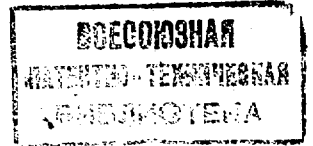




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР



ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4672688/24

(22) 04.04.89

(46) 23.07.91, Бюл. № 27

(72) И. И. Вовкориз, В. Г. Зусь и Ю. Тормышев

(53) 621.503.55(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР
№ 491967, кл. G 06 K 15/20, 1974.

Агурский М. С. и др. Числовое программное управление станками. - М.: Машиностроение, 1966, с. 178-179.

Авторское свидетельство СССР
№ 875343, кл. G 05 B 19/415, 1981.

(54) КРУГОВОЙ ИНТЕРПОЛЯТОР

(57) Изобретение относится к автоматике и вычислительной технике и может быть использовано в построителях графической ин-

2

формации и в системах числового программного управления исполнительным оборудованием. Цель изобретения - повышение точности интерполирования. Это достигается тем, что в интерполятор, содержащий сумматор оценочной функции накапливающего типа, первый и второй элементы И, первый триггер режима работы, генератор тактовых импульсов, коммутатор, первый и второй счетчики, введены второй триггер, девять элементов ИЛИ, четыре элемента И и пять элементов задержки, соединенных между собой новыми информационными связями. Предлагаемый круговой интерполятор формирует траекторию непрерывно в пределах всего квадранта. 3 ил., 2 табл.

Изобретение относится к автоматике и вычислительной технике и может найти применение в устройствах вывода графической информации, а также в системах числового программного управления оборудованием.

Цель изобретения - повышение точности интерполирования.

На фиг. 1 приведена структурная схема интерполятора; на фиг. 2 - примеры траекторий, сформированных с помощью предлагаемого интерполятора; на фиг. 3 - структурная схема коммутатора.

В табл. 1 приведен численный пример расчета оценочной функции и формирования инкрементальных шагов, используемых при формировании траектории устройства; в табл. 2 - пример расчета оценочной функции и формирования инкрементальных шагов, учитывающих специфику структур-

ной организации предлагаемого интерполятора.

Интерполятор содержит накапливающий сумматор 1, первый 2 и второй 3 элементы И, первый триггер 4 режима, генератор 5 тактовых импульсов, коммутатор 6, первый 7 и второй 8 реверсивные счетчики, первый элемент РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ИЛИ 9, третий 10 и четвертый 11 элементы И, первый 12, второй 13 и третий 14 элементы задержки, первый элемент ИЛИ 15, второй триггер 16, третий 17 и четвертый 18 элементы ИЛИ, четвертый элемент 19 задержки, пятый 20 и шестой 21 элементы ИЛИ, пятый 22 и шестой 23 элементы И, седьмой элемент ИЛИ 24, расширитель 25 импульсов, пятый элемент 26 задержки, восьмой 27 и девятый 28 элементы ИЛИ, первый 29, второй 30 и третий 31 информационные входы интерполятора, четвертый

вход 32 окончания работы интерполятора и установки в "0" триггеров и накопительных элементов, пятый вход 33 инициализации работы интерполятора, шестой вход 34 установки отношения $|Y| \geq |X|$ интерполятора, первый 35 и второй 36 выходы интерполятора и элемент ИЛИ 37.

Накапливающий сумматор 1 является сумматором с циклическим переносом единицы переноса из старшего разряда в младший, что дает возможность осуществлять суммирование чисел, представленных в прямом и обратном кодах. В сумматоре в процессе работы хранится текущее значение оценочной функции.

Сумматор имеет знаковый разряд, состояние которого указывает на знак хранимого в сумматоре числа. Единичное значение сигнала на прямом и инверсном выходах соответствует отрицательному и положительному (включая и нуль) значению числа, находящемуся в сумматоре.

Первый элемент И 2 служит для формирования сигналов одновременного перемещения вдоль осей координат X и Y в первом секторе первого квадранта. Второй элемент И 3 служит для формирования сигналов перемещения вдоль оси Y без учета комбинированных перемещений вдоль обеих осей.

Триггер 4 режима служит для включения и выключения работы интерполирования. Для этого он имеет прямой и инверсные входы приема сигналов инициализации и окончания работы.

Генератор 5 тактовых импульсов используется для выработки тактирующих импульсов, управляющих ритмом работы интерполятора.

Коммутатор 6 используется для коммутации входных информационных сигналов из трех каналов в один выходной канал.

Первый реверсивный счетчик 7 используется для формирования текущего значения переменной Y при формировании траектории в пределах первой половины первого квадранта и переменной X при формировании траектории в пределах второй половины квадранта. Счетчик 7 выполнен в виде реверсивного счетчика с квитированием управления по входу сложения и вычитания. Второй реверсивный счетчик 8 служит для формирования значения текущей разности $|Y| - |X|$ между переменными Y и X, выполнен в виде реверсивного счетчика без квитирования управления по входу сложения и вычитания. В счетчике 8 имеется вход вычитания второго разряда счетчика.

Третий элемент И 10 служит для формирования сигналов одновременного переме-

щения вдоль осей координат X и Y во второй половине первого квадранта. Четвертый элемент И 11 служит для формирования сигналов перемещения вдоль оси X без учета комбинированных перемещений вдоль обеих осей.

