

Работа 2.2.2

Резонанс напряжений в последовательном контуре

Мотыгуллин Булат

Цель работы

Исследование резонанса напряжений в последовательном колебательном контуре с изменяемой ёмкостью, включающее получение амплитудно-частотных и фазово-частотных характеристик, а также определение основных параметров контура.

Экспериментальная установка

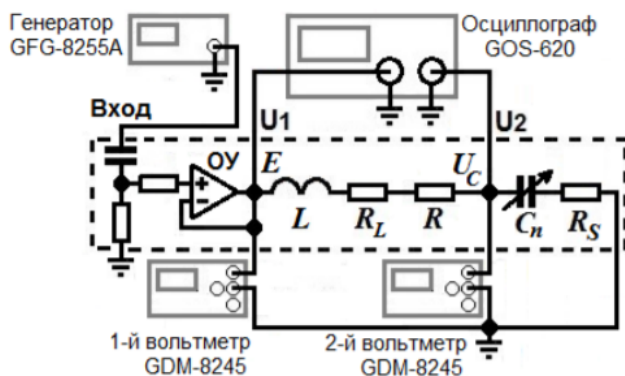


Рис. 1: Схема установки.

Схема экспериментального стенда для изучения резонанса напряжений в последовательном колебательном контуре показана на рис. 1а. Синусоидальный сигнал от генератора GFG- 8255А поступает через согласующую RC-цепочку на вход источника напряжения, собранного на операционном усилителе ОУ. Питание операционного усилителя осуществляется встроенным блоком-выпрямителем от сети переменного тока 220 Вольт (цепь питания на схеме не показана). Источник напряжения, обладающий по определению нулевым внутренним сопротивлением, фактически обеспечивает с высокой точностью постоянство амплитуды сигнала на меняющейся по ве-

личине нагрузке – последовательном колебательном контуре, изображенном на рис. 1а в виде эквивалентной схемы. На рис. 1б контур представлен почти в натуральную величину. Источник напряжения с согласующей цепочкой, колебательный контур и блок питания заключены в отдельный корпус с названием «Резонанс напряжений», отмеченный на рисунке штриховой линией. На корпусе имеются коаксиальные разъёмы «Вход», «U1» и «U2», а также переключатель магазина ёмкостей с указателем номера $n = 1, 2, \dots$. Величины ёмкостей указаны в табличке на крышке корпуса. Напряжение на контуре через разъём «U1» попадает одновременно на канал 1 осциллографа GOS-620 и вход 1-го цифрового вольтметра GDM-8245. Напряжение на конденсаторе U_C подаётся через разъём «U2» одновременно на канал 2 осциллографа и вход 2-го цифрового вольтметра GDM-8245.

