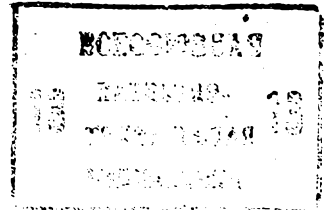




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ



ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3612740/24-07.

(22) 30.06.83

(46) 23.09.84. Бюл. № 35

(72) Ю.С.Шумков, И.Ю.Сергеев
и Ю.М.Туз

(71) Киевский ордена Ленина политех-
нический институт им.50-летия Вели-
кой Октябрьской социалистической ре-
волюции

(53) 621.316.722.1 (088.8)

(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 960770, кл. G 05 F 1/40, 1981.

2. Авторское свидетельство СССР
№ 792230, кл. G 05 F 1/44, 1978.

(54) (57) КАЛИБРАТОР ПЕРЕМЕННОГО
НАПРЯЖЕНИЯ, содержащий последователь-
но соединенные задающий генератор,
регулирующий элемент с дискретно уп-
равляемым коэффициентом передачи и
усилитель мощности, выход которого
подключен к выходной клемме и входу
измерительного преобразователя, вы-
ходом соединенного с одним из входов
узла сравнения, а также ключ, подклю-
ченный к выходу узла сравнения, ис-
точник опорного напряжения, запоми-
нающий элемент и счетчик импульсов,
отличающийся тем, что, с
целью расширения функциональных воз-
можностей, в него введены блок сум-
мирования, аналого-цифровой преобра-
зователь, сдвиговые регистры, блок
запоминания, опорный цифроаналого-

вый преобразователь, блок выделения
нулей сигнала, блок временного сдви-
га и усилитель, причем блок суммиро-
вания первыми входами подключен к
выходам аналогово-цифрового преобра-
зователя, вход которого соединен с
выходом запоминающего элемента, вто-
рыми входами - к управляющим входам
регулирующего элемента с дискретно
управляемым коэффициентом передачи
и к выходам сдвиговых регистров, а
выходами - к входам сдвиговых регист-
ров, блок запоминания первым входом
подключен к клемме для подключения
источника управляющего сигнала, вто-
рым входом - к выходу счетчика им-
пульсов, а выходом - к первому вхо-
ду опорного цифроаналогового преоб-
разователя, второй вход которого сое-
динен с выходом источника опорного
напряжения, а выход - с другим вхо-
дом узла сравнения, введенный допол-
нительный выход задающего генерато-
ра через блок выделения нулей сигнала
подключен к входам синхронизации
сдвиговых регистров, входу счетчика
импульсов и входу блока временного
сдвига, первым выходом соединенного
с входом управления ключа, а вторым
выходом - с входом синхронизации за-
поминающего элемента, сигналь-
ный вход которого через уси-
литель подключен к выходу ключа.

Изобретение относится к электро-технике, в частности к калибраторам переменного напряжения, и может быть использовано при построении информационно-измерительных систем и систем автоматического контроля и управления.

Известен калибратор переменного напряжения, содержащий задающий генератор, к выходу которого подключен регулирующий элемент, дифференциальный компаратор, усилитель, источник опорного напряжения, схему выборки-хранения, линейный детектор, ключ и счетчик импульсов.

Данное устройство позволяет получать амплитудно-модулированное напряжение, значения сигнала несущей и модулирующей частоты которых калиброваны по амплитудному либо действующему значению [1].

Однако устройство не обеспечивает стабилизации, следовательно, и установки с высокой точностью заданной формы (значений) огибающей выходного сигнала, что не позволяет калибровать его спектр, так как спектр выходного сигнала калибратора однозначно связан с формой его огибающей.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности является калибратор переменного напряжения, содержащий последовательно соединенные задающий генератор, регулирующий элемент с дискретно управляемым коэффициентом передачи и усилитель мощности, выход которого подключен к выходной клемме и к входу измерительного преобразователя, выходом соединенного с одним из входов схемы сравнения, а также ключ, подключенный к выходу схемы сравнения, источник опорного напряжения, запоминающий элемент и счетчик импульсов [2].

