



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

(51)5 G 01 R 31/28

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

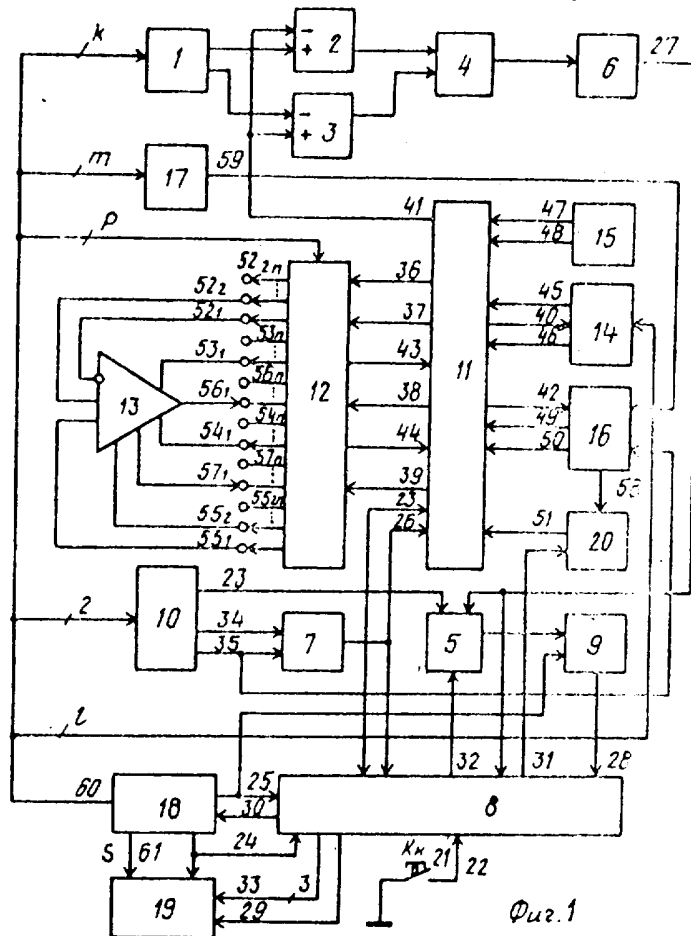
К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

2

(21) 4378326/21  
 (22) 10.02.88  
 (46) 30.08.91. Бюл. № 32  
 (71) Винницкий политехнический институт  
 (72) Н.П. Байда, И.Н. Котов, Н.А. Очкуров,  
 В.В. Снежко и В.Т. Шпилевой  
 (53) 621.317.799(088.8)  
 (56) Авторское свидетельство СССР  
 № 1030748, кл. G 01 R 31/28, 1983.  
 Авторское свидетельство СССР  
 № 1027655, кл. G 01 R 31/28, 1983.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ В ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКАХ  
 (57) Изобретение относится к контрольно-измерительной технике. Цель - расширение функциональных возможностей устройства за счет контроля правильности установки операционных усилителей на печатной плате - достигается введением блока 8 управления, триггера 9, дешифратора 10, блока 11 перекоммутации, коммутатора 12, из-



мерительного преобразователя 14, блока 15 питания, блока 16 нагрузок, генератора 17 импульсов, блока 18 памяти, амплитудного 20 детектора. Устройство содержит также пороговые элементы 2,3, элементы 4,5 сов-

падения, инвертор 6, элемент ИЛИ 7, блок 19 индикации и источник 1 опорных напряжений. В описании изобретения дана структурная схема блока управления, 1 з.п.ф-лы, 10 ил.

Изобретение относится к контрольно-измерительной технике и предназначено для контроля операционных усилителей в составе электронных блоков и может использоваться в автоматизированных контрольно-измерительных комплексах.

Целью изобретения является расширение функциональных возможностей за счет возможности контроля правильности установки операционных усилителей на печатной плате.

На фиг.1 приведена структурная схема устройства; на фиг.2 – структурная схема блока управления; на фиг.3 – структурная схема блока перекоммутации; на фиг.4 – структурная схема коммутатора; на фиг.5 – структурная схема измерительного преобразователя; на фиг.6 – структурная схема блока нагрузок; на фиг.7 – структурная схема генератора импульсов; на фиг.8 – временные диаграммы работы устройства при контроле ОУ на правильность установки; на фиг.9 – временные диаграммы при контроле ОУ на работоспособность в инвертирующем включении; на фиг.10 – то же, в неинвертирующем включении.

Устройство (фиг.1) содержит источник 1 опорных напряжений (ИОН), первый пороговый элемент (НП) 2, второй пороговый элемент 3, первый элемент совпадения (ЭС) 4, второй элемент совпадения 5, инвертор (НЕ) 6, элемент ИЛИ 7, блок 8 управления (БУ), триггер (Т) 9, дешифратор (Дш) 10, блок 11 перекоммутации (БПер); коммутатор (Ком) 12, проверяемый операционный усилитель (ОУ) 13, измерительный преобразователь (ИП) 14, блок 15 питания (БПит), блок 16 нагрузок (БН), генератор 17 импульсов (ГИ), блок 18 памяти (БП), блок 19 индикации (БИ), амплитудный детектор (АД) 20, кнопку (Кн) 21, а также первый-пятый управляющие входы 22-26, первый 27 и второй 28 информационные входы, первая 29, вторая г-разрядная группа 30, третий 31 и четвертый 32 управляющие выходы и трехшинная группа информационных выходов 33 блока 8 управления, первый 23, второй

34 и третий 35 выходы дешифратора 10, первый-седьмой выходы 36-42, первый-девятый входы 43-51, первый 23 и второй 26 управляющие входы блока 11 перекоммутации, первая 2п-разрядная группа 52, вторая п-разрядная группа 53, третья п-разрядная группа 54, пятая 2п-разрядная группа 55, пятый 43 и шестой 44 выходы, первый 36, второй 37 и третий 38, четвертый 39 входы, пятая п-разрядная группа 56 и шестая п-разрядная группа 57 входов коммутатора 12, первый 49, второй 50 и третий 58 выходы, первый 59, второй 42 и третий 35 входы блока 16 нагрузок, первая (k+m+p+2+l)-разрядная группа 60, вторая s-разрядная группа 61, третий 24 и четвертый 25 выходы и г-разрядная группа 30 входов блока 18 памяти с соответствующими связями.

На фиг.2 изображен блок 8 управления, содержащий задающий генератор (ЭД) 62, первый элемент И 63, первый счетчик (Сч) 64, мультиплексор (Мк) 65, дешифратор (Дш) 66, второй счетчик 67, одновибратор (Од) 68, первый триггер (Т) 69, разностный преобразователь (РП) 70, второй триггер 71, второй-пятый элементы И 72-75, третий триггер 76, элемент ИЛИ 77, а также выход 29 второго триггера 71, г-разрядную группу выходов 30 второго счетчика 67, первый 31, второй 32 и третий 78 выходы дешифратора 66, выход 33<sub>1</sub> второго элемента И 72, выход 33<sub>2</sub> третьего элемента И 73, выход 33<sub>3</sub> третьего триггера 76 с соответствующими связями.

На фиг.3 изображен блок 11 перекоммутации, который содержит обмотку первого реле (ОР) 79 с тремя разомкнутыми контактами, обмотку второго реле 80 с семью разомкнутыми контактами, первый 81, второй 82 и третий 83 разомкнутые контакты первого реле 79, первый-седьмой разомкнутые контакты 84-90 второго реле 80, а также вход 23 обмотки первого реле 79 и вход 26 обмотки второго реле 80 с соответствующими связями.

На фиг.4 изображен коммутатор 12, который содержит первый-шестой дешифратора (Дш) 91-96, первую-шестую группы

97–102 обмоток реле (ГОР), первую–шестую группы 103–108 разомкнутых контактов реле, а также  $(p-2)/(6+1)$ -разрядный вход 60<sub>1</sub> и 2n-разрядный выход 109 первого 91 дешифратора,  $(p-2)/6$ -разрядный вход 60<sub>2</sub> и n-разрядный выход 110 второго 92 дешифратора,  $(p-2)/6$ -разрядный вход 60<sub>3</sub> и n-разрядный выход 111 третьего 93 дешифратора,  $((p-2)/(6+1))$ -разрядный вход 60<sub>4</sub> и 2n-разрядный выход 112 четвертого 94 дешифратора,  $(p-2)/6$ -разрядный вход 60<sub>5</sub> и n-разрядный выход 113 пятого 95 дешифратора,  $(p-2)/6$ -разрядный вход 60<sub>6</sub> и n-разрядный выход 114 шестого 96 дешифратора с соответствующими связями.

