



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 781810

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 19.03.79 (21) 2739379/18-24

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 23.11.80. Бюллетень № 43

Дата опубликования описания 23.11.80

(51) М. Кл.³

G 06 F 7/39

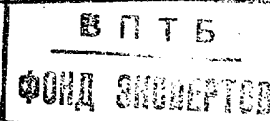
(53) УДК 681.325
(088.8)

(72) Авторы
изобретения

В. Д. Самойлов, А. В. Зарановский и В. А. Мамченко

(71) Заявитель

Институт электродинамики АН Украинской ССР



(54) ДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

1

Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано в аналого-цифровых вычислительных системах.

Известно цифровое устройство для деления чисел, поступающих в устройство параллельным кодом, содержащее цифровые блоки, реализующие операции запоминания, сложения, сдвига и др. [1].

Недостаток устройства — большие аппаратурные затраты на организацию канала связи между цифровыми блоками.

Наиболее близким к предлагаемому является делительное устройство, которое дает возможность вычислить одноразрядные приращения частного при поступлении на его вход одноразрядных приращений делимого и делителя, что позволяет, по сравнению с цифровыми устройствами для деления чисел, поступающих в устройство параллельным кодом, уменьшить затраты оборудования на организацию каналов связи с другими подобными устройствами, т.е. упростить системную связь. Например, вычислительная структура с составной частью известного устройства позволяет распараллелить про-

2

цесс вычислений, что дает возможность строить достаточно высокопроизводительные проблемно-ориентированные процессоры [2].

В известном устройстве процесс деления основан на формуле дифференциального исчисления

$$\Delta x = Z \cdot \Delta y + y \cdot \Delta Z,$$

где Z — частное;

ΔZ — приращение частного;

y — делитель;

Δy — приращение делителя;

x — делимое;

Δx — приращение делимого, в то время, как точная формула дифференциального исчисления

$$\Delta x = Z \cdot \Delta y + y \cdot \Delta Z + \Delta Z \cdot \Delta y$$

Однако из-за отбрасывания величины $\Delta Z \cdot \Delta y$ в нем происходит накопление погрешности по мере вычислений.

Целью изобретения является повышение точности вычислений.

Поставленная цель достигается тем, что в делительное устройство, содержащее счетчик делителя, счетчик частного, блок умножения величины на единичное приращение и накапливающий сумматор, вход которого соединен с выходом блока умножения величины на единичное приращение, введены элемент задержки, коммутатор, два элемента ИЛИ, счетчик старших разрядов невязки, формирователь единичных приращений частного, причем вход элемента задержки соединен с входом единичных приращений делителя делительного устройства, выход элемента задержки соединен с входом счетчика делителя и одним из входов первого элемента ИЛИ, другой вход которого соединен с входом счетчика частного, а выход соединен с первым входом блока умножения величины на единичное приращение, входы коммутатора соединены соответственно с выходами счетчиков делителя и частного, а выход соединен со вторым входом блока умножения величины на единичное приращение, выход накапливающего сумматора соединен с одним из входов второго элемента ИЛИ, другой вход которого соединен с входом единичных приращений делимого делительного устройства, вход счетчика старших разрядов невязки соединен с выходом второго элемента ИЛИ, один вход формирователя единичного приращения частного соединен со знаковым разрядом счетчика старших разрядов невязки, другой вход соединен с выходом знакового разряда счетчика делителя, выход формирователя единичных приращений частного соединен с входом счетчика частного.

На чертеже изображена блок-схема делительного устройства.

Устройство состоит из счетчика 1 частного, счетчика 2 делителя, коммутатора 3, блока 4 умножения величины на единичное приращение, накапливающего сумматора 5, счетчика 6 старших разрядов невязки, формирователя 7 единичного приращения частного, первого элемента ИЛИ 8, второго элемента ИЛИ 9, элемента 10 задержки.

Вход элемента 10 задержки соединен с входом 11 единичных приращений делителя. Вход счетчика 2 делителя соединен с выходом элемента 10 задержки. Вход счетчика 1 частного соединен с выходом формирователя 7 единичного приращения частного. Один вход первого элемента ИЛИ 8 соединен с выходом элемента 10 задержки, а другой соединен с выходом формирователя 7 единичного приращения частного. Один вход коммутатора соединен с выходом счетчика 2 делителя, а другой вход соединен с выходом счетчика 1 частного. Один вход блока 4 умножения величины на единичное приращение соединен с выходом первого элемента ИЛИ 8, а другой вход соединен с вы-

ходом коммутатора 3. Вход накапливающего сумматора 5 соединен с выходом блока 4 умножения величины на единичное приращение. Один вход второго элемента ИЛИ 9 соединен с входом 12 единичных приращений делимого, а другой — с выходом переполнений накапливающего сумматора 5. Вход счетчика 6 старших разрядов невязки соединен с выходом второго элемента ИЛИ 9. Один вход формирователя единичных приращений частного соединен со знаковым разрядом счетчика 6 старших разрядов невязки, а другой соединен с знаковым разрядом счетчика делителя.

