

Лабораторна робота №6

Варіант:12

Виконав: Попов А.А.

Група:КС-231

Тема: Дослідження суматорів.

Мета: Вивчити призначення, конструктивне виконання та характеристики суматорів. Набути навичок моделювання суматорів.

Забезпечення лабораторної роботи:

- 1.Персональний комп'ютер.
- 2.Програмне середовище емуляції електричних схем (ELECTRONICWORKBENCH, Multisim, OrCAD, PCAD-2001 або інший).
- 3.Зразки принципів електричних схем суматорів.

Суматор – це комбінаційний функціональний вузол, призначений для додавання двох n -розрядних чисел, представлених у двійковому коді. Багаторозрядні суматори складаються з окремих схем, які виконують додавання значень однойменних розрядів двох чисел і називаються однорозрядними суматорами. Однорозрядні схеми додавання поділяють на напівсуматори і повні однорозрядні суматори.

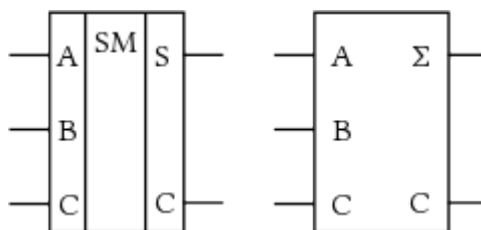


Рис. 1 - Позначення суматора на електронних схемах

Напівсуматор – це функціональний вузол з двома входами, на які подаються два однорозрядні числа A і B, та двома виходами: на одному формується результат додавання за модулем два чисел A і B, а на іншому виході – сигнал перенесення у наступний (старший розряд). На умовному зображенні логічна

функція напівсуматора позначається буквами HS (від англ. half adder, sum).

Функціонування напівсуматора описується у таблиці 1:

Входи		Виходи	
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>S</i>	<i>P</i>
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

Таблиця 1 – Таблиця істинності напівсуматора

Це найзагальніший опис вузла, якому можуть відповідати безліч різних формул і схем.

Суматори класифікують за такими ознаками:

- способом додавання — паралельні, послідовні та паралельно-послідовні;
- кількістю вхідних клем — напівсуматори, однорозрядні або багаторозрядні суматори;
- організацією зберігання результату додавання — комбінаційні, накопичувальні, комбіновані;
- системою числення — позиційні (двійкові, двійково-десяткові, трійкові) та непозиційні, наприклад, у системі залишкових класів;
- розрядністю (довжиною) операндів — 8-, 16-, 32-, 64-розрядні;
- способом подання від'ємних чисел — в оберненому або доповнювальному кодах, а також їх модифікаціях;
- часом додавання — синхронні та асинхронні.

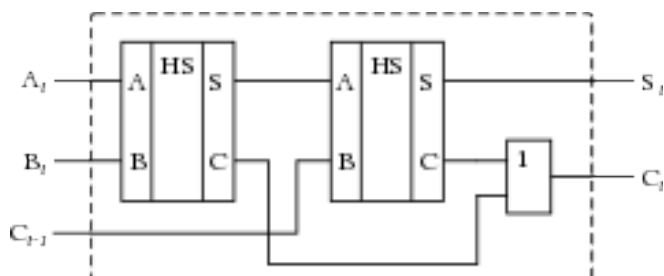


Рис. 2 - Реалізація суматора на двох напівсуматорах

Робота паралельних суматорів (wiki)

У паралельних n -розрядних суматорах значення всіх розрядів операндів поступають одночасно на відповідні входи однорозрядних підсумовуючих схем. У послідовних суматорах значення розрядів операндів та перенесення, які запам'ятовувалися в минулому такті, надходять послідовно в напрямку від молодших розрядів до старших на входи одного одно розрядного суматора. В паралельно-послідовних суматорах числа розбиваються на частини, наприклад, байти, розряди байтів надходять на входи восьмизрядного суматора паралельно (одночасно), а самі байти — послідовно, в напрямку від молодших до старших байтів з врахуванням запам'ятованого перенесення.

