

# コンデンサの充放電特性

学籍番号 045713C : 大城 和也

グループ B メンバー

045711G:上原 祐亮、045712E:大城 和輝、045715K:大城 悠

提出期限 : 平成 17 年 5 月 31 日

## 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特性の測定を通して、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 使用器具

- オシロスコープ (シリアル : 7030076)
- プローブ
- 発振器 (機械番号 : 85)
- 直流電源 (機械番号 : 215)
- 電流計
- 抵抗
- コンデンサ
- ドライバ
- ブレッドボード
- スイッチ

## 3 実験方法

### 3.1 測定器の使用法

#### 3.1.1 プローブの校正

実験指導書の手順通りに行う。具体的には

1. 初めにスイッチを初期化
2. 明るさ、フォーカスなどの調整
3. VERTMODE を CH1 にする。
4. CH1 のを DC に設定する。
5. 画面を止めるために LEVEL ツマミを回してあわせる。
6. プローブの校正ネジを用いて微調整する。  
などを行う。

#### 3.1.2 直流電源を 5[V] に設定して、オシロスコープで、直流電圧を測定する。

1. 直流電源を電圧調節つまみをまわして 5[V] に設定
2. さきほどのプローブにつないで OUTPUT ボタンを押す。

#### 3.1.3 発振器を用いて 1[kHz] のパルス信号を出力し、出力をグラフ用紙に写す

発振器を用いる。周波数調節つまみは 10 にあわせ、周波数レンジボタンを  $\times 100$  にする。波形はパルス派を選ぶ。これをプローブで繋げて、そのときの波形をグラフ用紙に書き写す。

#### 3.1.4 上記の実験で用いた発信記号を CH1, CH2 を用いて同時に観測しなさい

1. 発振器は上記の実験のまま。
2. CH2 にプローブを取り付け上記の実験と同じように設定する。
3. VERTMODE を DUAL にし、観測する。

#### 3.1.5 上記の実験をストレージモードで観測しなさい

1. 上記の設定から STRG/REAL ボタンを STRG にする
2. PAUSE ボタンを押す。

## 3.2 抵抗値の測定

### 3.2.1 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

1. 抵抗に表示されている色を調べ、並べる。
2. 図表からその色の値を調べて数字に置き換える。

### 3.2.2 直流電源、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を計測し、オームの法則により抵抗値を計算せよ。

1. 直流電源、電流計、配線を用いて回路を作成する。
2. 抵抗にプローブをつないで電圧を測定する。
3. 電流計から、電流を測定する。

### 3.2.3 カラーコードから読んだ値 (公称値) 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確認せよ

1. カラーコードの最後にある  $\pm 5\%$  の値を公称値にかける
2. 公称値に先ほど出た値を足す。
3. 上記の実験での測定値がその範囲内にあるか確認する。

## 3.3 コンデンサの充放電特性

### 3.3.1 ブレッドボード上に回路を組み、抵抗 R の両端の電圧を測りながらスイッチを ON にして電圧変化を観察せよ。

1. ブレッドボードに抵抗、直流電源、コードで回路を作る
2. 抵抗の所にプローブを設置、オシロスコープをストレージモードにする。
3. スイッチを ON にして、PAUSE を押す。

### 3.3.2 スイッチを OFF にした場合についても同様に観察せよ

OFF にした時を上記の実験と同じように行う。

### 3.3.3 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

プローブを抵抗からコンデンサに移して上記と同じように行う。

### 3.3.4 抵抗 2 種、コンデンサ 1 種の組み合わせについて上記の実験を行い、観測結果をグラフに書け

上記の実験を抵抗を取り替えて行う。このとき、CH1 を抵抗に CH2 をコンデンサに接続することで同時に観測することができる。

## 4 実験結果報告と考察

### 4.1 測定器の使用法

#### 4.1.1 プローブの校正

プローブとは、測定回路からの信号をそのままの形でオシロスコープへ入力するためのツールであり、そのまま使うと波形がシャープに表示されない場合が多い。そのとき、校正ネジをドライバで回して調整できる。今回も歪んでいたオシロスコープの画面を見ながらドライバで調整し校正できた。

#### 4.1.2 直流電源を 5[V] に設定して、オシロスコープで、直流電源を測定しなさい

OUTPUT スイッチを押す前は、画面の表示はグラウンドの 0[V] を指していた。スイッチを押したとき、表示は 1 メモリ上昇した。この時の設定は CH2 が 5[V] となっていた。つまり、オシロスコープがちゃんと 5[V] 測れたということがわかる。

