

ВВЕДЕНИЕ.....	1
1. ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ ТРУБКА.....	2
1.1 ЭЛЕКТРОННАЯ ПУШКА.....	2
1.2 ПРИНЦИП ОБРАЗОВАНИЯ ОСЦИЛЛОГРАММЫ.....	4
2. БЛОК-СХЕМА ОСЦИЛЛОГРАФА.....	8
2.1. КАНАЛ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОТКЛОНЕНИЯ.....	8
2.2. КАНАЛ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ОТКЛОНЕНИЯ.....	8
2.3 КАЛИБРАТОР.....	10
3. ТЕХНИКА ОСЦИЛЛОГРАФИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ.....	10
3.3. ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ.....	10
3.4. ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ.....	11
3.5. ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ СИГНАЛА.....	11
3.6. ИЗМЕРЕНИЕ ФАЗОВЫХ СДВИГОВ.....	12
4. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	15

ВВЕДЕНИЕ

Осциллограф – это прибор, который позволяет наблюдать на экране форму электрических сигналов (то есть зависимость напряжения от времени) и измерять их параметры. Его преимуществом по сравнению с другими измерительными приборами являются наглядность восприятия информации и универсальность – можно измерять сразу несколько параметров сигнала. К недостаткам можно отнести небольшую точность (2-5%) и относительно большую трудоемкость измерений. С помощью осциллографа можно измерять все параметры любых сигналов, в то время как более точные специализированные приборы измеряют обычно какой-то один параметр, и, главное, рассчитаны только на сигнал определенной формы (наиболее распространены приборы для измерения параметров гармонических сигналов). Поэтому они могут давать большие и неконтролируемые погрешности при отклонении сигнала от "стандартного" вида. Таким образом, наличие осциллографа как контролирующего прибора необходимо и при

использовании других, более точных измерительных приборов, особенно, если вид сигнала не известен и может изменяться в процессе измерений.

По назначению и принципу действия осциллографы разделяются на универсальные аналоговые, цифровые, запоминающие, стробоскопические, скоростные и специальные. Данная задача посвящена ознакомлению с **универсальным осциллографом**.

Прежде, чем приступить к работе с любым прибором, необходимо изучить его техническое описание и инструкцию по эксплуатации. Однако у осциллографов различных типов есть много общего: общие принципы построения и работы, изучив которые, можно значительно быстрее разобраться в работе конкретного прибора. И при переходе в работе от одного вида осциллографа к другому не должны возникать серьезные затруднения.

1. ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ ТРУБКА.

Главным узлом любого осциллографа является электронно-лучевая трубка – ЭЛТ, поэтому осциллограф и называется электроннолучевым. Схематически устройство ЭЛТ показано на *рис.1*.

1.1 Электронная пушка

Электронная пушка создает и фокусирует электронный луч. С катода испускаются электроны, ускоряются в электрическом поле между катодом и вторым анодом. Далее, до экрана, они пролетают в области почти постоянного потенциала (равного U_{a2}). Потенциал создается токопроводящим слоем, нанесенным на стенки трубки. Соударяясь с флюоресцирующим слоем на внутренней поверхности экрана – люминофором, электроны вызывают его свечение.

Яркость свечения определяется количеством энергии в единицу времени, сообщенной электронами люминофору (т.е. кинетической энергией электронов и их плотностью в электронном луче). С экрана электроны "стекают" на положительный полюс источника питания. Люминофор не токопроводен, и электроны покидают экран либо за счет вторичной эмиссии, либо на экран наносится тонкий, прозрачный для быстрых электронов, слой металла (алюминия), соединяемый с положительным полюсом источника питания.

Катод помещен внутрь цилиндра с отверстием – это **управляющий электрод**, на него подается отрицательный (по отношению к катоду) потенциал. Изменяя его величину, можно регулировать число электронов в пучке, а значит, **яркость** свечения пятна на экране (ручка "яркость", "☀"). Фокусировка луча осуществляется анодами. Процесс подобен фокусировке световых лучей оптическими линзами, только линзы здесь образованы электростатическими полями между анодами. Регулируя напряжение на 1-м аноде, можно изменять

электростатические поля (фокусное расстояние линзы) и фокусировать электронный луч (ручка "•", "фокус").

