

MIDI – КЛАВИАТУРА

Кононов Сергей

ksp333@yandex.ru



1. ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА

Рекомендуемая MIDI - клавиатура, названная мной «TRITON PC-1», представляет собой «глухой» клавишный инструмент. Основное его назначение - совместная работа с персональным компьютером, оснащенным музыкальными картами Creative, Gravis, Vortex и другими, имеющими MIDI - вход. Он, кроме того, позволяет работать с внешними приемниками: синтезаторами, тонгенераторами и любыми электромузыкальными инструментами, имеющими MIDI - вход.

При разработке сервисных функций работы MIDI - клавиатуры наиболее достойными образцами для «подражания» оказались изделия итальянской фирмы « MASTER STAR, лидирующей в производстве универсальных MIDI - контроллеров для баянов и аккордеонов.

Инструмент располагает солидным сервисом. Имеется возможность назначить каждой клавише управление двумя MIDI - каналами, причем на каждый канал назначить собственные программы (тембры) и запоминать их вместе с громкостью каждого канала в памяти инструмента. Таким образом, можно произвольно комбинировать и наслаивать любые 2 тембра, имеющиеся в подключенном к клавиатуре синтезаторе.

1.1. Основные параметры устройства.

- | | |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| • Клавиатура | 61 клавиша (5 октав) |
| • Октава | вверх, вниз, стандарт |
| • Program change | 0 - 127 |
| • MIDI Channels (MIDI - каналы) | 1 - 16 |
| • MIDI - контроль | Pitch Bend, Volume, Modulation, Sustain |
| • Работа с внешним секвенсором Start / Stop, Timing Clock (Темп) | 20–240 уд./ мин |
| • Граница деления клавиатуры на 2 мануала | произвольная |

Педаль SUSTAIN может быть любой конструкции с парой нормально разомкнутых контактов, подключенных к инструменту через разъем типа ДЖЕК (1/4» JACK) расположенный на задней панели инструмента.

На панели управления MIDI - клавиатуры (рис.1) находятся дисплей на 4 знака и 19 кнопок, позволяющих произвести все необходимые MIDI - операции по выбору тембров, номера каналов, перераспределению голосов и т.д., а также управлять внешним ритм - компьютером или секвенсором. Справа от дисплея находятся цифровые кнопки для ввода номера программы, номера MIDI - канала, темпа. Слева от дисплея находятся функциональные кнопки, необходимые для управления различными параметрами клавиатуры.

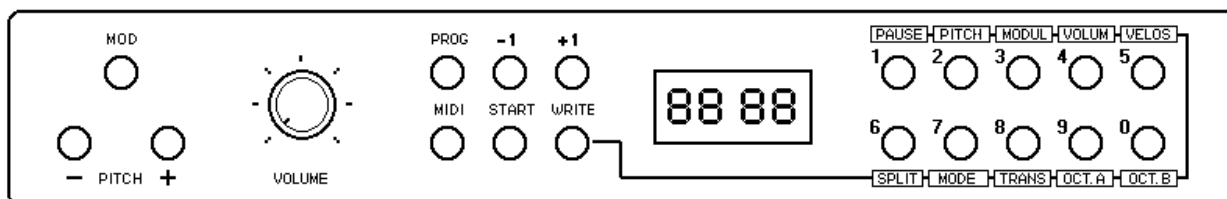


Рис.1. Панель управления.

При последовательном нажатии кнопки PROG (программа) происходит вывод на дисплей параметров клавиатуры:

- тип трека и номер звуковой программы для данного трека. Буква А в левой части дисплея обозначает левый (нижний) мануал, В - правый (верхний) мануал, С - дополнительное MIDI - устройство. За буквой следует трехзначный номер звуковой программы 000 - 127, присвоенной данному треку.
- контроль темпа для генератора ритма. При этом на дисплее индицируется буква «t» и трехзначное число, обозначающее количество ударов (сильных долей) в минуту, а «запятые» на дисплее создают эффект «бегущих огней» для визуального контроля скорости генератора темпа. Диапазон перестройки темпа - от 20 до 240.
- режим каналов и номер собственной программы для данного устройства. В этом случае буква Р в левой части дисплея означает, что вся клавиатура «сидит» в треке «А», буква U - информация с клавиатуры передается в оба трека «А» и «В» (режим «COMBY»), буква L - левый мануал - это трек «А», правый - «В». За буквой на дисплее индицируется двухзначный номер 00-99 собственной программы, хранящейся в памяти данного устройства.

Собственная программа характеризует номера звуковых программ и MIDI - каналов для треков, а также следующую информацию:

- PITCH - скорость тональной перестройки,
- MODULATION - уровень глубины модуляции,
- VOLUME - уровень громкости,
- SPLIT - граница разделения мануалов,
- MODE - режим каналов (P, U, L),
- Oct A - +/- октава для левого мануала,
- Oct B - +/- октава для правого мануала.

Кнопки «-1» и «+1» обеспечивают уменьшение (увеличение) числовых данных на дисплее.

Кнопка «MIDI» служит для назначения MIDI - канала каждому треку. Последовательным нажатием на кнопку выбираем трек. На дисплее при этом отображается трек Ас (Вс, Сс) и номер 1...16 MIDI - канала.

Кнопкой «START» запускают или останавливают (вторым нажатием) внешний ритм-компьютер или секвенсор. На дисплее на пару секунд высвечивается соответственно надпись «Strt» или «StOP», после чего на дисплей возвращается исходное отображение информации.

Кнопка «WRITE» имеет двойное значение. Если все выбранные параметры клавиатуры вас удовлетворяют и их необходимо запомнить под текущим номером собственной программы, то для этого нужно дважды нажать кнопку «WRITE». При первом нажатии дисплей высветит 4 черточки, приглашая устройство к режиму программирования. При втором нажатии происходит запоминание всех режимов и параметров в памяти собственных программ устройства, а дисплей индицирует текущий номер собственной программы.

Второе назначение кнопки WRITE - это работа с устройством в режиме программирования функций.

