



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 4557

(13) U

(51) 7 G06F7/50

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) ОПТОЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ

1

2

(21) 20040604284

(22) 03.06.2004

(24) 17.01.2005

(46) 17.01.2005, Бюл. № 1, 2005 р.

(72) Мартинюк Тетяна Борисівна, Биков Микола Максимович, Войтенко Олеся Петрівна, Ковернега Вячеслав Васильович, Співак Сергій Васильович

(73) ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Оптиелектронний пристрій, який містить два оптиелектронні реєстри, два елементи АБО-НІ, регенеративний бістабільний оптрон, чотири елементи І і два елементи НІ, кожна розрядна комірка обох оптиелектронних реєстрів містить два оптиелектронних квантуючих модулі і два модулятори, причому в кожній розрядній комірці перші електричні входи першого і другого оптиелектронних квантуючих модулів з'єднані з виходами відповідно першого і другого модуляторів, а другі електричні входи підключені до шини живлення пристрою, перший оптичний вхід першого оптиелектронного квантуючого модуля з'єднаний з виходом другого оптиелектронного квантуючого модуля, перший оптичний вхід якого з'єднаний з виходом першого оптиелектронного квантуючого модуля, оптичні входи перших модуляторів є оптичними входами розрядної комірки відповідно першого і другого операндів пристрою, другі оптичні входи першого і другого оптиелектронних квантуючих модулів з'єднані з виходами відповідно першого і другого модуляторів, а перший оптичний вихід дев'ятого розряду другого оптиелектронного квантуючого модуля з'єднаний з відповідними входами першого і другого елементів І відповідно в першому і другому оптиелектронних реєстрах, 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'єднаний з першим оптичним входом четвертого елемента І, оптичні входи других модуляторів молодших розрядних комірок першого і другого оптиелектронних реєстрів 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 з 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 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 оптиелектронному реєстрі пристрою, а вихід другого елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці в другому оптиелектронному реєстрі пристрою, який відрізняється тим, що він містить третій оптиелектронний реєстр, третій елемент АБО-НІ, третій елемент НІ, п'ятий і шостий елементи І, настановний вхід і вихід зчитування пристрою, кожна розрядна комірка третього оптиелектронного реєстра містить два оптиелектронних квантуючих модулі і два модулятори, причому в кожній розрядній комірці перші електричні входи першого і другого оптиелектронних квантуючих модулів з'єднані з виходами відповідно першого і другого модуляторів, а другі електричні входи підключені до шини живлення пристрою, перший оптичний вхід першого оптиелектронного квантуючого модуля з'єднаний з виходом другого оптиелектронного квантуючого модуля, перший оптичний вхід якого з'єднаний з виходом першого оптиелектронного квантуючого модуля, другі оптичні входи першого і другого оптиелектронних квантуючих модулів з'єднані з виходами відповідно першого і другого модуляторів, а перший оптичний вихід дев'ятого розряду другого оптиелектронного квантуючого модуля з'єднаний з відповідними входами п'ятого елемента І відповідно в третьому оптиелектронному реєстрі, вихід п'ятого елемента І з'єднаний оптично з першим входом третього елемента АБО-НІ і через третій елемент НІ з'єднаний з першим оптичним входом шостого елемента І, оптичний вхід другого модулятора молодшої розрядної комірки третього оптиелектронного реєстра з'єднаний відповідно з виходом шостого елемента І, другі входи шостого елемента І і третього елемента АБО-НІ з'єднані з виходом зчитування пристрою, вихід третього елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом ознаки присутності інформації в третьому оптиелектронному реєстрі пристрою, а вихід шостого елемента І є виходом пристрою, крім того

(13) U

(11) 4557

(19) UA

в трьох оптоелектронних регістрах в кожній розрядній комірці третій електричний вхід другого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний з електричним виходом першого модулятора, а третій електричний вхід першого оптоелектронного квантуючого модуля 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 четвертими електричними входами першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів, а перший оптичний вихід дев'ятого розряду другого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний з оптичним входом другого модулятора наступної розрядної комірки, крім того настановний вхід пристрою підключений до п'ятих електричних входів обох оптоелектронних квантуючих модулів всіх розрядних комірок трьох оптоелектронних регістрів, у третього оптоелектронного регістра у молодшій розрядній комірці оптичний вхід першого модулятора з'єднаний з виходом регенеративного бістабільного оптрона, а оптичний вихід дев'ятого розряду першого оптоелектронного квантуючого модуля підключений до оптичного входу першого модулятора наступної розрядної комірки.

електронного квантуючого модуля з'єднаний з оптичним входом другого модулятора наступної розрядної комірки, крім того настановний вхід пристрою підключений до п'ятих електричних входів обох оптоелектронних квантуючих модулів всіх розрядних комірок трьох оптоелектронних регістрів, у третього оптоелектронного регістра у молодшій розрядній комірці оптичний вхід першого модулятора з'єднаний з виходом регенеративного бістабільного оптрона, а оптичний вихід дев'ятого розряду першого оптоелектронного квантуючого модуля підключений до оптичного входу першого модулятора наступної розрядної комірки.

Оптоелектронний пристрій відноситься до обчислювальної техніки і може бути використаний для організації операцій віднімання та порівняння десяткових чисел.

Відомий 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 переносу, елемент затримки, підсилювач потужності запускаючих 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 і підсилювачем потужності, вихід якого з'єднаний із другим входом світловипромінювача сусіднього старшого розряду, вхід модулятора оптично зв'язаний із другим виходом світловипромінювача, а перший вхід світловипромінювача підключений до відповідного виходу блоку введення, що являє собою оперативну пам'ять на оптоелектронних модулях.

Недоліком цього пристрою є те, що він виконує тільки арифметичне підсумовування операндів, що виключає його використання при виконанні операції віднімання кодів.

