

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

Відомо оптоелектронний десятковий суматор паралельної дії („Вычислительная техника”, Пенза, 1976, вып.6, с.87-89), що містить блок введення, джерело живлення і у кожному розряді світловипромінювач, фотоприймач, модулятор, формувач імпульсу перенесення, елемент затримки, підсилювач потужності запускаючих електричних сигналів, що надходять на світловипромінювач старших розрядів, і оптоелектронний модуль, оптичний вхід якого з'єднаний з першим виходом світловипромінювача, оптичний вихід з'єднаний із входом фотоприймача, відповідно перший електричний вхід підключений до вихода модулятора, другий електричний вхід підключений до загальної шини живлення, вихід фотоприймача підключений до входу формувача імпульсу перенесення, елемент затримки включений між формувачем імпульсу перенесення і 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 введення, що являє собою оперативну пам'ять на оптоелектронних модулях.

Недоліком цього пристрою є можливість виконання тільки арифметичного додавання операндів, що виключає його використання при виконанні операцій віднімання кодів.

Відомо оптоелектронний десятковий суматор (а.с. СРСР 840895, кл. G06F7/56, 1981), що містить два блоки введення доданків і в кожній розрядній комірці два оптоелектронних квантуючих модулі, два модулятори, два світловипромінювача, 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 зв'язаний із другим входом другого модулятора і входом встановлення в одиничний стан другого оптоелектронного квантуючого модуля, перший вихід другого блока пам'яті оптично зв'язаний із другим входом першого модулятора і входом 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 входом першого блока пам'яті, другий вхід якого є першим оптичним входом розрядної комірки, оптичний вихід другого оптоелектронного квантуючого модуля зв'язаний з першим входом 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 є другим оптичним виходом комірки, причому перший і другий оптичні входи молодшої розрядної комірки суматора з'єднані відповідно з першими 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, який з'єднаний 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 з'єднаний з четвертим оптичним виходом молодшої розрядної комірки, причому четвертий оптичний вихід старшої розрядної комірки суматора з'єднаний з четвертим оптичним виходом 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 зв'язаних регенеративних бістабільних оптронів, одиничні входи і виходи яких є відповідно входами і виходами модуля.

Недоліком відомого пристрою є значні апаратні витрати через необхідність використання блоків введення доданків у вигляді тривалості електричного сигналу, поданої на відповідні світловипромінювачі розрядних комірок оптоелектронного суматора. Крім того, для забезпечення реальної роботи суматора необхідна наявність хоча б одного регістра, оскільки операції додавання-віднімання виконуються над 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 два оптоелектронні регістри, два елементи АБО-НІ, регенеративний бістабільний оптрон, чотири елементи І і 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 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 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 і 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 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 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 АБО-НІ 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 значна складність розрядних комірок оптоелектронних регістрів, які містять два оптоелектронних квантуючих модулі і два модулятори.

В основу винаходу поставлена задача створення оптоелектронного пристрою віднімання десяткових чисел, в якому за виходом введення оптоелектронних квантуючих модулів з розширеними функціональними можливостями і нових зв'язків досягається можливість спрощення пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що в оптоелектронній пристрій віднімання десяткових чисел, що 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 регістрі пристрою, а вихід другого елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці в другому оптоелектронному регістрі пристрою, введені RS-тригер і елемент АБО, входи дозволу відповідно запису і зчитування пристрою, настановний вхід, вхід запуску і шина тактових імпульсів пристрою, причому в кожній розрядній комірці обох оптоелектронних регістрів 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 регістрів 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 регістрів, 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 регістрів, до яких також підключені настановний вхід і шина тактових імпульсів пристрою.

На фіг.1 представлена структурна схема оптоелектронного пристрою віднімання десяткових чисел, на фіг.2 показана принципова схема оптоелектронного квантуючого модуля.

