Wstęp teoretyczny

Przy układzie LC z zerową rezystancją teoretycznie może popłynąć nieskończenie wielki przepływ prądu dla , ponieważ stale będzie zwiększać się energia pola magnetycznego oraz elektrycznego. Jednakże w praktyce prąd osiąga wartości duże, gdyż fizycznie zawsze występuje niezerowy opór elektryczny.

**Cel ćwiczenia**

Celem ćwiczenia było wykonać pomiary dla szeregowego układu LC i sprawdzić w jakiej częstotliwości zachodzi rezonans.

**Układ pomiarowy**

Układ pomiarowy składał się z:

* Cewki dekadowej
* Kondensatora dekadowego
* Generator prądu sinusoidalnego o zmiennej częstotliwości i stałym napięciu – MOTECH FG503
* Miernika prądu – METEX DMM M-3890 D
* Mierników napięcia – METEX M-3800
* Miernika częstotliwości – METEX M-3850

**Schemat układu pomiarowego:**

Obraz zawierający diagram, Czcionka, linia, biały

Opis wygenerowany automatycznie

**Pomiary**

1. Ustalenie wartości indukcyjności cewki dekadowej L.

Przyjęto: 160 [mH]

1. Ustalenie wartości indukcyjności kondensatora dekadowego C.

Przyjęto 18 [nF]

1. Obliczenie teoretycznej częstotliwości rezonansowej.

Do obliczeń użyto wzoru:

wynosi 2965 [Hz].

1. Zmierzenie maksymalnej wartości prądu [mA] (dla częstotliwości ).

wynosi 0,592.

1. Wyznaczenie oporu obwodu R [Ω]

Do obliczeń użyto wzoru:

wynosi 1797

1. Obliczenie dobroci []dla układu o podanych parametrach.

Do obliczeń użyto wzoru:

wynosi 1,65

1. Wykonanie pomiarów dla różnych częstotliwości.

Pomiary znajdują się w tabeli:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| [Hz] | [mA] | [V] | [V] |  | [Hz] | [mA] | [V] | [V] |
| 1 | 0,0052 | 0,15 | 0 |  | 3400 | 0,488 | 1,13 | 1,67 |
| 500 | 0,1893 | 0,9 | 0,3 |  | 3500 | 0,456 | 1,02 | 1,63 |
| 1000 | 0,2706 | 0,94 | 0,55 |  | 3600 | 0,428 | 0,92 | 1,58 |
| 1100 | 0,2728 | 0,93 | 0,57 |  | 3700 | 0,402 | 0,83 | 1,53 |
| 1200 | 0,2843 | 0,95 | 0,6 |  | 3800 | 0,37 | 0,76 | 1,48 |
| 1300 | 0,3098 | 0,98 | 0,67 |  | 3900 | 0,349 | 0,69 | 1,43 |
| 1400 | 0,3352 | 1,03 | 0,77 |  | 4000 | 0,329 | 0,63 | 1,39 |
| 1500 | 0,3436 | 1,06 | 0,83 |  | 4100 | 0,311 | 0,57 | 1,35 |
| 1600 | 0,3344 | 1,06 | 0,85 |  | 4200 | 0,296 | 0,52 | 1,31 |
| 1700 | 0,32 | 1,06 | 0,83 |  | 4300 | 0,281 | 0,47 | 1,27 |
| 1800 | 0,313 | 1,08 | 0,8 |  | 4400 | 0,268 | 0,44 | 1,24 |
| 1900 | 0,3142 | 1,11 | 0,79 |  | 4500 | 0,256 | 0,4 | 1,21 |
| 2000 | 0,324 | 1,16 | 0,79 |  | 4600 | 0,245 | 0,37 | 1,18 |
| 2100 | 0,342 | 1,22 | 0,81 |  | 4700 | 0,235 | 0,34 | 1,16 |
| 2200 | 0,368 | 1,28 | 0,86 |  | 4800 | 0,226 | 0,32 | 1,13 |
| 2300 | 0,399 | 1,36 | 0,95 |  | 4900 | 0,217 | 0,3 | 1,11 |
| 2400 | 0,442 | 1,45 | 1,07 |  | 5000 | 0,21 | 0,27 | 1,08 |
| 2500 | 0,48 | 1,53 | 1,2 |  | 5500 | 0,178 | 0,19 | 1 |
| 2600 | 0,518 | 1,6 | 1,34 |  | 6000 | 0,155 | 0,13 | 0,93 |
| 2700 | 0,552 | 1,66 | 1,47 |  | 6500 | 0,138 | 0,08 | 0,88 |
| 2800 | 0,578 | 1,67 | 1,58 |  | 7000 | 0,124 | 0,04 | 0,84 |
| 2900 | 0,59 | 1,65 | 1,66 |  | 7500 | 0,113 | 0,02 | 0,8 |
| 3000 | 0,588 | 1,58 | 1,71 |  | 8000 | 0,104 | 0,01 | 0,77 |
| 3100 | 0,572 | 1,48 | 1,72 |  | 8500 | 0,095 | 0,0093 | 0,74 |
| 3200 | 0,548 | 1,37 | 1,72 |  | 9000 | 0,488 | 1,13 | 1,67 |
| 3300 | 0,518 | 1,25 | 1,7 |  |  |  |  |  |