#### 4.1.3 発振器を用いて 1[kHz] のパルス信号を出力し、出力をグラフ用紙に写しなさい

発振器とは簡単に言えば波を発生させる機械で、今回は 1[kHz] の振動数である。

次のグラフを見れば分かるように、横軸の 1 メモリは 0.5[ms] となっており、パルス派の一周期にかかる時間は 2 メモリの 1[ms] となっている。これを一秒おこる振動数に直す。両方に  $10^3$  をかければいいので 1 秒の間におこる振動は 1000 回となり 1[kHz] となっていることが分かる。

#### 4.1.4 上記の実験で用いた発振器の信号を CH1、CH2 を用いて同時に観測しなさい

CH1 と CH2 の波が同時に確認できた。この時の CH1 の設定は 5[V] で CH2 の設定は 2[V] となっていた。値自体は同じ結果をとるが、こうすることで二つのグラフを確認することができた。

#### 4.1.5 上記の結果をストレージモードで観測しなさい

この時の結果は上記の実験と同じようになった。

## 4.2 抵抗値の測定

### 4.2.1 抵抗が未知である 3 つの抵抗をカラーコードから読み取る

抵抗値が未知である 3 つの抵抗のカラーは次のようになった。  
抵抗 1(緑、青、茶、金)、抵抗 2(茶、黒、赤、金)、抵抗 3(茶、緑、赤、金)  
カラーコードは色が 4 つの場合、初めの 2 つを有効数字としてとり、3 つめの色を 10 の乗数をとって、最後の色は抵抗値の許容量を示す。これらをふまえて次のページのカラーコード表を照らし合わせると

$$\text{緑、青、茶、金} = 56 \times 10^1 [\pm 5\%]$$

$$\text{茶、黒、赤、金} = 10 \times 10^2 [\pm 5\%] = 1[k\Omega]$$

$$\text{茶、緑、赤、金} = 15 \times 10^2 [\pm 5\%] = 1.5[k\Omega]$$

となる。ちなみに、色が 5 色の場合には初めの 3 つを有効数値をとることとなっている。

表 1: カラーコード

色	数字	乗数	抵抗値許容量
黒	0	$10^0$	-
茶	1	$10^1$	$\pm 1\%$
赤	2	$10^2$	$\pm 2\%$
橙	3	$10^3$	-
黄	4	$10^4$	-
緑	5	$10^5$	$\pm 0.5\%$
青	6	$10^6$	$\pm 0.25\%$
紫	7	$10^7$	$\pm 0.1\%$
灰	8	$10^8$	-
白	9	$10^9$	-
金	-	$10^{-1}$	$\pm 5\%$
銀	-	$10^{-2}$	$\pm 10\%$

4.2.2 回路を組み、上記の抵抗にかかる電圧と電流を計測し、抵抗値を計算せよ。

それぞれの抵抗にかかる電流を計測するため、回路を作り、測定した。各抵抗の値は次のようになった。(この時の電圧は直流電源で 5.01[V] となっている。)

抵抗 1 電流 : 8.76[mA]

抵抗 2 電流 : 4.84[mA]

抵抗 3 電流 : 3.33[mA]

オームの法則は

$$I = \frac{V}{R} [A]$$

である。これに先ほどの値を代入してそれぞれ下のようになる。

$$\text{抵抗 1} = \frac{V}{I} = \frac{5.01}{8.76 \times 10^{-3}} \doteq 571.9178 [\Omega]$$

$$\text{抵抗 2} = \frac{V}{I} = \frac{5.01}{4.84 \times 10^{-3}} \doteq 1035.124 [\Omega]$$

$$\text{抵抗 3} = \frac{V}{I} = \frac{5.01}{3.33 \times 10^{-3}} \doteq 1504.504 [\Omega]$$

