

Министерство высшего и среднего специального
образования РСФСР

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени С.П.Королева

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИНХРОГЕНЕРАТОРА
И ПРИНЦИПА РАЗВЕРТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Методические указания
к лабораторной работе № 3

Куйбышев 1981

Методические указания к лабораторной работе "Исследование элементов синхрогенератора и принципа развертки изображения" по курсу "Телевидение" предназначены для студентов радиотехнического факультета Куйбышевского авиационного института.

Приводятся краткие теоретические сведения, описание принципиальной схемы и порядок выполнения лабораторной работы с перечнем контрольных вопросов.

Составитель Г.В. Р е п и н а

Утверждены на редакционно-издательском совете института 12.12.1980 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИНХРОГЕНЕРАТОРА И ПРИНЦИПА РАЗВЕРТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Ц е л ь р а б о т ы: ознакомиться с формой стандартного телевизионного сигнала и его составной частью - сложным синхросигналом; ознакомиться с некоторыми типами делителей частоты и их работой; определить область устойчивой работы делителей частоты; исследовать основные законы развертки изображения.

I. Т е о р е т и ч е с к и е о с н о в ы э к с п е р и м е н т а

С целью передачи изображения по каналам связи в неискаженном виде необходимо соблюдать пропорциональность между координатами x' и y' передаваемых и координатами x, y воспроизводимых элементов изображения $x = \kappa x', y = \kappa y'$, (I) где κ - коэффициент масштабного изменения передаваемого изображения. Условие (I) означает, что развертывающие элементы анализирующего и синтезирующего устройств должны двигаться синхронно и синфазно по поверхности передаваемого и воспроизводимого изображений, т.е. частоты развертки вдоль одноименных направлений должны быть одинаковыми:

$$f_{стр}' = f_{стр} \quad \text{и} \quad f_{к}' = f_{к}.$$

При чересстрочной развертке соотношение частот строк и полей при анализе изображения $\frac{f_{стр}}{f_{пол}} = a + 0,5$ сохраняется и при воспроизведении (синтезе) изображения.

В технике электрической передачи изображений различают три способа синхронизации:

I. Автономную синхронизацию, отличающуюся тем, что задающие

генераторы развертывающих устройств в передающей и приемной аппаратуре не связаны друг с другом и работают автономно.

2. Принудительную синхронизацию, заключающуюся в том, что на одной из станций, чаще всего передающей, имеется синхрогенератор, который вырабатывает синхроимпульсы, предназначенные для синхронизации задающих генераторов развертывающих устройств как передающей, так и приемной станции.

3. Автономно-принудительную синхронизацию, характеризующуюся тем, что генератор развертывающего устройства одной станции работает в течение некоторого времени автономно, а в течение более короткого времени находится под действием синхроимпульсов синхрогенератора другой станции.

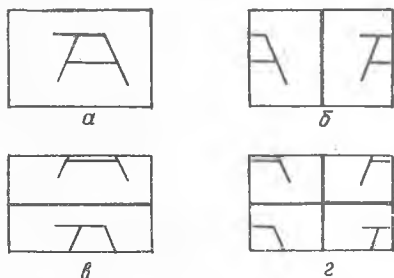
В телевидении применяется способ принудительной синхронизации. С развитием системы замедленного телевидения при работе в каналах с большим уровнем помех применяется автономная синхронизация, достоинством которой является полная независимость синхронных систем передающей и приемной аппаратуры от канала связи.

Таким образом, назначением устройств синхронизации является прежде всего обеспечение синхронности анализа и синтеза изображений. Кроме того, устройства синхронизации должны обеспечивать син-

фазность разверток передаваемого и воспроизводимого изображений, т.е. начало строки (поля или кадра) при синтезе изображения должно совпадать с началом строки (поля или кадра) при его анализе. В противном случае изображение будет состоять из отдельных частей изображения, расположенных не на своем месте (рис. I).

