

Отчет по лабораторной работе №17

Осциллограф

Выполнил студент 410 группы
Сарафанов Ф. Г.

Нижний Новгород, 2016

Содержание

1. Описание лабораторной установки	2
1.1. ЭЛТ осциллографа	3
1.2. Блок развертки	4
1.3. Фигуры Лиссажу	8
2. Работа развертки осциллографа	9
2.1. Развертка сигнала	9
2.2. Бегущая развертка	12
3. Зоны синхронизации	14
3.1. Вывод	15

1. Описание лабораторной установки

Цель работы: ознакомление с устройством электронного осциллографа; изучение принципов работы развертки, усилителей вертикального и горизонтального каналов, получение фигур Лиссажу, изучение частотных свойств вертикального усилителя.

Оборудование: Осциллограф С1-1 (ЭО-7), генератор низкочастотных сигналов ГЗ-109

Приборные погрешности: Класс точности вольтметра - 2,5, погрешности генератора: $\Delta\nu = 2 + \frac{50}{\nu}$ (20–200 Гц), $\Delta\nu = 1 + \frac{50}{\nu}$ (200 Гц–200 кГц).

Электронный осциллограф — прибор, предназначенный в основном для исследования быстропротекающих процессов в электрических цепях (или не электрических процессов с помощью соответствующих преобразователей представленных в виде электрических сигналов).

В работе использован осциллограф С1-1 (ЭО-7). Его упрощенная блок-схема приведена на рисунке (рис. 1)

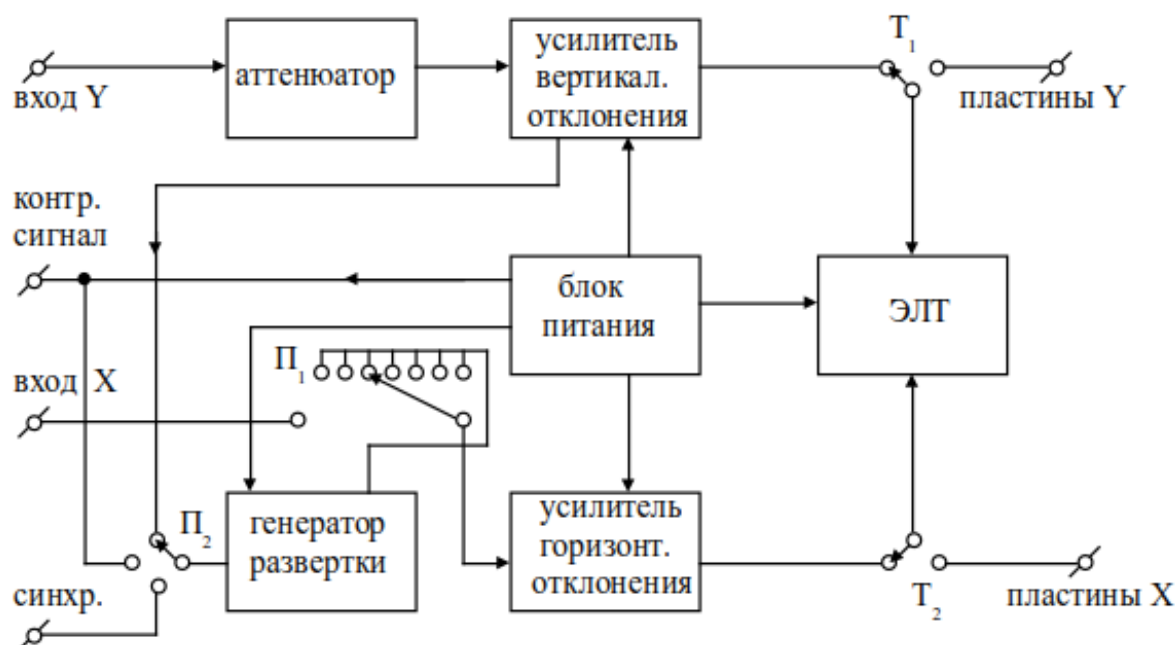


Рис. 1. Упрощенная блок-схема осциллографа

Основным элементом электронного осциллографа является электронно-лучевая трубка.

1.1. ЭЛТ осциллографа

Электронно-лучевая трубка (рис. 2) представляет собой стеклянный баллон с тщательно откаченным воздухом с металлическими электродами.