Відомий 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 розрядних комірок доданків, перші електричні входи першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів підключені до виходів першого і другого модуляторів відповідно, другі електричні входи з'єднані з

загальною шиною живлення суматора, а перші оптичні входи з'єднані з першими виходами першого і другого світловипромінювачів відповідно, другі виходи яких оптично з'єднані з першими входами першого і другого модуляторів відповідно, а електричні входи - 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 блоку пам'яті оптично з'єднаний із другим входом другого модулятора і виходом встановлення в одиничний стан другого оптоелектронного квантуючого модуля, перший вихід другого блоку пам'яті оптично з'єднаний із другим входом першого модулятора і виходом встановлення в одиничний стан першого оптоелектронного квантуючого модуля, нульові входи якого відповідно з молодшого по старший розряд 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 блоку пам'яті, другий вхід якого є першим оптичним входом розрядної комірки, оптичний вихід другого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний з першим входом другого блоку 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 з'єднані відповідно з першим і другим оптичними виходами старшої розрядної комірки суматора, другий вихід першого блоку пам'яті є третім оптичним виходом розрядної комірки, а другий вихід другого блоку 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 з'єднана 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 входом самої молодшої розрядної комірки суматора, а третій оптичний вихід самої старшої розрядної комірки є виходом суматора, крім того, обоє 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 відомого суматора є формування на ньому або суми, або різниці двох операндів, що виключає можливість отримання при виконанні операції віднімання загальної складової, що дорівнює мінімальному з двох операндів.

Найбільш близьким за технічною суттю є оптоелектронний пристрій віднімання десяткових чисел (а. с. СРСР 1136157, кл. G06F7/56, 1985), в подальшому поіменованій як оптоелектронний пристрій який містить, перший оптоелектронний реєстр, кожна розрядна комірка якого 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, крім того, пристрій містить другий оптоелектронний реєстр, перший і другий елементи АБО-НІ і регенеративний бістабільний оптрон, чотири елементи І і два елементи НІ, причому в кожній розрядній комірці першого і другого оптоелектронних реєстрів 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 реєстрах, 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'єднаний з першим оптичним входом четвертого елемента І, перший електричний вхід першого оптоелектронного квантуючого модуля в кожній розрядній комірці з'єднаний з електричним вихо-

дом другого модулятора, у молодшій розрядній комірці кожного оптоелектронного реєстра 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 входи других модуляторів молодших розрядних реєстрів 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 з 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 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 реєстрі пристрою, а вихід другого елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці в другому оптоелектронному реєстрі пристрою.

Недоліком даного пристрою є обмежені функціональні можливості через те, що при відніманні двох операндів формується їхня різниця і втрачається їхня загальна складова.

В основу корисної моделі поставлена задача створення оптоелектронного пристрою, в якому в результаті введення нових вузлів та зв'язків досягається можливість формування загальної частини та різниці двох десяткових чисел, що призводить до розширення функціональностей можливостей пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що в оптоелектронний пристрій, який містить два оптоелектронні реєстри, два елементи АБО-НІ, регенеративний бістабільний оптрон, чотири елементи І і два елементи НІ, кожна розрядна комірка обох оптоелектронних реєстрів 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 реєстрах, 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 I, вихід другого елемента I з'єднаний оптично з першим входом другого елемента АБО-НІ і через другий елемент НІ з'єднаний з першим оптичним входом четвертого елемента I, оптичні входи других модуляторів молодших розрядних комірок першого і другого оптоелектронних реєстрів з'єднані відповідно з виходами третього і четвертого елементів I, другі входи яких з'єднані з виходом регенеративного бістабільного оптрона, одиничний оптичний вхід якого з'єднаний з шиною запуску пристрою, перший нульовий оптичний вхід регенеративного бістабільного оптрона з'єднаний з виходом першого елемента I, а другий нульовий оптичний вхід з'єднаний з виходом другого елемента I, 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 реєстрі пристрою, а вихід другого елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом ознаки присутності різниці в другому оптоелектронному реєстрі пристрою, введений третій оптоелектронний реєстр, третій елемент АБО-НІ, третій елемент НІ, п'ятий і шостий елементи I, настановний вхід і вхід зчитування пристрою, кожна розрядна комірка третього оптоелектронного реєстра 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, 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 п'ятого елемента I відповідно в третьому оптоелектронному реєстрі, вихід п'ятого елемента I з'єднаний оптично з першим входом третього елемента АБО-НІ і через третій елемент НІ з'єднаний з першим оптичним входом шостого елемента I, оптичний вхід другого модулятора молодшої розрядної комірки третього оптоелектронного реєстра з'єднаний відповідно з виходом шостого елемента I, другі входи шостого елемента I і третього елемента АБО-НІ з'єднані з входом зчитування пристрою, вихід третього елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом ознаки присутності інформації в третьому оптоелектронному реєстрі пристрою, а вихід шостого елемента I є виходом пристрою, крім того, в трьох оптоелектронних реєстрах в кожній розрядній комірці третій електричний вхід другого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний з електричним виходом першого модулятора, а третій електричний вхід першого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний з електричним виходом другого модулятора, у молодшій розрядній комірці кожного оптоелектронного реєстра другий вихід дев'ятого розряду другого оптоелектронного кван-

туючого модуля з'єднаний із четвертими електричними входами першого і другого оптоелектронних квантуючих модулів, а перший оптичний вихід дев'ятого розряду другого оптоелектронного квантуючого модуля з'єднаний з оптичним входом другого модулятора наступної розрядної комірки, крім того, настановний вхід пристрою підключений до п'ятих електричних входів обох оптоелектронних квантуючих модулів всіх розрядних комірок трьох оптоелектронних реєстрів, у третього оптоелектронного реєстра у молодшій розрядній комірці оптичний вхід першого модулятора з'єднаний з виходом регенеративного бістабільного оптрона, а оптичний вихід дев'ятого розряду першого оптоелектронного квантуючого модуля підключений до оптичного входу першого модулятора наступної розрядної комірки

На Фіг.1 представлена структурна схема оптоелектронного пристрою, а на Фіг.2, 3 подані принципові схеми оптоелектронних квантуючих модулів 6 і 7 відповідно.

