



!Важно : прежде чем менять конфигурацию схемы, плавно выкрутите амплитуду генератора в ноль, после чего выключите генератор и источник тока! Новые катушки выдаваться не будут!

Часть А. Колебательный контур с нелинейной ёмкостью.

Оборудование, используемое в этой части: генератор, источник постоянного напряжения, осциллограф, мультиметр, набор проводов для приборов, макетная плата, набор проводов для платы, варикап, резистор $R_0 = 1 \text{ МОм}$ (бежевый цвет), резистор $r = 10 \text{ Ом}$ (синий цвет), три катушка индуктивности $L_1 = 3,3 \text{ мГн}$, $L_2 = 15,0 \text{ мГн}$, $L_3 = 15,0 \text{ мГн}$, конденсатор $C_{\text{ш}} = 10 \text{ мкФ}$ (маркировка 105).

В первой части работы изучаются резонансные свойства нелинейного колебательного контура. В качестве нелинейного элемента, входящего в состав колебательного контура, используется полупроводниковый диод (варикап), ёмкость которого зависит от величины постоянного напряжения на нем.

В произвольный момент времени напряжение на варикапе $U = U_{\sim} + V$, где $U_{\sim}$ — переменная составляющая напряжения, а V — постоянная составляющая напряжения.

Пусть на варикапе C поддерживается постоянное напряжение $V = -V_0$, тогда зависимость ёмкости варикапа от напряжения на нем в окрестности рабочей точки можно записать в виде:

$$C(V) = C_0 + \chi(V + V_0) + \beta(V + V_0)^2$$

Соберите установку (рис. 1). В этой части используйте только катушку L_1 . Обратите внимание на полярность включения варикапа! Белая точка подключается к плюсу источника.

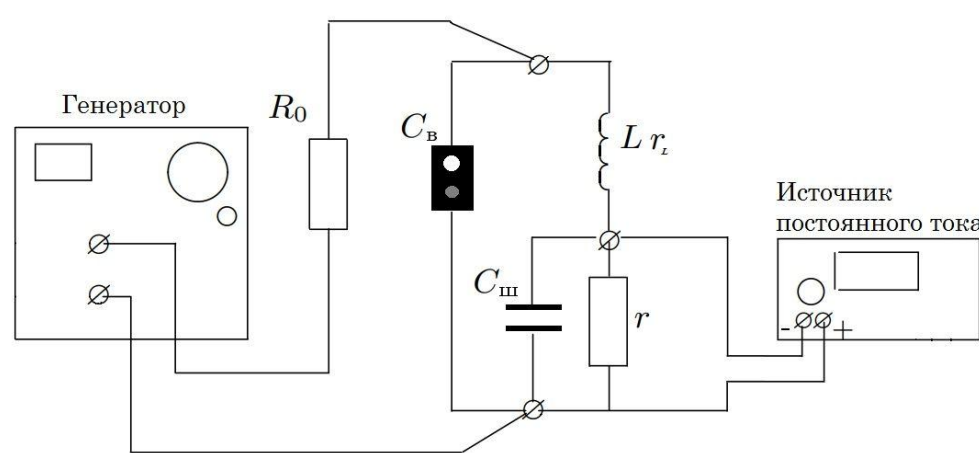


Рис. 1.

A1 1.20 Установите амплитуду напряжения на генераторе $\mathcal{E}_0 < 1,0 \text{ В}$. Снимите зависимость резонансной частоты $f_{\text{рез}}$ контура от величины постоянного напряжения на варикапе V_0 в диапазоне от 0 до 3 В.

A2 0.90 Постройте график зависимости ёмкости схемы от приложенного к нему напряжения $C(V + V_0)$. Определите параметры χ и β .

A3 1.00 Снимите резонансную кривую для $V_0 = 0,3 \text{ В}$. По полученной зависимости определите добротность контура Q .

A4 0.40 Теоретически вычислите добротность контура через его параметры (не используя резонансную кривую).

Часть В. Эффект удвоения частоты.

Из-за того, что ёмкость контура зависит от напряжения, при некоторых условиях частота колебаний в нем может не совпадать с частотой генератора. В частности при частоте генератора $\omega = \frac{\omega_0}{2}$ возникают колебания с собственной частотой ω_0 .