Режим программирования функций включается первым нажатием кнопки WRITE. На дисплее в этот момент появляются 4 черточки (приглашающие к режиму программирования). В этом случае цифровые кнопки приобретают свои вторые функции - программирование следующих режимов:

PITCH - скорость тональной перестройки. Дисплей высвечивает «Pb» (PITCH BEND) и цифру (1...4). Индикация Pb1 соответствует минимальной, а Pb4 - максимальной скоростям изменения параметра.

MODULATION- глубина модуляции 25,50,75 и 100%. Индицируется буквами LF (LONG FREQUENCY) и цифрами 1,2,3 и 4 соответственно.

VELOCITY - скорость нажатия клавиши. На дисплее индицируется трехзначным числом (000...127)

VOLUME - уровень громкости 0...15. На дисплее отображается двумя левыми цифрами для левой части клавиатуры (трек А) в режиме разделения мануалов и двумя правыми цифрами для правой части (трек В).

SPLIT - граница разделения клавиатуры на два мануала. Дисплей высвечивает «SP» (SPLIT) и двузначный номер клавиши, последней для левой части клавиатуры.

MODE - программирование режима каналов (P,U,L) Дисплей высвечивает «Pr - « соответствующую режиму каналов букву (P,U,L).

TRANSPORT - транспонирование, т. е. изменение высоты тона клавиатуры до 12 полутонов вниз или на столько же полутонов вверх. Это дисплей отображает двузначным числом 01...12 со знаком «-» для транспонирования вниз, а без знака - для транспонирования вверх. Число 00 обозначает отсутствие транспонирования.

Oct A - плюс/минус октава для левого мануала. Это значит, что строй клавиатуры трека А может быть сдвинут на октаву вниз или на октаву вверх. Дисплей высвечивает «Ao -1», «Ao 0», «Ao 1», что означает соответственно сдвиг на октаву вниз, отсутствие сдвига и сдвиг на октаву вверх.

Oct B - плюс/минус октава для правого мануала. Дисплей соответственно индицирует «Bo -1», «Bo 0» и «Bo 1».

PAUSE - размер паузы между MIDI - посылками. Дисплей высвечивает «PA» и двузначное число 01...50, означающее размер паузы в условных единицах. Некоторые музыкальные карты в мультимедиа - компьютерах при смене звуковой программы «буксуют», т.е. останавливают прием MIDI - сообщений на время загрузки нового тембра, что приводит к потере принимаемой информации.

Например YAMAHA SW20 меняет звуки за 0,5 - 1 сек., а GRAVIS ULTRASOUND, загружает звуковые программы с жесткого диска, на что уходит ещё больше времени. Для чёткой работы звуковой карты YAMAHA SW20 размер паузы соответствует 16, для дешевых карт типа SOUNDBLASTER и для музыкальных инструментов с MIDI - входом PAUSE = 1.

Параметры перечисленных функций можно изменять кнопками «-1» и «+1». При повторном нажатии кнопки «WRITE» в память собственных программ устройства вводятся: звуковая программа трека А (0...127), звуковая программа трека В (0...127), звуковая программа трека С (0...127), номер MIDI - канала А (1...16), номер MIDI - канала В (1...16), номер MIDI - канала С (1...16), громкость трека А (1...15), громкость трека В (1...15), октава А (-1, 0, 1), октава В (-1, 0, 1), режим работы мануалов (P, U, L), уровень модуляции (1...4), скорость PITCH BEND (1...4).

Независимо от порядковой нумерации собственных программ инструмента в его памяти хранятся также: граница раздела SPLIT (1...61), смещение высоты тона TRANSPORT (-12...0...+12), скорость нажатия VELOCITY (0...127).

Регулятор «VOLUME» и кнопки «PITCH-», «PITCH+», «MOD» на пульте MIDI - клавиатуры относятся к органам оперативного контроля. Первым из них регулируют громкость по MIDI внешнего устройства. Если клавиатура обслуживает два MIDI - канала (режимы U, L), значит и регулятор обслуживает эти каналы, но по очереди. К какой части клавиатуры (мануалу) в последний момент прикасалась рука человека, по соответствующему MIDI - каналу и будут передаваться параметры регулятора громкости. Нагляднее это можно сделать, выйдя в режим программирования функций, т.е. нажать на кнопку «WRITE» и затем кнопкой «4» включить функцию VOLUME. При плавном вращении ручки переменного резистора R36 «VOLUME» (рис.1) по часовой стрелке дисплей должен отобразить 16 градаций уровня от 0 до 15. Если работаем на левой части клавиатуры, то регулятор будет действовать только на громкость канала «А», а уровень громкости покажет левая часть дисплея. Если работаем на правой части клавиатуры, то регулятор будет влиять только на громкость канала «В», а уровень громкости станет показывать правая часть дисплея.

Кнопки «PITCH-» и «PITCH+» обеспечивают удобство имитации работы колеса-регулятора PITCH BEND с плавным смещением тона вниз/вверх и обратно. В режиме программирования функций можно ускорить или замедлить работу имитатора PITCH BEND, выбрав одну из 4 скоростей изменения высоты тона.

Кнопка «MOD» - орган контроля четырех уровней модуляции. При включении и удержании ее в нажатом состоянии включается по MIDI модуляция тона. При отпускании кнопки модуляция отключается. Глубина модуляции - 25%, 50%, 75% и 100%.

2. ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМА

2.1. Обоснование схемотехнического решения

Выбор элементов производился с учетом того, что все использованные элементы для конструирования устройства широко распространены и недороги. Они все очень хорошо согласуются с работой процессора Z80.

Схема MIDI - клавиатуры приведена на рис.2. Все устройство состоит из трех функционально законченных блоков: блока процессора (А1); панели управления (А2) и блока клавиатуры (А3). Комплект микросхем, работающих в этих блоках аналогичен комплектации таких устройств, как Синклер и АОН, так что любители конструирования ЭМИ не будут испытывать затруднений в поисках элементной базы.