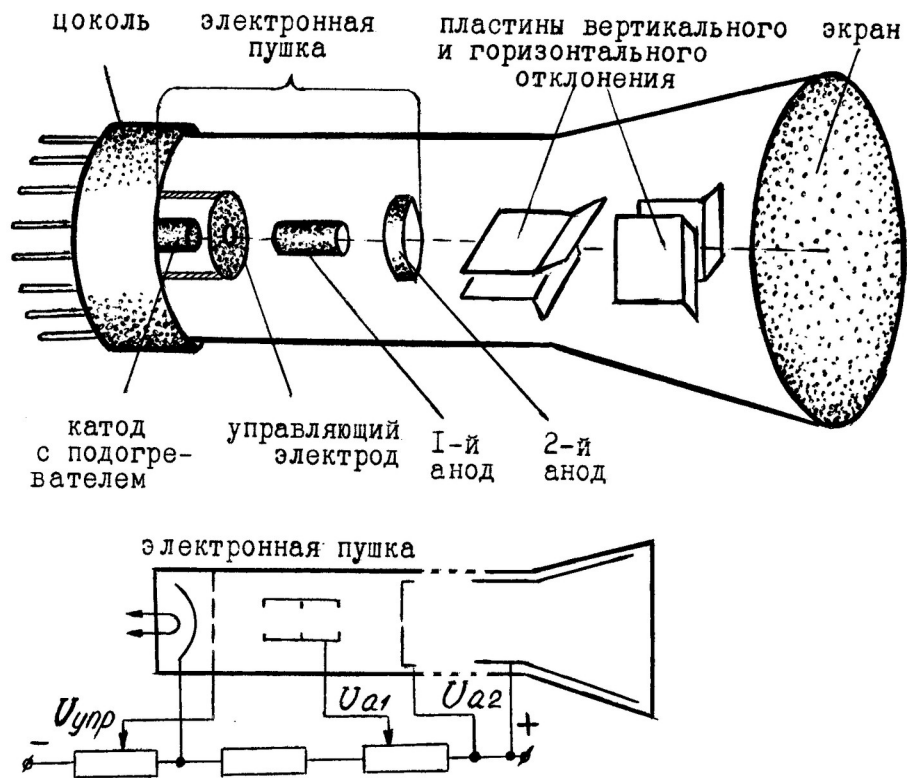


Рис. 1. Электронно-лучевая трубка.

Напряжения относительно катода: $U_{a2} = +800 \dots +5000 \text{ В}$,
 $U_{a1} = (50 \dots 80 \%) U_{a2}$,
 $U_{упр} = -20 \dots -90 \text{ В}$.

1.2 Принцип образования осциллограммы

Положение светового пятна на экране зависит от пары напряжений, приложенных к горизонтально – (X) и вертикально – (Y) отклоняющим пластинам.

Важным свойством осциллографа является линейность между напряжением, приложенным к паре отклоняющих пластин, и линейным отклонением электронного луча на экране электронно-лучевой трубки.

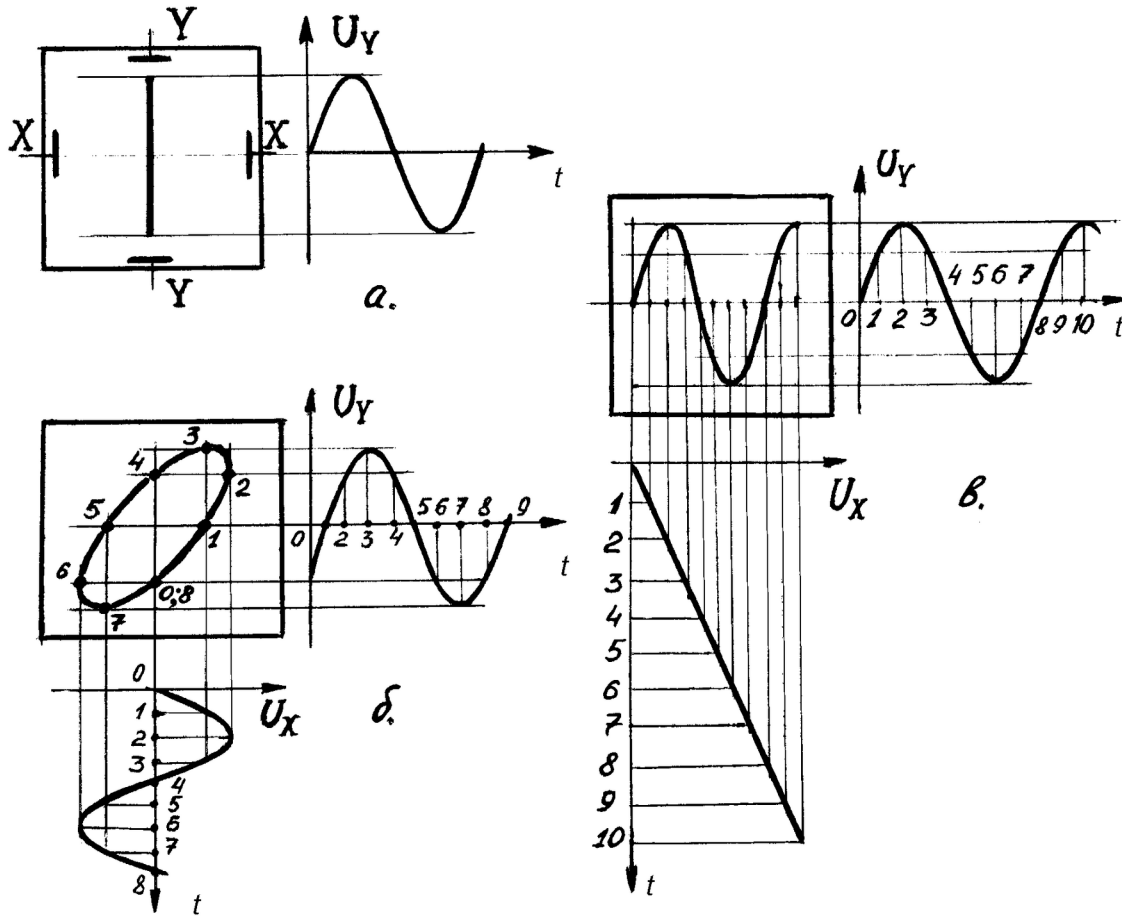
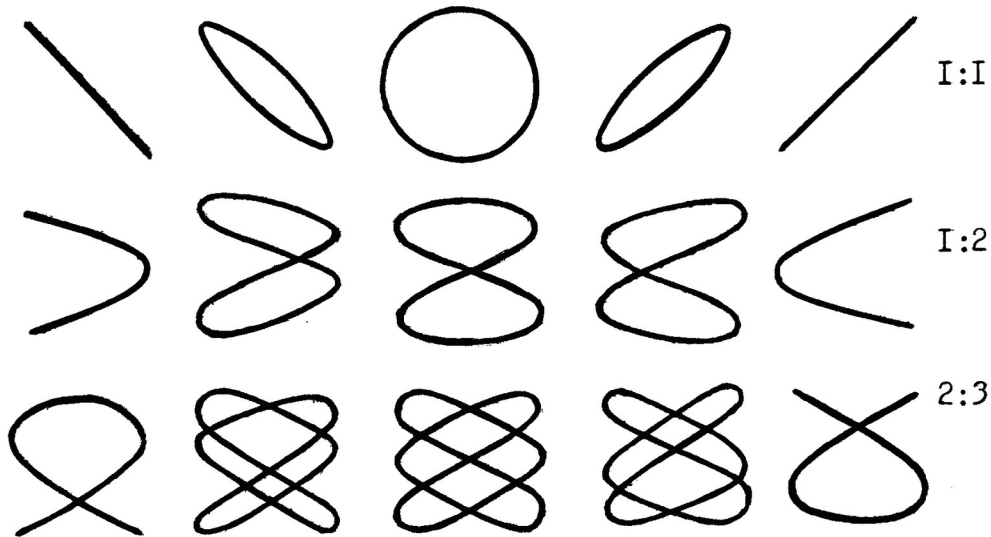


