



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 767760

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 12.07.78 (21) 2644532/18-24

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 30.09.80. Бюллетень № 36

Дата опубликования описания 02.10.80

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

G 06 F 11/00

(53) УДК 681.3  
(088.8)

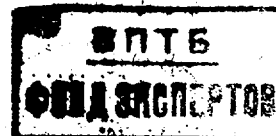
(72) Авторы  
изобретения

И. В. Дедулев и А. А. Шостак

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт

(54) КОНТРОЛИРУЕМЫЙ СУММАТОР  
СО СКВОЗНЫМ ПЕРЕНОСОМ



1 Изобретение относится к области вычислительной техники и может быть применено при разработке арифметических устройств, контроль которых организован по четности, а используемые сумматоры образуют разрядные переносы сквозным (последовательным) способом.

Известен сумматор со сквозным переносом, содержащий в каждом разряде узел суммы, включающий элементы сложения по модулю два, и узел переноса, включающий элементы И и ИЛИ [1].

Основной недостаток известного сумматора заключается в невозможности обнаружения ошибок в формировании разрядных переносов при организации его контроля по четности.

Отмеченный недостаток устраняется в сумматоре со сквозным переносом и функциональной зависимостью суммы от переноса, содержащем в каждом разряде узел переноса и узел суммы с функциональной зависимостью от переноса, причем входы узла суммы с функциональной

2 зависимостью от переноса соединены с шинами значений разрядных слагаемых, с шиной значения переноса из предыдущего разряда сумматора, с выходами прямого и инверсного значений переноса узла переноса данного разряда [2].

5 Существенным недостатком известного сумматора является большой объем его оборудования, составляющий на разряд 28 единиц в смысле цены Квайна.

10 Наиболее близким техническим решением к изобретению является сумматор со сквозным переносом, содержащий в каждом разряде элемент И и элемент ИЛИ, узел суммы, включающий элемент сложения по модулю два, узел переноса, содержащий элемент И и элемент ИЛИ, узел дублированного переноса, включающий элемент И и элемент ИЛИ, причем входы элемента И и элемента ИЛИ под-  
15 ключены к шинам значений разрядных слагаемых, первые входы элемента сложения по модулю два узла суммы и элемента И узла переноса соединены с ши-

ной значения переноса из предыдущего разряда сумматора, первые входы элементов ИЛИ узла переноса и узла дублированного переноса — с выходом элемента И, второй вход элемента И узла переноса и первый вход элемента И узла дублированного переноса — с выходом элемента ИЛИ, выход элемента И узла переноса подключен к второму входу элемента ИЛИ узла переноса, выходы элемента сложения по модулю два элемента ИЛИ и элемента И узлов соответственно суммы, переноса и дублированного переноса являются и их выходами значений соответственно суммы, переноса и дублированного переноса [3].

В известном сумматоре при формировании разрядных сумм  $S_n$ , дублируемых  $C_n$  и дублированных  $C_n^d$  переносов используются следующие логические выражения:

$$S_n = H_n \vee C_{n-1} = G_n \vee T_n \vee C_{n-1};$$

$$C_n = C_n^d = G_n + T_n \cdot C_{n-1},$$

где  $H_n = G_n \vee T_n$  — полусумма  $n$ -го разряда;

$G_n = a_n \cdot b_n$ ,  $T_n = a_n + b_n$  — функции соответственно генерации и транзита переноса для  $n$ -го разряда сумматора;

$C_{n-1}$  — перенос из предыдущего  $(n-1)$ -го разряда;

$a_n, b_n$  — разрядные слагаемые.

Это позволяет обнаруживать по четности все ошибки, вызываемые одиночной неисправностью сумматора, причем при формировании разрядных сумм, дублируемых и дублированных переносов можно использовать общие схемы формирования функций генерации и транзита переноса. Объем оборудования одного разряда известного сумматора составляет 26 единиц.

Однако в известном сумматоре, использующем общие схемы формирования функций генерации и транзита переноса, при формировании разрядных сумм  $S_n$  нельзя воспользоваться минимальным выражением для формирования полусуммы  $H_n$ , а именно, что  $H_n = G_n \vee T_n$ , так как в этом случае возможны необнаруживаемые ошибки, вызываемые неисправностью схем формирования функций генерации переноса.

