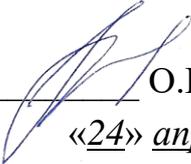


Федеральное государственное образовательное бюджетное
учреждение высшего образования
«Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»
(Финансовый университет)
Липецкий филиал Финуниверситета

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
по учебно-методической работе
Липецкого филиала Финуниверситета


О.Н. Левчegov
«24» апреля 2024 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДИСЦИПЛИНЫ «ОП.03 ЭЛЕКТРОНИКА И СХЕМОТЕХНИКА»

по специальности 10.02.04 Обеспечение информационной безопасности
телекоммуникационных систем

Фонд оценочных средств разработан на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (далее – ФГОС СПО) по специальности 10.02.04 «Обеспечение информационной безопасности телекоммуникационных систем».

Разработчики:

Коноплев Сергей Георгиевич старший преподаватель кафедры Учет и информационные технологии в бизнесе Липецкого филиала Финуниверситета.

Фонд оценочных средств рассмотрен и рекомендован к утверждению на заседании кафедры Учет и информационные технологии в бизнесе Липецкого филиала Финуниверситета.

Протокол от 23.04.2024 г. №10

Заведующий кафедрой

Учет и информационные технологии в бизнесе _____ Н.С. Морозова



1. Общие положения

Фонды оценочных средств (далее ФОС) предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «ОП. 03 Электроника и схемотехника».

ФОС включают контрольные материалы для проведения текущего контроля и итоговой аттестации в форме дифференцированного зачета.

ФОС разработаны на основании положений:

- ФГОС по специальности 10.02.04 Обеспечение информационной безопасности телекоммуникационных систем;
- программы учебной дисциплины «ОП. 03 Электроника и схемотехника».

2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке

Код ОК	Умения	Знания
ОК 1 ОК 2 ОК 3 ОК 9	У1 – выбирать наиболее подходящие электронные приборы;	З1 – физические принципы работы и назначение электронных приборов;
	У2 – выполнять расчеты параметров и характеристик электронных приборов, выбирать наиболее эффективные и оптимальные способы решения задач по использованию и эксплуатации электронных приборов и устройств искать информацию об электронных устройствах и приборах;	З2 – формулы для расчета параметров электронных приборов;
		З3 – определения, характеристики, условно-графические обозначения, достоинства и недостатки электронных приборов
	У3 – сравнивать и анализировать параметры и характеристики электронных устройств и приборов;	З4 – классификацию электронных приборов;
	У4 – систематизировать информацию об электронных устройствах и приборах	З5 – схемы электронных устройств и приборов;
	У5 – планировать свое профессиональное развитие в области электроники и схемотехники;	З6 – типы электронных усилителей методы самоконтроля в решении профессиональных задач
У6 – информационные технологии для поиска и решения профессионально значимых задач.	З7 – способы и методы сбора, анализа и систематизации данных посредством информационных технологий.	

3. Распределение оценивания результатов обучения по видам контроля

Наименование элемента умений или знаний	Виды аттестации	
	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
У1 – выбирать наиболее подходящие электронные приборы;	+	+
У2 – выполнять расчеты параметров и характеристик электронных приборов, выбирать наиболее эффективные и оптимальные способы решения задач по использованию и эксплуатации электронных приборов и устройств искать информацию об электронных устройствах и приборах;	+	+
У3 – сравнивать и анализировать параметры и характеристики электронных устройств и приборов;	+	+
У4 – систематизировать информацию об электронных устройствах и приборах	+	+
У5 – планировать свое профессиональное развитие в области электроники и схемотехники;	+	+
У6 – информационные технологии для поиска и решения профессионально значимых задач.	+	+
З1 – физические принципы работы и назначение электронных приборов;	+	+
З2 – формулы для расчета параметров электронных приборов;	+	+
З3 – определения, характеристики, условно-графические обозначения, достоинства и недостатки электронных приборов	+	+
З4 – классификацию электронных приборов;	+	+
З5 – схемы электронных устройств и приборов;	+	+
З6 – типы электронных усилителей методы самоконтроля в решении профессиональных задач	+	+
З7 – способы и методы сбора, анализа и систематизации данных посредством информационных технологий.	+	+

4. Распределение типов контрольных заданий по элементам знаний и умений

Содержание учебного материала по программе УД	Тип контрольного задания												
	У1	У2	У3	У4	У5	У6	З1	З2	З3	З4	З5	З6	З7
Тема 1.1. Физика полупроводников	Т		Т	Т		Т		Т		Пр	Т		Т
Тема 1.2. Полупроводниковые диоды		Т	Т		Т	Т	Т	Т				Т	Т
Тема 1.3. Биполярные транзисторы		Т			Т		Т					Т	
Тема 1.4 Полевые транзисторы		Т			Т	Т		Т			Т		Пр
Тема 1.5 Оптоэлектронные приборы		Т		Т	Т								
Тема 1.6 Интегральные микросхемы (ИМС)	Т		Т	Т	Т				Т		Т		
Тема 2.1. Общие сведения об усилителях			Т				Т		Т	Т	Т	Т	
Тема 2.2. Усилители тока		Т				Т		Т	Т	Т	Т		Т
Тема 2.3. Усилители напряжения	Т		Т		Т			Т		Т		Т	Т
Тема 2.4. Усилители мощности		Т	Т	Т	Т		Т					Т	
Тема 2.5. Операционные усилители		Т		Т		Пр		Пр			Т		Пр

Т – тест

Пр – практические работы

5. Распределение типов и количества контрольных заданий по элементам знаний и умений, контролируемых на промежуточной аттестации

Содержание учебного материала по программе УД	Тип контрольного задания												
	У1	У2	У3	У4	У5	У6	З1	З2	З3	З4	З5	З6	З7
Тема 1.1. Физика полупроводников	Т		Т								Т		Т
Тема 1.2. Полупроводниковые диоды		Т	Т				Т		Т			Т	Т
Тема 1.3. Биполярные транзисторы		Т		Т		Т		Т	Т			Т	
Тема 1.4 Полевые транзисторы					Т	Т		Т					
Тема 1.5 Оптоэлектронные приборы					Т								
Тема 1.6 Интегральные микросхемы (ИМС)			Т		Т		Т		Т	Т		Т	
Тема 2.1. Общие сведения об усилителях				Т	Т			Т	Т		Т	Т	
Тема 2.2. Усилители тока				Т				Т			Т		
Тема 2.3. Усилители напряжения	Т		Т		Т		Т			Т		Т	
Тема 2.4. Усилители мощности		Т	Т			Т	Т				Т	Т	
Тема 2.5. Операционные усилители		Т				Т					Т		

6. Содержание контрольных заданий

Тест «Основные сведения об электровакуумных и полупроводниковых приборах, выпрямителях, колебательных системах, антеннах, усилителях, генераторах электрических сигналов»

1. Из чего состоит система электродов в электровакуумной лампе

- a. катода, анода и сеток
- b. катода и анода
- c. катода и сеток
- d. анода и сеток

2. Термоэлектронная эмиссия – это

a. это испускание электронов, обусловленное только тепловым возбуждением свободных электронов вещества

b. испускание электронов, обусловленное воздействием электромагнитного излучения на свободные электроны вещества

3. испускание электронов, обусловленное воздействием на c. свободные электроны вещества других электронов или ионов, приходящих извне

d. испускание электронов в результате просачивания последних сквозь потенциальный барьер, ширина которого уменьшена внешним электрическим полем

3. Что характеризует работа выхода?

- a. Параметры тела
- b. Особенности тела
- c. Характеристику вещества
- d. Свойства тела

4. Область полупроводникового прибора, назначением которой является инжекция носителей заряда в базовую область:

- a. эмиттером
- b. коллектором
- c. мишенью
- d. электродом

5. Из чего состоит триод?

- a. анод, катод и сетка
- b. катод и анод
- c. диод и сетка
- d. сетка и катод

6. Сколько p-n переходов содержит полупроводниковый диод?

- a. Один
- b. Два
- c. Три
- d. Четыре

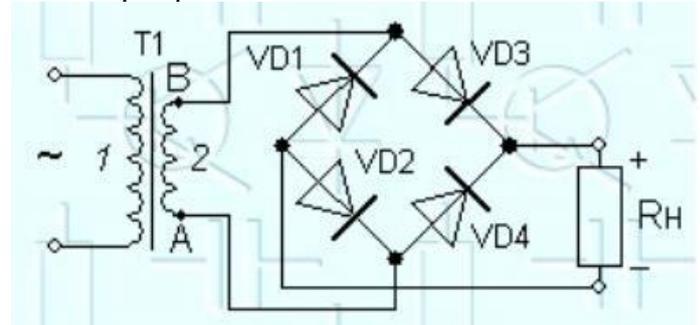
7. Как называют средний слой у биполярных транзисторов?

- a. Сток
- b. Исток
- c. База

d. Коллектор

8. Какой выпрямитель изображен на схеме?

- a. однополупериодный;
- b. двухполупериодный мостовой;
- c. трёхфазный мостовой.



9. Сколько p-n переходов у полупроводникового транзистора?

- a. Один
- b. Два
- c. Три
- d. Четыре

10. Управляемые выпрямители выполняются на базе:

- a. Диодов
- b. Полевых транзисторов
- c. Биполярных транзисторов
- d. Тиристоров

11. Электронные устройства, преобразующие постоянное напряжение в переменное, называются:

- a. Выпрямителями
- b. Инверторами
- c. Стабилитронами
- d. Фильтрами

12. Зависимость коэффициента усиления усилителя от частоты – это:

- a. АЧХ
- b. ФЧХ
- c. БЧХ
- d. УЧХ

13. Явление передачи сигнала из выходной цепи на вход – это:

- a. обратные связи усилителя
- b. круговые связи усилителя
- c. проводимость
- d. каскадность

14. Какой материал называется полупроводником n-типа?

а. тот, в котором основные носители зарядов – электроны;

б. тот, в котором основные носители зарядов – дырки;

с. тот, в котором присутствуют электронно-дырочные пары.

15. Какой материал называется полупроводником р-типа?

а. тот, в котором основные носители зарядов – электроны;

б. тот, в котором присутствуют электронно-дырочные пары;

с. тот, в котором основные носители зарядов – дырки.

Тест «Общие сведения о распространении радиоволн и принцип распространения сигналов в линиях связи»

1. Радиостанция работает на частоте 60 МГц. Найдите длину электромагнитных волн, излучаемых антенной радиостанции. Скорость распространения электромагнитных волн $c=3 \cdot 10^8$ м/с.

- а. 0.5 м
- б. 5 м
- с. 6 м
- д. 10 м

2. На какую длину волны нужно настроить радиоприёмник, чтобы слушать радиостанцию «Наше радио», которая вещает на частоте 1,7 МГц. Скорость распространения электромагнитных волн $c=3 \cdot 10^8$ м/с.

- а. 2,950 км
- б. 2,950 м
- с. 2,950 дм
- д. 2,950 см

3. На рисунке показан график колебаний силы тока в колебательном контуре с антенной. Определите длину волны, излучаемой антенной. Скорость распространения электромагнитных волн $c=3 \cdot 10^8$ м/с.

- а. 0,83 мкм
- б. 0,75 м
- с. 0,6 м
- д. 1,2 м

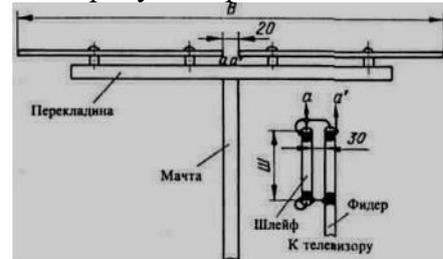
4. Радиосигнал, посланный с Земли к Луне, вернулся через 2,56 с. Определите по этим данным расстояние до Луны. Скорость распространения электромагнитных волн $c=3 \cdot 10^8$ м/с.

