

Министерство образования Российской Федерации
Ульяновский государственный технический университет

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Сборник лабораторных работ
Часть 1 «Цифровая схемотехника»

Составители: В.Н. Горохин

Ульяновск 2015

УДК 621.391 (076)

ББК 32я7

Т 33

Рецензент канд. техн. наук, доцент кафедры ТОР Захаров Н.Г.

Одобрено секцией методических пособий научно-методического совета университета

Т 33 Вычислительная техника и информационные технологии Сборник лабораторных работ. Часть 1. «Цифровая схемотехника»/ Сост. В.Н. Горохин. – Ульяновск: УлГТУ, 2015. – 28 с.

Сборник лабораторных работ разработан в соответствии с программой курса «Вычислительная техника и информационные технологии» и предназначен для студентов радиотехнического факультета, но может использоваться и студентами других специальностей. Лабораторные работы посвящены проектированию и исследованию различных цифровых устройств, с применением прикладной программы Workbench.

Сборник подготовлен на кафедре «Телекоммуникации».

УДК 621.391 (076)

ББК 32я7

ВВЕДЕНИЕ	4
ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММЫ WORKBENCH	4
Лабораторная работа №1	
ЗНАКОМСТВО С ПРОГРАММОЙ WORKBENCH	9
Лабораторные работы №2	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО УСТРОЙСТВА С ТРЕХРАЗЯДНЫМ ДВОИЧНЫМ СЧЕТЧИКОМ НА БАЗЕ D-ТРИГГЕРАХ	14
Лабораторная работа №3	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО УСТРОЙСТВА С ПРОИЗВОЛЬНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ПЕРЕСЧЕТА СЧЕТЧИКА НА БАЗЕ JK-ТРИГГЕРАХ	22
Лабораторная работа №4	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО УСТРОЙСТВА СИНХРОНИЗАЦИИ НА ЛОГИЧЕСКИХ МИКРОСХЕМАХ СРЕДНЕЙ ИНТЕГРАЦИИ	26
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	28

ВВЕДЕНИЕ

Workbench представляет собой программный продукт, позволяющий производить моделирование, тестирование, разработку и отладку электрических цепей, содержащих различные компоненты, в том числе и логические устройства. С помощью пакета можно проектировать различные цифровые устройства, такие как дешифраторы и шифраторы, сумматоры, триггеры, счетчики, регистры. Пакет допускает одновременное использование как аналоговых, так и цифровых устройств и позволяет проводить их совместное моделирование и тестирование.

Для работы программного комплекса необходим IBM – совместимый компьютер с процессором I486 и выше. Операционная система Windows 95, 98.

Эффективность использования пакета Workbench определяется:

- достаточно простым интерфейсом пользователя;
- большим количеством моделей радиоэлектронных устройств;
- возможностью создавать свои модели;
- разнообразием видов анализа радиоэлектронных устройств.

ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММЫ WORKBENCH

Включает в себя стандартный набор операций, свойственных приложениям Windows, который состоит из следующих разделов:

- *File* - работа с файлами;
- *Edit* - редактирование;
- *Circuit* - работа с элементами схемы;
- *Analysis* - виды анализа схем;
- *Window* - работа с окнами;
- *Help* - работа с файлами справки.

Ниже рассмотрим некоторые разделы пакета Workbench, необходимые для выполнения лабораторных работ.

Панель элементов и приборов

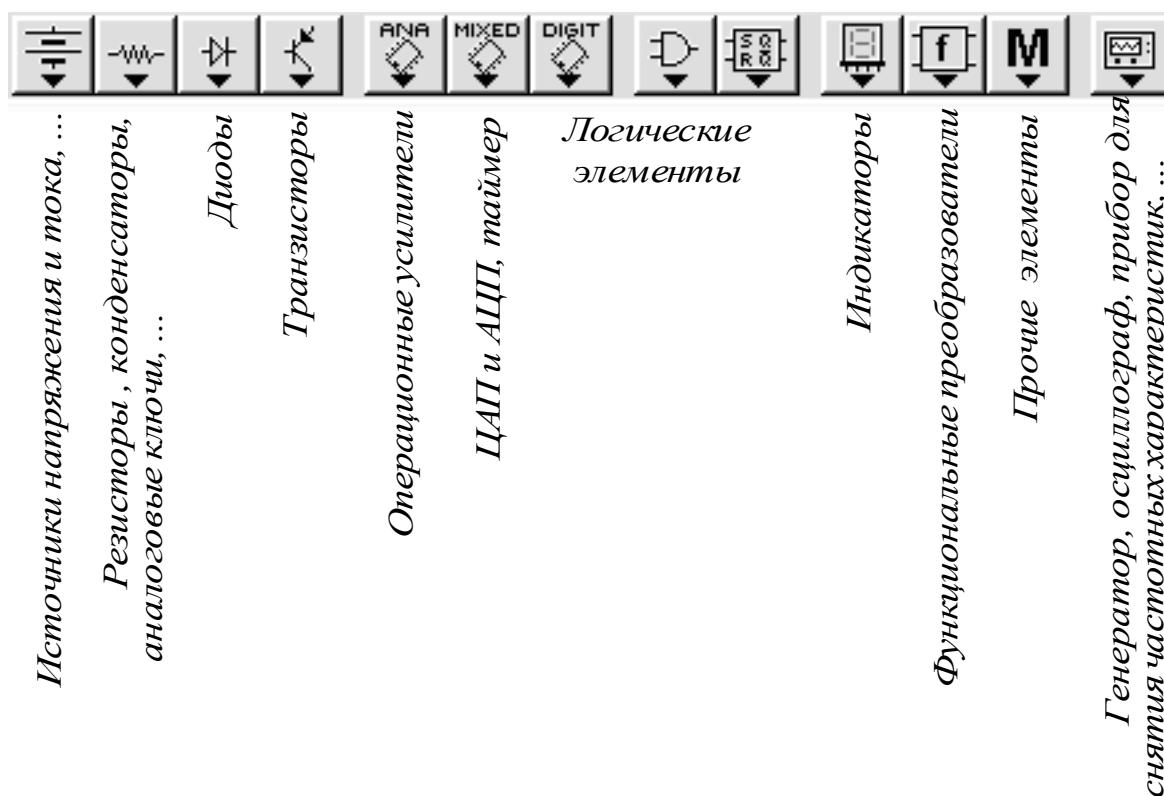


Рис.1. Панель элементов и приборов

Для изменения номиналов и свойств элементов необходимо дважды щелкнуть «мышью» на нужном элементе, при этом появится соответствующая закладка (рис. П2-П5) в которой необходимо или изменить номинал элемента или выбрать его тип из библиотеки.

