

Корисна модель відноситься до обчислювальної техніки і може бути використана для організації операції віднімання десяткових чисел.

Відомо оптоелектронний десятковий суматор [а.с. СРСР 840895, кл. G06F7/56, 1981р.], що містить два блоки введення доданків і в кожній розрядній комірці два оптоелектронних квантуючих модулі, два модулятори, два світловипромінювачі, два блоки пам'яті, виходи першого і другого блоків введення підключені відповідно до перших і других входів доданків розрядних комірок, перші електричні входи першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів підключені до виходів першого і другого модуляторів відповідно, другі електричні входи з'єднані із загальною шиною живлення суматора, а перші оптичні входи зв'язані з першими виходами першого і другого світловипромінювача відповідно, другі виходи яких оптично зв'язані з першими виходами першого і другого модуляторів відповідно, а електричні входи з'єднані з першими і другими входами доданків розрядної комірки відповідно, третій електричний вхід другого оптоелектронного квантуючого модуля підключений до шини встановлення суматора в початковий стан, перший вихід першого блока пам'яті оптично з'єднаний з другим входом другого модулятора і входом встановлення в одиничний стан другого оптоелектронного квантуючого модуля, перший вихід другого блока пам'яті оптично з'єднаний із другим входом першого модулятора і входом встановлення в одиничний стан першого оптоелектронного квантуючого модуля, нульові входи якого відповідно з молодшого по старший розряди оптично з'єднані з одиничними виходами відповідно зі старшого по молодший розряд другого оптоелектронного квантуючого модуля, а нульові входи другого оптоелектронного квантуючого модуля відповідно з молодшого по старший розряд оптично з'єднані з одиничними виходами відповідно зі старшого по молодший розряд першого оптоелектронного квантуючого модуля, оптичний вихід якого з'єднаний з першим входом першого блока пам'яті, другий вхід якого є першим оптичним входом розрядної комірки, оптичний вихід другого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний з першим входом другого блока пам'яті, другий вхід якого є другим оптичним входом розрядної комірки, третій вхід першого світловипромінювача є першим оптичним виходом комірки, а третій вихід другого світловипромінювача є другим оптичним виходом комірки, причому перший і другий оптичні входи молодшої розрядної комірки суматора з'єднані відповідно з першим і другим виходами старшої розрядної комірки суматора, другий вхід першого блока пам'яті є третім оптичним виходом розрядної комірки, а другий вихід другого блока пам'яті є четвертим виходом розрядної комірки, третій оптичний вхід першого модулятора і другий оптичний вхід першого оптоелектронного квантуючого модуля утворюють третій оптичний вхід розрядної комірки, який з'єднаний з третім оптичним виходом молодшої розрядної комірки суматора, третій оптичний вхід другого модулятора і другий оптичний вхід другого оптоелектронного квантуючого модуля утворюють оптичний вхід розрядної комірки, що з'єднаний з четвертим оптичним виходом молодшої розрядної комірки, причому четвертий оптичний вихід старшої розрядної комірки з'єднаний з четвертим оптичним входом наймолодшої розрядної комірки суматора, а третій оптичний вихід найстаршої розрядної комірки є виходом суматора, крім того, обидва квантуючі модулі виконані у вигляді послідовно оптично з'єднаних регенеративних бістабільних оптронів, одиничні входи і виходи яких є відповідно входами і виходами модуля.

Недоліком відомого пристрою є обмежені функціональні можливості, оскільки виконується операція віднімання двох операндів, а не масиву з n операндів.

