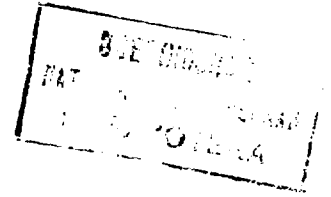




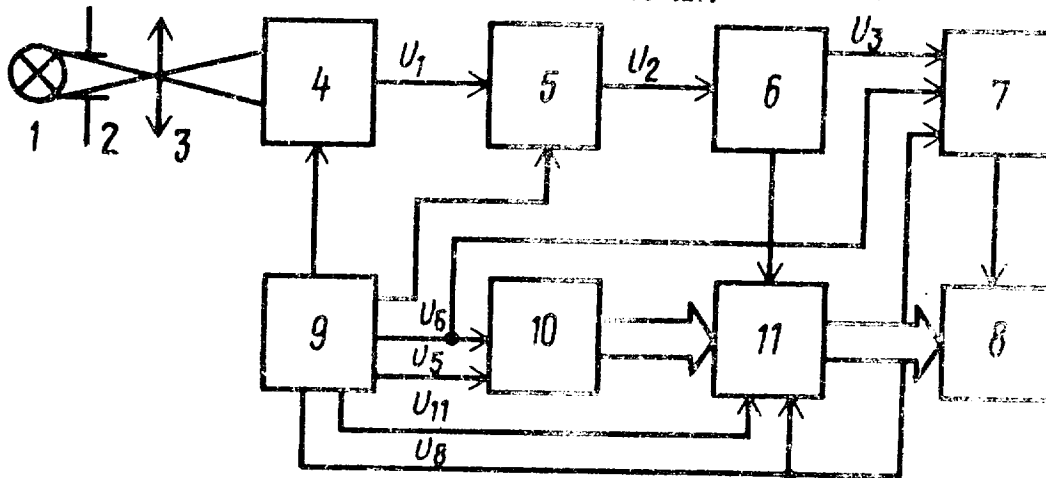
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 4318873/24-28
(22) 22.10.87
(46) 23.03.90. Бюл. № 11
(71) Краснодарский политехнический институт
(72) Н.В.Бессарабов и Е.С.Саенко
(53) 531.7 (088.8)
(56) Бессарабов Н.В. и др. О точности оптоэлектронных измерителей размеров и перемещений на ПЗС с матричной организацией. - В кн.: Системы сбора и обработки измерительной информации. Таганрог, ТРТИ, 1983, вып.5.
(54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА
(57) Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для измерения перемещений и координат объектов. Цель изобретения - повышение точности измерения путем исключения влияний изменений яркости изображения, значительных низкочастотных помех, дрейфа параметров фотопреобразователя и паразитных

засветок фотопреобразователя. На фотопреобразователь 4 на ПЗС проецируют изображение диафрагмы 2 таким образом, чтобы ширина изображения была бы больше периода расположения фоточувствительных ячеек фотопреобразователя 4 на ПЗС. Преобразовывают изображение в видеосигнал. Полученный видеосигнал сравнивают с 2^{K_1} , где $K_1 \geq 1$ - целое, опорным уровнем в блоке 6 сравнения. При каждом совпадении сигнала с опорным уровнем формируется временной интервал, длительность которого измеряется подсчетом импульсов счетчиком 10. Блок 11 цифровой обработки осуществляет суммирование длительностей всех сформированных интервалов за K_2 , где $K_2 \geq 1$ - целое, периодов видеосигнала. Блок 7 обнаружения ошибки фиксирует превышение верхнего опорного уровня в каждом периоде видеосигнала. По коду суммы длительностей временных интервалов судят о положении объекта. 10 ил.



Фиг.1

SU 1552003 A1

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для измерения перемещений и координат объектов.

Цель изобретения - повышение точности измерения путем исключения влияний изменений яркости изображения, значительных низкочастотных помех, дрейфа параметров фотопреобразователя и тракта аналоговой обработки видеосигнала и паразитных засветок регистра сдвига фотопреобразователя, имеющих значительные низкочастотные составляющие пространственного спектра.

