

## **Арифметико-логічний пристрій**

### ***Методичні вказівки***

до лабораторної роботи

з дисципліни «Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів»

*для курсантів (студентів) 2-го курсу спеціальності*

*«Комп'ютерні науки»*

Затверджено на засіданні кафедри  
управління проектами  
інформаційних технологій та  
телекомунікацій

Протокол № \_\_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Арифметико-логічний пристрій: Методичні вказівки до лабораторної роботи з дисципліни «Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів» для курсантів (студентів) 2-го курсу спеціальності «Комп'ютерні науки»

Укладач

Борзов Ю.О.

Рецензент

## **Тема. Арифметико-логічний пристрій (АЛП).**

**Мета роботи:** Ознайомитися з принципом побудови та логікою роботи арифметико-логічного пристрою, реалізованого на логічних елементах та у вигляді інтегральних схем.

### **Теоретичні відомості**

Арифметико-логічні пристрої (АЛП, Arithmetic / Logical Unit (ALU)) є основною складовою частиною процесорів і призначені для виконання операцій над машинними словами (числами, командами, кодами). Наприклад, типове АЛП може виконувати додавання, віднімання, порівняння величин, операції «І» та «АБО». АЛП входить в ядро більшості комп'ютерних систем. В порівнянні з приладами, які працюють по жосткій логіці, АЛП представляє собою пристрій більш високого класу. В мікропроцесорній техніці АЛП є базовими елементами. Вони використовуються разом з регістрами зсуву, оперативними запам'ятовуючими пристроями і іншими вузлами.

Набір операцій, що виконує АЛП, повинен володіти функціональною повнотою для того, щоб з його допомогою можна було б реалізувати будь-який обчислювальний алгоритм. Мінімальний набір операцій, який забезпечує функціональну повноту, включає всього чотири операції: перерахування, додавання з +1 або -1, умовний перехід за співпадінням слів і безумовний перехід. При всій різноманітності операцій, які є в сучасних АЛП, до їх складу завжди входять основні арифметичні операції та найважливіші логічні операції. Набір операцій, що виконує АЛП, є важливою його характеристикою.

За способами виконання обчислень АЛП діляться на послідовні, паралельні і послідовно-паралельні. Паралельні АЛП використовуються в основному в швидкодіючих процесорах. Дані АЛП забезпечують високу швидкодію і потребують для своєї реалізації великих апаратних витрат. Значно менших апаратних витрат потребують для своєї реалізації послідовні і послідовно-паралельні АЛП. Дані АЛП використовуються в процесорах з жорсткими вимогами до габаритів і споживаної потужності.

За формою представлення чисел розрізняють АЛП з плаваючою комою, АЛП з фіксованою комою та АЛП, що працюють як з плаваючою, так і з фіксованою комою.

На Рис. 1 зображено умовне позначення N-розрядного АЛП з N-розрядними входами і виходами. В АЛП надходить керуючий сигнал F, який визначає, яку функцію потрібно виконати. У Табл. 1 перераховані типові



## Порядок виконання роботи

1. Запустіть Multisim.
2. Підготуйте новий файл для роботи.
3. В панелі компонентів в розділі цифрові мікросхеми оберіть необхідні елементи AND2, OR2, MUX\_2TO1, MUX\_4TO1, FULL\_ADDER,. В панелі компонентів в розділі логічні елементи TTL оберіть інвертори 74F04D. Виконайте моделювання схеми однорозрядного арифметико-логічного пристрою (АЛП), зображеної на рисунках 1.