Оптоелектронний пристрій містить (Фіг.1) два реєстри 1 і 2 операндів А і В відповідно, кожний з яких представлений двома розрядними комірками 3 і 4, і реєстр 5, який також представлений двома розрядними комірками 3, 4. Кожна розрядна комірка реєстрів 1, 2, 5, містить два оптоелектронних квантуючих модуля 6 і 7 і два модулятори 8 і 9, причому оптичний вхід 10 модулятора 8 є оптичним входом кожної розрядної комірки 3 і 4 реєстрів 1, 2, 5. В кожній розрядній комірці 3 і 4 у модуля 6 оптичний вхід 11 з'єднаний з виходом модулятора 8, а електрично модуль 6 підключений до виходу 12 модулятора 8 і до шини 13 живлення, у модуля 7 оптичний вхід 14 з'єднаний з виходом модулятора 9, а електрично модулятор 7 підключений до виходу 15 модулятора 9 і до шини 13 живлення. Крім того, оптично модуль 6 з'єднаний з виходом 16 модуля 7, який оптично з'єднаний з виходом 17 модуля 6, електрично модуль 6 підключений також до виходу 15 модулятора 9, а модуль 7 електрично підключений до виходу 12 модулятора 8. В молодших розрядних комірках 3 реєстрів 1, 2, 5 вхід 18 модуля 6 і вхід 19 модуля 7 електрично з'єднані з входом 20 дев'ятого розряду модуля 7, а вхід 21 модулятора 9 старшої розрядної комірки 4 з'єднаний з оптичним виходом дев'ятого розряду модуля 7 розрядної комірки 3, причому оптичні виходи дев'яти розрядів модулів 7 обох розрядних комірок 3, 4 реєстрів 1, 2, 5 оптично з'єднані з входами елемента I 22, вихід якого з'єднаний оптично через інвертор 23 з першим входом елемента I 24, вихід якого з'єднаний з входом 21 модулятора 9 молодшої розрядної комірки 3

У регенеративного бістабільного оптрона 25 виходи елементів I 22 реєстрів 1 і 2 оптично з'єднані з його нульовим входом 26 і першими входами елементів АБО-НІ 27 відповідно. Вхід 28 пристрою є його настановним входом і з'єднаний з модулями 6 і 7 розрядних комірок 3, 4 реєстрів 1, 2, 5, другі входи елементів I 24 і АБО-НІ 27 оптично з'єднані з виходом 29 регенеративного бістабільного оптрона 25, одиничний вхід 30 якого з'єднаний з шиною запуску пристрою, вихід елемента АБО-НІ 27 реєстра 1 з'єднаний з виходом 31 ознаки присутності різниці в реєстрі 1, а вихід еlemen-

ту АБО-НІ 27 регістра 2 з'єднаний з виходом 32 ознаки присутності різниці в регістрі 2. Оптичні входи 10 розрядних комірок 3 і 4 регістрів 1 і 2 з'єднані відповідно з входами молодшого та старшого розрядів першого і другого операндів пристрою.

Другий вхід елемента І 24 регістра 5 оптично з'єднаний з входом 33 зчитування пристрою і другим входом елемента АБО-НІ 27, перший вхід якого з'єднаний з виходом елемента І 22. Вихід елемента АБО-НІ 27 регістра 5 з'єднаний з виходом 34 ознаки присутності інформації в регістрі 5, вхід 10 модулятора 8 молодшої розрядної комірки 3 якого з'єднаний з виходом 29 регенеративного бістабільного оптрона 25, вхід 10 модулятора 8 старшої розрядної комірки 4 з'єднаний з виходом дев'ятого розряду модуля 6 його молодшої розрядної комірки 3, вихід елемента І 24 регістра 5 є виходом 35 пристрою.

Оптоелектронний модуль 6 молодшої розрядної комірки 3 регістра (Фіг. 2) містить комірки 36.1, ..., 36.9, D-тригер 37, вузол 38 перемикання напрямку лічби, першу шину 39 непарних імпульсів, першу шину 40 парних імпульсів, другу шину 41 непарних імпульсів, другу шину 42 парних імпульсів, третю шину 43 непарних імпульсів, третю шину 44 парних імпульсів, RS-тригер 45, вхід 46 прямої лічби пристрою, вхід 47 зворотної лічби пристрою, перший-четвертий елементи І 48-51. Відповідно комірки 36.1, ..., 36.9 мають входи 52-54 керування та містять транзистор 55, джерело 56 світла з трьома оптичними виходами 17, 57, 58, перший-третій фотоприймачі 59-61, розділові діоди 62-64, резистори 65, 66, загальну шину 67, шину живлення 13. Модуль містить елемент АБО 68, тактовий вхід 69, настановний вхід 28, входи 12 та 15 дозволу запису і обнулення відповідно, вхід 18 встановлення всіх комірок 36.1, ..., 36.9 в одиничний стан, елемент І-НІ 70. Перший вхід вузла 38 перемикання напрямку лічби підключений до прямого виходу D-тригера 37, другий вхід підключений до інверсного виходу D-тригера 37, перший вихід вузла 38 перемикання напрямку лічби підключений до першої шини 39 непарних імпульсів, другий вихід підключений до першої шини 40 парних імпульсів, третій вихід підключений до другої шини 41 непарних імпульсів, а четвертий вихід підключений до другої шини 42 парних імпульсів. Перша шина 39 непарних імпульсів підключена до входів 52 керування непарних комірок 36.1, 36.3, ..., 36.9, перша шина 40 парних імпульсів підключена до входів 52 керування парних комірок 36.2, 36.4, ..., 36.8, друга шина 41 непарних імпульсів підключена до входів 53 керування непарних комірок 36.1, ..., 36.9, друга шина 42 парних імпульсів підключена до входів 53 керування парних комірок 36.2, ..., 36.8. Всі комірки 36.1, ..., 36.9 містять в своєму складі регенеративний оптрон, в якому перший вивід джерела 56 світла підключений до шини 13 живлення, другий вивід підключений до колектора транзистора 55, емітер якого підключений до загальної шини 67, база підключена до перших виводів першого-третього фотоприймачів 59-61 та через резистор 65 до загальної шини 67. Перший оптичний вихід 57 джерела 56 світла з'єднаний з першим фотоприйма-

