# Лабораторна робота №1 ВИВЧЕННЯ ЛОГІЧНОГО РІВНЯ ОПИСУ ЕЛЕКТРОННИХ ВУЗЛІВ КОМП’ЮТЕРА. СИНТЕЗ КОМБІНАЦІЙНИХ СХЕМ

***Ціль роботи:***

1. Оволодіти методами побудови комбінаційних схем у заданому елементному базисі, визначення складності і дослідження швидкодії комбінаційних схем.
2. Оволодіти методами мінімізації перемикальних функцій, розроблення операторних форм функцій в заданому елементному базисі, дослідження параметрів комбінаційних схем.
3. Оволодіти методами сумісної мінімізації систем перемикальних функцій, дослідження часових параметрів схем з багатьма виходами.
4. Оволодіти методами мінімізації частково визначених перемикальних функцій, усунення непередбачених короткочасних сигналів на виходах схем, дослідження параметрів схем.

**Частина І. Комп’ютерна логіка. Синтез комбінаційних схем**

**Література до виконання теоретичного завдання**

*«Прикладна теорія цифрових автоматів» Жабін В.І., Жуков І.А., Клименко І.А., Ткаченко В.В.*

**А1-1. Основи теорії перемикальних функцій**

А1-1.1. Подання інформації в цифровій обчислювальній техніці 8

А1-1.2. Перемикальні функції і логічні схеми 12

А1-1.3. Алгебри перемикальних функцій 19

А1-1.4. Алгебра Буля 20

А1-1.5. Канонічні форми алгебри Буля 22

А1-1.6. Алгебра Шефера 26

А1-1.7. Алгебра Пірса 29

А1-1.8. Алгебра Жегалкіна 31

А1-1.9. Перетворення нормальних форм перемикальних функцій 33

А1-1.10. Проблема функціональної повноти систем перемикальних функцій 36

**A1-2. Комбінаційні схеми**

А1-2.1. Проблема мінімізації перемикальних функцій 39

А1-2.2. Метод мінімізації Квайна 40

А1-2.5. Графічний метод мінімізації функцій. *Метод діаграм Вейча* 48

А1-2.8. Мінімізація систем перемикальних функцій. *Знати загальні  
основи. Вміти виконувати методом Вейча*. 58

А1-2.9. Мінімізація частково визначених функцій. *Знати загальні  
основи. Вміти виконувати методом Вейча*. 61

А1-2.11. Синтез комбінаційних схем 68

**Приклади:**

Стор 134. Приклади 2-1.1, 2-1.2, 2-2.1, 2-2.4, 2-2.5.

**Порядок виконання теоретичного завдання**

1. Побудувати комбінаційні схеми, що реалізують перемикальні функції в заданому елементному базисі.

1.1. Визначити варіант завдання. Варіант визначається десятьма молодшими розрядами номера залікової книжки студента, що поданий в двійковій системі числення (*h*10, *h*9, ..., *h*1).

|  |
| --- |
| **Наприклад:** номер залікової книжки студента 435206 перекладаємо у двійкову систему числення і отримуємо двійкове число:  435206 (10) = 1101010010000000110(2).  Десять молодших розрядів отриманого двійкового числа (табл. 1.1) застосовуємо для визначення варіанта завдання (табл. 1.1).  *Таблиця 1.1*  Визначення варіанта завдання |
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | | *h*10 | *h*9 | *h*8 | *h*7 | *h*6 | *h*5 | *h*4 | *h*3 | *h*2 | *h*1 | |

1.2. Відповідно до визначеного варіанта (як показано в табл. 1.1) сформувати вихідну таблицю істинності (шляхом підстановки отриманих значень розрядів двійкового номеру варіанту у задані таблиці) для виконання завдання на підставі заданої таблиці істинності (табл. 1.2) і визначити набір логічних елементів для побудови комбінаційних схем на підставі табл. 1.3.