Известный калибратор не может быть использован для получения амплитудно-модулированного по произвольно заданному закону переменного напряжения, дискретные значения огибающей которого (амплитудные значения несущего колебания) могут существенно отличаться друг от друга в каждый полупериод несущего колебания и при этом должны быть стабилизированы и заданы с высокой точностью, что дает возможность из исходного колебания прецизионной формы волны, например, си-

нусоидального колебания, представляющего собой чисто гармонический сигнал, путем его амплитудной модуляции получать на выходе калибратора испытательные сигналы, имеющие наперед заданный в широкой полосе частот, легко перестраиваемый и калиброванный с высокой точностью спектр. Отработка корректирующего воздействия, сформированного в соответствии с заданным значением амплитуды несущего колебания в один, например K -й, его период (полупериод) будет происходить уже в последующий $(K+1)$ -й период (полупериод) несущего колебания, когда амплитудное значение несущего колебания должно быть уже другим и может существенно отличаться. Кроме того, процесс отработки заданного значения амплитуды выходного сигнала в известном устройстве происходит за несколько периодов несущего колебания. Т.е. из-за ограниченного быстродействия системы стабилизации калибратор не обеспечивает стабилизации, а следовательно, и установки с высокой точностью заданных значений (формы) огибающей выходного амплитудно-модулированного сигнала, что не позволяет кабровать его спектр. Таким образом, недостатком известного устройства является невозможность его использования для получения испытательных сигналов, имеющих наперед заданный в широкой полосе частот, легко перестраиваемый и калиброванный с высокой точностью спектр путем амплитудной модуляции исходного колебания прецизионной формы волны. В результате функциональные возможности известного устройства в значительной степени ограничены.

Целью изобретения является расширение функциональных возможностей калибратора переменного напряжения.

Поставленная цель достигается тем, что в калибратор переменного напряжения, содержащий последовательно соединенные задающий генератор, регулирующий элемент с дискретно управляемым коэффициентом передачи и усилитель мощности, выход которого подключен к выходной клемме и входу измерительного преобразователя, выходом соединенного с одним из входов узла сравнения, а также ключ, подключенный к выходу узла сравнения, источник опорного напряжения, запоми-

нающий элемент и счетчик импульсов, введены блок суммирования, аналого-цифровой преобразователь, сдвиговые регистры, опорный цифроаналоговый преобразователь, блок запоминания, блок выделения нулей сигнала, блок временного сдвига и усилитель, причем блок суммирования первыми входами подключен к выходам аналого-цифрового преобразователя, вход которого соединен с выходом запоминающего элемента, вторыми входами - к управляющим входам регулирующего элемента с дискретно управляемым коэффициентом передачи и к выходам сдвиговых регистров, а выходами - к входам сдвиговых регистров, блок запоминания первым входом подключен к клемме для подключения источника управляющего сигнала, вторым входом - к выходу счетчика импульсов, а выходом - к первому входу опорного цифроаналогового преобразователя, второй вход которого соединен с выходом источника опорного напряжения, а выход - с другим входом узла сравнения, введенный дополнительный выход задающего генератора через блок выделения нулей сигнала подключен к входам синхронизации сдвиговых регистров, входу счетчика импульсов и входу блока временного сдвига, первым выходом соединенного с входом управления ключа, а вторым выходом - с входом синхронизации запоминающего элемента, сигнальный вход которого через усилитель подключен к выходу ключа.

На фиг. 1 представлена структурная схема калибратора переменного напряжения; на фиг. 2 - пример построения блока выделения нулей сигнала; на фиг. 3 - пример построения блока временного сдвига; на фиг. 4 - временные диаграммы, поясняющие работу калибратора переменного напряжения.

Калибратор переменного напряжения содержит задающий генератор 1, первый выход которого через последовательно соединенные регулирующий элемент 2 с дискретно управляемым коэффициентом передачи и усилитель 3 мощности подключен к выходной клемме 4 и к входу измерительного преобразователя 5, выходом соединенного с первым входом узла 6 сравнения, второй вход которой через опорный цифроаналоговый преобразователь 7 подключен к выходу источника 8 опорного напряжения,

а выход через последовательно соединенные ключ 9, усилитель 10 и запоминающий элемент 11 подключен к входу аналого-цифрового преобразователя 12, выходами подсоединенного к первым входам блока 13 суммирования, вторые входы которого подключены к управляющим входам регулирующего элемента 2 с дискретно управляемым коэффициентом передачи и к выходам сдвиговых регистров 14, а выходы - к входам сдвиговых регистров 14, блок 15 выделения нулей сигнала, входом соединенный с вторым выходом задающего генератора 1, а выходом подключенный к входам синхронизации сдвиговых регистров 14, к входу счетчика 16 импульсов и к входу блока 17 временного сдвига, первый выход которого соединен с входом управления ключа 9, а второй выход - с входом синхронизации запоминающего элемента 11, а также блок 18 запоминания, первым входом подключенный к входу калибратора кода установки закона модуляции, вторым входом - к выходу счетчика 16 импульсов, а выходом - к другому входу опорного цифроаналогового преобразователя 7.

