# 物理学実験レポート

## 実験題目：オシロスコープ

提出者：１学年ウ組２５番　政木 智成

学籍番号：６０１２０１６７

実験日：平成１３年６月１２日

### 《目的》

電気計測において不可欠であるオシロスコープの基本的な使い方を学び、簡単な実験に応用する。

### 《理論》

・オシロスコープの原理

オシロスコープの最も本質的な部分は、表示部のブラウン管である。ブラウン管は電子銃、偏向電極、蛍光面から成る。電子銃は、陰極から出た電子を一定速度まで加速し細いビーム状の電子流にする。電子流派2組の偏向電極の電解を通ったのち、蛍光面に当り輝点を生じる。2組の偏向電極の向きは直交しており、輝点は、それぞれの電極に加えられた電圧に比例して、水平方向（Ｘ軸方向）と鉛直方向（Ｙ軸方向）に独立に変位する。（図1参照）

その他の重要な部分は入力信号を適当な大きさの偏向電圧まで増幅する増幅回路や時間掃引のための掃引電圧発生回路などである。

輝点

垂直偏光電極

ヒーター

金属板

蛍光板

水平偏光電極

図１．オシロスコープの仕組

・オシロスコープの主な使用法

（１）時間掃引

時間tとともに直線的に変化する掃引電圧をX軸に加えると、輝点は水平方向に等速運動する。したがって、時間的に変化する信号V(t)を同時にY軸に加えると、V(t)の図形が表示される。掃引電圧はオシロスコープ内部で作られるので外から入力する必要はない。

信号波形が周期的な場合は、時間掃引を繰り返すことによって、波形が継続的に表示できる。しかし、掃引の周期が信号の周期と無関係だと、掃引毎の波形の位置が一定にならず、波形が移動して見える。波形を静止させるために掃引の周期を信号の周期の整数倍にすることを同期という。同期をとるために、掃引開始を波形の一周忌ないに同じ点に合わせればよい。その点がどのようにして選べるかは次のようになっている。まず掃引開始の電圧（level）を設定する。このとき設定したlevelは一周期内に少なくとも2点（これをA、Bとして）あるので、勾配（slope）を＋か－に設定して一方の点を選ぶ。掃引速度を早くすれば波形の一部だけが表示され、遅くすれば何周期も連続した波形が表示される。このように表示したい入力信号を利用する同期方法をinternal triggerという。

これに対し、表示したい信号とは別の信号によって同期をとる方法をexternal triggerという。さらに、オシロスコープに電力を供給している電源（line）の50Hzまたは60Hzの正弦波による同期をline triggerという。何にも同期をとらない掃引をfree runという。

入力端子が二つ以上あるオシロスコープでは、複数の信号を同時に表示することができる。これによって、信号の周波数比や、位相差などを容易に調べる事ができる。

（２）X-Y動作

Y軸だけでなくX軸にも外部信号を加える使い方をX-Y動作という。二つの信号をX軸とY軸に別々に加えると両者の関係を一目で見ることができる。両者の信号が正弦波のときに描かれる図形をリサージュ図形（Lissajous figure）という。この図形から、二つの信号の周波数比や位相差を容易に測定できる。

### 《実験方法》

A.時間掃引

（１）6.12kHzの正弦波をオシロスコープのCH1に入れ、TIME/DIVダイヤルによって波形を静止させた。このときのTIME/DIVダイヤルの値と蛍光版にうつった波長の長さを記録した。

（２）LINER TRIGGERで、ほぼ波形が静止する周波数を探した。

（３）オシロスコープの入力をAC結合、DC結合にして、変化を観察した。

B.X-Y動作

（１）CH1とCH2に同じ信号を入力してその変化を観察した。

（２）CH1とCH2に別々の発信機から正弦波を入力し、両方の周波数の比を指定された様に調節し、リサージュ図形(Lissajous Figure)を見た。

C.応用課題1

下図のように発振器から回路への入力信号をオシロスコープのCH1へ、出力信号をCH2へ接続し、時間掃引によって2つの信号を同時に表示した。周波数fを広い範囲で変え、振幅*V0*と位相差*Δ*φがどのように変化したか観察した。

R：10kΩ

CH2

CH2

CH1

CH1

～　発振器

C:0.01μ*F*

図：応用課題１で使用したRC回路

### 《実験結果》

A.時間掃引

（１）TIME/DIVを0.1msにあわせて、一周期が約1.6cmのとき、6.12kHz付近になった。ここから

となった。このときの理論値は

となる。

②LINERTRIGをいじって波形が静止した時の周波数は以下のようになっていた。

５０Hz

７５Hz

２５Hz

となって、だいたい２５Hzの倍数となっていた。

③実験結果を見るとだいたいAC結合と、DC結合の電圧の比は１：２くらいと書いてあるが、実際はDCが一定になる。その原因はおそらくTIME/DIVダイヤルを回していただけと思われる。この理論については考察で言おうと思う。

