

**ГОУ ВПО Российско-Армянский (Славянский)
университет**



**Утверждено
Директор Института
Агаронян А.К.**

**«30» апреля 2025 г., протокол № 05
Утвержден Ученым Советом ИФИ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.05.01 «Цифровая схемотехника с использованием ПЛИС»

Автор (ы) кандидат тех. наук Езакян Н.Д
Ф.И.О, ученое звание (при наличии), ученая степень (при наличии)

Направление подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Согласовано:

Вр. и.о. заведующего Кафедрой Телекоммуникаций
Сиволенко Э. Р.



(подпись)

1. АННОТАЦИЯ

1.1. Учебная программа дисциплины «Цифровая схемотехника с использованием ПЛИС» ориентирована на подготовку кадров в области проектирования и программирования цифровых устройств, которые должны обладать знаниями и навыками в технике чтения, построения и моделирования различных электрических узлов с использованием Программируемых Логических Интегральных Схем (ПЛИС), с применением современных микросхем и программ, так же умения моделировать ПЛИС с языком Verilog. Актуальной практической задачей дисциплины является подготовка студентов к творческому профессиональному восприятию последующих специальных дисциплин.

1.2. Трудоемкость дисциплины: в академических часах – 180, в кредитах – 5. Вовремя курсы предусмотрены практическое занятие (построение простейшие логические схемы на КМОП логике, использование ПЛИС студенческое плата и базовое программирование), лабораторное занятие (виртуальное моделирование логических схем на NI Multisim), лекции. Итоговые контроли два промежуточное и одна конечное экзамены.

1.3. Данная дисциплина теснейшим образом взаимосвязана со следующими дисциплинами: информатика, основы построения инфокоммуникационных систем и сетей, физические основы техники СВЧ, цифровая обработка данных, теория связи с подвижными объектами и с последующими УМКД магистратуры.

1.4. Результаты освоения программы дисциплины:

Код компетенции (в соответствии рабочим с учебным планом)	Наименование компетенции (в соответствии рабочим с учебным планом)	Код индикатора достижения компетенций (в соответствии рабочим с учебным планом)	Наименование индикатора достижений компетенций (в соответствии рабочим с учебным планом)
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1; УК-1.2;	Знает методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного анализа Умеет применять методики поиска, сбора и обработки

		УК-1.3;	информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, применять системный подход для решения поставленных задач. Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач.
ОПК-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации. Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.
ОПК-2	Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации. Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. Владеет способами обработки и представления полученных данных и

			оценки погрешности результатов измерений.
ПК-6	Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей	ПК-6.1 ПК-6.2 ПК-6.3	Знает принципы построения и работы сети связи и протоколов сигнализации, используемых в сетях связи; основы спутниковых технологий, используемых на транспортной сети Умеет осуществлять конфигурационное и параметрическое планирование транспортных сетей и сетей передачи данных, анализировать качество работы транспортных сетей и сетей передачи данных; Владеет навыками выработки решений по оперативному переконфигурированию сети, изменению параметров коммутационной подсистемы, сетевых платформ, оборудования и технологий

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цель дисциплины - изучение принципов построения цифровых электрических схем и логических элементов, цифровая обработка сигналов, цифровая программирования ПЛИС.

Задача - обеспечение основополагающих знаний в области построения, программирования и разработки цифровых и смешанных схем с применением современного программного обеспечения, а также основ для понимания и изучения последующих дисциплин, предусмотренных в программе обучения.