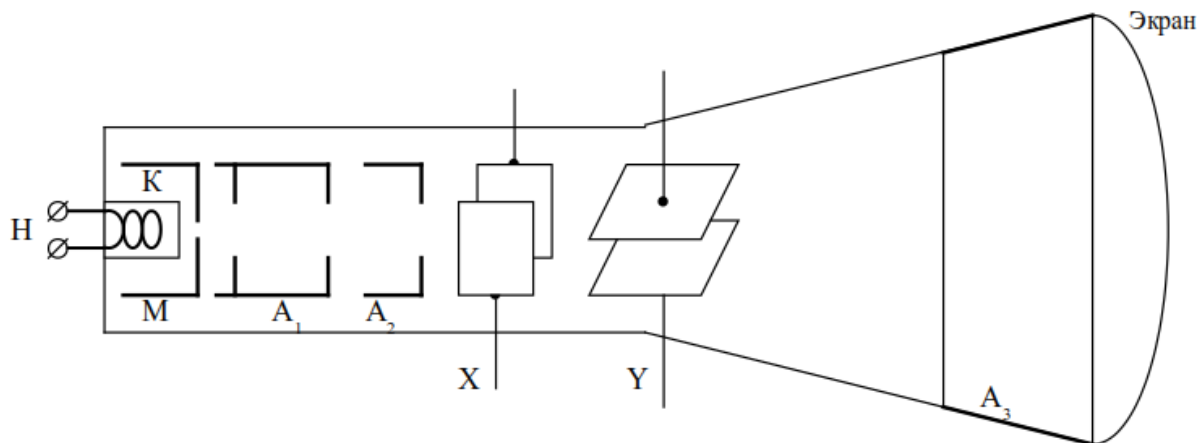


Рис. 2. Чертеж электронно-лучевой трубки осциллографа С1-1

Основными частями трубки являются:

- 1) электронная пушка
 - а) подогревный катод
 - б) модулятор
 - в) 1-й анод
 - г) 2-й анод
- 2) флуоресцирующий экран
- 3) отклоняющие пластины

Электронная пушка создает поток электронов и формирует этот поток в электронный луч.

Электронный луч, состоящий из быстро летящих электронов, направляется на флуоресцирующий экран.

Первый и второй аноды A_1 и A_2 имеют положительный потенциал относительно катода. Потенциал A_2 делается выше (1 – 2 кВ), чем потенциал A_1 (от 100 – 200 В).

Конфигурация и взаимное расположение анодов подбирается таким образом, что электрическое поле, действующее на электроны, ускоряет их и собирает в тонкий луч.

Действие электрического поля на поток электронов аналогично фокусированию светового потока оптической линзой.

Чем больше электронов в пучке, тем ярче будет пятно на экране. Величина тока в пучке регулируется напряжением на модуляторе. Фокусировка осуществляется изменением напряжения на первом аноде (изменяется конфигурация электрического поля и его фокусирующее действие).

Отклонение электронного луча производится с помощью электрических полей, создаваемых между парами взаимно-перпендикулярных отклоняющих пластин.

Для получения на экране формы исследуемого напряжения – осциллограммы, необходимо исследуемое напряжение подавать на вертикальные пластины, а по горизонтали заставить луч смещаться равномерно по времени, для чего на горизонтальные пластины подается пилообразное напряжение, снимаемое с генератора развертки.

Важным параметром трубки является ее чувствительность

$$\kappa = \frac{l_1 l_2}{U_{A2} d}$$

1.2. Блок развертки

Пилообразное напряжение, с помощью которого осуществляется равномерное во времени отклонение луча в горизонтальном направлении, вырабатывается генератором развертки.

Реальный ход изменения напряжения развертки, т.е. напряжения на конденсаторе, происходит, согласно теории электрических цепей, по экспоненциальному закону. Поэтому для получения подобного пилообразному напряжения можно брать только небольшой участок экспоненты, где она несильно отличается от прямой (рис. 3).