Блок 15 выделения нулей сигнала (фиг. 2) содержит усилитель-ограничитель 19, формирователи импульсов по положительному 20 и отрицательному 21 перепаду сигнала и схему ИЛИ 22.

Блок 17 временного сдвига (фиг. 3) содержит генератор 23 тактовых импульсов, делитель 24 частоты, счетчик 25 импульсов, одновибратор 26, счетчик 27 импульсов, триггер 28, схему И 29 и формирователи 30 и 31.

Задающий генератор 1 представляет собой, например, RC - генератор, формирующий гармонический сигнал прецизионной формы, регулируемый элемент 2 с дискретно управляемым коэффициентом передачи - управляемый цифровым кодом многозарядный делитель напряжения, измерительный преобразователь 5 - двухполупериодный выпрямитель, формирующий модуль выходного сигнала калибратора, запоминающий элемент 11 - схему выборки хранения аналоговых сигналов, с помощью которой происходит выборка и запоминание (фиксация уровня) выходного напряжения усилителя 10 в момент прихода управляющих импульсов на вход синхронизации, блок 13 суммирования - комбинационный многозаряд-

ный сумматор двоичных чисел. Сдвиговые регистры 14 предназначены для хранения кодов управления коэффициентом передачи регулирующего элемента 2 и последовательной подачи их на входы управления элемента 2 синфазно с выходным сигналом задающего генератора 1. При этом код управления в виде параллельного двоичного кода снимается с выходов последних разрядов сдвиговых регистров 14 при сдвиге записанной в регистрах 14 информации на один разряд.

Блок 18 запоминания представляет собой оперативное, постоянное, либо перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство. Запоминающие устройства в общем случае имеют две группы основных входов: входы задания адреса ячеек памяти, в которых хранится информация (эта группа входов подключена к выходу счетчика 16 импульсов), и входы записи информации в ячейки памяти (при использовании постоянных запоминающих устройств эта группа входов отсутствует). На входы записи, подключенные к входу калибратора, подается сигнал управления в виде кода. При этом в ячейки памяти блока 18 заносится набор кодов амплитудных значений формируемого на выходе калибратора амплитудно-модулированного сигнала в каждый полупериод его несущего колебания, т.е. набор кодов дискретных значений огибающей выходного сигнала калибратора, задающий закон его модуляции. Число разрядов сдвиговых регистров 14 равно числу используемых ячеек памяти блока 18 запоминания.

Калибратор переменного напряжения работает следующим образом.

На вход регулирующего элемента 2 дискретно управляемым коэффициентом передачи с первого выхода задающего генератора 1 поступает прецизионной формы гармонический сигнал (фиг. 4а), на группу цифровых входов управления подается код управления коэффициентом передачи, который снимается с выходов последних разрядов сдвиговых регистров 14. Изменение коэффициента передачи регулирующего элемента 2 происходит в моменты перехода через нуль выходного сигнала задающего генератора 1 и осуществляется в результате сдвига записанных в регистрах 14 кодов управления на один разряд.

Для этого с второго (вспомогательного) выхода задающего генератора 1 снимается сигнал, синфазный сигналу на его первом (основном) выходе, и подается на вход блока 15, на выходе которого формируются короткие импульсы (фиг. 4г) в моменты перехода входного сигнала через нуль. Эти импульсы поступают на входы синхронизации регистров 14 и тактируют сдвиг информации в них на один разряд. Сигнал с выхода регулирующего элемента 2 через усилитель 3 мощности поступает на выходную клемму калибратора 4.

