

Лабораторна робота № 3

Тема: Суматори.

Мета: Навчитись складати таблиці істинності, записувати відповідно до них логічні функції, будувати та досліджувати функціональні схеми суматорів.

Теоретичні відомості

Під двійковою системою обчислення мають на увазі позиційну вагомозначну систему з основою 2 і з цифрами 0, 1. Термін “позиційна вагомозначна” означає, що в залежності від положення цифри у числі їй приписують різні значення або вагу. В найбільш розповсюджених системах числення вага дорівнює степені основи, показник якої дорівнює $n-1$, де n - номер розряду, який відраховується зправа наліво. Системи обчислення отримують в залежності від основи. Так, в десятковій системі обчислення основою є 10, в двійковій – 2, у восьмирічній – 8, в шістнадцятирічній – 16 і т.д. При цьому кількість цифр, що використовується для представлення чисел дорівнює основі системи обчислення. В двійковій системі використовують всього дві цифри: 0 і 1. В десятковій системі використовують 10 цифр від 0 до 1. В шістнадцятирічній системі обчислення використовують всі цифри десяткової системи, а в якості тих що не вистачає, використовують перші шість букв латинського алфавіту: А, В, С, D, E, F.

Переведемо число записане у двійковому коді в десяткове число:

$$10011 = 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 16 + 0 + 0 + 2 + 1 = 19$$

Суматором називають логічний пристрій, який дозволяє виконувати операції додавання з бінарними (двійковими) числами.

Додавання двійкових чисел виконується по тим самим правилам, що й додавання десяткових чисел, за виключенням того, що переніс у наступний розряд здійснюється при сумі в даному розряді, рівній 2, а не 10. Наприклад, потрібно скласти два числа: 26+12. Переведемо число 26 та 12 у двійковий код, та знайдемо суму:

$$\begin{array}{r} 00\ 011\ 010 \\ +\ 00\ 001\ 100 \\ \hline 00\ 100\ 110 \end{array}$$

При додаванні крайніх правих чотирьох розрядів має місце чотири можливих комбінації чисел: $0+0=0$, $1+0=1$, $0+1=1$, $1+1=0$. В четвертому розряді сума дорівнює 10. Таким чином, необхідно перенести 1 з четвертого розряду у в п'ятий. Тоді у п'ятому розряді знову ж $1+1=0$ і після переносу одиниці в шостий розряд сума в шостому розряді буде $1+0+0=1$.

Реалізація цих операцій може бути виконана за допомогою всього двох логічних елементів: ВИКЛЮЧНЕ АБО, яке відповідає виходу суми S, та елемента І, який відповідає виходу переносу у наступний розряд C (рис. 1).

Ця схема складання однорозрядних чисел без вхідного переносу з попереднього розряду називається *напівсуматором*.

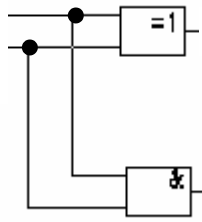


Рис. 1 Напівсуматор

X_1	X_2	S	C
0	0	0	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	0	1

Для того, щоб реалізувати додавання з врахуванням переносу з попереднього розряду, необхідно використовувати два напівсуматори, з'єднав їх так, як показано на рис.2.

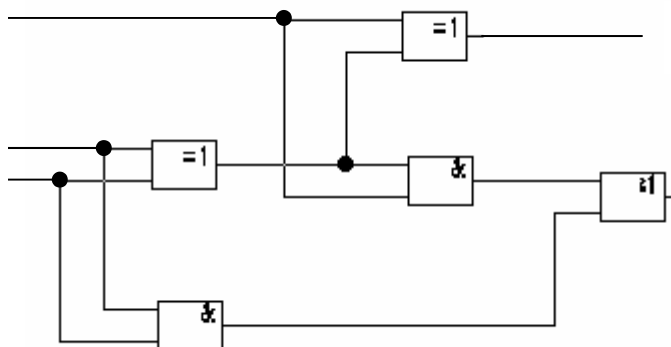


Рис.2 Повний суматор

C –перенос старшого розряду

C_B - вхідний сигнал переносу від підбиття суми в молодшому суматорі

C_B	X_1	X_2	S	C
0	0	0	0	0
0	1	0	1	0
0	0	1	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Коли немає попереднього розряду C_v , то суматор працює аналогічно напівсуматору.