На фиг.1 дана функциональная схема устройства для осуществления способа измерений; на фиг.2 - схема блока управления; на фиг.3 - схема блока цифровой обработки; на фиг.4 - схема блока управления записью; на фиг.5 - схема блока обнаружения ошибки; на фиг.6 - вариант исполнения формирователя стробов записи; на фиг.7 - диаграммы напряжений, поясняющие работу блока сравнения; на фиг.8 - диаграммы напряжений, поясняющие работу блока управления записью; на фиг.9 - диаграммы напряжений, поясняющие работу блока обнаружения ошибки; на фиг.10 - эскиз формы видеопульса при различных освещенностях.

Устройство, реализующее способ измерения положения объекта, содержит оптически связанные источник 1 света, диафрагму 2, объектив 3 и фотопреобразователь 4 на приборе с зарядовой связью (ПЗС), последовательно соединенные блок 5 выборки, блок 6 сравнения, блок 7 обнаружения ошибки и регистратор 8, последовательно соединенные блок 9 управления, счетчик 10, блок 11 цифровой обработки. Вход блока 5 выборки подключен к выходу фотопреобразователя 4 на ПЗС, к управляющему входу которого подключен второй выход блока 9 управления, третий выход которого подключен к объединенным второму входу счетчика 10 и второму входу блока 7 обнаружения ошибки, третий вход которого объединен с вторым входом блока 11 цифровой обработки и подключен к четвертому выходу блока 9 управления, пятый выход которого подключен к третьему входу блока 11 цифровой обработки. Шестой выход блока 9 управления подключен к второму входу блока 5 выборки. Вто-

рой выход блока 6 сравнения подключен к четвертому входу блока 11 цифровой обработки, информационные выходы которого подключены к информационным входам регистратора 8.

Блок 6 сравнения (фиг.2) может содержать блок 12 компараторов, содержащий 2^{K_1} , где $K_1 \geq 1$, целое, компараторов, источник 13 опорных напряжений и формирователь 14 стробов записи. Источник 13 опорных напряжений подключен своими выходами к управляющим входам блока 12 компараторов, первый вход которого является входом блока 6 сравнения.

Выходы блока 12 компараторов подключены к входу формирователя 14 стробов записи. Выход верхнего опорного уровня блока 12 компараторов является первым выходом блока 6 сравнения, вторым выходом которого является выход формирователя 14 стробов записи.

Блок 11 цифровой обработки (фиг.3) может содержать блок 15 задержки, блок 16 управления записью результата и последовательно включенные регистр 17 номера импульса заполнения, входы которого являются первыми входами блока 11 цифровой обработки, накапливающего сумматора 18 и регистра 19 результата, причем вход блока 15 задержки и вход записи регистра 17 номера импульса заполнения объединены и являются четвертым входом блока 11 цифровой обработки, выход блока 15 задержки подключен к входу записи накапливающего сумматора 18, выходы регистра 19 являются информационными выходами блока 11 цифровой обработки. Вход установки и вход регистровой частоты блока 16 управления записью результата являются соответственно вторым и третьим входами блока 11 цифровой обработки. Выходы сигналов сброса и записи блока 16 управления записью результата подключены, соответственно, к входу сброса накапливающего сумматора 18 и входу записи регистра 19 результата.

Блок 16 управления записью результата (фиг.4) содержит RS-триггер 20, вход установки которого является входом установки блока 16, первый 21 и второй 22 D-триггеры, причем информационный вход первого D-триггера 21 объединены с прямым выходом RS-триггера 20, прямой выход - с инфор-

мационным входом второго D-триггера 22 и является выходом записи блока 16 управления записью результата. Прямой выход триггера 22 подключен к входу сброса RS-триггера 20 и является выходом сброса блока 16 управления записью результата. Входы синхронизации первого 21 и второго 22 D-триггеров объединены и являются входом регистровой частоты блока 16 управления записью результата.

Блок 7 обнаружения ошибки (фиг.5) содержит первый D-триггер 23, вход синхронизации которого является первым входом блока 7 обнаружения ошибки, второй D-триггер 24, информационным входом подключен к прямому выходу первого D-триггера 23, а прямым выходом - к информационному входу первого D-триггера 23 и к выходу блока 7 обнаружения ошибки, формирователь 25 сигнала сброса, входом подключенный к третьему входу блока 7 обнаружения ошибки, логический элемент ИЛИ 26, первый вход которого является вторым входом блока 7 обнаружения ошибки и подключен к входу синхронизации второго D-триггера 24. Вторым входом логического элемента ИЛИ 26 подключен к выходу формирователя 25 и к входу установки второго D-триггера 24, а выход - к входу сброса первого D-триггера 23.