Счетчик 16 импульсов подсчитывает импульсы с выхода блока 15. Выходной код счетчика 16 изменяется и задает адрес ячеек памяти блока 18. В результате происходит последовательный опрос содержимого ячеек памяти блока 18 запоминания, в которые занесен набор кодов, задающий закон модуляции выходного сигнала задающего генератора 1 и представляющий собой набор кодов амплитудных значений формируемого на выходе калибратора амплитудно-модулированного сигнала в каждый полупериод его несущего колебания, т.е. набор кодов дискретных значений огибающей выходного сигнала калибратора. Коды, записанные в ячейках памяти, последовательно появляются на выходе блока 18 и поступают на цифровой вход опорного цифроаналогового преобразователя 7, на опорный вход которого подается напряжение постоянного тока с выхода источника 8 опорного напряжения. При этом на выходе преобразователя 7, подключенного к второму входу узла 6 сравнения, периодически происходят развертки формируемого с помощью преобразователя 7 опорного сигнала (фиг. 4д), который используется в качестве модулирующего сигнала. На первый вход узла 6 сравнения подается сигнал (фиг. 4в) с выхода измерительного преобразователя 5, формирующего модуль выходного сигнала калибратора. С помощью ключа 9, который управляется импульсами с первого выхода блока 17 временного сдвига (фиг. 4е), берутся короткие по длительности, намного меньшей, чем длительность полупериода несущего колебания, выборки из выходного сигнала узла 6 сравнения в моменты времени, когда сигнал на выходе калибра-

тора (фиг. 4б) принимает свои амплитудные значения, равные значениям огибающей. С этой целью блок 17 осуществляет сдвиг на полпериода импульсов с выхода блока 15. С помощью запоми- 5
нающего элемента 11, фиксация уровня входного сигнала которого за- синхронизирована с моментами взятия выборок из выходного сигнала узла 6, происходит запоминание усиленного с 10
помощью усилителя 10 и расширенного при этом по длительности импульсного сигнала рассогласования, сформированного на выходе ключа 9. Импульсы управления фиксацией уровня входного 15
сигнала запоминающего элемента 11 поступают на его синхронизирующий вход с второго выхода блока 17. Сформированное на выходе запоминающего 20
элемента 11 в каждый полупериод несущего колебания постоянное напряжение (фиг. 4ж) пропорционально сигналу рассогласования и измеряется аналого-цифровым преобразователем 12. Пусть в первом цикле развертки опор- 25
ного сигнала (фиг. 4д) код управления на цифровых входах регулирующего элемента 2 равен нулю. Тогда выходное напряжение калибратора (фиг. 4б) также равно нулю, а сигнал рассогласования 30
равен значению опорного сигнала. При этом происходит последовательное считывание значений опорного сигнала и заполнение разрядов сдвиговых регистров 14. К концу первого цикла 35
развертки в последних разрядах сдвиговых регистров 14 будет находиться информация о значении выходного сигнала калибратора, которое необходимо установить в первый полупериод 40
его несущего колебания, а в первых разрядах - информация о значении выходного сигнала калибратора, которое необходимо установить, в последний полупериод его несущего колебания. С 45
второго цикла развертки опорного сигнала считываемый в каждый полупериод несущего колебания сигнал рассогласования будет соответствовать тому коду управления, который в это время 50
сформирован на выходах последних разрядов сдвиговых регистров 14. Код управления коэффициентом передачи регулирующего элемента 2 суммируется с соответствующим ему кодом сигнала 55
рассогласования в блоке 13 суммирования и поступает на входы первых разрядов сдвиговых регистров 14. Под

действием тактовых импульсов с выхода блока 15 код управления с введенной поправкой переписывается в регистры 14 в первые их разряды, и в последующем цикле этот код с началом соот-
ветствующего ему полупериода несущего колебания вновь появляется на вы-
ходах последних разрядов сдвиговых регистров 14 и воздействует на управ-
ляющие входы регулирующего элемента 2. При этом происходит обработка сформированного в предыдущем цикле сигнала коррекции. Т.е. считывание сигнала рассогласования и операция отработки корректирующего воздействия, направленного на уменьшение этого сигнала рассогласования, происходит в один и тот же (например, К-й) полу-
период несущего колебания, причем считывание сигнала рассогласования происходит в один цикл развертки опорного сигнала, а операция отработки корректирующего воздействия - в последующем цикле в соответствующем ему полупериоде несущего колебания. При этом инерционность системы стабилизации, обусловленная задержкой отработки корректирующего воздействия (в отличие от известных устройств) не влияет на точность установки заданных амплитудных значений формируемого на выходе калибратора амплитудно-модулированного сигнала в каждый отдель-
но взятый полупериод его несущего колебания.

