



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4769117/24
(22) 11.12.89
(46) 15.02.92. Бюл. № 6
(71) Минский радиотехнический институт
(72) В.П.Шмерко, А.В.Соколов, О.Б.Винокур
и Д.В.Кузьмицкий
(53) 681.3 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1277089, кл. G 06 F 7/04, 1984.
Авторское свидетельство СССР
№ 1166044, кл. G 02 F 3/00, 1989.

(54) МАГНИТООПТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО
ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ
БУЛЕВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ

Изобретение относится к оптико-электронной вычислительной технике и может быть использовано для аппаратной поддержки вычислений в системах синтеза и анализа дискретных автоматов, синтеза топологии БИС и СБИС, обработки изображений, сжатия данных.

Целью изобретения является расширение функциональных возможностей за счет вычисления параметрических булевых производных систем булевых функций.

На фиг.1 представлена структурная схема устройства; на фиг.2 – схема магнитооптического управляемого транспаранта (МОУТ); на фиг.3 – схема фотоприемника; на фиг.4 – схема коммутатора; на фиг.5 – структурная схема блока управления; на фиг.6 – прохождение поляризованного излучения через пластину ортоферрита; на фиг.7 – прохождение поляризованного излучения че-

2

(57) Изобретение относится к оптико-вычислительной технике и может быть использовано для аппаратной поддержки вычислений в системах синтеза и анализа дискретных автоматов, топологии БИС, обработки изображений, сжатия данных. Цель изобретения – расширение функциональных возможностей за счет вычисления параметрических булевых производных систем булевых функций. Поставленная цель достигается тем, что устройство содержит последовательно оптически связанные источник 1 поляризованного излучения, первый 2 и второй 3 магнитооптические управляемые транспаранты, фотоприемник 4, коммутатор 5 и блок 6 управления. 8 ил.

рез систему, состоящую из двух МОУТ; на фиг.8 – временная диаграмма работы блока управления.

Устройство (фиг.1) содержит последовательно оптически связанные источник поляризованного излучения 1, первый 2 и второй 3 магнитооптические управляемые транспаранты (МОУТ), фотоприемник 4, коммутатор 5 и блок управления 6.

Источник поляризованного излучения 1 предназначен для генерирования световых импульсов поляризованного излучения.

Первый 2 и второй 3 МОУТ (фиг.2) представляет собой пластину монокристалла ортоферрита 7, с которой сопряжена формирующая схема, состоящая из дешифратора 8, группы элементов И 9, первой 10 и второй 11 групп формирователей импульсов тока и токовых шин управления 12 и 13, разделенных в местах пересечения слоем диэлектрика.

Фотоприемник 4 (фиг.3) состоит из матрицы фотодиодов 14, группы преобразователей выходных сигналов 15, дешифратора 16, группы элементов И 17, группы формирователей импульсов напряжения 18.

Коммутатор 5 (фиг.4) состоит из первой 19 и второй 20 групп элементов И, элемента НЕ 21, группы элементов ИЛИ 22.

Блок управления 6 (фиг.5) состоит из тактового генератора 23, первого 24, второго 25 и третьего 26 счетчиков, первого 27, второго 28, третьего 29 и четвертого 30 триггеров, первого 31, второго 32 и третьего 33 элементов задержки, элемента ИЛИ 34, сумматора по модулю два 35, первого 36 и второго 37 элементов И.

Представим систему 2^n булевых функций n переменных в виде матрицы R_2^n размерности $2^n \times 2^n$. По направлению координатной оси X матрицы R_2^n происходит изменение наборов переменных функций в лексикографическом порядке. По направлению координатной оси Y происходит переход между функциями системы.

Параметрическая логическая производная от матрицы R_2^n в направлении оси X и Y соответственно определяется следующим образом:

$$\frac{\partial R_2^n}{\partial (\tau X)} = R_2^n \oplus L_2^n R_2^n \quad (1)$$

$$\frac{\partial R_2^n}{\partial (\tau Y)} = R_2^n \oplus R_2^n L_2^n \quad (2)$$

