

Федеральное агентство связи

**Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего профессионального образования**

**ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ**

**ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕЧНАЯ СИСТЕМА**

Самара

МИНИСТЕРСТВО СВЯЗИ РФ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ

КАФЕДРА ТВ И РВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1
«ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ РАЗВЕРТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ»

Для специальностей 210302, 210400,
210404, 210405

Автор: к.т.н., доц. Балобанов В.Г.

Самара - 2009г.

Введение

Лабораторная работа №1 открывает цикл лабораторных работ по телевидению, выполняемых на персональном компьютере. Исследование сложных радиотехнических систем (РТС), их отдельных узлов и блоков очень удобно проводить на электронных моделях. Компьютерное моделирование работы РТС широко используется в исследованиях при разработке новой аппаратуры. При этом экономится время, сокращаются расходы на проектирование дорогостоящего оборудования.

В учебном процессе компьютеризация особенно желательна при проведении лабораторных работ, так как она позволяет решать задачи первостепенной важности:

- правильные навыки работы на ЭВМ;
- частично решает проблемы модернизации и обновления оборудования учебных лабораторий;
- вносит элементы дистанционного оборудования в учебный процесс;
- дает возможность студентам выполнять лабораторные работы на компьютере в домашних условиях, полученные результаты рассчитать и представить преподавателю.

Персональный компьютер позволяет модулировать работу принципиальных схем с использованием программы ELECTRONICS WORKBENCH 5.12 и моделировать сложные РТС на уровне структурных схем с применением программного обеспечения Microsoft Visual Basic 6.0.

Лабораторная работа №1

Исследование принципов развертки изображений

1. Цель работы

Исследование основных законов развертки изображений и изучение принципов построения схем формирования сигналов для моделирования заданных растров, их применение в вещательном и кабельном ТВ. Визуальное наблюдение построения растров.

2. Литература

2.1. Телевидение / Под ред. проф. Джакони В. Е. – М.: Радио и связь, 2004, с.19-30, 47-52

2.2. Самойлов В. Ф., Хромой Б. М. Телевидение. – М.: Связь, 1975, с. 33-39, 135-137.

2.3. Зубарев Ю. Б., Глоризов Г. Л. Передача изображений. – М.: Радио и связь, 1982, с. 38-50.

2.4. ГОСТ 7855-92. Система вещательного ТВ. Основные понятия и методы измерений.

2.5. Конспект лекций.

2.6. УМК по ОРС и ТВ. <http://do.psati.ru>.

3. Подготовка к работе (необходимые материалы к допуску)

3.1. Проработать материал по рекомендованной литературе.

3.2. Подготовить таблицу 1.

3.3. Рассчитать частоты задающего генератора $f_{з.г.}$, строчной развертки f_c и коэффициенты деления делителей для получения построчного раstra с параметрами $Z=25$ строк и $n_k = 25$ Гц и чересстрочного раstra с $Z=25$ и $n_k = 25$ Гц.

3.4. Рассчитать граничные частоты спектра видеосигнала для п. 3.3 при форматах кадра $k=1$ и $4/3$.

3.5. Построить точные временные диаграммы пилообразных напряжений строчной и кадровой разверток по п. 3.3.

3.6. Построить построчный и чересстрочный растры с числом строк $Z=17$ и числом полей в кадре $\rho_1 = 1, \rho_2 = 2, \rho_3 = 4$.

4. Структурная схема макета

4.1. Основным принципом передачи современного телевидения является принцип последовательной передачи изображений – элемент за элементом, т.е. принцип развертки изображений. Порядок передачи отдельных элементов

изображения называется способом развертки. В телевидении различают следующие способы разверток: построчная, чересстрочная, спиральная, синусоидальная, треугольная (без обратных ходов) и другие. В телевидении наиболее широкое применение нашли построчная и чересстрочная развертки. В вещании, при передачи ТВ сигналов по каналам связи, используется чересстрочная развертка, позволяющая в 2 раза сократить полосу частот ТВ канала связи. В современных телевизорах благодаря использованию БИС памяти на 1-2 кадра принятый видеосигнал записывается в память, а считывается из памяти методом построчной развертки со скоростью более 50 кадров в секунду без заметных визуальных мельканий и мерцаний строк.

