

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Измерение напряжения на конденсаторе при его зарядке и разрядке, когда напряжение постоянного тока, подключенное к цепи, включается и выключается.
- Определение полупериода зарядки и разрядки.
- Исследование зависимости полупериода от емкости и сопротивления.

ЦЕЛЬ ОПЫТА

Исследование изменения напряжения на конденсаторе со временем при зарядке и разрядке конденсатора

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

В цепи постоянного тока ток протекает через конденсатор только в момент включения или выключения питания. Этот ток заставляет конденсатор заряжаться, пока напряжение на нем не сравняется с приложенным к конденсатору напряжением. Когда питание отключается, конденсатор будет разряжаться, пока напряжение на нем не упадет до нуля. График зависимости напряжения конденсатора от времени можно представить в виде экспоненты, т.е. напряжение уменьшается наполовину в течение фиксированного времени $T_{1/2}$, которое называется полупериодом. Такое же время проходит, когда напряжение уменьшается с половины до четверти и с четверти до одной восьмой. Полупериод пропорционален емкости и сопротивлению, через которое разряжается конденсатор.

НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Кол-во	Наименование	№ по каталогу
1	Плата с гнездами для установки элементов схем	U33250
1	Резистор 470 Ом, 2 Вт, P2W19	U333022
1	Резистор 1 кОм, 2 Вт, P2W19	U333024
1	Резистор 2,2 кОм, 2 Вт, P2W19	U333026
3	Конденсатор 1 мкФ, 100 В, P2W19	U333063
1	Генератор сигналов различной формы FG 100 (230 В, 50/60 Гц)	U8533600-230 или
	Генератор сигналов различной формы FG 100 (115 В, 50/60 Гц)	U8533600-115
1	USB-осциллограф 2x50 МГц	U112491
2	Высокочастотный соединительный шнур, байонетный разъем/4-мм штекер	U11257
1	Набор из 15 соединительных проводов для опытов длиной 75 и сечением 1 мм ²	U13800
1	Набор из 10 перемычек, P2W19	U333093

1

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

В цепи постоянного тока ток протекает через конденсатор только в момент включения или выключения питания. Этот ток заставляет конденсатор заряжаться, пока напряжение на нем не сравняется с приложенным к конденсатору напряжением. Когда питание отключается, конденсатор будет разряжаться, пока напряжение на нем не упадет до нуля. График зависимости напряжения конденсатора от времени можно представить в виде экспоненты.

К цепи постоянного тока с конденсатором емкостью C , сопротивлением R и напряжением источника постоянного тока U_0 при включении источника напряжения применимо следующее:

$$(1) \quad U(t) = U_0 \cdot (1 - e^{-\frac{t \ln 2}{T_{1/2}}})$$

При выключении источника напряжения применимо следующее:

$$(2) \quad U(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t \ln 2}{T_{1/2}}}$$

где

$$(3) \quad T_{1/2} = \ln 2 \cdot R \cdot C$$

$T_{1/2}$ – полупериод, т.е. напряжение на разряжающемся конденсаторе уменьшится наполовину за время $T_{1/2}$. Такое же время проходит, когда напряжение уменьшается с половины до четверти и с четверти до одной восьмой.

Это и исследуется в данном опыте. Изменение напряжения на конденсаторе во времени записывается с помощью осциллографа с функцией памяти. Поскольку напряжение постоянного тока U_0 установлено равным 8 В, легко определить его половину, четверть и одну восьмую.

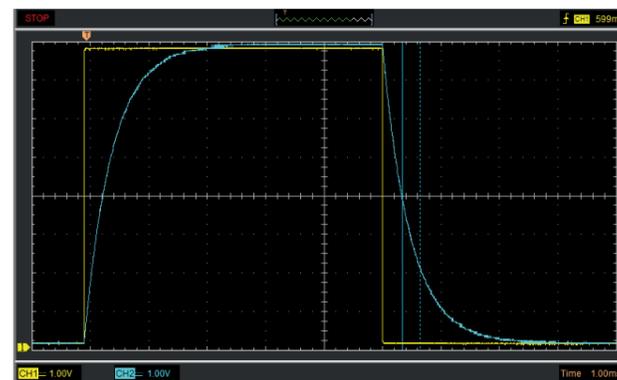


Рис. 1: Графики напряжения на конденсаторе при зарядке и разрядке, полученные с помощью осциллографа

ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ

Тот факт, что результаты измерений длительности полупериода на различных этапах зарядки и разрядки согласуются, доказывает, что кривая зависимости имеет ожидаемый экспоненциальный характер, см. (1) и (2). Графики зависимости измеренных полупериодов от сопротивления и емкости показывают, что результаты измерений во всех случаях оказываются примерно лежащими на прямой линии, проходящей через начало координат, см. (3).

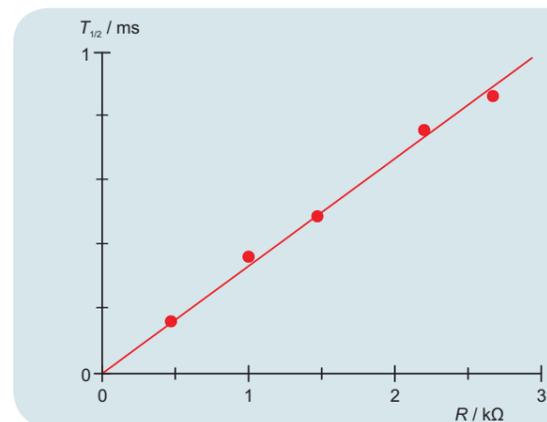


Рис. 2: Зависимость полупериода $T_{1/2}$ от сопротивления R

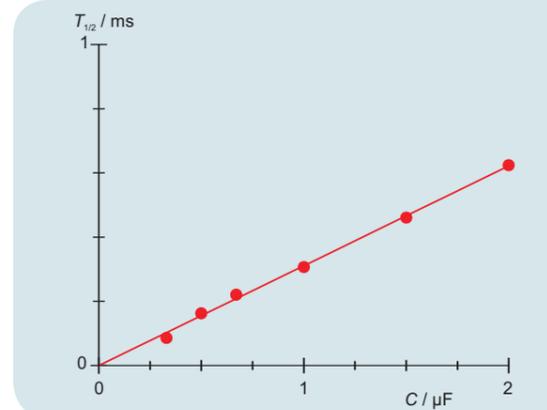


Рис. 3: Зависимость полупериода $T_{1/2}$ от емкости C

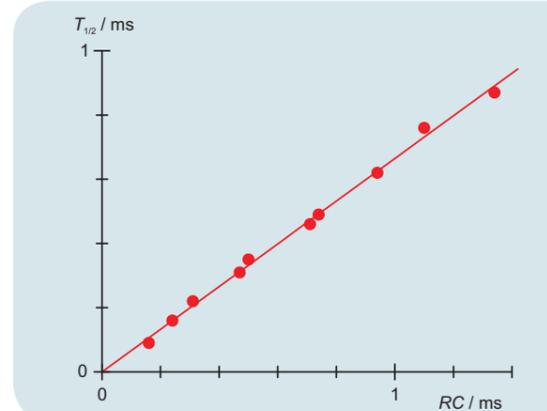


Рис. 4: Зависимость полупериода $T_{1/2}$ от произведения $R \cdot C$