
**ПОРЯДОК
ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА**

- Измерить индуцированное напряжение как функцию числа витков N индукционной катушки.
- Измерить индуцированное напряжение как функцию площади поперечного сечения A индукционной катушки.
- Измерить индуцированное напряжение как функцию амплитуды I_0 переменного тока, прикладываемого для индукции.
- Измерить индуцированное напряжение как функцию частоты f переменного тока, прикладываемого для индукции.
- Измерить индуцированное напряжение как функцию формы волны переменного тока, прикладываемого для индукции.



Технические сведения об оборудовании изложены на сайте 3bscientific.com

1
ЦЕЛЬ ОПЫТА

Измерение напряжения, возникающего в индукционной катушке

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Если замкнутый проводящий контур с числом витков N находится в цилиндрической катушке, через которую течет переменный ток, переменный магнитный поток, проходящий через проводящий контур, индуцирует электрическое напряжение. Это индуцированное напряжение зависит от числа витков, площади поперечного сечения проводящего контура, а также от частоты, амплитуды и формы сигнала переменного тока, подаваемого на катушку возбуждения. Эти зависимости выявляются и сравниваются с теорией.

ТРЕБУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Количество	Наименование	№ по каталогу
1	Набор из трех индукционных катушек	U122501
1	Катушка возбуждения, 120 мм	U12253
1	Подставка для цилиндрических катушек	U8496150
1	Прецизионный резистор, 1 Ом	U51004
1	Генератор сигналов различной формы FG 100 (230 В, 50/60 Гц) Генератор сигналов различной формы FG 100 (115 В, 50/60 Гц)	U8533600-230 или U8533600-115
1	USB-осциллограф 2x50 МГц	U112491
2	Высокочастотный соединительный шнур, разъем BNC/4 мм	U11257
1	Пара безопасных проводов для опытов, 75 см, черный цвет	U13812
1	Пара безопасных соединительных проводов для опытов, 75 см, красный/синий цвет	U13816

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

Любое изменение магнитного потока, проходящего через замкнутый проводящий контур с N витками, индуцирует электрическое напряжение в упомянутом контуре. Такое изменение вызывается, например, если проводящий контур расположен в цилиндрической катушке, через которую течет переменный ток.

В соответствии с законом электромагнитной индукции Фарадея к индуцированному напряжению, зависящему от величины изменения, применимо следующее:

$$(1) \quad U(t) = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt}(t)$$

Магнитный поток Φ через площадь A определяется по формуле:

$$(2) \quad \Phi = B \cdot A$$

B : плотность магнитного потока, если магнитный поток с плотностью B проходит через площадь A перпендикулярно. Следовательно, из уравнения (1) получаем:

$$(3) \quad U(t) = -N \cdot A \cdot \frac{dB}{dt}(t)$$

Катушка возбуждения создает в проводящем контуре магнитный поток следующей плотности:

$$(4) \quad B = \mu_0 \cdot \frac{N_F}{L_F} \cdot I$$

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$: магнитная проницаемость вакуума, N_F : число витков в катушке возбуждения, L_F : длина катушки возбуждения, I : ток, протекающий через катушку возбуждения

Соответственно, из уравнения (3) мы получаем:

$$(5) \quad U(t) = -\mu_0 \cdot N \cdot A \cdot \frac{N_F}{L_F} \cdot \frac{dI}{dt}(t)$$

В опыте сначала используется генератор сигналов различной формы для подачи синусоидального сигнала на катушку возбуждения. Амплитуда I_0 тока $I(t)$ задается катушкой возбуждения с помощью резистора, подключенного последовательно между катушкой и генератором. Амплитуда U_0 индуцированного напряжения $U(t)$ измеряется как функция числа витков N и площади поперечного сечения A индукционных катушек, а также частоты f синусоидального сигнала и амплитуды I_0 тока, протекающего через катушку возбуждения. Кроме синусоидального сигнала, на катушку возбуждения также подается сигнал треугольной и квадратной формы для получения индуцированного напряжения в катушке с фиксированным числом витков и площадью поперечного сечения, а также с постоянной частотой, для каждого случая измерения создается снимок экрана.

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Для синусоидального тока:

$$I = I(t) = I_0 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t),$$

применимо следующее выражение:

$$U(t) = U_0 \cdot [-\cos(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)],$$

где:

$$U_0 = 2 \cdot \pi \cdot \mu_0 \cdot \frac{N_F}{L_F} \cdot N \cdot A \cdot I_0 \cdot f$$

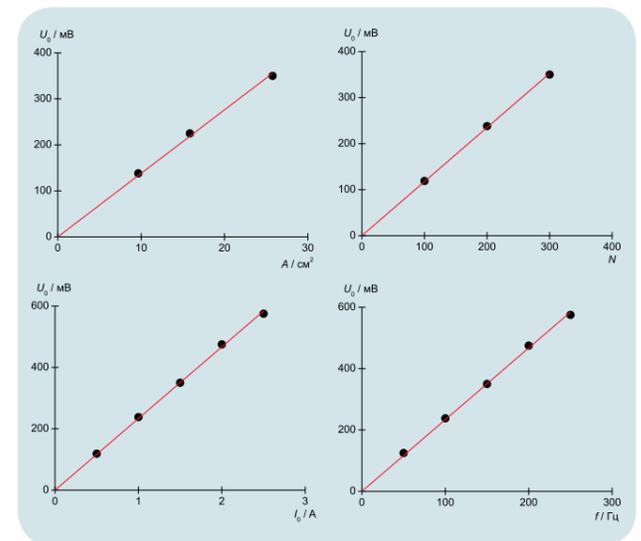


Рис. 1. Амплитуда индуцированного напряжения как функция числа витков и площади поперечного сечения индукционной катушки, а также амплитуды тока, проходящего через катушку возбуждения, и частоты синусоидального сигнала, подаваемого на катушку возбуждения.

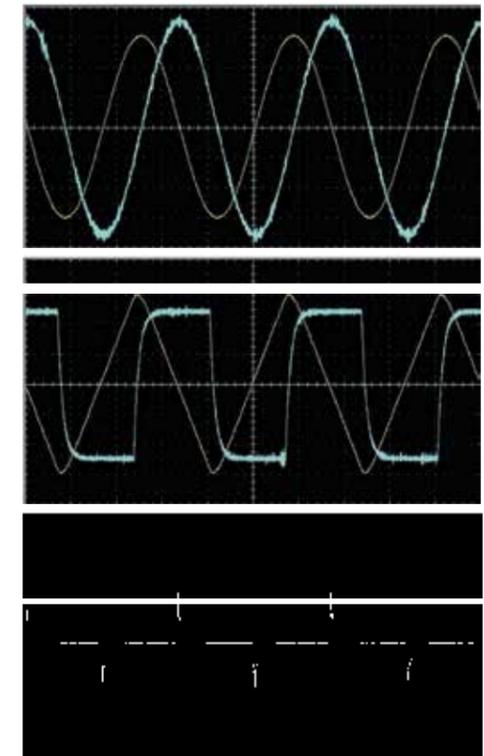


Рис. 2. Снимки экрана с характеристиками индуцированного напряжения как функции времени для сигналов синусоидальной (вверху слева), треугольной (вверху справа) и квадратной (внизу) формы, подаваемых на катушку возбуждения.