где знак \oplus означает поэлементную сумму по модулю два матриц, матрица L_2^n называется матрицей сдвига и вычисляется по формуле (3) в зависимости от параметра

$$L_2^n = [L_2^n]^{(\tau)} \quad (3)$$

где

$$L_2^n = \begin{bmatrix} 01 \dots 00 \\ 001 \dots 00 \\ \dots \dots \\ 00 \dots 01 \\ 00 \dots 00 \end{bmatrix} \quad L_2^n = \begin{bmatrix} 00 \dots 00 \\ 10 \dots 00 \\ \dots \dots \\ 00 \dots 100 \\ 00 \dots 10 \end{bmatrix}$$

Матрица L_2^n выбирается при $\tau > 0$, матрица L_2^n при $\tau < 0$. При умножении $R_2^n L_2^n$ или $L_2^n R_2^n$ осуществляется сдвиг исходной матрицы R_2^n на τ разрядов соответственно вдоль координатной оси X и Y , причем, при $\tau > 0$ сдвиг происходит по направлению оси, при $\tau < 0$ – в направлении, противоположном направлению координатной оси.

Таким образом, при вычислении параметрической логической производной осуществляется сложение по модулю два элементов матрицы R_2^n , удаленных на τ разрядов вдоль оси, по которой происходит дифференцирование.

Если выполнить вычисления, задаваемые формулами (1) или (2) k раз, получим k -краткую производную от матрицы R_2^n которую можно представить в виде

$$\frac{\partial^{(k)} R_2^n}{\partial (\tau X)^k} = [R_2^n \oplus L_2^n R_2^n]^{(\tau)} \quad (4)$$

$$\frac{\partial^{(k)} R_2^n}{\partial (\tau Y)^k} = [R_2^n \oplus R_2^n L_2^n]^{(\tau)} \quad (5)$$

Заметим, что для матрицы R_2^n существует только 2^n различных производных по каждой из координатных осей. Это определяется свойством периодичности параметрической производной

$$\frac{\partial^{(k+2^n-m)} R_2^n}{\partial (\tau X)^{k+2^n-m}} = \frac{\partial^{(k)} R_2^n}{\partial (\tau X)^k}$$

При $k = 2^n m$ ($m = 0, 1, 2, \dots$) матрица R_2^n восстанавливается, т.е. $R_2^{2^n m} = R_2^n$.

Магнитооптические управляемые транспаранты работают следующим образом.

На первый информационный вход МОУТ поступает адрес записи очередной информации, представленной в двоичном коде, который дешифрируется дешифратором 8. При наличии сигнала на входе разрешения записи на выходе одной из группы элементов И 9 формируется сигнал, поступающий на вход соответствующего формирователя импульсов тока 10, который генерирует токовый импульс записи. На входы второй группы формирователей импульсов тока 11 поступает записываемая информация. С выходов второй группы формирователей импульсов тока 11 импульсы тока поступают на токовые шины 13. В результате происходит запись прямых или обратных доменов на пластине ортоферрита 7 по заданному адресу.

На первом 2 МОУТ двоичная "1" записывается в виде прямого домена, а двоичный "0" – в виде обратного домена (фиг.6а). На втором 3 МОУТ наоборот: двоичная "1" записывается в виде обратного домена, а двоичный "0" – в виде прямого домена (фиг.6б). Возможные положения плоскости

поляризации излучения на выходе второго 3 МОУТ показаны на фиг.7.

Формирующая схема позволяет записывать в ячейках МОУТ прямые или обратные домены, обладающие противоположно направленными векторами намагниченности. Для записи, например, прямого домена в ячейку, расположенную на пересечении токовых шин управления 12 и 13, необходимо подать согласованные по направлению токовые импульсы записи такой амплитуды, чтобы величина магнитного поля была ниже порогового значения переключения по всех участках петель, кроме ячейки, расположенной на пересечении токовых шин управления, где и произойдет изменение намагниченности. Для записи обратного домена необходимо изменить направление тока в проводниках токовых шин управления на обратное.

Записанные в ячейках МОУТ прямые и обратные домены устойчиво сохраняются после окончания воздействия тока записи. Прямые домены благодаря эффекту Фарадея поворачивают плоскость поляризации проходящего поляризованного излучения, генерируемого источником поляризованного излучения 1, на угол $+\theta_d$ по часовой стрелке (фиг.6), а обратные домены — на угол $-\theta_d$ против часовой стрелки. θ и d — соответственно удельное фарадеевское вращение и толщина магнитоодноосного материала МОУТ).