Відомо оптоелектронний пристрій віднімання десяткових чисел [а.с. СРСР 1136157, кл. G06F7/56, 1985р.], що містить два оптоелектронні регістри, два елементи АБО-НІ, регенеративний бістабільний оптрон, чотири елементи І та два елементи НІ, кожна розрядна комірка оптоелектронних регістрів містить два оптоелектронних квантуючих модулі і два модулятори, причому в кожній розрядній комірці перші електричні входи першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів з'єднані з виходами відповідно першого і другого модуляторів, а другі електричні входи підключені до шини живлення пристрою, перший оптичний вхід першого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний з виходом другого оптоелектронного квантуючого модуля, перший оптичний вхід якого з'єднаний з виходом першого оптоелектронного квантуючого модуля, оптичні входи перших модуляторів є оптичними входами розрядної комірки відповідно першого і другого модуляторів, а перший оптичний вихід дев'ятого розряду другого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний з відповідними входами першого і другого елементів І відповідно в першому і другому оптоелектронних регістрах, вихід першого елемента І з'єднаний оптично з першим входом першого елемента АБО-НІ і через перший елемент НІ з'єднаний з першим оптичним входом третього елемента І, вихід другого елемента І з'єднаний оптично з першим входом другого елемента АБО-НІ через другий елемент НІ з першим оптичним входом четвертого елемента І, перший електричний вхід першого оптоелектронного квантуючого модуля у кожній розрядній комірці з'єднаний з електричним входом другого модулятора, у молодшій розрядній комірці кожного оптоелектронного регістра другий вихід дев'ятого розряду другого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний з третіми оптичними входами першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів і з оптичним входом другого модулятора наступної розрядної комірки, оптичні виходи другого модулятора молодших розрядних комірок першого і другого оптоелектронних регістрів з'єднані відповідно з входами третього і четвертого елементів І, другі входи з'єднані з виходом регенеративного бістабільного оптрона, одиничний оптичний вхід якого з'єднаний із шиною запускання пристрою, перший нульовий оптичний вхід регенеративного бістабільного оптрона з'єднаний з виходом першого елемента І, а другий нульовий оптичний вхід з'єднаний з виходом другого елемента І, другі входи першого і другого елементів І з'єднані з виходом регенеративного бістабільного оптрона, вихід першого елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці в першому оптоелектронному регістрі пристрою, а вихід другого з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці в другому оптоелектронному регістрі пристрою.

Недоліком відомого пристрою є обмежені функціональні можливості, оскільки виконується оброблення двох, а не n операндів.

Найбільш близьким за технічною суттю є оптоелектронний пристрій віднімання десяткових чисел [патент України 66625А, кл. G 06F7/556, 2004р.], в подальшому найменованій як оптоелектронний десятковий пристрій, який містить два оптоелектронні регістри, два елементи АБО-НІ, чотири елементи І і два елементи НІ, кожна розрядна комірка оптоелектронних регістрів містить оптоелектронний квантуючий модуль, причому в кожній розрядній комірці перший електричний вхід оптоелектронного квантуючого модуля підключений до шини живлення, вихід першого елемента І з'єднаний з першим входом першого елемента АБО-НІ і через перший елемент НІ з'єднаний з першим входом третього елемента І, вихід другого елемента І з'єднаний з першим входом другого елемента АБО-НІ і через другий елемент НІ з першим входом четвертого елемента І, вихід першого

елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці в першому оптоелектронному реєстрі пристрою, а вихід другого елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці в другому оптоелектронному реєстрі пристрою, крім того він містить RS-тригер і елемент АБО, входи дозволу відповідно запису і зчитування пристрою, установний вхід, вхід запуску і шину тактових імпульсів пристрою, причому в кожній розрядній комірці обох оптоелектронних реєстрів другий електричний вхід оптоелектронного квантуючого модуля є інформаційним входом запису відповідної розрядної комірки, оптичний вихід першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля молодшої розрядної комірки з'єднаний з входом старшого розряду оптоелектронного квантуючого модуля старшої розрядної комірки, вихід ознаки нуля першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля кожної розрядної комірки першого і другого оптоелектронних реєстрів підключені до входів відповідно першого і другого елементів І, другі входи третього і четвертого елементів І, а також другі входи першого і другого елементів АБО-НІ з'єднані з прямим виходом RS-тригера, вихід третього і четвертого елементів І підключений до входу зчитування оптоелектронних квантуючих модулів розрядних комірок відповідно першого і другого оптоелектронних реєстрів, виходи першого і другого елементів І через елемент АБО з'єднані з R-виходом RS-тригера, S-вхід якого підключений до входу запуску пристрою, входи дозволу запису і зчитування пристрою з'єднані з відповідними входами оптоелектронних квантуючих модулів кожної розрядної комірки обох оптоелектронних реєстрів, до яких також підключені установний вхід і шина тактових імпульсів пристрою.

Недоліком даного пристрою є обмежені функціональні можливості через виконання операції віднімання тільки для двох операндів.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробки оптоелектронного десяткового пристрою, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними забезпечується можливість виконання операції віднімання групи з $(n+1)$ операндів, що приводить до розширення функціональних можливостей пристрою.

