

Винахід відноситься до обчислювальної техніки і може бути використаний для організації операції віднімання десяткових чисел у логіко-часових середовищах.

Відомий оптоелектронний десятковий суматор паралельної дії ("Вычислительная техника", Пенза, 1976, вып. 6, с. 87-89), що містить блок вводу, джерело живлення та у кожному розряді світловипромінювач, фотоприймач, модулятор, формувач імпульсу переносу, елемент затримки, підсилювач потужності електричних сигналів, що надходять на світловипромінювач старших розрядів, і оптоелектронний модуль, оптичний вхід якого зв'язаний з першим виходом світловипромінювача, оптичний вихід - із виходом фотоприймача, відповідно перший електричний вхід підключений до виходу модулятора, другий - до загальної шини живлення, вихід фотоприймача підключений до входу формувача імпульсу переносу, елемент затримки включений між формувачем імпульсу переносу ті підсилювачем потужності, вихід якого з'єднаний із другим виходом світловипромінювача сусіднього старшого розряду, вхід модулятора оптично з'єднаний із другим виходом світловипромінювача, а перший вхід світловипромінювача підключений до відповідного виходу блока вводу, що являє собою оперативну пам'ять на оптоелектронних модулях.

Недоліком цього суматора є вузькі функціональні можливості, оскільки суматор виконує тільки арифметичне підсумовування операндів, що виключає його використання при виконанні операції паралельного віднімання кодів.

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

Недоліком такого пристрою є низькі функціональні можливості, оскільки суматор виконує одну двомісну (бінарну) операцію додавання-віднімання, а для забезпечення реальної роботи суматора необхідна наявність хоча б одного регістра, оскільки операція додавання-віднімання виконується над двома операндами, попередньо занесеними у відповідні регістри.

Найбільш близьким за технічною суттю є оптоелектронний пристрій віднімання десяткових чисел (а.с. СРСР 1136157, кл. G06F7/56, 1985), що містить перший оптоелектронний регістр, розрядна комірка якого містить два оптоелектронних квантуючих модуля і два модулятора, 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, крім того, містить другий оптоелектронний регістр, перший і другий елементи АБО-НІ та регенеративний бістабільний оптрон, чотири елементи І та два елементи НІ, причому в кожній розрядній комірці першого і другого оптоелектронних регістрів оптичні входи перших модуляторів є оптичними входами розрядної комірки відповідно першого і другого операндів пристрою, другі оптичні входи першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів з'єднані з виходами 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 виходом першого елемента АБО-НІ і через перший елемент НІ - з першим оптичним входом третього елемента І, вихід другого елемента І з'єднаний оптично з першим виходом другого елемента АБО-НІ і

через другий елемент НІ - з першим оптичним входом четвертого елемента І, перший електричний вхід першого оптоелектронного квантуючого модуля в кожній розрядній комірці з'єднаний з електричним виходом другого модулятора, у молодшій розрядній комірці кожного оптоелектронного регістра другий вихід дев'ятого розряду другого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний із третіми оптичними входами першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів і з оптичним входом другого модулятора наступної розрядної комірки, оптичні входи других модуляторів молодших розрядних комірок першого і другого оптоелектронних регістрів з'єднані відповідно з виходами третього і четвертого елементів І, другі входи яких з'єднані з виходом регенеративного бістабільного оптрона, одиничний оптичний вхід якого з'єднаний із шиною запуску 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 елемента АБО-НІ з'єднані з виходом ознаки присутності різниці в першому оптоелектронному регістрі пристрою, а вихід другого - з виходом ознаки присутності різниці в другому оптоелектронному регістрі пристрою.

Недоліком даного пристрою є виконання операції віднімання тільки для двох операндів, що зменшує функціональні можливості пристрою.

