

Лабораторна робота з ФОКЕ №6
 Синтез і дослідження логічних схем
 Виконав студент групи ІПС-11
 Факультету комп'ютерних наук
 та кібернетики
 Міцкевич Костянтин

Мета роботи:

- Синтез і дослідження логічних схем

1. Завдання 1. Варіант 11.

| N | 0 | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 11 | 12 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| F | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |

Складемо таблицю істинності позначивши невідомі значення функції F за x:

Таблиця Істинності

| N | D | C | B | A | F |
|----|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | x |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | x |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | x |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | x |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 0 | x |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | x |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

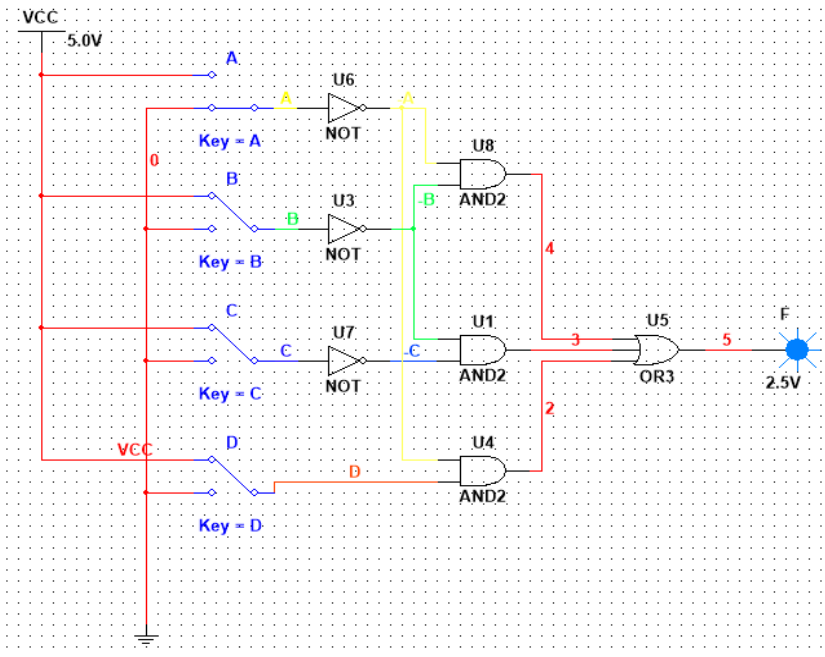
Маючи дану таблицю істинності складемо карту Карно функції F:

| Карта Карно | | | | | |
|-------------|----|----|----|----|----|
| | BA | 00 | 01 | 11 | 10 |
| DC | 00 | 1 | 1 | 0 | X |
| | 01 | 1 | 0 | X | 0 |
| | 11 | 1 | X | 0 | 1 |
| | 10 | X | X | 0 | X |

Проаналізувавши картку Карно отримаємо, що аналітичний запис функцію $F = D \neg A \vee \neg B \neg A \vee$

$\neg C \neg B$

Маючи аналітичний запис функції, можемо скласти схему для неї:



Тепер, маючи схему, почергово перевіримо усі її комбінації та складемо фінальну таблицю істинності

