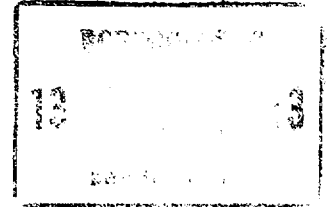




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3374988/18-24
 (22) 05.01.82
 (46) 15.06.84. Бюл. № 22
 (72) В.В.Таборовец, Ю.А.Скудняков
 и О.С.Катернога
 (71) Минский радиотехнический инсти-
 тут
 (53) 681.325 (088.8)
 (56) 1. Авторское свидетельство СССР
 № 744600, кл. G 06 F 15/34, 1978.
 2. Авторское свидетельство СССР
 № 496554, кл. G 06 F 7/38, 1973
 (прототип).
 (54)(57) 1. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ
 ПОЛИНОМА, содержащее блок управления,
 первый регистр, блок памяти и ариф-
 метический блок, первый вход которо-
 го соединен с первым выходом блока
 управления, второй и третий выходы
 которого соединены с входами соот-
 ветственно блока памяти и первого
 регистра, выходы блока памяти и
 первого регистра соединены соответ-
 ственно с вторым и третьим входами
 арифметического блока, о т л и ч а -
 ю щ е е с я тем, что, с целью рас-
 ширения класса решаемых задач за
 счет возможности дополнительного
 вычисления значения полинома от ком-
 плексного аргумента, в него введены
 счетчик степени, схема сравнения
 и со второго по девятый регистры,
 причем выходы с четвертого по шестой
 блока управления соединены соответ-
 ственно с входами счетчика степени,
 второго регистра и первым входом схе-
 мы сравнения, второй вход которой

соединен с выходом счетчика степени,
 вход запуска устройства и выход
 схемы сравнения соединены соответст-
 венно с первым и вторым входами
 блока управления, выходы с седьмого
 по тринадцатый которого соединены
 с управляющими входами соответст-
 венно с третьего по девятый регист-
 ров, информационные входы которых
 соединены соответственно с выходом
 девятого регистра, первым, вторым,
 третьим, четвертым, пятым и шестым
 выходами арифметического блока, вхо-
 ды арифметического блока с четвер-
 того по десятый соединены с выходами
 соответственно с второго по восьмой
 регистров.

2. Устройство по п. 1, о т л и -
 ч а ю щ е е с я тем, что блок уп-
 равления содержит генератор им-
 пульсов, группу элементов И, счет-
 чик, дешифратор и коммутатор, причем
 первый вход блока управления соеди-
 нен с входом запуска генератора им-
 пульсов, выход которого соединен с пер-
 выми входами элементов И группы, вто-
 рые и третьи входы и выходы которых
 соединены соответственно с вторым
 входом блока управления, первым вы-
 ходом дешифратора и входом счетчика,
 выход которого соединен с входом де-
 шифратора, второй выход которого сое-
 динен с входом коммутатора, выходы с
 первого по тринадцатый соединены с
 соответствующими выходами блока уп-
 равления.

(19) SU (11) 1098003 A

Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано при построении специализированных вычислительных модулей, включаемых в состав вычислительных систем, для работы с функциями комплексной переменной.

Известно устройство для вычисления значений полинома, содержащее блок управления, регистр аргумента и блок арифметический в виде реверсивного счетчика, трех вычитающих счетчиков и делителя частоты [1].

Однако, применяя известное устройство, невозможно выполнить отдельные арифметические операции.

Наиболее близким к предлагаемому является устройство, содержащее блок управления, первый, второй и третий выходы которого соединены соответственно с первыми входами арифметического блока, блока памяти и первого регистра, первые выходы блока памяти и первого регистра соединены соответственно с вторым и третьим входами арифметического блока [2].

Данное устройство характеризуется невозможностью вычисления значения полинома комплексной переменной, что существенно снижает область его применения.

Целью изобретения является расширение класса решаемых задач за счет дополнительной возможности вычисления значения полинома от комплексного аргумента.