- а. 384 000 м
- б. 768 000 м
- с. 384 000 км
- д. 768 000 км

5. Устройство для излучения или приёма электромагнитных волн называется

- а. генератором
- б. антенной
- с. стабилизатором

6. На рисунке представлена антенна :

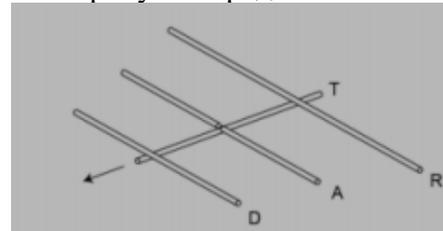


- а. Полуволновый вибратор (вибратор Герца)
- б. Петлевой вибратор
- с. Спутниковая антенна

7. Антенна, представляющая собой два длинных проводника (трубки), разнесенных в разные стороны общей длиной половина длины волны, называется:

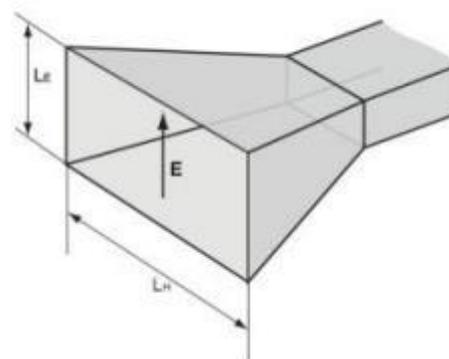
- а. Полуволновой вибратор
- б. Петлевой вибратор
- с. Спутниковая антенна

8. На рисунке представлена антенна:



- а. Волновой канал
- б. Петлевой вибратор
- с. Спутниковая антенна

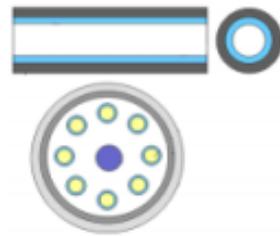
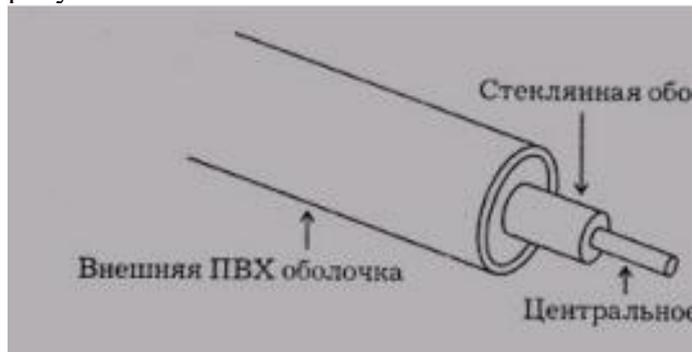
9. На рисунке представлена антенна:



- a. Рупорная
 - b. Волновой канал
 - c. Спутниковая антенна
10. Электромагнитные волны распространяются со скоростью, равной...
- a. с любой
 - b. $3 \cdot 10^8$ мм/с
 - c. $3 \cdot 10^8$ км/с
 - d. $3 \cdot 10^8$ м/с

Тест «Цифровые способы передачи информации и принципы волоконно-оптической связи»

1. Какой режим не относится к режиму передачи цифровых данных:
 - a. симплексный
 - b. полудуплексный
 - c. дуплексный
 - d. четвертьдуплексный
2. Преобразование данных в форму, пригодную для передачи по линии связи называется:
 - a. модуляцией
 - b. кодированием
 - c. шифрованием
3. Современные системы цифровой связи используют каналы связи:
 - a. кабельные, в том числе волоконно-оптические
 - b. спутниковые
 - c. радиорелейные
 - d. все вышеперечисленные каналы
4. Кодирование, при котором существуют фиксированные уровни сигнала, соответствующие логическим нулям или единицам, называется:
 - a. цифровым
 - b. аналоговым
 - c. фазовым
5. Назовите тип кабеля, изображенного на рисунке
 - a. витая пара
 - b. главная составляющая оптического кабеля – это:
 - a. световоды
 - b. медные провода
 - c. алюминиевые провода
 - 7. Какое устройство не входит в общую схему передачи информации:
 - a. источник
 - b. приемник
 - c. канал обмена информацией
 - d. разделитель
 - 8. Количество информации, которое может передаваться по каналу связи в единицу времени, называется:
 - a. пропускной способностью
 - b. скоростью передачи информации
 - c. шириной канала
 - 9. Что не входит в классификацию беспроводных (радио) каналов и сетей
 - a. спутниковые каналы
 - b. радиоканал
 - c. Wi-Fi
 - d. оптоволоконные системы
 - 10. Сечение какого типа кабеля изображено на рисунке:
 - a. коаксиального
 - b. оптоволоконного
 - c. витой пары

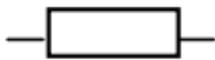


- a. оптоволоконный
- b. коаксиальный

Тест «Общие сведения об элементной базе схемотехники (резисторы, конденсаторы, диоды, транзисторы, микросхемы, элементы оптоэлектроники)»

1. Отметьте неправильный ответ - по параметрам резисторы делятся на:
 - a. постоянные
 - b. переменные
 - c. комплексные
2. Единица измерения сопротивления:

- a. Ом
 - b. Вт
 - c. В
3. Единица измерения емкости:
- a. Фарада
 - b. Ом
 - c. Вт
4. Укажите графическое обозначение полупроводникового резистора – терморезистора



1



2

5. При увеличении расстояния между обкладками конденсатора его электрическая емкость

- a. Уменьшается
 - b. Возрастает
6. Конденсатор не проводит
- a. Постоянный ток
 - b. Переменный ток
 - c. Оба варианта верны

7. Емкостное сопротивление конденсатора находится по формуле

- a. $X_c = 2\pi f$
- b. $X_c = \omega C$
- c. $X_c = 1/(2\pi fC)$

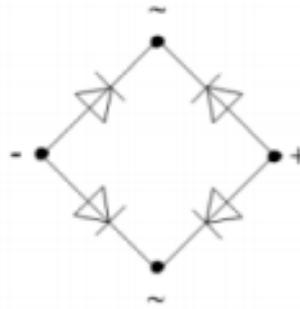
8. Токи в биполярном p-n-p транзисторе связаны выражением

- a. $I_b = I_e + I_c$
- b. $I_c = I_b + I_e$
- c. $I_e = I_b + I_c$

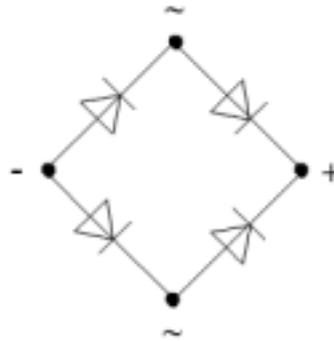
9. Какая схема включения биполярного транзистора одновременно дает усиление по току и по напряжению

- a. ОБ
- b. ОЭ
- c. ОК

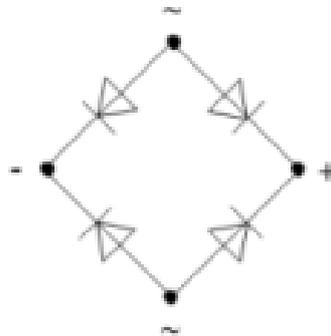
10. Укажите правильное включение диодов в выпрямительный мост



1



2



3

Тест «Логические элементы и логическое проектирование в базисах микросхем»

1. В основе цифровой электронике лежит система счисления:

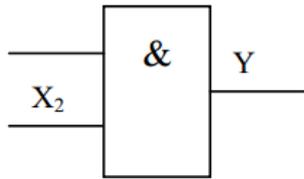
- a. Двоичная
- b. Десятичная
- c. Шестнадцатеричная
- d. Восьмеричная

2. Сколько существует основных типов логических схем:

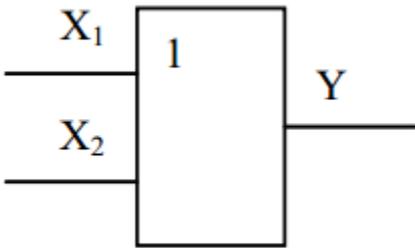
- a. 2

- b. 3
- c. 4
- d. 5

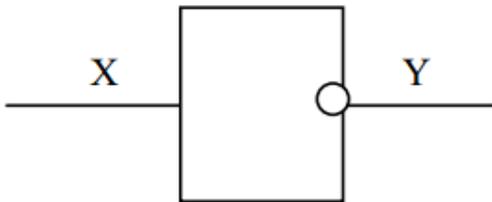
3. На рисунке приведено стандартное обозначение:



- a. Логического элемента И
 - b. Логического элемента ИЛИ
 - c. Логического элемента НЕ
4. На рисунке приведено стандартное обозначение:



- a. Логического элемента И
 - b. Логического элемента ИЛИ
 - c. Логического элемента НЕ
5. На рисунке изображены стандартные обозначения:



- a. Логического элемента И
 - b. Логического элемента ИЛИ
 - c. Логического элемента НЕ
6. Написать для какого логического элемента представлена таблица истинности:

A	B	Y
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

- a. Логического элемента И
 - b. Логического элемента ИЛИ
 - c. Логического элемента НЕ
- Тест «Функциональные узлы (дешифраторы, шифраторы, мультиплексоры, демультиплексоры, цифровые компараторы, сумматоры, триггеры, регистры, счетчики)»
1. Триггер – это электронное устройство, обладающее:
- a. Двумя устойчивыми состояниями
 - b. Тремя устойчивыми состояниями
 - c. Одним устойчивым состоянием

c. Логического элемента НЕ

7. Написать для какого логического элемента представлена таблица истинности

A	B	Y
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	1

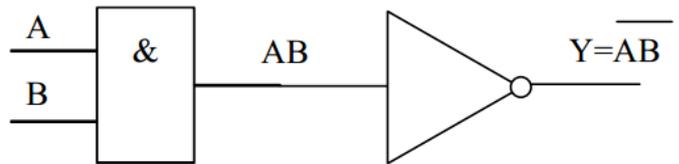
- a. Логического элемента И
- b. Логического элемента ИЛИ
- c. Логического элемента НЕ

8. Написать для какого логического элемента представлена таблица истинности:

A	Y
0	1
1	0

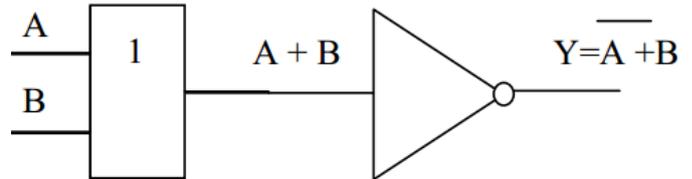
- a. Логического элемента И
- b. Логического элемента ИЛИ
- c. Логического элемента НЕ

9. На рисунке изображен:

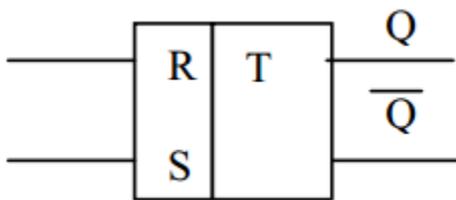


- a. Логический элемент И
- b. Логический элемент ИЛИ
- c. Логический элемент И-НЕ

10. На рисунке изображен:

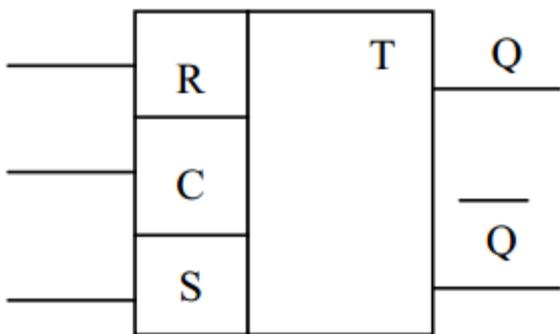


- a. Логический элемент И
- b. Логический элемент ИЛИ
- c. Логический элемент И-НЕ



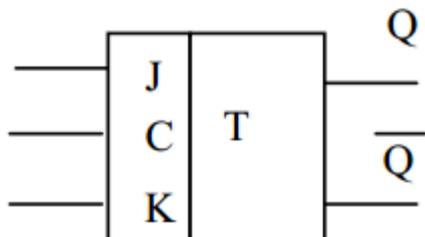
- a. RS – триггер
- b. JK – триггер
- c. Триггера с синхронизирующим входом

3. На рисунке изображено упрощенное схематическое обозначение:



- a. RS – триггер
- b. JK – триггер
- c. Триггера с синхронизирующим входом

4. На рисунке изображено упрощенное схематическое обозначение:



- a. RS – триггер
- b. JK – триггер
- c. Триггера с синхронизирующим входом

Тест «Запоминающие устройства на основе БИС/СБИС»

1. Отметьте неправильный ответ: по способу хранения информации ИМС ЗУ

подразделяются на:

- a. статические
- b. динамические
- c. кинематические

2. В динамической памяти DRAM информация хранится в ячейке, состоящей из:

- a. запоминающего конденсатора, доступ к которому управляется транзистором

5. Комбинационными называют узлы, не содержащие:

- a. элементов памяти
- b. логических элементов
- c. дискретных элементов

6. В комбинационных узлах нет входов:

- a. информационных
- b. адресных
- c. управляющих
- d. логических

7. Комбинационная схема, предназначенная для сложения двоичных чисел, называется

- a. сумматором
- b. дешифратором
- c. мультиплексором
- d. дешифратором

8. Накапливающий узел, предназначенный для приема, хранения, преобразования и выдачи двоичной информации, называется:

- a. регистром
- b. счетчиком
- c. сумматором
- d. шифратором

9. Накапливающий узел, предназначенный для подсчета событий, подсчета импульсов, поступающих на счётный вход, называется:

- a. регистром
- b. счетчиком
- c. сумматором
- d. шифратором

10. Комбинационная схема, имеющая при n информационных входах до 2^n выходов и осуществляющая преобразование параллельного двоичного числа в унитарный код, называется:

- a. дешифратором
- b. шифратором
- c. сумматором
- d. счетчиком

b. электронного переключателя – триггера

3. В статической памяти SRAM информация хранится в ячейке, состоящей из:

- a. запоминающего конденсатора, доступ к которому управляется транзистором
- b. электронного переключателя – триггера
- c. диода

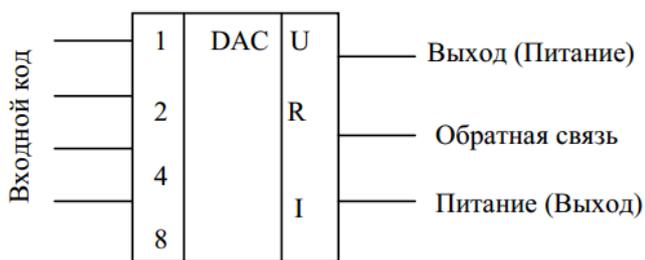
4. Отметьте неправильный ответ. ИМС выпускаются в виде ЗУ:

- a. с произвольной выборкой данных
 - b. с последовательной выборкой данных
 - c. с параллельной выборкой данных
5. Наиболее перспективными являются ЗУ на ИМС, использующих технологию:
- a. ТТЛШ
 - b. ЭСЛ
 - c. КМДП
6. Отметьте неправильный ответ. Элементы памяти в различных ИМС реализованы на:
- a. триггерных элементах
 - b. на транзисторных ключах
 - c. диодах
7. Отметьте неправильный ответ. Микросхемы памяти (СБИС ЗУ) делятся на:
- a. ОЗУ RAM
 - b. ПЗУ ROM
 - c. ЗЗУ ROM

8. Отметьте неправильный ответ. Микросхемы ОЗУ RAM делятся на:
- a. Статические ОЗУ RAM
 - b. Динамические ОЗУ RAMD
 - c. Регистровые ОЗУ RG
9. Отметьте неправильный ответ. Микросхемы ПЗУ ROM делятся на:
- a. Масочные ПЗУ – ПЗУМ (ROM)
 - b. Программируемые пользователем ПЗУ – ППЗУ (PROM)
 - c. Программируемая логическая матрица – ПЛМ (PLM)
 - d. Репрограммируемые ПЗУ – РПЗУ (EPROM)
 - e. Кинематические ПЗУ
10. Объем памяти ЗУ измеряется в:
- a. Байтах
 - b. Ом
 - c. Ватт

Тест «Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи»

1. Устройство, преобразующее цифровой код в аналоговую величину, называется:
- a. Цифроаналоговый преобразователь (ЦАП)
 - b. Аналогово-цифровой преобразователь (АЦП)
 - c. Амплитудно-частотный преобразователь
 - d. Фазочастотный преобразователь
2. Выходные параметры ЦАП
- a. Напряжение или ток
 - b. Мощность
 - c. Сопротивление
3. Определите, графическое обозначение какого устройства изображено на рисунке:

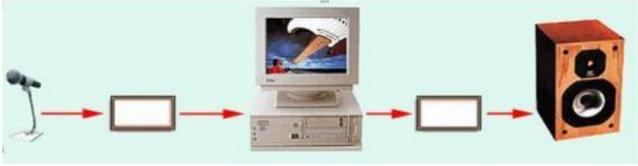


- a. цифроаналогового преобразователя (ЦАП)
 - b. аналогово-цифрового преобразователя (АЦП)
 - c. сумматора
 - d. шифратора
4. Для двоичного числа 1011 при выбранном в качестве «единицы веса» напряжения 0,1 В выходное напряжение равно:
- a. 1,1В
 - b. 1В
 - c. 0,1 В
 - d. 0,8 В

5. Устройство, преобразующее аналоговую величину в цифровой код, называется:
- a. Цифроаналоговый преобразователь (ЦАП)
 - b. Аналогово-цифровой преобразователь (АЦП)
 - c. Амплитудно-частотный преобразователь
 - d. Фазочастотный преобразователь
6. Для каких целей предназначен сглаживающий фильтр?
- a. для выпрямления переменного тока;
 - b. для усиления электрических сигналов;
 - c. для уменьшения пульсаций выпрямленного тока
7. Заполните недостающие элементы в схеме



- 8. Зарисуйте график аналогового сигнала
- 9. Заполните названия электронных устройств



10. Зарисуйте график цифрового сигнала

Лабораторная работа

Тема: Исследование дискретных логических элементов

Цель:

1. Исследование принципа действия логических элементов И, ИЛИ, НЕ.
2. Исследование принципа действия логических элементов И-НЕ, ИЛИ-НЕ.
3. Анализ работы схем.

Приборы и элементы:

Персональный компьютер.

Программа эмулятор Electronics Workbench.

Литература

Калабеков Б.А., Мамзелев И.А. Цифровые устройства и МПС. – М.: Горячая линия - Телеком, 2007, стр.21-25.

Краткие теоретические сведения

Простейшие логические элементы ЛЭ строятся на основе диодов и резисторов.

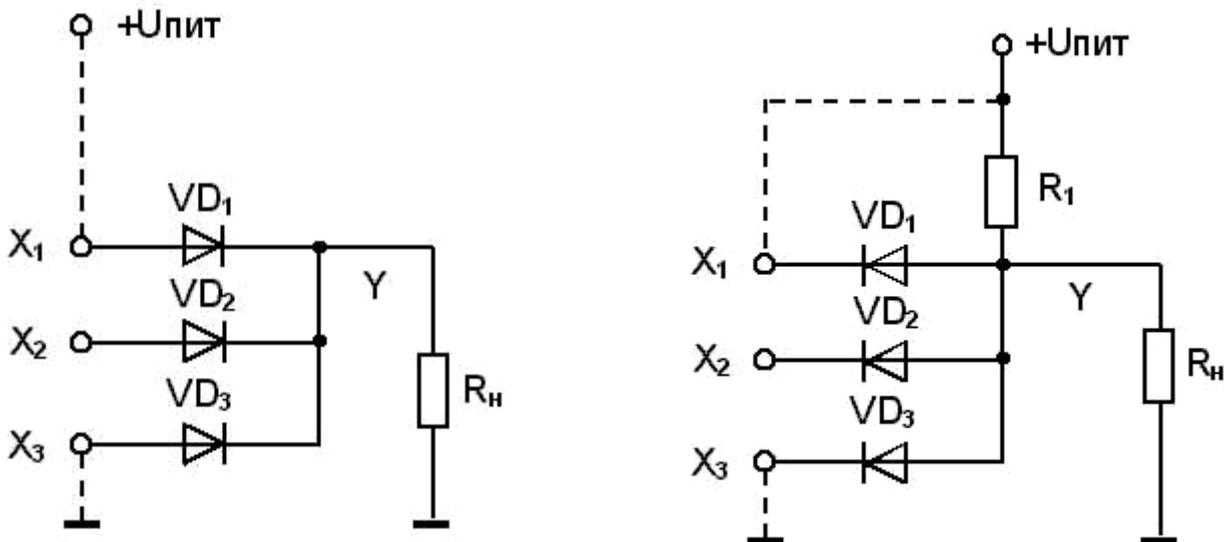


Рисунок 1 - Схемы диодных элементов а) «ИЛИ» б) «И»

Если хотя бы к одному из входов X_1, X_2, X_3 (рис 1а) приложен сигнал 1, соответствующий диод будет открыт. Выход схемы соединится со входом и выходное напряжение становится близким к 1. По определению этот элемент выполняет функцию ИЛИ.

Если хотя бы к одному из входов X_1, X_2, X_3 (рис 1б) приложен сигнал 0, соответствующий диод будет открыт. Выход схемы соединится со входом и выходное напряжение становится близким к 0. По определению этот элемент выполняет функцию И.

Недостатками простейших диодных логических элементов является снижение выходного напряжения по отношению ко входному за счет падения его на открытом диоде, нестабильность уровней выходных напряжений.

Стремление избавиться от существенных недостатков диодных логических элементов привело к разработке диодно-транзисторных логических элементов.

Базовый элемент диодно-транзисторной логики (рис.2) выполняет функцию И-НЕ. При поступлении положительных единичных сигналов на все три входа схемы, показанной на рисунке 2, одновременно закрываются входные диоды $VD_1 - VD_3$, и ток от источника через диоды смещения VD_4 и VD_5 попадает в базу VT_1 . Уровень тока базы здесь достаточен для перевода закрытого транзистора VT_1 в режим насыщения, напряжение на выходе которого понижается до

уровня, соответствующего логическому нулю. Если хотя бы на одном входе схемы сохраняется уровень нуля, то соответствующий диод остается открытым, и практически весь ток от источника питания $U_{пит}$ замыкается через входную цепь. При этом ток базы VT1 остается ниже порога отпирания, транзистор будет закрыт, и потенциал на его выходе близок к U_2 , т.е. к уровню "1".

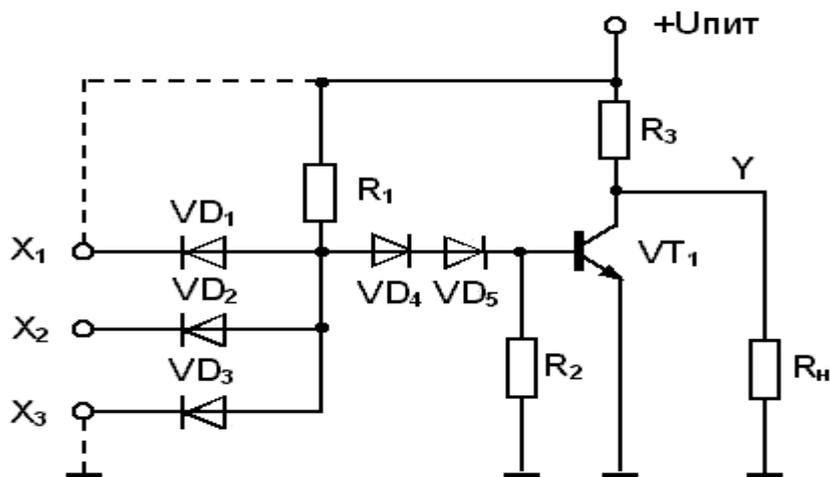


Рисунок 2 – Схема логического элемента И-НЕ (ДТЛ)

Диоды VD4 и VD5 являются диодами смещения и всегда поддерживаются в открытом состоянии. Простейший элемент ДТЛ обладает рядом недостатков: в схеме используется несколько источников питания; коэффициент усиления транзистора должен быть высоким, поскольку большая часть тока в открытой схеме протекает через резистор R3 и не попадает в базу транзистора; в закрытом состоянии схема имеет большое выходное сопротивление.

Порядок выполнения работы:

1 Исследование логического элемента НЕ (резисторно-транзисторная логика)

Открыть файл «НЕ.ewb» (рисунок 3)

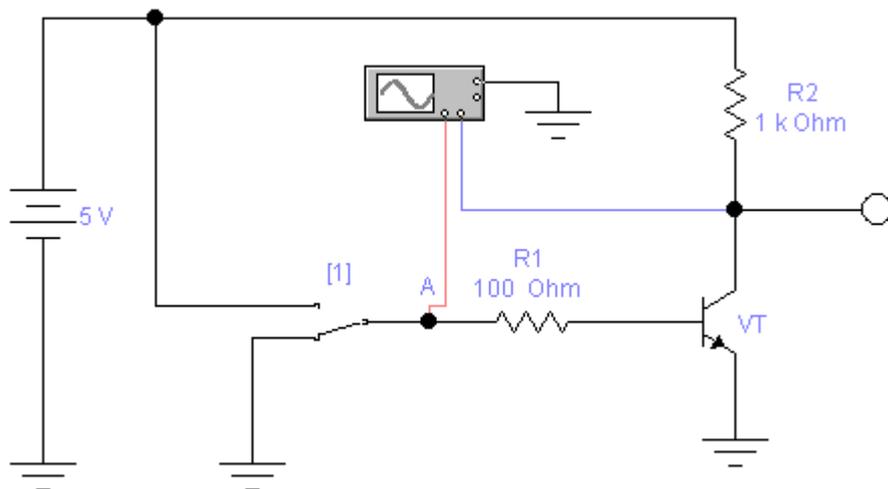


Рисунок 3 – Схема логического элемента НЕ (РТЛ)

Включить схему нажатием левой клавиши мыши на тумблер . Провести наблюдение за работой схемы с помощью осциллографа, подав на канал А входной сигнал (красный луч), а на канал В – выходной сигнал (синий луч).

Изменяя положение ключа, пронаблюдать за состоянием выходного сигнала. Двойным щелчком левой клавиши мыши (ЛКМ) раскрыть изображение осциллографа и снять осциллограммы работы элемента.

2 Исследование работы логического элемента И (диодная логика)

Открыть файл «Лог_И.ewb» (рисунок 4). Включить схему нажатием левой клавиши мыши на тумблер .

Изменяя положение ключей 1 и 2, пронаблюдать за выходным сигналом, снимаемым с резистора R1. В качестве индикатора выхода используется светоизлучающий диод, имеющий метку OUT. При проведении моделирования в режиме излучения света стрелки, символизирующие лучи, зачернены, в отсутствие сигнала они имеют просвет. Заполнить таблицу истинности, отмечая работу диодов схемы. Также имеется возможность наблюдения работы элемента по его условному обозначению (рисунок 5).

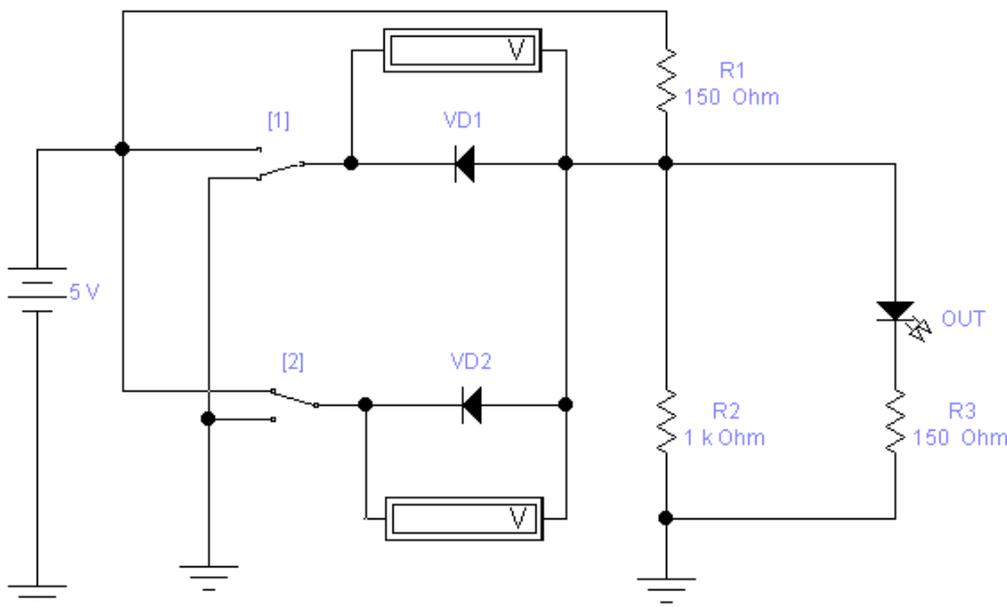


Рисунок 4 – Схема логического элемента И (диодная логика)

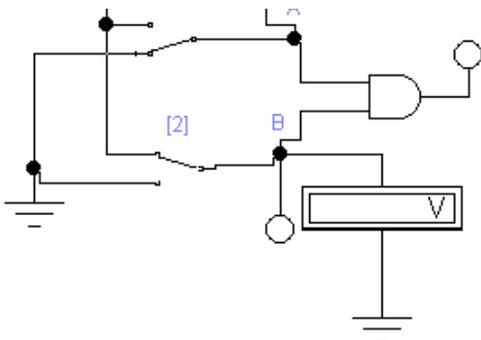


Рисунок 5 – Условное обозначение логического элемента И
Положение ключей на обеих схемах дублируется.

