

Лабораторна робота №6

Тема: Двійкова арифметика. Додання, віднімання та множення двійкових чисел.

Мета роботи: знайомство з одно- та двомісними функціями, придбання практичних навичок з синтезу комбінаційних схем, засвоєння форм представлення цифрової інформації та операції з її перетворення.

Обладнання: комплект логічних елементів, блок живлення, логічний пробник.

Теоретичні відомості.

6.1 Додавання

Додавання двійкових кодів робиться побітний на основі наступних співвідношень: $0+0=0$; $0+1=1$; $1+0=1$; $1+1=0$ і 1 - в перенесення(в результаті 10).

Наприклад:

	1 перенесення		111 перенесення
+9	+1001	+7	+0111
5	<u>0101</u>	1	<u>0001</u>
14	1110	8	1000

6.2 Віднімання

Цю дію можна виконувати так само як і в десяткових кодах, займаючи 1 старшого розряду(робити позику) :

	1 займ
- 10	-1010
<u>5</u>	<u>0101</u>
5	0101

Але для багаторозрядних кодів процедура дуже ускладнюється, коли доводиться займати не з сусіднього старшого розряду, а з більше старших розрядів. Тому в цифровій техніці вводиться поняття додаткового коду, який дозволяє абсолютно однаково виконувати операції складання і віднімання. Для вказівки знаку коду використовується самий старший його розряд. У позитивному коді старший розряд дорівнює нулю, а в негативному - одиниці. Додатковий код позитивного числа співпадає з його прямим(звичайним) кодом. Додатковий код негативного числа виходить шляхом інверсії прямого коду і додавання до результату одиниці.

Наприклад: прямий і додатковий код числа +5 рівний 0101, додатковий код числа - 5 рівний $+1 = 1010+1 = 1011$.

Старший розряд "1" вказує, що код представляє негативне число. Код називається додатковим тому, що він доповнює n- розрядний прямий код до значення 2^n . У наведеному прикладі $0101+1011 = 100002 = 24$.

Є інший спосіб визначення додаткового коду, що дещо швидше призводить до мети. Розряди прямого коду переписуються справа наліво, починаючи з молодшого розряду D0 до тієї, що першої, що зустрілася 1, інші розряди інвертуються.

Наприклад $10110_{\text{пр}} = 01010_{\text{доп}}$.

Віднімання двійкових кодів зводиться до складання позитивних і негативних кодів і виконується як складання їх додаткових кодів. При виконанні цієї операції дуже важливо простежити щоб результат дії над кодами не спотворив знаковий розряд. Тому має бути певний запас нульових розрядів, розташованих після знакового розряду. У нижчеприведених прикладах операнди займають всього 4 розряди, але використовуватимемо восьмирозрядні коди.

Розглянемо різні ситуації при відніманні.

1) Вичислимо в двійкових кодах результат операції $7-5 = 7(-5)$.

Визначимо додатковий код $-5 = -00000101_{\text{пр}} = 11111011_{\text{доп}}$.

Тоді $7_{10}-5_{10} = 00000111_{\text{доп}}+11111011_{\text{доп}} = 1.00000010_{\text{доп}} = 00000010_{\text{пр}} = 2_{10}$

Виникле перенесення 1 в розряд D8 відкидається. Знаковий розряд D7 = 0, тому результат - позитивне число 2, у якого прямий код такий же, як і додатковий.

2) Визначимо результат операції $5_{10}-7_{10} = 00000101_{\text{пр}}-00000111_{\text{пр}} = 00000101_{\text{доп}}+11111001_{\text{доп}} = 1111110_{\text{доп}} = -00000010_{\text{пр}}=-2_{10}$

Тут D7 = 1, результат негативний, тому додатковий код переводиться в прямий. Це виконується за тим же правилом, що і переклад прямого коду в додатковий.

3) Знайдемо $-5_{10}-7_{10} = 11111011_{\text{доп}}+11111001_{\text{доп}}=1.11110100_{\text{доп}} = -00001100_{\text{пр}} = -12_{10}$.

6.3 Множення

Операція виконується також як і для десяткових кодів: множене множиться на кожен розряд множника і результати складаються і зрушенням. Можна множити, починаючи з молодших розрядів із зрушенням вліво, або із старших із зрушенням управо.

$$\begin{array}{r}
 6_{10} * 7_{10} \\
 \begin{array}{r}
 111 \\
 *110 \\
 \hline
 000 \\
 111 \\
 *111 \\
 \hline
 101010_2 = 42_{10}
 \end{array}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 111 \\
 *110 \\
 \hline
 111 \\
 111 \\
 * 000 \\
 \hline
 101010
 \end{array}$$

Числа зі знаком множаться в прямому кодi, а знак визначається як сума по модулю 2 знакових розрядiв.

6.4 Дiлення

Виконується як вiднiмання iз зрушенням. Наприклад:

$$\begin{array}{r}
 18:6 = 3 \\
 \begin{array}{r}
 10010 : 110 \\
 - \underline{110} \quad 11 \\
 \quad 110 \\
 - \underline{110} \\
 \quad 000
 \end{array}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 22:4 = 5,5 \\
 \begin{array}{r}
 10110 : 100 \\
 - \underline{100} \quad 101,1 \\
 \quad 110 \\
 - \underline{100} \\
 \quad 10,0 \\
 - \underline{100} \\
 \quad 000
 \end{array}
 \end{array}$$

Тут дробова частина представляє негативнi мiри числа 2.