В компьютерной техники используется только построчная развертка со скоростью развертки изображения 60-100Гц.

В прикладном телевидении при решении специальных задач применяется спиральная развертка, которая позволяет наблюдать вращающиеся объекты на экране монитора неподвижными.

При построчной развертке частота кадров n_k , число строк Z в кадре (растре) и частота строк f_c связаны простым соотношением:

$$f_c = n_k \cdot Z, \quad (1)$$

это и определяет частоту задающего генератора $f_{з.г.} = f_c$.

С помощью ряда делителей частота $f_{з.г.} = f_c$ делится на Z , в результате чего на выходе схемы получается частота кадровой развертки n (рис. 1а.).

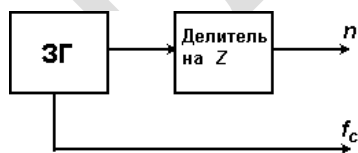


Рис. 1а. Структурная схема задающей части синхрогенератора (СГ) при построчной развертке

При чересстрочной развертке каждый кадр состоит из 2-х полей. Число строк в кадре должно быть нечетным, то есть

$$Z = 2m + 1, \quad (2)$$

где m – целое число.

Число строк в поле, равное $Z / 2$, получается дробным:

$$Z_n = \frac{T_n}{T_c} = \frac{f_c}{n} = \frac{Z}{2} = m + \frac{1}{2}, \quad (3)$$

где T_n - период следования полей (полукадров) или период кадровой развертки;

T_c - период строчной развертки;

n - частота полей (кадровой развертки).

Если каждый кадр состоит из 4-х полей, то число строк в кадре должно быть также нечетным

$$Z = 4m + 1, \quad (4)$$

где m – целое число, а цифра 4 означает число полей в кадре.

Число строк в поле будет равно:

$$z_n = \frac{Z}{4} = m + \frac{1}{4}, \quad (5)$$

Из формулы (3) частота задающего генератора при чересстрочной развертке будет равна:

$$f_{зг} = f_c = n \cdot \frac{Z}{2} = n \cdot (m + \frac{1}{2}). \quad (6)$$

Построение делителей с дробным коэффициентом деления весьма затруднительно. Поэтому поступают следующим образом. Задающий генератор работает на удвоенной частоте строк

$$f_{зг} = 2f_c = 2n \cdot \frac{Z}{2} = n \cdot Z = n \cdot (2m + 1). \quad (7)$$

Эта частота ($2f_c$) делится на целое число Z и на выходе делителя получаем частоту полей n . Для получения числа строк частоту $f_{зг}$ делят на 2 (рис. 1б.).

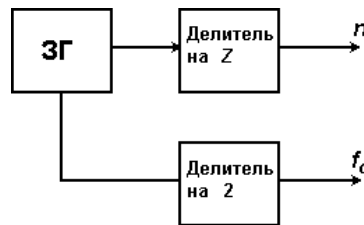


Рис. 1б. Структурная схема задающей части СГ при чересстрочной развертке.

Для многостандартной ТВ системы и системы ЦТ частота задающего генератора (ЗГ) выбирается из условия $f_{з.г.} \gg f_c$.

Обычно:
$$f_{з.г.} = 2k' \cdot f_c, \quad (8)$$

где k' - любое целое число.

Параметры развертки однозначно определяют нижнюю f_n и верхнюю f_b частоты видеосигнала:

$$f_n = n, \quad f_b = \frac{kZ^2 \cdot n_k}{2}, \quad (9)$$

где n – частота полей,

n_k – частота кадров.

k – формат кадра.

Обобщенная структурная схема, учитывая вышеизложенное, может быть представлена в следующем виде (рис. 2).

