СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1380582 A1

(51)5 H 04 B 9/00, H 04 B 10/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(46) 07.09.91. Бюл. № 33
(21) 4035631/09
(22) 11.03.86
(71) Институт электроники АН БССР
(72) А.А. Визнер
(53) 621.396.6(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 1218904, кл. H 04 B 9/00, 26.02.85.
Патент США № 3956626, кл. H 04 B 9/00, опублик. 1978.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ И ПРИЕМА ИНФОРМАЦИИ ПО ОПТИЧЕСКОМУ КАНАЛУ

(57) Изобретение относится к электронике. Цель изобретения - повышение помехоустойчивости устр-ва при передаче и приеме информации по оптическому каналу. Для достижения цели изобретения устр-во содержит на передающей стороне источник излучения, светоделитель, поляризованный разделитель, два информационных канала, смеситель, контрольный фотоприемник, г-р сигналов синхронизации, формирователь информационного сигнала и четыре эл-та сдвига, а на приемной стороне - анализатор, два фотоприемника, два эл-та задержки, решающий блок, два коммутатора, блок выделения сигнала синхронизации и два блока выделения информационных сигналов. Даны ил. выполнения передающей и приемной сторон, а также цифровой части решающего блока. 8 ил.

(19) SU (11) 1380582 A1

Изобретение относится к электротехнике и может использоваться при реализации систем связи по оптическому каналу.

Цель изобретения - повышение помехоустойчивости устройства при передаче и приеме информации.

На фиг. 1 приведена структурная электрическая схема передающей части предлагаемого устройства; на фиг. 2 - то же, приемной части; на фиг. 3,4,5,6 - временные диаграммы работы устройства; на фиг. 7 - структура цифровой части решающего блока; на фиг. 8 - диаграмма процесса приема сигнала.

Устройство содержит в передающей части (см. фиг. 1) источник 1 излучения, светоделитель 2, поляризационный разделитель 3, два информационных канала, причем первый информационный канал включает первый поляризационный модулятор 4, второй поляризационный модулятор 5, оптическую линию 6 задержки, третий поляризационный модулятор 7, а второй информационный канал - два отражательных зеркала 8 и 9, гиратронную пластину 10, первый поляризационный модулятор 11, оптическую линию 12 задержки, второй поляризационный модулятор 13, третий поляризационный модулятор 14, смеситель 15, контрольный фотоприемник 16, генератор 17 сигналов синхронизации, формирователь 18 информационного сигнала и элементы сдвига 19-22. В приемной части (см. фиг. 2) устройство содержит анализатор 23, фотоприемники 24, 25, элементы задержки 26, 27, решающий блок 28, коммутаторы 29, 30, блок 31 выделения сигнала синхронизации, блоки 32,33 выделения информационных сигналов, элементы сдвига 34-38, сумматоры 39-41 по модулю два, инвертор 42, блок 43 совпадения. Решающий блок содержит элементы ИЛИ 44-47, RS-триггеры 48, 49.

Устройство работает следующим образом.

Формирователь 18 информационного сигнала выполняет операцию распределения информационной последовательности на два потока: поляризационный (МП) и позиционно-импульсный (ШИМ). Пусть поток информации, подлежащей передаче по каналу МП имеет вид 1011100100... (см. фиг. 3), а по каналу ШИМ - 1101011001... (см. фиг. 3,д).

Информационный сигнал, подлежащий передаче по каналу ШИМ с второго выхода формирователя 18 непосредственно подается на первый поляризационный модулятор 11 второго канала в виде сигнала без возвращения к нулю с амплитудой, равной полуволновому напряжению модулятора. Во время передачи символа "1" первый поляризационный модулятор 11 вносит разность фаз между составляющими световой волны со взаимно-ортогональной поляризацией $\Phi_{11} = \pi$. При передаче символа "0" разность фаз равна нулю $\Phi_{11} = 0$. Поскольку первый поляризационный модулятор 11 расположен на пути луча второго канала, он действует на импульсы оптического излучения с номерами 2,4,6... (см. фиг. 3в), внося фазовый сдвиг Φ_{11} в соответствии с потоком информации 1101011001... . Разности фаз $\Phi = \pi, 3\pi, 5\pi, \ldots$ соответствует поворот плоскости поляризации оптического излучения на 90°, так что если на выходе гиротронной пластины 10 луч имеет вертикальную поляризацию, то на выходе первого поляризационного модулятора 11 во время передачи символа "1" он приобретает горизонтальную поляризацию. Оптическая линия 12 задержки для вертикально поляризованной компоненты света не вносит временного сдвига, для компоненты с горизонтальной поляризацией вносится задержка, определяемая конструкцией линии $t = \tau$. Таким образом все импульсы оптического излучения, во время которых передается символом "1", кроме поворота поляризации (фиг. 3,е) преобретают временную задержку, как показано на фиг. 3,ж. Символу "0" в канале ШИМ соответствует вертикальная поляризация излучения в исходное временное положение импульса на выходе оптической линии 12 задержки, символу "1" - горизонтальная поляризация и задержка на время τ. Импульсы оптического излучения, прошедшие оптическую линию 12 задержки проходят второй поляризационный модулятор 13 и третий поляризационный модулятор 14, где они подвергаются дополнительной модуляции без изменения временного по-

ложения. На электрический вход второго поляризационного модулятора 13 подается последовательность канала МП (1011100100...) со сдвигом на два символа относительно исходной последовательности (фиг. 3г, з). На третий поляризационный модулятор 14 этого же канала подается та же последовательность, но со сдвигом в четыре символа, (т.е. дополнительно два символа по отношению к последовательности, подаваемой на второй поляризационный модулятор 13. Амплитуда управляющих напряжений на втором 13 и третьем 14 поляризационных модуляторах по-прежнему равна полуволновому напряжению, так как каждый из них при наличии символа "1" вносит фазовый сдвиг $\Phi = \pi$ и $\Phi = 0$ при передаче символа "0".

