

目的

RLC 直列共振回路に交流電源を印加したときの回路の周波数応答を測定し、同回路における共振現象を理解する。

理論

RLC 直列回路の定常解を求めると、

$$I_m = V_m / R$$

のときに電流が最大となるのがわかる。このような現象を「共振」と呼び、 $\omega = 1 / \sqrt{LC}$ を共振角周波数と呼ぶ。

また、 $(\omega L - 1 / \omega C)^2 = R^2$ となる角周波数では、

$$I / I_m = 1 / \sqrt{2}$$

となり、R で消費される電力は、共振時の半分となる。この理由から $I = I_m / \sqrt{2}$ となる点を半電力点と呼ぶ。半電力点では、 ω は 2 つ存在する。それは、

$$\omega_1 = -R / 2L + \sqrt{(R / 2L)^2 + 1 / LC}$$

$$\omega_2 = R / 2L + \sqrt{(R / 2L)^2 + 1 / LC}$$

で表せる。

上の式より、

$$\omega_2 - \omega_1 = R / L$$

$$\omega_2 \omega_1 = \omega_0^2$$

が成り立つことが導かれる。共振角周波数 ω_0 と半電力点間の周波数幅 $\omega_2 - \omega_1$ との比を Q で表し、選択度と呼ぶ。選択度は下の式より求めることができる。

$$Q = \omega_0 / (\omega_2 - \omega_1) = L / R$$

以上の結果に基づき、直接共振回路における電流の振幅特性と位相特性とを図に表すと、

教科書 7 . 3 ページ、図 3 の様になる。

実験

使用機器 :
信号発生器 : 岩崎通信製 FG-330(0.01MHz...1MHz) /SN:40191207
コンデンサ : 56pF
外部抵抗 : 22
シンクロスコープ : 岩崎通信製 SS-7602(直流-20MHz) /SN:52578233

実験項目 :

・共振周波数の測定

電圧 : 1 V R1 : 0 の時の $|E|/E_c$ の周波数特性

電圧 : 1 V R1 : 30 の時の I の周波数特性

結果及び計算結果・考察

| F(KHz) | V | V _i 測定 | V _c 測定 | I理論 | E _i 理論 | E _c 理論 | | E _i 測定 | E _r 測定 | I測定 |
|--------|---|-------------------|-------------------|----------|-------------------|-------------------|--------|-------------------|-------------------|----------|
| 10 | 1 | 0.95 | 1 | 0.004104 | 0.066243 | 1.167078 | 62800 | 0.05 | 0.31225 | 0.006245 |
| 20 | 1 | 0.9 | 1.17 | 0.009217 | 0.29753 | 1.31048 | 125600 | 0.27 | 0.43589 | 0.008718 |
| 30 | 1 | 0.65 | 1.3 | 0.0143 | 0.692386 | 1.355393 | 188400 | 0.65 | 0.759934 | 0.015199 |
| 40 | 1 | 0.15 | 1.31 | 0.017861 | 1.153056 | 1.269668 | 251200 | 1.16 | 0.988686 | 0.019774 |
| 41 | 1 | 0.1 | 1.28 | 0.018106 | 1.198114 | 1.255712 | 257480 | 1.18 | 0.994987 | 0.0199 |
| 42 | 1 | 0.075 | 1.26 | 0.018332 | 1.242657 | 1.241115 | 263760 | 1.185 | 0.997184 | 0.019944 |
| 43 | 1 | 0.05 | 1.23 | 0.018539 | 1.286636 | 1.225966 | 270040 | 1.28 | 0.998749 | 0.019975 |
| 44 | 1 | 0.1 | 1.21 | 0.018729 | 1.330011 | 1.210346 | 276320 | 1.31 | 0.994987 | 0.0199 |
| 45 | 1 | 0.125 | 1.17 | 0.018901 | 1.372753 | 1.194337 | 282600 | 1.295 | 0.992157 | 0.019843 |
| 50 | 1 | 0.35 | 1 | 0.019535 | 1.576417 | 1.11094 | 314000 | 1.35 | 0.93675 | 0.018735 |
| 60 | 1 | 0.65 | 0.7 | 0.019991 | 1.935883 | 0.947406 | 376800 | 1.35 | 0.759934 | 0.015199 |
| 70 | 1 | 0.72 | 0.5 | 0.01989 | 2.24709 | 0.807949 | 439600 | 1.22 | 0.693974 | 0.013879 |
| 80 | 1 | 0.77 | 0.35 | 0.019585 | 2.528736 | 0.696118 | 502400 | 1.12 | 0.638044 | 0.012761 |
| 90 | 1 | 0.81 | 0.25 | 0.019229 | 2.793162 | 0.607534 | 565200 | 1.06 | 0.58643 | 0.011729 |
| 100 | 1 | 0.85 | 0.2 | 0.018882 | 3.047498 | 0.536912 | 628000 | 1.05 | 0.526783 | 0.010536 |

- ・実験値と理論値の差異について

前回、演算より得られたインダクタは「257 μ H」であるが、数桁ずれていた可能性がある。

- ・高周波でも RLC は純粋な特性を示すか？（選択課題

高周波に於いては、F が限りなく大きくなる=電子の移動が追いつかなくなり、電流が流れなくなると考えられる。

感想

今回の実験では、前回の実験の矛盾点が多数でてきてしまい、対応に苦労した。
データの加工・及びデータの入力が期日に間に合わず、不完全なレポートを出してしまった。