Формулы

$$L = \frac{1}{4\pi^2 C f^2}$$

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

$$R_S = 10^{-3} \rho$$

$$I = \frac{E}{R_\Sigma}$$

$$Q = \frac{U_c}{E}$$

$$R_\Sigma = \frac{\rho}{Q}$$

$$R_L = R_\Sigma - R - R_S$$

Результаты

Рис. 2: Амплитудно-частотная характеристика

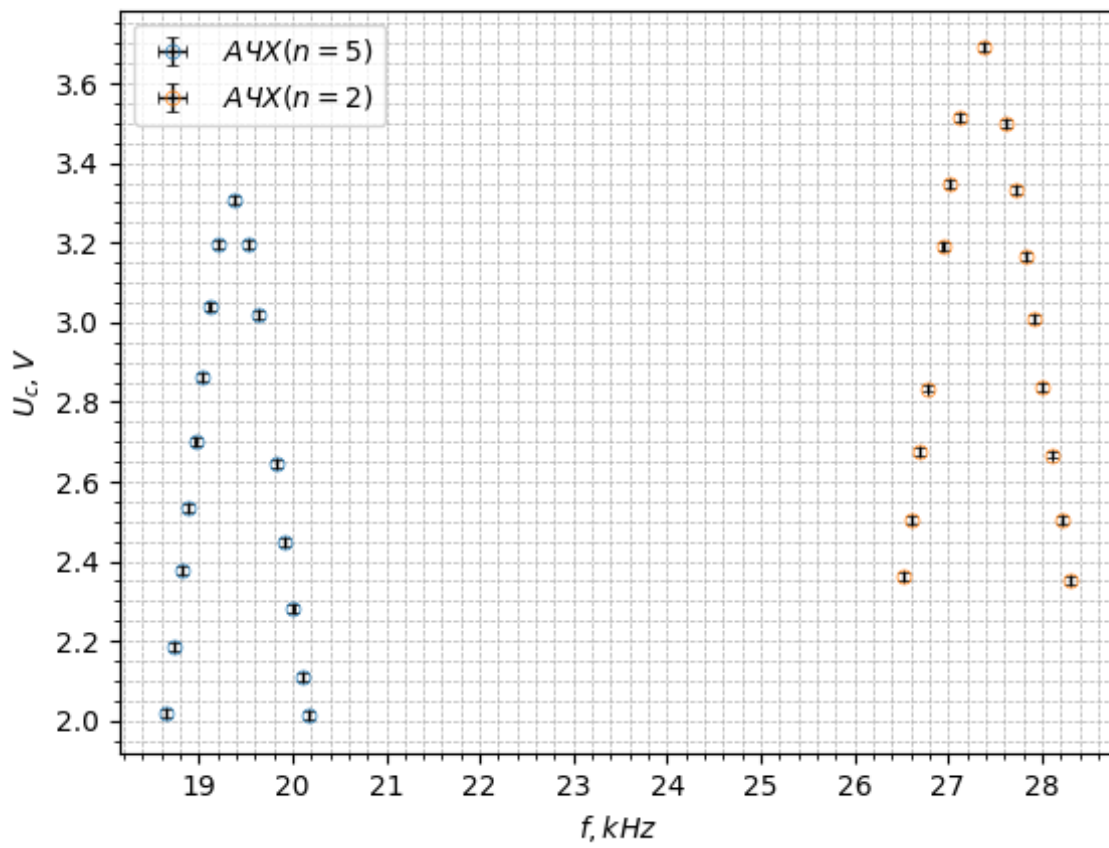
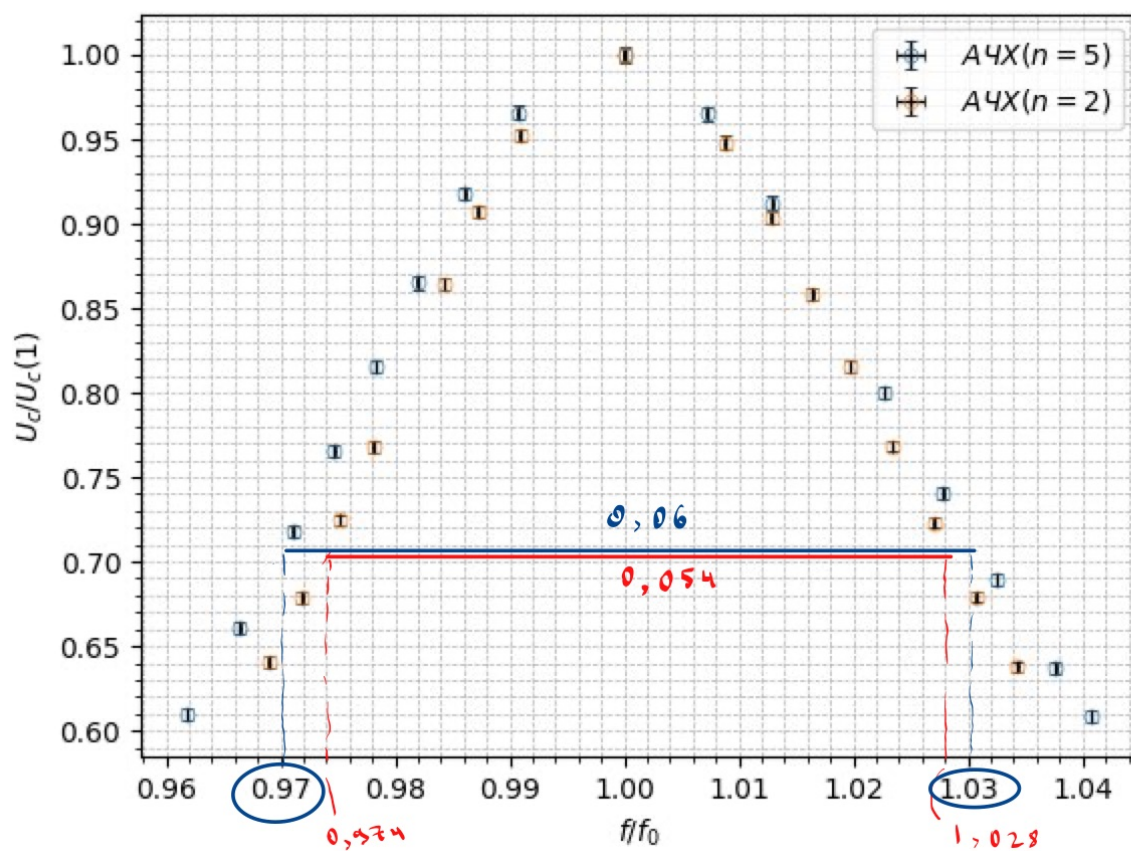