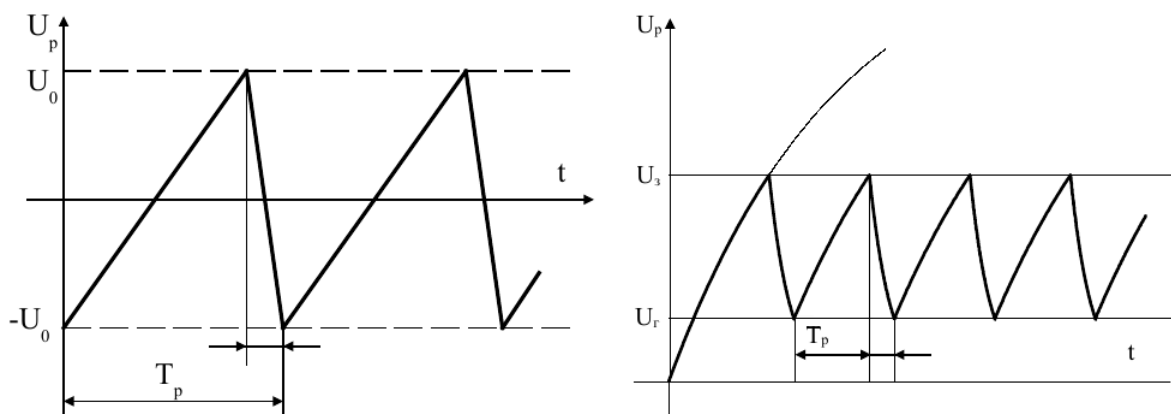


Рис. 3. Теоретическое пилообразное напряжение и реальное скалообразное

Генератор собран на газонаполненной лампе – тиратроне, которая имеет накаливаемый катод и управляющую сетку.

Пока напряжение на аноде тиратрона не достигнет определенной величины, носящей название напряжения зажигания U_3 , тиратрон практически не пропускает ток.

В это время конденсатор, включенный между анодом и катодом тиратрона, заряжается от источника через резистор.

Как только напряжение на конденсаторе (а, следовательно, и на аноде тиратрона) достигнет величины U_3 , тиратрон «зажигается», его сопротивление резко падает, и конденсатор быстро разряжается через тиратрон.

Разряд длится до тех пор, пока напряжение на конденсаторе (и на аноде тиратрона) не упадет до величины напряжения «гашения» U_r .

Тиратрон при этом закрывается, его сопротивление резко возрастает, а конденсатор вновь начинает заряжаться до величины U_3 и т.д.

Графическая иллюстрация этого процесса приведена на (рис. 3).

Легко понять, что осциллограмма будет устойчивой, если период напряжения развертки кратен периоду напряжения исследуемого сигнала, т.е. при условии:

$$T_p = n \cdot T_c, \quad (1)$$

где n – целое число.

Для получения неподвижной осциллограммы достаточно выполнения менее жесткого условия

$$m \cdot T_p = n \cdot T_c, \quad (2)$$

где m и n – целые числа.

Правда, в этом случае может получиться наложение друг на друга разных кусков осциллограммы. Например, для случая $m = 2$, $n = 3$ сигнал будет выглядеть так (для наглядности показан обратный ход луча):

