

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК
«Комп'ютерна електроніка»

Практикуми з проведення практичних та лабораторних занять
з дисципліни

«Комп'ютерна електроніка»
для студентів галузі знань 12 «Інформаційні технології»
спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»,
спеціалізації «Системна інженерія» («Інтернет речей»)

Видавець Марченко Т.В.

Львів 2024

УДК 681.621.375

Б90

Автор: **Бучма І.М.**, д.т.н., професор, професор кафедри КСА НУЛП

Рецензенти: Мичуда З.Р. - д.т.н., професор, професор кафедри КСА НУЛП
Гудим В. І. – д.т.н., професор, професор кафедри ЕС ЛНУП
Джала Р.М. – д.т.н., ст.н.с., зав. лабораторією.№9-1 ФМІ НАНУ

Рекомендовано Науково-методичною радою Національного університету
“Львівська політехніка” (протокол № 70 від 18 травня 2023 року)

Навчальний посібник **«Комп’ютерна електроніка»**. Практикуми з проведення практичних та лабораторних занять з дисципліни «Комп’ютерна електроніка» для студентів галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 «Комп’ютерні науки» спеціалізація "Системна інженерія" (Інтернет речей). Автор Бучма І.М.,- Львів: Видавець Марченко Т.В., 2024.-153 с.

Для полегшення сприйняття дисципліни «Комп’ютерна електроніка » (Практикум до проведення практичних та лабораторних занять) до посібника увійшли: необхідний виклад теоретичних питань, на яких побудовані практикуми до проведення практичних та лабораторних занять, практикум до проведення самих практичних занять з темами занять, індивідуальними завданнями на самостійні роботи та приклади розв’язання завдань за темами практичних занять, практикум до проведення лабораторних робіт в пакеті програм MultiSim, короткий опис пакету та деякі вказівки щодо роботи в ньому, інструкції до лабораторних робіт, індивідуальні завдання до них, покрокові вказівки виконання робіт, в додатках до кожної лабораторної роботи наведені приклади виконання лабораторних робіт.Також розміщені питання для самоперевірки, вимоги до звітів лабораторних робіт, списки рекомендованої літератури та глосарій.

Навчальний посібник призначений для студентів спеціальності “Комп’ютерні науки” спеціалізації “Системна інженерія” (Інтернет речей) галузі знань “Інформаційні технології”.

ISBN 978-617-7937-79-0

© Бучма І.М, 2024

© Видавець Марченко Т.В., 2024

Зміст

ВСТУП	6
Розділ 1. ТЕОРЕТИЧІ ЗАСАДИ ПРАКТИКУМІВ	8
1.1. Елементи комп'ютерної електроніки та основи теорії логіки	8
1.1.1. Засадничі поняття комп'ютерної електроніки.....	8
1.1.2. Комбінаційна та послідовна логіка.....	8
1.1.3. Логічні елементи та їх таблиці істинності.....	10
1.1.4. Основні положення алгебри логіки (алгебри Буля).....	11
1.1.5. Приклади числових та алгебраїчних рівнянь алгебри Буля.....	11
1.1.6. Основні закони алгебри Буля.....	12
1.1.7. Функціонально повні системи логічних елементів.....	13
1.2. Мінімізація логічних функцій	16
1.2.1. Методи мінімізації логічних функцій.....	16
1.2.2. Приклади мінімізації функцій за допомогою карт Карно.....	18
1.2.3. Мінімізація неповністю визначених логічних функцій.....	21
1.2.4. Алгоритм синтезу комбінаційних схем та приклади його застосування.....	23
1.3. Приклади деяких комбінаційних схем комп'ютерної електроніки	26
1.3.1. Елементи з трьома станами.....	26
1.3.2. Приклади деяких комбінаційних схем.....	31
1.3.2.1. Декодер (дешифратор) 1(один) з n.....	32
1.3.2.2. Демультіплексор.....	33
1.3.2.3. Мультіплексор.....	35
1.4. Елементи послідовних схем	36
1.4.1. Тригер на біполярних транзисторах.....	36
1.4.2. RS-тригери на логічних елементах.....	37
1.4.2.1. RS-тригер на логічних елементах АБО-НЕ.....	37
1.4.2.2. RS-тригер на логічних елементах І-НЕ.....	39
1.4.3. Тактовані тригери.....	39
1.4.3.1. Тактований RS-тригери.....	39

