

電子制御工学実験報告書

実験題目 : 電圧計の測定範囲の拡大 (倍率器)

報告者 : 1 年 39 番 鷺尾 優作

提出日 : 令和 2 年 1 月 14 日

実験日 : 令和 2 年 1 月 7 日

実験班 :

共同実験者 : 一番 - -
24 番 高橋 尚也
一番 - -

※指導教員記入欄

評価項目	配点	一次チェック ・ ・	二次チェック ・ ・
記載量	20		
図・表・グラフ	20		
見出し, ページ番号, その他体裁	10		
その他の減点	-		
合計	50		

コメント :

1 本実験の目的

- オームの法則を基礎にして, 抵抗の直列回路の電流, 電圧, 合成抵抗の関係を理解する。
- 倍率器の考えを理解し, 電圧の測定範囲拡大法を習得する。

2 理論

倍率器とは電圧計の測定範囲拡大法に使用する抵抗値の名称である。

最大目盛値 V_m [V], 内部抵抗 R_v [Ω] の電圧計に直列に倍率器 R_p [Ω] を接続した場合 (図 1), オームの法則より, 倍率器 R_p [Ω] には電圧計の端子間電圧 V [V] の R_p/R_v 倍の電圧がかかる。従ってこの回路全体には $(1 + R_p/R_v)V$ [V] の電圧がかかることとなる。

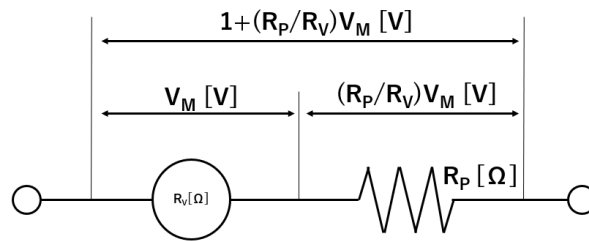


図 1: 測定範囲拡大時の各端子間抵抗

これにより電圧計の最大目盛値 V_m [V] は $(1 + R_p/R_v)V_m$ [V] まで拡張され同値まで測定できる電圧計となる。測定値は指示値の m 倍となり, m を倍率比という。この時の最大目盛値を V_{m_0} と置くと, 次式で表せる。

$$V_{m_0} = (1 + R_p/R_v)V_m \quad (1)$$

$$m = 1 + R_p/R_v \quad (2)$$

$$V_{m_0} = mV_m \quad (3)$$

3 実験内容

3.1 手順 1 回路の作成

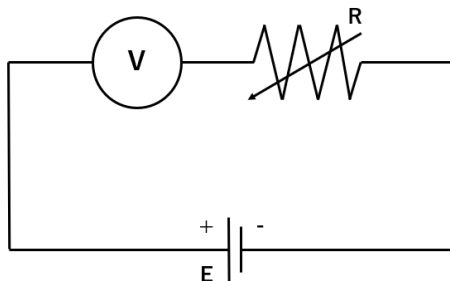


図 2: 測定範囲拡大法テスト回路

図 2 のような回路を作成する。

E: 直流電源装置

V: 電圧器

R: 抵抗器

3.2 手順 2 倍率器抵抗値の決定

電圧計 V の内部抵抗を $10k\ \Omega$ とし, 倍率比 2,3 倍とした時の抵抗値 R の値を求める。導出式は,

$$m = 1 + R_p[\Omega]/R_v[\Omega]$$

$$m - 1 = R_p[\Omega]/R_v[\Omega]$$

$$(m - 1) * R_v[\Omega] = R_p[\Omega]$$

これを実験回路の部品名に変更し, 内部抵抗値及び倍率比を代入する。

$$(2 - 1) * 10k[\Omega] = R[\Omega]$$

$$R[\Omega] = 1 * 10k[\Omega]$$

$$R[\Omega] = 10k[\Omega] \tag{4}$$

$$(3 - 1) * 10k[\Omega] = R[\Omega]$$

$$R[\Omega] = 2 * 10k[\Omega]$$

$$R[\Omega] = 20k[\Omega] \tag{5}$$

式 (4) より, 倍率比 2 倍の場合は倍率器 R の抵抗値は $10k[\Omega]$

式 (5) より, 倍率比 3 倍の場合は倍率器 R の抵抗値は $20k[\Omega]$

3.3 手順3 設定電圧を可変する

直流電源装置 E の設定電圧を 1[V] から 10[V] まで 1[V] 毎に増加させる。
その都度、電圧計 V の指示値を読み記録する。

3.4 手順4 指示値から測定値を計算

電圧計 V の指示値と倍率比の積を求め測定値を決定, 記録する。

4 使用器具

1. 直流電源装置

用途 直流電源確保のため

商品名 KIKUTU PMC18-3

定格 INPUT AC100V 50/60Hz Max 230VA

物品番号 Ec-09

2. 抵抗器

用途 倍率器として使用するため

商品名不明

炭素皮膜抵抗器 10k[Ω]1 本 20k[Ω]1 本

物品番号なし

3. 電圧計

用途 実験データ計測のため

商品名 YOKOGAWA MODEL2011 CLASS0.5 B9000EU

定格 0-100V 1000 Ω/V

物品番号不明

5 実験結果

表 1: 計測結果【倍率器抵抗値 10k[Ω]】

設定電圧 E[V]	電圧計 V[V]	倍率比 m	電圧 V _m [V]
1	0.5	2	1.0
2	1.0	2	2.0
3	1.5	2	3.0
4	2.0	2	4.0
5	2.5	2	5.0
6	3.0	2	6.0
7	3.5	2	7.0
8	4.0	2	8.0
9	4.5	2	9.0
10	5.0	2	10.0

