計算機科学実験及演習２（論理素子）

第１回

締め切り

2016年12月13日

提出

2016年12月13日

**班**

第14班

**実験者**

谷　勇輝

**共同実験者**

北川　亮

祐源　英俊

実験１　オシロスコープの使い方

実験日： 2016年11月29日

場所: 京都大学7号館 地下実験室

# 1.1　目的

　オシロスコープはあらゆる電気信号を観察できるようにする基本的な計測器である。計算機は電子回路で動作していることが多いことから、電気信号の観察、計測の基本的な方法を知ることが必要である。オシロスコープの波形表示、X-Y表示を行いその使用法を確認する。

# 1.2　原理

## 1.2.1　オシロスコープ

　オシロスコープは、「時間の経過と共に電気信号（電圧）が変化していく様子をリアルタイムでブラウン管に描かせ、目では見えない電気信号の変化していく様子を観測できるようにした波形測定器」(1)である。単純な電圧の測定だけではなく、２つの信号の関係や移り変わりを観察することもできる。

## 1.2.2　信号発生器

　信号発生器は、様々な電圧、周波数、波形を出力する電子機器である。

# 1.3　実験方法

## 1.3.0 使用器具

　オシロスコープ １台　（IWATSU OSCILLOSCOPE）

　信号発生器 ２台　（IWATSU SG-4105 FUNCTION GENERATOR）

## 1.3.1 波形の表示

1. オシロスコープの校正用信号端子にプローブを繋ぐ
2. 信号が正しく表示されているか確かめる

## 1.3.2　X-Y表示

1. 信号発生器２台をオシロスコープのCh1、Ch2にそれぞれ繋ぐ
2. X-Y表示ボタンを押し、波形を観察する。

# C:\Users\Yuki\Pictures\レポート\le2\DSC_0044.JPG1.4　結果

## 1.4.1　波形の表示

　信号が正しく表示された。表示された様子を図１に示す。

## 1.4.2　X-Y表示

　両方の信号発生器の周波数が同じ時、斜めの軸を持つ楕円が表示された。片方の信号発生器の周波数を少し変えると、時間が経つごとに少しずつ潰れていき、斜めの線となった後、再び膨れていき円形に戻る動きを繰り返した。

　図 1　校正用信号表示の様子

　２つの信号発生器の周波数を大きく変えると、複雑な図形が現れたり、動きが激しくなったりした。

# 1.5　考察

## 1.5.1　波形の表示

　基本的なオシロスコープの操作を身に付けることができた。

　プローブの２つある端子のうち、クリップになっている方を最初GND端子に接触させていたが、今回の実験ではそれを外してもオシロスコープの波形に変化は見られなかった。信号もオシロスコープ内部で発生させているため、内部的にGNDに相当する接続が成されていると考えられる。

　また、校正用信号の存在理由を調べた(2)。プローブには**周波数特性補正回路**があり、校正用信号の波形の角が丸くなっている時はドライバを用いて調整ネジを回し、それを**プローブの校正**をする必要があることが分かった。

## 1.5.2　X-Y表示

　X-Y表示では、ch1の信号をＸ軸、ch2の信号をY軸にとり、時間を媒介変数とした時のグラフが表示される。従って入力がどちらも同じ周波数の純粋なsin波の場合、位相が全く同じであれば傾き１の線分に、位相がπ/2、または3π/2ずれていれば真円に、位相がπずれていれば傾き-1の線分になる。

　今回は異なる２台の信号発生器を用意入力を行ったので、同じ周波数のsin波を指定しても位相差が生じる。最初に観察された楕円は傾き１の軸を持っていたので、０～π/2の位相差、または3π/2～2πの位相差がある状態だったと考えられる。

　２つの周波数をわずかに変えた時に観察された動きは**うなり**によるものであり、少しずつ２つの波の位相差が変化することによって上記の状態が徐々に遷移し、図形が変化していくものである。

　以下付随してこの図形について調べた(3)。このように２つの正弦波を時間を媒介変数としてX-Y表記した図形を**リサージュ曲線**といい、左右に現れた山の数と上下に現れた山の数の比が、入力した波の周波数比に一致する性質を持つ。これを利用して、周波数既知の波と周波数未知の波で同様の操作を行い、山の数の比を調べることで未知の周波数を算出することができる。これを**比較法**という。

## 1.5.3　操作と使用法

　オシロスコープの使用法について理解したことをまとめる。

　画面下部にある摘みは「画面表示」に関する調整用である。グリッドのランプ調整、明るさ調整、ピント調整などを担う。

　画面右側、各チャンネルの上にある共通操作の領域にある摘みやボタンは、全体の左右移動や上下移動、引き伸ばしなどの機能を持つ。観察する際に、観察しやすい画面を表示させるのに使用する。

　各チャンネル領域に用意されたボタンや摘みは、各チャンネルの波形個別の設定を担う。縦軸の単位設定や表示の切り替え、足し合わせなどの機能を持つ。

　今回の実験で試行錯誤することで、オシロスコープと信号発生器の基本的な使用法を身に付けることができた。

# 1.6　参考文献（実験１）

(1)田中　新治. (2000). オシロスコープ入門. 参照先: オシロスコープ入門: http://www.cqpub.co.jp/column/books/2001a/11891osiro/

(2)田中　新治. (日付不明). プローブの校正. 参照先: オシロスコープ入門: http://www2.plala.or.jp/Artificial/HomePage/Nob\_SW/probe\_cal.html

