

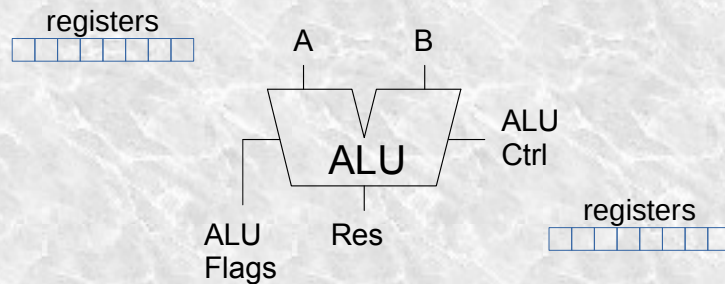
Компютърни архитектури CSCB008

Аритметично-логическо устройство (АЛУ)

доц. д-р Ясен Горбунов
2021

Интегрални схеми с висока степен на интеграция

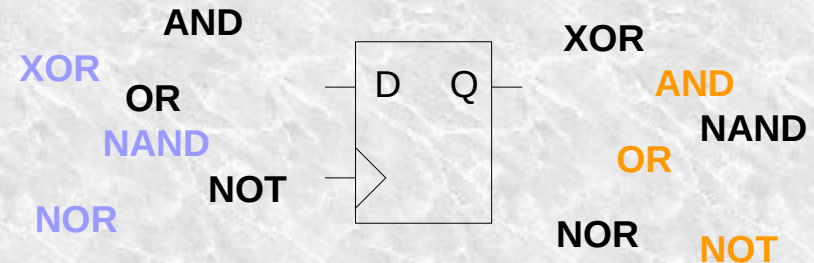
„твърда“ логика (микропроцесори)



фиксирана логика

- лесна конфигурация чрез софтуер
- последователно изпълнение на инструкции
- ниско ниво на паралелизъм
- **адаптиране на софтуера към хардуера**

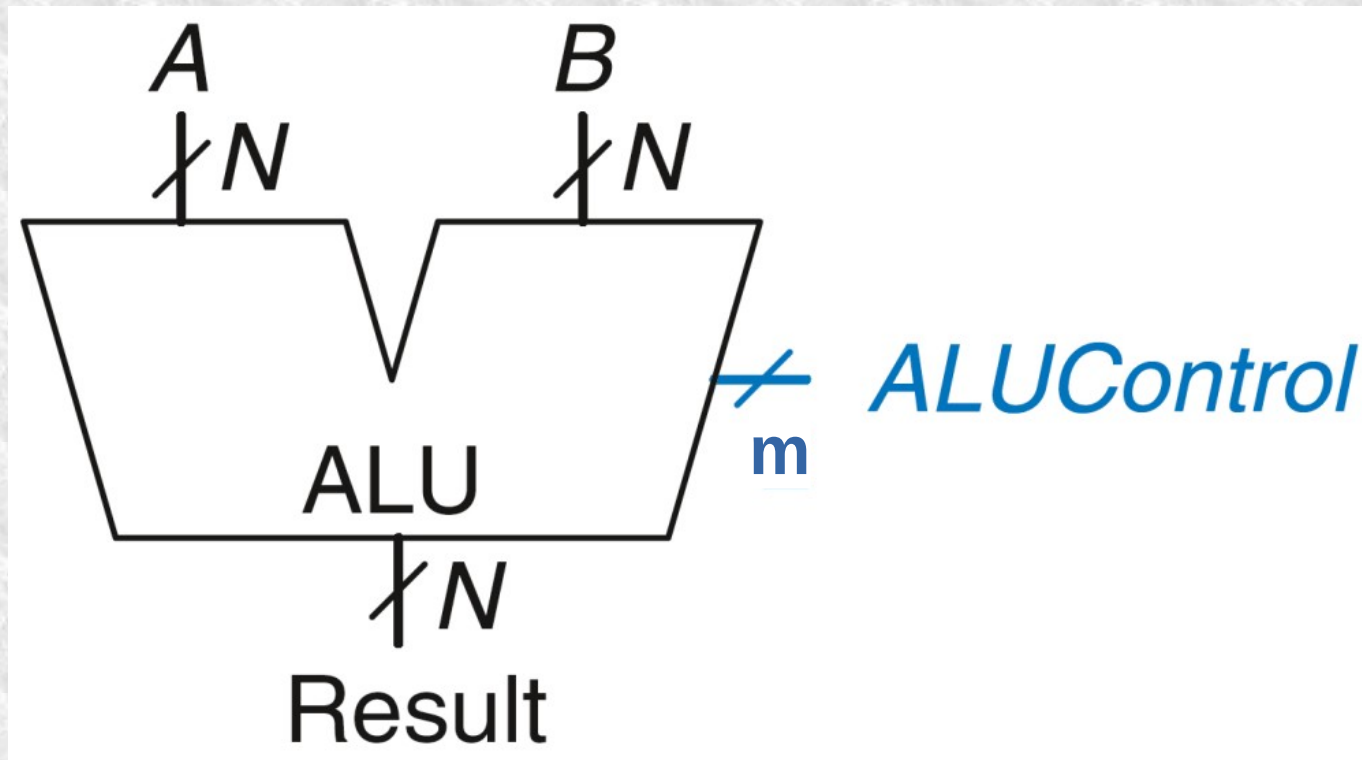
„мека“ логика (CPLD и FPGA)



програмируема логика

- сложно конфигуриране – познаване на хардуера
- програмиране чрез език за хардуерно описание
- най-високо ниво на паралелизъм и гъвкавост
- **адаптиране на хардуера към софтуера**

АЛУ – Аритметично-логическо устройство
изпълнява аритметични и логически операции



АЛУ – Аритметично-логическо устройство

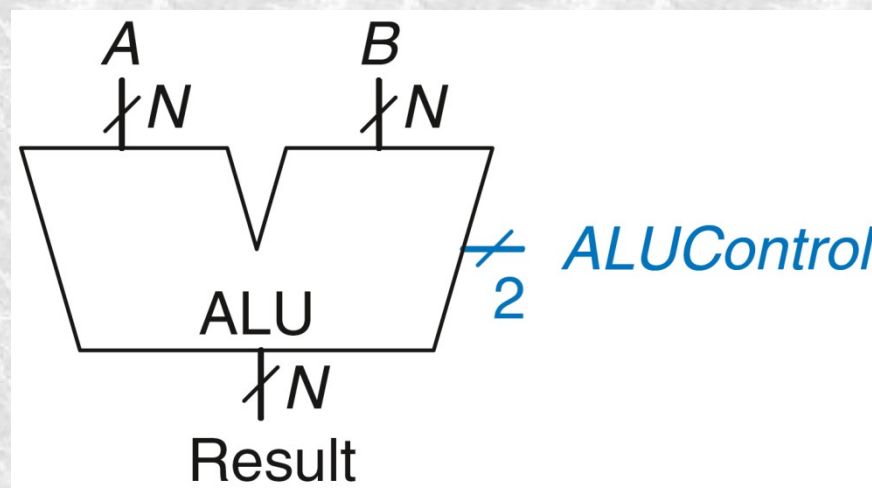
изпълнява аритметични и логически операции

