1.目的

電気計測において不可欠であるオシロスコープについて学び、その使用法になれる。

空気中の音速を測定する。

RC回路での入出力電圧の位相の差を測定する。

2.方法

(1)器具

　オシロスコープ、発振器、超音波送信機、R(10kΩ)C(0.01μF)回路

(2)操作

A.時間掃引

1.約1kHzの正弦波を発振器からオシロスコープのチャンネル2にいれ、TIME/DIVダイアルによって波形を静止させた。そのあと、levelトリガーを変えて、表示がどのように変わるか見てみた。

2.LINE TRIGGERで、ほぼ波形が静止する周波数を探した。

B.X-Y動作

1.TIME/DIVダイヤルをX-Yにして同じ波形を入力してみた。

2.f1=nf2となる周波数の比で入力を行ってみた。

応用課題1

図1のようなRC回路の入力波と出力波の位相差をリサージュ図形から測定した。また、RとCを入れ替えた場合(図1.5)の位相差も測定した。

応用課題2

超音波送信機への入力信号と受信機の出力信号の周期とが一致した距離を測定することによって空気中の波長を調べ、そこから空気中の音速を調べた。

3.結果

A.時間掃引

1.LEVELをいじると表示はとまって表示されなくなり、流れていってしまう様になったまた、SLOPEをひねると波形が逆になった。

2.ほぼ静止して見える波形は50のｎ倍の周波数だった。

B.X-Y動作

1.図形はy=xの一直線になった。

2.それぞれ比が1：1、1：2、1：3、2：3の時の図形(5種類)は図2の様になった。

応用課題1

ここでは、実験書にあるとおり、X-Y入力によってできるリサージュ図形から位相差を求めた。すなわち、RC回路の入出力信号をX,Y成分として入力すると、X=asinωt、Y=bsin(ωt+dφ)という、傾いた楕円のリサージュ図形が得られるが、これのY切片(0、C)ではωｔ=0またはπなので、c = ±b sin dφから、sin dφ=±c/bといえる。

結果は表1の様になった。

応用課題2

ここでは、X-Y入力にした入出力波の周期がひとつ分ずれると、リサージュ図形が一回転することを利用して測定を行った。

結果は表2の様になった。

4.考察

・オシロスコープの仕組み

実験前に説明があったとおり、オシロスコープは電子銃と、偏向電極、蛍光面からなり、(図3)陰極から出た電子を一定速度まで加速する電子銃部分から出た電子流が、X,Y方向にそれぞれある偏向電極の電界によって曲げられ、それが蛍光面にあたって輝く点を生じる作りとなっている。

・時間掃引

仕組みと共に実験書にあるのでなるべく簡単に書くと、時間とともに直線的に変化する電圧をX方向にかければ、輝点は水平方向に移動して見える。入力信号と、掃引周期を同期させれば、入力信号の波形が一定に表示される。ただし、同期を取るために掃引開始電圧と、そのときの電圧の勾配を指定する必要がある。(図4）こうして、入力信号の周期を基準にして同期をとる方法をINTERNAL　TRIGGERといい、また、別の信号によって同期をとる場合はEXTERNAL　TRIGGER、電源からの周波数による同期をLINE　TRIGGER、なにも同期を取らない状態をFREE　RUNという。

1.LEVELTRIGGERをまわしていって、波形が一定にならなくなったのは、掃引開始電圧が、波形の山もしくは谷部分に近づいて、勾配の+と-の差が小さくなったためだろう。

2.LINE TRIGGERは電源との同期を取るので50Hzの整数倍で波形が静止するのも理解できる。

B.X-Y動作

1.XとYの入力が等しいのだから、X=Yのグラフが出てきたと言うことになる。

2.高校の数学でもやっているとおり、X=asinωt、Y=bsin(ωt+dθ)のグラフはリサージュ曲線と呼ばれる図形になる。観察された図形も、理論的に考えられる物と同じだった。(図2.5理論値からを参照のこと。)

応用課題1

RC回路について考えてみる。まず、コンデンサーにある交流電流V=Vo　sinωｔを加えることを考えると、流れる電流はI=Io sin(ωt+π/2)で、Io=Vo/(1/Wc)といえる。

また、電気容量CのコンデンサとRオームの抵抗を直列に接続し、V=Vo　sinωtを加えることを考えると、その時の電流Iに対してVrは同位相、Vcはπ/2だけ遅れていることになる。

RC回路のインピーダンスを考えると、Z=√｛R２+(1/Wc)２｝直流回路では電流Iは一定なので、I=WcVo=V１√｛R２+(1/Wc)２｝から、

Vo=1/√｛R２+(1/Wc)２｝

ところで、ω=2πfだから、

Vo=1/√｛1+(WcR)２｝と言え、Voの理論値が求まるようになる。

さらに、抵抗成分について考えると、tanΔφ=-R/(1/（2πfc)）=-2πｆｃRと言えるので、Δφ=tan-1(2πｆｃR)ともいえる。

これをΔφの理論値とする。

グラフはグラフ1のようになった。

RとCを入れ替えた回路については、Rの位相より、Cの位相の方が90度ずれるために、表1,5のような結果になったと考えられる。

実験値のΔφについてはかなり理論値との差が出てしまった物もあるが、オシロスコープでの測定では最小メモリが0,5mmなので、仕方の無いことだと思う。そのほかにも、銅線の抵抗、抵抗の発熱、オシロスコープや発振器の系統誤差等が誤差を生じる原因に挙がるだろう。

応用課題2

実験後に気が付いたことだが、発振器からの発振周波数を測定するのを忘れてしまっていたので、ここでは周波数として、発振器のダイヤルの読みの42ｋHzを使用したい。音速は実験中に提示されたように気温T度において331.5+0.6T(m/s)で表される。実験室の気温は24.5度だったので、音速の理論値は331.5+0.6\*24.5=346.2(m/s)といえる。これは実験値の349.44と多少の差が出ている。誤差の原因としては温度計の誤差や、周囲から完全に独立した系の測定ではないので、周りの空気の微弱な振動や、局所的な温度差などに原因があるのかもしれないし、波の伝わり方は媒体の質によるのだから、湿度も音速の理論値のファクターとして考えられないのだろうかとおもう。

5.参考文献

『物理教室』　1995　近藤敦監修　河合出版