Открытое или закрытое состояние диодов определяется по значению вольтметров, фиксирующих напряжения, падающие на них.

Таблица 1 – Таблица истинности элемента ИЛИ

Вход 1	Вход 2	VD1	VD2	Выход
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

3 Исследование работы логического элемента ИЛИ (диодная логика)

Открыть файл «Лог_И.ewb» (рисунок 6). Включить схему нажатием левой клавиши мыши на тумблер 

Изменяя положение ключей 1 и 2, пронаблюдать за выходным сигналом на светоизлучающем диоде. Открытое или закрытое состояние диодов определяется по значению вольтметров, фиксирующих напряжения, падающие на них.

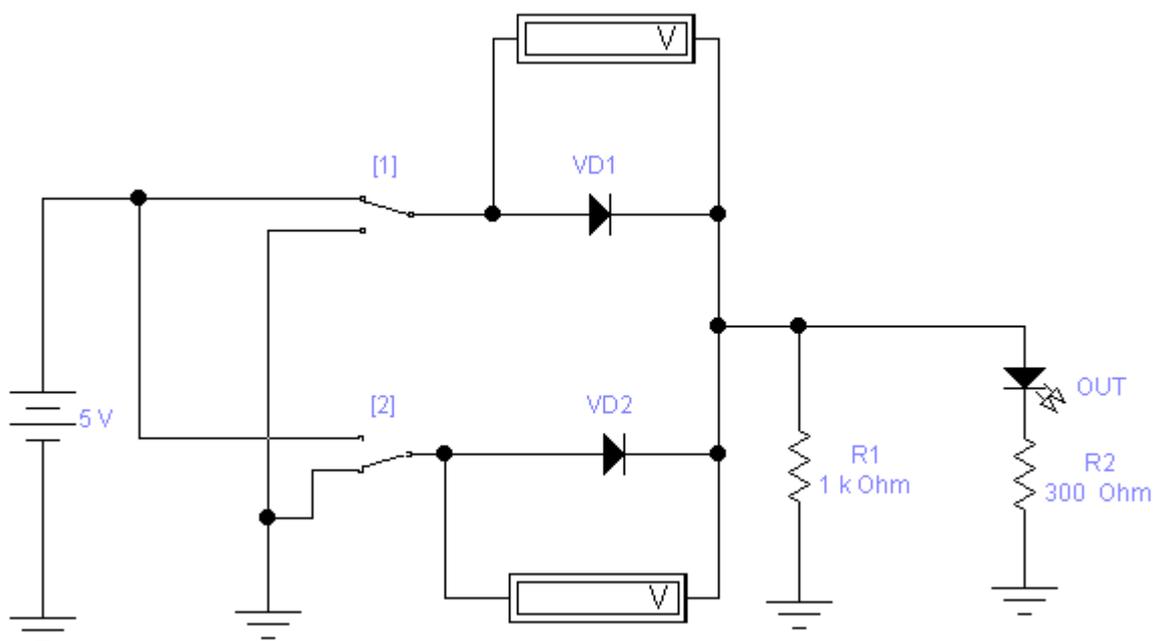


Рисунок 6 - Схема логического элемента ИЛИ (диодная логика)

Также имеется возможность наблюдения работы элемента ИЛИ по его условному обозначению (рисунок 7).

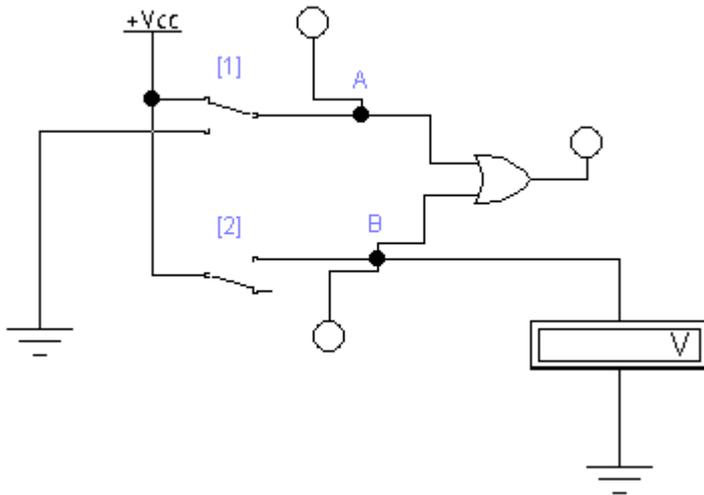


Рисунок 7 - Условное обозначение логического элемента ИЛИ

Таблица 2 – Таблица истинности элемента ИЛИ

Вход 1	Вход 2	VD1	VD2	Выход
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

4 Исследование работы логического элемента И-НЕ (диодно-транзисторная логика)

Открыть файл «И-НЕ.ewb» (рисунок 8). Включить схему нажатием левой клавиши мыши на тумблер .

Изменяя положение ключей, пронаблюдать за выходным сигналом по свечению индикатора. Заполнить таблицу истинности, анализируя работу элементов схемы.

Также имеется возможность наблюдения работы элемента по его условному обозначению (рисунок 9).

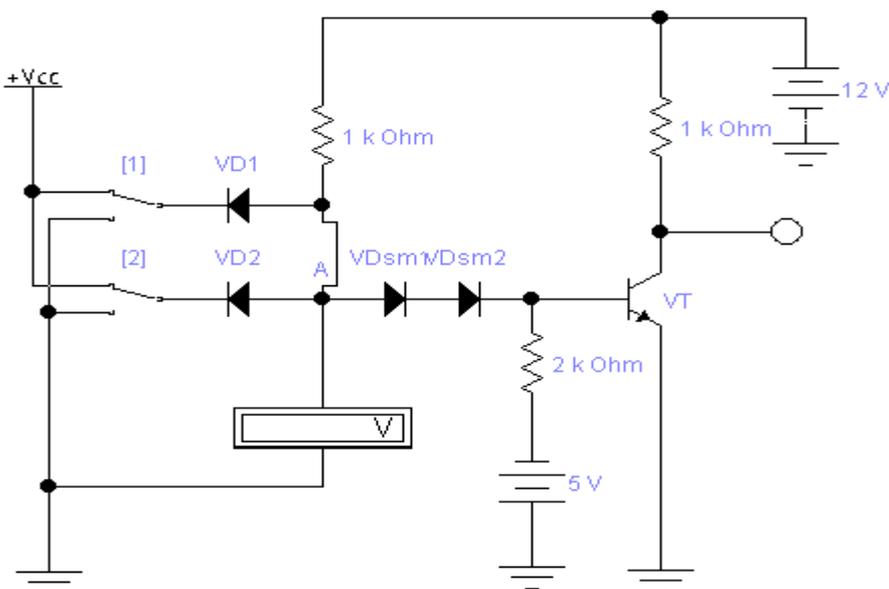


Рисунок 8 - Схема логического элемента И-НЕ (диодно-транзисторная логика)

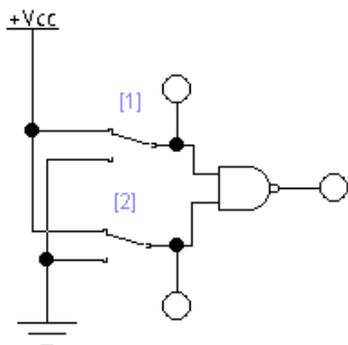


Рисунок 9 - Условное обозначение логического элемента И-НЕ

Состояние транзистора определить по значению напряжения в т.А, которое отображается вольтметром.

Таблица 3 – Таблица истинности элемента И-НЕ

Вход 1	Вход 2	VD1	VD2	т.А	VT	Выход
0	0					
0	1					
1	0					
1	1					

5 Исследование работы логического элемента ИЛИ-НЕ (диодно-транзисторная логика)

Открыть файл «ИЛИ_НЕ.ewb» (рисунок 10). Включить схему нажатием левой клавиши мыши на тумблер .

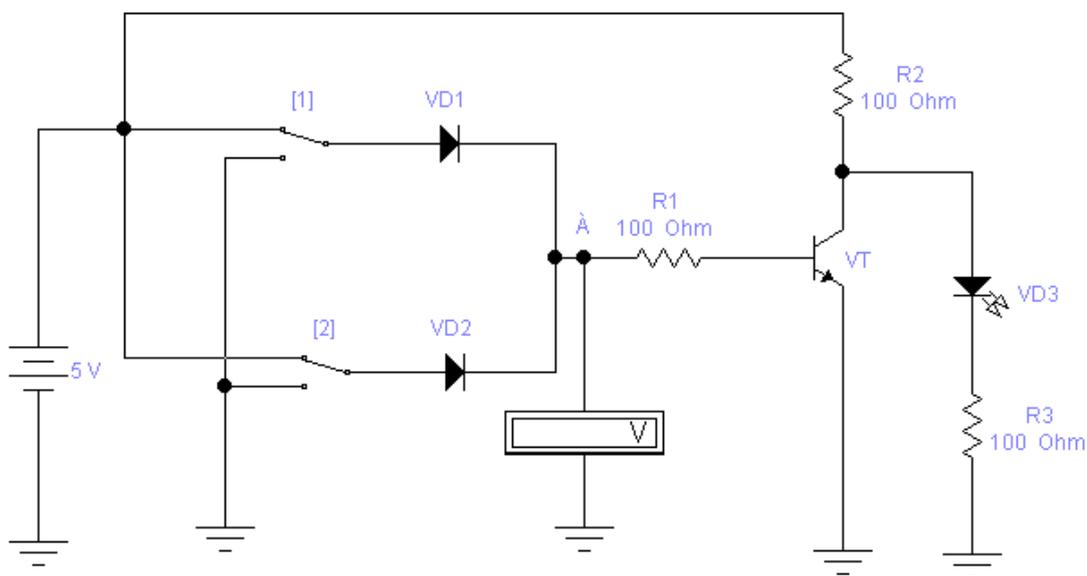


Рисунок 10- Схема логического элемента ИЛИ-НЕ (диодно-транзисторная логика)

Изменяя положение ключей 1 и 2, наблюдать за выходным сигналом по свечению светодиода. Состояние транзистора при этом можно определять по значению вольтметра, подключенного в т.А. Заполнить таблицу истинности, анализируя работу элементов схемы.

Таблица 5 – Таблица истинности элемента ИЛИ-НЕ

Вход 1	Вход 2	VD1	VD2	т.А	VT	Выход
0	0					
0	1					

1	0					
1	1					

Контрольные вопросы:

1. Объясните работу схемы рис.1. Что в ней изменится, если напряжение питания в ней установить 8 В вместо 5В?
2. Какие недостатки диодных схем ограничивают их использование?
3. Каково назначение дополнительного источника питания в базовой цепи транзистора схемы И-НЕ (ДТЛ)?
4. Назначение диодов смещения в схеме И-НЕ (ДТЛ).

Содержание отчета:

1. Точное наименование темы и цель работы.
2. Осциллограммы и таблицы измерений.
3. Краткие выводы о работе схемы.
4. Ответы на контрольные вопросы.

Отчет к лабораторной работе

Тема: Исследование дискретных логических элементов

Цель:

1. Исследование принципа действия логических элементов И, ИЛИ, НЕ.
2. Исследование принципа действия логических элементов И-НЕ, ИЛИ- НЕ.
3. Анализ работы схем.

Приборы и элементы:

Персональный компьютер.

Программа эмулятор Electronics Workbench.

Литература

Калабеков Б.А., Мамзелев И.А. Цифровые устройства и МПС. – М.: Горячая линия - Телеком, 2007, .с.21-25.

Ход работы.