опростен модел

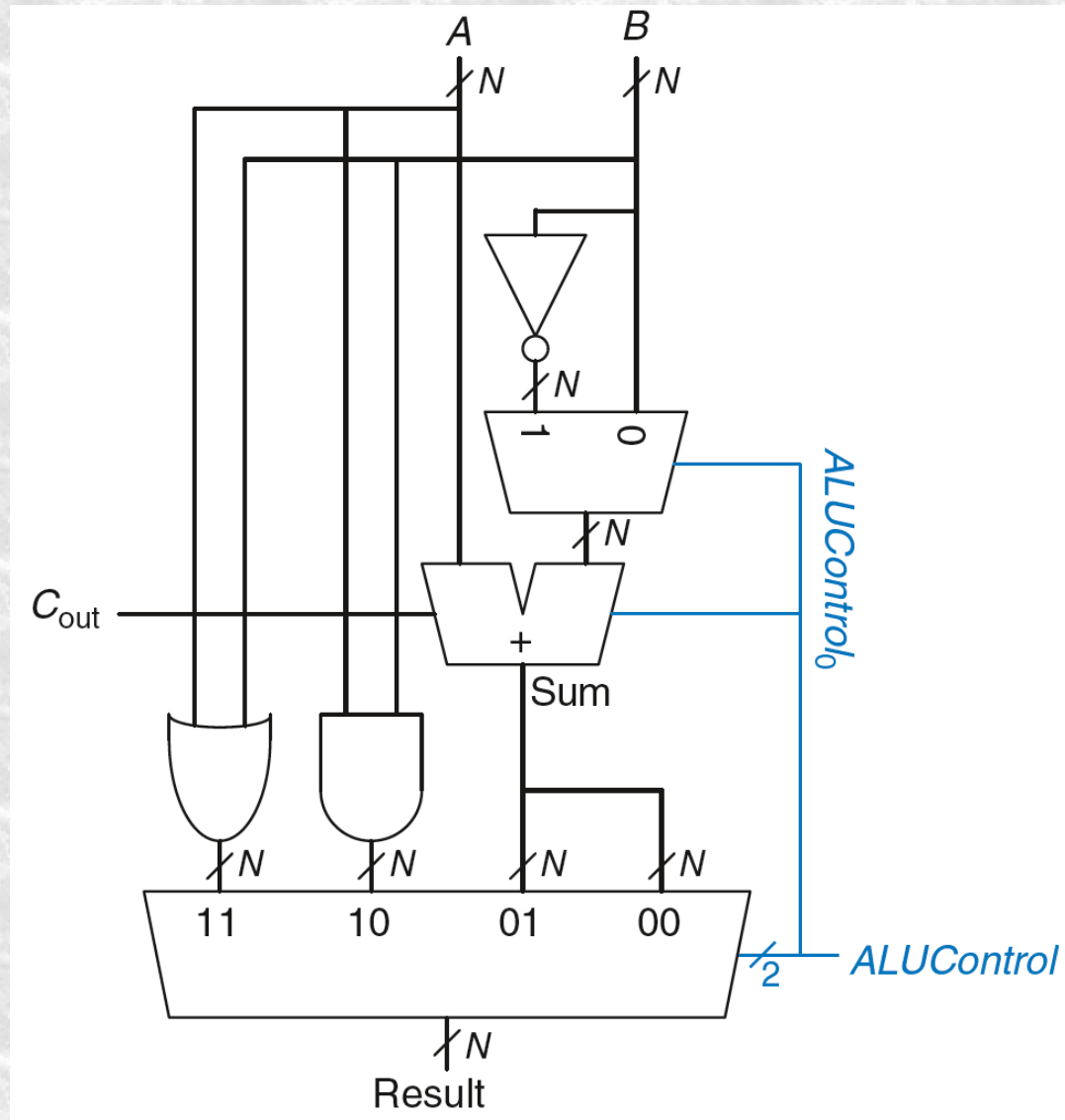
изпълнявани инструкции

ALUControl _{1:0}	Функция
00	Add
01	Subtract
10	AND
11	OR

символно означение



Аритметично-логическо устройство



АЛУ – Аритметично-логическо устройство

Пример – опростен модел

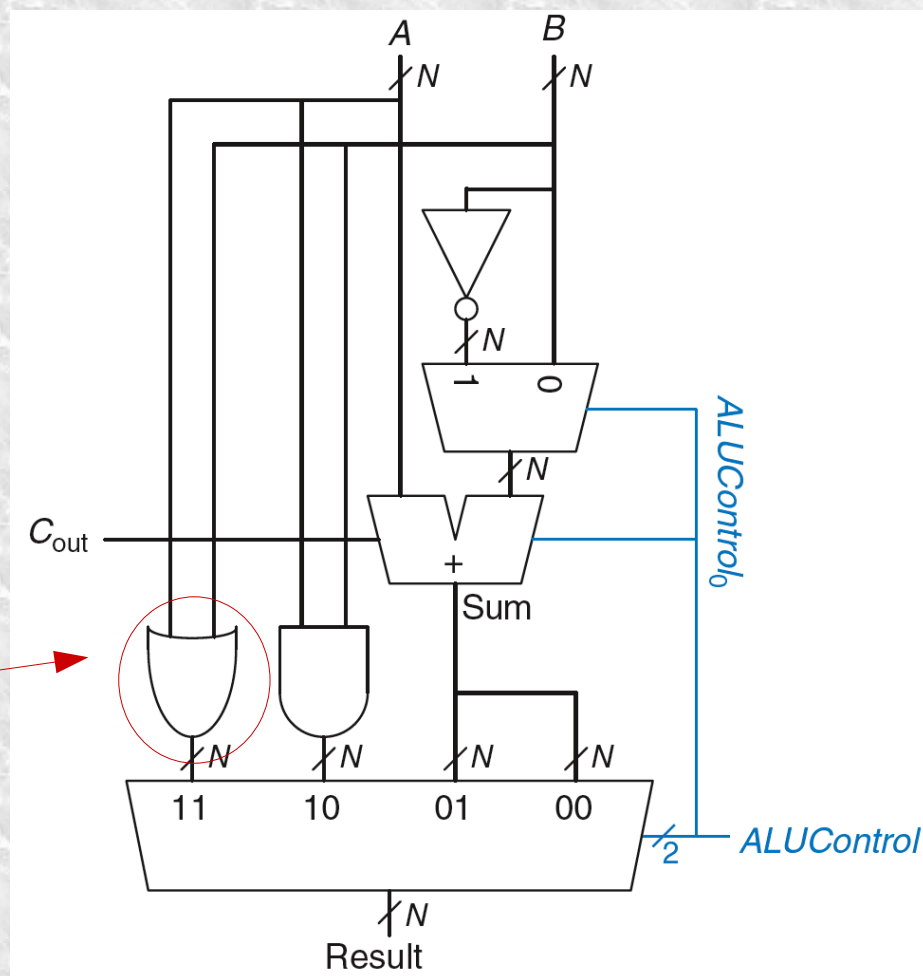
ALUControl _{1:0}	Функция
00	Add
01	Subtract
10	AND
11	OR