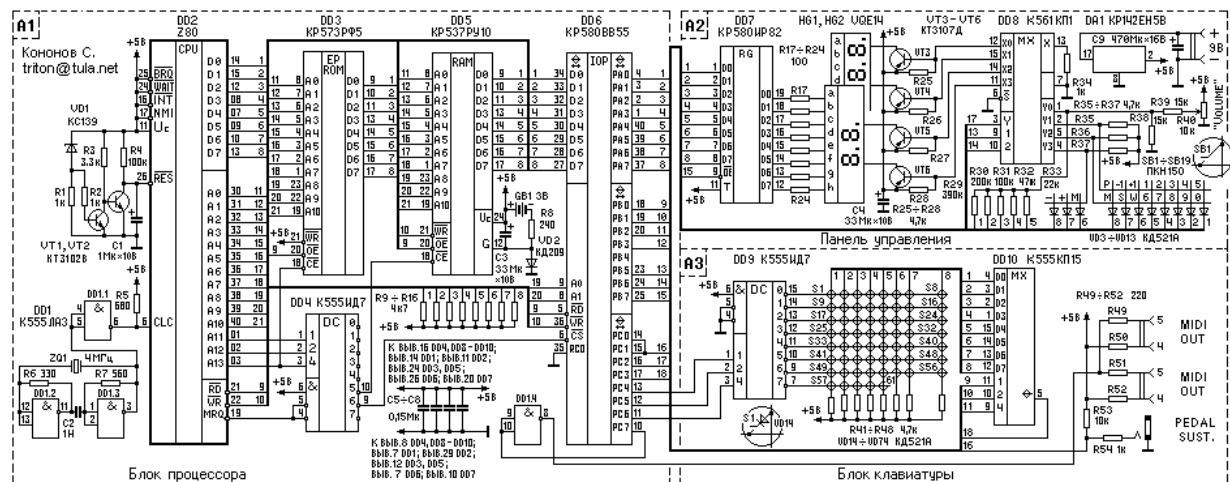


Рис. 2 MIDI – клавиатура. Схема электрическая принципиальная.

2.2. Блок процессора (A1)

Блок процессора похож на процессор АОНа. На логических элементах DD1.1 – DD1.3 и кварцевом резонаторе ZQ1 собран задающий генератор процессора Z80 (DD2). Это стандартная схема мультивибратора, пропущенная через буфер DD1.1 для улучшения качества фронтов и заведена с выхода буфера на тактовый вход CLC процессора Z80. Собственная частота кварцевого резонатора должна быть 4МГц, иначе изменится скорость передачи MIDI – информации со старшего разряда регистра С микросхемы DD6 через буферный элемент DD1.4.

Процессор при пониженном питании может вести себя непредсказуемо, и выполнить все, что угодно. В связи с этим на транзисторах VT1, VT2 введено устройство предупредительного сброса. Оно обеспечивает сигнал сброса на входе RESET/DD2 при включении / выключении питания, когда напряжение питания не превысило + 4,6В. Как только напряжение становится ниже $U_{stab} + U_{б.э}$ транзистора VT1, процессор начинает входить в сброс, прежде чем он случайно выполнит какую-либо операцию. Это обеспечивает высокую надежность сохранения информации в энергонезависимой памяти DD5 в момент включения / выключения питания.

Узел, состоящий из батареи GB1 и элементов C3, R8, VD2, поддерживает питание микросхемы DD4 для длительного хранения в ней информации при отключенном общем питании инструмента.

Дальнейшей составляющей частью блока является постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) KP573PФ5. В ней хранится сама программа.

ОЗУ (KP537PY10) необходимо для хранения результатов обработки промежуточных данных, а также собственных параметров клавиатуры, которые мы устанавливаем.

Для правильной работы программы и распределения адресного пространства между всеми составляющими блока процессора, т.е. ПЗУ, ОЗУ, порта ввода/вывода KP580BB55 в схему включен адресный селектор DD4 (K555ИД7). Адресный селектор анализирует старшие адреса процессора и распределяет адресное пространство по этим внешним устройствам. С выхода 5 DD4 появляется сигнал «0», который выбирает микросхему DD5 только в следующем диапазоне адресов с 3000 до 37FF. Вывод 6 микросхемы DD4 подключенный к выборке CS порта KP580BB55 обслуживает этот порт сигналом логического «0». Остальные выходы микросхемы DD4 не задействованы, хотя нужно выбрать и ПЗУ KP573PФ5. Его можно было бы подключить к выводу 0 DD4, так как ПЗУ должно начинаться с нулевых адресов и вывод 0 микросхемы DD4 как

раз обслуживает адреса с 000 и до 7FF – это 2 Кбайта адресного пространства. Каждый выход DD4 обслуживает 2 Кбайта.

Вход выборки ПЗУ (18 вывод микросхемы) подключен к старшему задействованному адресу A13, процессора Z80. Это объясняется тем, что все периферийные устройства, подключенные к DD4, обслуживаются только при уровне логической единицы на адресе A13. Таким образом, когда на адресе A13 процессора будет уровень логической «1», ПЗУ будет отключено, а периферийные устройства подключены и наоборот. Это сделано для того, чтобы при монтаже печатной платы блока процессора в панельку под микросхему KP573PФ5 вставлять и эту микросхему и микросхемы большего объема. Потому что адрес A13 процессора подключенный к панельке, в которую вставляется микросхема ПЗУ, может обслужить адресное пространство размером до 8 Кбайт, т. е. в панельку можно вставить микросхемы KP573PФ4, KP573PФ6.

Микросхема KP580BB55 предназначена для параллельной передачи информации между микропроцессором Z80 и периферийными устройствами и содержит три 8-разрядных канала ввода/вывода А, В, С.

Канал С представлен в виде двух 4-разрядных каналов ввода/вывода, доступ к которым производится как к отдельным независимым каналам. Периферийные устройства (в данном случае – это блок клавиатуры) подключается к каналам В и С, а связь с микропроцессором осуществляется с помощью шины D.

