

## Лабораторная работа № 2

# Определение емкости конденсатора и батареи конденсаторов

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Определение емкости конденсатора и батареи из двух конденсаторов при их параллельном и последовательном соединении.

### ПРИБОРЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

1. Вольтметр электронный
2. Микроамперметр стрелочный
3. Лабораторный модуль
4. Источник питания.

### ВЫВОД РАСЧЁТНОЙ ФОРМУЛЫ

За время  $T$ , равное периоду перезарядки конденсатора, через микроамперметр пройдет заряд  $Q$ , величина которого определяется площадью (рис. 1), ограниченной кривой тока разряда конденсатора  $i(t)$  и осью времени  $t$ .

С другой стороны,  $Q$  можно определить через площадь, ограниченную прямой  $I = const$  и осью времени  $t$  в пределах периода перезарядки конденсатора. Здесь  $I$  – среднее значение тока, которое показывает микроамперметр.

Обе площади, выделенные на рис. 1, равны, следовательно, можно записать

$$Q = \int_0^T i(t) dt = IT \quad (1)$$

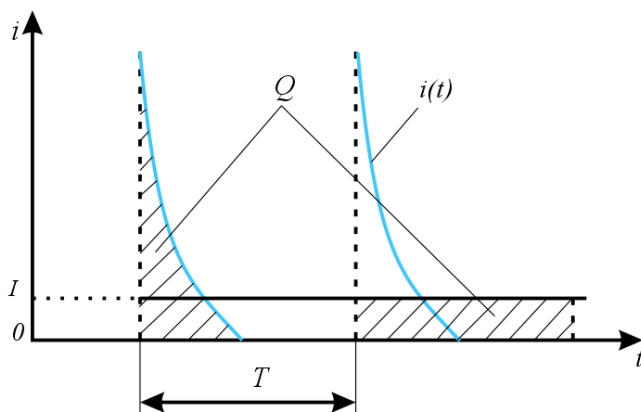


Рис. 1

Напряжение  $U$ , заряд конденсатора  $Q$  и ёмкость конденсатора  $C$  связаны известным соотношением:

$$Q = CU \quad (2)$$

Приравнявая (1) и (2), а также учитывая соотношение

$$\nu = \frac{1}{T},$$

где  $\nu$  – частота перезарядки конденсатора, равная частоте питания поляризованного реле 50 Гц, получим линейную зависимость среднего значения силы тока от напряжения:

$$I = AU, \quad (3)$$

где  $A = C \cdot \nu$  – коэффициент пропорциональности, равный тангенсу угла наклона прямой  $I(U)$ .

Таким образом, емкость можно определить через коэффициент  $A$  по формуле:

$$C = \frac{A}{V}, \quad (4)$$

где  $V = 50 \text{ Гц}$ .

Емкость **параллельно** соединенных конденсаторов:

$$C_3 = C_1 + C_2 \quad (5)$$

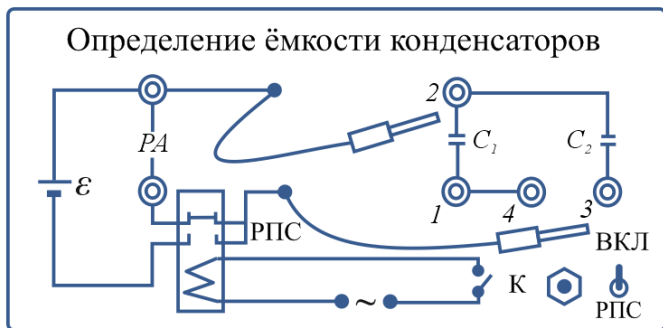
Емкость **последовательно** соединенных конденсаторов:

$$\frac{1}{C_4} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad (6)$$

## ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ

В состав лабораторной установки входят: лабораторный модуль, источник питания *ИП*, стрелочный микроамперметр.

Электрическая схема лабораторного модуля изображена на его передней панели (**рис.2**).



