



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 3853744/24-24
(22) 05.02.85
(46) 07.10.86.Бюл. № 37
(71) Минский радиотехнический институт
(72) А.А.Шостак
(53) 681.3 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1035600, кл. G 06 F 7/52, 1981.
Авторское свидетельство СССР
№ 1229757, кл. G 06 F 7/52, 1982.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ УМНОЖЕНИЯ

(57) Изобретение относится к области вычислительной техники и может быть использовано при разработке быстродействующих устройств для умножения десятичных чисел. Целью изобретения является сокращение количества оборотов устройства. Цель достигнута за счет введения в устройство блока объединения, состоящего из m групп

элементов ИЛИ, причем узлы умножения на шесть и узлы суммирования выполнены двоичными. При этом выходы двух старших подгрупп каждой из m групп выходов блока формирования частичных произведений подключены к входам соответствующей группы элементов ИЛИ, выходы которой подключены к входам блока двоичного суммирования в соответствии со значениями весов разрядов. Выходы тетрад с первой по предпоследнюю блока двоичного суммирования подключены в соответствии со значениями весов разрядов к вторым входам соответствующих узлов суммирования, выходы которых подключены к входам соответствующих преобразователей двоичного кода в десятичный, выходы которых подключены к входам разрядов блока десятичного суммирования в соответствии со значениями весов разрядов. 2 ил.

Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано при разработке быстродействующих устройств для умножения десятичных чисел.

Цель изобретения - сокращение количества оборудования устройства.

На фиг. 1 приведена структурная схема предлагаемого устройства для умножения; на фиг. 2 - функциональная схема блока объединения при $m=2$.

Устройство для умножения содержит (фиг. 1) регистры 1-3 соответственно множимого, множителя и произведения, блок 4 формирования кратных множимого, блок 5 формирования частичных произведений, блок 6 объединения, блок 7 двоичного суммирования, блок 8 суммирования тетрадных переносов, блок 9 коррекции и блок 10 десятичного суммирования. Блок 8 содержит узлы $11_1 - 11_{2^{m-1}}$ суммирования тетрадных переносов, блок 9 содержит узлы $12_1 - 12_{2^{m-1}}$ умножения на шесть, узлы $13_1 - 13_{2^{m-1}}$ суммирования и преобразователи $14_1 - 14_{2^{m-1}}$ двоичного кода в десятичный. Выходы разрядов регистра 2 множителя подключены к входам первой группы блока 5 формирования частичных произведений, выходы разрядов регистра 1 множимого подключены к входам блока 4 формирования кратных множимого, выходы $15_1 - 15_4$ группы с первой по четвертую которого подключены к входам групп со второй по пятую соответственно блока 5 формирования частичных произведений, выходы $16_1, 16_2$ двух младших подгрупп каждой из m групп выходов $16^1 - 16^m$ которого подключены к входам блока 7 двоичного суммирования в соответствии со значениями весов разрядов, а выходы $16_4, 16_8$ двух старших подгрупп каждой из m групп выходов $16^1 - 16^m$ подключены к входам блока 6 объединения, выходы $17_1 - 17_m$ которого подключены к входам блока 7 двоичного суммирования в соответствии со значениями весов разрядов, выходы $18_1 - 18_{2^{m-1}}$ тетрадных переносов блока 7 двоичного суммирования подключены в соответствии со значениями весов разрядов к входам соответствующих узлов $11_1 - 11_{2^{m-1}}$ суммирования тетрадных переносов, выходы которых подключены к входам соответствующих узлов $12_1 - 12_{2^{m-1}}$ умножения на шесть, выходы которых подключены к первым входам соответствующих узлов

