



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1569027** **A 1**

(51) **S A 63 J 17/00**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Н АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4460402/24-21
(22) 14.07.88
(46) 07.06.90. Бюл. № 21
(71) Казанский авиационный институт
им. А.Н. Туполева
(72) Б.М. Галеев и В.П. Букатин
(53) 621.828(088.8)
(56) Патент США № 4376404,
кл. А 63 J 17/00, 1983.

В помощь радиолюбителю, 1976,
вып. № 52, с. 11-20.

- (54) СВЕТОМУЗЫКАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО
(57) Изобретение может использоваться в светомузыке для автоматического сопровождения звука световыми эффектами. Цель изобретения - повышение

художественной выразительности светового сопровождения музыкального произведения. Цель достигается путем введения с второго по n -й каналы обработки музыкального сигнала, $(n-1)$ -м источников света, блока выделения основного тона, блока формирования адреса, постоянного запоминающего устройства, блока фильтров, блока детекторов, аналого-цифрового преобразователя, регистров хранения, блока сравнения. Устройство также содержит источник звука, оптическое устройство, экран, m источников света, трафареты коммутатор, первый канал обработки музыкального сигнала. 3 з.п. ф-лы, 9 ил.

Изобретение относится к светомузыке, а именно к устройствам для автоматического сопровождения звука световыми эффектами.

Целью изобретения является повышение художественной выразительности светового сопровождения музыкального произведения.

На фиг.1 представлена блок-схема светомузыкального устройства; на фиг.2 - аналого-цифровой преобразователь АЦП; на фиг.3 - регистр накопления; на фиг.4 - блок сравнения; на фиг.5 - коммутатор; на фиг.6 - блок формирования адреса; на фиг.7 - ПЗУ; на фиг.8 - временные диаграммы, поясняющие работу АЦП; на фиг.9 - временные диаграммы, поясняющие работу блока формирования адресов.

Светомузыкальное устройство содержит источник 1 звука, оптическое устройство 2, содержащее экран 3, источники 4-1...4- m света и трафареты 5, коммутатор 6, первый канал 7-1 обработки музыкального сигнала, который содержит автоматический регулятор 8-1 уровня, выход которого подключен к входу анализатора 9-1 музыкальных программ, каждый из m выходов которого подключен к входу соответствующего источника 4-1...4- m света, с второго по n -й каналы 7-2...7- n обработки музыкального сигнала, $(n-1)$ -м источников 4-($m+1$)...4-($n-1$) света, причем вход каждого i -го (где $i=1,2,\dots,(n-1)$) источника 4- i света подключен к соответствующему i -му выходу анализатора 9- i музыкальных про-

(19) **SU** (11) **1569027** **A 1**

грамм, блок 10 выделения основного тона, первый вход которого соединен с выходом источника 1 звука, блок 11 формирования адреса, выходы которого подключены к группе входов коммутатора 6 и группе входов ПЗУ 12, последовательно соединенные блок 13 фильтров, К входов которого подключены к выходам источника 1 звука, блок 14 детекторов, АЦП 15, первый 16 и второй 17 регистры хранения, блок 18 сравнения, выход которого соединен с первым входом коммутатора 6, второй вход которого подключен к выходу источника 1 звука, вход сброса соединен с входом запуска блока 11 формирования адресов, с тактовым входом второго регистра 17 хранения и с первым дополнительным выходом АЦП 15, второй дополнительный выход которого соединен с тактовым входом первого регистра 16 хранения, при этом каждый из n выходов коммутатора 6 соединен с входом соответствующего канала 7-1...7-n обработки музыкального сигнала, причем выход блока 10 выделения основного тона подключен к управляющему входу блока 13 фильтров, а выходы ПЗУ 12 соединены с второй группой входов блока 18 сравнения.

Кроме того, устройство также содержит автоматические регуляторы 8-2...8-n уровня, анализаторы 9-2...9-n музыкальных программ, входящие соответственно в состав каналов 7-2...7-n обработки сигнала, фильтры 19-1...19-К, входящие в состав блока 13 фильтров, детекторы 20-1...20-К, входящие в состав блока 14 детекторов, фильтры 21-1...21-n, детекторы 22-1...22-n, усилители 23-1...23-n мощности, входящие в состав анализаторов 9-1...9-n музыкальных программ.

Устройство работает следующим образом.

С выхода источника 1 звука (фиг. 1) сигнал поступает одновременно на вход блока 10 выделения основного тона и на входы блока 13 фильтров, выделяющих гармоники. Фильтры 19-1...19-К настроены на частоты, кратные основному тону f_0 , т.е. первый 19-1 на f_0 , второй 19-2 - на $2f_0$, третий 19-3 - на $3f_0$ и т.д. Сигнал с блока 10 выделения основного тона управляет работой этих фильтров 19-1...19-К, меняя их характеристики в за-