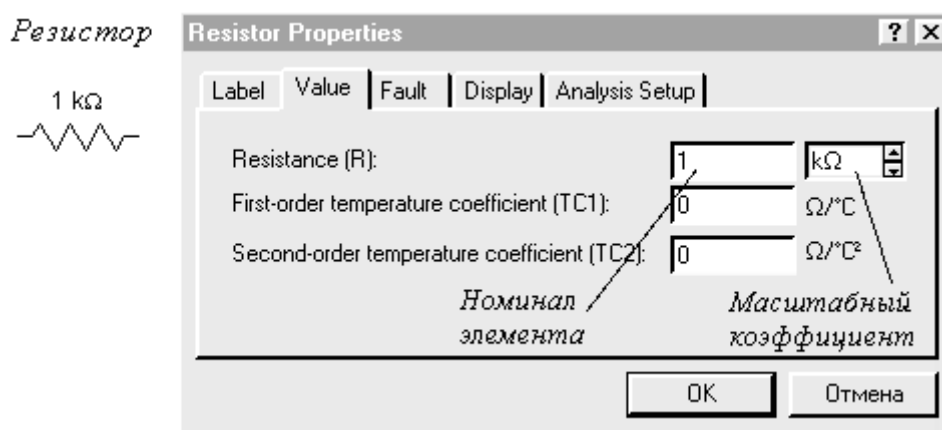


Рис.2. Закладка изменения параметров резистора

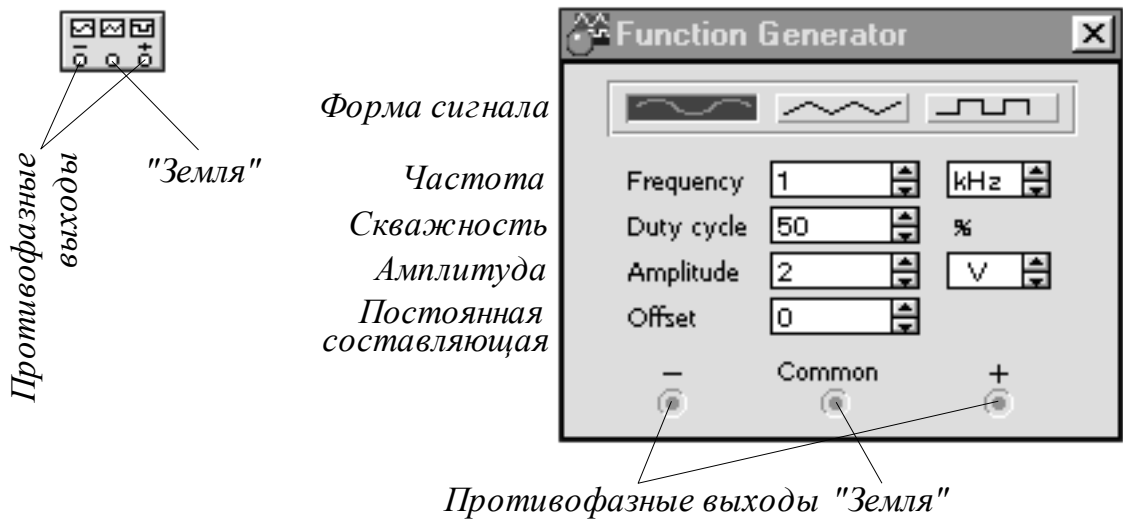


Рис.3. Функциональный генератор

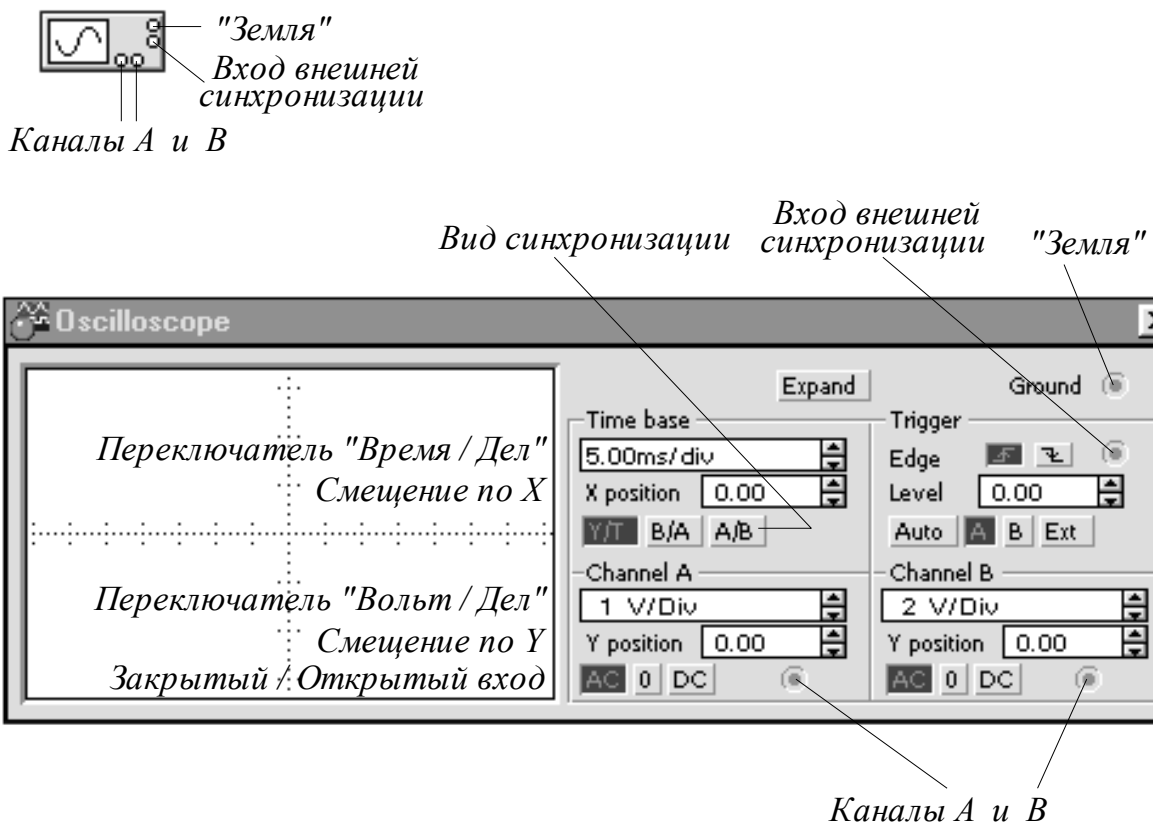


Рис. 4. Осциллограф

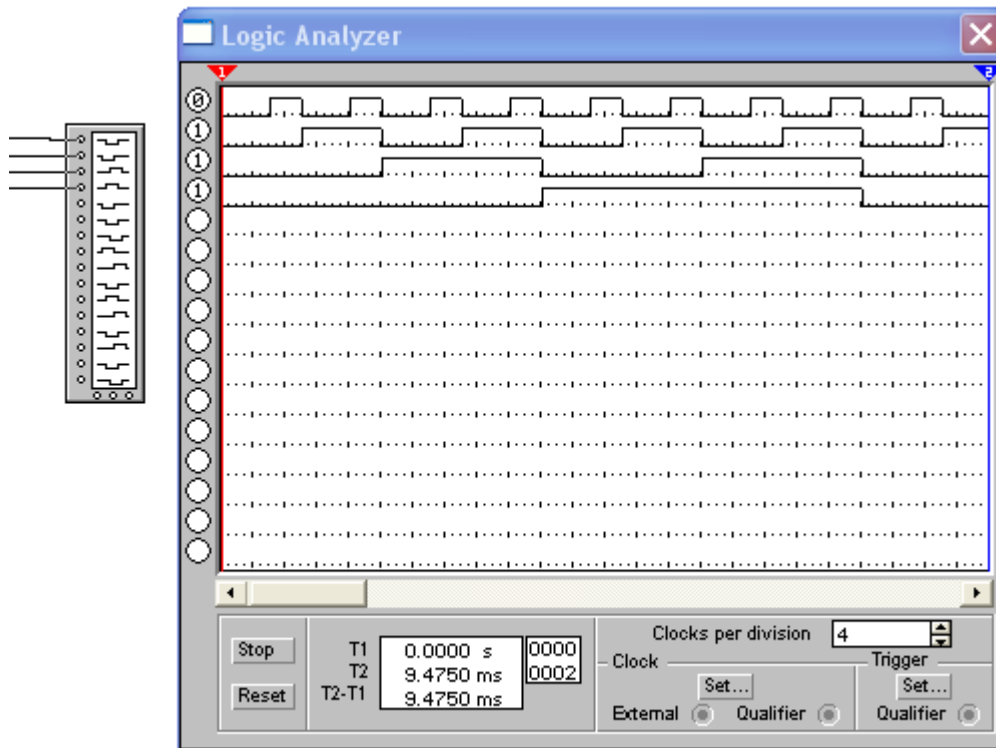


Рис. 5. Логический анализатор

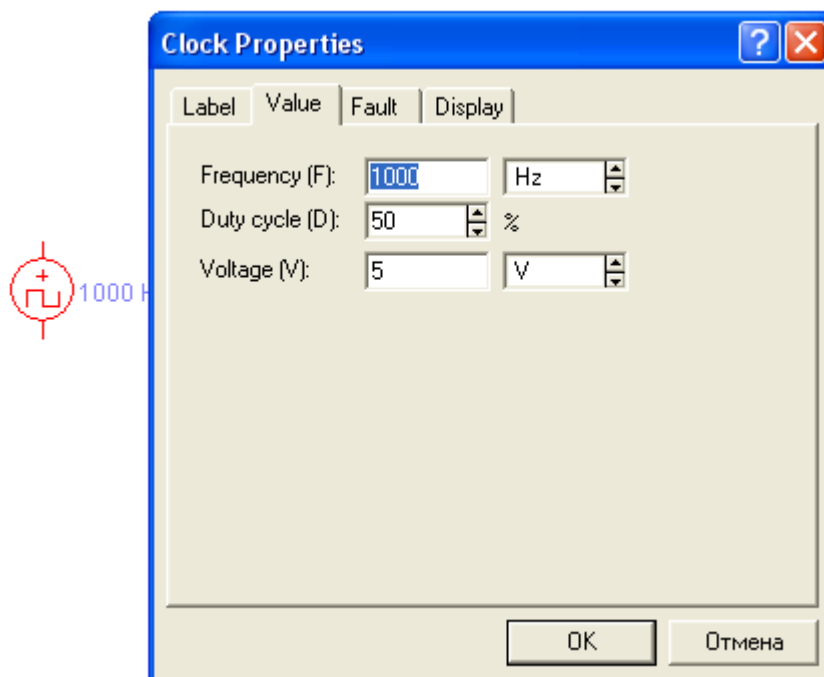




Рис. 6. Импульсный генератор

Работа с Workbench

При запуске Workbench автоматически создается и открывается новый файл, который следует сохранить, используя команду *File/ Save as*.