На фиг.5 изображен измерительный преобразователь 14, который содержит источник 115 опорного напряжения (ИОН), операционный усилитель (ОУ) 116, группу резисторов (ГР) 117, группу разомкнутых контактов 118 реле, дешифратор (Дш) 119, группу обмоток реле 120, элементы ИЛИ 121, обмотку реле (ОР) 122, резистор 123 и замкнутый контакт 124 реле 122, а также l-разрядную группу входов 60 и f-разрядную группу выходов 125 дешифратора 119 с соответствующими связями.

На фиг.6 изображен блок 16 нагрузок, который содержит обмотку реле (ОР) 126 с четырьмя переключающими контактами, первый конденсатор 127, первый 128 и второй 129 переключающие контакты реле 126, первый резистор 130, второй резистор 131, второй конденсатор 132, третий 133 и четвертый 134 переключающие контакты реле 126, третий резистор 135, а также вход 35 обмотки реле 126 с соответствующими связями.

На фиг.7 приведен генератор 17 импульсов, содержащий генератор 136 однополярных импульсов (Г), обмотку реле (ОР) 137 с двумя переключающими контактами, дешифратор (Дш) 138, группу обмоток реле (ГОР) 139, группу разомкнутых контактов 140 реле 139, группу резисторов (ГР) 141, первый резистор 142, первый операционный усилитель (ОУ) 143, первый 144 и второй 145 переключающие контакты реле 137, второй резистор 146, второй операционный усилитель 147, третий резистор 148, а также с-разрядная группа входов 60<sub>7</sub> генератора 136 однополярных импульсов, одноразрядный вход 60<sub>8</sub> обмотки реле 137, d-разрядная группа 60<sub>9</sub> входов и h-разрядная группа выходов 149 дешифратора 138 с соответствующими связями.

Устройство работает следующим образом.

Контроль операционных усилителей в электронных блоках проводится в два эта-

па: на первом этапе проверяются все ОУ на правильность установки (ориентации), а затем, если нет неверно установленных ОУ, осуществляется их контроль на работоспособность.

В зависимости от схемы включения ОУ в электронном блоке (инвертирующее или неинвертирующее) контроль на работоспособность выполняется в инвертирующем или неинвертирующем режиме работы.

Проверка ОУ на правильность установки осуществляется путем измерения известного значения параметра между двумя выбранными выводами ОУ, которые соединены с соответствующими точками подключения электронного блока к устройству контроля. Выбор выводов и параметров для контроля осуществляется таким образом, чтобы однозначно определить правильность включения ОУ.

При неверной ориентации данного ОУ относительно соответствующих точек подключения электронного блока к устройству (поворот корпуса при установке ОУ против или по часовой стрелке) между выбранными для контроля точками подключения электронного блока окажутся другие выводы ОУ, сопротивление между которыми всегда будет отличаться от ожидаемого. Для неповреждения ОУ на первом этапе контроля (проверка ориентации) испытательное напряжение при контроле сопротивления выбирается в пределах 100–200 мВ.

На втором этапе операционные усилители проверяются на работоспособность. Причем, ОУ, установленные в электронном блоке в инвертирующем включении, проверяются в инвертирующем режиме работы, а в неинвертирующем включении – в неинвертирующем режиме работы. Оценка работоспособности ОУ осуществляется по значению коэффициента передачи напряжения контролируемого ОУ с учетом знака. При инвертирующем включении устройством создается цепь обратной связи с заданным коэффициентом передачи напряжения, на инвертирующий вход ОУ подаются импульсы положительной полярности заданной амплитуды и частоты и оценивается амплитуда импульсов отрицательной полярности на выходе контролируемого ОУ. При неинвертирующем включении устройством создается цепь обратной связи для проверки ОУ в режиме усилителя – повторителя с заданным коэффициентом передачи, на неинвертирующий вход подаются импульсы отрицательной полярности заданной амплитуды и частоты и оценивается амплитуда отрицательных импульсов с выхода контролируемого ОУ. Выбор разнопо-

лярного входного сигнала для соответствующих режимов осуществляется с целью получения унифицированного выходного сигнала.

Контролируемый электронный блок, например печатный узел с установленными на нем операционными усилителями и другими радиоэлектронными элементами, при помощи контактного приспособления подключается к коммутатору 12 (фиг.1).

По включению напряжения питания блок 8 управления (БУ) формирует сигналы, устанавливающие все запоминающие элементы устройства в исходное состояние (на фиг.1 эти связи не показаны) и переходит в "ждущее" состояние. После нажатия кнопки 21 через вход 22 в БУ 8 поступает запускающий сигнал (фиг.8а), по которому БУ 8 начинает формировать сигналы для управления устройством контроля.

Контроль операционных усилителей, установленных в электронном блоке, проводится в следующих режимах: контроль ОУ на правильность установки; контроль ОУ, установленных в электронном блоке в инвертирующем включении, на работоспособность в инвертирующем режиме работы; контроль ОУ, установленных в электронном блоке в неинвертирующем включении, на работоспособность в неинвертирующем режиме работы.

Проверка электронного блока начинается с контроля ОУ на правильность установки при подаче на контролируемое сопротивление между двумя выводами ОУ опорного напряжения, не приводящего к повреждению проверяемого участка электрической цепи электронного блока, и осуществляется для каждого контролируемого ОУ за три такта работы БУ 8. На первом такте, длительность которого составляет 3 мс, осуществляется выбор контролируемого ОУ и подключение необходимых блоков устройства к двум выводам ОУ 13, преобразование контролируемого сопротивления ОУ в направление и его сравнение с заданным значением. В этом такте на выходе 31 БУ 8 формируется уровень "1" (фиг.8б), а на группе выходов 30 — код адреса ячейки постоянного запоминающего устройства (ПЗУ) блока 18 памяти. По переднему фронту импульса с выхода 31 БУ 8 в амплитудном детекторе 20 формируется сигнал для кратковременного замыкания ключей для разряда запоминающих конденсаторов в амплитудном детекторе 20.

Считанная информация из ПЗУ блока 18 памяти поступает на группу выходов 60 блока 18 памяти, по которой выполняются следующие действия: в источник 1 опор-

ных напряжений (ИОН) поступают коды, которые преобразуются в максимальное и минимальное допустимые значения напряжений для сравнения с контролируемым параметром; в коммутаторе 12 замыкаются соответствующие контакты реле и подключают выводы 52<sub>2</sub> и 55<sub>2</sub> контролируемого ОУ 13, сопротивление между которыми известно заранее, к шинам 36 и 39; на первом выходе 23 дешифратора 10 появляется управляющий сигнал, по которому в блоке 11 перекоммутации замыкаются соответствующие контакты реле и подключают шины 36,39 и 41 соответственно к шинам 45,40 и 46; в измерительном преобразователе 14 производится выбор необходимого диапазона для преобразования контролируемого сопротивления ОУ 13 в соответствующее значение напряжения; в генераторе 17 импульсов поступает кодовая комбинация, при которой импульсы на выходе генератора не формируются. По группе выходов 61 из блока 18 памяти на блок 19 индикации поступает код номера контролируемого ОУ 13.

По истечении времени, равного 3 мс, и необходимого для замыкания контактов реле в блоке 11 перекоммутации, коммутаторе 12 и в измерительном преобразователе 14 и завершения переходных процессов в скоммутированных блоках, на выходе 46 измерительного преобразователя 14 формируется напряжение, пропорциональное значению контролируемого сопротивления ОУ 13. Это напряжение по шине 46 через блок 11 перекоммутации и далее по шине 41 поступает на пороговые элементы 2 и 3, где сравнивается с максимальным и минимальным допустимыми значениями опорных напряжений из ИОН 1. Если контролируемое сопротивление между двумя выводами ОУ 13 находится в заданных пределах, то на выходах первого 2 и второго 3 пороговых элементов формируются напряжения "1", которые создают на выходе элемента 4 совпадения напряжения "1". Этот сигнал инвертируется инвертором 6 и по шине 27 поступает на вход элемента 5 совпадения. Если же значение контролируемого сопротивления ОУ 13 выходит за границы допустимых значений, то на выходе элемента 4 совпадения сформируется напряжение "0", которое преобразуется инвертором 6 в напряжение "1" (фиг.8в).

