

第7章 ホイートストンブリッジによる抵抗測定

Measurement of Resistance by Wheatstone Bridge

7.1 目的

ホイートストンブリッジの原理を理解し、これによって中位抵抗 ($1 \sim 1\text{M}\Omega$) を測定する方法を習得する。

7.2 理論

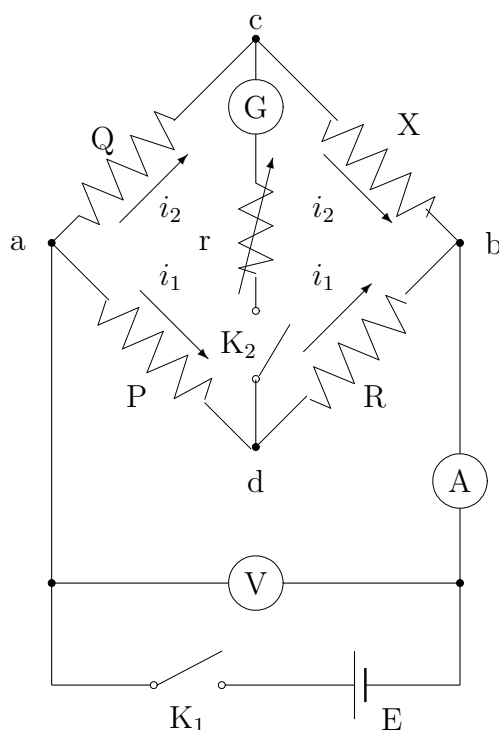


図 7.1: ホイートストンブリッジの原理図

図 7.1 はホイートストンブリッジの原理図である。端子 ab 間に電池を接続し、スイッチ K_1 を閉じて、矢印の方向に電流を流した場合、抵抗 P 、 Q 、 R の値を適当に選定すると、端子 cd 間の電位差が零になり、スイッチ K_2 を閉じて、検流計 G には電流が流れなくなる。この状態をブリッジは平衡したという。この平衡状態 *balanced condition* においては、 P 、 Q 両端の電圧降下は等しい。

すなわち

$$i_1 P = i_2 Q \quad i_1 R = i_2 X \quad (7.1)$$

したがって

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{X} \quad (7.2)$$

これから X を求めれば

$$X = \frac{Q}{P} R \quad (7.3)$$

式 (7.3) から P、Q、R の値がわかれば、X の値を求めることができる。この場合 P、Q を比例辺 ratio arm、R を測定辺 measuring arm という。

