

I. 58. Фигуры Лиссажу

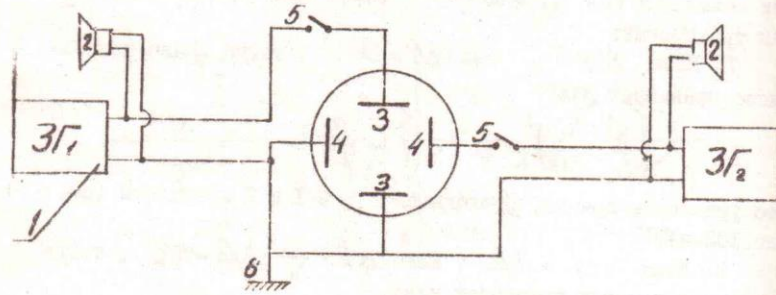


Рис. 103. 1 - звуковые генераторы ЗГ-34, 2 - громкоговорители, 3, 4 - пластины осциллографа для вертикального и горизонтального наклона, 5 - выключатели, 6 - заземление.

Этот опыт показывает результирующую картину после сложения двух взаимно перпендикулярных колебаний с любым соотношением частот $\nu_1 : \nu_2$ (рис. 103).

Сначала устанавливаются у звуковых генераторов 1 одинаковые частоты, например, 50 Гц. Эту частоту в виде звуковых волн передают громкоговорители 2, которая воспринимается на слух. Замыкается после этого один из ключей 5 и сигнал от звукового генератора подается на пластины вертикального отклонения. На экране наблюдается прямая линия вдоль оси "У". При помощи усилителя осциллографа по оси "У" устанавливается длина равная 2/3 от диаметра экрана. При этом и во время демонстрации генератор развертки осциллографа должен быть выключен!

Отключается сигнал от клемм "У", а замыкается второй ключ 5, через который сигнал от другого звукового генератора подается на пластины горизонтального наклона. Этот сигнал также устанавливается длиной равной $2/3$ от диаметра экрана.

После такой подготовки замыкаются оба ключа и на осциллокоп подводятся два взаимно перпендикулярных колебания с одинаковыми частотами или отношением частот $1:1$. В зависимости от разности начальных фаз колебаний на экране наблюдается или прямая, или эллипс, или круг (см. опыт "Сдвиг фаз"). Если разность начальных фаз меняется со временем, тогда на экране видна смена фигур: прямая переходит в эллипс, эллипс - в круг, круг - опять в прямую и т.д. (см. рис. 104 при отношении частот $1:1$, но с различной разностью начальных фаз).

Теперь, медленно изменяя частоту одного генератора, наблюдается и изменение высоты звуковых волн из соответствующего громкоговорителя. На экране осциллокопа видно, как электронный луч рисует сложные петли, форма которых непрерывно меняется. Это наблюдается до того, пока отношение частот не становится целочисленным, например, $1:2$, $1:3$, $2:3$ и т.д. При целочисленном отношении частот на экране появляется одна из конкретных фигур Лиссажу. В связи с изменением разности начальных фаз вид фигур может немного изменяться (см. рис. 104).

При сложении двух взаимно перпендикулярных колебаний, траектория результирующего движения называется фигурой Лиссажу. Если отношение частот исходных колебаний выражается как целое число, тогда результирующее колебание является периодическим, а не гармоническим, и сами фигуры Лиссажу - замкнутые. Каждому такому конкретному отношению частот соответствует своя индивидуальная фигура Лиссажу, вид которой на экране не меняется, если разность начальных фаз не зависит от времени: $\Delta\varphi \neq f(t)$. На рис. 104 показаны осциллограммы фигур Лиссажу при отношении частот $1:1$, $1:2$, $1:3$, $2:3$. Вид фигур Лиссажу зависит также от разности начальных фаз. Поэтому на рис. 105 показано как меняется вид фигур не только от отношения частот, но и от разности начальных фаз.

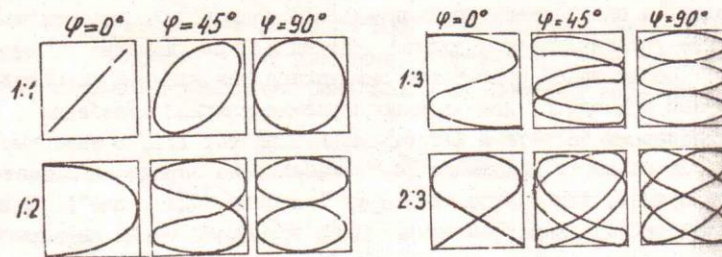


Рис. 104.

По конкретным осциллограммам фигур Лиссажу можно определить не только отношение частот, но и $\Delta\varphi$.

Иначе получается, если отношение частот слагаемых колебаний выражается как иррациональное число. Тогда результирующее колебание не является периодическим, а фигуры Лиссажу — замкнутыми (электронный луч на экране рисует сменяющиеся петли и только по истечении бесконечно большого времени луч возвращается в исходное состояние).