Первый элемент 12 задержки служит для задержки сигнала на время установления переходных процессов в счетчике 8. Второй 13 и третий 14 элементы задержки служат для задержки сигнала на время установления переходных процессов в счетчике 7.

Второй триггер 16 служит для переключения режимов работы элементов при переходе из одного сектора квадранта в другой. Расширитель 25 импульсов служит для формирования запрещающего stroba на время, необходимое для коррекции содержимого накопительных элементов.

Второй информационный вход 30 служит для установки начального значения координаты $|X|$, если $|X| > |Y|$, или координаты Y, если $|Y| \geq |X|$, в счетчик 7. Третий информационный вход 31 служит для ввода в счетчик 8 начального значения разности $|X| - |Y| - 1$.

Первый 35 и второй 36 выходы интерполятора являются выходами, обеспечивающими выдачу сигналов, управляющих перемещением исполнительных механизмов вдоль осей Y и X соответственно.

Элементы 2x3И/ИЛИ 37 коммутатора 6 реализуют логические функции коммутации сигналов из трех направлений в одно.

Рассмотрим некоторые особенности формирования круговых траекторий в устройстве-прототипе. Выражение оценочной функции, используемой для формирования траекторий в нем, имеет следующий вид:

$$F_1 = F_0 + (2Y_0 + 2) - 2X_0 \text{ и } X_1 = X_0 - 1, Y_1 = Y_0 + 1, \text{ если } F \geq 0, \quad (a)$$

$$F_{j+1} = F_j + 2Y_j + 1 \text{ и } X_1 = X_0, Y_1 = Y_0 + 1, \text{ если } F < 0 \quad (b)$$

На первоначальном участке траектории последнее условие (б) выполняется также и при $F < 10$. Начальное значение оценочной функции определяется в соответствии со следующим выражением:

$$F_0 = R + 0,25 + (2Y_0 + 2) - 2X_0.$$

Анализ выражения (а) показывает, что изменения переменных происходят при $F \geq 0$, откуда следует, что выполняемое приращение должно быть отрицательным. Однако оно будет отрицательным лишь до тех пор, пока значение переменной Y не станет равным значению переменной X. При $Y > X$ значение F_1 будет всегда положительным и, следовательно, согласно алгоритму будут выполняться диагональные шаги, т.е. после

угла 45° будет формироваться только прямая линия, касательная к окружности под углом 45° , а не ступенчатая траектория, повторяющая или следящая за дугой окружности. Таким образом, устройство-прототип способно формировать дуги окружностей только в пределах 45° , причем для формирования дуги окружностей в пределах одного квадранта необходимо будет двигаться от начала и конца квадранта к точке с координатами $X=Y$ и ни в коем случае наоборот, что ограничивает практическое использование устройства, так как при этом нарушается непрерывность формирования траектории. Решение численных примеров подтверждает это положение.

В предлагаемом интерполяторе дуга окружности в пределах квадранта формируется непрерывно.

Следующее положение связано с тем, что при работе устройства-прототипа необходимо вести контроль значения оценочной функции по трем параметрам: $F < 0$, $F \geq 0$ и $F < 10$, что усложняет реализацию блока управления.

В предлагаемом интерполяторе контроль оценочной функции выполняется только по двум первым условиям, что упрощает устройство.

Для формирования траектории окружности в предлагаемом интерполяторе в пределах первой и второй четвертей первого квадранта используются соответственно следующие выражения оценочных функций:

$$F_1 = \sum_{j_i} [2(X-Y)-1]_{j_i} | F_1 < 0 \sum_I (2Y+1) | F_1 \geq 0 + F_{1,0}, \text{ если } X > Y; \quad (1)$$

$$F_2 = \sum_{j_i} [2(X-Y)-1]_{j_i} | F_2 \geq 0 + \sum_I (2x-1) | F_2 < 0 + F_{2,0}, \text{ если } Y \geq X, \quad (2)$$

где j_i – одновременное перемещение вдоль осей X и Y ;

j – перемещение вдоль оси Y ;

i – перемещение вдоль оси X .

При перемещении вдоль оси Y текущее значение переменной Y изменяется следующим образом: $Y_j = Y + 1$. При перемещении вдоль оси X текущее значение переменной X изменяется следующим образом: $X_i = X - 1$. При одновременном перемещении вдоль осей X и Y значения переменных изменяются одновременно описанными способами.

Начальные значения оценочных функций определяются в соответствии со следующими выражениями:

$$F_{1,0} = R^2 - ([X]-0,5)^2 - ([Y]+1)^2, \text{ если } X > Y; \quad (3)$$

$$F_{2,0} = R^2 - ([X]-1)^2 - ([Y]+0,5)^2, \text{ если } Y \geq X, \quad (4)$$

где $[X]$ и $[Y]$ – близлежащие к окружности целочисленные значения переменных X и Y .

Обычно движение начинается из начальной точки с координатами $X=R$ и $Y=0$. В этом случае начальное значение оценочной функции с учетом (3) равно

$$F_0 = R - 1,25 \quad (5).$$

Как видно из (3) и (4), для разных частей квадранта используются разные начальные значения оценочных функций. Поэтому при переходе траектории из одного сектора в другой значение оценочной функции $F_{1,0}$ должно быть скорректировано. В этом случае $F_{2,0} = F_{1,0} + \Delta F$, где значение ΔF , определенное из выражений (3) и (4), равно

$$\Delta F = [X] + [Y].$$

Переход из одного сектора в другой при формировании траектории определяется в момент выполнения отношения $[X] - [Y] \leq 0$.

