

Осциллографические методы измерения частоты.

Цель: понять причину получения на экране фигур Лиссажу, оценить точность измерения частот этим методом; научиться использовать возможности этого метода наблюдать искажения формы колебаний.

Оборудование: генератор звуковой частоты; осциллограф, регулируемый источник питания для получения эталонной частоты 50 Гц.

Содержание и метод выполнения работы.

Общие сведения: широкое распространение при измерении частоты синусоидальных и импульсных периодических сигналов получили осциллографические методы измерений. Это объясняется возможностью их использования в широком диапазоне частот (10 – 20 мГц), простотой и достаточно высокой точностью результатов измерений. Эти методы относятся к методам сравнения, при которых частота исследуемого сигнала определяется путём сравнения с частотой образцового генератора. При этом в качестве индикаторного устройства используется осциллограф. В этой работе используется метод интерференционных фигур (фигур Лиссажу).

При изменении частоты синусоидальных или импульсных периодических сигналов синусоидальный сигнал образцового генератора

подаётся на вход канала горизонтального отклонения и используется для получения развёртки (разворачивания изображения по горизонтали), а сигнал измеряемой

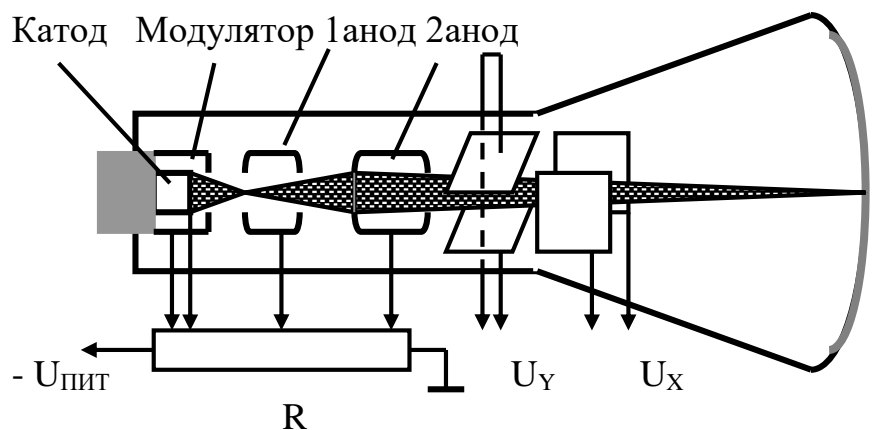


Рис 1.

частоты – на вход вертикального отклонения (рис 1). Частоту образцового генератора изменяют до тех пор, пока на экране электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) осциллографа не будет получено устойчивое изображение какой-нибудь фигуры – фигуры Лиссажу. Устойчивое изображение фигуры наблюдается лишь в том случае, когда частоты сигналов исследуемого и образцового генераторов равны или относятся друг к другу как целые числа. Если сигнал исследуемой частоты гармонический, то при равенстве частот на

экране наблюдается простейшая фигура – эллипс (частный случай - окружность или прямая линия).

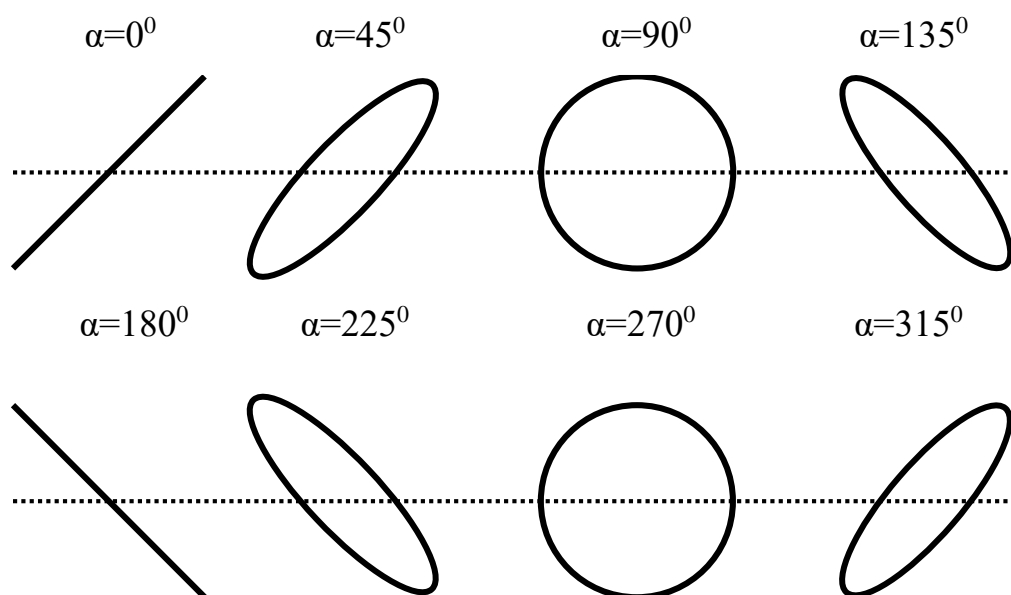
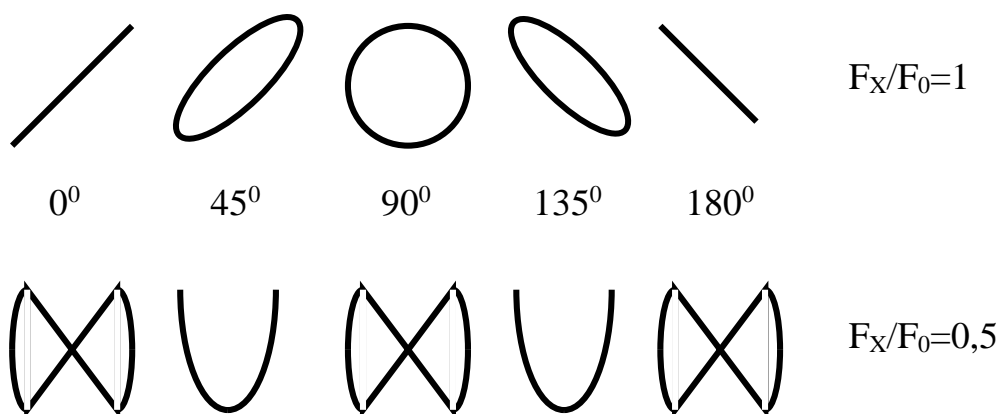


