

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Наложение магнитных полей с одинаковыми и разными частотами и наблюдение смещения сфокусированного пятна на экране трубки.
- Формирование замкнутых фигур Лиссажу.
- Проверка частоты напряжения питания от сети.

ЦЕЛЬ ОПЫТА

Демонстрация наложения магнитных полей в вакууме

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Отсутствие интерференции при наложении магнитных полей друг на друга в вакууме демонстрируется с помощью электронно-лучевой трубки (трубки Брауна). Это осуществляется путем наблюдения смещений сфокусированного пятна на люминесцентном экране трубки. Опыт можно расширить, рассмотрев также и переменные магнитные поля с одинаковыми и различными частотами. Фигуры Лиссажу, наблюдаемые на экране, зависят в первую очередь от отношения между частотами двух магнитных полей и соотношения их фаз.

НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Кол-во	Наименование	№ по каталогу
1	Учебный осциллограф	U8481350
1	Источник питания пост. тока с напряжением 0–500 В (230 В, 50/60 Гц)	U33000-230 или
	Источник питания пост. тока с напряжением 0–500 В (115 В, 50/60 Гц)	U33000-115
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	Источник питания перем./пост. тока, 0–12 В, 3 А, стаб. (230 В, 50/60 Гц)	U8521105-230 или
	Источник питания перем./пост. тока, 0–12 В, 3 А, стаб. (115 В, 50/60 Гц)	U8521105-115
1	Набор из 15 безопасных соединительных проводов для опытов длиной 75 см	U138021

2

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ

Трубку Брауна можно использовать для демонстрации принципа суперпозиции магнитных полей в вакууме путем наблюдения отклонения пучка в магнитном поле. Также очень полезно провести опыты с переменными магнитными полями, поскольку пучок электронов следует за изменениями магнитного поля без какой-либо существенной задержки по времени.

В этом опыте две одинаковых токопроводящих катушки размещаются снаружи электронно-лучевой трубки (трубки Брауна) и отклонение пучка электронов в магнитных полях катушек наблюдают на люминесцентном экране осциллографа в виде смещений сфокусированного пятна. Магнитное поле горизонтальной катушки вызывает смещение пучка в вертикальном направлении, а вертикальная катушка вызывает смещение по горизонтали.

Если переменное магнитное поле с частотой сети электропитания подать на одну из катушек, сфокусированное пятно растягивается в вертикальную или горизонтальную линию. Если затем обе катушки подключить параллельно к источнику переменного напряжения, на экране появится прямая линия под углом 45° к вертикали, а если катушки подключить в противофазе, линия пройдет под углом -45°, так как смещения, создаваемые двумя магнитными полями, налагаются друг на друга.

Опыт можно расширить, изучив эффекты, возникающие при использовании переменных магнитных полей различных частот. Фигуры Лиссажу, которые появляются на экране, зависят в первую очередь от отношения между частотами двух магнитных полей и соотношения их фаз. Когда отношение частот является целым числом или простой дробью, формируются замкнутые фигуры. Их конкретная форма также зависит от разности фаз магнитных полей. Например, на рисунке 1 показаны фигуры Лиссажу при отношении частот 5:1.

Если отношение частот лишь немного отличается от простого рационального числа, мы наблюдаем на экране замкнутую фигуру, которая меняется во времени, при этом скорость изменения тем меньше, чем меньше отношение частот отличается от простого числа. В этом опыте такое поведение кривых используется для проверки частоты сети электропитания. Для этого одна катушка подключается к трансформатору, работающему с частотой сети, а вторая катушка подключается к генератору сигналов, чью выходную частоту можно точно измерить.

ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ

Частота генератора регулируется по отношению к частоте сети электропитания ν , пока не будет получена частота ν_5 , которая дает самое медленное изменение фигуры Лиссажу, соответствующей отношению частот 5:1.

Затем рассчитывается частота сети ν как:

$$\nu = \frac{\nu_5}{5}$$

Точность измерения составляет $\pm 0,01$ Гц, поскольку ν_5 может быть отрегулирована с точностью $\pm 0,05$ Гц.

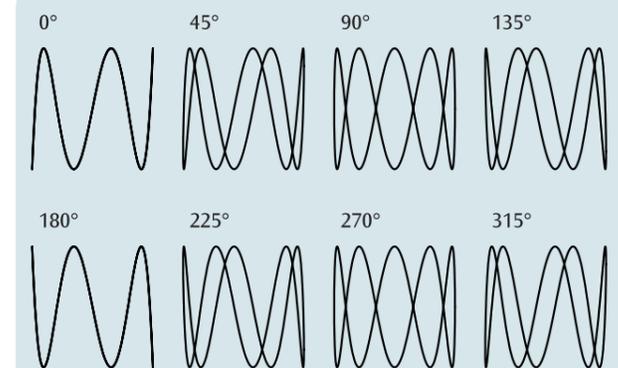


Рис. 1: Фигуры Лиссажу для отношения частот 5:1 при разности фаз 0°, 45°, 90°, ...