Рис. 3. Принцип образования осциллограммы

Если на Y-пластины подать переменное, например, синусоидальное, напряжение, то электронный луч начнет колебаться в вертикальном направлении. При достаточно большой частоте колебаний (20-50 Гц) электронный луч оставит на экране трубки светящуюся вертикальную линию (рис.3а). Аналогично, напряжение, поданное на горизонтально отклоняющие пластины – X, даст горизонтальную линию.

При одновременном воздействии переменных напряжений на обе пары пластин X и Y можно получить различные осциллограммы. Например, подавая на X и Y два синусоидальных сигнала с определенными соотношениями

соотношение частот ω_2 / ω_1



амплитуд и фаз, можно наблюдать замкнутые кривые, так называемые фигуры Лиссажу, изображенные на *рис.3б* и *рис.4*.

В обычных осциллографах для того, чтобы получить неподвижную картину, а не бегущую точку, необходимо, чтобы однократная осциллограмма не менее 10-50 раз в секунду повторялась (это связано с временем послесвечения люминофора и временем релаксации глаза) – и каждый раз приходилась бы на одни и те же точки экрана. Для этого надо:

1 - чтобы линейно возрастающее напряжение периодически повторялось – такое напряжение называется пилообразным (*рис.6*). Оно вырабатывается специальным генератором, который встроен в осциллограф. В зависимости от поставленной задачи можно пользоваться или этим генератором, или подавать на вход "X" любое необходимое вам напряжение (генератор пилообразного напряжения и блок синхронизации при этом отключается, положение "X" переключателя режимов развертки);

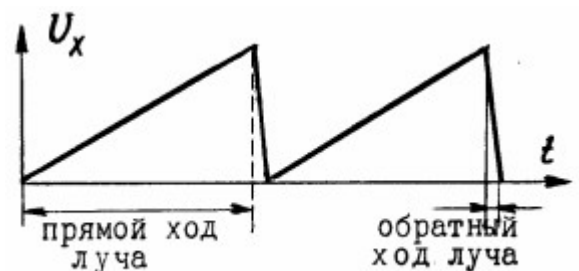


Рис. 6. Пилообразное напряжение. Во время обратного хода луч гасится.

2 - чтобы частоты пилообразного напряжения и исследуемого сигнала были равны или кратны друг другу (рис. 7). Добиться этого ручной регулировкой частоты практически невозможно из-за неизбежной нестабильности как периода развертки, так и периода сигнала. Кроме того, при ручной регулировке периода нарушается временной масштаб и становится невозможным измерение интервалов времени методом калиброванной развертки. Поэтому в осциллографе имеется **БЛОК СИНХРОНИЗАЦИИ**, выполняющий автоматическую подстройку периода развертки под исследуемый сигнал без изменения масштаба. Этот процесс – изменение частоты повторения пилообразного напряжения до значения, равного или кратного частоте сигнала U_y , называется синхронизацией.

В зависимости от того, как сигнал попадает в блок синхронизации, различают внутреннюю (• INT) и внешнюю (▪□ EXT) синхронизацию. В некоторых осциллографах существуют и другие режимы синхронизации, например, синхронизация от сети (рис. 8). Синхронизация от сети обычно используется для проверки узлов приборов, связанных с преобразованием питающего напряжения от силовой сети (трансформаторов, выпрямителей, стабилизаторов и т.д.). В этом режиме в блок синхронизации попадает сигнал от промышленной сети 50 Гц (на вход "X" ничего подавать не надо. Этот сигнал подается ВНУТРИ осциллографа).

