

Усилители-инверторы, триггеры и одно-вибраторы в схеме построены на П113, включенных по схеме с общим эмиттером, с отрицательным смещением на базу от внешнего источника, работают в режиме переключения. Триггеры в схеме — статические, насыщенные, без ускоряющих емкостей в цепочках обратной связи, переключаются импульсами отрицательного напряжения, подаваемыми на базы транзисторов по отдельным входам.

Описанный прибор длительное время безотказно работал в сложных условиях эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. И. Нечаев, ПТЭ, 1968, № 1, 107.
2. Ф. М. Яблонский, Г. М. Янкин, Декатроны, 1967, «Энергия».

Институт проблем управления
(автоматики и телемеханики),
Москва. Получено 18. III .1970

УДК 621.317.75

15-ЛУЧЕВОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ ДЛЯ ВРЕМЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Л. И. АНДРЕЕВА, С. А. КАНДАЛОВ, Н. П. ЛЕБЕДЕВ, И. Ш. МОДЕЛЬ,
Б. М. СТЕПАНОВ, В. А. ЦУКЕРМАН, В. Г. ЧЕРЕПАХИН

Описав 15-лучевой осциллограф, предназначенный для многоканальной регистрации быстротекущих электрических процессов с временным разрешением 5 нсек. Прибор имеет 5 фиксированных разверток, изменяющих скорость движения луча от 25 до 400 км/сек (на длине экрана 100 мм). Исследуемые сигналы подаются на модулирующие электроды, расположенные у катода трубки. Для полного запирания или открывания лучей требуются амплитуды сигналов 10 - 15 в.

Фоторегистрация процессов с экрана трубки производится обычной осциллографической приставкой с объективом Ю-3 ($F = 5$ см, 1:1,5) на фотопленку РФ-3.

Описан один из вариантов многоканального прибора — 15-лучевой осциллограф. В отличие от осциллографов с растровой разверткой, являющихся по сути одноканальными приборами, регистрирующими последовательно поступающие сигналы, 15-лучевой осциллограф позволяет регистрировать 15 процессов, развивающихся одновременно или со сдвигом во времени.

1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ
И КОНСТРУКЦИЯ ТРУБКИ

Основным элементом 15-лучевого осциллографа является многолучевая электронная трубка (м.э.л.т.) [1]. Принцип действия этой трубки отличается от обычных, во-первых, системой измерительного тракта, позволяющей получить большое количество электронных лучей. Импульсы от исследуемого явления подаются у нее не на вертикально-отклоняющие пластины, а на специальные электроды, установленные около катода и управляющие яркостью свечения лучей

м.э.л.т. С этой особенностью трубки связано и второе отличие от обычных — большая чувствительность сигнальной системы. Так, при анодном напряжении 20 кВ, обеспечивающем большие скорости записи, для управления лучами трубки требуются амплитуды сигналов 10 - 15 в. Для обычных трубок с таким ускоряющим напряжением необходимы сигналы 100 - 150 в, чтобы получить амплитуду выброса на экране, достаточную для отсчета. Необходимо отметить, что подобные трубки могут быть изготовлены с 50 и даже 100 лучами.

Общий вид м.э.л.т. и 15-лучевого осциллографа показан на рис. 1. Все блоки расположены в одном корпусе от осциллографа С1-26. Органы управления прибором выведены на лицевую панель. На задней стенке установлены входные разъемы всех 15 лучей, разъем и переключатель полярности пускового сигнала, а также разъем и предохранитель сетевого питания.

Электронно-оптическая схема трубки показана на блок-схеме прибора рис. 2. Трубка имеет общий для всех лучей подогревае-

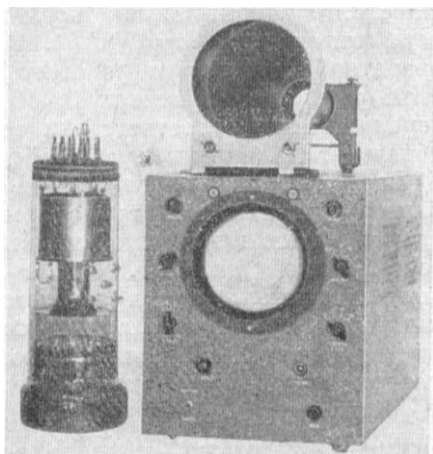


Рис. 1. Общий вид 15-лучевой трубки и осциллографа

мый оксидный катод, который при напряжении накала 30 в и токе 0,3 а обеспечивает эмиссию ~80 ма. Кроме катода и подогревателя в катодный узел входят управляющие электроды и общий для всех лучей модулятор с 15 отверстиями (против каждого управляющего электрода) для прохождения электронов, образующих лучи. При подаче импульса положительной полярности на модулятор происходит подсвет (открытие) лучей трубки. М.э.л.т. имеет 2 пары отклоняющих пластин: одну для вертикального, другую — для горизонтального отклонения. Чувствительность по отклоняющим пластинам ~0,025 мм/в. Еще одной особенностью трубки является расположение всех лучей на экране в вертикальный ряд. Расстояние между ними определяется шагом отверстий в модуляторе и масштабом переноса изображения с катодного узла на экран прибора.

