自然科学実験（物理）・オシロスコープ

一年二組学籍番号60204719奥平裕一郎

1. 目的

オシロスコープの使い方を理解し、位相差、音速それぞれを求める。

1. 原理理論
   * 時間掃引について

後の紙で原理を説明しているためここでは省く。

* + Ｘ－Ｙ動作について

ダイヤルを「Ｘ－Ｙ」の位置にすると、輝点はチャンネル１と２の入力電圧にそれぞれ比例して、水平方向と鉛直方向に変位する。これにより、チャンネル１と２との位相差が測れる。

1. 実験方法
   * Ｒ－Ｃ回路の交流特性

チャンネル１に発信器による信号を入力し、またチャンネル２に抵抗とコンデンサーを接続することでから出力することで、この二つの間にどれだけの位相差があるか測った。

発信器により入力する振動数を徐々に変え、オシロスコープでチャンネル１側の電圧を測った。これをとした。次にチャンネル２側の値も調べ、これをとした。

この後メモリをまわして、「Ｘ－Ｙ」モードにすることによりできるリサージュ曲線のX=0での二つのＹの値の差を2c、この直線全体の最大値と最小値の差を2bとしこれを求めた。これらの手順により位相差と振幅が求められる。

最後にそれぞれの求めた値と以下の式から導かれる理想値を比較した。





また今回の実験では最小自乗法は用いず、それぞれの値の平均値から出すという手段を採った。

* + 音速の測定

チャンネル１に発信器を接続し、発信器にも１つ送信側の受信機を接続した。またチャンネル２側には直接受信側の受信機を接続した。また２つの受信機の下に金尺を据え付け、間の距離を求められるようにしてある。

まず受信機を動かして、送信側の波形と受信側の波形が重なるようにし、そのときの間の距離を求めた（これをとした）。受信機を物差しに沿ってスライドし、再度波形が重なるところまで動かした。そしてここでの間の距離を求めた（これをとした）。これの間、発信器と受信機の波は１波長分だけずれたことになるので、と考えられる。これを２０回ほど繰り返し、より正確な波長を求める。

この実験でチャンネル１の発信器から、ほぼ４０ｋＨｚの波が出されているので、求めたの値とこの周波数より、の式からｖを求めた。

1. 実験結果
   * Ｒ－Ｃ回路の交流特性について

まずこの実験でのコンデンサーの電気容量Ｃ=0.01、抵抗Ｒ=10であった。

実験より得られたデータを以下の表１，３に残し、またそれに対応してそれぞれの値を片対数グラフを用いてグラフに残し、それを以下の図１，２とした。

表１：Ｒ－Ｃ回路の周波数に対する入出力信号の振幅比

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ｆ  （Ｈｚ） | （Ｖ） | （Ｖ） |  |
| 100 | 4.8 | 4.8 | 1.0 |
| 500 | 4.6 | 4.8 | 0.96 |
| 1000 | 4.0 | 4.8 | 0.83 |
| 1500 | 3.4 | 4.8 | 0.71 |
| 5000 | 1.4 | 4.6 | 0.30 |
| 10k | 0.8 | 4.6 | 0.17 |
| 100k | 0.1 | 4.6 | 0.022 |

また実験で求められた値と、理論値を以下の表２で表した。

表２：実験値と理論値

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ｆ  （Ｈｚ） | 実験値 | 理論値 |
| 100 | 1.0 | 1.0 |
| 500 | 0.96 | 0.95 |
| 1000 | 0.83 | 0.85 |
| 1500 | 0.71 | 0.73 |
| 5000 | 0.30 | 0.30 |
| 10k | 0.17 | 0.16 |
| 100k | 0.022 | 0.016 |

表３：Ｒ－Ｃ回路の周波数に対する入出力信号の位相差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ｆ  （Ｈｚ） | （Ｖ） | 2c（Ｖ） | () | (rad) |
| 100 | 5.0 | 0.4 | 0.080 | 0.080 |
| 500 | 4.8 | 1.4 | 0.29 | 0.30 |
| 1000 | 4.2 | 2.0 | 0.48 | 0.50 |
| 1500 | 3.6 | 2.2 | 0.61 | 0.65 |
| 5000 | 1.6 | 1.2 | 0.75 | 0.85 |
| 10k | 1.0 | 0.8 | 0.80 | 0.93 |
| 100k | 0.9 | 0.8 | 0.89 | 1.1 |

