

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ

Факультет физики

## Лабораторная работа

«Вводная лабораторная работа»

Работу выполнил студент 2 курса  
Захаров Сергей Дмитриевич



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Москва  
2019

## Содержание

<b>1. Цели работы</b>	<b>2</b>
<b>2. Оборудование</b>	<b>2</b>
<b>3. Описание метода выполнения работы</b>	<b>2</b>
3.1. Определение индуктивности катушки . . . . .	2
3.2. Определение емкости конденсатора . . . . .	2
<b>4. Выполнение работы</b>	<b>3</b>
4.1. Определение индуктивности катушки . . . . .	3
4.2. Определение емкости конденсатора . . . . .	3
4.3. Построение ВАХ диода . . . . .	3

## 1. Цели работы

Перед началом выполнения работы были поставлены следующие цели:

- 1) Определить индуктивность исследуемой катушки.
- 2) Определить емкость исследуемого конденсатора.
- 3) Получить ВАХ (вольт-амперную характеристику) диода.

## 2. Оборудование

- Цифровой осциллограф со встроенным генератором различных форм напряжения и два щупа для него
- Мультиметр и щупы для него
- Переменное сопротивление
- Катушка неизвестной индуктивности
- Конденсатор неизвестной емкости
- Макетная плата и соединительные провода

## 3. Описание метода выполнения работы

### 3.1. Определение индуктивности катушки

Чтобы определить индуктивность катушки можно воспользоваться довольно простым методом, основанным на фактом из векторных диаграмм, а именно следующим:

$$\operatorname{tg} \Delta\varphi = \frac{\omega L}{R} \quad (1)$$

Здесь  $R$  — активное сопротивление цепи,  $L$  — искомая индуктивность катушки,  $\omega$  — частота колебаний в контуре,  $\Delta\varphi$  — разность фаз напряжений на катушке индуктивности и активном сопротивлении.

Таким образом мы получаем простую формулу для расчета:

$$L = \frac{R \cdot \operatorname{tg} \Delta\varphi}{\omega} \quad (2)$$

### 3.2. Определение емкости конденсатора

Для определения емкости конденсатора, в целом, можно было также воспользоваться способом, указанным выше, однако было решено разнообразить процесс и воспользоваться иным методом. Для этого была собрана схема, представленная на рисунке. После этого с генератора осциллографа подавался сигнал в форме меандра (прямоугольный сигнал).

Получим формулу для емкости конденсатора. С одной стороны, ток в цепи можно выразить с помощью емкости конденсатора и напряжения на нем, с другой — с помощью закона Ома для резистора (рассматриваем только тот участок времени, где конденсатор заряжается). Запишем:

$$I = -C \frac{dU_c}{dt} = \frac{U - U_c}{R} \quad (3)$$

Решив это дифференциальное уравнение, получим:

$$U = U \cdot (1 - e^{-t/(RC)}) \quad (4)$$

Чтобы теперь найти емкость конденсатора, достаточно посмотреть, за какое время  $t_0$  он зарядится до напряжения  $U_c = U \cdot (1 - 1/e)$ . В таком случае емкость выразится следующим образом:

$$\frac{t}{RC} = 1 \quad \Rightarrow \quad C = \frac{t}{R} \quad (5)$$

## 4. Выполнение работы

### 4.1. Определение индуктивности катушки

На основании формулы 2 мы можем с легкостью посчитать индуктивность катушки, приняв активное сопротивление цепи равным сопротивлению резистора  $R = 4 \text{ кОм}$ . Данные представлены в форме графика на рисунке 1.

Взяв среднюю индуктивность, получим, что она равна  $L = 0.00417 \text{ Гн} = 4.17 \text{ мГн}$ .

### 4.2. Определение емкости конденсатора

С помощью схемы, указанной на были получены данные, представленные на рисунке 2. При анализе данных получаем, что искомая доля напряжения накапливается за время  $t = 22.5 \text{ нс}$ . Основываясь на полученной ранее формуле (5), получаем, что искомая емкость конденсатора равна  $C = 0.36 \text{ нФ}$  приняв, что активное сопротивление цепи равно сопротивлению резистора  $R = 62.5 \text{ Ом}$ .