Пример: A OR B

ALUControl_{1:0} = 11

Избор на OR от мултиплексора

Result = A OR B



АЛУ – Аритметично-логическо устройство

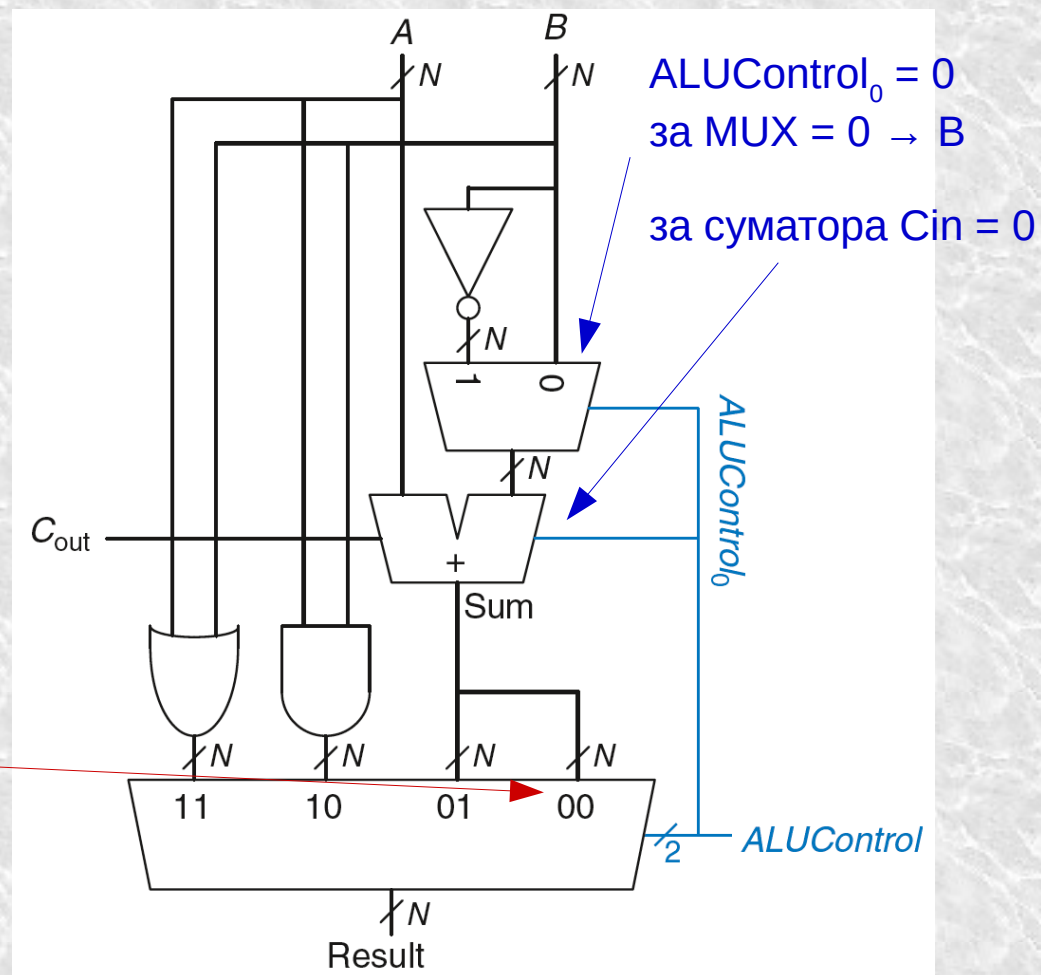
Пример – опростен модел

ALUControl _{1:0}	Функция
00	Add
01	Subtract
10	AND
11	OR

Пример: $A + B$

$ALUControl_{1:0} = 00$

Избор на *Sum* от мултиплексора
 $Result = A + B$



АЛУ – Аритметично-логическо устройство

Пример – опростен модел

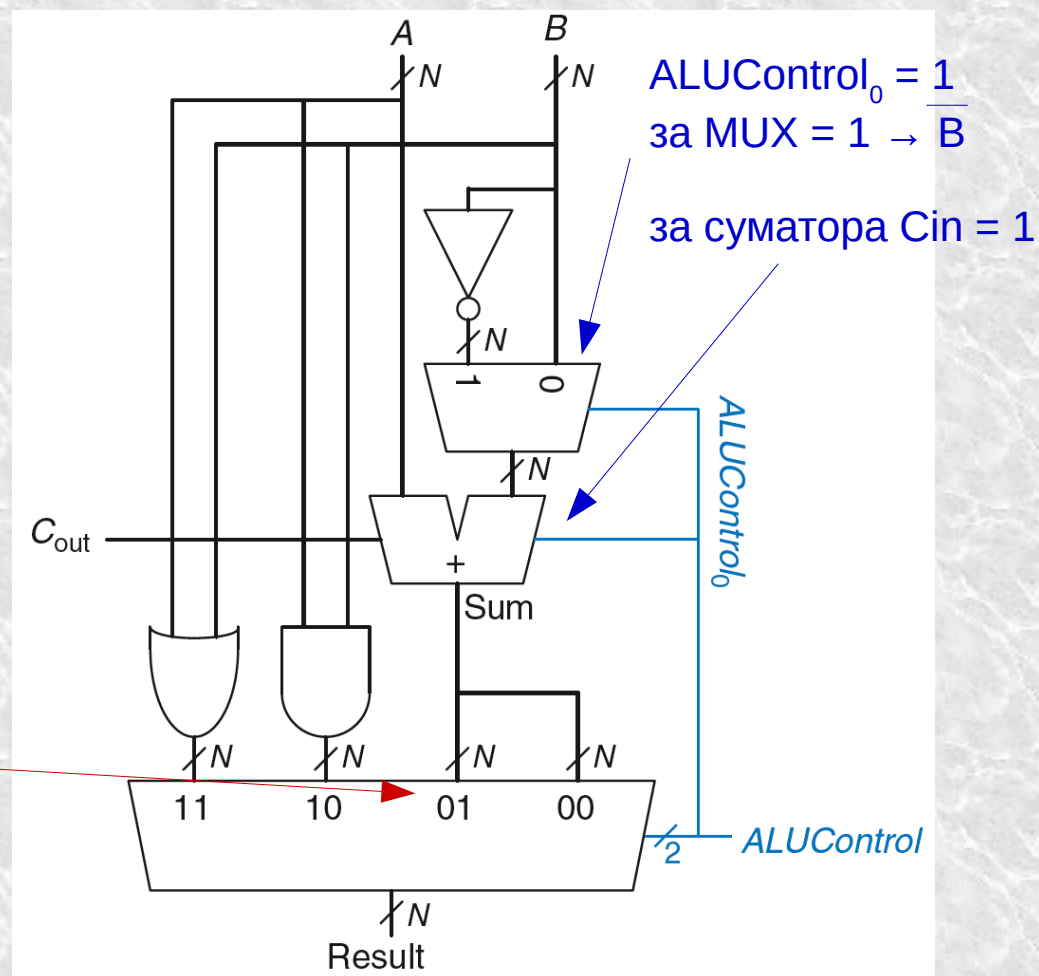
ALUControl _{1:0}	Функция
00	Add
01	Subtract
10	AND
11	OR

