Работа 3.2.3

Резонанс токов в параллельном контуре

Работу выполнил Матренин Василий Б01-006

Цель работы: Исследование резонанса токов в параллельном колебательном контуре с изменяемой емкостью, получение амплитудно-частотных и фазовочастотных характеристик, определение основных параметров контура.

В работе используются: Генератор сигналов, источник напряжения, нагрузкой которого является параллельный колебательный контур с переменной емкостью, двухканальный осциллограф, цифровые вольтметры.

Работа 3.2.3

1 Теоретическая часть

1.1 Схема установки

Схема установки представлена на рисунке 1.

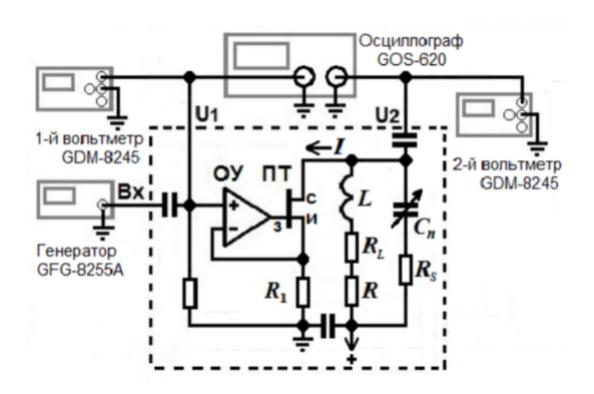


Рис. 1. Схема установки

Синусоидальный сигнал от генератора GFG-8255A поступает на вход источника тока, собранного на операционном усилителе ОУ с полевым транзистором ПТ, питание которых осуществляется встроенным блоком-выпрямителем от сети переменного тока 220 вольт. Цепи питания на схеме не показаны, представлен только резистор, переменное напряжение, на котором в используемой схеме равно напряжению на входе «+» операционного усилителя.

Напряжение $E=E_0\cos{(\omega t+\phi_0)}$ поступает на вход «+» операционного усилителя от генератора через согласующую RC-цепочку. Это же напряжение через разъём «U1» подаётся одновременно на канал 1 осциллографа GOS-620 и вход 1-го цифрового вольтметра GDM-8245. Переменное напряжение на резисторе R1, как отмечалось выше, при этом также равно E. Напряжение на контуре U, совпадающее с напряжением на конденсаторе, подаётся со знаком «-» через разъём «U2» на канал 2 осциллографа и вход 2-го цифрового вольтметра GDM-8245. Показанные на схеме установки ещё два конденсатора без наименований (помимо входящего в RC-цепочку) играют вспомогательную роль и не влияют на характеристики контура. Символ «->+» отмечает наличие источника питания полевого транзистора. Ток затвора «з» полевого транзистора ничтожно мал, так что токи истока «и» и стока «с» практически совпадают и равны току во внешней цепи контура. Как видно из схемы:

$$I = \frac{E}{R_1} = I_0 \cos(\omega t + \phi_0), \qquad I_0 = \frac{E_0}{R_1}$$
 (1)

2 Работа 3.2.3

2 Планируемые исследования

В работе планируется:

• Проведём измерения характеристик контура при разных значениях ёмкости конденсатора. Будем фиксировать резонансные частоты f и напряжения U в контуре при разных C, так же регистрируя входное напряжение E.

Для расчетов также будут использованы следующие формулы:

$$Z_{res} = \frac{U}{I_0} = \frac{U}{E/R_1} \tag{2}$$

$$\rho = \sqrt{\frac{L}{C}} \tag{3}$$

$$Q = \frac{Z_{res}}{\rho} \tag{4}$$

$$R_{\Sigma} = \frac{Z_{res}}{Q^2} \tag{5}$$

$$R_{smax} = \frac{\tan(\delta)}{\omega C} \tag{6}$$

$$R_L = R_{smax} - R \tag{7}$$

• Снимем амплитудно-частотную характеристику контура при ёмкостях С2 и С4. Для этого будем снимать зависимость напряжения в контуре от частоты колебаний.

Формула для добротности:

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \tag{8}$$

- Построим графики АЧХ в координатах $U/U_0(f/f_0)$. По этим графикам (ширина резонансной кривой на уровне $\frac{1}{\sqrt{2}}$) определим добротность контуров.
- Построим ФЧХ для контура с C2 в координатах $x = f/f_0; y = \phi/\pi$. По графику определим добротность контура следующим методом: расстояние между точками по оси x, в которых у меняется от $-\pi/4$ до $\pi/4$, равно 1/Q.

Работа 3.2.3

• Построим векторную диаграмму для токов и напряжений в контуре. Определим значения токов на конденсаторе и на катушке, а также напряжение в контуре, резонансе по формулам:

$$I_0 = \frac{E}{R_1} \tag{9}$$

$$I_C = I_L = QI_0 \tag{10}$$

$$U = Q\rho I_0 \tag{11}$$

$$\phi_C = \frac{\pi}{4} - \frac{R + R_L}{\rho} \tag{12}$$

$$\phi_L = -\frac{\pi}{2} + \delta \tag{13}$$

$$\phi_U = \frac{R + R_L}{\rho} + \delta \tag{14}$$