



第1章 差動アンプを上手に使う

もっとも一般的…抵抗式による小電流測定

三宅 和司 Kazushi Miyake

電流測定は先に述べたブレーカやヒューズの熱式など特殊な例を除けば、「抵抗式」と「磁気式」に大別でき、それぞれに長所・短所があります。ここでは、「抵抗式」の特徴について、モータ・コイルを流れる電流 2 A_{rms} のリアルタイム電流測定を例に解説します。

抵抗式の電流測定とは？

● 抵抗式の特徴

電流測定における抵抗式とは図1に示すように、抵抗 R_S に電流 I_X を流すとその両端に電流に比例した電圧 $V_S = R_S \times I_X$ が発生するので、その電圧を測定する、**オームの法則**そのものを使う方法です。この電流を測るための抵抗器が、「**電流検出抵抗**」または「**シャント抵抗**」と呼ばれます。

抵抗式はシンプルなことからモジュール化されることは珍しく、装置の中に組み込まれているのが普通です。たとえば(アナログ)テスタやDMM(Digital Multi Meter)などの電流レンジは、ほぼ抵抗式と考えてよいでしょう。スイッチング電源やモータ・ドライバなどの電流検出も抵抗式が主流です。

● 抵抗式の長所

抵抗式には磁気式に比べて次のような長所があります。

① 直流/交流を問わず測定できる

オームの法則は直流でも、交流でも、直流が重畳した交流でも成立します。

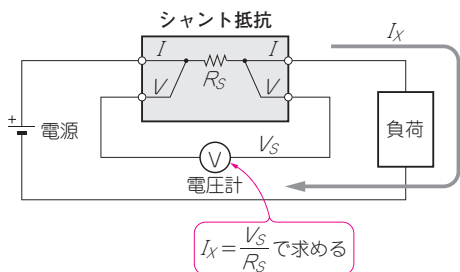


図1 抵抗式の電流測定

抵抗式の電流測定は、未知の電流 I_X によって既知のシャント抵抗 R_S に生じた電圧 V_S を測定すること。 V_S を測定する電圧計は十分に高入力インピーダンスであることが必要

② 高精度な測定が可能

シャント抵抗と電圧計を吟味すれば高精度化が可能。ただし、シャント抵抗のトレランス(抵抗値誤差)や温度係数、リード線抵抗には注意が必要です。

③ 原理的には周波数依存性がない

低抵抗のシャント抵抗に巻き線抵抗器などを使わなければ、電圧計の入力容量との時定数は小さく、たいていは電圧計の応答速度までフラットな特性になります。

④ シンプルで外乱などの誤差要因が少ない

原理がシンプルなのと、地磁気などの静磁気の影響を受けないことから、後述のように電圧検出に差動回路を使用するなどコモン・モード・ノイズ対策を行えば、誤差要因は限られます。

● 抵抗式の短所

抵抗式には次のような短所もあります。

⑤ 測定には被測定電流路を切断する必要がある

中学校の電気の実験で、電流計は回路と直列に接続していたことを思い出してください。

初めから基板などにシャント抵抗を組み入れている場合はよいのですが、後で電流計を組み込む場合や、トラブルシュートなどでちょっと電流を測ってみたい場合には、被測定回路の電流路をいったん切断して、シャント抵抗を挿入する必要がある、面倒です。

⑥ 被測定回路と絶縁するには別途絶縁手段が必要

オームの法則を使う抵抗式では、原理的に被測定回路と電圧測定系が絶縁されていないので、これがトラブルの元になることがあります。

とくに大電力を扱う被測定回路を絶縁なしで測る場合、電圧測定側に被測定電流が流れ込まないように工夫や、コモン・モード・ノイズの軽減手段、シャント抵抗の電位が電圧計のコモン・モード入力範囲を超えないような配慮が必要です。この目的で(特殊な)ハイ・サイド電流検出差動アンプが必要なケースがあります。

また絶縁を行う場合には、アイソレーション・アンプの追加や、フロート電源を使ってA-D変換を行った後にフォト・カプラで絶縁するなど、回路規模が大きくなりがちです。

⑦ 大電流測定ではシャント抵抗の発熱が大きくなる

測定精度を保つためには、シャント抵抗の検出電圧