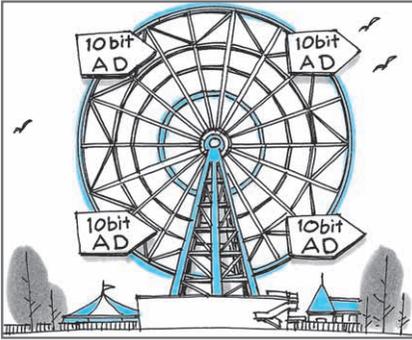


連載 (最終回)

R8C/Tiny マイコン入門

第5回 定電圧定電流電源の製作

タイニー・マスタ
Tiny Master



今回は、R8C/15のA-DコンバータとPWM出力機能をフル活用した「定電圧定電流電源」を製作します。外観を写真5-1に仕様を表5-1に示します。

定電圧定電流電源の構成と原理

製作した定電圧定電流電源全体の構成は、基本的な降圧チョッパです。図5-1に基本構成とTr₁のスイッチング動作により流れる各部の電圧、電流波形を示します。

図5-1をもとに動作原理を説明します。まず、Tr₁

のON/OFFによってTr₁のドレイン出力電圧はV_{SW}のようなパルス状となります。Tr₁がONの間は入力電源からL₁を通してC₁を充電し、同時に負荷にI_{out}が流れるので、I_{on}の波形のように出力電圧が上昇しながら負荷に電流が流れます。

逆に、Tr₁がOFFの間はL₁とC₁に蓄積されたエネルギーがフライホイール・ダイオードD₁を経由して負荷に流れるので、I_{off}の波形のように出力電圧が下降しながら負荷に電流が流れます。

このTr₁のON/OFFを高速で繰り返すとコンデンサC₁の平滑作用により、出力電圧は平均化されて一定の値を示します。

ここで、PWM信号によりTr₁のON/OFFの割合を



写真5-1 製作した実験用の定電圧定電流電源

表5-1 製作した定電圧定電流電源の仕様

項目	仕様	備考	
出力仕様	電圧	最大10 V _{DC} 任意の電圧に設定可能	設定は0.01 V単位
	電流	最大1 A 任意の電流に設定可能	設定電流を最大として制限する。設定は1 mA単位
	リップル	最大100 mV以下	
入力仕様	電圧	15 V _{DC}	ACアダプタから供給する
	電流	最大1.2 A	
表示	項目	設定電圧、電流 出力電圧、電流	
	表示素子	キャラクタ・ディスプレイ・モジュール	16文字2行表示

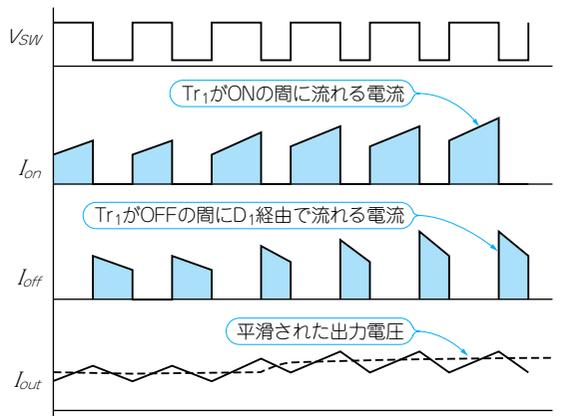
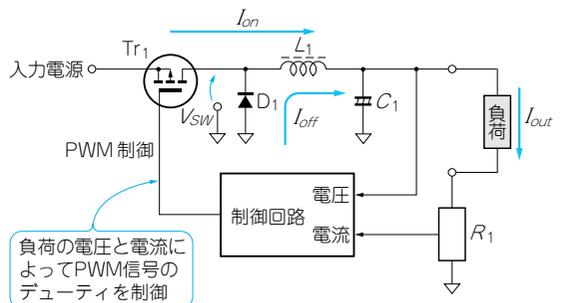