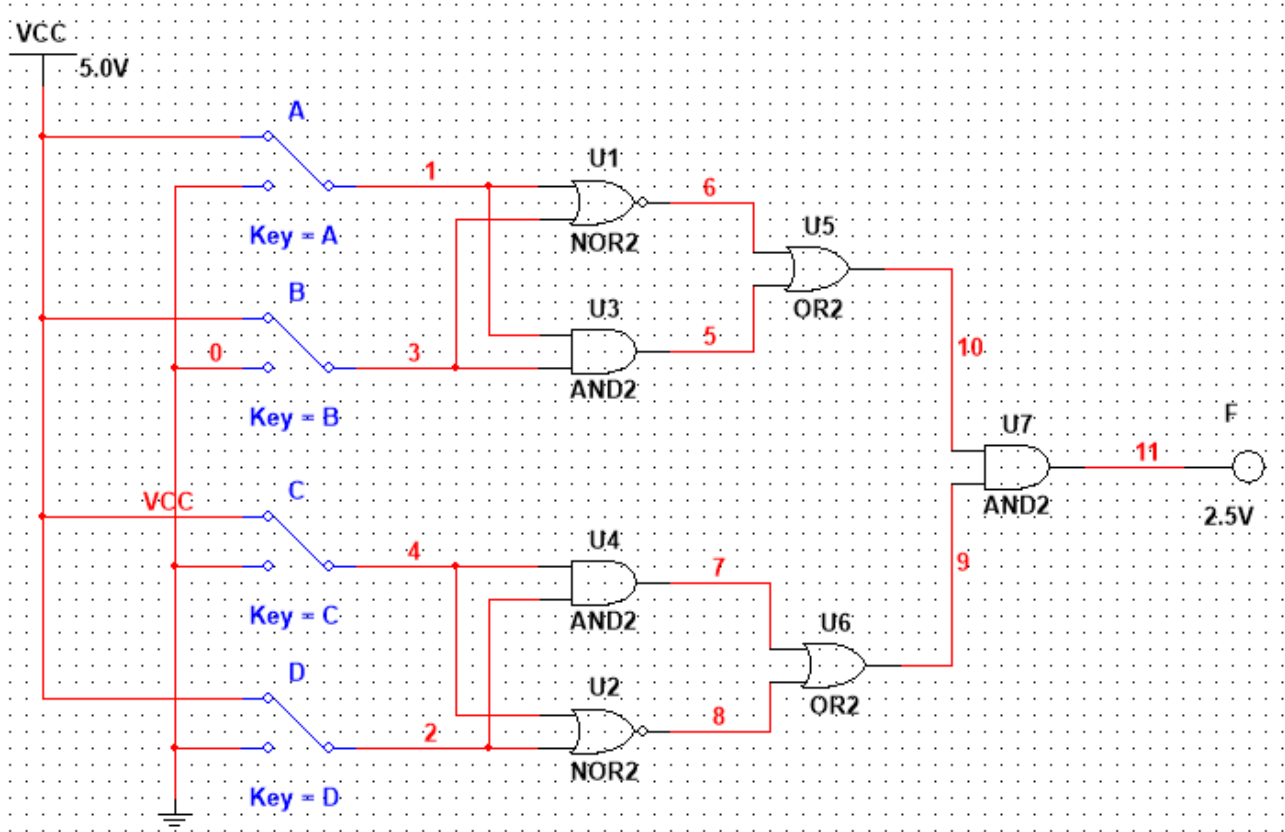
Отже:

Фінальна таблиця Істинності

| N | D | C | B | A | F |
|----|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

2. Завдання 2.

Спочатку складемо схему наданої в лабораторній роботі схеми. Вона матиме наступний вигляд:



Складемо аналітичний запис функції F:

$$F = (\neg(A \vee B) \vee (A \& B)) \& ((C \& D) \vee \neg(C \vee D)).$$

Маючи аналітичний запис побудуємо таблицю істинності функції F:

| Таблиця Істинності (Вручну) | | | | | |
|-----------------------------|---|---|---|---|---|
| N | D | C | B | A | F |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

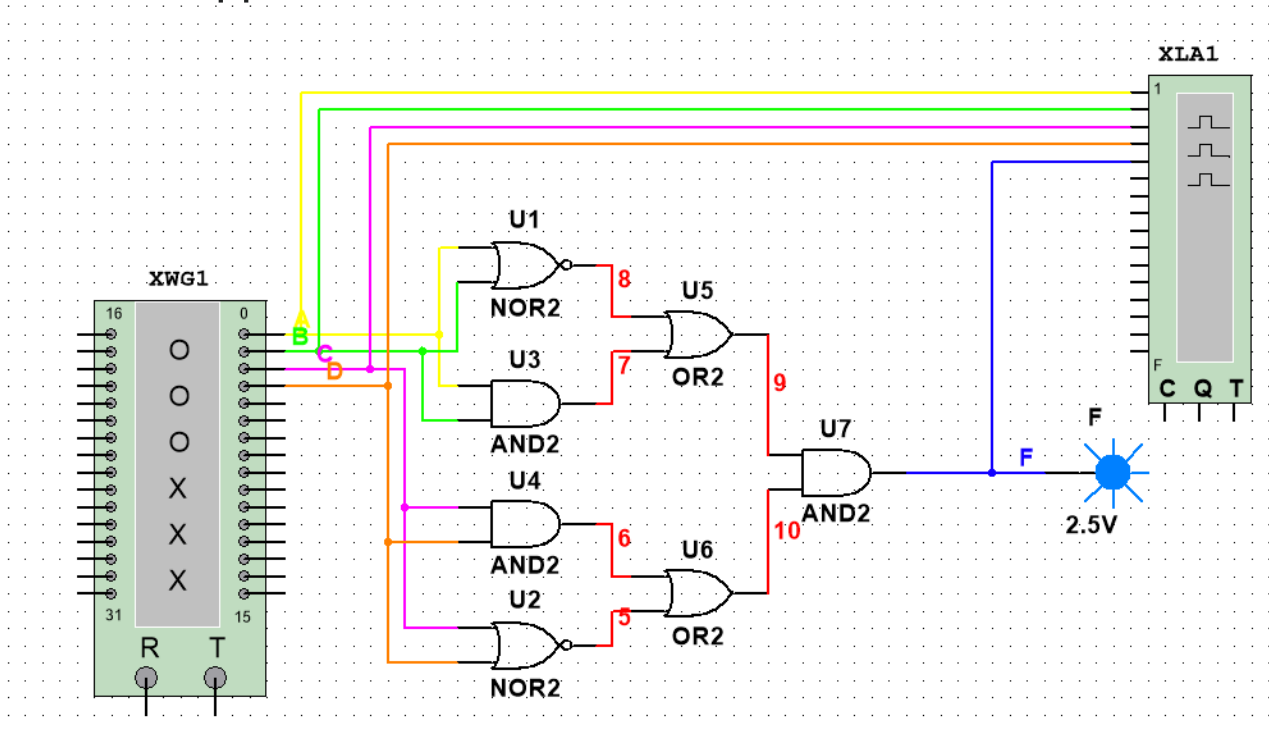
Тепер увімкнемо схему в MultiSim та складемо таблицю істинності для схеми, послідовно перемикаючи ключі тим самим подаючи на входи A, B, C, D різні логічні сигнали. В ідеалі таблиця істинності схеми повинна співпасти з таблицею функцію зробленою вручну:

Порівнявши таблиці, помітимо, що вони ідентичні, а отже аналітичний вираз записаний правильно.

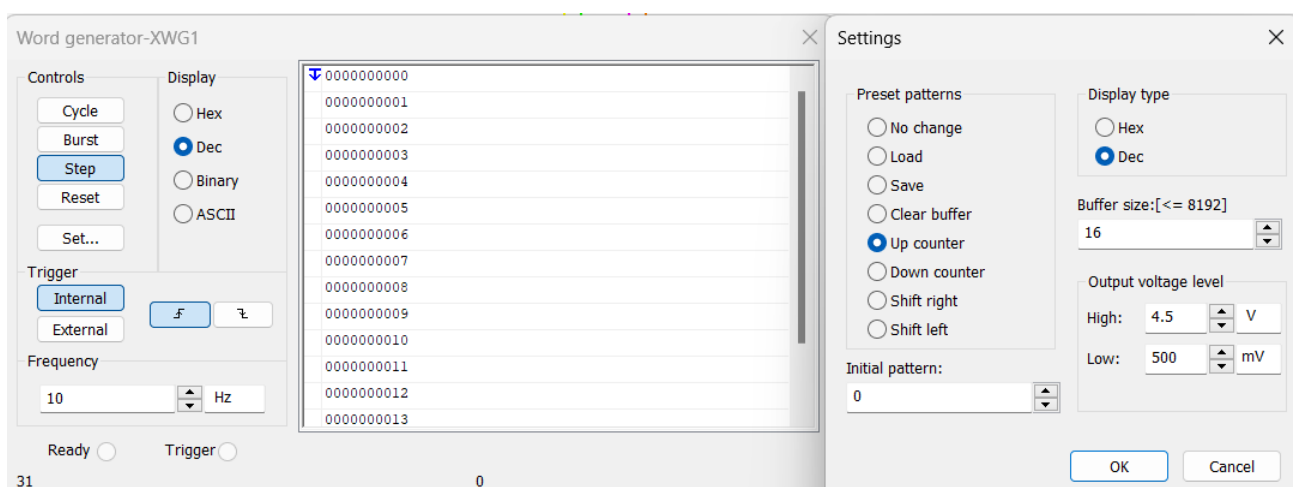
| Таблиця Істинності (MultiSim) | | | | | |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|
| N | D | C | B | A | F |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

3. Завдання 3

У цьому завданні в схемі з минулого завдання замінимо ключі на генератор слів, подавши на нього цифри від 0 до 15, а також добавимо логічний аналізатор з'єднавши з ним входи А, В, С, D та вихід F:



Налаштування генератора слів:



Тепер дослідимо цю схему для двох режимів генератор слів: Step і Cycle.

3.1 Режим Step

Переведемо генератор слів в режим Step, опісля чого почергово подамо числа 0 та 15 на схему.