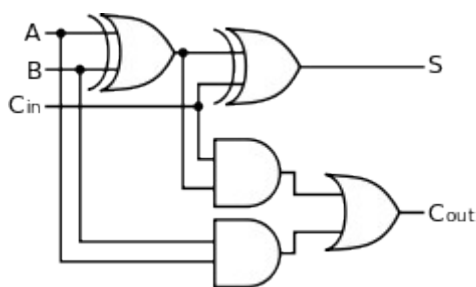


Рис. 3 - Повний двійковий суматор

Робота комбінаційних суматорів (wiki)

У комбінаційних суматорах результат операції додавання запам'ятовується в регістр результату. В накопичувальних суматорах процес додавання поєднується зі зберіганням результату. Це пояснюється використанням Т-тригерів як однорозрядних схем додавання.

Організація перенесення практично визначає час виконання операції додавання. Послідовні перенесення схемно створюються просто, але є повільнодіючими. Паралельні перенесення схемно реалізуються значно складніше, але дають високу швидкодію.

Розрядність суматорів знаходиться в широкому діапазоні 4-16 — для мікроконтролерів, до 32-128 і більше — для продуктивних процесорів.

Суматори з постійним інтервалом часу для додавання називаються синхронними. Суматори, в яких інтервал часу для додавання визначається моментом фактичного закінчення операції, називаються асинхронними. В асинхронних суматорах є спеціальні схеми, які визначають фактичний момент закінчення додавання і повідомляють про це в пристрій керування. На практиці переважно використовуються синхронні суматори.

Характеристики суматорів (wiki)

Суматори характеризуються такими параметрами:

- швидкодією — часом виконання операції додавання t_{Σ} , який відраховується від початку подачі операндів до одержання результату; нерідко швидкодія характеризується кількістю додавань в секунду $F_{\Sigma} = 1 / t_{\Sigma}$, тут розуміємо операції регістр-регістр (тобто числа зберігаються в регістрах АЛП);
- апаратними затратами: вартість однорозрядної схеми додавання визначається загальною кількістю логічних входів використаних елементів;
- вартість багаторозрядного суматора визначається загальною кількістю використаних мікросхем;
- потужністю, що споживається.

Розглянемо найбільш поширені з ознак:

Однорозрядним суматором називається пристрій, призначений для складання двох однорозрядних кодів, що має три входи та два виходи, і формує з сигналів вхідних складових та сигналу перенесення з молодшого розряду сигнали суми та перенесення в старший розряд.

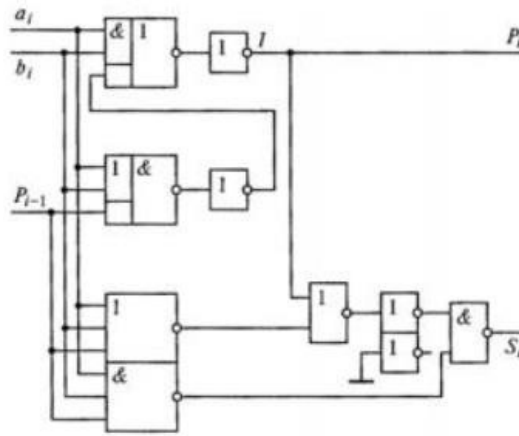


Рис 4. Схема однорозрядного суматора на логічних елементах.

Багато розрядним суматором називається пристрій, призначений для складання двох багато розрядних кодів, що формує на виході код суми та сигнал перенесення в старший розряд у випадку, якщо результат складання не може бути представлений кодом, розрядність якого співпадає з розрядністю кодів складових.

Багаторозрядний суматор - пристрій, призначений для додавання двох багаторозрядних кодів, який формує на виході код суми і сигнал перенесення у тому випадку, якщо результат додавання не може бути поданий кодом, розрядність якого збігається з розрядністю кодів доданків.

Багаторозрядні суматори поділяють на послідовні та паралельні.

Послідовний суматор виконує додавання чисел порозрядно, починаючи з молодшого розряду. В паралельних суматорах усі розряди вхідних кодів підсумовуються одночасно.

