

19 КОМПАРАТОРИ

19.1 Загальна характеристика схем порівняння

Цифровий компаратор (схема порівняння) – це комбінаційний функціональний вузол, який здійснює порівняння двох чисел однакової розрядності (двох електричних сигналів), заданих у двійковому коді, та виробляє вихідний логічний сигнал про результат порівняння. Назва компаратор походить від англ. *compare* – порівнювати. Кількість входів компаратора визначається розрядністю порівнюваних кодів. Залежно від схемного виконання компаратори можуть визначати рівність чисел A і B ($A = B$) та (або) нерівності чисел ($A > B$, $A < B$). Результат порівняння відображається у вигляді логічного сигналу на виході компаратора. Зазвичай формуються три сигнали: $F_{A=B}$, $F_{A>B}$, $F_{A<B}$. У найпростіших компараторах на виході наявний тільки сигнал, який інформує про рівність або нерівність кодів, тому такі компаратори мають назву **компаратори рівності** або **нуль-органи**.

На рис. 19.1 показано умовне зображення компаратора, логічна функція якого позначається буквами **COMP** (від англ. *comparator*) або знаками $=$. Мітки лівого додаткового поля позначають номери розрядів кодів сигналів, які порівнюються, та керуючі сигнали « $=$ », « $>$ » і « $<$ ». Якщо використовується тільки одна мікросхема, то на вхід « $=$ » треба подати лог. 1, а на входи « $>$ » та « $<$ » – сигнали лог. 0. Входи « $>$ » та « $<$ » використовують для нарощування розрядності кодів, які порівнюються: ці входи компаратора з'єднують з відповідними виходами мікросхеми, яка здійснює порівняння молодших розрядів кодів. Мітки правого додаткового поля відображають функціональне призначення вихода(ів) компараторів.

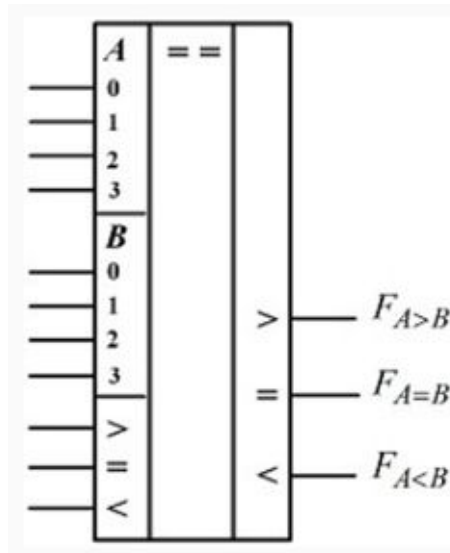


Рисунок 19.1 – Рис. 12.35. Умовне позначення 4-розрядного компаратора

Логіка роботи **однорозрядного компаратора рівності** описується таблицею істинності (табл. 19.1), де A і B – однорозрядні двійкові числа. Умовне позначення однорозрядного нуль-органа зображено на рис. 19.2).

Таблиця 19.1 – Таблиця істинності однорозрядного компаратора рівності

Входи		Вихід
A	B	$P_A=P_B$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

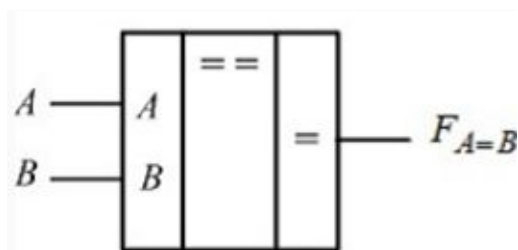


Рисунок 19.2 – Умовне зображення однорозрядного компаратора рівності

Функція $F_{A=B} = 1$ приймає значення логічної одиниці, якщо $A=B$, і логічного нуля $F_{A=B} = 0$, якщо $A \neq B$. Така логічна функція двох змінних має назву **еквівалентність** і є інверсією функції **додавання за модулем два** (виключальне АБО). Тому у найпростіший спосіб компаратор реалізується на логічному елементі «виключальне АБО-НІ» (рис. 19.3).