Фазовая задержка, вносимая всеми модуляторами, расположенными на пути оптического луча второго канала, суммируется. В результате для каждого импульса оптического излучения с номерами 2,4,6,8... имеет $\Phi_{\text{с}} = \Phi_{12} + \Phi_{14} + \Phi_{15} = \pi, \pi, \pi, \pi, 2\pi, 2\pi, 3\pi, \pi, \pi, 2\pi$. Поскольку задержке на $\pi, 3\pi, 5\pi, \ldots$ соответствует поворот плоскости поляризации, задержке на $0, 2\pi, 4\pi, \ldots$ - сохранение поляризации при ранее принятых допущениях поляризация луча, временное положение импульсов изменяется следующим образом: $\Gamma_{\text{с}}, \Gamma_{\text{с}}, \Gamma, \Gamma_{\text{с}}, B, B_{\text{с}}, \Gamma_{\text{с}}, \Gamma, \Gamma, B_{\text{с}}, \ldots$ (индекс с указывает на наличие задержки импульса).

Оптический луч второго канала, пройдя смеситель, выводится на выход передающей части.

Сопоставить состояния оптического излучения во втором канале с двоичными символами можно следующим образом. Наличие задержки импульса с независимо от поляризации излучения свидетельствует о наличии символа "1" в последовательности, передаваемой по каналу ПИМ, отсутствие задержки - о наличии символа "0". При сопоставлении состояния поляризации двоичным символам необходимо иметь в виду, что для обеспечения временной задержки импульс изменяет поляризацию еще до воздействия на него модуляторами, управляемыми сигналом канала МП. Поэтому при отсутствии задержки символу "0" сопоставляется вертикальная поляризация, символу "1" - горизонтальная (так как в этом случае на входе второго поляризационного модулятора 13 импульс имеет вертикальную поляризацию). При наличии задержки символу "0", сопоставляется горизонтальная поляризация, символу "1" - вертикальная (в этом случае на входе второго поляризационного модулятора 13 импульс имеет горизонтальную поляризацию).

Итак, для приведенного выше набора состояний импульсов оптического излучения ($\Gamma_{\text{с}}, \Gamma_{\text{с}}, \Gamma, \Gamma_{\text{с}}, B, B_{\text{с}}, \Gamma_{\text{с}}, \Gamma, \Gamma, B_{\text{с}}, \ldots$) в канале ПИМ имеем последовательность 1101011001... (она совпадает с приведенной на фиг. 3, д,к, т.е. с исходной последовательностью, подлежащей передаче по каналу ПИМ), в канале МП - последовательность 0010010111... Последняя не совпадает с исходной последовательностью, подлежащей передаче по каналу МП - она есть результат одновременной модуляции каждого импульса двумя символами указанной последовательности с относительной задержкой в два символа (см. фиг. 3,н).

В оптическом луче первого выходного канала поляризационного разделителя осуществляется аналогичный процесс по отношению к нечетным импульсам оптического излучения (см. фиг. 4,б) с той разницей, что позиционно-импульсная модуляция каждого импульса осуществляется одновременно двумя символами последовательности с относительной задержкой в два символа, а поляризационная - непосредственно информационной последовательностью, подлежащей передаче. Этот процесс показан на фиг. 4, где на а, б, в, г, д показаны соответственно импульсы на выходе источника излучения на первом и втором выходах поляризационного разделителя, сигнал, подлежащий передаче по каналу МП и каналу ПИМ (аналогично на фиг. 3, а, б, в, г, д).

Сигнал с второго выхода формирователя 18 информационного сигнала, подлежащий передаче по каналу ПИМ через элемент сдвига 21 на два символа (см. фиг. 1) подается на управляющий вход первого поляризационного модулятора 4 первого канала (см. фиг. 4, е) и через элемент сдвига 22 на четыре символа (см. фиг. 1) подается на третий поляризационный

модулятор 7 первого канала в виде сигналов без возвращения к нулю с амплитудой, равной полуволновому напряжению модуляторов (см. фиг. 4 ж) В результате суммарной фазовой задержки, вносимой каждым модулятором, луч на входе оптической линии 6 задержки (фиг. 1) преобретает следующие состояния поляризации для нечетных импульсов оптического излучения: В,В,Г,Г,Г,В,В,В,Г,Г,Г,Г,... (см. фиг. 4з). Оптическая линия 6 задержки (см. фиг. 1) осуществляет задержку оптического импульса, имеющего горизонтальную поляризацию, на временной интервал τ. Таким образом, на выходе линии 6 задержки имеет В,В,$Г_\tau$,$Г_\tau$,$Г_\tau$,В,В,В,$Г_\tau$,$Г_\tau$,... (см. фиг. 4 и). Эти же импульси, пройдя второй поляризационный модулятор 5 (см. фиг. 1), подвергаются поляризационной модуляции последовательностью, подлежащей передаче по каналу МП 1011100100... (см. фиг. 4 г, фиг. 3, г). В результате имеем следующий набор состояний поляризации и временного положения импульсов оптического излучения с номерами 1,3,5,7... Г,В,$В_\tau$,$В_\tau$,$В_\tau$,В,В,Г,$Г_\tau$, $Г_\tau$,... Этот набор состояний согласно ранее принятому правилу может быть сопоставлен со следующей последовательностью двоичных символов: для для канала ПИМ 001110001..., для канала МП - 1011100100,...

Смеситель 15 (см. фиг. 1) осуществляет объединение оптических лучей в один поток, который, пройдя канал распространения, попадает на вход приемной стороны (см. фиг. 2).