Формирователь 14 стробов записи (фиг.6) содержит первый 27, второй 28, третий 29 и четвертый 30 логические элементы ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ и элемент 31 задержки. Входы первого 27 и второго логических элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ являются входами формирователя 14 стробов записи. Выходы первого 27 и второго 28 логических элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ подключены соответственно к входам третьего логического элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 29, первый выход которого подключен к первому входу четвертого логического элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 30, к второму входу которого подключен выход элемента 31 задержки, вход которого подключен к второму входу третьего логического элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 29. Выход четвертого логического элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 30 является выходом формирователя 14 стробов записи.

Способ осуществляется устройством следующим образом.

Источник 1 света освещает диафрагму 2, связанную с объектом. Изображение формируется объективом 3 на поверхности фотопреобразователя 4. При изменении положения объекта происходит перемещение изображения связанной с ним диафрагмы 2 по поверхности фотопреобразователя 4. Под управлением блока 9 управления на выходе фотопреобразователя 4 на ПЗС формируется последовательность видеосимпульсов U_1 (фиг.7), амплитуды которых пропорциональны распределению освещенностей в изображении диафрагмы 2. С выхода фотопреобразователя 4 на ПЗС видеосимпульсы U_1 (фиг.1) поступают на вход блока 5 выборки, где они с помощью двойной коррелированной выборки с последующей фильтрацией фильтром нижних частот выделяется огибающая U_2 пачки видеосимпульсов. Управление двойной коррелированной выборкой осуществляется с помощью сигнала, подаваемого с блока 9 управления. Сигнал U_2 с выхода блока 5 выборки поступает на первые входы 2^{K_1} компараторов блока 12 компараторов на вторые входы которых поданы опорные уровни $U_{01}, \dots, U_{02^{K_1}}$ от источника 13 опорных напряжений. Сигналы U_3 (фиг.2), образующиеся в результате компарирования, поступающие с выходов компаратора на входы формирователя 14 стробов записи, вырабатывающего на выходе последовательность стробов U_4 записи по положительным и отрицательным фронтам импульсов U_3 . В рассматриваемом примере реализации устройства $K_1=2$, следовательно, на фиг.7-9 использовано четыре компаратора и на выходе формирователя 14 вырабатывается 8 стробов записи. С выхода импульсов заполнения блока 9 управления на счетный вход счетчика 10 импульсов частоты заполнения поступают импульсы U_5 частоты заполнения. С выхода импульсов времени сдвига блока 9 управления на вход сброса счетчика 10 импульсов частоты заполнения поступают импульсы U_6 длительностью T_n (время переписи зарядовых пакетов из секции накопления в регистр сдвига фотопреобразователя 4 на ПЗС) и с периодом T_c (время сдвига зарядовых пакетов в регистре фотопреобразователя 4 на ПЗС). На счетный вход счетчика 10 поступают импульсы U_5 частоты заполнения. По

положительному уровню импульсов U_6 счетчик 10 сбрасывается и находится в сброшенном состоянии в течение времени переписи T_n .

По положительному фронту каждого строба U_4 записи, поступающему на вход записи регистра 17 номера импульса заполнения, записывается код содержимого счетчика 10, подсчитывающего импульсы частоты заполнения, а по положительному фронту каждого импульса, задержанного блоком 15 задержки строба записи, код, хранящийся в регистре 17 номера импульса заполнения, складывается в накапливающим сумматоре 18 с накопленной в нем суммой.

По положительному фронту импульсов U_6 в блоке 9 управления формируется сигнал U_8 "Рабочий цикл". Например, по положительному фронту первого импульса U_6 на выходе сигнала рабочего цикла блока 9 управления появляется перепад напряжения U_8 , являющийся началом сигнала "Рабочий цикл", а по положительному фронту 2^{K_2+1} импульса, где $K_2 \geq 1$ - целое, U_6 - отрицательный фронт сигнала U_8 , определяющий конец сигнала "Рабочий цикл" (фиг.8). Сформированный сигнал "Рабочий цикл" подается на вход установки S RS-триггера 20. С шестого выхода блока 9 управления на входы синхронизации первого 21 и второго 22 D-триггеров подаются импульсы U_{11} регистровой частоты. По отрицательному фронту импульса U_8 RS-триггер 20 устанавливается и напряжение U_{12} логической "1" с его прямого выхода передается на информационный вход первого D-триггера 21. С приходом на вход синхронизации первого D-триггера 21 положительного фронта очередного импульса U_{11} регистровой частоты, он устанавливается в состояние логической "1", на его прямом выходе формируется положительный фронт сигнала U_9 записи результата, по которому результат измерения переписывается из накапливающего сумматора 18 в регистр 19 результата, причем на информационные входы регистра 19 результата подается код суммы начиная с $(K_1+K_2+1)/2$ -го младшего разряда и кончая старшим разрядом. Такое подключение эквивалентно сдвигу кода суммы на $(K_1+K_2+1)/2$ разрядов вправо, т.е. делению