Действительно, из значения произведения булевых разностей

$$\frac{dS_n}{dG_n} \frac{dC_n}{dG_n} =$$

$\overline{T_n} \cdot \overline{T_n} \cdot C_{n-1} = \overline{T_n}$  видно, что в тех случаях, когда  $a_n = b_n = 0$  ошибка в формировании  $G_n$

функции всегда приведет к необнаруживаемому классу ошибок в работе сумматора.

Таким образом недостатком известного сумматора является относительно большой объем его оборудования.

Цель изобретения — сокращение оборудования сумматора.

Поставленная цель достигается тем, что в контролируемый сумматор со сквозным переносом, содержащий в каждом разряде элемент И и элемент ИЛИ, узел формирования суммы, который включает узел сложения по модулю два, узел переноса, содержащий элемент И и элемент ИЛИ, узел дублированного переноса, имеющий элемент И и элемент ИЛИ, причем входы элемента И и элемента ИЛИ являются входами разрядных слагаемых сумматора, выход элемента И соединен с первыми входами элемента ИЛИ узла переноса и элемента ИЛИ узла дублированного переноса, выход элемента ИЛИ — с первыми входами элемента И узла переноса и элемента И узла дублированного переноса, первый вход сумматора по модулю два узла формирования суммы соединен со вторым входом элемента И узла переноса и со входом значения переноса из предыдущего разряда сумматора, выходы элемента И узла дублированного переноса, элемента ИЛИ узла переноса, сумматора по модулю два узла формирования суммы являются соответственно выходами дублированного переноса, переноса и суммы сумматора, в узел формирования суммы введен элемент И, выход которого соединен со вторым входом сумматора по модулю два, выход элемента ИЛИ связан со входом элемента И узла формирования суммы, выход элемента И — с инверсным входом элемента И узла формирования суммы, второй вход элемента ИЛИ узла дублированного переноса — со входом элемента И узла переноса, выход элемента ИЛИ узла дублированного переноса соединен со вторым входом элемента И узла дублированного переноса.

Таким образом предлагается, во-первых, с целью сокращения оборудования сумматора разрядные суммы  $S_n$  формировать в соответствии с выражением  $S_n = G_n \vee T_n \vee C_{n-1}$ ; во-вторых, с целью обнаружения при этом всех ошибок, вызываемых одиночной неисправностью схем формирования функций генерации и транзита переноса, в случае использования в сумматоре общих схем формирования функций генерации и транзита переноса, дублиро-

ванные переносы формировать следующим образом:

$$C_n^d = T_n \cdot (G_n + C_{n-1}).$$

В этом случае любая одиночная ошибка в формировании функции генерации или транзита переноса всегда приведет к обнаруживаемому классу ошибок в работе сумматора.

На чертеже приведена функциональная схема контролируемого сумматора со сквозным переносом (рассмотрен  $n$ -й разряд).

Сумматор содержит элемент И 1 и элемент ИЛИ 2 для формирования функций соответственно генерации и транзита переноса, входы которых подключены ко входам 3 значений разрядных слагаемых, узел 4 формирования суммы, включающий элемент И 5 и узел 6 сложения по модулю два, узел 7 переноса, содержащий элемент И 8 и элемент ИЛИ 9, узел 10 дублированного переноса, включающий элемент ИЛИ 11 и элемент И 12. Выход элемента И 1 соединен с инверсным входом элемента И 5 узла 4 и с первыми входами элементов ИЛИ 9, 11 соответственно 7 и 10, первый вход узла 6 сложения по модулю два узла 4 формирования суммы, второй вход элемента И 8 узла 7 переноса и второй вход элемента ИЛИ 11 узла 10 дублированного переноса соединены с шиной 13 значения переноса из предыдущего разряда сумматора. Выход элемента И 5 и узла 4 связан со вторым входом узла 6 сложения по модулю два узла 4, выход элемента И 8 узла 7 переноса — со вторым входом элемента ИЛИ 9 узла 7 переноса. Выход элемента ИЛИ 11 узла 10 дублированного переноса соединен со вторым входом элемента И 12 узла 10 дублированного переноса. Выходы узла 6 сложения по модулю два, элемента ИЛИ 9 и элемента И 12 узлов 4, 7, 10 являются и их выходами 14, 15 и 16 значений соответственно суммы, переноса и дублированного переноса.

