

## Лабораторная работа №12.

### 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 частоты – на вход вертикального отклонения (рис 1). Частоту образцового генератора изменяют до

тех пор, пока на экране электронно-лучевой трубы (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).

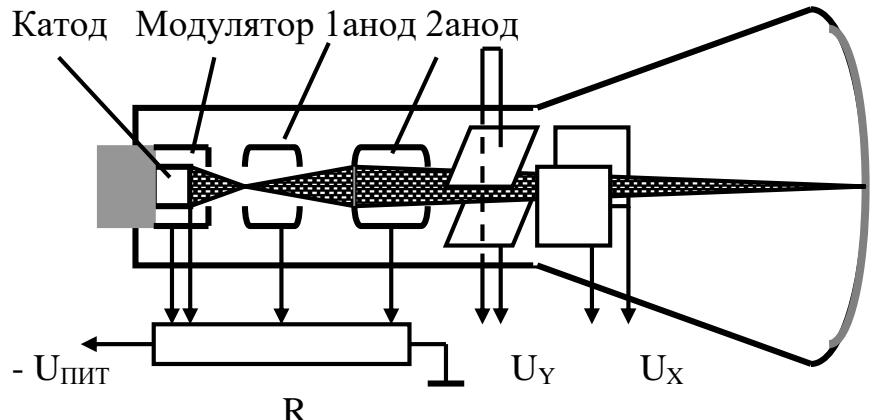


Рис 1.

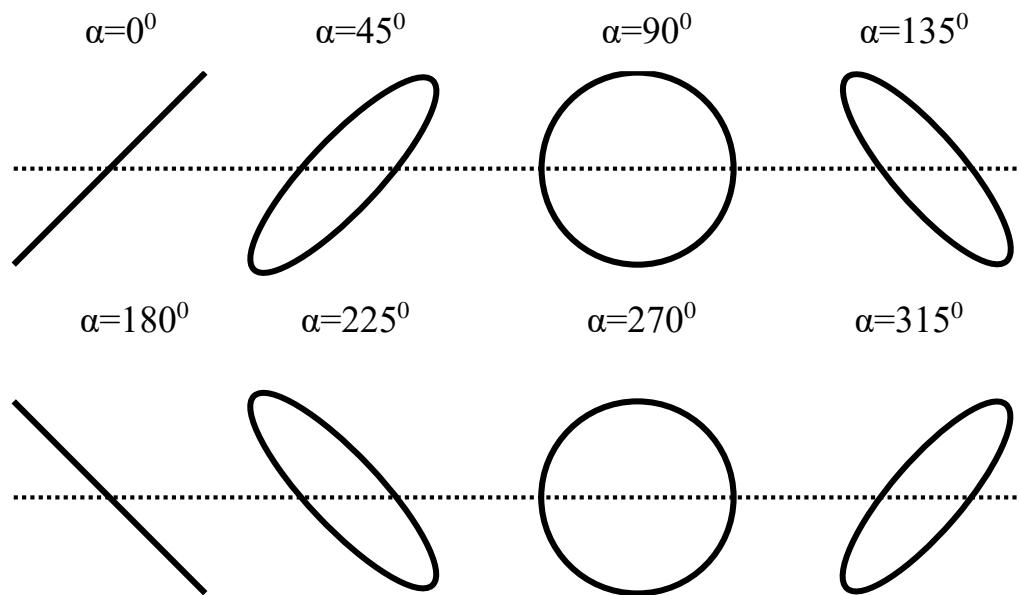
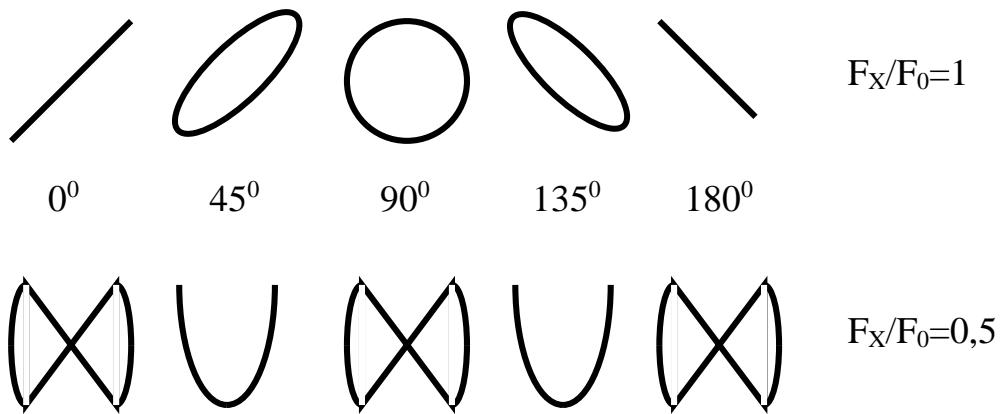


Рис 2

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  $360^0$ . Разницу частот  $\Delta f$  можно определить, если заметить время изменения фазы на  $360^0$ , т.е.

период Т. 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 ХОY, если каждая точка соответствует одному и тому же моменту времени.

Практический способ построения приведён на рис 4.

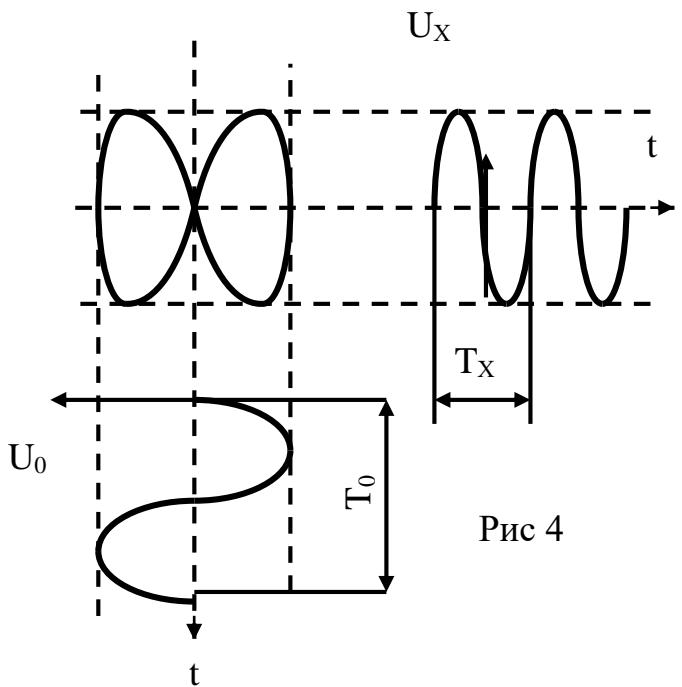


Рис 4

### 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. Получите фигуры Лиссажу на частотах 25; 50; 100; 150 и 200 Гц звукового генератора. Зарисуйте получаемые фигуры на данных частотах.
5. Для одной из частот, добейтесь что бы фигура медленно вращалась, для этого эксперимента из вращения фигуры Лиссажу определите разность частот  $\Delta f$ .

### Контрольные вопросы.

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