При этом

$$\Delta F = 2[X] - 2[Y], \text{ если } [X] - [Y] = 0;$$

$$\Delta F = 2[X] + 1 - 2[Y] - 1, \text{ если } [X] - [Y] < 0. \quad (6)$$

При движении против часовой стрелки значение переменной X уменьшается, а значение переменной Y увеличивается. Значения выражений, стоящих под знаками сумм в предлагаемом интерполяторе, реализуются в накопительных элементах – счетчиках.

Интерполятор работает следующим образом.

Перед началом работы сумматор 1, счетчики 7 и 8 и триггеры 4 и 16 обнулены. В сумматор 1 в зависимости от значения переменных X и Y с входа 29 вводится начальное значение оценочной функции, определяемой выражениями (3), (4) и (5). В счетчик 7, если $X > Y$, вводится значение переменной Y , если $Y \geq X$ – переменной $X-1$. В счетчик 8 вводится значение $X-Y-1$, если $X > Y$, и $X-Y$, если $Y \geq X$, и триггер 16 сигналом с входа 32 переключается в единичное состояние, если $Y \geq X$.

Если траектория окружности начинает формироваться с начала квадранта с координатами $Y=0$ и $X=R$, в сумматор 1 с входа 29 и интерполятора вводится значение $F_0 = R - 1,25$, счетчик 7 остается в нулевом состоянии, а в счетчик 8 с входа 31 интерполятора вводится значение $X-Y=R-1$. После этого интерполятор готов к работе.

С поступлением импульса инициализации начала работы интерполятора на вход 33 триггер 4 режима работы включается в единичное состояние. При этом, если в сумматоре находится положительное число, то на всех разрешающих входах элемента И 3 присутствуют разрешающие потенциалы и импульсы генератора 5 тактовых импульсов проходят на выход этого элемента и через

элементы ИЛИ 17 и 20 поступают соответственно на входы счетчиков 7 и 8. В результате этого содержимое счетчика 7 увеличивается на единицу ($CT7=Y^1=Y+1$), так как в счетчике включен режим суммирования, а содержимое счетчика 8 уменьшается на единицу ($CT8=X-Y-1=X-Y^1$). После окончания переходных процессов в счетчиках импульс, поступающий через элемент 14 задержки на вход коммутатора 6, коммутирует входы третьего информационного канала коммутатора к его выходу, в результате чего содержимое счетчика 7 в инверсном коде переносится в сумматор 1. С учетом состояния потенциала на инверсном выходе триггера 4 в сумматор будет перенесено значение числа, равное $2Y+0=-(2Y^1+1)$, которое просуммируется с его содержимым. Этот процесс повторяется с поступлением каждого импульса с выхода элемента И 3 до тех пор, пока содержимое сумматора не станет отрицательным.

Это приводит к тому, что разрешающий потенциал на инверсном выходе знакового разряда исчезает и появляется на прямом выходе. В результате этого элемент И 3 закрывается, а элемент И 2 открывается. В этом случае импульсы генератора 5 тактовых импульсов проходят на выход элемента И 2 и через элементы ИЛИ 9 и 17 поступают на вход счетчика 7, добавляя к его содержимому очередное единичное приращение. Импульсы, поступающие на вход второго разряда счетчика 8 с выхода элемента ИЛИ 9, вычитают из его содержимого значение второго разряда счетчика, равное двум ($CT8=X-Y-2=X-1-(Y+1)=X^1-Y^1$).

С приходом импульса с выхода элемента ИЛИ 9 через элемент 12 задержки на управляющий вход коммутатора 6 содержимое счетчика 8 и значение состояния инверсного выхода триггера 16 коммутируется на вход коммутатора и связанный с ним вход сумматора 1. В результате этого в сумматор будет перенесено значение числа, равное $2(X^1-Y^1)-1$, которое просуммируется с содержимым сумматора. Описанный процесс повторяется с приходом каждого импульса с выхода элемента ИЛИ 9 до тех пор, пока содержимое сумматора не изменит знак на положительный. После этого разрешающий потенциал появляется на инверсном выходе знакового разряда сумматора. При этом элемент И 2 закрывается, а элемент И 3 открывается и описанный процесс повторяется до тех пор, пока знак содержимого сумматора не изменится на противоположный, и т.д. Этот автоколебательный процесс продолжается до тех пор, пока содержимое счетчика 8, равное $X-Y-1$, не станет отрица-

тельным. Этот момент определяет момент перехода траектории из одного сектора в другой.

При этом могут иметь место два варианта перехода: $X-Y=-1$ и $X-Y=-2$, требующих при коррекции накопительных элементов соблюдения определенных правил. Варианты переходов определяются появлением на выходах элементов И 22 и 23 единичных уровней сигналов. Первому варианту перехода соответствует появление сигнала на выходе элемента И 22, второму варианту — на выходе элемента И 23. Для того, чтобы выявить указанные состояния счетчика 8, вызываемые переходом из одного сектора в другой от таких же состояний, которые могут возникнуть в начальный момент формирования шагов, во втором секторе используется дополнительное стробирование элементов И 22 и 23 сигналом, снимаемым с инверсного выхода триггера 16. На время коррекции содержимого накопительных элементов на входы элементов И 10 и 11 подается запрещающий сигнал, снимаемый с инверсного выхода расширителя 25 импульсов при поступлении на его вход через элемент ИЛИ 24 сигналов, снимаемых с выходов элементов И 22 и 23.

