



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 149865

(13) U

(51) МПК

G06F 7/06 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

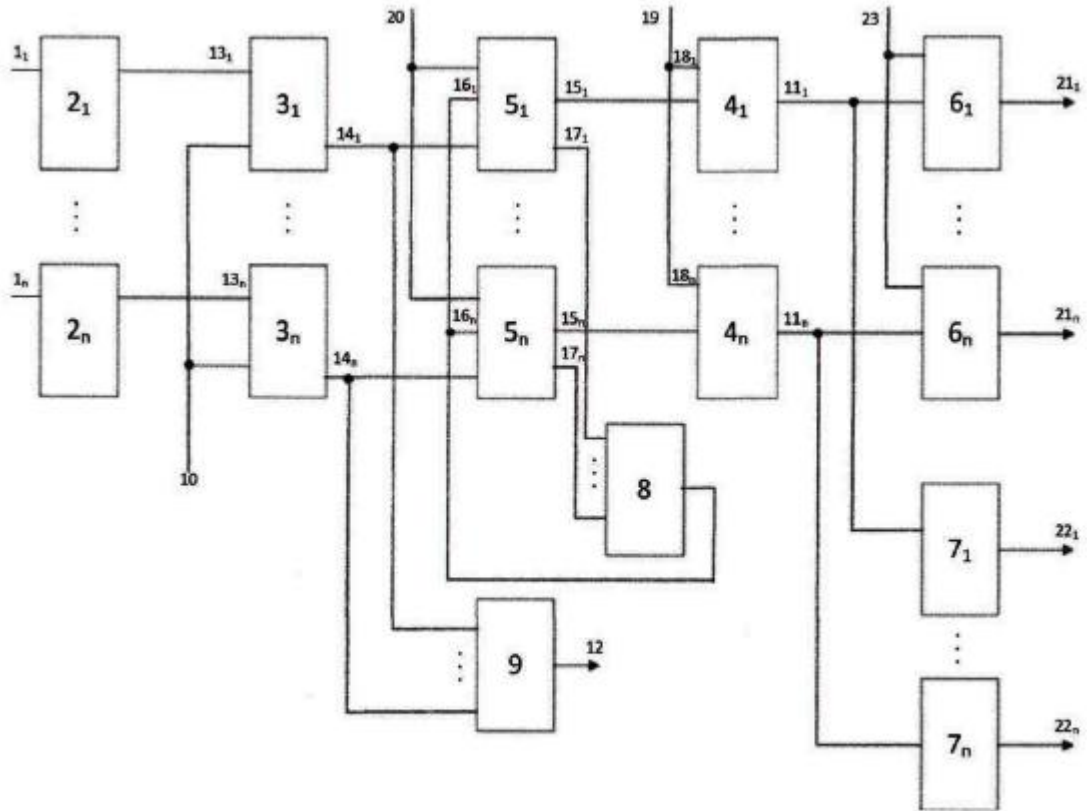
(21) Номер заявки: <b>u 2021 04359</b>	(72) Винахідник(и): <b>Мартинюк Тетяна Борисівна (UA), Круківський Богдан Ігорович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>26.07.2021</b>	(73) Володілець (володільці): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>09.12.2021</b>	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>08.12.2021, Бюл.№ 49</b>	

## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ РАНЖУВАННЯ ЧИСЕЛ

### (57) Реферат:

Пристрій для ранжування чисел, що містить  $n$  регістрів, де  $n$ -кількість чисел, які сортуються, та  $n$  вихідних лічильників, причому виходи розрядів  $i$ -го вихідного лічильника є виходами рангу  $i$ -го числа пристрою,  $n$  вхідних лічильників,  $n$  вузлів рангу, елемент АБО та елемент І, причому інформаційні входи пристрою з'єднані з входами відповідних регістрів, вхід початкового встановлення пристрою з'єднаний з першим входом  $n$  вузлів рангів, вхід тактових імпульсів пристрою підключений до входу зворотної лічби  $n$  вхідних лічильників, а вихід елемента І є виходом сигналу "Кінець" пристрою, інформаційні входи  $n$  вхідних лічильників з'єднані з виходами відповідних регістрів, а вихід кожного з  $n$  вхідних лічильників є виходом ознаки нуля відповідного вхідного лічильника і з'єднаний з другим входом відповідного вузла рангів, а також з відповідним входом елемента І, вихід кожного з  $n$  вузлів рангів з'єднаний з входом прямої лічби відповідного вихідного лічильника, інформаційний вхід якого з'єднаний з інформаційним входом початкового стану пристрою, вихід ознаки кожного з  $n$  вузлів рангів з'єднаний з відповідним входом елемента АБО, вихід якого підключений до входу дозволу кожного з  $n$  вузлів рангів, згідно з корисною моделлю, введено  $n$  компараторів та  $n$  індикаторів, причому виходи рангів вихідних лічильників з'єднані з другими входами відповідних компараторів, а також з'єднані з входами відповідних елементів індикації, вхід ключа пристрою з'єднаний з першим входом кожного з  $n$  компараторів, виходи яких є відповідними адресними виходами пристрою, а виходи  $n$  елементів індикації є виходами індикації пристрою.