Поставленная цель достигается тем, что в устройстве для вычисления полинома, содержащее блок управления, первый регистр, блок памяти и арифметический блок, первый вход которого соединен с первым выходом блока управления, второй и третий выходы которого соединены с входами соответственно блока памяти и первого регистра, выходы блока памяти и первого регистра соединены соответственно со вторым и третьим входами арифметического блока, дополнительно введены счетчик степени, схема сравнения и со второго по девятый регистры, причем выходы с четвертого по шестой блока управления соединены соответственно с входами счетчика степени, второго регистра и первым входом схемы сравнения, второй вход которой соединен с выходом счетчика степени, вход запуска устройства и выход схемы сравнения соединены соответственно с первым и вторым входами

блока управления, выходы с седьмого по двенадцатый которого соединены с управляющими входами соответственно с третьего по девятый регистров, информационные входы которых соединены соответственно с выходом девятого регистра, первым, вторым, третьим, четвертым, пятым и шестым выходами арифметического блока, входы с четвертого по десятый которого соединены с выходами соответственно со второго по восьмой регистров.

Блок управления содержит генератор импульсов, группу элементов И, счетчик, дешифратор и коммутатор, причем первый вход блока управления соединен с входом запуска генератора импульсов, выход которого соединен с первыми входами элементов И группы, вторые и третьи входы и выходы которых соединены соответственно со вторым входом блока управления, первым выходом дешифратора и входом счетчика, выход которого соединен со входом коммутатора, второй выход которого соединен со входом коммутатора, выходы с первого по тринадцатый соединены с соответствующими выходами блока управления.

На фиг. 1 представлена блок-схема устройства; на фиг. 2 и 3 - блок-схема блока управления и арифметического блока.

Устройство для вычисления полинома содержит блок 1 управления, арифметический блок 2, блок 3 памяти, регистр 4, счетчик 5 степени, схему 6 сравнения, регистры 7 - 14.

Блок 1 управления содержит генератор 15 импульсов, группу 16 элементов И, счетчик 17, дешифратор 18 и коммутатор 19. Арифметический блок 2 содержит блок 20 синхронизации, содержащий счетчик и распределитель импульсов, мультиплексор 21, регистр 22, сумматор 23, регистр 24 и демultipлексор 25.

В основу работы устройства положен следующий алгоритм. Пусть необходимо вычислить значение полинома

$$\Phi_n(z) = \sum_{i=0}^n A_i z^i, \quad (1)$$

когда переменная z является комплексной величиной $z = x + jy$.

Приведенное выражение запишем в виде суммы двух частей, в одну из которых входят слагаемые веществен-

ной части полинома (1), а в другой слагаемые мнимой части.

$$\begin{aligned} \Phi_n(z) = & A_n(E_n + jF_n) + A_{n-1}(E_{n-1} + jF_{n-1}) + \dots + \\ & + A_2(E_2 + jF_2) + A_1(E_1 + jF_1) + A_0 = (A_n E_n + A_{n-1} E_{n-1} + \dots + \\ & + A_2 E_2 + A_1 E_1 + A_0) + j(A_n F_n + A_{n-1} F_{n-1} + \dots + \\ & + A_2 F_2 + A_1 F_1), \end{aligned} \quad (2)$$

где $E_1 + jF_1 = x + jy$;

$$\begin{aligned} E_2 + jF_2 = (x + jy)^2 = & (E_1 + jF_1)(x + jy) = xE_1 - yF_1 + \\ & + j(xF_1 + yE_1), \end{aligned}$$

откуда

$$E_2 = xE_1 - yF_1; \quad F_2 = xF_1 + yE_1.$$

Продолжая вычисления таким же образом, можно показать, что

$$\begin{aligned} E_n + jF_n = (x + jy)^n = & (E_{n-1} + jF_{n-1})(x + jy) = xE_{n-1} - \\ & - yF_{n-1} + j(xF_{n-1} + yE_{n-1}), \end{aligned}$$