Устройство производит умножение в соответствии со следующей системой уравнений

$$\Delta Z^{(k)} = -d \cdot \text{sgn} e^{(k-1)} \cdot \text{sgn} y^{(k-1)} \quad (1)$$

$$Z^{(k)} = Z^{(k-1)} - d \cdot \text{sgn} e^{(k-1)} \cdot \text{sgn} y^{(k-1)} \quad (2)$$

$$Z^{(k)} = e^{(k-1)} - y^{(k-1)} d \cdot \text{sgn} e^{(k-1)} \cdot \text{sgn} y^{(k-1)} - \Delta x^{(k)} \quad (3)$$

$$y^{(k)} = y^{(k-1)} + \Delta y^{(k)} \quad (4)$$

$$e^{(k)} = Z^{(k)} + Z^{(k)} \cdot \Delta y^{(k)} \quad (5)$$

Устройство работает следующим образом.

Перед началом вычисления счетчики и накапливающий сумматор устанавливаются в нулевое состояние. После этого одновременно на вход устройства поступают приращения делимого и делителя и вырабатывается единичное приращение частного.

Подготовка устройства к выдаче единичного приращения частного производится за один цикл, который выполняется за два такта. На первом такте реализуются формулы (1), (2) и (3). На выходе формирователя 7 единичного приращения частного появляется единичное приращение частного $\Delta Z^{(k)}$, данные для появления которого вычислены за предыдущий цикл, знак его положительный, если знаки $e^{(k-1)}$ и $y^{(k-1)}$ совпадают, и отрицательный, если знаки различны. Единичное приращение делимого поступает через второй элемент ИЛИ 9 на вход счетчика старших разрядов невязки, а в счетчике старших разрядов невязки и накапливающем сумматоре формируется величина $e^{(k-1)} - \Delta x^{(k)}$.

Единичное приращение $\Delta Z^{(k)}$ поступает на вход первого элемента ИЛИ 8 и на вход счетчика частного, где формируется величина $Z^{(k)} = Z^{(k-1)} + \Delta Z^{(k)}$ и с выхода первого элемента ИЛИ 8 единичное приращение $\Delta Z^{(k)}$ поступает на вход блока 4 умножения величины на единичное приращение. На другой вход

блока 4 умножения величины на единичное приращение с коммутатора 3 поступает величина $\Delta y^{(k)}$, и на выходе этого блока формируется величина

$$-\Delta y^{(k-1)} \cdot d \cdot \text{sgn} \epsilon^{(k-1)} \cdot \text{sgn} y^{(k-1)} \quad 5$$

Полученная величина поступает на вход накапливающего сумматора 5, и в накапливающем сумматоре 5 и счетчике старших разрядов невязки 6 формируется величина

$$z^{(k)} = \epsilon^{(k-1)} - \Delta x^{(k)} - y^{(k-1)} \cdot d \cdot \text{sgn} \epsilon^{(k-1)} \cdot \text{sgn} y^{(k-1)}$$

После окончания переходных процессов в накапливающем сумматоре 5 и счетчике 6 старших разрядов невязки начинается второй такт.

На втором такте реализуются формулы (4) и (5). С выхода элемента 10 задержки единичное приращение делителя $\Delta y^{(k)}$ поступает на вход счетчика 2 делителя, где формируется величина

$$y^{(k)} = y^{(k-1)} + \Delta y^{(k)}.$$

Кроме этого, через первый элемент ИЛИ 8 единичное приращение $\Delta y^{(k)}$ поступает на вход блока 4 умножения величины на единичное приращение. Частное $z^{(k)}$ со счетчика 1 частного поступает через коммутатор 3 на вход блока 4 умножения величины на единичное приращение, с выхода которого величина $z^{(k)} \cdot \Delta y^{(k)}$ поступает на вход накапливающего сумматора 5. В накапливающем сумматоре 5 и в счетчике 6 старших разрядов невязки формируется величина

$$\epsilon^{(k)} = z^{(k)} - z^{(k-1)} \cdot \Delta y^{(k)}.$$

Частное находится тогда, когда единичное приращение делителя, делимого и частного после каждого цикла меняет знак, т.е. когда в счетчике делителя хранится величина, равная задаваемой величине делителя или меньше ее на единичное приращение, в счетчике частного хранится найденная величина частного, а невязка $\epsilon^{(k)}$ после каждого цикла меняет знак. Алгебраическая сумма приращений, выданных с формирователя единичных приращений частного, равная искомой величине частного, выдается в другое устройство. Устройство позволяет получать частное без накопления погрешности по мере вычислений.

Использование устройства целесообразно для построения блочных вычислительных структур

с большим временем непрерывного моделирования процесса, где при большом числе итераций не должно происходить накопления погрешности.