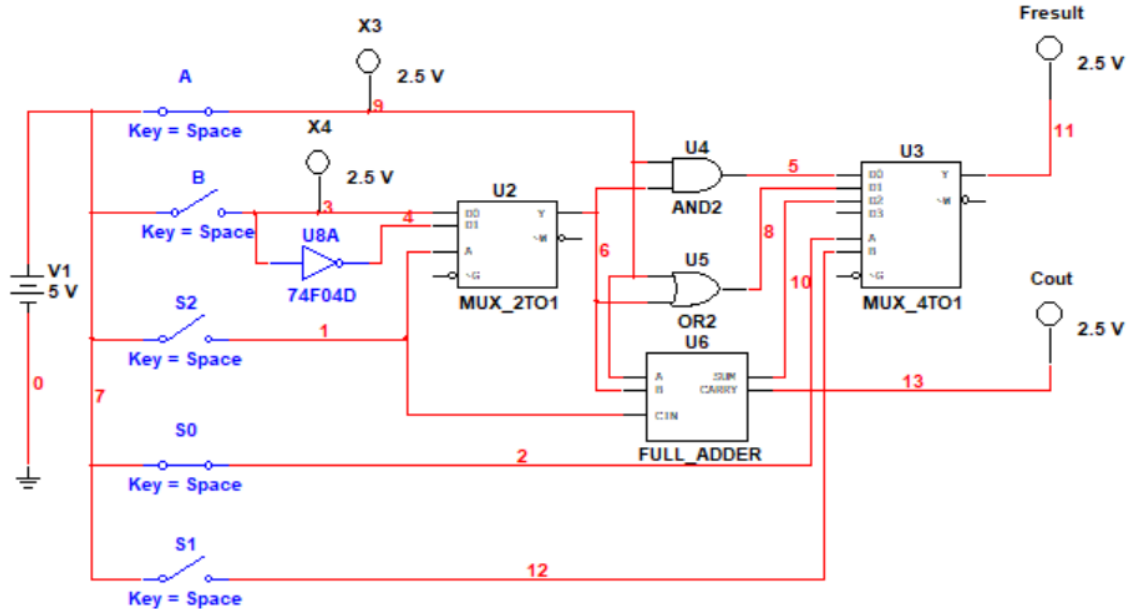


Рис.1

4. Подавайте за допомогою ключів А та В комбінації однорозрядні двійкові числа згідно таблиці 1. Використовуючи ключі S0-S2, подайте на мультиплексори сигнали керування для виконання АЛП відповідних логічних та арифметичних операцій.

5. На основі отриманих результатів на виході заповніть таблицю 1. Зробіть висновки, які операції виконуються при відповідних сигналах керування.

Таблиця 1

S2	S1	S0	A B	Fresult	A B	Fresult	A B	Fresult	A B	Fresult	Операція	Cout
0	0	0	00		01		10		11			
0	0	1	00		01		10		11			
0	1	0	00		01		10		11			
0	1	1	00		01		10		11			
1	0	0	00		01		10		11			
1	0	1	00		01		10		11			
1	1	0	00		01		10		11			
1	1	1	00		01		10		11			

6. Виконайте моделювання схеми 4-ох розрядного АЛП, зображеної на рисунку 2. Мікросхему АЛП ALU\_4BIT вибрати з розділу цифрові мікросхеми.