Сумматор работает следующим образом.

Пусть возникла ошибка в формировании  $S_n$  суммы, вызванная неисправностью узла 4 формирования суммы. Но тогда она будет обнаружена контролем, так как одиночная ошибка в сумме обнаруживается контролем по четности. Неисправность узла 7 переноса может привести к возникновению как одиночной, так и групповой ошибок в сумме. Но так как при формировании разрядных сумм используются

значения разрядных переносов, а при предсказании четности суммы — значения дублированных переносов, то общее число ошибок в разрядах суммы и дублированного переноса всегда нечетно, а следовательно, обнаруживается по четности. В этом случае возможны следующие сочетания ошибок в сумме и дублированном переносе:

$$S_{n+1}, S_{n+1}, S_{n+2}, C_{n+1}, S_{n+1}, S_{n+2}, S_{n+3}, C_{n+1}, C_{n+2} \text{ и т.д.}$$

Неисправность узла 10 дублированного переноса может привести лишь к ошибке в формировании дублированного переноса, так как выход этого узла используется только в схеме предсказания четности суммы и не принимает участия в формировании разрядных сумм и переносов. Поэтому неисправность узла 10 дублированного переноса также обнаруживается контролем по четности. В предлагаемом сумматоре неисправность элемента И 1 или элемента ИЛИ 2 всегда обнаруживается по четности. Неисправность, например, элемента И 1 могла бы привести к необнаруживаемому классу ошибок в работе сумматора, если бы она вызывала одновременно ошибки в  $C_n, S_n$  или  $C_n^d, S_n$  или  $C_n, C_n^d$ . Однако из анализа значений произведений булевых разностей видно, что такое сочетание ошибок невозможно. Это же справедливо и по отношению к элементу ИЛИ 2.

Данный сумматор со сквозным переносом также, как и известный, позволяет организовать обнаружение всех сочетаний ошибок, вызываемых одиночной неисправностью сумматора при организации его контроля по четности. Однако в предлагаемом сумматоре объем оборудования узла суммы сокращен примерно на 28%, что по отношению к объему оборудования всего сумматора составляет примерно 15% (объем оборудования на разряд в известном сумматоре равен 26 единицам в смысле цены Квайна, в предлагаемом сумматоре — 22 единицам).

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Контролируемый сумматор со сквозным переносом, содержащий в каждом разряде элемент И и элемент ИЛИ, узел формирования суммы, который включает узел сложения по модулю два, узел переноса, включающий элемент И и элемент ИЛИ,

узел дублированного переноса, содержащий элемент И и элемент ИЛИ, причем входы элемента И и элемента ИЛИ являются входами разрядных слагаемых сумматора, выход элемента И соединен с первыми входами элемента ИЛИ узла переноса и элемента ИЛИ узла дублированного переноса, выход элемента И узла переноса соединен со вторым входом элемента ИЛИ узла переноса, выход элемента ИЛИ соединен с первыми входами элемента И узла переноса и элемента И узла дублированного переноса, первый вход сумматора по модулю два формирования суммы соединен со вторым входом элемента И узла переноса и со входом значения переноса из предыдущего разряда сумматора, выходы элемента И узла дублированного переноса, элемента ИЛИ узла переноса, сумматора по модулю два узла формирования суммы являются соответственно выходами дублированного переноса, переноса и суммы сумматора, отличающееся тем, что, с целью сокращения оборудования сумма-

тора, в узел формирования суммы введен элемент И, выход которого соединен со вторым входом сумматора по модулю два, выход элемента ИЛИ соединен со входом элемента И узла формирования суммы, выход элемента И соединен с инверсным входом элемента И узла формирования суммы, второй вход элемента ИЛИ узла дублированного переноса соединен со входом элемента И узла переноса, выход элемента ИЛИ узла дублированного переноса соединен со вторым входом элемента И узла дублированного переноса.