Используя манипулятор «мышь» перенесите необходимые элементы на рабочую область. Для этого выберите раздел на панели элементов и приборов (рис. П1), в котором находится нужный элемент.

Для соединения двух выводов необходимо щелкнуть по одному из них левой кнопкой мыши и, не отпуская кнопку, довести курсор до вывода другого элемента. Следует отметить, что наличие элемента «Земля»  в схеме является обязательным условием ее работы.

Когда схема собрана, следует нажать на выключатель  в верхнем правом углу рабочей области Workbench. Повторное нажатие приведет к остановке расчета.

Применение соответствующих приборов позволяет выполнить необходимый расчет и вывести результаты.

Внимание! Перед началом работы следует установить в ноль начальные условия. Для этого необходимо установить флажок в разделе *Analysis/ Analysis Options/ Instruments/ Set to Zero*.

Меню Circuit

Позволяет управлять ориентацией выбранных элементов, изменять масштаб изображения схемы, изменять номиналы элементов, управлять отображением идентификационных номеров элементов и их ярлыков, показывать сетку, изменять шрифты. Так установка флажка в позиции *Show nodes* (рис.1) позволяет отобразить номера узлов исследуемой схемы.

Перечисленные выше операции выведены в виде кнопок на панели инструментов (рис.2). Следует отметить, что изменить параметры элементов также возможно путем двойного нажатия левой кнопки «мышь» на элементе. При этом откроются закладки, в которых необходимо или изменить номинал элемента или выбрать его тип из библиотеки элементов (рис.3). С помощью соответствующих кнопок изменяются параметры модели или создается новая модель.

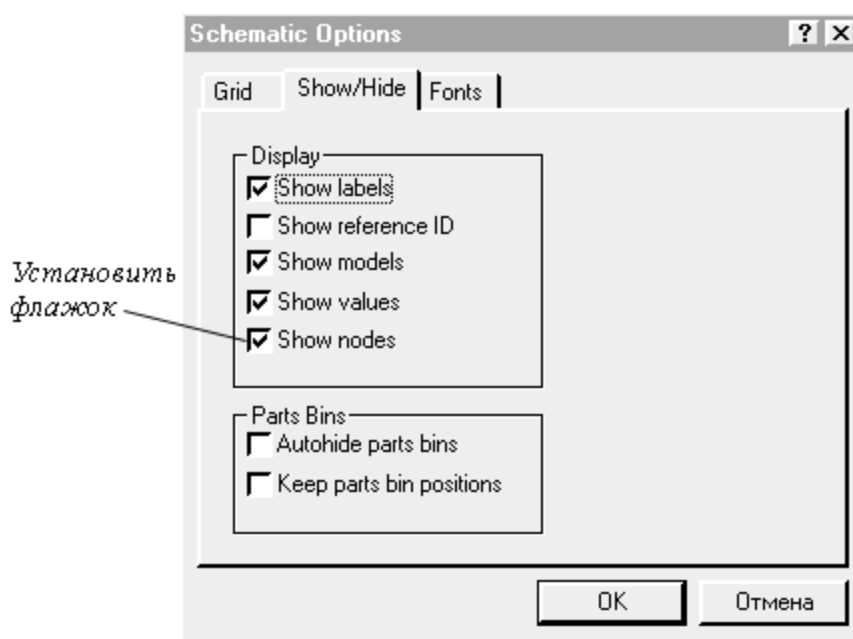


Рис. 1. Вывод на схеме номеров узлов. Закладка *Circuit/ Schematic Options*

Панель инструментов

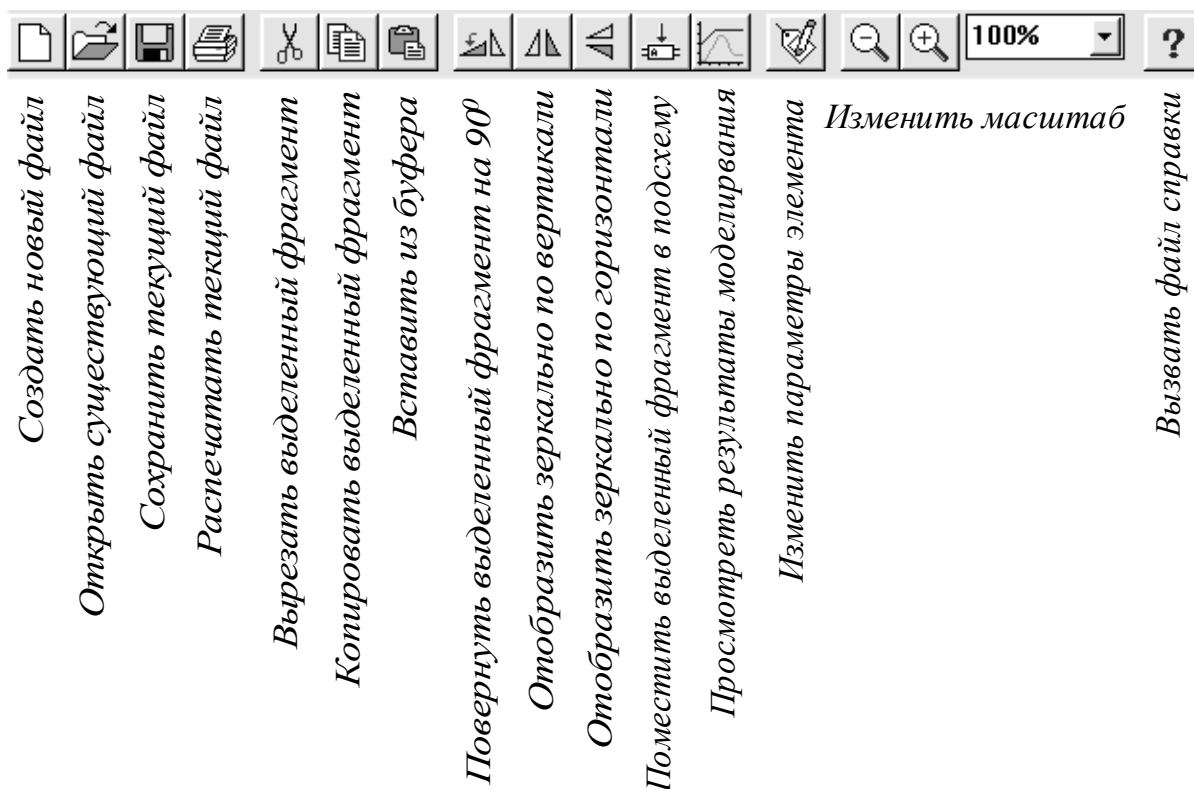
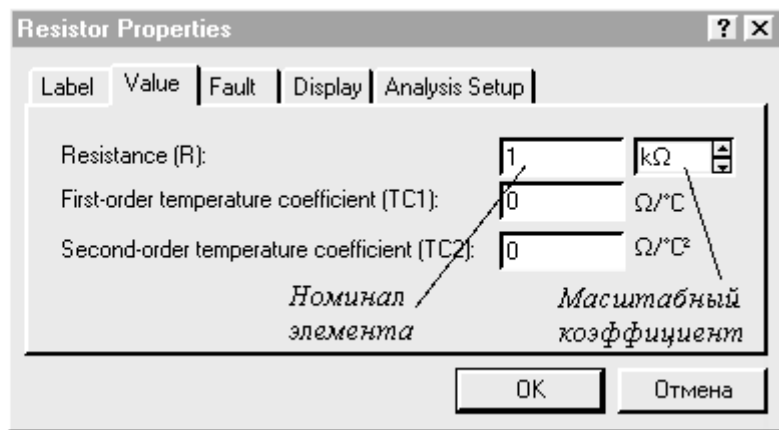
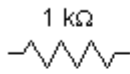
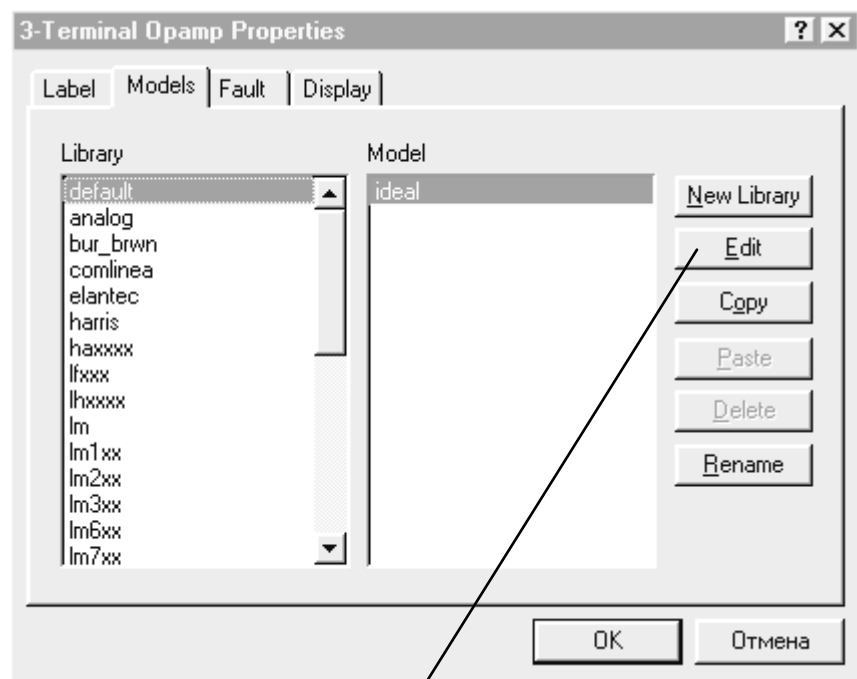
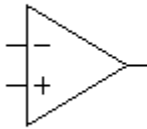


