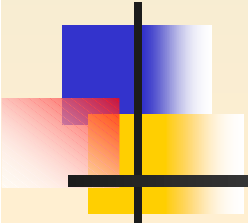


ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ СОРЕВНОВАНИЕ
«ШАГ В БУДУЩЕЕ, МОСКВА»

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ
ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОЗДАНИЯ
ТРИГГЕРНОГО ЭЛЕМЕНТА, УСТОЙЧИВОГО
К ВОЗДЕЙСТВИЮ ИМПУЛЬСНЫХ
ИЗЛУЧЕНИЙ**



**Автор: Бутин Иван Валентинович,
гимназия №4, 11 класс**

**Руководитель: Власов Андрей Игоревич,
доцент МГТУ им Баумана, к.т.н.**

Москва 2012



Актуальность работы

- Ни одна из систем управления не обходится без применения устройств, предназначенных для сбора, хранения и обработки аналого-цифровой информации. К ответственным системам управления предъявляется требование сохранения работоспособности при воздействии импульсных излучений.
- Кратковременные изменения проводимости полупроводниковых материалов становятся причиной протекания импульсных токов, вызывающих изменение логического состояния цифровых устройств.
- В результате облучения может быть потеряна записанная в элементах памяти информация.



Цель работы

Постановка задачи:

Разработка триггерного элемента (ТЭ), устойчивого к воздействию импульсных излучений.

Цель работы:

- изучение переходных процессов при импульсном облучении полупроводниковых приборов,
- разработка помехоустойчивой ячейки памяти с использованием для восстановления информации известных радиационных эффектов,
- экспериментальное подтверждение эффективности принятых решений.



Решаемые задачи

В работе **решены следующие задачи:**

- проведён анализ переходных процессов в элементах аппаратуры при воздействии импульсных излучений;
- выбрана элементная база;
- разработана структурная, функциональная и электрическая принципиальная схемы ТЭ;
- математический анализ переходных процессов в составных частях ТЭ, устойчивого к импульсным излучениям;
- изготовление макета ТЭ;
- электрическое моделирование переходных процессов в ТЭ;
- разработка методики экспериментального подтверждения работоспособности ТЭ.



Положения

Положения, выносимые на защиту:

- функциональная схема ТЭ с восстановлением информации;
- реализация датчика воздействия и управляемого ключа, обеспечивающих регистрацию импульсного излучения и выработку сигнала коррекции;
- результаты моделирования переходных процессов, подтверждающие работоспособность ТЭ.



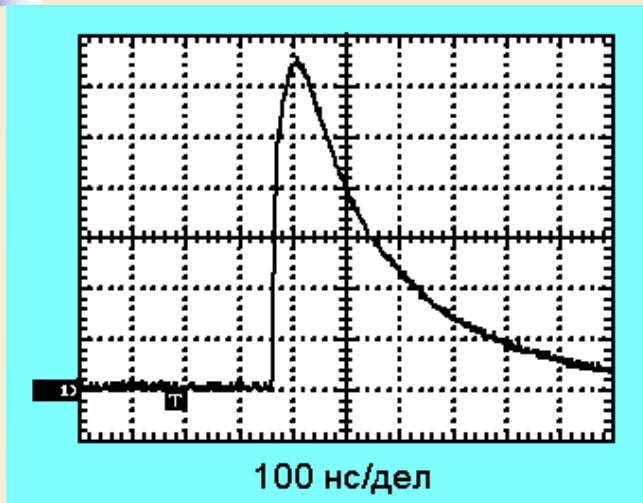
Методы

Методы исследований:

- анализ переходных процессов в элементах аппаратуры при воздействии импульсных излучений;
- анализ технических решений, предпринимаемых для обеспечения стойкости элементов памяти;
- синтез структурной, функциональной и электрической схем ТЭ;
- математическое и электрическое моделирование переходных процессов в разработанном ТЭ.

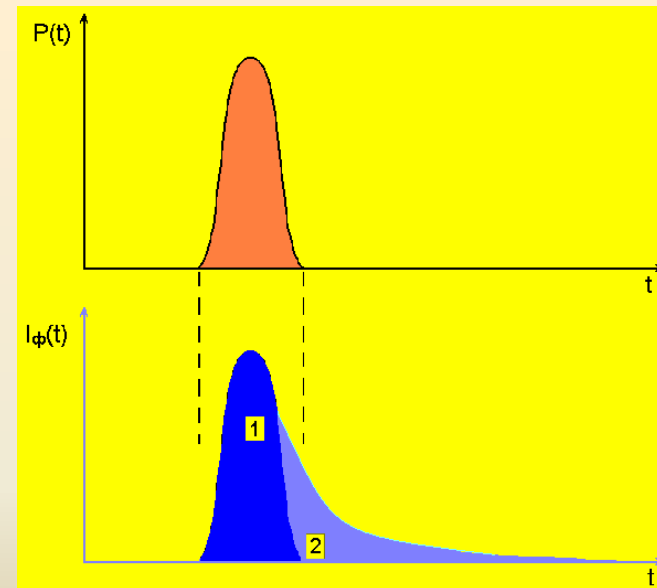
Научная новизна работы заключается в разработке метода обеспечения сохранности информации в ТЭ без потери их быстродействия.