При появлении сигнала на выходе элемента И 22 этот сигнал поступает на вход элемента 26 задержки. Задержанный этим элементом сигнал с первого выхода этого элемента через элемент ИЛИ 21 поступает на вход счетчика 8 и увеличивает его содержимое на единицу, корректируя тем самым его содержимое, необходимое для правильной работы интерполятора в следующем секторе. Импульс с второго выхода задержки через элемент ИЛИ 15 поступает на вход коммутатора 6 и вызывает коммутацию входных каналов коммутатора, связанных с прямыми информационными выходами счетчика 7 и триггера 16. В связи с тем, что триггер 16 в этот момент находится в нулевом состоянии, в сумматор 1 переносится удвоенное значение содержимого счетчика 7, равное $2Y=2X$, которое суммируется с содержимым сумматора, корректируя тем самым значение оценочной функции, необходимое для правильной работы интерполятора в следующем секторе круга. После этого импульс, поступающий с третьего выхода элемента 26 задержки через элемент ИЛИ 18 на вход триггера 16, переключает его в единичное состояние и счетчик 7 переключается на режим вычитания поступающих на его счетный вход приращений. Поэтому корректирующий импульс, поступающий с четвертого выхода элемента 26 задержки через элемент ИЛИ 17 на счетный

вход счетчика 7, вычитает из его содержимого единицу. В результате этого в счетчике 7 происходит замена переменной Y на переменную X , необходимая для дальнейшей работы интерполятора в соответствии с выражением (2).

Если в процессе работы интерполятора импульс появляется на выходе элемента И 23, он поступает на входы элементов ИЛИ 18 и 21 и на вход элемента 19 задержки. Импульс, поступающий через элемент ИЛИ 18 на вход триггера 16, переключает его в единичное состояние. При этом элементы И 22 и 23 закрываются, так как исчезает разрешающий потенциал на инверсном выходе триггера 16. Сигнал, поступающий через элемент ИЛИ 21 на суммирующий вход счетчика 8, добавляет к его содержимому единицу: $X - Y + 1 = -2 + 1 = -1$. Ранее поступивший на вход элемента 12 задержки сигнал проходит к этому времени на управляющий вход коммутатора 6 и коммутирует прямые выходы счетчика 8 и инверсного выхода триггера 16

на вход коммутатора. В результате этого в сумматор 1 переносится значение числа, равное минус 3, которое суммируется с содержимым сумматора. Сигнал с первого выхода элемента 19 задержки проходит через элемент ИЛИ 17 на вход счетчика 7 и вычитает из его содержимого единицу. При этом численное значение переменной Y заменяется численным значением переменной X .

Импульс с второго выхода элемента 19 задержки через элемент ИЛИ 15 поступает на управляющий вход коммутатора 6, коммутирующий прямые выходы счетчика 7 и триггера 16 на информационные входы сумматора 1. При этом в сумматоре переносится значение корректирующей добавки $2X + 1 = 2Y - 1$, которая суммируется с его содержимым. Импульс с третьего выхода элемента 19 задержки через элемент ИЛИ 17 поступает на вход счетчика 7 и вычитает из его содержимого единицу. На этом корректировка численных значений накопительных элементов, необходимая для правильной работы интерполятора во втором секторе, заканчивается.

После завершения корректировки расширитель 25 импульсов выдает на входы элементов И 10 и 11 разрешающий потенциал. В зависимости от знака содержимого сумматора 1 разрешающий потенциал присутствует либо на прямом, либо на инверсном выходе знакового разряда сумматора. Если содержимое сумматора положительно разрешающий потенциал присутствует на инверсном выходе знакового разряда, если отрицательно — на прямом. При этом в связи с тем, что триггер 16 находится в единичном

состоянии, все разрешающие потенциалы в зависимости от состояния знакового разряда сумматора присутствуют или на входах элемента И 10, или на входах элемента И 11. Поэтому импульсы генератора 5 тактовых импульсов проходят на выход соответствующего элемента И 10 или 11.

Импульсы с выхода элемента И 10 через элемент ИЛИ 9 поступают на входы элемента ИЛИ 17, счетчика 8 и элемента 12 задержки. При этом из содержимого счетчика 8 вычитается значение константы, равной двум: $X - Y - 2 = (X - 1) - (Y + 1) = X^1 - Y^1$. К моменту завершения суммирования в счетчике импульс, поступающий на вход элемента 13 задержки, проходит на выход этого элемента и поступает на управляющий вход коммутатора 6 и коммутирует прямые выходы счетчика 8 и инверсный вход триггера 16 на вход сумматора 1. В результате этого значение числа, равное $2(X - Y) - 1$, суммируется с содержимым сумматора. Этот процесс суммирования повторяется после каждого импульса, поступающего с выхода элемента И

10, до тех пор, пока содержимое сумматора не станет отрицательным. Разрешающий потенциал при этом появляется на прямом выходе знакового разряда сумматора. В результате этого элемент И 10 закрывается, а элемент И 11 открывается, и импульсы с выхода генератора 5 тактовых импульсов начинают проходить на выход элемента И 11 и входы элементов ИЛИ 20 и 17 и элемента 13 задержки. Импульс, поступающий с

выхода элемента ИЛИ 20 на вход счетчика, вычитает из его содержимого значение константы, равной единице, в результате чего содержимое счетчика становится равным $X - 1 - Y^1 = X^1 - Y^1$.