В данном устройстве микросхема KP580BB55 запрограммирована следующим образом. Канал А и В включены на вывод информации, канал С используется как два 4-разрядных канала. Разряды C0 – C3 регистра С запрограммированы на ввод информации, а разряды C4 –C7 – на вывод информации.

Из характеристик микропроцессора Z80 по постоянному току при напряжении питания 5В для адресных выходов Z80, характерно наличие тока 150 мкА в состоянии логической «1» и 2мА в состоянии логического «0». Чтобы уровни логической «1» были достаточно «подтянуты», в цепь включены резисторы R9 – R16. Конденсаторы C5 – C8 служат для подавления импульсных помех.

Согласно протоколу MIDI для работы данного устройства нужен блок питания, обеспечивающий ток нагрузки не менее 500мА.

2.2.1. Задающий генератор.

Для работы микропроцессора Z80 требуется одна последовательность тактовых импульсов. В данном устройстве применена схема генерации синхронизирующих импульсов для процессора Z80, частота которых определяется кварцевым резонатором ZQ1 и равная 4МГц.

Логическая интегральная микросхема K555ЛА3 хорошо подходит для создания генератора импульсов прямоугольной формы с хорошими фронтами. Резисторы, соединяющие вход и выход инверторов, обеспечивают за счет отрицательной обратной связи по постоянному току смещение транзисторов этого инвертора в линейный режим. Если и второй инвертор выведен на линейный участок характеристики, то в генераторе осуществляется «мягкий» режим самовозбуждения колебаний.

С помощью согласующего резистора R5 сопротивлением 680 Ом, уровень логической «1», на выходе генератора тактовых импульсов увеличивается примерно до 5 В, что обеспечивает устойчивую работу микропроцессора Z80.

2.2.2. Цепь питания микросхемы KP537PY10

При выключении общего питания устройства напряжение питания +5 В начинает приближаться к потенциалу земли. При этом диод VD2 запирается и через резистор R8 на вывод 12 микросхемы KP537PY10 поступает питание –3В от батареи GB1. В других схемах, питание энергозависимой микросхемы при помощи диодной развязки подается на вывод 24 микросхемы, т. е. в данном случае +3В. Но тогда получается, что при выключении питания на выводе 12 DD5 и остальных ножках микросхемы 0В. Это значит, что на 21 ножке микросхемы тоже 0В, т. е. присутствует активный уровень записи. Это неправильно.

В данной схеме на выводе 12 напряжение равно –3В и относительно этого вывода на выводе 21 напряжение равно +3В, т. е. сигнал записи находится в состоянии логической «1» и это соответствует неактивному уровню. Резистор R8 – токоограничительный. Через него происходит зарядка аккумулятора. При выключенном питании, когда микросхема KP537PY10 находится в режиме хранения информации, она потребляет ток в несколько микроампер и падение напряжения на резисторе R8 практически отсутствует. Т. е. батарея полностью отдает все напряжение для питания микросхемы KP537PY10.

2.3. Блок панели управления (A2)

Блок панели управления занимается опросом 19 кнопок пульта управления, динамической индикацией четырехразрядного 7- сегментного дисплея и оцифровкой единственной аналоговой части устройства - регулятора громкости R40. В этот же блок введена схема стабилизатора напряжения питания DA1, C9. Для дисплея использованы очень удобные, на мой взгляд, яркие сдвоенные индикаторы VQE14 (старое название КИПЦ 09И), стоящие в телевизорах «Горизонт» 4 и 5-го поколений.

Схема панели управления довольно проста. Регистр KP580IP82 работает как буфер, так как выходы микросхемы KP580BB55 очень слабые для того, чтобы зажечь семисегментные индикаторы. Выходы регистра KP580IP82 очень мощные (до 72 мА) и через резисторы R17-R24 они зажигают светодиоды, находящиеся внутри семисегментных индикаторов. Резисторы R17-R24 являются токоограничительными, так как противоположные выводы этих индикаторов включены почти напрямую к +5В через транзисторные ключи.

Транзисторные ключи (VT3-VT6) предназначены для динамического отображения индикации, т.е. поочередного высвечивания каждой цифры. Через регистр A (KP580BB55) на микросхему KP580IP82 выдается код засветки сначала для первого знака (индикатора). Открывается транзистор VT3, горит первая цифра. В это время остальные транзисторы закрыты. Затем меняем информацию на микросхеме KP580IP82 и включаем второй индикатор. Все это происходит с большой скоростью, незаметной для глаз. Поочередное включение транзисторных ключей происходит через мультиплексор K561КП1 2-разрядным кодом с выходов PB5, PB6 (KP580BB55).

У микросхемы K561КП1 есть еще вторая половинка, которая используется для опроса клавиатуры. Переключая транзисторные ключи, можно также переключать строки для опроса кнопок SB1-SB19. Эти входы мультиплексора являются аналоговыми, т. е. можно опрашивать не только ТТЛ- сигналы, но и аналоговые сигналы. В частности на 1 вывод поступает аналоговый сигнал от схемы опроса потенциометра R29-R33; R38-R40. Это программно-аппаратный АЦП, позволяющий проанализировать уровень потенциометра с точностью в 32 градации.

Потенциометр R40 меняет свое напряжение на стрелке от 0 до +5В. Это напряжение поступает на 1 ножку микросхемы K561КП1. Микросхема K561КП1 –

это аналоговый мультиплексор. Сигнал с потенциометра R40 проходит на выход, т.е. на 3 ножку микросхемы и далее идет на второй разряд микросхемы KP580BB55A. Вход KP580BB55A имеет порог срабатывания в середине питания, т.е. сигнал на входе ниже половины питания будет прочитан, как логический 0, а если больше половины питания, то процессор поймет это как уровень логической 1. Это и есть пороговые свойства, которые мы и используем.