Складемо таблицю істинності за допомогою режиму Step:

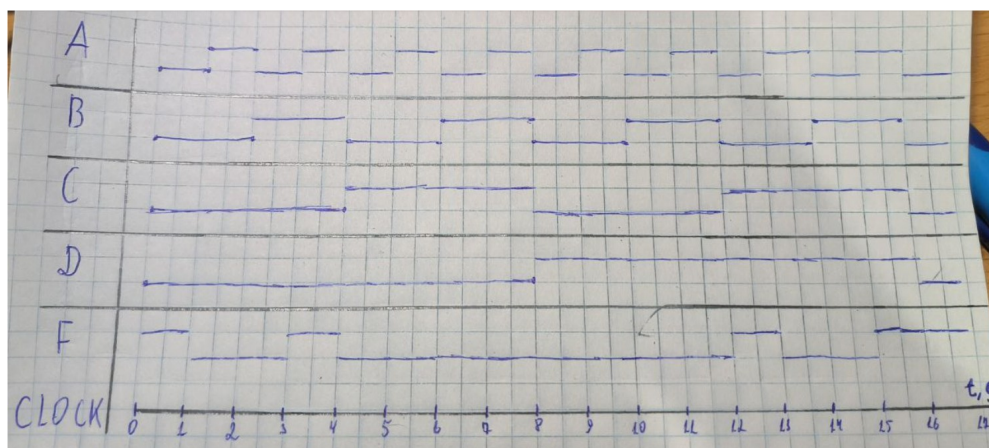
Таблиця Істинності (перевірка step)

| N | D | C | B | A | F |
|----|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |


Порівнявши цю таблицю істинності з таблицею з завдання два не помітимо ніяких відмінностей. З цього слідує, що схема з ключами і схема з генератором слів працюють еквівалентно.

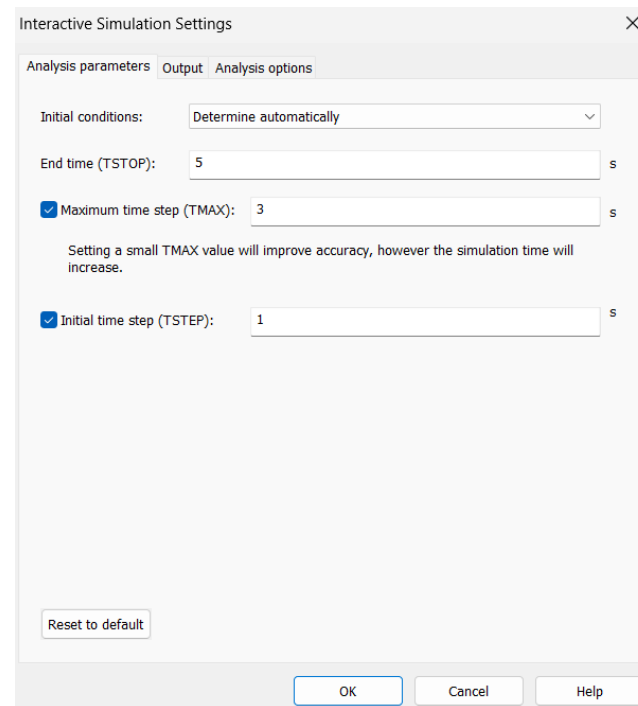
3.2 Режим Cycle.

Перед дослідженням цього режиму вручну

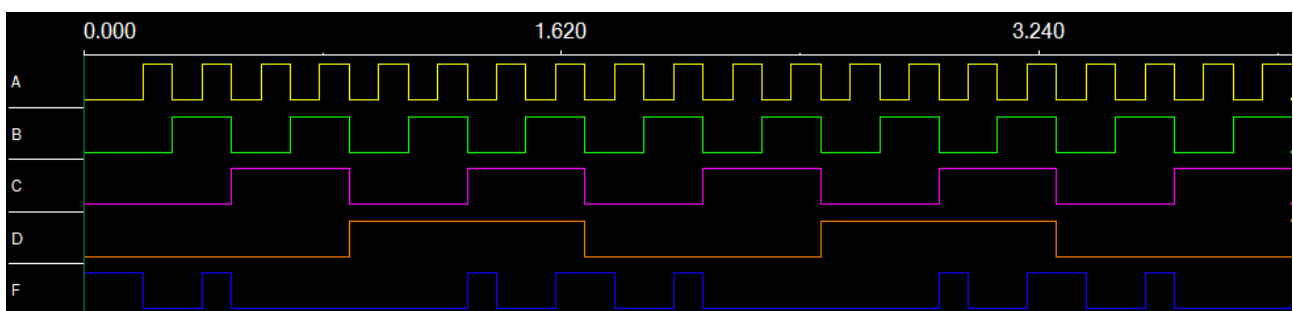


намалюємо часові залежності схеми:

Тепер переведемо генератор слів в режим Cycle та за допомогою логічного аналізатора намалюємо часові залежності цієї схеми, але перед цим дебагері  змінимо час симуляції, щоб охопити усі варіанти :



Тепер запустимо схему, опісля чого зачекаємо поки логічний аналізатор складе часові залежності. Далі зупинимо симуляцію та зайшовши в Grapher побачимо часові залежності:



Порівнявши отримані часові залежності з складеними самотійно прийдемо до висновку, що вони однакові, тобто задовільняють схему завдань 2-3.