Если на пути поляризованного излучения установить последовательно два МОУТ, то плоскость поляризации поляризованного излучения, прошедшего через два прямых домена, повернется на угол $+2\theta_d$ по часовой стрелке, прошедшего через два обратных домена на угол $-2\theta_d$ против часовой стрелки. Положение плоскости поляризации поляризованного излучения, прошедшего через два разноименных домена останется неизменным, потому что поворот плоскости поляризации прямым доменом на угол $+\theta_d$ компенсируется поворотом этой плоскости обратным доменом на угол $-\theta_d$ и наоборот.

Фотоприемник 4 работает следующим образом. При поступлении сигнала на вход стирания, а затем на 2-е входы матрицы фотодиодов 14 емкость всех фотодиодов заряжается до номинального значения. При включении источника поляризованного излучения 1 световой поток с выхода анализатора попадает на фотодиоды матрицы 14. Это приводит к тому, что емкость засвеченных фотодиодов разряжается за счет фототока на величину, пропорциональную

интенсивности падающего излучения, после чего остается постоянной. Считывание записанной таким образом информации матрицы 14 производится построчно путем подачи адресных сигналов на первый информационный вход фотоприемника 4 и сигнала на вход разрешения считывания фотоприемника 4.

В состав фотоприемника 4 также входит анализатор, который устанавливается после второго 3 МОУТ перед матрицей фотодиодов 14 на пути излучения. Анализатор ориентирован таким образом, что его ось пропускания А (фиг.7) перпендикулярна плоскости поляризации считываемого излучения, генерируемого источником 1. В этом случае анализатор по закону Малюса полностью гасит излучение с плоскостями поляризации "00", "11" и пропустит излучение с плоскостями поляризации "10" и "01". Это соответствует реализации в системе "МОУТ — МОУТ — анализатор" логической операции сложение по модулю два над двумя бинарными матрицами, записанными в ячейках МОУТ 2 и МОУТ 3.

Коммутатор 5 работает следующим образом. На второй информационный вход коммутатора поступает информация от внешнего источника, на первый информационный вход — с выхода фотоприемника 4. При поступлении на вход управления коммутатора 5 низкого уровня напряжения, на его выходы поступает информация со второго информационного входа, при высоком уровне на входе управления коммутатора 5 на его выходы поступает информация с первого информационного входа.

Магнитооптическое устройство для вычисления параметрических булевых производных работает следующим образом. В начальный момент времени t_a на вход задания параметра блока управления 6 поступает параметр дифференцирования τ , на вход задания порядка — порядок производной k , на второй вход коммутатора 5 поступает первая строка матрицы R_2^k при дифференцировании по оси X или столбец матрицы R_2^k при дифференцировании по оси Y.

В момент времени t_1 осуществляется включение устройства по сигналу на входе включения блока управления 6. Этот сигнал с выхода подачи сигнала управления транзисторами поступает на входы управления МОУТ 2 и МОУТ 3 и выполняет начальную установку МОУТ (запись "0" во всех ячейки МОУТ), что соответствует заполнению МОУТ 2 и МОУТ 3 соответственно обратными и прямыми доменами. Информация со второ-

го входа коммутатора 5 поступает на его выходы и записывается в первый 2 и второй 3 МОУТ со вторых информационных входов по адресам, поступающим на их первые информационные входы с первого и второго информационных выходов блока управления 6 соответственно, причем матрица R_2^1 записывается во второй 3 МОУТ со сдвигом на τ строк или столбцов относительно первого 2 МОУТ, что необходимо для реализации математической модели (1) или (2).

С первого и второго выходов режима блока управления 6 на входы разрешения записи первого 2 и второго 3 МОУТ соответственно поступают сигналы через Δt_1 после поступления на первый 2 и второй 3 МОУТ адресного сигнала.

В момент времени t_4 , когда матрица R_2^1 записана в МОУТ, с выхода сигнала стирания блока управления 6 на вход стирания фотоприемника 4 поступает сигнал, который устанавливает его в исходное состояние. Через время задержки Δt_3 , необходимое для установления номинального напряжения матрицы фотодиодов 14, с выхода выдачи сигнала управления источником поляризованного излучения блока управления 6 на источник поляризованного излучения 1 поступает сигнал. Поляризованное излучение проходит через первый 2, второй 3 МОУТ и попадает на анализатор. Ось пропускания анализатора ориентирована таким образом, что он пропускает поляризованное излучение, прошедшее через домены противоположной полярности.