Рис. П1.6. Панель инструментов

Резистор



Операционный усилитель



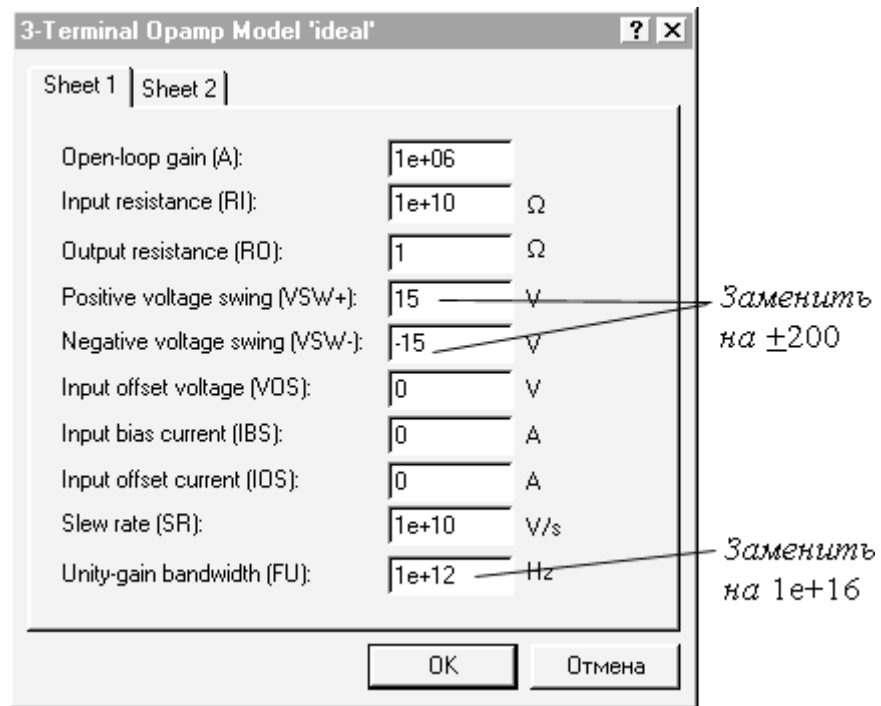


Рис. 3. Закладки изменения номиналов и типов элементов

Меню Analysis

Меню *Analysis* позволяет выполнить различные виды анализа электронных схем, а также сигналов. Рассмотрим основные виды анализа, которые будем использовать при выполнении лабораторных работ:

- Analysis/ AC Frequency - построение амплитудно-частотной (АЧХ) и фазочастотной характеристик (ФЧХ) (рис.4);
- Analysis/ Transient – расчет переходных процессов (рис.5);
- Analysis/ Parameter Sweep – многократный анализ схемы при различных номиналах одного из ее элементов. Выполняется при построении частотных характеристик или расчете переходных процессов (рис.6).

Перед выполнением анализа необходимо задать условия анализа, т.е. заполнить соответствующие позиции в меню, что и показано ниже.