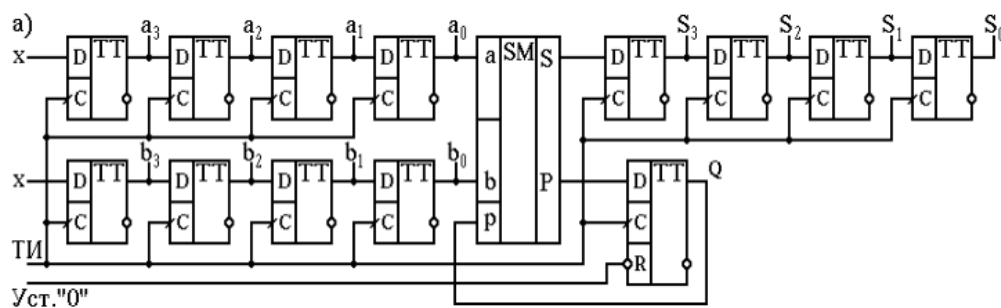


Рис. 5. Схема чотирирозрядного послідовного суматора

Побудуємо в середовищі Multisim чи аналогічному схему однорозрядного суматора. В інтернеті є чимало інформації на рахунок побудови, і навіть схема, та яку ми й будемо опиратися:

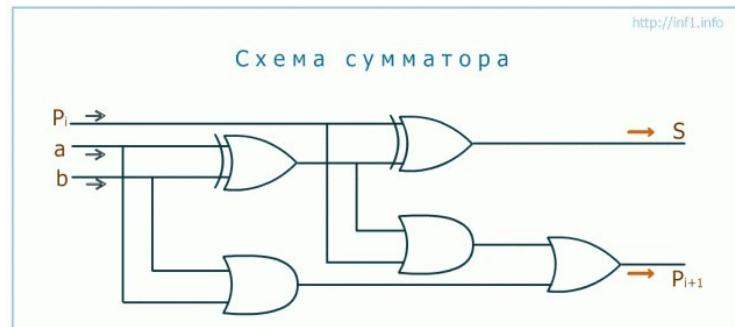


Рис. 6 – Схема однорозрядного суматора

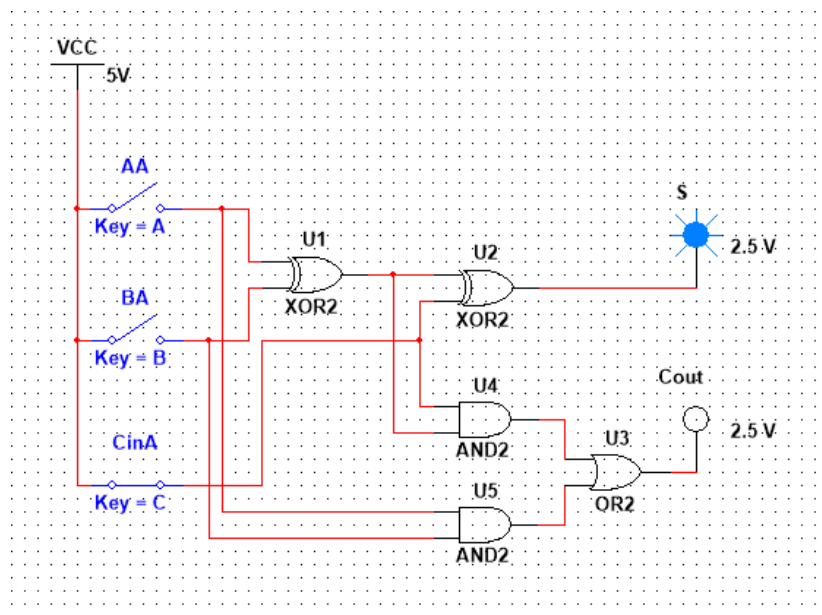


Схема 1. Схема однорозрядного суматора в Multisim (S active)