Исследование логического элемента НЕ (резисторно-транзисторная логика)

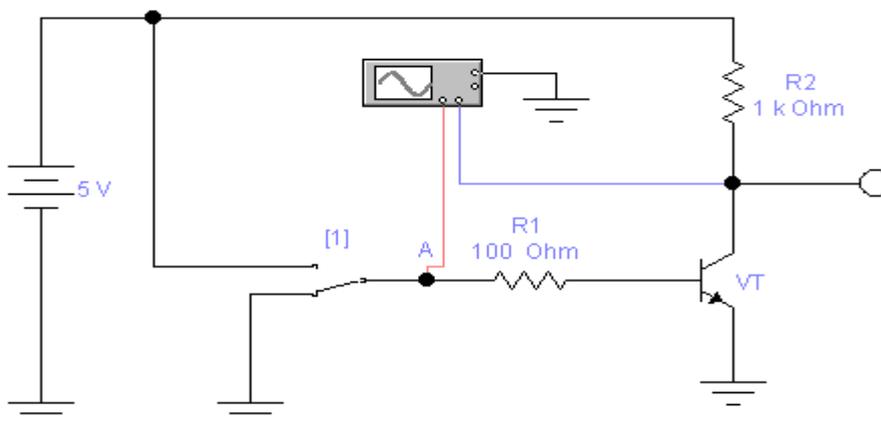


Рисунок 1 – Схема логического элемента НЕ (РТЛ)

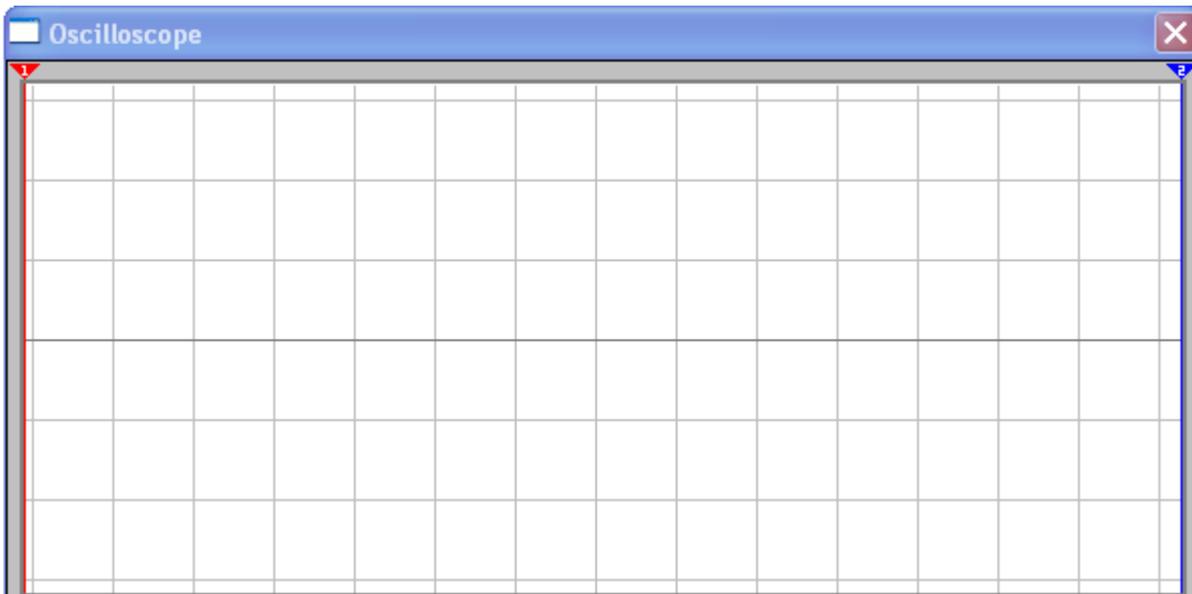


Рисунок 2 – Диаграмма работы элемента НЕ

2 Исследование работы логического элемента И (диодная логика)

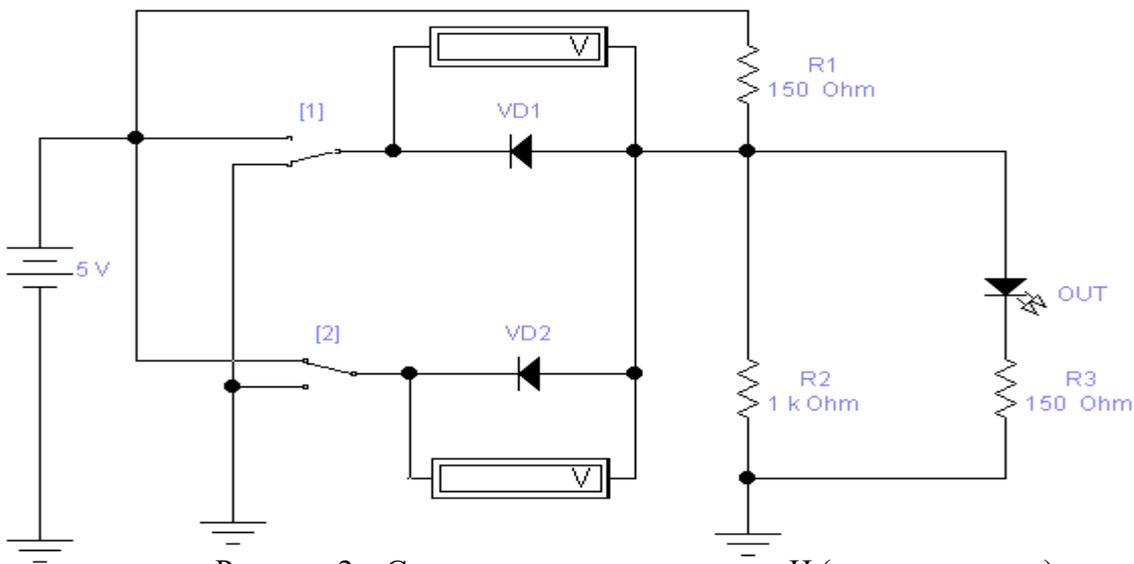


Рисунок 2 – Схема логического элемента И (диодная логика)

Таблица 1 – Таблица истинности элемента И

Вход 1	Вход 2	VD1	VD2	Выход
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

3 Исследование работы логического элемента ИЛИ (диодная логика)

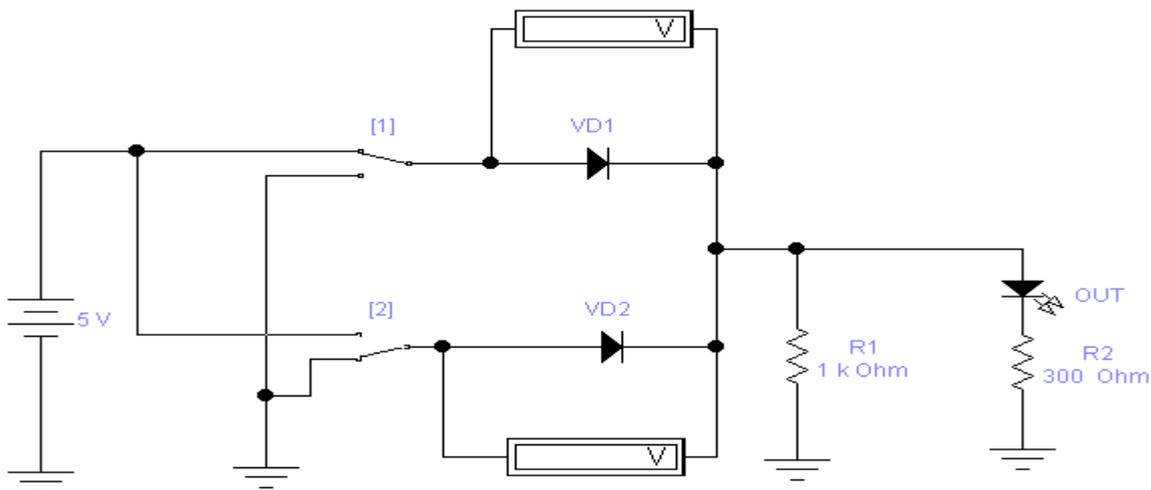


Рисунок 3 - Схема логического элемента ИЛИ (диодная логика)

Таблица 2 – Таблица истинности элемента ИЛИ

Вход 1	Вход 2	VD1	VD2	Выход
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			

4 Исследование работы логического элемента И-НЕ (диодно-транзисторная логика)

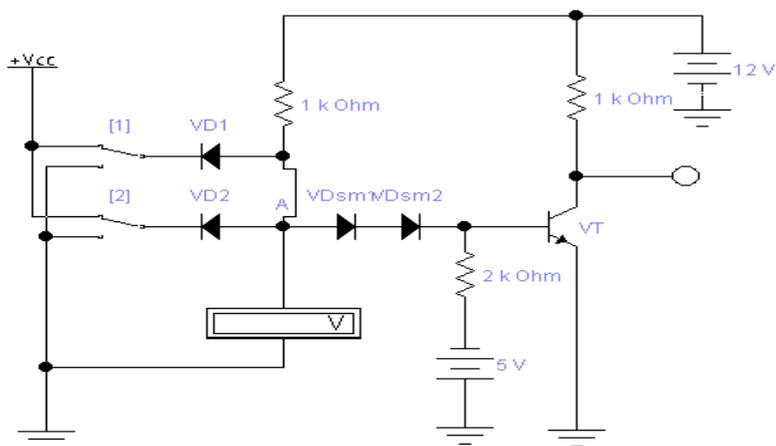


Рисунок 4 - Схема логического элемента И-НЕ (диодно-транзисторная логика)

Таблица 3 – Таблица истинности элемента И-НЕ

Вход 1	Вход 2	VD1	VD2	т.А	VT	Выход
0	0					
0	1					
1	0					
1	1					

5 Исследование работы логического элемента ИЛИ-НЕ (диодно-транзисторная логика)

Таблица 5 – Таблица истинности элемента ИЛИ-НЕ

Вход 1	Вход 2	VD1	VD2	т.А	VT	Выход
--------	--------	-----	-----	-----	----	-------

0	0					
0	1					
1	0					
1	1					

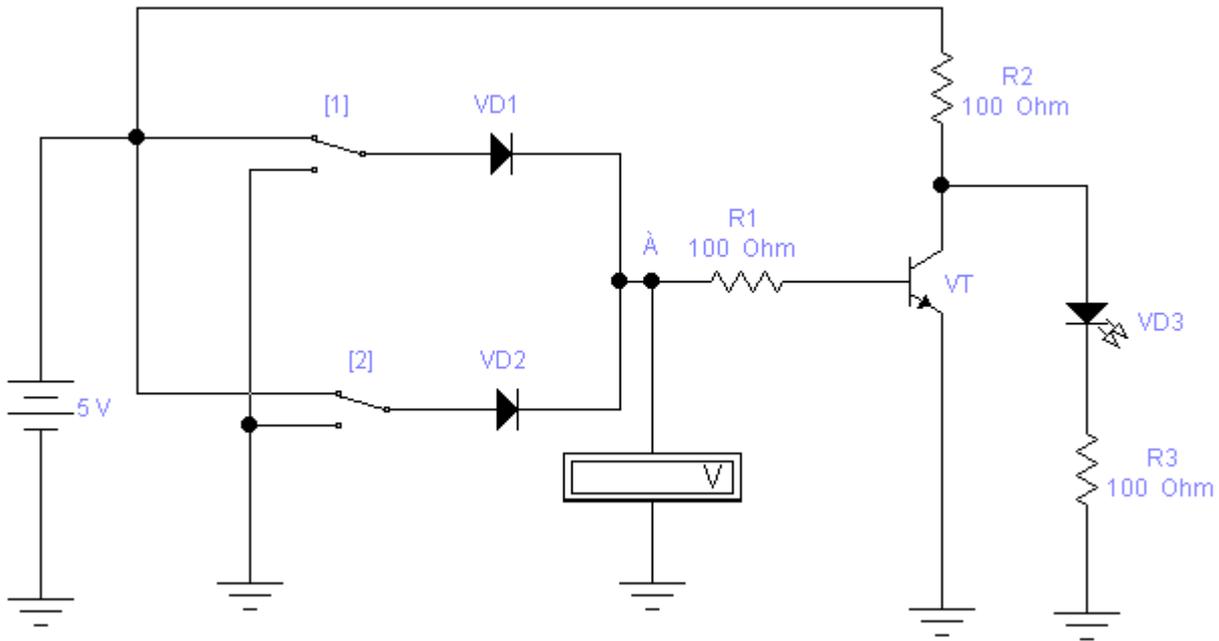


Рисунок 5- Схема логического элемента ИЛИ-НЕ (диодно-транзисторная логика)

Выводы:

Контрольные вопросы:

1. Объясните работу схемы рис.1. Что в ней изменится, если напряжение питания в ней установить 8 В вместо 5 В? _____

2. Какие недостатки диодных схем ограничивают их использование? _____

3. Каково назначение дополнительного источника питания в базовой цепи транзистора схемы И-НЕ (ДТЛ)? _____

4. Назначение диодов смещения в схеме И-НЕ (ДТЛ).

Лабораторная работа

Тема: Исследование интегральных логических элементов

Цель:

1. Исследование принципа действия логических элементов ТТЛ, ЭСЛ, КМОП.
2. Анализ работы схем.

Приборы и элементы:

Персональный компьютер.

Программа эмулятор Electronics Workbench V5.12

Литература

Калабеков Б.А., Мамзелев И.А. Цифровые устройства и МПС. – М.: Горячая линия - Телеком, 2007, стр.25-31.

Краткие теоретические сведения

Транзисторно-транзисторные логические элементы (ТТЛ) широко распространены из-за высокого быстродействия, высокой помехоустойчивости, умеренного потребления энергии, хорошей нагрузочной способности и малой стоимости. Их особенностью является наличие во входной цепи многоэмиттерных транзисторов (МЭТ), с помощью которых реализуется требуемая логическая функция.

Схемы логических элементов эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ) относятся к классу сверхбыстродействующих с относительно высокой потребляемой мощностью. Этот тип схем с объединенными эмиттерами называют еще *токовыми переключателями*. Большое быстродействие достигается из-за отсутствия режима насыщения и связанной с ним задержки, а также применением эмиттерных повторителей, ускоряющих процесс заряда нагрузочной емкости схемы. Уменьшение задержки получается из-за ограничения логического перепада, хотя это приводит к снижению помехоустойчивости схемы. Преимущества – крайне высокое быстродействие, повышенная помехозащищенность благодаря специальным схемным решениям.