Переходные процессы в цифровых устройствах

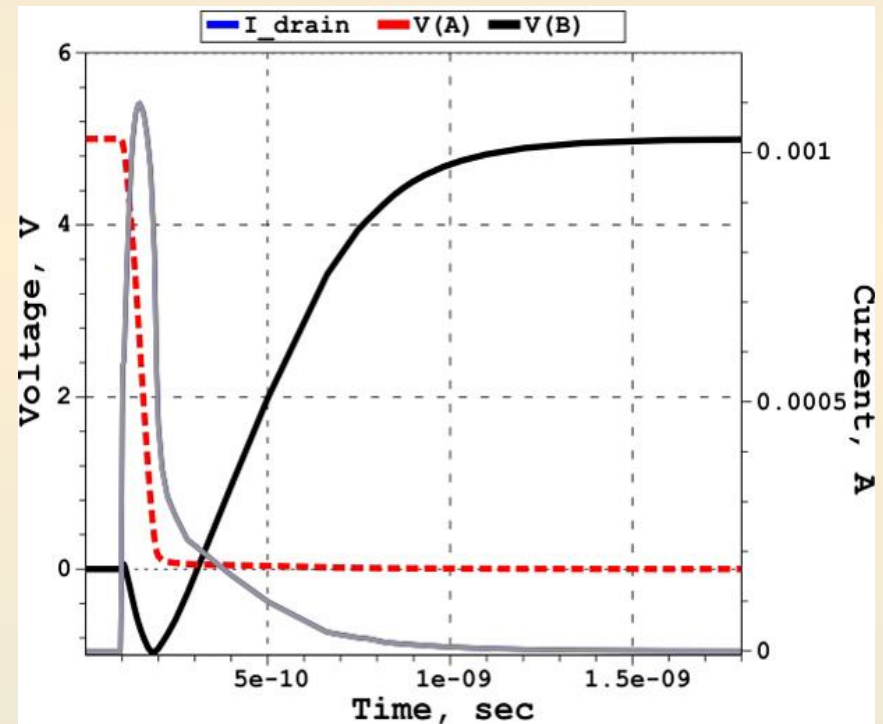
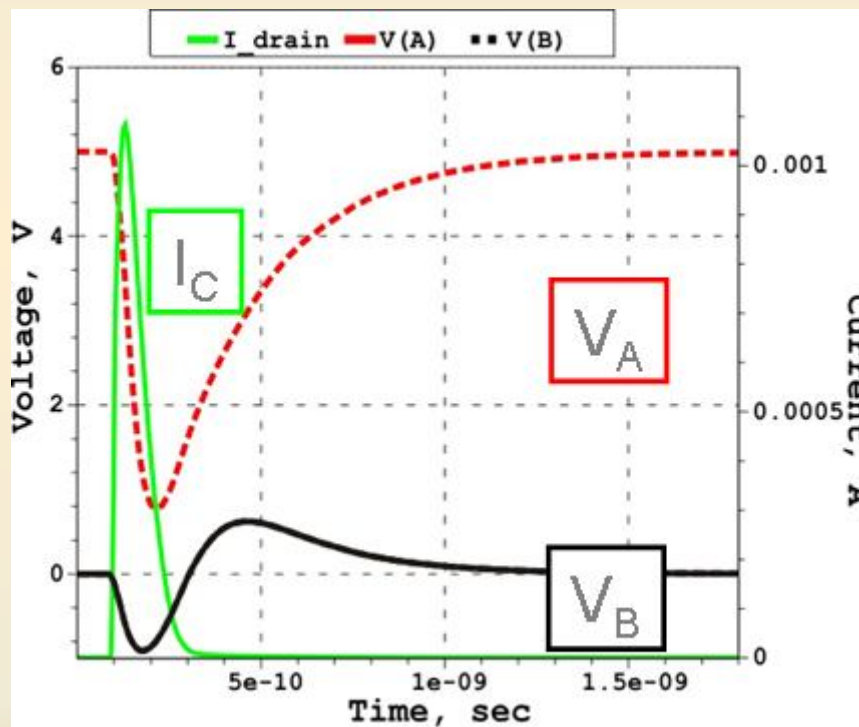


↑ Пример ионизационной реакции биполярного транзистора – кратковременное возрастание коллекторного тока.