Obliczenia

1. Sporządzenie wykresów zależności częstotliwościowej dla:

* Natężenia prądu f
* Napięcia na cewce f
* Napięcia na kondensatorze f

Obraz zawierający Wykres, linia, diagram, stok

Opis wygenerowany automatycznie

1. Odczytanie z wykresu częstotliwość rezonansową

Z wykresu wynika, że ≈ 2950 [Hz]

1. Ocena niepewności

wynosi 2965 [Hz] a 2950. Rozbieżność wyników jest spowodowana tym, że mierzone były wartości w zakresie rezonansu co 100 [Hz], więc niepewność

≈ 1% [Hz].

1. Ocenienie zgodności częstotliwości z założoną na początku częstotliwością .

Do oceny zgodności użyto wzoru błędu względnego:

Wynika z tego, że wartości i są zgodne w 99,5%

1. Obliczenie dobroci badanego układu rezonansowego metodą szerokości połówkowej.

Do obliczeń użyto wzoru:

|  |  |
| --- | --- |
| Dobroć, Q | 1,229 |

1. Obliczanie niepewności oraz metodą propagacji niepewności.

Do obliczeń użyto wzoru:

|  |  |
| --- | --- |
| Niepewność [Hz] | 0,006 |

Do obliczeń użyto wzoru:

|  |  |
| --- | --- |
| Niepewność [Hz] | 0,008 |

1. Ocenienie zgodności dobroci z dobrocią .

Do oceny zgodności użyto wzoru błędu względnego:

Wynika z tego, że wartości i są zgodne w 95,18%

1. Odczytanie z wykresu wartości .

|  |  |
| --- | --- |
| Natężenie prądu [mA] | 0,592 |

1. Obliczenie teoretycznej wartości i ocenienie zgodności z wartością

Do obliczeń użyto wzoru:

Gdzie:

* Z – impedancja układu

|  |  |
| --- | --- |
| Natężenie prądu [mA] | 0,59 |

Niepewność :

Do obliczeń użyto wzoru:

Gdzie:

* = 2mV

|  |  |
| --- | --- |
| Niepewność prądu [mA] | 0,007 |

Do ocenienia zgodności użyto wzoru:

Wynika, że i są zgodne w 99,67%

1. Obliczenie przesunięcia fazowego natężenia prądu względem napięcia.

Do obliczeń użyto wzoru:

|  |  |
| --- | --- |
| Przesunięcie fazowe [°] | -0,71 |

1. Podsumowanie wyników

Eksperyment potwierdził, że częstotliwość rezonansowa oscyluje wokół teoretycznej wartości, z niepewnością pomiaru około 1% i błędem względnym około 0,5 %, sugerując poprawność pomiarów. Dobroć układu rezonansowego (Q) wykazała pewne rozbieżności z wartościami teoretycznymi, co może wynikać z potencjalnych błędów pomiarowych lub czynników zewnętrznych, jednak błąd względny nie przekroczył 5%, co wskazuje na dość dużą zgodność wyników. Szerokość połówkowa krzywej rezonansowej była zgodna z oczekiwaniami teoretycznymi. Ostateczne wnioski sugerują, że mimo pewnych rozbieżności, eksperyment był udany.