Пример: A - B

ALUControl_{1:0} = 01

Избор на Sum от мултиплексора

Result = A - B

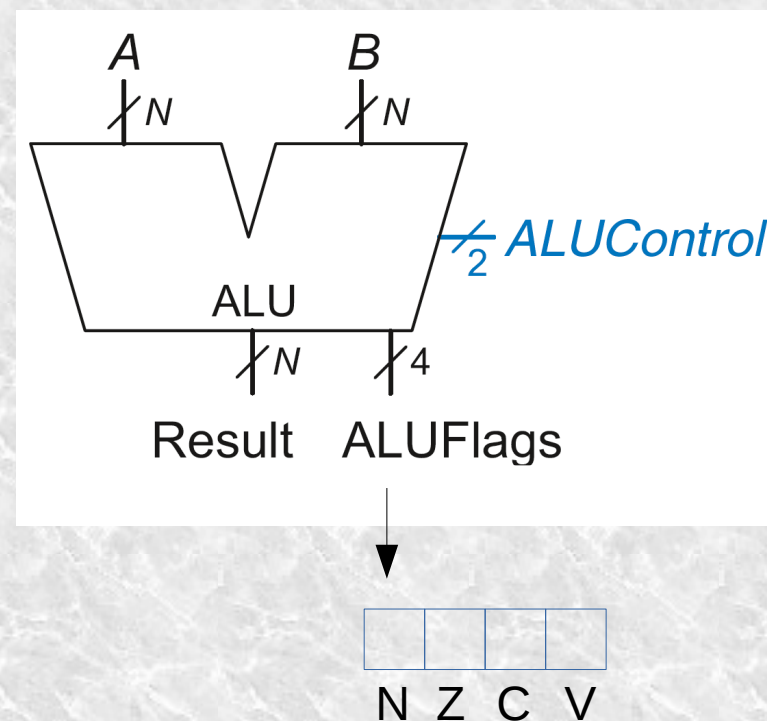


Аритметично-логическо устройство с флагов регистър

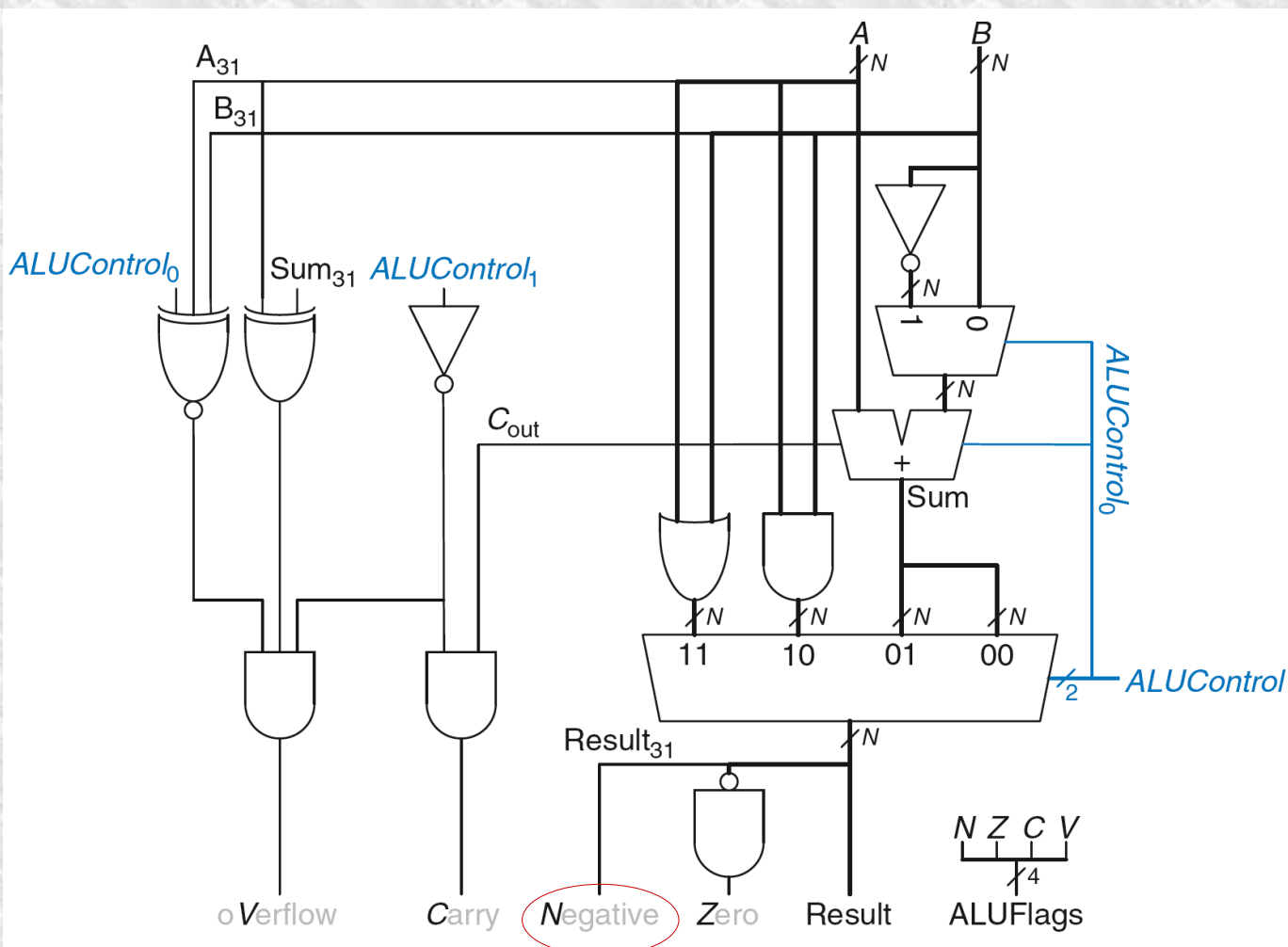
Пример – опростен модел

регистър за състояние

Flag	Описание
N	Отрицателен резултат Negative
Z	Нулев резултат Zero
C	Пренос Carry out
V	Препълване oVerflow