*Таблиця 1.2*

Таблиця істинності перемикальних функцій

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***x*4** | ***x*3** | ***x*2** | ***x*1** | ***f*1** | ***f*2** | ***f*3** |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | *h*3 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | *h*4 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | – | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | *h*5 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | – | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | – | – | *h*6 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | *h*4 | *h*7 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | *h*8 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | *h*1 | 0 | *h*2 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | – | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | *h*2 | *h*5 | *h*9 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | *h*3 | *h*6 | *h*1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

*Таблиця 1.3*

Елементний базис

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***h*10** | ***h*9** | ***h*8** | **Логічні елементи** |
| 0 | 0 | 0 | 3І-НЕ, 2І |
| 0 | 0 | 1 | 3І, 4І-НЕ |
| 0 | 1 | 0 | 3АБО, 4І, НЕ |
| 0 | 1 | 1 | 3І, 2АБО, НЕ |
| 1 | 0 | 0 | 2АБО-НЕ, 4І |
| 1 | 0 | 1 | 2І-НЕ, 4АБО |
| 1 | 1 | 0 | 3АБО-НЕ, 3І |
| 1 | 1 | 1 | 3І-НЕ, 3АБО-НЕ |

1.3. Функцію *f*3 зобразити в канонічних формах алгебри Буля, Жегалкіна, Пірса і Шеффера.

1.4. Визначити належність функції *f*3 до п’яти передповних класів.

1.5. Виконати мінімізацію (знайти мінімальну ДНФ) функції *f*3 методами:

* + - Квайна;
    - Діаграм Вейча.

1.6. За діаграмою Вейча знайти мінімальну ДНФ заперечення функції *f*3 (або мінімальну КНФ). Подати функцію *f*3 у восьми нормальних формах.

1.7. Одержати операторні представлення функції *f*3 для реалізації в заданому елементному базисі (табл. 1.3).

1.8. Вибрати операторні форми, що забезпечують одержання комбінаційної схеми з мінімальною затримкою сигналів і комбінаційної схеми з мінімальною складністю за Квайном, тобто схему з мінімальними значенням *Т* і *К*.

1.9. Побудувати комбінаційні схеми в заданому елементному базисі (дві схеми).

1.10. Виконати спільну мінімізацію системи перемикальних функцій *f*1, *f*2 методом Вейча.

1.11. Отримати вісім нормальних форм подання заданої системи перемикальних функцій.

1.12. Одержати операторні подання перемикальних функцій для реалізації системи функцій у заданому елементному базисі.

1.13. Побудувати комбінаційні схеми системи перемикальних функцій.

1.14. Визначити параметри комбінаційних схем (складність і швидкодію).

1.15. Вибрати комбінаційну схему з мінімальною затримкою сигналів і мінімальною складністю за Квайном. Побудувати комбінаційну схему з мінімальною складністю (одну схему).

**Приклад виконання практичного завдання**

Побудувати комбінаційні схеми у елементному базисі 3І / 3АБО для функції, заданої таблицею істинності (табл. 1.4).

*Таблиця 1.4*

Таблиця істинності

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *x*3 | *x*2 | *x*1 | *y* |
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |

*Виконання завдання*

Використовуючи основні закони булевої алгебри та теорему де Моргана, знаходимо вісім нормальних форм заданої перемикальної функції:

 (І / АБО)

 (І‑НЕ / І‑НЕ)

 (АБО / І‑НЕ)

 (АБО‑НЕ / АБО)



 (АБО / І)





 (АБО‑НЕ / АБО‑НЕ)

 (І / АБО‑НЕ)

 (І‑НЕ / І)

Заданому елементному базису задовольняють нормальні форми І / АБО та АБО / І. Запишемо їх в операторних формах:





Побудуємо відповідні знайденим операторним формам комбінаційні схеми (рис. А2-1.1, *а*, *б*).

 

*а б*

Рис. А2-1.1. Комбінаційні схеми: *а* - на елементах 3І, 2АБО (ДДНФ); *б* — на елементах 2АБО, 3І (ДКНФ)

**Порядок виконання практичного завдання\*\*\***

1. В моделюючій програмі (Системі автоматизації проектування, САПР) виконати етапи воду та синтезу отриманих комбінаційних схем.

2. За результатами компіляції визначити параметри комбінаційних схем, час атримки сигналів на логічних елементах.

