

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ

ЭО предназначен для наблюдения и исследования формы электрических сигналов в диапазоне частот от постоянного тока до десятков мегагерц, путем визуального наблюдения и измерения их временных и амплитудных значений.

Электронно-лучевая трубка предназначена для преобразования исследуемого сигнала в видимое изображение на экране.

По назначению и принципу действия - общего назначения, универсальные, скоростные, стробоскопические, запоминающие, специальные.

По числу одновременно наблюдаемых сигналов осциллографы делятся на одно-, двух- и многоканальные.

Общего назначения - для исследования низкочастотных процессов, импульсных сигналов, поверки радиоэлектронной аппаратуры.

Полоса пропускания - от постоянного тока до 100 МГц, диапазон амплитуд - от единиц, милливольт до сотен вольт.

Универсальные - для исследования гармонических и импульсных сигналов.

Полоса пропускания у универсальных осциллографов - от постоянного тока до сотен мегагерц, диапазон амплитуд - от десятков микровольт до сотен вольт.

Скоростные осциллографы - для наблюдения и регистрации однократных и повторяющихся импульсных сигналов и периодических колебаний в полосе частот порядка единиц гигагерц.

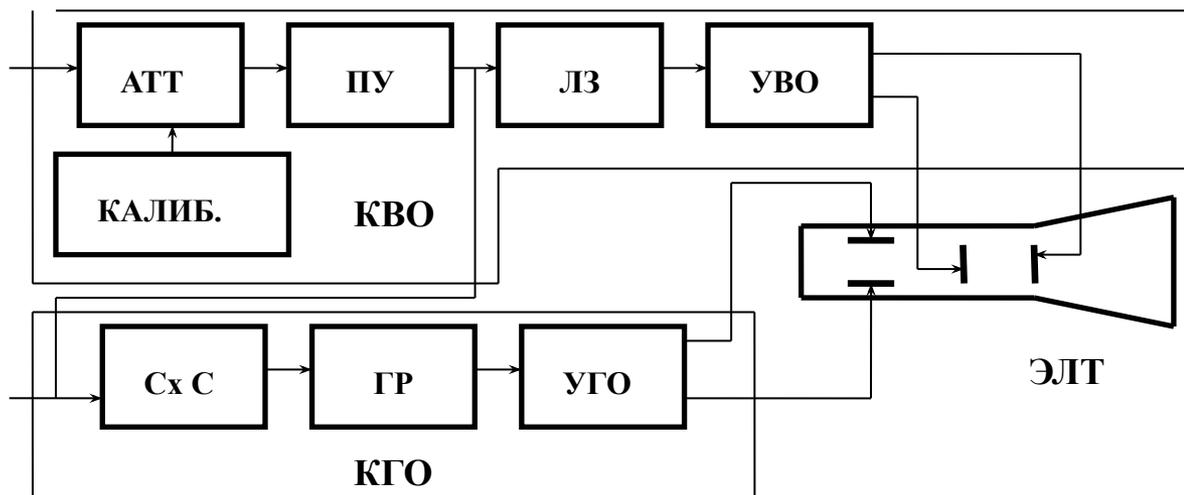
Стробоскопические осциллографы - для регистрации повторяющихся сигналов в широкой полосе частот - от постоянного тока до нескольких гигагерц.

Амплитудный диапазон исследуемых сигналов - от единиц милливольт до единиц вольт при одновременной регистрации до двух сигналов. Измерения осуществляются в трансформированном масштабе времени.

Запоминающие осциллографы - предназначены для регистрации однократных и редко повторяющихся сигналов. ЭЛТ с запоминанием.

Специальные осциллографы - для исследования телевизионных сигналов.