т.е. $E_n = xE_{n-1} - yF_{n-1}; \quad F_n = xF_{n-1} + yE_{n-1}.$

Следовательно, любой последующий элемент степенного ряда легко вычисляется через предыдущие:

$$E_i = R_e(x + jy)^i = xE_{i-1} - yF_{i-1}; \quad (3)$$

$$F_i = J_m(x + jy)^i = xF_{i-1} + yE_{i-1} \quad (4)$$

Выражения (2), (3), (4) положены в основу работы устройства. Функциональное назначение входов и выходов блока 1 управления следующее. Первый вход предназначен для запуска устройства, второй выход соединен с выходом схемы 6 сравнения и предназначен для сигнализации блока управления о том, что значение показателя степени слагаемого полинома на данном шаге вычисления равно значению "0", первый выход блока управления соединен с арифметическим блоком 2 для его запуска, второй, третий, пятый, седьмой, восьмой, девятый, десятый, одиннадцатый, двенадцатый, тринадцатый выходы соединены соответственно с блоком 3 памяти, первым 4, вторым 7, третьим 8, четвертым 9, пятым 10, шестым 11, седьмым 12, восьмым 13, девятым 14 регистрами для запуска на прием и выдачу информации, четвертый выход соединен со счетчиком степени 5 для вычитания единицы и организации цикла, шестой выход

соединен со схемой сравнения для выдачи сигнала сравнения.

Второй, третий, четвертый, пятый, шестой, седьмой, восьмой, девятый, десятый входы арифметического блока 2 подключены к блоку 3 памяти, первому 4, второму 7, третьему 8, четвертому 9, пятому 10, шестому 11, седьмому 12 и восьмому 13 регистрам для приема информации, первый, второй, третий, четвертый, пятый и шестой выходы соединены с четвертым 9, пятым 10, шестым 11, седьмым 12, восьмым 13 и девятым 14 регистрами для выдачи информации результатов вычисления действительной и мнимой частей полинома.

Выход девятого регистра 14 соединен со вторым входом третьего регистра 8 и предназначен для пересылки значения действительной части полинома на каждом шаге работы.

Выход счетчика степени 5 соединен с вторым входом блока 6 сравнения для передачи информационного состояния счетчика о значении показателя степени слагаемого полинома.

Блок 3 памяти предназначен для хранения коэффициентов полинома $A_1, A_2, \dots, A_n.$

Регистры 4 и 7 предназначены для хранения значений переменных x и y соответственно и представляют из себя параллельные регистры.

Счетчик 5 степени предназначен для считывания числа управляющих сигналов, т.е. шагов вычисления, на каждом из которых вычисляется определенное слагаемое полинома. В качестве его используется вычитающий счетчик с последовательным переносом.

Схема 6 сравнения предназначена для сравнения цифровых кодов двух чисел, одно из которых является информационным состоянием счетчика степени 5, а второе — установленным значением "0". В качестве схемы сравнения можно использовать комбинационные вентиляльные схемы.

Регистры 8-14 предназначены соответственно для хранения текущих значений переменных E_i, F_i , их произведений xE_i, yF_i действительных и мнимых частей и разности $xE_i - yF_i$. В качестве регистра могут использоваться любые последовательные регистры.

Устройство функционирует следующим образом.

Перед началом работы в блок 3 памяти заносятся значения коэффициентов A_1, A_2, \dots, A_n полинома, в первый 4 и второй 7 регистры заносятся соответственно значения x и y , в счетчик 5 - значение n показателя степени, в седьмой регистр 12 - значение A_0 , в третий регистр 8 - значение "1", остальные регистры обнуляются.