На входе приемной стороны установлен анализатор 23, осуществляющий пространственное разделение оптического луча в зависимости от поляризации излучения на два выходных луча: с горизонтальной поляризацией и с вертикальной поляризацией. На пути каждого из выходных лучей анализатора 23 установлены фотоприемники 24, 25. Для того чтобы при определении временного положения импульсов оптического излучения можно было использовать автокорреляционный метод, на выходе каждого фотоприемника 24, 25 включен элемент задержки 26, 27, назначение которого - задержка сигналов фотоприемника 25, 24 на время τ, равное временному интервалу позиционно-импульсной модуляции.

Таким образом, решающий блок 28 при оценке временного положения импульсов, поступающих с фотоприемников 24, 25, использует не только сигналы фотоприемников 24, 25, но и их сдвинутые копии на интервал позиционно-импульсной модуляции τ. Одновременно сигнал одного из фотоприемников 24, 25 используется блоком 31 выделения сигнала синхронизации для формирования управляющих сигналов, необходимых для работы элементов устройства. Для формирования этих сигналов используются известные схемы ФАПЧ. На фиг. 5 показаны временные соотношения между сигналами на приемной стороне: а - сигнал в оптическом канале на входе анализатора 23, поступающий с выхода смесителя 15 передающей стороны. Этот сигнал является результатом объединения сигналов, показанных на фиг. 3к и фиг. 4,к. Сигналы на выходах анализатора 23 с взаимно ортогональной поляризацией лучей показаны на фиг. 5, б, в. Один из сигналов детектируется фотоприемником 24, другой - фотоприемником 25, после чего можно считать, что состояние поляризации каждого импульса оптического излучения определено.

На следующем этапе решающий блок 28 определяет временное положение импульсов. Для этого используется сигнал каждого фотоприемника 24, 25 и его сдвинутая копия (см. фиг. 6а,б). Эти два сигнала подаются на противоположные входы разностного усилителя. В результате формируется сигнал, показанный на фиг. 6,в. Далее производится операция свертки полученного таким образом сигнала с сигналом синхронизации (см. фиг. 6,г), для чего используются широко известные перемножители сигналов. В результате, в зависимости от временного положения сигнала фотоприемника 24, 25 формируется импульс положительной или отрицательной полярности (см. фиг. 6, д). Сигналы, соответствующие импульсам оптического излучения с вертикальной поляризацией без задержки, с вертикальной поляризацией с задержкой, с горизонтальной поляризации без задержки и с горизонтальной поляризации с задержкой

разделяются внутри решающего блока 28 на четыре потока. Если символом "1" обозначить наличие указанного признака (задержка, отсутствие задержки, вертикальная поляризация, горизонтальная поляризация), набор сигналов, получающихся в результате разделения, записывается матрицей.

В каждом столбце матрицы состояний символ "1" присутствует только в одной строке, таким образом ее легко преобразовать путем элементарных логических операций в последовательность символов, удовлетворяющих ранее принятому правилу сопоставления.

Первая последовательность отражает состояние временного положения импульсов, вторая - состояние поляризации.

Преобразование матрицы состояний в указанные последовательности может осуществляться с помощью схемы, приведенной на фиг. 7, на которой входы сигналов соответствуют строкам матрицы состояний, выходы RS-триггеров 48, 49, соответственно отражают состояние временного положения ПИМ и состояния поляризации (МП).

ПИМ-последовательность поступает на первый вход решающего блока 28, МП-последовательность - на второй выход решающего блока 28 (см. фиг. 2). Каждая из полученных таким образом последовательностей разделяется на два потока, соответствующих четным и нечетным импульсам оптического излучения. Эту функцию выполняют коммутаторы 29, 30 (см. фиг. 2). Разделение происходит следующим образом. На первый выход коммутатора 29 поступают символы ПИМ-последовательности, передаваемые четными импульсами оптического излучения, на второй выход коммутатора 29 символы ПИМ, передаваемые нечетными импульсами, на первый выход коммутатора 30 поступают символы МП, передаваемые нечетными импульсами, на второй выход коммутатора 30 - четными импульсами.

Как видно, на первом выходе коммутатора 29 выделяется исходная последовательность, подлежащая передаче по каналу ПИМ, на первом выходе коммутатора 30 - исходная последовательность, подлежащая передаче по каналу ПМ.

Для рассмотрения работы блоков выделения информации сигнала необходимо рассмотреть действия мультипликативной помехи, длительность которой превышает интервал следования импульсов оптического излучения.

Мультипликативная помеха выражается в полном прерывании канала (см. фиг. 8,а) распространения оптического излучения на некоторое время T, в результате чего импульсы оптического излучения с номерами 6,7,8 (см. фиг. 8,б) вообще не попали на вход приемной стороны устройства. На выходе фотоприемников 24, 25 имеем соответственно сигналы (см. фиг. 8,в,г). Информационные символы восстанавливаются в решающем блоке 28 произвольно, в худшем случае каждый символ как в канале ПИМ, так и в канале МП восстанавливается, как противоположный. Таким образом на выходе решающего блока 28 выделяется последовательность (см. фиг. 7).

Ошибочно восстановленные символы обнаруживаются. Последовательность на выходе устройства совпадает с исходной последовательностью, подлежащей передаче по каналу ПИМ. Передача и прием МП-последовательности осуществляется аналогично.