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

Поставлена задача досягається тим, що в оптоелектронний десятковий пристрій, який містить регенеративний бістабільний оптрон і два оптоелектронних регістри, які складаються з розрядних комірок, двох елементів І, елемента АБО-НІ і елемента НІ, причому 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 першого оптоелектронного квантуючого модуля, оптичні входи перших модуляторів є оптичними входами операндів пристрою, другі оптичні входи першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів з'єднані з виходами відповідно першого і другого модуляторів, а перший оптичний вихід дев'ятого розряду другого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний з відповідними входами першого елемента І, вихід якого з'єднаний оптично з першим входом елемента АБО-НІ і через елемент НІ з'єднаний з першим оптичним входом другого елемента І, перший електричний вхід першого оптоелектронного квантуючого модуля в кожній розрядній комірці з'єднаний також з електричним виходом другого модулятора, у молодшій розрядній комірці кожного оптоелектронного регістра другий вихід дев'ятого розряду другого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний із третіми оптичними входами першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів і з оптичним входом другого модулятора наступної розрядної комірки, оптичний вхід другого модулятора молодших розрядних комірок оптоелектронних регістрів з'єднаний відповідно з виходом другого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом регенеративного бістабільного оптрона, одиничний оптичний вхід якого з'єднаний із шиною запуску пристрою, перший нульовий оптичний вхід регенеративного бістабільного оптрона з'єднаний з виходом першого елемента І першого оптоелектронного регістра, другий вхід елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом регенеративного бістабільного оптрона, вихід елемента АБО-НІ першого оптоелектронного регістра з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці в першому оптоелектронному регістрі пристрою, введено $n-1$ оптоелектронних регістрів і n -вихідний елемент І, входи якого з'єднані з виходами першого елемента І всіх n оптоелектронних регістрів, починаючи з другого, а вихід з'єднаний з другим нульовим оптичним входом регенеративного бістабільного оптрона, вихід елемента АБО-НІ кожного оптоелектронного регістра, починаючи з другого, з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці у відповідному оптоелектронному регістрі пристрою.

На кресленні представлена структурна схема оптоелектронного десяткового пристрою.

Оптоелектронний десятковий пристрій містить регістр 1 операнда А та n регістрів $2_1, \dots, 2_n$ операндів В ($i=1, \dots, n$) відповідно, кожний з яких представлений двома розрядними комірками 3 і 4, а також регенеративний бістабільний оптрон 5. Кожна розрядна комірка 3 і 4 регістрів 1, $2_1, \dots, 2_n$ містить два оптоелектронних квантуючих модуля 6 і 7 та два модулятора 8 і 9, причому оптичний вхід 10 модулятора 8 є оптичним входом кожної розрядної комірки 3 і 4 регістрів 1, $2_1, \dots, 2_n$. У кожній розрядній комірці 3 і 4 регістрів 1, $2_1, \dots, 2_n$ у модуля 6 оптичний вхід 11 з'єднаний з виходом модулятора 8, а електричні входи модуля 6 підключені до виходу 12 модулятора 8 і до шини 13 живлення пристрою, у модуля 7 оптичний вхід 14 з'єднаний з виходом модулятора 9, а електричні входи модуля 7 підключені до виходу 15 модулятора 9 і до шини 13 живлення пристрою. Крім того, оптичний модуль 6 з'єднаний з виходом 16 модуля 7, що оптично з'єднаний з виходом 17 модуля 6, а електричне модуль 6 підключений також до виходу 15 модулятора 9. У молодших розрядних комірках 3 регістрів 1, $2_1, \dots, 2_n$ вихід дев'ятого розряду модуля 7 оптично з'єднаний із виходом 18 модуля 6, входом 19 модуля 7 і входом 20 модулятора 9 старшої розрядної комірки 4. В регістрах 1, $2_1, \dots, 2_n$ вихід 21 дев'ятого розряду модуля 7 кожної розрядної комірки оптично з'єднаний із входом елемента І 22, вихід якого з'єднаний оптично через елемент НІ 23 з першим входом елемента І 24, другий вхід якого оптично з'єднаний з виходом 25 регенеративного бістабільного оптрона 5, а вихід-із входом 20 модулятора 9 молодшої розрядної комірки 3. Вихід елемента І 22 регістрів 1, $2_1, \dots, 2_n$ оптично з'єднаний з першим входом елемента АБО-НІ 26, другий вхід якого оптично з'єднаний і виходом 25 регенеративного бістабільного оптрона 5. Крім того, виходи елементів І 22 регістрів 1, $2_1, \dots, 2_n$ оптично підключені до входів елемента І 27, вихід якого підключений до нульового оптичного входу 28 регенеративного оптрона 5, нульовий оптичний вхід 29 якого підключений до виходу елемента І 22 регістра 1, одиничний оптичний вхід 30 з'єднаний із шиною запуску пристрою, вихід елемента АБО-НІ 26 регістра 1 з'єднаний з виходом 31 ознаки присутності різниці в регістрі 1, а вихід елемента АБО-НІ 26 регістрів 1, $2_1, \dots, 2_n$ з'єднаний з виходом 32 ознаки присутності різниці у відповідному регістрі $2_1, \dots, 2_n$.