По сигналу "Пуск" блок 1 управления начинает вырабатывать управляющие сигналы, по которым в цикле вычисления i -го слагаемого полинома сначала вычитается единица из содержимого счетчика степени 5, затем значение X первого 4 регистра и содержимое E_{i-1} третьего регистра передаются в арифметический блок 2, где происходит их умножение. После этого полученный результат $r_1 = xE_{i-1}$ посылается в пятый регистр 10. В следующем такте по сигналам блока 1 управления значения y второго регистра 7 и содержимое F_{i-1} третьего регистра 8 выбираются в арифметический блок 2, где вычисляется произведение $s_1 = yF_{i-1}$, которое затем заносится в шестой регистр 11. Далее значения r_1 и s_1 из регистров 10 и 11 передаются в арифметический блок 2, где происходит их вычитание, т.е. нахождение $E_i = r_1 - s_1$. Значение E_i заносится в девятый регистр 14. Тем же образом вычисляется мнимая часть i -го слагаемого полинома. По сигналам блока 1 управления содержимое первого 4 и четвертого 9 регистров посылаются в блок 2, где вычисляется произведение $r_2 = xF_{i-1}$, которое затем заносится в пятый регистр 10. После этого содержимое второго 7 и третьего 8 регистров посылаются в арифметический блок 2, где вычисляется произведение $s_2 = yE_{i-1}$, которое записывается в шестой регистр 11. Затем содержимое пятого 10 и шестого 11 регистров посылаются в арифметический блок 2, где происходит их сложение, т.е. нахождение $F_i = r_2 + s_2$. Результат F_i заносится в четвертый регистр 9. Осуществляется перезапись содержимого E_i девятого регистра 14 в третий регистр 8.

Для вычисления действительной и мнимой частей полинома комплексной

переменной с учетом i -го слагаемого блок 1 управления вырабатывает управляющие сигналы, по которым сначала извлекаются значения A_i из блока 3 памяти и значение E_i из третьего регистра 8 в арифметический блок 2, где вычисляется произведение $A_i E_i$, после чего в арифметический блок заносится содержимое седьмого регистра 12 и происходит суммирование, т.е. вычисление $R_e \phi_i(z)$ полинома i -ой степени на данном шаге, которое записывается в седьмом регистре 12. Затем в арифметический блок 2 посылаются значения A_i из блока 3 памяти и F_i из четвертого регистра 9, где происходит их умножение $A_i F_i$, после чего заносится содержимое восьмого регистра 13 и происходит сложение. Результат $J_m \phi_i(z)$ заносится в восьмой регистр 13.

Затем по очередному сигналу блока 1 управления в блоке 6 сравнения происходит анализ содержимого счетчика степени 5 с значением "0". Если содержимое счетчика степени 5 не равно нулю, то блок 1 управления вновь начинает вырабатывать управляющие сигналы, по которым вновь вычитается единица из содержимого счетчика степени 5 и весь цикл вычислений повторяется до тех пор, пока блок 6 сравнения не выработает сигнал, что содержимое счетчика степени 5 равно нулю, т.е. вычислено n -ое слагаемое полинома. После этого работа устройства прекращается. Вычисленные значения действительной и мнимой части полинома хранятся соответственно в седьмом 12 и восьмом 13 регистрах.

Для вычисления значения полинома, когда $z = x$, т.е. для реализации алгоритма, по которому работает прототип, достаточно перед пуском устройства занести значения "0" во второй регистр 7 и запустить устройство. В результате получим действительное число в седьмом регистре 12, которое является значением полинома. Таким образом, устройство позволяет вычислять полином, когда переменная имеет действительное значение, но и когда переменная - комплексная величина.