Якщо попередній розряд C_v дорівнює 1, то суму $0+0=0$, збільшуємо на 1, перенос при цьому не виникає. Аналогічно суму $0+1=1$ збільшуємо на 1, одержуємо 0 і отримуємо наступний перенос. Сума $1+1=0$ і 1 в переносі, але через те, що існує попередній розряд переносу, то ми його додаємо до 0 і отримуємо 1.

Ця схема носить назву *повного суматора*, або *однорозрядного суматора*. Для складання двох 8-розрядних двійкових чисел знадобиться 8 однорозрядних суматорів, з'єднаних таким чином, щоб сигнал переносу передавався в кожний наступний розряд на вхід C_v відповідного повного суматора.

Послідовність виконання роботи

1. Скласти таблицю істинності, записати функції алгебри логіки (ФАЛ) та побудувати відповідно до них функціональну схему однорозрядного напівсуматора. Однорозрядні двійкові коди сформувані за допомогою

A	B	Σ	P
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

джерела напруги $E = 5\text{ В}$ (меню  (*Sources*)) і ключів (поле компонент  (*Basic*)). Схему напівсуматора доповнити індикаторами логічного стану (поле компонент  (*Indicators*)), рис. 1.

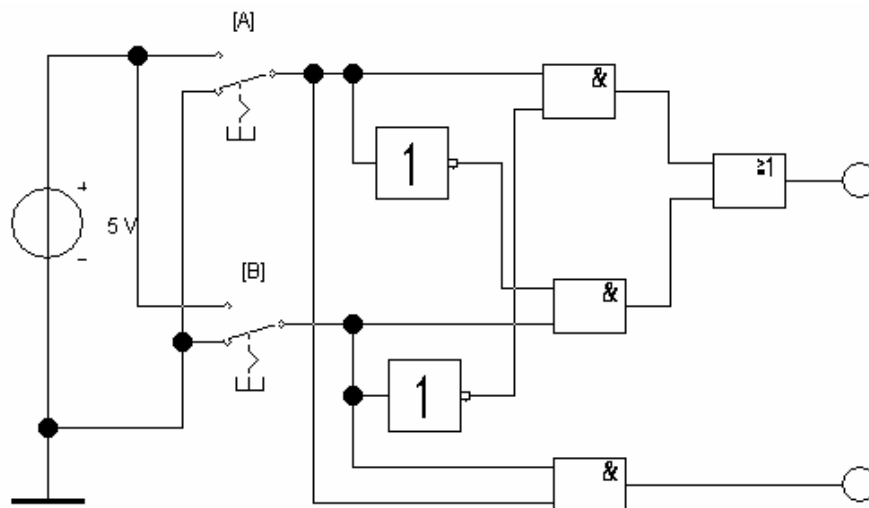



Рис. 1

2. Натиснувши кнопку  (запуск моделювання), що розміщена в правому куті екрану і комбінуючи станом ключів переконатись в

правильності функціонування напівсуматора відповідно до таблиці істинності.

3. Скласти таблицю істинності однозарядного суматора (меню  –*Digital*), побудувати функціональну схему дослідження та переконатись в правильності функціонування його, відповідно до таблиці істинності, рис. 2.

4. Побудувати n -розрядний суматор паралельної дії, щоб підсумувати двоє довільних двійкових чисел до числа N , де N — номер студента у списку учбової групи, рис. 3.