### 4.3. Построение ВАХ диода

ВАХ диода была получена переводом осциллографа в режим XY и представлена на рисунке 3.

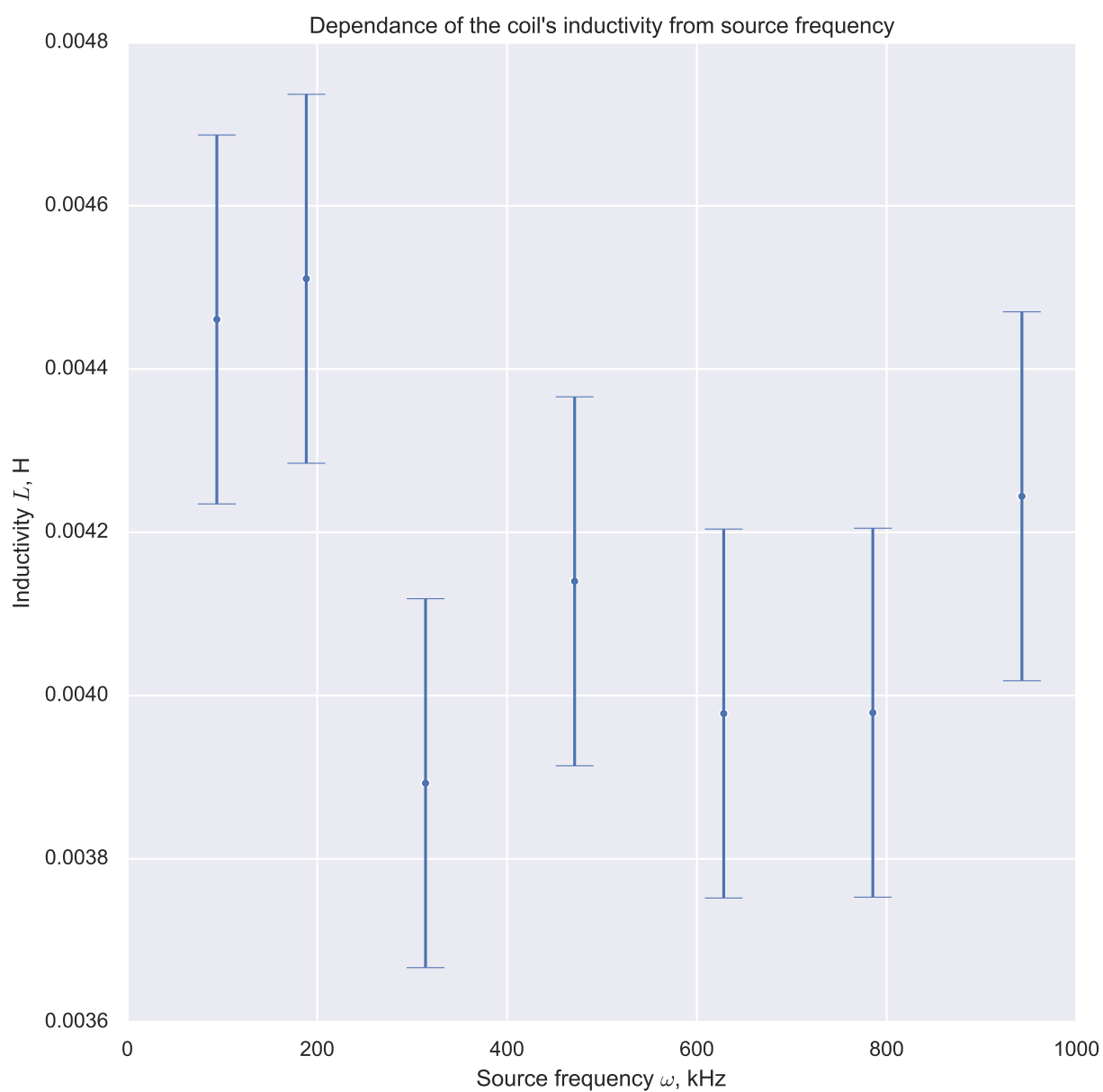


