**Лабораторная работа № 7.**

# Исследование резонанса тока в электрических цепях

**Цель работы:** экспериментальное определение параметров и амплитудно-частотных характеристик параллельного колебательного контура.

В результате выполнения работы студенты должны **знать:**

− условия возникновения резонанса токов;

− основные параметры параллельного колебательного контура;

**уметь:**

− определять параметры параллельного колебательного контура;

− строить частотные характеристики контура;

− производить настройку контура в резонанс;

− определять экспериментально частотные характеристики.

**приобрести навыки:**

− экспериментального определения параметров параллельного контура;

− оценивания частотных характеристик параллельного контура.

# Теоретические сведения

Параллельным колебательным контуром называется параллельное соединение индуктивного и емкостного элементов. В параллельном колебательном контуре наблюдается резонанс токов. Эквивалентная схема параллельного колебательного контура изображена на рисунке 1.

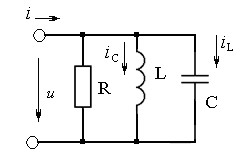


Рисунок 1. Схема параллельного колебательного контура

Комплексная проводимость всей цепи

*Y* = *R*1 − *j*(ω1*L* −ω*C*) = *G* − *j*(*BL* − *BC*).

Резонанс токов представляет такой режим цепи, при котором реактивная проводимость всей цепи равна нулю *B* = *BL* − *BC* = 0 .

Отсюда следует, равенство индуктивной проводимости и емкостной проводимости *ВL* = *BC* .

Характеристическая проводимость γ равна индуктивной или емкостной проводимости при резонансной частоте

*BL* = *BC* = *CL* =ρ1 =γ.

Резонансная частота контура

ω0 = 1 , *f*0 = 1 .

*LC* 2π *LC*

Угол сдвига фаз между напряжением и током равен нулю и цепь потребляет только активную мощность.

При резонансе токов полная проводимость параллельного колебательного контура минимальна, входное сопротивление достигает максимума. При этом ток источника минимален и равен

*I*0 = *UR* =*GU* .

Токи в индуктивном и емкостном элементах компенсируют друг друга *IL* = *IC* и могут быть во много раз больше тока источника.

Отношение действующего значения тока любого из реактивных элементов к току источника при ω=ω0 называют добротностью параллельного контура:

*Q* = *ICI*0 = *IIL*0 =ω*G*0*C* =ρ1*G* =ρ*R* =γ*R* .

По измеренным в режиме резонанса значениям входного тока

*I*0, тока в емкостном элементе *IC*0, напряжения на входе *U* , резонансной частоты *f*0 можно определить параметры контура: активную проводимость цепи *G*, добротность *Q*и затухание контура *d* , характеристическую проводимость γ или характеристическое сопротивление, а также емкость и индуктивность элементов *L*,*C* .

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметры контура определяются из соотношений:    *G* = *UI*0 , *Q* = *IIC*00 , ρ=*QR* ,  *C* = 10 , *L* =2πρ*f*0 .  2π *f* ρ |  |  |
| Комплексная передаточная функция по току параллельного колебательного контура:  • *j*ϕ*iC* | в | ветвях |

*HC* ( *j*ω) = *I*•*C* = *ICIeej*ϕ*i* = *IIC e j*ψ*i* = *HCe j*ψ*i* .

*I*

*HL* ( *j*ω) = *II*••*L* = *IIeLejj*ϕϕ*iiL* = *IIL e j*ψ*i* = *HLe j*ψ*i* .

Амплитудно-частотная характеристика комплексной передаточной функции по току:

*HL*(ω) = *IIL* , *HC* (ω) = *IIC* .

Зависимость характеристик параллельного контура от частоты называются частотными характеристиками: *I*(ω),*IL*(ω),*IC*(ω),*BL*(ω), *BC* (ω),*B*(ω),*Y*(ω),ϕ(ω) .

В работе проводится экспериментальное определение параметров параллельного контура и частотных характеристик контура.

# Экспериментальная часть

**Задание 1**. Экспериментальное определение параметров параллельного колебательного контура.

1.1 Приведите компьютер в рабочее положение и откройте программу Electronics Worcbench. Согласно варианту задания (таб. 3), соберите схему электрической цепи, изображенной на рисунке 2. На вход схемы подсоедините регулируемый источник гармонического напряжения и установите его напряжение *U* .

