|  |  |
| --- | --- |
| 実験項目 | 実験B1回路製作・測定基礎  (ホイートストンブリッジ) |
| 校名　科名  学年　番号 | 熊本高等専門学校　　　人間情報システム工学科  　　　　　　3年　　　　　　　　　　 　42号 |
| 氏名 | 山口惺司 |
| 班名　回数 | 4班　　　　　　　　　　　　　1回目 |
| 実験年月日  建物　部屋名 | 2023年　4月　27日　木曜　天候 曇り 気温 22℃ 湿度 47%  3号棟　　　1階　HI実験室 |
| 共同実験者名 | 山内玲奈 |

-------- --------

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 科目担任 | 実験指導者 |  |
|  |  |  |

# 実験の目的

ホイートストンブリッジ回路を用いて，抵抗に流れる電流や電圧降下を測定し キルヒホッフの第1法則（電流則）及び第2法則（電圧則）を確かめる．また， ホイートストンブリッジの平衡条件を求め，その時の電流，電位差などについて成立している関係を実験的に確かめる．

# 実験の原理

キルヒホッフの第1法則（電流則）：線形な回路網中の任意の1点に流入する電流 の総和と，流出する電流の総和は等しい． キルヒホッフの第2法則（電圧則）：線形な回路網中の任意の閉回路において，一 定の方向にたどった電圧降下の総和と，起電力の総和は等しい． 図2.1の回路において，CD間の電位差がゼロのとき，式（1）のような関係が成立 する．

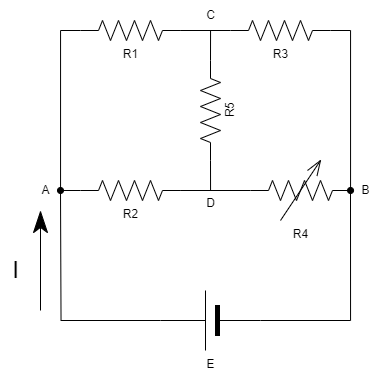
𝑅1∙𝑅4=𝑅2∙𝑅3  (1)

これをホイートストンブリッジの平衡条件という．

# 実験回路

今回、実験で使用する回路を図1に示す。

図１



# 実験の方法

本実験で使用する機材を表1に示す。

実験毎の実験の方法については以下の通りである。

・実験1

回路が非平衡状態にある時、各抵抗の電圧値をディジタルマルチメータで測定し、電流値を計測した後、表２にまとめる。

また、図１のCD間に流れる電流の向きを求める。

・実験２

回路が平衡状態になる条件を求め、実験１と同じ手順で、表3にまとめる。

・実験３

平衡条件を満たすR4の値の前後でR4を変えながら、(1Ωステップ、±5Ω)

各抵抗の電圧値をディジタルマルチメータで測定し表４にまとめる。

また、 R4の変化とI5の変化の関係をグラフ１に示す。

・実験４

R1の抵抗を大きくし(510Ω→1kΩ)、実験３と同じ手順で表５にまとめる。

また、R4の変化とI5の変化の関係をグラフ２に示す。

・実験５

実験４で使用した回路で、CD間を短絡し、I1,I3を対応する電圧をディジタルマルチメータで測定し、電流の大きさを計算する。同様の測定を、CD間を開放して行う。

実験結果を表6,7にまとめる。

表1 実験機材

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 図中の記号 | 名称 | 型番 |
| E | 直流定電圧電源 | 定電圧電源18-1.8 |
| R1 | 抵抗器 | 510Ω,1002Ω |
| R2 | 抵抗器 | 100Ω |
| R3 | 抵抗器 | 618Ω |
| R4 | ダイヤル型抵抗器 | 250Ω |
| R5 | 抵抗器 | 101Ω |
| I | 直流電流系 | L6-70 |
| その他 | ディジタルマルチメータ | 16101200873 |
| ブレッドボード | 10F-15 |
| 結線用線材 |  |

# 実験結果

・実験１

実験の結果を表2にまとめる。

CD間の電流の向きは、ディジタルマルチメータの＋極をCに－極をDに触れさせ測定した際、

ディジタルマルチメータの表示では負の値になっていたため、電流はＤ→Ｃに流れていたと考えられる。

表２　非平衡状態における測定結果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 抵抗 | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 抵抗値(Ω) | 510 | 100 | 618 | 250 | 101 |
| 電圧(V) | 0.92 | 0.83 | 1.7 | 1.8 | -0.097 |
| 電流(mA) | 1.8 | 8.3 | 2.8 | 7.3 | -0.96 |

・実験２

ＣＤ間の電位差が０であるとき、回路が平衡状態になるための条件は

R1・R4 = R2・R3

510・R4＝100・618

R4=121

より、Ｒ4は121Ωということがわかる。

この計算を基にＲ4を121Ωに設定して回路を平衡状態にし、実験をした。

実験の結果を表３にまとめる。

また、R5に流れる電流の値が０mAになっていることがわかったため、回路が平衡状態にあることが分かった。

表３　平衡状態における測定結果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 抵抗 | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| 抵抗値(Ω) | 510 | 100 | 618 | 121 | 101 |
| 電圧(V) | 0.87 | 0.85 | 1.0 | 1.0 | 0.0 |
| 電流(mA) | 1.7 | 8.5 | 1.6 | 8.5 | 0.0 |