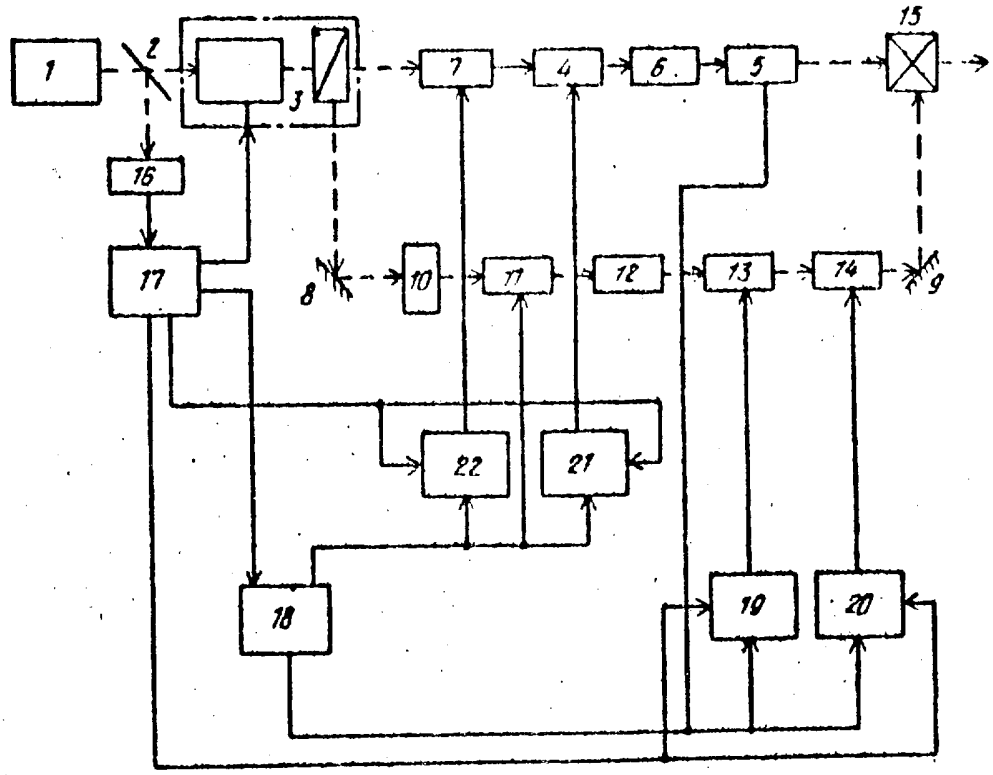
Формула изобретения

Устройство для передачи и приема информации по оптическому каналу, содержащее на передающей стороне последовательно оптически соединенные источник излучения, светоделитель и поляризационный разделитель, соединенный с входом двух информационных каналов, два отражательных зеркала во втором информационном канале, каждый из информационных каналов состоит из последовательно оптически соединенных первого поляризационного модулятора, оптической линии задержки и второго поляризационного модулятора, а также смеситель, первый и второй входы которого соединены с выходами соответствующих информационных каналов, а также контрольный фотоприемник, оптически соединенный с вторым выходом светоделителя, формирователь информационного сигнала, первый поляризационный выход которого подключен к электрическому входу второго поляризационного

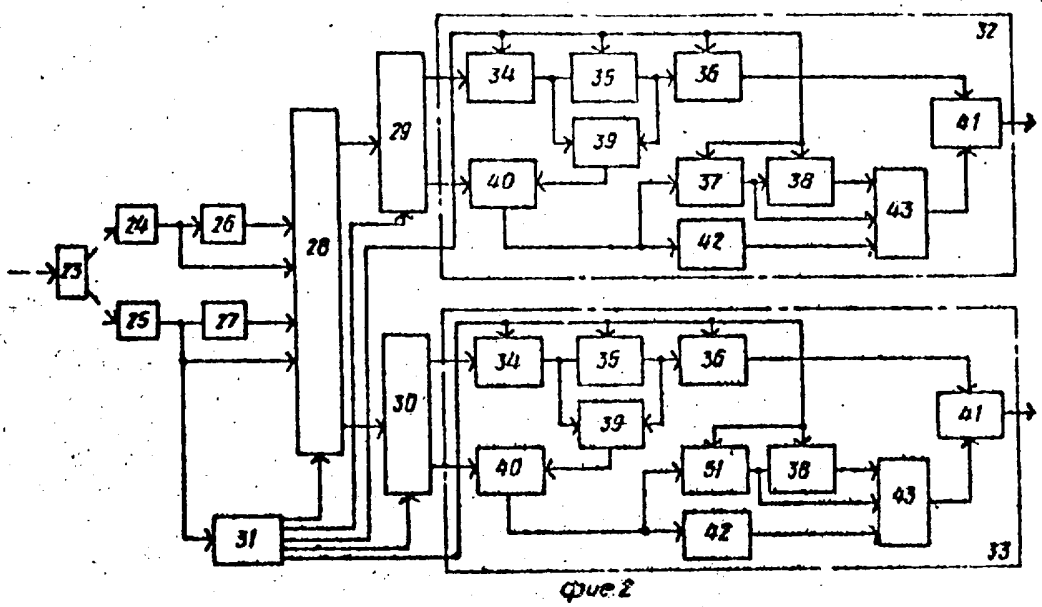
модулятора первого информационного канала, второй позиционно-импульсный выход формирователя информационного сигнала - к электрическому входу первого поляризационного модулятора второго информационного канала, генератор сигналов синхронизации, вход которого соединен с выходом контрольного фотоприемника, а выходы - соответственно с управляющим входом поляризационного разделителя и тактирующим входом формирователя информационного сигнала, на приемной стороне - анализатор, выходы которого соединены с входами двух фотоприемников, выходы которых соединены с входами решающего блока непосредственно и через линии задержки, тактирующий вход решающего блока подключен к выходу блока выделения сигнала синхронизации, вход которого подключен к выходу второго фотоприемника, отличающееся тем, что, с целью повышения помехоустойчивости, на передающей стороне введены четыре элемента сдвига, в каждый из информационных каналов - третьи поляризационные модуляторы, а во второй информационный канал - гиротропная пластина, при этом в первом информационном канале вход третьего поляризационного модулятора является входом первого информационного канала, а его выход соединен с входом первого поляризационного модулятора, выход второго поляризационного модулятора является выходом первого информационного канала, входом второго информационного канала является вход первого отражательного зеркала, выход которого через гиротропную пластину соединен с входом первого поляризационного модулятора, а выход второго поляризационного модулятора через третий поляризационный модулятор соединен с входом второго отражательного зеркала, выход которого является выходом второго информационного канала, причем входы первого и второго элементов сдвига подключены к первому выходу формирователя информационного сигнала, а выходы соединены с электрическими входами соответственно второго и третьего поляризационных модуляторов второго информационного канала, входы третьего и четвертого элементов сдвига соединены с вторым выходом формирователя информационного сигнала, а выходы - с электрическими входами первого и третьего поляризационных модуляторов первого информационного канала, тактирующие входы первого и второго элементов сдвига подключены к третьему выходу генератора сигналов синхронизации, а третьего и четвертого элементов сдвига - к четвертому выходу генератора сигналов синхронизации; на приемной стороне введены два блока выделения информационного сигнала, два коммутатора, информационные входы которых подключены к выходам решающего блока, а тактирующие входы - к соответствующим выходам блока выделения сигнала синхронизации, каждый из блоков выделения информационного сигнала содержит последовательно соединенные первый, второй и третий элементы сдвига, последовательно соединенные четвертый и пятый элементы сдвига, первый сумматор по модулю два, входы которого соединены соответственно с входом и выходом второго элемента сдвига, а выход - с первым входом второго сумматора по модулю два, выход которого соединен с входом четвертого элемента сдвига, а через инвертор - с первым входом блока совпадения, второй и третий входы которого соединены соответственно с выходами четвертого и пятого элементов сдвига, а выход - с одним из входов третьего сумматора по модулю два, другой вход которого подключен к выходу третьего элемента сдвига, а выход является информационным выходом блока выделения информационного сигнала, при этом вход первого элемента сдвига и второй вход второго сумматора являются соответственно первым и вторым информационными входами блока выделения информационного сигнала, тактирующие входы элементов сдвига объединены и являются входом синхронизации блока выделения информационного сигнала, причем информационные входы первого и второго блоков выделения информационного сигнала соединены с соответствующими выходами коммутаторов, а входы синхронизации соединены с выходами блока выделения сигнала синхронизации, а выходы первого и второго