Формула изобретения

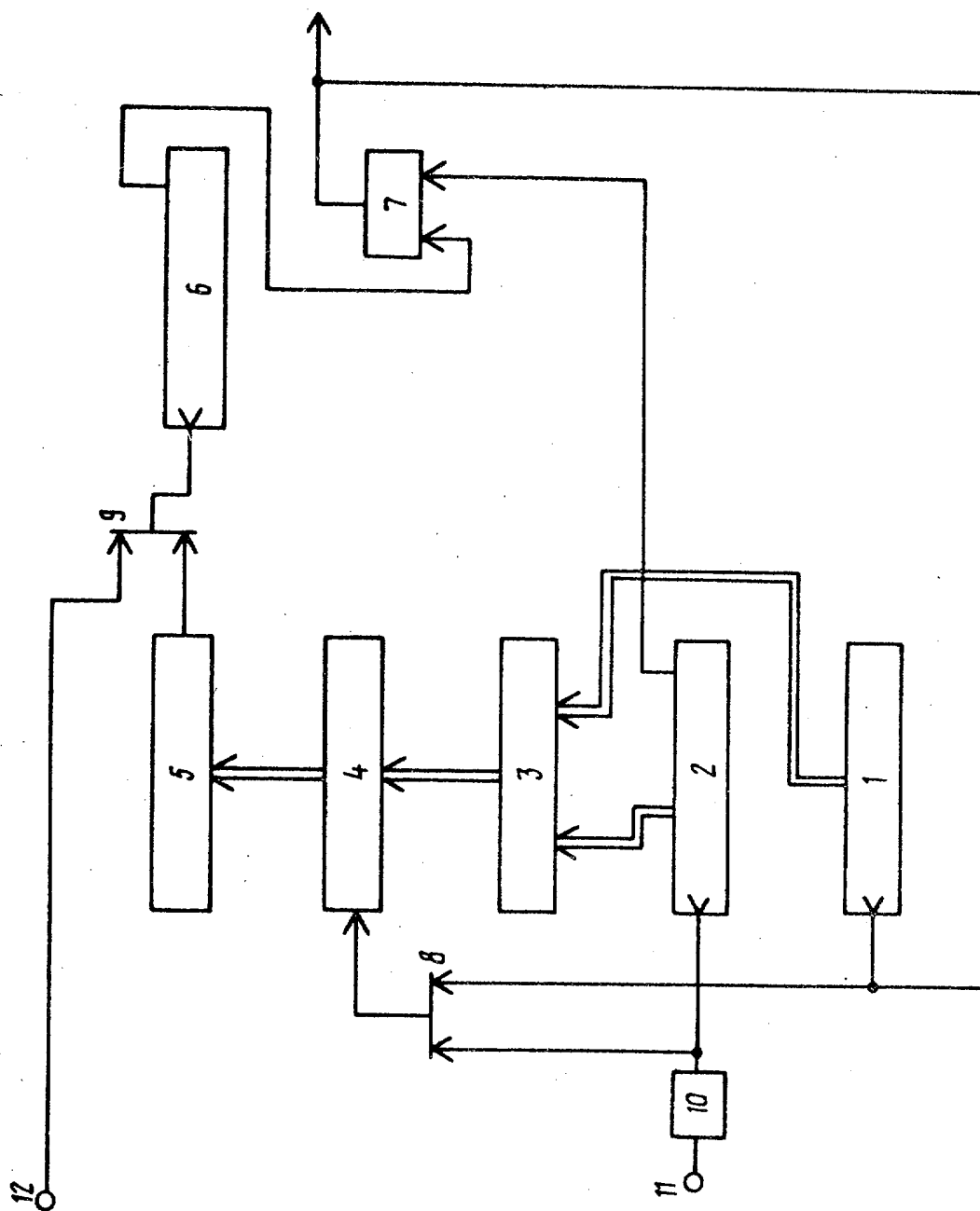
Делительное устройство, содержащее счетчик делителя, счетчик частного, блок умножения величины на единичное приращение и накапливающий сумматор, вход которого соединен с выходом блока умножения величины на единичное приращение, отличающееся тем, что, с целью повышения точности, в него введены элемент задержки, коммутатор, два элемента ИЛИ, счетчик старших разрядов невязки, формирователь единичных приращений частного, причем вход элемента задержки соединен с входом единичных приращений делителя делительного устройства, выход элемента задержки соединен с входом счетчика делителя и одним из входов первого элемента ИЛИ, другой вход которого соединен с входом счетчика частного, а выход соединен с первым входом блока умножения на единичное приращение, входы коммутатора соединены соответственно с выходами счетчиков делителя и частного, а выход соединен со вторым входом блока умножения величины на единичное приращение, выход накапливающего сумматора соединен с одним из входов второго элемента ИЛИ, другой вход которого соединен с входом единичных приращений делимого делительного устройства, вход счетчика старших разрядов невязки соединен с выходом второго элемента ИЛИ, один вход формирователя единичного приращения частного соединен со знаковым разрядом счетчика старших разрядов невязки, другой вход соединен с выходом знакового разряда счетчика делителя, выход формирователя единичных приращений частного соединен с входом счетчика частного.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 549808, кл. G 06 F 7/50, 1975.

2. Неслуховский К. С. Цифровые дифференциальные анализаторы. М., "Машиностроение", 1968, с. 92-94, рис. 28 (прототип).



Редактор В. Еремеева

Составитель В. Кайданов
Техред М. Петко

Корректор М. Вигула

Заказ 8136/54

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