Недостатки – очень высокая потребляемая мощность, уровни логического нуля и логической единицы (в отличие от всех других типов логических цифровых микросхем) находятся в отрицательной области напряжений, относительно общего провода (поэтому за ЭСЛ - логикой закрепилось неофициальное название – «отрицательная логика»).

КМОП (КМДП) – комплементарные полевые транзисторы со структурой металл-окисел-полупроводник. Это название появилось первым, поскольку в качестве диэлектрика в первых разработках использовался исключительно окисел кремния. Теперь используются и другие материалы, поэтому название изменилось на КМДП – комплементарные полевые транзисторы со структурой металл-диэлектрик-полупроводник (серии интегральных цифровых микросхем 176; 561; 564; 1561). Применяются в основном для изготовления устройств промышленной автоматики широкого класса.

Преимущества – высокая помехозащищенность благодаря высоким уровням логической единицы, крайне низкая потребляемая мощность в статическом режиме (0,1...100 мкА), высокое входное сопротивление, низкая чувствительность к изменению напряжения питания.

Недостатки – очень низкое быстродействие (максимальная частота переключения не превышает 8 МГц), быстродействие повышается с увеличением напряжения питания, но возрастает потребляемая мощность, нестабильность параметров от экземпляра к экземпляру, высокое выходное сопротивление.

Схемы КМОП-логики имеют два яруса: нижний – на n-канальных транзисторах (открыты при напряжении затвора выше порогового значения), а верхний – на p-канальных (открыты при напряжении затвора, близком к нулю). Нижний ярус определяет функцию элемента (И или ИЛИ), верхний представляет собой сложный инвертор (функция НЕ).

Порядок выполнения работы:

Исследование логического элемента И-НЕ (транзисторно-транзисторная логика)

Логический элемент (рис.1) состоит из трех каскадов: входного на многоэмиттерном транзисторе VT1 (реализует функцию И), фазоразделительного на VT2 с возможностью реализации функции ИЛИ и выходного на VT3, VT4.

Открыть файл «ТТЛ.ewb». Изменяя положение ключей 1 и 2, наблюдать за логикой работы схемы. Вольтметр, подключенный к транзистору VT2, позволяет судить о его состоянии. С помощью мультиметра можно регистрировать состояние выходного транзистора VT3 (состояние VT4 будет противоположным).

Заполнить таблицу истинности логического элемента, записав в неё данные измерений. Логика работы элемента И-НЕ дублируется схемой на рис.2.

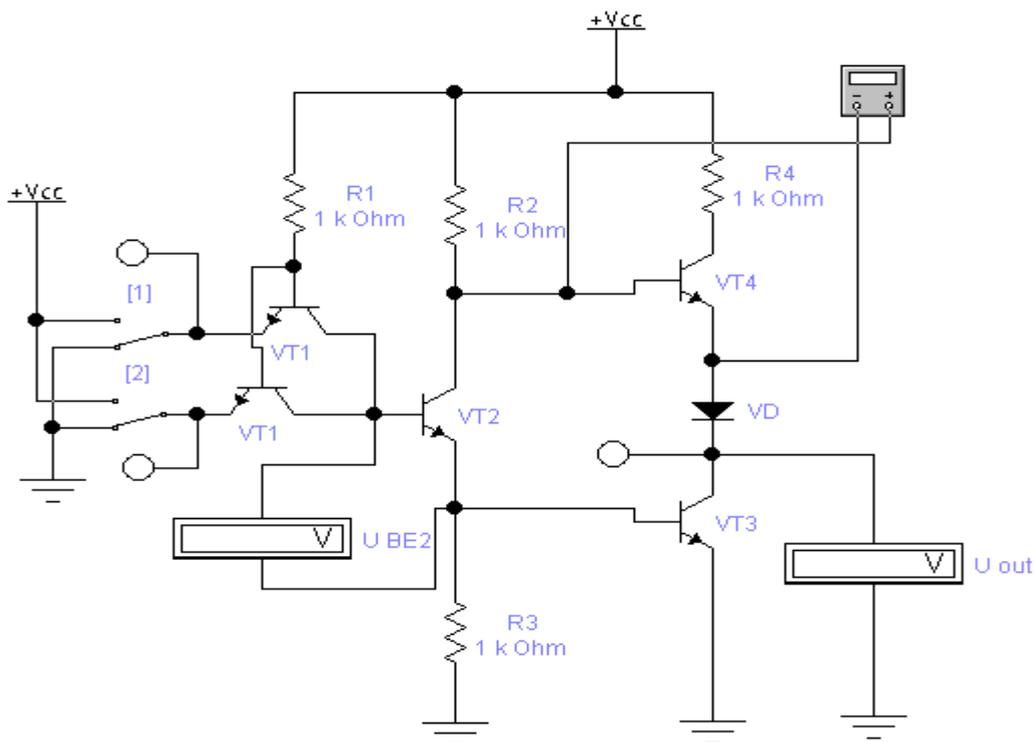


Рисунок 1 - Схема логического элемента И-НЕ (ТТЛ)

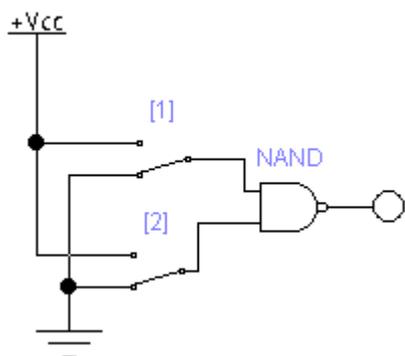


Рисунок 2 - Условное обозначение логического элемента И-НЕ

Таблица 1 – Таблица истинности элемента И-НЕ (ТТЛ)

Вход 1	Вход 2	Uбэ VT2, мВ	Uбэ VT4, мВ	Uout, В	Выход
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

Описать работу схемы согласно одного из четырех вариантов возможных входных сигналов.

2 Исследование логического элемента ИЛИ/ИЛИ-НЕ (эмиттерно- связанная логика)

Открыть файл «ЭСЛ. ewb». Включить схему нажатием левой клавиши мыши на тумблер . Изменяя положение ключей 1 и 2, наблюдать за логикой работы схемы. Заполнить таблицу истинности логического элемента.

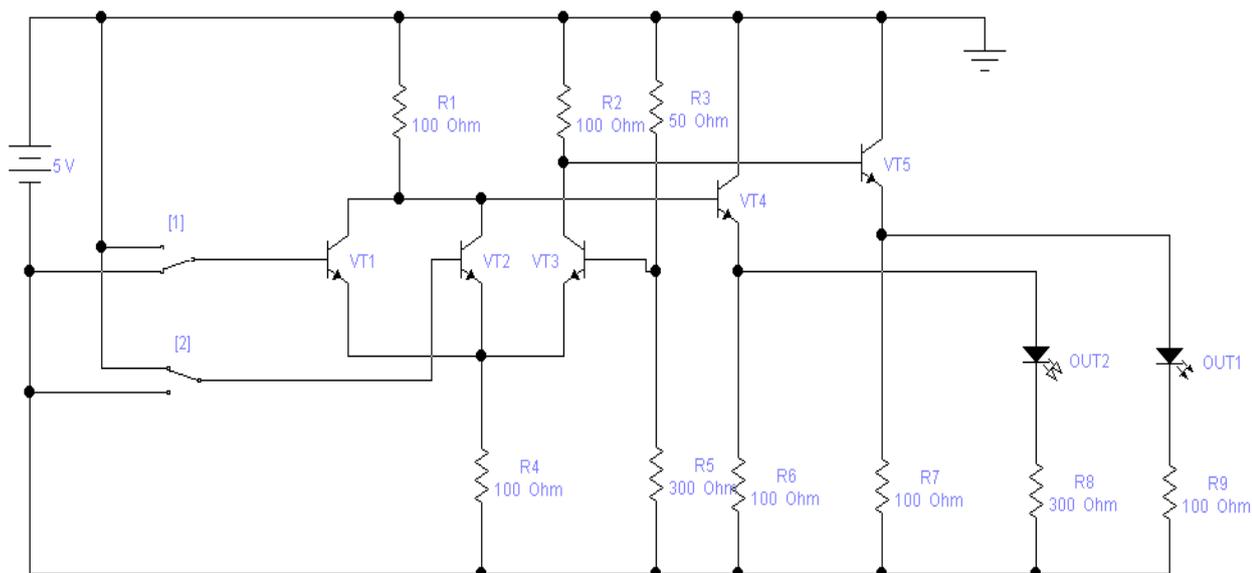


Рисунок 3 - Схема логического элемента ИЛИ/ИЛИ-НЕ (ЭСЛ)

Таблица 2 – Таблица истинности элемента ИЛИ/ИЛИ-НЕ (ЭСЛ)

Вход 1	Вход 2	Выход1	Выход2
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

3 Исследование логического элемента НЕ (КМОП)

Открыть файл «КМОП-НЕ. ewb». Включить схему нажатием левой клавиши мыши на тумблер . Изменяя положение ключа, наблюдать за логикой работы схемы.

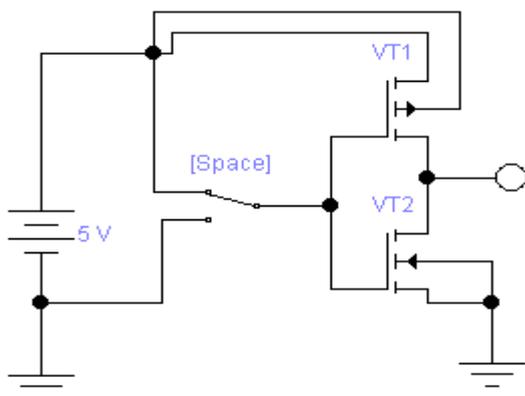


Рисунок 4 – Схема логического элемента НЕ (КМОП)

По свечению индикатора убедиться в противоположных значениях входного и выходного сигналов.

4 Исследование логического элемента И-НЕ (КМОП)

Открыть файл «КМОП И-НЕ. ewb». Включить схему нажатием левой клавиши мыши на тумблер . Изменяя положение ключей 1 и 2, наблюдать за логикой работы схемы.

Заполнить таблицу истинности логического элемента.

Таблица 3 – Таблица истинности элемента И-НЕ (КМОП)

Вход 1	Вход 2	I ₁	I ₂	I ₃	U out	Выход
0	0					
0	1					
1	0					
1	1					

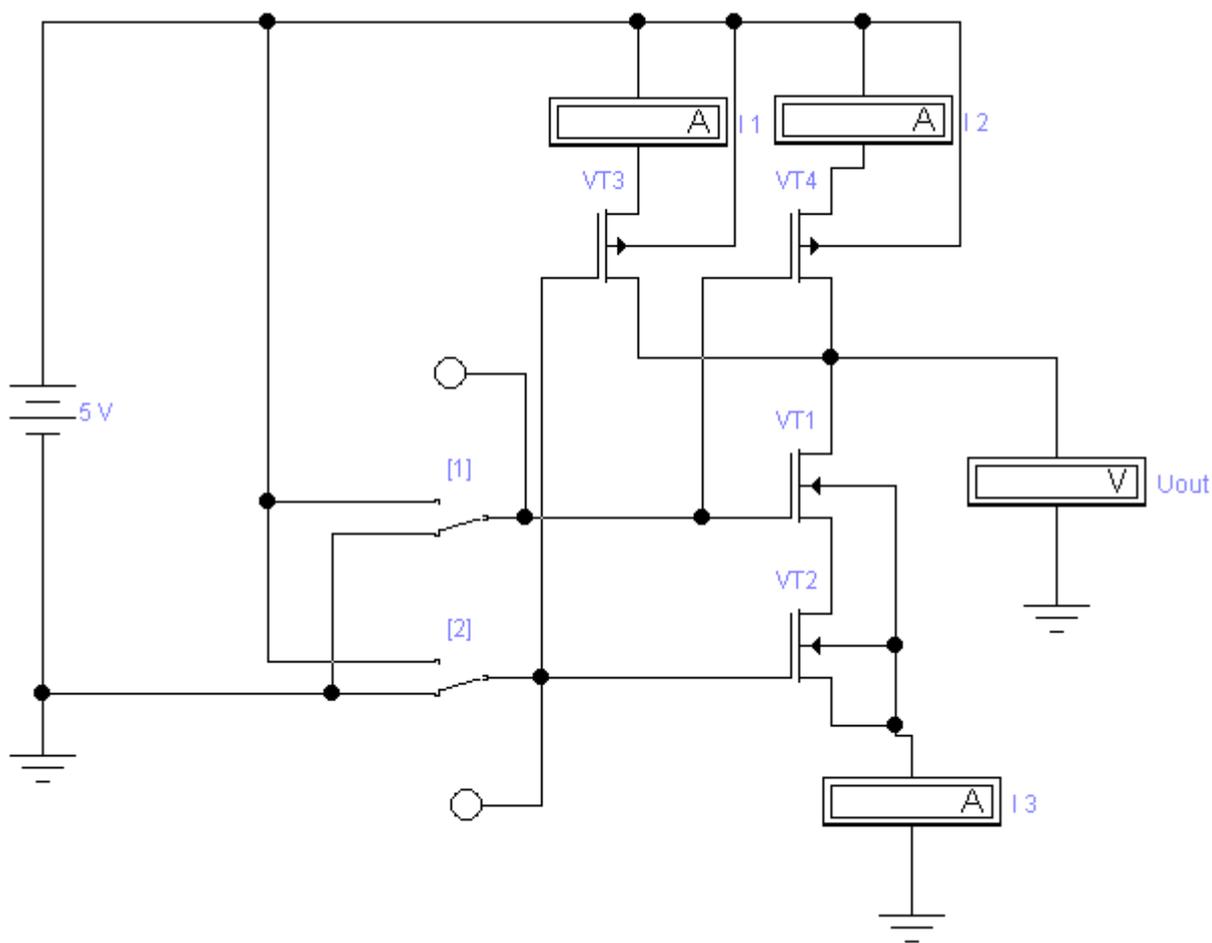


Рисунок 5 - Схема логического элемента И-НЕ (КМОП)

Описать работу схемы согласно одного из четырех вариантов возможных входных сигналов.

