



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38493 (13) U
(51) МПК (2006)
G06F 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ ТРИВАЛОСТЕЙ ІМПУЛЬСІВ

1

2

(21) u200810094

(22) 04.08.2008

(24) 12.01.2009

(46) 12.01.2009, Бюл.№ 1, 2009 р.

(72) МАРТИНЮК ТЕТЯНА БОРИСІВНА, UA, ТИЩЕНКО АНТОН МИХАЙЛОВИЧ, UA, ПОГОДСЬКИЙ ВІТАЛІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, БАДЬОРНИЙ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA

(57) Пристрій для оброблення тривалостей імпульсів, що містить K груп, які складаються з n комірок кожна, причому кожна комірка містить бістабільний елемент, елемент I і елемент АБО, крім того, кожна з K груп пристрою містить три елементи I , елемент HI й елемент АБО, перші входи елементів I і-х комірок з першої до $(n-1)$ -ої з'єднані відповідно з одиничними виходами бістабільних елементів $(i+1)$ -х комірок, другий вхід елемента АБО є установним входом комірки, а тактовий вхід бістабільного елемента i -ої комірки є синхровходом комірки, вихід кожної i -ої комірки з'єднаний з інформаційним входом $(i+1)$ -ої комірки з першої до $(n-1)$ -ої, вихід n -ої комірки є інформаційним входом j -ої групи пристрою (де $j=1, \dots, K$), вхід синхронізації j -ої групи з'єднаний з другими входами других елементів I відповідних груп і з входом синхронізації пристрою, вихід кожного j -го елемента HI з'єднаний з керуючими входами n комірок відповідної групи, установні входи j -х груп з'єднані з установними входами n комірок відповідної групи

і установним входом пристрою, перший вхід третього елемента I з'єднаний з входом зчитування пристрою, який відрізняється тим, що введено в кожну j -ту групу бістабільний елемент групи, причому в кожній j -ій групі перший вхід першого елемента I з'єднаний з входом зчитування пристрою, його другий вхід з'єднаний з входом синхронізації пристрою, перший вхід другого елемента I кожної j -ої групи з'єднаний з інформаційним входом групи, який також з'єднаний з інформаційним входом першої комірки і входом елемента HI , входи елемента АБО кожної j -ої групи з'єднані з виходами першого і другого елементів I , а його вихід з'єднаний з синхровходом кожної комірки і тактовим входом бістабільного елемента групи, перший вхід елемента АБО в кожній комірці з'єднаний з інформаційним виходом n -ої комірки, а його вихід з'єднаний з нульовим входом відповідного бістабільного елемента, в кожній комірці, крім n -ої комірки, другий вхід елемента I з'єднаний з її керуючим входом, а його вихід з'єднаний з третім входом елемента АБО, одиничний вхід бістабільного елемента групи з'єднаний з інформаційним виходом $(n-1)$ -ої комірки, його нульовий вхід з'єднаний з установним входом пристрою, а його інформаційний вихід з'єднаний з другим входом третього елемента I кожної j -ої групи, вихід якого є другим інформаційним виходом j -ої групи пристрою, крім того одиничний вхід та одиничний вихід бістабільного елемента кожної комірки є її інформаційним входом та інформаційним виходом відповідно.

Корисна модель відноситься до обчислювальної техніки і може бути використана при розробці пристроїв цифрових обчислювальних машин.

Відомий пристрій для додавання тривалостей імпульсів [а. с. СРСР 1575178, кл. G06F 7/62, 1990], що містить K груп, які складаються з n комірок кожна, причому кожна комірка містить бістабільний елемент, елемент I та перший і другий елементи АБО, причому виходи другого елемента АБО з'єднані з нульовим входом бістабільного елемента, крім того кожна з K груп пристрою містить перший і другий елементи I , елемент HI і елемент АБО- HI , а кожна з n комірок групи містить