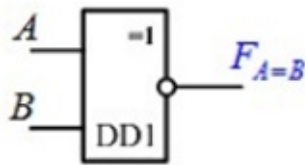


Рисунок 19.3 – Компаратор на логічному елементі «виключальне АБО-НІ»

19.2 Схеми порівняння слів з константою

Нехай заданим є двійкове слово B , а слово A задано двійковими розрядами $A=A_2A_1A_0$. Необхідно отримати вектор ознак результатів операції (прапорці) для ознак відношень $F_1F_2F_3$ двійкового слова A з наступними заданими константами B :

$$F_1 := F_{A=B} (B=000);$$

$$F_2 := F_{A=B} (B=111);$$

$$F_3 := F_{A \leq B} (B=011).$$

Сформуємо таблицю відповідності кодів значень ознак відношень F_1, F_2, F_3 слова $A=A_2A_1A_0$ з константами (див. табл. 19.2).

Таблиця 19.2 – Логіка порівняння слова з константою

A_2	A_1	A_0	F_1	F_2	F_3
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	1	0

В результаті отримуємо функції:

$$F_1 = \overline{A_2A_1A_0}, \quad F_2 = A_2A_1A_0, \quad F_3 = \overline{A_2}.$$

Схема порівняння за цими функціями подано на рис. 19.4.

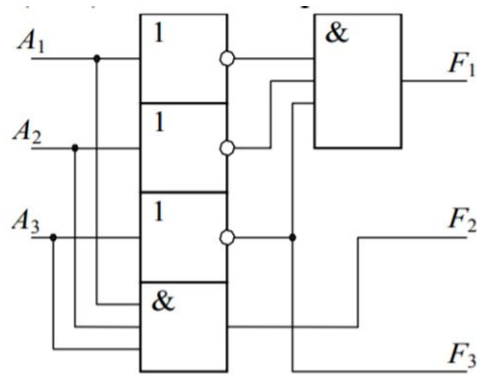


Рисунок 19.4 – Схема порівняння слова з константою

19.3 Схеми порівняння двійкових слів А і Б

Двійкові n -розрядні слова рівні, коли одночасно попарно рівні їх розряди, тобто $A_i = B_i$ або $A(n) = B(n)$, $i = 1, 2, \dots, n$. На рис. 19.3 подано функцію порівняння r_i двох i -х розрядів А, В.

Таблиця 19.3 – Функція порівняння розряду i слів А, В

A_i	B_i	r_i
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Функцію r_i –х розрядів А і В можна подати як

$$r_i = \overline{A_i B_i} \vee A_i B_i = \overline{A_i \oplus B_i} = \overline{M_i},$$

де M_i – функція додавання за модулем 2 (ВИКЛЮЧАЛЬНЕ АБО).

Схемну реалізацію функції r_i подано на рис. 19.5.

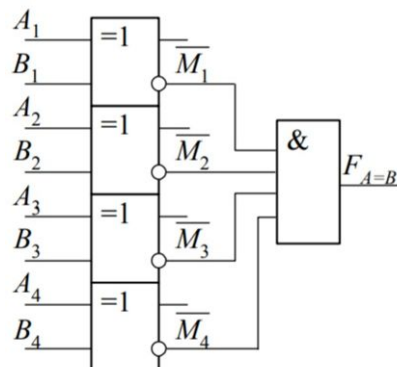


Рисунок 19.5 – Схема порівняння двох чотирирозрядних слів А і В

Ознака рівності двох n -розрядних слів $P_{A=B}$ визначається логічним добутком порозрядних умов r_i :

$$P_{A=B} = r_n r_{n-1} \dots r_1 = \overline{M_n} \cdot \overline{M_{n-1}} \cdot \dots \cdot \overline{M_1}.$$

19.4 Застосування компараторів

Цифрові компаратори застосовуються для контролю і корекції результатів роботи арифметично-логічних вузлів та систем, контролю передачі інформації з одного регістра в інший, в структурах цифрових схем. Цифрові компаратори випускають у вигляді окремих мікросхем.