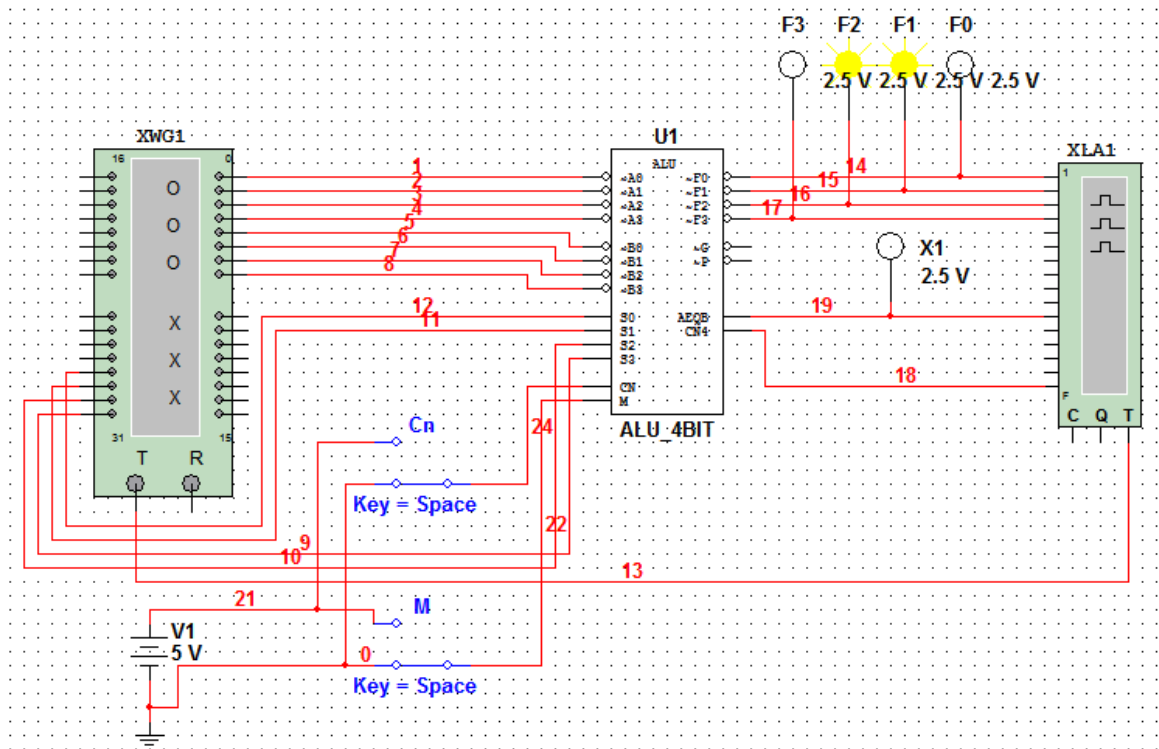


Рис.2

7. Частоту синхронізації генератора слів та логічного аналізатора встановіть рівною 1 кГц (рис. 3).

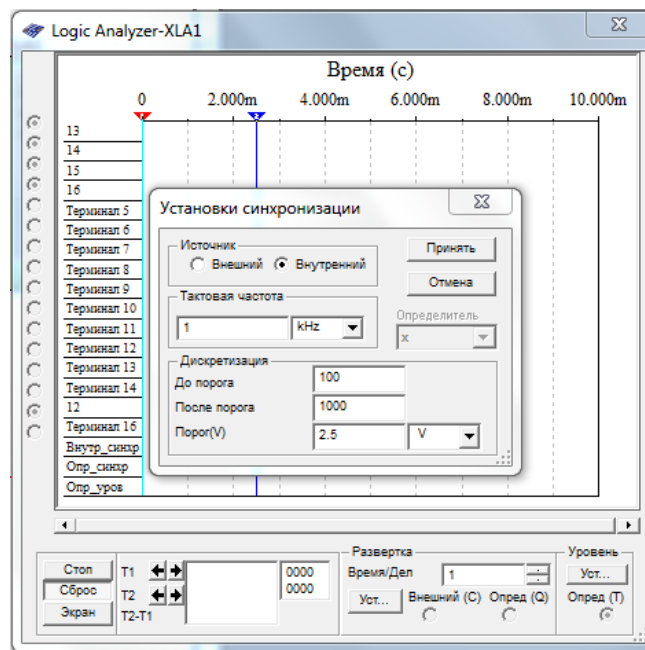


Рис.3

8. На вхід схеми АЛП подати сигнали з генератора слів. Чотири найстарші розряди кожного генерованого слова складають сигнал керування S3S2S1S0. Введення керуючих сигналів в генератор слів виконати вручну, згідно таблиці 2. Ключ М використовуйте для вибору: М=1 (Н - високий рівень) –

логічні функції,  $M=0$  (L – низький рівень) – арифметичні операції. Ключ  $S_n$  використовується для розширення арифметичних операцій, які виконуються АЛП. На виході схеми логічний аналізатор використати для дослідження часових діаграм роботи.