чем 59 своєї комірки, другий оптичний вихід 58 з'єднаний з другим фотоприймачем 60 наступної комірки, третій вихід 17 є виходом цієї комірки. Прямий вихід RS-тригера 45 підключений до перших входів першого та другого елементів І 48, 49, його інверсний вихід підключений до перших входів третього та четвертого елементів І 50 та 51, перший вхід вузла 38 перемикання напрямку лічби підключений до других входів першого та третього елементів І 48, 50, другий вхід підключений до других входів другого та четвертого елементів І 49, 51. Виходи першого-четвертого елементів І 48-51 підключені відповідно до першого-четвертого виходів вузла 38 перемикання напрямку лічби, третя шина 43 непарних імпульсів підключена до прямого виходу D-тригера 37 та до входу 54 керування непарних комірок 36.1, 36.3, ..., 36.9, третя шина 44 парних імпульсів підключена до інверсного виходу D-тригера 37, до його D-виходу і до входу 54 керування парних комірок 36.2, 36.4, ..., 36.8, інверсний S-вхід D-тригера 37 підключений до настановного входу 28 модуля. Інверсний S-вхід RS-тригера 45 підключений до входу 46 прямої лічби, інверсний R-вхід підключений до входу 47 зворотної лічби модуля. У всіх комірках 36.1, ..., 36.9 між входами 52-54 керування та другим виводом фотоприймача 60, першим виводом фотоприймача 61 та другим виводом фотоприймача 59 ввімкнено відповідно розділові діоди 62-64, другий вивід фотоприймача 61 з'єднаний з загальною шиною 67, в якості фотоприймачів 59-61 використовуються фотодіоди. С-вхід D-тригера 37 підключений до тактового входу 69 модуля, оптичний вихід 58 джерела 56 світла останньої комірки 36.9 є виходом переповнення модуля. Оптичний вхід фотоприймача 60 першої комірки 36.1 з'єднаний з оптичним входом 11 модуля. Вхід 12 дозволу запису з'єднаний з входом 46 прямої лічби модуля, вхід 47 зворотної лічби якого з'єднаний з входом 15 дозволу обнулення і першим входом елемента І-НІ 70, другий вхід якого з'єднаний з входом 18 модуля. Перший вхід елемента АБО 68 з'єднаний з входом елемента І-НІ 70, другий вхід з'єднаний з настановним входом 28 модуля та інверсним S-виходом D-тригера 37, базовий вивід транзистора 55 всіх комірок 36.1, ..., 36.9 через резистор 66 з'єднаний з виходом елемента АБО 68, а всі фотоприймачі 61 оптично з'єднані з виходами 16 модуля 7.

Оптоелектронний модуль 7 молодшої розрядної комірки 3 регістра (Фіг. 3) містить комірки 71.1, ..., 71.9, D-тригер 72, вузол 73 перемикання напрямку лічби, першу шину 74 непарних імпульсів, першу шину 75 парних імпульсів, другу шину 76 непарних імпульсів, другу шину 77 парних імпульсів, третю шину 78 непарних імпульсів, третю шину 79 парних імпульсів, RS-тригер 80, вхід 81 прямої лічби пристрою, вхід 82 зворотної лічби пристрою, перший-четвертий елементи І 83-86. Відповідно комірки 71.1, ..., 71.9 мають входи 87-89 керування та містять транзистор 90, джерело 91 світла з трьома оптичними виходами 16, 92, 93, перший-третій фотоприймачі 94-96, розділові діоди 97-99, резистори 100, 101, загальну шину 102, шину живлення 13. Модуль містить тактовий вхід 103, настановний вхід 28, входи 12 і 15 дозволу запису і

обнулення відповідно, вхід 19 встановлення всіх комірок 71.1, ..., 71.9 у нульовий стан, елементи НІ 104, І 105, АБО 106. Перший вхід вузла 73 перемикання напрямку лічби підключений до прямого виходу D-тригера 72, другий вхід підключений до інверсного виходу D-тригера 72, перший вихід вузла 73 перемикання напрямку лічби підключений до першої шини 74 непарних імпульсів, другий вихід підключений до першої шини 75 парних імпульсів, третій вихід підключений до другої шини 76 непарних імпульсів, а четвертий вихід підключений до другої шини 77 парних імпульсів. Перша шина 74 непарних імпульсів підключена до входів 87 керування непарних комірок 71.1, 71.3, ..., 71.9, перша шина 75 парних імпульсів підключена до входів 87 керування парних комірок 71.2, 71.4, ..., 71.8, друга шина 76 непарних імпульсів підключена до входів 88 керування непарних комірок 71.1, ..., 71.9, друга шина 77 парних імпульсів підключена до входів 88 керування парних комірок 71.2, ..., 71.8. Всі комірки 71.1, ..., 71.9 містять в своєму складі регенеративний оптрон, в якому перший вивід джерела 91 світла підключений до шини 13 живлення, другий вивід підключений до колектора транзистора 90, емітер якого підключений до загальної шини 102, база підключена до перших виводів першого-третього фотоприймачів 94-96 та через резистор 100 до загальної шини 102. Перший оптичний вихід 92 джерела 91 світла з'єднаний з першим фотоприймачем 94 своєї комірки, другий оптичний вихід 93 з'єднаний з другим фотоприймачем 95 наступної комірки, третій вихід 16 є виходом цієї комірки. Прямий вихід RS-тригера 80 підключений до перших входів першого та другого елементів І 83, 84, його інверсний вихід підключений до перших входів третього та четвертого елементів І 85 та 86, перший вхід вузла 73 перемикання напрямку лічби підключений до других входів першого та третього елементів І 83, 85, другий вхід підключений до других входів другого та четвертого елементів І 84, 86. Виходи першого-четвертого елементів І 83-86 підключені відповідно до першого-четвертого виходів вузла 73 перемикання напрямку лічби, третя шина 78 непарних імпульсів підключена до прямого виходу D-тригера 72 та до входу 89 керування непарних комірок 71.1, 71.3, ..., 71.9, третя шина 79 парних імпульсів підключена до інверсного виходу D-тригера 72, до його D-виходу і до входу 89 керування парних комірок 71.2, 71.4, ..., 71.8, інверсний S-вхід D-тригера 72 підключений до настановного входу 28 модуля. Інверсний S-вхід RS-тригера 80 підключений до входу 81 прямої лічби, інверсний R-вхід підключений до входу 82 зворотної лічби модуля. У всіх комірках 71.1, ..., 71.9 між входами 87-89 керування та другим виводом фотоприймача 95, першим виводом фотоприймача 96 та другим виводом фотоприймача 4 ввімкнено відповідно розділові діоди 97-99, другий вивід фотоприймача 96 з'єднаний із загальною шиною 102, в якості фотоприймачів 94-96 використовуються фотодіоди. S-вхід D-тригера 72 підключений до тактового входу 103 модуля, оптичний вихід 93 джерела 91 світла останньої комірки 71.9 є оптичним виходом модуля, оптичний вхід фотоприймача 95 першої комірки 71.1 з'єднаний з оптичним входом 14 мо-

дуля. Вхід 15 дозволу запису з'єднаний з входом 81 прямої лічби модуля і першим входом елемента І 105, вхід 82 зворотної лічби якого з'єднаний з входом 12 дозволу обнулення модуля, настановний вхід 28 модуля з'єднаний з інверсним S-виходом D-тригера 72 і через елемент НІ 104 з першим входом елемента АБО 106. Колекторний вивід транзистора 90 останньої комірки 71.9 є виходом 20 модуля і підключений до входу 19 цього модуля, який з'єднаний з другим входом елемента І 105, вихід якого підключений до другого входу елемента АБО 106, базовий вивід транзистора 90 всіх комірок 71.1, ..., 71.9 через резистор 101 з'єднаний з виходом елемента АБО 106, а всі фотоприймачі 96 оптично з'єднані з виходами 17 модуля 6.