2.2. Трудоемкость дисциплины: в академических часах – 180, в кредитах - 5

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах	Распределение по семестрам					
		III сем	IV сем	V сем	VI сем	VII сем	VIII сем
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	180	-	-	180	-	-	-
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	80	-	-	80	-	-	-
1.1.1. Лекции	64	-	-	64	-	-	-
1.1.2. Практические занятия, в т. ч.	16	-	-	16	-	-	-
1.1.2.1. Обсуждение прикладных проектов	10	-	-	10	-	-	-
1.1.2.2. Кейсы	-	-	-	-	-	-	-
1.1.2.3. Деловые игры, тренинги	-	-	-	-	-	-	-
1.1.2.4. Контрольные работы	-	-	-	-	-	-	-
1.1.2.5. Решение задач	6	-	-	6	-	-	-
1.1.3. Семинары	-	-	-	-	-	-	-
1.1.4. Лабораторные работы	-	-	-	-	-	-	-
1.1.5. Другие виды (указать)	-	-	-	-	-	-	-
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	64	-	-	64	-	-	-
1.2.1. Подготовка к экзаменам	20	-	-	20	-	-	-
1.2.2. Симулирование и моделирование ПЛИС	20	-	-	20	-	-	-
1.2.2.1. Письменные домашние задания	-	-	-	-	-	-	-
1.2.2.2. Курсовые работы	-	-	-	-	-	-	-
1.2.2.3. Эссе и рефераты	10	-	-	10	-	-	-
1.2.2.4. Другое (указать)	-	-	-	-	-	-	-
1.3. Консультации	14	-	-	14	-	-	-
1.4. Другие методы и формы занятий	-	-	-	-	-	-	-
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	Экзамен 36	-	-	Экзамен 36	-	-	-

2.3. Содержание дисциплины

2.3.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции (ак. часов)	Практ. Занятия (ак. часов)	Семинары (ак. часов)	Лабор. (ак. часов)
1	2	3	4	5	6

Тема 1. ВВЕДЕНИЕ В ПРОГРАММИРУЕМУЮ ЛОГИКУ	10	6	3	-	-
Тема 1.1. ПЛИС и Верилог. Первое знакомство	1	1	-	-	-
Тема 1.2. Синтез комбинационных схем	3	2	1	-	-
Тема 1.3. Типовые логические элементы и их обозначения	2	1	-	-	-
Тема 1.4. Булевы уравнения	4	2	2	-	-
Тема 2. Разные типы построения цифровых схем	7	4	2	-	-
Тема 2.1. Комбинационные схемы. Карты Карно	4	2	1	-	-
Тема 2.2. Шифратор, дешифратор, мультиплексор, демультиплексор	3	2	1	-	-
Тема 3. Синтез и классификация комбинационных схем	13	8	3	-	-
Тема 3.1. Синтез комбинационных схем на мультиплексорах	3	2	1	-	-
Тема 3.2. Классификация цифровых интегральных схем	2	2	-	-	-
Тема 3.3. Классификация ПЛИС по архитектуре	4	2	2	-	-
Тема 3.4. ПЛИС с динамическим репрограммированием. Синтез комбинационных схем на ПЛИС	4	2	-	-	-
Тема 4. Логические устройства обработки данных	3	2	1	-	-
Тема 4.1. Двоичные сумматоры, субтракторы, множители и делители	3	2	1	-	-
Тема 5. Цифровые автоматы	30	20	4	-	-
Тема 5.1. Минимизация автоматов с использованием карты импликации	5	3	2	-	-
Тема 5.2. Проектирование последовательностной логики. Зашелки и триггеры.	6	4	-	-	-
Тема 5.3. Регистр, Триггер с функцией разрешения. Динамическая дисциплина	4	4	-	-	-
Тема 5.4. Построение цифровых автоматов (последовательные цифровые схемы). Синтез последовательных схем с избыточными состояниями	7	3	2	-	-
Тема 5.5. Счетчики. Двоичные счетчики. Расширение схем счетчиков	3	3	-	-	-

