



МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **130152** (13) **U**  
(51) МПК  
**G06F 7/50** (2006.01)

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2018 05910</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>29.05.2018</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>26.11.2018</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>26.11.2018, Бюл.№ 22</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Краснобаєв Віктор Анатолійович (UA), Замула Олександр Андрійович (UA), Рассомахін Сергій Геннадійович (UA), Янко Аліна Сергіївна (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В.Н. КАРАЗІНА, пл. Свободи, 4, м. Харків, 61022 (UA)</b></p>
--	--

**(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДОДАВАННЯ ТА ВІДНІМАННЯ ЧИСЕЛ ЗА МОДУЛЕМ ТРИ У СИСТЕМІ ЗАЛИШКОВИХ КЛАСІВ**

**(57) Реферат:**

Пристрій для додавання та віднімання чисел за модулем три у системі залишкових класів містить перший і другий вхідні та вихідний регістри, перший, другий, третій, четвертий, п'ятий і шостий елементи І, перший і другий елементи АБО, перший і другий елементи АБО-НІ і перший і другий суматори за модулем два. Пристрій додатково містить сьомий і восьмий елементи І, інвертор за модулем  $m=3$  і третій елемент АБО.

**UA 130152 U**



Корисна модель (пристрій) належить до області обчислювальної техніки і призначена для додавання та віднімання чисел за модулем три у системі залишкових класів (СЗК).

Відомий пристрій (аналог) для додавання чисел за модулем три у системі залишкових класів (СЗК), що містить елементи АБО, НІ, групи елементів АБО і НІ, комутатори та ін. (Сидоров А.М. Методы контроля электронных цифровых машин. - М.: Советское радио, 1966, с. 133, рис.4.140).

Недолік аналогу - низькі функціональні можливості пристрою. Це обумовлено неможливістю виконання пристроєм арифметичної операції віднімання чисел за модулем три у СЗК.

Близьким за технічною суттю і результатом, що досягається (аналогом), є суматор за модулем три (А.С. СРСР №1156063, МПИ G06F 7/50), що містить елементи АБО та І, а також групи елементів І, АБО.

Недолік аналогу - низькі функціональні можливості пристрою. Це обумовлено неможливістю виконання пристроєм арифметичної операції віднімання чисел за модулем три у СЗК.

Близьким за технічною суттю і результатом, що досягається (аналогом), є пристрій для додавання в модулярній системі числення за модулем три (корисна модель № 61734 Україна, МПК (2011.01) G06F 7/08 (2006.01), F01C 11/00), що містить вхідні та вихідні регістри, елементи АБО та І, а також групи елементів І, АБО, а також перший і другий суматори.

Недолік аналогу - низькі функціональні можливості пристрою. Це обумовлено неможливістю виконання пристроєм арифметичної операції віднімання чисел за модулем три у СЗК.

Найбільш близьким до запропонованої корисної моделі за технічною суттю і результатом, що досягається, є пристрій для підсумовування в модулярній системі числення за модулем три (корисна модель № 42437 Україна, МПК G06F 7/50 (2009.01), заявка u200814704. Бюл. № 13, від 10.07.2009. Пристрій містить перший та другий вхідні регістри, вихідний регістр, шість елементів І, два елементи АБО, два елементи АБО-НІ та два суматори за модулем два, при цьому перший та другий входи пристрою підключено відповідно до входів першого та другого вхідних регістрів. Вихід першого елемента АБО підключено до входу молодшого  $s_1$  розряду вихідного регістра. Виходи другого елемента АБО підключено до старшого  $s_2$  розряду вихідного регістра, вихід якого є виходом пристрою. Входи першого елемента І підключено до входів молодших  $a_1, b_1$  розрядів чисел А і В. Входи другого елемента І підключено до входів старших  $a_2, b_2$  розрядів чисел. Виходи третього та четвертого елементів І підключено до входів першого елемента АБО. Виходи п'ятого та шостого елементів І підключено до входів другого елемента АБО. Виходи молодших  $a_1, b_1$  розрядів першого та другого вхідних регістрів підключено до входів першого елемента АБО-НІ та першого суматора за модулем два. Виходи старших  $a_2, b_2$  розрядів вхідних регістрів підключено до входів другого елемента АБО-НІ і до входів другого суматора за модулем два. До входів третього елемента І підключено вихід першого елемента АБО-НІ та вихід другого елемента І. До входів четвертого елемента І підключено вихід першого суматора за модулем два і вихід другого елемента АБО-НІ. До входів п'ятого елемента І підключено вихід першого елемента І і вихід другого елемента АБО-НІ. До входів шостого елемента І підключено вихід першого елемента АБО-НІ і вихід другого суматора за модулем два.