Оптоелектронний пристрій (Фіг. 1) працює наступним чином.

Для встановлення у початковий стан на настановний вхід 28 пристрою подається нульовий сигнал, який в усіх розрядних комірках 3,4 регістрів 1, 2, 5 всі розряди модуля 6 встановлює у нульовий стан, а всі розряди модуля 7 встановлює в одиничний стан при наявності напруги живлення на шині 13 пристрою. Запис відповідних операндів А і В відбувається по оптичному входу 10 модулятора 8 у всіх розрядних комірках 3, 4 регістрів 1 і 2 паралельно по розрядам в одиничному нормальному коді: в регістр 1 записується операнд А, а в регістр 2 - операнд В. Причому по входу 11 в модулі 6 кожної розрядної комірки 3, 4 обох регістрів записується відповідна цифра в прямому код, а в модулі 7 - в доповняльному до дев'яти код за рахунок оптичного зв'язку по виходу 17 модуля 6 при наявності сигналу дозволу на виході 12 модулятора 8. Наприклад, цифра 7 записується в наступному вигляді: модуль 6: 111111100; модуль 7: 00000011.

При подачі на вхід 30 регенеративного бістабільного оптрона 25 запускаючого оптичного сигналу тривалістю t_1 відбувається спрацювання останнього і поява на його виході 29 оптичного сигналу, який подається одночасно на оптичні входи елементів І 24 обох регістрів 1 і 2 при відсутності одиничного сигналу на виходах елементів І 22, що можливе у випадку, коли хоча б в одній із розрядних комірок 3, 4 обох регістрів 1 і 2 знаходиться інформація. Отже, оптичний сигнал з виходу елемента І 24 подається на вхід 21 модулятора 9, що спричиняє спрацювання по входу 14 модуля 7 в молодших розрядних комірках 3 обох регістрів 1 і 2. Останнє приводить до збільшення записаної в модулях 7 інформації, а отже, до обнулення відповідних розрядів модуля 6 за рахунок оптичного зв'язку по виходу 16 модуля 7 при наявності сигналу дозволу на виході 15 модулятора 9.

Оптичний сигнал подається з виходу 29 регенеративного бістабільного оптрона 25 до того часу, поки не відбудеться обнулення оптрона 25 по оптичним сигналам, що подаються на його нульовий вхід 26. Таким чином, в обох модулях 7 молодшої розрядної комірки 3 регістрів 1 і 2 відбувається послідовне збільшення (запис) інформації до тих пір, поки в одному із двох модулів 7 не з'явиться одиничний оптичний сигнал у дев'ятому розряді. Нехай раніше з'явиться оптич-

ний сигнал на виході дев'ятого розряду модуля 7 розрядної комірки 3 регістра 1. Але якщо з оптичного виходу дев'ятого розряду модуля 7 старшої розрядної комірки 4 регістрів 1, 2 на вході елемента І 22 не надходить в цей час оптичний сигнал, що відповідає наявності інформації в модулі 6 цієї розрядної комірки, то перехід в нульове положення регенеративного бістабільного оптрона 25 не відбувається.

Однак наявність оптичного сигналу на виході 29 оптрона 25 приведе в наступний момент до встановлення за сигналом на виході 20 дев'ятого розряду модуля 7 розрядної комірки 3 в одиничний стан по електричному входу 18 всіх розрядів модуля 6, до обнулення по електричному входу 19 всього модуля 7 цієї комірки, а також до збільшення на один одиничний розряд інформації в модулі 7 старшої розрядної комірки 4, що відповідно викликає обнулення відповідного розряду модуля 6 цієї ж розрядної комірки 4. Таким чином відбувається перезаписування одиниць із модуля 6 старшої розрядної комірки 4 регістра 1 в дев'ять одиниць модуля 6 молодшої розрядної комірки 3.

Подальша присутність оптичного сигналу на виході 29 оптрона 25 ініціює аналогічний процес обнулення модуля 6 молодшої розрядної комірки 3 обох регістрів і подальше перезаписування одиниць із модуля 6 старшої розрядної комірки 4 в дев'ять одиниць модуля 6 молодшої розрядної комірки 3. Цей процес продовжується до того часу, поки на одному із регістрів 1, 2 не з'явиться одночасно оптичний сигнал на оптичному виході дев'ятого розряду модуля 7 обох його розрядних комірок 3, 4, що свідчить про те, що інформація, записана в відповідному регістрі, дорівнює нулеві. Наприклад, відбулося обнулення всього регістра І. Тоді одиничний оптичний сигнал на виході елемента І 22 викликає обнулення регенеративного бістабільного оптрона 25 і припиняє надходження оптичного сигналу через елемент І 24 на вхід 21 модулятора 9 молодшої розрядної комірки 3 обох регістрів, що необхідно для попередження встановлення в одиничний стан всього модуля 6 і обнулення модуля 7 молодшої розрядної комірки 3 регістра 1. Таким чином, регістр 1 є обнуленим, а в регістрі 2 записана різниця операндів А і В. Про те, що різниця знаходиться в регістрі 2, свідчить наявність оптичного сигналу на виході елемента АБО-НІ 27 регістра, а отже, на виході 32 ознаки присутності різниці в регістрі 2, в протилежному випадку оптичний сигнал присутній на виході 31 ознаки присутності різниці в регістрі 1.