Тема 5.6. Регистровые файлы. Последовательная передача данных в цифровых системах. Универсальные регистры. Кольцевые счетчики	5	3	-	-	-
Тема 6. Микропрограммируемые автоматы	11	8	1	-	-
Тема 6.1. Сигнальные коды для передачи последовательных данных	2	2	-	-	-
Тема 6.2. Графическое схема алгоритма	2	2	--	-	-
Тема 6.3. Построение микропрограммируемых автоматов с программируемыми микросхемами	7	4	1	-	-
Тема 7. Введение Верилог	34	24	4	-	-
Тема 7.1. Описание цифровых систем в Verilog. Принципы иерархического моделирования и проектирования	5	2	1	-	-
Тема 7.2. Симуляция и тестирование проекта. Пример проекта в Verilog. Типы данных: Сети и регистры	4	4	-	-	-
Тема 7.3. Типы данных: Массивы, Цепи символов и параметры. Системные задачи и директивы компилятора	3	2	1	-	-
Тема 7.4. Модули в Verilog. Категории и части модуля. Порты в Верилог. Иерархическое наименование	6	4	-	-	-
Тема 7.5. Примитивы в Верилог. Моделирование потока данных	3	2	1	-	-
Тема 7.6. Поведенческое моделирование. Структурные процедуры. Моделирование тайм-симулирования	4	4	-	-	-
Тема 7.7. Команды для ветвей проекта. Кольцевые структуры для программы	3	2	1	-	-
Тема 7.8. Последовательные и параллельные блоки. Именованные блоки	6	4		-	-
ИТОГО	80	64	16	-	-

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

Тема 1. ВВЕДЕНИЕ В ПРОГРАММИРУЕМУЮ ЛОГИКУ

Первая глава посвящена введению в логическую алгебру и логические элементы, используемые для поведенческого описания и синтеза цифровых систем. Представлены математические методы перехода от табличного описания логических схем к логическим

выражениям. Обсуждаются методы редукции логических выражений, позволяющие строить простые логические цепочки. ([1], §§1.1 – 1.5, [2], §1.2).

Тема 2. Разные типы построения цифровых схем

Комбинационная логика и синтез этой логики. Карты Карно и построение, минимизация логики ([8], §§2.1, 2.2).

Тема 3. Синтез и классификация комбинационных схем

Сложность современных дискретных устройств достаточно велика, а некоторые функциональные блоки повторяются более чем в половине схемных решений. Этот факт определяет целесообразность синтеза логических устройств из стандартных (типовых) комбинационных схем.

Тема 4. Логические устройства обработки данных

Современный мир насыщен информацией, и правильная обработка данных стала неотъемлемой частью многих сфер деятельности. Однако для эффективного управления данной информацией необходимо применять логический способ обработки данных. [11]

Тема 5. Цифровые автоматы

Цифровые автоматы – это электронные устройства, которые выполняют определенные операции или функции на основе входных сигналов, и они имеют важное значение в различных областях, таких как электроника, компьютеры и автоматизация.

Тема 6. Цифровые автоматы

Цель автомата - получение последовательности значений выходной переменной по последовательности значений входной переменной. На практике конечные автоматы могут быть реализованы как аппаратным, так и программным способом. Прежде чем реализовать автомат схемно, его можно реализовать на машине в виде программы (программную реализацию можно выполнить на любом языке высокого уровня разными способами). И наоборот, имея автомат, мы можем поставить в соответствие ему программу.

Тема 7. Введение Верилог

Verilog, Verilog HDL (англ. Verilog Hardware Description Language) — это язык описания аппаратуры, используемый для описания и моделирования электронных систем. Verilog HDL, не следует путать с VHDL (конкурирующий язык), наиболее часто используется в проектировании, верификации и реализации (например, в виде СБИС) аналоговых, цифровых и смешанных электронных систем на различных уровнях абстракции.

2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

Обзор современных программ для автоматизированного проектирования и моделирования работы электрических схем. Программы для проектирования печатных плат. Программа PROTEUS и NI Multisim, SIMETRIX.

