# 目的

* + 私たちが将来使うであろうと思われるオッシロスコープについて、今回の基本的な実験においてオッシロスコープの基本的な使用方法を習得し、そして原理を学ぶ。
  + 観察事項について考察する。そして、実験で得られた結果より、音速を求める。

# 結果

　実験　１．DC電圧を変化させた時の様子を観察する。

→・　電池ボックスの出力をオッシロスコープのCH1に入力し、可変抵抗を変化させて輝点の動きを観察した結果、つまみ⑤を１V/DIVに設定したとき、水平方向に３メモリ輝点が移動した。(これ以下、１マスを１メモリとした。) つまみ⑤を５V/DIVに設定したとき、水平方向に０，６メモリ輝点が移動した。

* 電池ボックスの出力をオッシロスコープのCH2に入力し、実験１と同様の観察を行った結果、つまみ⑤を１V/DIVに設定したとき、垂直方向に３メモリ移動した。つまみ⑤を５V/DIVにしたとき、垂直方向に０.６メモリ移動した。
* このつまみ⑤[VOLTS/DIV]は、垂直軸1目盛あたりの電圧値の切り替えをしていることが確認できた。

　実験　２．三角波を入力した時の様子を観察する。

→三角波

・発電機の三角波をオッシロスコープのCH1に入力し、つまみ⑤を５V/DIVに設定して輝点の動きを観察した結果、水平方向に４メモリ動いた。この輝点は右側の方にずっと進んでいって端まで来たら、また左側に向かうといった右→左→右・・・という動きをしていた。そして、周波数を高くすると輝点の動きは速くなった。

* 発電機の三角波をオッシロスコープのCH2に入力し、つまみ⑤を５V/DIVに設定して輝点の動きを観察した結果、垂直方向に４メモリ動いた。この輝点は垂直方向に、三角波をCH1に入力した時と同じ動きをした。同様に、周波数を高くすると輝点の動きは速くなった。

方形波

* 次に、発電機の方形波を上記のものと同様の方法で観察した。CH1の時は、水平方向に４メモリ動いた。この輝点は右の一番端でピカッと光ったら、左の一番端の所でピカッと光って、右→左→右・・・の動きをした。もちろん周波数を高くすると輝点の動きが速くなった。
* CH2の時も垂直方向へ４メモリ動いた。この輝点は垂直方向に、方形波をCH１に入力した時と同じ動きをした。周波数を高くすると輝点の動きは速くなった。

実験　３．時間掃引を理解する

　　　→つまみ①をいくつかの値にし、輝点の動きを観察した。輝点の動きは水平方向に４メモリ動いて、左端から右に向かって進み右端まできたら、また左端の点に移った。この繰り返しだった。つまみ①を０.１ｓ/DIV,０.２ｓ/DIV,０.５s/DIVに変化させた結果、０.１s/DIVが一番輝点の速さが速かった。よって、このような輝点の動きから、時間掃引に必要な電圧信号を下に記す。

　実験　４．時間掃引を用いて正弦波を観測する。

　　　→・私は、つまみ①を０.２ms/DIV、つまみ⑤を５V/DIVに設定して正弦波を観測した。周波数カウンターの値が約１KHｚのとき、正弦波の振幅は１０Vであり、正弦波の山の頂点の間隔は５メモリであった。よって周期は１ｍｓになり、周波数カウンターの値から求められる周期と一致した。次に、周波数カウンターの値が約２KHｚのとき、正弦波の振幅は１０Vであり、正弦波の山の頂点の間隔は２.５メモリであった。よって周期は０.５ｍｓになり、周波数カウンターの値から求められる周期と一致した。

　　　　・DC　OFFSETを加え、つまみ④をACとDCに切り替えた時の変化の違いは、つまみ④がDCになっているとき、DC　OFFSETのつまみを回転させると画面に表示された正弦波が上下した。つまみ④がACになっているとき、DC　OFFSETのつまみを回転させると画面に表示された正弦波は一瞬動くが、動かないで静止した。

