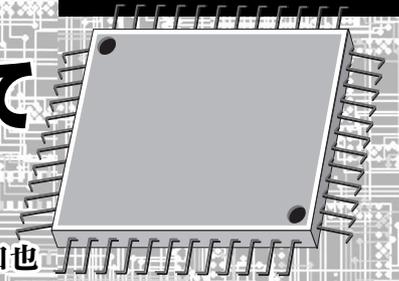


電源にもデジタル化の波がやってきた!

デジタル信号処理プロセッサを利用して デジタル制御電源装置を開発

宮下 和也



ここでは、デジタル信号処理プロセッサ (DSP) の応用事例の一つとして、デジタル制御電源の技術と開発事例を紹介する。デジタル制御電源には、電源機能をプログラムによって設計できるという特徴がある。筆者らはこの技術を利用して、直流電力を交流電力に変換する、高さ 1U (44mm) サイズのインバータ装置を実現した。(編集部)

多種多様な電子機器が日々開発されています。電子回路を搭載している機器は必ず電源を必要としますが、電源そのものは、比較的地味な存在です。

しかし、近年の電子機器の高性能化・高機能化に伴い、電源に対する要求が高度になってきており、その性能や機能がクローズアップされることが増えてきました。電子システムの分野の多くの制御技術がアナログ制御からデジタル制御へと移り変わろうとしている中、アナログ制御の代表ともいえる電源もまた、今、新たな時代を迎えようとしています。

1. デジタル制御電源とは

電子機器によって、必要とされる電圧レベルや負荷電流はそれぞれ異なります。通常は、必要な仕様を満たす電源

モジュールを購入するか、または、独自に回路設計を行い、半導体メーカーの製品の中からその設計に合う制御 IC を選定します。

近年、電源の仕様が複雑になってきており、これらの要求をすべて満たした制御 IC を見つけることが難しくなっています。そのため、複数の IC を採用せざるを得なくなり、電源に対するサイズやコストの要求を満たすことが困難な状況になってきました。また、仕様変更に伴う基板の設計変更が発生して納期を守れなくなるなど、設計者の頭を悩ませる問題が増えています。

このような問題を解消する方法として、「電源の設計者が自らプログラミングすることにより、所望の仕様の電源を実現する」という方法があります。プログラミングによって仕様を変えられるのであれば、制御 IC の選定に苦労することはなくなります。仕様変更や機能追加の要求にも迅速に対応できます。

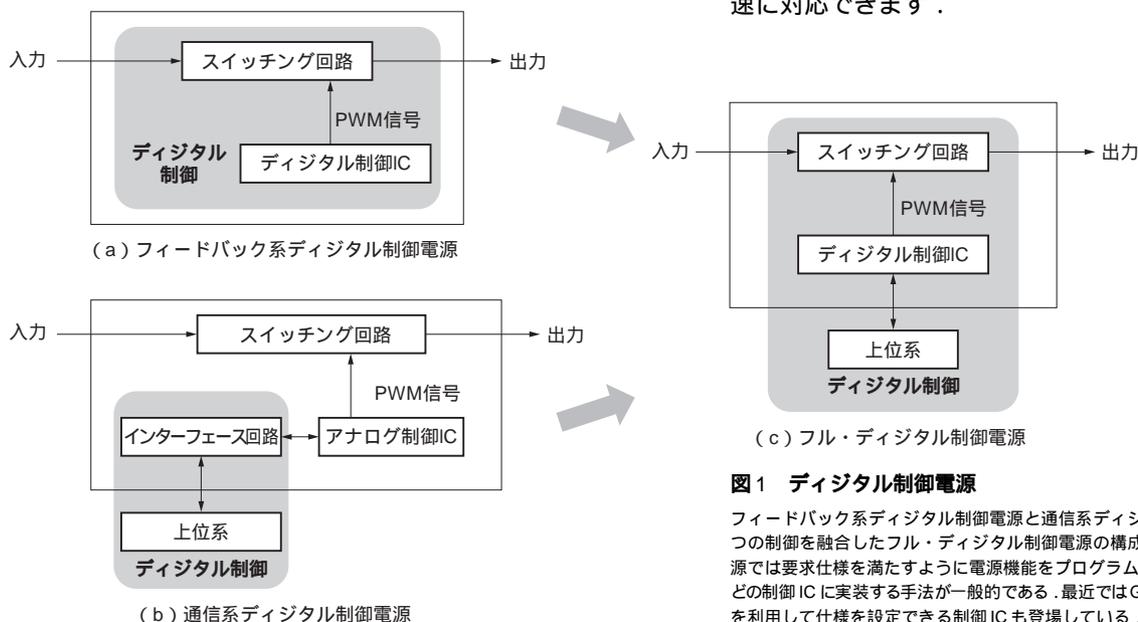


図1 デジタル制御電源

フィードバック系デジタル制御電源と通信系デジタル制御電源、およびその二つの制御を融合したフル・デジタル制御電源の構成を示した。デジタル制御電源では要求仕様を満たすように電源機能をプログラムで設計し、マイコンや DSP などの制御 IC に実装する手法が一般的である。最近では GUI (Graphical User Interface) を利用して仕様を設定できる制御 IC も登場している。