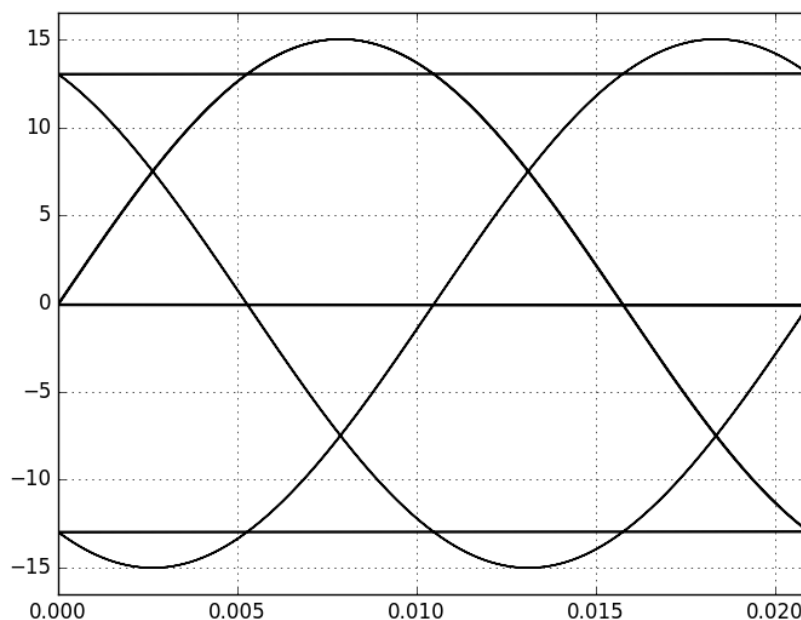
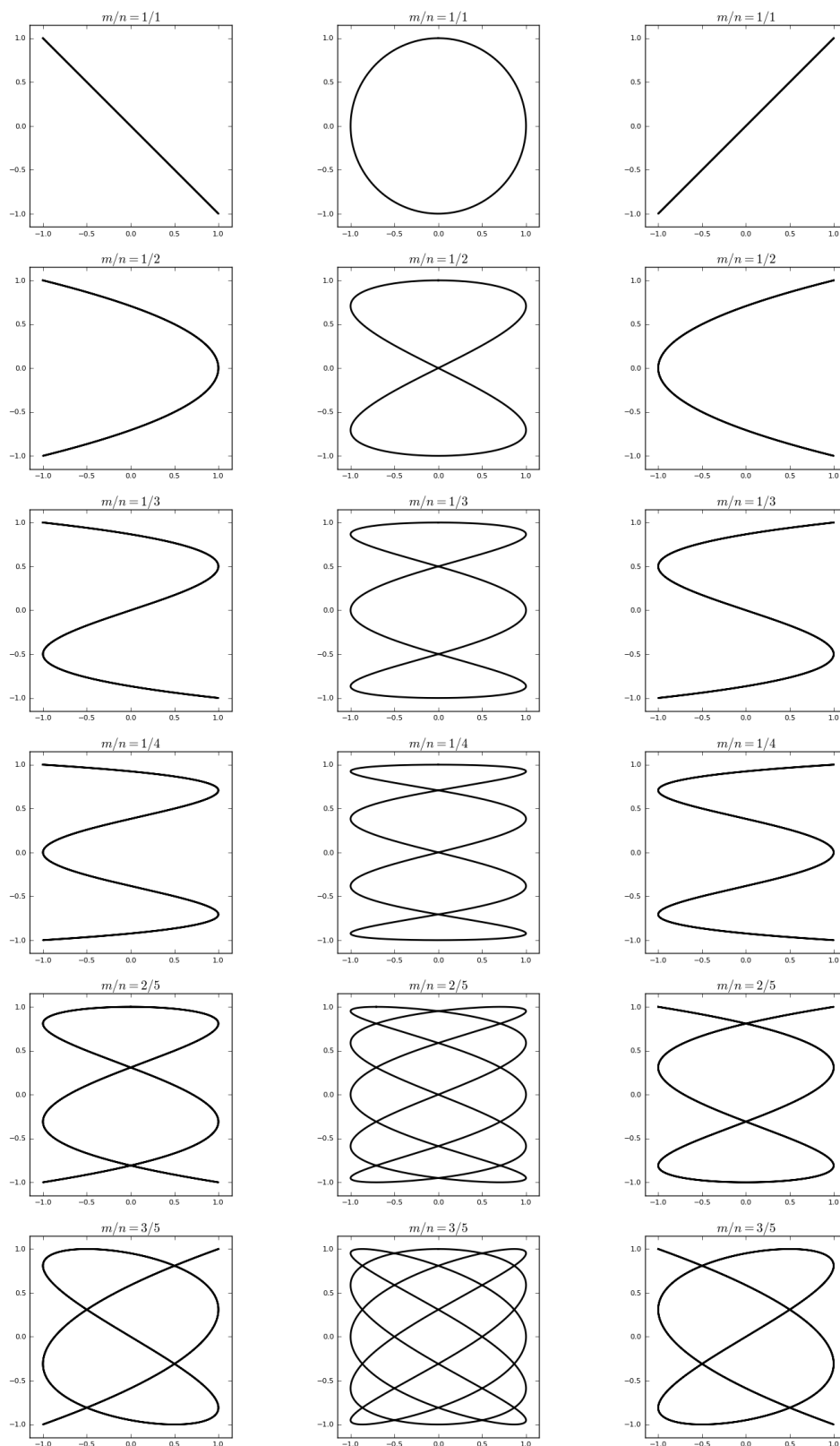


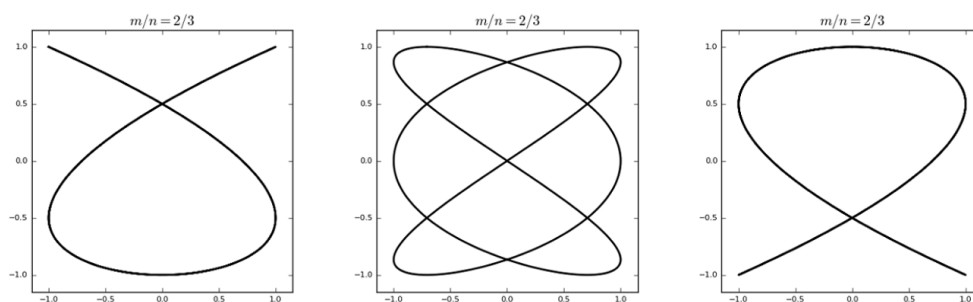
Рис. 4. Сигнал на экране осциллографа при $2T_p = 3T_c$

Глаз не будет видеть движение луча, если время послесвечения трубки – время свечения экрана после прекращения возбуждения его электронным лучом – больше периода развертки, и на экране будет видна сплошная линия.

Заметим также, что во время обратного хода на модулятор трубки поступает отрицательное напряжение, запирающее луч, поэтому обратный ход луча на экране трубки не виден.