Оптоелектронний десятковий пристрій працює в такий спосіб.

По оптичному входу 10 модулятора 8 і по оптичному входу 11 модуля 6 у всіх розрядних комірках 3 і 4 регістрів 1, $2_1, \dots, 2_n$ відбувається запис відповідно двохранрядних операндів А і В, паралельно по розрядах в одиничному нормальному кодi. Запис відбувається при наявності електричних сигналів на виходах 12 модуляторів 8 регістрів 1, $2_1, \dots, 2_n$, а також при наявності напруги на шині 13 живлення пристрою. У регістр 1 записуються розряди $a_2 a_1$ операнда А, у регістри $2_1, \dots, 2_n$ - розряди $b_2^i b_1^i$ операндів В_i. Причому в модулі 6 кожної розрядної комірки регістрів 1, $2_1, \dots, 2_n$ записується відповідна цифра a , b^i в прямому кодi, а в модулі 7-у доповняльному до дев'яти кодi за рахунок оптичного зв'язку по виходу 17 модуля 6. Наприклад, цифра 7 записується у такому вигляді:

модуль 6: 111111100;

модуль 7: 000000011;

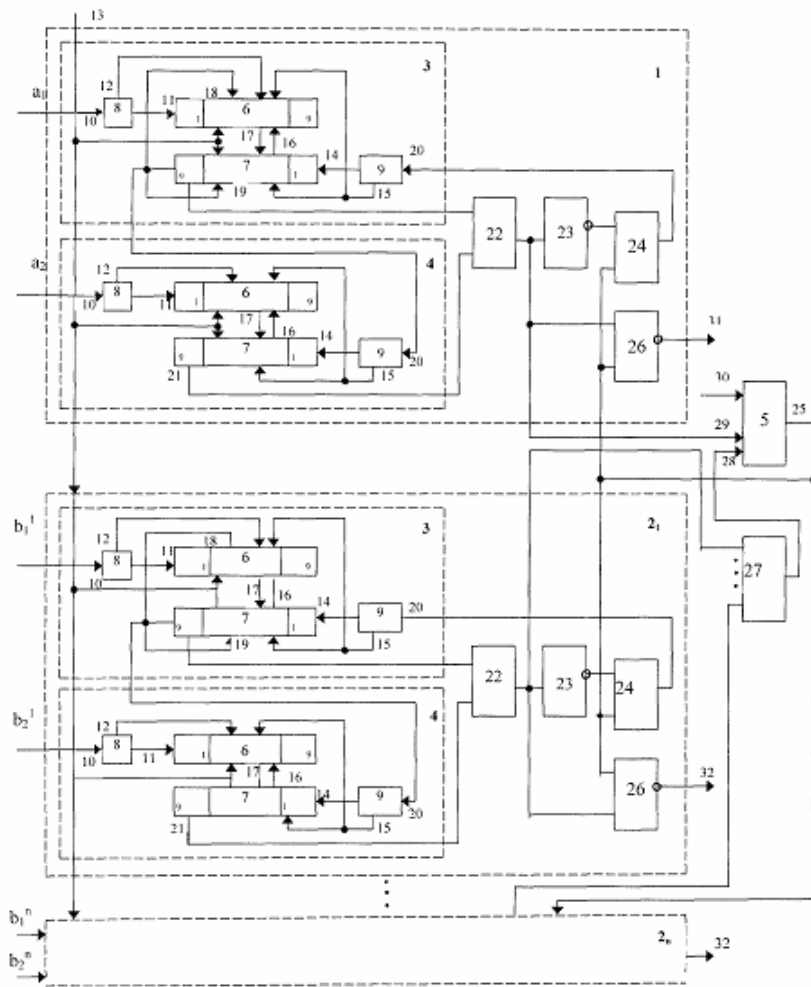
При надходженні на вхід 30 регенеративного бістабільного оптрона 5 запускаючого оптичного сигналу тривалістю t_1 відбувається спрацювання останнього і поява на його виході 25 оптичного сигналу, що надходить одночасно на оптичні входи елементів І 24 регістрів 1, $2_1, \dots, 2_n$ і при відсутності одиничного сигналу на виходах елементів І 22, що можливо у випадку, коли хоча б в одній з розрядних комірок 3 і 4 регістрів 1, $2_1, \dots, 2_n$ знаходиться інформація, викликає спрацювання модуляторів 9 у молодших розрядних комірках 3 регістрів 1, $2_1, \dots, 2_n$. Останнє по виходах 14 приводить до збільшення записаної в модулях 7 інформації, а отже, до обнуління відповідних розрядів модуля 6 за рахунок оптичного зв'язку по виходу 16 модуля 7. Цей процес відбувається при наявності електричних сигналів на виходах 15 модуляторів 9 регістрів 1, $2_1, \dots, 2_n$.