висимости от изменения характеристик музыкального произведения. Таким образом, устройство должно проанализировать музыкальное произведение и распознать звучащие музыкальные инструменты по тембру (а точнее, по тембровой формуле). Тембр физически характеризуется соотношением интенсивностей отдельных обертонов (гармоник) и основного тона. В зависимости от их соотношения создается ощущение сочности, резкости, мягкости, прозрачности, гнусавости, матовости звука, т.е. все те качества, которые и определяются как тембровая окраска, позволяющая легко различать инструменты на слух (известно, что увеличение интенсивности основного тона делает тембр мягким, полным, а уменьшение - резким, жестким, острым). Усиление второй гармоники создает гнусавый и силовый тембр, а третьей - мягкий звук. Большая интенсивность четвертой гармоники связана с пронзительностью, остротой, яркостью тембра. Эти качества становятся еще заметнее при подчеркивании пятой и шестой гармоник. Соотношение интенсивностей отдельных гармоник и основного тона для каждого инструмента характеризует его звучание и является его тембровой формулой. Сигналы с выходов блока 13 фильтров поступают на блок 14 детекторов, детекторы 20-1...20-К которого выделяют огибающую обертонов. Эти выделенные огибающие поступают на входы АЦП 15, осуществляющего их последовательное поочередное преобразование в цифровой эквивалент и пересылку этих данных в первый регистр 16 хранения и вырабатывающего импульс запуска блока 11 формирования адресов. Первый регистр 16 хранения осуществляет накопление данных с АЦП 15, т.е. в каждом такте принимает информацию (четыре разряда) об одном из обертонов и обеспечивает ее последовательное продвижение по ячейкам первого регистра 16, после чего осуществляет выдачу в параллельном виде информации во второй регистр 17 хранения. Второй регистр 17 хранения осуществляет прием информации из первого регистра 16 хранения по сигналу перезаписи с АЦП 15 и выдает ее на блок 18 сравнения. При этом в блоке 18 сравнения происходит процесс сравнения информации, посту-

павшей с второго регистра 17 хранения, с эталонами тембров сравнимых инструментов, заложенными в ПЗУ 12, которое срабатывает при поступлении пускового сигнала с первого дополнительного выхода АЦП 15 на вход блока 11 формирования адресов, начинающего при этом формировать на своих выходах кодовые комбинации номеров инструментов, которые и поступают на вход ПЗУ 12, а также на коммутатор 6 (после перебора всех комбинаций блок 11 формирования адресов останавливается до поступления нового сигнала с АЦП 15). А в первый регистр 16 хранения в это время поступает новая информация с АЦП 15, и цикл повторяется сначала, т.е. происходит конвейерный принцип обработки информации. При совпадении в блоке 18 сравнения обертонов (поступившей информации с второго регистра 17 хранения) с эталонными наборами тембровых формул вырабатывается импульс идентификации, поступающий на вход коммутатора 6. Последний коммутирует входной низкочастотный сигнал, поступающий на его второй вход с источника 1 звука, на входы автоматических регуляторов 8-1...8-п уровня соответствующего каскада, каналов 7-1...7-п обработки музыкального сигнала, конкретный номер которого совпадает с конкретным значением кодовой комбинации номера музыкального инструмента, т.е. каждый канал 7-1...7-п предназначен для одного определенного музыкального инструмента. Перед началом нового цикла сравнения коммутатор 6 приводится в исходное состояние (сбрасывается) импульсом, поступающим на его вход сброса с первого дополнительного выхода АЦП 15. Сигнал с выходов автоматических регуляторов 8-1...8-п уровня поступает на входы фильтров 21-1...21-п каналов 7-1...7-п, каждый из которых имеет свою полосу пропускания и является входом соответствующего частотного канала, например, при трехканальной схеме: первый канал - высокочастотный; второй - среднечастотный; третий - низкочастотный. В результате сигнал с выходов автоматических регуляторов 8-1...8-п уровня проходит на выходы того из фильтров 21-1...21-п, полосу пропускания которого соответствует частотным характеристикам поступив-

шего сигнала. Далее сигнал детектируется детекторами 22-1...22-п, усиливается усилителями 23-1...23-п мощности и поступает на источники 4-1...4-п света, которые изменяют свою яркость свечения пропорционально величине амплитуды поступающего управляющего сигнала. Изменяющийся по яркости световой поток, проходя через формообразующие элементы формообразующего трафарета 5, приобретает очертания этих формообразующих элементов и проецируется на экран 3, так как размеры формообразующих элементов соответствуют каждому частотному каналу, а именно: формообразующие элементы высокочастотного канала выполнены мелким, четким рисунком, среднечастотного - крупнее, а низкочастотного - крупным размытым, то и проецируемое на экране 3 световое изображение имеет формы с рисунком, соответствующим размерам работающего частотного канала. При появлении в сигнале составляющих других частот начинают работать источники 4-1...4-п света других каналов 7-1...7-п и в световом изображении на экране 3 появляются формы соответствующих размеров. В каждый момент времени преобладающими по яркости формами в изображении на экране 3 являются формы того частотного канала, в котором амплитуда управляющего сигнала больше. При этом фильтры 21-1...21-п каналов 7-1...7-п настроены по частоте на частотный диапазон звучания определенного инструмента и источники 4-1...4-п света каждого каскада имеют один определенный цвет, присущий данному инструменту по общезначимым соответствиям "цветного слуха", который включает все слухозрительные ассоциации естественного происхождения, в физиологической основе которых лежит явление натурального условного рефлекса. А одним из наиболее распространенных и наиболее общезначимых соответствий "цветного слуха" является ассоциирование цветов и фактуры изображения с определенными тембрами музыкальных инструментов, например звук трубы чаще всего "окрашивается" красным цветом, флейты - голубым, скрипки - зеленым и т.д. В результате в создаваемом на экране 3 световом изображении в каждый момент времени преобладает цвет, при-

сущий солирующему инструменту в музыкальном произведении, и размеры форм, соответствующие частотному диапазону звучания в данный момент этого инструмента.