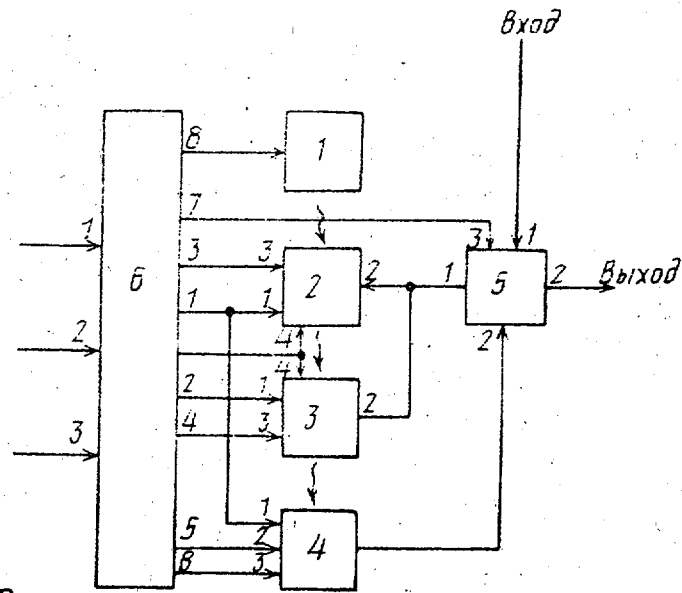
Таким образом на матрице фотодиодов 14 будет записан результат операции суммирования по модулю два матрицы R_2^1 и $L_2^{\tau n}$ $R_2^{\tau n} (R_2^{\tau n} L_2^{\tau n})$, т.е. будет найдена параметрическая производная от матрицы R_2^1 с параметром τ первого порядка. После этого счетчик порядка дифференцирования k уменьшит свое состояние на единицу, и если он не обнулится, информация считывается с фотоприемника 4 и поступает на первый вход коммутатора 5 и на его выходы, после чего определяется производная от матрицы R_2^1 следующего порядка.

Адрес считывания поступает на первый информационный вход фотоприемника 4 с первого информационного выхода блока управления 6, а сигнал на вход разрешения считывания с третьего выхода режима блока управления 6 через время Δt_2 после адресного сигнала. Для нормальной работы устройства $\Delta t_1 > \Delta t_2$, так как информация перед записью в МОУТ должна быть считана с фотоприемника 4.

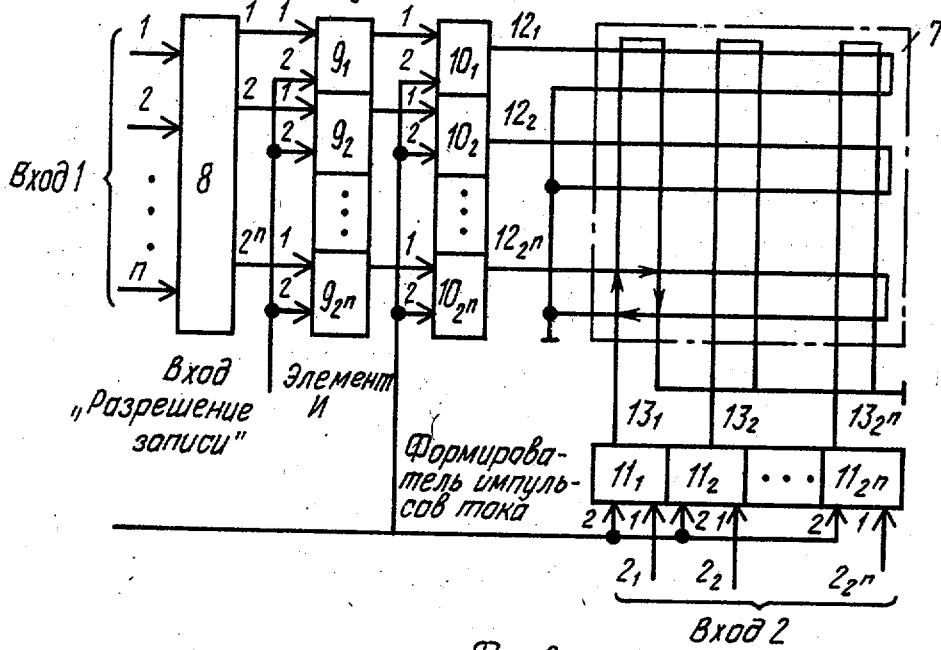
После считывания искомого результата счетчик порядка дифференцирования k обнуляется (момент времени t_5) и происходит останов устройства.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