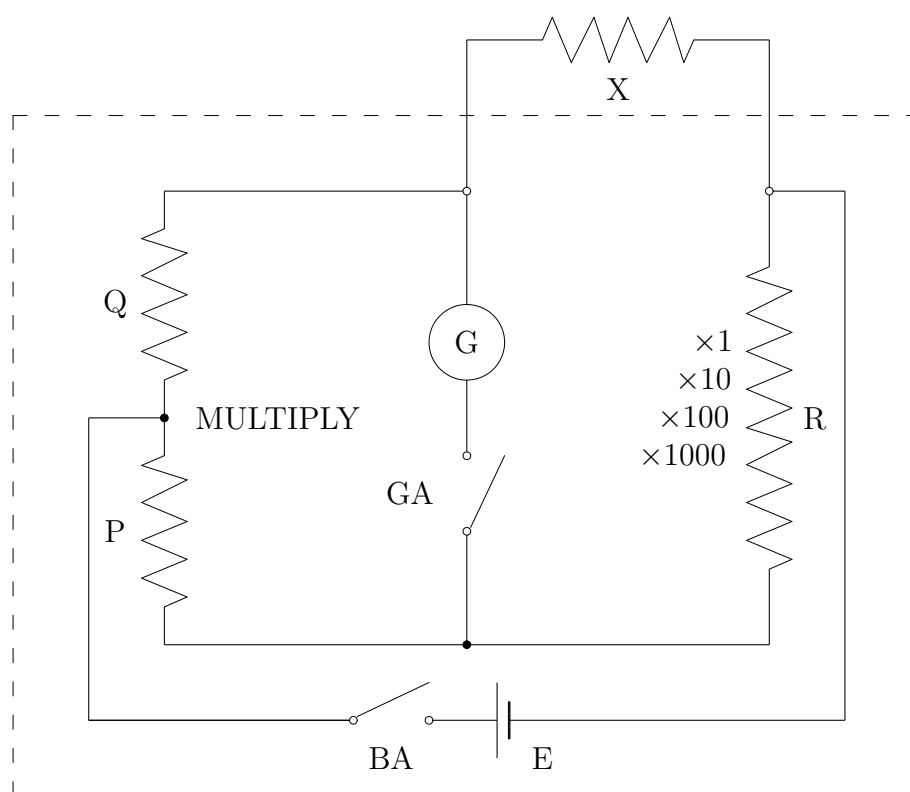


図 7.2: 市販のホイートストンブリッジ結線図

E : 電池

G : 検流計

X : 被測定抵抗

P : 比例辺抵抗

Q : 比例辺抵抗

R : 測定辺抵抗

7.3 方法

被測定抵抗の抵抗値は、第 2.6.3 項の「固定抵抗器のカラーコード」を参照して記録する。

7.3.1 マルチメータによる測定

マルチメータによる抵抗測定は、第 2.2.3 項の「抵抗測定」により抵抗値を測定する。

7.3.2 市販のホイートストンブリッジによる測定

図 7.2 のように接続する。測定辺抵抗 R が 4 桁の数値で測定できるように MULTIPLY(P、Q の比) を選び抵抗値を測定する。

7.3.3 自らホイートストンブリッジを結線し測定

図 7.1 に示す回路に従って、電池、スイッチ、抵抗 (P、Q、R)、被測定抵抗 (X)、検流計、保護抵抗 (r) の各部品を接続する。検流計の振れが最小になるように R を調整し、式 (7.3) から未知抵抗 X を求める。さらに電池の極性を変えて同様の測定をする。

7.4 結果

被測定抵抗の抵抗値

抵抗の 測定番号	第 1 色帯	第 2 色帯	第 3 色帯	第 4 色帯	抵抗値 $R(\Omega)$	誤 差 (%)

7.4.1 マルチメータによる測定結果

誤差の求め方は、第 2.1.1 項を参照し、また、確度範囲の求め方は、第 2.1.2 項を参照する。

抵抗の 測定番号	カラー抵抗 $R_c(\Omega)$	DMM による 抵抗 $R_x(\Omega)$	平 均 値 $R_{DMM}(\Omega)$	誤 差 $\epsilon_R(\%)$	確度範囲 $R_r(\Omega)$

7.4.2 市販のホイートストンブリッジによる測定結果

測定抵抗の 番 号	MULTI PLY	測定辺抵抗 $R(\Omega)$				被測定抵抗 $X(\Omega)$	平 均 値 $X_{AVE}(\Omega)$
		$\times 1000$	$\times 100$	$\times 10$	$\times 1$		

7.4.3 自らホイートストンブリッジを結線した測定結果

測定抵抗の 番 号	比例辺抵抗		測定辺抵抗 $R(\Omega)$	被測定抵抗 $X(\Omega)$	平 均 値 $X_{AVE}(\Omega)$
	$P(\Omega)$	$Q(\Omega)$			

7.5 注意

はじめは検流計に直列に入っている保護抵抗の値を大きくし、平衡状態に近づくにしながら抵抗値を減らして遂には零にして、検流計の感度を最大にして測定する。

7.6 問題

検流計の振れが完全に零にならないときは、補間法で内そうする。この方法について調べる。

7.7 実験装置・規格

7.7.1 直流電源の使い方

図 7.1 での直流電源 E の使い方は、30 ページ 2.6.1.2-B の「直流電源の使い方」を参照する。