На втором такте, длительность которого определяется периодом следования импульсов задающего генератора БУ 8, осуществляется запись в БУ 8 результата сравнения контролируемого сопротивления между двумя выводами ОУ 13 с задан-

ным значением. Если контролируемое сопротивление ОУ 13 находится в заданных пределах, то на выходе инвертора 6 присутствует напряжение "0", которое закрывает элемент 5 совпадения и импульс с выхода 32 БУ 8 (фиг.8г) не изменяет состояние триггера 9, а БУ 8 производится запоминание результата правильной установки ОУ 13 в электронном блоке. Если же значение контролируемого сопротивления ОУ 13 выходит за границы допустимых значений, то на выходе инвертора 6 присутствует напряжение "1", которое открывает элемент 5 совпадения и импульс с выхода 32 БУ 8 устанавливает триггер 9 в единичное состояние (фиг.8е), а в БУ 8 производится запоминание факта неверной установки ОУ 13. На выходе 29 БУ 8 формируется сигнал разрешения индикации номера неверно установленного ОУ, а на выходе 33<sub>1</sub> – сигнал возбуждения в блоке 19 светодиода с надписью "Неверная установка ОУ" (фиг.8д,ж).

На третьем такте при отсутствии неисправности в контролируемом ОУ производится формирование сигналов в БУ 8 для перехода к контролю следующего ОУ в электронном блоке и процесс контроля продолжается автоматически (фиг.8б). Если же обнаружен неверно установленный ОУ, то БУ 8 переходит в "ждущий" режим (фиг.8а).

После нажатия кнопки 21 устройство переходит к контролю следующего ОУ в электронном блоке (фиг.8а, второй сигнал запуска устройства). В БУ 8 формируется код адреса следующей ячейки ПЗУ блока 18 памяти, из которой производится считывание записанной информации, сигналы на выходах 29 и 33<sub>1</sub> БУ 8 принимают значения "0" (фиг.8д,ж) и процесс контроля продолжается аналогично.

По завершении операционных усилителей в электронном блоке на правильность установки сигнал на четвертом выходе 25 блока 18 памяти принимает значение "1" (фиг.8з). Если на выходе триггера 9 (шина 28) присутствует напряжение "1", что свидетельствует о наличии хотя бы одного неправильно установленного ОУ в электронном блоке, то на третьем такте работы БУ 8 по значению "1", поступившей по шине 25 в БУ 8, в последнем устанавливается нулевой код адреса ячейки ПЗУ блока 18 памяти, формируется на шине 33 сигнал возбуждения в блоке 19 светодиода с надписью "Устранить неисправности установки ОУ" (фиг.8и), а БУ 8 переходит в "ждущее" состояние. Сформированный нулевой адрес поступает по группе выходов 30 БУ 8 в блок 18 памяти и вызывает появление на всех его выходах,

кроме третьего выхода 24, напряжение "0". Перепад напряжения с единичного в нулевое значение на четвертом выходе 25 блока 18 памяти устанавливает триггер 9 в нулевое состояние (фиг.8е).

Контролируемый электронный блок снимается с контактного приспособления и в нем устраняются обнаруженные неисправности по установке операционных усилителей. Затем, после удаления неисправностей, контролируемый электронный блок при помощи контактного приспособления снова подключается к коммутатору 12, нажимается кнопка 21 (фиг.8а, третий сигнал запуска устройства), сигнал на выходе 33<sub>3</sub> БУ 8 принимает значение "0" (фиг.8и) и устройство начинает контроль операционных усилителей на правильность установки. Если на этом этапе проверки электронного блока неисправностей установки ОУ не будет, то по завершении контроля в триггере 9 сохранится напряжение "0", которое воспрепятствует переходу БУ 8 в "ждущее" состояние. На этом заканчивается первый этап проверки операционных усилителей в электронном блоке на правильность установки и устройство переходит ко второму этапу проверки электронного блока к контролю ОУ на работоспособность.

ОУ, установленные в электронном блоке в инвертирующем включении, проверяются на работоспособность в инвертирующем режиме работы, а установленные в неинвертирующем включении – в неинвертирующем режиме работы.

Контроль операционных усилителей на работоспособность в инвертирующем включении для каждого ОУ осуществляется также за три такта. На первом такте длительностью 4 мс производится выбор и подключение требуемого ОУ к блокам устройства и преобразование выходного импульсного напряжения контролируемого ОУ 13 в постоянное напряжение. В этом такте на выходе 31 БУ 8 формируется напряжение "1" (фиг.9б), по переднему фронту которой в амплитудном детекторе 20 формируется сигнал для кратковременного замыкания ключей для разряда запоминающих конденсаторов в амплитудном детекторе 20, а на группе выходов 30 – код адреса ПЗУ блока 18 памяти. Считанная информация из ПЗУ блока 18 памяти поступает на группу выходов 60 блока 18 памяти, по которой выполняются следующие действия: в ИОН 1 поступают коды, которые преобразуются в максимальное и минимальное допустимые значения напряжения для сравнения с контролируемым напряжением; в генерато-

ре 17 импульсов формируются импульсы заданной частоты, амплитуды и полярности; в коммутаторе 12 замыкаются контакты соответствующих реле и подключают выводы 52<sub>1</sub>...57<sub>1</sub> к шинам 36...39, 43 и 44; в дешифраторе 10 на втором выходе 34 формируется напряжение "1"; в измерительный преобразователь 14 подается кодовая комбинация, поддерживающая его в исходном (отключенном) состоянии. По группе выходов 61 из блока 18 памяти в блок 19 индикации поступает номер контролируемого ОУ 13. Сформированное на втором выходе 34 дешифратора 10 напряжение "1" поступает через элемент ИЛИ 7 на вход 26 блока 11 перекоммутации, по которому в этом блоке замыкаются контакты соответствующих реле и подключают шины 49,50,42,47,48,51 и общую шину устройства соответственно к шинам 36,39,43,37,38,41 и 44. К выводам питания контролируемого ОУ 13 по шинам 47 и 48 подключается блок 15 питания. На инвертирующий вход ОУ 13 из блока 16 нагрузок по шине 49 подаются импульсы положительной полярности (фиг.9в). Импульсы с выхода ОУ 13 по шине 42 через блок 16 нагрузок и далее по шине 58 (фиг.9г) поступают на вход амплитудного детектора 20, постоянное напряжение с выхода 51 которого через блок 11 перекоммутации подается по шине 41 на пороговые элементы 2 и 3. К инвертирующему входу и выходу ОУ 13 по шинам 49 и 42 из блока 16 нагрузок подключается резистор обратной связи. Неинвертирующий вход и общий вывод ОУ 13 по шинам 44 и 50 подключаются к общей шине устройства. Коэффициент передачи напряжения  $K_1$  контролируемого ОУ 13 в этом случае равен

$$K_1 = - \frac{r_2 r_{1x}}{r_2 + r_{1x}} / r_1,$$

где  $r_1, r_2$  – сопротивления резисторов 130 и 131 блока 16 нагрузок (фиг.6);

$r_{1x}$  – сопротивление резистора, включенного между инвертирующим входом и выходом ОУ 13 в электронном блоке.

По истечении времени, равного 3 мс и необходимого для замыкания контактов реле в блоке 11 перекоммутации, коммутатора 12 и в генераторе 17 импульсов, а также для завершения переходных процессов в скоммутированных блоках, на выходе 51 амплитудного детектора 20 формируется напряжение, пропорциональное коэффициенту передачи  $K$  контролируемого ОУ 13, которое через блок 11 перекоммутации по шине 41 поступает на входы пороговых элементов 2 и 3. Если значение этого напряжения находится в заданных пределах, на выходе инвертора 6 формируется

напряжение "0", если же нет – напряжение "1" (фиг.9д).