$13_1 - 13_{2^{m-1}}$ суммирования, выходы $19_1 - 19_{2^{m-1}}$ тетрад с первой по предпоследнюю блока 7 двоичного суммирования подключены в соответствии со значениями весов разрядов к вторым входам соответствующих узлов $13_1 - 13_{2^{m-1}}$ суммирования, выходы которых подключены к входам соответствующих преобразователей $14_1 - 14_{2^{m-1}}$ двоичного кода в десятичный, выходы которых подключены к входам разрядов блока 10 десятичного суммирования в соответствии со значениями весов разрядов, выход 19_{2^m} последней тетрады блока 7 двоичного суммирования подключен к входу старшего разряда блока 10 десятичного суммирования, выходы которого подключены к входам регистра 3 произведения, выходы десятичных переносов узлов 11 суммирования тетрадных переносов подключены к входам переносов последующих узлов 11 суммирования тетрадных переносов. Блок 6 содержит группы элементов ИЛИ 20.

Регистры 1 и 2 предназначены для хранения m -разрядных десятичных сомножителей, в регистр 3 произведения записывается $2m$ -разрядное десятичное произведение.

Блок 4 предназначен для формирования двухкратного, четырехкратного и восьмикратного множимых и может быть реализован как и в известном устройстве, на трех последовательно соединенных узлах удвоения. На выходе 15_1 первой группы блока 4 подается однократное множимое непосредственно с выходов регистра 1 множимого, на выходах 15_2 второй группы блока 4 формируется двухкратное множимое, на выходах 15_3 третьей группы - четырехкратное множимое и на выходах 15_4 четвертой группы - восьмикратное множимое.

Блок 5 предназначен для формирования частичных произведений и содержит $4m$ групп двухвходовых элементов И. На выходах элементов И одной группы образуется одно частичное произведение, а всего в блоке 5 образуется $4m$ частичных произведений. Это связано с тем, что в устройстве формируются четыре частичных произведения множимого на каждую десятичную цифру m -разрядного множителя. Эти четыре частичных произведения образуют одну группу выходов $16_1^i, 16_2^i, 16_4^i$ и 16_8^i блока 5 ($1 \leq i \leq m$), причем на выхо-

ды 16_1^i первой подгруппы i -й группы подается частичное произведение множимого на значение двоичного разряда с весом $2^0=1$ i -й тетрады множителя, на выходы 16_2^i второй подгруппы i -й группы поступает частичное произведение множимого на значение двоичного разряда с весом $2^1=2$ i -й тетрады множителя, на выходы 16_4^i и 16_8^i третьей и четвертой подгруппы i -й группы подаются частичные произведения множимого на значения двоичных разрядов с весами соответственно $2^2=4$ и $2^3=8$ i -й тетрады множителя.

Блок 6 предназначен для объединения частичных произведений, которые подаются на выходы 16_4^i , 16_8^i третьей и четвертой подгрупп i -й группы выходов 16^i блока 5, в одно частичное произведение, поступающее на выход 17^i блока 6. Такое объединение возможно, так как в десятичной системе счисления при использовании кода "8421" на выходах 16_4^i и 16_8^i блока 5 не могут одновременно образоваться два значащих частичных произведения (одно из этих частичных произведений обязательно будет нулевым, когда другое принимает некоторое значение, отличное от нуля). На фиг. 2 изображена функциональная схема блока 6 объединения для случая, когда количество тетрад разрядов множимого и множителя равно двум ($m=2$). Блок 6 содержит две группы элементов ИЛИ 20.

Блок 7 двоичного суммирования предназначен для параллельного суммирования $3m$ десятичных частичных произведений, сформированных с помощью блоков 5, 6 и поступающих на входы блока 7 в соответствии со значениями весов их разрядов. На выходах 19_1-19_{2m} блока 7 формируется $2m$ тетрад двоичной суммы в однорядном коде, а на выходы 18_1-18_{2m-1} из блока 7 поступают тетрадные переносы. Например, на выход 18_1 подаются только все те переносы, которые образуются в первой наименее значимой тетраде блока 7 при двоичном суммировании в нем десятичных частичных произведений и которые должны поступить и поступают в его соседнюю более старшую тетраду для правильного формирования двоичной суммы на его выходах 19_1-19_{2m} . Переносы, которые возникают в первой тетраде блока 7 и в ней же использу-