Оптоелектронний пристрій віднімання (фіг.1) містить два регістри 1 і 2 операндів А і В відповідно, кожний з яких представлений двома розрядними комітками 3 і 4, і RS-тригер 5. Кожна розрядна комірка 3 і 4 регістрів 1 і 2 містить оптоелектронний квантуючий модуль 6, причому, його електричний вхід 7 запису є входом кожної розрядної комірки 3 і 4 регістрів 1 і 2. В регістрах 1 і 2 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 обох регістрах 1 і 2 вихід 11 ознаки нуля першого розряду модуля 6 кожної розрядної комірки 3, 4 електрично з'єднаний із входом елемента І 12, вихід якого з'єднаний через елемент НІ 13 з першим входом елемента І 14, другий вхід якого з'єднаний з прямим виходом RS-тригера 5, а вихід з'єднаний із входом 15 зчитування модуля 6 комірок 3. Виходи елементів І 12 регістрів 1 і 2 з'єднані через елемент АБО 16 з R-виходом RS-тригера 5 і першими входами елементів АБО-НІ 17, другі входи яких з'єднані з прямим виходом RS-тригера 5, S- вхід якого з'єднаний із входом 18 запуску пристрою. Вихід елемента АБО-НІ 17 в регістрі 1 з'єднаний з виходом 19 ознаки присутності різниці в регістрі 1, а вихід елемента АБО-НІ 17 в регістрі 2 з'єднаний з виходом 20 ознаки присутності різниці в регістрі 2. Входи 21 і 22 є відповідно входами дозволу запису і зчитування пристрою і з'єднані з відповідними входами модулів 6 комірок 3 і 4 обох регістрів 1 і 2, до яких підключені також настановний вхід 23 і шина 24 тактових імпульсів пристрою.

Оптоелектронний квантуючий модуль 6 (фіг.2) містить дев'ять розрядних комірок 25.1, ..., 25.9, комірку 26 початкового стану, D-тригер 27, вузол 28 переключення напрямку лічби з першого до четвертого виходами, першу шину 29 непарних імпульсів, першу шину 30 парних імпульсів, другу шину 31 непарних імпульсів, другу шину 32 парних імпульсів, третю шину 33 непарних імпульсів, третю шину 34 парних імпульсів, RS-тригер 35, вхід 36 прямої лічби, вхід 37 зворотньої лічби, перший-четвертий елементи І 38-141. Відповідно розрядні комірки 25.1, ..., 25.9 і 26 мають перший - третій входи 42-44 керування і містять транзистор 45, джерело 46 світла з першим — третім оптичними виходами 47-49, перший-третій фотоприймачі 50-52, перший-третій розділові діоди 53-55, резистор 56, загальну шину 57, шину 10 живлення. Пристрій містить елементи І 58-1 60, АБО 61 крім того, комірка 26 початкового стану містить додатковий резистор 62 і світлодіод 63, перша комірка 25.1 має виходи 8 і 11, а комірки 25.1, ..., 25.9 мають резистори 64.