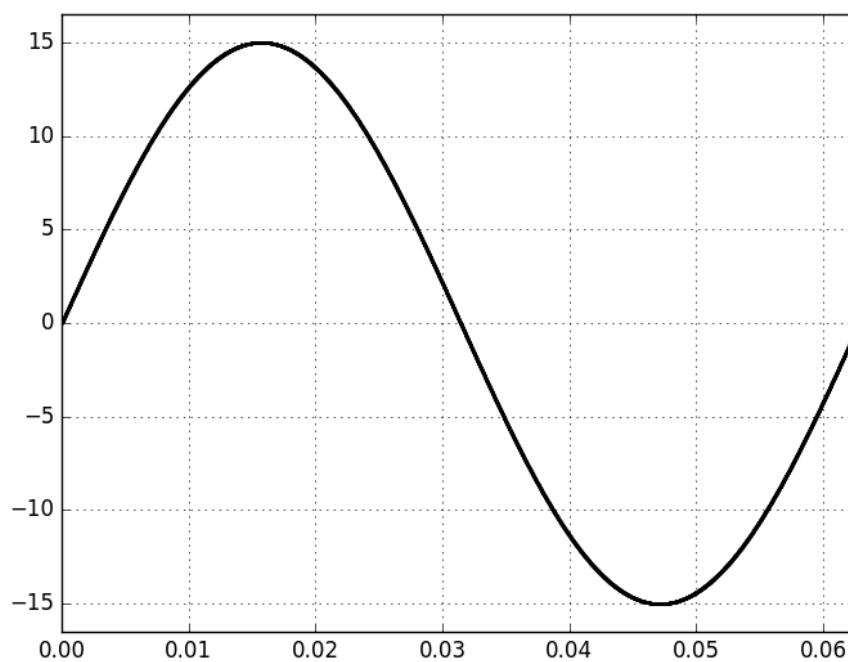
1.3. Фигуры Лиссажу

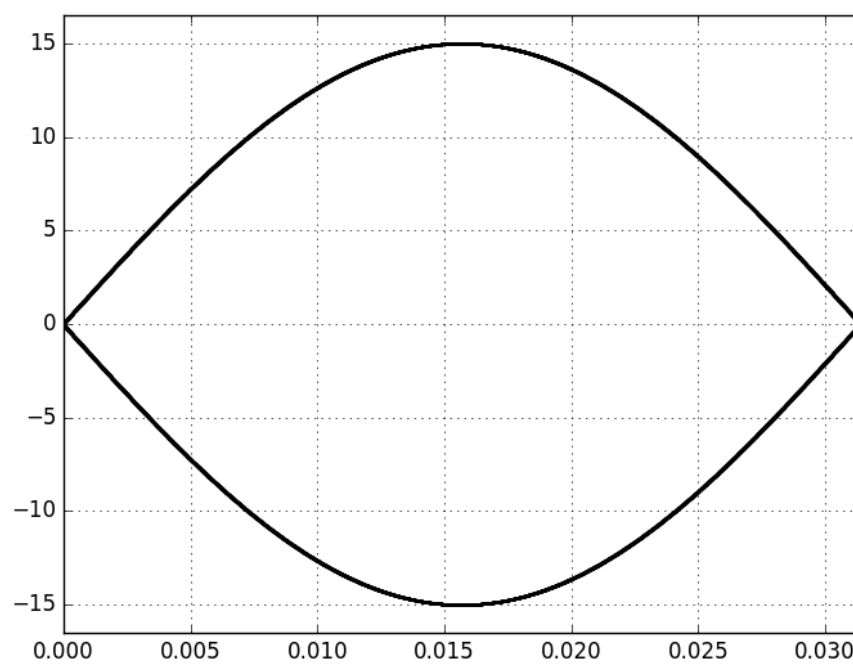
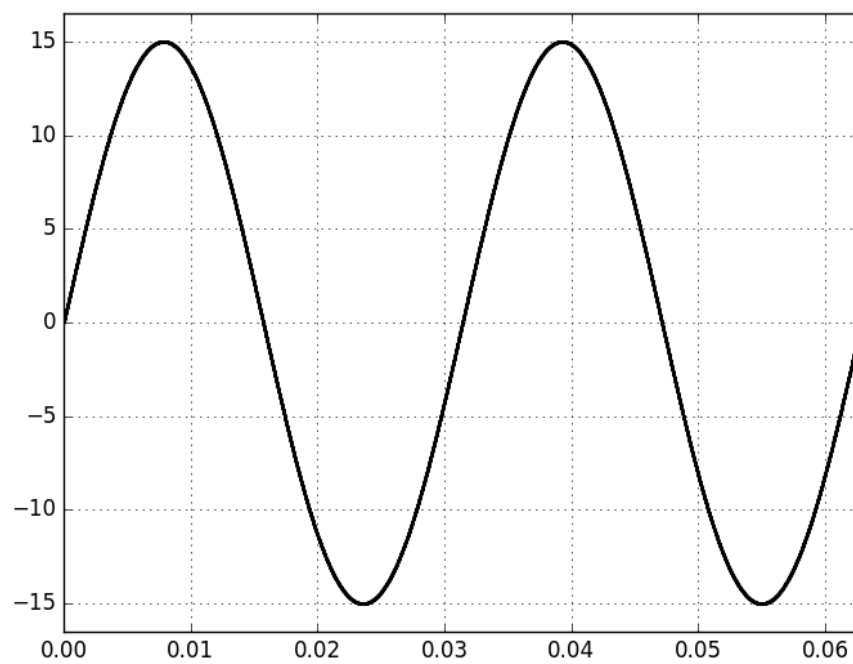
Рис. 5. Фигуры Лиссажу для $\frac{m}{n} = 1; 2; 3; 4; \frac{5}{2}; \frac{5}{3}$