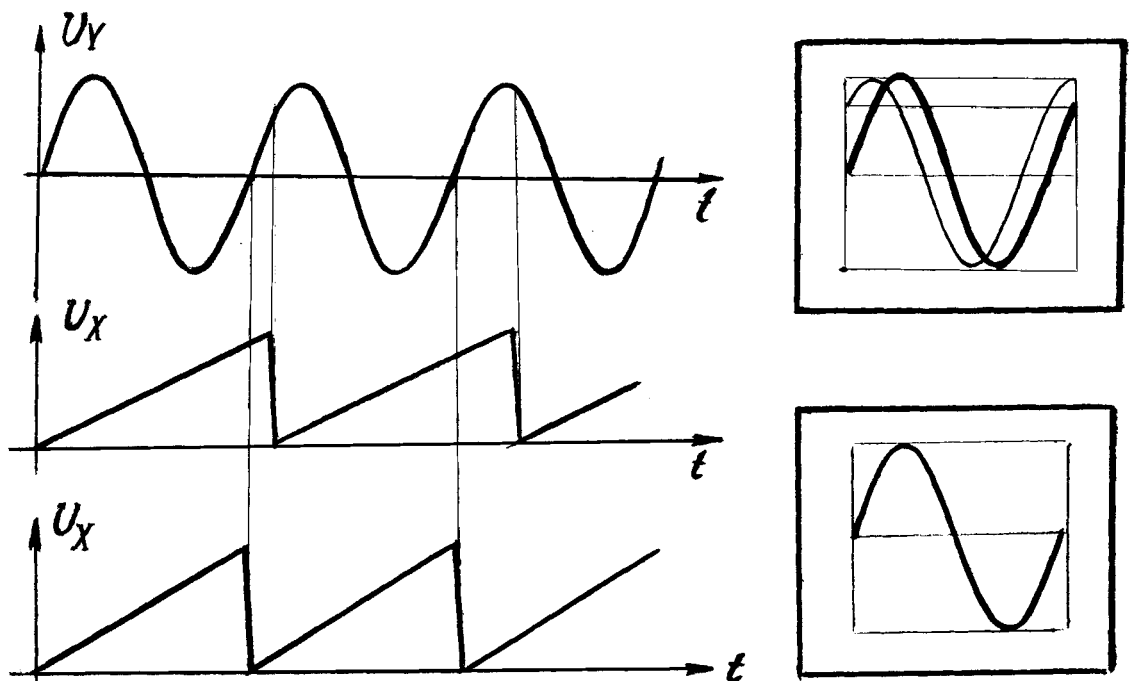


Рис. 7. а). Образование "бегающей синусоиды": частота сигнала U_y отлична от частоты повторения пилообразного напряжения.

б). Неподвижная картина: частоты сигналов U_y и U_x равны.

При **внутренней синхронизации** исследуемый сигнал поступает на вход "Y" и уже внутри осциллографа разделяется и идет как на вертикально отклоняющие пластины, так и в блок синхронизации. Таким образом, исследуемый сигнал сам управляет разверткой осциллографа (*рис.8*).

При **внешней синхронизации** сигнал с входа "Y" идет только на пластины вертикального отклонения, а в блок синхронизации сигнал пойдет с входа "X" – его надо специально подать. Использовать внешнюю синхронизацию целесообразно в случае, если исследуемый сигнал недостаточен по амплитуде или непригоден по форме для синхронизации (например, содержит шумы).

Например, мы работаем с сигналом, который как-то преобразуем, и получить качественную неподвижную картину при внутренней синхронизации от преобразованного "плохого" сигнала не удастся (картина дрожит или срывается). Тогда мы на вход "X" подаем исходный "хороший" сигнал, включаем внешнюю синхронизацию и тем самым согласуем частоту повторения развертки с частотой исходного непреобразованного "хорошего" сигнала. Так как его частота точно равна частоте наблюдаемого сигнала, то картина должна стать неподвижной. Внешняя синхронизация также обычно применяется при изучении импульсных устройств, например, ЭВМ, все цепи которых работают синхронно от одного тактового генератора.