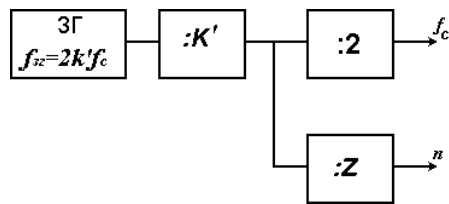


Рис. 2. Обобщенная структурная схема СГ для многостандартной ТВ системы и системы ЦТ

В соответствии с вышеизложенным структурная схема исследуемого макета представлена на рис. 3.

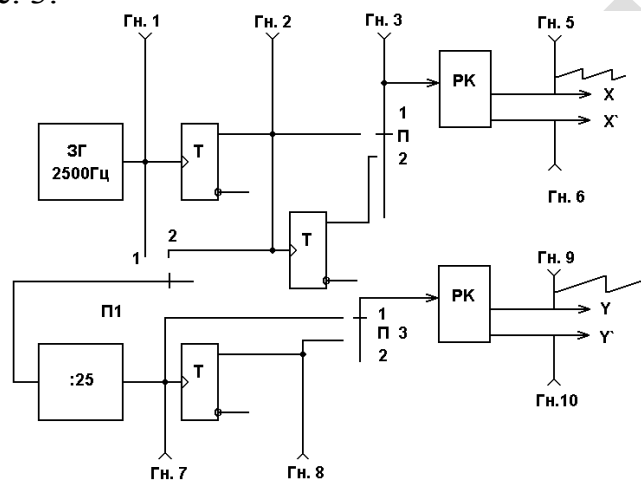


Рис. 3. Структурная схема макета

Макет позволяет получить на экране монитора ПК построчный и чересстрочный растры с различными параметрами разверток. С этой целью частота задающего генератора $f_{3Г}$ для всех стандартов разверток выбрана равной наименьшему общему кратному частот f_c , $2f_c$, n . Путем последующего деления частоты $f_{3Г}$ получается любая из требуемых частот строчной и кадровой разверток.

Схема макета позволяет получить растры с заданным числом строк при построчной и чересстрочной развертках, наблюдать на экране осциллографа монитора ПК в программе EWB-5.12 осциллограммы сигналов в контрольных гнездах Гн 1-10. Имеется возможность изменить частоту задающего генератора $f_{3Г}$ и коэффициенты деления в каналах строчной и кадровой частот. Выбранная схема макета СГ позволяет визуально наблюдать в отдельности каждый из сигналов строчной и кадровой частот, визуально сравнивать эти сигналы на 2-х лучевом осциллографе и получать растры с любым числом строк, как для построчной, так и для чересстрочной разверток. В целях наглядности число строк в растре берется в пределах 25-50 строк. Это облегчает визуальное наблюдение формирования растра.

5. Методические пояснения к выполнению работы

В порядке пояснения приведём несколько примеров по выполнению пунктов лабораторной работы.

Пример 1

Получить на экране монитора построочный растр с параметрами $Z=25$ строк и частотой смены кадров $n_k=25$ Гц, формат растра $k=1$ и $k=4/3$.

Определить в соответствии с расчетом положение переключателей П1 ÷ П3. Определить f_n и f_v граничные частоты видеосигнала. Зарисовать осциллограммы сигналов в контрольных гнездах 1 ÷ 10 и растр, полученный на экране монитора.

При решении задачи используем структурную схему макета синхрогенератора (рис.3).

Порядок расчета

1. Определение частоты строк по формуле (1):

$$f_c = n_k \cdot Z = 25 \cdot 25 = 625 \text{ Гц.}$$

2. Определим коэффициент деления и положение переключателя П2:

$$K_c = f_{зг} : f_c = 2500 : 625 = 4.$$

Отсюда переключатель П2 должен находиться в нижнем положении 2.