Таблиця 2

SELECTION				ACTIVE-HIGH DATA		
				M = H LOGIC FUNCTIONS	M = L; ARITHMETIC OPERATIONS	
S3	S2	S1	S0		$C_n = H$ (no carry)	$C_n = L$ (with carry)
L	L	L	L	$F = \overline{A}$	$F = A$	$F = A \text{ PLUS } 1$
L	L	L	H	$F = \overline{A + B}$	$F = A + B$	$F = (A + B) \text{ PLUS } 1$
L	L	H	L	$F = \overline{AB}$	$F = A + \overline{B}$	$F = (A + \overline{B}) \text{ PLUS } 1$
L	L	H	H	$F = 0$	$F = \text{MINUS } 1 \text{ (2's COMPL)}$	$F = \text{ZERO}$
L	H	L	L	$F = \overline{AB}$	$F = A \text{ PLUS } \overline{AB}$	$F = A \text{ PLUS } \overline{AB} \text{ PLUS } 1$
L	H	L	H	$F = \overline{B}$	$F = (A + B) \text{ PLUS } \overline{AB}$	$F = (A + B) \text{ PLUS } \overline{AB} \text{ PLUS } 1$
L	H	H	L	$F = A \oplus B$	$F = A \text{ MINUS } B \text{ MINUS } 1$	$F = A \text{ MINUS } B$
L	H	H	H	$F = \overline{AB}$	$F = \overline{AB} \text{ MINUS } 1$	$F = \overline{AB}$
H	L	L	L	$F = \overline{A + B}$	$F = A \text{ PLUS } AB$	$F = A \text{ PLUS } AB \text{ PLUS } 1$
H	L	L	H	$F = A \oplus \overline{B}$	$F = A \text{ PLUS } B$	$F = A \text{ PLUS } B \text{ PLUS } 1$
H	L	H	L	$F = B$	$F = (A + \overline{B}) \text{ PLUS } AB$	$F = (A + \overline{B}) \text{ PLUS } AB \text{ PLUS } 1$
H	L	H	H	$F = AB$	$F = AB \text{ MINUS } 1$	$F = AB$
H	H	L	L	$F = 1$	$F = A \text{ PLUS } A^\dagger$	$F = A \text{ PLUS } A \text{ PLUS } 1$
H	H	L	H	$F = A + \overline{B}$	$F = (A + B) \text{ PLUS } A$	$F = (A + B) \text{ PLUS } A \text{ PLUS } 1$
H	H	H	L	$F = A + B$	$F = (A + \overline{B}) \text{ PLUS } A$	$F = (A + \overline{B}) \text{ PLUS } A \text{ PLUS } 1$
H	H	H	H	$F = A$	$F = A \text{ MINUS } 1$	$F = A$

9. Значення операндів A і B обрати довільно. Запустити процес моделювання в режимі «покроково» і стежити за показами індикаторів. Переконатись у відповідності таблиці 2 отриманим результатам.

*Вимоги до оформлення звіту лабораторної роботи.*

Звіт виконується на листах формату А4.

Зміст звіту

У звіті потрібно відобразити:

- 1) мету лабораторної роботи;
- 2) схеми дослідження;
- 3) навести в таблицях отримані результати та відобразити часову діаграму роботи;
- 4) висновки, що базуються на аналізі отриманих результатів;
- 5) відповіді на контрольні запитання.

*Завдання для самоконтролю*

1. Поясніть, що таке АЛП. Яка його роль в ЕОМ?
2. Який мінімальний набір операцій забезпечує функціональну повноту АЛП?
3. Які за способами виконання обчислень бувають АЛП?

4. Які функціональні елементи входять в структуру АЛП?
5. Як виконується операція віднімання в АЛП?
6. Яка роль мультиплексорів в структурі АЛП?