Основными техническими требованиями, предъявляемыми к системе синхронизации, являются следующие:

1. Система синхронизации должна обеспечивать анализ и синтез изображения в заданной



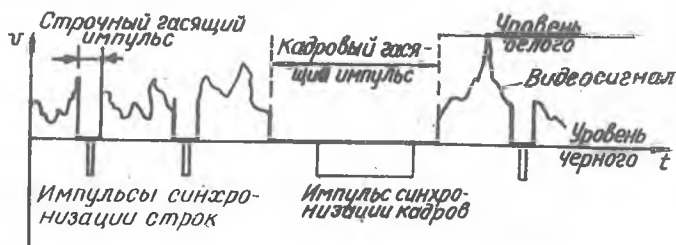
Р и с. I. Влияние синфазности анализа и синтеза изображения на его воспроизведение: а - анализ и синтез синфазны; б - анализ и синтез не синфазны по строкам; в - анализ и синтез не синфазны по кадрам; г - анализ и синтез не синфазны по кадрам и строкам

последовательности и с требуемой точностью, способ разложения изображения (чересстрочное, построчное, спиральное и т.д.) и заданное число элементов, строк и кадров разложения в единицу времени.

2. Частоты развертки или их соотношение должны быть стабильными. Степень стабильности определяется характером развертки и назначением конкретной телевизионной системы.

3. В системах принудительной синхронизации необходимо передавать информацию о частотах и фазах воспроизводимого изображения в точно заданные моменты времени. Для этого форма синхросигнала и его способ передачи должны обеспечивать: а) легкое отделение синхросигнала из телевизионного сигнала и помех (при передаче синхросигнала и видеосигнала в одном канале); б) разделение друг от друга синхросигналов строк и кадров (полей) простыми средствами; в) отсутствие помех на изображении, создаваемых самими синхросигналами; г) возможность управления генераторами при наличии помех.

Для того, чтобы обеспечить выполнение первого требования, импульсы синхронизации расположены в области, как говорят, "чернее черного" (рис. 2). В эту область не может попасть сигнал изображения. Применяя амплитудный селектор, легко отделить синхросигнал от сигнала изображения.



Р и с. 2. Форма полного телевизионного сигнала

Синхросигналы не могут отличаться от сигнала изображения по своему частотному спектру, поэтому отделение синхросигнала от сигнала изображения должно осуществляться на основании каких-либо других свойств импульсов. В телевидении для разделения синхроимпульсов используют их различие по длительности.

С целью удовлетворения второго требования для выделения синхросигнала строк используется дифференцирование, а для выделения

кадрового синхроимпульса чаще всего применяется интегрирование, обладающее большой помехоустойчивостью. Однако невозможно получить крутой фронт импульса, полученного после интегрирования. Для частичного устранения этого недостатка включают несколько интегрирующих цепочек (практически не более трех).

Третье требование обеспечивается путем передачи синхронизирующих импульсов во время обратного хода луча.

Для устранения влияния импульсных помех на синхронизацию применяют специальные помехозащищенные схемы синхронизации.

При телевизионном вещании один телецентр обслуживает большой парк приемников, и это определяет форму синхросигнала, которая в дальнейшем будет рассматриваться.

В прикладном телевидении (ТВ) передающая камера должна быть максимально простой, портативной и надежной в работе. Любое усложнение формы телевизионного сигнала усложняет синхрогенератор, а следовательно, и всю аппаратуру. Поэтому в прикладном ТВ идут по пути упрощения формы видеосигнала и всей системы синхронизации в целом. Так, например, при прогрессивной развертке жесткая связь между частотами строк и кадров не обязательна. Наконец, можно передавать по каналу связи только строчные синхроимпульсы, а кадровую синхронизацию осуществлять от сети переменного тока 50 Гц.

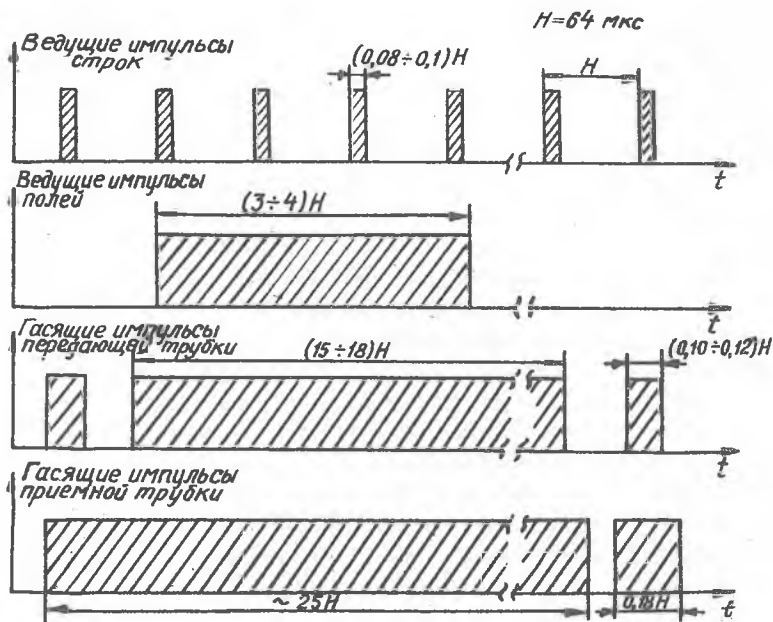
Итак, синхронизирующие импульсы вырабатываются в специальном устройстве, называемом генератором синхронизирующих сигналов или синхрогенератором (СГ).