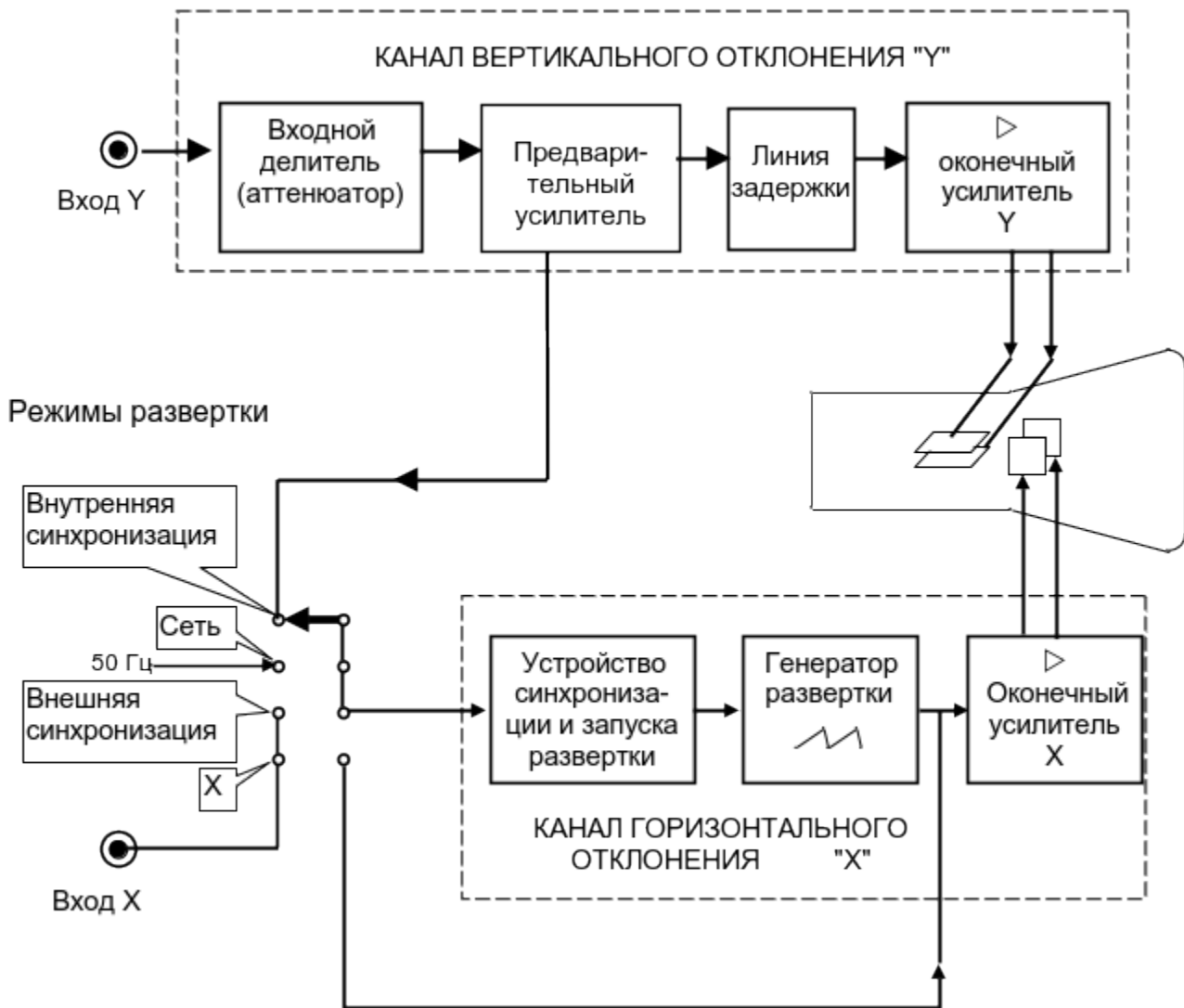


Рис. 8. Блок-схема осциллографа

2. БЛОК-СХЕМА ОСЦИЛЛОГРАФА

2.1. Канал вертикального отклонения

– усиливает или ослабляет сигнал до значения, удобного для изучения (ручки управления: "В/дел" или "мВ/дел", где деление – это большая клетка на шкале экрана трубки). Линия задержки ЕТ задерживает сигнал на некоторое время, необходимое для запуска генератора горизонтальной развертки схемой синхронизации – это позволяет наблюдать начальный участок сигнала.

2.2. Канал горизонтального отклонения

– обеспечивает формирование напряжения развертки для управления перемещением луча по горизонтали.

Генератор развертки – основной узел канала X. Он формирует пилообразное напряжение. Генератор может работать в автоколебательном или ждущем режиме.

В автоколебательном режиме генератор непрерывно вырабатывает пилообразное напряжение (рис.6). Этот режим используется для наблюдения гармонических, а также периодических импульсных сигналов с небольшой скважностью (т.е. когда импульс занимает значительную часть периода) .

В ждущем режиме генератор вырабатывает однократную "пилу" только когда приходит сигнал запуска (сигнал синхронизации). Запуск следующей осуществляется следующим импульсом синхронизации, но *только после того, как закончился ранее начатый ход развертки*. Этот режим оптимален для наблюдения неперiodических сигналов или сигналов с очень большим периодом.

Генератор развертки, кроме пилообразного напряжения для отклонения луча, вырабатывает отрицательный гасящий импульс, который подается на модулятор ЭЛТ и запирает ее на время обратного хода луча, чтобы на экране не прочерчивалась линия возврата луча.

УСТРОЙСТВО СИНХРОНИЗАЦИИ И ЗАПУСКА РАЗВЕРТКИ формирует

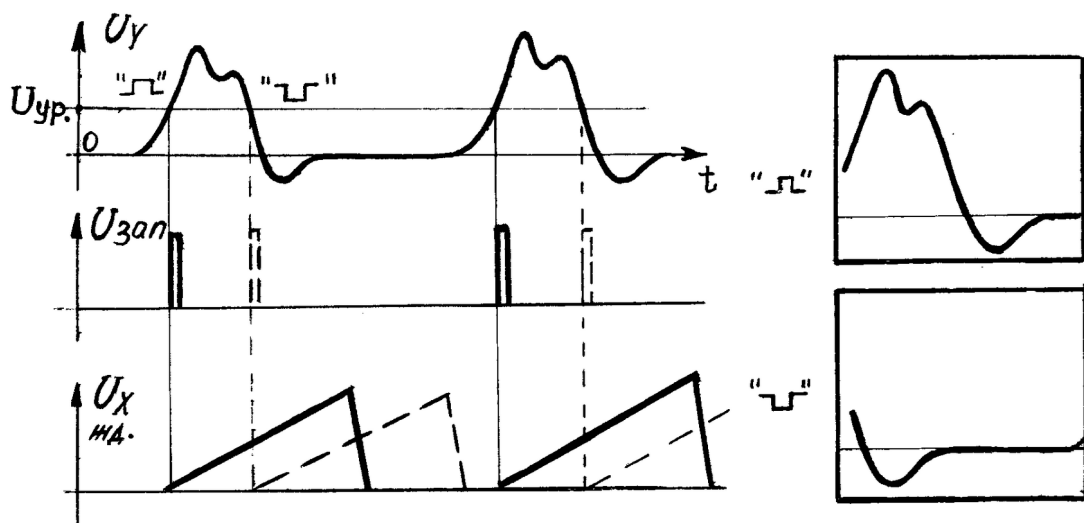


Рис. 10. Формирование импульса запуска. Ждущий режим развертки.

высокостабильный импульс запуска, форма и амплитуда которого не зависят от формы и амплитуды исследуемого сигнала. Импульс запуска в ждущем режиме осуществляет запуск развертки, в автоколебательном – ее синхронизацию. Причем в автоколебательном режиме развертка вырабатывается непрерывно, даже при отсутствии импульса запуска, однако изображение в этом случае получается неустойчивое ввиду несоответствия периодов сигнала и развертки. Коррекция развертки происходит за счет изменения периода развертки и происходит в этом случае *только за счет изменения длительности обратного хода луча*.