　実験　５．同期について理解する。

　　　→・つまみ⑭をFIXからまわして、画面の変化を観察した結果、いくつもの正弦波が重なっていて、それぞれの波が流れていた。

* 次に、つまみ⑧をまわして、画面を少し右側にずらした。そして、正弦波の左端の位置の変化を観察した。最初、つまみ⑭をFIXからまわした直後は、いくつもの正弦波が重なっていて、それぞれの波が流れていたように見えた。少しずつ、つまみ⑭をまわしていくと、振幅の最小値付近に正弦波の左端がきて、正弦波が静止した。そして、少しずつ、つまみ⑭をまわしていくと振幅の最大値付近に正弦波の左端がきて、この振幅の最大値を超えると、最初の時のように、波がいくつか重なり合って、波が流れているようになった。結局、つまみ⑭をまわしていくと、振幅の最小値付近から最大値付近に正弦波の左端がきているときに、正弦波は静止していた。
* つまみ⑨をlineにしたときに、画面にうつる正弦波が静止するように発信機の周波数を変化させた。この結果、周波数は約５０Hzを示した。

　実験　６．二つの正弦波の関係を観測する。

　　　→・発信機の出力を同時にCH1とCH2に入力し、画面を観察した結果、二つ同じ正弦波がちょうど重なり合ったようになった。

* この状態のままで、つまみ①をX-Yに切り替えると、右方向に傾きが４５度の直線が現れた。
* RとCの回路を通した信号の振幅と位相差を四つの周波数について求めた結果をグラフにあらわした。

０１ｍｓ/DIVに設定

表１：周波数による振幅と位相差の変化

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | T | 振幅 | ２ｂ | ２ｃ |
| １KHｚ |  |  |  |  |  |
| ２KHｚ |  |  |  |  |  |
| ３KHｚ |  |  |  |  |  |
| ４KHｚ |  |  |  |  |  |

実験　７．音速を測定する。

→・超音波送信器の受信側出力をCH1に入力し、周波数を変化させて最大の振幅が得られる周波数を求めた。この値は、ｆ＝３９.１KHzになった。CH2に発信器の出力を入力し、つまみ①をX-Yに切り替えて、リサージュ図形を描かせた。二台の超音波送信器の距離を変化させて、リサージュ図形が直線になる場合の間隔を１０点求めた結果を次の表に表した。そして、この結果から音速を求めた。

表２：リサージュ図形が直線になった距離と距離の差

|  |  |
| --- | --- |
| 二つの超音波送信器の距離(ｍｍ) | 距離の差(ｍｍ) |
| ３. |  |
| １２. | ９.０ |
| ２０.９ | ８.９ |
| ２９.９ | ９.０ |
| ３８. | ８.１ |
| ４７. | ９.０ |
| ５５.６ | ８.６ |
| ６４.１ | ８.５ |
| ７２.４ | ８.３ |
| ８１.４ | ９.０ |

これより、二つの超音波送信器の距離の差の平均は、８.７(ｍｍ)であることがわかった。この距離の平均をにした。よって、音速はV＝ｆで求めることができる。よってV=３４１(m/s)になった。

# 考察

１．つまみ④のACとDCの違いがどのようにして生じるのか？また、このつまみはどのような時に利用するのか？

→入力結合の表す切り替えスイッチには[AC]、[DC]、[GND]があります。まず[GND]で入力信号に関係無くゼロ電圧の位置を表示するから、この[GND]というつまみはゼロ点調節にてきしているのだと考えられる。

つまみ [DC]は、直流から約4Hzまでの低い周波数成分も表示できるのです。実験４でやったように、DC　OFFSETをまわし発電機の直流成分を加えたり減らしたりすると画面上を正弦波が上下する。

つまみ [AC]は、直流成分を無視して交流成分のみを表示するのです。これも実験４でやったようにDC　OFFSETをまわし、発電機の直流成分を加えたり減らしたりしてもモニターの波形は一瞬上下するものの結局はその位置が変化しないのでした。この[DC]は直流成分も交流成分も表示できて、[AC]は直流成分を無視して交流成分を表示します。このことによって違いが生まれたのだと考えました。