ются, на его выход 18_1 не должны подаваться. Тетрадные переносы, значения которых поступают на выходы 18_1-18_{2m-1} блока 7, могут быть как одноразрядными двоичными числами, так и многоразрядными (двухразрядными, трехразрядными или четырехразрядными двоичными числами). Последнее имеет место, например, при использовании в блоке 7 двоичного суммирования многовходовых параллельных счетчиков с целью увеличения его быстродействия.

Блок 8 суммирования тетрадных переносов содержит узлы 11_1-11_{2m-1} суммирования, каждый из которых осуществляет двоичное суммирование тетрадных переносов, формируемых только в одной тетраде блока 7. Например, узел 11_m производит суммирование только тех тетрадных переносов, которые образуются в m -й тетраде блока 7 двоичного суммирования и обязательно передаются в его $(m+1)$ -ю тетраду.

С целью уменьшения значений двоичных сумм, формируемых на выходах узлов 11_1-11_{2m-2} блока 8 суммирования тетрадных переносов при умножении в устройстве чисел большой разрядности, узлы 11_1-11_{2m-1} суммирования тетрадных переносов соединены цепью десятичного переноса. Это позволяет существенно упростить блок 9 коррекции и блок 10 десятичного суммирования. Для обеспечения при этом высокой скорости работы блока 8 значения десятичных переносов узлов 11_1-11_{2m-2} должны зависеть только от значений суммы поступивших на их входы тетрадных переносов с равновесных выходов 18_1-18_{2m-2} блока 7 и не зависеть от значений их входных переносов. А это означает, что десятичный перенос, сформированный на выходе переноса j -го узла 11 ($1 \leq j \leq 2m-2$) поступает на вход переноса $(j+1)$ -го узла 11 и в нем обязательно локализуется, т.е. этот перенос не может вызвать сигнал десятичного переноса из $(j+1)$ -го узла 11 , который в свою очередь мог бы вызвать сигнал переноса из $(j+2)$ -го узла 11 и т.д. Формирование десятичных переносов в блоке 8 может быть организовано по-разному, в частности оно может быть следующим: если на вход j -го узла 11 поступает с выхода 18_j блока 7 число одноразрядных тетрадных переносов $10 \leq N \leq 20$, то на его выходе переноса

образуется перенос, равный единице; если $20 \leq N \leq 30$, то формируется перенос, равный двойке и т.д. Разумеется, что при этом должны корректироваться определенным образом выходные двоичные суммы узлов $11_1 - 11_{2^{m-2}}$ блока 8. При такой организации десятичных переносов в блоке 8 суммирование тетрадных переносов для значений $m \leq 16$ на выходах узлов $11_1 - 11_{2^{m-1}}$ не могут сформироваться двоичные суммы, значения которых превышают одиннадцать (1011).

Блок 9 коррекции содержит узлы $12_1 - 12_{2^{m-1}}$ двоичного умножения на шесть, узлы $13_1 - 13_{2^m}$ двоичного суммирования и преобразователи $14_1 - 14_{2^{m-1}}$ двоичного кода в десятичный. По значениям сумм тетрадных переносов, полученных на выходах узлов $11_1 - 11_{2^{m-1}}$ блока 8, в блоке 9 с помощью узлов $12_1 - 12_{2^{m-1}}$ умножения на шесть формируются коррекции для результата, образовавшегося на выходах $19_1 - 19_{2^m}$ тетрад блока 7 двоичного суммирования. Такой принцип формирования коррекции объясняется тем, что при двоичном суммировании в блоке 7 десятичных частичных произведений для получения правильного конечного результата необходимо всякий раз, когда возникает одnorазрядный перенос из тетрады, корректировать эту тетраду путем добавления к ней числа "6". С целью увеличения быстродействия и сокращения количества оборудования это добавление числа "6" в блоке 7 двоичного суммирования не производится. Вместо этого в блоке 8 суммирования тетрадных переносов для каждой 40 весовой позиции блока 7 подсчитывается число тетрадных переносов, по значению которого в соответствующем узле 12 умножения на шесть блока 9 формируется правильная коррекция.