блоков выделения информационного сигнала являются соответственно по-

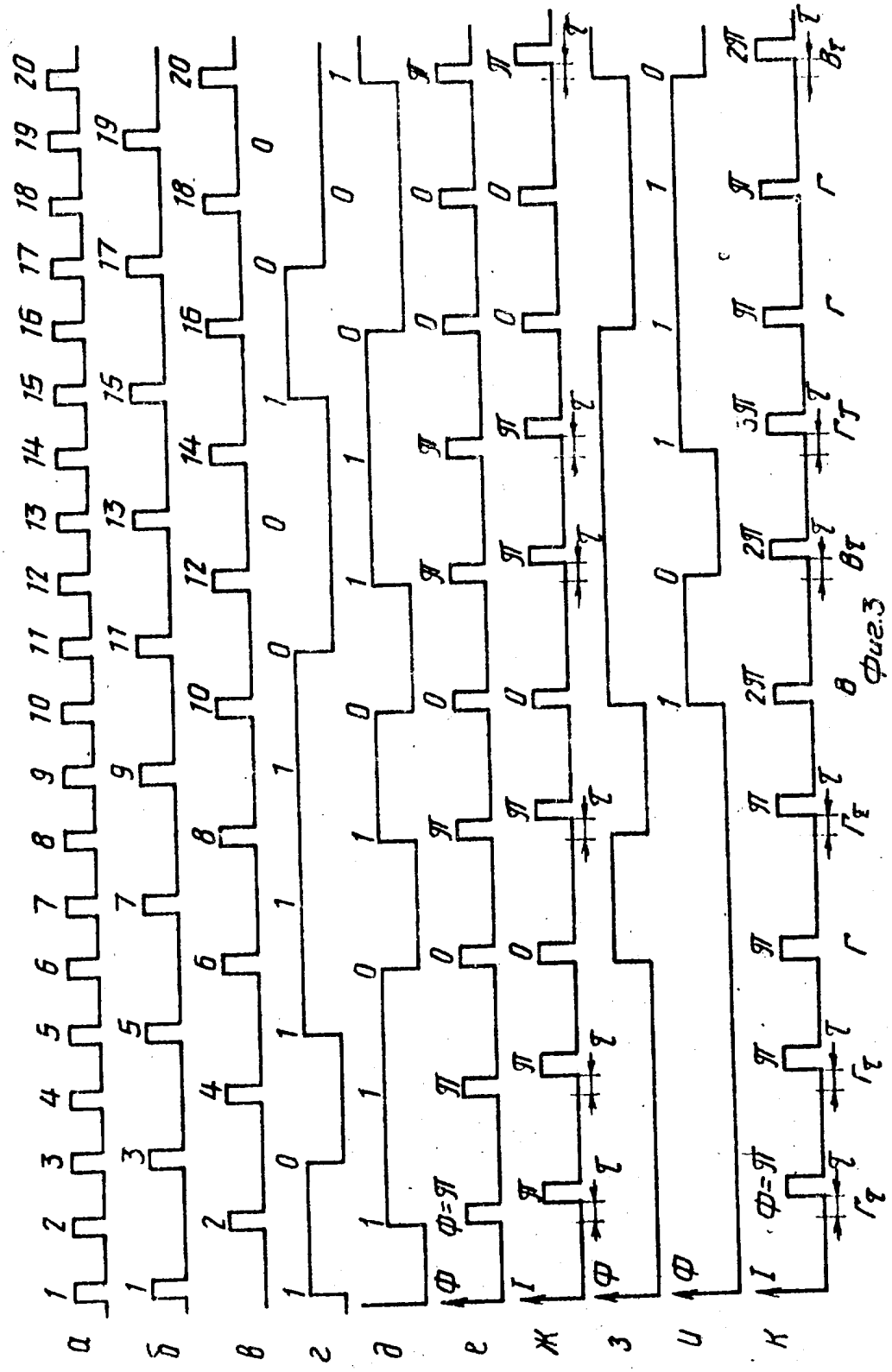
зиционно-импульсным и поляризационным выходами устройства.