Таким образом, на экране 3 создается светоцветовая композиция, динамика и развитие которой полностью определяются соответствующими характеристиками сопровождающего музыкального произведения, т.е. наблюдается эффект светозвука.

Детекторы 20-1...20-К выполнены на базе диода КД503 и интегратора (RS-цепочка) с временем интеграции $\tau \approx 0,05$ с.

АЦП 15 выполнен по стандартной блок-схеме на базе микросхем К561КП2, К553УД2, К1113ПВ3, КР1006ВИ1 (принципиальная схема дана на фиг. 2, диаграммы - фиг.8).

Назначение АЦП 15 осуществлять поочередное преобразование аналоговых данных, поступающих с блоков 20-1...20-К в четырехразрядный код, который поступает в первый регистр 16 хранения. Кроме того, АЦП 15 формирует импульсы сдвига для первого регистра 16 и импульс общей синхронизации всей системы, идущий к блокам 17, 6 и 11.

Блок 15 работает следующим образом. Релаксационный генератор 24 (микросхема КР1006ВИ1) вырабатывает короткие импульсы (фиг.8а) с периодом ≈ 1 мс, достаточным, чтобы в блоке успели произойти все переключения. Импульс (фиг.8а) сбрасывает триггер 25 (К561ТМ2). Сигналы с выходов этого триггера 25 осуществляют следующие переключения: сигнал с выхода Q снимает блокировку со счетчика 26 (К561ИЕ10); сигнал с выхода \bar{Q} (фиг.8б) запускает генератор 21 импульсов (КР1006ВИ1). Этот генератор вырабатывает импульсы (фиг.8в), которые сбрасывают микросхему 28 АЦП (К1113ПВ3) в исходное состояние. Задним фронтом импульса (фиг.8в) осуществляется запуск мультивибратора 29 (КР1006ВИ1). Импульс (фиг.8г) с выхода последнего дает разрешение на начало преобразования аналогового напряжения, поступающего на вход микросхемы 28, в цифровой эквивалент, который по окончании преобразования выставлен на ее выходах. Микросхема К1113ПВ3 осуществляет аналого-

цифровое преобразование за время, меньшее, чем длительность импульса (фиг.8г) с выхода мультивибратора 29.

От заднего фронта импульса (фиг.8г) с выхода мультивибратора 29 запускается следующий ждущий мультивибратор 30 (КР1006ВИ1), который вырабатывает импульс (фиг.8д), фиксирующий окончание аналого-цифрового преобразования аналоговых сигналов, а также синхронизирующий передачу цифрового эквивалента этого сигнала с выхода микросхемы 28 АЦП в первый регистр 16 и переводящий счетчик 26 в одно из следующих друг за другом состояний. Счетчик 26 совместно с мультиплексором 31 осуществляют поочередное подключение выходов детекторов 20-1...20-К к АЦП 15. Счетчик 26 на своих выходах формирует адрес для мультиплексора 31. В зависимости от адреса, поступающего со счетчика 26 на адресные входы мультиплексора 31, внутри него формируются сигналы коммутации (фиг.8е). Смена состояний счетчика 26, а соответственно, и смена адресов на его выходах происходит при приходе импульса (фиг.8д) с выхода мультивибратора 30 и после прихода восьмого по счету от начала общего цикла счетчик 26 выработает импульс (фиг.8к), которым переключается триггер 25. Положительное напряжение импульса (диаграмма л) приводит к сбросу счетчика 25 в исходное состояние, при этом на его выходах имеется код первого адреса. Импульс (диаграмма б) с выхода триггера 25 перейдет в низкоуровневое состояние, при этом выработка импульсов (фиг.8г, д, е) прекратится. Импульс (фиг.8л) также поступает в блоки 17, 6 и 11, подготавливая и запуская их для обработки произведенной серии выборок с детекторов 20-1...20-К.

Регистры 16 и 17 хранения выполнены на базе микросхем К561ТМ3 (фиг.3).

Блок 18 сравнения (фиг.4) выполнен на базе микросхем, например, серии К561, состоит из k однотипных каскадов, где k зависит от количества гармоник инструмента, необходимых и достаточных для идентификации.

Алгоритм его работы

$$F(\delta) = \bigcap_{i=1}^k \delta_i,$$

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

где $\delta_i = \begin{cases} 1, & \text{если } |V_i - A_i| \leq \gamma_0; \\ 0, & \text{если } |V_i - A_i| > \gamma_0, \end{cases}$
 $i=1, 2, \dots, k$ - номер обертона;
 A_i - код амплитуды i -го обертона с АПП;
 V_i - код амплитуды i -го обертона эталона конкретного музыкального инструмента;
 γ_0 - код допуска на точность совпадения A_i с V_i ;

$F(\delta_k)$ - функция сравнения.