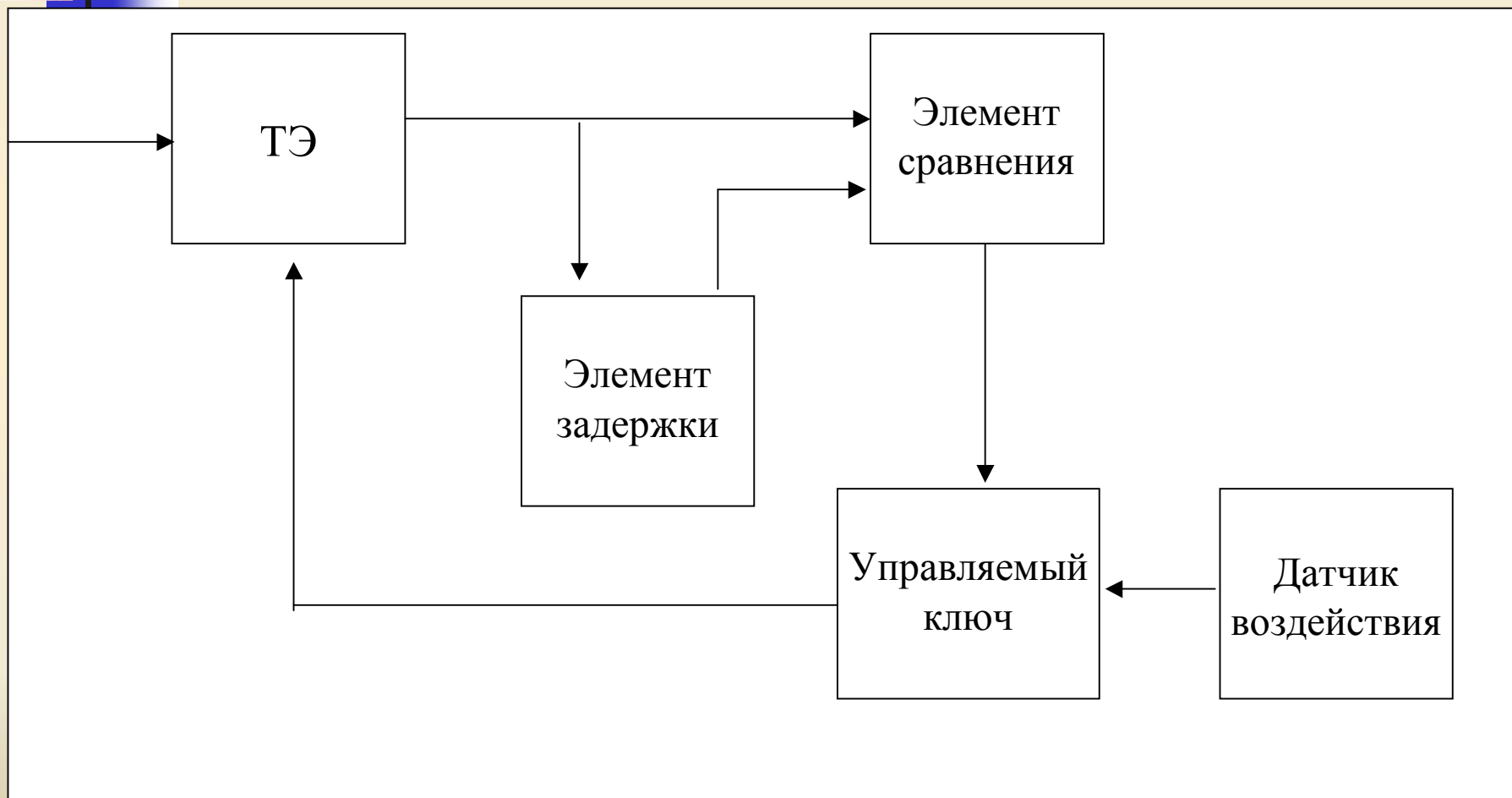
Ток обратносмещённого р-п перехода содержит мгновенную (1) и запаздывающую (2) составляющие



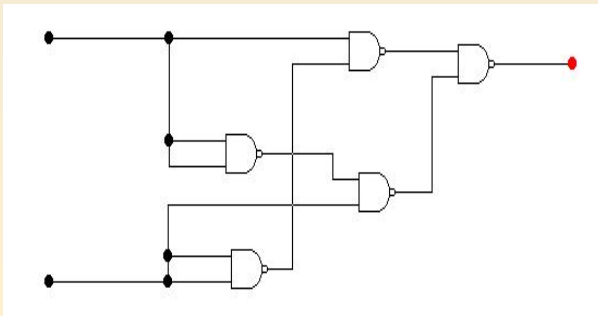
Переходные процессы в цифровых устройствах



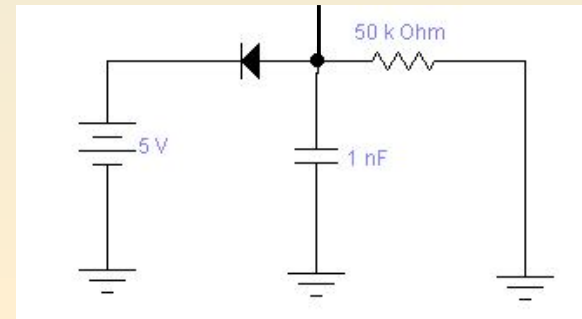
Структурная схема ТЭ с восстановлением информации



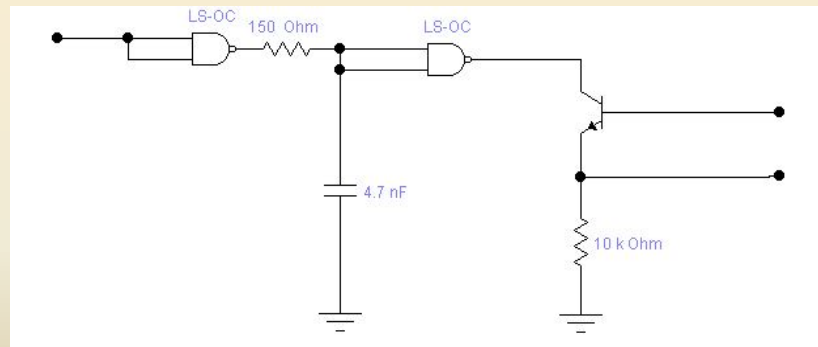
Пример реализации составных частей ТЭ



Пример выполнения элемента сравнения в базисе элементов «И-НЕ»