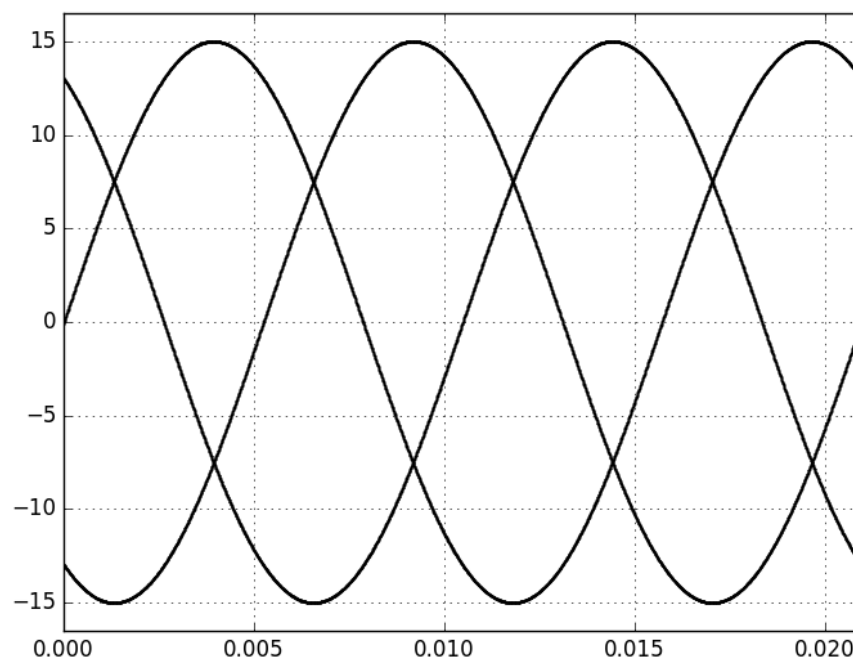
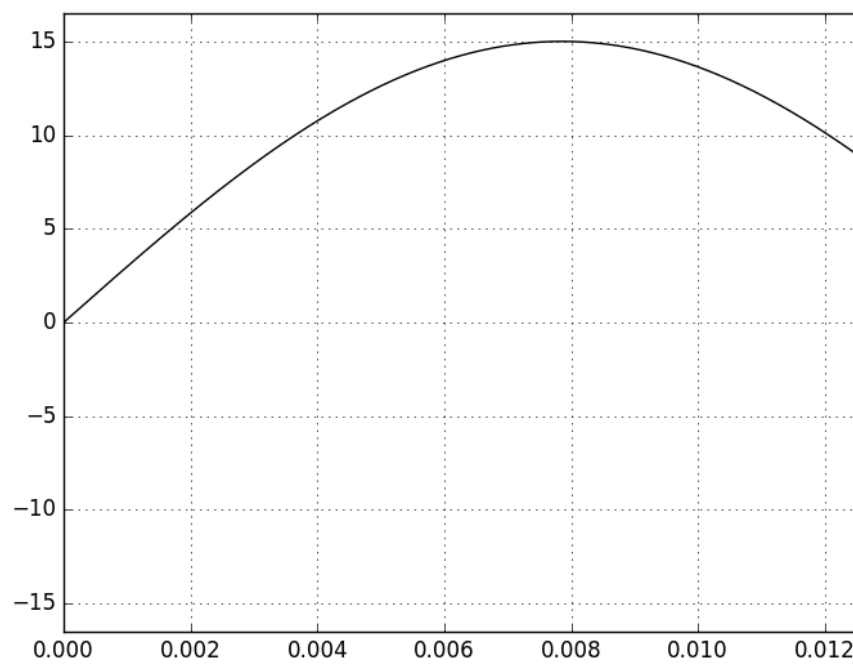
Рис. 6. Фигуры Лиссажу для $\frac{m}{n} = \frac{3}{2}$

