

|  |  |
| --- | --- |
| Группа М3210 | К работе допущен |
| Студент Микаилов М.А. | Работа выполнена 26.12.20 |
| Преподаватель Шоев В.И. | Отчет принят |

Измерения от 17.12 14:37

**Рабочий протокол и отчет по**

**лабораторной работе № 3.11V**

Вынужденные электромагнитные колебания в последовательном колебательном контуре

1. **Цель работы**

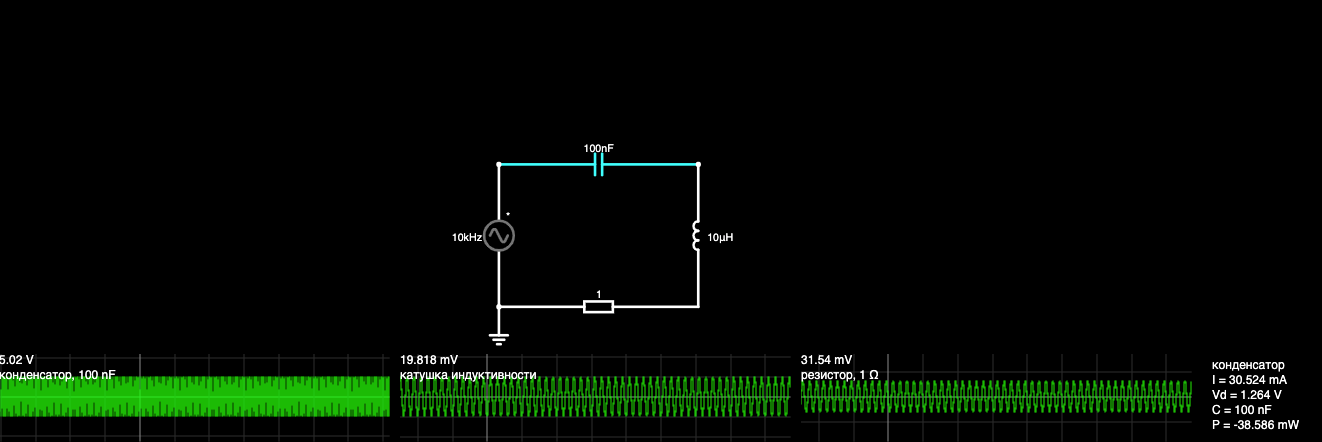
1. Изучение вынужденных колебаний и явления резонанса напряжений в последовательном колебательном контуре.

2. Изучение закона Ома для цепи переменного тока.

1. **Рабочие формулы и исходные данные**.
2. **Измерительные приборы**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Наименование* | *Тип прибора* | *Используемый диапазон* | *Погрешность прибора* |
| *1* | *Осциллограф* | *Электронный* | *-* | *0,00005 В* |