UA 149865 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до обчислювальної техніки і може бути використана у спеціалізованих обчислювальних засобах та пристроях обробки даних.

Відомий пристрій для ранжування чисел (а.с. СРСР № 1363184, м.кл. G06F 7/06, 1987 р., бюл. № 48), що містить розподільувач імпульсів,  $n$  регістрів,  $n$  схем порівняння, де  $n$  - кількість чисел, які сортуються,  $n$  лічильників, групи елементів I перезапису чисел, вузол підрахунку кількості одиниць, проміжний регістр,  $n$  тригерів,  $n$  елементів I аналізу першої групи, причому виходи розрядів  $i$ -го регістра, де  $i=1, 2, \dots, n$ , з'єднані з входами першої групи  $i$ -ої схеми порівняння, входи другої групи якої з'єднані з виходами розрядів проміжного регістра, перший вихід підключений до першого входу  $i$ -го елемента I аналізу першої групи, другий вхід якого з'єднаний з прямим виходом  $i$ -го тригера, вхід встановлення в одиничний стан якого з'єднаний з  $i$ -м виходом розподільувача імпульсів і керуючими входами елементів I перезапису чисел  $i$ -ої групи, тактовий вхід розподільувача імпульсів підключений до тактового входу пристрою, крім того, пристрій містить  $n$  елементів I аналізу другої групи,  $n$  груп елементів I перезапису рангу, причому інформаційні входи пристрою з'єднані з інформаційними входами відповідних елементів I перезапису чисел  $(n+1)$ -ої групи, керуючі входи яких підключені до тактового входу пристрою, а виходи з'єднані з інформаційними входами проміжного регістра, виходи розрядів якого з'єднані додатково з відповідними інформаційними входами елементів I перезапису чисел  $i$ -х груп, виходи елементів I перезапису чисел  $i$ -ої групи з'єднані з інформаційними входами  $i$ -го регістра, другий вихід  $i$ -ої схеми порівняння підключений до першого входу  $i$ -го елемента I аналізу другої групи, другий вхід якого з'єднаний з прямим виходом  $i$ -го тригера, а вихід з'єднаний з входом лічби  $i$ -го лічильника, виходи розрядів якого є виходами рангу  $i$ -го числа пристрою, а інформаційні входи з'єднані з виходами відповідних елементів I перепису рангу  $i$ -ої групи, керуючі входи яких підключені до  $i$ -го виходу розподільувача імпульсів, виходи елементів I аналізу першої групи з'єднані з входами вузла підрахунку кількості одиниць, виходи якого з'єднані з інформаційними входами відповідних елементів I перепису рангу всіх груп.

Недоліком пристрою є недостатня швидкодія через послідовний спосіб подання чисел у пристрій, а також неможливість візуалізації результатів ранжування елементів вхідного масиву чисел.

