

第2章 性能出しが必要な回路を作りたい場合

2-1

+5Vのマイコン回路でOPアンプが使いたくなったら

+5V単一から絶縁された正負電圧を作る電源

入力

USBバス
直流+4.5~+5.5V

出力電圧

±12V, ±5V,
±2.5Vから選択

出力電流

±50mA

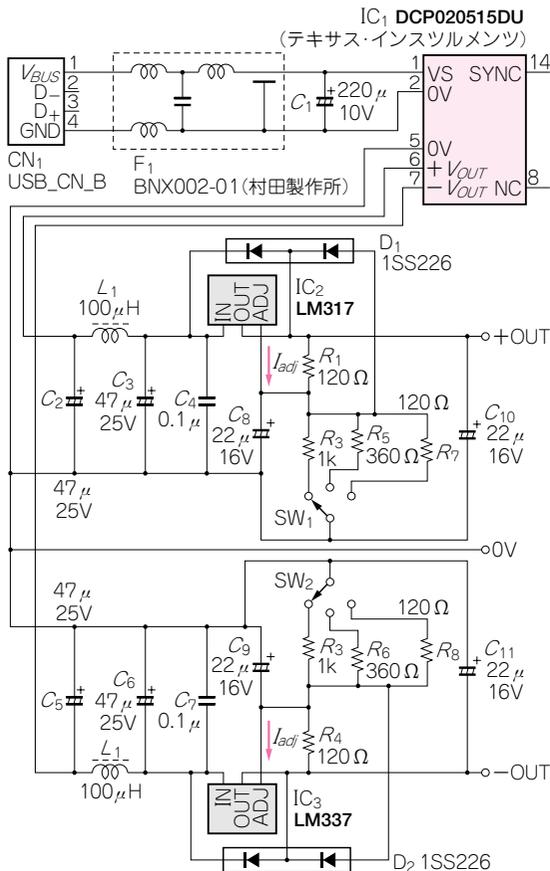


図1 USBバスなどの5VからOPアンプ用の±12Vなどを作る電源
絶縁型なので安心してアナログ回路に使える

OPアンプに使う±電源を
どうやって用意するか

図1に実験した電源回路を示します。+5Vから±12V(または±5V, ±2.5V)を作る電源回路です。

● アナログ回路の負電源でお困りではないですか？

マイコン回路などのデジタル回路は、一般に+5V, +3.3V, +2.5V, +1.8Vといった単電源で動作します。

一方、アナログ回路では、しばしば両電源(±電源)が必要になります。アナログ回路を動作させるためだけに負電源を用意することもあるでしょう。

マイコン周辺のアナログ回路を取り扱っている人にとって、アナログ回路用の両電源は悩みの種だと思います。そんなところにこの回路がマッチするでしょう。

● USBが利用できれば便利

マイコンなどの実験をしている人は、近くでパソコンを使用しているはずですが、最近のパソコンにはかならずUSBコネクタがついていて、そのUSBコネクタには+5Vが供給されています。そこで、この+5Vを使ってアナログ回路用の電源回路を作れば便利に違いないと思い実験してみました。

● ICのパッケージに入った絶縁型DC-DCコンバータ

5Vから±電源を作るのには、テキサス・インスツルメンツ社のDCP020515DU(以下、DCP)を使用しました。見かけはDIPやSOPのICそのものです。このDC-DCコンバータICは外付けコンデンサを接続するだけで簡単に動作するICです。ただし、出力は安定化されていないので、外付けのレギュレータ回路は必須です。特に、無負荷時には出力電圧が16V以上になりますので後続回路の過電圧に注意です。

一つのボード上で、このICを複数個使用するときは、SYNC端子同士を接続してください。DCP内部のスイッチング周波数のバラツキによって低周波のビートが発生するのを防ぐためです。もし、ボード上で一つしか使用しないのであれば、SYNC端子はオープンのままにします。

● 出力電圧可変の3端子レギュレータで安定化する

DCPの後段に接続するレギュレータ回路には、定番ICのLM317とLM337を使用しました。出力電圧の計算法については、各データシートを参照してください。 I_{adj} が R_2 に流れて誤差となりますが、 R_2 の値が今回のように1kΩ程度以下であれば、 I_{adj} の影響は無視してもかまわないと思います。

表1 製作した電源回路の出力電圧(実測)

出力レンジ	入力に実験用電源を使用したとき		入力にUSBバス・パワーを使用したとき	
	無負荷	± 50 mA 負荷	無負荷	± 50 mA 負荷
± 2.5 V	+ 2.52/ - 2.46	+ 2.52/ - 2.46	+ 2.52/ - 2.46	+ 2.52/ - 2.46
± 5 V	+ 5.04/ - 4.93	+ 5.04/ - 4.93	+ 5.04/ - 4.93	+ 5.04/ - 4.93
± 12 V	+ 11.75/ - 11.50	+ 11.75/ - 11.50	+ 11.75/ - 11.50	+ 11.62/ - 11.05