На втором такте работы (фиг.9е) производится запись в БУ 8 результата контроля на работоспособность ОУ 13. В этом режиме работы устройства элемент 5 совпадения закрыт напряжением "0", которое подается с первого выхода 23 дешифратора 10 на второй вход элемента 5 совпадения и поэтому триггер 9 останется в исходном (нулевом) состоянии. Если ОУ 13 работоспособен, то на выходе инвертора 6 присутствует напряжение "0", которое запоминается в БУ 8. При обнаружении неработоспособного ОУ на выходе инвертора 6 формируется напряжение "1" (фиг.9д), которое запоминается в БУ 8, а на выходах 29 и 32 БУ 8 формируются сигналы разрешения индикации в блоке 19 соответственно номера неисправного ОУ 13 и светодиода с надписью "ОУ не функционирует" (фиг.9ж,з).

На третьем такте, если ОУ 13 функционирует правильно, в БУ 9 формируются сигналы для перехода к контролю следующего ОУ в электронном блоке и процесс контроля продолжается дальше автоматически (фиг.9б). Если же проверяемый ОУ 13 не функционирует, то БУ 8 переходит в "ждущий" режим (фиг.9б).

После нажатия кнопки 21 сигналы на выходах 29 и 32 БУ 8 принимают значения "0" и устройство переходит к контролю следующего ОУ в электронном блоке (фиг.9а,ж,з) в инвертирующем включении аналогично описанному.

При контроле ОУ 13 на работоспособность в неинвертирующем включении, который для каждого ОУ осуществляется также за три такта работы БУ 9, в устройстве на первом такте работы БУ 8 (фиг.10б) происходят те же процессы, что и при контроле ОУ в инвертирующем включении, за исключением функционирования дешифратора 10, блока 16 нагрузок и генератора 17 импульсов, который в этом случае формирует отрицательные импульсы заданной частоты и амплитуды. На третьем выходе 35 дешифратора 10 формируется напряжение "1", по которому в блоке 16 нагрузок производится переключение контактов реле с целью создания неинвертирующего режима контроля ОУ 13. Импульсы отрицательной полярности с выхода 59 (фиг.10в) генератора 17 импульсов поступают через блок 10 нагрузок по шине 50 и далее через блок 11 перекоммутации по шине 39 и коммутатор 12 на неинвертирующий вход ОУ 13. Импульсы с выхода ОУ 13 через коммутатор 12 по шине 43 через блок 11 перекоммутации по шине 42 и через блок 16

нагрузок по шине 58 (фиг. 10г) поступают на информационный вход амплитудного детектора 20, постоянное напряжение с выхода 51 которого через блок 11 перекоммутации подается по шине 41 на пороговые элементы 2 и 3. Остальные выводы контролируемого ОУ 13 подключаются к тем же шинам блока 15 питания и блока 16 нагрузок, что и при контроле ОУ в инвертирующем включении. Коэффициент передачи напряжения  $K_2$  контролируемого ОУ 13 в этом случае равен

$$K_2 = 1 + \frac{r_2 r_{1x}}{r_2 + r_{1x}} / \frac{r_1 r_{2x}}{r_1 + r_{2x}},$$

где  $r_1$ ,  $r_2$  - сопротивление резисторов 130 и 131 соответственно, (фиг. 6);

$r_{1x}$  - сопротивление резистора, включенного между выходом и инвертирующим входом ОУ 13 в электронном блоке;

$r_{2x}$  - сопротивление резистора, включенного между инвертирующим входом ОУ 13 и общей шиной в контролируемом электронном блоке.

По истечении времени, равного 3 мс и необходимого для замыкания контактов реле в блоке 11 перекоммутации, коммутаторе 12, блоке 16 нагрузок и в генераторе 17 импульсов, а также для завершения переходных процессов в скоммутированных блоках, на выходе 51 амплитудного детектора 20 формируется напряжение, пропорциональное коэффициенту передачи  $K_2$  контролируемого ОУ 13 и через блок 11 перекоммутации по шине 41 поступает на входы пороговых элементов 2 и 3. Если значение этого напряжения находится в заданных пределах, на выходе инвертора 6 формируется напряжение "0", если же нет - напряжение "1" (фиг. 10д).

На втором и третьем такте работы БУ 8 процессы в устройстве происходят точно так же, как и при контроле ОУ на работоспособность в инвертирующем включении (фиг. 10е, ж, з).

После окончания контроля операционных усилителей в электронном блоке на третьем выходе 24 блока 18 памяти формируется напряжение "1" (фиг. 10и), которое поступает, во-первых, в блок 19 индикации, где возбуждает светодиод с надписью "Готов" и, во-вторых, в БУ 8, где устанавливает на группе выходов 30 БУ 8 нулевой код и переводит БУ 8 в состояние ожидания. По нулевому коду с группы выходов 30 БУ 8 в блоке 18 памяти на всех выходах, кроме третьего выхода 24, формируются напряжения "0". Напряжение "1" с выхода 24 блока 18 памяти поддерживает в блоке 19 индикации свечение светодиода с надписью "Го-

тов", что свидетельствует о нахождении устройства в состоянии ожидания и готовности его к контролю очередного электронного блока (фиг. 10а, и).

Бу 8 (фиг. 2) предназначен для управления работой устройства, которая осуществляется для каждого контролируемого ОУ за три такта, и формирования сигналов типов обнаруженных неисправностей. БУ 8 функционирует следующим образом.

После включения питания все запоминающие элементы БУ 8 устанавливаются в исходное состояние. При нулевом состоянии счетчика 64 мультиплексор 65 коммутирует на свой выход информацию с триггера 69, который находится в нулевом состоянии. Это напряжение "0" закрывает элемент И 63, запрещая подачу импульсов с задающего генератора 62 на счетный вход счетчика 64 и, следовательно, переключение последнего в очередное состояние. В результате БУ 8 находится в состоянии ожидания.

С приходом по шине 22 запускающего сигнала триггер 69 устанавливается в единичное состояние, по переднему фронту которого разностный преобразователь 70 формирует кратковременный импульс, устанавливающий триггеры 71 и 76 в нулевое состояние. Единичный уровень с выхода триггера 69 коммутируется на выход мультиплексора 65, открывает элемент И 63 и очередной импульс с выхода задающего генератора 62, переводит счетчик 64 в состояние, равное единице. В БУ 8 начинается первый такт его работы.

На первом такте работы БУ 8 на выход мультиплексора 65 коммутируется сигнал с инверсного выхода одновибратора 68, а на первом выходе 31 дешифратора 66 формируется управляющий сигнал, который запускает одновибратор 68 и увеличивает на единицу состояние счетчика 67. На инверсном выходе одновибратора 68 появляется напряжение "0", которое коммутируется через мультиплексор и закрывает элемент И 63, тем самым прекращая поступление импульсов на счетчик 64. Сформированное состояние счетчика 67 указывает адрес ячейки ПЗУ блока 18 памяти, по которому производится считывание необходимой на данном этапе контроля ОУ 13 информации. При истечении времени, равного 3 мс от начала запуска одновибратора 68 и необходимого для замыкания контактов реле в устройстве, на инверсном выходе одновибратора 68 формируется единичный уровень напряжения, который открывает элемент И 63, и следующий импульс с выхода генератора 62 устанавливает счетчик 64 в новое состоя-

ние, равное двум. В БУ 8 формируется второй такт его работы.

На втором такте работы БУ 8 на выход мультиплексора 65 коммутируется инверсный выход одновибратора 68, который находится в единичном состоянии, а на втором выходе 32 дешифратора 68 (и на выходе 32 БУ 8) формируется напряжение "1", по которому в триггер 71 по шине 27 записывается результат контроля ОУ 13 на правильность установки или на работоспособность. Если в триггер 71 будет записано значение "1", что свидетельствует о неисправности в контролируемом ОУ 13, то на выходе 29 БУ 8 формируется сигнал разрешения индикации номера неисправного ОУ. При проверке ОУ 13 на правильность установки (в этом случае на шине 23 присутствует напряжение "1") на выходе 33<sub>1</sub> БУ 8 формируется сигнал "Неверная установка ОУ". Если же в устройстве производится проверка ОУ на работоспособность (теперь напряжение "1" присутствует на шине 26), то на выходе 33<sub>2</sub> БУ 8 формируется сигнал "ОУ не функционирует". Так как на втором входе элемента И 63 присутствует напряжение "1", то следующий импульс с задающего генератора 62 установит счетчик 64 в состояние, равное трем. БУ 8 переходит к третьему такту своей работы.