5 Исследование логического элемента ИЛИ-НЕ (КМОП)

Открыть файл «КМОП ИЛИ-НЕ. ewb». Включить схему нажатием левой клавиши мыши на тумблер . Изменяя положение ключей 1 и 2, наблюдать за логикой работы схемы.

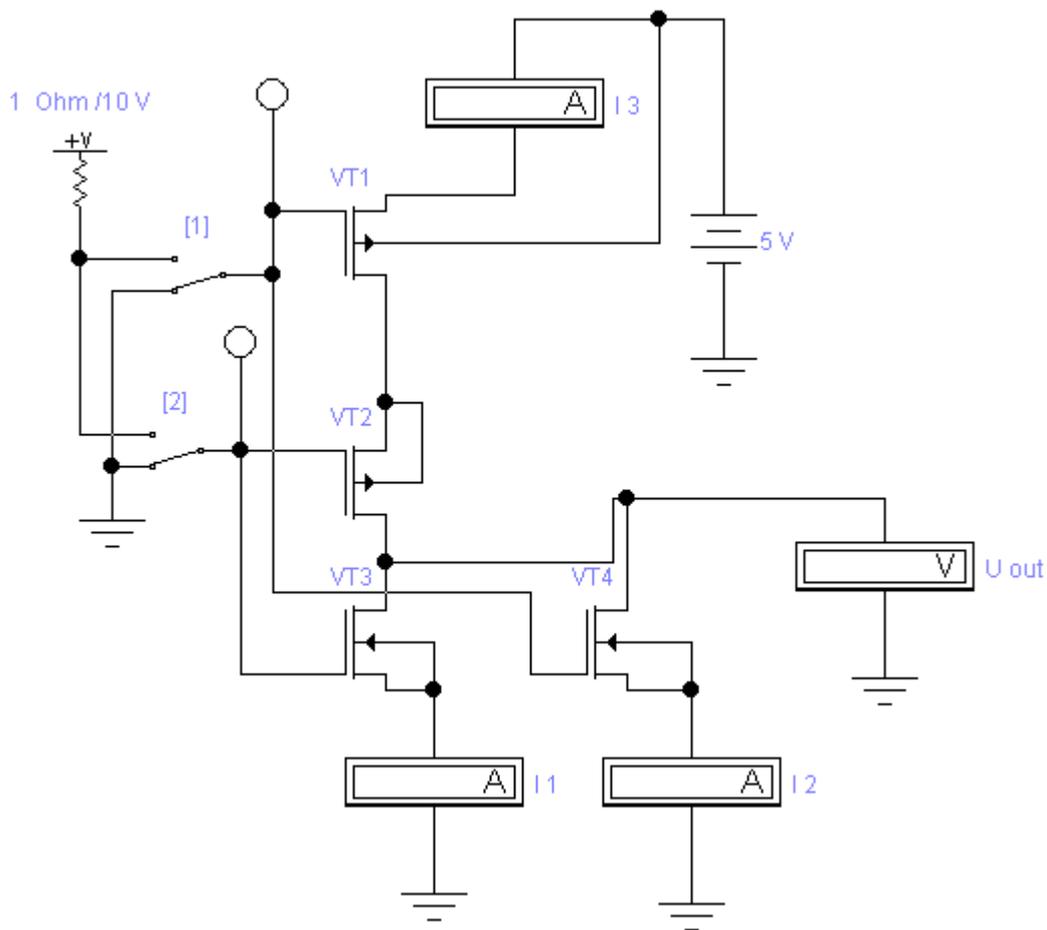


Рисунок 6 – Схема логического элемента ИЛИ-НЕ (КМОП)

Заполнить таблицу истинности логического элемента.

Таблица 4 – Таблица истинности элемента ИЛИ-НЕ (КМОП)

Вход 1	Вход 2	I ₁	I ₂	I ₃	U out	Выход
0	0					
0	1					
1	0					
1	1					

Описать работу схемы согласно одного из четырех вариантов возможных входных сигналов.

Контрольные вопросы:

1. Какова особенность микросхем ТТЛ?
2. Какую роль играет фазорасщепительный каскад ТТЛ-схемы?
3. За счет чего ИС КМОП-структуры имеют высокое входное сопротивление?
4. На основе какого вида усилителей построена схема ИМС ЭСЛ?
5. Как схемотехнически решены выходы схемы?
6. Почему ЭСЛ является наиболее быстродействующей?

Содержание отчета:

1. Точное наименование темы и цель работы.
2. Осциллограммы и таблицы измерений.
3. Краткие выводы о работе схемы.
4. Ответы на контрольные вопросы.

Отчет к лабораторной работе

Тема: Исследование интегральных логических элементов

Цель:

1. Исследование принципа действия логических элементов ТТЛ, ЭСЛ, КМОП.
2. Анализ работы схем.

Приборы и элементы:

Персональный компьютер.

Программа эмулятор Electronics Workbench V5.12

Литература

Калабеков Б.А., Мамзелев И.А. Цифровые устройства и МПС. – М. Горячая линия - Телеком , 2007, стр.25-31

Ход работы

1 Исследование логического элемента И-НЕ (транзисторно-транзисторная логика)

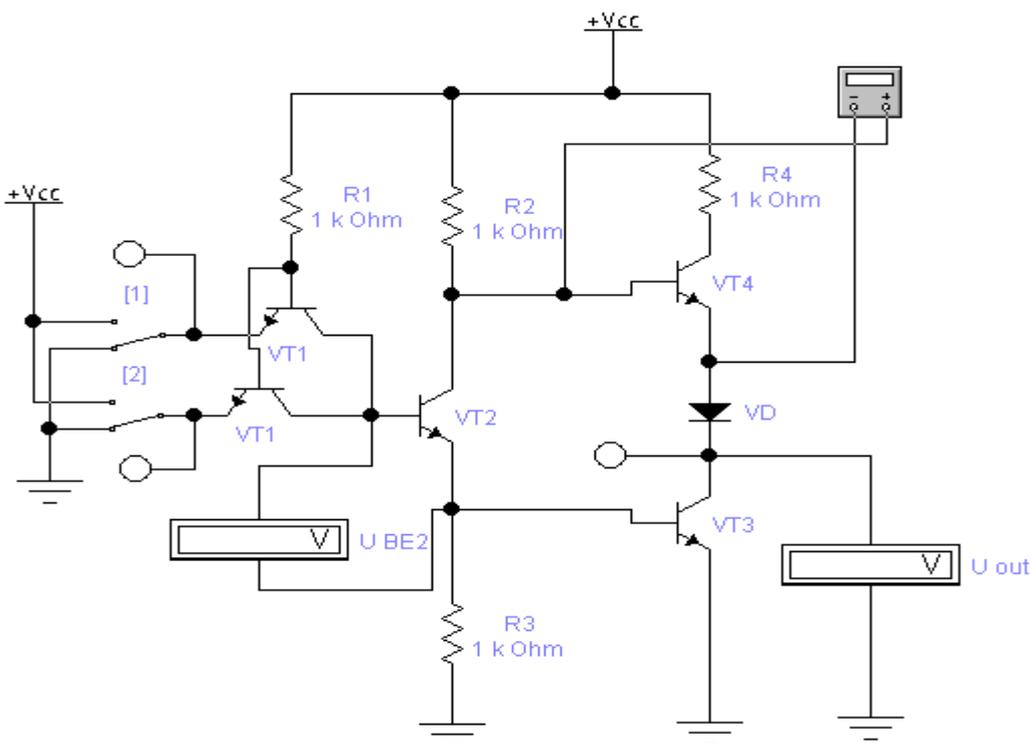


Рисунок 1 - Схема логического элемента И-НЕ (ТТЛ)

Таблица 1 – Таблица истинности элемента И-НЕ (ТТЛ)

Вход 1	Вход 2	U _{бэ} VT2, мВ	U _{бэ} VT4, мВ	U _{out} , В	Выход
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

Описать работу схемы согласно одного из четырех вариантов возможных входных сигналов.

2 Исследование логического элемента ИЛИ/ИЛИ-НЕ (эмиттерно- связанная логика)

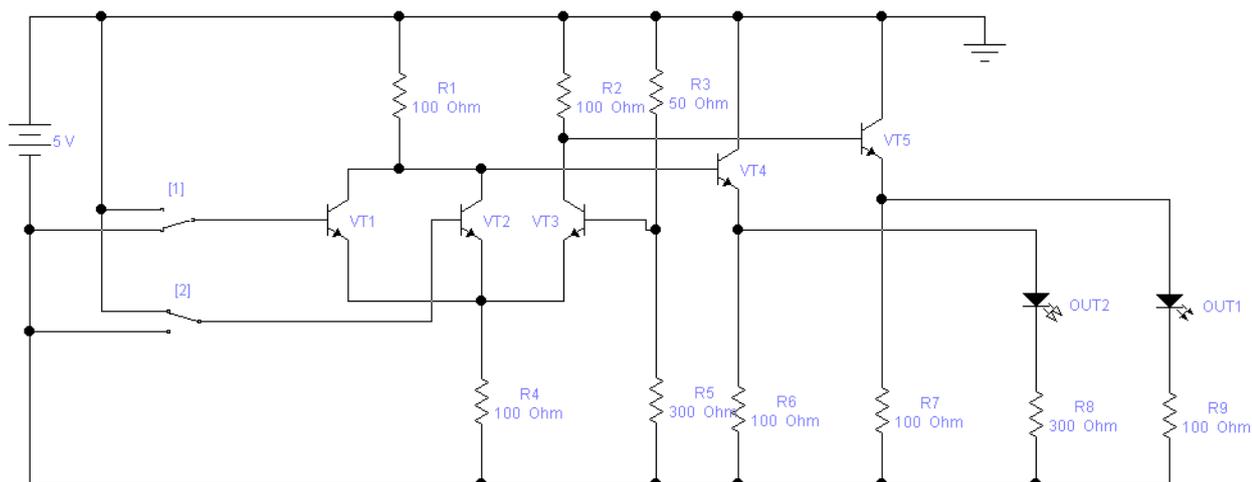


Рисунок 2 - Схема логического элемента ИЛИ/ИЛИ-НЕ (ЭСЛ)

Таблица 2 – Таблица истинности элемента ИЛИ/ИЛИ-НЕ (ЭСЛ)

Вход 1	Вход 2	Выход1	Выход2
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

3 Исследование логического элемента НЕ (КМОП)

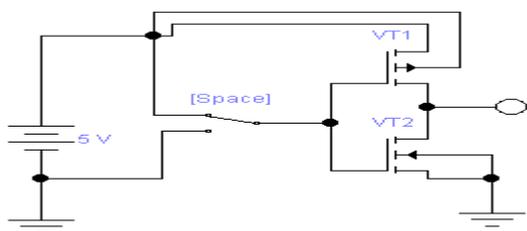


Рисунок 3 – Схема логического элемента НЕ (КМОП)

4 Исследование логического элемента И-НЕ (КМОП)

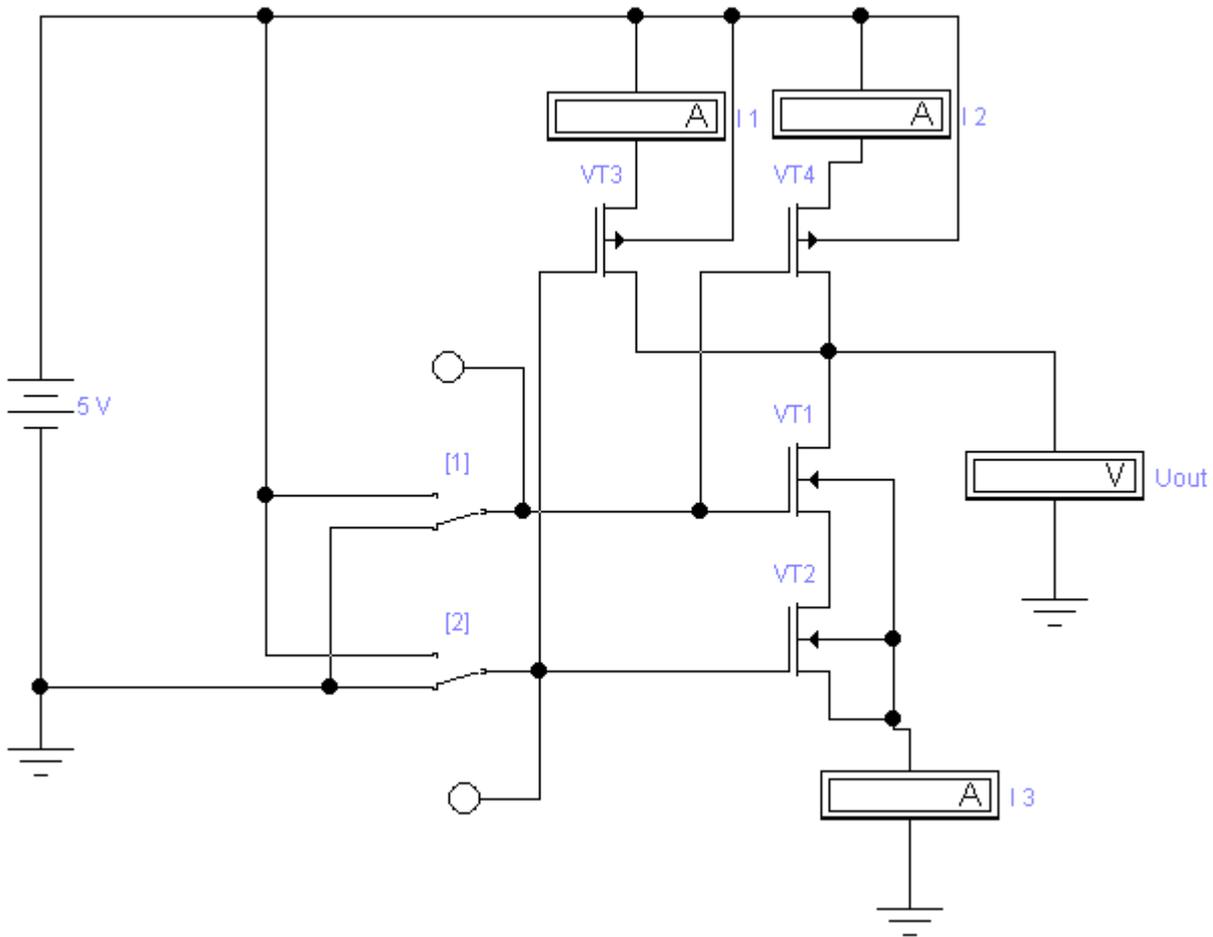


Рисунок 4 - Схема логического элемента И-НЕ (КМОП)