Поставлена задача досягається тим, що в оптоелектронний десятковий пристрій, що містить два оптоелектронні реєстри, два елемента АБО-НІ, чотири елементи І і два елементи НІ, кожна розрядна комірка оптоелектронних реєстрів містить оптоелектронний квантуючий модуль, причому в кожній розрядній комірці перший електричний вхід оптоелектронного квантуючого модуля підключений до шини живлення, вихід першого елемента І з'єднаний з першим входом першого елемента АБО-НІ і через перший елемент НІ з'єднаний з першим входом третього елемента І, вихід другого елемента І з'єднаний з першим входом другого елемента АБО-НІ і через другий елемент НІ з першим входом четвертого елемента І, вихід першого елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці в першому оптоелектронному реєстрі пристрою, а вихід другого елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці в другому оптоелектронному реєстрі пристрою, крім того він містить RS-тригер і елемент АБО, входи дозволу відповідно запису і зчитування пристрою, установний вхід, вхід запуску і шину тактових імпульсів пристрою, причому в кожній розрядній комірці обох оптоелектронних реєстрів другий електричний вхід оптоелектронного квантуючого модуля є інформаційним входом запису відповідної розрядної комірки, оптичний вихід першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля молодшої розрядної комірки з'єднаний з входом старшого розряду оптоелектронного квантуючого модуля старшої розрядної комірки, вихід ознаки нуля першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля кожної розрядної комірки першого і другого оптоелектронних реєстрів підключені до входів відповідно першого і другого елементів І, другі входи третього і четвертого елементів І, а також другі входи першого і другого елементів АБО-НІ з'єднані з прямим виходом RS-тригера, вихід третього і четвертого елементів І підключений до входу зчитування оптоелектронних квантуючих модулів розрядних комірок відповідно першого і другого оптоелектронних реєстрів, виходи першого і другого елементів І через елемент АБО з'єднані з R-виходом RS-тригера, S-вхід якого підключений до входу запуску пристрою, входи дозволу запису і зчитування пристрою з'єднані з відповідними входами оптоелектронних квантуючих модулів кожної розрядної комірки обох оптоелектронних реєстрів, до яких також підключені установний вхід і шина тактових імпульсів пристрою, згідно корисної моделі введено $(n-1)$ додаткових оптоелектронних реєстрів і $(n-1)$ блоків ознаки, кожний з яких складається з п'ятого і шостого елементів І і третій елементів НІ і АБО-НІ, причому вихід п'ятого елемента І є другим виходом блока ознаки і з'єднаний з першим входом третього елемента АБО-НІ, а через третій елемент НІ з'єднаний з першим входом шостого елемента І, вихід якого є першим виходом блока ознаки, який з'єднаний з входом зчитування оптоелектронного квантуючого модуля молодшої розрядної комірки відповідного додаткового оптоелектронного реєстра, у якого вихід ознаки нуля першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля першої і другої розрядних комірок з'єднані з першим і другим входами відповідного блока ознаки, які підключені до відповідних входів п'ятого елемента І цього блока ознаки, другі входи шостого елемента І і третього елемента АБО-НІ підключені до третього входу блока ознаки, який з'єднаний з прямим виходом RS-тригера, вихід третього елемента АБО-НІ є виходом ознаки присутності інформації у відповідному додатковому оптоелектронному реєстрі, а другі входи $(n-1)$ блоків ознаки з'єднані з входами елемента АБО, починаючи з третього до $(n+1)$ -го, крім того, перший і третій елементи І і перші елементи НІ і АБО-НІ складають перший блок ознаки, а другий і четвертий елементи І і другі елементи НІ і АБО-НІ складають другий блок ознак, причому в кожній розрядній комірці додаткових оптоелектронних реєстрів перший електричний вхід оптоелектронного квантуючого модуля підключений до шини живлення, другий електричний вхід є інформаційним входом запису відповідної розрядної комірки, оптичний вихід першого розряду оптоелектронного квантуючого модуля молодшої розрядної комірки з'єднаний з входом старшого розряду оптоелектронного квантуючого модуля старшої розрядної комірки, входи дозволу запису і зчитування пристрою з'єднані з відповідними входами оптоелектронних квантуючих модулів кожної розрядної комірки всіх додаткових оптоелектронних реєстрів, до яких також підключені установний вхід і шина тактових імпульсів пристрою.

