1. 目的

オッ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、オッ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ッシロスコープの説明をする。この実験の目的はオッ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。

　オッシロスコープ（Oscilloscope）

オッ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ッシロスコープは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

オッ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。

金属板

垂直偏光電極

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。掃引電圧はオッ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、オッ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つ以上あるオッシロスコープでは、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。

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。

1. １ｋＨｚくらいの正弦波を発信機からオッ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、ＴＩＭＥ/ＤＩＶダイヤルを適正にして波形を静止させた。

つまみ⑭によってトリガーのlevelとslopeをかえると表示はどのように変わったか。

矩形波ではどうか。

1. スイッチ⑨を「LINE」にしたとき、波形がほぼ静止して見えたのはどんな周波数の場合だったか。
2. ⑨を「INT」に戻し、周波数を数ｋHｚ以下とした。入力結合スイッチ④によって表示はどのように変わったか。「AV結合」はどういう場合に役立つか。

　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。時間掃引に切り替えて2つの波を同時に表示するとどうなったか。

応用課題１　〈RC回路の交流特性〉

　図３左のような回路の性質を調べてみた。一般にR（抵抗）、C（コンデンサー）、L（コイル）からなる回路に正弦波



を入力したら、定常になったのちの出力はやはり正弦波で



と表された。そこで図３右のように、発信機から回路への入力信号をオッシロスコープのチャンネル１へ、出力信号をチャンネル２へ接続し、時間掃引によって２つの信号を同時に表示する.周波数を広い範囲で変え、振幅を位相差がどのように変化するかを観察した。

位相差は、図３右と同じ接続でX-Y動作にし、リサージュ図形から求めることもできた（注１を参照）





と計算される。

　注１　リサージュ図形による位相差の求め方。

X軸、Y軸にそれぞれ

　　　　X＝ａsinωｔ

　　　　Y=ｂsin（ωｔ＋）

を入力すると図４のようなリサージュ図形がえられる。図上の（0,C）点はωｔ＝０またはπの点であるから

　または　

　または　

結果

すべてプリントにまとめてあります。グラフは一番最後のページです。

考察

実験値と理論値を比較し、誤差の生じた原因を考える。

まずＲＣ回路に対する入出力信号の振幅比はほとんど生じなかった。これはグラフを見ても明らかである。電気信号はかなり正確な数値で読み取れるというのがあるのだろう。

またＲＣ回路の周波数に対する出力信号の位相差も一部を除いてかなり詳しく測定できた。

一部ずれてしまった原因は数値の読み違えやリサージュ図形が読み取りにくくａｂｃを読み取りまちがえたと思われる。

感想

今回はオシロスコープの使い方を学んだ。実験中はなにをやっているのかいまいち分からなかったがレポートを書いてみて初めて気が付くところが多かった。

今回で物理実験は終わったがレポートというものの書き方を学んだ。グラフはどのようにするのか、図はどのように書くのかなど。とても大変でした。