Синхрогенератор на телецентре формирует пять видов импульсов:

- 1) ведущие импульсы частоты строк;
- 2) ведущие импульсы частоты полей;
- 3) сигнал синхронизации приемников (синхросмесь);
- 4) гасящие импульсы передающей трубки;
- 5) гасящие импульсы приемной трубки.

Все эти импульсы, называемые управляющими импульсами, приведены на рис. 3.

Развертывающие устройства видеоконтрольных устройств (ВКУ), передающих камер, работающих на телецентре, могут быть синхронизированы отдельными ведущими импульсами строчной частоты и частоты полей. Эти импульсы подаются по отдельным линиям.



Р и с. 3. Временные диаграммы управляющих импульсов

Для синхронизации развертывающих устройств приемников синхроимпульсы частоты строк и полей передаются с телецентра совместно с видеосигналом по одному каналу. Сигнал синхронизации имеет весьма сложную форму.

Синхрогенератор, кроме сигнала синхронизации, формирует гасящие импульсы для гашения электронного луча во время обратного хода на экране приемной трубки и устранения считывания зарядов на мишени передающей трубки.

Длительности гасящих импульсов частоты строк и полей приемной трубки больше, чем длительности гасящих импульсов частоты строк и полей передающей трубки. Это объясняется тем, что путь гасящего импульса передающей трубки длиннее пути гасящего импульса приемной трубки на удвоенную длину камерного кабеля.

2. Структурная и принципиальная схемы задающего устройства синхрогенератора

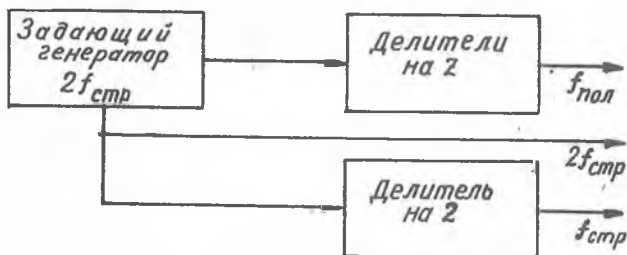
В состав синхрогенератора входит три блока: задающее, формирующее и распределительное устройства.

В данной лабораторной работе будет рассмотрен принцип получения импульсов частоты строк и полей, т.е. рассмотрена работа только задающего устройства СГ.

Формирующее устройство (ФУ) является наиболее сложной его частью. ФУ служит для формирования нужных форм и установления точных временных сдвигов между ними. Основная задача, решаемая ФУ, — формирование сигнала синхронизации приемника (синхросмеси).

Распределительное устройство (УРИ) служит для распределения всех видов импульсов по нескольким кабельным линиям, ведущим к потребителям импульсов. Потребителями импульсов являются ВКУ, передающая трубка и т.д.

Наиболее распространенная схема задающего устройства, используемая в лабораторной установке, изображена на рис. 4.



Р и с. 4. Структурная схема задающего устройства синхрогенератора при чересстрочной развертке

При чересстрочной развертке точное соотношение между частотами строк и полей выдерживается в том случае, если выполняется условие $f_{стр} = f_{пол} \frac{f}{2}$, т.е. необходимо частоту строк поделить до частоты полей. Умножение частоты не применяется, так как оно осуществляется обычно резонансными системами, которые не обеспечивают постоянство фазы. Колебание синхронизирующих импульсов

относительно кадровых приводит к нарушению чересстрочности развертки в виде спаривания строк.

