1. 実験目的

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

電子銃から発射された電子ビームは負の電荷を帯びていて、正の電圧にひきつけられる性質がある。電子ビームの進行方向にと平行に偏光板と呼ばれる２枚の電極を置いて、その偏光板間に電圧を加えると、電子ビームは２枚の偏光板の正の電位を持つほうの偏光板に引き寄せられるように曲がりながら進んで蛍光面にぶつかる。蛍光面は電子ビームの衝突エネルギーによって発光する。

1. 実験方法

応用課題2　　 音速の測定

超音波送信器への入力信号と受信器の出力信号の位相差から、空気中の音速を求めた．

1. オッシロスコープ、超音波送信器、受信器を図１のようにつないだ。
2. TIME/DIVダイヤルをX-Yにあわせ、リサージュ図形が図２のようになる時の超音波送信器、受信器間の距離を測った。

応用課題１　　 RC回路の交流特性

図３のようなRC回路に正弦波を入力し振幅を固定し、周波数を広い範囲で変え、振幅V、位相差⊿φがどのように変化するかを観察した。

1. 実験結果

（１）応用課題２　　 音速の測定

表１　超音波の位相差の距離

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 位相  （π） | 距離（ｃｍ） | 位相（π） | 距離（ｃｍ） | (cm) |
| 2 | 1.07 | 32 | 15.04 | 13.97 |
| 4 | 2.04 | 34 | 16.90 | 14.86 |
| 6 | 2.99 | 36 | 17.86 | 14.87 |
| 8 | 3.92 | 38 | 18.80 | 14.88 |
| 10 | 4.85 | 40 | 19.73 | 14.88 |
| 12 | 5.78 | 42 | 20.60 | 14.82 |
| 14 | 6.71 | 44 | 21.55 | 14.84 |
| 16 | 7.65 | 46 | 22.40 | 14.75 |
| 18 | 8.56 | 48 | 23.32 | 14.76 |
| 20 | 9.50 | 50 | 24.21 | 14.71 |
| 22 | 10.51 | 52 | 25.20 | 14.69 |
| 24 | 11.35 | 54 | 26.12 | 14.77 |
| 26 | 12.30 | 56 | 27.95 | 15.65 |
| 28 | 13.22 | 58 | 28.92 | 15.70 |
| 30 | 14.13 | 60 | 29.86 | 15.73 |



（２）応用課題１ ＲＣ回路の交流特性

表２ ＲＣ回路での測定値

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ｆ（Ｈｚ） | （ｖ） | （ｖ） | ｂ | ｃ |
| ５００ | ０．３９６ | ０．３７０ | ０．４１８ | ０．１００ |
| ６００ | ０．３９６ | ０．３６２ | ０．３６０ | ０．１１８ |
| ７００ | ０．３９６ | ０．３５８ | ０．３８２ | ０．１３８ |
| ８００ | ０．３９２ | ０．３４２ | ０．３４２ | ０．１４４ |
| ９００ | ０．３９２ | ０．３３６ | ０．３３２ | ０．１６０ |
| １０００ | ０．３９２ | ０．３２２ | ０．３２２ | ０．１７０ |
| １２００ | ０．３９６ | ０．３１８ | ０．３１６ | ０．１７８ |
| １４００ | ０．３９２ | ０．３００ | ０．２９８ | ０．１８２ |
| １６００ | ０．３９２ | ０．２８０ | ０．２７８ | ０．１８４ |
| １８００ | ０．３８８ | ０．２６２ | ０．２６０ | ０．１８４ |
| ２０００ | ０．３８８ | ０．２４２ | ０．２４４ | ０．１８２ |
| ３０００ | ０．３８２ | ０．１８４ | ０．１８６ | ０．１６０ |
| ４０００ | ０．３８０ | ０．１４２ | ０．１４４ | ０．１３６ |
| ５０００ | ０．３８０ | ０．１２０ | ０．１２２ | ０．１１２ |
| １００００ | ０．３７６ | ０．０６２ | ０．０６２ | ０．０６０ |