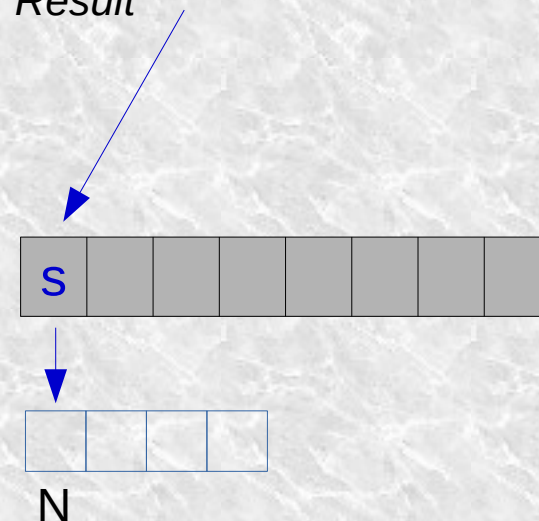


Аритметично-логическо устройство с флагов регистър

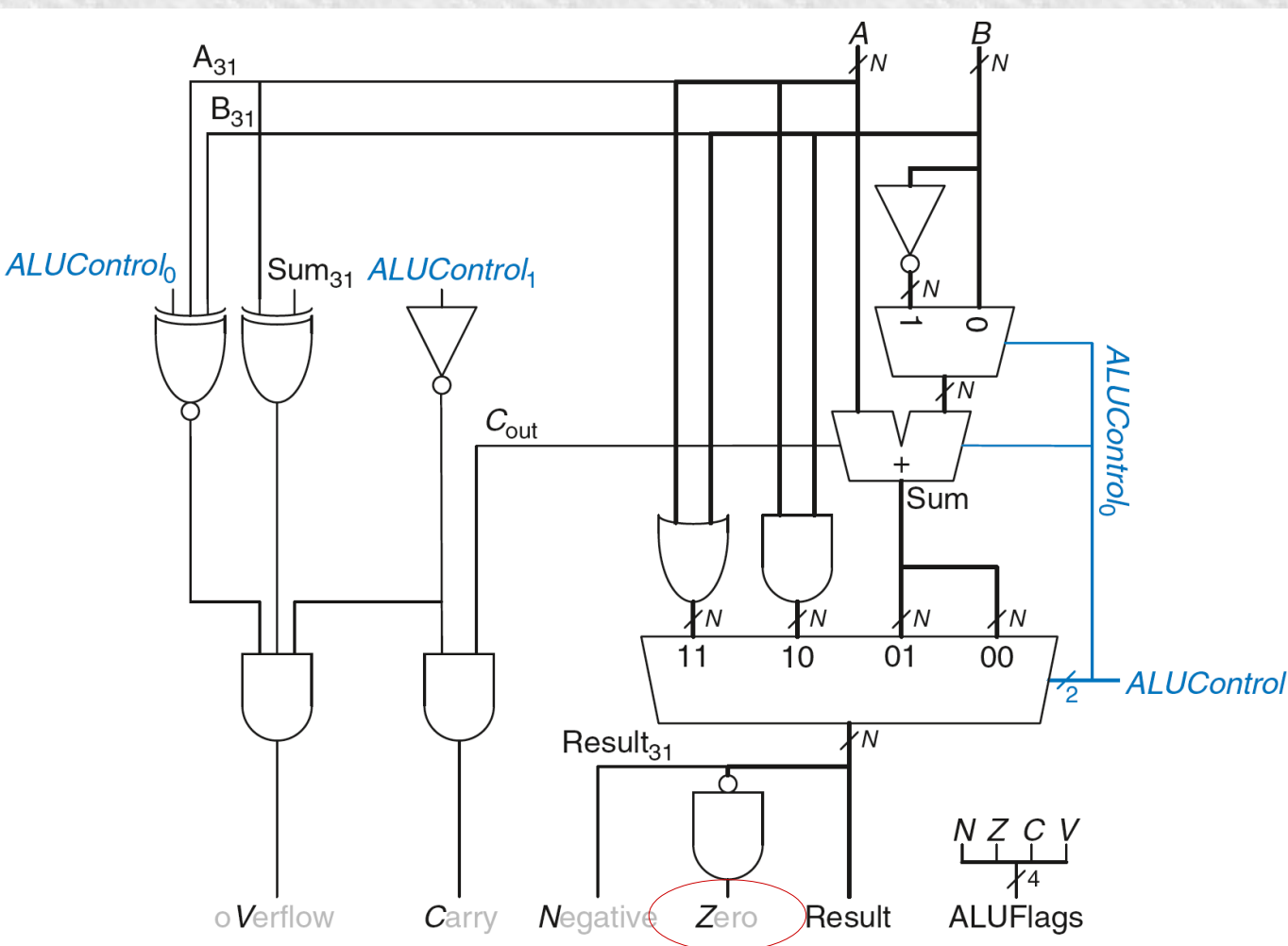


Флаг $N = 1$

- Отрицателен резултат
- N е свързан към MSB на *Result*

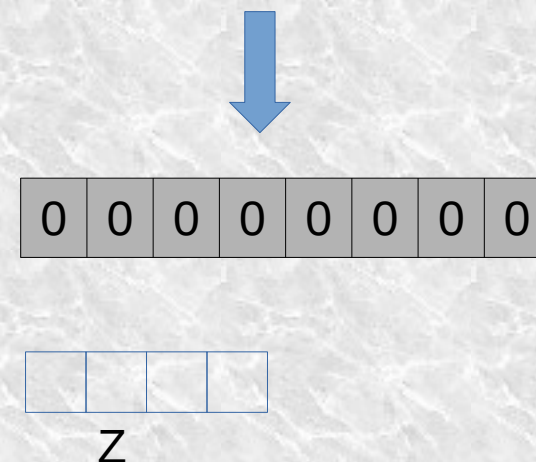


Аритметично-логическо устройство с флагов регистър

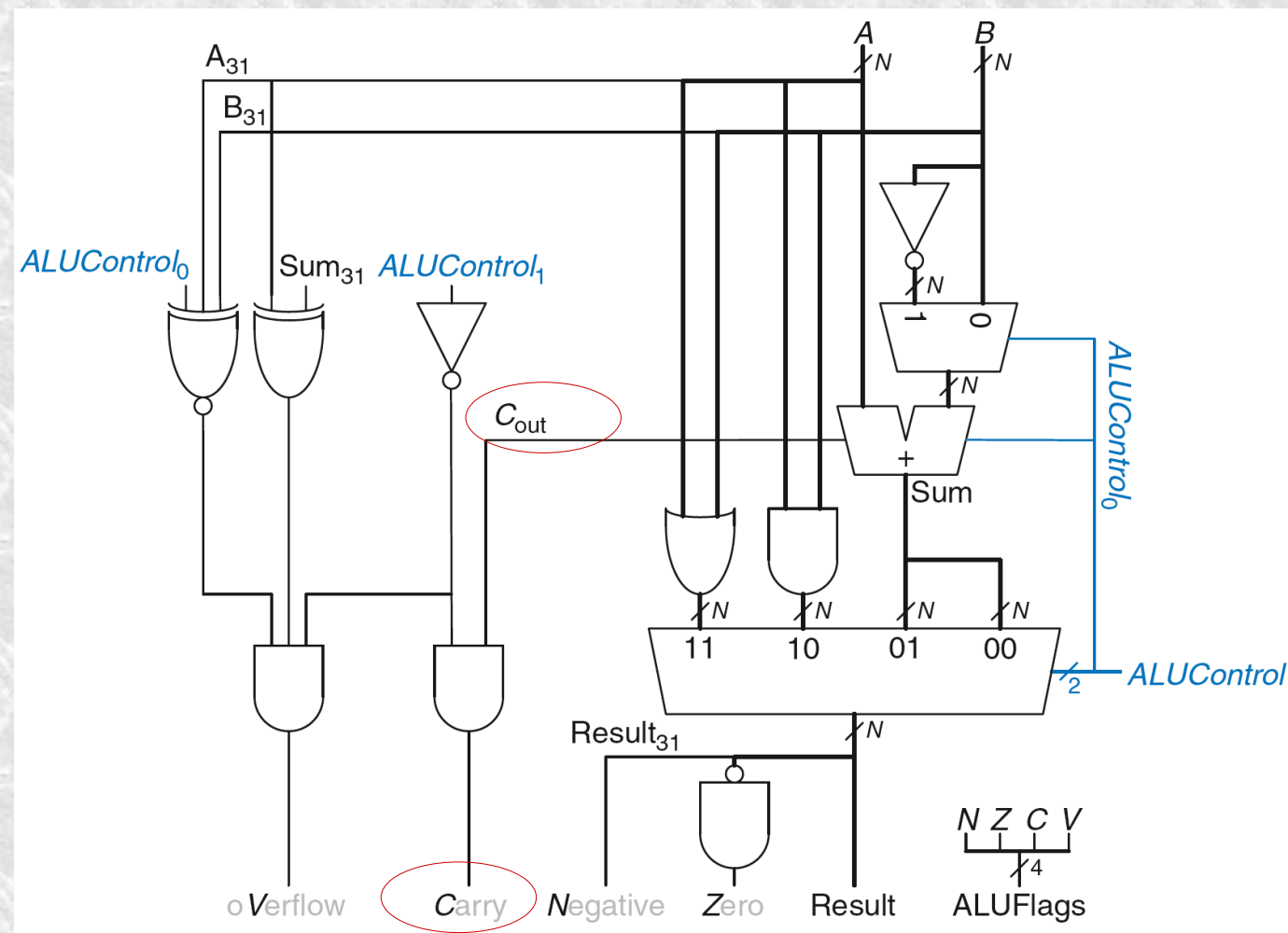