Импульс, поступающий с выхода элемента ИЛИ 17 на вход счетчика 7, вычитает из его содержимого значения константы, равной единице, и содержимое счетчика становится равным текущему значению координаты X : $X - 1 = X^1$.

Импульс, поступающий с выхода элемента 13 задержки через элемент ИЛИ 15 на управляющий вход коммутатора 6, коммутирует прямые выходы счетчика 7 и триггера 16 на входы сумматора 1, при этом значение числа, равное $2X^1 + 1 = 2(X - 1) + 1 = 2X - 1$, суммируется с содержимым сумматора. Этот процесс продолжается с приходом каждого импульса, поступающего с выхода элемента И 11, до тех пор, пока содержимое сумматора не станет положительным. При этом в связи с тем, что значение потенциала на выходе знакового разряда сумматора изменяется на противоположное, элемент И 11 закрывается, а элемент И 10 открывается, и

описанный цикл вычислений повторяется в автоколебательном режиме до тех пор, пока содержимое счетчика 7 не станет отрицательным. В этом случае импульс переполнения счетчика 7 с инверсного выхода старшего разряда поступает на инверсный вход триггера 4 и перключает его в инверсное состояние. В результате все элементы И 2, 3, 10 и 11 закрыты. На этом формирование траектории четверти окружности завершено, интерполятор прекращает свою работу, и его можно готовить к отработке следующего участка дуги окружности.

Импульсы, возникающие на выходах элементов ИЛИ 9, И 3 и 11 в процессе работы интерполятора, поступают на входы элементов ИЛИ 27 и 28, формируют на их выходах 35 и 36 сигналы, используемые затем для управления перемещением исполнительных механизмов соответственно по осям координат Y и X.

Структурная схема коммутатора (фиг. 3) реализована с использованием логических элементов 2хЗИ/ИЛИ 37. При подаче на управляющие входы А1, А2 и А3 управляющих сигналов, информационные входы В1, В2 и В3 соответственно коммутируются на выход коммутатора.

В связи с тем, что в процессе формирования траектории выбираются ближайшие к исходной кривой целочисленные значения координат, а также используются диагональные перемещения, интерполятор обеспечивает самую высокую точность, которая может быть достигнута на координатной сетке при максимально возможной скорости формирования траектории.

Предлагаемый интерполятор характеризуется повышенной точностью формирования траекторий (максимальное значение погрешности отклонения формируемой траектории от исходной кривой не превышает по абсолютной величине половины шага квантования), а это приводит к повышению качества выпускаемой продукции – изделия металлообрабатывающей промышленности, чертежа графического изображения на экране ЭЛТ или чертежа, выполненного графопостроителем или координатографом. В предлагаемом интерполяторе траектория формируется непрерывно в пределах всего квадранта.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Круговой интерполятор, содержащий накапливающий сумматор, соединенный группой входов ввода первого слагаемого с первой группой информационных входов интерполятора, прямой и инверсный выходы знакового разряда накапливающего сумматора соединены соответственно с

первыми входами первого и второго элементов И, вторые входы которых соединены с прямым выходом первого триггера режима, генератор тактовых импульсов, соединенный выходом с третьими входами первого и второго элементов И, коммутатор, соединенный группой информационных входов с группой входов ввода второго слагаемого в накапливающий сумматор, первый и второй счетчики импульсов, соединенные группами прямых информационных выходов со сдвигом на разряд в сторону старших разрядов соответственно с первой и второй группами информационных входов коммутатора, а группой информационных входов – соответственно с второй и третьей группами информационных входов интерполятора, входы соответственно окончания и инициализации работы интерполятора соединены соответственно с инверсным и прямыми входами первого триггера режима работы, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения точности, бпервый и второй счетчики импульсов выполнены реверсивными и интерполятор дополнительно содержит с первого по седьмой элементы ИЛИ, третий, четвертый, пятый, и шестой элементы И, четыре элемента задержки, второй триггер режима, расширитель импульсов, при этом первый и второй входы первого элемента ИЛИ соединены соответственно с выходами первого и третьего элементов И, первые входы третьего и четвертого элементов И соединены соответственно с инверсным и прямыми выходами знакового разряда накапливающего сумматора, вторые и третьи входы третьего и четвертого элементов И соединены соответственно с прямым выходом первого триггера режима и с выходом генератора тактовых импульсов, выходы первого, второго и третьего элементов задержки соединены соответственно с первым управляющим входом коммутатора, с первым входом второго элемента ИЛИ и с третьим управляющим входом коммутатора, с первым входом второго элемента ИЛИ и с третьим управляющим входом коммутатора, выход второго элемента ИЛИ соединен с вторым управляющим входом коммутатора, прямой выход триггера режима соединен с входом выбора режима вычитания первого реверсивного счетчика импульсов, с входом первого разряда второй группы информационных входов коммутатора и с четвертыми входами третьего и четвертого элементов И, а инверсный вход второго триггера режима соединен с инверсным входом первого триггера режима, вы-