Перший вхід вузла 28 підключений до прямого виходу D-тригера 27, другий вхід підключений до інверсного виходу D-тригера 27, перший вихід вузла 28 переключення напрямку лічби підключений до першої шини 29 непарних імпульсів, другий-четвертий виходи підключені до першої шини 30 парних імпульсів, другої шини 31 непарних імпульсів і до другої шини 32 парних імпульсів відповідно. Перша шина 29 непарних імпульсів підключена до перших входів 42 керування непарних розрядних комірок 25.1, 25.3, ..., 25.9, перша шина 30 парних імпульсів підключена до перших входів 42 керування парних розрядних комірок 25.2, 25.4, ..., 25.8 і комірки 26 початкового стану, друга шина 31 непарних імпульсів підключена до других входів 43 керування непарних розрядних комірок 25.1, 25.3, ..., 25.9, друга шина 32 парних імпульсів підключена до других входів 43 керування парних розрядних комірок 25.2, 25.4, ..., 25.8. Всі комірки 25.1, ..., 25.9 і 26 містять у своєму складі регенеративний оптрон, у якому перший вивід джерела 46 світла підключений до шини 10 живлення, другий вивід підключений до колектора транзистора 45, емітер якого підключений до загальної шини 57, база підключена до перших виводів першого-третього фотоприймачів 50-52 і через резистор 56 підключена до загальної шини 57. Перший оптичний вихід 47 джерела 46 світла зв'язаний з першим фотоприймачем 50 своєї комірки, другий оптичний вихід 48 зв'язаний із другим фотоприймачем 51 наступної розрядної комірки, третій вихід 49 зв'язаний із третім фотоприймачем 52 попередньої розрядної комірки. Прямий вихід RS-тригера 35 підключений до перших входів елементів I 38, I 39, інверсний вихід підключений до перших входів елементів I 40, I 41, перший вхід вузла 28 переключення напрямку лічби підключений до других входів елементів I 38, I 40, другий вхід підключений до других входів елементів I 39, I 41, виходи елементів I 38- I 41 підключені відповідно до першого-четвертого виходів вузла 28 переключення напрямку лічби, третя шина 33 непарних імпульсів підключена до прямого виходу D-тригера 27 і до третього входу 44 керування непарних розрядних комірок 25.1, 25.3, ..., 25.9, третя шина 34 парних імпульсів підключена до інверсного виходу D-тригера 27, до його D-входу, до третього входу 44 керування парних розрядних комірок 25.2, 25.4, ..., 25.8 і комірки 26 початкового стану. У комірки 26 початкового стану додатковий світлодіод 63 оптично зв'язаний з другим фотоприймачем 51, анод світлодіода 63 через резистор 62 підключений до шини 10 живлення, катод підключений до інверсного R-входу D-тригера 27, до основного входу 23 пристрою і до першого входу елемента I 59, інверсний S-вхід RS-тригера 35 підключений до входу 36 прямої лічби, інверсний R-вхід підключений до входу 37 зворотньої лічби. У всіх комірках 25.1, ..., 25.9 і 26 між першим-третім входами 42-44 керування і другими виводами другого і першого фотоприймачів 51, 50 і першим виводом третього фотоприймача 52 включені відповідно перший-третій розділові діоди 53-55, другий вивід третього фотоприймача 52 з'єднаний із загальною шиною 57, а в якості фотоприймачів 50-52 використовуються фотодіоди. С-вхід D-тригера 27 підключений до виходу елемента I 58, перший вхід якого підключений до виходу елемента АБО 61, другий вхід підключений до входу тактових імпульсів 24 пристрою, входи елемента АБО 61 підключені відповідно до входу 7 запису і входу 15 зчитування модуля, другий вхід елемента I 59 з'єднаний з входом 21 дозволу запису пристрою, а вихід підключений до входу 36 прямої лічби, вхід 37 зворотньої лічби з'єднаний з входом 22 дозволу зчитування пристрою. Третій оптичний вихід 49 джерела 46 світла комірки 25.1 є виходом 8 модуля, другий оптичний вихід 48 джерела 46 світла останньої розрядної комірки 25.9 є виходом перенесення, колекторний вивід транзистора 45 комірки 25.1 є виходом 11 модуля, який підключений до першого входу елемента I 60, другий вхід якого з'єднаний з входом 15 зчитування модуля, а його вихід через резистор 64 підключений до бази транзистора 45 кожної комірки 25.1, ..., 25.9. Комірка 26 початкового стану не містить третій фотоприймач 52 і розділовий діод 54, а тому не має входу 43 керування і виходу 49 джерела 46 світла. На фіг.2 показано оптичний вхід 9 старшого розряду модуля 6 розрядної комірки 4 обох оптоелектронних регістрів 1 і 2, який зв'язаний з фотоприймачем 52 розрядної комірки 25.9 модуля.

Оптоелектронний пристрій віднімання десяткових чисел (фіг.1) працює в такий спосіб. Перед початком роботи пристрою на його настановний вхід 23 подається сигнал, який встановлює модулі 6 обох регістрів 1 і 2 у початковий стан.

По оптичному входу 7 запису модулів 6 при наявності відповідного сигналу на вході 21 дозволу запису пристрою у всіх розрядних комірках регістрів 1 і 2 відбувається запис відповідних операндів А і В паралельно по розрядах в одиничному нормальному коді: у регістр 1 записується операнд А, у регістр 2 - операнд В. Причому в модулі 6 кожної розрядної комірки обох регістрів записується відповідна цифра a_i або b_i в прямому коді. Наприклад, цифра 7 записується у такому вигляді в модуль 6: 111111100. Після цього можливе виконання операції віднімання двох десяткових чисел А і В, що зафіксовані у відповідних регістрах 1 і 2.