елемент затримки і тригер, причому в кожній i -ій комірці ($i=1, \dots, n$) одиничний вихід бістабільного елемента з'єднаний з першим входом першого елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з входом елемента затримки, а вихід першого елемента АБО є виходом комірки, одиничний вхід бістабільного елемента в кожній i -ій комірці з'єднаний з входом елемента затримки, входом встановлення в "0" тригера і є інформаційним входом комірки, перші входи елементів I і-х комірок з першої до $(n-1)$ -ої з'єднані відповідно з одиничними виходами бістабільних елементів $(i+1)$ -х комірок, другі входи елементів I і-х комірок з першої до $(n-1)$ -ої є керу-

U
(13)

38493
(11)

UA
(19)

ючими входами комірок, а керуючим входом n -ої комірки є вхід встановлення в "1" тригера, виходи елементів l i -х комірок з першої до $(n-1)$ -ої з'єднані відповідно з входами встановлення в "1" тригерів, вихід тригера i -ої комірки з'єднаний з першим входом другого елемента АБО, другий вхід якого є настановним входом комірки, а одиничний вхід бістабільного елемента i -ої комірки є синхровходом комірки, вихід кожної i -ої комірки з'єднаний з інформаційним входом $(i-1)$ -ої комірки з першої до $(n-1)$ -ої, вихід n -ої комірки є виходом j -ої групи пристрою (де $j=1, \dots, K$), одиничні виходи бістабільних елементів n комірок j -ої групи з'єднані відповідно з n входами елемента АБО-НІ групи, вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента l групи, другий вхід якого з'єднаний з першим входом другого елемента l , з входом елемента НІ і з інформаційним входом групи, синхровходи j -ої групи з'єднані з другими входами других елементів l відповідних груп і з синхровходом пристрою, вихід кожного j -го другого елемента l з'єднаний з синхровходами n комірок відповідної групи, вихід кожного j -го елемента НІ з'єднаний з керуючими входами n комірок відповідної групи, настановні входи j -х груп з'єднані з настановними входами n комірок відповідної групи і з настановним входом пристрою.

Недоліком пристрою є обмежені функціональні можливості, оскільки пристрій формує суму тривалостей в процесі послідовного запису імпульсів, тобто реалізує перетворення тривалостей аналогових сигналів у цифровий код, фіксує їхню суму, але зчитати цифровий код у вигляді відповідної тривалості вихідного сигналу неможливо.

Найбільш близьким за технічною суттю є пристрій для оброблення тривалостей імпульсів [патент України №67208, кл. G06F 7/62, 2004р., Бюл. №6], що містить K груп, які складаються з n комірок кожна, причому кожна комірка містить бістабільний елемент, елемент затримки, тригер, елемент l , перший і другий елементи АБО, крім того, кожна з K груп пристрою містить три елементи l , елемент НІ, елемент АБО і елемент АБО-НІ, причому в кожній i -й комірниці ($i=1, \dots, n$) одиничний вихід бістабільного елемента з'єднаний з першим входом першого елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом елемента затримки, а вихід першого елемента АБО є виходом комірки, вихід другого елемента АБО з'єднаний з нульовим входом бістабільного елемента, одиничний вхід якого в кожній i -й комірниці з'єднаний з входом елемента затримки, R -входом тригера і є інформаційним входом комірки, перші входи елементів l i -х комірок з першої до $(n-1)$ -ої з'єднані відповідно з одиничними входами бістабільних елементів $(i+1)$ -х комірок, другі входи елементів l i -х комірок з першої до $(n-1)$ -ої є керуючими входами комірок, а керуючим входом n -ої комірки є S -вхід тригера, виходи елементів l i -х комірок з першої до $(n-1)$ -ої з'єднані відповідно з S -входами тригерів, вихід тригера i -ої комірки з'єднаний з першим входом другого елемента АБО, другий вхід якого є установним входом комірки, а тактовий вхід бістабільного елемента i -ої комірки є синхровходом комірки, вихід кожної i -ої комірки з'єднаний з інфо-