Рис. 1. Зависимость индуктивности катушки от частоты колебаний в контуре

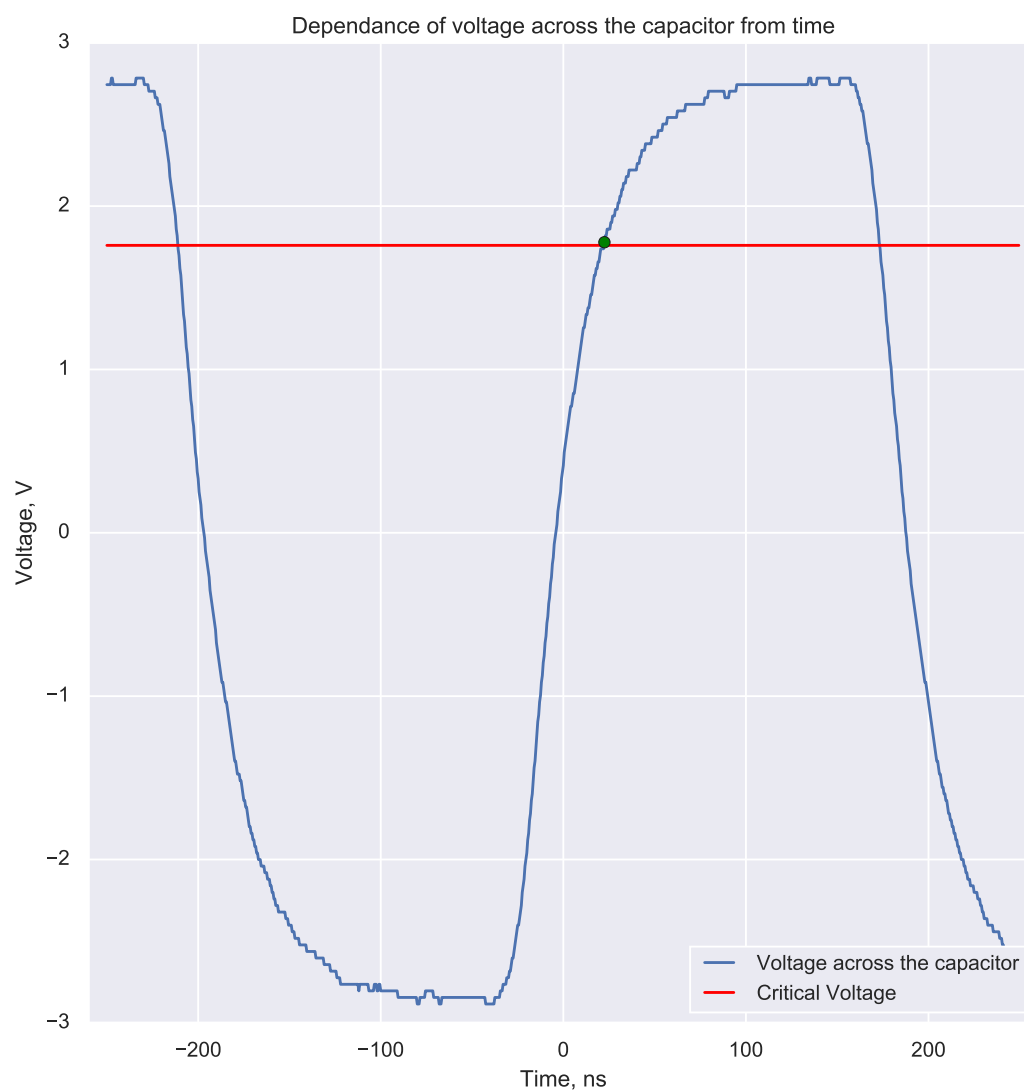