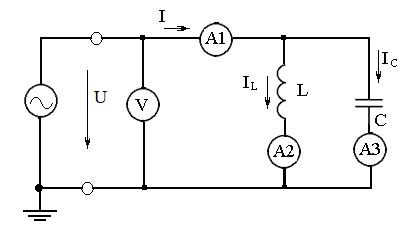


Рисунок 2.

1.2 Исходя из выбранных параметров, рассчитайте теоретическую резонансную частоту параллельного колебательного контура *f*0.

1.3 Изменяя частоту приложенного напряжения, определите экспериментальную резонансную частоту параллельного контура по показаниям амперметров. При резонансе токи *IL* = *IC* , а ток *I* минимальный. Снимите показания всех приборов и занесите в таблицу 2. Сравните экспериментальную и расчетную резонансную частоту контура.

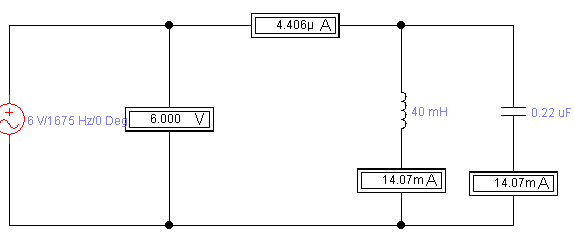
1.4 Установите значение частоты источника *f*1 = 0,75 *f*0 и *f*2 =1,25 *f*0 и снимите показания всех приборов для каждого случая. Результаты измерений занесите в таблицу 1.

1.5 По данным измерений вычислите фактические параметры контура: проводимость потерь, добротность, характеристическое сопротивление, затухание контура, а также емкость и индуктивность элементов: *G*,*Q*,ρ,*d*, *L*,*C* . Результаты расчетов занесите в таблицу

1.

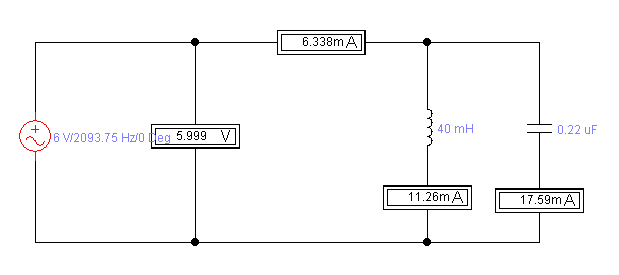
Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Измеряют при резонансе | | | |  |  | Вычисляют | | |  |
| *f* , *Гц* | U, B | I0,  А | IL0,  А | IC0,  А | L,  мГн | С,  мкФ | Q | ρ,  Ом | *d* |
| *f*0 = 1675 | 6 | 4.4 \*10^-6 | 0.014 | 0.014 | 40.2 | 0.223 | 3.18 | 4338.7 | 0.003 |
| *f*1 = 0,75 *f*0 | 6 | 0.0082 | 0.0187 | 0.01 | 40.225 | 0.226 | 1.22 | 892.683 | 0.82 |
| *f*2 =1,25  *f*0 | 6 | 0.006 | 0.011 | 0.0176 | 40.1 | 0.2189 | 2.777 | 2629.32 | 0.36 |

****

**Изображение выглядит как текст, диаграмма, снимок экрана, линия

Автоматически созданное описание**



Изображение выглядит как текст, рукописный текст, блокнот, бумага

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст, рукописный текст, бумага, рукописный

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст, рукописный текст, блокнот, бумага

Автоматически созданное описание

**Задание 2.** Исследовать амплитудно-частотные характеристики контура.

2.1 Снимите экспериментально частотные характеристики параллельного резонансного контура. Для этого, изменяя частоту источника питания в пределах (0,2 ÷ 2,5)⋅ *f*0 и поддерживая постоянным действующее значение напряжения источника *U* , измерьте токи ветвей *I*,*IL*,*IC* . Результаты измерений занесите в таблицу 2.

2.2 По результатам измерений вычислите значения *ВL*,*BC*,*B* и занесите в таблицу 3.

2.3 По результатам измерений постройте частотные характеристики *I*(*f* ),*IL*( *f* ),*IC*( *f* ) на одном графике, по результатам расчетов постройте кривые *ВL*( *f* ),*BC*( *f* ),*B*( *f* ) на другом графике. Дайте объяснения соответствующим кривым.