(3)掲載者不明　リサージュ図形　参照先: Wikipedia

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%AA%E3%82%B5%E3%82%B8%E3%83%A5%E3%83%BC%E5%9B%B3%E5%BD%A2>

実験２　微分回路、積分回路

実験日: 2016年11月29日

場所: 京都大学7号館　地下実験室

# 2.1　目的

　微分回路、積分回路を構成して動作を観察する。回路から求めた時定数と実験結果から得られた時定数を比較検討する。

# 2.2　原理

## C:\Users\Yuki\Pictures\レポート\le2\bbn.jpg2.2.1　微分回路

　図 2　微分回路

　図２に微分回路を示す。

　この回路にステップ入力

　を入力した際の出力応答V1について考える。図のように電圧、電流をとり、コンデンサの容量をC、蓄えた電荷をQ、抵抗値をRとすれば以下の式が成り立つ。

従って、

　t > 0でdV0/dt = 0 だから、左辺 = 0を解いて、

　ここでt = 0の微小時間前と微小時間後でコンデンサの電荷量は変化しないこと（電荷保存則）からV1(0) = V0(0)であるので、

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (2.2.1) |

　ここでCRを**時定数**と定義する。

## C:\Users\Yuki\Pictures\レポート\le2\sbn.jpg2.2.2　積分回路

　図 3　積分回路

　図３に積分回路を示す。

　微分回路と同様に文字を置き、同様に計算を行うと以下の式が導かれる。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (2.2.2) |

# 2.3　実験方法

## 2.3.0　使用器具

　オシロスコープ １台　（実験１と同機種）

　信号発生器 １台　（実験１と同機種）

　コンデンサ (510pF) 1つ

　抵抗器 (10kΩ) 1つ

　ロジックボード 1台

　銅線

## 2.3.1　手順

1. 微分回路（前項図２）をロジックボード上に構成する。
2. ステップ信号（10.0V、10.000kHz）を入力し、オシロスコープの波形を観察する。
3. 積分回路（前項図３）でも同様に観察する。

# 2.4　結果

　微分回路の結果を図４に、積分回路の結果を図５にそれぞれ示す。

# 2.5　考察

　それぞれ式2.2.1、式2.2.2が示す形のグラフが得られた。

　図４の微分回路のグラフは、20Vから0Vへ漸近するグラフと、-20Ｖから0Vへ漸近するグラフから成っている。前半が10Vを入力として印加した時、後半が-10Ｖを印加した時に対応している。時間が経ちコンデンサが十分な電荷を持つと、抵抗に電流が流れなくなり、抵抗の両端が短絡したかのような状態になる様子が良く分かる。

　最大電圧が印加した10Vの二倍の20Vである点に一度は疑問を覚えたが、これは入力した電圧が -10V、10Vのステップ状信号であるためであり、2.2.1式を導出した際に使った入力信号V0のt < 0の値を-Eとすることで正しく得られる。電気的にはコンデンサに10V分の電荷が蓄えられていることに拠ると理解できる。

　図5の積分回路のグラフは、0Vから10Ｖへ漸近するグラフと、そこからさらに-10Vに漸近するグラフから成っている。前半が10Vを入力として印加した時、後半が-10Ｖを印加した時に対応している。時間が経つとコンデンサが十分に電荷をもつことで、あたかもコンデンサの両端が開放されているかのような状態へと遷移する様子が良く分かる。

　ステップ信号が切り替わる２μ秒前から電圧変化が起きているのが確認できるが、これは信号発生器のステップ信号の精度限界によるものと考えられる。

# 2.6　問題１

　グラフから微分回路、積分回路の時定数を求め、理論値と比較する。

## 2.6.1　微分回路の時定数

　理論的な時定数τ’は次式の通りである。

グラフの波形の立下りが37％（20V×37％ = 7.4V）となる時間τは図４の橙色の線から

　であり、２つの値の相対誤差は5.6％である。抵抗器以外の抵抗値などもあるため、妥当な数字と言える。

## 2.6.2　積分回路の時定数

　理論的な時定数τ’は微分回路の時と同じであり、

　グラフの波形の立ち上がりが63％(10V×63％ = 6.3V)となる時間τは図５の橙色の線から

であり、40％近い違いがでてしまっている。オシロスコープの目盛りの精度と値の小ささを考慮すると、それほど大きな誤差とは言えないがより正確なグラフを描くよう心掛けたい。

　また、二回目の立ち上がりの方を用いてτを計算すると、63％(20V×63％= 12.6Ｖ)変化するのにかかった時間は青色の線から

　であり、こちらであれば誤差10％以内である。

# 2.7　参考文献（実験２）

杉山進, 田中克彦, 小西聡. (2014). 電気電子回路　-アナログ・ディジタル回路-. コロナ社.

# 3　感想

　初めてのオシロスコープを使った実験であったので、最初は使用法にとても戸惑った。しかし、今回の実験で課題に課された繋ぎ以外のいろいろな繋ぎ方を試すうちに、だんだんスムーズに使えるようになっていった。次回以降オシロスコープを使うことがあれば、効率よく進めることが出来そうだ。

　グラフはより精密に書くように心がけ、実験中も回路の原理や仕組みにまで気が回せるようになっていきたい。

　また、今回の実験を期に抵抗の「**カラーコード**」が読めるようになった。今後の実験に活かしていきたいと思う。