4. Завдання 4

Щоб скласти схему, що відповідатиме наданій схемі для початку потрібно скласти таблицю істинності функції.

Таблиця Істинності

| N | C | B | A | F |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 0 |

| Карта Карно | | | | | |
|-------------|----|----|----|----|----|
| | BA | 00 | 01 | 11 | 10 |
| C | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |

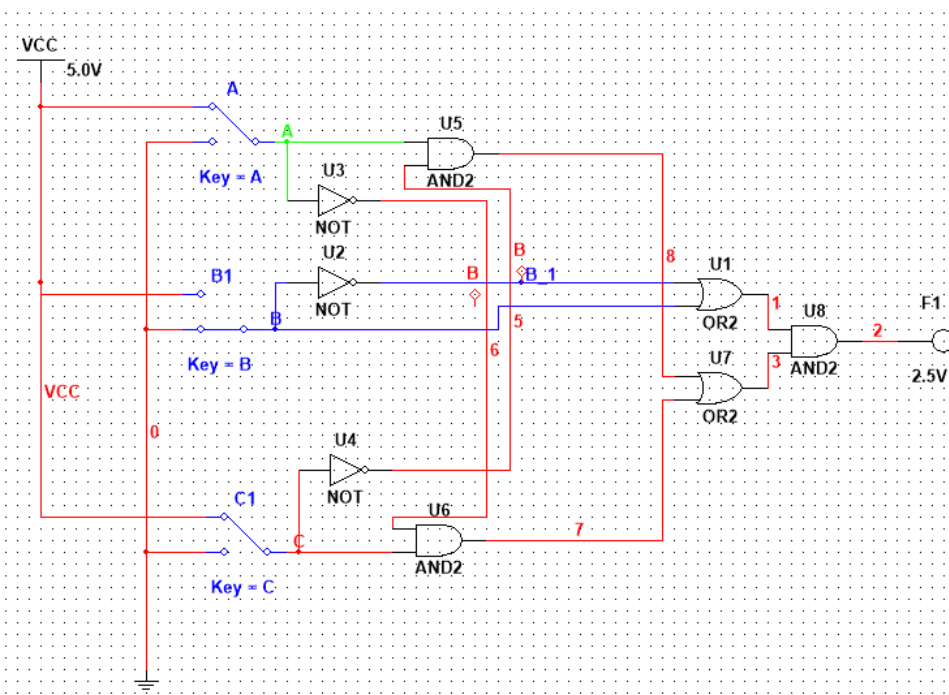
Аналітичний запис функції

$$F = \neg AC + A\neg C$$

У результаті знайшли, що аналітичний запис функції $F = \neg AC + A\neg C$. Тобто можна вважати, що В є фіктивною змінною. Тоді, щоб доповнивши цю

Тепер маючи таблицю, можемо скласти карту Карно та знайти аналітичний запис функції.

функцію, матиме $F = (\neg AC + A\neg C) \& (B + \neg B)$. Можемо скласти схему.



а) Перевірка схеми за допомогою логічних сигналів.

Для цього просто подамо усі комбінації на входах та складемо таблицю істинності:

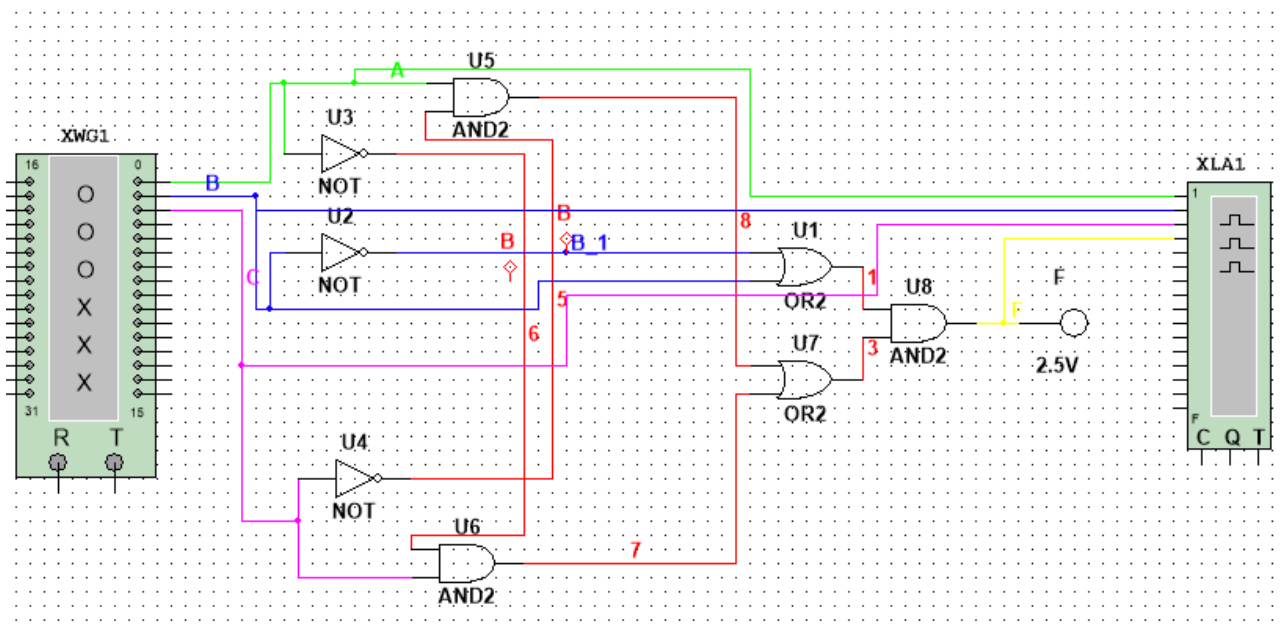
Таблиця Істинності (Перевірка)