2. Работа развертки осциллографа

2.1. Развертка сигнала

Рис. 7. Развертка сигнала для $\frac{m}{n} = \frac{1}{1}$

Рис. 8. Развертка сигнала для $\frac{m}{n} = \frac{1}{2}$ Рис. 9. Развертка сигнала для $\frac{m}{n} = \frac{2}{1}$

Рис. 10. Развертка сигнала для $\frac{m}{n} = \frac{3}{4}$ Рис. 11. Развертка сигнала для $\frac{m}{n} = \frac{5}{2}$

2.2. Бегущая развертка

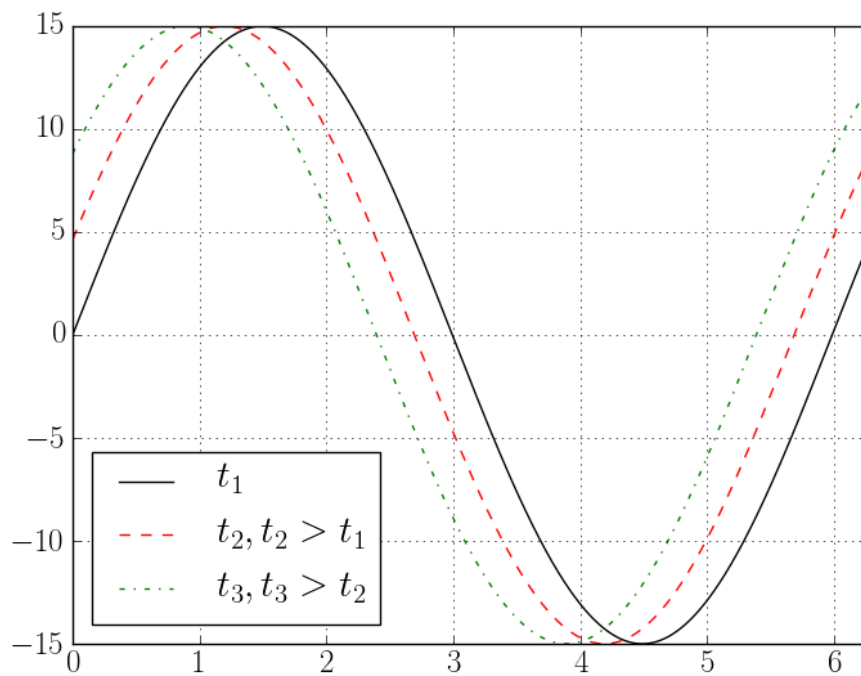
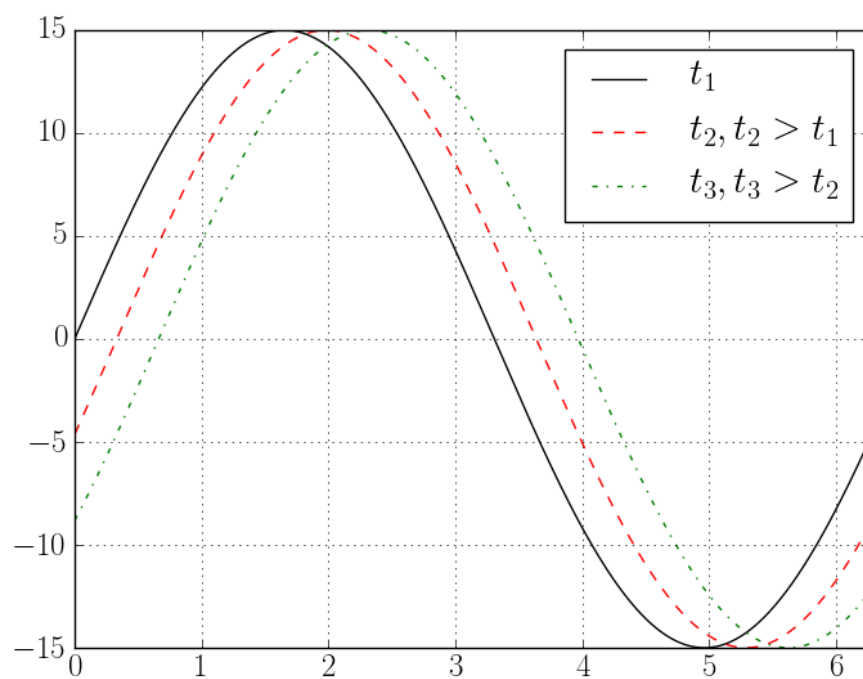