рмаційним входом $(i+1)$ -ої комірки з першої до $(n-1)$ -ої, вихід n -ої комірки є інформаційним виходом j -ої групи пристрою (де $j=1, \dots, K$), одиничні виходи бістабільних елементів n комірок j -ої групи з'єднані відповідно з n входами елемента АБО-НІ групи, вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента l групи, другий вхід якого з'єднаний з першим входом другого елемента l і з входом елемента НІ, вхід синхронізації j -ої групи з'єднаний з другими входами других елементів l відповідних груп і з входом синхронізації пристрою, вихід кожного j -го другого елемента l з'єднаний з синхровходами n комірок відповідної групи, вихід кожного j -го елемента НІ з'єднаний з керуючими входами n комірок відповідної групи, установці входи j -х груп з'єднані з установними входами n комірок відповідної групи і з установним входом пристрою, в кожній j -тій групі перший вхід третього елемента l з'єднаний з входом зчитування пристрою, другий вхід з'єднаний з інформаційним виходом групи, крім того, перший вхід елемента АБО групи з'єднаний з інформаційним входом групи, його другий вхід з'єднаний з входом зчитування пристрою, а вихід з'єднаний з другим входом першого елемента l групи.

Недоліком прототипу є апаратна складність комірок групи, яка призводить до збільшення складності схеми пристрою.

В основу винаходу поставлено задачу створення пристрою для оброблення тривалостей імпульсів, в якому за рахунок введення нових вузлів і зв'язків досягається зменшення складності комірок групи при збереженні його функціональних можливостей, а саме, можливості запису і зчитування інформації у вигляді тривалості сигналу.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для оброблення тривалостей імпульсів, що містить K груп, які складаються з n комірок кожна, причому кожна комірка містить бістабільний елемент, елемент l і елемент АБО, крім того, кожна з K груп пристрою містить три елементи l , елемент НІ й елемент АБО, перші входи елементів l i -х комірок з першої до $(n-1)$ -ої з'єднані відповідно з одиничними входами бістабільних елементів $(i+1)$ -х комірок, другий вхід елемента АБО є установним входом комірки, а тактовий вхід бістабільного елемента i -ої комірки є синхровходом комірки, вихід кожної i -ої комірки з'єднаний з інформаційним входом $(i+1)$ -ої комірки з першої до $(n-1)$ -ої, вихід n -ої комірки є інформаційним виходом j -ої групи пристрою (де $j=1, \dots, K$), вхід синхронізації j -ої групи з'єднаний з другими входами других елементів l відповідних груп і з входом синхронізації пристрою, вихід кожного j -го елемента НІ з'єднаний з керуючими входами n комірок відповідної групи, установці входи j -х груп з'єднані з установними входами n комірок відповідної групи і установним входом пристрою, перший вхід третього елемента l з'єднаний з входом зчитування пристрою, введено в кожну j -ту групу бістабільний елемент групи, причому в кожній j -ій групі перший вхід першого елемента l з'єднаний з входом зчитування пристрою, його другий вхід з'єднаний з входом синхронізації пристрою, перший вхід другого елемента l кожної j -ої групи з'єднаний з інфо-

ційний входом групи, який також з'єднаний з інформаційним входом першої комірки і входом елемента HI, входи елемента АБО кожної j -ої групи з'єднані з виходами першого і другого елементів I, а його вихід з'єднаний з синхровходом кожної комірки і тактовим входом бістабільного елемента групи, перший вхід елемента АБО в кожній комірці з'єднаний з інформаційним виходом n -ої комірки, а його вихід з'єднаний з нульовим входом відповідного бістабільного елемента, в кожній комірці, крім n -ої комірки, другий вхід елемента I з'єднаний з її керуючим входом, а його вихід з'єднаний з третім входом елемента АБО, одиничний вхід бістабільного елемента групи з'єднаний з інформаційним виходом $(n-1)$ -ої комірки, його нульовий вхід з'єднаний з установним входом пристрою, а його інформаційний вихід з'єднаний з другим входом третього елемента I кожної j -ої групи, вихід якого є другим інформаційним виходом j -ої групи пристрою, крім того одиничний вхід та одиничний вихід бістабільного елемента кожної комірки є її інформаційним входом та інформаційним виходом відповідно.

На кресленні зображено функціональну схему пристрою.