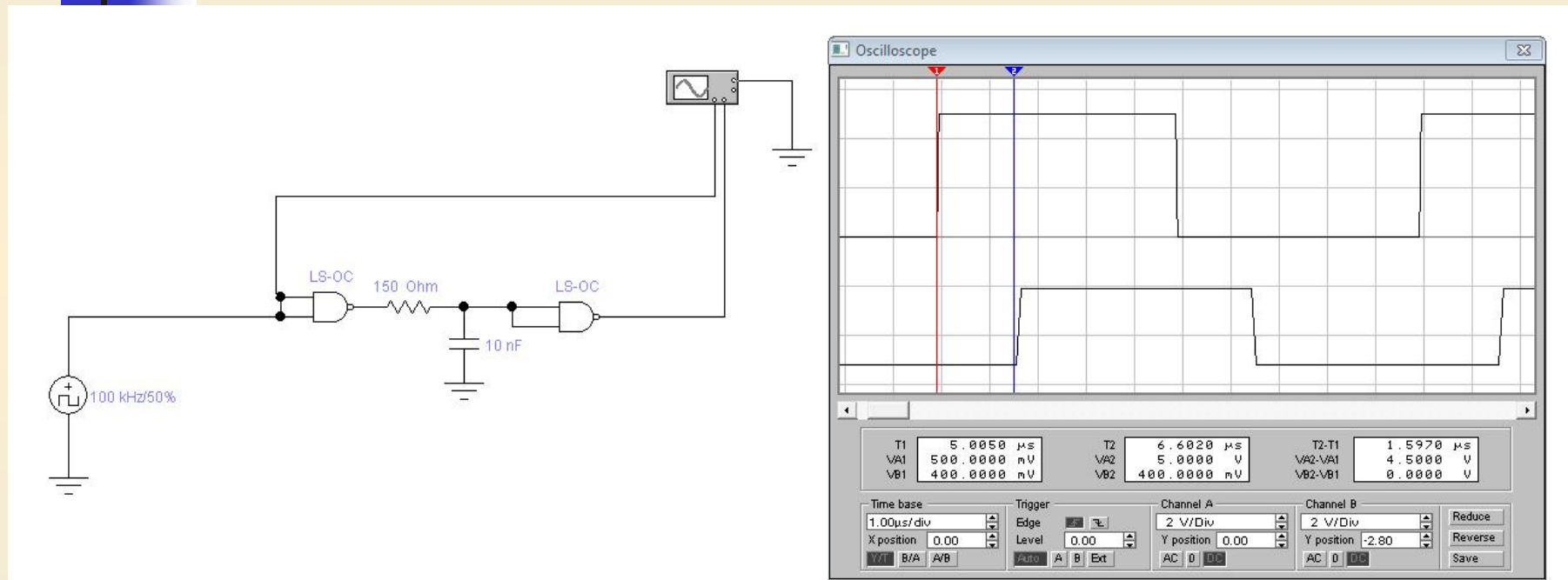


Датчик воздействия



Управляемый ключ

Моделирование



Модель элемента задержки и результаты расчетов по программе Electronics Workbench, представленные в виде осциллограммы входного и выходного сигналов элемента задержки