Рис. 2. Зависимость напряжения на конденсаторе от времени

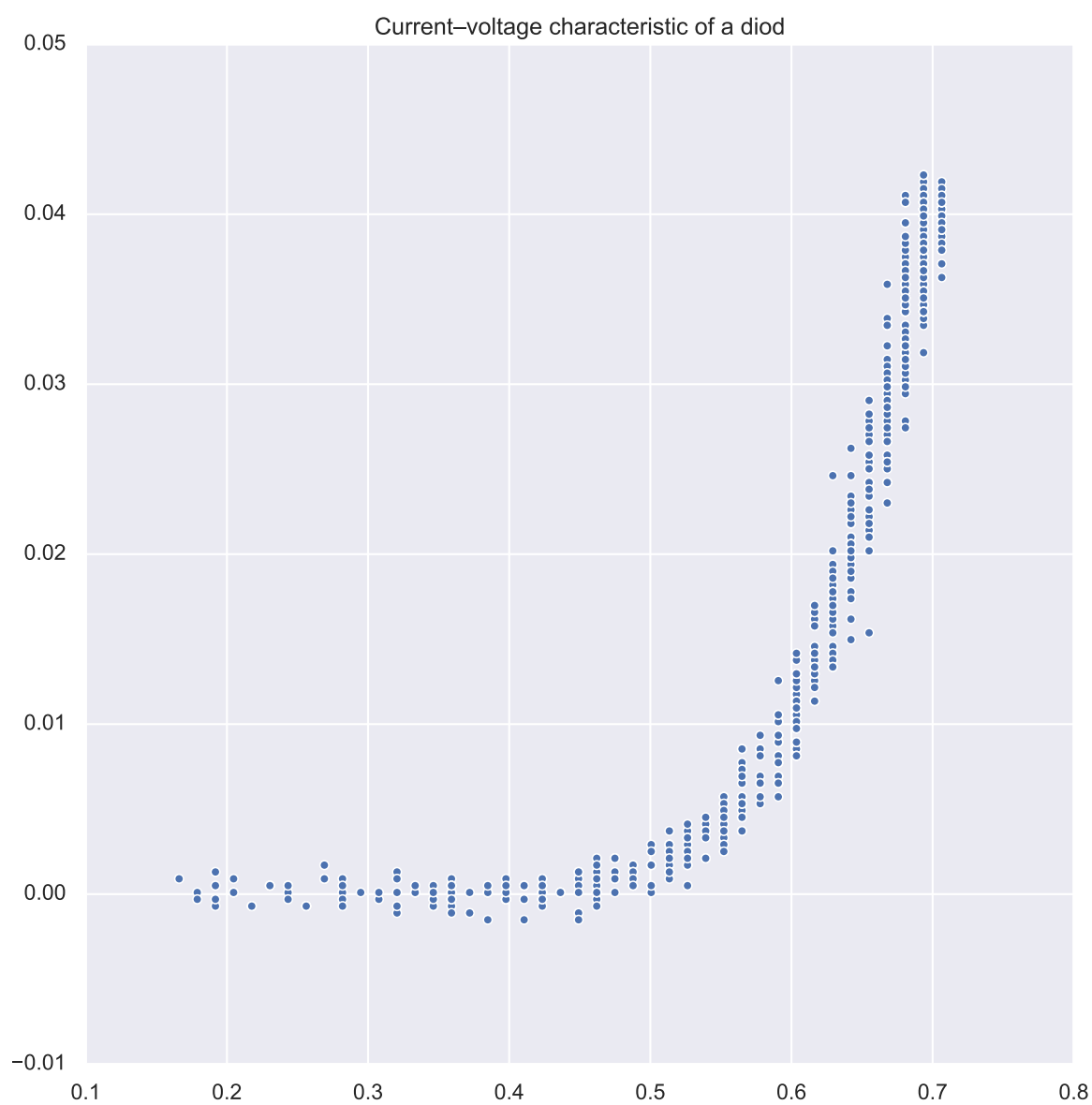


Рис. 3. Вольт-амперная характеристика диода