3. Виконати модулювання роботи комбінаційних схем. За результатами моделювання переконатись в правильності роботи комбінаційних схем. За необхідності побудувати фільтри для усунення короткочасних помилкових сигналів.

5. За часовими діаграмами оцінити часові параметри роботи схем, порівняти їх з теоретичними оцінками та результатами компіляції.

\*\*\* Лекція по практичній частині в п’ятницю 21 вересня 2018 року на 3-й і 4-й парах. Матеріал для виконання практичної частини буде виданий додатково.

**Контрольні питання**

1. Сформулювати визначення перемикальної функції, логічного елемента, комбінаційної схеми.
2. Визначити основні властивості комбінаційних схем.
3. У чому сутність задач аналізу і синтезу комбінаційних схем?
4. Охарактеризувати основні етапи синтезу комбінаційних схем.
5. Що таке операторне представлення функції?
6. Як визначити складність і швидкодію комбінаційних схем?
7. Чим пояснюється можливість виникнення збоїв комбінаційних схем за збільшення частоти подачі змінних на їх входи?
8. Як за допомогою однотипних логічних елементів з фіксованою кількістю входів реалізувати функцію І (І-НЕ, АБО, АБО-НЕ), якщо кількість букв в термі і кількість входів логічних елементів не співпадають?
9. Покажіть, яким чином функцію, що реалізована на елементі 2АБО-НЕ, можна реалізувати на логічних елементах 2І-НЕ і навпаки.
10. За допомогою елементів І, АБО і НЕ розробити комбінаційну схему для кожного з наведених далі виразів. Подати повну таблицю істинності для отриманих комбінаційних схем.

а) 

б) 

в) 

1. Сформулювати визначення перемикальної функції, конституенти, імпліканти і простої імпліканти перемикальної функції.
2. Що таке досконала, скорочена, тупікова і мінімальна ДНФ?
3. Дати визначення функціонально повної системи перемикальних функцій.
4. У чому сутність проблеми мінімізації перемикальних функцій?
5. Охарактеризувати основні етапи мінімізації перемикальних функцій різними методами.
6. Як побудувати операторні форми подання функцій?
7. Як одержати операторні форми подання перемикальних функцій для певного елементного базису?
8. Дайте порівняльну оцінку методів мінімізації функцій.
9. Побудуйте комбінаційну схему реалізації функції  на елементах одного типу.
10. Виконайте те саме для виразу 
11. Побудуйте логічну схему для виразу  використовуючи лише елементи АБО-НЕ.
12. Застосовуючи теореми де Моргана, спростіть вираз 
13. Які з наведених виразів записані в нормальній формі булевої алгебри?

а) 

б) 

в) 

г) 

1. Сформулювати визначення ДДНФ системи перемикальних функцій.
2. Охарактеризувати етапи мінімізації системи функцій.
3. Як виконуються операції склеювання і поглинання за мінімізації систем перемикальних функцій?
4. У чому сутність проблеми мінімізації систем перемикальних функцій?
5. Охарактеризувати способи забезпечення заданого коефіцієнта розгалуження елементів по виходу. Вкажіть переваги і недоліки кожного із способів.
6. Як забезпечити заданий коефіцієнт розгалуження елементів по виходу під час побудови комбінаційних схем з багатьма виходами?
7. В яких випадках необхідно виконувати мінімізацію функцій в диз’юнктивних формах, а в яких — в кон’юнктивних формах для одержання дворівневої комбінаційної схеми?
8. Охарактеризувати особливість мінімізації частково визначених функцій.
9. Охарактеризувати етапи мінімізації частково визначених функцій різними методами мінімізації.
10. Охарактеризувати основні особливості спільної мінімізації систем частково визначених перемикальних функцій.
11. Чим пояснюється можливість виникнення збоїв комбінаційних схем?
12. Як оцінити апаратурні витрати і швидкодію комбінаційних схем, що реалізують систему перемикальних функцій?
13. Як усунути короткочасні помилкові сигнали на виходах комбінаційної схеми за перехідних процесів?

Як вибрати тривалість затримки сигналу для фільтру на виході комбінаційної схеми?