2.4 Для трех значений частот *f*1, *f*0, *f*2 постройте векторные диаграммы.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Измеряют | |  |  |  | | Вычисляют | |  |
| *f* ,Гц | ω,р/с | *U* ,B | *I* ,А | *IL* ,А | *IC* ,А | *BL* , См | *BC* , См | *B* , Cм |
| 0.25 | 10488 | 6 | 0.053 | 0.056 | 0.0035 | 0.2357 | 0.244 | 0.00823 |
| 0.5 | 10409.44 | 6 | 0.021 | 0.028 | 0.007 | 0.2342 | 0.221 | 0.0132 |
| 0.75 | 10488.12 | 6 | 0.008 | 0.0187 | 0.01 | 0.2369 | 0.244 | 0.0071 |
| 1 | 10561,7 | 6 | 4.4\*  10^-6 | 0.014 | 0.014 | 0.233 | 0.233 | 0 |
| 1.25 | 10695.46 | 6 | 0.006 | 0.011 | 0.0176 | 0.234 | 0.233 | 0.001 |
| 1.5 | 10518.5 | 6 | 0.117 | 0.0094 | 0.021 | 0.2356 | 0.238 | 0.0024 |

Изображение выглядит как текст, рукописный текст, документ

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст, рукописный текст, бумага, блокнот

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст, рукописный текст, блокнот, бумага

Автоматически созданное описание

2.5 Сделайте выводы по работе.

Таблица 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № вар-  та | *L*, *мГн* | *С*, *мкФ* | *U*,*B* |
| 1 | 40 | 0,22 | 6 |
| 2 | 40 | 0,1 | 5 |
| 3 | 100 | 0,1 | 6 |
| 4 | 40 | 0,47 | 6 |
| 5 | 100 | 0,22 | 5 |
| 6 | 40 | 0,1 | 6 |
| 7 | 20 | 0,22 | 6 |
| 8 | 100 | 1,0 | 6 |
| 9 | 60 | 0,22 | 6 |
| 10 | 120 | 0,1 | 6 |
| 11 | 40 | 0,3 | 6 |
| 12 | 30 | 0,22 | 6 |
| 13 | 100 | 0,1 | 6 |
| 14 | 20 | 0,1 | 6 |
| 15 | 40 | 0,2 | 6 |
| 16 | 50 | 0,47 | 5 |
| 17 | 35 | 0,3 | 8 |
| 18 | 30 | 0,44 | 8 |
| 19 | 50 | 1,0 | 6 |
| 20 | 60 | 0,22 | 6 |

**Контрольные вопросы**

1. Какое явление называется резонансом токов?

Резонанс токов - это явление в электрических цепях, когда сила переменного тока в контуре достигает максимума или минимума при определенной частоте.

1. Чем характерен резонанс токов?

Резонанс токов характерен тем, что в этом режиме сопротивление контура становится минимальным, а ток достигает максимального значения.

1. При каких условиях возникает резонанс токов?

Резонанс токов возникает при совпадении частоты внешнего переменного напряжения с собственной частотой контура, т.е. когда Изображение выглядит как Шрифт, диаграмма, белый, символ

Автоматически созданное описание

1. Какие приборы необходимо подключить в схему для определения резонанса токов?

Для определения резонанса токов в схему необходимо подключить источник переменного напряжения и элементы контура, такие как катушка индуктивности 𝐿 и конденсатор 𝐶

1. Что такое полоса пропускания колебательного контура?.

Полоса пропускания колебательного контура - это диапазон частот, в котором амплитуда тока или напряжения в контуре остается значительной

1. Чему равна входная проводимость при резонансе токов?

Входная проводимость при резонансе токов равна нулю, так как сопротивление контура на этой частоте минимально, и ток достигает максимального значения.

7. Что такое добротность контура и на что она оказывает влияние?

Добротность контура - это мера эффективности колебательного контура, определяемая отношением энергии, запасенной в контуре, к потерям энергии на каждом периоде колебаний. Она оказывает влияние на остроту резонанса и амплитуду колебаний.

8. Как определяется добротность контура?

Добротность контура определяется как отношение реактивного сопротивления контура к его активному сопротивлению:

