

Лекція 6. Двійкові коди в МПТ: частина 1

6.1 Беззнакові та знакові коди:

- ✓ беззнакові коди;
- ✓ прямі знакові коди;
- ✓ зворотні знакові коди;
- ✓ додаткові знакові коди;
- ✓ ефект поширення знаку;
- ✓ приклади арифметичних операцій з додатковими знаковими кодами.

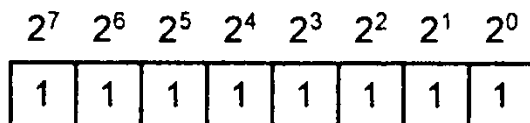
Беззнакові та знакові коди

У МП двійкові коди (ДК) використовуються для подання будь-яких даних, що обробляються: чисел, тексту, команд і т. д. При цьому розрядність ДК може перевищувати розрядність внутрішніх регістрів самого процесора і комірок використовуваної пам'яті. У такому випадку довгий код може займати кілька комірок пам'яті і оброблятися кількома командами процесора. *Всі комірки пам'яті, виділені під багатобайтний ДК, розглядаються як одне число.*

Для представлення числових даних можуть використовуватися **знакові і беззнакові коди.**

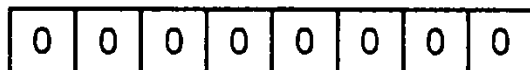
Беззнакові коди. Використовуються для представлення цілих беззнакових чисел. В них кожен двійковий розряд є ступінь цифри 2 (за замовчуванням $n_{\text{шд}} = 8$)

Формат 8-розрядного беззнакового ДК



Максимально возможное число (255)

...



Минимально возможное число (0)

Максимально можливе число, яке можна представити цим кодом $M=2^n-1$, де n – розрядність двійкового числа.

Беззнакові та знакові коди

Розрядність числа зазвичай вибирають кратної розрядності МП.

Для беззнакового двійкового 16-розрядного коду діапазон представлених значень від 0 до 65535. У МПС, побудованій на 8-розрядному процесорі, для зберігання 16-розрядного числа використовуються дві комірки пам'яті, розташованих за сусідніми адресами. Для роботи з числами, які займають кілька комірок пам'яті, використовуються спеціальні команди МП, що дозволяють враховувати перенос між молодшими і старшими байтами.

Формат 8-розрядного прямого знакового ДК

Знак числа	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	
0	1	1	1	1	1	1	1	Максимально возможное число (+127)
...								
0	0	0	0	1	0	1	0	+10
...								
0	0	0	0	0	0	0	0	+0
1	0	0	0	0	0	0	0	-0
...								
1	0	0	0	1	0	1	0	-10
...								
1	1	1	1	1	1	1	1	Минимально возможное число (-127)

Прямі цілі знакові коди. У цих кодах старший розряд в слові використовується для представлення знаку числа. У прямому знаковому коді нулем позначається знак «+», а одиницею – знак «-». В результаті введення знакового розряду діапазон чисел, що представляється цим двійковим кодом, зміщується в сторону негативних чисел.

Беззнакові та знакові коди

Діапазон 8-розрядних цілих чисел, які можна записати, користуючись таким кодом, простягається від -127 до +127. Для 16-розрядного числа цей діапазон складе від -32767 до +32767. У 8-розрядному процесорі для зберігання такого числа використовуються дві комірки пам'яті за сусідніми адресами.

Недоліком прямого знакового коду є те, що **знаковий розряд та цифрові розряди доводиться обробляти окремо**. Алгоритм програм, що працюють з такими кодами, виходить складний. Для виділення і зміни знакового розряду доводиться застосовувати **механізм маскування розрядів, що різко збільшує розмір програми і зменшує її швидкодію**. Для того щоб алгоритм обробки знакового і цифрових розрядів не вирізнявся, були введені зворотні ДК.

Формат 8-розрядного зворотного знакового ДК

Знак числа	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	
	0	1	1	1	1	1	1	Максимально возможное число (+127)
	...							
	0	0	0	0	1	0	1	+10
	...							
	0	0	0	0	0	0	0	+0
	1	1	1	1	1	1	1	-0
	...							
	1	1	1	1	0	1	0	-10
	...							
	1	0	0	0	0	0	0	Минимально возможное число (-127)

Зворотні знакові ДК

Відрізняються від прямих тільки тим, що негативні числа в них виходять інвертуванням всіх розрядів позитивного числа. При цьому обробка знакового і цифрових розрядів не відрізняється. Алгоритм роботи з такими кодами різко спрощується.