В процессе стабилизации значений выходного сигнала калибратора информация, записанная в сдвиговых регистрах 14, изменяется за счет поправок, обусловленных разницей между амплитудными значениями выходного сигнала и опорного сигнала, используемого в качестве модулирующего в моменты времени взятия выборок. Через несколько циклов развертки опорного сигнала (фиг. 4д) амплитудные значения формируемого выходного сигнала калибратора (фиг. 4б) в каждый полупериод его несущего колебания становятся равными значениями опорного сигнала, а сигнал рассогласования при этом стремится к нулю (фиг. 4ж).

В результате происходит установка дискретных значений огибающей выходного сигнала калибратора равными заданными.

Блоки 1-3, образующие прямой тракт формирования выходного сигнала калибратора, могут быть выполненными неточ-

ными, а дискретные значения огибающей выходного сигнала не зависят от нестабильности их коэффициентов передачи, а также от нестабильности по амплитуде исходного колебания, снимаемого с первого выхода задающего генератора 1.

При необходимости получить на выходе калибратора сигнал, амплитуда которого является постоянной, в ячейки памяти блока 18 запоминания заносятся одинаковые коды значений амплитуды. В результате при последовательном опросе содержимого ячеек памяти блока 18 на выходе опорного цифроаналогового преобразователя 7 формируется постоянный уровень опорного сигнала.

Блок 15 выделения нулей сигнала (фиг. 2) работает следующим образом.

Входной сигнал блока 15 с помощью усилителя-ограничителя 19 усиливается и ограничивается по амплитуде. Из положительных и отрицательных перепадов выходного сигнала усилителя 19 с помощью формирователей 20 и 21 соответственно, которые представляют собой одновибраторы, формируются короткие импульсы, совпадающие с моментами перехода через нуль выходного сигнала задающего генератора 1. Эти импульсы суммируются на выходе схемы ИЛИ 22 и поступают на выход блока 15.

Блок 17 временного сдвига (фиг. 3) осуществляет сдвиг во времени на полупериода последовательности импульсов с выхода блока 15 и формирование импульсов управления ключом 9 и запоминающим элементом 11. Импульсы с выхода генератора 23 тактовых импульсов через делитель 24 частоты на два поступают на счетный вход счетчика 25 импульсов. Счетчик 25 периодически сбрасывается в нулевое состояние импульсами с выхода блока 15, поступающими на вход установки в нулевое состояние счетчика 25 с некоторой задержкой через одновибратор 26. Выходные импульсы блока 15 поступают также на вход управления предустановкой счетчика 27 импульсов и на вход установки в единичное состояние триггера 28. При этом код счетчика 25, перед тем как он сбрасывается в нулевое состояние, переписывается в счетчик 27, а выходной сигнал триггера 28 разрешает прохождение тактовых импульсов генератора 23

через схему И 29 на счетный вход счетчика 27. При этом код счетчика 27 списывается. После того, как через полпериода следования выходных импульсов блока 15 произошло списывание кода счетчика 27, на его выходе формируется импульс, который запускает формирователи 30 и 31 выходных импульсов управления запоминающим элементом 11 и ключом 9 соответственно. Выходный импульс счетчика 27 устанавливает также в исходное нулевое состояние триггер 28, запрещающий при этом прохождение через схему И 29 на счетный вход счетчика 27 тактовых импульсов генератора 23.