Одночасно з обнуленням регістрів 1, 2 виконується запис інформації у регістр 5 по входу 10 модулятора 8 молодшої розрядної комірки 3 за оптичним сигналом з виходу 29 оптрона 25. При цьому записана в регістр інформація дорівнює найменшій величині з двох операндів А і В, тобто загальній складовій цих операндів. Зчитування цієї величини з виходу 35 регістра 5 виконується в процесі послідовного обнулення модулів 6 його розрядних комірок 3, 4 аналогічно наведеному процесу у регістрах 1, 2, за сигналом, який подається на вхід 33 зчитування пристрою. Про надходження інформації у регістрі 5 свідчить наявність одиничного сигналу на його виході 34.

Оптоелектронний модуль 6 (Фіг.2) працює в такий спосіб.

Для готовності модуля на шину 13 подається напруга живлення, а для встановлення початкового стану на настановний вхід 28 подається низький потенціал, який встановлює D-тригер 37 в одиничний стан і призводить до появи нульового сигналу на виході елемента АБО 68, який через резистор 66 закриває транзистор 55 в усіх комітках 36 1, ..., 36.9, тобто встановлює їх в нульовий стан.

При виконанні операції запису операндів на виході 12 дозволу запису модуля необхідна наявність низького потенціалу, який подається на вхід 46 прямої лчби, тобто на інверсний S-вхід RS-тригера 45, і встановлює його в "одиничний" стан. В результаті шини 39 та 40 підключені, а шини 41 та 42 відключені. На вхід 69 модуля надходять тактові імпульси, D-тригер 37 починає працювати в режимі лчби.

При наявності тактового сигналу з виходу 69 D-тригер 37 перейде в "одиничний" стан, тобто на його прямому виході встановиться "1", а на інверсному встановиться "0". В результаті на виході елемента І 49 вузла 38 перемикання напрямку лчби з'явиться низький потенціал, тому що на його вхід надходить "0" з інверсного виходу D-тригера 37, а на виході елемента І 48 з'явиться високий потенціал, тому що на його перший вхід надходить "1" з прямого виходу RS-тригера 45, а на другий вхід надходить "1" з прямого виходу D-тригера 37.

Під дією сигналу на оптичному виході 11 комірки 36.1 і високого потенціалу, що надходить з шини 39, опір фотоприймача 60 комірки 36.1 різко зменшується. В результаті транзистор 55 комірки 36.1 відкривається, по колу джерело 56 світла - колектор-емітер транзистора 55 - загальна шина 67 тече струм, джерело 56 світла випромінює світло і через вихід 57 впливає на фотоприймач 59, забезпечуючи позитивний зворотний зв'язок. Комірка 36.1 запам'ятовує перший сигнал запису.

З приходом наступного тактового імпульсу D-тригер 37 перейде в нульовий стан, тобто на його прямому виході з'явиться "0", а на інверсному виході з'явиться "1". В результаті на шині 40 встановиться високий потенціал. Під дією оптичного зв'язку з виходу 58 комірки 36.1 на фотоприймач 60 комірки 36.2 та високого потенціалу з шини 40 опір фотоприймача 60 комірки 36.2 різко зменшується, транзистор 55 відкривається і збуджується регенеративний оптрон комірки 36.2.

Аналогічним чином відбувається спрацювання наступних комірок 36 1, ..., 36.9 модуля, при цьому визначальними є сигнали на входах 52 та 54 керування комірок і задіяно діоди 62 та 64. Кількість комірок 36.1, ..., 36.9 модуля, що спрацювали, визначається тривалістю сигналу запису на виході 11 модуля та сигналу на виході 12 дозволу запису. При переповненні розрядної сітки модуля одиниця перенесення з'являється на оптичному виході 58 старшої комірки 36.9 модуля.

При виконанні операції обнулення модуля на виході 15 дозволу обнулення необхідна наявність низького потенціалу, який подається на вхід 47 зворотної лчби і встановлює RS-тригер 45 у "нульовий" стан, отже, шини 39 та 40 відключені, тоб-

то мають низькі потенціали, а шини 41 та 42 підключені, тобто мають високі потенціали попеременно, в залежності від величини тривалості сигналу дозволу обнулення на вході 15 модуля. В результаті реалізуються зв'язки зворотної лінхи через вхід 16 на фотоприймач 61 кожної комірки 36.1, ..., 36.9. Отже, при обнуленні стани комірок 36.1, ..., 36.9 змінюються у зворотному напрямку, переходячи з одиничного в нульовий стан, при цьому визначальними є сигнали на входах 53 керування комірок 36.1, ..., 36.9 та задіяно діоди 63.

При необхідності одночасного встановлення всіх комірок 36.1, ..., 36.9 в одиничний стан на вхід 18 модуля подається низький потенціал, який при наявності низького потенціалу на вході 15 дозволу обнулення формує високий потенціал на виході елемента І-НІ 70. Цей сигнал через резистор 66 відкриває транзистор 55 в усіх комірках 36.1, ..., 36.9, по колу шина 13 живлення - джерело 56 світла - транзистор 55 тече струм, а на виході 17 джерела 56 світла кожної комірки 36.1, ..., 36.9 з'являється оптичний сигнал.

Оптоелектронний модуль 7 (Фіг. 3) працює в такий спосіб.

Для готовності модуля на шину 13 подається напруга живлення, а для встановлення початкового стану на настановний вхід 28 подається низький потенціал, який встановлює D-тригер 72 в одиничний стан і призводить до появи одиничного сигналу спочатку на виході елемента НІ 104, а потім елемента АБО 106, який через резистор 101 відкриває транзистор 90 в усіх комірках 71.1, ..., 71.9, тобто встановлює їх в одиничний стан.

При виконанні операції запису операндів на вході 15 дозволу запису модуля необхідна наявність низького потенціалу, який подається на вхід 81 прямої лінхи, тобто на інверсний S-вхід RS-тригера 80, і встановлює його в "одиничний" стан. В результаті шини 74 та 75 підключені, а шини 76 та 77 відключені. На вхід 103 модуля надходять тактові імпульси, D-тригер 72 починає працювати в режимі лінхи.

При наявності тактового сигналу з входу 103 D-тригер 72 перейде в "одиничний" стан, тобто на його прямому виході встановиться "1", а на інверсному встановиться "0". В результаті на виході елемента І 84 вузла 73, перемикання напрямку лінхи з'явиться низький потенціал, тому що на його вхід надходить "0" з інверсного виходу D-тригера 72, а на виході елемента І 83 з'явиться високий потенціал, тому що на його перший вхід надходить "1" з прямого виходу RS-тригера 80, а на другий вхід надходить "1" з прямого виходу D-тригера 72.