Используя уравнения Кирхгофа и некоторые разложения в окрестности рабочей точки можно получить уравнение колебаний переменной составляющей напряжения на варикапе в виде:

$$\ddot{U} + 2\gamma\dot{U} + \omega_0^2 U = -\omega_0^2 U_0 \sin(\omega t) + \alpha' U^2$$

где введены обозначения $U_0 = \frac{L\omega_0}{R_0} \mathcal{E}_0$, $\alpha' = 2\omega_0^2 \frac{\chi - \beta V_0}{C_0 - \chi V_0}$.

B1 0.60 Выразите γ и ω_0 через r , r_L , C_k , L .

B2 0.90 Пусть частота колебаний внешнего напряжения $\omega = \frac{\omega_0}{2}$. Найдите решение уравнения колебаний переменной составляющей напряжения на варикапе U_1 в первом(линейном) приближении при слабом затухании ($\gamma \ll \omega_0$).

B3 0.60 При учете нелинейных членов(во втором приближение) решение уравнения колебаний переменной составляющей напряжения на варикапе представляет суперпозицию $U = U_1 + U_2$. Получите уравнение колебаний для U_2 в терминах α' , γ , ω_0 , U_0 .

B4 0.90 Считая, что $U_1 \gg U_2$ найдите из полученного в пункте B3 уравнения поправку U_2 к напряжению на варикапе.

При частоте генератора $\frac{\omega_0}{2}$ сигнал будет иметь вид как на рисунке 2.

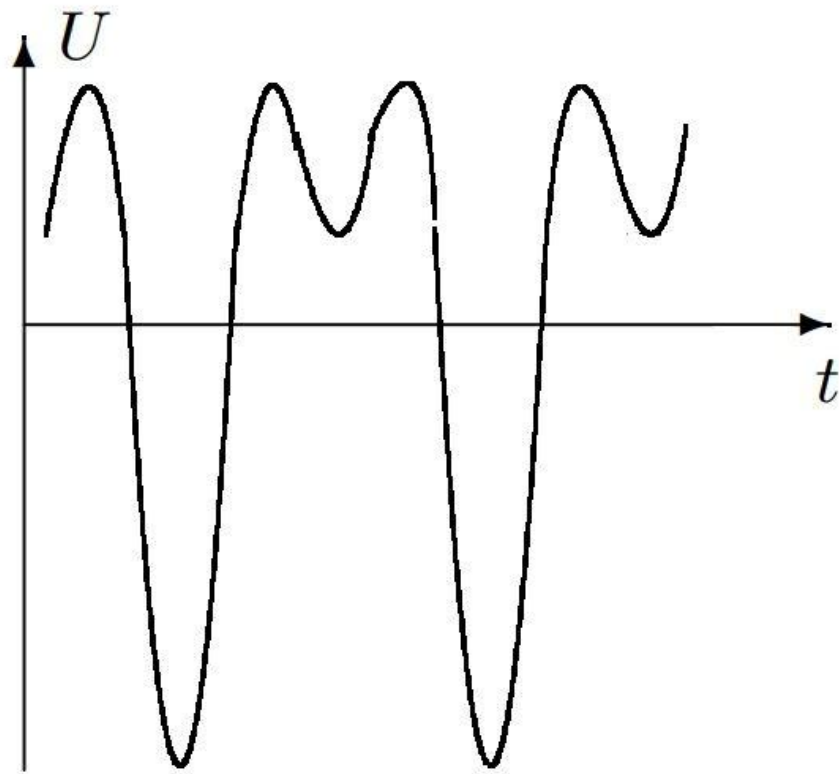


Рис. 2

- B5** ^{1.00} Установите частоту генератора $\omega = \frac{\omega_0}{2}$. Снимите экспериментальную зависимость амплитуды A_2 колебаний с частотой ω_0 от индуктивности в цепи.
- B6** ^{0.60} Пусть $A_2 \propto L^\xi$. Из теоретической формулы для A_2 получите значение ξ .
- B7** ^{1.00} Найдите значение ξ по измеренной зависимости $A_2(L)$
- B8** ^{0.90} Установите на варикапе $V_0 = 0,3$ В, амплитуду генератора $\mathcal{E}_0 = 12$ В. Зарисуйте зависимости переменного напряжения на варикапе от времени для $\omega = \frac{\omega_0}{n}$ для $n = 3, 4, 5$.

Е

Осциллограф

Колебания

Расчет цепей

2020

Сборы ХУ

У

Переменный ток

 Website in English

2020 — Мы те, кого должны превзойти.