Моделирование

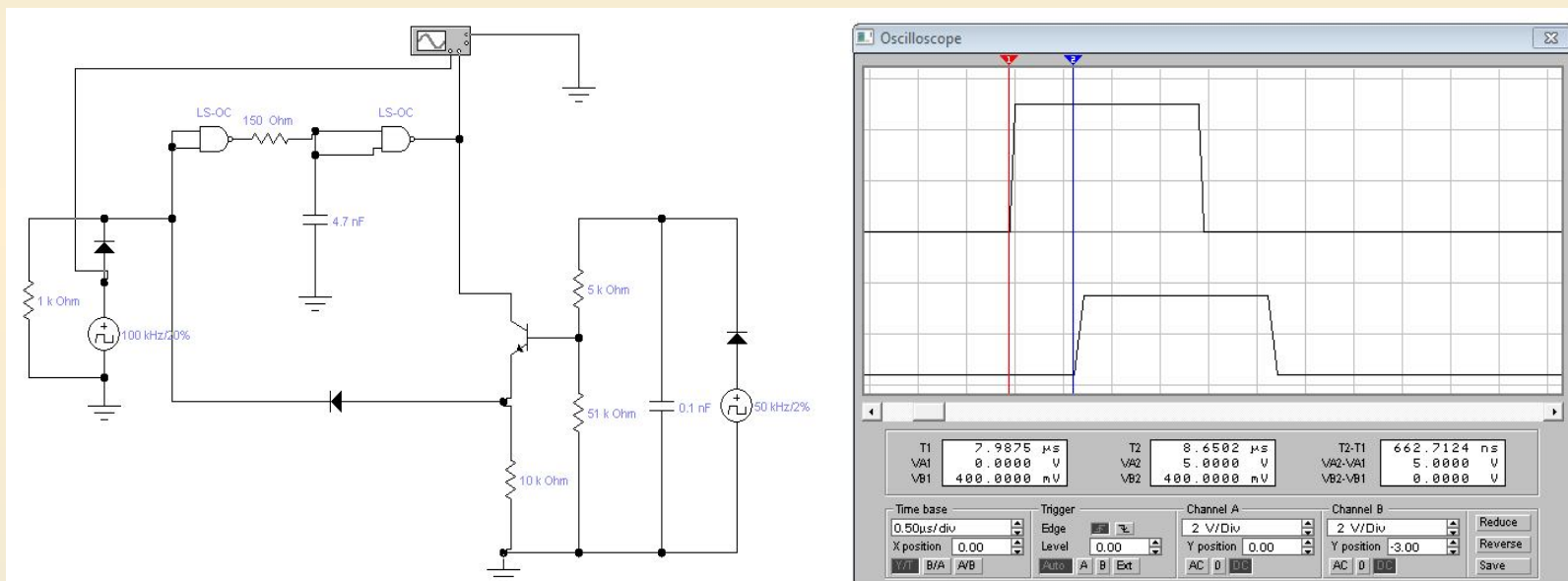


Схема управляемого ключа и результаты расчета задержки сигнала коррекции

Моделирование

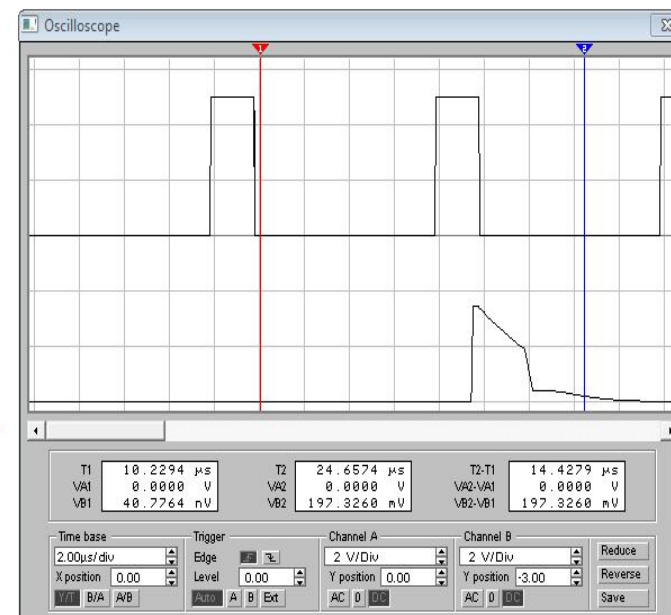
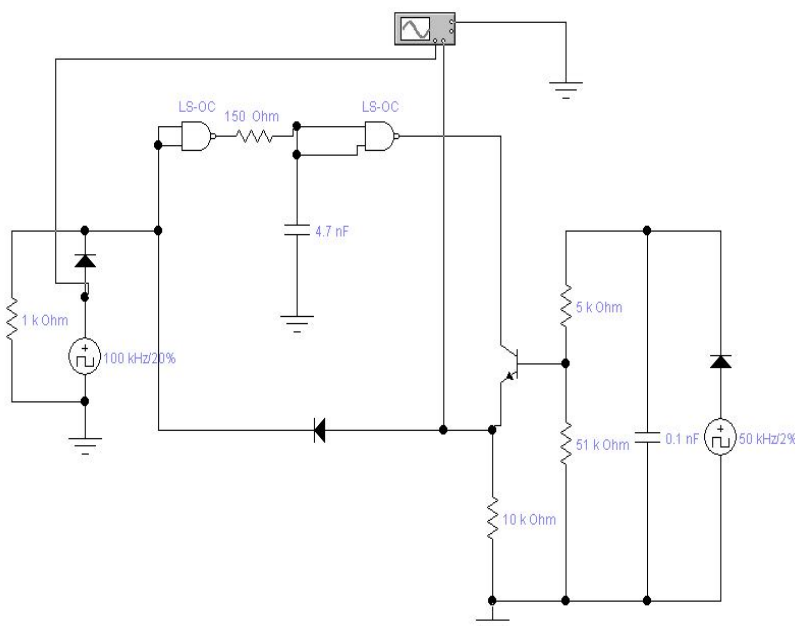
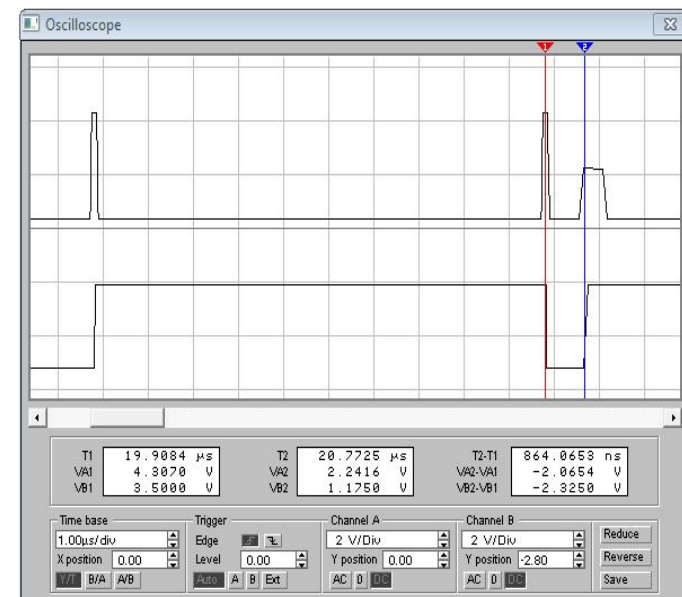
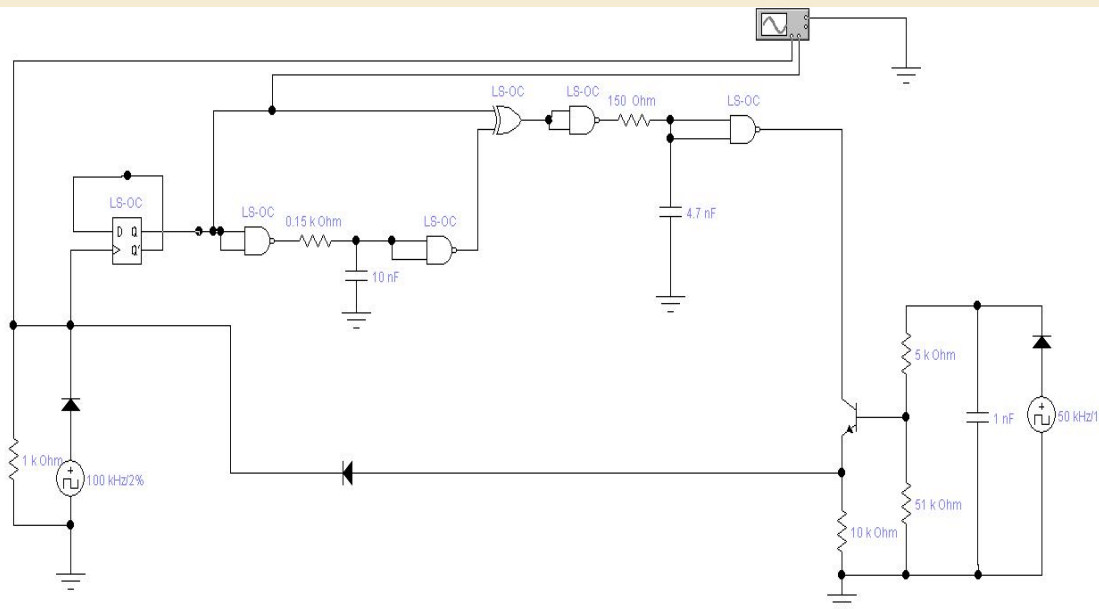