АТТ



КВО-канал вертикального отклонения

АТТ - аттенюатор

ПУ - предварительный усилитель

ЛЗ- линия задержки

УВО- усилитель канала вертикального отклонения

КАЛИБ.- калибратор

КГО-канал горизонтального отклонения

Сх С-схема синхронизации

ГР-генератор развертки

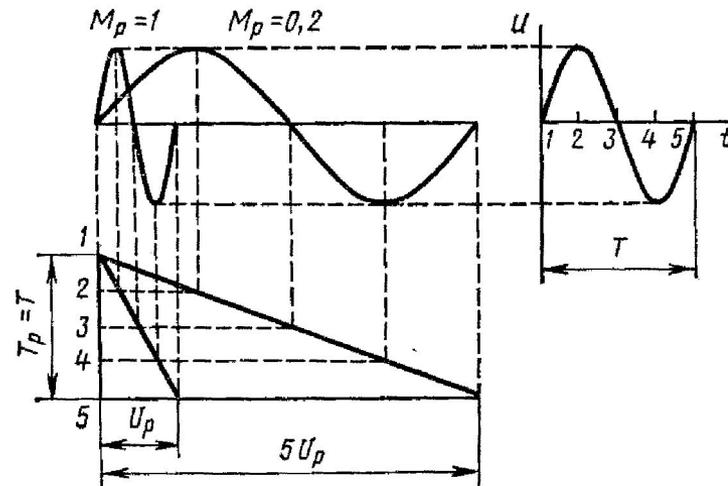
УГО-усилитель канала горизонтального отклонения

ЭЛТ-электронно-лучевая трубка

Вертикально и горизонтально отклоняющие пластины ЭЛТ перемещают электронный луч в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Напряжение исследуемого сигнала подается на вертикально отклоняющие пластины, электронный луч отклоняется с постоянной скоростью в горизонтальном направлении с помощью линейно-изменяющегося напряжения подающегося к горизонтально отклоняющим пластинам.

По окончании цикла развертки луч возвращается в исходное положение.



Изображение исследуемого сигнала при $M_p = 1$; $M_p = 0,2$

Для увеличения напряжения исследуемого сигнала и развертки в каналах вертикального (ВО) и горизонтального (ГО) отклонений предусматриваются усилители.

Исследуемый сигнал подается непосредственно (вход У открытый) или через разделительный конденсатор (вход У закрытый) на аттенюатор канала вертикального отклонения осциллографа.

Аттенюатор служит для установления необходимого ослабления сигнала обеспечивающего работу усилителя ВО в режиме минимальных нелинейных искажений.

С выхода аттенюатора сигнал подается на предварительный усилитель. Усиленный сигнал задерживается линией задержки на время, необходимое для запуска генератора развертки формирующего пилообразное напряжение.

Канал вертикального отклонения. Канал вертикального отклонения электронного осциллографа предназначен для передачи исследуемого электрического сигнала на вертикально отклоняющие пластины ЭЛТ

Открытый вход осциллографа — сигнал подается непосредственно на аттенюатор и используется для передачи сигнала с постоянной составляющей.

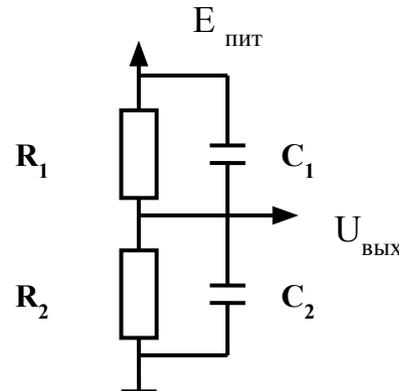
Закрытый вход осциллографа — сигнал подается через разделительный конденсатор и не пропускает постоянной составляющей.

Входное сопротивление канала составляет 0,5—2 Мом

Входная емкость 10—50 пФ.

R_1

Аттенюатор (делитель напряжения) предназначен для регулировки коэффициента отклонения по вертикали путем ослабления сигнала и обеспечивает постоянное значение коэффициента отклонения во всем диапазоне полосы пропускания усилителя ВО, неизменное большое входное сопротивление и малую входную емкость при переходе от одного коэффициента деления к другому.



Аттенюатор состоит из резисторов сопротивлениями R_1, R_2 и конденсаторов емкостями C_1, C_2 . Коэффициент деления равен:

$$K_{\text{д}} = Z_2 / (Z_1 + Z_2)$$

где, $Z_1 = R_1 / (1 + j\omega R_1 C_1)$ $Z_2 = R_2 / (1 + j\omega R_2 C_2)$

-комплексные сопротивления звеньев $R_1 C_1$ и $R_2 C_2$. Если подставить значения Z_1 и Z_2 и принять $R_1 C_1 = R_2 C_2$, то

$$K_{\text{д}} = C_1 / (C_1 + C_2) = R_2 / (R_1 + R_2)$$

Аттенюатор работает как омический в области низких частот и как емкостный в области высоких частот.