ход третьего элемента ИЛИ соединен со счетным входом первого реверсивного счетчика импульсов, соединенного группой инверсных информационных выходов со сдвигом на разряд в сторону старшего разряда с третьей группой информационных входов коммутатора, выход четвертого элемента ИЛИ соединен с прямым входом второго триггера режима, группа выходов четвертого элемента задержки соединена соответственно с первым входом третьего, вторым входом второго и с вторым входом третьего элементов ИЛИ, выходы пятого и шестого элементов ИЛИ соединены соответственно с входами вычитания и суммирования второго реверсивного счетчика импульсов, первые входы — с инверсным выходом второго триггера режима, с входом выбора режима суммирования первого реверсивного счетчика, входом первого разряда первой группы информационных входов коммутатора и с четвертыми входами первого и второго элементов И, группа входов пятого элемента И соединена с группой прямых информационных выходов второго реверсивного счетчика импульсов, второй вход шестого элемента И соединен с инверсным выходом второго разряда второго реверсивного счетчика импульсов, а группа входов шестого элемента И соединена с группой прямых информационных выходов второго реверсивного счетчика импульсов, за исключением выхода второго разряда, выход седьмого элемента ИЛИ соединен с входом расширителя импульсов, соединенного инверсным выходом с пятью входами третьего и четвертого элементов И, пятый элемент задержки соединен группой выходов соответственно с первым входом шестого элемента ИЛИ, с третьим входом второго элемента ИЛИ, с первым входом четвертого элемента ИЛИ и с третьим вхо-

дом третьего элемента ИЛИ, выход второго элемента И соединен с первым входом восьмого элемента ИЛИ, с первым входом пятого элемента ИЛИ, с четвертым входом третьего элемента ИЛИ и с входом третьего элемента задержки, выход четвертого элемента И соединен с первым входом девятого, с вторым входом пятого и с пятым входом третьего элементов ИЛИ и с входом второго элемента задержки, выход первого элемента ИЛИ соединен с входом первого элемента задержки, шестым входом третьего элемента ИЛИ, вычитающим входом второго разряда второго реверсивного счетчика импульсов и с вторыми входами восьмого и девятого элементов ИЛИ, выход пятого элемента И соединен с первым входом седьмого элемента ИЛИ и с входом пятого элемента задержки, выход шестого элемента И соединен с вторыми входами седьмого, шестого и четвертого элементов ИЛИ и с входом четвертого элемента задержки, инверсный выход знакового разряда первого реверсивного счетчика импульсов соединен с инверсным входом первого триггера режима, четвертым входом установки в "0" накопительных элементов интерполятора и с входами установки в "0" накапливающего сумматора, первого и второго реверсивных счетчиков импульсов и второго триггера режима, третий вход четвертого элемента ИЛИ соединен с шестым входом интерполятора установки отношения проекций координат, выходы восьмого и девятого элементов ИЛИ соединены соответственно с первым и вторыми входами выдачи сигналов управления перемещением исполнительных устройств соответственно по осям Y и X интерполятора, а инверсный выход первого триггера режима соединен с входом первого разряда третьего информационного входа коммутатора.