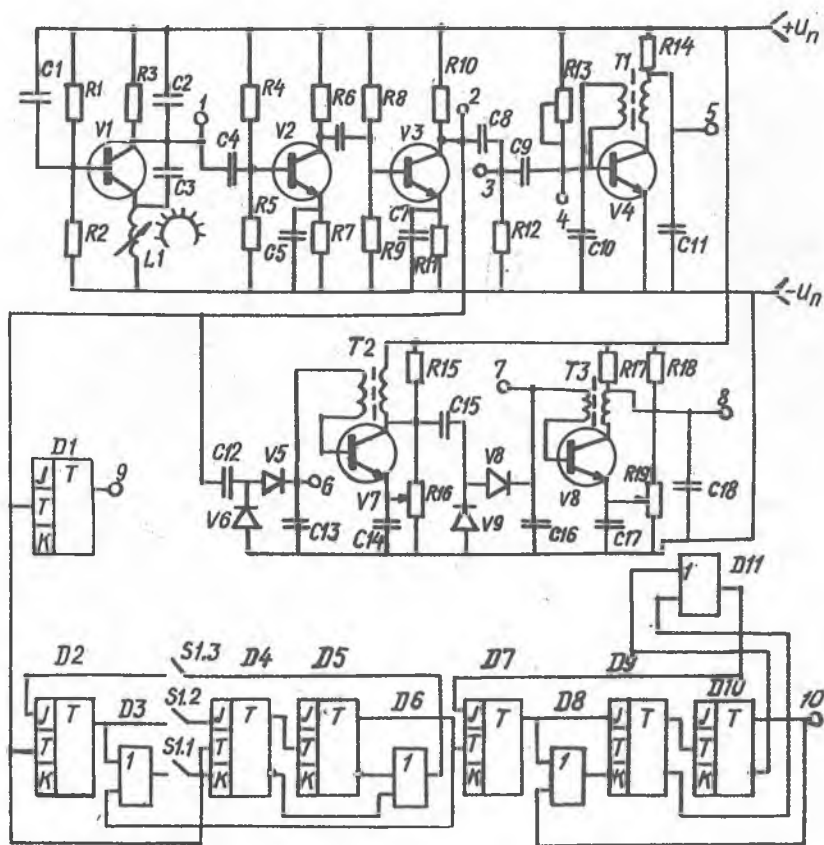
При чересстрочном разложении число строк Z в кадре обязательно должно быть нечетным, и коэффициент деления $Z/2$ получается дробным. Делителей частоты с дробным коэффициентом деления не существует, поэтому задающий генератор формирует частоту $2f_{cmp}$, которая делится в Z раз до частоты $f_{пол}$, а f_{cmp} получается в результате деления на 2 частоты $2f_{cmp}$.

Для вещательного телевидения: $Z = 625$ строк, $f_{пол} = 50$ Гц, $2f_{cmp} = 31250$ Гц.

Для лабораторной установки: $Z = 49$ строк, $f_{пол} = 50$ Гц.

Принципиальная схема лабораторной установки показана на рис. 5. Задающий генератор RC , собранный на транзисторе $V1$, создает синусоидальное напряжение $2f_{cmp}$. Изменяя величину индуктивности $L1$, частота задающего генератора может меняться от 1,95 до 3,2 кГц. В усилителях-ограничителях $V2$ и $V3$ происходит двустороннее ограничение синусоидального напряжения, и на коллекторной нагрузке $R10$ получаются импульсы П-образной формы. Эти импульсы после дифференцирования цепочкой $CB R12$ подаются на делитель частоты "на 2", собранный по схеме блокинг-генератора на транзисторе $V4$. Собственная частота блокинг-генератора меняется резистором в базовой цепи $R13$. Блокинг-генератор совмещен с зарядно-разрядной цепью $R14 C11$. С емкости $C11$ (контрольная точка 5) снимается пилообразное напряжение частоты строк.

Импульсы П-образной формы двойной строчной частоты поступают также на цепь из двух делителей, каждый из которых делит "на 7", с накопительной емкостью, выполненных по схеме блокинг-генератора (транзисторы $V7$, $V8$). Делитель частоты импульсов с накопительной емкостью работает следующим образом. Импульсы двойной строчной частоты поступают на конденсатор $C12$ и через диод $V5$ заряжают $C12$ и $C13$ своей положительной частью. Во время отрицательной части конденсатор $C12$ разряжается через диод $V6$, а заряд на $C13$ остается без изменения. В течение следующего периода импульсов процесс накопления зарядов повторяется и конденсатор $C13$ получает дополнительный заряд. Таким образом, на накопительном конденсаторе $C13$ образуется напряжение ступенчатой формы. Когда это напряжение станет достаточным