Занятия по следующим темам учебной дисциплины,

1. Программирование Arduino и Raspberry печатных плат
2. Реальная работа ТТЛ 155 с логикой.
3. Решения задач на карты Карно
4. Минимизация логических элементов.
5. Программирование на Верилог.
6. Знакомства Altera Cyclone Starter kit.
7. Программирование и этапы использования Altera Cyclone Starter kit.
8. Знакомства разными печатными платами и деталями в современной электронике

2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Учебные методические пособия
- Вычислительная техника
- Проектор
- Слайдоскоп
- Паяльник
- Осциллограф
- Генератор сигналов
- Источник питания

2.4. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контроля

Формы контролей	Вес формы (форм) текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля (по модулям)		Вес формы промежуточного контроля в итоговой оценке промежуточного контроля		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей (семестровой оценке)		Веса результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля	
	М1 ¹	М2	М1	М2	М1	М2				
Вид учебной работы/контроля										
Контрольная работа (при наличии)			1	1						
Устный опрос (при наличии)										
Тест (при наличии)										
Лабораторные работы (при наличии)										
Письменные домашние задания (при наличии)										
Реферат (при наличии)	0,5	0,5								
Эссе (при наличии)										
Проект (при наличии)										
Решение задач	0,5	0,5								
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей					0.5	0,5				
Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей					0.5	0,5				
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0.4			
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке							0.6			

¹ Учебный Модуль

промежуточных контролей								
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0.5
Вес итогового контроля (Экзамен/зачет) в результирующей оценке итогового контроля								0.5
	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

3. Теоретический блок (указываются материалы, необходимые для освоения учебной программы дисциплины)

[11] Источник

3.1. Материалы по теоретической части курса

3.1.1. Учебник(и);

- Cavanagh, J. (2017). Verilog HDL Design Examples (1st ed.). CRC Press.
<https://doi.org/10.1201/b22315>.
- Verilog-ի կիրառումը թվային համակարգերի նախագծման գործընթացում / Հ. Չուխաջյան; ՀՀ ԿԳՆ, ՀՊՃՀ. "Միկրոէլ. սխ. և համակարգեր" միջֆակ. ամբիոն. Synopsys. - 2-րդ հրատ (փոփոխություններով և լրացումներով) - Երևան: Ճարտարագետ, 2014. - 248 էջ.
- Թվային համակարգերի տրամաբանական նախագծում: Դասագիրք / Վ.Մ. Մովսիսյան; ՀՀ ԿԳՆ, ՀՊՃՀ. "Միկրոէլ. սխ. և համակարգեր" միջֆակ. ամբիոն. Synopsys. - 2-րդ հրատ. - Երևան: Ճարտարագետ, 2014. - 468 էջ

3.1.2. Учебное(ые) пособие(я);

- Ինտեգրալային տրիգերային համակարգերի ուսումնասիրումը. дипломное работа, 63 стр.
- Գ. Վելիջանյան, ԲՈՒԼՅԱՆ ՏՐԱՄԱԲԱՆՈՒԹՅԱՆ ՏԱՐԴԵՐ, ՀԵՏԱԶՈՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔ, 2021, էջ-20.

- ՄՈՎՍԻՍՅԱՆ Վ.Մ., Թվային ինտեգրալ սխեմաներ: Խնդիրների ժողովածու.-Եր.: Ճարտարագետ 2010.- 80 էջ:
- Մելիքյան Գ.Շ., Թվային սխեմաների ուսումնասիրումը MULTISIM ծրագրային փաթեթի օգնությամբ: Լաբորատոր աշխատանքների կատարման մեթոդական ցուցումներ/ Գ.Շ. Մելիքյան; ՀՊՃՀ, Եր.: Ճարտարագետ, 2014.- 44 էջ:
- Строгонов А.В. Цифровая обработка сигналов в базисе программируемых логических интегральных схем: учеб. Пособие [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые и граф. данные (34,3 Мб) / А.В. Строгонов. – Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2015. – 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM): цв. – Систем. требования: ПК 500 и выше; 256 Мб ОЗУ; Windows XP; SVGA с разрешением 1024x768; Adobe Acrobat; DVD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с экрана.

3.1.3. Курс лекций;

3.1.4. Краткие конспекты лекций;

- А.А. Иванюк, ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНФИГУРИРУЕМОГО СДВИГОВОГО РЕГИСТРА С ЛИНЕЙНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ, ИНФОРМАТИКА, июль-сентябрь, 2013, № 3.

