**Цель работы:** исследовать АЧХ и ФЧХ последовательного и параллельного колебательного контура, определить резонансную частоту, найти добротность последовательного контура.

**Приборы и материалы:** колебательный контур, осциллограф, источник питания, генератор, провода, магазин сопротивлений, индуктивностей и конденсаторов.

**Теоретическая часть**

Колебательным контуром называют электрическую цепь, состоящую из элементов, способных запасать электрическую и магнитную энергию, и в которой могут возбуждаться электрические колебания. Эквивалентная схема простейшего колебательного контура состоит из ёмкости, индуктивности и сопротивления.

Колебательные контуры нашли широчайшее применение в радиоэлектронике в качестве различных частотно- избирательных систем, то есть, систем, у которых амплитуда отклика цепи может резко изменится, когда частота внешнего воздействия достигает некоторых значений, определяемых параметрами цепи. Явление резкого возрастания амплитуды отклика называется амплитудным резонансом.

В теории цепей обычно используется другое определение резонанса. Под резонансом понимают такой режим работы электрической цепи, содержащей ёмкости и индуктивности, при котором реактивные составляющие входных сопротивления и проводимости равны нулю, то есть, отсутствует сдвиг фаз между напряжением и током на входе колебательного контура. Такой резонанс называют фазовым. Частоты, соответствующие фазовому и амплитудному резонансам, как правило, близки и в некоторых случаях могут совпадать.

Простейшей электрической цепью, в которой наблюдается явление резонанса, является одиночный колебательный контур, состоящий из катушки индуктивности и конденсатора, соединённых в замкнутую цепь. В зависимости от способа подключения к колебательному контуру источника энергии различают последовательный (рис.1) и параллельный (рис.2) колебательные контура.

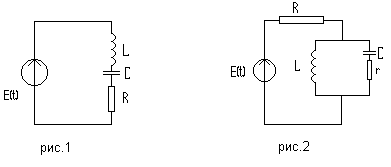


График АЧХ для последовательного контура приведён на рис.3. Из графика видно, что графики АЧХ для C и L пересекаются при резонансной частоте ω = . Найдём частоты, при которых АЧХ достигает максимума. Они равны

ω=  (1)

ω=  (2)

ωp

f

1

2

3

4

5

K

* для R,
* для C,
* для L.

рис.3.

Графики ФЧХ выглядят следующим образом

рис.4

f

-1.5

-1

-0.5

0.5

1

1.5



- для R

При подаче импульсного напряжения мы получим график затухающих колебаний (рис.5), в аналитическом представлении этот график имеет вид

U(t) = Uecosωt (3)

где δ - коэффициент затухания.



рис.5.

Кроме δ у системы есть ещё одна важная характеристика Q – добротность, которую можно найти как отношение U или U к U при резонансной частоте. Через параметры системы выражениe для Q можно записать в виде

Q =  =  = (4)

Так же добротность можно выразить через δ,т.е.

Q =  (5)

где T – период колебания.

**Практическая часть**

**Задание 1:** Исследовать амплитудно-частотные характеристики последовательного колебательного контура. Определить добротность. Построить графики.

1). Для индуктивности (С = 10000 пФ; R = 62 Ом; L=2,6 мГн)

**Таблица 1**: ***Зависимость коэффициента усиления от частоты.***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f,кГц | 2 | 5 | 8 | 10 | 13 | 15 | 18 | 20 | 21 | 23 | 25 | 28 | 32 | 35 | 36 | 39 |
| K | 0,2 | 1,2 | 2,7 | 3,9 | 4,5 | 5,1 | 6,3 | 8,7 | 9,9 | 13 | 16 | 20 | 16 | 10 | 6,1 | 2,1 |

2). Для конденсатора (С = 10000 пФ; R = 62 Ом; L=2,6мГн)

**Таблица 2**: ***Зависимость коэффициента усиления от частоты.***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f,кГц | 10 | 14 | 16 | 20 | 24 | 26 | 27 | 28 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 |
| K | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 2,5 | 4,7 | 8,4 | 21,7 | 16,6 | 7,8 | 3,4 | 1,9 | 0,7 | 0,6 | 0,2 | 0,1 |