Теперь удобно эту схему представить отдельно. В нее войдут: потенциометр R40, резистор R39 и пять резисторов R29-R33. Минус микросхему K561КП1, весь этот узел подключить ко второму разряду микросхемы KP580BB55A, потому, что у K561КП1 1 и 3 можно считать как бы замкнутыми между собой. Теперь рассматриваем схему этого АЦП. Пять резисторов R29-R33 – это ЦАП, у которого, если отключить потенциометр, формируется выходное напряжение пропорциональное коду, который подается на эти резисторы с младших 5 разрядов регистра А микросхемы KP580BB55A. Процессор перебирает код на входе ЦАПа и анализирует, при какой кодовой комбинации происходит изменение логического уровня на пороговом входе PC2 микросхемы KP580BB55A. Пятиразрядная кодовая комбинация имеет 32 варианта, от 00000 до 11111, т.е. от 0 до 31. Подпрограмма оцифровки отслеживает потенциометр, запоминает его уровень (32 градации), затем опять же программно анализируется, корректируется ошибка, и в результате на выходе подпрограммы формируется результат: 16 уровней потенциометра защищенных от помех и «дребезга контактов». В MIDI послышке громкость имеет 127 уровней. В нашем случае громкость мы можем регулировать ступенями 0, 8, 16...и т.д.

Следующие три входа – это 2, 4 и 5 ножка микросхемы K561КП1. Они предназначены для опроса матрицы кнопок SB1-SB19 панели управления. Диодная развязка для каждой пары контактов, включенных в пересечение уже необязательна, так как кнопки нажимаются по одной.

Особое внимание следует уделить настройке схемы опроса потенциометра R29-R33; R38-R40. Эту работу выполняют на отлаженном и полностью функционирующем инструменте. Включите инструмент, нажмите на пульте кнопку «WRITE» и тут же кнопкой «4» включите функцию VOLUME. При плавном вращении ручки резистора R40 по часовой стрелке дисплей должен отобразить 16 градаций уровня от 0 до 15. Если диапазон регулировки смещен (или узок), добивайтесь нормальной работы схемы аналого-цифрового преобразования подбором резистора R38 (R39).

2.4. Блок клавиатуры (А3)

Блок клавиатуры образуют музыкальная клавиатура, микросхемы DD9, DD10 и разъемы для подключения к инструменту до двух MIDI - приемников и педали SUSTAIN.

В описываемом инструменте применена пяти-октавная клавиатура (61 клавиша), начинающаяся с ноты «Фа». Каждая музыкальная клавиша оснащена парой нормально разомкнутых контактов, которые объединены в матрицу 8 x 8 с диодной развязкой. На схеме S1 – это крайняя левая клавиша, S61 - крайняя правая.

Каждая пара контактов включена в пересечение матрицы, состоящей из восьми строк и восьми столбцов. Включена она через разделительный диод, потому что во время игры на инструменте, возникает ситуация, когда нажато несколько пар контактов, т. е. взят музыкальный аккорд. И если диоды отсутствуют, то замкнутся строки и столбцы. Процессор может неправильно определить нажата клавиша или нет. Разделительные диоды не дают этого сделать.

Строки матрицы – это выходы дешифратора DD9 (микросхема K555ИД7), а столбцы – это входы мультиплексора DD10 (микросхема K555КП15).

Опрос клавиатуры происходит следующим образом. Процессор через регистр С порта DD6 выдает адреса строк на дешифратор DD9, комбинацию от 000 до 111. Одна из строк активизируется, т. е. у неё появляется уровень логического нуля. Если на этой строке одна из пар контактов замкнута, то уровень логического нуля через замкнутую контактную пару и развязывающий диод поступает на вход мультиплексора K555КП15. На остальных столбцах с разомкнутыми контактами присутствует уровень логической «1». Входы мультиплексора K555КП15 через резисторы $R41 \div R48$ подключены к +5 В питания. В отсутствии этих резисторов помехи проникали бы свободно на вход микросхемы.

Как только уровень логического нуля через замкнутые контакты проходит на вход мультиплексора, он появляется на выходе 5 DD10 и проходит на третий разряд регистра С микросхемы DD6. У регистра С разряды от 0 до 3 запрограммированы на ввод информации, а разряды с 4 по 7 – на вывод. Через разряд 3 DD6 выход DD10 прочитывается процессором и он анализирует, что данная клавиша нажата.

Чтобы на каждой строке перебрать все 8 столбцов, процессор подает на мультиплексор комбинацию адресов от 000 до 111. Сначала активизируется строка DD9, а через мультиплексор DD10 столбцы прочитываются по очереди процессором. Он перебирает их при помощи регистра В DD6 младших трех разрядов. И они поступают на адресные входы DD10.

Если для конструируемого инструмента используется клавиатура, начинающаяся с ноты «До», то необходимо сместить строй матрицы на 7 клавиш. Для этого в ПЗУ нужно увеличить на 7 код в ячейках, с адресами 025FH и 0268H, т.е. вместо кода «05H» записать «0CH».

3. Блок питания

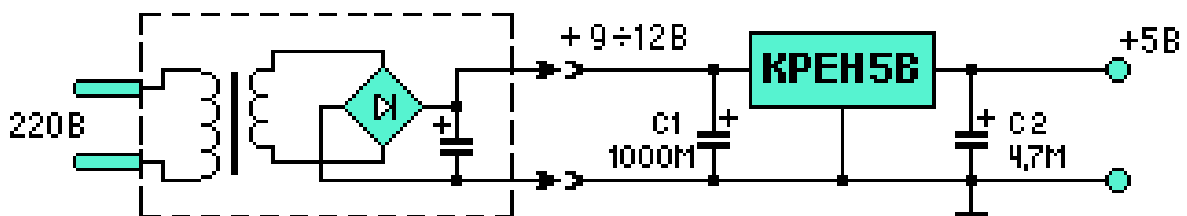


Рис.3. Блок питания для MIDI – клавиатуры

Питание клавиатуры обеспечивается внешним блоком питания. Для этого подойдет любой китайский блок питания для магнитол или приставок типа ДЕНДИ, обеспечивающий ток нагрузки не менее 500 мА.