| N | C | B | A | F |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 0 |

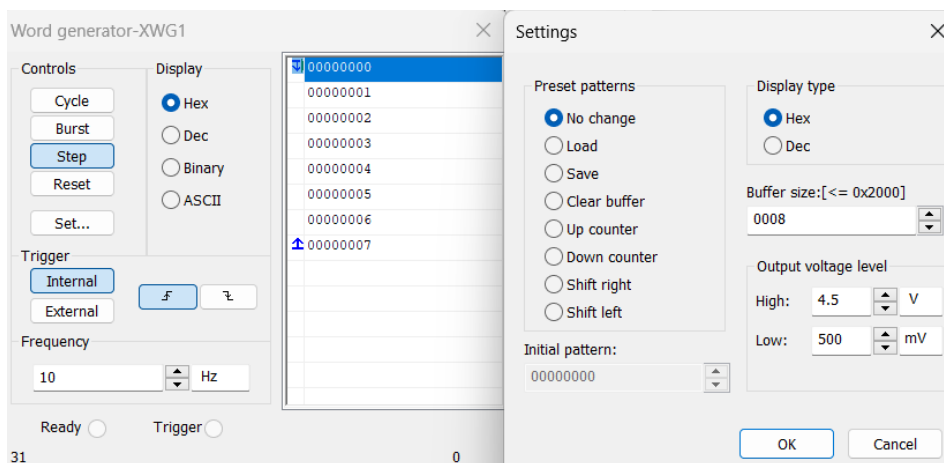
Таблиці істинності співпали, отже схема працює коректно.

б) Перевірка схеми за допомогою генератора слів

Для цього перескладемо схему наступним чином:



Налаштування генератора слів:



Спочатку увімкнемо генератор слів в режимі Step та покроково надамо на входи числа від 0 до 7, після чого складемо таблицю істинності за допомогою генератора слів:

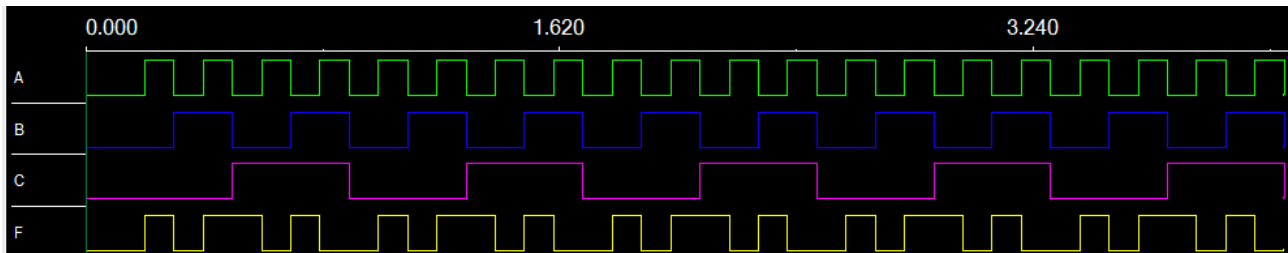
Таблиця Істинності (Перевірка 2)

| N | C | B | A | F |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 0 |

Як і при дослідженні схеми ключами, таблиця істинності співпала.

Тепер змінимо режим генератора слів на Cycle. Як і в завданні три, змінимо значення часу моделювання в дебагері. Далі за допомогою

логічного аналізатора намалюємо часові залежності.



Порівнявши дані часові діаграми з тим, що дані в лабораторній роботі прийдемо до висновку, що вони ідентичні. З цього випливає, що зібрана наша схема працює правильно і задовільняє умові завдання 4.