3. Определение коэффициента деления и положения переключателей П1 и П3 в канале кадровой развертки:

$$K_k = f_{зг} : n_k = 2500 : 25 = 100.$$

Отсюда переключатель П1 должен находиться в положении 2 (правом, коэффициенты деления 2 и 25), а П3 в положении 2:

$$K_k = 2 \cdot 25 \cdot 2 = 100.$$

Переключатели П1, П2 и П3 замыкают контакты 1 или 2. Установив нужное положение переключателей, снять осциллограммы сигналов во всех контрольных точках, обратить особое внимание на осциллограммы пилообразных сигналов строчной (Гн5, выход X) и кадровой частот (Гн 9, выход Y). Рекомендуется наблюдать их одновременно, сфазировав их таким образом, чтобы определить число периодов T_c строчной развертки в одном периоде T_k кадровой развертки (при построочном растре), при чересстрочном растре - в двух периодах T_k кадровой частоты.

При этом необходимо чтобы колебания строчной и кадровой частот начинались с нуля. В этом случае в первом поле будет укладываться $(m + \frac{1}{2})$ строк, во втором $(\frac{1}{2} + m)$ строк. Всего в кадре будет $(m + \frac{1}{2}) + (\frac{1}{2} + m) = 2m + 1$ строк.

4. Определение f_n и f_v видеосигнала осуществляется по формуле (9):

$$a) \quad f_n = n = n_k = 25 \text{ Гц}$$

$$\text{б) } f'' = \frac{k \cdot Z^2 \cdot n_k}{2} = \frac{4 \cdot 25^2 \cdot 25}{3 \cdot 2} = 10416 \text{ Гц} - \text{ для } k=4/3,$$

$$\text{в) } f'' = \frac{1 \cdot 25^2 \cdot 25}{2} = 7812,5 \text{ Гц} - \text{ для } k=1.$$

Пример 2

Получить чересстрочный растр с параметрами развертки: $Z=25$ строк, число полей в кадре $\rho=2$, частота кадровой развертки $n=50$ Гц (частота полей). Далее из примера 1.

Порядок расчета

Исходные данные примера 2 определяют частоту смены кадров, равную

$$n_k = n : \rho = 50 : 2 = 25 \text{ кадров/сек.}$$

1. Определение частоты строчной развертки f_c :

$$f_c = n_k \cdot Z = 25 \cdot 25 = 625 \text{ Гц.}$$

2. Определение коэффициента деления и положение переключателя П1 в канале строчной развертки:

$$K_c = f_{зг} : f_c = 2500 : 625 = 4.$$

Отсюда переключатель П1 устанавливается в положение 2.

3. Определим коэффициент деления и положение переключателей П1 и П3 в канале кадровой развертки:

$$K_k = f_{зг} : n = 2500 : 50 = 50,$$

а положение П1 и П3 соответственно будет 2 и 1 или 1 и 2. Далее расчет ведется аналогично примеру 1.

Примечание: Если кадр состоит из 4 полей, то картина будет выглядеть следующим образом:

$$(m + \frac{1}{4}) + (\frac{3}{4} + m + \frac{1}{2}) + (\frac{1}{2} + m + \frac{3}{4}) + (\frac{1}{4} + m) = (m + \frac{1}{4}) + [(m+1) + \frac{1}{4}] + [(m+1) + \frac{1}{4}] + (\frac{1}{4} + m) = (m + \frac{1}{4}) + (m + \frac{1}{4}) + (m + \frac{1}{4}) + (\frac{1}{4} + m).$$

Из приведенного расчета видим,

что кадр (растр) состоит из 4 полей. Каждое поле содержит целое число строк и одну четверть строки. На осциллограмме сигналов это чётко прослеживается.

5.1. Моделирование макета лабораторной работы с помощью программы Electronics Workbench 5.12

Работа выполняется на компьютере по специальной программе, моделирующей процессы формирования телевизионных растров. Для моделирования схемы формирования пилообразных сигналов для получения растров многостандартной телевизионной системы используется программа Electronics Workbench 5.12, предназначенная для экспериментальной проверки расчетов электронных устройств на аналоговых и цифровых элементах. Для запуска программы необходимо выполнить следующие действия:

В Windows, в меню Пуск выбрать вкладку Программы и войти в Electronics Workbench, в которой запустить ярлык EWB. Для запуска программы можно также воспользоваться ярлыком на рабочем столе. Для этого нужно подвести указатель мыши на ярлык программы EWB и произвести двойной щелчок левой клавишей мыши.

