、10や20と書くだけで終わりです。反転アンプにしたければ、Aを-10とするだけです。

保安回路でよく使うコンパレータ機能の実現も簡単です。例えば、変数Bの値が100mVを越えたら変数Cを0mVにリセットする、という場合、

```
if(B > 100) { //もしBという変数が100mVを越えたら
    C = 0; //Cという変数を0mVにリセット
}
```

と書くだけです。これをアナログ回路で実現するならば、図2のように、コンパレータICを用意し、ヒステリシス回路を設けてスレッシュホールド付近のチャタリングを抑え、さらにアナログ・スイッチICを用意して変数Cに当たる電圧をアナログ・スイッチでショートさせる、というとても面倒な回路を作らなければなりません。

### ● 独自の制御アルゴリズムをブラックボックス化

当面の間、デジタル制御はアナログ制御アルゴリズムの模倣からのスタートでしょう。ですが、そのうちデジタル制御ならではの奇抜なアルゴリズムが出てくるものと思われます。

例えば、最近のデジタル・カメラには、人の顔を判断し、ピントと顔と背景の最適な露出を計算するアルゴリズムが搭載されています。人の顔の目や口や鼻などを判別するアルゴリズムはデジタルならではのものです。アナログでは困難です。

つまり、アイデア次第では、アナログ制御に捕われない独自の制御アルゴリズムを作ることができます。

さらに、アナログ制御では、回路という形でノウハウが外に出やすい問題を抱えていましたが、デジタル制御では、制御内容の秘密化が可能です。

では、電源回路におけるデジタル制御独自のアルゴリズムとは何なのでしょう。それは私にも分かりません。ただ言えるのは、先に進んでいる人がいないので、とにかく早く考えた者勝ちということです。

## デジタル制御を実現するためのキー・デバイス

● マイコンでの実現は簡単だが演算能力が足りない  
デジタル制御電源は、今日の汎用ワンチップ・マイコンで簡単に実現できます。しかし、電源のPWMコントロールを行う数学演算には、どうしても処理が