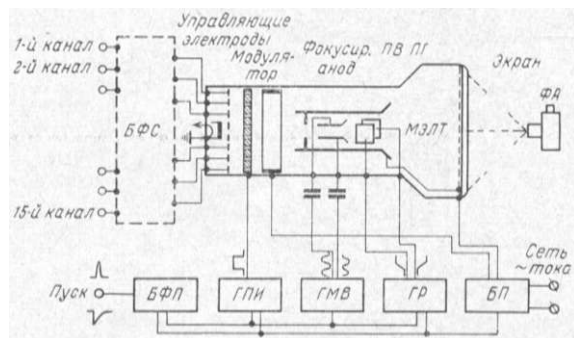


Рис. 2. Блок-схема 15-лучевого осциллографа

Установка лучей в положение начала развертки осуществляется подачей смещающего напряжения на горизонтально-отклоняющие пластины.

Остальные элементы м.э.л.т. — фокусирующий электрод, анод, экран — аналогичны некоторым типам электронно-оптических преобразователей с электростатической фокусировкой [2].

Недостатком трубки является разная яркость отдельных лучей, связанная с изменением эмиссионной способности катода вдоль его длины вследствие разности в температуре середины катода и его концов. Этот недостаток может быть устранен увеличением общей длины катода.

2. БЛОК-СХЕМА ОСЦИЛЛОГРАФА

Взаимная связь отдельных блоков осциллографа видна из блок-схемы (рис. 2). Схема работает следующим образом. Пусковой сигнал от исследуемого явления или связанного с ним процесса подается в блок формирования пуска (БФП). Затем сформированными по амплитуде и длительности импульсами включаются генератор подсвета (ГПИ) и генератор развертки (ГР). Прямоугольный импульс подсвета подается на модулятор трубки и открывает электронные лучи, а линейно-меняющееся напряжение с генератора развертки, приложенное к горизонтально-отклоняющим пластинам, производит развертку лучей по оси времени. Амплитуда импульсов подсвета ~200 в, развертки — 2 кв, импульс подсвета однополярный, напряжение развертки парафазное.

После срабатывания генераторов подсвета и развертки на управляющие электроды трубки поступают сигналы от исследуемого процесса (необходимый временной сдвиг обеспечивается цепью синхронизации). В зависимости от полярности эти сигналы могут гасить или отпирать предварительно загашенные лучи. При работе часто возникает необходимость записать на одном луче несколько временных интервалов, для чего длительность рабочих сигналов должна быть искусственно ограничена. В 15-лучевом осциллографе эти функции выполняет блок формирования управляющих сигналов (БФС). Формирующая ячейка каждого канала состоит из малогабаритного импульсного трансформатора (МИТ) и трех диодов

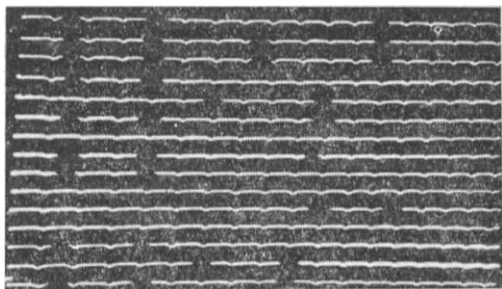


Рис. 3. Осциллограмма с записью временных интервалов. Масштаб 25 МГц

Д223. В таком ячейке сигнал управления ограничивается по амплитуде и длительности.

Малая постоянная времени катодного узла м.э.л.т. (емкость управляющих электродов по отношению к катоду $\sim 3,5$ пф, по отношению к модулятору $\sim 5,5$ пф) позволяет передавать импульсы с крутым фронтом, что увеличивает точность измерения временных интервалов (за счет укорочения полутеней при яркостной модуляции лучей рабочими сигналами датчиков). Кроме того, малая межэлектродная емкость управляющих электродов, а также ограничение амплитуды сигналов в БФС устраняют перекрестные искажения между лучами, т. е. переход сигналов с луча на луч (наводку). Рабочая осциллограмма, полученная на описанном приборе, приведена на рис. 3. На снимке демонстрируется запись нескольких интервалов времени на одном луче, а также отсутствие переходов сигналов между соседними лучами.

Регулировка времени развертки и подсвета лучей в осциллографе фиксированная. Она имеет пять поддиапазонов — 0,25; 0,5; 1,0; 2,0 и 4,0 мксек.

Скорость движения лучей по экрану калибруется подачей на вертикально-отклоня-

ющие пластины трубки меток времени от генератора меток времени (ГМВ). Задающий генератор калибратора работает в непрерывном режиме на частотах 5; 10 и 25 МГц (переключается в соответствии со скоростью развертки). Метки времени формируются из синусоидального напряжения с помощью импульсного трансформатора МИТ, работающего в качестве индуктивной дифференцирующей цепочки. После однокаскадного усилителя метки подаются на пластины через переключатель, при помощи которого могут быть выключены. Частота задающего генератора стабилизируется кварцевыми резонаторами.

Осциллограф питается от сети переменного тока. В высоковольтном выпрямителе блока питания (на 20 кВ) используется транзисторный автогенератор, работающий на частоте ~ 10 кГц. Применение для питания выпрямителя звуковых частот позволяет обеспечить фильтрацию выпрямленного напряжения, а также существенно уменьшить размеры и вес высоковольтных элементов фильтра. Напряжение питания генератора развертки 4-5 кВ отводится от высоковольтной обмотки трансформатора автогенератора.

В осциллографе предусмотрены цепи проверки, позволяющие производить настройку прибора в отсутствие рабочих сигналов, а также цепь контроля, сигнализирующая о готовности прибора к работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Реферативная информация по радиоэлектронике, № 18, 1969, № 17502.
2. М. М. Б у т с л о в, Усп. научн. фотографии, 1959, VI, 76.

Получено 9.VI.1970