В блоке 9 с помощью узлов $13_1 - 13_{2^{m-1}}$ осуществляется равновесное двоичное подсуммирование значений коррекций, образованных на выходах узлов $12_1 - 12_{2^{m-1}}$ умножения на шесть, к значениям соответствующих тетрад блока 7, сформированных на его выходах $19_1 - 19_{2^{m-1}}$. Образовавшиеся при этом на выходах узлов $13_1 - 13_{2^{m-1}}$ двоичные суммы преобразуются на соответствующих узлах $14_1 - 14_{2^{m-1}}$ в десятичные. Предполагается, что на выходах узлов $11_1 - 11_{2^{m-1}}$ блока 8 не может

быть сформирована двоичная сумма тетрадных переносов, большая чем 1110 (это может быть обеспечено практически во всех случаях путем соответствующего построения цепи десятичного переноса блока 8), тогда на выходах узлов $12_1 - 12_{2^{m-1}}$ не может быть сформировано двоичное произведение, большее чем $1110 \times 110 = 1010100$, следовательно, на выходах узлов $13_1 - 13_{2^{m-1}}$ не может образоваться двоичная сумма, превышающая значение $1010100 + 1111 = 1100011$, а поэтому на выходах узлов $14_1 - 14_{2^{m-1}}$ преобразования двоичного кода в десятичный не может быть сформирован десятичный результат, максимальное значение которого превышает значение 99. Таким образом, на выходах блока 9 коррекции формируется правильное десятичное произведение исходных сомножителей, но только в двухрядном коде (в виде двух чисел).

Совокупность узлов 12-14 одного разряда блока 9 коррекции может быть реализована по соответствующей таблице истинности в виде малоразрядного быстродействующего ПЗУ небольшой емкости, например, на серийно выпускаемых ПЗУ емкостью 256 x 8 бит.

В качестве блока 10 десятичного суммирования, как и в известном устройстве, может быть использован быстродействующий двухходовой десятичный сумматор, преобразующий двухрядный код десятичного произведения в одnorазрядный.

Устройство работает следующим образом.