Рис. 12. Бегущая развертка при $\frac{m}{n} = \frac{1}{1.05}$

Рис. 13. Бегущая развертка при $\frac{m}{n} = \frac{1}{0.95}$

3. Зоны синхронизации

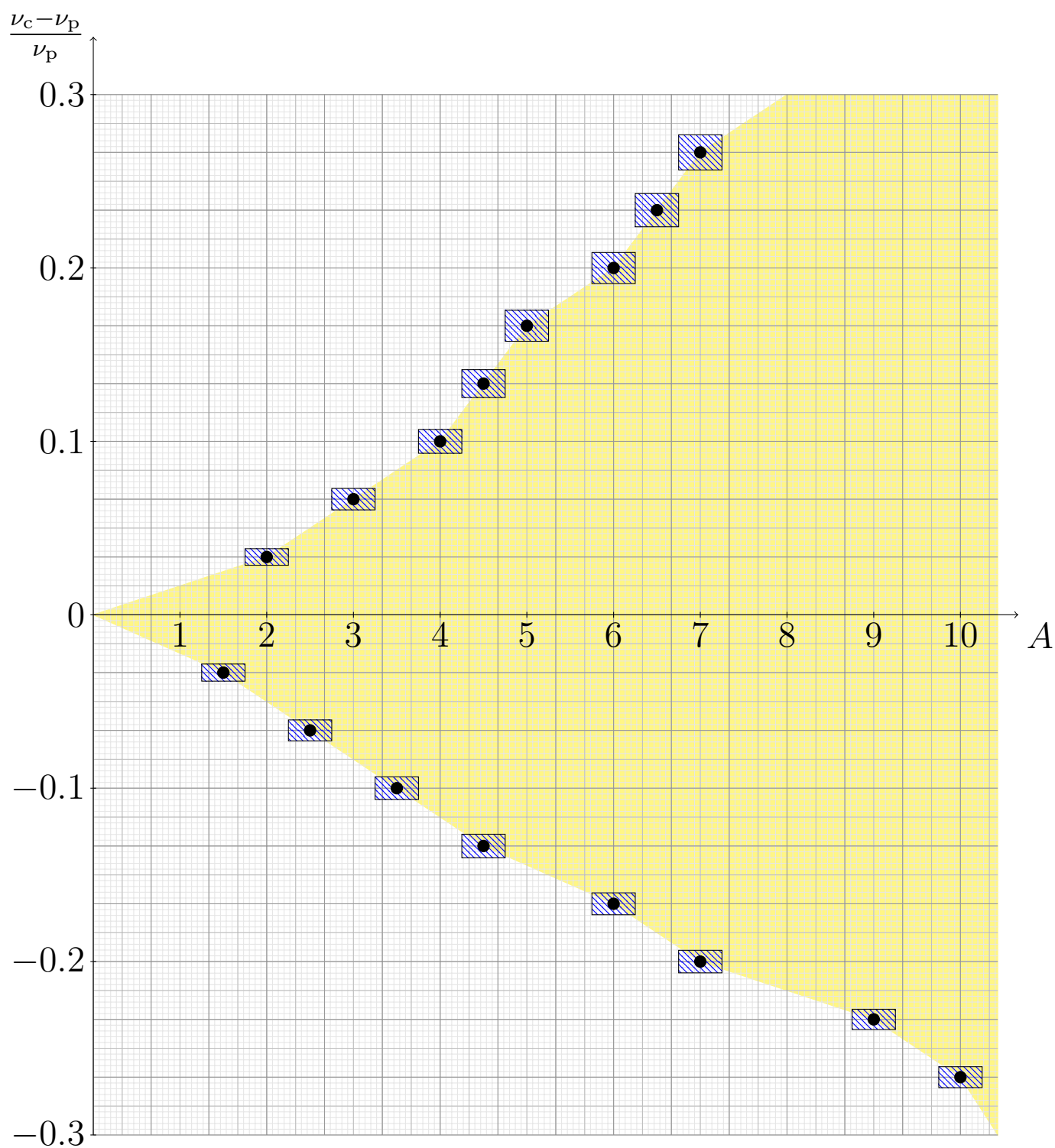


Рис. 14. Зоны синхронизации осциллографа. Диапазон частот - 20–200 Гц.

3.1. Вывод