1.4.3.2. Тактований D-тригер.....	40
1.4.4. Складені тригери.....	41
1.4.4.1. T-тригер (лічильний тригер).....	42
1.4.4.2. Універсальний JK- тригер та інші типи тригерів на його основі.....	43
1.4.5. Загальні зауваження.....	45
1.4.6. Функції збудження тригерів.....	46
2.5.. Приклади застосування тригерів.....	47
1.5.1. Асинхронні лічильники імпульсів.....	47
1.5.2. Синхронні лічильники.....	50
1.5.3. Реверсивні лічильники.....	51

Розділ 2. СИСТЕМИ ЧИСЛЕННЯ ТА АФРИФМЕТИКА В СИСТЕМАХ

ЧИСЛЕННЯ.....	54
2.1. Системи числення.....	54
2.1.1. Цифрові та аналогові сигнали.....	54
2.1.2. Загальні поняття про системи числення.....	55
2.1.3. Загальний запис числа в позиційних системах числення.....	56
2.1.4. Засоби реалізації двійкової системи числення.....	57
2.1.5. Методи переведення числа з десяткової системи в двійкову.....	58
2.1.6. Шістнадцяткова система числення.....	61
2.1.7. Перетворення шістнадцяткових чисел у двійкові і навпаки.....	63
2.1.8. Двійково-десяткова система числення.....	63
2.2. Арифметика в системах числення.....	64
2.2.1. Правила двійкової арифметики.....	64
2.2.2. Доповнювальний код (варіант двійкового коду).....	65
2.2.3. Операції додавання та віднімання в доповнювальному коді.....	65
2.2.4. Корекція результату при арифметичних операціях з двійково-десятковими числами (на прикладі 8-розрядних чисел).....	66

Розділ 3. ПРИКЛАДИ РОЗРОБЛЕННЯ КОМБІНАЦІЙНИХ ТА

ПОСЛІДОВНИХ СХЕМ.....	69
------------------------------	-----------

3.1. Рекомендована послідовність виконання завдання.....	69
3.2. Розроблення схеми перетворювача двійково-десятькового коду в семисегментний код (комбінаційна схема).....	69
3.3. Розроблення схеми формування послідовності двійкових кодів, що відповідають заданим послідовностям десятичних чисел (послідовна схема).....	71
Розділ 4. ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНИХ РОБІТ.....	75
4.1. Завдання № 1. Перетворення дробових десятичних чисел у дробові двійкові числа.....	75
4.2. Завдання № 2. Віднімання двійкових чисел в доповнювальному коді. Коригування результату додавання двійково-десятькових чисел.....	75
4.3. Завдання № 3. Розроблення комбінаційної схеми.....	76
4.4. Завдання № 5. Розроблення схеми формування двійкових чисел у заданій послідовності.....	77
Література до практичних занять.....	78
Розділ 5. ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ В ПРОГРАМІ MULTISIM.....	80
5.1. Елементарні поняття про пакет програм MultiSim.....	80
5.2. Інструкція до лабораторної роботи № 1. Дослідження логічних елементів і простих комбінаційних схем.....	88
5.3. Інструкція до лабораторної роботи № 2. Дослідження методів мінімізації і реалізації булевих функцій.....	99
5.4. Інструкція до лабораторної роботи № 3. Дослідження формувача заданої послідовності імпульсів.....	113
5.5. Інструкція до лабораторної роботи № 4. Дослідження імпульсних схем на основі інтегрального таймера NE555.....	128
5.6. Інструкція до лабораторної роботи № 5. Дослідження перетворювачів кодів на шифраторах і дешифраторах.....	143
ГЛОСАРІЙ.....	149

ВСТУП

Навчальний посібник з дисципліни «Комп'ютерна електроніка» ч.2., призначений для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 122 «Системна інженерія» (Інтернет речей).