Як найближчий аналог вибрано пристрій для ранжування чисел (патент України № 136164, м.кл. G06F 7/06, 2019 р., бюл. № 15), що містить  $n$  регістрів, де  $n$  - кількість чисел, які сортуються, та  $n$  вихідних лічильників, причому виходи розрядів  $i$ -го вихідного лічильника є виходами рангу  $i$ -го числа пристрою,  $n$  вхідних лічильників,  $n$  вузлів рангу, елемент АБО та елемент I, причому інформаційні входи пристрою з'єднані з входами відповідних регістрів, вхід початкового встановлення пристрою з'єднаний з першим входом  $n$  вузлів рангів, вхід тактових імпульсів пристрою підключений до входу зворотної лічби  $n$  вхідних лічильників, а вихід елемента I є виходом сигналу "Кінець" пристрою, інформаційні входи  $n$  вхідних лічильників з'єднані з виходами відповідних регістрів, а вихід кожного з  $n$  вхідних лічильників є виходом ознаки нуля відповідного вхідного лічильника і з'єднаний з другим входом відповідного вузла рангів, а також з відповідним входом елемента I, вихід кожного з  $n$  вузлів рангів з'єднаний з входом прямої лічби відповідного вихідного лічильника, інформаційний вхід якого з'єднаний з інформаційним входом початкового стану пристрою, вихід ознаки кожного з  $n$  вузлів рангів з'єднаний з відповідним входом елемента АБО, вихід якого підключений до входу дозволу кожного з  $n$  вузлів рангів.

Недоліком найближчого аналога є обмежені функціональні можливості, так як відсутня можливість візуалізації результатів ранжування елементів вхідного масиву чисел.

В основу корисної моделі поставлена задача створення пристрою для ранжування чисел, в якому введення нових вузлів та зв'язків дозволяє візуалізувати результати процесу ранжування елементів масиву чисел, що сприяє розширенню функціональних можливостей.

Поставлена задача вирішується тим, що у пристрій для ранжування чисел, що містить  $n$  регістрів, де  $n$  - кількість чисел, які сортуються, та  $n$  вихідних лічильників, причому виходи розрядів  $i$ -го вихідного лічильника є виходами рангу  $i$ -го числа пристрою,  $n$  вхідних лічильників,  $n$  вузлів рангу, елемент АБО та елемент I, причому інформаційні входи пристрою з'єднані з входами відповідних регістрів, вхід початкового встановлення пристрою з'єднаний з першим входом  $n$  вузлів рангів, вхід тактових імпульсів пристрою підключений до входу зворотної лічби  $n$  вхідних лічильників, а вихід елемента I є виходом сигналу "Кінець" пристрою, інформаційні входи  $n$  вхідних лічильників з'єднані з виходами відповідних регістрів, а вихід кожного з  $n$  вхідних лічильників є виходом ознаки нуля відповідного вхідного лічильника і з'єднаний з другим входом відповідного вузла рангів, а також з відповідним входом елемента I, вихід кожного з  $n$  вузлів рангів з'єднаний з входом прямої лічби відповідного вихідного лічильника, інформаційний вхід якого з'єднаний з інформаційним входом початкового стану пристрою, вихід ознаки кожного

з  $n$  вузлів рангів з'єднаний з відповідним входом елемента АБО, вихід якого підключений до входу дозволу кожного з  $n$  вузлів рангів, введено  $n$  компараторів та  $n$  індикаторів, причому виходи рангів вихідних лічильників з'єднані з другими входами відповідних компараторів, а також з'єднані з входами відповідних елементів індикації, вхід ключа пристрою з'єднаний з першим входом кожного з  $n$  компараторів, виходи яких є відповідними адресними виходами пристрою, а виходи  $n$  елементів індикації є виходами індикації пристрою.

Суть корисної моделі пояснюють креслення, де:

на фіг. 1 наведено функціональну схему пристрою для ранжування чисел, на фіг. 2 представлено функціональну схему вузла рангів.

Пристрій для ранжування чисел (фіг. 1) містить інформаційні входи  $1_1, \dots, 1_n$  пристрою, реєстри  $2_1, \dots, 2_n$ , вхідні лічильники  $3_1, \dots, 3_n$ , вихідні лічильники  $4_1, \dots, 4_n$ , вузли рангів  $5_1, \dots, 5_n$ , компаратори  $6_1, \dots, 6_n$ , елементи індикації  $7_1, \dots, 7_n$ , елемент АБО 8, елемент І 9. Інформаційні входи  $1_1, \dots, 1_n$  пристрою з'єднані з входами реєстрів  $2_1, \dots, 2_n$ , вхід 10 тактових імпульсів пристрою підключений до входу зворотної лічби вхідних лічильників  $3_1, \dots, 3_n$ . Виходи  $11_1, \dots, 11_n$  рангів вихідних лічильників  $4_1, \dots, 4_n$  з'єднані з другими входами відповідних компараторів  $6_1, \dots, 6_n$ , а також з'єднані з входами відповідних елементів індикації  $7_1, \dots, 7_n$ , вихід елемента І 9 є виходом 12 сигналу "Кінець" пристрою.