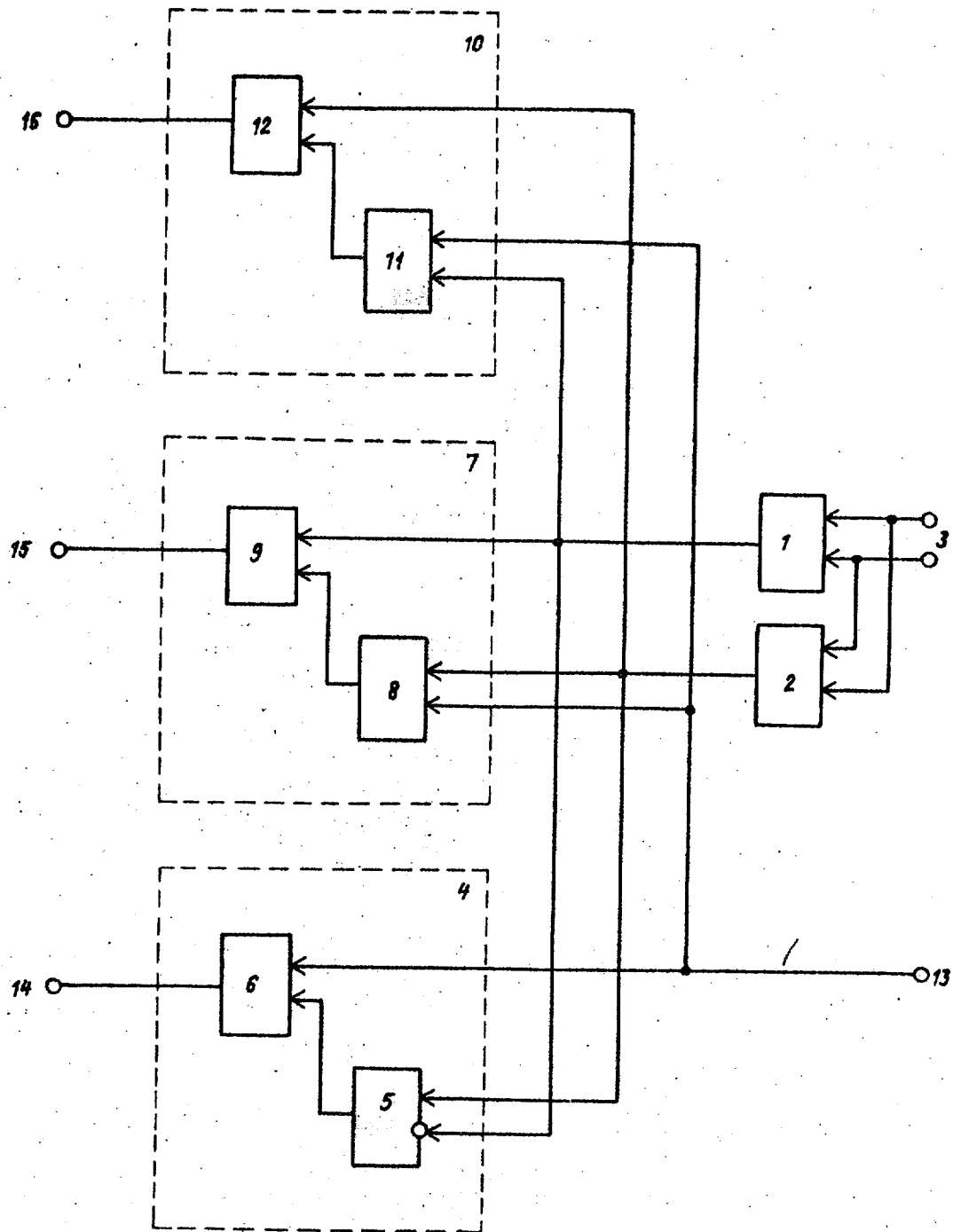
#### Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Селлерс Ф. Методы обнаружения ошибок в работе ЭЦВМ. М., "Мир", 1972, с. 107.

2. Авторское свидетельство СССР № 397909, кл. G 06 F 7/50, 04.06.71.

3. Селлерс Ф. Методы обнаружения ошибок в работе ЭЦВМ. М., "Мир", 1972, с. 122-128, фиг. 7,6.



Составитель И. Сигналов  
 Редактор М. Грузова Техред М.Петко Корректор О. Билак

Заказ 7196/45 Тираж 751 Подписное  
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4