Пристрій для оброблення тривалостей імпульсів містить K груп, які складаються з n комірок $1_1, \dots, 1_n$ кожна, причому кожна комірка 1_i ($i=1, \dots, n$) містить бістабільний елемент 2, елемент 13, крім комірки 1_n , та елемент АБО 4. Кожна з K груп того містить бістабільний елемент 5, елементи I 6-8, елемент АБО 9, інформаційний вихід 10 групи, елемент HI 11, вхід 12 синхронізації, інформаційний вхід 13 групи, установний вхід 14, вхід 15 зчитування пристрою та інформаційний вихід 16 групи.

В кожній i -й комірці 1_i нульовий вхід 17 бістабільного елемента 2 з'єднаний з виходом елемента АБО 4, третій вхід якого, крім n -ої комірки 1_n , з'єднаний з виходом елемента I 3 цієї ж комірки, а його другий вхід з'єднаний з установним входом 14 пристрою. Перший вхід елемента I 3 з'єднаний з виходом елемента HI 11, крім n -ої комірки 1_n , одиничний вхід 18 бістабільного елемента 2 i -ої комірки 1; ($i=2, \dots, n$) з'єднаний з одиничним виходом 19 бістабільного елемента 2 ($i-1$)-ої комірки 1_{i-1} , а одиничний вхід 18 бістабільного елемента 2 першої комірки її з'єднаний з інформаційним входом 13 групи. Тактовий вхід 20 бістабільного елемента 2 у кожній комірці 1_i з'єднаний з виходом елемента АБО 9, перший вхід елемента АБО 4 у всіх комірках її з'єднаний з одиничним виходом 19 бістабільного елемента 2 n -ої комірки 1_n , а другий вхід елемента I 3 у всіх комірках її, крім n -ої, підключений до одиничного виходу 19 бістабільного елемента 2 $(i+1)$ -ої комірки 1_{i+1} .

Одиничний вхід 21 бістабільного елемента 5 з'єднаний з одиничним виходом 19 бістабільного елемента 2 $(n-1)$ -ої комірки 1_{n-1} , його тактовий вхід 22 з'єднаний з виходом елемента АБО 9, а нульовий вхід 23 з'єднаний з установним входом 14 пристрою, одиничний вихід 19 бістабільного елемента 2 n -ої комірки 1_n з'єднаний з інформаційним виходом 10 групи.

Входи елемента АБО 9 з'єднані з виходами елементів I 6, 7, перший вхід елемента I 6 з'єднаний з входом 15 зчитування пристрою, другий вхід елементів I 6,7 з'єднаний з входом 12 синхронізації пристрою, а перший вхід елемента I 7 і вхід елемента HI 11 з'єднані з інформаційним входом 13 групи. Перший вхід елемента I 8 з'єднаний з входом 15 зчитування пристрою, його другий вхід з'єднаний з одиничним виходом 24 бістабільного елемента 5, а його вихід з'єднаний з інформаційним виходом 16 групи пристрою.

Пристрій для оброблення тривалостей імпульсів працює таким чином. Перед початком роботи за сигналом, що надходить на установний вхід 14 групи пристрою, виконується встановлення у нульовий стан бістабільних елементів 2 всіх комірок $1_1, \dots, 1_n$ та бістабільного елемента 5, оскільки надходить одиничний сигнал на один з входів елемента АБО 4 у всіх комірках $1_1, \dots, 1_n$. В результаті цього на його виході формується одиничний сигнал, а отже на нульовий вхід 17 бістабільних елементів 2 всіх комірок $1_1, \dots, 1_n$ та на нульовий вхід 23 бістабільного елемента 5 надходить одиничний сигнал. Нульові входи 17 і 23 є входами встановлення у нульовий стан відповідних бістабільних елементів 2 і 5.