Если после запуска программы появится сообщение об ошибке, то его просто нужно проигнорировать, нажав кнопку ОК.

В результате этих действий откроется программа EWB и появится следующее окно (рис.4).

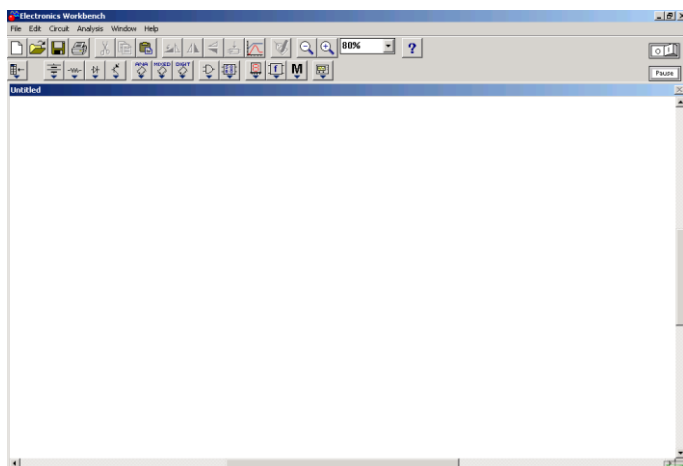


Рис. 4. Окно программы Electronics Workbench

Для открытия лабораторной работы зайдите в меню File и нажмите Open (Рис. 5.) или соответствующий значок на панели управления (Рис. 6.). Появится диалог открытия файла с лабораторной работой (Рис. 7).

