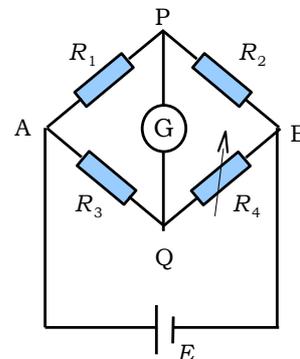


導出シリーズ 第56回 「ホイートストンブリッジ回路」

抵抗を組み合わせた「ホイートストンブリッジ回路」は実用回路として多用されているものである。特に、センサー¹と組み合わせて自動制御のための回路として使われている。

ホイートストンブリッジ回路

右の図に示す回路が「ホイートストンブリッジ回路」である。4つの抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 [Ω] からなる回路に、起電力が E [V] の電池を接続している。 R_4 の抵抗値を調節し、PQ間に接続した検流計²に電流が流れない状態にする。この状態を、「ホイートストンブリッジが平衡状態になった(つりあった)状態」という。



このときの4つの抵抗の抵抗値は、電池の起電力にかかわらず、

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \quad \text{または} \quad R_1 R_4 = R_2 R_3 \quad \text{の関係を満たす。}$$

今回はこの公式(関係式)を導出してみよう。使うのは次に示す「キルヒホッフの法則」である。

キルヒホッフの法則

- ① 回路網の任意の交点において、流れ込む電流の和と流れ出す電流の和は等しい。
- ② 回路網の任意の閉回路において、電池の起電力の和と抵抗の電圧降下の和は等しい。

以上の2つの関係式が成立する。

ホイートストンブリッジの平衡させるので、PQには電流が流れない。よって、電流はAPBと流れる I_1 、またAQBに流れる電流を I_2 とする。検流計の内部抵抗値を R_G とする。

閉回路APQAにおいて、 $R_1 \times I_1 + R_G \times 0 - R_3 \times I_2 = 0$ より、 $\frac{R_1}{R_3} = \frac{I_2}{I_1}$ ……① が成立する。

また、閉回路PBQPにおいて、 $R_2 \times I_1 - R_4 \times I_2 + R_G \times 0 = 0$ より、 $\frac{R_2}{R_4} = \frac{I_2}{I_1}$ ……② である。

よって、ホイートストンブリッジが平衡状態を取るとき、 $\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$ が成立することがわかる。変形

すると、 $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$ 、 $R_1 R_4 = R_2 R_3$ も満たしていることがわかる。

1 エアコンなどには温度センサーが組み込まれている。温度センサーで室温、外気温などを検知して、設定した室温になるようにコンプレッサー運転の強弱を調節している。テレビなどでは照度センサーが組み込まれており、部屋の明るさに応じて明るい部屋では画面を明るく、暗い部屋では画面も暗くして見やすいように調節している。

2 非常に小さい電流でも流れると針が振れる敏感な電流計。電流を数値で測定するのではなく、流れたか否かを測定するのに使われる。