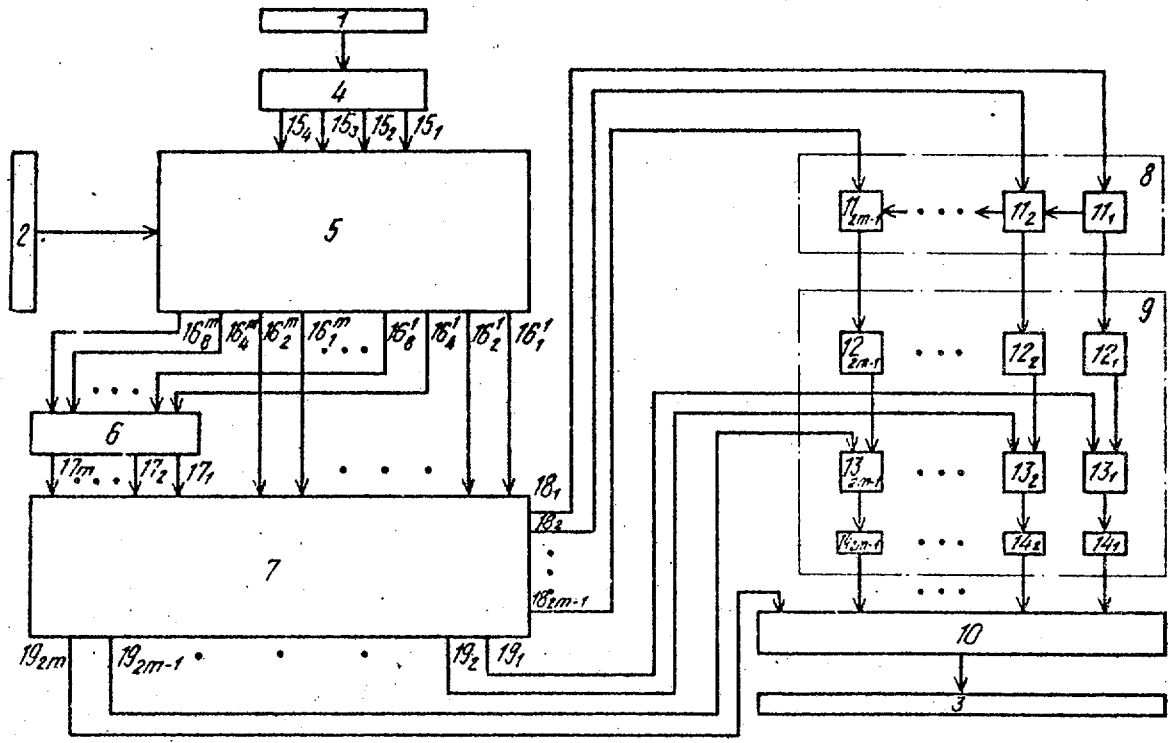
Одновременно либо последовательно во времени в регистры 1 и 2 соответственно множимого и множителя загружаются m -разрядные десятичные сомножители. После загрузки множимого в регистр 1 в блоке 4 формируются кратные множимого, которые с его выходов $15_1 - 15_4$ поступают на соответствующие группы входов блока 5, в котором образуется $4m$ частичных произведений в десятичном коде, из которых $2m$ частичных произведений непосредственно поступают на входы блока 7 двоичного суммирования в соответствии со значениями весов разрядов с выходов $16_1^1, 16_2^1$ блока 5 ($1 \leq i \leq m$), а другие $2m$ частичных произведений с выходов $16_4^1, 16_3^1$ блока 5 предварительно подаются в блок 6, в котором они объе-

диняются в m частичных произведений и которые с его выходов $17_1 - 17_m$ также поступают на входы блока 7 двоичного суммирования в соответствии со значениями весов разрядов. В блоке 7 осуществляется быстрое суммирование $3m$ десятичных частичных произведений как двоичных чисел и, по возможности, параллельно в блоке 8 формируются суммы тетрадных переносов, образованных на выходах $18_1 - 18_{2m-1}$ блока 17 двоичного суммирования, по которым в дальнейшем в блоке 9 корректируется результат, сформированный на выходах $19_1 - 19_{2m}$ тетрады блока 7. Образованное в двухрядном коде на выходах блока 9 десятичное произведение сомножителей преобразуется в блоке 10 десятичного суммирования к однорядному коду, который и записывается в регистр 3 произведения.