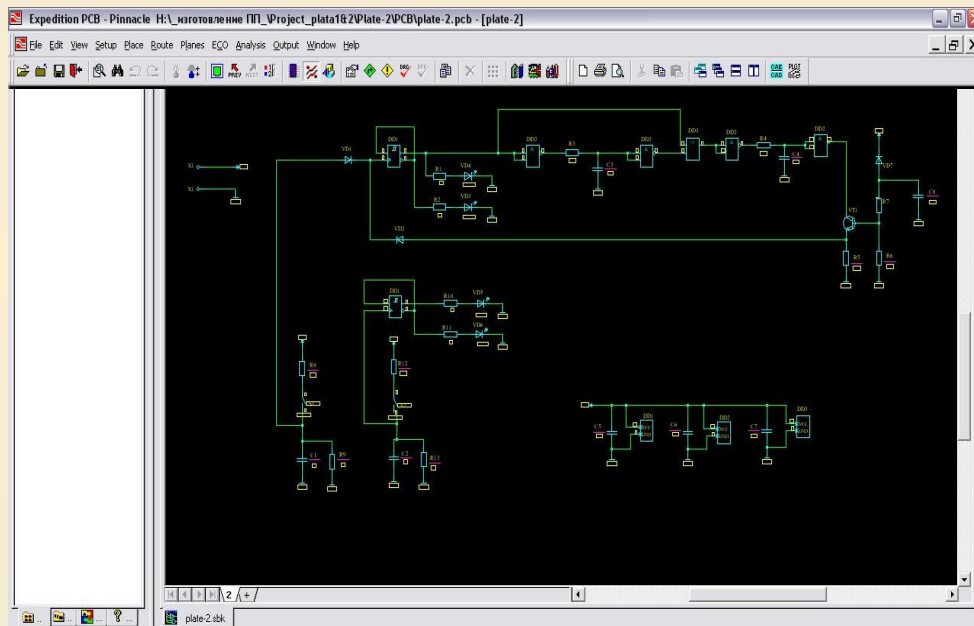
Схема управляемого ключа и результаты расчета амплитуды и формы сигнала коррекции