Интегральный стабилизатор напряжения КР142ЕН5В, на вход которого подается выпрямленное через диодный мост постоянное напряжение + 9 ...12 В размещен на плате панели управления.

4. Вывод MIDI – информации.

С технической точки зрения, MIDI представляет собой обычный последовательный асинхронный интерфейс типа «токовая петля» со скоростью передачи информации 31,25 Кбод.

В разработанном в данной работе устройстве вывод MIDI – информации является чисто программным, т. е. последовательный код выдается без помощи последовательного связного адаптера (например, микросхема КР580ВВ51,

предназначенная для перевода параллельного кода в последовательный). В данном случае скорости процессора при тактовой частоте 4МГц достаточно для того, чтобы он сам на программном уровне синтезировал последовательную кодовую посылку – MIDI-посылку. Это сделано для экономии. Т. е. такая преобразовательная микросхема не нужна, а нужен всего лишь буфер: оставшийся свободным элемент DD1.4 микросхемы K555ЛА3

Буфер нужен для того чтобы пропуская через себя сигнал MIDI – посылки седьмого разряда регистра С DD6, обеспечить засветку светодиода внутри оптронной пары внешнего MIDI – адаптера. При этом должен быть обеспечен ток не менее 10 мА. Микросхема K555ЛА3 это позволяет.

Подключение компьютера в MIDI – сеть осуществляется с помощью специального MIDI – адаптера.

Можно приобрести такой адаптер в магазине, но он стоит достаточно дорого. Его можно изготовить в домашних условиях. Важно помнить только о том, что в стандартном MIDI – интерфейсе используются соединения типа «токовая петля», а на разъем Joystick/MIDI звуковой карты выводятся сигналы ТТЛ (транзисторно-транзисторной логики), т. е. сигналы со стандартными для компьютера значениями напряжения.

Гальваническая развязка реализуется с помощью оптрона V1, включенного во входную цепь адаптера. Оптрон состоит из светодиода и фототранзистора в одном корпусе. Обмен информацией между MIDI – устройствами происходит по схеме: электрический сигнал – оптический сигнал – электрический сигнал. Приемник MIDI – интерфейса (приемная часть токовой петли) содержит оптрон AOT127A, резисторы R1, R2 и R3, и схему формирования ТТЛ – сигналов на элементе DD1.1. Сопротивление резистора R1 выбрано согласно стандартному MIDI – интерфейсу. Резистор R2 обеспечивает закрытое состояние фототранзистора внутри оптронной пары. Вместо оптрона AOT127 можно использовать AOT128, AOT110 и аналогичные с любой буквой.

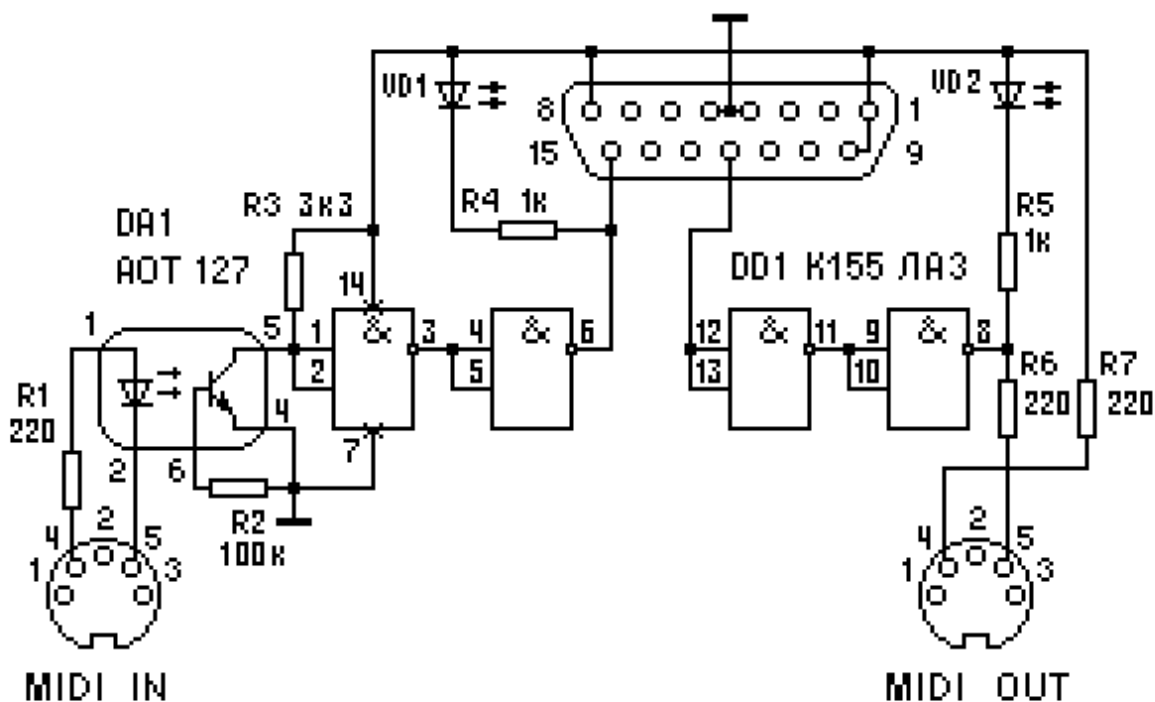


Рис. 4. MIDI – адаптер

На вход приемника поступает сигнал с разъема MIDI IN. На выходе приемника формируется ТТЛ – сигнал MIDI RXD (контакт 15 разъема X1).

На вход MIDI – передатчика (передающей части токовой петли) с контакта 12 разъема звуковой карты поступает сигнал MIDI TXD на входы 1 и 2 элемента DD1.2. А его выходом служит разъем MIDI OUT, к которому и подключается стандартный MIDI – кабель через ограничительные резисторы R4 и R5, величина сопротивления которых установлена MIDI – интерфейсом и равна 220 Ом.