**Рис.2.** Лицевая панель установки

Внутри лабораторного модуля на печатной плате смонтированы: поляризационное реле типа РПС-32А, а также два конденсатора. Конденсаторы подключаются к источнику питания с помощью гибких выводов со штекерами.

К гнездам «РА» подключается микроамперметр. Один из гибких выводов подключён через поляризационное реле, а второй – непосредственно к источнику тока. Переменное питание на реле подается через тумблер «РПС» и кнопку «К» с нормально разомкнутыми контактами.

В первую половину периода замыкаются контакты реле, через которое подается напряжение на гибкие выводы, и конденсатор заряжается. Контакты, в цепь которых включен микроамперметр, разомкнуты.

Во вторую половину периода размыкаются контакты реле, через которые подается напряжение на конденсатор, и замыкаются контакты, через которые к заряженному конденсатору подключается измерительный прибор.

Этот процесс проходит с частотой питания обмотки поляризационного реле, равной  $50 \text{ Гц}$ .

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

### Подготовка модуля к работе

1. Подсоединить к гнездам «РА» микроамперметр.
2. Подключить к лабораторному модулю источник питания *ИП*.
3. Включить в сеть лабораторный модуль и источник питания.
4. Включить тумблер «РПС» на лицевой панели модуля.
5. Установить на источнике питания *ИП* напряжение, от 4 В до 10 В.

### Проведение измерений

1. С помощью гибких выводов на панели лабораторного модуля подсоединить конденсатор емкостью  $C_1$  к гнездам 1 и 2 (**рис. 2**).
2. Нажав и удерживая кнопку «К» в течение 3–4 с, измерить среднее значение тока разряда конденсатора  $C_1$ .
3. Присоединить гибкие выводы к конденсатору  $C_2$  (гнезда 2 и 3) и измерить его ток разряда.
4. Присоединить гибкие выводы к гнездам 1 и 3 и измерить ток разряда последовательно соединенных конденсаторов  $C_1, C_2$ .
5. Закоротить гнезда 3 и 4 **перемычкой**, подсоединить гибкие выводы к гнездам 1 и 2 и измерить ток разряда параллельно соединенных конденсаторов  $C_1$  и  $C_2$ .
6. Результаты измерений занести в **Таблицу**.
7. Повторить пункты 1–6, изменяя напряжение на источнике *ИП* в диапазоне 4–10 В с шагом в 1 В.

**Таблица**

	Конденсатор $C_1$	Конденсатор $C_2$	Параллельное соединение $C_3$	Последовательное соединение $C_4$
$U$ , В	$I_1$ , мкА	$I_2$ , мкА	$I_3$ , мкА	$I_4$ , мкА
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

### Обработка результатов измерений

1. Построить графики зависимостей  $I = f(U)$  для каждого цикла измерений. На графиках отметить экспериментальные точки. Прямые провести по методу наименьших квадратов (или как можно близко к точкам).
2. Рассчитать коэффициент  $A$  зависимости (3) для каждого цикла измерений по методу наименьших квадратов (или через тангенс угла наклона).
3. По формуле (4) рассчитать емкости конденсаторов  $C_1, C_2$ , их последовательного  $C_3$  и параллельного  $C_4$  соединений.
4. Рассчитать абсолютную и относительную погрешности определения ёмкостей.
5. Проверить соотношения для электроёмкости последовательно и параллельно соединённых конденсаторов (5) и (6).
6. Сделать выводы.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что называется конденсатором?
2. Что такое ёмкость конденсатора?
3. От каких параметров зависит ёмкость конденсатора?
4. Изложить суть метода определения ёмкости конденсатора посредством измерения тока разрядки.
5. Вывести формулы для электроёмкости батареи последовательно и параллельно соединённых конденсаторов.
6. Запишите ёмкости плоского, цилиндрического, сферического конденсаторов и шара.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1990.
2. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1989.
3. Савельев И.В. Курс общей физики. – М.: Наука, 1988. – Т.2.