次項に応用課題２、１のグラフを示す。

1. 考察
2. 理論値と実験値の比較

応用課題２　　音速の測定

理論値；ｖ=３３１．５+０．６ｔ（ｍ／ｓ） ｔ：気温（℃）

よりｖ＝３４５．１８（ｍ／ｓ） 気温は２２．８℃で計算

実験値；ｖ=ｆλよりｖ＝３９８．０（ｍ／ｓ）

ｆ=４０×１０（Hz） λ＝９．９５×１０（ｍ）で計算

誤差＝１５．３（％）

誤差要因として

（ⅰ）周波数のあわせ方のずれ

（ⅱ）空気のゆれ

（ⅲ）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

（ⅳ）数値の読み違い

などがあげられる。

（ⅰ）について

２つの１ｋＨｚの電圧をかけたとき、リサージュ曲線が円にならなかった。

片方を１ｋＨｚからずらしたとい円になったので、どちらかの機械が故障していてと推測できる。

（ⅱ）について

音速の測定のとき、リサージュ曲線がぴったりとまらなかったので、下敷きで風を起こしてみたところ、さらに曲線がゆれてしまった。また、音をたてたときも同じだった。

（ⅲ）について

これは、（ⅱ）で述べたことが原因であろう。

（ⅳ）について

かなり注意して読んだのでほとんど影響していないと思われる。

応用課題１　　 RC回路の交流特性

交流回路の理論から



であり、ここで

2πｆRC＝1 ①

とすると



となる。これがの理論値である。ここで

R＝１．０×１０（Ω） Ｃ＝１．０×１０

なので、①より

ｆ＝１．５9×１０（Hz）

となる。

また、リサージュ図形による位相差Δφの求め方は、X軸Y軸にそれぞれ

X=ａsinωt

Y=ｂsin(ωt＋Δφ)

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

ｃ=ｂsinΔφ または －ｂsinΔφ

∴ sinΔφ＝ または －

となる。よって実験値のデルタφは

Δφ­＝sin

である。これに対して理論値のΔφは

Δφ­＝tan 

である。

これより理論値と実験値の比較を次の表に示す。

表３ RC回路による理論値と実験値の比較

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ｆ（Hz） | Ｖ／Ｖ（実） | Ｖ／Ｖ（理） | Δφ（実） | Δφ（理） |
| ５００ | ０．９３４ | ０．９５４ | １３．８４ | １７．４６ |
| ６００ | ０．９１４ | ０．９３６ | １９．１３ | ２０．６７ |
| ７００ | ０．９０４ | ０．９１５ | ２１．１８ | ２３．７６ |
| ８００ | ０．８７２ | ０．８９３ | ２４．９０ | ２６．７１ |
| ９００ | ０．８５７ | ０．８７０ | ２８．８１ | ２９．５１ |
| １０００ | ０．８２１ | ０．８４６ | ３１．８７ | ３２．１７ |
| １２００ | ０．８０３ | ０．７９８ | ３４．２８ | ３７．０４ |
| １４００ | ０．７６５ | ０．７５１ | ３７．６４ | ４１．３６ |
| １６００ | ０．７１４ | ０．７０５ | ４１．４４ | ４５．１８ |
| １８００ | ０．６７５ | ０．６６２ | ４５．０５ | ４８．５４ |
| ２０００ | ０．６２４ | ０．６２２ | ４８．２４ | ５１．５２ |
| ３０００ | ０．４８２ | ０．４６８ | ５９．３４ | ６２．０８ |
| ４０００ | ０．３７４ | ０．３６９ | ７０．８１ | ６８．３２ |
| ５０００ | ０．３１６ | ０．３０３ | ６６．６４ | ７２．３６ |
| １００００ | ０．１６５ | ０．１５７ | ７５．４１ | ８０．９７ |

* ｆとは何か？またｆ＝ｆのとき何が起るか？



においてｆ＝ｆの時、つまり2πｆRC＝1をカッコの中に代入すると

＝ V＝

となり、VがVの実効値になる時のfがｆであることが分かる。

よってｆの時のVが交流電圧であるVの平均値となっているのである。

* この回路は、何回路（何Filter）と呼ばれているか？

ローパスフィルタと呼ばれていて、ラジオから出てくる音を聞きやすくすることなどに利用されています。

どのように使われているかというと、ラジオからの音声をイヤホンの端子などから入力して使います。ここでは良く使われる４つのフィルタについて考えます。 低い周波数だけを通すローパスフィルタ、高い周波数だけを通すハイパスフィルタ、ある周波数の近傍だけを通すバンドパスフィルタ、ある周波数の近傍をカットするノッチフィルタです。聞きにくい放送局を聞くときにはかなり効果があります。 特に雑音が気になるときはノッチフィルタが効果を発揮します。 高い専用の受信機を買うと付いていることが多い機能です。さらに効果の高いフィルタとして、デジタルフィルタというものがあります。 DSP(デジタル・シグナル・プロセッサー)というチップを用いて信号を処理するというもので音声を望むようにコントロールすることができます。

1. 感想

オシロスコープが日常生活で使われることがないので、いまいちピンとこなかった。

1. 参考文献

ローパスフィルタについては

http://www1.tokoha.ac.jp/staff/kdeguchi/hobby/radio/filter.html

を参考にしました。