#### 4.2.3 公称値と測定値を比較し、測定値が許容誤差範囲内に納まっているか確認せよ

各抵抗器の許容誤差は交渉値の前後 5%内の範囲であるから、交渉値にそれぞれ、1.05、0.95 をかければ誤差範囲が求められる。

(緑、青、茶、金) :  $532 \leq 571.9178 \leq 588$

(茶、黒、赤、金) :  $950 \leq 1035.124 \leq 1050$

(茶、緑、赤、金) :  $1425 \leq 1504.504 \leq 1575$

これらを見て分かるように実験の測定値は公表値の許容誤差範囲内に納まっている。

### 4.3 コンデンサの充放電特性

#### 4.3.1 ブレッドボード上に資料で与えられた回路を組み、抵抗 R を測りながら、スイッチを ON にして電圧変化を観察せよ

回路には 5[V] をかけている。ここで、スイッチを ON にすると抵抗は瞬時に 5[V] まで上昇し、その後、電圧は減少していき最後は 0[V] となる。

#### 4.3.2 スwitchを OFF にした場合についても同様に観察せよ

OFF にした場合には一気に -5[V] まで電圧は下がり、上記の実験とは反対にゆるやかに増加して 0[V] になっていく。

#### 4.3.3 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

コンデンサの場合は、ON にしたときには電圧はだんだんと高くなり、やがては一定な電圧になる。逆に OFF にした場合には電圧はだんだん低くなり、最後にはグラウンドの 0[V] となる。

#### 4.3.4 抵抗 2 種、コンデンサ 1 種の組み合わせ計 2 通りについて上記の実験を行い、観測結果をグラフに描け

ここでは、CH1 に抵抗を CH2 にはコンデンサをつないで DUAL 表示させることでそれぞれ一つのグラフにまとめている。下のグラフでは C2 は 2[V] となっているが、これは 5[V] の間違いだと考えられる …。

#### 4.4 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。

- 抵抗とは電流の流れにくさのことで、今回の場合はこの抵抗というのは抵抗器の事を表している。この抵抗器とは電気の流れを妨げるものであり、この効果により、電気回路をスムーズに動作させるはたらきをし、電気回路において欠かせない部品の一つとなっている。
- コンデンサとは、直流のときには電気を貯める充電器のはたらきを。交流のときには周波数により抵抗値の変わる「抵抗」としてはたらく。今回の実験では直流の時のみに用いているので充電器として働いているのが分かる。ちなみに今回用いたコンデンサの表面には [474j50] と書かれておりこれは容量、 $47 \times 10^4$  で許容誤差が  $\pm 5\%$  耐圧が 50[V] という意味である。

#### 4.5 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。

今回、抵抗  $100[k\Omega]$  のときにコンデンサの充電にかかった時間は図を見るとおよそ 0.2 秒ぐらいかかった。一方、抵抗が  $300[k\Omega]$  時にはおよそ、0.6 秒と大体 3 倍ぐらいにのびているのが確認できる。これから、抵抗の値と充電時間は比例の関係にあるととれる。



コンデンサのキャパシタンスとはコンデンサに充電できる最大の電気容量のことで単位はF(ファラッド)で表す。その値が増えると電流などの大きさが一定の場合、充電する時間はそれに比例して伸びる。

#### 4.6 本実験について考察せよ。

本実験では1.7.1で実験機器の扱い方を一通り、確認の意味も込めて行っている。これにより、後の1.7.2や1.7.3の実験をスムーズにしている。

1.7.2では主に抵抗の測定を担っている。カラーコードの読み方などを理解することができた。

そして最後に1.7.3でブレッドボードで回路を作成し、コンデンサと抵抗の関係について調べた。先の図を見て分かるようにコンデンサの電圧が上昇しているときには抵抗の電圧は減少し、最後には0[V]となる。これはコンデンサの充電が終了して回路に電流が流れなくなったために起こった現象である。さらにスイッチをOFFにすることで先ほど充電されたコンデンサが電源の役目を果たす。このとき、初めとは電気の流れが逆になるので抵抗はマイナスの値をとる。コンデンサは全ての電気を放出することでまたグラウンドの0[V]にもどる。といったものであった。

これは、コンデンサの充放電に関する実験であり、多少専門知識が入るが殆ど高校時代の物理の復習のようなものであった。これらのことを考えると本実験のメインは各種、機器の扱いと実験のグループ、およびレポートになれる事であったとも感じた。

## 参考文献

- [1] 浜島 清利：“物理のエッセンス”，河合出版。
- [2] ”実験指導書”
- [3] <http://www1.kiy.jp/yoka/LaTeX/latex.html> ，”LaTeX - コマンド一覧”
- [4] <http://www.picfun.com/part00.html> ，“電子工作室”