Під дією сигналу на оптичному вході 14 комірки 71.11 високого потенціалу, що надходить з шини 74, опір фотоприймача 95 комірки 71.1 різко зменшується. В результаті транзистор 90 комірки 71.1 відкривається, по колу джерело 91 світла - колектор-емітер транзистора 90 - загальна шина

102 тече струм, джерело 91 світла випромінює світло і через вихід 92 впливає на фотоприймач 94, забезпечуючи позитивний зворотній зв'язок. Комірка 71.1 запам'ятовує перший сигнал запису.

З приходом наступного тактового імпульсу D-тригер 72 перейде в нульовий стан, тобто на його прямому виході з'явиться "0", а на інверсному виході з'явиться "1". В результаті на шині 75 встановиться високий потенціал. Під дією оптичного зв'язку з виходу 93 комірки 71.1 на фотоприймач 95 комірки 71.2 та високого потенціалу з шини 75 опір фотоприймача 95 комірки 71.2 різко зменшується, транзистор 90 відкривається і збуджується регенеративний оптрон комірки 71.2.

Аналогічним чином відбувається спрацювання наступних комірок 71.1, ..., 71.9 модуля, при цьому визначальними є сигнали на входах 87 та 89 керування комірок і задіяно діоди 97 та 99. Кількість комірок 71.1, ..., 71.9 модуля, що спрацювали, визначається тривалістю сигналу запису на вході 14 модуля та сигналу на вході 15 дозволу запису модуля. При переповненні розрядної сітки модуля одиниця перенесення з'являється на оптичному виході 93 старшої комірки 71.9 модуля.

При виконанні операції обнулення модуля на вході 12 дозволу обнулення необхідна наявність низького потенціалу, який подається на вхід 82 зворотної лінхи і встановлює RS-тригер 80 у "нульовий" стан, отже, шини 74 та 75 відключені, тобто мають низькі потенціали, а шини 76 та 77 підключені, тобто мають високі потенціали попеременно, в залежності від величини тривалості сигналу дозволу обнулення на вході 12 модуля. В результаті реалізуються зв'язки зворотної лінхи через вхід 17 на фотоприймач 96 кожної комірки 71.1, ..., 71.9. Отже, при обнуленні стани комірок 71.1, ..., 71.9 змінюються в зворотному напрямку, переходячи з одиничного в нульовий стан, при цьому визначальними є сигнали на входах 88 керування комірок 71.1, ..., 71.9 та задіяно діоди 98.

При необхідності одночасного встановлення всіх комірок 71.1, ..., 71.9 в нульовий стан на вхід 19 модуля з його виходу 20 подається низький потенціал, який при наявності низького потенціалу на вході 15 дозволу запису і високого потенціалу на настановному вході 28 формує низький потенціал спочатку на виході елемента І 105, а потім елемента АБО 106. Цей сигнал через резистор 101 закриває транзистор 90 в усіх комірках 71.1, ..., 71.9, по колу шина 13 живлення - джерело 91 світла - транзистор 90 не тече струм і на виході 16 джерела 91 світла кожної комірки 71.1, ..., 71.9 відсутній оптичний сигнал.

Отже, в процесі послідовного обнулення двох оптоелектронних реєстрів формується не тільки різниця операндів в одному з них, а також за рахунок використання третього оптоелектронного реєстра з'являється можливість формування загальної складової двох операндів, яка дорівнює мінімальному з них.

