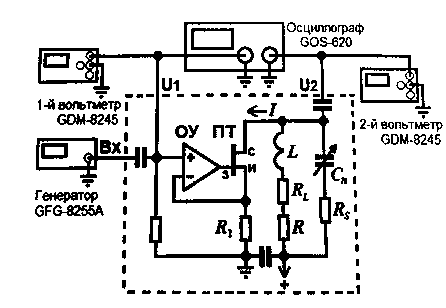
Лабораторная работа 123

Резонанс токов в параллельном контуре

**Цель работы:** исследование резонанса токов в параллельном колебательном контyре с изменяемой емкостью, включающее получение амплитудно-частотных и фазово-частотных характеристик, а также определение основных параметров контура.

**Оборудование:** генератор сигналов, источник тока, осциллограф, вольтметры.

# Теория

Схема установки, на которой будем проводить исследование резонанса в электрическом контуре, изображена на Рис. 1. На осциллограф подается напряжение генератора и напряжение на контуре . Параллельно контуру включен источник тока на операционном усилителе. Ток затвора полевого транзистора мал, и можно считать

Активное сопротивление конденсатора

Тогда суммарное сопротивление

Учитывая, что резонансная частота , волновое сопротивление , а добротность , можно записать

В случае когда следует . Тогда, упростив предыдущие выражения, получим

Рис.

Где – время релаксации. Наконец, когда уравнения принимают вид:

Отсюда следует, что при резонансной частоте

# Ход работы

Проверим правильность сборки установки и настроим ее. Запишем параметры установки: , .

## Резонанс в контурах с различной емкостью конденсатора

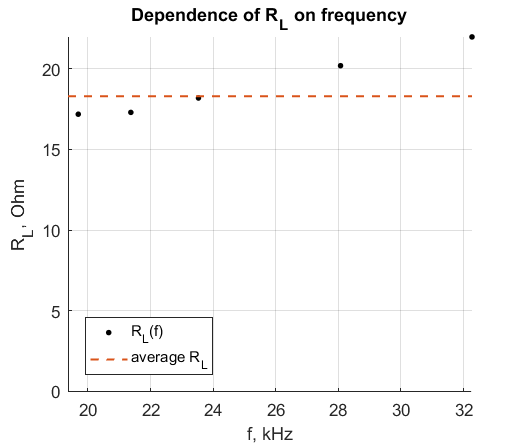
Установим напряжение генератора . Измерим и запишем в таблицу резонансные частоты и соответствующие им напряжения для контуров с семью различными емкостями. Также будем фиксировать изменение напряжения с генератора.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cn, nF | F0n, kHz | U, V | E, V | L, µH | ρ, Ohm | Zres, Ohm | Q | RΣ, Ohm | RSmax, Ohm | RL, Ohm |
| 25.1 | 32.27 | 0.435 | 0.2970 | 969.1 | 196.5 | 1476.4 | 7.51 | 26.15 | 0.196 | 22.46 |
| 33.2 | 28.07 | 0.360 | 0.2969 | 968.3 | 170.8 | 1222.2 | 7.16 | 23.86 | 0.171 | 20.19 |
| 47.3 | 23.53 | 0.276 | 0.2969 | 967.2 | 143.0 | 937.0 | 6.55 | 21.82 | 0.143 | 18.18 |
| 57.4 | 21.37 | 0.235 | 0.2968 | 966.3 | 129.7 | 798.1 | 6.15 | 21.09 | 0.130 | 17.46 |
| 67.5 | 19.69 | 0.203 | 0.2967 | 967.9 | 119.7 | 689.7 | 5.76 | 20.79 | 0.120 | 17.17 |
| 82.7 | 17.77 | 0.169 | 0.2966 | 970.0 | 108.3 | 574.3 | 5.30 | 20.42 | 0.108 | 16.81 |
| 101.6 | 16.05 | 0.140 | 0.2965 | 967.8 | 97.6 | 476.0 | 4.88 | 20.01 | 0.098 | 16.42 |
| Average | | | | 968.1 |  |  |  |  |  | 18.4 |
| Mean-square error | | | | 0.5 |  |  |  |  |  | 0.8 |
| Random error | | | | 1.2 |  |  |  |  |  | 2.0 |

Последовательно вычислим все недостающие параметры: , и тоже запишем их в таблицу. Для параметров катушки также вычислим среднее значение и ошибки.