Таблица 3 – Таблица истинности элемента И-НЕ (КМОП)

Вход 1	Вход 2	I_1	I_2	I_3	U_{out}	Выход
0	0					
0	1					
1	0					
1	1					

Описать работу схемы согласно одного из четырех вариантов возможных входных сигналов.

5 Исследование логического элемента ИЛИ-НЕ (КМОП)

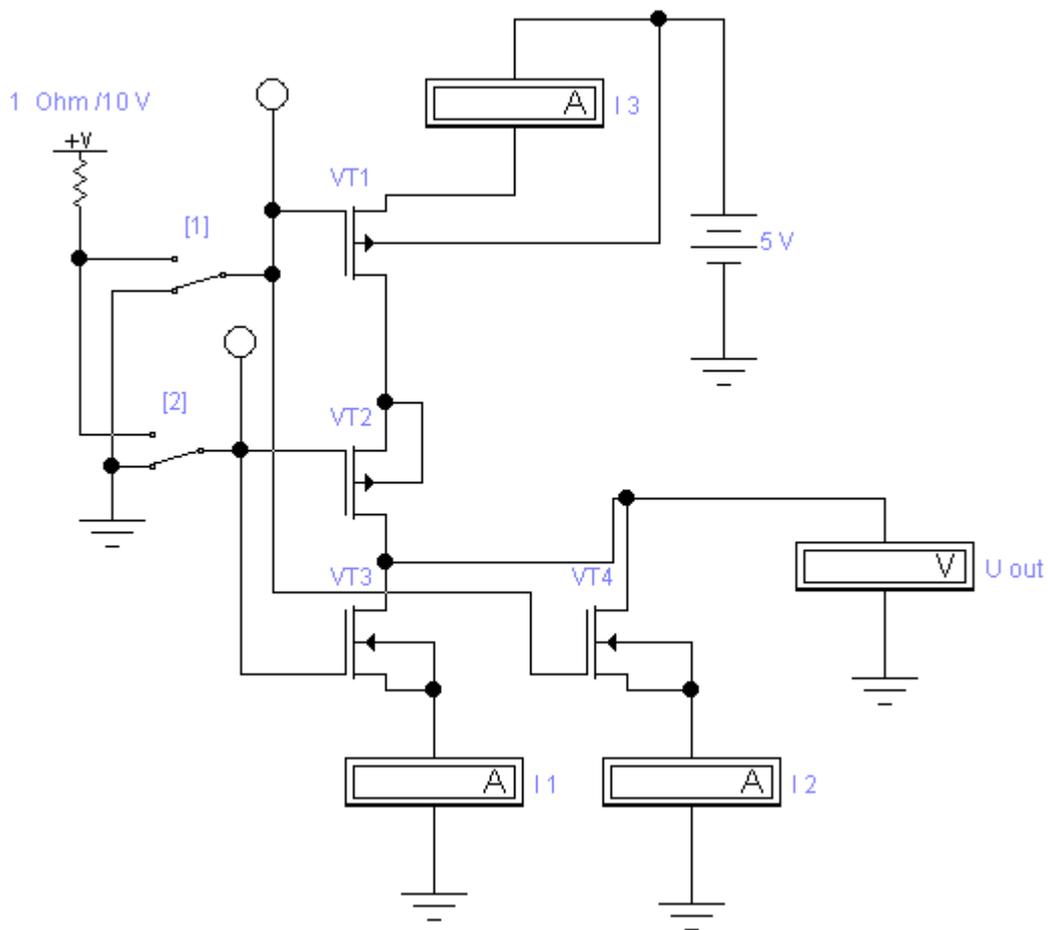


Рисунок 5 – Схема логического элемента ИЛИ-НЕ (КМОП)

Таблица 4 – Таблица истинности элемента ИЛИ-НЕ (КМОП)

Вход 1	Вход 2	I_1	I_2	I_3	U out	Выход
0	0					
0	1					
1	0					
1	1					

Описать работу схемы согласно одного из четырех вариантов возможных входных сигналов.

Выводы:

Контрольные вопросы:

1. Какова особенность микросхем ТТЛ?

2. Какую роль играет фазорасщепительный каскад ТТЛ-схемы?

3. За счет чего ИС КМОП-структуры имеют высокое входное сопротивление?

4. На основе какого вида усилителей построена схема ИМС ЭСЛ?

5. Как схемотехнически решены выходы схемы ЭСЛ?

6. Почему ЭСЛ является наиболее быстродействующей?

Вопросы для зачета

1. Двухполюсные элементы электрической цепи.
2. Резистивный элемент. Вольт-амперные характеристики резистивных элементов.
3. Независимые источники напряжения и тока.
4. Управляемые (зависимые) источники.
5. Характеристики эквивалентного двухполюсника. Передача энергии от эквивалентного двухполюсника нагрузке.
6. Анализ электрических цепей с операционными усилителями. Модель ОУ в линейном и нелинейном режимах.
7. Типовые функциональные узлы на интегральных ОУ.
8. Метод узловых напряжений (потенциалов). Свойства матрицы узловых проводимостей.
9. Теоремы линейных цепей.
10. Принцип наложения (суперпозиции). Метод наложения.
11. Теорема об эквивалентном двухполюснике (Теорема Тевенина и Нортона). Метод эквивалентного генератора.
12. Переходные процессы в RC-цепях первого порядка. Постоянная времени RC-цепи. Реакция при нулевом входе и нулевом начальном состоянии. Порядок расчета.
13. Переходные процессы в RL-цепях первого порядка. Постоянная времени RL –цепи. Порядок расчета переходных процессов в RL-цепях первого порядка.
14. Интегрирующие и дифференцирующие цепи.
15. Переходные и импульсные характеристики электронных цепей.
16. Определение реакции цепи при действии сигналов произвольной формы. Свертка функций времени.
17. Комплексный метод расчета цепей синусоидального тока (Метод комплексных амплитуд).
18. Комплексное сопротивление и проводимость. Закон Ома для комплексных амплитуд.
19. Резонанс в электронных цепях. Резонанс напряжений. Частотные характеристики последовательного колебательного контура.
20. Резонанс токов. Параллельный колебательный контур.
21. Комплексные передаточные функции (комплексные частотные характеристики). Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики.
22. Комплексная форма ряда Фурье. Комплексный частотный спектр.
23. Спектры аperiodических функций. Преобразование Фурье.
24. Амплитудная и частотная модуляция. Спектры модулированных колебаний.
25. Спектры дискретных сигналов.
26. Операторный метод анализа электронных цепей.
27. Операторные передаточные функции. Полюсы и нули функций цепей. Связь частотных и временных характеристик линейных цепей.
28. Общие сведения о полупроводниках. Характеристики p-n перехода.
29. Полупроводниковые диоды. Принцип действия, характеристики.
30. Специальные типы диодов.
31. Источники вторичного электропитания. Выпрямители.
32. Биполярные транзисторы. Режимы работы транзистора. Основные схемы включения.
33. Вольт-амперные характеристики биполярных транзисторов.
34. Графический способ определения рабочей точки транзистора.
35. Простейшие модели биполярных транзисторов.
36. Передаточная характеристика схемы с общим эмиттером.
37. Модель биполярного транзистора для режима малого сигнала.
38. Типовые схемы усилителей на биполярных транзисторах.
39. Усилитель с общим эмиттером и отрицательной обратной связью по току.
40. Эмиттерный повторитель.
41. Полевые транзисторы с управляющим p-n переходом. Принцип действия и характеристики.
42. МОП-транзистор с индуцированным каналом. Принцип действия и характеристики.

43. МОП-транзистор с встроенным каналом. Принцип действия и характеристики.
44. Модели МОП-транзистора в режимах большого и малого сигналов.
45. Усилительные каскады на полевых транзисторах.
46. Усилители. Основные понятия и определения. Характеристики усилителей.
47. Обратные связи в усилителях. Влияние отрицательной обратной связи на характеристики усилителя.
48. Дифференциальные усилители. Принцип действия и характеристики дифференциальных усилителей на биполярных и МОП-транзисторах.
49. Схемотехника операционных усилителей на биполярных и МОП-транзисторах. Характеристики интегральных ОУ.
50. Усилители мощности.
51. Ключи на биполярных транзисторах. Анализ работы ключа в статическом и динамическом режимах.
52. Ключи на МОП транзисторах. Ключи с динамической нагрузкой.
53. КМОП ключи. Анализ КМОП ключа в статическом и динамическом режимах.
54. Базовые логические элементы. Основные параметры цифровых микросхем.
55. Элементы ТТЛ. Особенности выходных каскадов цифровых микросхем.
56. КМОП логика. Принципы построения КМОП элементов.
57. БиКМОП-логика.
58. Цифро-аналоговые преобразователи.
59. Аналого-цифровые преобразователи.
60. Закон Ома.

ПАКЕТ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЧЕТА		
Объекты оценки	Критерии оценки результата	Отметка о выполнении
У1 – выбирать наиболее подходящие электронные приборы;	Студент умеет верно:	
	выбирать наиболее подходящие электронные приборы	
У2 – выполнять расчеты параметров и характеристик электронных приборов, выбирать наиболее эффективные и оптимальные способы решения задач по использованию и эксплуатации электронных приборов и устройств искать информацию об электронных устройствах и приборах;	выполнять расчеты параметров и характеристик электронных приборов, выбирать наиболее эффективные и оптимальные способы решения задач по использованию и эксплуатации электронных приборов и устройств искать информацию об электронных устройствах и приборах	
У3 – сравнивать и анализировать параметры и характеристики электронных устройств и приборов;	сравнивать и анализировать параметры и характеристики электронных устройств и приборов	
У4 – систематизировать информацию об электронных устройствах и приборах	систематизировать информацию об электронных устройствах и приборах	
У5 – планировать свое профессиональное развитие в области электроники и схемотехники;	планировать свое профессиональное развитие в области электроники и схемотехники	
У6 – информационные технологии для поиска и решения профессионально значимых задач.	информационные технологии для поиска и решения профессионально значимых задач	
З1 – физические принципы работы и назначение электронных приборов;	Студент знает:	
	физические принципы работы и назначение электронных приборов	
З2 – формулы для расчета параметров электронных приборов;	формулы для расчета параметров электронных приборов	
З3 – определения, характеристики, условно-графические обозначения, достоинства и недостатки электронных приборов	определения, характеристики, условно-графические обозначения, достоинства и недостатки электронных приборов	
З4 – классификацию электронных приборов;	классификацию электронных приборов	
З5 – схемы электронных устройств и приборов;	схемы электронных устройств и приборов	
З6 – типы электронных усилителей методы самоконтроля в решении профессиональных задач	типы электронных усилителей методы самоконтроля в решении профессиональных задач	
З7 – способы и методы сбора, анализа и систематизации данных посредством информационных технологий.	способы и методы сбора, анализа и систематизации данных посредством информационных технологий.	

Список использованной литературы

Для реализации программы библиотечный фонд организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы, рекомендуемые для использования в образовательном процессе.

Печатные издания:

1. Марченко, А. Л. Основы электроники : учебное пособие для вузов / А. Л. Марченко. - 2-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 294 с. - ISBN 978-5-89818-389-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2103628> (дата обращения: 29.03.2024).

2. Гальперин, М. В. Электронная техника : учебник / М.В. Гальперин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 352 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015415-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2136807> (дата обращения: 29.03.2024).

Дополнительные источники:

3. Миловзоров, О. В. Основы электроники : учебник для среднего профессионального образования / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. — 7-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 407 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-18603-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/544529> (дата обращения: 29.03.2024).

4. Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 1 : учебник для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 382 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10366-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/542115> (дата обращения: 29.03.2024).

5. Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 2 : учебник для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 421 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10368-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/542116> (дата обращения: 29.03.2024).