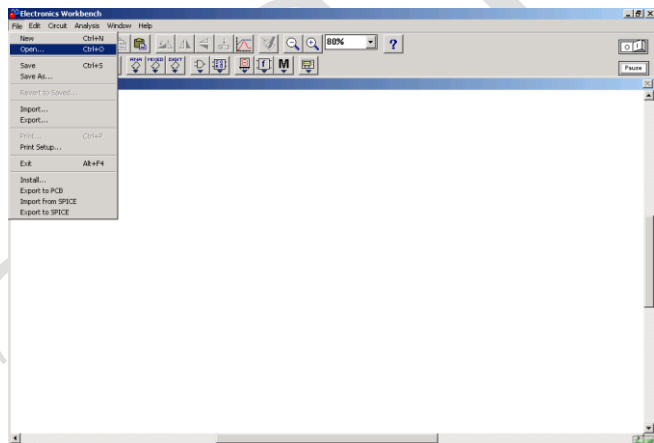


Рис. 5. Открытие файла из меню File



Рис. 6. Значок открытия файла на панели управления

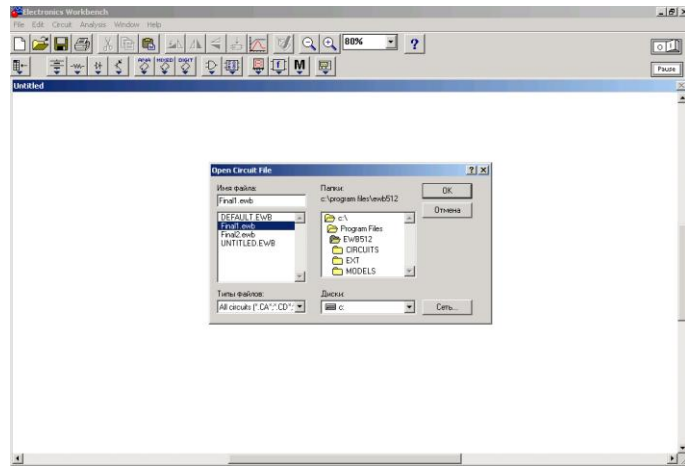


Рис. 7. Диалог открытия файла с лабораторной работой

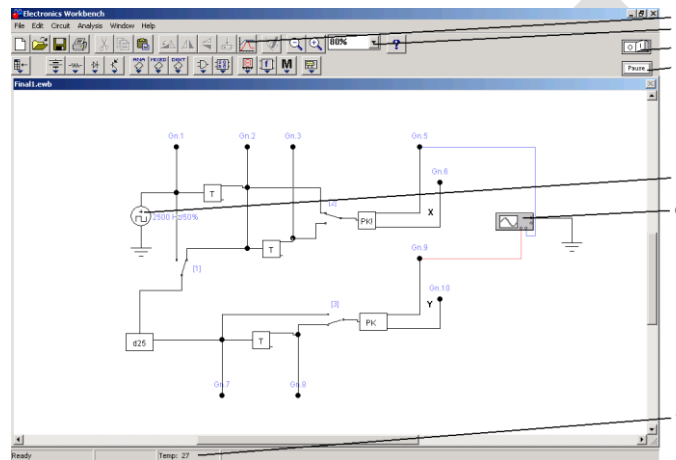


Рис. 8. Макет лабораторной работы. Схема формирования импульсов строчной и кадровой частот

В диалоге необходимо выбрать файл “Final1 или Final2”* и нажать кнопку **открыть**. На экране появится схема синхрогенератора СГ (Рис. 8.). На рисунке 8 цифрами обозначены:

1. Графический анализатор;
2. Масштаб вывода изображения на экран;
3. Тумблер включения лабораторной работы;
4. Кнопка паузы;
5. Генератор импульсов;
6. Двухлучевой осциллограф;
7. Индикатор прошедшего после запуска работы времени.

Для запуска лабораторной работы необходимо нажать тумблер включения 3. На индикаторе 7 будет показываться прошедшее после запуска время в моделируемой схеме. Для детального анализа сигналов нужно произвести двойной щелчок левой кнопкой мыши, но белом поле двухлучевого осциллографа 6 (Oscilloscope). На экране раскроется окно, показанное на рис. 9. Если появится уменьшенная версия осциллографа, то необходимо нажать

кнопку “Expand”. Кроме этого, можно открыть графический анализатор, нажав кнопку 1 (Рис. 8.).

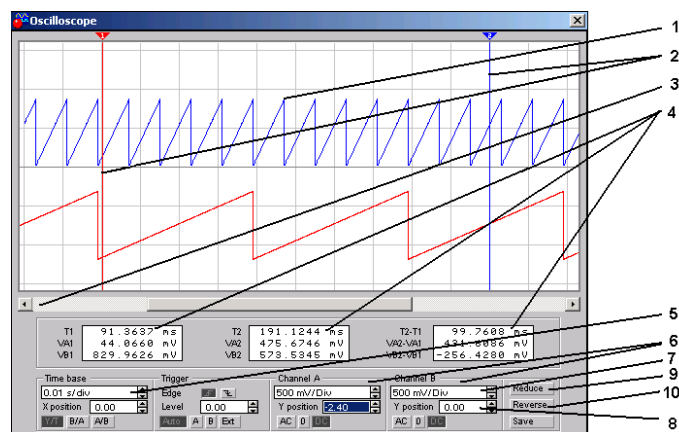


Рис. 9. Экран двулучевого осциллографа

* Открыть файл “Final1 или Final2” можно на рабочем столе путем нажатия кнопкой мыши на ярлыке файла “Final1” или “Final2”.

На рисунке 9 цифрами обозначены:

1. Сигналы на входах анализатора А и В, соответственно;
2. Перемещаемые временные метки “1” и “2”, для расчета длительности;
3. Полоса прокрутки;
4. Индикатор, показывающий временное расположение меток, их разность и значение сигнала в этих точках;
5. Изменение временного масштаба (с помощью указателя вверх и вниз);
6. Окно настройки каналов А и Б, соответственно;
7. Кнопка установки масштаба амплитуды сигнала (по напряжению);
8. Кнопка перемещения сигнала по вертикали;
9. Кнопка изменения внешнего вида осциллографа (уменьшение размера окна);
10. Кнопка реверсирования изображения (черное на белом или белое на черном).

Внешний вид графического анализатора представлен на рис. 10.