Моделирование



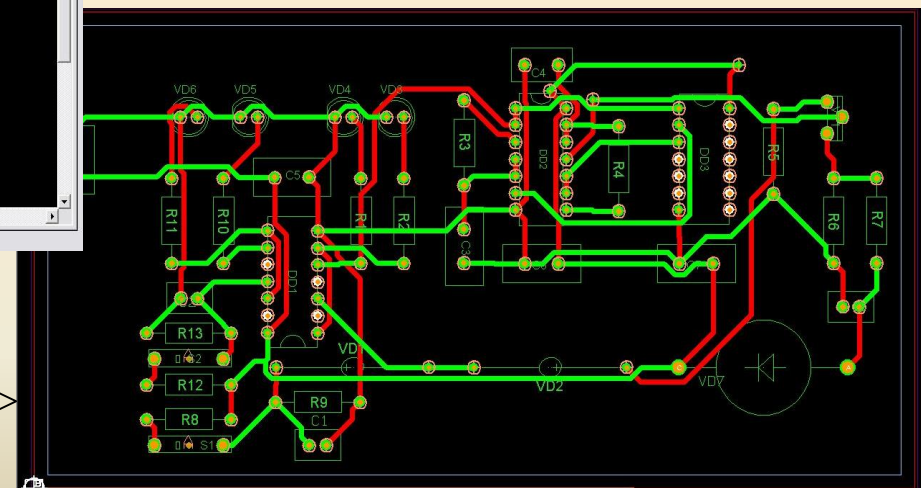
Эквивалентная схема ТЭ, используемая при моделировании и результат моделирования функционирования ТЭ при наличии сигнала управления и при имитации действия излучения