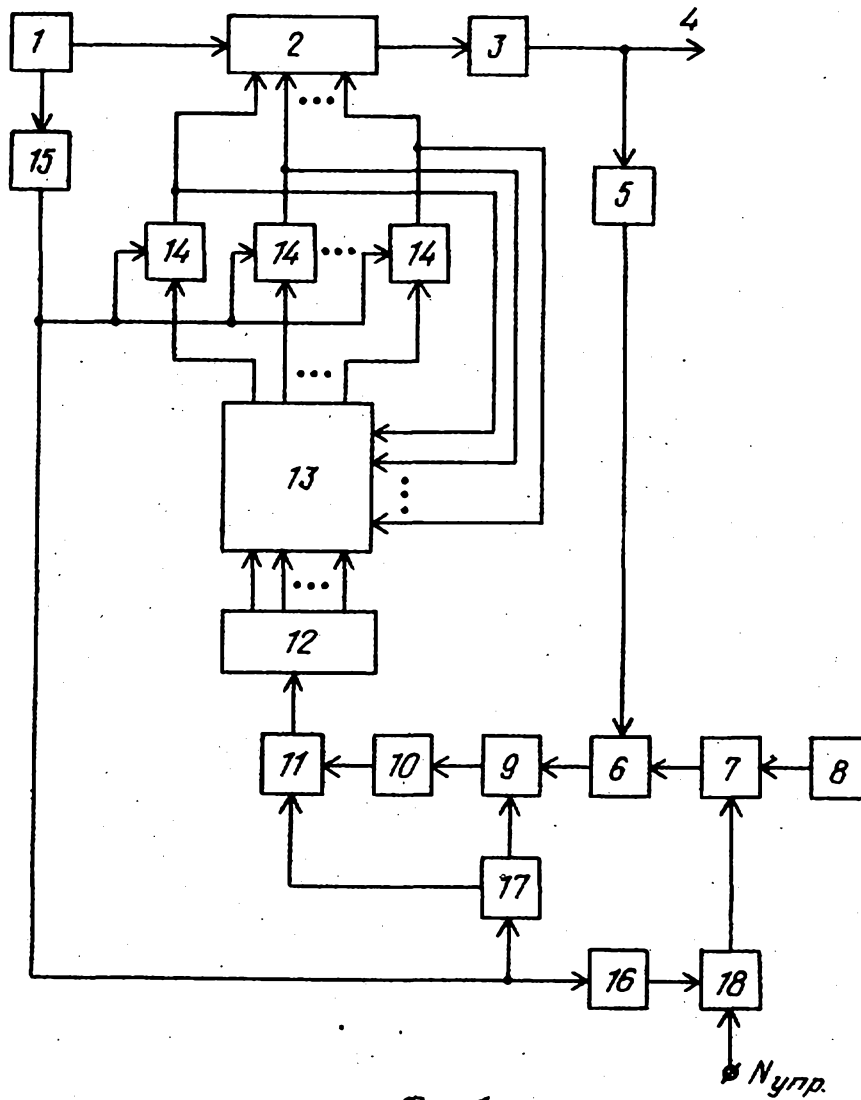
Таким образом, калибратор обеспечивает стабилизацию и задание с высокой точностью амплитудных значений формируемого на выходе калибратора амплитудно-модулированного сигнала в каждый отдельно взятый полупериод его несущего колебания. При этом форма несущего колебания в каждый полупериод не искажается, является строго заданной и определяется формой исходного колебания. Это дает возможность из исходного колебания прецизионной формы волны, например, синусоидального колебания, представляющего собой чисто гармонический сигнал, за счет его амплитудной модуляции получать на выходе калибратора различные испытательные сигналы, имеющие заданный в широкой полосе частот, легко перестраиваемый и калиброванный с высокой точностью спектр. В результате этого функциональные возможности предлагаемого калибратора расширены.

Спектр формируемого на входе калибратора сигнала определяется формой несущего колебания, которая является строго заданной, и законом амплитудной модуляции. Изменяя закон модуляции, что легко может быть осуществлено при записи в ячейки памяти блока запоминания нового набора кодов дискретных значений огибающей выходного сигнала калибратора, можно установить любой наперед заданный спектр сигнала калибратора.

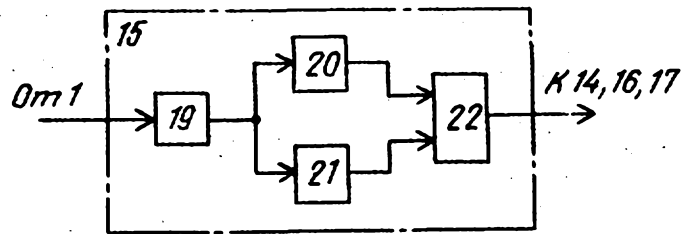
В частном случае при законе модуляции, когда амплитуда несущего колебания в каждый его полупериод попеременно принимает одно из двух фиксированных значений, выходной сигнал калиб-

ратора содержит только основную и выс-
 шие гармоники. При этом калибратор
 может быть использован в качестве об-