Інформаційні входи  $13_1, \dots, 13_n$  вхідних лічильників  $3_1, \dots, 3_n$  з'єднані з виходами відповідних реєстрів  $2_1, \dots, 2_n$ , а їх виходи  $14_1, \dots, 14_n$  є виходами ознаки нуля вхідних лічильників  $3_1, \dots, 3_n$  і з'єднані відповідно з другими входами вузлів рангів  $5_1, \dots, 5_n$ , а також з відповідними входами елемента 19. Виходи  $15_1, \dots, 15_n$  вузлів рангів  $5_1, \dots, 5_n$  з'єднані з входами прямої лічби відповідних вихідних лічильників  $4_1, \dots, 4_n$ , вихід елемента АБО 8 підключений до входів  $16_1, \dots, 16_n$  дозволу відповідних вузлів рангів  $5_1, \dots, 5_n$ , виходи  $17_1, \dots, 17_n$  ознаки яких з'єднані з входами елемента АБО 8.

Інформаційні входи  $18_1, \dots, 18_n$  відповідних вихідних лічильників  $4_1, \dots, 4_n$  з'єднані з інформаційним входом 19 початкового стану пристрою, вхід 20 початкового встановлення пристрою з'єднаний з першим входом кожного з вузлів рангів  $5_1, \dots, 5_n$ , виходи компараторів  $6_1, \dots, 6_n$  є відповідними адресними виходами  $21_1, \dots, 21_n$  пристрою. Виходи елементів індикації  $7_1, \dots, 7_n$  є виходами  $22_1, \dots, 22_n$  індикації пристрою, а вхід 23 ключа пристрою з'єднаний з першим входом відповідних компараторів  $6_1, \dots, 6_n$ .

Вузол рангу  $5_i$  (фіг. 2) містить RS-тригер 24, елемент НІ 25, перший 26 і другий 27 елементи І. S-вхід RS-тригера 24 з'єднаний з входом 20 початкового встановлення пристрою, а R-вхід RS-тригера 24 з'єднаний з входом елемента НІ 25, з входом  $14_i$  вузла рангу  $5_i$  і з першим входом елемента І 27, другий вхід якого з'єднаний з прямим виходом RS-тригера 24. Вихід елемента І 27 є виходом 17; ознаки вузла рангу  $5_i$ , а вихід елемента НІ 25 з'єднаний з першим входом елемента І 26, другий вхід якого з'єднаний з входом  $16_i$  дозволу вузла рангу  $5_i$ , а його вихід з'єднаний з виходом 15; вузла рангу  $5_i$ .

Пристрій для ранжування чисел (фіг. 1) працює таким чином. На початку роботи по входу 20 початкового встановлення пристрою одиничний сигнал встановлює в початковий стан вузли рангів  $5_1, \dots, 5_n$ , будучи поданий відповідно на їх перші входи. Числові дані записуються по входах  $1_1, \dots, 1_n$  пристрою у відповідні реєстри  $2_1, \dots, 2_n$ , які потім переписуються відповідно у вхідні лічильники  $3_1, \dots, 3_n$  по їх інформаційних входах  $13_1, \dots, 13_n$ . Одночасно у вихідні лічильники  $4_1, \dots, 4_n$  по їх інформаційних входах  $18_1, \dots, 18_n$  записується початкове одиничне значення по сигналу на інформаційному вході 19 початкового стану пристрою.

З подачею одиничного тактового імпульсу зі входу 10 тактових імпульсів пристрою на вхід зворотної лічби вхідних лічильників  $3_1, \dots, 3_n$  відбувається зворотна лічба їх вмісту, тобто кожне число під час подачі одного тактового імпульсу зменшується на одиницю до тих пір, поки найменше число з цього масиву не обнулиться. Так починається перший цикл формування рангів чисел масиву, що зафіксовані у реєстрах  $2_1, \dots, 2_n$ .