суммы на $2^{(K_1+K_2+1)/2}$, где K_1, K_2 - целые, $K_1 \geq 1, K_2 \geq 1$.

Выбор количества учитываемых в результате разрядов основан на следующих соображениях. Пусть $a_1 = 2^{K_1}$ - число эталонных уровней в блоке 6 сравнения. Результат измерения получают путем суммирования $a_2 = 2^{K_2}$ результатов одиночных измерений. Случайные погрешности измерения при этом уменьшаются в первом приближении в \sqrt{n} раз, где $n = 2 \cdot a_1 \cdot a_2$ - общее число суммирований за рабочий цикл. Если суммируемые коды имеют P разрядов, то для представления результата и суммирований требуется $P_1 = P + \log_2 n = P + 1 + K_1 + K_2$ разрядов. Если бы погрешность результата не зависела от количества измерений, для представления результата было бы достаточно P старших разрядов суммы. Для отображения дополнительной информации, обеспечивающей уменьшение погрешности в \sqrt{n} раз, необходимо дополнительно

$$\log_2 \sqrt{n} = \frac{1}{2} \log_2 n = \frac{1}{2} (K_1 + K_2 + 1)$$

двоичных разрядов. Тогда в результате требуется сохранить $P_2 = P + \frac{1}{2} (K_1 + K_2 + 1)$ двоичных разрядов, т.е. можно не учитывать $P_1 - P_2 = \frac{1}{2} (K_1 + K_2 + 1)$ младших разрядов суммы. Результат измерения, записанный в регистре 19, далее поступает на регистратор 8, в котором производится масштабирование и дальнейшая обработка. В качестве регистратора в рассматриваемом варианте использована микроЭВМ.

Блок 7 обнаружения ошибки работает следующим образом. С приходом положительного фронта сигнала U_8 "Рабочий цикл" формирователь 25 импульса сброса вырабатывает короткий импульс, устанавливающий первый D-триггер 23 в состояние логического "0", а второй - в состояние логической "1". Если за время измерения произошло превышение верхнего опорного уровня, состояние логической "1" будет переписано из второго D-триггера 24 в первый и с приходом очередного сигнала ТП состояние логической "1" будет вновь записано во второй D-триггер, т.е. его состояние не изменится и на выходе блока обнаружения ошибки состояние логической "1", означающее

что результат измерения действителен, первый D-триггер будет сброшен. Если за время измерения превышение верхнего опорного уровня не произойдет, к моменту прихода следующего сигнала ТП первый D-триггер 23 будет в состоянии логического "0" и это состояние будет переписано во второй D-триггер 24. На выходе блока 7 обнаружения ошибки установится уровень логического "0", сигнализирующий о том, что результат измерения недействителен. Это состояние сохранится до начала следующего рабочего цикла и должно анализироваться регистратором.