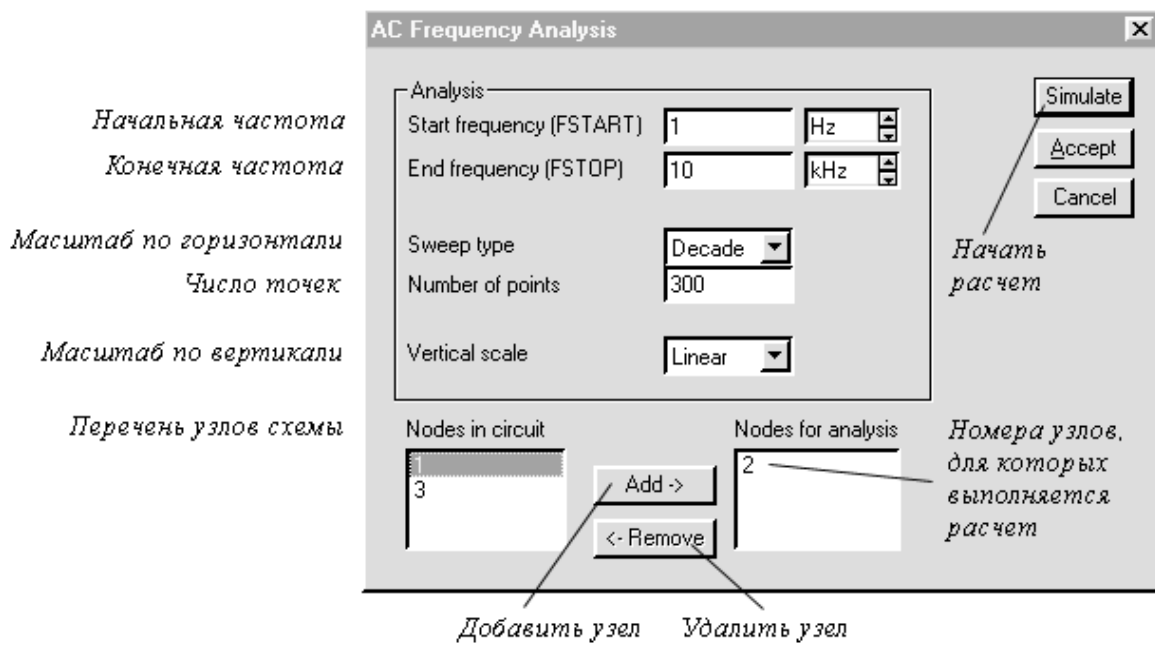


Рис. 4. Настройка режима построения частотных характеристик

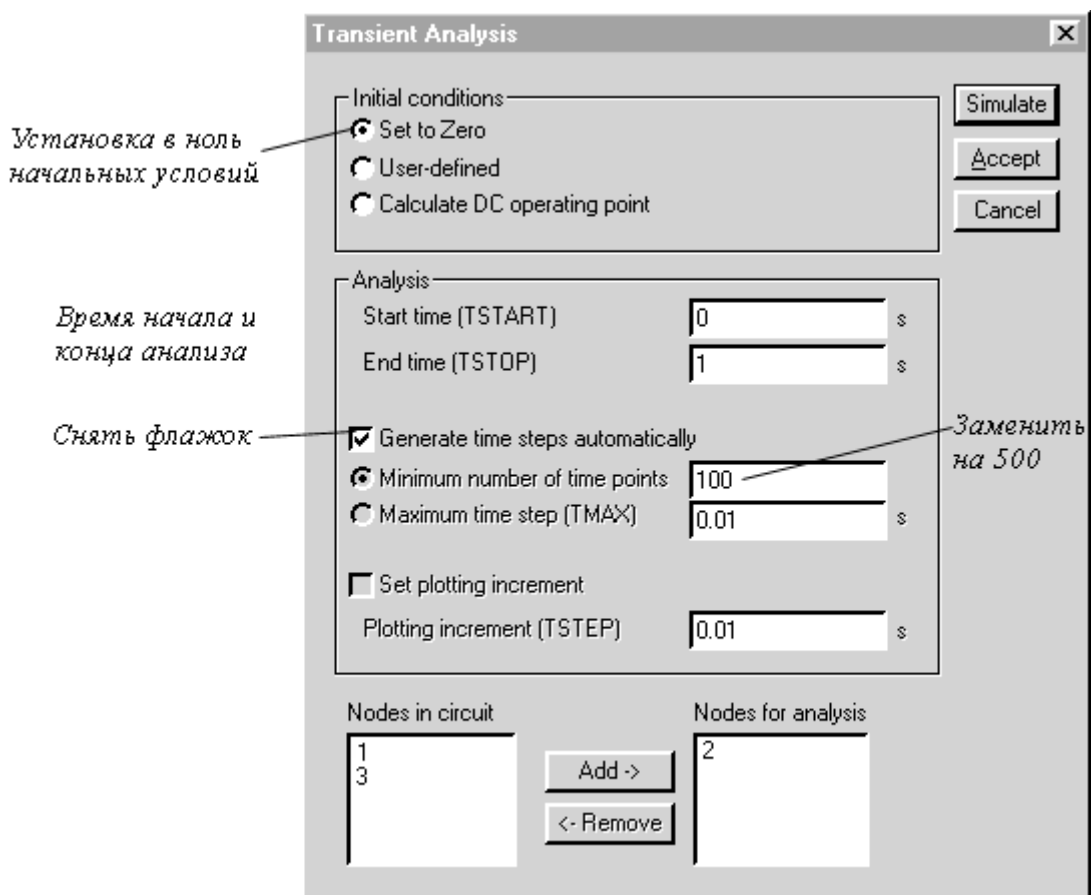


Рис. 5. Настройка режима расчета переходных процессов

*Элемент, параметр
которого варьируется
Варьируемый параметр*

*Начальное значение параметра
Конечное значение параметра*

*Тип шага
Величина шага
Узел, для которого
выполняется расчет*

Выберите вид анализа

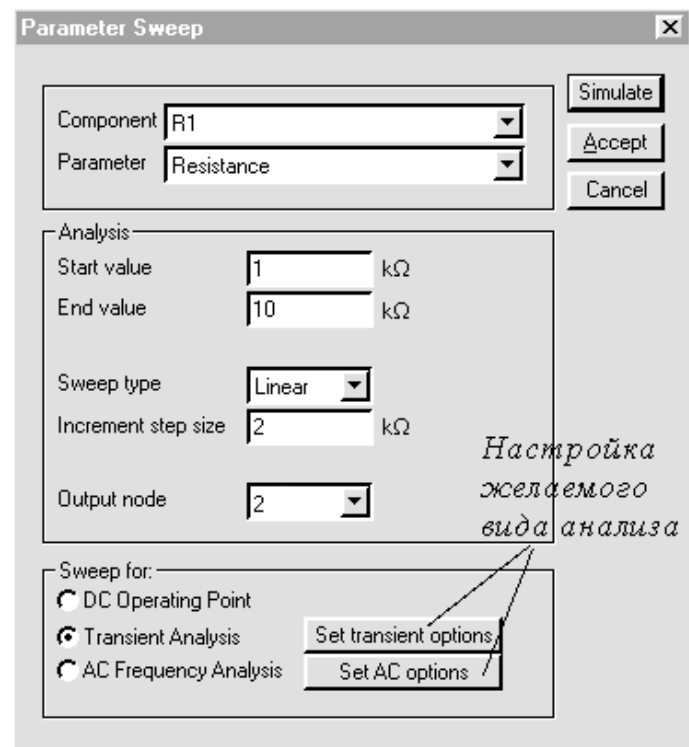


Рис.6. Настройка режима многократного анализа схем

Лабораторная работа №1

ЗНАКОМСТВО С ПРОГРАММОЙ WORKBENCH

Цель работы: Освоение основных правил составления электрических схем и определение их основных характеристик с помощью программы Workbench.

Порядок работы

Запустите Workbench. При этом автоматически будет создан и открыт новый файл, который следует сохранить, используя команду *File/ Save as*. Рекомендуется называть файл по фамилии исполнителя.

Используя манипулятор мышь перенесите необходимые элементы на рабочую область. Для этого необходимо выбрать раздел на панели инструментов Sources, Basic, Logic Gates, Digital (рис.1.1), в котором находится нужный элемент, затем перенести его на рабочую область.

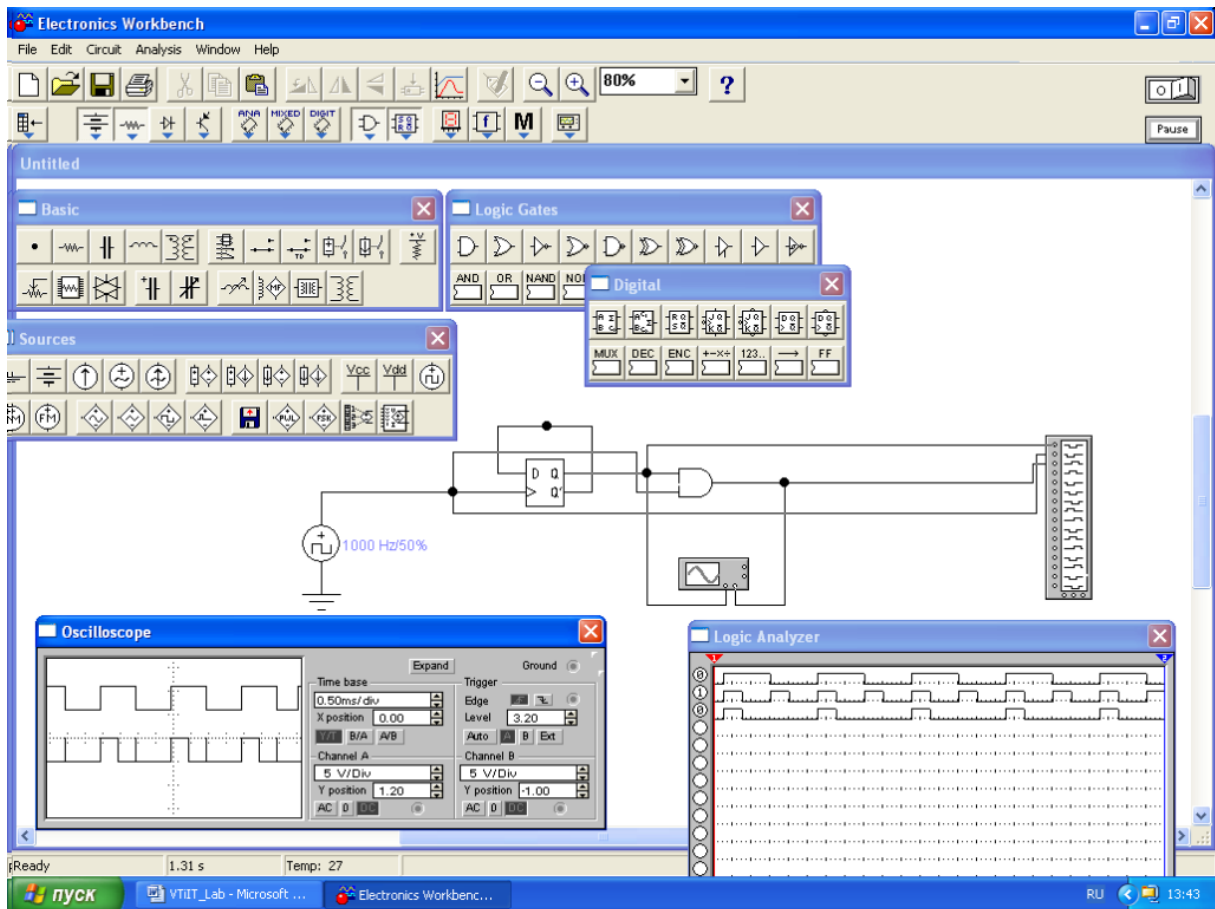


Рис. 1.1. Пример моделирования цифрового устройства в среде Workbench

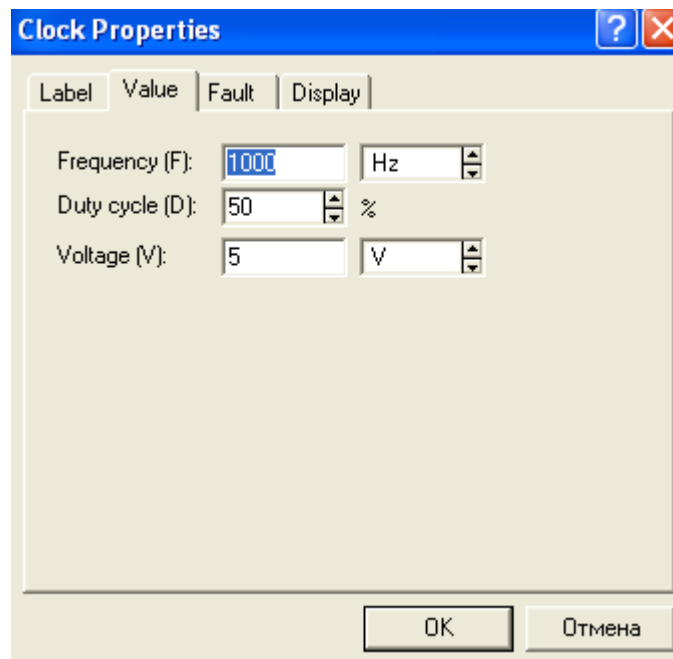



Рис. 1.2. Настройка параметров генератора

Соедините выводы элементов для получения необходимой схемы. Для соединения двух выводов необходимо щелкнуть по одному из них левой кнопкой мыши и, не отпуская кнопку, довести курсор до вывода другого элемента. Следует отметить, что наличие элемента «Земля» в схеме является обязательным условием ее работы.