5. Завдання 5.

Виконання цього завдання будемо виконувати за прикладом минулого. Складемо таблицю істинності. З таблиці істинності карту Карно. А з карти Карно знайдемо мінімізовану функцію.

Таблиця Істинності

| N | C | B | A | F |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 |

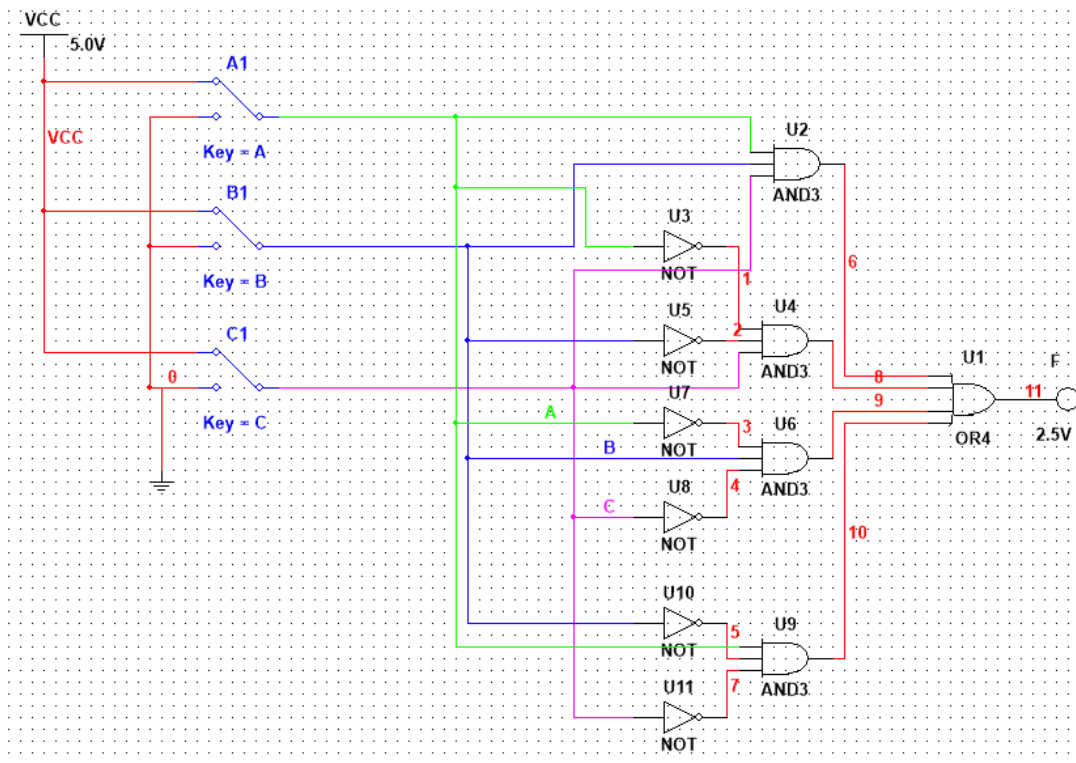
Карта Карно

| | BA | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|----|----|----|----|----|
| C | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |

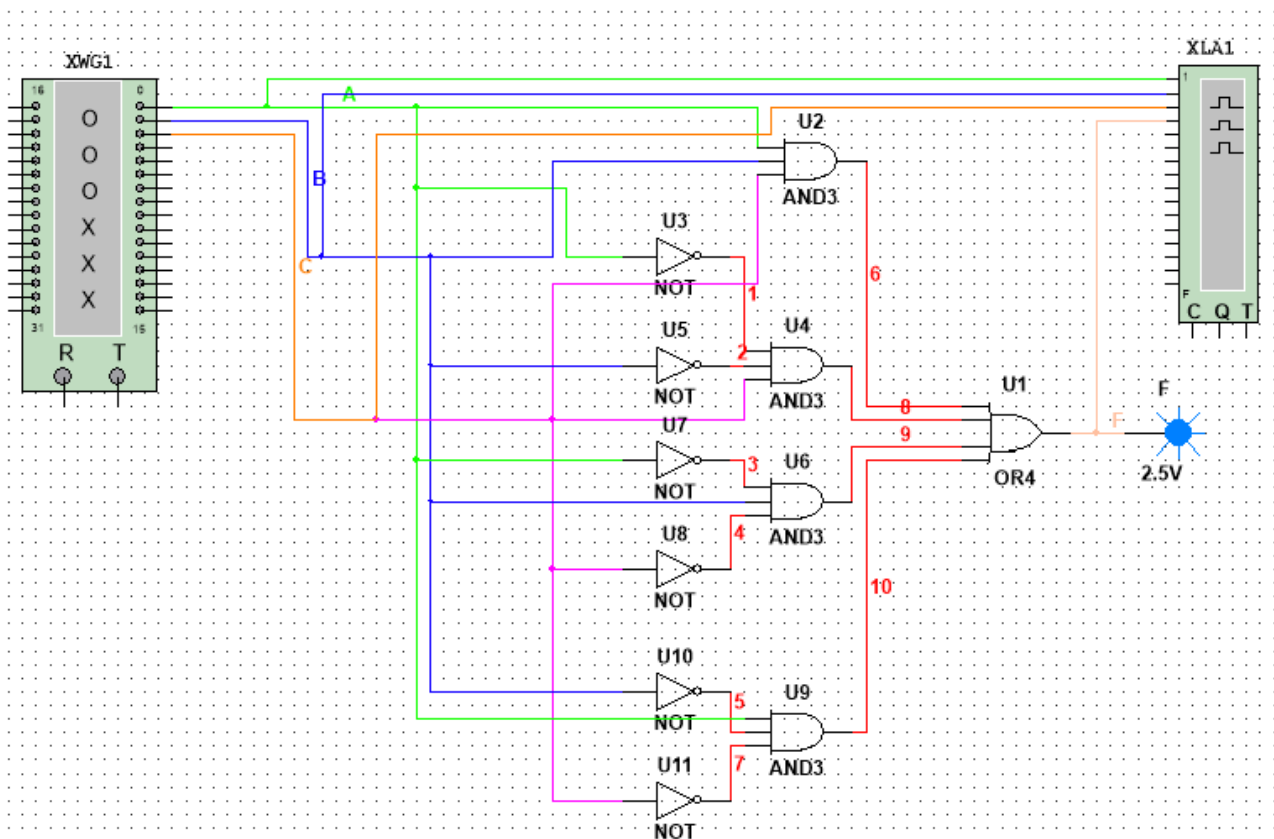
Аналітичний запис функції

$$F = ABC + \neg A \neg B C + \neg A B \neg C + \neg C \neg B A$$

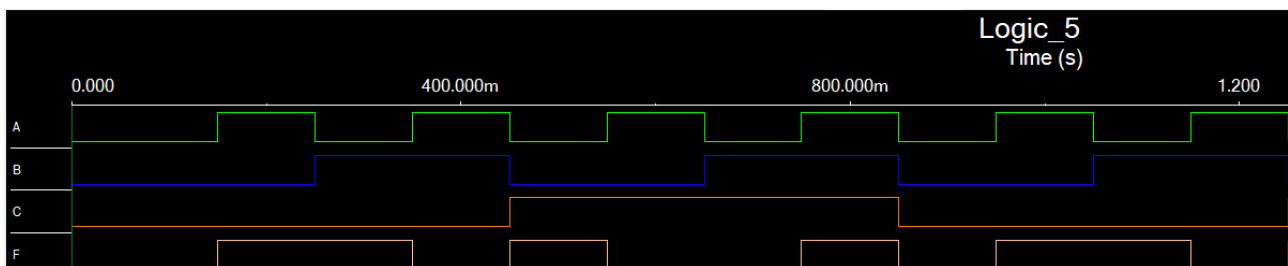
Тепер знаючи вигляд мінімізованої функції можемо розробити її схему з мінімальною числом базових елементів:



Щоб переконатись, що ця схема відповідає наданим часовим діаграмам змінимо схему замінивши ключі генератор слів та під'єднавши логічний аналізатор до всіх входів та виходів:



Налаштуємо генератор слів, щоб він надав на виході слова від 0 до 7, після чого складемо часові діаграми схеми:



Порівнявши отриману діаграму з потрібною нам, одержимо, що вони однакові, тобто схема складена правильно.
Висновок.

У цій лабораторній я дослідив та синтезував

складні логічні схеми. Відповідно до першого завдання, я склав карту Карно наданої мені функції, опісля чого скориставшись онлайн ресурсами знайшов аналітичний запис функції, яка задовільняла частково задану функцію. Склавши схему даної функції я успішно дослідив її.

У завданні 2-3 я дослідив надану схему за допомогою ключів та генератора слів, прийшовши до висновку, що схема в обох випадках працює однаково, що цілком логічно. Також я власноруч склав часові діаграми роботи даної діаграми, опісля чого перевінив їх правильність за допомогою логічного аналізатора.

У завданнях 4-5 я за допомогою часових діаграм склав таблиці істинності наданих функцій, опісля чого скориставшись картами Карно цих функцій, склав їх аналітичний запис. Розробивши схеми відповідно до запис, я дослідив їх за допомогою ключів та генератор слів, переконавшись, що складені схеми працюють коректно і задовільняють часові діаграми надані в завданні.