

センサ計測からアクチュエータ駆動まで 研究室で役に立つ! OPアンプ応用回路集

第2回 レベルUP! レベルDOWN! ゲイン調整回路

松井 邦彦 Kunihiko Matsui

アンプのゲインを可変したい、センサなどに合わせて調整できるようにしておきたい、という用途は少なからず発生し、抵抗の一部を可変抵抗や半固定抵抗に置き換えることがあります。可変抵抗や半固定抵抗は、うまく使わないと、期待した調整範囲が得られない、温度で設定値がずれる、といった不具合を起こします。

最近では、パソコンやマイコンから設定できたほうが便利ということも多いでしょう。そんなときは、デジタル制御できる可変抵抗「デジタル・ポテンショメータ」の出番です。応用として、大電流を流せるデジタル制御可変抵抗回路も紹介します。

〈編集部〉

手で調整する可変抵抗とその応用回路

■ 可変抵抗の正しい使い方

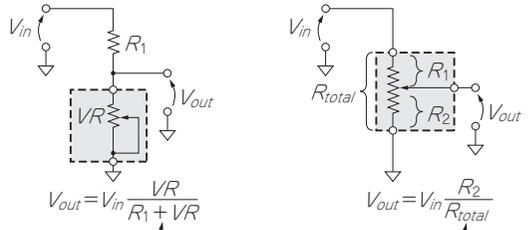
● 性能の悪い部品が精度に影響を与えないようにする
高精度回路では、性能の悪い部品の影響を小さくすることが重要なテクニックになります。アナログ回路の極意に、「高精度回路では可変抵抗を抵抗値の調整用として使ってはいけない」というのがあります。

● 可変抵抗はちょっとしたことで簡単に抵抗値が変動する

どうということかと思われるかもしれませんが、図1(a)を見てください。これは入力電圧 V_{in} を抵抗分割しようとする回路です。この回路の出力電圧 V_{out} は以下の式で求まります。

$$V_{out} = \frac{VR}{R_1 + VR} \dots \dots \dots (1)$$

R_1 には性能が良い金属皮膜抵抗を使えますが、可変抵抗や半固定抵抗の性能はそれに比べてはるかに悪いのが普通です。例えば、金属皮膜抵抗と半固定抵抗



$V_{out} = V_{in} \frac{VR}{R_1 + VR}$
 $V_{out} = V_{in} \frac{R_2}{R_{total}}$

(a) R_1 と VR の温度係数は違うので、キャンセルされない
 (b) R_2 と R_{total} の温度係数はキャンセルされる

(a) 抵抗値を決める2端子素子として使う
 (b) 2点間の電圧を分圧する3端子素子として使う

図1 可変抵抗の使い方は大きく2通りある
 (b)のように分圧器として使うと良い

(トリマ)の例を表1に示します。金属皮膜抵抗のRRシリーズ(進工業)は許容差(ばらつき) $\pm 0.5\%$ 、温度係数 $\pm 25 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ と良好ですが、半固定抵抗のST-2(日本電産コパル電子)は許容差 $\pm 20\%$ 、温度係数 $150 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ とあまり良くありません。

▶ 可変抵抗(ボリューム)と半固定抵抗(トリマ)

ゲイン調整のような回路では、可変抵抗は1回セットしてしまえば、あとは次の調整が必要になるまで再調整することはありません。そのため、このような用途に使用する可変抵抗を半固定抵抗(半固定で使うから)あるいはトリマと呼ぶことがあります。これに対して、ラジオのチューニング・ダイヤルのように、機器の使用時にいつも可変するところに選ぶ可変抵抗は、単に可変抵抗と呼んだり、ボリュームと呼んだりします。

式(1)の分母には可変抵抗 VR とは温度係数が異なる

表1 金属皮膜抵抗と可変抵抗には大きな性能差がある
 可変抵抗の特性をあまり表に出さないような回路設計をすると高精度な回路が作れる

型名	許容差	温度係数	メーカー	備考
RR0816シリーズ	$\pm 0.5\%$	$\pm 25 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$	進工業	金属皮膜抵抗
ST-2シリーズ	$\pm 20\%$	$\pm 150 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$	日本電産コパル電子	サーメット型半固定抵抗