Для изменения номиналов и свойств элементов (например, частоты, амплитуды и скважности импульсов генератора) необходимо дважды щелкнуть мышью на нужном элементе, при этом появится соответствующая закладка, на которой проставляются необходимые свойства данного элемента схемы.

Когда схема собрана, выберите и запустите требуемый вид анализа, нажав на выключатель  в верхнем правом углу рабочей области Workbench. Повторное нажатие приведет к остановке расчета.

Произведите анализ схемы, результатом которого являются графические зависимости напряжений в выбранных узлах схемы.

Сравните временные диаграммы на осциллографе и логическом анализаторе и отметьте их отличия.

Необходимо изменить схему устройства с целью устранения «паразитных» импульсов, возникающих по заднему фронту тактовых импульсов, которые видны на осциллографе.

Изменение схемы производится студентами самостоятельно после выяснения причины их возникновения.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные этапы работы в программе Workbench.
2. Как задаются типовые сигналы в программе Workbench?
3. Как изображаются основные логические элементы в программе Workbench.
4. Какие основные цифровые устройства имеются в программе Workbench?
5. Как задаются свойства (параметры) элементов моделируемой схемы в программе Workbench?
6. Каковы основные параметры логических сигналов микросхем серий ТТЛ и ТТЛШ?
7. Как влияют задержки логических микросхем на параметры сигналов?

Лабораторная работа № 2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО УСТРОЙСТВА С ТРЕХРАЗЯДНЫМ ДВОИЧНЫМ СЧЕТЧИКОМ НА БАЗЕ D-ТРИГГЕРАХ

Цель работы: Изучение и исследование последовательных двоичных счетчиков на основе D – триггерах, проектирование и моделирование устройства формирования импульсов,

Схема цифрового устройства синхронизации на основе последовательного двоичного счетчик на D – триггерах имеет вид представленный на рис.2.1. Устройство содержит трехразрядный двоичный счетчик, дешифраторы импульсов, RS-триггер. В качестве устройств отображения параметров импульсов (временных диаграмм) использован логический анализатор на 8 входов и двух лучевой осциллограф. Осциллограф необходим для проверки сигналов на наличие «паразитных» импульсов, так как логический анализатор не может их обнаружить.

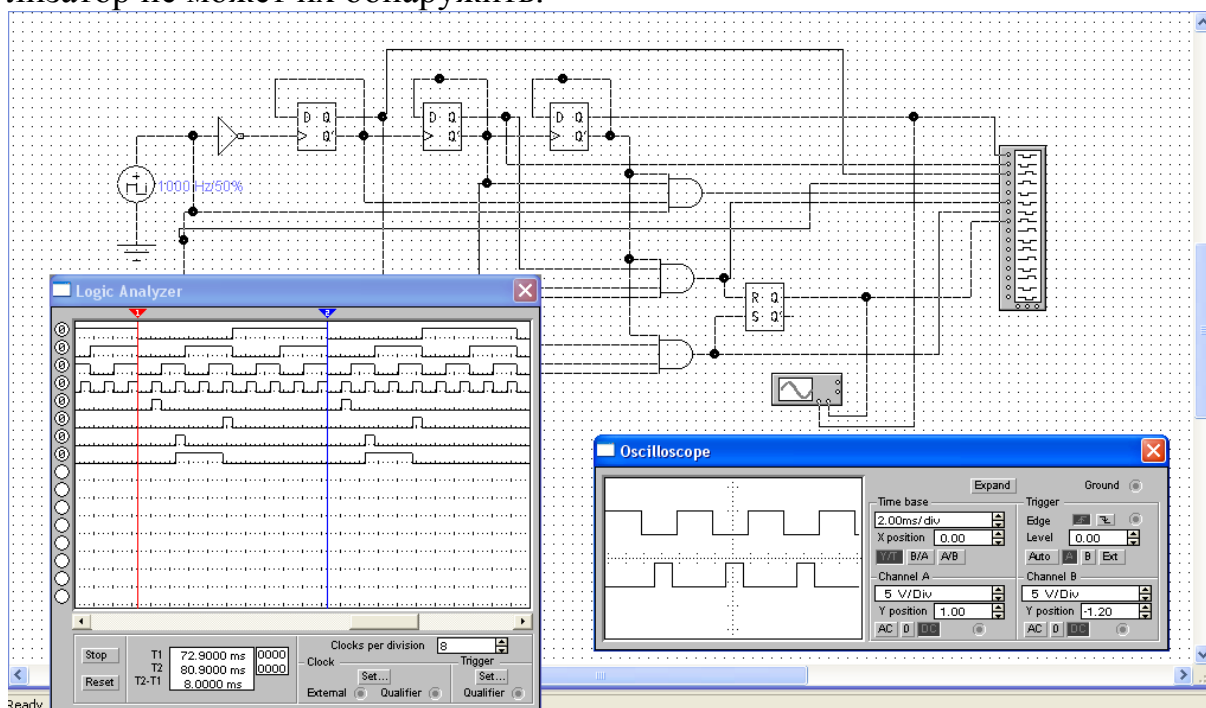


Рис. 2.1. Пример моделирования цифрового устройства

Используя органы управления логического анализатора и осциллографа можно измерить параметры сигналов: амплитуду, длительность, и период и задержки их относительно друг друга.

Задание к лабораторной работе

Для каждого студента преподавателем выдается временная диаграмма для четырех импульсов T1, T2, T3, T4. Период для всех четырех импульсов одинаков и равен 8 периодам тактовой частоты генератора (16 временным интервалам). Задания представлены в таблице 1 по вариантам.

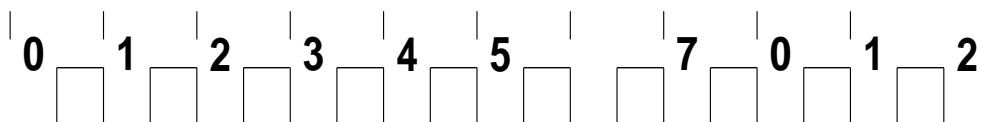


Рис.2.1. Временные диаграммы импульсов генератора и выходного импульса с кодом 1101100100110000.

Каждый из вариантов содержит временные диаграммы четырех выходных импульсов устройства. Временные диаграммы закодированы двоичным 16-ти разрядным кодом. Наличие единицы в разряде кода соответствует уровню логической 1 в соответствующем временном интервале, наличие нуля соответствует уровню логического 0 в соответствующем временном интервале. На рис.2.1 представлены временные диаграммы для кода 1101100100110000.

Таблица 1.

№ Вар	Параметры выходных импульсов	№ Вар.	Параметры выходных импульсов
1	T1 - 1000000000000000 T2 - 0110000000000000 T3 - 0101000000000000 T4 - 0111100000000000	10	T1 - 1110000000000000 T2 - 0001110000000000 T3 - 0000001110000000 T4 - 0000000011100000
2	T1 - 0110000000000000 T2 - 0001000000000000 T3 - 1110011111111111 T4 - 0000000011100000	11	T1 - 0000000000001000 T2 - 0000000000000100 T3 - 0000000000010000 T4 - 0000001110000000
3	T1 - 0001111000000000 T2 - 0010000100000000 T3 - 0000110000000000 T4 - 0111001110000000	12	T1 - 0000011100000000 T2 - 0110000000000000 T3 - 0011100000000000 T4 - 0000000011100000
4	T1 - 0000000001100000 T2 - 0001100000000000 T3 - 0000011000000000 T4 - 0000000111000000	13	T1 - 0000000000000000 T2 - 0000000000000000 T3 - 0000000000000000 T4 - 0000000000000000
5	T1 - 0011000000000000 T2 - 0000111000000000 T3 - 0010000010000000	14	T1 - 1100000000000000 T2 - 0011100000000000 T3 - 0000010000000000

	T4 - 0001000100000000		T4 - 0000001000000000
6	T1 - 0000000000000010 T2 - 0000000000000100 T3 - 0000000000001000 T4 - 0000000000010000	15	T1 - 0000000110000000 T2 - 0000000001100000 T3 - 0000000000011000 T4 - 0000000000000110
7	T1 - 0000000000000011 T2 - 0000000000001100 T3 - 0000000000110000 T4 - 0000000011000000	16	T1 - 0000000000000001 T2 - 0000000000000011 T3 - 0000000000000111 T4 - 0000000000000111
8	T1 - 0000000100000000 T2 - 0000001110000000 T3 - 0000010001000000 T4 - 0000110001100000	17	T1 - 0000000000000000 T2 - 0000000000000000 T3 - 0000000000000000 T4 - 0000000000000000
9	T1 - 0010000000000000 T2 - 0001000000000000 T3 - 0000100000000000 T4 - 0000011000000000	18	T1 - 1000000000000000 T2 - 1100000000000000 T3 - 1110000000000000 T4 - 1111000000000000

Продолжение Табл. 1.

