

Цифрові компаратори

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.

Цифрові компаратори: 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. Цифрові компаратори.

Мета роботи: Ознайомитися з принципом побудови та логікою роботи цифрових компараторів, реалізованих на логічних елементах та у вигляді інтегральних схем.

Теоретичні відомості

Компаратори визначають, чи є два двійкових числа рівними або одне з них більше / менше іншого. Компаратор порівнює два N-розрядних двійкових числа A і B. Існує 2 типу компараторів.

Компаратор *рівності* видає один вихідний сигнал, показуючи, чи рівні A і B ($A = B$). Компаратор *величини* видає один і більше вихідних сигналів, показуючи відношення величин A і B. Результат порівняння відображається відповідним логічним рівнем на виході.

Мікросхеми – цифрові компаратори – виконують, як правило, всі вище перераховані операції і мають три виходи. Цифрові компаратори що реалізуються у вигляді цифрових схем формують на виходах три ознаки: $A = B$, $A > B$ та $A < B$, де A і B – значення кодів, що порівнюються.

Отже, при порівнянні необхідно лише встановити факт рівності бінарних чисел A і B однакової розрядності. Наприклад, при n – розрядних числах, компаратор складається з n суматорів по модулю 2, виходи яких підключені до елемента АБО. Тільки при співпаданні значень всіх розрядів чисел A і B на виходах усіх суматорів буде 0, а якщо ні, то 1.

Операція порозрядного порівняння полягає в видачі ознаки рівності (рівнозначності) або нерівності (нерівнозначності) двох порівнюваних двійкових чисел. Логічна функція, що виражає рівність, рівна 1, якщо одиниці рівний добуток цих цифр або добуток їх інверсних значень.

Найбільш поширений спосіб зіставлення двох чисел, заздалегідь записаних в регістри, заснований на їх порозрядному порівнянні починаючи із старшого, тобто використовується принцип послідовного порівняння кодів багаторозрядних чисел. Якщо порівнюються два числа $A(a_n, a_{n-1}, \dots, a_1)$ і $B(b_n, b_{n-1}, \dots, b_1)$, то умовою їх рівнозначності ($A = B$) є рівність кодів усіх однойменних розрядів, а умовою нерівнозначності ($A \neq B$) – нерівність кодів хоч би у одному розряді, при цьому $A > B$, якщо $a = 1$, $b = 0$ і навпаки.

Компаратор рівності має просту апаратну реалізацію. На Рис. 1 показано позначення і реалізація 4-розрядного компаратора рівності. Перш за все, за

допомогою логічних елементів XNOR, він перевіряє, чи є відповідні розряди A і B рівними. Значення будуть рівними, якщо всі відповідні розряди рівні.

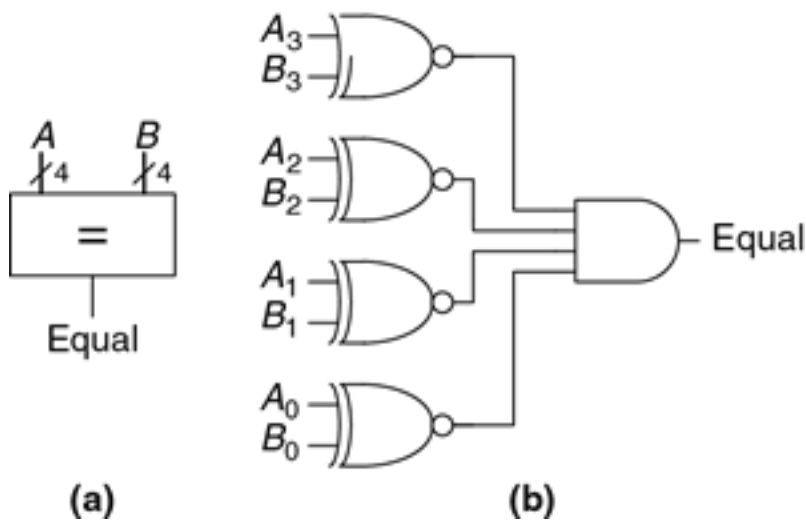


Рис. 1 4-розрядний компаратор рівності: (a) умовне позначення, (b) реалізація

Як показано на Рис. 2, компаратор величини обчислює $A-B$ і аналізує знак (найстарший розряд) результату. Якщо результат негативний (найстарший розряд = 1), то A менше B . В іншому випадку A більше або дорівнює B . На рис.2 представлено компаратор величини для N -розрядних чисел



Рис. 2 N -розрядний компаратор величини

Порядок виконання роботи

1. Запустіть Multisim.
2. Підготуйте новий файл для роботи.
3. В панелі компонентів в розділі цифрові мікросхеми оберіть необхідні елементи. Виконайте моделювання схеми однорозрядного компаратора на логічних елементах. Викличіть на робоче поле прилад "Логічний Перетворювач" (Logic Converter). Виконайте дослідження схем, зображених на рисунках 1-3.