На кресленні представлена структурна схема оптоелектронного десяткового пристрою.

Оптоелектронний десятковий пристрій містить реєстр 1 операнда А і групи реєстрів $2_1...2_n$ операндів $B_1...B_n$ відповідно, кожний з яких представлений двома розрядними комірками 3 і 4, а пристрій також містить $(n+1)$ блоків 5 ознаки. Кожна розрядна комірка 3 і 4 реєстра 1 і групи реєстрів $2_1...2_n$ містить оптоелектронний квантуючий модуль 6, причому, його електричний вхід 7 запису є входом кожної розрядної комірки 3 і 4 реєстра 1 і групи реєстрів $2_1...2_n$. В реєстрі 1 і групі реєстрів $2_1...2_n$ у модуля 6 комірки 3 оптичний вихід 8 першого розряду з'єднаний з входом 9 старшого розряду модуля 6 комірки 4, електрично модулі 6 комірок 3, 4 підключені до шини 10 живлення. В реєстрі 1 і групі реєстрів $2_1...2_n$ вихід 11 ознаки нуля першого розряду модуля 6 розрядних комірок 3, 4 електрично з'єднані із першим і другим входами відповідного блока 5 ознаки, які, в свою чергу, є входами

елемента І 12 блока 5 ознаки, вихід якого з'єднаний через елемент НІ 13 з першим входом елемента І 14 блока 5 ознаки, вихід якого є першим виходом блока 5 ознаки і з'єднаний із входом 15 зчитування модуля 6 комірки 3 відповідно регістра 1 і групи регістрів $2_1...2_n$. Вихід елемента І 12 з'єднаний з першим входом елемента АБО-НІ 16 блока 5 ознаки, другий вхід якого є третім входом блока 5 ознаки і з'єднаний з другим входом елемента І 14 і прямим виходом RS-тригера 17, S-вхід якого з'єднаний із входом 18 запуску пристрою. Вихід елемента АБО-НІ 16 у блоці 5 ознаки є його третім виходом і з'єднаний з виходом 19 ознаки присутності різниці у відповідному регістрі 1 і групі регістрів $2_1...2_n$. Крім того, другий вихід блоків 5 ознаки з'єднаний через елемент АБО 20 з R-входом RS-тригера 17. Входи 21 і 22 є відповідно входами дозволу запису і зчитування пристрою і з'єднані з відповідними входами модулів 6 комірок 3 і 4 регістра 1 і групи регістрів $2_1...2_n$, до яких підключені також установний вхід 23 і шина 24 тактових імпульсів пристрою.

Оптоелектронний десятковий пристрій працює наступним чином. Перед початком роботи пристрою на його установний вхід 23 подається сигнал, який встановлює модулі 6 регістра 1 і групи регістрів $2_1...2_n$ у початковий стан.

По електричному входу 7 запису модулів 6 при наявності відповідного сигналу на вході 21 дозволу запису пристрою у всіх розрядних комірках регістра 1 і групи регістрів $2_1...2_n$ відбувається запис відповідних операндів А і $V_1...V_n$ паралельно по розрядах в одиничному нормальному коді: у регістр 1 записується операнд А, у групу регістрів $2_1...2_n$ - операнди $V_1...V_n$. Причому в модулі 6 кожної розрядної комірки всіх регістрів записується

відповідна цифра a_i або b_i^j в прямому коді ($i = \overline{1,2}, j = \overline{1,n}$). Наприклад, цифра 7 записується у такому вигляді в модуль 6: 111111100. Після цього можливе виконання операції віднімання масиву десяткових чисел А і $V_1...V_n$, що зафіксовані у відповідних регістрі 1 і групі регістрів $2_1...2_n$.

При надходженні на S-вхід 18 RS-тригера 17 одиничного сигналу, що запускає, тривалістю 1τ відбувається спрацьовування RS-тригера 17 і поява на його прямому виході одиничного сигналу, що надходить одночасно на входи елементів І 14 всіх блоків 5 ознаки. При відсутності одиничного сигналу на виходах елементів І 12 у блоках 5 ознак, що можливо у випадку, коли хоча б в одній з розрядних комірок регістра 1 і групи регістрів $2_1...2_n$ знаходиться інформація, одиничний сигнал на виході елементів І 14 блока 5 ознак, викликає спрацьовування (обнулення) розрядних комірок 3 і 4 відповідних регістра 1 і групи регістрів $2_1...2_n$, оскільки він одночасно подається на вхід 15 зчитування модуля 6 розрядної комірки 3 в регістрі 1 і групі регістрів $2_1...2_n$ при наявності відповідного сигналу на вході 22 дозволу зчитування пристрою.