Конструирование макета ТЭ

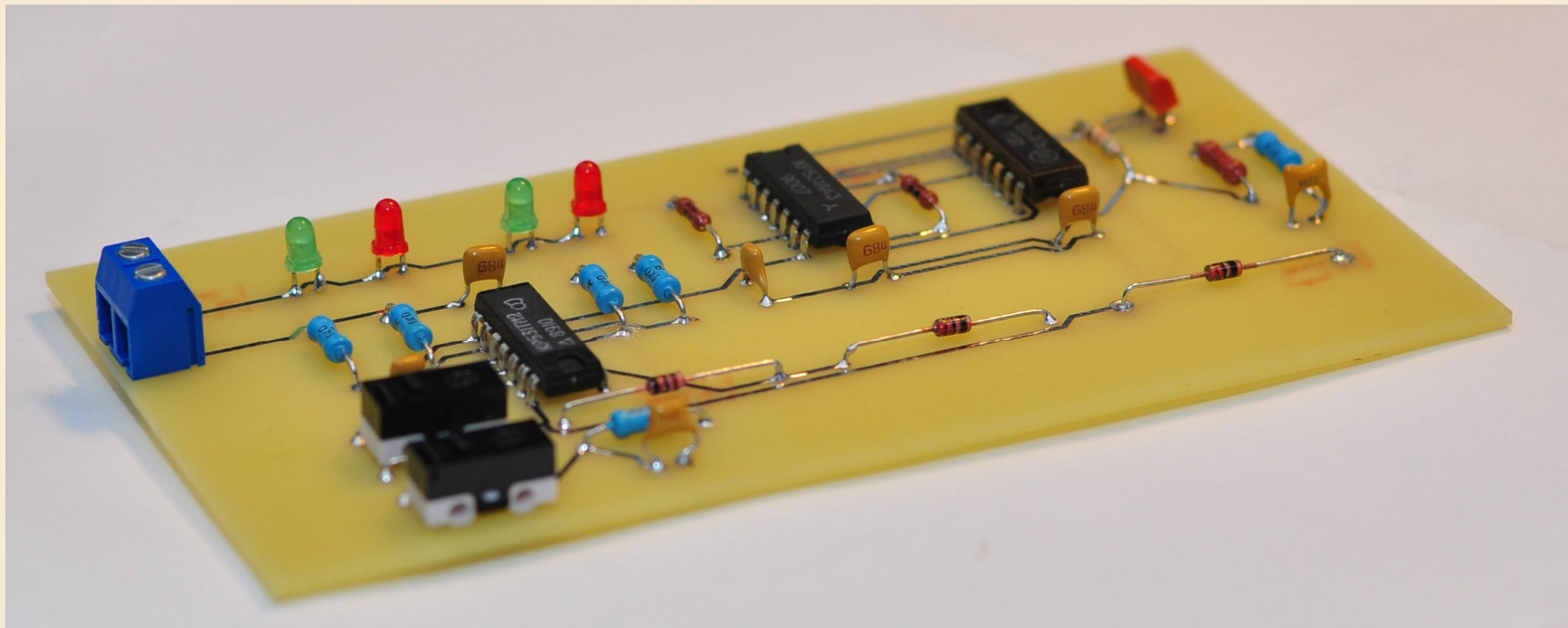


**Электрическая
принципиальная схема
макета ТЭ
в среде DesignView
пакета Mentor Graphics**

**Разводка макета ТЭ
в среде Expedition
PCB пакета Mentor
Graphics**

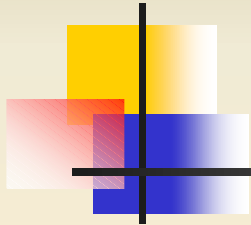


Экспериментальные исследования



Макет двухканального ТЭ

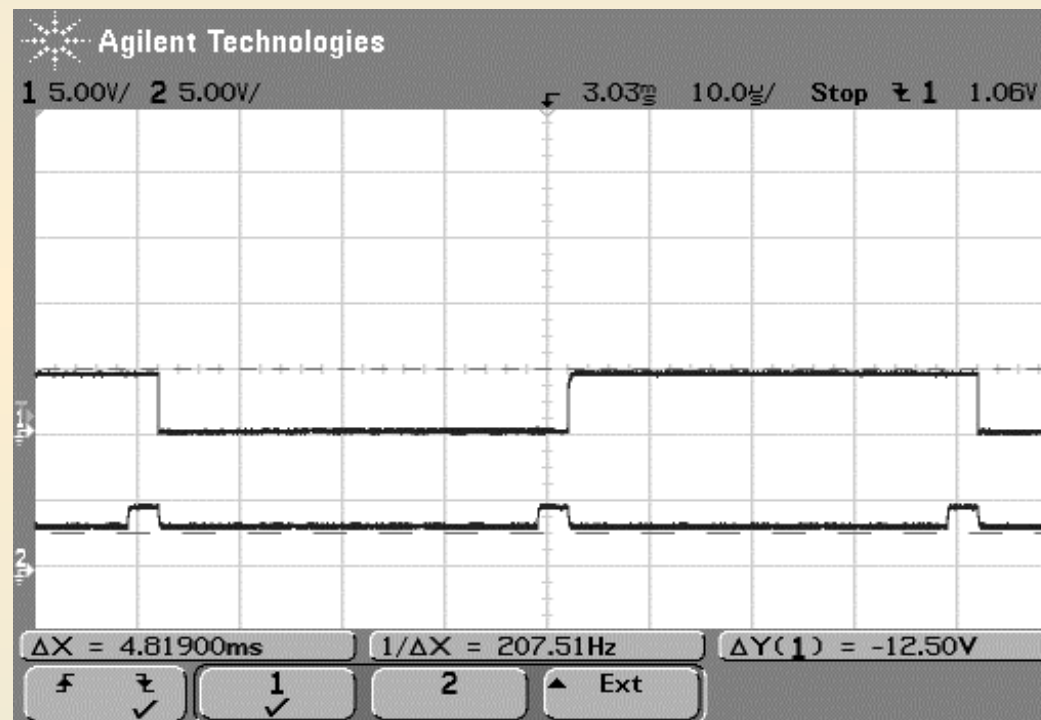
Экспериментальные исследования



Цель экспериментальных исследований:

- подтверждение факта сбоя ТЭ без защиты при уровнях облучения, достижимых на моделирующей установке;
- проверка гипотезы о существовании устойчивых логических состояний ТЭ;
- подтверждение факта сохранения информации в ТЭ после воздействия излучения с уровнем, заведомо превышающим уровень бессбойной работы.

Экспериментальные исследования



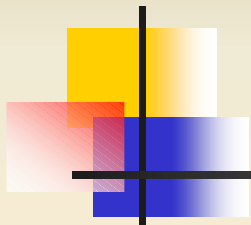
Осциллограмма входного (нижний луч)
и выходного (верхний луч) сигналов ТЭ

Экспериментальные исследования

Номер опыта	Логическое состояние выхода 1 канала (без защиты)		Логическое состояние выхода 2 канала (с защитой)		Примечание
	До «облучения»	После «облучения»	До «облучения»	После «облучения»	
1	0	1	0	0	При подключении напряжения питания на выходах первого и второго каналов ТЭ устанавливались состояния «лог. 1» и «лог.0» соответственно
2	1	0	1	1	
3	0	1	0	0	
4	1	0	1	1	
5	0	1	0	0	
6	1	0	1	1	
7	0	1	0	0	
8	1	0	1	1	
9	0	1	0	0	
10	1	0	1	1	

Примечание. Имитация воздействия излучения осуществлялась одновременной подачей импульсного электрического сигнала на вход синхронизации D-триггеров макета ТЭ и непосредственно на накопительный конденсатор датчика воздействия.

Экспериментальные исследования

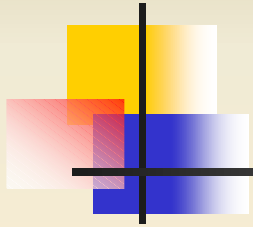


1. После подключения напряжения питания 5,0 В на выходах первого и второго каналов ТЭ устанавливаются соответственно состояния «лог.1» и «лог.0». Эти состояния следует оценивать как наиболее устойчивые для данного ТЭ.
2. После многократного повторения циклов включения и отключения питания на выходах обоих каналов макета ТЭ наблюдалось повторение логических состояний ТЭ, что подтверждает гипотезу о наличии у D-триггеров устойчивых состояний.
3. Во всех опытах логическое состояние второго канала ТЭ после имитации облучения сохранялось.
4. После исследований сохранилось управление обоими каналами ТЭ, что подтверждалось изменением свечения светодиодов после подачи управляющего сигнала от соответствующего кнопочного переключателя.



Заключение

- 1) Разработана электрическая принципиальная схема ТЭ
- 2) Создан работоспособный макет ТЭ.
- 3) Исследованы переходные процессы в элементах ТЭ, обоснован выбор компонентов модуля.
- 4) Проведено математическое и физическое моделирование характеристик ТЭ и подтверждена возможность его использования в условиях импульсного облучения.
- 5) На основе полученных результатов могут быть реализованы конкретные конструкторские решения, учитывающие специфику переходных процессов в элементах аппаратуры автоматики, выполненных по различным технологиям.



Спасибо за внимание.