Т а б л и ц а 1

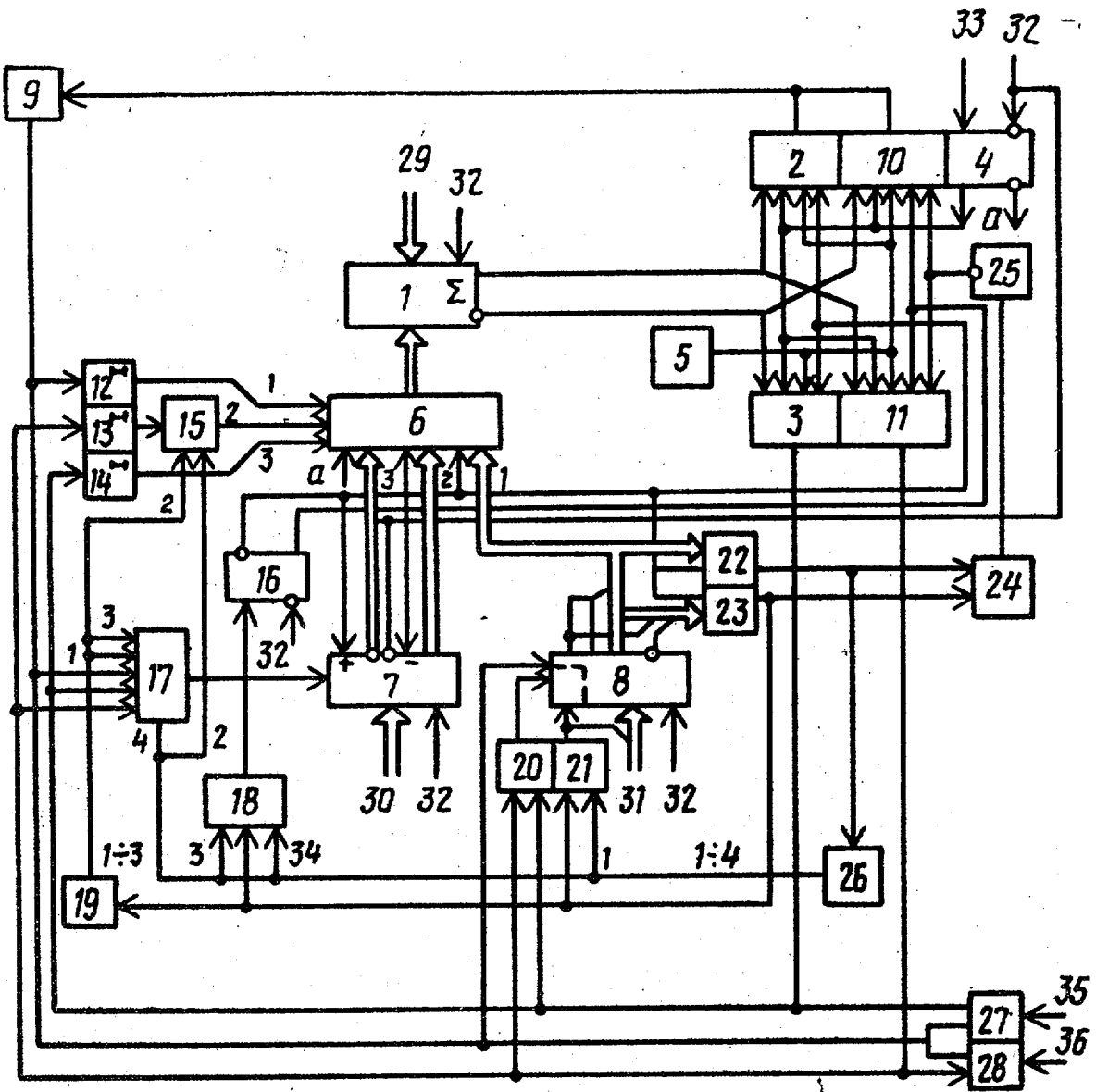
Выход 35,36	Зн. F	F, R = 12	
		F = 12 - 1,25 = 10,75	
I	+	$10,25 - (2 \cdot 1y + 1) = 7,75$	
I	+	$7,75 - (2 \cdot 2y + 1) = 2,75$	
I	+	$2,25 - (2 \cdot 3y + 1) = -4,25$	
/	-	$-4,25 - (2 \cdot 4y + 1) + 2 \cdot 11x = 8,75$	
I	+	$8,75 - (2 \cdot 5y + 1) = -2,25$	
/	-	$-2,25 - (2 \cdot 6y + 1) + 2 \cdot 10x = 4,75$	
I	+	$4,75 - (2 \cdot 7y + 1) = -10,25$	
/	-	$-10,25 - (2 \cdot 8y + 1) + 2 \cdot 9x = -9,25$	
/	-	$-9,25 - (2 \cdot 9y + 1) + 2 \cdot 8x = -12,25$	
		$-12,25 + 2 \cdot 8x + 1 = 4,75$	
/	+	$4,75 - (2 \cdot 10y + 1) + 2 \cdot 7x = -2,25$	
-	-	$-2,25 + 2 \cdot 6x - 1 = -8,75$	
/	+	$8,75 - (2 \cdot 11y + 1) + 2 \cdot 5x = -4,25$	
-	-	$-4,25 + 2 \cdot 4x - 1 = 2,75$	
/	+	$2,75 - (2 \cdot 12y + 1) + 2 \cdot 3x = -16,25$	
-	-	$-16,25 + 2 \cdot 2x - 1 = -13,25$	
-	-	$+ 2 \cdot 1x - 1 = -12,25$	
-	-	$+ 2 \cdot 0x - 1 = -13,25$	

П р и м е ч а н и е. Вертикальным линиям в первом столбце соответствуют элементарные перемещения вдоль оси Y, горизонтальным - элементарные перемещения вдоль оси X, наклонным - элементарные перемещения вдоль осей X и Y; в средней части таблицы горизонтальными линиями выделен участок коррекции оценочной функции; в качестве индексов использованы наименования переменных, имеющих численные значения чисел с индексами переменных.