На третьем такте работы БУ 8 на выход мультиплексора 65 коммутируется сигнал с выхода триггера 69, а на третьем выходе 78 дешифратора 66 формируется напряжение "1", которое устанавливает счетчик 64 в исходное (нулевое) состояние и поступает на второй вход элемента И 74. Если на первом входе этого элемента присутствует напряжение "1", что свидетельствует о неисправности в контролируемом ОУ 13, то управляющий сигнал с третьего выхода 78 дешифратора 66 через элементы И 74 и ИЛИ 77 переводит своим передним фронтом триггер 69 в нулевое состояние, которое запрещает дальнейшее поступление импульсов с задающего генератора 62 на счетчик 64. Устройство переходит в "ждущее" состояние. Если в контролируемом ОУ 13 не обнаружено неисправностей, то в триггер 71 будет записано значение "0", которое закрывает элемент И 74, и управляющий сигнал с третьего выхода 78 дешифратора 66 не изменит состояния триггера 69 (он останется в единичном состоянии). В этом случае БУ 8 переходит к первому такту своей работы и процесс контроля очередного ОУ в электронном блоке продолжится автоматически.

По завершении проверки всех операционных усилителей в электронном блоке на правильность установки сигнал на входе 25

БУ 8 принимает единичное значение и поступает на третий вход элемента И 75. Если на входе 28 БУ 8 присутствует напряжение "1", что свидетельствует о наличии хотя бы одного неправильно установленного ОУ в электронном блоке, то на третьем такте работы БУ 8 единичный уровень с третьего выхода 78 дешифратора 66 поступает на первый вход элемента И 75 и формирует на его выходе напряжение "1". Передний фронт этого сигнала устанавливает, во-первых, счетчик 67 в нулевое (исходное) состояние, во-вторых, триггер 76 в единичное состояние, и в-третьих, через элемент ИЛИ 77 переводит триггер 69 в нулевое состояние. Напряжение "0" с выхода триггера 69 закрывает элемент И 63 и устройство переходит в состояние ожидания, а на выходе 33<sub>3</sub> БУ 8 формируется сигнал "Устранить неисправности установки ОУ". Если же на входе 28 БУ 8 присутствует напряжение "0", то элемент И 75 будет закрыт и сигнал с выхода 78 дешифратора 66 не изменит состояния триггеров 69 и 76 и счетчика 67, а БУ 8 перейдет к первому такту своей работы.

После окончания контроля операционных усилителей в электронном блоке сигнал на входе 24 БУ 8 принимает единичное значение и своим передним фронтом устанавливает счетчик 67 и через элемент ИЛИ 77 триггер 69 в нулевые состояния. БУ 8 переходит в состояние ожидания, из которого он может быть выведен по приходу запускающего сигнала на вход 22 БУ 8.

Блок 11 перекоммутации (фиг.3) работает следующим образом.

При наличии напряжения "1" (режим контроля ОУ на правильность установки) на входе 23 блока 11 перекоммутации возбуждается обмотка реле 79 и замыкает контакты 81-83, которые подключают шины 45,40 и 46 соответственно к шинам 36,39 и 41.

При наличии напряжения "1" (режим контроля ОУ на работоспособность) на входе 26 блока 11 перекоммутации возбуждается обмотка реле 80 и замыкает контакты 84...90, которые подключают шины 49,50,42,47,48,51 и общую шину устройства соответственно к шинам 36,39,43,37,38,41 и 44.

Коммутатор 12 (фиг.4) работает следующим образом.

Код адресов выводов контролируемого ОУ 13 поступает на вход 60 коммутатора 12 и далее на дешифраторы 91...96, с выходов которых по шинам 109...114 выбираются по одной обмотке реле в группах обмоток реле 97...102. Выбранные обмотки реле замыкают по одному контакту реле в группах разо-



мкнутых контактов 103...108, которые подключают шины 36,37,38,39,43 и 44 соответственно к выбранным выводам контролируемого ОУ 13 в группах 52...57 коммутатора 12.

Измерительный преобразователь 14 (фиг.5) работает следующим образом.

Код, поступивший по шине 60 на вход измерительного преобразователя 14, дешифрируется дешифратором 119, сигнал с одного из выходов которого поступает по шине 125 в группу обмоток реле 120 и через элемент ИЛИ 121 на обмотку реле 122. Выбранная обмотка реле из группы обмоток реле 120 замыкает соответствующий контакт в группе разомкнутых контактов 118, подключая один из резисторов группы резисторов 117 в цепь обратной связи ОУ 116. Реле 122 замыкает замкнутый контакт 124 и отключает резистор 123. Источник 115 опорного напряжения по шине 45 и далее через блок 11 перекоммутации и коммутатор 12 по шинам 36 и 52<sub>2</sub> подключается к одному из выводов контролируемого ОУ 13 (значение опорного напряжения выбирается таким, чтобы не повредить контролируемое сопротивление ОУ 13 и электрически связанные с ним другие элементы электрического блока). Второй вывод контролируемого сопротивления ОУ 13 через коммутатор 12 и блок 11 перекоммутации по шинам 55<sub>2</sub> и 39 подключается к входу 40 измерительного преобразователя 14. Выходное напряжение ОУ 116, пропорциональное значению контролируемого сопротивления ОУ 13, поступает на выход 46 измерительного преобразователя 14 и далее через блок 11 перекоммутации по шине 41 на пороговые элементы 2 и 3 для сравнения с допустимыми значениями опорных напряжений.

Блок 16 нагрузок (фиг.6) функционирует следующим образом.

При контроле ОУ 13 на работоспособность в инвертирующем включении на входе 35 блока 16 нагрузок присутствует напряжение "0" и все контакты реле 126 находятся в исходном состоянии. На инвертирующий вход ОУ 113 через конденсатор 127, замкнутый контакт 129 и резистор 130 по выходу 49 подаются импульсы положительной полярности, которые поступают на вход 59 блока 16 нагрузок из генератора 17 импульсов. Между инвертирующим входом и выходом контролируемого ОУ 13 подключается резистор 131. Неинвертирующий вход ОУ 13 через выход 50 блока 16 нагрузок и замкнутый контакт 134 соединяется с общей шиной устройства. Импульсы с выхода ОУ 13 через вход 42 и конденсатор

132 по шине 58 блока 16 нагрузок поступают далее на вход амплитудного детектора 20. Резистор 135 вместе с замкнутыми контактами 128 и 133 служит в качестве нагрузки для контролируемого ОУ 13.

При контроле ОУ 13 на работоспособность в неинвертирующем включении на входе 35 блока 16 нагрузок присутствует напряжение "1", которое возбуждает обмотку реле 126. Реле 126 переключает контакты 128,129,133 и 134. Теперь импульсы отрицательной полярности с выхода генератора 17 импульсов поступают на вход 59 блока 16 нагрузок и через конденсатор 127, переключенные контакты 128 и 134 и резистор 135 по шине 50 подаются на неинвертирующий вход ОУ 13. Резистор 131 будет также включен между выходом и неинвертирующим входом ОУ 13, однако инвертирующий вход ОУ 13 теперь через резистор 130 и переключенный контакт 129 будет соединен с общей шиной устройства. Импульсы с выхода ОУ 13, которые поступают на вход 42 блока 16 нагрузок, через конденсатор 132 по шине 58 подаются на информационный вход амплитудного детектора 20. Все связи блока 16 нагрузок с контролируемым ОУ 13 осуществляются через блок 11 перекоммутации и коммутатор 12.

Генератор 17 импульсов (фиг.7) функционирует следующим образом.