Останнє приводить до занулення відповідних розрядів модуля 6, починаючи зі старшого дев'ятого розряду модуля 6 у молодшій розрядній комірці 3.

Одиничний сигнал надходить з прямого виходу RS-тригера 17 доти, поки не з'явиться одиничний сигнал на його R-вході, тобто на виході елемента АБО 20. Таким чином, в модулях 6 молодшої розрядної комірки 3 регістра 1 і групи регістрів $2_1...2_n$ відбувається послідовне зменшення (зчитування) інформації доти, поки один з модулів 6 не обнулиться повністю. Наприклад, раніше це відбувається в регістрі 1. Але якщо з виходу 11 ознаки нуля першого розряду модуля 6 старшої розрядної комірки 4 регістра 1 на вхід елемента І 12 відповідного блока 5 ознаки не надходить у цей час також одиничний сигнал, що відповідає відсутності інформації в модулі 6 цієї розрядної комірки, то скидання у нульовий стан RS-тригера 17 не відбувається.

В цьому випадку наявність одиничного сигналу на прямому виході RS-тригера 17 дозволяє у наступний такт встановити в одиничний стан всі розряди модуля 6 молодшої розрядної комірки 3 і одночасно зменшити на один одиничний розряд інформацію в модулі 6 старшої розрядної комірки 4 регістра 1. Для цього використовується оптичний зв'язок з виходу 8 модуля 6 молодшої розрядної комірки 3 на вхід 9 модуля 6 старшої розрядної комірки 4 регістра 1. У такий спосіб відбувається перезапис одиниці з модуля 6 старшої розрядної комірки 4 регістра 1 у дев'ять одиниць модуля 6 молодшої розрядної комірки 3.

Надалі присутність одиничного сигналу на прямому виході RS-тригера 17 аналогічно здійснює знову процес занулення модуля 6 молодшої розрядної комірки 3 відповідного регістра і подальший перезапис одиниці з модуля 6 старшої розрядної комірки 4 у дев'ять одиниць в модулі 6 молодшої розрядної комірки 3. Цей процес продовжується доти, поки в одному з регістрів 1, $2_1...2_n$ не з'являється одночасно одиничний сигнал на виходах 11 ознаки нуля перших розрядів модуля 6 обох його розрядних комірок 3 і 4, що свідчить про те, що інформація, записана у відповідному регістрі, дорівнює нулеві. Наприклад, відбулося занулення всього регістра 1. Тоді одиничний сигнал на виході елемента І 12 відповідного блока 5 ознаки, проходячи через елемент АБО 20, викликає занулення RS-тригера 17 і припиняє надходження одиничного сигналу через елемент І 14 на входи 15 зчитування модуля 6 розрядної комірки 3 регістра 1 і групи регістрів $2_1...2_n$, що необхідно для запобігання встановлення в одиничний стан всіх розрядів модуля 6 молодшої розрядної комірки 3 регістра 1. Таким чином, регістр 1 є зануленим, а в групі регістрів $2_1...2_n$ записана різниця операндів А і $V_1...V_n$. Про те, що різниця знаходиться в групі регістрів $2_1...2_n$, свідчить наявність одиничного сигналу на виході елемента АБО-НІ 16 відповідних блоків 5 ознаки, а отже, на їхніх виходах 19 ознаки присутності різниці в групі регістрів $2_1...2_n$, у протилежному випадку одиничний сигнал присутній на виході 19 ознаки присутності різниці в регістрі 1 першого блока 5 ознаки і відсутній на виході 19 відповідних блоків 5 ознаки групи регістрів $2_1...2_n$.

Операція віднімання десяткових чисел виконується безпосередньо на оптоелектронних регістрах, де зберігаються операнди, за рахунок паралельного зчитування інформації на відміну від відомих суматорів, на яких операція віднімання виконується в результаті запису послідовно спочатку першого операнда в прямому коді, а потім другого у доповняльному коді із відповідних регістрів.