Недолік найближчого аналогу - низькі функціональні можливості пристрою. Це обумовлено неможливістю виконання пристроєм арифметичної операції віднімання чисел за модулем три у СЗК.

В основу корисної моделі поставлено задачу розширення функціональних можливостей пристрою за рахунок, додатково до виконання арифметичної операції додавання чисел за модулем три, виконання також арифметичної операції віднімання чисел за модулем три у СЗК. Це досягається шляхом урахування модульного співвідношення виду  $(A-B) \bmod m = [A+(m-B)] \bmod m$ .

Поставлена задача (мета) вирішується тим, що пристрій для додавання та віднімання чисел за модулем три у системі залишкових класів, містить перший і другий вхідні та вихідні регістри, перший, другий, третій, четвертий, п'ятий і шостий елементи І, перший і другий елементи АБО, перший і другий елементи АБО-НІ і перший і другий суматори за модулем два, при цьому перший вхід пристрою підключено до входу першого вхідного регістра, вихід молодшого  $a_1$  розряду першого вхідного регістра підключено до перших входів перших елементів І і АБО-НІ та до першого входу першого суматора за модулем два, вихід молодшого  $b_1$  розряду другого вхідного регістра підключено до других входів перших елементів І і АБО-НІ та до другого входу першого суматора за модулем два, вихід старшого  $a_2$  розряду першого вхідного регістра підключено до перших входів других елементів І і АБО-НІ та до першого входу другого суматора за модулем два, вихід старшого  $b_2$  розряду другого вхідного регістра підключено до других входів других елементів І і АБО-НІ та до другого входу другого суматора

за модулем два, вихід першого елемента I підключено до першого входу третього елемента I, вихід першого елемента АБО-НІ підключено до перших входів четвертого та п'ятого елементів I, вихід першого суматора за модулем два підключено до першого входу шостого елемента I, а вихід другого елемента I підключено до другого входу четвертого елемента I, вихід другого суматора за модулем два підключено до другого входу п'ятого елемента I, виходи четвертого та шостого елементів I через перший елемент АБО підключено до входу молодшого  $c_1$  розряду вихідного регістра, а виходи третього та п'ятого елементів I через другий елемент АБО підключено до старшого  $c_2$  розряду вихідного регістра, вихід якого є виходом пристрою, додатково містить сьомий і восьмий елементи I, інвертор за модулем  $m = 3$  і третій елемент АБО, при цьому другий вхід пристрою підключено до перших входів сьомого та восьмого елементів I, до других входів яких підключено шини ознак операцій відповідно додавання і віднімання, вихід восьмого елемента I підключено до першого входу інвертора за модулем  $m=3$ , до другого входу якого підключена шина подачі значення  $m = 3$ , а виходи сьомого елемента I і інвертора за модулем  $m = 3$  через третій елемент АБО підключені до входу другого вхідного регістру пристрою.