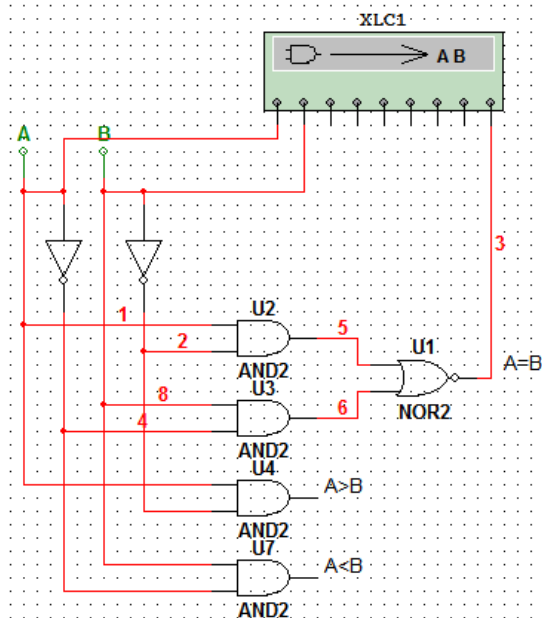


Рис.1

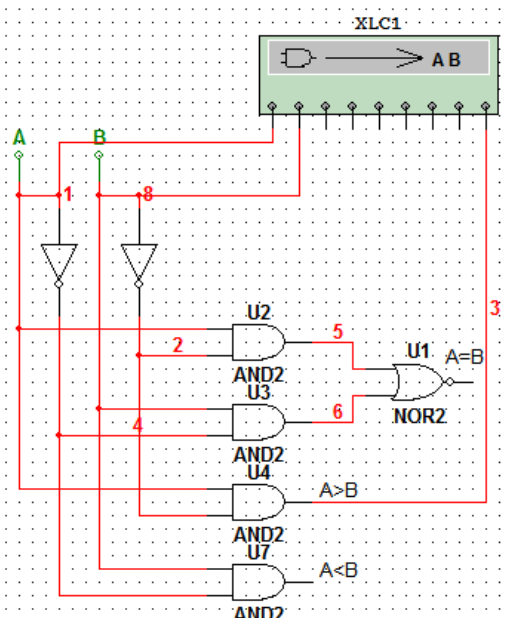


Рис.2

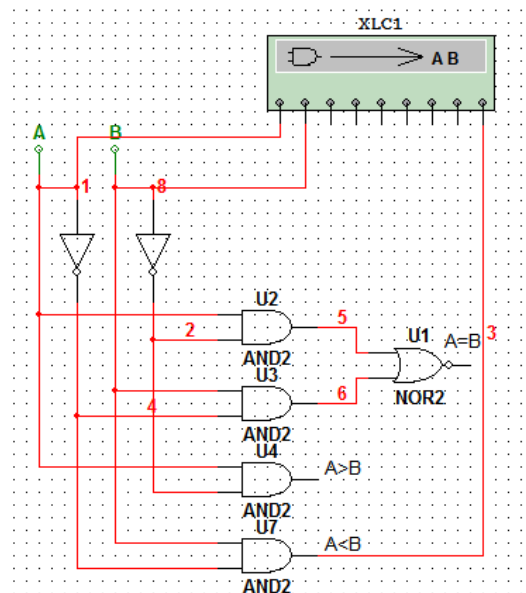


Рис.3

4. На основі отриманих результатів на виході заповніть таблицю 1. Запишіть булеві вирази для даних схем. Зробіть висновки.

Таблиця 1

A	B	A=B	A>B	A<B
0	0			
1	0			
0	1			
1	1			

5. Виконайте моделювання схеми 4-ох розрядного компаратора, зображеної на рисунку 4. Мікросхему компаратора 74F85N вибрати з розділу логічні мікросхеми TTL.

6. Подавайте за допомогою ключів A0-A3 та B0-B3 7(сім) довільних комбінації 4-и розрядних двійкових чисел з таблиці 2. Заповніть таблицю 2 для даного дослідження.