По полученному коду по входу 60 в генераторе 17 импульсов подключается в генераторе 136 однополярных импульсов конденсатор с заданным значением емкости, дешифратором 138 по одному из выходов группы выходов 149 выбирается одна из обмоток реле в группе обмоток реле 139, которая замыкает соответствующий контакт в группе разомкнутых контактов 140 и подключает соответствующий резистор из группы резисторов 141. Выбранный резистор из группы резисторов 141 совместно с резистором 142 формирует в ОУ 143 амплитуду импульсного напряжения. Если на контролируемый ОУ 13 необходимо подать импульсы положительной полярности, то в соответствующем разряде кодовой комбинации, поступающей на вход 60 генератора 17 импульсов, присутствует напряжение "1", которое возбуждает обмотку реле 137, которая переключает контакты 144 и 145, образуя из ОУ 147 с резисторами 146 и 148 повторитель напряжения. На выходе 59 генератора 17 формируются импульсы положительной полярности заданной амплитуды и частоты.

Если же на выходе 59 генератора 17 необходимы импульсы с отрицательной полярностью, то обмотка реле 137 не возбуж-

дается (в соответствующем разряде кодовой комбинации присутствует напряжение логического нуля) и контакты 144 и 145 остаются в исходном положении. ОУ 147 с резисторами 146 и 148 теперь работает как инвертор, и на выходе 59 генератора 17 формируются импульсы отрицательной полярности заданной амплитуды и частоты.

Принцип контроля, используемый в предлагаемом устройстве, заключается в поочередном подключении (коммутации) к устройству и проверке каждого из операционных усилителей, смонтированных на электронном блоке. Коммутатор 12 предназначен для реализации указанного режима коммутации в устройстве, т.е. обеспечивает доступ к контрольным точкам электронного блока (выводам операционных усилителей) путем организации шести линий связи для подачи (съемы) на контролируемый операционный усилитель 13 испытательных сигналов (откликов).

Блок 11 осуществляет формирование необходимых конфигураций измерительных схем для реализации следующих режимов контроля ОУ 13: контроль ОУ на правильность установки; контроль ОУ на работоспособность в инвертирующем включении; контроль ОУ на работоспособность в неинвертирующем включении.

Таким образом, блок 11 подключает к шести линиям связи, организованным коммутатором 12, необходимый для каждого конкретного режима набор соответствующих блоков устройства, осуществляющих формирование испытательных сигналов и обработку откликов.

Наличие блока 11 существенно упрощает устройство, ибо при совмещении коммутатором 12 функций блока 11 коммутатору 12 необходимо было бы формировать дополнительные линии связи, что существенно усложнило бы устройство и понизило его надежность (ввиду наличия дополнительного количества элементов коммутации). Таким образом, коммутатор 12 и блок 11 имеют различное функциональное назначение и поэтому реализованы в виде двух блоков.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

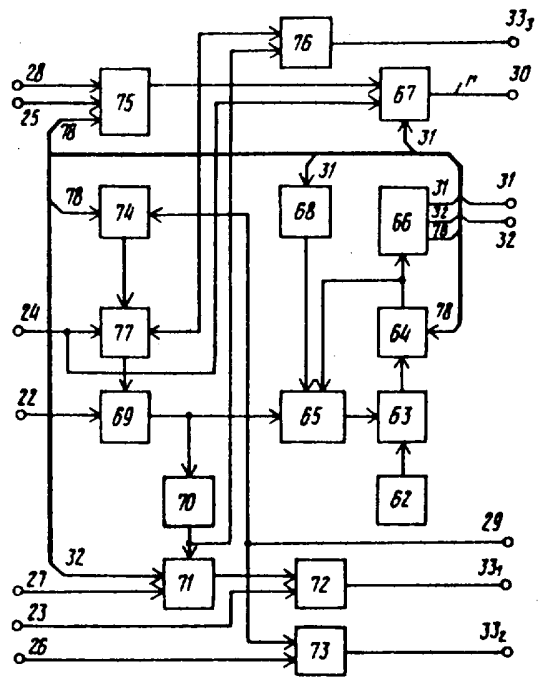
1. Устройство для контроля операционных усилителей в электронных блоках, содержащее первый и второй пороговые элементы, первый и второй элементы совпадения, инвертор, элемент ИЛИ, блок индикации и источник опорных напряжений, первый и второй выходы которого соединены соответственно с прямым входом первого порогового элемента и инвертирующим

входом второго порогового элемента, соединенного выходом с первым входом первого элемента совпадения, второй вход которого соединен с выходом первого порогового элемента, о т л и ч а ю щ е с я тем, что, с целью расширения функциональных возможностей, в устройство введены блок управления, триггер, дешифратор, блок перекоммутации, коммутатор, измерительный преобразователь, блок питания, блок нагрузок, генератор импульсов, блок памяти, амплитудный детектор и кнопка, через разомкнутый контакт которой общая шина устройства соединена с первым управляющим входом блока управления, первый информационный вход которого соединен с выходом инвертора первым входом второго элемента совпадения, выход которого соединен с первым входом триггера, соединенного выходом с вторым информационным входом блока управления, второй управляющий вход которого соединен с первым выходом дешифратора, с вторым входом второго элемента совпадения и с первым управляющим входом блока перекоммутации, первый, второй, третий и четвертый выходы которого соединены соответственно с первым, вторым, третьим и четвертым входами коммутатора, первый и второй выходы которого соединены с первым и вторым входами блока перекоммутации, третий, четвертый, пятый, шестой, седьмой и восьмой выходы которого соединены с клеммами для подключения объекта контроля, пятый выход которого соединен с входом измерительного преобразователя, первый и второй выходы которого соединены соответственно с третьим и четвертым входами блока перекоммутации, шестой выход которого соединен с инвертирующим и прямым входами соответственно первого и второго пороговых элементов, пятый вход блока перекоммутации соединен с первым выходом блока питания, второй выход которого соединен с шестым входом блока перекоммутации, соединенного седьмым и восьмым входами соответственно с первым и вторым выходами блока нагрузок, первый вход которого соединен с выходом генератора импульсов, группа входов которого соединена с группой входов источника опорных напряжений, группой управляющих входов коммутатора, с группой входов дешифратора, с группой управляющих входов измерительного преобразователя и с первой группой выходов блока памяти, соединенного второй группой выходов с первой группой информационных входов блока индикации, вторая группа информационных входов и первый управляющий вход которо-

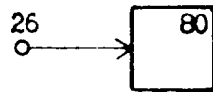
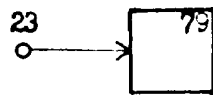
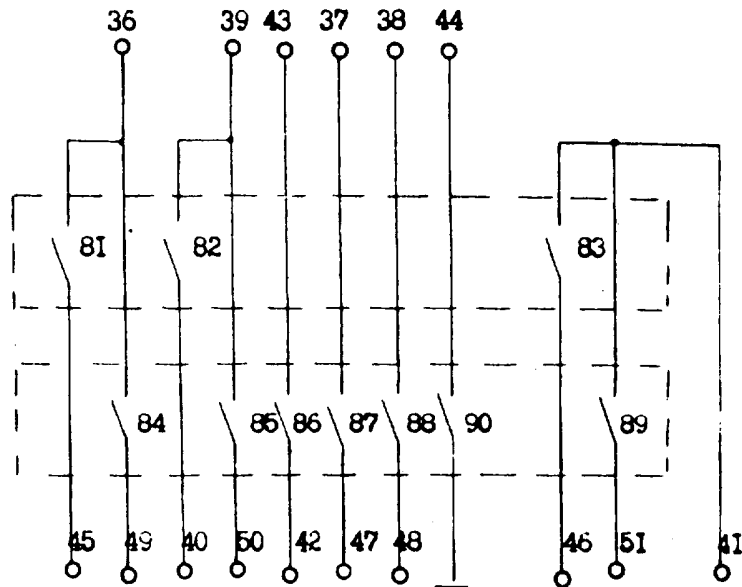
го соединены соответственно с первой группой информационных выходов и первым управляющим выходом блока управления, третий управляющий вход которого соединен с вторым управляющим входом блока индикации и с третьим выходом блока памяти, соединенного четвертым выходом со вторым входом триггера и с четвертым управляющим входом блока управления, вторая группа и третий управляющий выходы которого соединены соответственно с первой группой входов блока памяти и с управляющим входом амплитудного детектора, информационный вход и выход которого соединены соответственно с третьим выходом блока нагрузок и с девятым входом блока перекоммутации, седьмой выход и второй управляющий вход которого соединены соответственно с вторым входом блока нагрузок и выходом элемента ИЛИ, соединенного первым входом с вторым выходом дешифратора, третий выход которого соединен с третьим входом блока нагрузок и с вторым входом элемента ИЛИ, соединенного выходом с пятым управляющим входом блока управления, четвертый управляющий выход которого соединен с третьим входом второго элемента совпадения, причем выход первого элемента совпадения соединен через инвертор с первым информационным входом блока управления.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что блок управления содержит задающий генератор, первый и второй счетчики, дешифратор, первый, второй и третий триггеры, первый, второй, третий, четвертый и пятый элементы И, элемент ИЛИ, одновибратор, мультиплексор, разностный преобразователь, выход задающего генератора соединен с первым входом первого элемента И, выход которого соединен с первым входом первого счетчика, группа выходов которого соединена с группой адресных входов мультиплексора и с группой входов дешифратора, первый выход которого соединен с первым управляющим выходом блока управления, со счетным входом второго счетчика и с входом одновибратора, соеди-