Оптичний сигнал надходить з виходу 25 регенеративного бістабільного оптрона 5 до тих пір, поки не відбувається обнуління оптрона 5 по оптичним сигналам, що надходять на його нульові входи 28 або 29. Таким чином, в модулях 7 молодшої розрядної комірки 3 регістрів 1, $2_1, \dots, 2_n$ відбувається послідовне збільшення інформації до тих пір, поки в одному з модулів 7 не з'являється одиничний оптичний сигнал у дев'ятому розряді. Наприклад, раніше це відбудеться в регістрі 1. Але якщо з виходу 21 дев'ятого розряду модуля 7 старшої розрядної комірки 4 регістра 1 на вхід елемента І 22 не надходить у цей час оптичний сигнал, що відповідає наявності інформації в модулі 6 цієї розрядної комірки, то встановлення в нульовий стан регенеративного бістабільного оптрона 5 не відбувається.

В результаті наявності оптичного сигналу на виході 25 оптрона 5 призводить в цьому випадку до встановлення в одиничний стан по оптичному входу 18 всього модуля 6 до обнулення по оптичному входу 19 всього модуля 7, а також збільшує на один одиничний розряд інформацію в модулі 7 старшої розрядної комірки 4, що відповідно викликає обнулення відповідного розряду модуля 6 цієї ж розрядної комірки 4. 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 оптичного сигналу на виході 25 оптрона 5 аналогічно здійснює процес обнуління модуля 6 молодшої розрядної комірки 3 відповідного регістра і подальший перезапис одиниці з модуля 6 старшої розрядної комірки 4 у дев'ять одиниць модуля 6 молодшої розрядної комірки 3. Цей процес продовжується доти, поки на одному з регістрів 1 або $2_1, \dots, 2_n$ не з'являється одночасно оптичний сигнал на виході 21 дев'ятого розряду модуля 7 усіх його розрядних комірок, що свідчить про те, що інформація у відповідному регістрі дорівнює нулю. Наприклад, відбулося обнулення всього регістра 1. Тоді одиничний оптичний сигнал на виході елемента І 22 викликає обнуління регенеративного бістабільного оптрона 5 і припиняє надходження оптичного сигналу через елемент І 24 на вхід 20 модулятора 9 молодшої розрядної комірки 3 усіх регістрів, що необхідно для запобігання встановлення в одиничний стан усього модуля 6 і обнуління модуля 7 молодшої розрядної комірки 3 регістра 1. Таким чином, регістр 1 є обнуленим, а в регістрах $2_1, \dots, 2_n$ записана різниця операндів А і В. Про те, що різниця знаходиться в регістрах $2_1, \dots, 2_n$ свідчить наявність оптичного сигналу на виході елемента АБО-НІ 26, тобто на виході 32 ознаки присутності різниці в регістрах $2_1, \dots, 2_n$, у протилежному випадку оптичний сигнал присутній також на виході елемента АБО-НІ 26 регістра 1, тобто на виході 31 ознаки присутності різниці в регістрі 1, але відсутній на будь-якому виході 32 регістрів $2_1, \dots, 2_n$.

Операція віднімання десяткових чисел виконується безпосередньо на оптоелектронних регістрах, де зберігаються операнди, за рахунок паралельного зсуву інформації на відміну від відомого оптоелектронного десяткового суматора, в якому операція віднімання виконується в результаті запису послідовно спочатку першого операнда в прямому кодi, а потім другого у зворотному кодi з відповідних регістрів. Усе це приводить до розширення функціональних можливостей пристрою при виконанні операції віднімання десяткових чисел.



Φir.