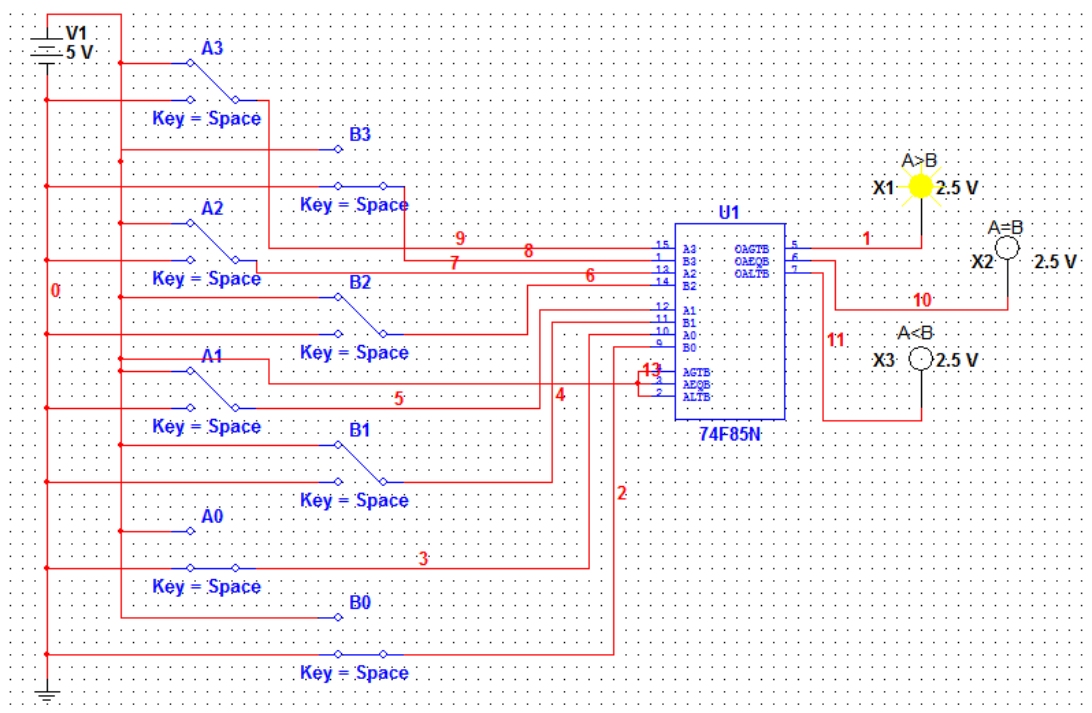


Рис.4

Таблиця 2

A3A2A1A0	B3B2B1B0	A<B	A=B	A>B
0001	1000			
...	...			
0011	0011			
...	...			
1001	0101			

7. Проаналізуйте отримані результати та зробіть висновок.

8. На вхід схеми компаратора (рис. 3) подати сигнали з генератора слів (відповідно до попереднього дослідження). Введення двійкових чисел в генератор слів виконати вручну, згідно таблиці 2. Чотири молодші розряди

кожного генерованого слова складають перше число, чотири найстарші розряди складають друге число. На виході схеми логічний аналізатор використати для дослідження часових діаграм роботи.

12. Синхронізувати генератор слів і логічний аналізатор на частоті $f = 1\text{кГц}$. Запустити процес моделювання в режимі «покроково». За допомогою логічного аналізатора відобразити часові діаграми та зробити висновки.