В сумматоре (SM) из величины A вычитается величина B . Схема равнозначности (=) формирует абсолютное значение разности, т.е. $|A-B|$. Схема сравнения(==) сравнивает абсолютную разность $|A-B|$ с допуском γ и формирует δ , т.е. блок 18 сравнения сравнивает реальный набор обертонов (гармоник) A_i , поступающих на его вход и принадлежащих какому-то инструменту с эталонным набором V_i обертонов p инструментов в определенной зоне допусков γ . В случае их совпадения блок 18 сравнения вырабатывает импульс строба $F(\delta)$, который пропускает код опознанного инструмента на коммутатор 6.

Коммутатор 6 (фиг.5) состоит из дешифратора 32 на p выходов (выполнен на микросхемах К561ИД1) и p каналов, включающих каждый последовательно соединенные триггер 33 (является элементом памяти и выполнен на 1/2 микросхемы К561ТМ2) и аналоговый ключ 34 (выполнен на 1/2 микросхемы К561КТ3). С блока 11 формирования адресов инструментов на вход коммутатора 6 при опознавании поступают сигналы двоичных кодов инструментов. Дешифратор 32 каждому значению кода ставит в соответствие один из p своих выходов, причем сигнал на этом выходе появится при поступлении сигнала стробирования с выхода сравнивающего устройства 18 (это означает, что совпала эталонная тембровая формула какого-то инструмента с реальным входным сигналом). Далее этот сигнал поступает в соответствующий канал, включает триггер 33 (память), подающий сигнал управления на аналоговый ключ 34, который срабатывает и подключает звуковой

сигнал с блока 1. к соответствующему блоку 8-1, ..8- p .

Блок 11 формирования адресов (фиг. 6) выполнен на микросхемах К561ТМ2, КР1006ВИ1, К561ИЕ10.

ПЗУ 12 выполнено на k микросхемах К155РЕЗ, где k равно количеству анализируемых обертонов.

Амплитуды обертонов выделяются с допуском $\pm \gamma$, так как при изготовлении инструментов возникают погрешности, которые несколько (в допустимых пределах) изменяют тембр, при анализе происходят отклонения. Для увеличения точности определения и вводится этот допуск $\pm \gamma$.

При данной конкретной реализации блоков анализируется восемь обертонов (гармоник), $p=32$ инструментов. Для увеличения количества p определяемых инструментов необходимо заполнить ПЗУ 12 с более большим объемом памяти, т.е. на других микросхемах, что повлечет увеличение мощностей и/или количества входных, выходных и промежуточных блоков устройства.

Схемы p каскадов можно выполнить по известной многоканальной схеме.

Соотношения размеров между самыми большими и малыми световыми образцами определяются исходя из следующих данных. Наиболее удобное, естественное восприятие для сидящего перед экраном человека определяется углом ясного зрения, который равен для неподвижного зрителя 22° для вертикали и 40° для горизонтали. (Таким образом, именно в этот угловой размер должна вписываться самая большая световая фигура, заполняющая весь экран). Минимальный угловой размер световой фигуры целесообразно ограничить углом равным $1,3^\circ$, который является углом наиболее четкого зрения. С учетом этих данных пределы отношений наибольшей и наименьшей фигур по их размерам на экране должно быть $22^\circ / 1,3^\circ = 15$ и $40^\circ / 1,3^\circ = 33$, т.е.

1: (15-30). Отношение размеров фигур, находящихся между наибольшими и наименьшими, устанавливается для каждого конкретного случая, исходя из основного соотношения, где размер одной наибольшей фигуры пропорционален (15-30) размерам одной наименьшей фигуры. Например, при трехканальной схеме формирования управляющих сигналов величина формы средних раз-

меров пропорциональна половине величины наибольшей фигуры, т.е. $\frac{(15-30)}{2}$

относительно размера наименьшей фигуры.

В качестве формообразующих элементов можно использовать различной формы отверстия необходимых размеров, выполненные в формообразующих трафаретах из светонепроницаемого материала, и линзы короткофокусные дают большое изображение, длиннофокусные — маленькое при одном и том же расстоянии до экрана. Изображение средних размеров можно получить экспериментально, подбирая линзы. В этом случае на экран проецируется причудливо деформированные линзами нити канала источников света, причем источники света подбираются специально с нитями накала разнообразных форм.