Флаг $Z = 1$

- Нулев резултат
- Всички битовете на *Result* са 0



Аритметично-логическо устройство с флагов регистър



Флаг C = 1

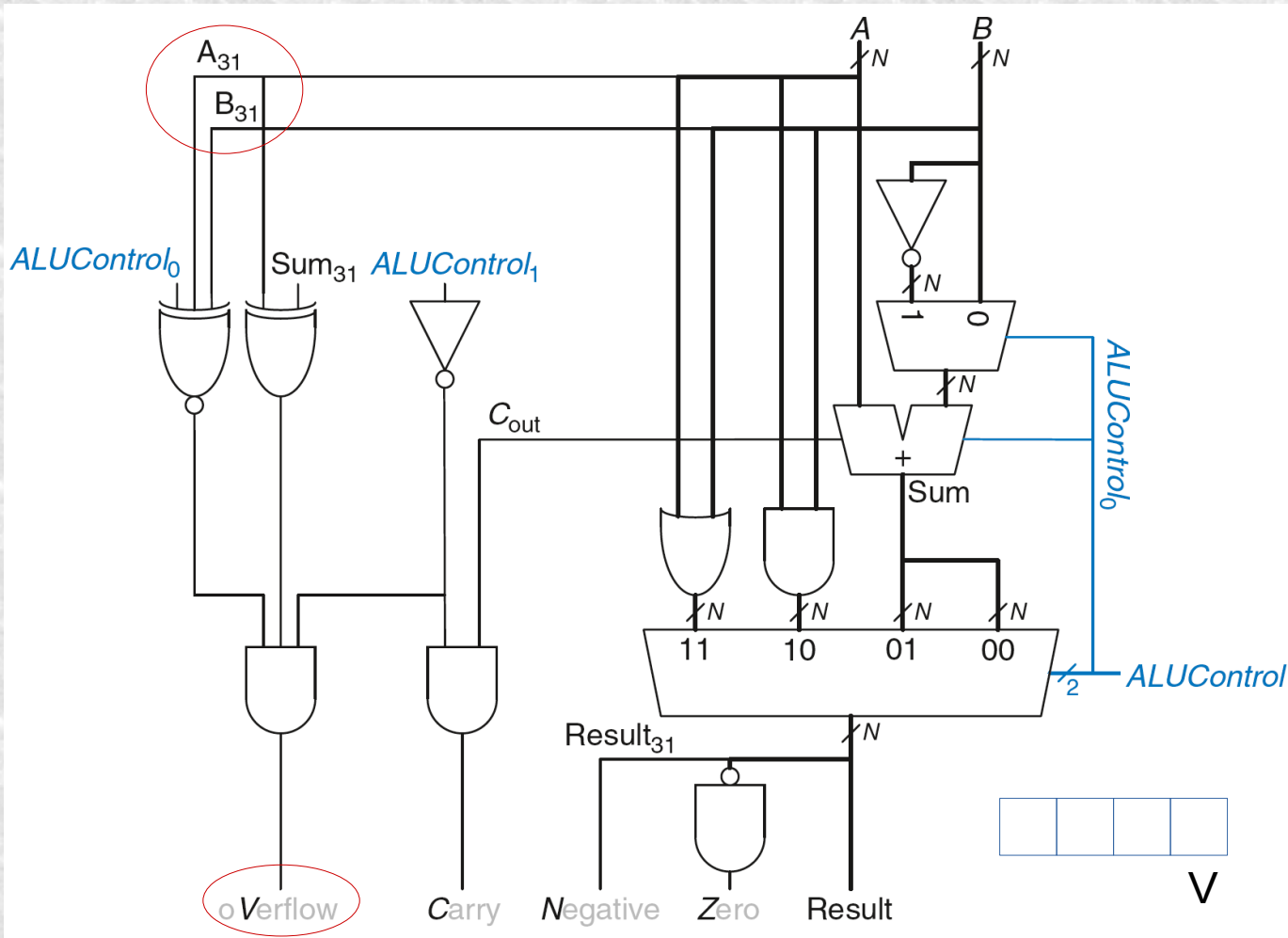
- C_{out} на суматора е 1
- **AND**
- АЛУ сумира или изважда (ALUControl е 00 или 01)



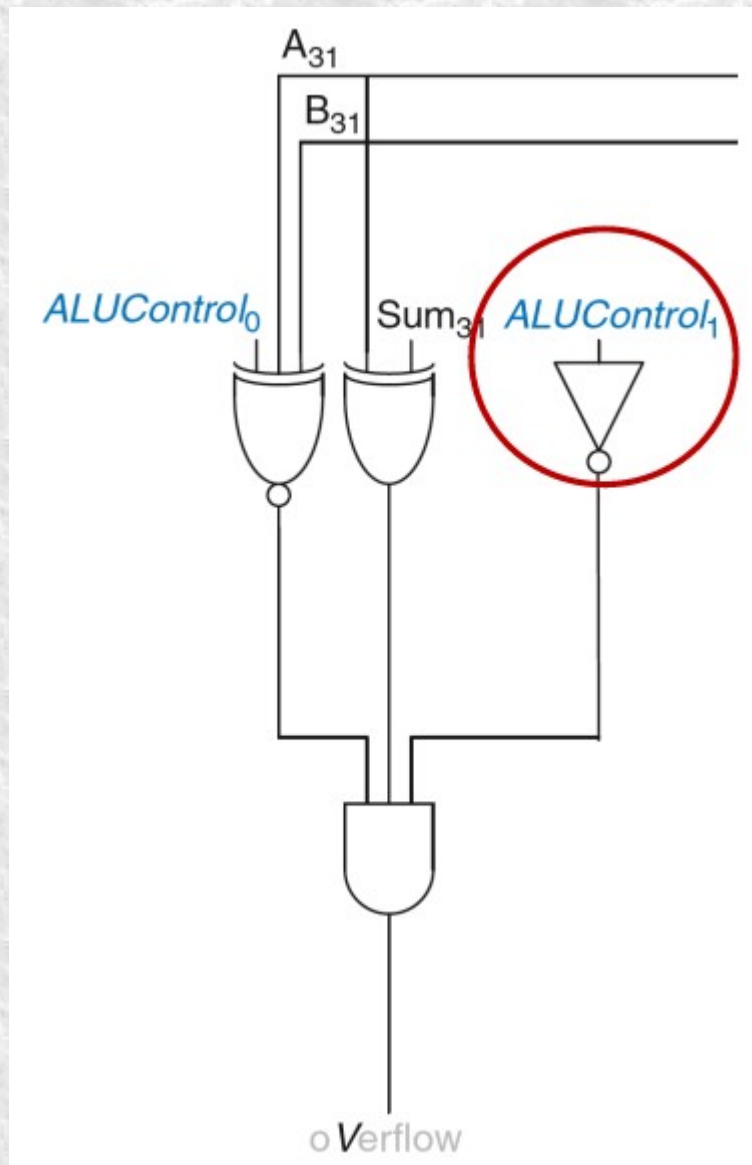
Аритметично-логическо устройство с флагов регистър