На фіг. 1 приведено блок-схему запропонованої корисної моделі, де: 1 - перший вхід пристрою; 2 - перший вхідний регістр; 3 - перший елемент I; 4 - елемент АБО-НІ; 5 - перший суматор за модулем два; 6 - другий вхідний регістр; 7 - другий елемент I; 8 - другий елемент АБО-НІ; 9 - другий суматор за модулем два; 10, 11, 12 і 13 - третій, четвертий, п'ятий і шостий елементи I; 14 - перший елемент АБО; 15 - вихідний регістр; 16 - другий елемент АБО; 17 - вихід пристрою; 18 - другий вхід пристрою; 19, 20 - сьомий і восьмий елементи I; 21, 22 - шини подачі сигналів ознак операцій відповідно додавання і віднімання; 23 - інвертор за модулем  $m=3$ ; 24 - шина подачі значення модуля  $m=3$ ; 25 - третій елемент АБО.

Перший 1 вхід пристрою підключено до входу першого 2 вхідного регістра. Вихід молодшого  $a_1$  розряду першого 2 вхідного регістра підключено до перших входів першого 3 елемента I і першого 4 елемента АБО-НІ та до першого входу першого 5 суматора за модулем два. Вихід молодшого 6 розряду другого 6 вхідного регістра підключено до другого входу першого 3 елемента I і другого входу першого 4 елемента АБО-НІ та до другого входу першого 5 суматора за модулем два. Вихід старшого  $a_2$  розряду першого 2 вхідного регістра підключено до перших входів другого 7 елемента I і другого 8 елемента АБО-НІ та до першого входу другого 9 суматора за модулем два. Вихід старшого  $b_2$  розряду другого 6 вхідного регістра підключено до других входів другого 7 елемента I і другого 8 елемента АБО-НІ та до другого 9 входу другого суматора за модулем два. Вихід першого 3 елемента I підключено до першого входу третього 10 елемента I, вихід першого 4 елемента АБО-НІ підключено до перших входів четвертого 11 та п'ятого 12 елементів I, вихід першого 5 суматора за модулем два підключено до першого входу шостого 13 елемента I. Вихід другого 7 елемента I підключено до другого входу четвертого 11 елемента I, вихід другого 8 елемента АБО-НІ підключено до других входів третього 10 та шостого 13 елементів I, вихід другого 9 суматора за модулем два підключено до другого входу п'ятого 12 елемента I. Виходи четвертого 11 та шостого 13 елементів I через перший 14 елемент АБО підключено до входу молодшого  $c_1$  розряду вихідного 15 регістра, а виходи третього 10 та п'ятого 12 елементів I через другий 16 елемент АБО підключено до старшого  $c_2$  розряду вихідного 15 регістра, вихід якого є виходом 17 пристрою. Другий 18 вхід пристрою підключено до перших входів сьомого 19 та восьмого 20 елементів I, до других входів яких підключено шини 21 і 22 ознак операцій відповідно додавання і віднімання. Вихід восьмого 20 елемента I підключено до першого входу інвертора 23 за модулем  $m=3$ , до другого входу якого підключена шина 24 подачі значення  $m = 3$ , а виходи сьомого 19 елемента I і інвертора 23 за модулем  $m = 3$  через третій 25 елемент АБО підключені до входу другого 6 вхідного регістра пристрою.

Пристрій функціонує у двох режимах. Перший режим - режим додавання чисел  $(A+B) \bmod m$ . Другий режим - режим віднімання чисел  $(A-B) \bmod m$ .

Перший режим. Присутній сигнал шини 21. В цьому випадку за першим 1 входом пристрою до першого 2 вхідного регістра надходить значення першого числа  $A = (a_2a_1)$ , а за другим 18 входом пристрою через відкритий елемент 19 I, через елемент 25 АБО до другого 6 вхідного регістра надходить значення другого числа  $B = (b_2b_1)$ . Числа  $A = (a_2a_1)$  і  $B = (b_2b_1)$  можуть приймати три значення 00, 01 і 10, де  $a_1, b_1$  молодші розряди чисел  $A = (a_2a_1)$  і  $B = (b_2b_1)$ , а  $a_2, b_2$  - старші розряди. Розрядів приймають значення 0 або 1. Елементи 3-16 формують двійкові значення результату  $C = (c_2c_1)$  операцій додавання або віднімання чисел  $A = (a_2a_1)$  і  $B = (b_2b_1)$ .