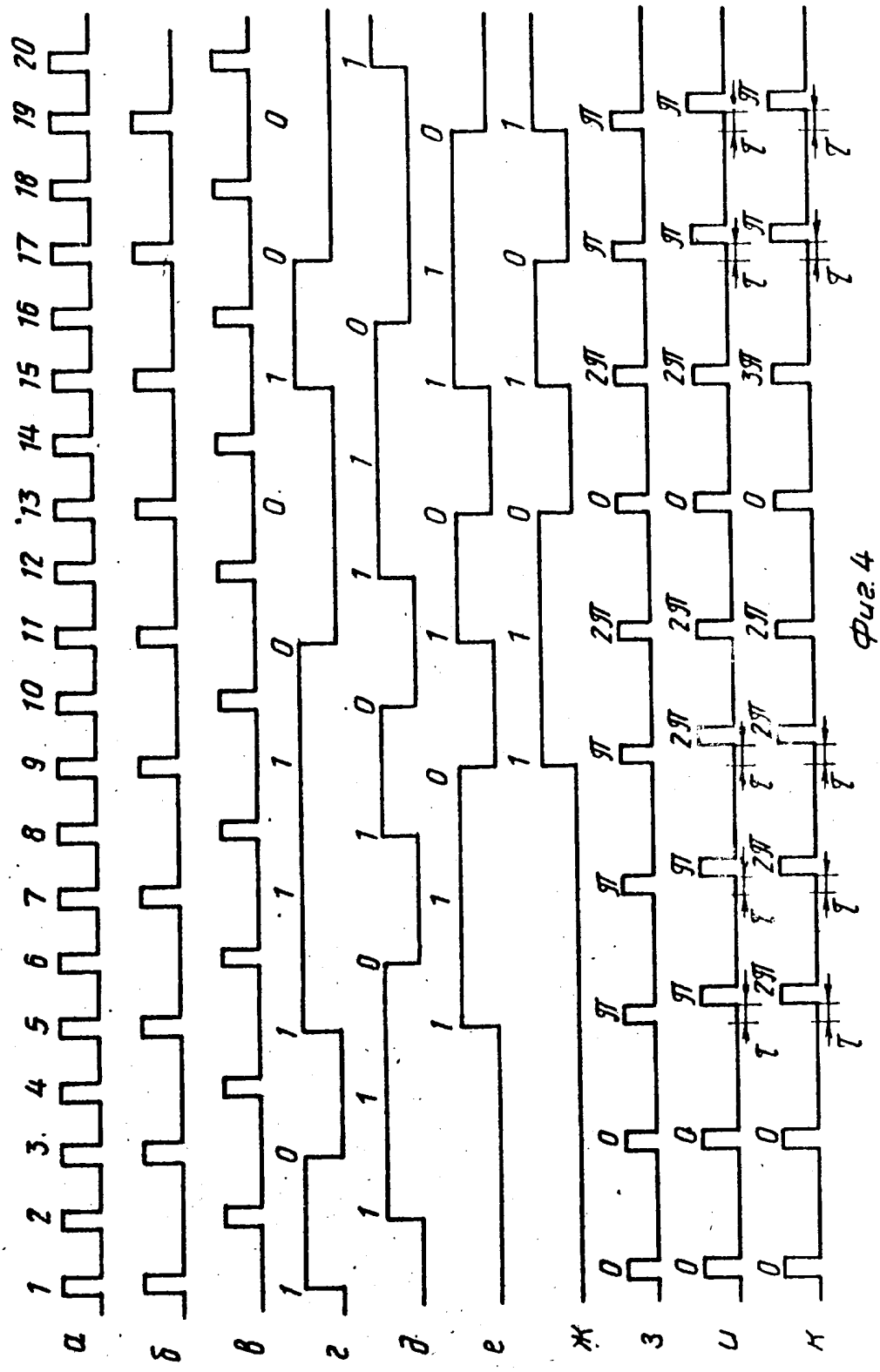
Фиг.1



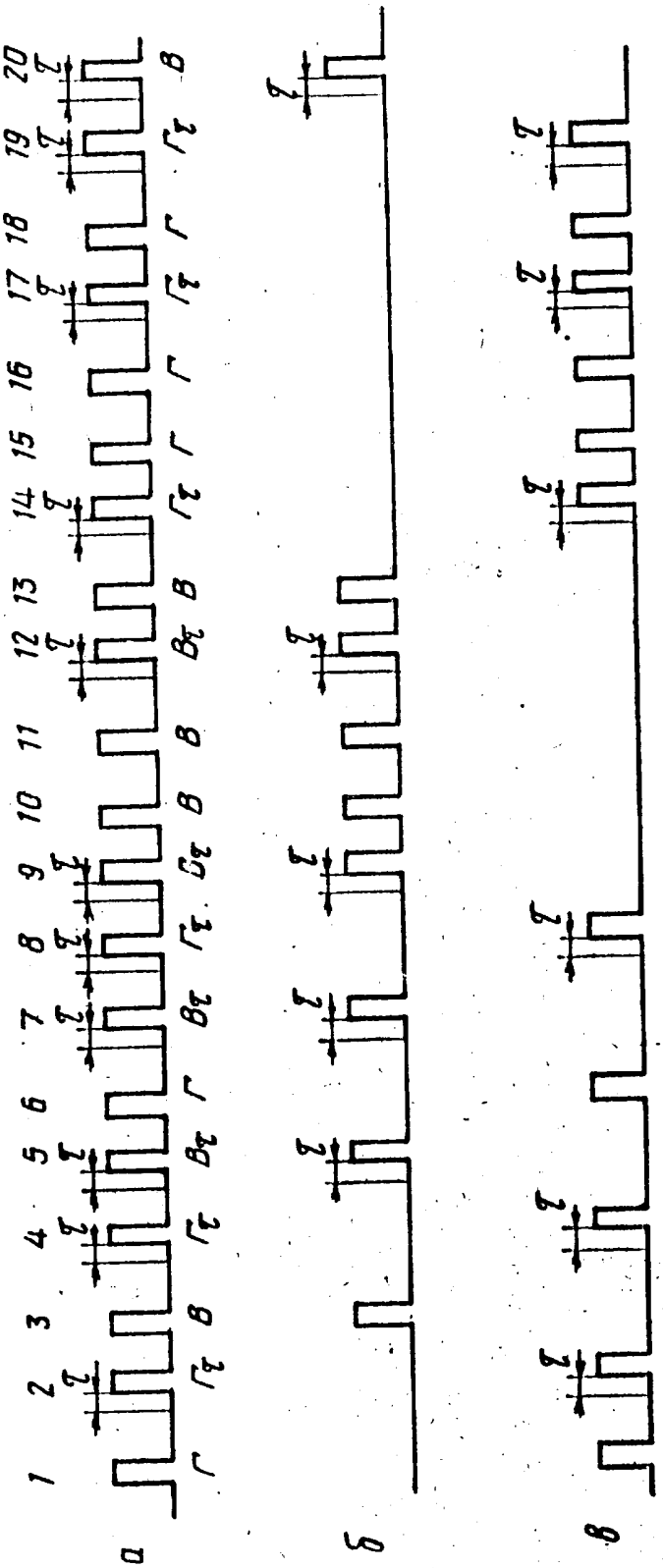
Фиг.2



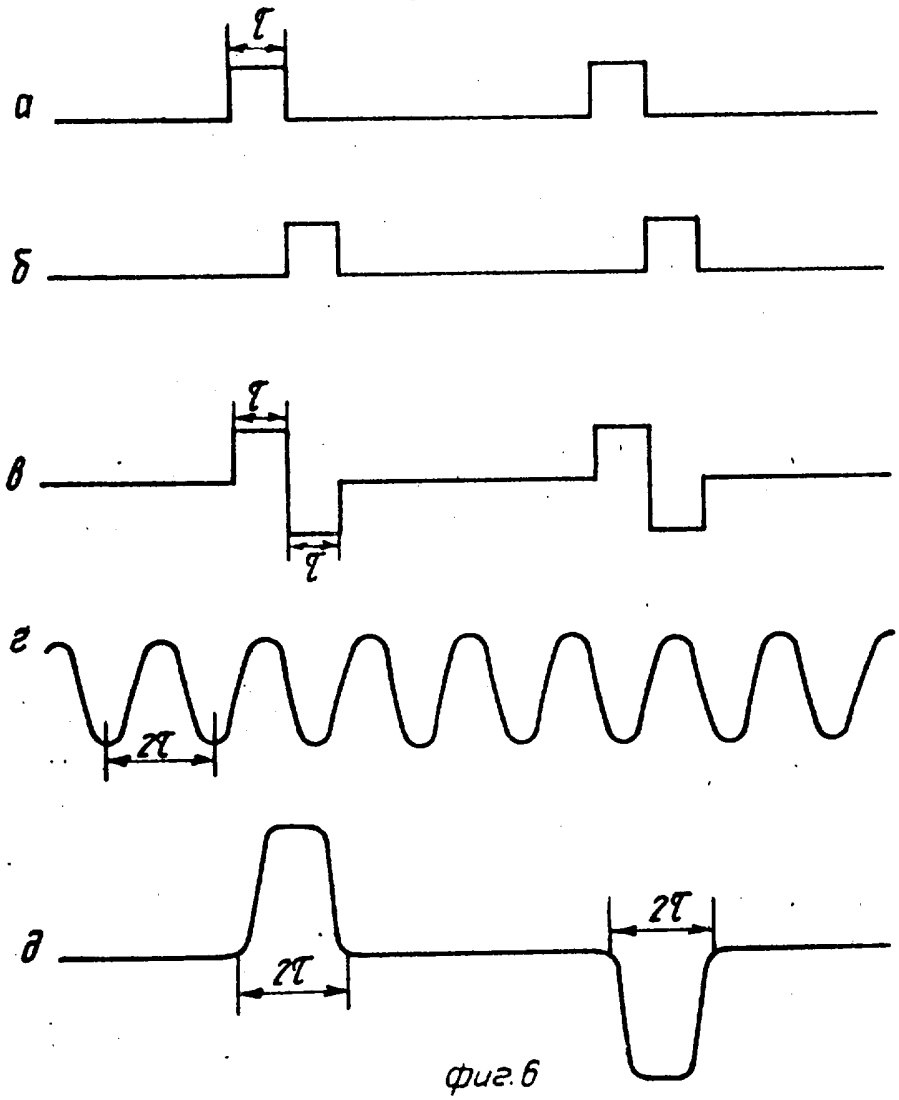
Фиг.3