ここだけ電圧が下がっている

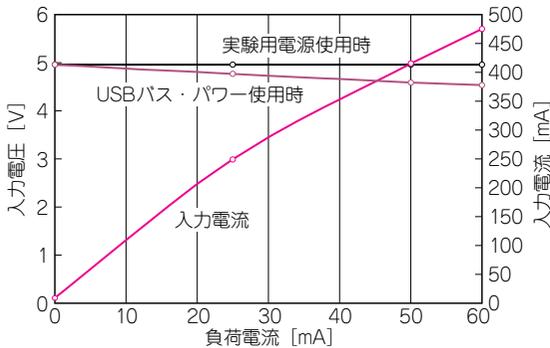


図2 負荷電流に対する入力の電圧および電流
USBバスは入力電流が増えるにしたがって少しずつ電圧が下がっていく

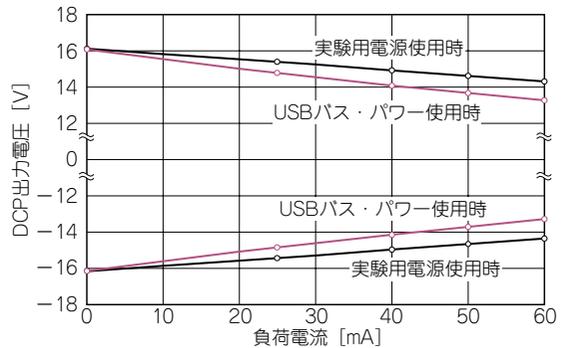


図3 負荷電流に対するDCP020515DUの出力電圧
USBバスではレギュレータの動作を考えると30 mA程度が限度になる

実際の特性

● USBバスでは±12V出力時最大30mA程度

出力電圧を確認した結果を表1に示します。各レンジとも±5%以下の誤差ですので、一般的なアナログ回路実験用の電源としては問題ないでしょう。

USBバスを使用したときは、±12V出力時のロード・レギュレーションが悪化しています。これは、図2に示すように、負荷電流を大きくしたときにDCPへの入力電流が増加し、それとともなってUSBバス・パワーの電圧が低下するためです。

パソコンによって結果は異なると思いますが、USBコネクタから出力されている+5V電源のロード・レギュレーションはそれほど良くないと考えたほうがよさそうです。

図3に、DCPの出力電圧が負荷電流によってどのように変化しているかを示しました。USBバス・パワーで動作させた場合、電源回路の出力電流が±50mAのとき、出力電圧が14V以下になっています。LM317やLM337では、入出力電位差は最低でも2V程度は必要ですから、この電圧降下は問題です。

以上の実験結果から、この電源回路をUSBバス・パワーで使用するときは、±12V出力時に限り最大出力電流は30mA程度と考えたほうが良いでしょう。

DCP後段のレギュレータ回路にLDO(ロー・ドロップ・アウト)レギュレータを使用すれば、USBバス・パワーでも±50mA出力が可能になるでしょう。

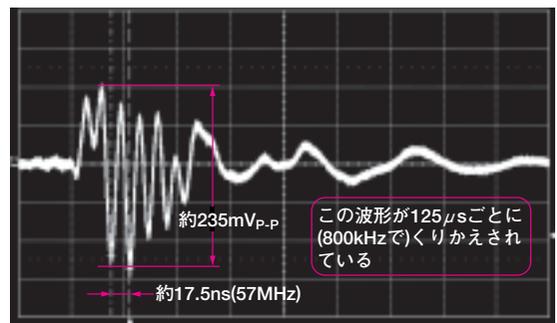


写真1 出力のスイッチング・ノイズ(50 mV/div., 500 ns/div.)
800 kHzはDCPのクロック周波数

● 出力ノイズの測定結果

▶ 低周波雑音は3端子レギュレータ程度

低周波領域での出力雑音は1kHzで150 nV/√Hz程度でした。帯域幅10kHzとすると、

$$V_n = 150 \times 10^{-9} \times \sqrt{10} \times 10^3 = 15 \mu\text{V}_{\text{RMS}}$$

となります。したがって、低周波雑音の値はほぼレギュレータICの出力雑音と考えてよさそうです。

▶ スwitching・ノイズがある

高周波雑音をオシロスコープで観測した結果を写真1に示します。DCPのスイッチング周波数である800kHzの周期でパルス状の雑音が発生しています。

時間軸を拡大すると、基本波で57MHz程度の成分が含まれていることがわかります。出力に含まれる高周波雑音は広帯域に分布していることが予想できます。

〈川田 章弘〉