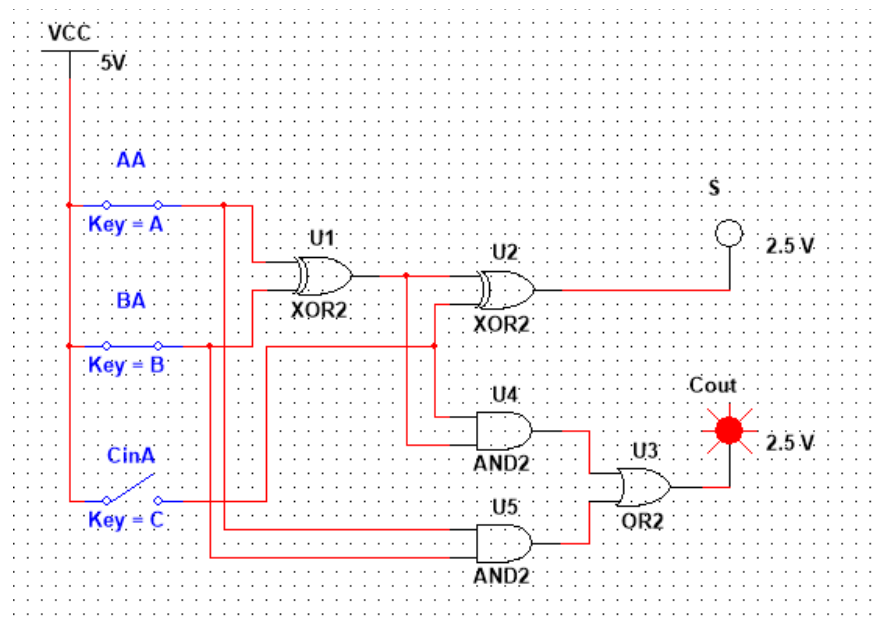


Схема 2. Схема однорозрядного суматора в Multisim (Cout active)

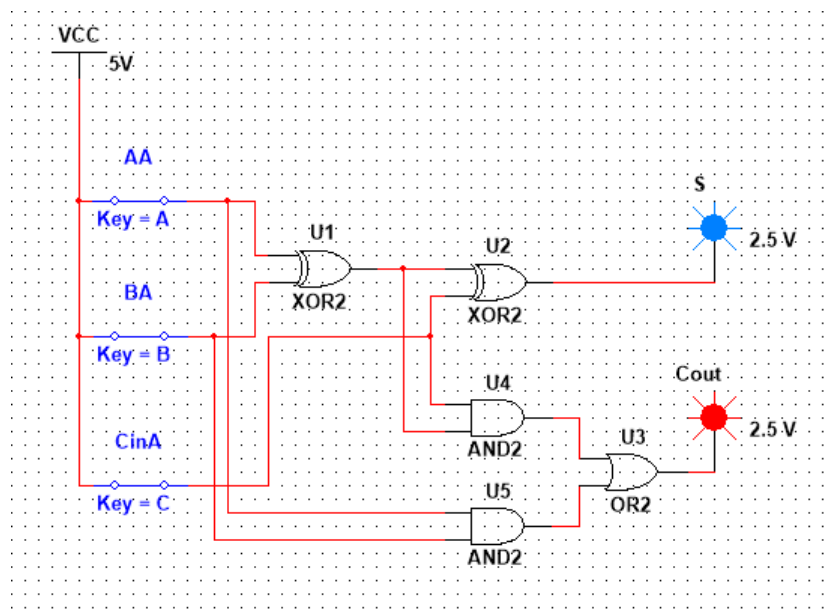


Схема 3. Схема однорозрядного суматора в Multisim (sll active)

Повний однорозрядний суматор виконує операцію арифметичного додавання двох однорозрядних чисел A_i та B_i з урахуванням переносу з молодшого розряду. Він має три входи і два виходи (суми S та сигналу переносу P).

Правила роботи однорозрядного суматора визначає таблиця:

Входи			Виходи		Входи			Виходи	
A_i	B_i	P_{i-1}	S_i	P_i	A_i	B_i	P_{i-1}	S_i	P_i
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0	0	1
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1

Таблиця 2. Правила роботи однорозрядного суматора

Побудуємо у середовищі Multisim схему паралельного багаторозрядного суматора (розрядність суматора – 4 розряди).

