|  |  |
| --- | --- |
| 実験項目 | 実験B２回路製作・測定基礎  (LCR直列回路) |
| 校名　科名  学年　番号 | 熊本高等専門学校　　　人間情報システム工学科  　　　　　　3年　　　　　　　　　　 　42号 |
| 氏名 | 山口惺司 |
| 班名　回数 | 4班　　　　　　　　　　　　　2回目 |
| 実験年月日  建物　部屋名 | 2023年　5月　11日　木曜　天候 曇り 気温 25℃ 湿度 39%  3号棟　　　1階　HI実験室 |
| 共同実験者名 | 山内玲奈 |

-------- --------

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 科目担任 | 実験指導者 |  |
|  |  |  |

# 実験の目的

L, C, Rを直列に接続した回路はある周波数で電圧と電流の位相差が0となり、いわゆる共振と呼ばれる現象を起こす。この時の電流の値、各素子の端子電圧と電流の位相差の関係、インピーダンスの特性等を電圧及び電流波形から観測し、共振現象を理論的かつ実験的に理解する。

# 実験の原理

図 3.1 の LCR 直列回路において，インピーダンス Z は

(1)

であるので，リアクタンスⅩは

(2)

となる．周波数を 0 から∞まで変化させたとき，X＝0 となる点が存在し，このとき Z は最小となり，電流 i は最大となる．この状態を共振といい，このときの周波数を 共振周波数𝑓0という．

(3)

# 実験回路

図1 LCR直列回路

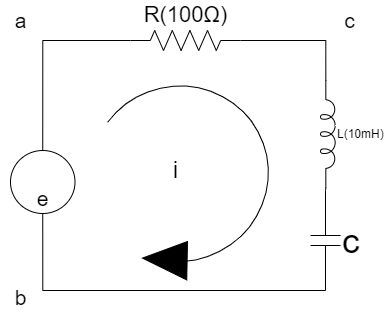


表1 使用器具

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 図中の記号 | 名称 | 型番 |
| E | 低周波発振器 | AG-204D |
| R | ダイヤル型抵抗器 | B141-44 |
| L | 固定誘導器 | B158-8 |
| C | ディケードキャパシタ | B198-12 |
| その他 | オシロスコープ | TBS1064 |

# 実験内容

1. 共振周波数𝑓0 = 5𝑘𝐻𝑧になるような C（理論値）を算出する．この C を用いて， 図 3.1 の LCR 回路を組む．理論値では共振周波数がずれることがあるので，発振器の周波数を変えながらオシロスコープで Vab と Vac の波形を観察し，共振周波数(測定値）を求める．
2. ディケードキャパシタを操作し，共振周波数𝑓0が 5kHz になるような C（測定値 ）を測定する．
3. 共振周波数 5kHz の前後 0.5kHz おきに 5 土 2kHz（3kHz〜7kHz）まで，Vab を一 定（2Vp-p）に保ちながら発振器の周波数を変え，オシロスコープの波形から Vab と Vac の波形を観測し，Vab と Vacの p-p 値及び位相差θを読み取り記録する．周波数 3kHz，5kHz，7kHz については，Vab と Vac の波形を写しとり，それぞれの ベクトル図を描く．波形はオシロスコープのモニタの写真を撮る，データを USB メモリなどで保存する，
4. これらの結果を参考に，周波数ｆと電流 i の関係（f-i の特性）と，周波数 f と位相差θの関係（f-θの特性）をグラフに描く．

# 実験結果

実験1

f0 = 5kHz、L = 10mH　とあり、実験の原理 より(3)式に代入すると、

となり、これを計算するとC = 0.103μF(理論値)となる。

このCを用いて図1のLCR回路を組むと共振周波数(測定値) f0は4.9kHzとなった。

実験2

共振周波数f0が 5kHzになるように設定するとC = 0.0947μFとなった。

実験3

実験2で求めた値を使用して実験した。

実験の結果を表2に示す。

また、周波数が3kHz、5kHz(共振周波数、7kHzの時の波形とベクトル図を図2～7に示す。

注：本実験ではオシロスコープのCH2を基準に位相差を出しているので、本来の実験と比べて位相差の正負が反転している。

表2 共振周波数5kHz±2kHzの時のVabとVacのp-p値と位相差及び電流

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 周波数(5±2kHz) | Vabのp-p値(V) | Vacのp-p値 (V) | 位相差θ (°) | 電流I(mA) |
| +2.0 | 2.0 | 0.82 | -60.2 | 8.2 |
| +1.5 | 2.0 | 0.98 | -55.0 | 9.8 |
| +1.0 | 2.0 | 1.24 | -44.2 | 12.4 |
| +0.5 | 2.0 | 1.60 | -28.1 | 16 |
| ±0 | 2.0 | 1.84 | 6.12 | 18.4 |
| -0.5 | 2.0 | 1.52 | 35.2 | 15.2 |
| -1.0 | 2.0 | 1.09 | 55.8 | 10.9 |
| -1.5 | 2.0 | 0.75 | 67.7 | 7.5 |
| -2.0 | 2.0 | 0.57 | 73.8 | 5.7 |