№ Вар	Параметры выходных импульсов	№ Вар.	Параметры выходных импульсов
19	T1 - 0000000011111111 T2 - 0000000110000000 T3 - 0000011000000000 T4 - 0000100001000000	28	T1 - 1010000000000000 T2 - 0101000000000000 T3 - 0010100000000000 T4 - 0001010000000000
20	T1 - 0011100000000000 T2 - 0001110000000000 T3 - 0000111000000000 T4 - 0000011100000000	29	T1 - 1110000000000000 T2 - 0001110000000000 T3 - 0000001110000000 T4 - 0000000001110000
21	T1 - 1000000000000001 T2 - 1100000000000011 T3 - 1110000000000111 T4 - 1111000000000111	30	T1 - 0000000000001110 T2 - 1100000000000001 T3 - 0011100000000000 T4 - 0000011100000000
22	T1 - 0101000000000000 T2 - 0010100000000000 T3 - 0001100110000000 T4 - 0000011111100000	31	T1 - 0000000010000000 T2 - 0000000101000000 T3 - 0000001000100000 T4 - 0000010000010000
23	T1 - 0000000000011000 T2 - 0000000000100100 T3 - 0000000001000010 T4 - 0000000010000001	32	T1 - 0000000011000000 T2 - 0000001101100000 T3 - 0000011000110000 T4 - 0000110000011000
24	T1 - 1011111111111111	33	T1 - 0000001000000000

	T2 - 0111000000000000 T3 - 1111100011111111 T4 - 0000001000000000		T2 - 0000010100000000 T3 - 0000111110000000 T4 - 0001000001000000
25	T1 - 0000011100000000 T2 - 0000001000000000 T3 - 0000100010000000 T4 - 0001000001000000	34	T1 - 0110000000000000 T2 - 1001000000000000 T3 - 0000111000000000 T4 - 0000000111000000
26	T1 - 1000000000000001 T2 - 0000000000000010 T3 - 0000000000000100 T4 - 0000000000001000	35	T1 - 000000000111000 T2 - 000000000000111 T3 - 110000000000000 T4 - 001100000000000
27	T1 - 000000000000111 T2 - 110000000000000 T3 - 001100000000000 T4 - 000011000000000	36	T1 - 0000100010000000 T2 - 0000010100000000 T3 - 0000001000000000 T4 - 0000011100000000

Порядок выполнения лабораторной работы

Для моделирования необходимо использовать схему последовательного трехразрядного двоичного счетчика на базе D-триггеров, а также генератор тактовых импульсов. В качестве устройств отображения использовать логический анализатор и двух лучевой осциллограф.

Схему формирования импульсов, состоящую из дешифраторов на логических элементах и RS-триггеров, а также других цифровых устройств разрабатывается каждым студентом самостоятельно по заданным временным диаграммам.

Варианты заданий представлены в таблице 1.

Содержание отчета

Отчет по проделанной лабораторной работе должен содержать:

- задание на лабораторную работу;
- схему разработанного устройства;
- результаты моделирования в виде временных диаграмм, представленных на логическом анализаторе и осциллографе.

Контрольные вопросы

1. Функционирование логического элемента 2-И.
2. Функционирование логического элемента 2-И-НЕ.
3. Функционирование логического элемента 2-ИЛИ.
4. Функционирование логического элемента 2-ИЛИ-НЕ.
5. Функционирование логического элемента «исключающее ИЛИ».

6. Функционирование логического элемента «исключающее ИЛИ-НЕ».
7. Функционирование RS-триггера на логических элементах 2-И-НЕ.
8. Функционирование RS-триггера на логических элементах 2-ИЛИ-НЕ.
9. Функционирование D-триггера.
10. Функционирование D-триггера в счетном режиме.
11. Схеме последовательного счетчика на D-триггерах.
12. Дешифраторы на логических элементах.

Лабораторная работа № 3
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО УСТРОЙСТВА
 С ПРОИЗВОЛЬНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ
 ПЕРЕСЧЕТА СЧЕТЧИКА НА БАЗЕ JK-ТРИГГЕРАХ**

Цель работы: Проектирование и моделирование цифровых устройств с применением счетчиков с произвольным коэффициентом пересчета на базе JK-триггеров.

Задание к лабораторной работе

Задания к лабораторной работе представлены в таблице 2. Для каждого варианта указаны параметры выходных импульсов T1, T2, T3, T4 цифрового устройства – период Tп, длительность T и задержка Ts относительно первого импульса T1 и активный уровень (полярность импульса). Параметры импульсов указаны в периодах частоты генератора.

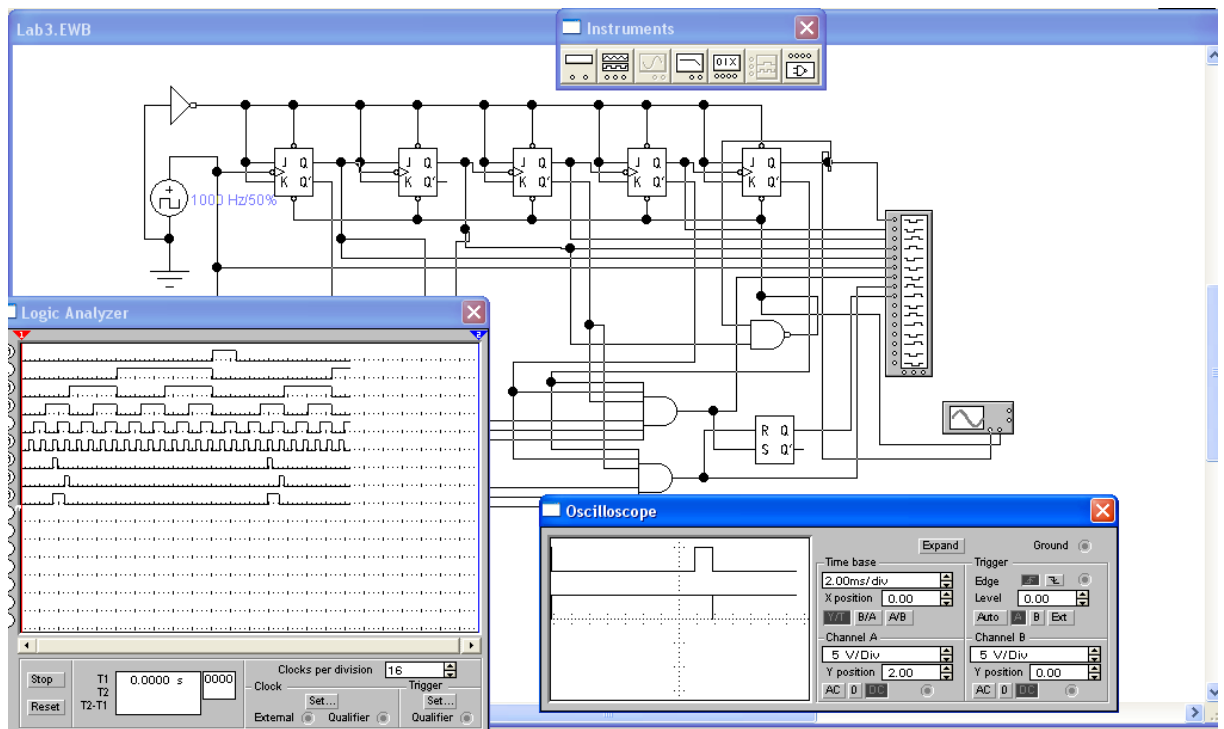
Таблица 3.1.