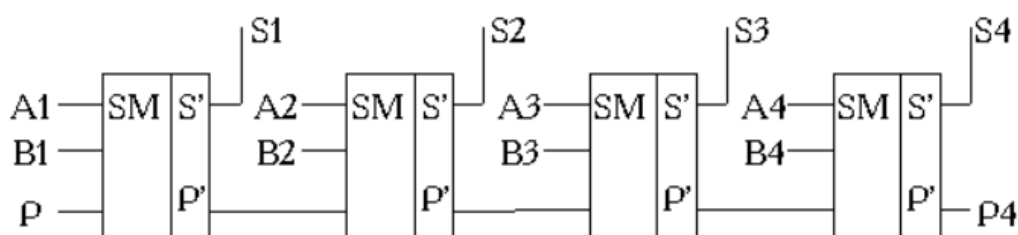
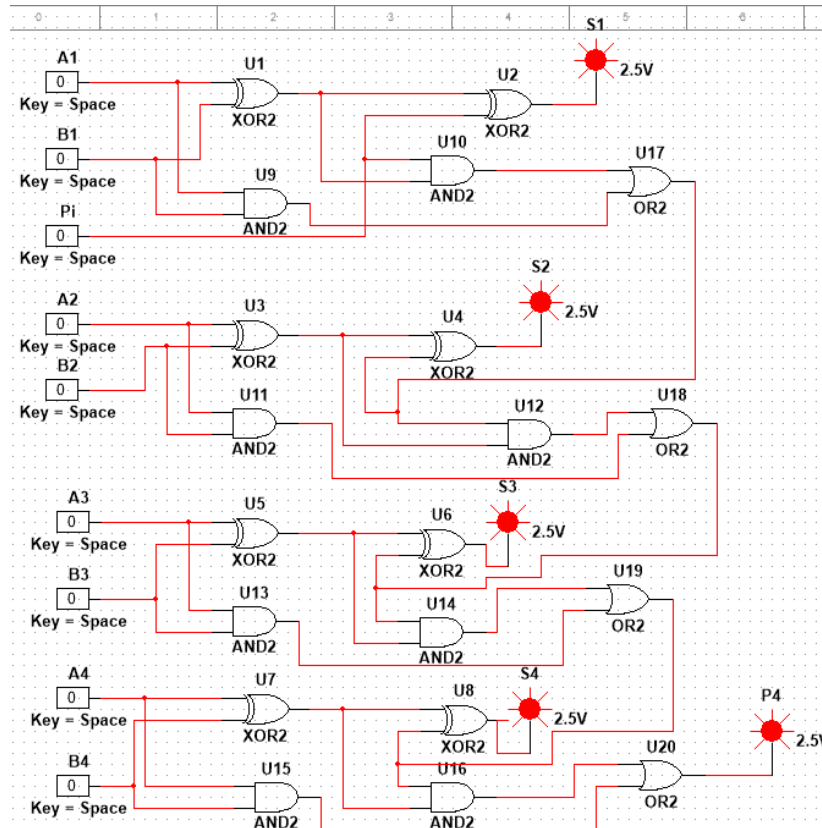


Рис. 6. Схема суматора з послідовним перенесенням

Створимо 4-розрядний суматор на основі попереднього однорозрядного. Для зручності замінимо Switch елемент, щоб не заплутатися у вимірах та розрахунках таблиці істинності.



Дослідження роботи багаторозрядного суматора

Дослідження нашого суматора будемо проводити порівнюючи з правилами 4-розрядного суматора, що записані в таблиці 2 істинності для 4-розрядного суматору. Для того, щоб не заповнювати нову табличку вручну, згенеруємо її за допомогою AI засобів програмного середовища.

Багаторозрядні суматори виконують операцію арифметичного додавання двох багаторозрядних чисел. Кількість входів та виходів суматора визначається розрядністю доданків. За організацією переносу розрізняють суматори з послідовним та паралельним перенесенням. Швидкодія такого суматора визначається часом розповсюдження сигналу через усі його елементи, і тому вона значно нижча за швидкодію елементів.

Cin	A				B				Sum				Carry
	A3	A2	A1	A0	B3	B2	B1	B0	S3	S2	S1	S0	Cout
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Таблиця 2. Таблиця істинності для 4-розрядного суматору

Cin	A				B				Сума				Carry
	A3	A2	A1	A0	B3	B2	B1	B0	S3	S2	S1	S0	Count
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Таблиця 2. Таблиця істинності для 4-розрядного суматору

Шляхом перемикання та перевірки переконалися, що точність цієї таблиці є вірною, тому робимо висновок, що схема побудована правильно.

Висновок. Під час виконання лабораторної роботи було вивчено призначення, конструктивне виконання та характеристики суматорів, набуто навичок моделювання суматорів. Було побудовано та досліджено однорозрядний суматор та паралельний чотирьохрозрядний суматор. Повний однорозрядний суматор виконує операцію арифметичного додавання двох однорозрядних чисел A_i та B_i з урахуванням переносу з молодшого розряду. Багаторозрядні суматори виконують операцію арифметичного додавання двох багаторозрядних чисел.