При надходженні на S-вхід 18 RS-тригера 5 одиничного сигналу, що запускає, тривалістю 1τ відбувається спрацьовування RS-тригера 5 і поява на його прямому виході одиничного сигналу, що надходить одночасно на входи елементів I 14 обох регістрів 1 і 2. При відсутності одиничного сигналу на виходах елементів I 12, що можливо у випадку, коли хоча б в одній з розрядних комірок обох регістрів 1 і 2 знаходиться інформація, одиничний сигнал на виході елементів I 14 викликає спрацьовування (обнуління) розрядних комірок 3 і 4 обох регістрів 1 і 2, оскільки одночасно подається на входи 15 зчитування модулів 6 в обох регістрах 1 і 2 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 5 доти, поки не з'явиться одиничний сигнал на його R-вході, тобто на виході елемента АБО 16. Таким чином, в модулях 6 молодшої розрядної комірки 3 обох регістрів 1 і 2 відбувається послідовне зменшення (зчитування) інформації доти, поки один з двох 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 I 12 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 5 не відбувається.

В цьому випадку наявність одиничного сигналу на прямому виході RS-тригера 5 дозволяє у наступний такт встановити в одиничний стан всі розряди модуля 6 молодшої розрядної комірки і одночасно зменшити на один одиничний розряд інформацію в модулі 6 старшої розрядної комірки 4. Для цього використовується оптичний зв'язок з виходу 8 модуля 6 молодшої розрядної комірки 3 на вхід 9 модуля 6 старшої 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 одиничного сигналу на прямому виході RS-тригера 5 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 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 цього регістра, проходячи через елемент АБО 16, викликає занулення RS-тригера 5 і припиняє надходження одиничного сигналу через елемент І 14 на входи 15 модуля 6 розрядних комірок 3 і 4 обох регістрів 1 і 2, 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 регістрі 2 записана різниця операндів А і В. Про те, що різниця знаходиться в регістрі 2, свідчить наявність одиничного сигналу на виході елемента АБО-НІ 17, а отже, на виході 20 ознаки присутності різниці в регістрі 2, у протилежному випадку одиничний сигнал присутній на виході 19 ознаки присутності різниці в регістрі 1.

Оптоелектронний квантуючий модуль 6 молодшої розрядної комірки 3 (фіг.2) функціонує в такий спосіб.

Для готовності модуля до запису інформації на шину 10 живлення подається напруга живлення. Для встановлення початкового стану на настановний вхід 23 пристрою подається низький потенціал, при цьому RS-тригер 35 встановлюється в „одиничний” стан, а D-тригер 27 встановлюється в „нульовий” стан.

В результаті на перший вхід елемента І 39 вузла 28 переключення напрямку лічби надходить „1” з прямого виходу RS-тригера 35, а на другий вхід надходить „1” з інверсного виходу D-тригера 27, отже, на виході елемента І 39 встановлюється високий потенціал, а на виходах елементів І 38,1 40,1 41 встановлюються низькі потенціали.

Одночасно з цим відбувається збудження комірки 26 модуля. На катоді світлодіода 63 присутній „0”, по ланцюгу шина 10 живлення-резистор 62 - світлодіод 63 тече струм, що збуджує світлодіод 63, який, в свою чергу, оптично діє на фотоприймач 51 комірки 26. Під дією цього зв'язку і високого потенціалу на шині 30 опір фотоприймача 51 різко зменшується і в результаті транзистор 45 відкривається. По ланцюгу джерело 46 світла-колектор- емітер транзистора 45-загальна шина 57 тече струм, джерело 46 світла випромінює світло, по ланцюгу вихід 47-фотоприймач 50 забезпечується позитивний оптичний зворотній зв'язок, оскільки по ланцюгу шина 34-діод 55-фотоприймач 50 тече струм. Комірка 26 запам'ятовує інформацію. З виходу 48 джерела 46 світла комірки 26 світловий сигнал впливає на фотоприймач 51 наступної розрядної комірки 25.1, підготовлюючи її до роботи.