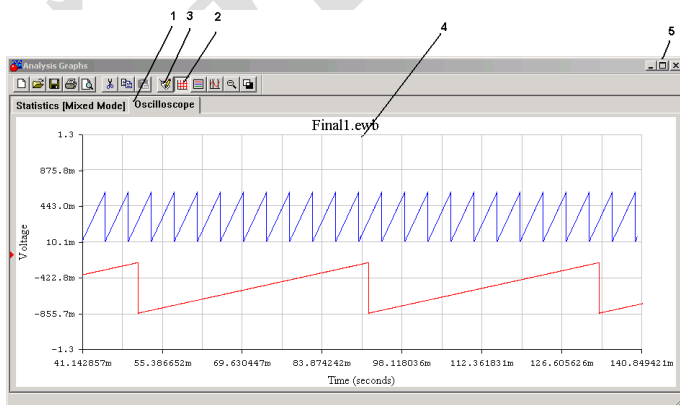


Рис. 10. Экран графического анализатора

На рис. 10 цифрами указаны следующие обозначения:

1. Окно, в котором показаны текущие графики;
2. Кнопка включения/выключения сетки;
3. Кнопка редактирования свойств графиков;
4. Кнопка растягивания графиков на полный экран и сжатия их до первоначального вида;
5. Окно отображения результатов.

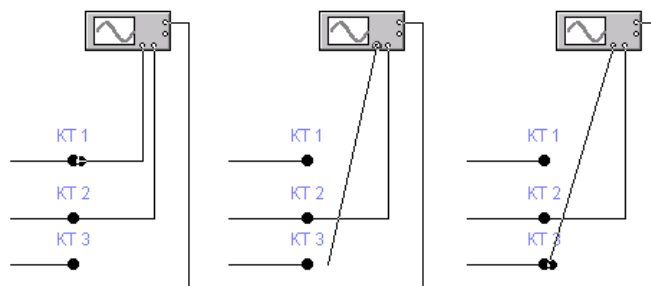


Рис. 11. Последовательность действий при переключении осциллографа из одной контрольной точки в другую

Просмотр растров на экране монитора можно осуществлять путем нажатия левой кнопки мыши на ярлыках файлов “Single” (построчная развертка) и “Interlac” (чересстрочная развертка). Далее следует ввести требуемое число строк и нажать клавишу Enter. Остановить формирование раstra можно путем нажатия любой клавиши клавиатуры. В целях экономии времени рекомендуется просмотр растров провести после заполнения таблицы 1, то есть в конце работы.

Примечание: При выполнении лабораторной работы все измерения, производимые в схеме, не следует сохранять.

6. Порядок выполнения работы

6.1. Получить на экране осциллографа монитора ПК построчный растр с параметрами развертки: $Z=25$ строк, $n_k=25$. Определить в соответствии с расчетом положение переключателей П1 ÷ П3. Определить нижнюю f_n и верхнюю f_v граничные частоты видеосигнала. Зарисовать растр и осциллограммы сигналов в контрольных гнездах 1 ÷ 9. Заполнить 1 строку таблицы 1. Формат ТВ кадра для упрощения расчетов примем $k'=1$.

6.2. Получить построчный растр с параметрами $Z=25$ строк, $n_k=50$ и сравнить его с предыдущим. Сделать выводы.

6.3. Получить на экране осциллографа чересстрочный растр с параметрами развертки $Z=25$ строк, $n_k=25$ ($n=50$ Гц). Рассчитать требуемую частоту строчной развертки и определить положение переключателей П1 ÷ П3.

Зарисовать полученный растр и сравнить с построчным растром пункта 1. Рассчитать нижнюю f_n и верхнюю f_v граничные частоты видеосигнала. Сделать выводы о заметности мельканий растра при построчной и чересстроной развертках и проверить соответствие полученных результатов теоретическим положениям. Зарисовать осциллограммы сигналов в КТ.

6.4. Убедиться, что при четном числе строк в растре ($Z=50$ строк, $n_k=25$, $n=50$ Гц, $k_c=2$, $k_k=50$) чересстроной растр получить не удастся (Рис 1.б, Рис. 2 и 3). Внимательно просмотреть осциллограммы пилообразных сигналов в Гн 5 и 9. Убедиться, что в одном периоде пилообразных колебаний кадровой частоты укладывается целое число периодов колебаний строной частоты (а не дробное, как это необходимо для получения чересстроной растра).