制御 IC を選ぶのではなく、要求された電源をプログラミングによって設計する、これが、本稿で解説する「デジタル制御電源」なのです。

現在、デジタル制御電源と呼ばれるものは、大きく分けて以下の2種類に区分されます。

- PWM (Pulse Width Modulation ; パルス幅変調) 生成を含むフィードバック・ループをデジタル制御で行うデジタル制御電源(フィードバック系 図 1(a))
- 外部と通信を行い、電源状態の管理や監視を行うデジタル制御電源(通信系 図 1(b))

そして今、これら二つの制御を同時に1チップで行うフル・デジタル制御の技術(図 1(c))が注目を浴びており、実用化の段階に至っています。

変更に対応できる柔軟性と新たな付加価値が強い電子機器の内部には制御部や駆動部など、機能別に多数の回路基板が実装されています。最近ではそのほとんどがデジタル化されており、電源だけが唯一アナログ回路として取り残されています。それには、次に挙げる理由が考えられます。

- 基本的な設計手法が確立されている
- ディスクリート構成により低コストを実現できる
- 多種多様なアナログ制御 IC が存在する

しかし、近年の高機能サーバや通信装置の回路基板では必要とされる電源電圧が複数になり、また、装置起動時の電源シーケンス制御も複雑になっています。トランジスタなどでこうした電源回路を構成すると周辺部品が増え、設計が複雑になり、部品コストも上昇しがちです。

その一方で、サーバや通信装置には高い信頼性が求められています。例えば銀行や郵便局の端末が停止してしまうと、大変なことになります。このような装置に搭載される電源には、緊急時でも安定的に電力を供給できるように、さまざまな機能が付加されています。

例えば、停電時にバッテリー電源に切り替わる UPS (Uninterruptible Power Supply ; 無停電電源装置) 機能を搭載するものや、複数台の電源の並列冗長運転を行い、1台の電源が故障してもほかの電源が供給を継続することで、装置への電力供給を一瞬たりとも停止させないものなどがあります。また、最近では、電源を含めたすべてのユニットを一括管理するシステムも多くあります。

このように、電源の状態を監視する場合や電源の状態を

外部に通知する必要がある場合は、アナログ制御よりもデジタル制御の方が有利であることは言うまでもありません。演算処理を得意とするデジタル制御は、アナログ制御では実現できない付加価値を生み出します。例えば、出来上がった電源のプログラムを書き変えるだけで、別の仕様の電源になります。つまり、仕様の変更が発生した場合でも、新たな基板を作らなくて済みます。また、実機に搭載したあと、部品の特性ばらつきによる補正などをプログラムの変更によって実現できます。さらに、万が一バグによるデジタル電源の不具合が発生しても、その場でプログラムを書き変えるだけで対処できる可能性があります。

DSP C28x を利用して実現

それでは、デジタル制御電源の実際の動作について説明します。デジタル制御電源の動作環境として、筆者らが開発した「ODPM-DD0201B」という評価ボード(写真1)を例に説明します。これは、マルチチャンネル出力 DC-DC コンバータの機能を備えたボードです。

本ボードは、Texas Instruments 社の C28x シリーズのデジタル信号処理プロセッサ(DSP)である「TMS320F2808」を搭載しています(写真2)。本ボードのブロック図を 図 2 に示します。

本ボードは、入力電圧を昇圧する昇圧ブリッジ回路と、昇圧した電圧を三つの出力に変換する降圧回路から構成されています。出力1は同期整流回路、出力2および出力3は2相同期整流回路になります。

一つの DSP で、12チャンネルの PWM を使用して、四つのスイッチング回路を制御しています。それぞれの回路が

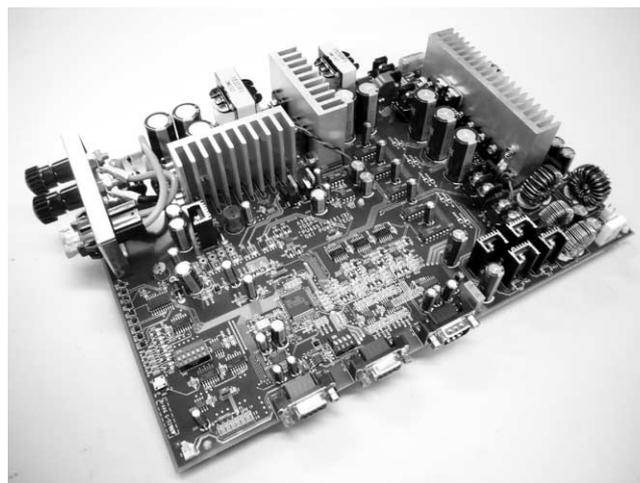


写真1 評価ボード(ODPM-DD0102B)