Установим напряжение генератора , и проделаем аналогичные измерения и вычисления.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cn, nF | F0n, kHz | U, V | E, V | L, µH | ρ, Ohm | Zres, Ohm | Q | RΣ, Ohm | RSmax, Ohm | RL, Ohm |
| 25.1 | 32.29 | 0.120 | 0.1000 | 967.9 | 196.4 | 1209.6 | 6.16 | 31.88 | 0.196 | 28.18 |
| 33.2 | 28.07 | 0.096 | 0.1000 | 968.3 | 170.8 | 967.7 | 5.67 | 30.14 | 0.171 | 26.47 |
| 47.3 | 23.55 | 0.071 | 0.1000 | 965.6 | 142.9 | 715.7 | 5.01 | 28.52 | 0.143 | 24.88 |
| 57.4 | 21.37 | 0.058 | 0.1000 | 966.3 | 129.7 | 584.6 | 4.51 | 28.80 | 0.130 | 25.17 |
| 67.5 | 19.7 | 0.049 | 0.1000 | 967.0 | 119.7 | 493.9 | 4.13 | 29.00 | 0.120 | 25.38 |
| 82.7 | 17.77 | 0.039 | 0.1000 | 970.0 | 108.3 | 393.1 | 3.63 | 29.84 | 0.108 | 26.23 |
| 101.6 | 16.02 | 0.028 | 0.1000 | 971.5 | 97.8 | 282.2 | 2.89 | 33.88 | 0.098 | 30.28 |
| Average | | | | 968.0 |  |  |  |  |  | 26.7 |
| Mean-square error | | | | 0.8 |  |  |  |  |  | 0.7 |
| Random error | | | | 2.0 |  |  |  |  |  | 1.9 |

Главным образом изменилась добротность, что непосредственно связано с увеличением активного сопротивления катушки. По первой таблице построим график зависимости активного сопротивления катушки от частоты.

## Амплитудно-частотные характеристики

Для контуров с номерами 1 и 4 снимем в районе резонанса амплитудно-частотные характеристики и изобразим их на одном графике.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| , кГц | , мВ | 2.bmp |
| 31.16 | 244 |
| 31.28 | 263 |
| 31.40 | 285 |
| 31.53 | 311 |
| 31.70 | 344 |
| 31.85 | 376 |
| 32.00 | 406 |
| 32.14 | 428 |
| 32.25 | 439 |
| 32.40 | 443 |
| 32.53 | 435 |
| 32.70 | 412 |
| 32.97 | 361 |
| 33.15 | 328 |
| 33.26 | 309 |
| 33.46 | 275 |
| Данные для n = 1 | |

Построим эти же характеристики в безразмерных координатах и определим добротности.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| , кГц | , мВ | 3.bmp |
| 20.60 | 139 |
| 20.70 | 152 |
| 20.78 | 164 |
| 20.91 | 183 |
| 21.06 | 205 |
| 21.09 | 209 |
| 21.20 | 222 |
| 21.29 | 231 |
| 21.39 | 237 |
| 21.51 | 237 |
| 21.62 | 231 |
| 21.69 | 223 |
| 21.78 | 214 |
| 21.91 | 197 |
| 22.07 | 174 |
| 22.09 | 172 |
| 22.35 | 136 |
| Данные для n = 2 | |

## Фазово-частотные характеристики

Для тех же контуров снимем и изобразим на графике фазово-частотные характеристики, а также найдем добротности.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| , кГц | |  | 4.bmp |
| Для n=1 | | |
| 30.01 | | 1.63 |
| 30.27 | | 1.63 |
| 30.56 | | 1.63 |
| 30.84 | | 1.71 |
| 31.07 | | 1.71 |
| 31.41 | | 1.80 |
| 31.74 | | 1.87 |
| 31.98 | | 1.93 |
| 32.22 | | 2.00 |
| 32.45 | | 2.07 |
| 32.69 | | 2.21 |
| 33.00 | | 2.31 |
| 33.27 | | 2.34 |
| 33.58 | | 2.46 |
| 33.90 | | 2.50 |
| 34.18 | | 2.50 |
|  | | |
| Для n=2 | | |
| 19.68 | 1.63 | |
| 20.12 | 1.68 | |
| 20.31 | 1.74 | |
| 20.45 | 1.74 | |
| 20.81 | 1.82 | |
| 21.08 | 1.91 | |
| 21.31 | 2.05 | |
| 21.67 | 2.20 | |
| 21.88 | 2.27 | |
| 22.09 | 2.32 | |
| 22.32 | 2.36 | |
| 22.62 | 2.36 | |
| 22.90 | 2.48 | |
| 23.56 | 2.65 | |
|  |  | |