Параметры прямого хода – его длительность, наклон и амплитуда "пилы" – не должны меняться, так как это привело бы к нарушению масштаба сетки по оси времени – X (определяется наклоном) и горизонтального размера изображения (определяется амплитудой).

Формирование импульса запуска происходит в тот момент времени, когда напряжение исследуемого входного сигнала становится равным заданному уровню напряжения (*рис.10*). Таким образом, начало развертки "привязывается" к определенной точке исследуемого сигнала. Регулировать уровень запуска $U_{ур}$ можно ручкой управления "**уровень**". Импульс запуска может формироваться как при пересечении уровнем запуска переднего (возрастающего) фронта сигнала (переключатель режима синхронизации ("┐┐" или "+"), так и при пересечении заднего (спадающего) фронта ("└└" или "-").

В некоторых осциллографах переход из автоколебательного режима в ждущий осуществляется *плавной регулировкой*. При этом ручка запуска ("**Режим запуска**", "**Стабильность**" и т.д.) имеет два основных положения – обычно по часовой стрелке до упора **⤵** – автоколебательный режим (он используется для периодических процессов, амплитуда которых слишком мала для запуска ждущей развертки) и против часовой стрелки до упора **⤴** – ждущий режим. Границу между этими двумя режимами можно определить так: ручку "**уро-вень**" повернуть против часовой стрелки до упора – на "нулевой" уровень (при этом импульс синхронизации не вырабатывается) и найти положение ручки режима запуска ("**стабильность**"), при котором луч исчезает (без импульса синхронизации в автоколебательном режиме картина есть, в ждущем – нет). Работать с осциллографами, в которых переход режимов осуществляется плавно, рекомендуется в ждущем режиме.

2.3 Калибратор

Встроенный в большинство осциллографов **КАЛИБРАТОР** позволяет с достаточной точностью калибровать масштабную сетку по оси Y (напряжение сигнала) и по оси X (напряжение развертки, определяющее масштаб времени) (см. разделы 3.3 и 3.4). Калибратор представляет собой высокостабильный (эталонный) генератор сигналов, обычно с набором нескольких фиксированных частот и амплитуд.

3. ТЕХНИКА ОСЦИЛЛОГРАФИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ.

3.3. Измерение напряжения

Измерять напряжение сигнала можно, калибруя масштабную сетку на экране осциллографа (т.е. определяя цену деления сетки в вольтах на сантиметр). В этом случае сетка становится шкалой. Масштаб указывается на переключателе чувствительности осциллографа. При наличии ручки плавной регулировки

чувствительности указанный масштаб получается лишь при **одном ее положении, фиксируемом при повороте** (это положение обычно обозначается специальной меткой у ручки). Из-за влияния ряда факторов – погрешностей калибровки, визуального отсчета, нелинейной амплитудной характеристики канала горизонтального отклонения и т.д. – этот метод дает погрешность измерения напряжения около 5%.

Погрешность отсчета включает в себя две составляющие:

погрешность совмещения линий осциллограммы с линиями шкалы и погрешность отсчета из-за конечной ширины линии. Погрешность совмещения принимается равной $b/5$, погрешность отсчета - $b/3$, где b - ширина луча. Поскольку **они независимы**, то относительная погрешность отсчета составляет

$$\sigma_{\text{отн}} = \frac{1}{H} \sqrt{\left(\frac{b}{5}\right)^2 + \left(\frac{b}{3}\right)^2} \approx 0.4 \frac{b}{H}$$
, где H – размер измеряемого участка изображения на экране. Относительная погрешность уменьшается с увеличением размеров изображения H . Поэтому, **чтобы погрешность измерения была минимальна, изображение измеряемой части исследуемого сигнала должно занимать 80-90 % рабочей площади экрана.**

3.4. Измерение временных интервалов.

Определение временного интервала T осуществляется по размеру исследуемого участка M (в делениях) на экране и значению установленного масштаба развертки k (время/деление): $T = k \cdot M$. В этом случае сетка по оси X является шкалой, цена деления которой k указывается на переключателе диапазона развертки осциллографа. Погрешность измерения складывается из инструментальной погрешности прибора (неточность начальной калибровки осциллографа, нелинейность канала X) – она обычно дается в техническом описании, и ошибки считывания (дискретность шкалы, конечная ширина луча).

3.5. Измерение частоты сигнала.

Существует довольно много методов измерения частоты сигналов с помощью осциллографа. Рассмотрим два наиболее простых.

1. Частоту сигнала f можно вычислить **из его периода T** по формуле $f = 1/T$. Погрешность измерения соответствует погрешности измерения периода.

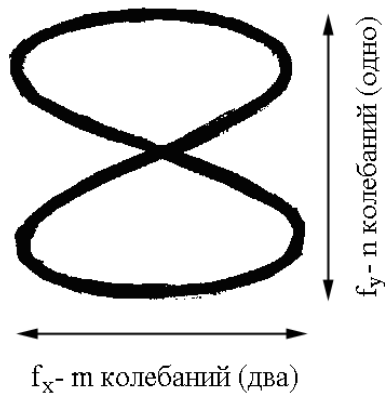


Рис. 13. Определение частоты по фигурам Лиссажу.