3.1.5. Электронные материалы (электронные учебники, учебные пособия, курсы и краткие конспекты лекций, презентации РРТ и т.п.);

- Харрис, Д. М. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера [Электронный ресурс]: [пер. с англ.] / Дэвид. М. Харрис, Сара Л. Харрис. - New York: Elsevier. inc: Изд-во Morgan Kaufman, 2013. - on-line. - ISBN = 978-0-12-394424-5.
- <https://zvenst.ru/logiceskaya-obrabotka-informacii-osnovnye-principy-i-primery>

3.1.6. Глоссарий/терминологический словарь;

3.1.7. др. варианты материалов, необходимых для освоения учебной программы дисциплины.

4. Фонды оценочных средств (указываются материалы, необходимые для проверки уровня знаний в соответствии с содержанием учебной программы дисциплины).

4.1. Планы практических и семинарских занятий

4.2. Планы лабораторных работ и практикумов

4.3. Материалы по практической части курса

- 4.3.1. Учебно-методические пособия;
- 4.3.2. Учебные справочники;
- 4.3.3. Задачники (практикумы);
- 4.3.4. Наглядно-иллюстративные материалы;
- 4.3.5. др. виды материалов.

4.4. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов

4.5. Тематика рефератов, эссе и других форм самостоятельных работ

4.6. Образцы вариантов контрольных работ, тестов и/или других форм текущих и промежуточных контролей

1. Карты Карно:
2. Пороговые логические схемы
3. Классификация цифровых интегральных схем

4.7. Перечень экзаменационных вопросов

- 1) Комбинационные логические схемы.
- 2) Минимизация формулы логических функций. Карты Карно.
- 3) Логические элементы. Пороговые логические схемы. Дешифратор. Кодер, шифратор.
- 4) Последовательные логические схемы. Исследование этих схем.
- 5) Мультиплексор. Проектирование логических комбинационных схем с использованием мультиплексоры. Синтез комбинационных схем на мультиплексорах
- 6) Конечные автоматы. Модели Муры и Мили. Минимизация условий в цифровые автоматы.
- 7) Множители для двоичных многобитных цифров. Делители двоичных многобитных чисел
- 8) Минимизация автоматов с использованием карты импликации
- 9) Проектирование последовательностной логики. ЗАЩЕЛКИ И ТРИГГЕРЫ. RS-триггер. D-защелка, D-Триггер
- 10) Регистр, Триггер с функцией разрешения. Динамическая дисциплина
- 11) Построение цифровых автоматов (последовательные цифровые схемы). Синтез последовательных схем с избыточными состояниями
- 12) Счетчики. Двоичные счетчики. Расширение схем счетчиков
- 13) Двоичные – десятичные счетчики. Реверсивные счетчики
- 14) Цифровые синтезаторы частот
- 15) Регистровые файлы. Последовательная передача данных в цифровых системах

- 16) Универсальные регистры. Кольцевые счетчики
- 17) Структуры для регистров сдвига с линейной обратной связью (РСЛОС)
- 18) Сигнальные коды для передачи последовательных данных
- 19) Графическое схема алгоритма
- 20) Синтез и выполнение микропрограммируемого автомата
- 21) Построение микропрограммируемых автоматов с программируемыми микросхемами
- 22) Описание цифровых систем в Verilog
- 23) Принципы иерархического моделирования и проектирования
- 24) Симуляция и тестирование проекта. Пример проекта в Verilog
- 25) Типы данных: Сети и регистры
- 26) Типы данных: Массивы, Цепи символов и параметры.
- 27) Системные задачи и директивы компилятора
- 28) Модули в Verilog. Категории и части модуля.
- 29) Порты в Верилог. Иерархическое наименование
- 30) Примитивы в Верилог. Пример моделирования на уровне логических элементов
- 31) Моделирование потока данных
- 32) Поведенческое моделирование. Структурные процедуры. Процедура назначения.
- 33) Моделирование тайм-симулирования
- 34) Команды для ветвей проекта
- 35) Кольцевые структуры для программы
- 36) Последовательные и параллельные блоки. Именованные блоки__

4.8. Образцы экзаменационных билетов

ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ

Инженерно-физический институт

Кафедра телекоммуникаций

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Цифровая схемотехника с использованием ПЛИС

Билет № 1.