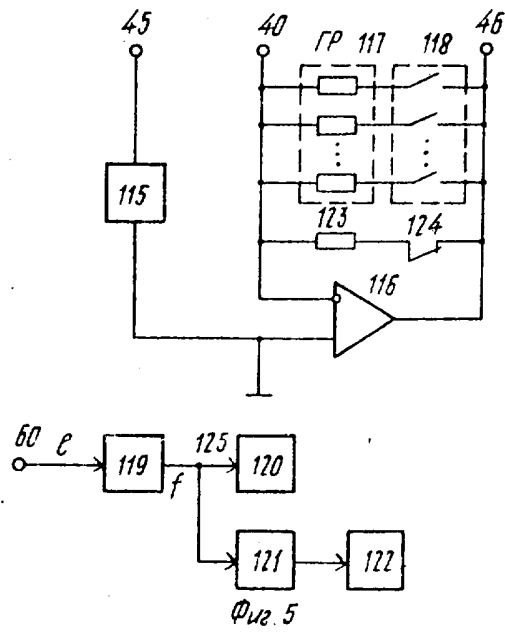
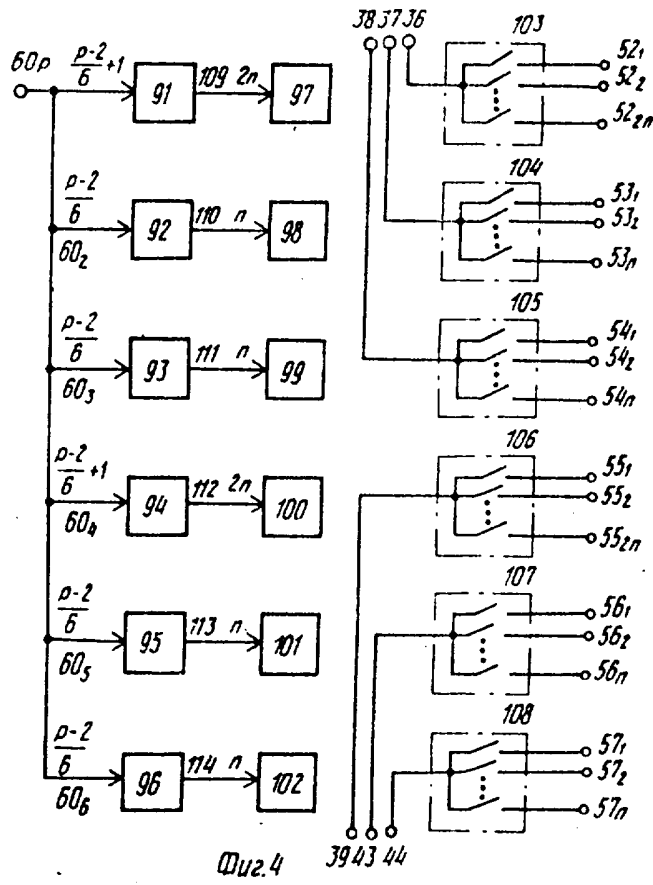
5 ненного инверсным выходом с первым входом мультиплексора, выход которого соединен с вторым входом первого элемента И, второй вход мультиплексора соединен с выходом первого триггера и с входом разностного преобразователя, соединенного выходом с установочным входом второго и третьего триггеров, вход синхронизации второго триггера соединен с вторым выходом дешифратора и с вторым управляющим выходом блока управления, третий управляющий выход которого соединен с первыми входами второго и третьего элементов И, с выходом второго триггера и с первым входом четвертого элемента И, второй вход которого соединен с третьим выходом дешифратора, с установочным входом первого счетчика и с первым входом пятого элемента И, второй и третий входы которого соединены соответственно с первым информационным и четвертым управляющим входами блока управления, пятая группа управляющих выходов которого соединена с группой выходов второго счетчика, первый установочный вход которого соединен с выходом пятого элемента И, с первым входом третьего триггера и с первым входом элемента ИЛИ, второй вход и выход которого соединены соответственно с выходами четвертого элемента И и с первым входом первого триггера, второй вход которого соединен с шестым управляющим входом блока управления, седьмой и восьмой управляющие входы которого соединены соответственно с третьим входом элемента ИЛИ и с вторым входом второго элемента И, соединенного выходом с вторыми информационными выходами блока управления, третьи информационные выходы которого соединены с выходом третьего элемента И, соединенного вторым входом с девятым управляющим входом блока управления, четвертый информационный вход и пятый информационный выход которого соединены соответственно с информационным входом второго триггера и с выходом третьего триггера, причем второй установочный вход второго счетчика соединен с седьмым управляющим входом блока управления.