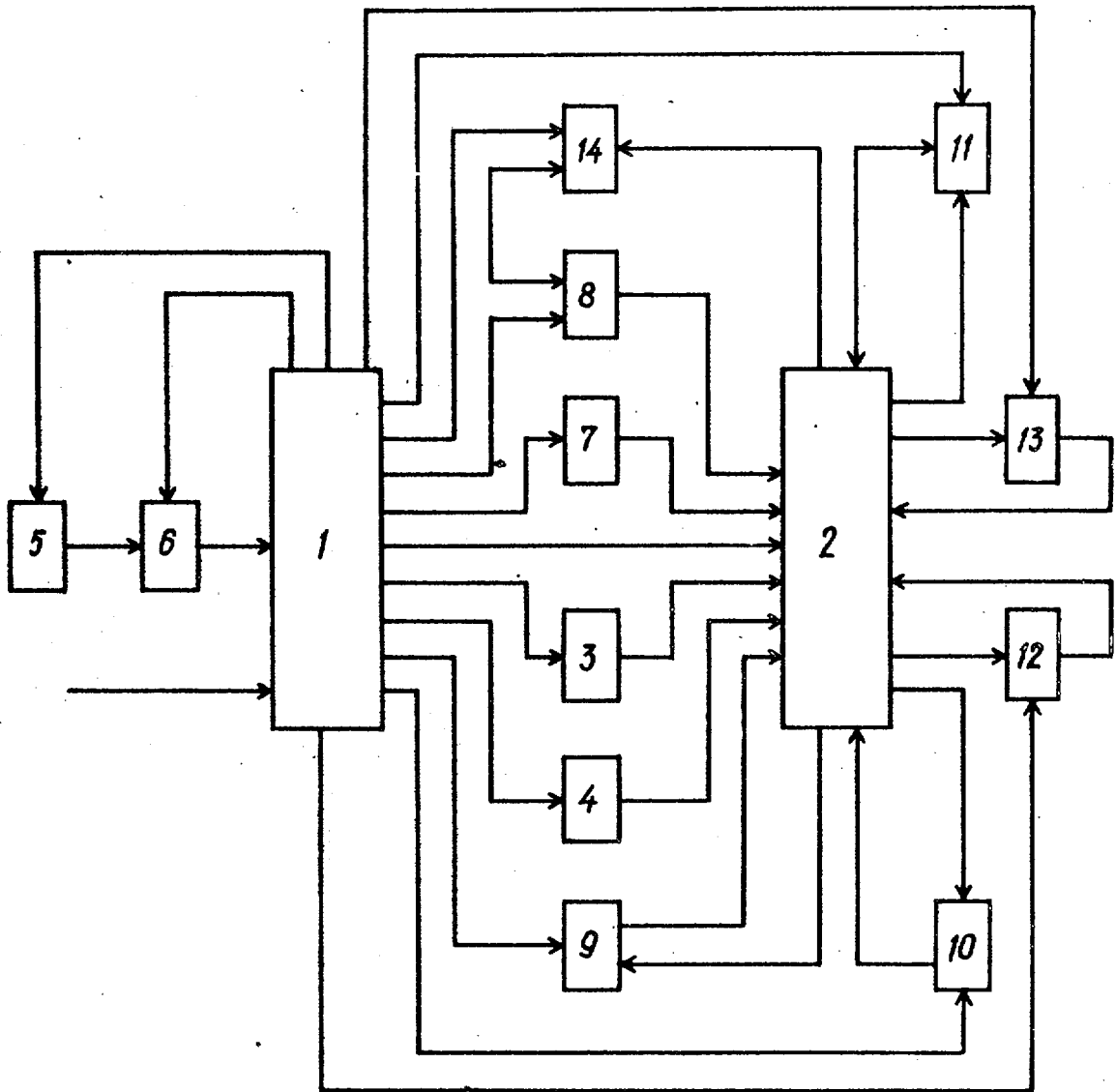


Fig. 1

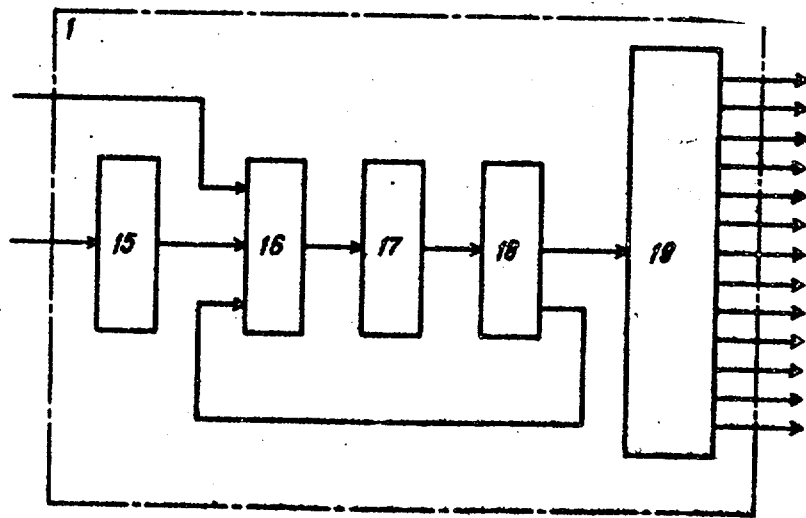
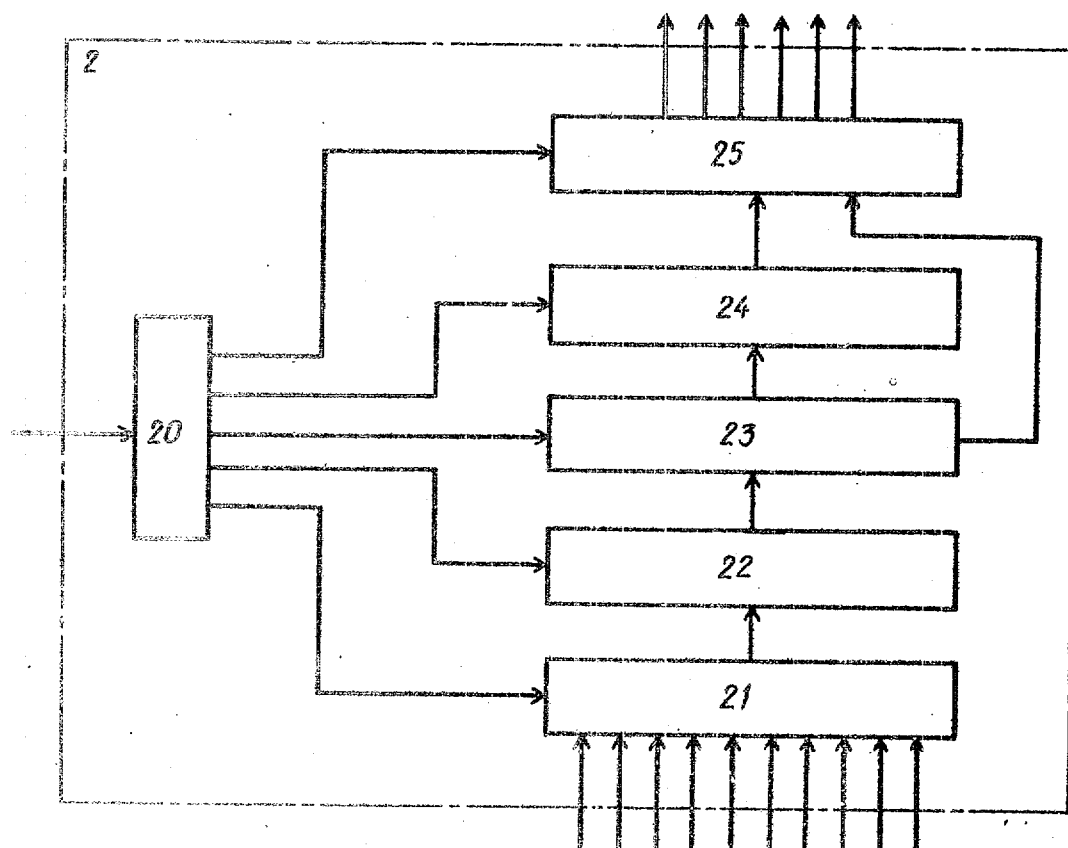


Fig. 2



Фиг. 3

Составитель А. Зорин
 Редактор Н. Горват Техред Л. Кошобняк Корректор Г. Решетник

Заказ 4207/40 Тираж 699 Подписное
 ВНИПИ 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