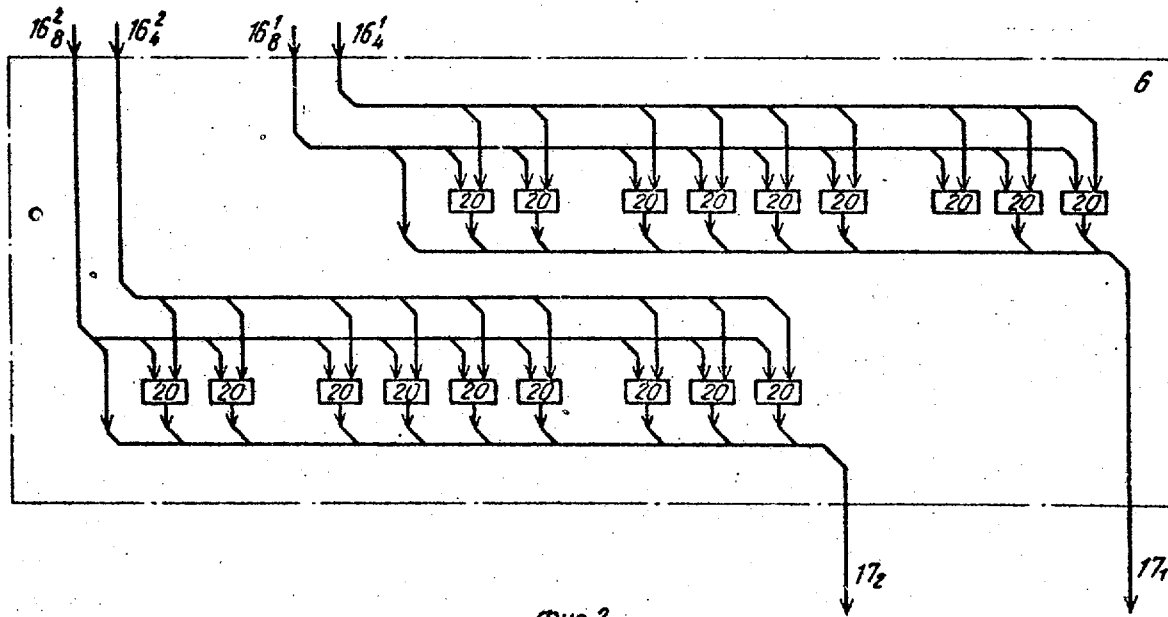
Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для умножения, содержащее регистры множимого, множителя и произведения, блок формирования кратных множимого, блок формирования частичных произведений, блок двоичного суммирования, блок суммирования тетрадных переносов, блок коррекции и блок десятичного суммирования, причем блок суммирования тетрадных переносов содержит узлы суммирования тетрадных переносов, блок коррекции содержит узлы умножения на шесть, узлы суммирования и преобразователи двоичного кода в десятичный, при этом выходы разрядов регистра множителя подключены к входам первой группы блока формирования частичных произведений, выходы разрядов регистра множимого подключены к входам блока формирования кратных множимого, выходы групп с первой по четвертую которого подключены к входам групп с второй по пятую соответственно блока формирования частичных произведений, выходы двух младших подгрупп каждой из m

групп выходов которого (m - количество тетрад разрядов множимого и множителя) подключены к входам блока двоичного суммирования в соответствии со значениями весов разрядов, выходы тетрадных переносов блока двоичного суммирования подключены в соответствии со значениями весов разрядов к входам соответствующих узлов суммирования тетрадных переносов, выходы которых подключены к входам соответствующих узлов умножения на шесть, выходы которых подключены к первым входам соответствующих узлов суммирования, выход последней тетрады блока двоичного суммирования подключен к входу старшего разряда блока десятичного суммирования, выходы которого подключены к входам регистра произведения, выходы десятичных переносов узлов суммирования тетрадных переносов подключены к входам переносов последующих узлов суммирования тетрадных переносов, отличающееся тем, что, с целью сокращения количества оборудования, оно содержит блок объединения, состоящий из m групп элементов ИЛИ, узлы умножения на шесть и узлы суммирования выполнены двоичными, причем выходы двух старших подгрупп каждой из m групп выходов блока формирования частичных произведений подключены к входам соответствующей группы элементов ИЛИ, выходы которой подключены к входам блока двоичного суммирования в соответствии со значениями весов разрядов, выходы тетрад с первой по предпоследнюю блока двоичного суммирования подключены в соответствии со значениями весов разрядов к вторым входам соответствующих узлов суммирования, выходы которых подключены к входам соответствующих преобразователей двоичного кода в десятичный, выходы которых подключены к входам разрядов блока десятичного суммирования в соответствии со значениями весов разрядов.



Фиг. 1



Фиг. 2

Редактор Г. Волкова Составитель А. Клюев Корректор М. Самборская
 Техред Л. Сердюкова

Заказ 5428/46 Тираж 671 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4