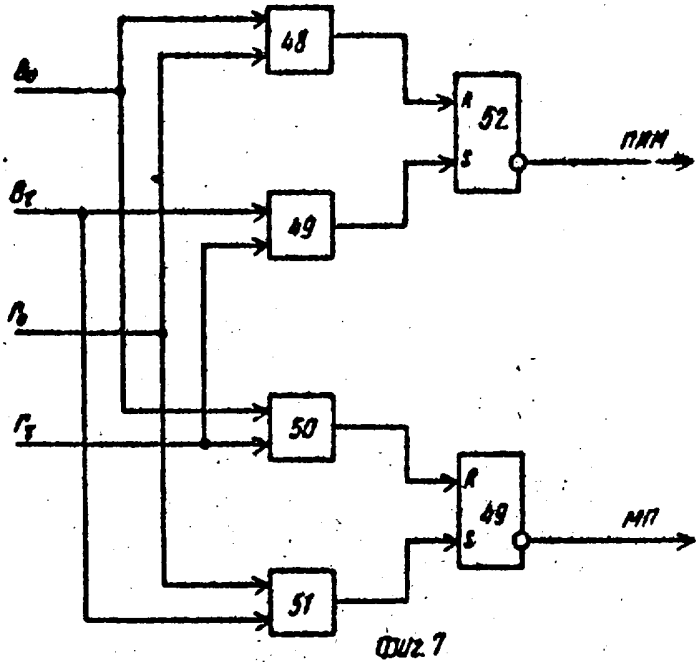
Фиг. 4



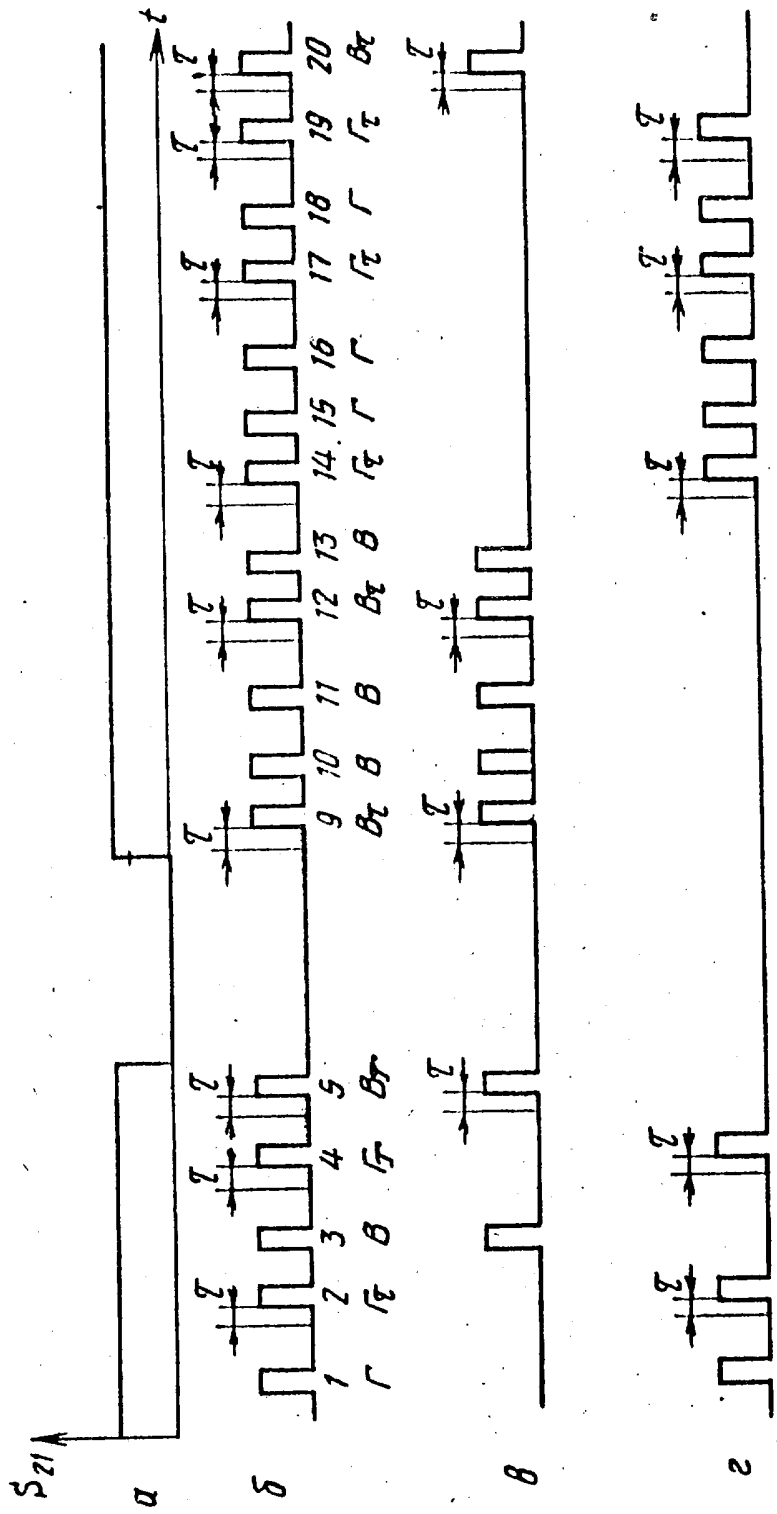
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг.8

Составитель Е.Сурина
Редактор Т.Зубкова Техред Л.Олийнык Корректор В.Бутяга

Заказ 3722 Тираж 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