つまみ[DC]は、直流(DC、いわばゼロHzの交流)から交流までの信号を測定したいときに使用するべきだと考えられる。

つまみ[AC]は、交流と直流が重畳した信号から、直流成分を除去して表示したいときに使用するとよいと考えられる。[AC]を使うことにより、低周波数成分の振幅が減少すると考えられる。

最後に[GND]はゼロ点調節をする時に使用するべきであると考えられる。

２．実験６について、回路を通した信号の振幅と位相差の変化の意味を実験書から考える。

と書けることから位相差は、周波数が高くなるほど大きくなると思われる。これは、実験で求めたデータと一致する。そして、振幅のほうは、上のように書けるため、周波数が高くなるほど振幅は小さくなっていくように考えられる。これは、実験によって求めたデータと違っていた。私の場合、周波数が高くなると振幅も大きくなってしまった。

しかし、この振幅の値の動きというのは、目で見て、ほとんど変化がみられながった。変化といっても、１メモリの十分の一の値を数えたので、そこで間違えたのだと考えられる。

３．実験７から、音速の平均値と平均自乗誤差を求め、その音速を理科年表に載っている値と比較してみる。実験で求めた値と理科年表の音速の値とを比較し、誤差が生じた場合は、なぜ誤差が生じたのかについて考察する。

→ 表３：距離の差の測定

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| i | 距離の差(ｍｍ) | 残差(ｍｍ) | 残差の二乗  (ｍｍ) |
| １ | ９.０ | ＋０.３ | ０.０９ |
| ２ | ８.９ | ＋０.２ | ０.０４ |
| ３ | ９.０ | ＋０.３ | ０.０９ |
| ４ | ８.１ | －０.６ | ０.３６ |
| ５ | ９.０ | ＋０.３ | ０.０９ |
| ６ | ８.６ | －０.１ | ０.０１ |
| ７ | ８.５ | －０.２ | ０.０４ |
| ８ | ８.３ | －０.４ | ０.１６ |
| ９ | ９.０ | ＋０.３ | ０.０９ |
| 合計 | ７８.４ | ＋０.１ | ０.９７ |

この表より、距離の差Lの平均自乗誤差を求める。＝０.４(ｍｍ)になる。

音速の平均値は、周波数×距離の差の平均値であるから、＝ｆ＝３９.１×８.７=３４０(m/s)

そして、音速の平均自乗誤差は、誤差の伝播より、周波数×距離の差の平均自乗誤差であるから、

＝ｆ＝３９.１×０.４＝１６(m/s)であることがわかった。

一方、理論値は原理より、温度Tのときの音速は

V=３３１.４５＋０.６０７×T

だから、 このときの室温は、２６℃であるから、V＝３３１.４５＋０.６０７×２６＝ ３４７(m/s)である。

この結果においては、ほぼ正確であったと思われる。誤差の生じた原因は、物差しの値を読むときの目分量による誤差が大部分であると思われる。また、送信機と受信機の間に空気の揺れがあっても結果に支障をきたすため、機器の移動に際して数値が変動した可能性がある。そして、最後に空気の温度変化で、音速及び周波数が局所的に上下したという恐れがある。

４．位相差がある信号をX-Yで観測するとなぜ楕円の図形が描けるのか？

→普通、オシロは垂直方向に入力した信号の電圧、水平方向に時間で見ますが、Ｘ－Ｙモードでは、水平方向も、別の入力した信号の電圧を表示するのです。そのため、X軸、Y軸に周波数が同じ正弦波を入力すると、円が描くことができます。入力信号の位相差が違うと、円の形がだんだん変化していきます。実験でわかったように、このリサージュ図形というものは位相差によって、波形の形が変わることから、二つの信号の位相差を調べるのにとても有効であるということが考えられる。今まで述べたのは二つの信号の周波数比が１：１のときであって、この他にも、周波数比が２：３、３：４、・・・のときには円ではなく、面白い図形が描かれると考えられる。

５．観察事項からの考察

・実験５でつまみ⑨をlineにしたとき、画面の正弦波が止まった周波数値が約５０Hzだったのは、このあたりに供給されている電力の周波数が５０Hzだからだと考えられる。

・実験２より三角波と方形波の電圧信号が以下のようであると考えられる。