Флаг $V = 1$

- Когато сумирането на 2 числа с **еднакъв знак** води до **обръщане на знака**



Аритметично-логическо устройство с флагов регистър

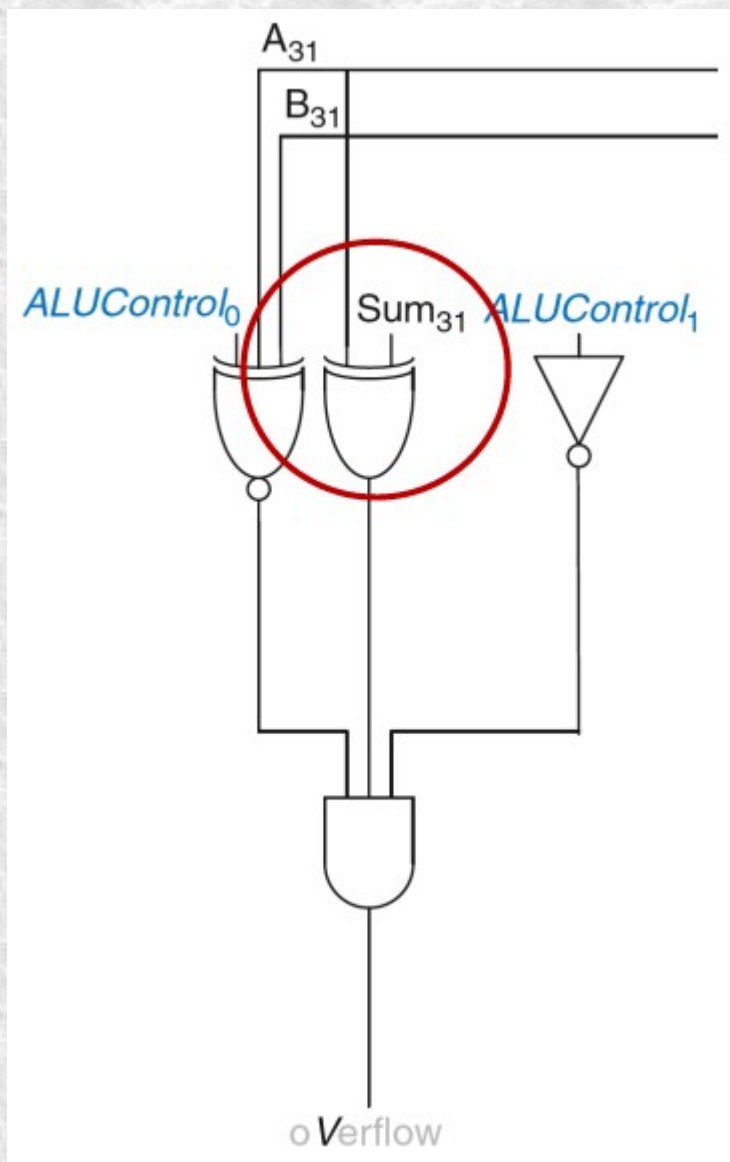


Флаг $V = 1$

ALU извършва събиране или изваждане
($ALUControl_1 = 0$)

$ALUControl_{1:0}$	Функция
00	Add
01	Subtract
10	AND
11	OR

Аритметично-логическо устройство с флагов регистър



Флаг $V = 1$

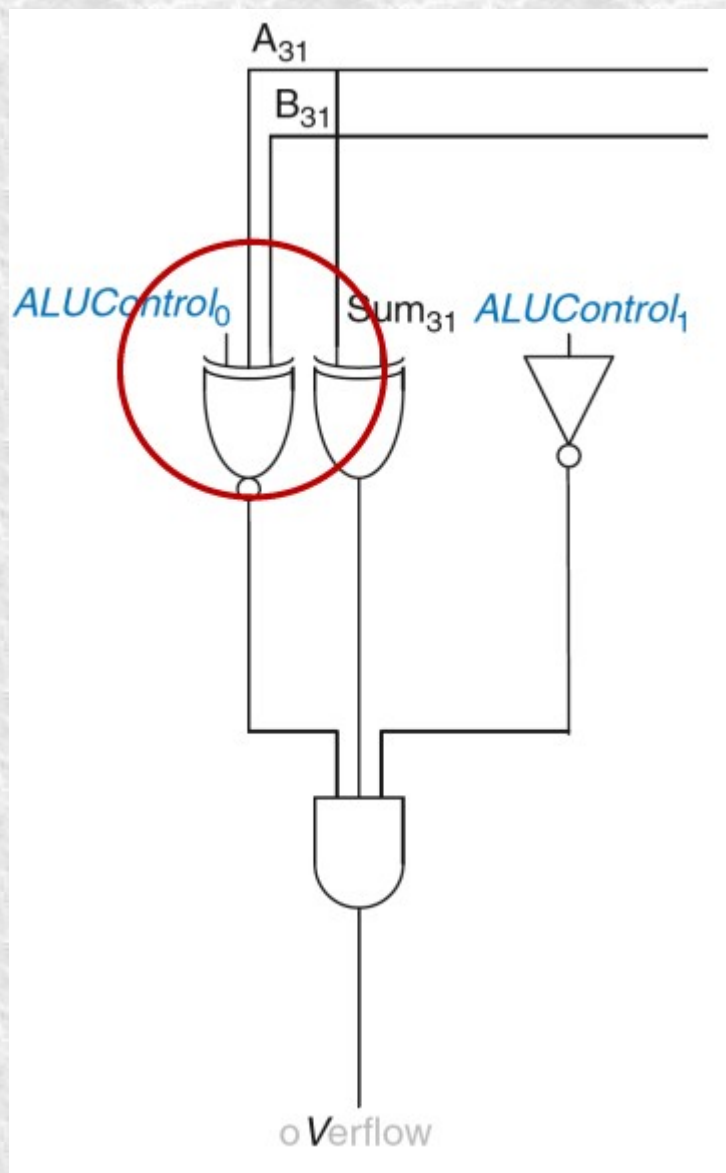
ALU извършва събиране или изваждане
($ALUControl_1 = 0$)