1. **Схема установки**



1. **Результаты прямых измерений и их обработки (таблицы, примеры расчетов).**

Таблица 1 (R = 1)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| R = 1 Ом |  |  |  |  |  |
| № | f, кГц | Ω, рад/с | , В | , B | , B |
| 1 | 100,0 | 628,3 | 8,30 | 3,33 | 0,53 |
| 2 | 105,0 | 659,7 | 8,90 | 3,83 | 0,58 |
| 3 | 110,0 | 691,2 | 8,94 | 4,55 | 0,66 |
| 4 | 115,0 | 722,6 | 10,76 | 5,42 | 0,75 |
| 5 | 120,0 | 754,0 | 11,43 | 6,50 | 0,86 |
| 6 | 125,0 | 785,4 | 12,83 | 7,91 | 1,01 |
| 7 | 130,0 | 816,8 | 15,36 | 9,77 | 1,20 |
| 8 | 135,0 | 848,2 | 17,99 | 13,25 | 1,46 |
| 9 | 140,0 | 879,7 | 21,59 | 16,09 | 1,82 |
| 10 | 145,0 | 911,1 | 26,94 | 22,52 | 2,38 |
| 11 | 150,0 | 942,5 | 34,41 | 30,63 | 3,25 |
| 12 | 155,0 | 973,9 | 45,72 | 43,36 | 4,45 |
| 13 | 155,5 | 977,0 | 46,56 | 44,49 | 4,551 |
| 14 | 156,0 | 980,2 | 47,44 | 45,77 | 4,67 |
| 15 | 156,5 | 983,3 | 48,39 | 46,87 | 4,76 |
| 16 | 157,0 | 986,5 | 48,93 | 47,77 | 4,84 |
| 17 | 157,5 | 989,6 | 49,40 | 48,54 | 4,91 |
| 18 | 158,0 | 992,7 | 49,92 | 49,29 | 4,96 |
| 19 | 158,1 | 993,4 | 49,94 | 49,34 | 4,96 |
| 20 | 158,2 | 994,0 | 49,96 | 49,43 | 4,97 |
| 21 | 158,3 | 994,6 | 50,03 | 49,53 | 4,98 |
| 22 | 158,4 | 995,3 | 50,03 | 49,62 | 4,98 |
| 23 | 158,5 | 995,9 | 50,04 | 49,70 | 4,99 |
| 24 | 158,6 | 996,5 | 50,06 | 49,77 | 4,99 |
| 25 | 158,7 | 997,1 | 50,06 | 49,84 | 5,00 |
| 26 | 158,8 | 997,8 | 50,05 | 49,89 | 5,00 |
| 27 | 158,9 | 998,4 | 50,04 | 49,94 | 5,00 |
| 28 | 159,0 | 999,0 | 50,02 | 49,98 | 5,00 |
| 29 | 159,1 | 999,7 | 49,99 | 50,01 | 5,00 |
| 30 | 159,2 | 1000,3 | 49,95 | 50,04 | 4,99 |
| 31 | 159,3 | 1000,9 | 49,90 | 50,05 | 4,99 |
| 32 | 159,4 | 1001,5 | 49,84 | 50,06 | 4,99 |
| 33 | 159,5 | 1002,2 | 49,75 | 50,04 | 4,99 |
| 34 | 159,6 | 1002,8 | 49,69 | 50,05 | 4,98 |
| 35 | 159,7 | 1003,4 | 49,64 | 50,02 | 4,98 |
| 36 | 159,8 | 1004,1 | 49,56 | 50,02 | 4,97 |
| 37 | 159,9 | 1004,7 | 49,47 | 49,99 | 4,97 |
| 38 | 160,0 | 1005,3 | 49,38 | 49,95 | 4,96 |
| 39 | 161,0 | 1011,6 | 47,93 | 49,14 | 4,85 |
| 40 | 162,0 | 1017,9 | 46,00 | 47,74 | 4,69 |
| 41 | 163,0 | 1024,2 | 43,71 | 45,93 | 4,48 |
| 42 | 164,0 | 1030,4 | 41,23 | 43,87 | 4,25 |
| 43 | 165,0 | 1036,7 | 38,72 | 41,71 | 4,02 |
| 44 | 170,0 | 1068,1 | 28,03 | 31,99 | 2,99 |
| 45 | 175,0 | 1099,6 | 20,98 | 25,40 | 2,31 |
| 46 | 180,0 | 1131,0 | 16,84 | 21,14 | 1,86 |
| 47 | 185,0 | 1162,4 | 13,42 | 18,16 | 1,56 |
| 48 | 190,0 | 1193,8 | 11,24 | 16,04 | 1,34 |
| 49 | 195,0 | 1225,2 | 10,01 | 14,49 | 1,18 |
| 50 | 200,0 | 1256,6 | 8,40 | 13,27 | 1,05 |

Таблица 1 (R = 3)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| R = 3 Ом |  |  |  |  |  |
| № | f, кГц | Ω, рад/с | , В | B | , B |
| 1 | 100,0 | 628,3 | 7,89 | 3,11 | 1,45 |
| 2 | 105,0 | 659,7 | 8,40 | 3,74 | 1,66 |
| 3 | 110,0 | 691,2 | 8,96 | 4,35 | 1,86 |
| 4 | 115,0 | 722,6 | 9,51 | 4,97 | 2,07 |
| 5 | 120,0 | 754,0 | 10,00 | 5,96 | 2,36 |
| 6 | 125,0 | 785,3 | 10,29 | 6,00 | 2,57 |
| 7 | 130,0 | 816,8 | 11,58 | 7,63 | 2,96 |
| 8 | 135,0 | 848,2 | 12,43 | 8,74 | 3,37 |
| 9 | 140,0 | 879,7 | 13,23 | 10,24 | 3,69 |
| 10 | 145,0 | 911,1 | 14,12 | 11,82 | 3,88 |
| 11 | 150,0 | 942,5 | 15,15 | 13,46 | 4,28 |
| 12 | 155,0 | 973,9 | 16,33 | 15,10 | 4,81 |
| 13 | 155,5 | 977,0 | 16,85 | 16,07 | 4,94 |
| 14 | 155,6 | 977,7 | 16,85 | 16,12 | 4,94 |
| 15 | 155,7 | 978,3 | 16,86 | 16,13 | 4,95 |
| 16 | 155,8 | 978,9 | 16,86 | 16,15 | 4,95 |
| 17 | 155,9 | 979,6 | 16,85 | 16,17 | 4,95 |
| 18 | 156,0 | 980,2 | 16,85 | 16,19 | 4,96 |
| 19 | 156,1 | 980,8 | 16,85 | 16,21 | 4,96 |
| 20 | 156,2 | 981,4 | 16,85 | 16,22 | 4,96 |
| 21 | 156,3 | 982,1 | 16,85 | 16,25 | 4,94 |
| 22 | 156,4 | 982,7 | 16,85 | 16,26 | 4,97 |
| 23 | 156,5 | 983,3 | 16,84 | 16,27 | 4,97 |
| 24 | 157,0 | 986,5 | 16,83 | 16,35 | 4,98 |
| 25 | 157,5 | 989,6 | 16,80 | 16,45 | 4,99 |
| 26 | 158,0 | 992,7 | 16,78 | 16,52 | 4,99 |
| 27 | 159,0 | 999,0 | 16,69 | 16,65 | 5,00 |
| 28 | 160,0 | 1005,3 | 16,64 | 16,75 | 5,00 |
| 29 | 161,0 | 1011,6 | 16,54 | 16,83 | 4,99 |
| 30 | 162,0 | 1017,9 | 16,27 | 16,85 | 4,97 |
| 31 | 163,0 | 1024,2 | 16,16 | 16,89 | 4,95 |
| 32 | 164,0 | 1030,4 | 15,97 | 16,88 | 4,91 |
| 33 | 165,0 | 1036,7 | 15,73 | 16,84 | 4,69 |
| 34 | 166,0 | 1043,0 | 15,47 | 16,74 | 4,81 |
| 35 | 167,0 | 1049,3 | 15,13 | 16,65 | 4,76 |
| 36 | 168,0 | 1055,6 | 14,85 | 16,55 | 4,70 |
| 37 | 169,0 | 1061,9 | 14,57 | 16,50 | 4,64 |
| 38 | 170,0 | 1068,1 | 14,28 | 16,31 | 4,58 |
| 39 | 175,0 | 1099,6 | 12,79 | 15,48 | 4,22 |
| 40 | 180,0 | 1131,0 | 11,35 | 14,54 | 3,86 |
| 41 | 185,0 | 1162,4 | 10,11 | 13,65 | 3,52 |
| 42 | 190,0 | 1193,8 | 8,91 | 12,80 | 3,22 |
| 43 | 195,0 | 1225,2 | 8,06 | 12,08 | 2,96 |
| 44 | 200,0 | 1256,6 | 7,23 | 11,44 | 2,73 |