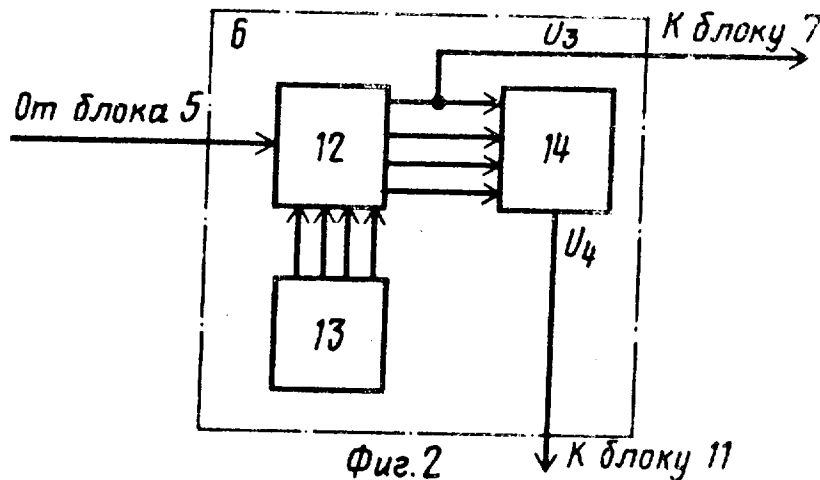
Ширина изображения диафрагмы должна существенно превышать шаг ячеек фотопреобразователя. И чем она больше, тем больший участок фотопреобразователя соответствует зоне срабатывания компараторов и тем значительнее при достаточном количестве уровней будет усреднение характеристик fotocувствительных ячеек. Верхний предел ширины фронтов видеосигнала определяется крутизной, необходимой для четкого срабатывания компараторов. Кроме того, широкий видеосигнал неизбежно обладает плохой симметрией, например, из-за неравномерной освещенности.

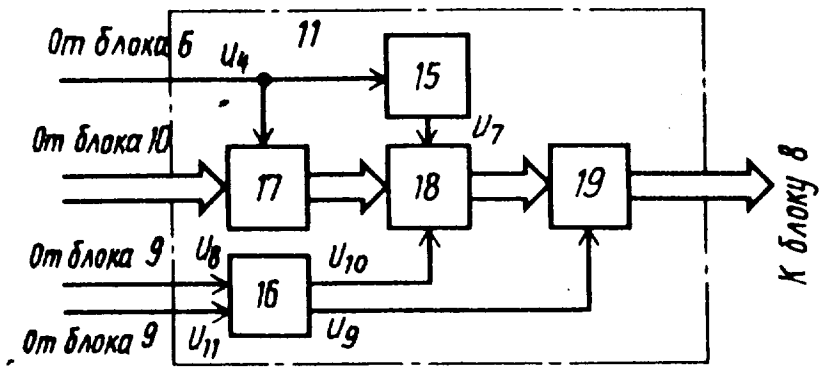
На фиг.10 приведены типичные формы видеосигналов, образуемых узкой диафрагмой в условиях отсутствия насыщения (кривые 1,2) и при значительных искажениях сигнала из-за сильной пересветки (кривая 3), сох-

раняющей, однако, симметричность сигнала в зоне действия компараторов.

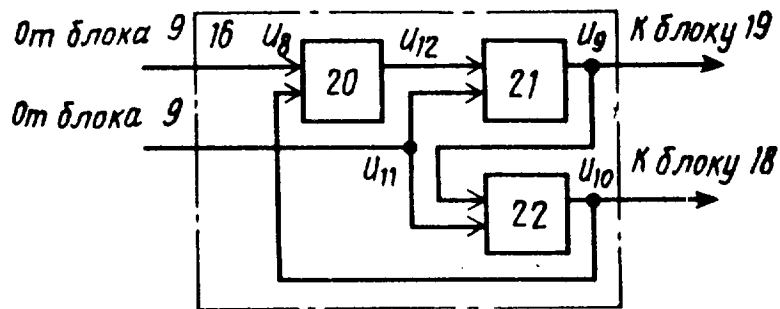
Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ измерения положения объекта, заключающийся в том, что проецируют на фотопреобразователь изображение диафрагмы, связанной с объектом, преобразуют спроецированное изображение в видеосигнал, сравнивают напряжение видеосигнала с 2^{K_1} опорными уровнями, где $K_1 \geq 1$, формируют временные интервалы от момента начала опроса фотопреобразователя до момента равенства напряжения видеосигнала каждому из 2^{K_1} опорных уровней напряжения, измеряют временные интервалы путем заполнения их светными импульсами, суммируют количество импульсов, соответствующих каждому временному интервалу в течение одного периода видеосигнала, измеряют положение объекта, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерений, формируют изображение диафрагмы, ширина которого больше периода светочувствительных ячеек фотопреобразователя, опорные уровни выбирают в зоне осевой симметрии видеосигнала изображения диафрагмы, суммируют количество импульсов 2^{K_2} периодов видеосигнала, где $K_2 \geq 1$, фиксируют превышение верхнего опорного уровня напряжением видеосигнала в каждом его периоде, по коду суммы судят о положении объекта.