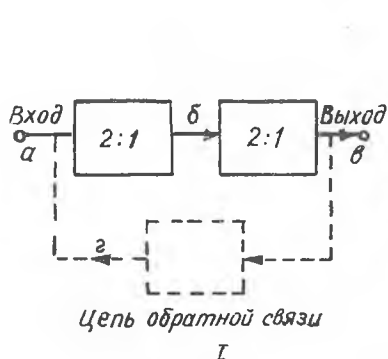
Р и с. 5. Принципиальная схема задающего устройства СГ

для отпирания транзистора $V7$, на его коллекторе образуется импульс напряжения, который подается на вход следующего делителя, собранного на транзисторе $V8$. Напряжение запертия, а следовательно, и коэффициент деления может меняться резистором $R16$. Конденсатор $C13$ разрядится через открытый транзистор $V7$. Схема готова к следующему циклу.

Принцип работы второго делителя "на 7" аналогичен первому. С

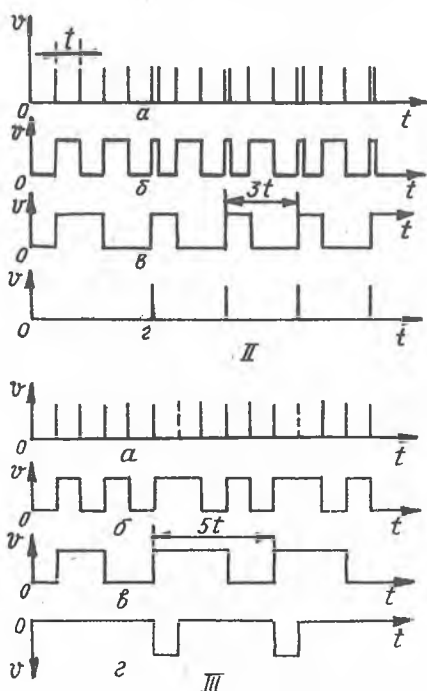
помощью времязадающей цепи *R17C18* формируется пилообразное напряжение частоты поля (контрольная точка 8).

Наиболее совершенным делителем является двоичный счетчик, называемый также бинарным счетчиком или триггером. Он представляет собой устройство с двумя устойчивыми положениями, переходящее из одного положения во второе под действием импульсов одинаковой полярности. Такой делитель обеспечивает деление только "на 2". Работа такой схемы устойчива, и коэффициент деления может быть сколь угодно большим, но обязательно кратным двум.



Р и с. 6. Делитель на триггерах. Временные диаграммы, поясняющие принцип работы делителя

Однако в синхрогенераторе коэффициент деления должен быть нечетным числом. Кратность деления может быть изменена и получена практически любой, если в цепь последовательных триггеров (Д2, Д4 и Д5) ввести обратную связь с выхода одного триггера на вход другого (рис. 6, а I). Суть этого способа состоит в том, что импульс обратной связи не



совпадает во времени с импульсами на входе. Это происходит потому, что импульс при его формировании сдвинут во времени. В результате импульс обратной связи может привести к лишнему срабатыванию триггера, вызвав уменьшение длительности части импульсов и соответственное уменьшение кратности деления (рис. 6,б II)!

Импульс обратной связи может привести также к пропуску срабатывания триггера, вызвав тем самым увеличение длительности части импульса и соответственное увеличение кратности деления (рис. 6,в III).

Кратность деления может быть подсчитана по формуле

$$K = 2^n \left(1 \pm \sum_{i=1}^N 2^{a_i - b_i - 1} \right), \quad (2)$$

где n - число последовательно включенных триггеров;

N - число обратных связей;

a_i - порядковый номер триггера, на который подается обратная связь;

b_i - порядковый номер триггера, с которого снимается сигнал обратной связи.

Таким образом, два делителя частоты на триггерах Д2, Д4, Д5 и Д7, Д9, Д10 обеспечивают деление двойной строчной частоты $2f_{cmp}$ на Z , т.е. на $7 \times 7 = 49$. В результате в контрольной точке И0 (см. рис. 5) образуется импульс частоты полей. Полученная кратность деления определяется при помощи осциллографа путем сравнения длительностей периодов импульсов на входе и выходе схемы.

Триггер Д1 делит $2f_{cmp}$ на 2.