2. Можно определить частоту *с помощью фигур Лиссажу* (см. раздел 1.2, *рис.4*). Для определения соотношения частот нужно сосчитать, сколько колебаний совершает луч по одной и другой оси при полном обходе всей фигуры (сколько максимумов по вертикали и горизонтали на картинке) (см. *рис.13*). За время t (за это время луч один раз пробегает по картинке – это время полного обхода лучом всей фигуры) луч n раз колеблется по вертикали (канал Y) и m раз по горизонтали (канал X), значит: $t = nT_y = mT_x$ и $\frac{n}{f_y} = \frac{m}{f_x}$ или $f_y = \frac{n}{m} f_x$. Погрешность при строгом выполнении кратности частот (когда картина абсолютно неподвижна) определяется погрешностью установки частоты эталонного сигнала. Эталонный сигнал целесообразно подать на ось X, поскольку обычно удобный для измерений горизонтальный размер фигуры можно подобрать изменением амплитуды эталонного сигнала.

3.6. Измерение фазовых сдвигов.

Для гармонического сигнала $U(t) = U_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$ фазой называют выражение $(\omega t + \varphi_0)$ – аргумент синуса, где φ_0 – начальная фаза колебаний. Значение фазы зависит от выбранного начала отсчета времени, поэтому физический смысл имеет сдвиг фаз $\Delta\varphi$ или разность фаз $\varphi_1 - \varphi_2$ двух сигналов с одинаковыми частотами (*рис.14*). Измеряется фаза в угловых единицах – радианах или градусах.

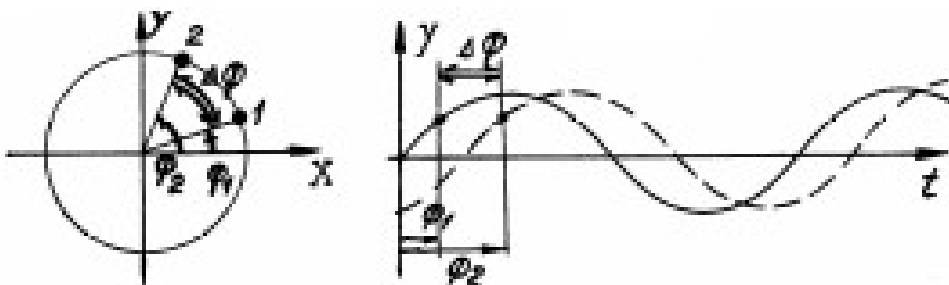


Рис. 14. Пример гармонических колебаний - проекции точек, равномерно вращающихся по окружности.

Нахождение фазового сдвига из временного интервала. Временной сдвиг двух сигналов легче всего наблюдать на **двухлучевом осциллографе**. На экране

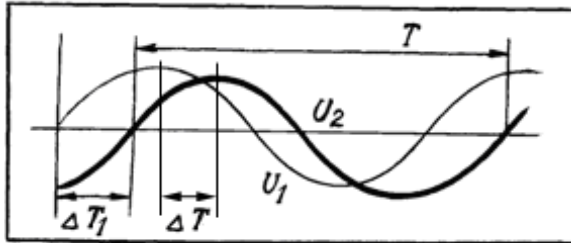


Рис. 15. Измерение разности фаз из временного сдвига синусоид.

получают неподвижную картину двух осциллограмм (**рис.15**). Поскольку весь период T соответствует углу 360° , разность фаз определяется из соотношения: $\Delta\varphi = 360^\circ \cdot \Delta T/T$. При этом важным является вопрос, какой из сигналов опережает "по фазе" другой сигнал. На **рис.15** напряжение U_1 опережает напряжение U_2 по фазе на $\Delta\varphi > 0$, так как сигнал U_1 достигает своего максимума раньше, чем сигнал U_2 (сигнал U_1 также достигает своего минимума раньше, чем сигнал U_2). Так как на **рис.15** сигнал U_2 несколько смещен по вертикали вниз, как это может быть на экране осциллографа во время проведения измерений, то измерение сдвига фаз по временному сдвигу ΔT_1 оказывается неверным. Это становится очевидным, если учесть, что ΔT_1 оказывается не равен временному сдвигу между этими же сигналами, отсекаемому горизонтальной прямой, справа от ΔT_1 .

На **однолучевом осциллографе** процедура измерения сложнее и содержит два этапа: **а)** Получают устойчивое изображение одного из сигналов U_1 в режиме **ВНЕШНЕЙ синхронизации самим сигналом**, то есть подавая его одновременно на вход **Y** и на вход синхронизации **X**. Регулируют уровень синхронизации таким образом, чтобы какая-либо характерная точка (например, $y = 0$) попала на начало развертки (**Рис. 15**); **б)** Подают на вход **Y** осциллографа второй сигнал U_2 , сохраняя синхронизацию от **первого сигнала** U_1 (регулировку **УРОВЕНЬ** не изменять!). Поскольку начало развертки по-прежнему определяется **первым сигналом**, второй сигнал будет сдвинут от начала. Временной сдвиг ΔT определяется по сдвигу от начала развертки аналогичной точки ($y = 0$) второго сигнала.

В методе ЭЛЛИПСА фазовый сдвиг определяется по фигуре Лиссажу. Движение луча по горизонтали и вертикали в параметрическом виде описывается уравнениями:

$$x = x_0 \sin \omega t; \quad y = y_0 \sin(\omega t + \varphi).$$

Для вертикального отклонения луча имеем $y = y_0 (\sin \omega t \cos \varphi + \cos \omega t \sin \varphi)$.

