1. 目的

オシロスコープは電気計測において必要不可欠である。ここでは、オシロスコープの基本的な使用法を学び、簡単な実験に応用する。

1. 実験原理

まず最初にこの実験で用いたオシロスコープの説明をする。この実験の目的はオシロスコープの基本的な使い方を学ぶことであるから以下に続く説明はとても重要である。

　オシロスコープ（Oscilloscope）

オシロスコープの基本的な働きは,入力電圧の瞬時値をブラウン管上に変移として表示することである.また,複数の信号を同時に入力し,それらの間の周波数ひや位相差なども測定できる。本実験室で使用するオシロスコープは２０MHｚまでの信号に応答するが、標準的な機種としては200MHzまで応答するものがある。最近では、メモリーや演算昨日を備えたものも普及している。

1. 構造

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、変更電極、蛍光面からなる。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。電子流は2組の偏向電極の電界を通ったのち、蛍光面に当たり輝点を生じる。2組の偏向電極の向きは直行しており、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。

垂直偏光電極

金属板

水平偏光電極

ヒーター

蛍光板

図１．オシロスコープの仕組み

　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（下述）のための掃引電圧発生装置などである。

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、水平方向に等速直線運動をする。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。（下述のＸ-Ｙどうさでは、任意の信号をＸ軸に加えることができる。）

　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、波形を断続的に表示できる。しかし、掃引の周期が信号の周期と無関係だと、掃引毎に波形がいっていにならず、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。同期を取るために、掃引開始（trigger）を波形の1周期内の同じ点に合わせればよい。図１は、その点がどのようにして選べるかを示している。まず、掃引開始の電圧（level）を設定する。図中の点線が設定したlevelとすると、点線と信号波形の交点は１周期内に２点（AとB）あるので、勾配（slope）を＋か－に設定して一方の点を選ぶ。図１は＋に設定した場合である。掃引速度を速くすれば…のじかんが短縮し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。…は掃引が休止している時間である。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。（交点がたくさんある場合は、波形が静止しないことがある。）

　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。なにも同期を取らない掃引をfree　runという。入力端子が２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、信号に周波数比や位相差などを容易に調べることができる。

　偏光感度



２）X-Y動作

Y軸だけでなくX軸にも外部の信号を加える使い方をX-Y動作という。２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.両方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、２つの信号の周波数比や位相差を容易に測定できる。

1. 実験方法

　ブラウン管の表示を明るくしすぎると蛍光面が焼けるおそれがあったので。特に輝点が静止していたときは、ＩＮＴＥＮＳＩＴＹつまみによって明るさを十分下げておいた

　Ａ．時間掃引

ＴＩＭＥ／ＤＩＶダイヤル①を「Ｘ~Ｙ」以外の位置にした、輝点は水平方向（Ｘ軸）に左から右へ等速で変化した。したがって時間ｔに依存する電圧Ｖ（ｔ）をチャンネル１または２入力したので、鉛直方向をＹとしてＹ＝Ｖ（Ｘ）の形が表示された。2つの入力を同時に表示することもできた。

４０Ｈｚと４ｋHｚくらいの正弦波を発信機からオシロスコープのチャンネル１または２に入力し、波形を観察した。表示の選択スイッチ③、トリガー信号の選択スイッチ⑨と⑩を正しく選び、⑫はAUTOをえらび，他のボタンは開放とした。ＴＩＭＥ/ＤＩＶダイヤルを適正にして波形を静止させた。

　B．X-Y操作

ダイヤル１を「X-Y」の位置にした、輝点はチャンネル１と２への入力電圧にそれぞれ比例して、水平方向（X軸）と鉛直方向（Y軸）に変位した。

1. チャンネル１と２に同じ信号を入力するとどうなったか。
2. チャンネル１と２に別々の発信機から正弦波を入力し、両方の周波数とをほぼ等しくするとどうなったか、一般に＝ｎ（ｎ＝１，２，３，４、…）の場合はどうか、このようなときに見える図形をリサージュ（Lissajous）図形という。

　Ｃ．音速の測定

この実験で使用した超音波送受信機は40kHzでもっとも効率よく超音波を出すので発信機を40kHzに合わせる。送受信機の感覚を広げたり、狭めたりすると両者間に位相差が生じ、リサージュ曲線が現れる。

位相差がちょうど一波長分ずれると同じ状態のリサージュ曲線を示す。この事から、何cm間隔で位相が元に戻るか測定した。その結果を下の表に示す。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 以下[mm] | λ１[mm] | λ２[mm] | λ３[mm] | λ４[mm] | λ５[mm] |  | 平均[mm] | δ[mm] | δ2[mm2] |
| 測定１ | 8 | 17.5 | 26.5 | 35 | 44 | 53.2 |  |  |  |
| 波長１（測定値の差） | 9.5 | 9 | 8.5 | 9 | 9.2 |  | 9.04 | 0 | 0 |
| 測定２ | 8.5 | 17.5 | 26.5 | 35 | 44.5 | 53 |  |  |  |
| 波長 | 9 | 9 | 8.5 | 9.5 | 8.5 |  | 8.9 | -0.14 | 0.0196 |
| 測定３ | 9 | 18.5 | 27.6 | 36.5 | 45.5 | 55 |  |  |  |
| 波長２ | 9.5 | 9.1 | 8.9 | 9 | 9.5 |  | 9.2 | 0.16 | 0.0256 |
| 測定４ | 9.1 | 18.2 | 28.5 | 36.5 | 45.6 | 54.4 |  |  |  |
| 波長３ | 9.1 | 10.3 | 8 | 9.1 | 8.8 |  | 9.06 | 0.02 | 0.0004 |
| 測定５ | 9.5 | 18.5 | 28 | 37 | 46 | 54.5 |  |  |  |
|  | 9 | 9.5 | 9 | 9 | 8.5 |  | 9 | -0.04 | 0.0016 |
|  |  |  |  |  |  |  | 9.04 |  | 0.0472 |

よって，



したがって，



理論値を計算してみると，



精度 ＝より



両者を比較すると、理論値とはややずれているが、ほぼ近い値になった。

誤差が生じ実験値と理論値に差が出てしまったが、これは、データをさらに正確に、また、測定値を多くとればより正確な値に近づくと思う。

誤差要因として

* 周波数のあわせ方のずれ
* 気温の読み違え
* πや２πの時のリサージュ曲線をぴったり読み取ることができなかった
* 周波数カウンターを使わなかった

などがあげられる

４．結果

Ａ．正弦波の観測

図は最後にまとめてある。（図２，図３）

40[Hz]のとき，ｖ＝ｆλに5[ms/DIV],2[v/DIV]を考慮すると，現れた正弦波の波長とほぼ一致した。4[kHz]のときも，同様に一致した。

Ｂ．リサージュ図形の観察

図は最後にある。（図４）

　ｃｈ１：ｘ軸　

　ｃｈ２：ｙ軸　

に設定すると，



よって，図に表れた円も理解することが出来る。

５．感想

　今回はオシロスコープが実際にどのような場面で使われているわからなかったので，これから，調べてみたいと思った。音速の測定は比較的精度が良く出たので，よかったと思う。