1. Комбинационные логические схемы.
2. Регистр, Триггер с функцией разрешения. Динамическая дисциплина
3. Графическое схема алгоритма
4. Модули в Verilog. Категории и части модуля.

Преподаватель

Езакян Н.Д.

Зав. кафедрой



Агаронян А.К.

Дата

4.9. Образцы экзаменационных практических заданий

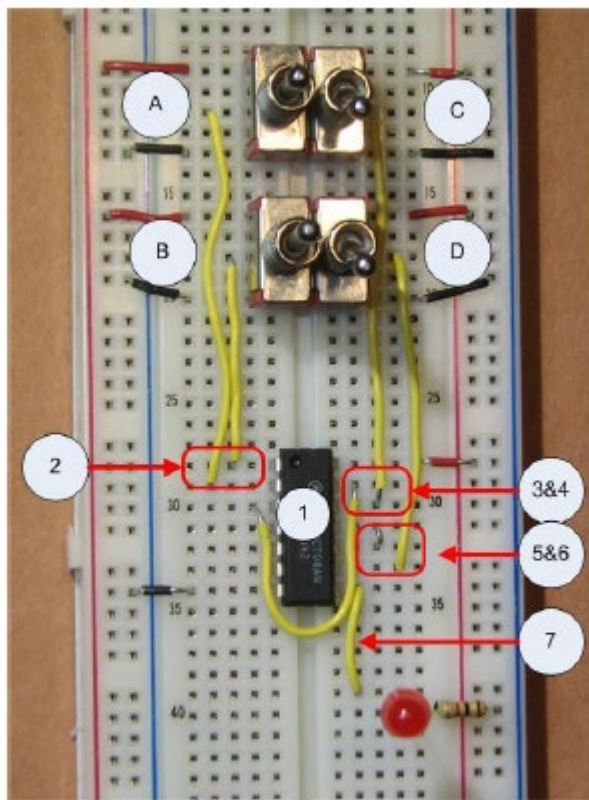


Figure 5-4: Serial AND implementation

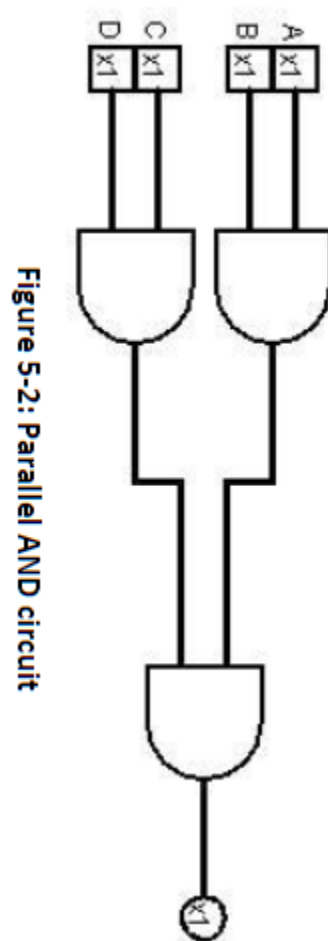


Figure 5-2: Parallel AND circuit

4.10. Банк тестовых заданий для самоконтроля

4.11. Методики решения и ответы к образцам тестовых заданий

5. Методический блок

5.1. Методика преподавания

5.1.1. Во время каждого занятия преподаватель представляет материал по теме дня и вовлекает группу в обсуждение. Практичный характер курса предполагает активное вмешательство каждого студента в процессы представления и обсуждения темы. За преподавателем закреплена ответственность придерживаться тематики данного занятия и предоставлять необходимые фундаментальные знаний и концепций.

5.1.2. После завершения изучения каждой из программ будет проведена контрольная работа для закрепления навыков.