B.X-Y動作

（１）図形は縦棒の一直線となった。

（２）リサージュ図形はそれぞれの周波数比でオシロスコープに入力すると、実験台にあったプリントと同様の図形が見られた。

このとき少しでもこの比からずれていると図形は乱れてしまい、ピッタリになることはまず無かった。ある程度までいって、ゆっくり動いているのが見られた。

C.応用課題1

次のようにa,b,cをとって測定した。

ａ

ｂ

ｃ

このとき、周波数fとa,b,cの関係は次の表のようになった。このとき加えていた電圧は１Vで一定にしてあった。

（表：応用課題の結果）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ｆ　[Hz] | a | b | c |
| 100 | 4 | 4.0 | 0.2 |
| 200 | 4 | 3.9 | 0.4 |
| 300 | 4 | 3.8 | 0.6 |
| 400 | 4 | 3.7 | 0.8 |
| 500 | 4 | 3.6 | 1.0 |
| 600 | 4 | 3.6 | 1.2 |
| 700 | 4 | 3.5 | 1.4 |
| 1000 | 4 | 3.2 | 1.8 |

ここから振幅*V0*と位相差*Δ*φを計算した。式はそれぞれ以下のようにした。

ここで、それぞれの実験値と理論値について求めて、表にまとめた。

（それぞれ次のページ）

（*Δ*φ，*V0*の実験値･理論値の計算方法）

位相差*Δ*φの実験値 位相差*Δ*φの理論値

振幅*V0*の実験値 振幅*V0*の理論値

（表：*V0*と*Δ*φの周期別の実験値・理論値）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ｆ | *Δ*φ(実験値) | *Δ*φ(理論値) | *V0* (実験値) | *V0* (理論値) |
| 100 | 0.050 | 0.063 | 0.999 | 0.998 |
| 200 | 0.103 | 0.125 | 0.995 | 0.992 |
| 300 | 0.159 | 0.186 | 0.987 | 0.983 |
| 400 | 0.218 | 0.246 | 0.976 | 0.970 |
| 500 | 0.281 | 0.304 | 0.961 | 0.954 |
| 600 | 0.340 | 0.361 | 0.943 | 0.936 |
| 700 | 0.412 | 0.414 | 0.916 | 0.915 |
| 1000 | 0.597 | 0.561 | 0.827 | 0.847 |

この結果から分かる事は

・*V0*は周波数ｆに関わらず変動が少ない。したがってほぼ一定tと思われる。

*・Δ*φはfが増加すれば増えている。

といったこただった。

### 《考察》

A.時間掃引

（１）6.12kHzという値を取れたのはほぼ結果通りで合っていると思われる。

他にこの値を出す手段としては、TIME/DIVダイヤルを回して、１周期0.163msとすれば、良い。例えば、ダイヤルを0.2msにしたならば、0.8cmのところで値が取れると思われる。もっと正しい値を取りたければ、目盛が少し細かく出ているものを使ったり、TIME/DIVダイヤルを50μsにして、3.25cmあたりに合わせれば良いと思われる。

（２）このとき、25Hzの倍数になったのは、電源の周波数に関係がある。電源として使用したのは関東で一般に使用されている50Hzの波長のものだった。

ここから考えて、50Hzの波長と同期をとるのは波長の半分つまり25Hzの倍数で同期をとると考えられる。

関西で使われている60Hzの電源を使えば30Hzの倍数で同期を取ると予測できる。

（３）ここでは実験結果が全く信用できないので理論のみを書こうと思う。

まずオシロスコープにはAC結合の場合、交流の値が表示され、DCの場合は直流の値が表示される。このときAC結合は直流成分が除かれているが、DC結合ではそうではない。今回の場合、交流成分は変動していたが、直流成分との和は一定であったため、そのような結果が求められたと思われる。

B.X-Y動作

実験では一定の比におけるリサージュ図形は実験台のプリント通りであったが、それ以外の場合は細かい網のようなものが見られることがしばしばあった。ここから考えて、どのようなリサージュ図形であっても2つの信号の周波数比が見るだけで求められると言える。

ただし、この比の組み合わせが無限にあると言えるので今回はその中でも簡単なものをやったと考えられる。

C.応用課題

実験値がごく狭い範囲になってしまったが、微妙に誤差が見られる。原因として考えられるのは、

・周波数の調整で微妙に誤差があった。

・a，bについては特に目で測っていたので、誤差が大きく現れたと思われる。

・中心の場所に誤差があれば、a,b,cすべて誤差が生じるといえる。

このようなことを解決するには何をすれば良いか考えた。

・オシロスコープの画面に方眼紙のようなフィルムを貼れば、図形の最大値が正確に取れると思われる。ただし、これが測定の邪魔になるようならば定規をあてて測るのも良いと思う。

・実験回数自体を増やして、その精度をあげる。

といったことだろう。実際に数回は定規を使っていたが、とても手間がかかるので方眼紙のようなものを使ってみたいと思った。

### 《感想》

はっきり言って、実験中は何をやっているのか全然分からない実験だった。一通り実験書には目を通してきたつもりだったがそれが不足していたらしい。レポートを書いているときにもう一度実験書を読みなおしてやっとやっていた事が分かったという感じだった。今回の実験で高校時代も使うことがなかったオシロスコープの使い方が一応分かった。