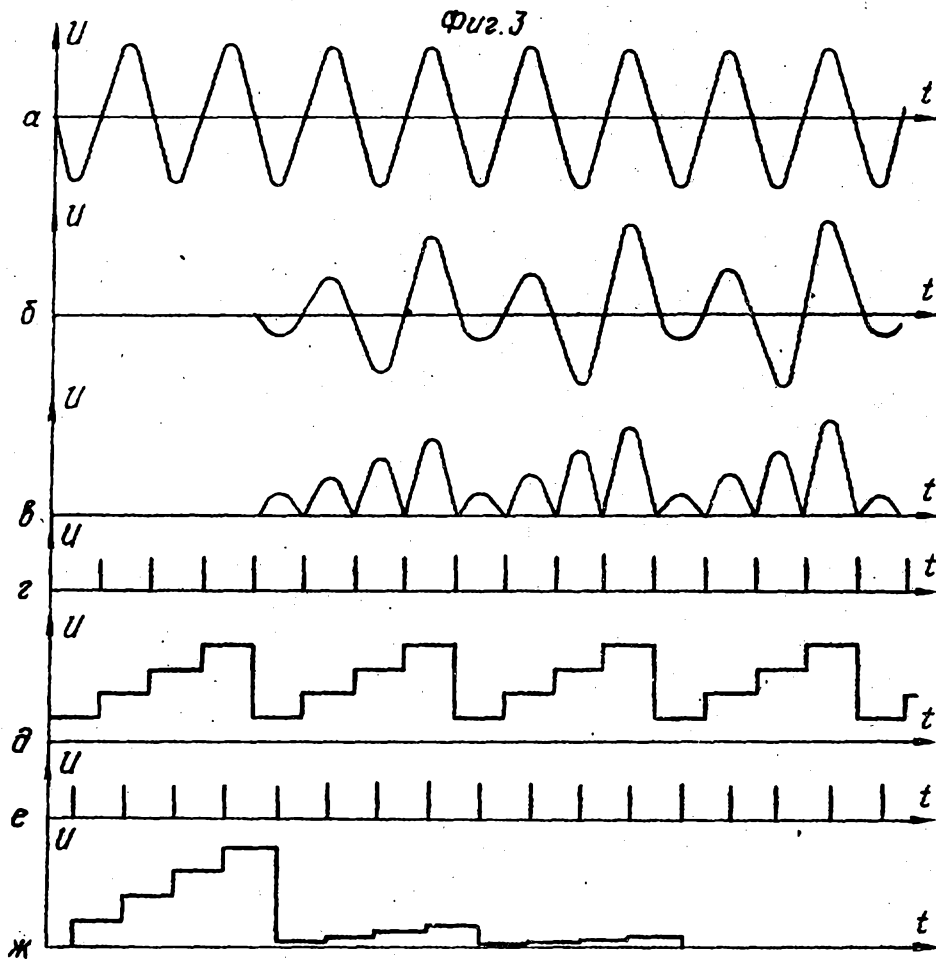
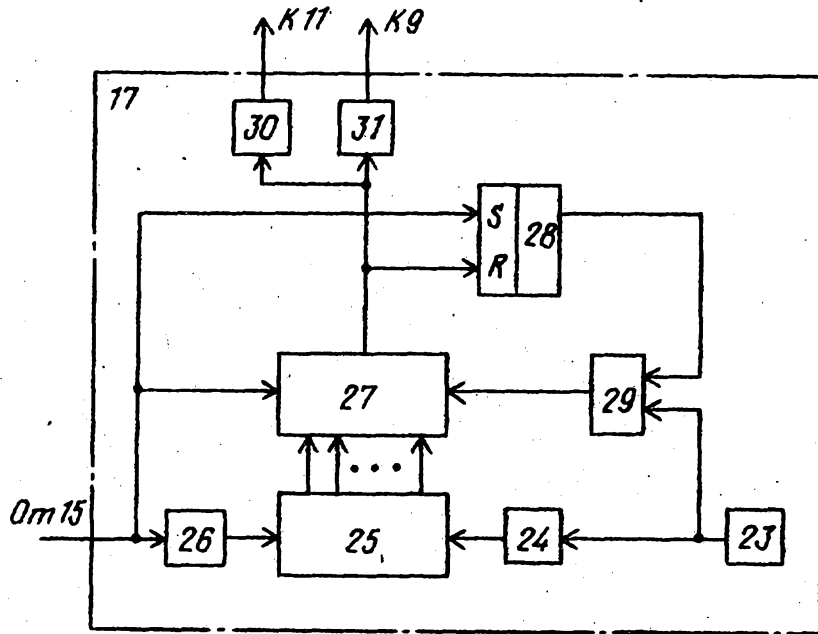
разцового источника сигналов с калиб-
 рованным коэффициентом нелинейных ис-
 кажений.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 4

ВНИИПИ Заказ 6769/34 Тираж 841 Подписное

Филиал ИПИ "Патент", г.Ужгород, ул.Проектная, 4