Теоретически $K_{\text{д}}$ не зависит от частоты, поэтому аттенюатор называют частотно-скомпенсированным во всей рабочей полосе частот осциллографа.

Погрешность коэффициента деления не превышает $\pm 3\%$.

$R_{\text{вх}} = R_1 + R_2$, где $R_1 \gg R_2$, входная емкость $C_{\text{вх}} = C_1 C_2 / (C_1 + C_2)$, где $C_2 \gg C_1$

Усилитель ВО предназначен для преобразования измеряемого сигнала в два противофазных сигнала и усиления их до значения, достаточного для отклонения луча по вертикали на весь экран.

Линия задержки представляет собой коаксиальный кабель с волновым сопротивлением порядка 800—1000 Ом и обеспечивает задержку исследуемого сигнала примерно на 200 нс.

Выходным каскадом является усилитель, создающий на отклоняющих пластинах два симметричных противофазных напряжения и обеспечивающий малое выходное сопротивление. Усилитель при любом значении выходного сигнала создает неизменный потенциал средней линии между пластинами.

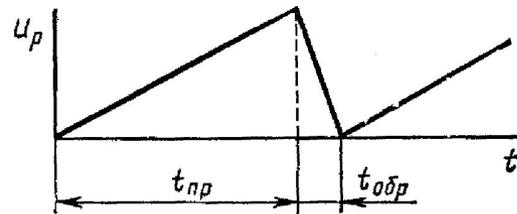
Выходной усилитель канала ВО усиливает задержанный сигнал до значения, удобного для наблюдения на экране. Далее сигнал поступает на вертикально отклоняющие пластины ЭЛТ.

Канал горизонтального отклонения. Канал горизонтального отклонения предназначен для формирования синхронного с исследуемым сигналом линейно-изменяющегося напряжения с амплитудой, достаточной для отклонения луча ЭЛТ на весь экран по горизонтали.

Канал горизонтального отклонения состоит из схемы синхронизации, генератора развертки, выходного усилителя ГО.

Генератор развертки предназначен для формирования линейно-изменяющегося (пилообразного) напряжения, синхронного с исследуемым сигналом. Развертывающее напряжение, вырабатываемое генератором развертки, обеспечивает горизонтальное перемещение луча с постоянной скоростью. Для получения неподвижного изображения частота развертки f_p должна быть равна или кратно частоте f исследуемого сигнала

$$f_p = f/n \text{ или } T_p = nT$$



Развертывающее напряжение осциллографа

Развертка — линейное перемещение электронного луча, или создаваемый им след на экране.

Развертывающее напряжение должно иметь высокую линейность при прямом ходе луча, быстрый спад при обратном ходе луча, т. е. $t_{np} \gg t_{обр}$, достаточную амплитуду для отклонения луча на весь экран и регулируемую в широких пределах частоту развертки (от сотых долей герца до нескольких мегагерц) или длительность.

При изменениях длительности развертки изменяются скорость движения луча по горизонтали, а следовательно, и масштаб времени.

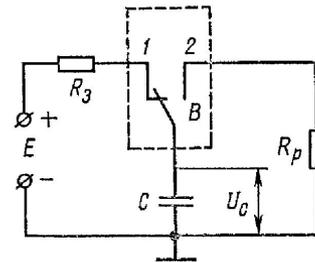


Схема генератора
развертки

Чтобы иметь возможность полностью наблюдать на экране импульс и его фронт, необходимо поступление импульса на пластины несколько задержать по отношению к началу нарастания развертывающего напряжения, что и выполняет линия задержки.

Схема синхронизации предназначена для принудительного генерирования напряжения генератором развертки с частотой, равной или кратной частоте исследуемого сигнала, т. е. $f_p = f/n$. Запускающие импульсы формируются от исследуемого сигнала (внутренняя синхронизация) или от внешнего источника (внешняя синхронизация).

Синхронизация тем лучше, чем частота генератора развертки ближе к частоте напряжения синхронизации. Устойчивость синхронизации зависит от значения синхронизирующего напряжения.

Частота напряжения генератора развертки обычно синхронизирована с частотой напряжения исследуемого сигнала с помощью схемы синхронизации и запуска генератора развертки.

При запуске генератора развертки синхронизирующим импульсом обеспечивается ждущий режим, без синхронизирующего импульса — автоколебательный.