№ вар	Ts	T	Tп	Акт. Уров.	№ вар	Ts	T	Tп	Акт. Уров.
1	0	2	17	1	16	0	1	34	1
	1	3		1		2	1		
	2	4		1		3	1		
	3	5		0		5	4		0
2	0	6	18	1	17	0	5	35	0
	2	7		0		6	0		
	4	8		0		5	7		1
	5	9		1		6	8		1
3	0	4	19	0	18	0	9	36	1
	3	3		1		6	8		1
	5	2		0		6	7		1
	1	1		1		7	6		0
4	0	3	20	1	19	0	5	37	0
	2	2		1		8	4		1
	3	4		0		9	3		0
	5	5		0		9	2		1
5	0	5	22	0	20	0	1	38	1
	1	6		0		9	3		1
	4	4		1		8	5		1
	5	7		1		7	7		0

№ вар	Ts	T	Tп	Акт. Уров.	№ вар	Ts	T	Tп	Акт. Уров.
6	0	4	23		21	0	9	39	1
	1	5				9	7		1
	3	6				5	5		0
	4	7				4	3		0
7	0	8	24		22	0	1	40	0
	4	9				2	2		1
	3	5				3	4		1
	2	4				4	6		0
8	0	7	25		23	0	8	41	1
	1	2				5	7		1
	3	1				6	5		0
	2	4				7	4		0
9	0	5	26		24	0	2	42	0
	6	8				9	3		0
	5	9				6	4		1
	4	5				5	6		1
10	0	9	27		25	0	8	43	1
	6	8				9	7		0
	4	4				8	6		1
	3	3				7	5		0
11	0	3	28		26	0	9	44	1
	3	2				4	6		1
	5	1				5	4		0
	4	4				3	3		0
12	0	5	29		27	0	3	45	1
	3	7				3	4		1
	6	6				4	5		0
	7	3				5	7		0
13	0	8	30		28	0	3	46	1
	1	9				7	2		1
	6	6				7	5		0
	2	7				6	4		1
14	0	2	31		29	0	7	47	1
	2	3				2	8		0
	1	4				3	6		1
	5	4				4	5		0
15	0	4	33		30	0	9	48	1
	6	5				6	3		1
	5	7				7	2		0
	7	8				8	1		0

Порядок выполнения работы

Необходимо разработать схему цифрового устройства синхронизации, состоящего из последовательного счетчика на JK-триггерах, логических схем, дешифраторов и других цифровых устройств, формирующих выходные импульсы. Провести моделирование и представить результаты в виде временных диаграмм выходных импульсов, полученные логическим анализатором и осциллографом. Пример моделирования представлен на рис.3.1.



Содержание отчета

Отчет по проделанной лабораторной работе должен содержать:

- задание на лабораторную работу;
- схему разработанного устройства;
- результаты моделирования в виде временных диаграмм, представленных на логическом анализаторе и осциллографе.

Контрольные вопросы

13. Функционирование RS-триггера на логических элементах 2-И-НЕ.
14. Функционирование RS-триггера на логических элементах 2-ИЛИ-НЕ.
15. Схемы контроля четности.
16. Схемы сравнения.
17. Цифровые компараторы.
18. Схемы с открытым коллектором.
19. Нагрузочная способность микросхем серий ТТЛ, ТТЛШ, КМОП.
20. Шинные формирователи.
21. Кольцевые сдвиговые регистры.
22. Мажоритарные элементы.
23. Шифраторы и дешифраторы кодов.

Лабораторная работа №4

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО УСТРОЙСТВА СИНХРОНИЗАЦИИ НА ЛОГИЧЕСКИХ МИКРОСХЕМАХ СРЕДНЕЙ ИНТЕГРАЦИИ

Цель работы: Проектирование и моделирование цифровых устройств на микросхемах средней интеграции.

Задание к лабораторной работе

Необходимо разработать схему цифрового устройства, формирующего импульсы параметры которых (период, длительность, задержка, активный уровень) представлены в задании к курсовой работе.

Порядок выполнения работы

В соответствии с вариантом задания на курсовую работу произвести синтез цифрового устройства синхронизации. На рис.4.1. представлен пример схемы аналогичного устройства и результаты его моделирования. Устройство содержит 8-ми разрядный двоичный счетчик на двух микросхемах 7493 (аналог K155ИЕ5), в качестве дешифратора использованы две микросхемы 74154 (дешифратор 4x16), а также применены логические микросхемы 2-ИЛИ-НЕ и RS-триггер. Коэффициент пересчета счетчика равен $(12 \times 16 + 2) = 194$. На рисунке приведена одна из возможных реализаций цифрового устройства. Допускаются любые другие реализации, которые могут быть отмоделированы в Workbench.

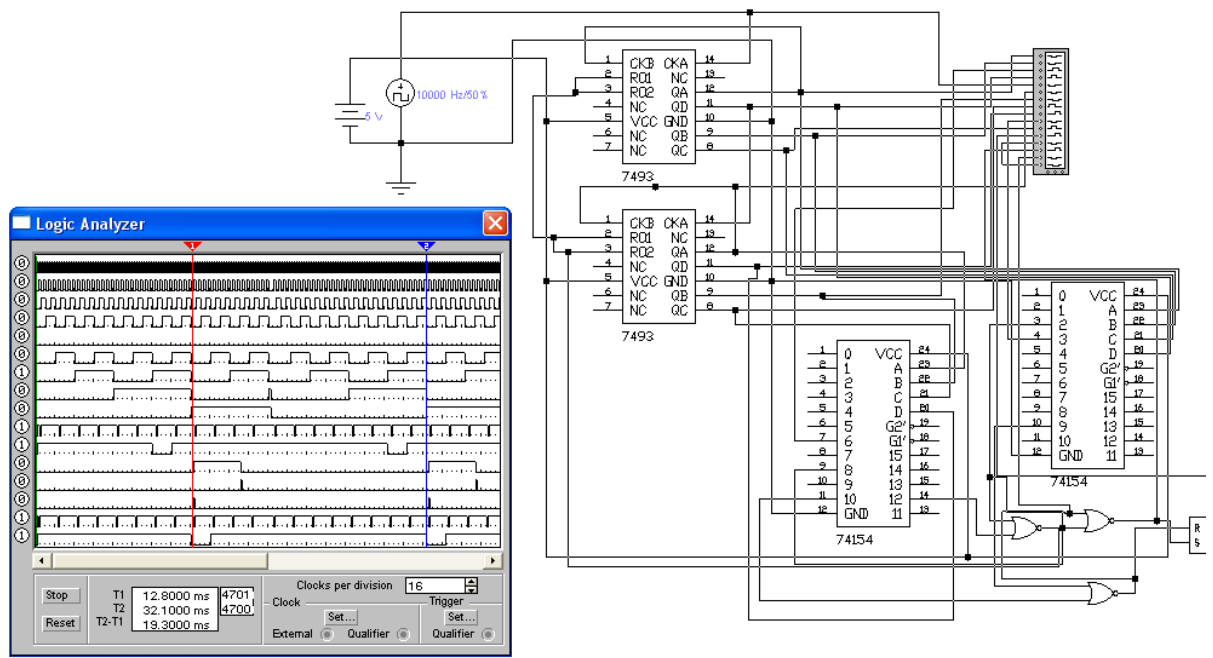


Рис. 5.1. Исследуемая схема с одним форсирующим звеном
Содержание отчёта

Отчет по проделанной работе должен содержать:

- структурные схемы исходной и скорректированной схемы;
- ЛАЧХ и годографы исходной и скорректированной систем;
- графики переходных процессов при трёх значениях параметров форсирующих звеньев;
- выводы по результатам проделанной работы.

Контрольные вопросы

24. Функционирование JK-триггера.
25. Функционирование JK-триггера в режиме D-триггера.
26. Недостатки счетчиков с последовательным переносом.
27. Преимущества и недостатки счетчиков с параллельным переносом.
28. Функционирование и состав параллельных регистров.
29. Функционирование и состав последовательных регистров.
30. Функционирование и состав двоичных сумматоров.
31. Счетчики с произвольным коэффициентом пересчета.
32. Функционирование D-триггера в счетном режиме.
33. Схема счетчика с параллельным переносом на JK-триггерах.
34. Цифровые мультиплексоры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Радиоавтоматика/ В.А.Бесекерский, А.А.Елисеев, А.В.Небылов и др.; Под ред. В.А.Бесекерского. –М.: Высшая шк., 1985. –271 с.
2. Коновалов Г.Ф. Радиоавтоматика. –М.: Высшая шк., 1985. –335 с.
3. Васильев К.К. Теория автоматического управления (следающие системы): Учебное пособие. –Ульяновск, 1999. –96 с.
4. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: Справочное руководство. Пер. с нем. –М.: Мир. 1982.

Учебное издание

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Сборник лабораторных работ

Составители: **Горохин** Валерий Николаевич

Редактор Н.А. Евдокимова

Подписано в печать 30.10.2001. Формат 60×84/16.

Бумага писчая. Печать трафаретная.

Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,20. Тираж 100 экз. Заказ .

Ульяновский государственный технический университет,
432027, Ульяновск, Сев. Венец, 32.

Типография УлГТУ, 432027, Ульяновск, Сев. Венец, 32.