Подставляем в это равенство $\sin \omega t = \frac{x}{x_0}$ (и $\cos \omega t = \sqrt{1 - \left(\frac{x}{x_0}\right)^2}$), получим

уравнение движения луча:

$$\left(\frac{y}{y_0}\right)^2 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^2 - 2\left(\frac{y}{y_0}\right)\left(\frac{x}{x_0}\right)\cos \varphi = \sin^2 \varphi.$$

Это – уравнение эллипса, главные оси которого повернуты относительно осей x и y на некоторый угол (**рис.16**). Координаты пересечений эллипса с осью ox определяются из условия $y = 0$, откуда следует

$$\left(x_1/x_0\right)^2 = \sin^2 \varphi, \text{ т.е. } \sin \varphi = \pm x_1/x_0 = \pm l_x/L_x \text{ (см. рис.16)}.$$

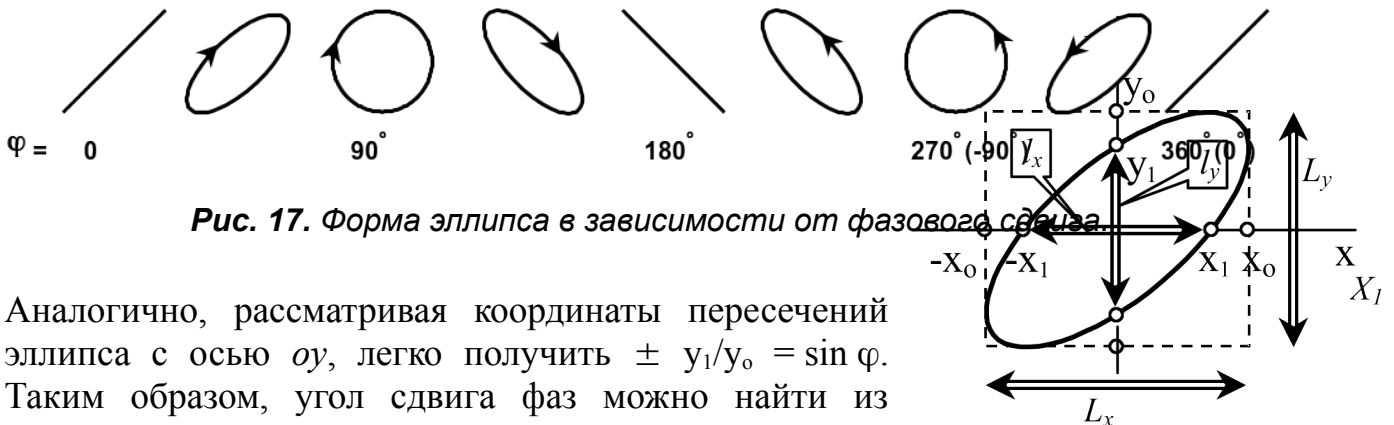


Рис. 17. Форма эллипса в зависимости от фазового сдвига.

Аналогично, рассматривая координаты пересечений эллипса с осью oy , легко получить $\pm y_1/y_0 = \sin \varphi$. Таким образом, угол сдвига фаз можно найти из характерных размеров эллипса

$$\sin \varphi = \pm l_x/L_x = \pm l_y/L_y.$$

Рис. 16. Определение фазового сдвига методом эллипса.

При определении φ нужно учесть направление наклона эллипса (**рис.17**). Погрешность метода резко возрастает при углах, близких 90° , когда размеры l_x и L_x сближаются. Поэтому методом эллипса целесообразно измерять сдвиги фаз до 40° – 50° . При этом погрешность измерений, как правило, не превышает 2 - 3 %. Систематическую ошибку, возникающую из-за неодинаковости фазовых сдвигов в каналах X и Y осциллографа, можно легко учесть. Для этого на оба канала одновременно подают один и тот же сигнал. Если на экране наблюдается не прямая, а эллипс, значит, в осциллографе имеется постоянный фазовый сдвиг, величину которого можно определить по параметрам получившегося эллипса. Этот сдвиг представляет систематическую ошибку, которую нужно вычитать из полученного результата.

Недостатком данного метода является его неоднозначность. Эволюция эллипса с ростом сдвига фаз показана на **рис.17**. Поскольку на частотах, превышающих

5-10 Гц направление движения луча на экране не видно, эллипс выглядит одинаково для двух разных значений углов $\varphi_{1,2} = \pm \varphi$. Для разрешения данной неоднозначности в один из сигналов можно ввести дополнительный известный фазовый сдвиг и по характеру изменения эллипса определить исходный сдвиг фаз.

С другими методами определения фазового сдвига можно ознакомиться в дополнительной литературе.

4. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Ознакомьтесь с техническим описанием осциллографа. Сопоставьте ручки регулировки, расположенные на лицевой панели прибора с функциональной схемой (блок-схемой).

После включения осциллографа (сигнал на вход Y еще не подан), на экране должна появиться линия развертки. (Если линии нет, проверьте регулировку яркости луча, положения луча на экране и род работы генератора пилообразного напряжения – он должен работать в автоколебательном режиме.) Подберите оптимальную яркость, фокусировку, ручками смещение луча по вертикали и горизонтали установите луч посередине экрана. После подачи сигнала на вход Y подберите вертикальный размер. После этого приступайте к синхронизации. Для начала используйте режим внутренней синхронизации. Обратите внимание, как зависит картина от уровня синхронизации. Получите неподвижную картину для разных режимов работы генератора пилообразного напряжения, автоколебательного и ждущего. При работе со ждущим режимом обратите внимание на полярности сигнала запуска ("┌┐" или "+" и "└┘" или "-"). Убедитесь, что развертка действительно "ждет": временно отсоедините сигнал от входа Y - линия развертки должна исчезнуть. Освойтесь с режимом внешней синхронизации. В качестве сигнала синхронизации можно использовать тот же сигнал, который подан на вход Y , подведя его отдельными проводами к входной клемме внешней синхронизации X .

После того, как Вы познакомились с различными режимами работы осциллографа, научились получать неподвижную картинку на экране, можно приступать к работе.