・実験3

実験の結果を表４にまとめ、R4とI5の関係をグラフ１に示す。

表４ 平衡条件を満たすR4の値の前後でのI5の変化

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| R4 | I5(mA) | V5(mV) |
| -5 | 0.044 | 4.4 |
| -4 | 0.037 | 3.7 |
| -3 | 0.026 | 2.7 |
| -2 | 0.017 | 1.8 |
| -1 | 0.008 | 0.8 |
| 0 | 0.000 | 0 |
| +1 | -0.008 | -0.9 |
| +2 | -0.012 | -1.3 |
| +3 | -0.021 | -2.3 |
| +4 | -0.030 | -3.3 |
| +5 | -0.041 | -4.5 |

グラフ１　平衡条件を満たすR4の値の前後でのI5の変化

・実験4

実験3からR1を510→1kΩに変え、実験３の手順で実験を行った。

実験の結果を表５にまとめ、R4とI5の関係をグラフ2にまとめる。

表５ R1を510Ω→1kΩにした時、平衡条件を満たすR4の値の前後でのI5の変化

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| R4 | I5(mA) | V5(mV) |
| -5 | 0.075 | 4.3 |
| -4 | 0.057 | 3.3 |
| -3 | 0.034 | 2.0 |
| -2 | 0.020 | 1.2 |
| -1 | 0.005 | 0.3 |
| 0 | 0.000 | 0.0 |
| +1 | -0.024 | -1.5 |
| +2 | -0.042 | -2.7 |
| +3 | -0.058 | -3.8 |
| +4 | -0.077 | -5.1 |
| +5 | -0.093 | -6.2 |

グラフ2 平衡条件を満たすR4の値の前後でのI5の変化

・実験5

実験4の回路を使用して、実験を行った。

短絡状態の時の実験結果を表６、開放状態の時の実験結果を表7にまとめた。

表6 平衡状態においてCDを短絡させたときのR1,R3にかかる電圧と電流

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 短絡状態 | R1 | R3 |
| 電圧(V) | 0.92 | 0.58 |
| 抵抗(Ω) | 1002 | 618 |
| 電流(mA) | 0.92 | 0.94 |

表7 平衡状態においてCDを開放させた時のR1,R3にかかる電圧と電流

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 短絡状態 | R1 | R3 |
| 電圧(V) | 0.95 | 0.59 |
| 抵抗(Ω) | 1002 | 618 |
| 電流(mA) | 0.95 | 0.95 |

# 研究課題と研究課題から見る実験の考察

* 1. 点A,B,C,Dにおいて出入りする電流の関係を調べ、今回の電流の計算結果を利用してキルヒホッフの第１法則が成り立っているか計算せよ。

キルヒホッフの第1法則では「回路の任意の点において、流れ込む電流の総和と流れ出す電流の総和が等しい」とある。

実験１よりR1とR2に流れ込む電流の総和が10.1mA、R3とR4から流れ出る電流の総和が10.1mAで等しい。

また、実験２よりR1とR2に流れ込む電流の総和が10.2mA、R3とR4から流れ出る電流の総和が10.1mAでほとんど等しい。

実験１と実験２からキルヒホッフの第1法則は成り立っていると言えるだろう。

* 1. 閉回路ACD,　CDB,　ACBDにおいて各電圧の関係を調べ、今回の電圧の測定値を利用してキルヒホッフの第2法則が成り立っているか計算せよ。

閉回路ACD,　CDB,　ACBDは起電力がないので起電力E＝０とし、参考にするデータは実験２のものとする。

閉回路ACDにおいて、電流がR1→R5→R2の順に流れていると仮定すると、R1に起こる電圧降下は0.87V、R5に起こる電圧降下は0V、R2に起こる電圧降下は-0.85V、よって0=0.87+0-0.85がおおよそ成り立つ。

閉回路CDBにおいて、電流がR5→R4→R3の順に流れていると仮定すると、R5に起こる電圧降下は0V、R4に起こる電圧降下は1.0V、R3に起こる電圧降下は-1.0V、よって0=0+1.0-1.0が成り立つ。

閉回路ACBDにおいて、電流がR1→R3→R4→R2の順に流れていると仮定すると、R1に起こる電圧降下は0.87V、R3に起こる電圧降下は1.0V、R4に起こる電圧降下は-1.0V、R2に起こる電圧降下は0.87V、よって、0=0.87+1.0-1.0-0.85がおおよそ成り立つ。

上記より、キルヒホッフの第2法則は成り立っていると言えるだろう。

* 1. 非平衡と平衡状態におけるI­­1­,I3,I5の関係を今回の電流の計算結果を利用して確認せよ。

実験１と実験２を比べると、実験１の非平衡状態におけるI­­­1­とI3は1.8ｍAと2.8mAで等しくなく、I5は-0.96mAだったが、実験２の平衡状態におけるI1とI3は1.7mAと1.6mAでほとんど等しく、I5は0.0mAになっていた。

# 実験の感想

１年生の時に習った内容の実験だったが、実験を通して復習することができたのでよかった。

また、授業で習った公式がどのようにして求められているかを理解することができた。