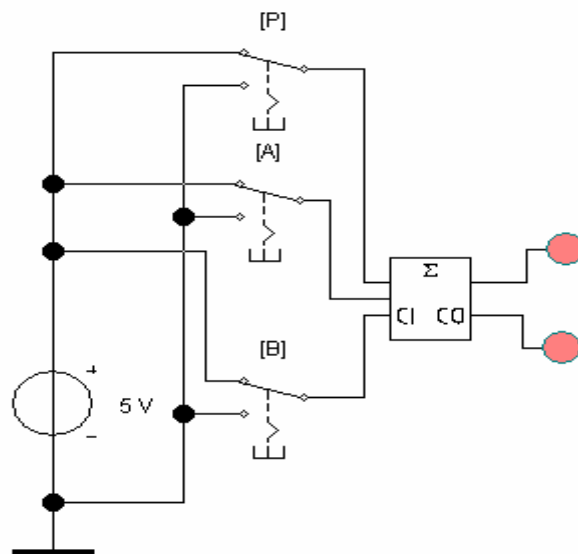


Рис. 2

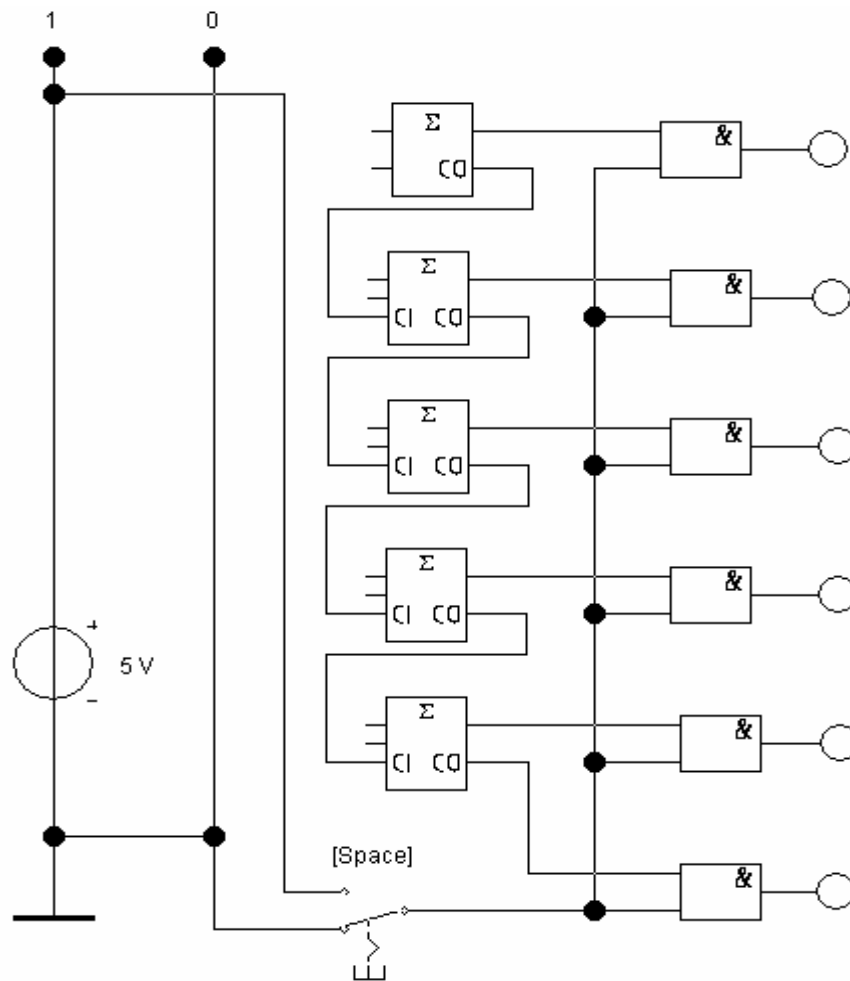


Рис. 3

Входи суматорів відповідно до двійкових чисел з'єднати з шинами „1” або „0”. Ключ *Space* імітує надходження тактового імпульсу, який визначає момент відліку інформації.

Контрольні запитання

1. Що таке суматор, принцип дії?
2. Що таке неповний суматор, принцип дії?
3. Скільки входів має напівсуматор та суматор?
4. Скільки розрядів складає напівсуматор?
5. Які входи має суматор?
6. Які виходи має напівсуматор?