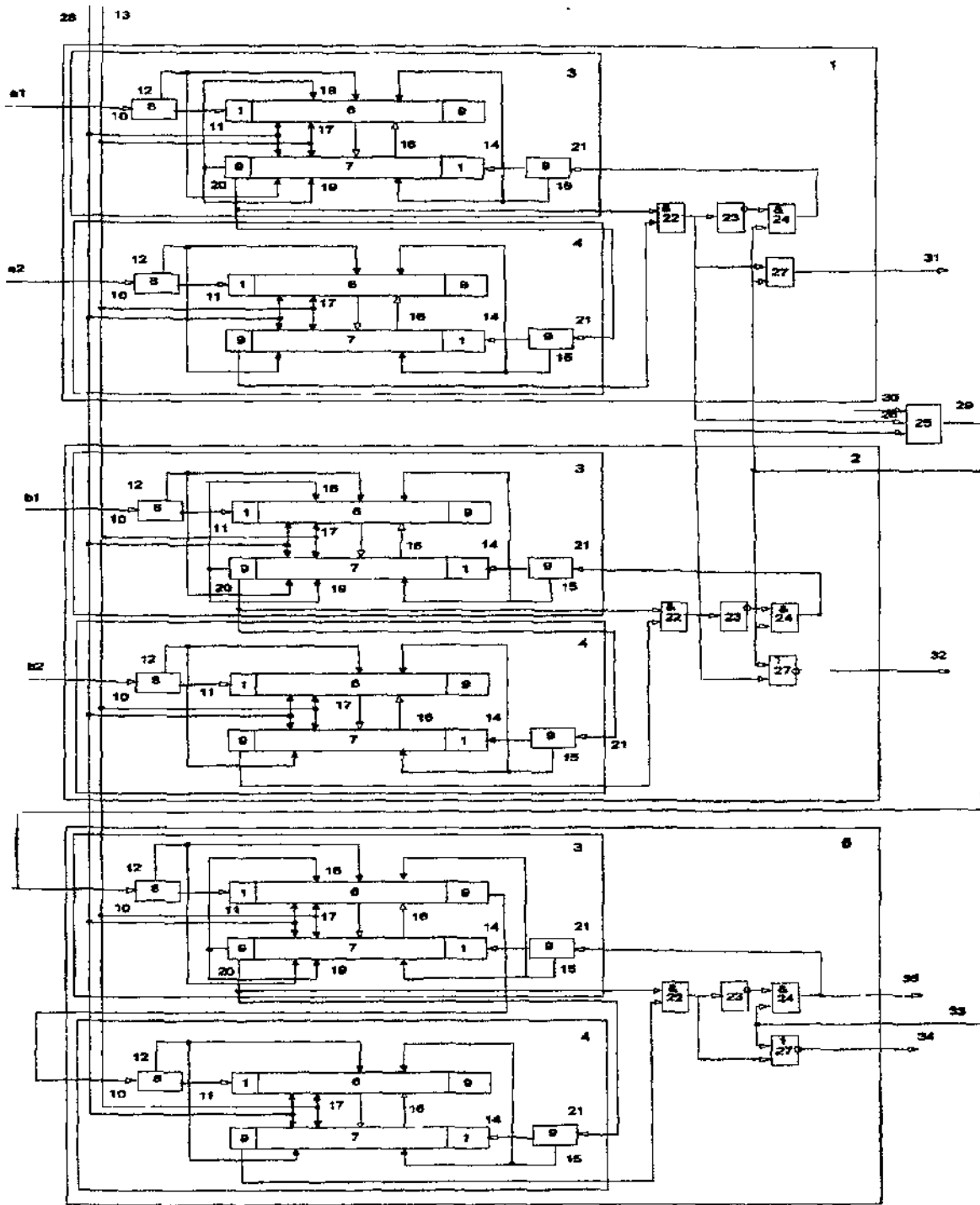
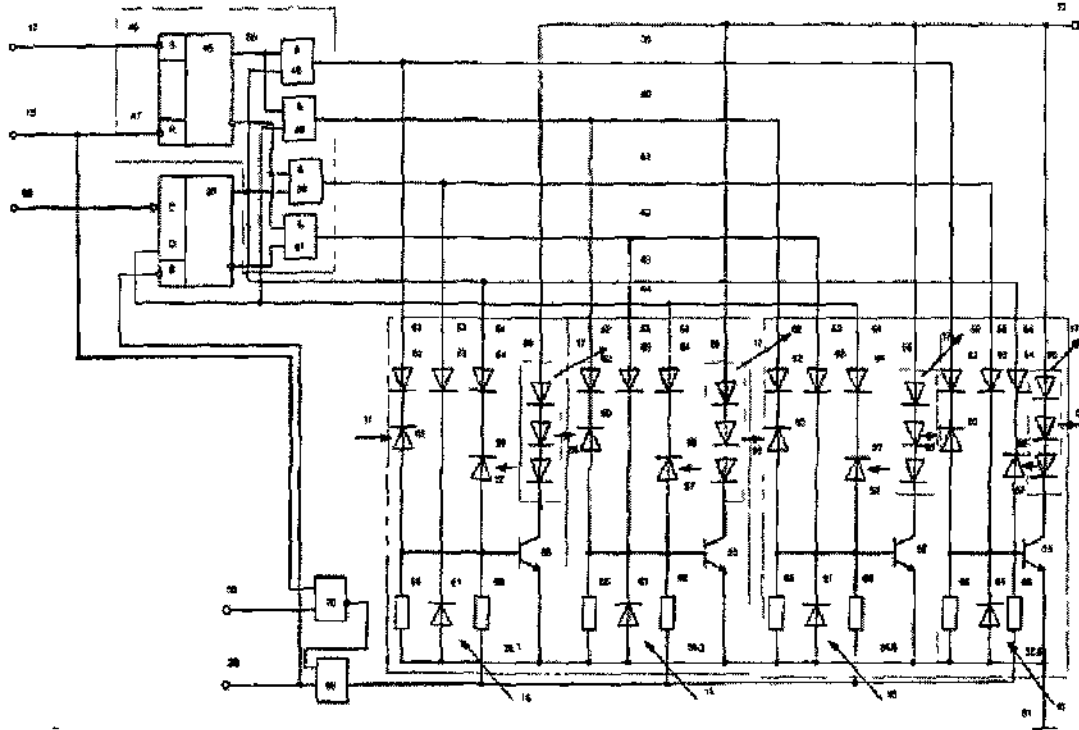
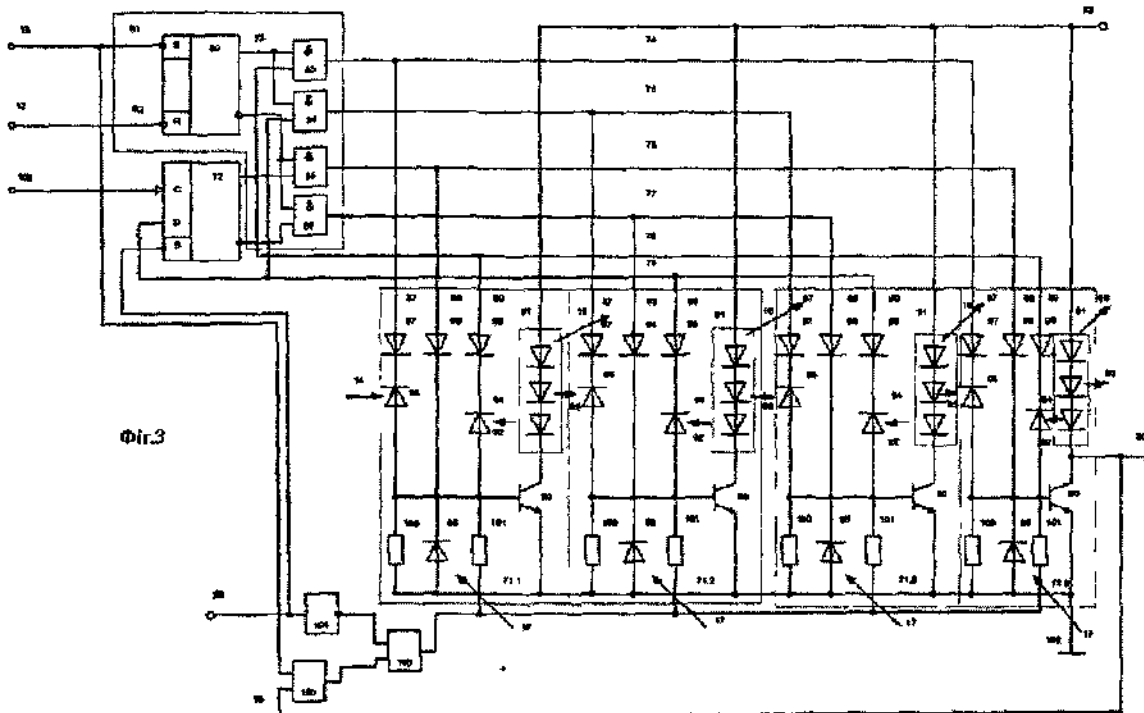


Fig. 1



Фиг.2



Фиг.3