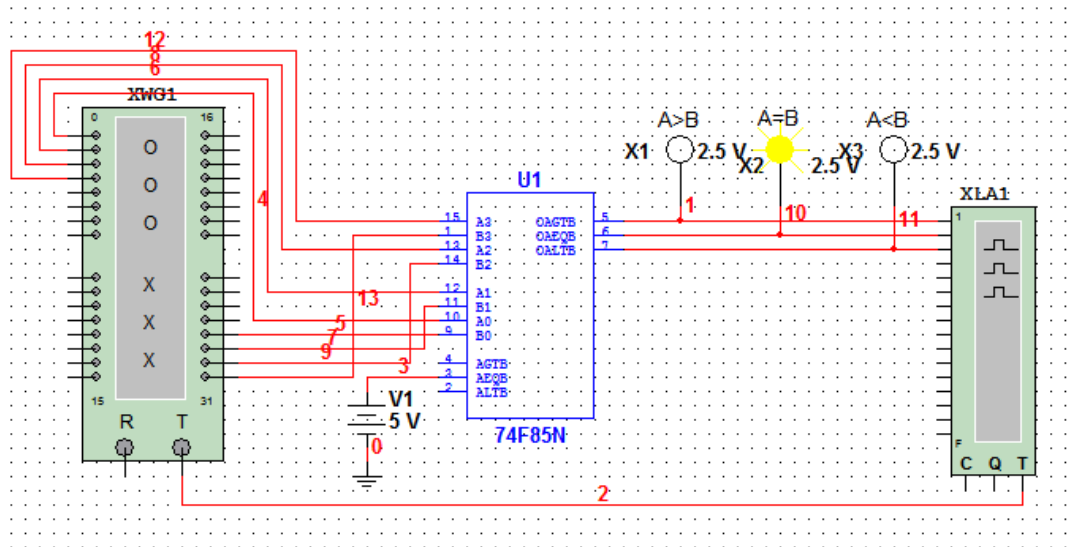


Рис.3

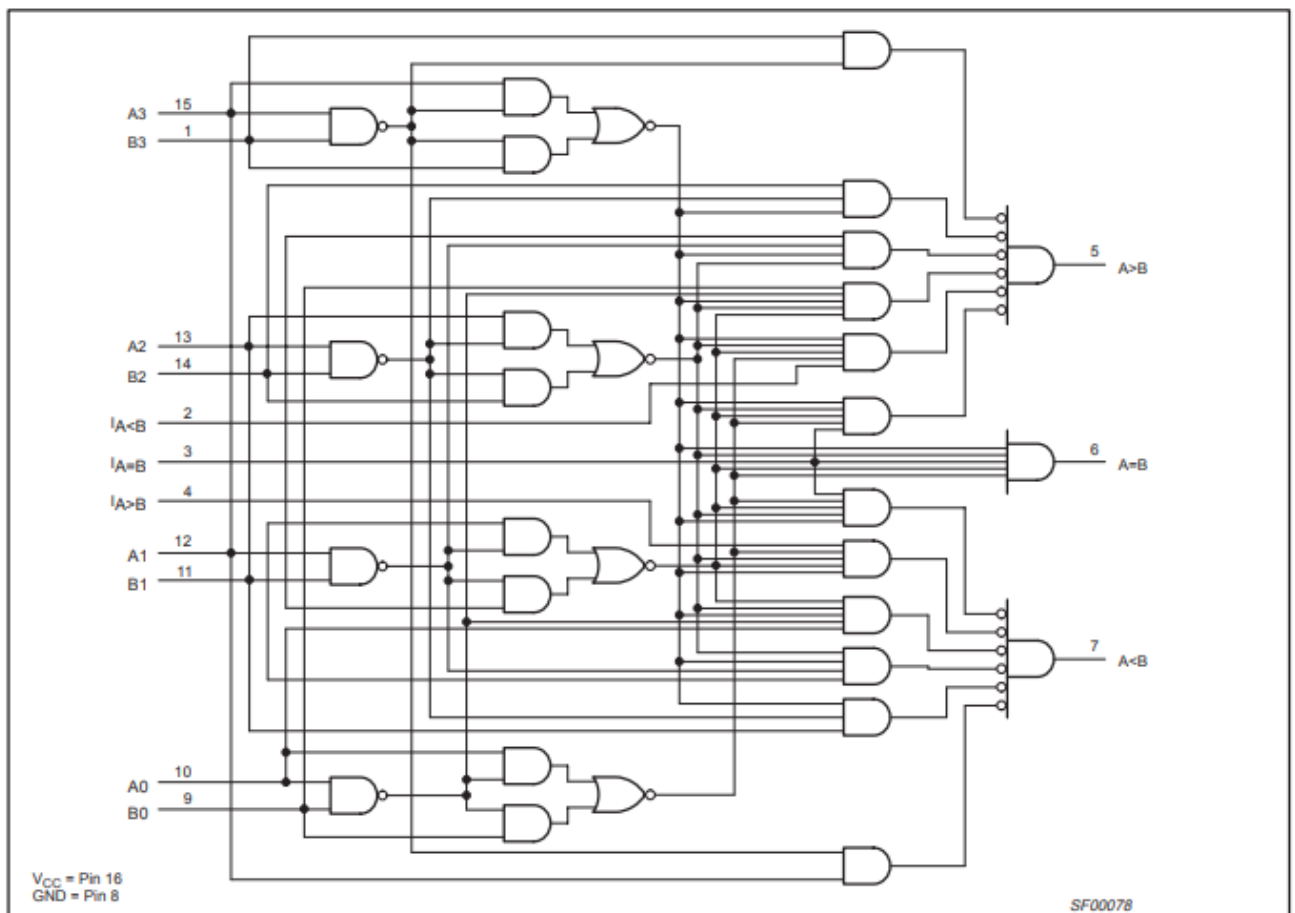


Рис.4 Логічна схема мікросхеми 74F85N

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 компаратор. Яка його роль в ЕОМ?
2. Які операції виконують цифрові компаратори.
3. Назвіть базовий елемент цифрового компаратора.
4. Поясніть принцип побудови схеми порівняння двох двійкових слів на "рівність".
5. Поясніть принцип побудови схеми порівняння двох двійкових слів на "більше".