У випадку обнуління одного з вхідних лічильників  $3_1, \dots, 3_n$ , наприклад вхідного лічильника  $3_1$ , на його виході  $14_1$  ознаки нуля з'являється одиничний сигнал, який подається на другий вхід відповідного вузла рангу  $5_1$ , закриваючи проходження через нього сигналу з його виходу  $15_1$  на вхід прямої лічби вихідного лічильника  $4_1$ . На виходах  $14_2, \dots, 14_n$  ознаки нуля інших вхідних лічильників  $3_2, \dots, 3_n$  присутні нульові сигнали, які будучи подані на другі входи відповідних вузлів рангів  $5_2, \dots, 5_n$ , відкривають проходження сигналу з їх виходів  $15_2, \dots, 15_n$  на вхід прямої лічби відповідних вихідних лічильників  $4_2, \dots, 4_n$ . При цьому задіяно виходи  $17_1, \dots, 17_n$  ознаки вузлів рангів  $5_1, \dots, 5_n$  та одиничний імпульс, що формується на виході елемента АБО 8 і подається на входи  $16_1, \dots, 16_n$  дозволу відповідних вузлів рангів  $5_1, \dots, 5_n$ , оскільки на виході  $17_1$  ознаки вузла рангу  $5_1$  формується короткий одиничний імпульс.

Одночасно одиничний сигнал з входу  $14_i$  ознаки нуля вхідного лічильника  $3_i$  подається на відповідний вхід елемента I 9, в результаті на виході елемента I 9, тобто на виході 12 сигналу "Кінець" пристрою нульовий сигнал не змінюється. Тільки вузли рангів  $5_2, \dots, 5_n$  пропускають одиничний сигнал з виходів  $15_2, \dots, 15_n$  на вхід прямої лічби відповідних вихідних лічильників  $4_2, \dots, 4_n$ , збільшуючи їх вміст на одиницю. Отже, в цьому випадку на виході  $11_1$  рангу вихідного лічильника  $4_1$  зафіксовано одиницю, а на виходах  $11_2, \dots, 11_n$  рангів вихідних лічильників  $4_2, \dots, 4_n$ , фіксується величина "2".

В подальшому аналогічний процес відбувається при кожній появі одиничного сигналу на будь-якому виході 14, де  $i=2, \dots, n$ , ознаки нуля вхідних лічильників  $3_2, \dots, 3_n$ .

У випадку появи одиничного сигналу на виході  $14_i$  ознаки нуля останнього вхідного лічильника  $3_i$ , який ще не був обнулений, виконуються такі дії. Нехай останнім обнулиться вхідний лічильник  $3_n$ . Тоді на його виході  $14_n$  ознаки нуля з'являється одиничний сигнал, який подається на другий вхід вузла рангу  $5_n$ , закриваючи проходження через нього сигналу з його виходу  $15_n$  на вхід прямої лічби вихідного лічильника  $4_n$ . На всіх інших виходах  $15_1, \dots, 15_{n-1}$  відповідних вузлів рангів  $5_1, \dots, 5_{n-1}$  не буде відбуватись ніяких дій, так як всі ці виходи вже закриті. В результаті на виходах  $17_1, \dots, 17_n$  всіх вузлів рангів  $5_1, \dots, 5_n$  встановлюються нульові сигнали, тому на виході елемента АБО 8 відсутній сигнал дозволу, що подається на відповідні входи  $16_1, \dots, 16_n$  дозволу всіх вузлів рангів  $5_1, \dots, 5_n$ .

Одночасно одиничний сигнал з входу  $14_n$  ознаки нуля вхідного лічильника  $3_n$  подається на відповідний вхід елемента I 9. В результаті на виході елемента I 9, тобто на виході 12 сигналу "Кінець" пристрою формується одиничний сигнал. Отже, на виході  $11_n$  рангу вихідного лічильника  $4_n$  буде зафіксована величина "n", що була сформована у попередньому циклі роботи пристрою.

В результаті вхідні лічильники  $3_1, \dots, 3_n$  обнулени, а кінцевий результат ранжування початкового масиву чисел зафіксований на виходах  $11_1, \dots, 11_n$  рангів відповідних вихідних лічильників  $4_1, \dots, 4_n$ . Ємність кожного вихідного лічильника  $4_1, \dots, 4_n$  дорівнює величині  $k = \log_2 n$ , отже у кожному з них може бути сформовано максимальний двійковий ранг кожного з чисел масиву.