3).Для сопротивления (С = 10000 пФ; R = 62 Ом; L=2,6 мГн )

**Таблица 3**: ***Зависимость коэффициента усиления и разности фаз от частоты***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f,кГц | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 19 |
| K | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,09 | 0,12 | 0,14 | 0,15 | 0,18 |
| Δϕ,ο | 66,6 | 59,4 | 55,8 | 54 | 52,2 | 45 | 43,2 | 36 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f,кГц | 25 | 26 | 27 | 28 | 30 | 33 | 35 |
| K | 0,57 | 0,91 | 0,79 | 0,66 | 0,52 | 0,41 | 0,28 |
| Δϕ,ο | 23,4 | 10,8 | 16,2 | 25,2 | 109,8 | 118,8 | 126 |

График 1. АЧХ для L,С



График 2. АЧХ для сопротивления



График 3. ФЧХ для сопротивления



Из графика 1 видно, что резонансная частота fр, = 26 кГц.



**Определение добротности последовательного контура:**

(С = 10 000 пФ; R = 62 Ом; L=2,6 мГн).

Добротность рассчитаем двумя способами:

1-ый способ: используя параметры контура:



Получаем, что Q = 8,14

2-ой способ: по полученной АЧХ контура:

Q= f0/f0,7

Получаем, что Q = 13,73

**Задание 2:** Исследовать амплитудно-частотную (АЧХ) и фазово-частотную (ФЧХ) характеристики параллельного колебательного контура. Определить период затухания при подаче сигнала с импульсного генератора. Построить графики.

Параллельный контур. (С = 10000 пФ; R = 1 кОм; L=2,6 мГн )

**Таблица 4:*Зависимость коэффициента усиления и разности фаз от частоты.***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f,кГц | 1,2 | 2 | 3 | 5 | 7 | 10 | 14 | 18 |
| K | 0,02 | 0,04 | 0,07 | 0,12 | 0,15 | 0,20 | 0,31 | 0,62 |
| Δϕ,ο | 77,4 | 55,8 | 54 | 45 | 46,8 | 36 | 32,4 | 32,4 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f,кГц | 23 | 25 | 29 | 30 | 35 | 40 | 50 |
| K | 0,95 | 0,87 | 0,77 | 0,64 | 0,51 | 0,47 | 0,33 |
| Δϕ,ο | 14,4 | 21,6 | 30,6 | 18 | 18 | 18 | 18 |

Графики представлены ниже

График 4. АЧХ параллельного контура



График 5. ФЧХ для параллельного контура



По полученным данным можно определить резонансную частоту.

*fp* = 23 кГц*.*

**Определение добротности параллельного контура:**

(С = 10 000 пФ; R = 1 кОм; L=2,6 мГн).

Снова рассчитаем добротность Q двумя способами:

1-ый способ:

Q=f0/f0,7= 1,92

2-ой способ:

= 2,35

**Выводы:**

1. Был исследован последовательный колебательный контур, получены амплитудно-частотные и фазово-частотные характеристики, определена резонансная частота, равная 26 кГц. Расхождения с теорией лежат в пределах допустимой погрешности. Графики, полученные в ходе работы, совпадают с ожидаемым результатом.

2. Исследован параллельный колебательный контур. Для него также были построены АЧХ и ФЧХ. Определена резонансная частота  *fp* = 23 кГц.

3. Исследован и зарисован отклик последовательного и параллельного контуров на импульсное воздействие. По полученному графику определен период затухания контура при данных параметрах Т = 18\*10-6 с.

4. По полученным данным определены добротности последовательного и параллельного контура. Различия между значениями добротностей были объяснены выше.

**Литература:**

1. В.Н. Ушаков. ”Основы радиоэлектроники и радиотехнические устройства”. М., «Высшая школа», 1976.

2. Е.И. Манаев. “Основы радиоэлектроники”. М., «Радио и связь», 1985.

3. П.Н.Урман, М.А. Фаддеев: ”Расчет погрешностей экспериментальных результатов”.