図5-1 定電圧定電流電源の基本構成

変えると、図のようにON時間が長くなれば出力電圧が上がり出力電流も増えるので、PWM信号を細かく調整すれば負荷の変動に対しても一定の電圧を保つことができます。

また、同時に負荷電流を測定して、それが一定値以上であればやはりPWM信号のデューティを小さくしてON時間を短くすることで電流を抑制することができます。

このような原理で、負荷の電圧と電流を制御回路に入力して設定値と比較し、その差異にもとづいて Tr_1 のゲートをPWM制御することで出力電圧を一定に保ち、かつ電流値も抑制することができます。

制御回路にR8C/15を使う

制御回路にはR8C/15を使い、内蔵モジュールでPWM制御と電圧、電流の計測を行います。

● PWM制御信号出力

PWM制御の出力部分は、前回(第4回、2005年2月号)解説したタイマCのアウトプット・コンペア・モードで実現します。

PWM制御周波数はできるだけ高いほうが L_1 や C_1 が小さくできるのですが、周波数と分解能は反比例し、周波数を上げれば分解能が小さくなってしまいます。今回は、R8C/15のクロック周波数を上限の20MHzとして、PWM制御周波数を約40kHz、分解能を10ビットにしました。

● A-Dコンバータを使った電圧と電流の計測

電圧と電流の計測は、A-Dコンバータを使います。A-Dコンバータの内部構成を図5-2に示します。

最大四つのアナログ入力ピンのいずれか一つが選択されて接続されると、サンプル&ホールド回路のコンデンサに充電されます。十分に充電できる時間だけ待

ってから命令でA-D変換を開始させます。A-D変換は $0V \sim V_{ref}(AV_{CC})$ 電圧の間を10ビットの分解能で変換します。この変換動作は ϕAD に入力されたクロックで実行されます。

このA-Dコンバータを制御するために用意されているSFR(Special Function Register)を図5-3に示します。動作モード(MD)は「単発モード」とし、トリガ(ADCAP)は「ソフトウェア」とします。クロック周波数選択(CKS0, CKS1)は「f4」とします。変換ビット数(BITS)は「10ビット」とします。 V_{ref} は接続したままでかまいませんので、 V_{ref} 制御(VCUT)は「 V_{ref} 接続」とします。サンプル&ホールド(SMP)は使ったほうが安定に動作するので「あり」とします。以上の設定でA-D変換が動作します。

実際にアナログ・データをA-D変換するときには、下記のような手順で行います。

- (1) ADCON0レジスタのCH<2:0>でチャンネルを選択する
- (2) ADSTビットを1にしてA-D変換を開始させる
- (3) ADSTビットはA-D変換が終了すると自動的に0になるので0になるまで待つ
- (4) 結果がADレジスタにセットされているのでこれを読み出す

● 基準電圧ICを使った高精度アナログ計測

今回の使いかたではアナログ計測を高精度で行いたいのので、 $V_{ref}(AV_{CC})$ に出力可変型基準電圧IC LM385を使って、その出力である2.5VをR8C/15の AV_{CC} に接続します。これで0~2.5Vの範囲を10ビットの分解能で正確にA-D変換できることになります。

フルスケールが2.5Vになったので、アナログ入力信号もこれに合わせて0~2.5Vを全変動範囲とすることが必要ですが、本器の出力電圧は0~10Vなので、これを1/4に分圧するだけで0~2.5Vに合わせるすることができます。さらに、微調整用に半固定抵抗を

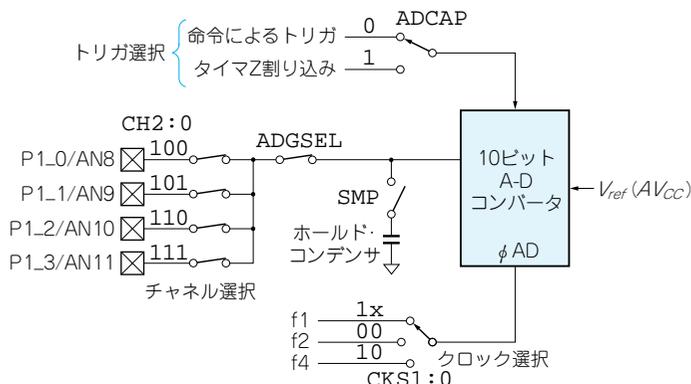


図5-2 A-D変換モジュールの内部構成