При крупногабаритном выполнении выходного оптического устройства 2 (например, в виде панно или "стенки") каждый канал каждого каскада может иметь несколько (например, до 5-10 шт) источников 4-1...4-n-ш света, равномерно размещенных в плоскости. В этом случае наиболее зрелищно смотрится изображение на экране 3, если площади световых изображений, формируемых каждым частотным каналом, перекрывают частично друг друга, например на одну треть. При этом в создаваемой свето-цветовой картине имеются участки, на которых рисунок формируется только формообразующим трафаретом 5, принадлежащим только одному каналу, и участки с рисунком, состоящим из взаимного наложения рисунков, создаваемых двумя-тремя рядом расположенных конструктивно формообразующих трафаретов 5, принадлежащих разным каналам разных каскадов. При изменении яркости свечения источников 4-1...4-n-ш света этих каналов высвечиваются и затеняются образы соответствующих размеров, создавая при наложении рисунок, не заложенный в рисунках формообразующих элементов, в результате в общую картину на экране вносится разнообразие непредсказуемыми контурами и фактурой.

При выполнении выходного оптического устройства 2 небольших размеров, например по одному источнику 4-1...4-n-ш света, в каждом канале наиболее зрелищно смотрится светоцвето-

вая картина при наложении друг на друга проекций изображения всех формообразующих трафаретов 5. Так как в каждый момент времени в каждом частотном канале величина амплитуды своя для каждого канала, то и основным элементом изображения на экране 3 в каждый момент времени являются световые образы, создаваемые формообразующими трафаретами 5 того канала, амплитуда в котором в этот момент времени наибольшая по сравнению с другими каналами. Световые образы, создаваемые в этот момент формообразующими элементами других каналов (управляемыми сигналами с меньшими амплитудами), накладываясь на основное изображение способствуют созданию световых образов новых форм (т.е. структуры картины) с новыми сочетаниями окраски. Практически светоцветовое изображение на экране 3 никогда не повторяется ни формой, ни расцветкой, как не повторяются характеристики музыкального произведения при его развитии во времени. При исполнении того же музыкального произведения другими музыкальными инструментами изображение на экране 3 будет тем более другим.

Таким образом, предлагаемое устройство обеспечивает возможность реализации психологических и общезначимых соответствий цветного слуха (синестезии), т.е. ассоциирование цвета изображения с определенными музыкальными инструментами и звуков разной частоты с фигурами соответствующих размеров.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Светомузыкальное устройство, содержащее источник звука, коммутатор, первый канал обработки музыкального сигнала, который содержит автоматический регулятор уровня, выход которого подключен к входу анализатора музыкальных программ, каждый из m выходов которого подключен к соответствующему входу выходного оптического устройства, отличающееся тем, что, с целью повышения художественной выразительности светового сопровождения музыкального произведения, в него введены с второго по n -й каналы обработки музыкального сигнала, $(n-1)$ -ш источников света,

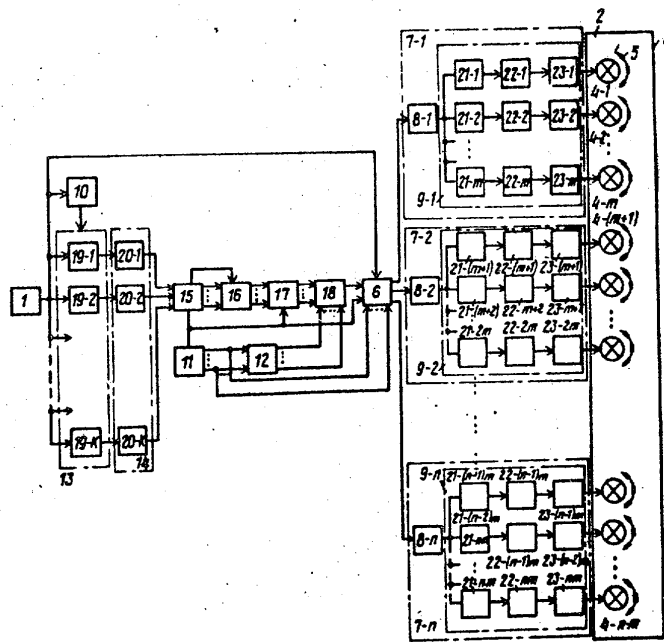
причем вход каждого i -го (где $i = 1, 2, \dots, (n-1)$) источника света подключен к соответствующему i -му выходу анализатора музыкальных программ, блок выделения основного тона, первый вход которого соединен с выходом источника звука, блок формирования адреса, выходы которого подключены к группе входов коммутатора и к группе входов постоянного запоминающего устройства, последовательно соединенные блок фильтров, K входов которого подключены к выходам источника звука, блок детекторов, аналого-цифровой преобразователь, первый регистр хранения, второй регистр хранения, блок сравнения, выход которого соединен с первым входом коммутатора, второй вход которого подключен к выходу источника звука, вход сброса соединен с входом запуска блока формирования адресов с тактовым входом второго регистра хранения и с первым дополнительным выходом аналого-цифрового преобразователя, второй дополнительный выход которого соединен с такто-

вым входом первого регистра хранения, при этом каждый из n выходов коммутатора соединен с входом соответствующего канала обработки музыкального сигнала, причем выход блока выделения основного тона подключен к управляющему входу блока фильтров, а выходы постоянного запоминающего устройства соединены с второй группой входов блока сравнения.