また実験で求められた値と、理論値を以下の表４で表した。

表４：実験値と理論値

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ｆ  （Ｈｚ） | 実験値  (rad) | 理論値  (rad) |
| 100 | 0.080 | 0.063 |
| 500 | 0.30 | 0.30 |
| 1000 | 0.50 | 0.56 |
| 1500 | 0.65 | 0.76 |
| 5000 | 0.85 | 1.26 |
| 10k | 0.93 | 1.41 |
| 100k | 1.1 | 1.55 |

* + 音速について

実験で用いた振幅機からでる波の周波数はおよそ４０ｋＨｚとしたが、実際の値は37.4251ｋＨｚだった。

以下の表５に実験で得られた値とそこから導かれる値を残した。

表５：音速の実験による値と、計算により求めた値

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 受信機の位置(cm) | 受信機の位置(cm) | １０波長分の長さ(cm) | 波長(mm) | 残差(mm) |  |
| =10.7 | =20.1 | 9.4 | 9.4 | 0.1 | 0.01 |
| =11.7 | =21.0 | 9.3 | 9.3 | 0 | 0 |
| =12.6 | =21.9 | 9.3 | 9.3 | 0 | 0 |
| =13.5 | =22.9 | 9.4 | 9.4 | 0.1 | 0.01 |
| =14.5 | =23.8 | 9.3 | 9.3 | 0 | 0 |
| =15.4 | =24.7 | 9.3 | 9.3 | 0 | 0 |
| =16.4 | =25.7 | 9.3 | 9.3 | 0 | 0 |
| =17.3 | =26.6 | 9.3 | 9.3 | 0 | 0 |
| =18.3 | =27.5 | 9.2 | 9.2 | -0.1 | 0.01 |
| =19.2 | =28.4 | 9.2 | 9.2 | -0.1 | 0.01 |
|  |  |  | =9.3 |  | 0.04 |

上の表よりが求められ、結果、＝9.300±0.021となった。

だが、誤差の伝播法則によりとして考えられる。

まず、=40(kHz)9.3(mm)=372(m/s)

そして=40(kHz)0.021(mm)=0.84(m/s)

よって、v=372.00±0.84(m/s)となった。

ちなみにこのときの室温は22℃出であったので、理論値としては

v=331.45+0.607t=334.80(m/s)となった。

また、f=37.4251ｋＨｚで考えてみると、

v=348.05となった。

1. 考察
   * Ｒ－Ｃ回路の交流特性について

分かったこととして以下の２点が上げられる。

1. 出力側の電圧はどんどんと減衰していく

これは表から分かることだが、入力側から一定の電圧を加え続けても出力側から検出される電圧は最初を除いて入力側よりも下がってしまっている。これは回路の出力側にあるコンデンサーが、入力側の電圧の波に対してずれたことにより起こったと考えられる。コンデンサーに電荷がたまることにより電位差が生じるが、入力側の波の位相とコンデンサーの電位差をグラフで波に洗わしたときの位相がそろわないと、電位差は振幅機の起こす電圧と反対方向にかかってしまうときがあるからだ。

1. 位相差はどんどん増していった

上で述べたことかもしれないが、出力側からの波と入力側からの波の位相差が大きいときに出力側の電圧は下がってしまっていった。よって位相差と出力側の電圧は片方が上がればもう片方が下がる、といった上皿天秤のような関係にあると言える。

* + 音速について

実験から得られた値、理論値、実験から得られた値と正確な振動数を合わせて求めた値の３つの解が得られたが、実験から得られた値の精度はかなり悪かった。しかし正確な振動数が分かってそれを代入するとグンと数値が近づいた。

* + 金尺の限界について

今回の実験で音速を求める実験で、波長の長さを測るために金尺を利用したが、この金尺はどうしても小数点以下１桁、または２桁が０か５のどちらに近いかぐらいしか分からなかったため、どうしても残差もそれほどできなかった。結果として平均値の平均二乗誤差は小さいため誤差は少ないように見えるが、金尺でせめてもう一桁測りきれていればもっと誤差の少ない値が出せただろう。

* + オシロスコープの応用製品

SSTV（スロースキャンテレビ）の中にオシロスコープを利用した装置がある。

なお、SSTVとはアマチュア無線の世界で行われている静止画伝送のこと。

1. まとめ・感想

今回の実験ではなかなか機器に親しめなかった。また今までの実験の中でもっとも理解しづらい分野だったので、かなり苦労した。

特に実験中のデータを取るときにどうやってとっていいか分からないことも何度かあったのでそれが大変だった。