Практичні та лабораторні роботи орієнтовані на вивчення основних принципів та методів створення вузлів комп'ютерної електроніки, які є основними складовими цифрових систем.

Виконання практичних та лабораторних робіт побудовано на вивченні засадничих основ комбінаційних та послідовних схем на базі інтегральних мікросхем комбінаційного та послідовного типів.

При цьому на практичних заняттях опрацьовуються такі питання:

1. Системи числення.
2. Арифметика в системах числення.
3. Логічні функції та методи їх мінімізації: 1) метод алгебраїчних перетворень за законами булевої алгебри; 2) метод використання карт Карно (діаграм Вейча)
4. Синтез комбінаційних схем.
5. Дешифратори та шифратори.
6. Тригери та їх різновиди.
7. Лічильники імпульсів на основі тригерів.

Лабораторні заняття присвячені розробленню та дослідженню різноманітних комбінаційних та послідовних схем з використанням пакету програм Multisim:

Ознайомлення з логічними елементами, їх таблицями істинності та дослідження роботи комбінаційної схеми на логічних елементах за осцилограмами вхідних та вихідних сигналів і складання за ними таблиці істинності.

Дослідження та мінімізація заданої логічної функції, порівняння таблиць істинності не мінімізованої та мінімізованої функцій, отримання комбінаційних схем не мінімізованої та мінімізованої функцій, порівняння схем між собою та висновки за порівнянням.

Ознайомлення з інтегральними двійково-десятковими лічильниками, розроблення комбінаційних схем для з'єднання між лічильниками та розроблення і дослідження на їх основі генератора заданої пачки імпульсів, при затримці між пачками, що складає задану кількість періодів.

Побудова і дослідження генератора імпульсів (мультивібратора) на основі мікросхеми KE555, що складається з тригера, двох компараторів, діляника напруги і транзистора, а також побудова і дослідження одновібратора. Розрахунок частоти слідування імпульсів та їх тривалості та вимірювання цих параметрів з допомогою частотоміра. Порівняння результатів розрахунків та вимірювання. Висновки за результатами порівняння.

Дослідження інтегральних мікросхем дешифратора та шифратора та побудова і дослідження на їх основі перетворювача кодів.

При виконанні лабораторних робіт синтезуються комбінаційні схеми, необхідні для з'єднання між собою інтегральних мікросхем, що виймаються з бази компонентів програми Multisim, розробляються практичні цифрові схеми, робота яких досліджується з використанням вимірювальних приладів, що є в базі інструментів пакету програм Multisim.

Лабораторний практикум максимально адаптовано до занять в умовах як очного та дистанційного навчання.

Матеріали посібника призначені для допомоги студентам у підготовці до практичних та лабораторних занять, у виконанні індивідуальних завдань.

Виконання індивідуальних завдань та глосарій допомагають студентам перевірити свої знання та вміння при підготовці до контрольного заходу.

При виконанні завдань з практичних та лабораторних занять студент переконується у справедливості теоретичного матеріалу, що сприяє кращому його засвоєнню, зокрема це стосується теоретичних знань з основ комп'ютерної електроніки: алгебри Буля, систем числення, арифметики в системах числення, практичних навиків розв'язання задач аналізу і синтезу комбінаційних та послідовних схем.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Бучма Ігор Михайлович

КОМП'ЮТЕРНА ЕЛЕКТРОНІКА

Практикуми з проведення практичних та лабораторних занять
з дисципліни

«Комп'ютерна електроніка»
для студентів галузі 12 «Інформаційні технології» спеціальності
122 «Комп'ютерні науки»,
спеціалізації «Системна інженерія» («Інтернет речей»)

Підп. до друку 15.06.2023 р.
Формат 70x100/16. Папір друк. № 2. Гарнітура Times New Roman .
Умовн. друк. 12,43 арк.

Видавець Марченко Т.В.
м. Львів-53, 79053, Україна, тел. +38 (050) 370-19-57
e-mail: magnol06@ukr.net

Видавець Марченко Т. В.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції: серія ДК № 6784 від 30.05.2019 року,
видане Державним комітетом інформаційної політики,
телебачення та радіомовлення України.

Надруковано у друкарні видавця ФОП Марченко Т. В.