6.5. Получить чересстроной растр с кратностью $\rho=4$ при $Z=25$ строк и $n=100$ Гц. Зарисовать растр и осциллограммы сигналов. Заполнить 5-ую строку таблицы 1.

6.6. Просмотреть пилообразные колебания на выходе разрядных каскадов РК (Гн.6 и Гн.10), сравнить их соответственно с пилообразными колебаниями в гнездах Гн.5 и Гн.9. Зарисовать осциллограммы сигналов и сделать выводы.

6.7. Заполнить (и проверить на компьютере) последние 4 строки таблицы 1. Причем последние 2 строки заполнить данными по усмотрению студента.

7. Содержание отчета

1. Структурная схема макета.
2. Осциллограммы напряжений сигналов и расчеты согласно п. п. 6.1 – 6.7.
3. Зарисованные растры.
4. Заполненная таблица 1.
5. Выводы по работе.

8. Содержание контрольных вопросов

1. Как определяется частота задающего генератора при построчной и чересстроной развертках?
2. Какому условию должен удовлетворять чересстроной растр?
3. Чему равна критическая частота мельканий?
4. Зависит ли критическая частота мельканий от числа строк в растре?
5. От чего зависит критическая частота мельканий?
6. Почему число строк в каждом поле при чересстроной развертке должно быть дробным?
7. Где применяется построчной (n/c) растр?
8. Почему в ТВ вещании применяется чересстроной растр?
9. Чем определяется максимальная частота видеосигнала?
10. Какая связь существует между размерами экрана и требуемым расстоянием расположения наблюдателя относительно экрана?
11. Спиральная развертка и её применение в прикладном ТВ.

Таблица 1

№ п/п	Полож. Пер. III	Кэф. деления		Частота (Гц)		Число Кадров в сек.	Число строк в		Вид разверт- ки	Число полей в кадре <i>p</i>	Частота (Гц)			Выводы
		$K_c =$ $f_{зс} : f_c$	$K_{зс} =$ $f_{зс} : n$	Стр. разверт. f_c	Кадр. разв. n		Поле Z_n	Кадре Z			Мель- каний	Видеосигнала		
												f_a	f_b	
1					25	25		25	н/с					П.5.1
2					50	50		25	н/с					П.5.2
3					50			25	ч/с	2				П.5.3
4	1	2	50	1250	50	25	25	50	ч/с	2	50	50	31250	П.5.4
5					100	25	6,25	25	ч/с	4				П.5.5
6						12,5		50	ч/с	4				
7					50			100	ч/с	4				
8									ч/с					
9									ч/с					

Таблица 2

№ п/п	Полож. Пер. III	Кэф. деления		Частота (Гц)		Число Кадров в сек.	Число строк в		Вид разверт- ки	Число полей в кадре <i>p</i>	Частота (Гц)			Выводы
		$K_c =$ $f_{зс} : f_c$	$K_{зс} =$ $f_{зс} : n$	Стр. разверт. f_c	Кадр. разв. n		Поле Z_n	Кадре Z			Мель- каний	Видеосигнала		
												f_a	f_b	
1	2	4	100	625	25	25	25	25	н/с	1	25	25	7812,5	П.5.1
2	1	2	50	1250	50	50	25	25	н/с	1	50	50	15625	П.5.2
3	1	4	50	625	50	25	12,5	25	ч/с	2	50	50	7812,5	П.5.3
4	1	2	50	1250	50	25	25	50	ч/с	2	50	50	31250	П.5.4
5	1	4	25	625	100	25	6,25	25	ч/с	4	100	100	7812,5	П.5.5
6	1	4	50	625	50	12,5	12,5	50	ч/с	4	50	50	15625	
7	1	2	50	1250	50	12,5	25	100	ч/с	4	50	50	62500	
8									ч/с					
9									ч/с					