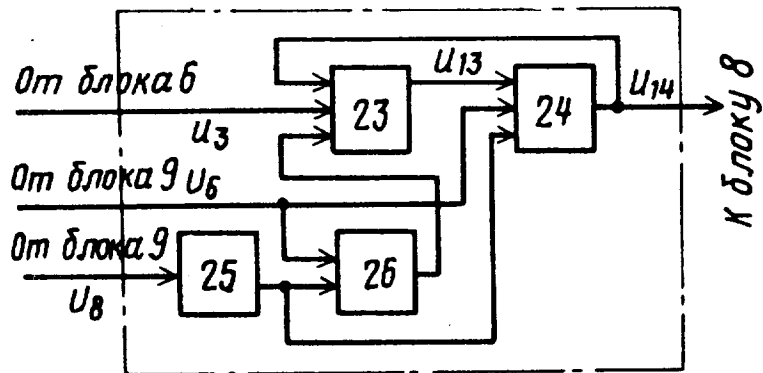




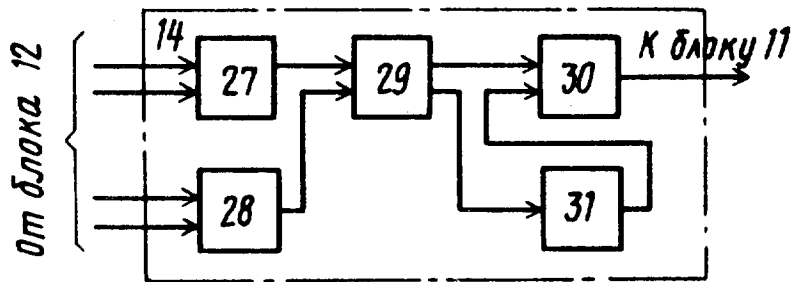
Фиг. 3



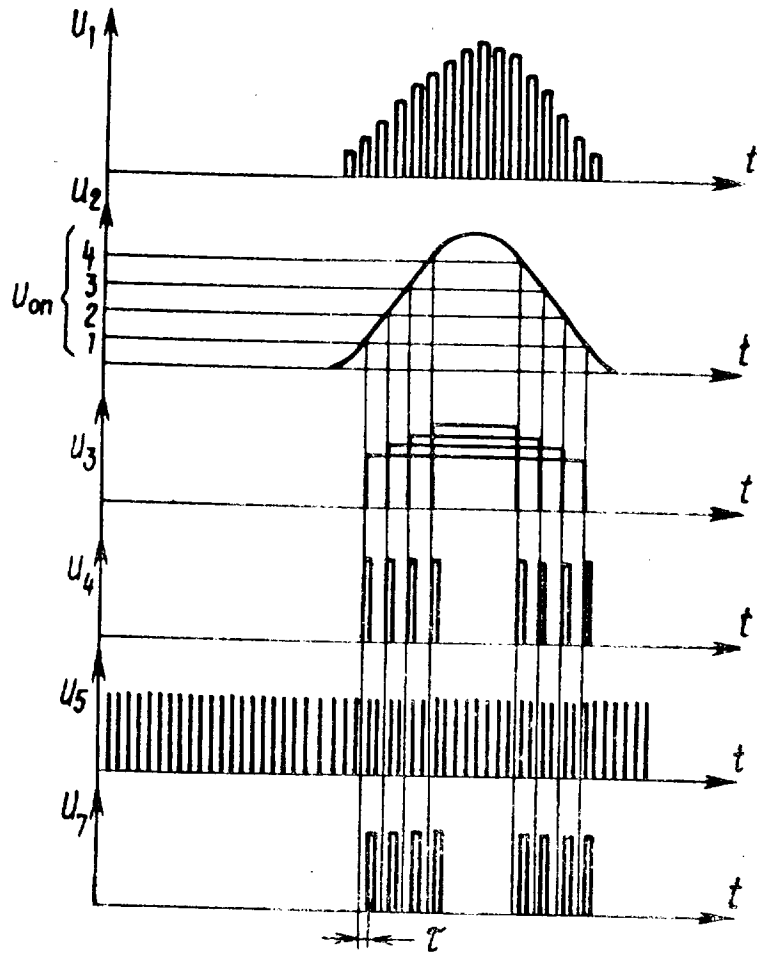
Фиг. 4



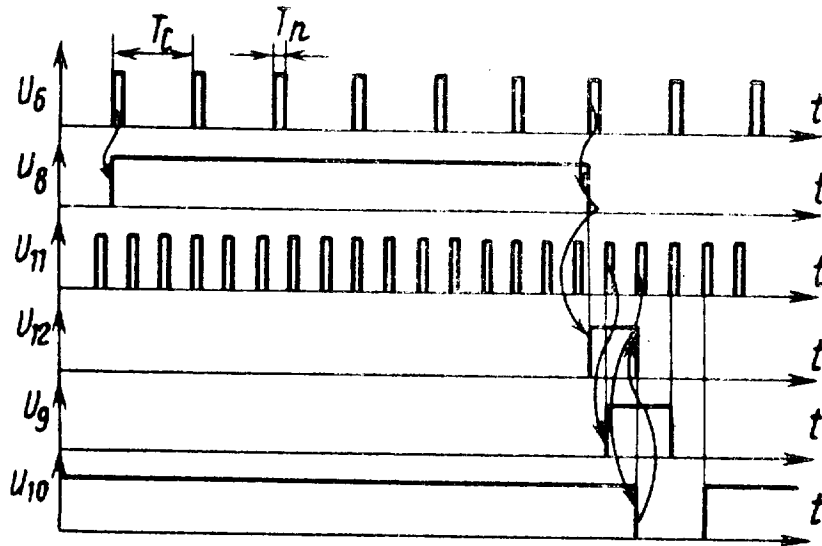
Фиг. 5



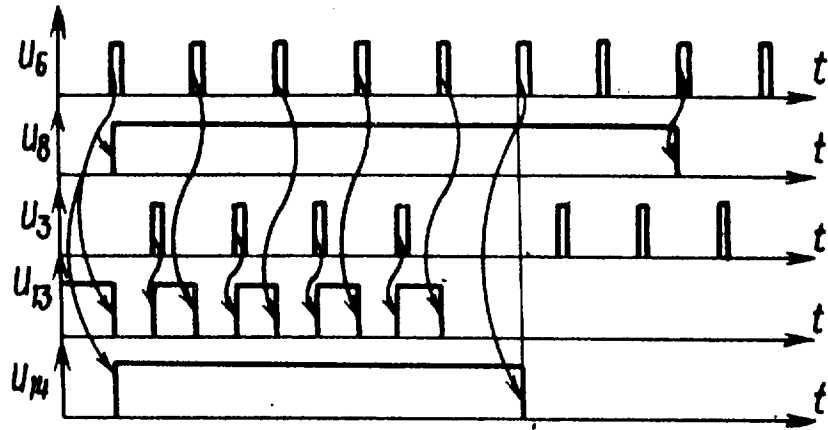
Фиг. 6



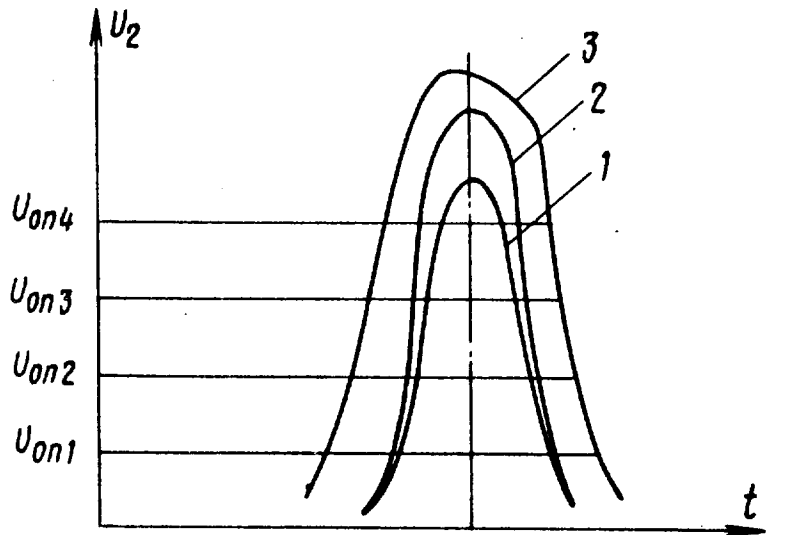
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг.9



Фиг.10

Составитель В.Козлов

Редактор А.Шандор

Техред М.Дидык

Корректор М.Пожо

Заказ 322

Тираж 481

Подписное

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

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