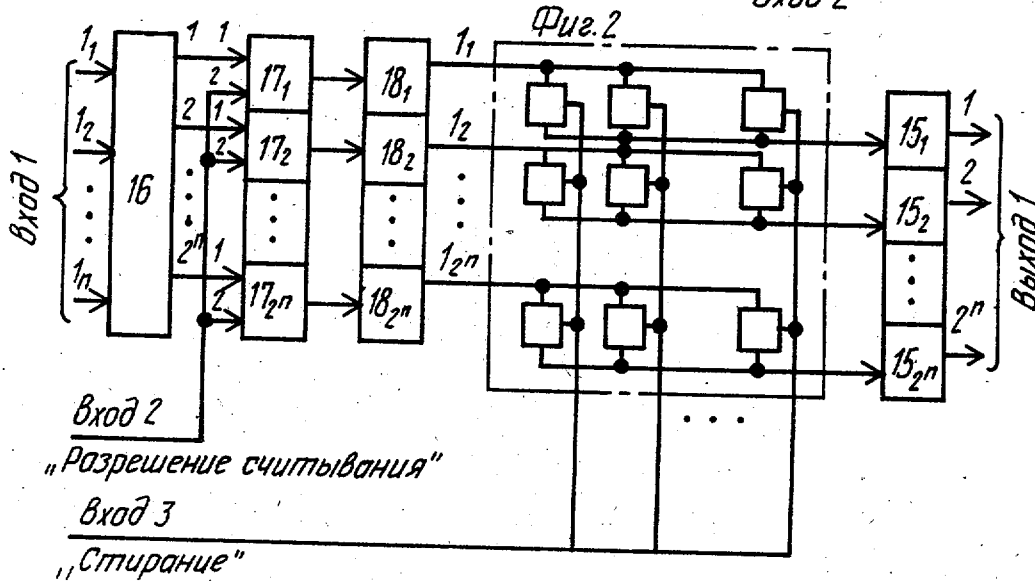
Магнитооптическое устройство для вычисления параметрических булевых производных, содержащее последовательно оптически связанные источник поляризованного излучения, первый магнитооптический управляемый транспарант и фотоприемник, отличающееся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей устройства, в него введены второй магнитооптический управляемый транспарант, коммутатор и блок управления, первый информационный выход которого соединен с информационными входами первого магнитооптического управляемого транспаранта и фотоприемника, второй информационный выход блока управления соединен с информационным входом второго магнитооптического управляемого транспаранта, первый и второй выходы режима блока управления соединены соответственно со входами разрешения записи первого и второго магнитооптических транспарантов, третий выход режима и выход сигнала стирания блока управления соединены соответственно со входами разрешения считывания и стирания фотоприемника, выход которого соединен с первым информационным входом коммутатора, вход управления которого соединен с выходом выдачи сигнала управления коммутатором блока управления, выход выдачи сигнала управления источником излучения которого соединен со входом управления источника поляризованного излучения, первый выход коммутатора соединен со вторыми информационными входами первого и второго магнитооптических управляемых транспарантов, входы управления которых соединены с выходом выдачи сигнала управления транспарантами блока управления, входы задания параметра, порядка и включения которого являются соответствующими входами устройства, информационный вход устройства соединен со вторым информационным входом коммутатора, второй выход которого является информационным выходом устройства, второй магнитооптический управляемый транспарант оптически связан с источником поляризованного излучения, первым магнитооптическим управляемым транспарантом и фотоприемником и располагается перед фотоприемником.