Беззнакові та знакові коди

Проте, при роботі з зворотними кодами потрібен спеціальний алгоритм розпізнавання знаку, обчислення абсолютного значення і відновлення знаку результату числа. Крім того, в прямому і зворотному кодах для представлення 0 використовуються дві різних комбінації, тоді, як відомо, що число 0 позитивне і негативним не може бути.

Знакові додаткові ДК. Від перерахованих недоліків вільні додаткові коди. Вони дозволяють підсумувати позитивні і негативні числа, не аналізуючи знаковий розряд, і при цьому отримувати правильний результат. Це стає можливим завдяки тому, що додаткові числа є природним кільцем чисел, а не штучним утворенням, як прямі і зворотні коди. Крім того, важливим є та обставина, що обчислювати доповнення в ДК надзвичайно легко. Для цього достатньо до зворотного коду додати 1.

Формат 8-розрядного додаткового знакового ДК

Знак числа	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	
	0	1	1	1	1	1	1	Максимально возможное число (+127)
	...							
	0	0	0	0	1	0	1	+10
	...							
	0	0	0	0	0	0	0	+0
	1	1	1	1	1	1	1	-1
	...							
	1	1	1	1	0	1	1	-10
	...							
	1	0	0	0	0	0	0	Минимально возможное число (-128)

Числа, які можна представляти 8-розрядним додатковим ДК, знаходяться в діапазоні від -128 до +127. Для 16-розрядного коду цей діапазон буде від -2768 до +32767. У 8-розрядному процесорі для зберігання 16-розрядного числа використовуються дві комірки пам'яті за сусідніми адресами.

Беззнакові та знакові коди

У зворотних і додаткових кодах спостерігається цікава особливість, яка називається **ефектом поширення знаку**: при перетворенні однобайтного числа до двохбайтного досить всім бітам старшого байту привласнити значення знакового біта вихідного байту. Тобто для зберігання знаку числа можна використовувати скільки завгодно старших бітів. При цьому значення коду абсолютно не змінюється. Ефект поширення знаку використовується при підключенні таких пристроїв, як АЦП або ЦАП, до МП, якщо їх розрядності не збігаються.

Використання для представлення знаку числа двох бітів надає корисну можливість **контролювати виникнення переповнення при виконанні арифметичних операцій**.

В якості другого знакового біта використовується прапор перенесення С.

Приклади опрацювання додаткових ДК:

1. Підсумуємо два від'ємних числа -12 і -5.

$$\begin{array}{r} + \quad 11110100 \\ + \quad 11111011 \\ \hline 111101111 \end{array} \Leftrightarrow \begin{array}{r} + \quad -12 \\ + \quad -5 \\ \hline -17 \end{array}$$

Перенос Знак

Прапор переносу С збігається зі знаком результату, переповнення не відбулося

2. Підсумуємо від'ємне число -12 і позитивне +5.

$$\begin{array}{r} + \quad 11110100 \\ + \quad 0000101 \\ \hline 111111001 \end{array} \Leftrightarrow \begin{array}{r} + \quad -12 \\ + \quad +5 \\ \hline -7 \end{array}$$

Перенос Знак

При підсумовуванні позитивного і від'ємного числа автоматично виходить правильний знак результату.

Знак результату від'ємний. Прапор перенесення збігається зі знаком результату, переповнення немає

Беззнакові та знакові коди

3. Підсумуємо числа +100 і +31.

$$\begin{array}{r} + \quad 01100100 \\ + \quad 00011111 \\ \hline 010000011 \end{array} \Leftrightarrow \begin{array}{r} +100 \\ +31 \\ \hline +131!! \end{array}$$

Перенос Знак

В результаті підсумовування відбулося переповнення 8-бітової змінної, в результаті операції над позитивними числами вийшов від'ємний результат. Прапор переносу *C* не збігається зі знаком результату. Ця ситуація є ознакою переповнення результату і легко виявляється за допомогою операції «виключне АБО» над старшим бітом результату і прапором перенесення *C*. Більшість процесорів здійснюють цю операцію апаратно і поміщають результат у прапор переповнення *OV*.

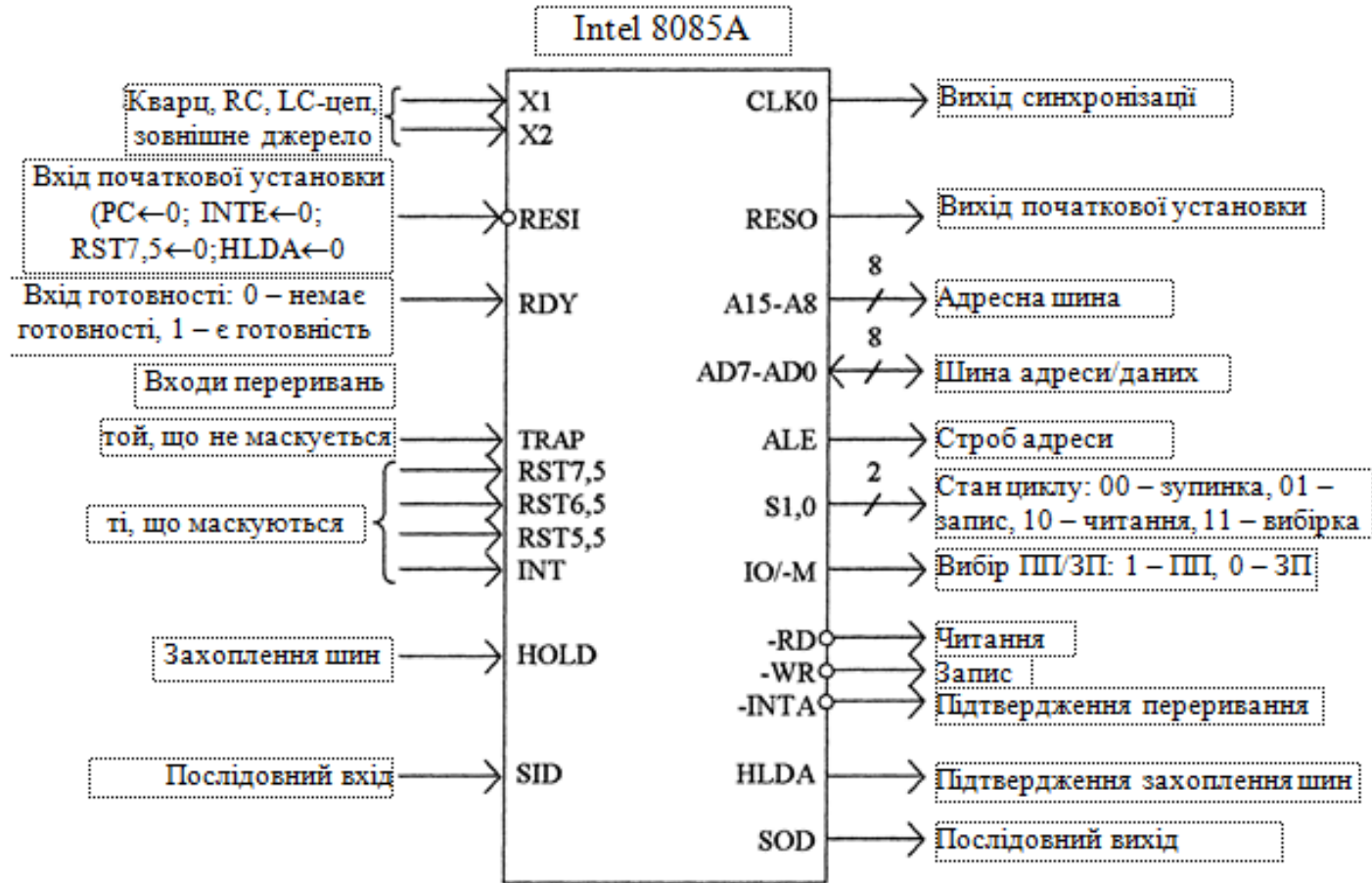
4. Підсумуємо числа -100 і -31.

$$\begin{array}{r} + \quad 10011100 \\ + \quad 11100001 \\ \hline 101111101 \end{array} \Leftrightarrow \begin{array}{r} -100 \\ -31 \\ \hline -131!! \end{array}$$

Перенос Знак

В результаті підсумовування сталося переповнення 8-бітової змінної, отримали позитивний результат. Якщо розглянути прапор переносу *C*, то він не збігається зі знаком результату. Відмінність від попереднього випадку тільки в комбінації цих бітів. У прикладі 3 – переповнення результату (комбінація 01), а в прикладі 4 - антипереповнення результату (комбінація 10).

Основні характеристики Intel 8085A (частина 1)



МП Intel 8085A повністю програмно сполучений із широко розповсюдженим МП Intel 8080, але живиться від **одного джерела живлення +5 В**. 8085A має більше високий ступінь інтеграції і працює на частоті до **3 МГц**. Крім того, МП 8085A має **убудований синхрогенератор і розширену систему переривань**. Як і Intel 8080A, МП Intel 8085A адресує **адресний простір пам'яті до 64 Кбайт**, а число зовнішніх пристроїв, що обслуговуються, може досягати **256**.