Для зчитування відповідного  $i$ -го числа з масиву  $n$  чисел, що зберігаються у всіх регістрах  $2_1, \dots, 2_n$ , на вхід 23 ключа пристрою подається значення відповідного  $i$ -го рангу, що відповідає позиції  $i$ -го числа у відсортованій послідовності чисел. Це може бути перше (найменше за значенням) число або  $n$ -е (більше за значенням) число, або  $(n/2)$ -е (середнє за значенням) число у масиві  $n$  чисел, чому відповідають ранги "1", "n", "n/2".

В результаті подачі відповідного значення  $i$ -го рангу зі входу 23 ключа пристрою на перші входи відповідних компараторів  $6_1, \dots, 6_n$  спрацює  $i$ -й компаратор  $6_i$  де  $i=1, \dots, n$ , оскільки відбувається співпадіння значень рангів на двох його входах  $i$  на його виході, тобто на відповідному адресному виході  $21_i$  пристрою формується одиничний сигнал. Сформовані ранги також візуалізуються індикаторами  $7_1, \dots, 7_n$  на відповідних виходах  $22_1, \dots, 22_n$  індикації пристрою у вигляді десяткових цифр.

Вузол рангу  $5_i$  (фіг. 2) працює таким чином. Спочатку встановлюється в одиничний стан RS-тригер 24 за одиничним сигналом на вході 20 початкового встановлення пристрою. На початку роботи пристрою на вході  $14_i$  вузла рангу  $5_i$  присутній нульовий сигнал, який, проходячи через елемент I 27, встановлює нульовий сигнал на виході  $17_i$  ознаки вузла рангу  $5_i$ , а проходячи через елемент HI 25, фіксує одиничний сигнал на першому вході елемента I 26. Якщо при цьому на другий вхід елемента I 26 надходить одиничний імпульс зі входу  $16_i$  дозволу вузла рангу  $5_i$ , то з'являється одиничний імпульс на його виході  $15_i$ , що приведе до збільшення вмісту відповідного вихідного лічильника  $4_i$  на одиницю. Отже за наявності нульового сигналу на вході  $14_i$  вузла рангу  $5_i$  з кожною появою одиничного імпульсу на вході  $16_i$  дозволу вузла рангу  $5_i$  вміст відповідного вихідного лічильника  $4_i$  збільшується на одиницю.

Після появи одиничного сигналу на вході  $14_i$ , що відповідає нульовому значенню числа у відповідному вхідному лічильнику  $3_i$ , забороняється процес лічби у вихідному лічильнику  $4_i$  через наявність нульового сигналу на виході елемента HI 25, тобто через відсутність появи одиничного імпульсу на виході елемента I 26, а отже, на виході  $15_i$  вузла рангу  $5_i$ . Крім цього, скидається у нульовий стан RS-тригер 24, оскільки одиничний сигнал зі входу  $14_i$  подається на його R-вхід.

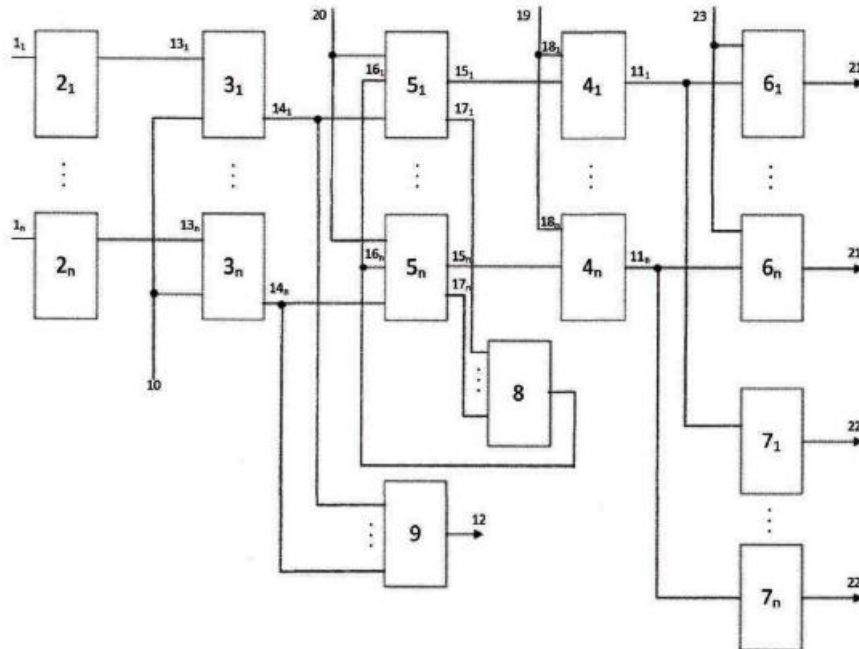
Але до початку встановлення нульового сигналу на прямому виході RS-тригера 24 одиничний сигнал зі входу  $14_i$  формує на виході елемента I 27 короткий одиничний сигнал (імпульс), який з'являється на виході  $17_i$  ознаки вузла рангу  $5_i$ . Після появи нульового сигналу на прямому виході RS-тригера 24 на виході елемента I 27, а отже, на виході  $17_i$  ознаки вузла рангу

