

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Измерение тока в катушке при включении и выключении питания постоянного тока.
- Определение полупериода при включении и выключении питания постоянного тока.
- Исследование зависимости полупериода от индуктивности и сопротивления.

ЦЕЛЬ ОПЫТА

Исследование изменения тока в катушке с течением времени при включении и выключении питания постоянного тока

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Поведение катушки в цепи постоянного тока меняется при включении или выключении питания постоянного тока. Изменение тока задерживается самоиндукцией катушки, пока он не достигнет своего окончательного значения при включении или нуля при выключении. График зависимости тока катушки от времени можно представить в виде экспоненты, т.е. ток в катушке уменьшается наполовину в течение фиксированного времени $T_{1/2}$, которое называется полупериодом. Такое же время проходит, когда ток уменьшается с половины до четверти и с четверти до одной восьмой. Полупериод пропорционален индуктивности и сопротивлению цепи.

НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

| Кол-во | Наименование | № по каталогу |
|--------|---|------------------|
| 1 | Плата с гнездами для установки элементов схем | U33250 |
| 1 | Резистор 1 Ом, 2 Вт, P2W19 | U333011 |
| 1 | Резистор 10 Ом, 10 Вт, P2W19 | U333013 |
| 1 | Резистор 22 Ом, 2 Вт, P2W19 | U333015 |
| 1 | Резистор 47 Ом, 2 Вт, P2W19 | U333016 |
| 1 | Резистор 150 Ом, 2 Вт, P2W19 | U333019 |
| 1 | Набор из 10 перемычек, P2W19 | U333093 |
| 2 | Катушка модели S на 1200 витков | U8498085 |
| 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

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

Поведение катушки в цепи постоянного тока меняется при включении или выключении питания постоянного тока. Изменение тока задерживается самоиндукцией катушки, пока он не достигнет своего окончательного значения при включении или нуля при выключении. График зависимости тока катушки от времени можно представить в виде экспоненты. К цепи постоянного тока с индуктивностью L , сопротивлением R и напряжением источника постоянного тока U_0 при включении источника напряжения применимо следующее:

$$(1) \quad I(t) = I_0 \cdot (1 - e^{-\frac{t \ln 2}{T_{1/2}}})$$

При выключении источника напряжения применимо следующее:

$$(2) \quad I(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t \ln 2}{T_{1/2}}}$$

где

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

$T_{1/2}$ – полупериод, т.е. ток в катушке уменьшается наполовину в течение времени $T_{1/2}$. Такое же время проходит, когда ток уменьшается с половины до четверти и с четверти до одной восьмой.

Это и исследуется в данном опыте. Изменение тока в катушке в зависимости от времени записывается с помощью осциллографа с функцией памяти. Ток измеряется с помощью падения напряжения на резисторе R_M . Ток I_0 выбран таким, чтобы половину, четверть и одну восьмую этого тока можно было легко определить.

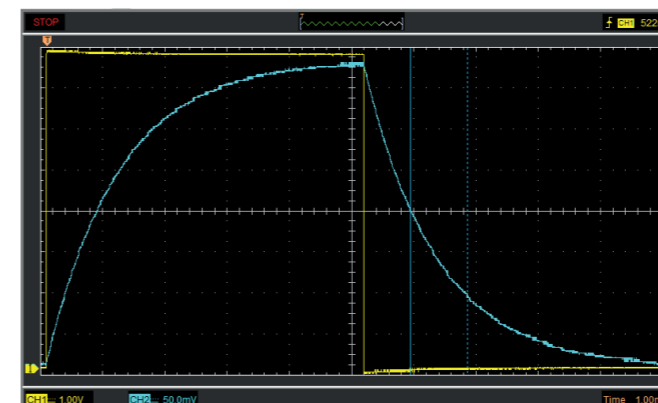


Рис. 1: Графики тока индуктивности при зарядке и разрядке, полученные с помощью осциллографа.

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 индуктивности показывают, что результаты измерений во всех случаях оказываются примерно лежащими на прямой линии, проходящей через начало координат, см. (3).

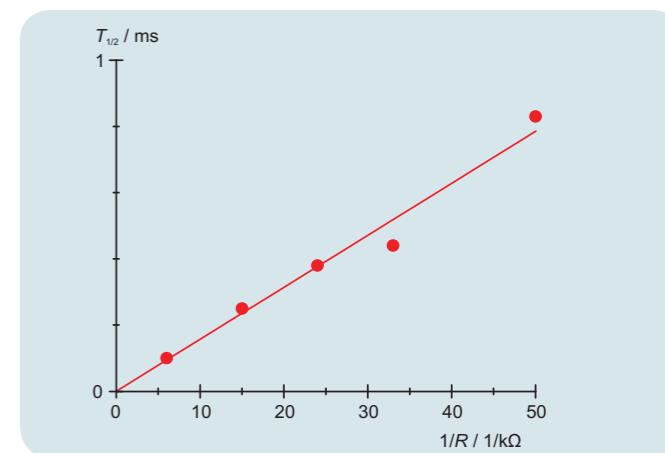


Рис. 2: Зависимость полупериода $T_{1/2}$ от величины, обратной сопротивлению R .

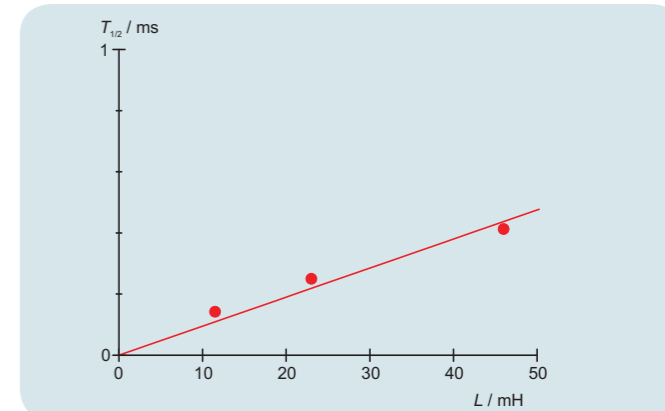


Рис. 3: Зависимость полупериода $T_{1/2}$ от индуктивности L

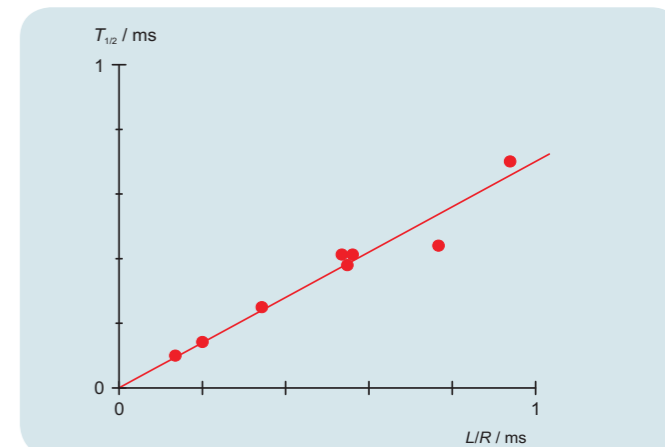


Рис. 4: Зависимость полупериода $T_{1/2}$ от $\frac{1}{R}$