Схема на элементе DD1.2 не только формирует из стандартных ТТЛ – сигналов перепады тока, необходимые для нормальной работы оптрона в MIDI – приемнике внешнего устройства, но и служит буфером, защищающим микросхемы дорогостоящей звуковой карты от выхода из строя при случайном замыкании в соединительном кабеле.

Напряжение питания +5В в блок согласования (контакт 8 разъема X1) поступает через цепи звуковой карты и ее разъем с блока питания компьютера. Светодиоды VD1 и VD2 предназначены для визуального наблюдения наличия MIDI – посылок.

5. Настройка устройства.

Перед подключением MIDI – контроллера к персональному компьютеру необходимо проверить наличие MIDI – посылок.

Контроль наличия MIDI — посылка осуществляется следующим образом: к выводу 5 одного из разъёмов «MIDI OUT» подключается щуп осциллографа;

нажимаем педаль «SUSTAIN» или «закорачиваем» на массу входы нулевого и первого разрядов регистра С микросхемы DD6;

включаем питание инструмента.

При таком включении работает циклическая программа вывода MIDI - кода 55H. На осциллографе это выглядит как последовательность пачек из 5 импульсов. Длительность каждого бита кодовой посылки должна быть равна 32 мксек., что соответствует 31250 бит/сек - скорости передачи MIDI - сообщений.

6. Подключение клавиатуры.

Подключение MIDI – клавиатуры к персональному компьютеру показано на рисунке 5.

Разъем Joystick/MIDI («Game Port») находится на монтажной скобе звуковой карты, но для подключения адаптера к звуковой карте требуется не отечественный разъем РП15–15ШК, а импортный DB15–F. По конструкции разъемы полностью идентичны, однако нумерация контактов не совпадает.

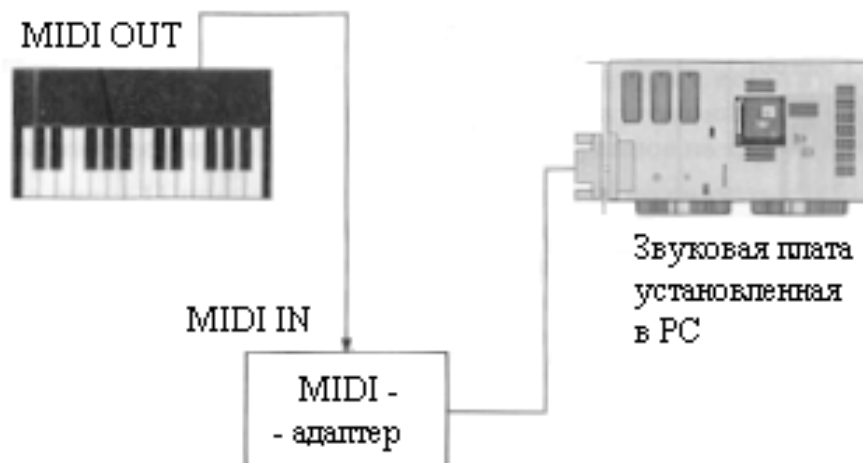


Рис.5. Схема подключения MIDI – клавиатуры к звуковой карте.

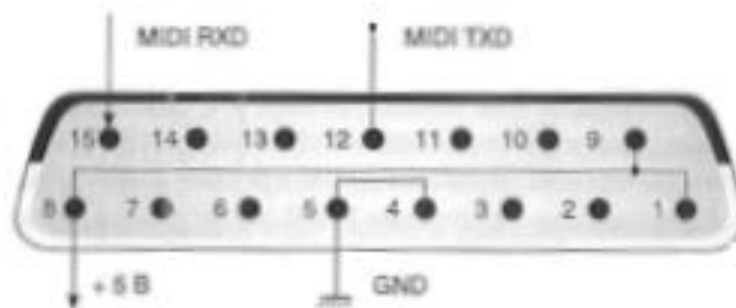


Рис.6. Разъем «Game Port» на звуковой карте

Назначение контактов:

- 4,5 – Соединены с общим проводом блока питания компьютера;
- 1, 8, 9 – соединены с клеммой источника питания +5 В;
- 15 – входной сигнал MIDI IN TTL;
- 12 – выходной сигнал MIDI OUT TTL.

MIDI – КЛАВИАТУРА

Дополнение.

Составлено по вопросам читателей статьи « MIDI - клавиатура для мультимедиа - и MIDI - синтезаторов («РАДИО» 1997, №3 и №4).