Запис інформації у вигляді тривалості імпульсів відбувається у такий спосіб. На входи елемента I 7 надходять такі сигнали: одиничний сигнал з інформаційного входу 13 групи, тактовий імпульс - з входу 12 синхронізації пристрою. Завдяки цьому на вихід елемента I 7 проходить тактовий імпульс, який потім проходить через елемент АБО 9, а отже, з'являється на тактовому вході 20 бістабільних елементів 2 всіх комірок $1_1, \dots, 1_n$ і на тактовому вході 22 бістабільного елемента 5. В той самий час на одиничному вході 18 бістабільного елемента 2 першої комірки її присутній вхідний одиничний сигнал тривалістю $m\tau$, де τ - час спрацювання однієї комірки 1_i , який надходить з інформаційного входу 13. В наступний момент часу відбувається перемикання бістабільного елемента 2 першої комірки 11 в одиничний стан, в результаті на його одиничному виході 19 і на одиничному вході 18 бістабільного елемента 2 другої комірки 1_2 з'являється одиничний сигнал. Коли на вхід 12 синхронізації пристрою подається наступний тактовий імпульс, він викликає встановлення в одиничний стан бістабільного елемента 2 другої комірки 1_2 . Отже, з поданням кожного тактового імпульсу на вхід 12 синхронізації пристрою відбувається перемикання бістабільного елемента 2 кожної наступної комірки 1_i ($i=1, \dots, n$) в одиничний стан.

Таким чином бістабільні елементи 2 спрацювають послідовно доти, поки часовий інтервал $m\tau$ не перетвориться в цифровий код, що відповідає кількості m бістабільних елементів 2 відповідних комірок $1_1, \dots, 1_m$, які спрацювали за цей час.

По закінченню вхідного сигналу на інформаційному вході 13 пристрою тривалістю t на одиничних виходах 19 m бістабільних елементів 2 комірок $1_1, \dots, 1_m$ присутні одиничні сигнали. Але в подальшому бістабільні елементи 2 усіх комірок $1_1, \dots, 1_{m-1}$, окрім m -ої комірки 1_m скидаються у нульовий стан. Це відбувається тому, що на входах

елемента І3 відповідних $(m-1)$ -х комірок $1_1, \dots, 1_{m-1}$ з'являються два одиничні сигнали: перший, як наслідок закінчення вхідного сигналу на інформаційному вході І3 пристрою, оскільки тепер на вході елемента І11 присутній нульовий сигнал, другий - з одиничного виходу бістабільного елемента 2 наступної $(i+1)$ -ої комірки 1_{i+1} ($i=1, \dots, m-1$). На виході елемента І3 з'являється одиничний сигнал, який проходячи через елемент АБО 4 з'являється на нульовому вході бістабільного елемента 2 i -ої комірки 1_i . Це призводить до скидання у нульовий стан бістабільних елементів 2 $(m-1)$ перших комірок $1_1, \dots, 1_{m-1}$, окрім m -ої комірки 1_m . Тобто тепер одиничний сигнал присутній тільки на одиничному виході І9 бістабільного елемента 2 m -ої комірки 1_m . Таким чином відбувається запис вхідної інформації, що подана тривалістю $m\tau$ імпульсів, в одиничному нормальному коді з подальшим збереженням її в одиничному позиційному коді.

При надходженні наступного вхідного сигналу певної тривалості $k\tau$ на інформаційний вхід І13 групи пристрою на виході І19 бістабільного елемента 2 комірки 1_m присутній одиничний сигнал, що приводить до спрацювання бістабільного елемента 2 комірки 1_{m+1} , який є наступним після останнього, що спрацював. Аналогічно спрацювають бістабільні елементи 2 наступних комірок 1_{m+k} , кількість яких відповідає тривалості поточного вхідного сигналу. У такий спосіб відбувається додавання тривалостей імпульсів у всіх K групах, при цьому задіяно інформаційний вихід І10 групи, який з'єднаний з одиничним виходом І19 бістабільного елемента 2 n -ої комірки 1_n .

Зчитування відбувається у такий спосіб. На вхід І15 зчитування пристрою подається вхідний імпульс тривалістю $n\tau$, внаслідок чого на тактові входи І20 бістабільних елементів 2 комірок $1_1, \dots, 1_n$ та на тактовий вхід І22 бістабільного елемента 5 надходять імпульси з періодом τ , проходячи через елементи І6 та АБО 9. Бістабільний елемент 2 комірки 1_m в початковий момент часу при зчитуванні знаходиться в одиничному стані. Отже, при надходженні першого тактового імпульсу на одиничний вхід І18 бістабільного елемента 2 комірки 1_{m+1} діє одиничний сигнал з одиничного виходу І19 бістабільного елемента 2 комірки 1_m . Внаслідок цього бістабільний елемент 2 комірки 1_{m+1} встановиться в одиничний стан. Аналогічний процес спрацювання наступних комірок 1_i буде відбуватися до тих пір, доки бістабільний елемент 2 комірки 1_n не встановиться в одиничний стан. Одночасно встановиться в одиничний стан і бістабільний елемент 5. Весь вище описаний процес відбувається за час $(n-m)\tau$.