Рис. 3: Амплитудно-частотная характеристика в безразмерных координатах



Рассчитаем добротности по графику:

$$Q_2 = (18.52 \pm 0,48)$$

$$Q_5 = (16.67 \pm 0,39)$$

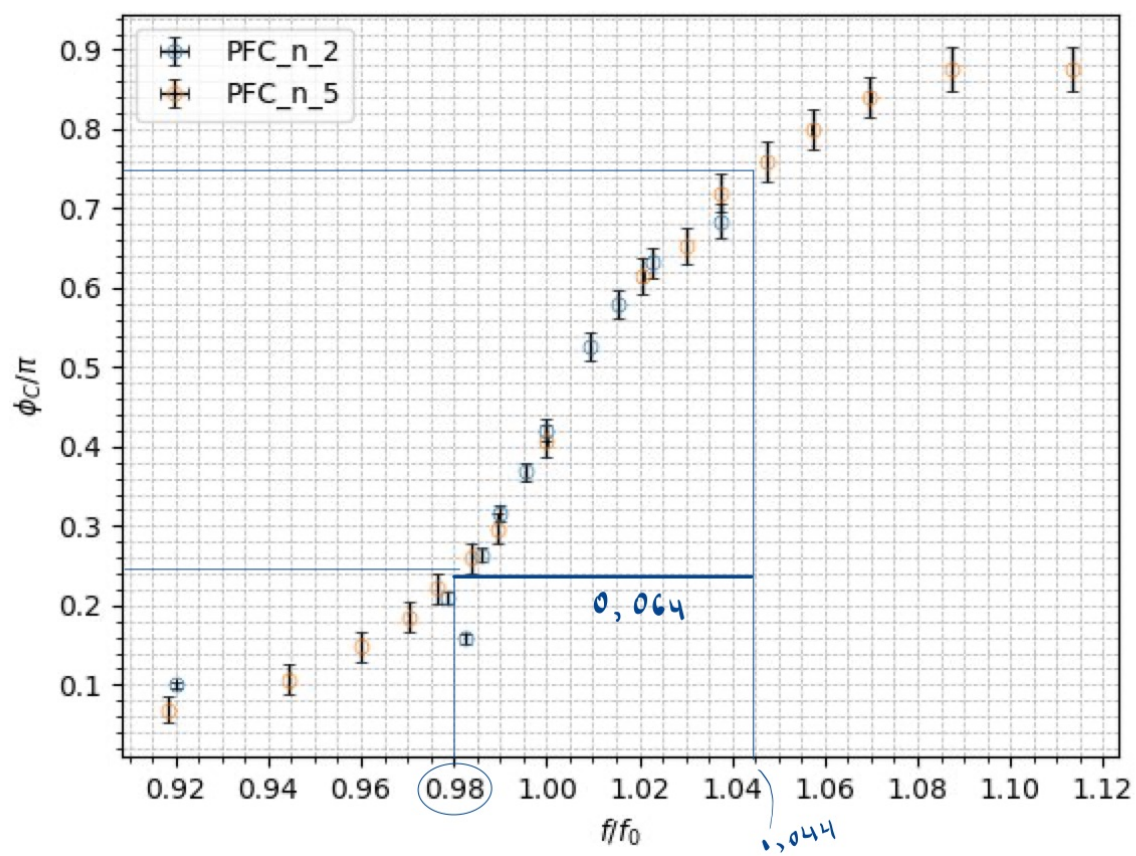
Данные из таблицы:

$$Q_2 = (19,58 \pm 0,98)$$

$$Q_5 = (16.72 \pm 0,84)$$

В пределах погрешности добротности совпадают

Рис. 4: Фазово-частотные характеристики

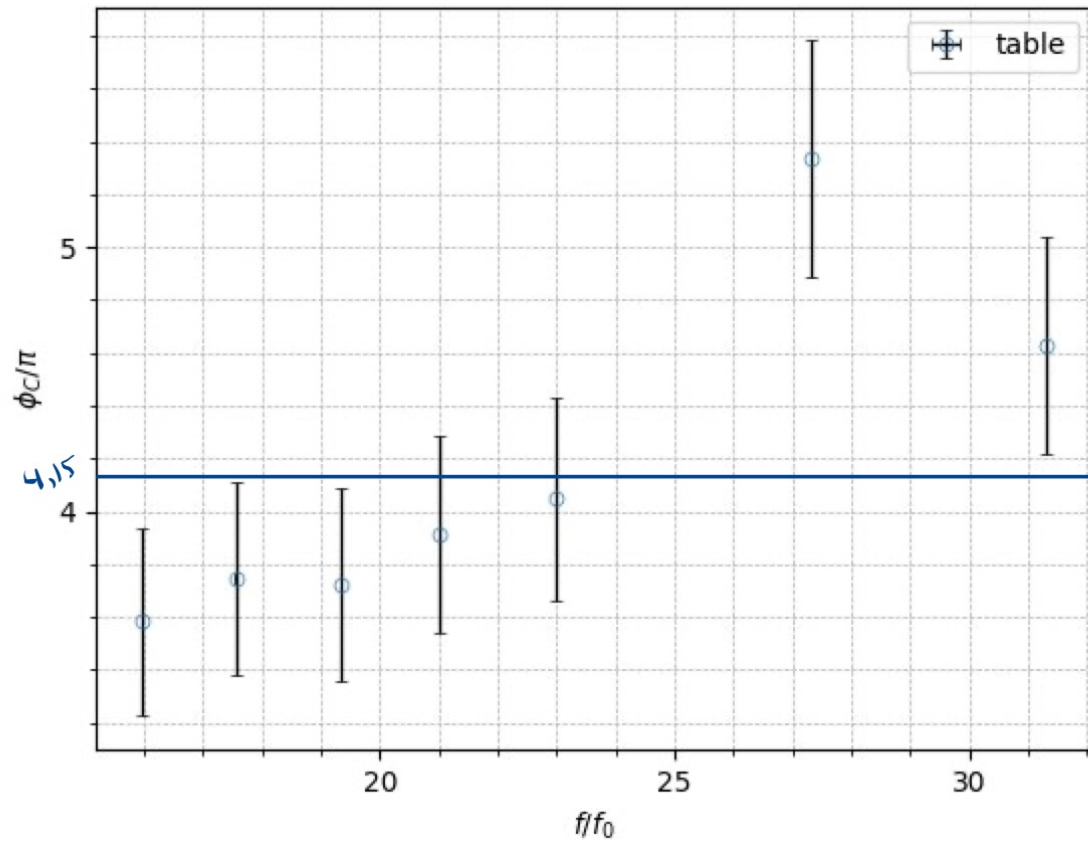


Рассчитаем добротности по графику:

$$Q_5 = (15,62 \pm 1,38)$$

С таблицей совпало хуже.

Рис. 5: Зависимость $R_L(f_{0n})$



Вывод

R_L и Q уменьшаются с ростом C . Измерения резонансных частот при первых двух значениях емкости конденсатора разнились, это можно объяснить нестабильной работой операционного усилителя. На основе АЧХ измерили добродности цепей с довольно хорошей точностью. Куда хуже для измерения подошел ФЧХ, мы увидили значительно большую погрешность и сильное отклонение от табличных данных.