При виконанні операції запису операндів на вхід 21 дозволу запису пристрою необхідна наявність низького потенціалу, який через елемент І 59 подається на вхід 36 прямої лічби, тобто на інверсний S-вхід RS-тригера 35 і встановлює його в „одиничний” стан. В результаті шини 29 і 30 підключені, а шини 31 і 32 відключені. Інформаційні сигнали з входу 7 запису через елемент АБО 61 надходять на перший вхід елемента І 58, а на його другий вхід надходять тактові імпульси з входу 24 тактових імпульсів пристрою. D-тригер 27 починає працювати в режимі лічби.

З приходом одиничного сигналу з входу 7 запису і при наявності тактового сигналу з входу 24 D-тригер 27 перейде в „одиничний” стан, тобто на його прямому виході встановиться „1”, а на інверсному встановиться „0”. В результаті на виході елемента І 39 вузла 28 переключення напрямку лічби з'явиться низький потенціал, тому що на його другий вхід надходить „0” з інверсного виходу D-тригера 27, а на виході елемента І 38 з'явиться високий потенціал, тому що на його перший вхід надходить „1” з прямого виходу RS-тригера 35, а на другий вхід надходить „1” з прямого виходу D-тригера 27.

Під дією одиничного сигналу з виходу 48 джерела 46 світла комірки 26 початкового стану і високого потенціалу, що надходить з шини 29, опір фотоприймача 51 розрядної комірки 25.1 різко зменшується. В результаті транзистор 45 розрядної комірки 25.1 відкривається, по ланцюгу джерело 46 світла -колектор - емітер транзистора 45 -загальна шина 57 тече струм, джерело 46 світла випромінює світло і через вихід 47 впливає на фотоприймач 50, забезпечуючи позитивний оптичний зворотній зв'язок. Комірка 25.1 запам'ятовує перший сигнал запису.

Запирання розрядної комірки 26 відбувається завдяки наявності резистора 56 і нульового потенціалу на шинах 30 і 34, що приводить до запирання транзистора 45, причому подача нульового потенціалу з шини 34 через діод 55 і фотоприймач 50 (фотодіод) помітно скорочує час запирання транзистора 45.

З приходом наступного імпульсу запису D-тригер 27 перейде в нульовий стан, тобто на його прямому виході з'явиться „0”, а на інверсному виході з'явиться „1”. В результаті на шині 29 встановлюється низький потенціал, а на шині 30 встановлюється високий потенціал.

Під дією оптичного зв'язку з виходу 48 комірки 25.1 на фотоприймач 51 комірки 25.2 і високого потенціалу з шини 30 опір фотоприймача 51 комірки 25.2 різко зменшується, транзистор 45 відкривається, збуджується регенеративний оптрон комірки 25.2, і запирається регенеративний оптрон комірки 25.1 аналогічно описаному вище.

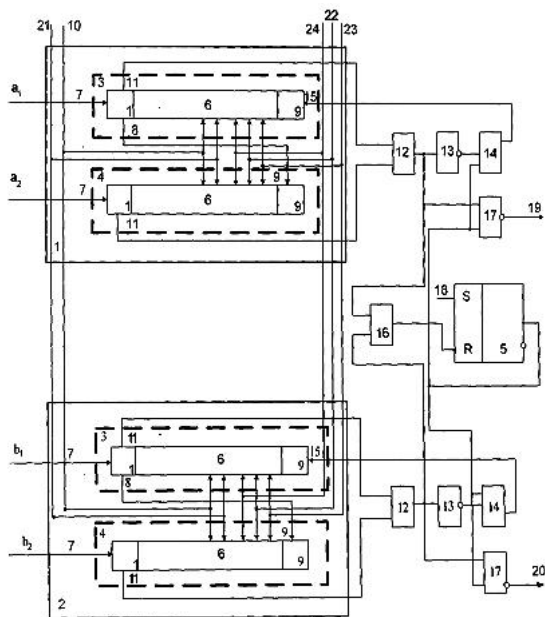
Аналогічним чином відбувається спрацьовування наступних комірок 25.3,...,25.9 модуля, при цьому визначальними є сигнали на входах 42 і 44 і задіяно діоди 53 і 55. Кількість комірок модуля, що спрацювали, визначається тривалістю сигналу запису на вході 7 запису пристрою. Запирання по входах 42 і 44 непарних розрядних комірок 25.1,...,25.9 відбувається завдяки наявності нульового потенціалу на шинах 29 і 33, а парних розрядних комірок 25.2,...,25.8 завдяки наявності нульового потенціалу на шинах 30 і 34.

