

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ»**

**Лабораторная работа 3.2.3.
Резонанс токов в параллельном контуре**

Филиппенко Павел Сергеевич
студент группы Б01-001
2 курс ФРКТ

г. Долгопрудный
2021 г.

Теоретическая часть.

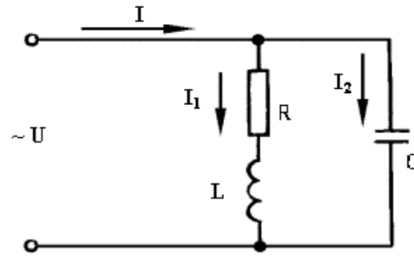


Рис. 1: Схема цепи

В этой схеме общим параметром для двух ветвей является напряжение U . Первая ветвь – индуктивная катушка – обладает активным сопротивлением R и индуктивностью L . Результирующее сопротивление Z_1 и ток I_1 определяются по формуле:

$$Z_1 = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

где $X_L = \omega L$.

$$I_1 = \frac{U(t)}{Z_1}$$

Ток в ветви отстает по фазе от напряжения на угол

$$\varphi_1 = \arctan \frac{R}{X_L}$$

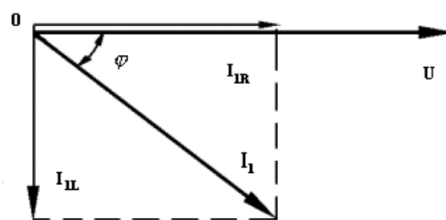


Рис. 2: фазовая диаграмма

Во вторую ветвь включен конденсатор. Его сопротивление

$$Z_2 = X_C = \frac{1}{\omega L}$$

$$\frac{U(t)}{Z_2}$$

Этот ток опережает по фазе напряжение на $\frac{\pi}{2}$. Для определения тока I в неразветвленной части цепи воспользуемся формулой:

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2}$$

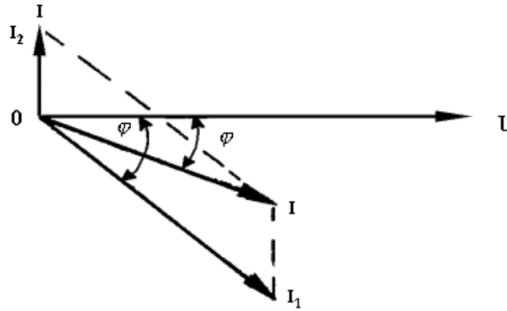


Рис. 3: фазовая диаграмма

Угол сдвига между током и напряжением обозначим буквой θ . Возможен режим работы схемы, когда $\theta = 0$, т.е. ток в неразветвленной части цепи I будет иметь активный характер. Произойдет это в случае, когда $I_L = I_C$, т.е. при равенстве реактивных составляющих тока в ветвях.

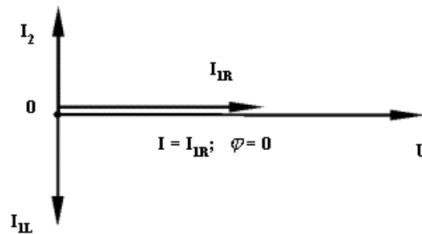


Рис. 4: фазовая диаграмма

Такой режим называется резонансом токов. Найдем условие, при котором возникает резонанс токов. Как видно из фазовой диаграммы:

$$I_2 = I_1 \sin \varphi \Rightarrow$$

$$\sin \varphi = \frac{\omega L}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$$

Таким образом, условие резонанса токов:

$$\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Вычислим теперь амплитуду полного тока при резонансе.

$$I = I_1 \cos \varphi$$

$$I = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} \cdot \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} \approx \frac{U_0 RC}{L}$$

Тогда выразим резонансное напряжение:

$$R_{\text{рез}} = \frac{U_0}{I} = \frac{L}{RC}$$

Отношение резонансного сопротивления $R_{\text{рез}}$ контура к его активному сопротивлению равно квадрату добротности контура.

$$Q^2 = \frac{R_{\text{рез}}}{R}$$

Подготовка.

В работе используются: изучение параллельной цепи переменного тока, наблюдение резонанса токов.

Цель работы: лабораторный автотрансформатор (ЛАТР), разделительный понижающий трансформатор, ёмкость, дроссель с переменной индуктивностью, три амперметра, вольтметр, реостат, электронный осциллограф, омметр, мост переменного тока.

Экспериментальная установка.

Схема экспериментальной установки приведена на рисунке. Напряжение от сети (220 В, 50 Гц) с помощью ЛАТРа через понижающий трансформатор Тр подаётся на параллельный контур, содержащий конденсатор ($C = 120$ мкФ) и катушку, индуктивность которой зависит от глубины погружения сердечника. Полный ток в цепи измеряется с помощью многопредельного амперметра A_1 ; для измерения токов в L и C ветвях используются два одинаковых амперметра A_2 и A_3 ; напряжение на контуре контролируется электронным вольтметром V .

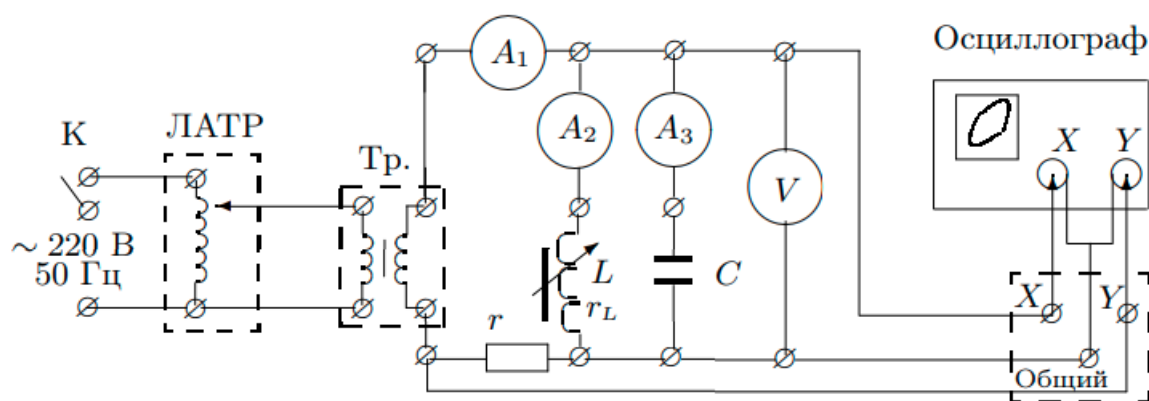


Рис. 5:

Последовательно с контуром включён резистор r – реостат с полным сопротивлением $\simeq 100$ Ом.

Для наблюдения за сдвигом фаз между полным током и напряжением на контуре используется осциллограф. Сигнал, пропорциональный току, снимается с резистора r и подаётся на вход Y осциллографа. На вход X подаётся напряжение непосредственно с контура. При наличии сдвига фаз между этими напряжениями на экране виден эллипс, а при нулевом сдвиге фаз эллипс вырождается в прямую.