

情報工学実験 1
コンデンサの充放電特性
学籍番号：035764C 若津 大悟

グループ H

実験実施日：平成 16 年 5 月 18 日

提出〆切り日：平成 16 年 5 月 25 日

共同実験者名

035762G：吉永 安磨

035763E：饒平名隆一

1 実験目的

本実験では、抵抗値の測定とコンデンサの充放電の測定を通して、オシロスコープ、直流電源、発信器などの測定機器の使用法を習得するとともに、アナログ回路の基本となる抵抗およびコンデンサの性質を習得することを目的とする。

2 実験

2.1 測定器の使用法

(1) プローブを校正しなさい

まず、オシロスコープの調節をする(実験指導書どおりに進める)。次に、プローブを調節する。入力端子につなぐところにある校正用ねじをマイナスドライバで回すことにより、表示される波形を調節する。

(2) 直流電流を 5 [V] に設定して、オシロスコープで、直流電圧を測定しなさい

直流電流を 5 [V] に設定して観測すると、オシロスコープに、時間軸と平行な直線が観測された。その直線は、グラウンドから 5 [V] の位置に表示された。

直流電流だから、時間とともに電流は変化せず、直線のグラフが観測されたと考えられる。

(3) 発信器を用いて 1 [kHz] のパルス信号を出力し、出力をグラフに写しなさい

イメージ図

- (4) 上記の実験で用いた発信器の信号を CH1,CH2 を用いて同時に観測しなさい

(3) で示したような波形が1つ現れた。ここで、CH2 の VOLT/DIV のつまみを回してみると、波形が2つ表示された。それは、2つの全く同じ波形が重なっていたためだったと考えられる。

- (5) 上記の実験をストレージモードで観測しなさい

STRG/REAL ボタンを押し、ストレージモードに設定した。この状態で PAUSE ボタンを押すと、その瞬間の波形が記録され、一時停止した。もう一度 PAUSE ボタンを押すと、波形が動きだし、通常状態に戻った。時間と共に波形が推移しているの、ストレージモードにすることで、一時停止が可能で、瞬間の波形を記録することができることがわかった。

2.2 抵抗値の測定

- (1) 抵抗値が未知である3つの抵抗について、カラーコードから抵抗値を読み取れ

色	数字	乗数	抵抗値許容誤差
黒	0	10^0	—
黒	1	10^1	$\pm 1\%$
黒	2	10^2	$\pm 2\%$
黒	3	10^3	—
黒	4	10^4	—
黒	5	10^5	$\pm 0.5\%$
黒	6	10^6	$\pm 0.25\%$
黒	7	10^7	$\pm 0.1\%$
黒	8	10^8	—
黒	9	10^9	—
黒	—	10^{-1}	$\pm 5\%$
黒	—	10^{-2}	$\pm 10\%$

表 1: 炭素皮膜抵抗器とカラーコード

・カラーコードから読み取れる3つの抵抗値

1. 緑・青・茶・金 : $56 \times 10^2 = 560[\Omega]$

また、抵抗値許容誤差の色が金色より、 $\pm 5\%$ の誤差を計算すると、実際の値は

$$532[\Omega] \sim 588[\Omega] \quad (1)$$

の範囲であると考えられる。

2. 茶・黒・赤・金 : $10 \times 10^2 = 1.0[k\Omega]$

抵抗値許容誤差の色が金色より、 $\pm 5\%$ の誤差を計算すると、実際の値は

$$0.95[k\Omega] \sim 1.05[k\Omega] \quad (2)$$

の範囲であると考えられる。

3. 茶・緑・赤・金 : $15 \times 10^2 = 1.5[k\Omega]$

抵抗値許容誤差の色が金色より、 $\pm 5\%$ の誤差を計算すると、実際の値は、

$$1.425[k\Omega] \sim 1.575[k\Omega] \quad (3)$$

の範囲であると考えられる。

- (2) 直流電流、電圧計、電流計を用いて回路を組み、上記の各抵抗にかかる電圧と回路を流れる電流計を計測し、オームの法則により抵抗値を計算せよ

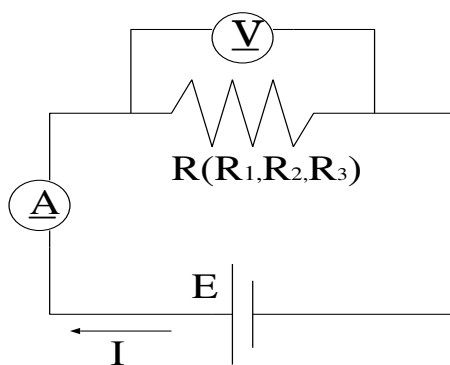


図 1: 抵抗値を求めるための回路

電圧を $V[V]$ 、抵抗器に流れる電流を $I[A]$ 、それぞれの抵抗を R_1, R_2, R_3 とし、オームの法則 $R = \frac{V}{I}$ を用いて実際に抵抗 R の値を調べてみる。

1. 緑・青・茶・金

電流を $I = 0.01[A]$ に調節して観測すると、電圧 $V = 5.52[V]$ が観測された。

よって、 $R_1 = \frac{5.52}{0.01}$ より、

$$\text{抵抗 } R_1 = 552[\Omega]$$

となる。

2. 茶・黒・赤・金

電流を $I = 0.01[A]$ に調節して観測すると、電圧 $V = 9.95[V]$ が観測された。

よって、 $R_2 = \frac{9.95}{0.01}$ より、

$$\text{抵抗 } R_2 = 0.995[k\Omega]$$

となる。

3. 茶・緑・赤・金

電流を $I = 0.01[A]$ に調節して観測すると、電圧 $V = 14.75[V]$ が観測された。

よって、 $R_3 = \frac{14.75}{0.01}$ より、

$$\text{抵抗 } R_3 = 1.475[k\Omega]$$

となる。

- (3) カラーコードから読んだ値 (交渉値) と測定値とを比較し、測定値が許容誤差範囲内に納まっているかを確認せよ

それぞれで求めた抵抗値 $R_1 = 552[\Omega]$, $R_2 = 0.995[k\Omega]$, $R_3 = 1.475[k\Omega]$ は、カラーコードから読み取った値 (1),(2),(3) の範囲を満たしているので、正しく観測されたと考えられる。

2.3 コンデンサの充放電特性

- (1) ブレッドボード上に図 1.16 の回路を組み、抵抗 R の両端の電圧 (V1) を測りながら、スイッチを ON にして電圧変化を観察せよ

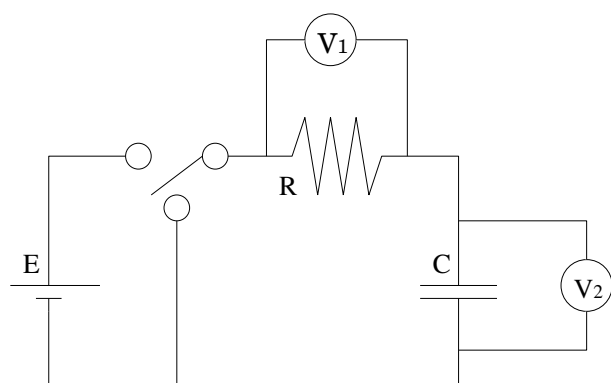


図 2: コンデンサによる充電放電の回路

- 抵抗の両端の電圧を測りながら、スイッチを OFF から ON にすると、ON にした瞬間に抵抗にかかる電圧が急に増加し、増加した電圧は、時間の経過に伴い、ゆっくりと減少し、ON にする前の値に等しくなった。

* 詳しい考察は、4 (コンデンサについて) で記述する。

(2) スイッチを OFF にした場合についても同様に観察せよ

- 抵抗の両端の電圧を測りながらスイッチを ON から OFF にすると、OFF にした瞬間に抵抗にかかる電圧が急に減少し、減少した電圧は、時間の経過に伴い、ゆっくりと増加し、OFF にする前の値に等しくなった。

* 詳しい考察は、4 (コンデンサについて) で記述する。

(3) 全く同じ手順でコンデンサ C の両端の電圧変化を観察せよ

- スイッチを ON にした場合
 - － コンデンサの両端の電圧を測りながら、スイッチを OFF から ON にすると、ON にした瞬間から、コンデンサにかかる電圧が少しずつ増加し、増加した電圧は、一定の値になると、それ以上増加しなくなった。

- スイッチを OFF にした場合

- － コンデンサの両端の電圧を測りながら、スイッチを ON から OFF にすると、OFF にした瞬間から、コンデンサにかかる電圧が少しずつ減少し、減少した電圧は、一定の値になるとそれ以上減少しなくなった。

* 詳しい考察は、4 (コンデンサについて) で記述する。

- (4) 抵抗 2 種、コンデンサ 1 種の組み合わせ計 2 通りについて、上記 (1) ~ (3) の実験を行い、観測結果をグラフに描け

3 抵抗・コンデンサの目的

- 抵抗やコンデンサはどのような目的で使用されるか調査しなさい

－ 抵抗

文字どおり、「電気的な抵抗を起こす」という働きがある。電流や電圧の大きさを調節したり、電気エネルギーを熱エネルギーに変える（電気を消費する）ときに使用される。回路に流れる電流を一定に保ったり、必要に応じて変化させたりする働きがある。電圧を下げたり、電圧を分けたりするなどして用いられる。

* 単位には、 Ω (オーム) が用いられる。

* 抵抗器の材料構成と役割

1. 基体 : 抵抗体と端子を支える
2. 抵抗体 : 抵抗器の基本特性・性能を決定する最も重要な素子
3. 端子 : 実装方法に合わせた端子構造・形状の選択が必要
4. 外装 : 抵抗体や基体を外気や機械的刺激から保護する

抵抗器は基本的にこの4要素で構成されている。

－ コンデンサ

コンデンサは、2枚の金属板の間に誘電体を挟んだ構造となっていて、電圧をかけると、その電圧に応じて電荷を蓄えるという性質がある。つまり、電気を溜める、という性質をもっている。

また、直流電流をカットして、交流電流だけを通すという性質を持ち、電子回路には欠かせない部品となっている。実際の回路では、抵抗やコイル等の部品と組み合わせて、充電（電気を溜める）、放電（電気を逃がす）をコントロールするために用いられる。

また、交流の周波数が高くなれば電流が流れやすく、低くなると流れにくくなる特徴がある。つまり、周波数が低い直流では電気が溜まるだけで、コンデンサの中の電気は動かない。しかし、周波数が高くなって来ると、充電、放電を交互に繰り返して、見かけ上電気が流れている様に見える（フィルター回路など）。

* 単位には、 F (ファラド) が用いられる。

4 コンデンサについて

- コンデンサの充放電に要する時間と抵抗値、コンデンサのキャパシタンスとの関係について考察しなさい

まず、充放電に要する時間は、コンデンサのキャパシタンス (効果の大きさ) が大きいほど時間がかかることがわかった。

– スイッチを ON にしたとき

スイッチを ON にすると、電子の移動が始まる。すなわち、電流が流れはじめる。しかし、ON にした瞬間は、まだコンデンサには、電荷は蓄えられない (直後のコンデンサは等電位だから、1本の導線として考えてもよい)。時間が経つにつれ、抵抗を通して電荷が流れ込み (過渡現象)、そして、電源の電圧 E と等しくなったとき、充電は完了する。

抵抗 R を通して流れる電流 I (図 2 参照) は、オームの法則より、

$$I = \frac{V_1}{R} = \frac{E - V_2}{R}$$

と表される。ON にした瞬間は、 V_2 は 0 [V] だから、 $I = \frac{E}{R}$ という値であるが、 V_2 が E に近づくとつれて、電流 I は次第に減少し、 $V_2 = E$ となり、充電が完了すると、 $I = 0$ 、 $V_1 = 0$ となる。

– スイッチを OFF にしたとき

スイッチを OFF にすると、ON のときとは逆向きに電子が移動しようとする。OFF にした瞬間は、コンデンサに蓄えられていた電荷 $Q = CE$ があるが、コンデンサの + と - が中和していくので、電気量、電圧、そして電流が共に減少し、放電が完了すると、やがて 0 になる。

表 2: スイッチ ON・OFF 時の電圧変化

	抵抗の電圧 (V_1)	コンデンサの電圧 (V_2)
ON にした瞬間	E	0
充電完了時	0	E
OFF にした瞬間	0	E
放電完了時	E	0

5 本実験について考察せよ

今回の実験では、実験目的にもあるように、各機器の使用法を習得するとともに、アナログ回路の基本となる抵抗およびコンデンサの性質を習得するというので、抵抗値の測定と、コンデンサの充放電特性の測定を通していろいろ学ぶことができた。

コンデンサの充放電特性の観測は、4で示したように、コンデンサの性質などを、実験を通してより理解が深まった。これからの実験では、今回学んだことが基礎になるであろうと考えるので、今回の実験は非常に重要なものだったと考える。

また、今回使用したような機器に触れることにより、あらゆる機器の内部が、いろいろな回路の組み合わせでできているということを頭に入れて、今後の実験にも取り組んでいくことが大切であるであろう。

6 参考文献・URL

- 物理 IB 改訂版 啓林館 第4部:電流と電子 (P215 ~ P269)
- 物理のエッセンス-熱・電磁気・原子- 河合塾 河合出版
- ひよこのページ (電子工作入門講座)
<http://www8.plala.or.jp/KandR/study.html>
- KOA CORPORATION(抵抗器基礎知識)
<http://www.koanet.co.jp/product/basic-1.htm>

7 実験に使用した器具

- プローブ2本
- オシロスコープ (L-BC 82)
- 直流電源 (シリアル NO:03535)
- 電流計 (シリアル NO:75BA0315)
- 発振器 (シリアル NO:7030048)
- DIGITALMULTIMETER(シリアル NO:4020034)
- コンデンサ・抵抗器
- ブレッドボード・導線など...