表 2: 計測結果倍率器抵抗値 20k[Ω]

設定電圧 E[V]	電圧計 V[V]	倍率比 m	電圧 V _m [V]
1	0.3	3	0.9
2	0.7	3	2.1
3	1.0	3	3.0
4	1.3	3	3.9
5	1.7	3	5.1
6	2.0	3	6.0
7	2.4	3	7.2
8	2.7	3	8.1
9	3.0	3	9.0
10	3.4	3	10.2

6 検証

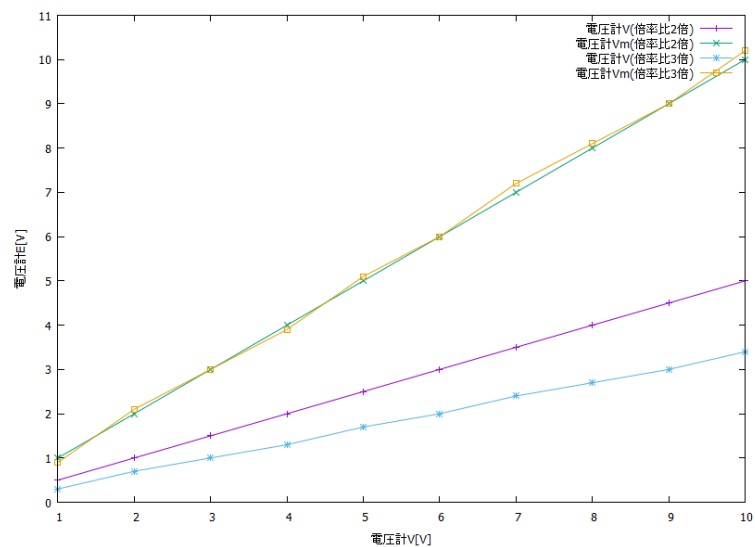


図 3: 電圧計の指示値 V 及び測定値 V_m と設定電圧 E の関係

倍率器によって測定範囲を拡張した計測において

電圧計の測定値 V_m は, 設定電圧 E と誤差 $\pm 0.2[V]$ 以下の精度で一致している。

また, 指示値の傾きはそれぞれ測定値の傾きのほぼ $1/m$ 倍となっており,

これは倍率器によって倍率比に従った測定範囲拡張ができていていることを示している。

7 課題

7.1 (1)

3V 端子に $18k\ \Omega$ の抵抗を直列接続して測定範囲を拡大すると, 倍率比はいくらか。

倍率比を m とおく

$$3[V] * 1000[\Omega/V] = 3000[\Omega]$$

$$m = 1 + 18k[\Omega]/3000[\Omega] = 6$$

$m = 7$ よって倍率比は 7

7.2 (2)

(1) の状態で, 針は 2V を示している。実際の電圧はいくらか。

$$7 * 2[V] = 14[V]$$

よって 14[V]

7.3 (3)

10V 端子に抵抗を直列接続し、電圧の測定範囲を拡大した。

30V の直流電源を接続したところ、針は 6V を示した。抵抗の値はいくらか。

$$30[V]/6[v] = 5$$

倍率比は 5 倍

$$10[V] * 1000[\Omega/V] = 1000[\Omega] = 10k[\Omega]$$

$$5 - 1 * 10k[\Omega] = 40000[\Omega] = 40k[\Omega]$$

解は $40k[\Omega]$

7.4 (4)

24V から 72V まで出力できる可変直流電源がある。これに電圧計を接続して調整作業を行いたい。

10V 端子を使用するとして、倍率器抵抗はいくらが適当か。

可変直流電源の最大電圧 $72[V]$ を余裕をもって $80[V]$ とする

$$80[V]/10[v] = 8$$

倍率比は 8 倍

$$10[V] * 1000[\Omega/V] = 1000[\Omega] = 10k[\Omega]$$

$$8 - 1 * 10k[\Omega] = 70000[\Omega] = 70k[\Omega]$$

よって $70k[\Omega]$

しかし $70k[\Omega]$ の倍率器抵抗を接続しているということは電圧計の

測定値は $1/7$ の解像度になっているということで、

今回のような調整作業では不向きな場合もあると考える

そのため必要に応じて倍率器抵抗を可変するべきだと考える。

$$24[V]/10[v] = 2.4$$

倍率比は 2.4 倍

$$10[V] * 1000[\Omega/V] = 1000[\Omega] = 10k[\Omega]$$

$$2.4 - 1 * 10k[\Omega] = 14000[\Omega] = 14k[\Omega]$$

よって $14k[\Omega]$

倍率器抵抗は必要に応じて $14k[\Omega]$ から $70k[\Omega]$ の可変抵抗を用いるのが適当