Другий режим. Присутні сигнали шин 22 і 24. За другим 18 входом пристрою значення другого числа  $B = (b_2b_1)$ , через відкритий елемент 20 I, надходить до входу інвертора 23, з

виходу якого значення  $m-B$  через елемент АБО 25 надходить до входу другого 6 вхідного регістра. У подальшому робота аналогічна роботі пристрою у першому режимі для чисел  $A$  і  $m-B$ .

5 Розглянемо приклад конкретного виконання операцій додавання та віднімання чисел  $A = (a_2a_1)$  і  $B = (b_2b_1)$  за модулем  $m=3$ . Нехай  $A = (10)$  і  $B = (10)$ . Алгоритм виконання операцій додавання та віднімання чисел  $A = (10)$  і  $B = (10)$  за модулем  $m=3$  представлені відповідно в таблицях 1 і 2.

Перевірка результату обчислень (значення регістра 15 в табл.1):  $C = A+B = 10+10=01(\text{mod}3)$ .

Перевірка результату обчислень (значення регістра 15 в табл.2):  $C = A-B = 10-10=00(\text{mod}3)$ .

10

Таблиця 1

Алгоритм функціонування пристрою у першому (додавання) режимі

Значення числа A на вході 1 A=10	Значення числа A у регістрі 2 A=10	Значення даних на входах і виходах елементів			Значення даних на входах і виходах елементів			Значення даних на входах і виходах елементів			Значення регістра 15
		Входи	Елементи	Виходи	Входи	Елементи	Виходи	Входи	Елементи	Виходи	
Значення числа B на вході 18 B=10	Значення числа B у регістрі 6 B=10	0 0	3	0	1 1	11	1	1 0	14	$C_1=1$	C=C <sub>2</sub> C <sub>1</sub> , C=01
		0 0	4	1	0 1	13	0	0 0	16	$C_2=0$	
		0 0	5	0	0 0	10	0				
		1 1	7	1	1 0	12	0				
		1 1	8	0							
		1 1	9	0							

Таблиця 2

Алгоритм функціонування пристрою у другому (віднімання) режимі

Значення числа A на вході 1 A=10	Значення числа A у регістрі 2 A=10	Значення даних на входах і виходах елементів			Значення даних на входах і виходах елементів			Значення даних на входах і виходах елементів			Значення регістра 15
		Входи	Елементи	Виходи	Входи	Елементи	Виходи	Входи	Елементи	Виходи	
Значення числа B на вході 18 A=10	Значення числа B у регістрі 6 $B = (m-10) \text{mod} 3 = 11-10=01$	0 1	3	0	0 0	11	0	0 0	14	$C_1=0$	C = C <sub>2</sub> C <sub>1</sub> , C = 00
		0 1	4	0	1 0	13	0	0 0	16	$C_2=0$	
		0 1	5	1	1 0	10	0				
		1 0	7	0	0 1	12	0				
		1 0	8	0							
		1 0	9	1							

15 Таким чином, запропонована корисна модель суттєво розширює функціональні можливості пристрою-аналогу за рахунок додаткового виконання арифметичної операції додавання чисел за модулем три, виконання також арифметичної операції віднімання чисел за модулем три у СЗК. Це досягається шляхом урахування модульного співвідношення вигляду  $(A-B) \text{mod} m = [A+(m-B)] \text{mod} m$ .