При переповненні розрядної сітки модуля одиниця перенесення з'являється на оптичному виході 48 старшої комірки 25.9 модуля.

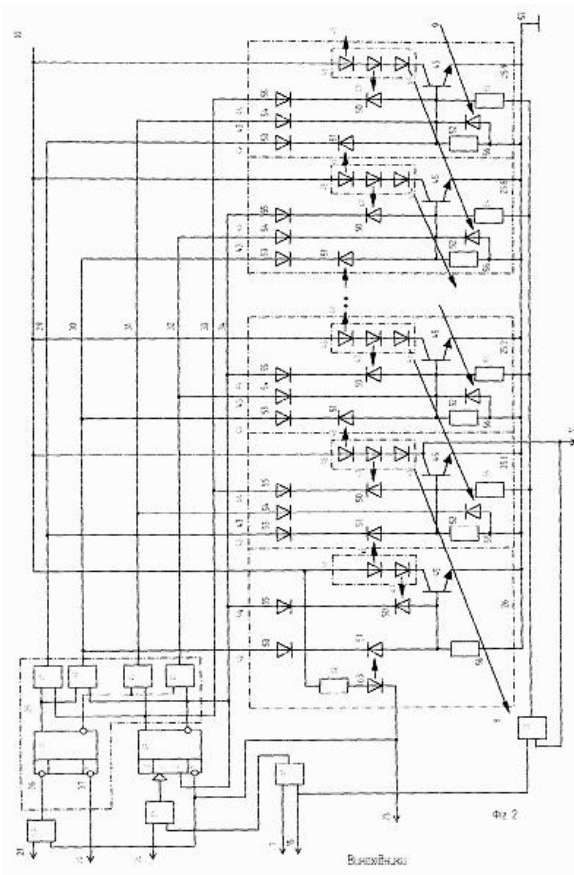
При виконанні операції зчитування даних на вході 22 дозволу зчитування пристрою необхідна наявність низького потенціалу, який подається на вхід 37 зворотньої лічби і встановлює RS-тригер 35 у „нульовий” стан, отже, шини 29 і 30 відключені, тобто мають низькі потенціали, а шини 31 і 32 підключені, тобто мають високі потенціали поперемінно, в залежності від величини тривалості сигналу зчитування на вході 15 зчитування, який через елементи АБО 61 і І 58 подається на С-вхід D-тригера 27. В результаті реалізовані зв'язки зворотньої лічби через вихід 49 джерела 46 світла на фотоприймач 52 попередньої розрядної комірки 25.1, ..., 25.9. Отже, при зсуві стани комірок 25.1, ..., 25.9 міняються в зворотньому напрямку, переходячи з одиничного в нульовий стан, при цьому визначальними є сигнали на входах 43 розрядних комірок 25.1, ..., 25.9 і задіяно діоди 54.

При необхідності одночасного встановлення в одиничний стан всіх розрядних комірок 25.1, ..., 25.9, а саме, в режимі зчитування даних при зануленні всього оптоелектронного модуля, тобто коли присутні одиничні сигнали на виході 11 і на вході 15 зчитування модуля, на виході елемента І 60 формується одиничний сигнал. Він подається через резистор 64 на базу транзистора 45 розрядних комірок 25.1, ..., 25.9 і відкриває транзистори 45. Через джерела 46 світла тече струм, що викликає їхнє випромінювання. Отже, всі комірки 25.1, ..., 25.9 знаходяться в одиничному стані.

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. Крім того, оптоелектронні квантуючі модулі в усіх розрядних комірках обох оптоелектронних регістрів мають розширені функціональні можливості, тобто забезпечують послідовний запис і зчитування цифрових даних у вигляді одиничного нормального коду, на відміну від відомих оптоелектронних регістрів, які виконують ці операції, застосовуючи два оптоелектронних квантуючих модулі в кожній розрядній комірці. Усе це приводить до скорочення апаратних витрат при виконанні операції віднімання десяткових чисел.



Фиг. 1



Фиг. 2