3. П о р я д о к в ы п о л н е н и я р а б о т ы

По описанию работы, конспекту лекций и учебнику уяснить цель и содержание работы, ознакомиться со структурной и принципиальной схемами синхрогенератора, разобраться в работе всех узлов. Включить лабораторную установку и осциллограф с разрешения преподавателя.

Ознакомиться с работой делителей частоты импульсов. Для этого следует:

1. Рассчитать собственную частоту задающего генератора согласно исходным данным, и с помощью регулятора частоты $L I$ выставить ее по шкале. Убедиться, что генератор работает, включив

вход усилителя У - "Вход У" осциллографа в контрольную точку I.

2. Исследовать стабильность деления частоты делителя на блокинг-генератора V_4 , для чего по осциллограмме в контрольной точке 4 установить кратность деления 2. Изменяя частоту задающего генератора в ту или иную сторону, определить частоты $f_{мин}$ и $f_{макс}$, при которых кратность сбивается (пределы устойчивого деления).

3. Определить пределы устойчивого деления при кратностях 3, 5, 7.

4. Таким же образом определить пределы устойчивого деления делителя с накопительной емкостью. Контроль кратности деления осуществляется осциллографом в точке 6 или 7. Сделать вывод об устойчивости двух делителей частоты.

5. Подсчитать по формуле (2) кратность деления делителя на двоичных триггерах с включенными обратными связями:

- а) обратная связь включена и первый триггер;
- б) обратная связь включена во второй триггер;
- в) обе обратных связи включены.

Результаты расчета проверить, сравнив для каждого случая периоды импульсов на входе и выходе делителей.

Получить растр на экране осциллографа. Для этого следует:

I. Установить рассчитанную частоту задающего генератора.

2. Для получения чересстрочного растра на 25 строк при частоте полей 50 Гц подсчитать нужные кратности деления частоты в делителях. Пользуясь осциллографом и контрольными точками, установить нужные кратности во всех делителях.

3. пилообразное напряжение строчной частоты f_{cmp} от контрольной точки 5 подать на вход горизонтального усилителя "Вход синх" осциллографа. Для этого включить "Вход X". пилообразное напряжение частоты полей от контрольной точки 8 подать на вход вертикального усилителя "Вход У".

4. Убедиться, что при изменении кратности деления любого делителя на единицу развертка получается построчной и число строк при этом уменьшается. Внимательно рассмотреть структуру растров и зарисовать их, а также осциллограммы во всех контрольных точках.

5. Перейти на построчную развертку, для чего делитель частоты на блокинг-генераторе (U_4) перевести в синхронный режим (крат-

ность I:I). Сравнить видимость строчной структуры и мельканий на растрах с построчной и чересстрочной развертками.

4. С о д е р ж а н и е о т ч е т а

1. Структурная схема лабораторной установки (в соответствии с принципиальной схемой).

2. Осциллограммы, поясняющие работу делителей частоты, и зарисовки растров.

3. Описание всех экспериментов с оценкой результатов и выводы.

К о н т р о л ь н ы е в п р о с ы

1. Какие требования предъявляются к сигналу синхронизации?

2. Какие сигналы формирует синхрогенератор? Каково их назначение?

3. Составные части синхрогенератора и их назначение.

4. В чем различие построчного и чересстрочного растров?

5. Почему для чересстрочной развертки выбрано нечетное число строк разложения?

6. Каким образом можно объяснить зону устойчивого деления частоты?

7. Как работает задающее устройство синхрогенератора? (Рассказать по принципиальной схеме).

Л и т е р а т у р а

1. Телевидение. /Под ред. проф. П.В.Шмакова. - М.: Связь, 1979. с. 164-167, 175-178.

Составитель Галина Васильевна Репина

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИНХРОГЕНЕРАТОРА
И ПРИНЦИПА РАЗВЕРТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Методические указания
к лабораторной работе № 3

Редактор Е.Д. Антонова
Техн. редактор Н.М. Калениук
Корректор Н.К. Приянова

Подписано в печать 25.03.82 г. Формат 60x84^I/₁₆.
Бумага оберточная белая. Печать оперативная.
Усл.п.л. 0,93. Уч.-изд.л. 0,86. Тираж 200 экз.
Заказ № 1696 Бесплатно.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени С.П.Королева,
г. Куйбышев, ул. Молодогвардейская, 151.

Областная типография имени В.П.Мяги,
г. Куйбышев, ул. Венцека, 60.