$5_i$  встановлюється нульовий сигнал, який свідчить про те, що ранг відповідного числа у вихідному лічильнику  $4_i$  сформовано, тобто вузол рангу  $5_i$  маскується.

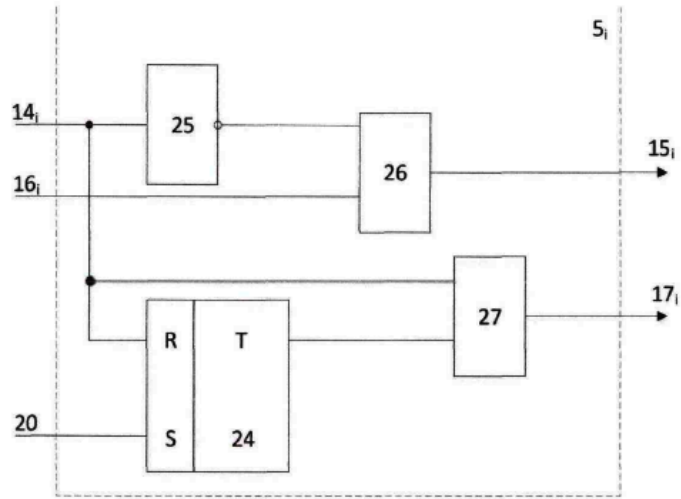
Отже, в результаті паралельного порівняння  $n$  чисел масиву в процесі операції декременту формується відповідний ранг числа масиву, що дозволяє визначити за ключем місцезнаходження конкретного числа у відсортованому масиві і сформувати одиничний сигнал на відповідному адресному виході пристрою, а також візуалізувати величину сформованих двійкових рангів у вигляді десяткових цифр на індикаторах, що свідчить про розширення функціональних можливостей пристрою.

10 **ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ**

Пристрій для ранжування чисел, що містить  $n$  регістрів, де  $n$ -кількість чисел, які сортуються, та  $n$  вихідних лічильників, причому виходи розрядів  $i$ -го вихідного лічильника є виходами рангу  $i$ -го числа пристрою,  $n$  вхідних лічильників,  $n$  вузлів рангу, елемент АБО та елемент І, причому інформаційні входи пристрою з'єднані з входами відповідних регістрів, вхід початкового встановлення пристрою з'єднаний з першим входом  $n$  вузлів рангів, вхід тактових імпульсів пристрою підключений до входу зворотної лічби  $n$  вхідних лічильників, а вихід елемента І є виходом сигналу "Кінець" пристрою, інформаційні входи  $n$  вхідних лічильників з'єднані з виходами відповідних регістрів, а вихід кожного з  $n$  вхідних лічильників є виходом ознаки нуля відповідного вхідного лічильника і з'єднаний з другим входом відповідного вузла рангів, а також з відповідним входом елемента І, вихід кожного з  $n$  вузлів рангів з'єднаний з входом прямої лічби відповідного вихідного лічильника, інформаційний вхід якого з'єднаний з інформаційним входом початкового стану пристрою, вихід ознаки кожного з  $n$  вузлів рангів з'єднаний з відповідним входом елемента АБО, вихід якого підключений до входу дозволу кожного з  $n$  вузлів рангів, який **відрізняється** тим, що введено  $n$  компараторів та  $n$  індикаторів, причому виходи рангів вихідних лічильників з'єднані з другими входами відповідних компараторів, а також з'єднані з входами відповідних елементів індикації, вхід ключа пристрою з'єднаний з першим входом кожного з  $n$  компараторів, виходи яких є відповідними адресними виходами пристрою, а виходи  $n$  елементів індикації є виходами індикації пристрою.



Фіг. 1



Фиг. 2