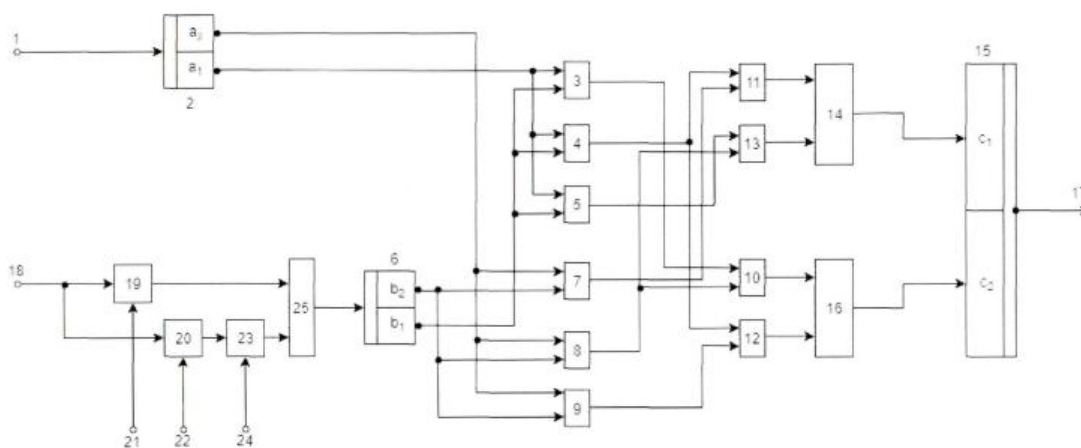
### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

20

Пристрій для додавання та віднімання чисел за модулем три у системі залишкових класів, що містить перший і другий вхідні та вихідний регістри, перший, другий, третій, четвертий, п'ятий і шостий елементи I, перший і другий елементи АБО, перший і другий елементи АБО-НІ і перший і другий суматори за модулем два, при цьому перший вхід пристрою підключено до входу першого вхідного регістра, вихід молодшого  $a_1$  розряду першого вхідного регістра підключено до перших входів перших елементів I і АБО-НІ та до першого входу першого суматора за

25

модулем два, вихід молодшого  $b_1$  розряду другого вхідного регістра підключено до других входів перших елементів I і АБО-НІ та до другого входу першого суматора за модулем два, вихід старшого  $a_2$  розряду першого вхідного регістра підключено до перших входів других елементів I і АБО-НІ та до першого входу другого суматора за модулем два, вихід старшого  $b_2$  розряду другого вхідного регістра підключено до других входів других елементів I і АБО-НІ та до другого входу другого суматора за модулем два, вихід першого елемента I підключено до першого входу третього елемента I, вихід першого елемента АБО-НІ підключено до перших входів четвертого та п'ятого елементів I, вихід першого суматора за модулем два підключено до першого входу шостого елемента I, а вихід другого елемента I підключено до другого входу четвертого елемента I, вихід другого елемента АБО-НІ підключено до других входів третього та шостого елементів I, вихід другого суматора за модулем два підключено до другого входу п'ятого елемента I, виходи четвертого та шостого елементів I через перший елемент АБО підключено до входу молодшого  $c_1$  розряду вихідного регістра, а виходи третього та п'ятого елементів I через другий елемент АБО підключено до старшого  $c_2$  розряду вихідного регістра, вихід якого є виходом пристрою, який **відрізняється** тим, що пристрій додатково містить сьомий і восьмий елементи I, інвертор за модулем  $m=3$  і третій елемент АБО, при цьому другий вхід пристрою підключено до перших входів сьомого та восьмого елементів I, до других входів яких підключено шини ознак операцій відповідно додавання і віднімання, вихід восьмого елемента I підключено до першого входу інвертора за модулем  $m=3$ , до другого входу якого підключена шина подачі значення  $m=3$ , а виходи сьомого елемента I і інвертора за модулем  $m=3$  через третій елемент АБО підключені до входу другого вхідного регістра пристрою.



Фіг. 1

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601