図2 周波数3kHz 図3　周波数3kHzの時のベクトル図

屋内, モニター, コンピュータ, 座る が含まれている画像

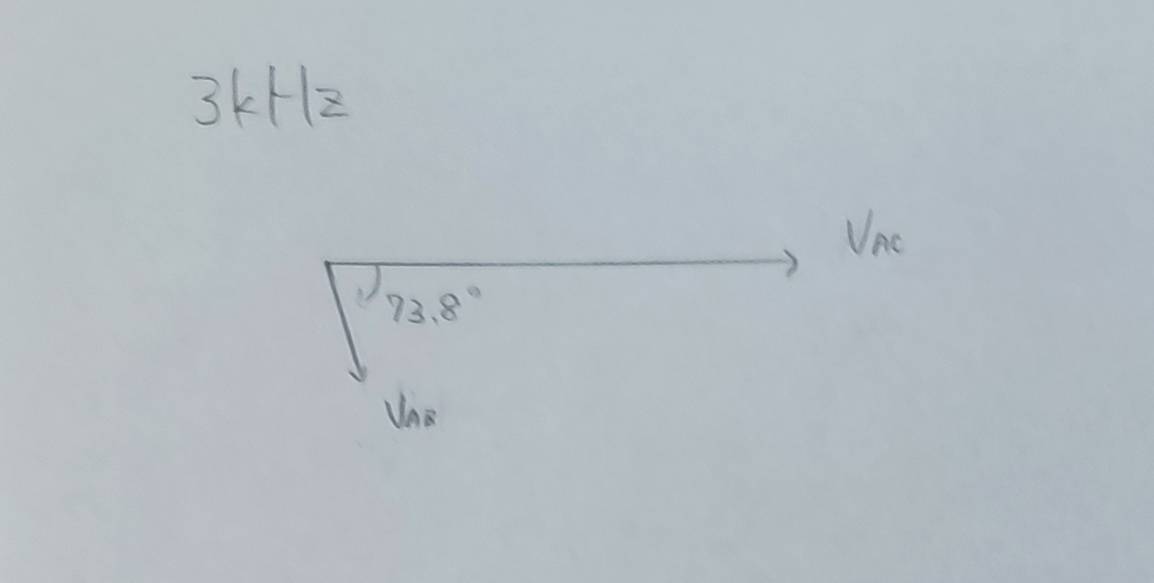
自動的に生成された説明

図4 周波数 5kHz(共振周波数) 図5　周波数5kHzの時のベクトル図

グラフィカル ユーザー インターフェイス

低い精度で自動的に生成された説明ホワイトボードに書かれた文字

自動的に生成された説明

図6 周波数7kHz 図7　周波数7kHzの時のベクトル図

グラフィカル ユーザー インターフェイス

自動的に生成された説明ホワイトボードに書かれた文字

自動的に生成された説明

実験4

これらの結果を参考に，周波数ｆと電流 i の関係（f-i の特性）と，周波数 f と位相差θの関係（f-θの特性）を図8,9に描く．

図8　周波数fと電流I の関係(f-iの特性)

図9　周波数fと位相差θの関係(f-θの特性)

# 考察

・実験1,2について

実験1で求めた周波数5kHz、L=10mHの時のCの理論値が0.103μFで、実験２で実際に測定して求めたCの計測値が0.0947μFと誤差が0.0083μFとなり誤差率8.8%とあまり正確な値とは言えない。

このような結果になった原因は、オシロスコープの周波数を読み取る時に値が常に動いていたため、正確に値を読めなかったのではと考える。

・実験3,4について

共振周波数5kHzの時の位相差は0°になるはずが6.12°になっている理由は、実験2で求めたCの値は使用しているためだと思われる。

また、実験原理通り周波数が共振状態にある時に電流は18.4mAと最大になっている。

# 研究課題

1. 共振周波数の前後における周波数 f と電流 i の関係及び f-i の特性について調 べよ．理論上はどのような数式になるか．どのようなグラフになるかなど．

LCR直列回路の電流Iを求める式は

であり、である。

そのため、の時共振状態になるため、Z=Rで最小になり、Iは最大になる。

また、グラフは共振状態の時にIは最大値となり、共振周波数から離れるにつれて小さくなっていくグラフとなる。

1. 共振周波数の前後における周波数 f と位相差θの関係及び f-θの特性につい て調べよ．理論上はどのような数式になるか．どのようなグラフになるかなど．

XL<XCの時もXL>XCの時も位相差θは

XL=XCのとき共振状態にあるためθ=0となる。

また、グラフはarctanの形になると考えられる。

# 感想

少し実験のミスがあったが、ペアと協力して実験をすることができた。

授業で習ったところを実験することで復習になり、とてもよかった。