Рис 2

По форме фигур Лиссажу можно определить отношение частот. Для этого мысленно вписывают фигуру в прямоугольник так, чтобы петли фигуры касались его сторон. Число точек касания фигурой сторон прямоугольника



даёт отношение частот напряжений, отклоняющих электронный луч по этим направлениям. Определить частоту можно по формуле:

$$f_x = \frac{n}{m} f_o,$$

где n – число точек касания фигуры Лиссажу с вертикальной линией;

m – число точек касания фигуры Лиссажу с горизонтальной линией.

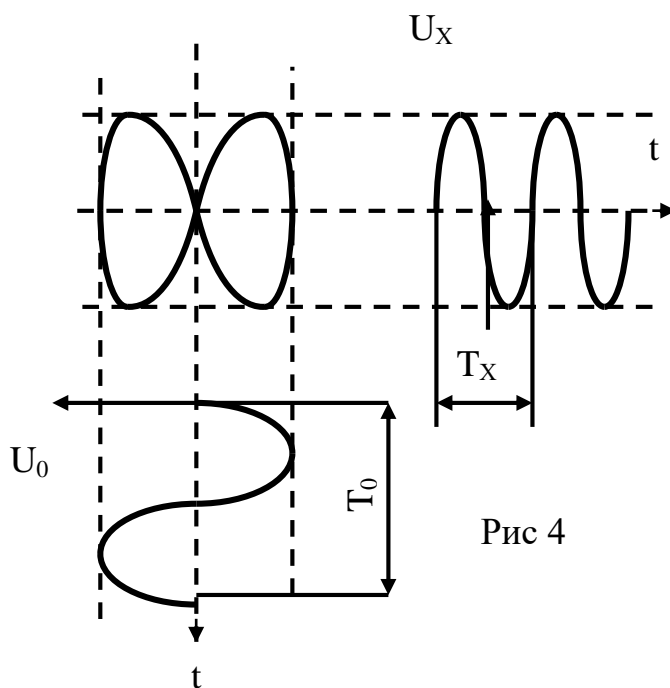
При небольшой разнице частот фигура на экране медленно вращается, проходя все фазовые соотношения от 0 до 360° . Разницу частот Δf можно определить, если заметить время изменения фазы на 360° , т.е. период T . Тогда $\Delta f = 1/T$. Так можно определить разность частот до долей герца.

Погрешность измерения частоты методом интерференционных фигур зависит от точности градуировки генератора образцовой частоты и от стабильности сравниваемых частот.

Абсолютная погрешность измерения частоты определяется в основном погрешностью установки частоты образцового генератора.

Фигуру Лиссажу можно построить, графически получая геометрическое место точек U_x и U_0 на плоскости XOY , если каждая точка соответствует одному и тому же моменту времени.

Практический способ построения приведён на рис 4.



Порядок выполнения работы.

1. Включить питание осциллографа и звукового генератора и дать им прогреться 4 – 5 минут.

2. В качестве источника стабильных колебаний (эталонной частоты) в этой работе применяется сеть промышленной частоты (6 В, 50 Гц).

3. Установите на звуковом генераторе частоту 50 Гц и получите на экране осциллографа устойчивое изображение фигуры Лиссажу. Обратите внимание на слегка искажённую форму окружности.

4. Прокалибруйте шкалу генератора на частотах 25; 50; 100; 150 и 200 Гц. Все полученные данные занесите в таблицу.

Контрольные вопросы.

1. Объясните причины возникновения на экране фигур Лиссажу.
2. Оцените точность данного метода измерения частот.
3. Объясните причины искажений формы окружности.