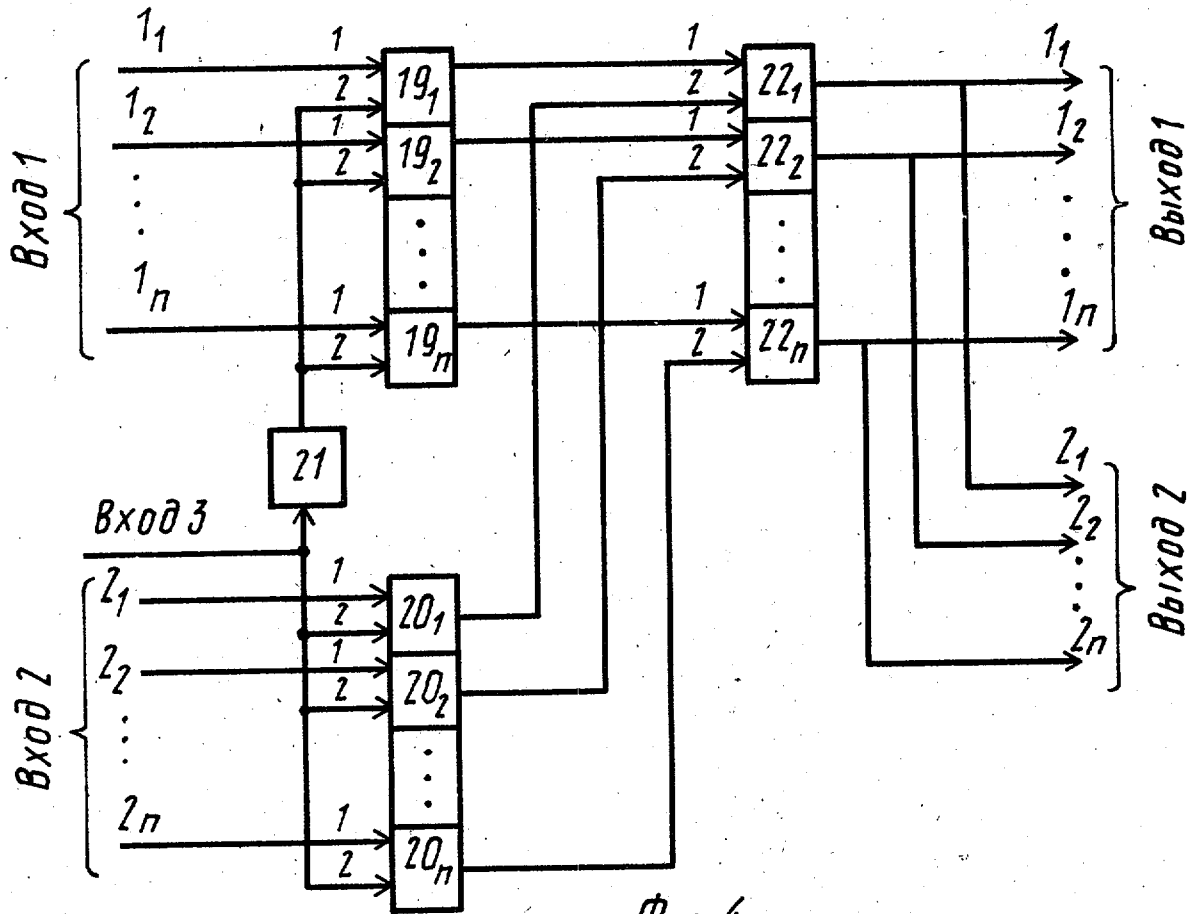
Формирователь импульсов тока фиг.1



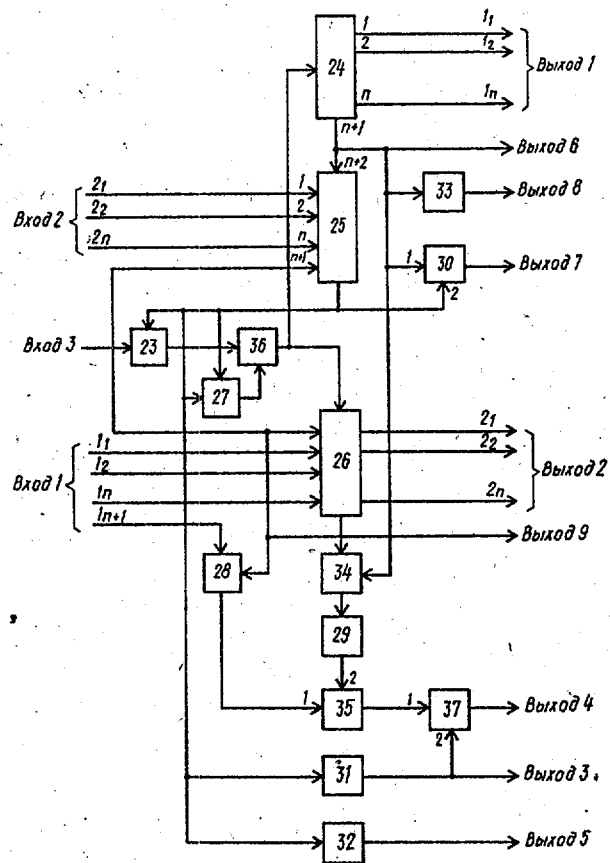
Фиг.2



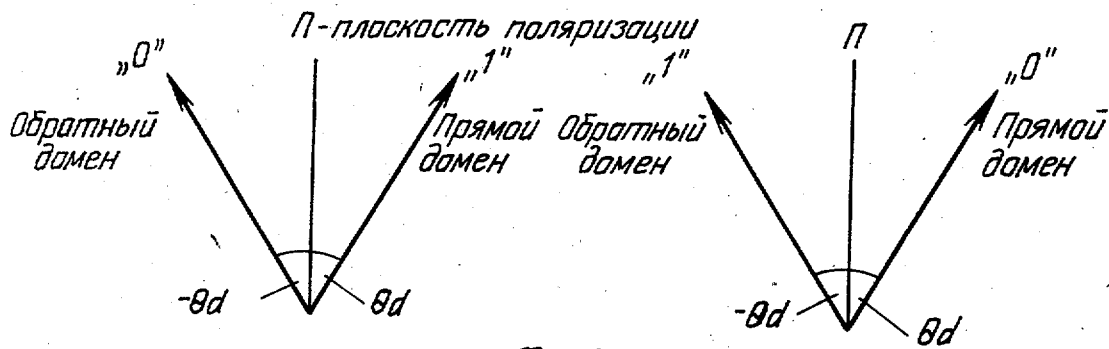
Фиг.3



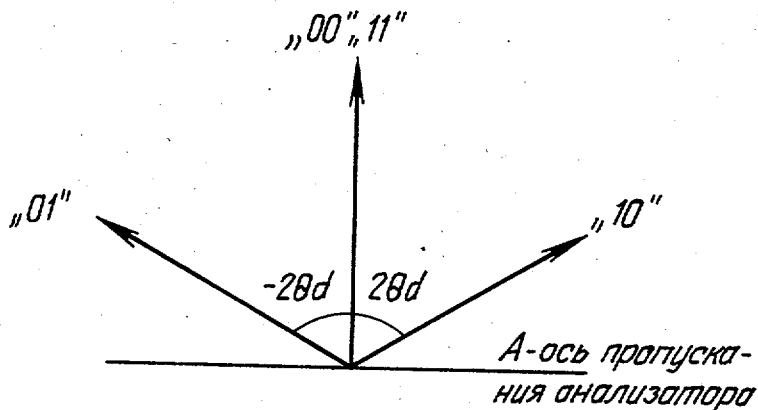
Фиг. 4



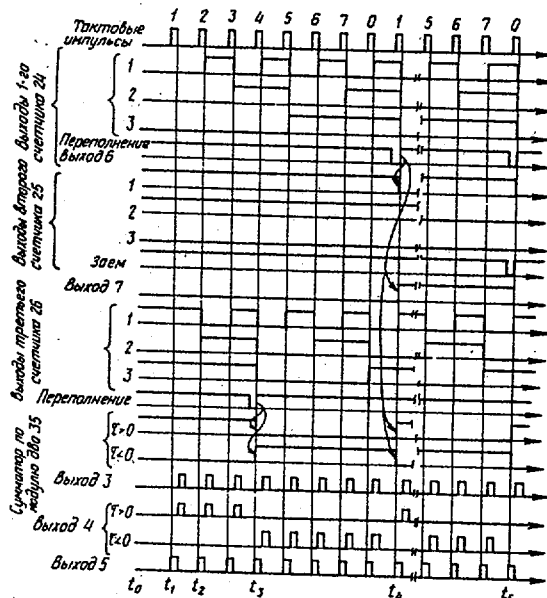
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

Редактор Н.Каменская

Составитель В.Шмерко
Техред М.Моргентал

Корректор Т.Малец

Заказ 537

Тираж

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