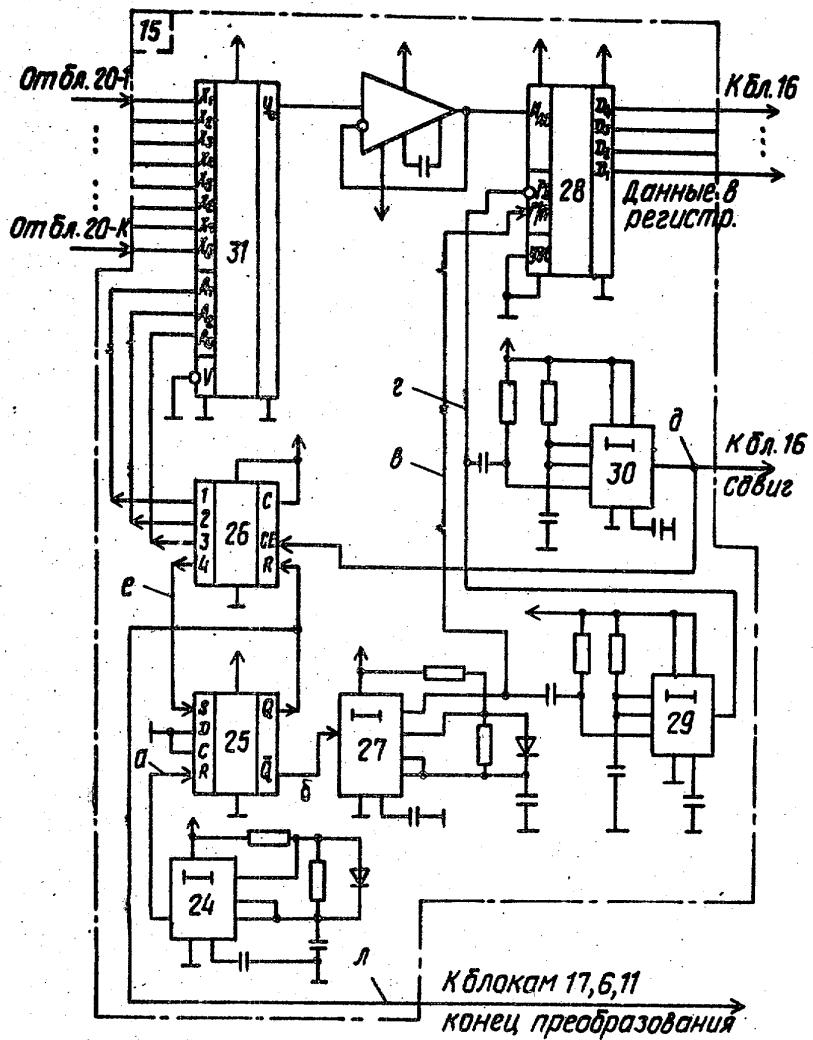
2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что выходное оптическое устройство содержит последовательно расположенные источники света с трафаретами, содержащими формообразующие элементы и экран.

3. Устройство по п. 2, отличающееся тем, что размер каждого из формообразующих элементов низкочастотного канала превышает размер каждого из формообразующих элементов высокочастотного канала в $15 \dots 30$ раз.

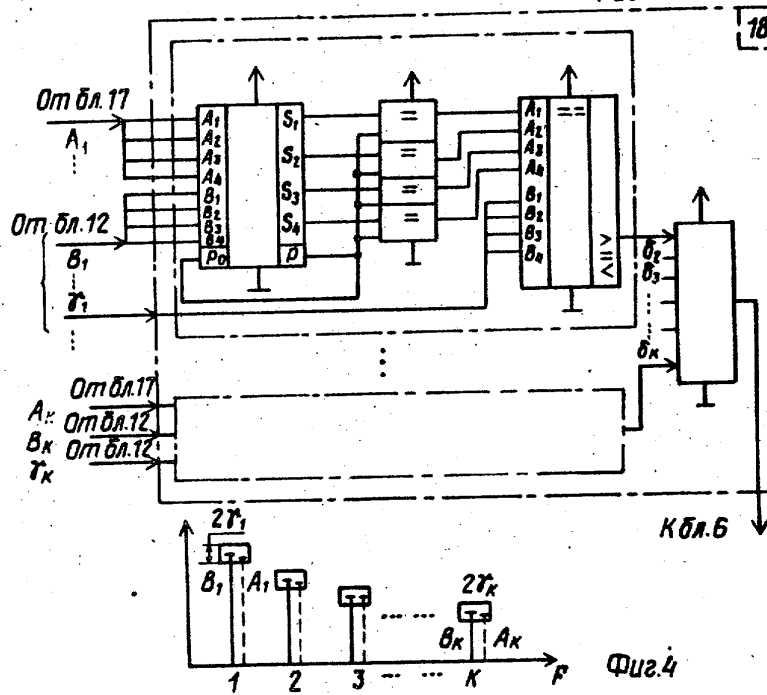
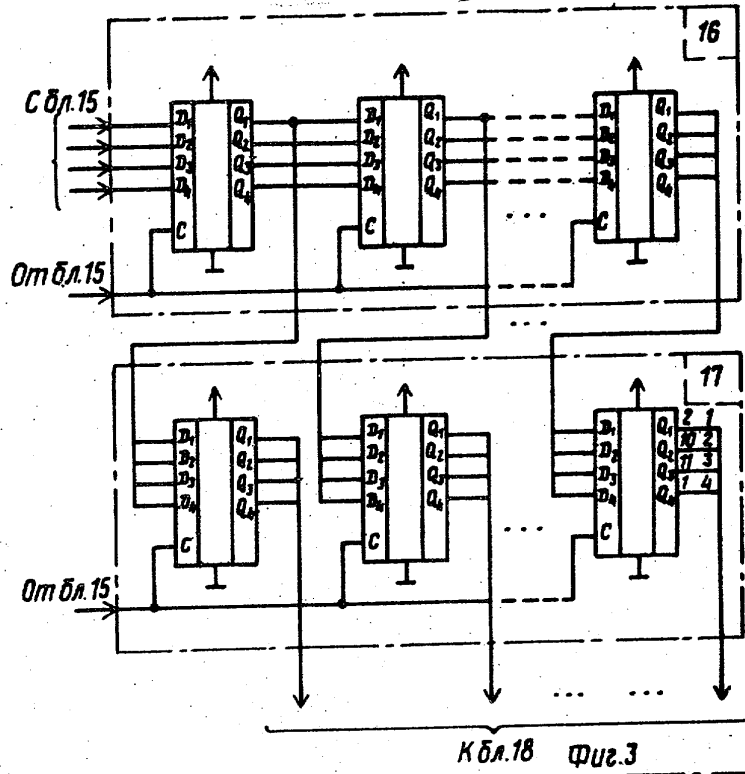
4. Устройство по п. 2, отличающееся тем, что источники света каждого из каналов выполнены одного цвета.