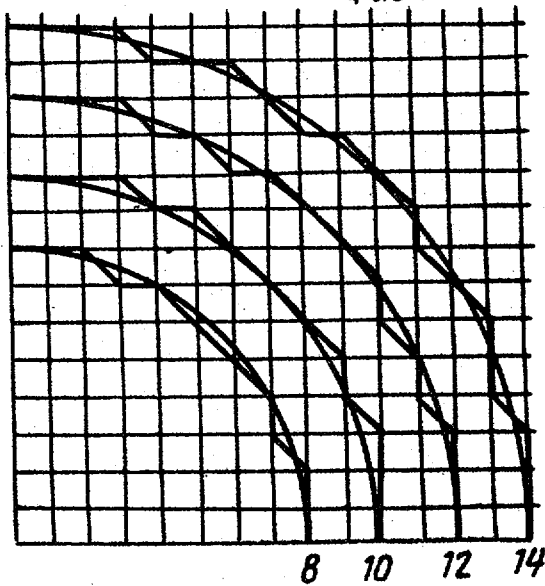
Т а б л и ц а 2

Выход 35,36	Зн. F	СТ 7	СТ 8	Выход ком- мутатора 6	F, R = 12
		0	12 - 1 = 11		$F_0 = 10,75$
I	+	0+1=1/1000	11-1=10	00111=3	10,75-3=7,75
I	+	1+1=2/0100	10-1=9	01011=5	7,75-5=2,75
I	+	2+1=3/1100	9-1=8	00011=7	2,75-7=-4,25
/	-	3+1=4	8-2=6/0110	10110=13	-4,25+13=8,75
I	+	4+1=5/1010	6-1=5	00101=11	8,75-11=-2,25
/	-	5+1=6	5-2=3/1100	11100=7	-2,25+7=4,75
I	+	6+1=7/1110	3-1=2	00001=15	4,75-15=-10,25
/	-	7+1=8	2-2=0/0000	10000=1	-10,25+1=-9,25
/	-	8+1=9	0-2=-2		
Переключение Тг 16					
Коррекция СТ 8		9-1=8	-2+1=-1/0111	00111=3	-9,25-3=-12,25
		8-1=7	Коррекция СТ 7		-12,25+2·8+1=4,75
/	+	7-1=6	-1-2=-3/0011	00011=7	4,75-7=-2,25
-	-	6-1=5/1010	-3-1=-4	11010=11	-2,25+11=8,75
/	+	5-1=4	-4-2=-6/1001	01001=13	8,75-13=-4,25
-	-	4-1=3/1100	-6-1=-7	11100=7	-4,25+7=2,75
/	+	3-1=2	-7-2=-9/0110	00110=19	2,75-19=-16,25
-	-	2-1=1/1000	-9-1=-10	11000=3	-16,25+3=-13,25
-	-	1-1=0/0000	-10-1=-11	10000=1	-13,25+1=-12,25
-	-	0-1=-1/1111	-11-1=-12	11111=1	-12,25-1=-13,25

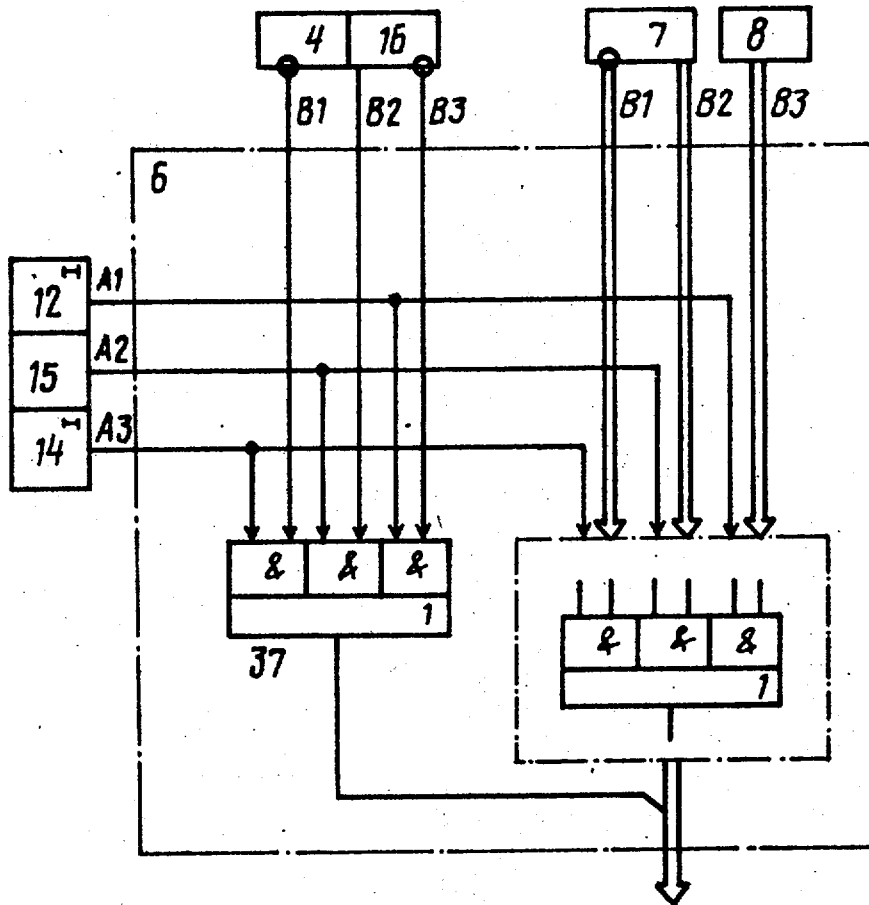
П р и м е ч а н и е. Вертикальным линиям в первом столбце соответствуют элементарные перемещения вдоль оси Y, горизонтальным - элементарные перемещения вдоль оси X, наклонным - элементарные перемещения вдоль осей X и Y; в третьем и четвертом столбцах после наклонных линий приведены двоичные коды чисел, коммутируемых на выход коммутатора 6; в пятом столбце приведены коды чисел, коммутируемые на выход коммутатора 6, и через знак равенства показаны их числовые эквиваленты в десятичной системе счисления; в средней части таблицы горизонтальными линиями выделен участок коррекции накопительных элементов.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Редактор О. Юрковецкая

Составитель И. Швец
Техред М. Моргентал

Корректор М. Кучерявая

Заказ 2391

Тираж 480

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101