1. **Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов).**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| R = 1 Ом | , В | f, Гц | Ω, рад/с | |
| Эксп. | Теор. |
| Резистор | 5,001 | 159000 | 999026 | 1000000 |
| Конденсатор | 50,058 | 158600 | 996513 | 997496,9 |
| Катушка | 50,061 | 159400 | 1001539 | 1002509 |
|  |  |  |  |  |
| β | 50000 |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Q эксп | 10,012 |
| Q расч | 10 |

|  |  |
| --- | --- |
| Q экс | 3,371 |
| Q рас | 3,333 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 1000000 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| R = 3 Ом | , В | f, Гц | Ω, рад/с | |
| Эксп. | Теор. |
| Резистор | 5,001 | 160000 | 1005,31 | 1000000 |
| Конденсатор | 16,856 | 155700 | 972,92 | 977241 |
| Катушка | 16,889 | 163000 | 1024,159 | 1023289 |
|  |  |  |  |  |
| β | 150000 |  |  |  |

1. **Графики (перечень графиков, которые составляют Приложение 2).//графики**
2. **Результаты лабораторной работы**
3. Графики зависимостей 𝑈(Ω) см п7
4. Теоретические расчеты резонансных частот и сравнение их с экспериментальными.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| R = 1 Ом | , В | f, Гц | Ω, рад/с | |
| Эксп. | Теор. |
| Резистор | 5,001 | 159000 | 999026 | 1000000 |
| Конденсатор | 50,058 | 158600 | 996513 | 997496,9 |
| Катушка | 50,061 | 159400 | 1001539 | 1002509 |
|  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| R = 3 Ом | , В | f, Гц | Ω, рад/с | |
| Эксп. | Теор. |
| Резистор | 5,001 | 160000 | 1005,310 | 1000000 |
| Конденсатор | 16,856 | 155700 | 972,920 | 977241 |
| Катушка | 16,889 | 163000 | 1024,159 | 1023289 |

Расчетные и экспериментальные показатели резонансных частот сходятся

1. Расчеты добротностей контуров 𝑄. Сравнение полученных прямым вычислением и полученных экспериментально добротностей из графика 𝑈𝐶 = 𝑈𝐶(Ω)

|  |  |
| --- | --- |
| Q экс | 10,0116 |
| Q рас | 10 |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Q экс | 3,3712 |
| Q рас | 3,3333 |  |

Расчетные и экспериментальные показатели сходятся

4. Расчеты коэффициента затухания 𝛽 и оценка применимости формулы для резонансной кривой 𝑈(Ω)

|  |  |
| --- | --- |
|  | 997496,9 |
| △ Ω | 95000 |
| Q | 10,49997 |  |
| β | 50000 |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 977241 |
| △ Ω | 281844 |
| Q | 3,467312 |  |
| β | 150000 |  |

Значения добротности, полученные с помощью данной формулы совпадают с экспериментальными и теоретическими результатами из предыдущего пункта. Формула применима

1. **Выводы**

В процессе было изучено понятие вынужденных колебаний, а также явление резонанса напряжений в последовательном колебательном контуре.

Виртуальная установка помогла снять показания, а конкретно: значение напряжений на каждом элементе цепи (конденсатор, катушка индуктивности, резистор) при каждом соответствующем значении частоты генератора напряжения. По полученным данным построены графики зависимости, рассчитана добротность контуров, значения резонансных частот и коэффициента затухания.

В результате была установлена применимость некоторых формул, указанных в работе.