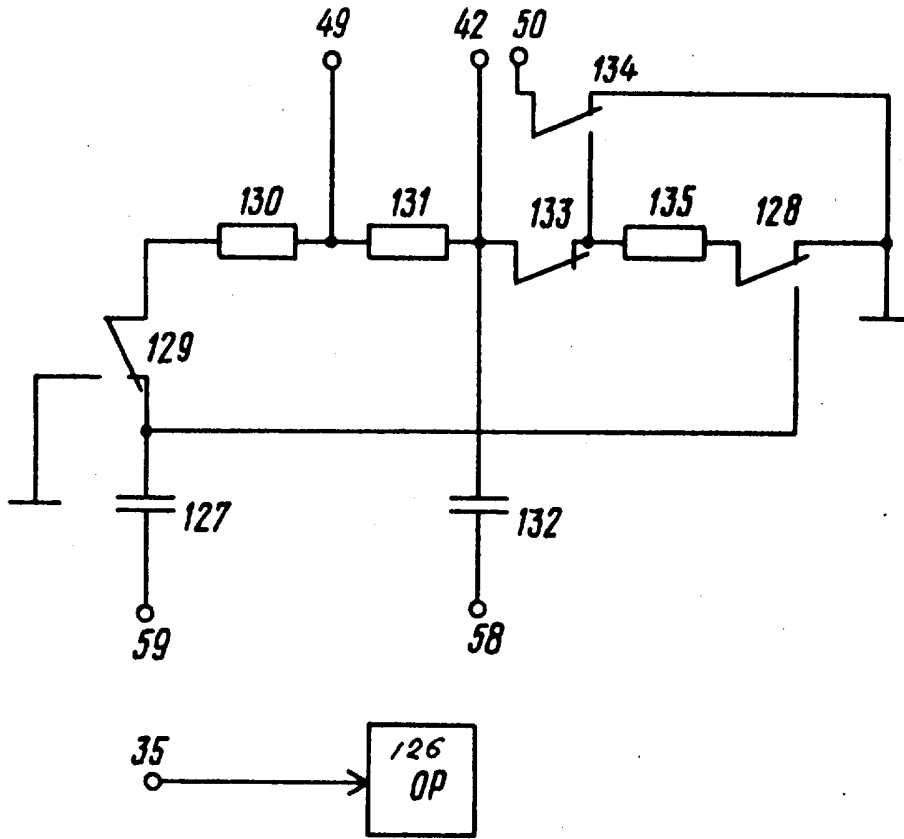


Фиг. 2

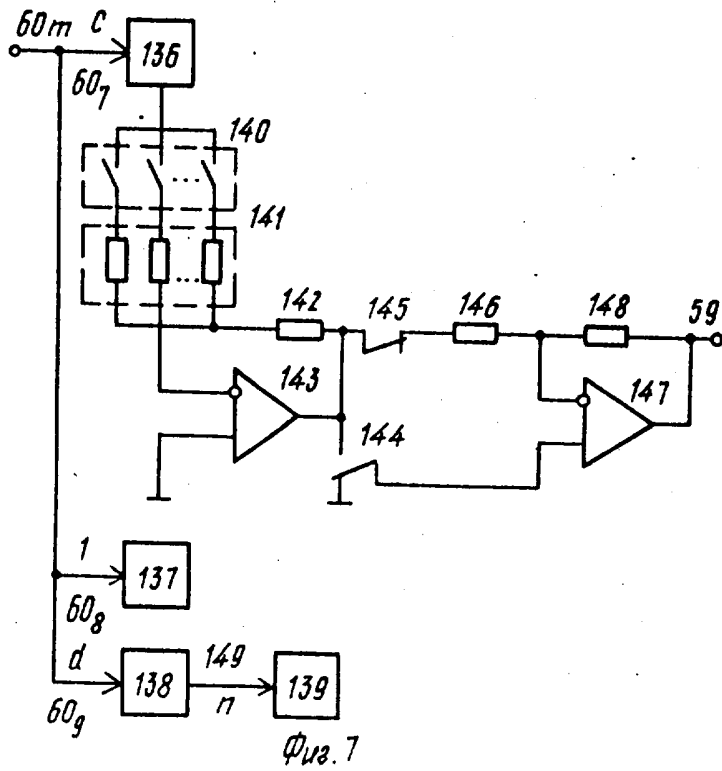


Фиг. 3

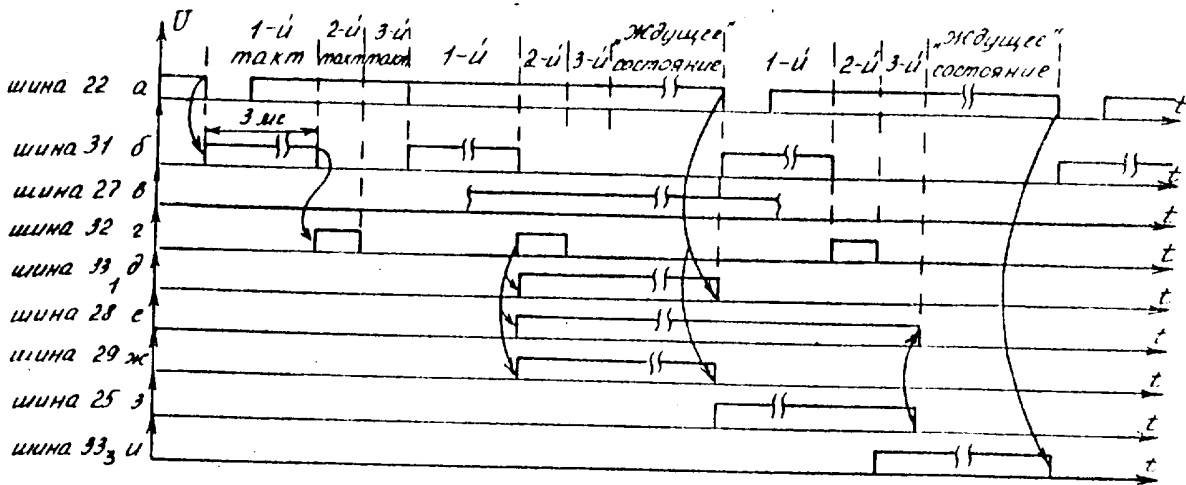




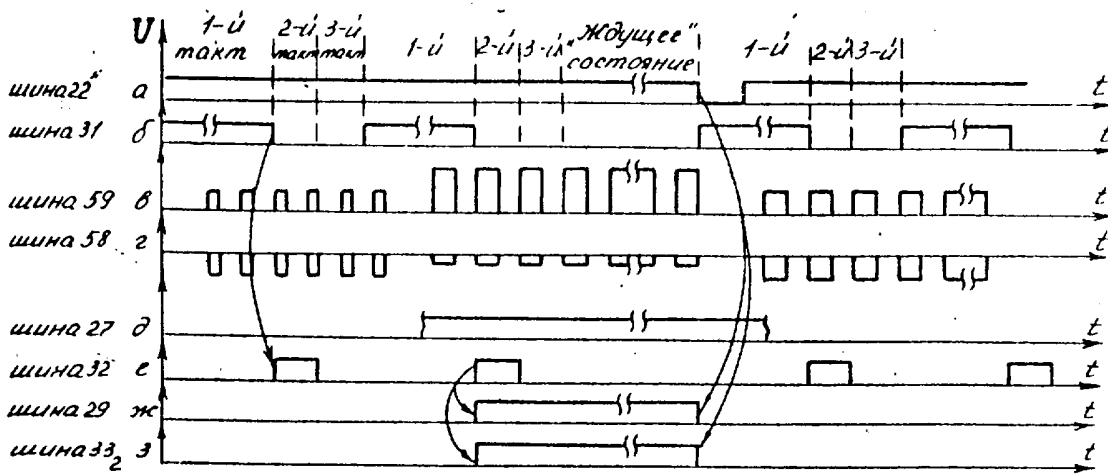
Фиг. 6



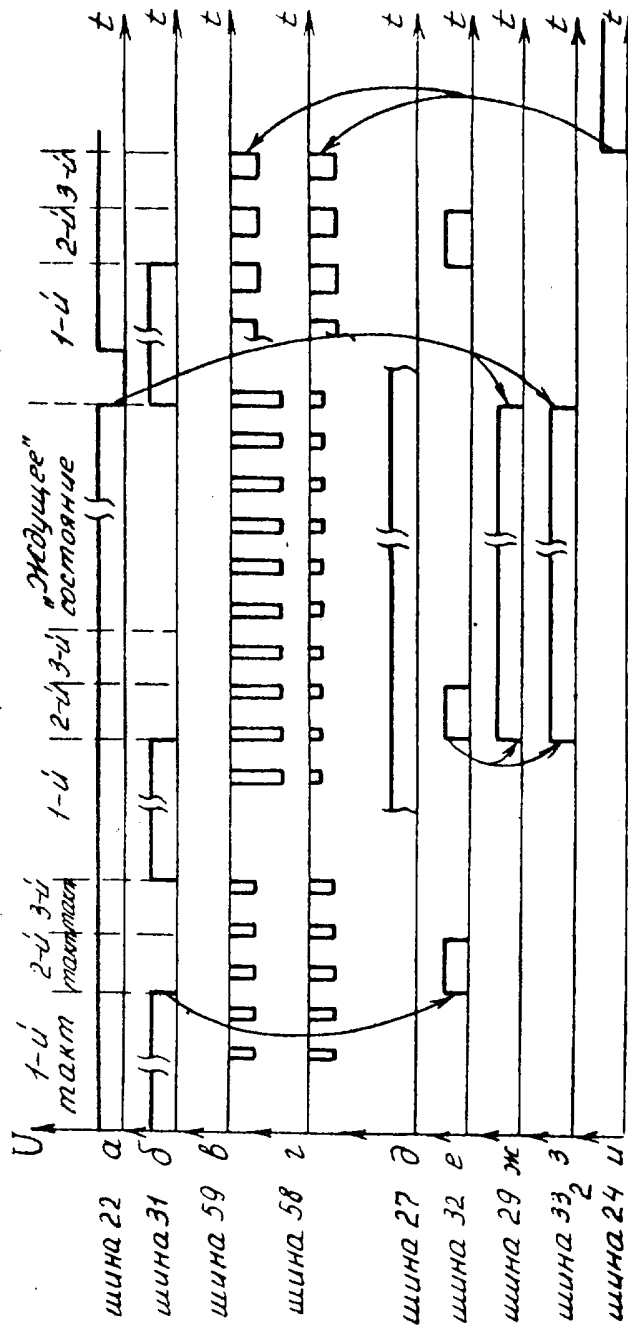
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10

Редактор О.Спесивых

Составитель Е.Строкань  
Техред М.Моргентал

Корректор М.Демчик

Заказ 2917

Тираж 414

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