Поява одиничного сигналу на одиничному виході І19 бістабільного елемента 2 комірки 1_n спричинить скидання бістабільних елементів 2 комірок $1_1, \dots, 1_n$ в нульовий стан, яке відбувається внаслідок знаходження одиничного сигналу на вхід елемента АБО 4, а отже і надходження одиничного сигналу на нульовий вхід І17 бістабільних елементів 2 відповідних комірок $1_1, \dots, 1_n$. Коли бістабільний елемент 5 встановиться в одиничний стан, то на другий вхід елемента І8 почне діяти одиничний сигнал з одиничного виходу І24 бістабільного еле-

мента 5. На першому вході елемента І8 також присутній одиничний сигнал, доки триває одиничний сигнал тривалістю $n\tau$ на вході І15 зчитування пристрою. Отже, на інформаційному виході І16 пристрою з'явиться одиничний сигнал.

У режимі зчитування інформації, яка записана і зберігається у групі комірок $1_1, \dots, 1_n$, на вхід І15 зчитування пристрою необхідно подати сигнал t_{3c} тривалістю $n\tau$, який також подається на один з входів елементів І6 та І8. Але одиничний сигнал на інформаційному виході І16 групи з'явиться у випадку, коли спрацює остання n -на комірка 1_n у групі, тобто через проміжок часу зсуву, що дорівнює:

$$t_{3c} = (n-m)\tau, \quad (1)$$

де m - комірка 1_m , що спрацювала останньою в попередньому циклі оброблення (після останнього запису інформації).

В результаті на інформаційному виході І16 групи одиничний сигнал буде мати тривалість:

$$t_{вих} = t_{3c} - t_{3c} = n\tau - (n-m)\tau = m\tau, \quad (2)$$

яка дорівнює кількості комірок $1_1, \dots, 1_m$, що спрацювали, наприклад, при запису інформації. У такий спосіб відбувається зчитування цифрового коду в K групах комірок $1_1, \dots, 1_n$ у вигляді вихідного сигналу з відповідною тривалістю $m\tau$.

Функціонування пристрою визначається такими часовими характеристиками.

1. В режимі запису час спрацювання групи комірок $1_1, \dots, 1_n$ дорівнює

$$t_{3p} = \tau \cdot m_p, \quad p=1, \dots, P, \quad (3)$$

де m_p - кількість комірок, що спрацювали при запису p -го вхідного сигналу; τ - час спрацювання однієї комірки 1_i ($i=1, \dots, n$).

2. В режимі підсумовування час спрацювання групи комірок $1_1, \dots, 1_n$ визначається таким чином:

$$T = t_{31} + t_{32} + \dots + t_{3p} = \sum_{p=1}^P t_{3p}$$

де t_{3p} - час запису тривалості p -го вхідного сигналу. 3. В режимі зчитування час спрацювання (зсуву одиниці) у комірках $1_1, \dots, 1_n$ групи визначається за виразом (1). Тоді тривалість одиничного сигналу на інформаційному виході І16 групи з урахуванням виразу (2) буде дорівнювати:

$$t_{вих} = m \cdot \tau$$

Отже запропонований пристрій виконує пряме перетворення тривалості імпульсів вхідного сигналу у відповідний цифровий код, значення якого визначається кількістю комірок групи, що за час запису спрацювали, а також зворотне перетворення певного значення цифрового коду, що відповідає кількості комірок групи, у тривалість вихідного сигналу при зчитуванні. При цьому для зчитування використовується окремий вхід зчитування пристрою, оскільки тривалість сигналу зчитування t_{3c} має фіксоване значення, а саме $t_{3c} = n\tau$, де n - кількість комірок $1_1, \dots, 1_n$ у групі. Крім того, зменшено апаратну складність n комірок у кожній з K груп пристрою при збереженні його функціональних можливостей.