AND

A и Sum имат различен знак

$ALUControl_{1:0}$	Функция
00	Add
01	Subtract
10	AND
11	OR

Аритметично-логическо устройство с флагов регистър



Флаг $V = 1$

ALU извършва събиране или изваждане
($ALUControl_1 = 0$)

AND

A и Sum имат различен знак

AND

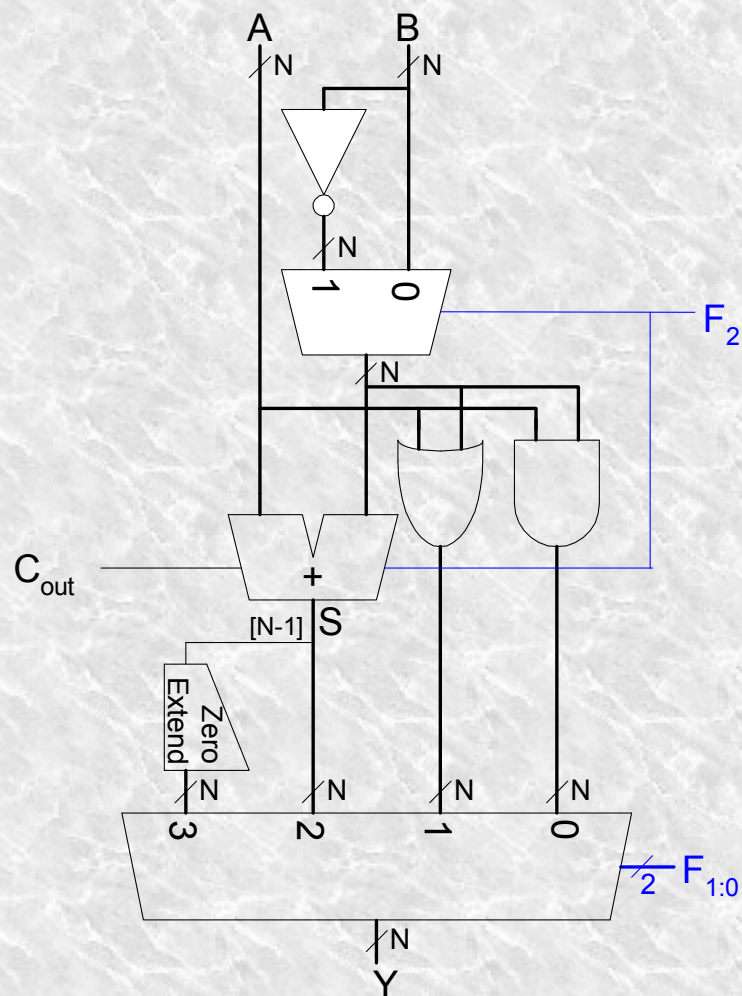
A и B имат еднакъв знак при събиране
($ALUControl_0 = 0$)

OR

A и B имат различен знак при изваждане
($ALUControl_0 = 1$)

$ALUControl_{1:0}$	Функция
00	Add
01	Subtract
10	AND
11	OR

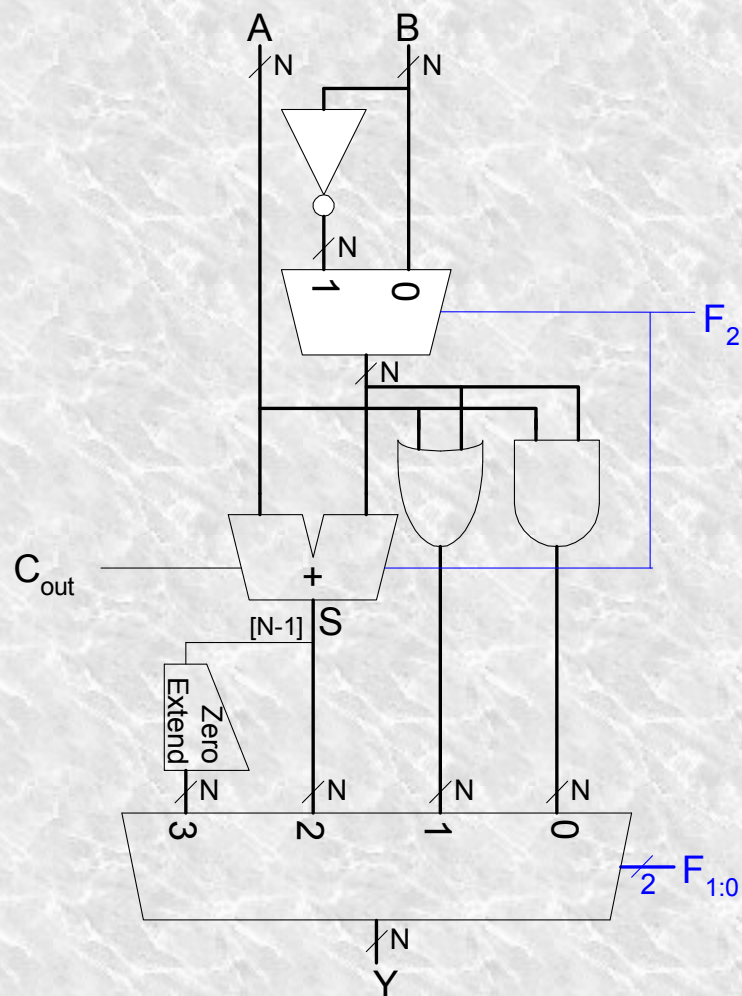
Аритметично-логическо устройство със 7 функции



$F_{2:0}$	Функция
000	$A \& B$
001	$A B$
010	$A + B$
011	not used
100	$A \& \sim B$
101	$A \sim B$
110	$A - B$
111	SLT

Set Less Than

Аритметично-логическо устройство със 7 функции



Ако 32-bit ALU е конфигурирано за SLT операция – например при $A = 25$ и $B = 32$

$A < B$, така че Y трябва да бъде 32-bit представяне на 1 ($0x00000001$)

$$F_{2:0} = 111$$

- $F_2 = 1$ (режим на изваждане),
 $25 - 32 = -7$
- -7 има 1 за знаков бит ($S_{31} = 1$)
- $F_{1:0} = 11$, $Y = S_{31}$ (zero extended) = $0x00000001$.

Аритметично-логическо устройство SN74LS181

разгледайте сайта:

<http://www.righto.com/2017/03/inside-vintage-74181-alu-chip-how-it.html>

Texas Instruments – 16 logic and 16 arithmetic functions

SELECTION				ACTIVE-HIGH DATA		
				M = H LOGIC FUNCTIONS	M = L; ARITHMETIC OPERATIONS	
					$\overline{C}_n = H$ (no carry)	$\overline{C}_n = L$ (with carry)
S3	S2	S1	S0			
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	$F = A \oplus B$	$F = A \text{ PLUS } B$	$F = A \text{ PLUS } B \text{ PLUS } 1$
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	$F = 1$	$F = A \text{ PLUS } A$	$F = A \text{ PLUS } A \text{ PLUS } 1$
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	$F = A$	$F = A \text{ MINUS } 1$	$F = A$

Аритметично-логическо устройство SN74LS181

разгледайте сайта:

<http://www.righto.com/2017/03/inside-vintage-74181-alu-chip-how-it.html>

Texas Instruments – 16 logic and 16 arithmetic functions