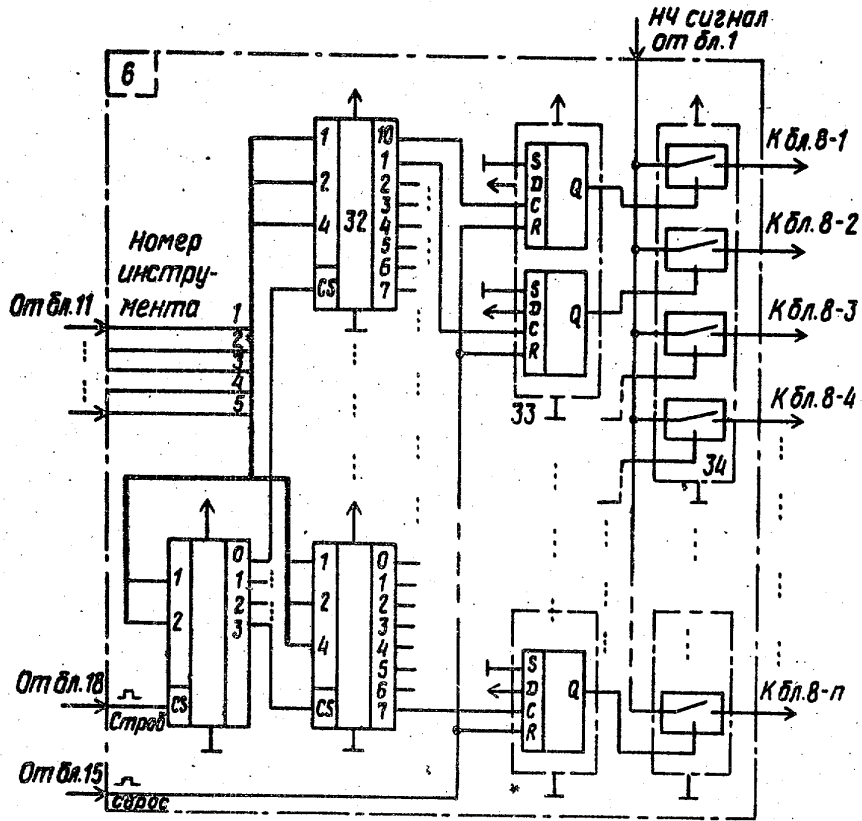


Фиг.1

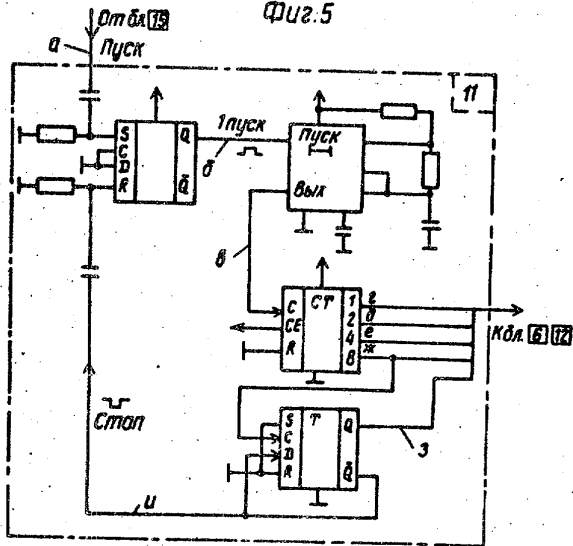


Фиг. 2

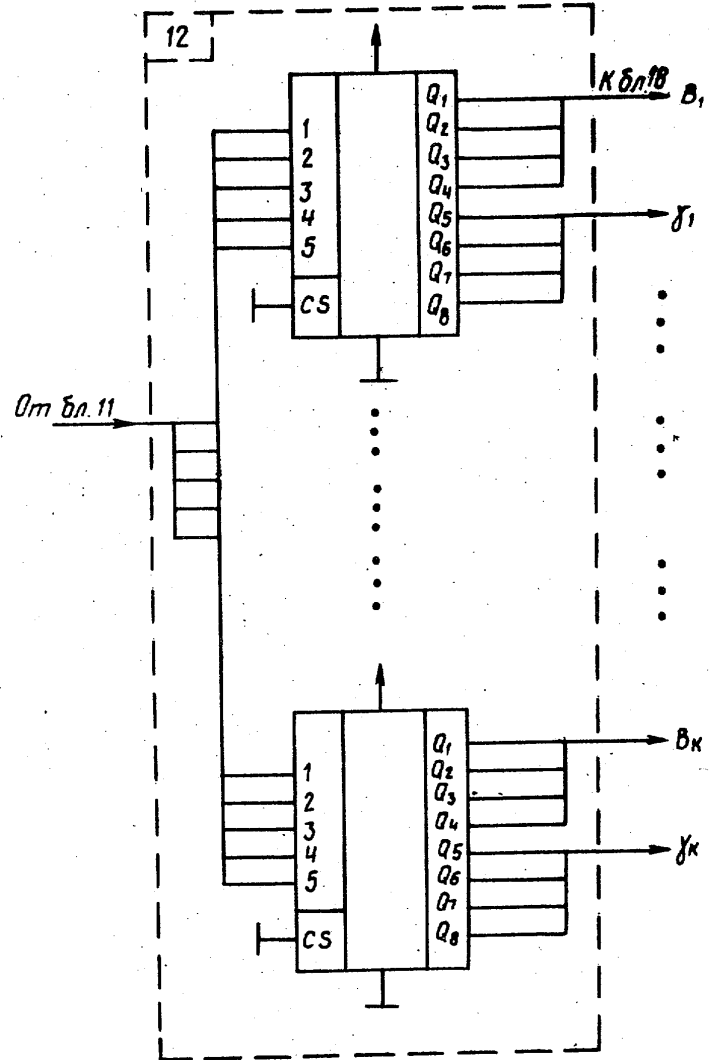




Фиг.5



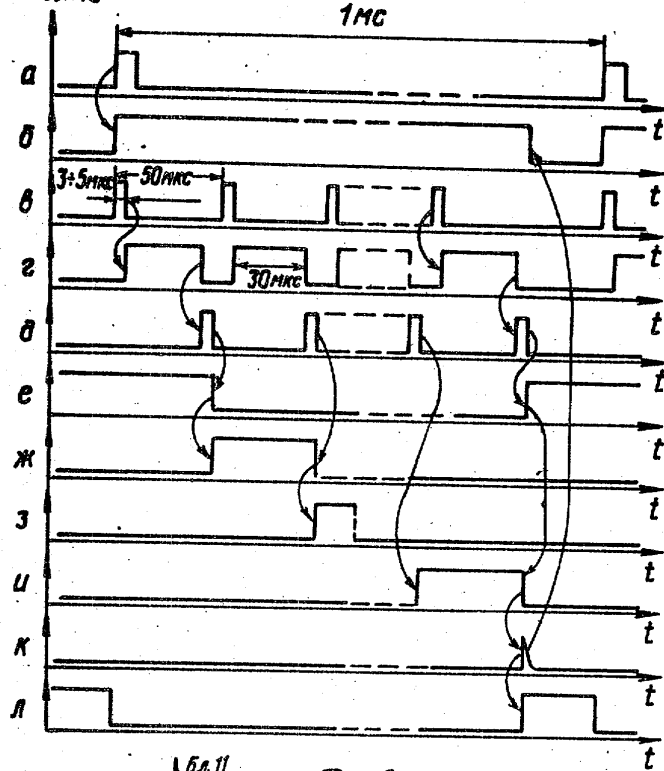
Фиг.6



Φικ.7

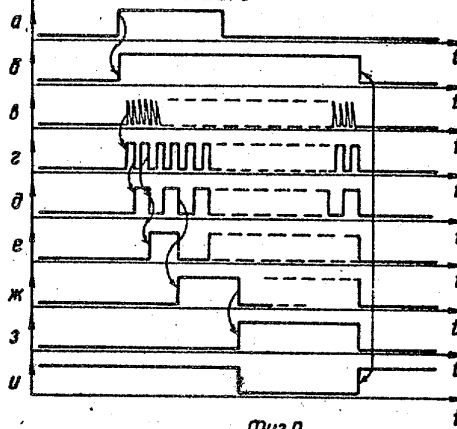
1569027

б.л.15



б.л.11

Фиг.8



Фиг.9

Составитель Г. Доценко

Редактор Н. Рогоulich

Техред М. Дидык

Корректор О. Кравцова

Зака 1410

Тираж 352

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