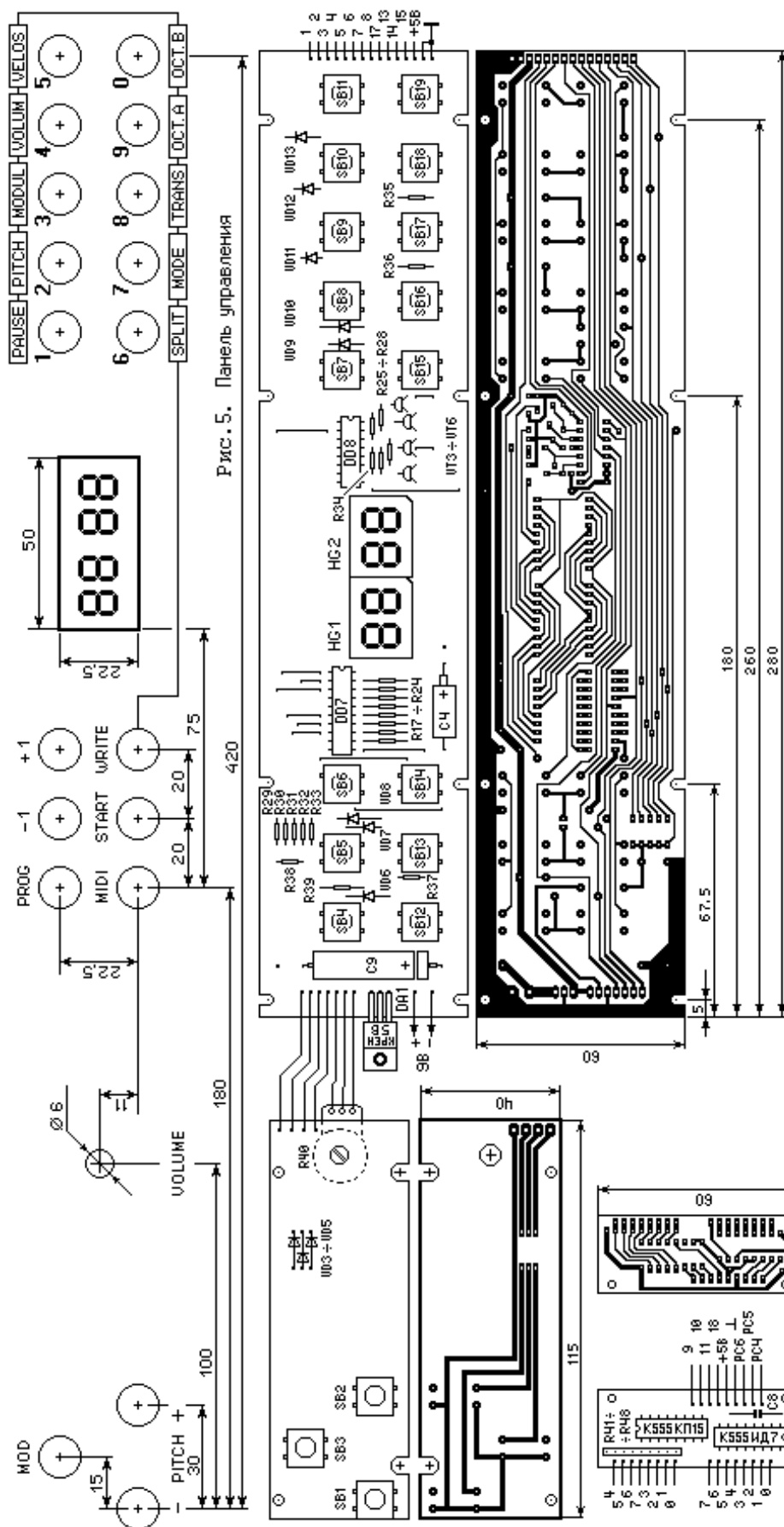
Сразу обращаю внимание на неточности, допущенные в данной статье (см. «РАДИО» №3, стр.41, рис.1.).

- в схеме блока клавиатуры А3 вместо VD14 - VD48 следует читать VD14 - VD74 ;
- На схеме в кружочке SB1+VD1 неверно указаны полярность подключения диода и его номер, исправьте на VD3.
- вывод 7 микросхемы DD10 (Chip Select) подключен к массе.
- резистор R49 оторвать от + 5в и подсоединить к выв. 8 / DD1.4 в схеме блока процессора.

Некоторые конструкции музыкальных клавиатур не позволяют изготовить контактную матрицу 8 x 8. Для этого можно воспользоваться схемой расширенного варианта блока клавиатуры (рис.1). В этой схеме используется матрица 12 x 8, а размер клавиатуры может достигать 6-8 октав. В таблице прошивки ПЗУ необходимо изменить коды

- для 5-октавной клавиатуры: 025FH - 0CH ; 0268H - 0CH ; 07E2H - 0CH ;
- для 6-7 октавной: 025FH - 0CH ; 0268H - 0CH ; 07E2H - 0CH ;
- 05C6H - 80H ; 05C5H - 54H ; 07D8H - 54H.

Число в ячейках ПЗУ с адресами 05C5H и 07D8H означает количество клавиш на клавиатуре, например 54H, что соответствует 84 клавишам для 7 октав или 60H - для 8 октав.



На разработку печатной платы процессора не стоит затрачивать много усилий. Это стандартная схема, очень похожая на схему процессора АОНа, поэтому можно «не городить огород», а использовать печатные платы

телефонного определителя, компактные, «вылизанные» многолетним опытом работы конструкторов - АОНистов.

На этих 4-х платах размещена практически вся схема MIDI - клавиатуры за исключением резисторов R49 - R54, которые «висят» непосредственно на разъемах «MIDI OUT», «Pedal Sustain».

Электромusикальный инструмент на базе MIDI - клавиатуры.

В настоящее время в большом ассортименте имеются в продаже дочерние платы к музыкальным картам, устанавливаемым в компьютеры. Стоимость их от 20 до 200 долларов и выше. Любая дочерняя плата представляет собой полноценный синтезатор (Wave Table - тонгенератор) с ТТЛ - MIDI - входом. В этом случае, руководствуясь разводкой разъемов, нужно обеспечить эту плату питанием + 5 и + / - 12 В и сигналом Reset с низким активным уровнем, а ТТЛ - MIDI - вход дочерней платы подсоединить к выв. 8 / DD1.4 в схеме блока процессора. Сигнал Reset с низким активным уровнем, снимается с коллектора транзистора VT2 в схеме блока процессора.

Возможен вариант с размещением дочерней платы в отдельном корпусе с собственным блоком питания и собственной схемой генерации Reset. Стандартный MIDI - интерфейс использует соединение типа «токовая петля», поэтому необходимо добавить адаптер стандартного MIDI-входа. В этом случае получается независимый тонгенератор (внешний MIDI - синтезатор), который можно будет включать в сеть стандартных MIDI - инструментов.

Таблица приведена в том же виде, как выглядит внутренний разъем, повернутый вертикально.

Для подключения платы синтезатора потребуется двухрядный штыревой разъем типа PLD (РАДИО 1997, №4, стр.60) на 26 контактов. Такой разъем можно выпаять из старых компьютерных плат.

Блок питания может быть собран по любой схеме и имеет стабилизированные напряжения: + 5в (1 А) и +/-12в (500мА).

Внутренний разъем дочерней платы.	
1 Gnd	2
3 Gnd	4 MIDI Out
5 Gnd	6 + 5
7 Gnd	8 MIDI In
9 Gnd	10 + 5
11 Gnd	12
13	14 + 5
15 GndA	16
17 GndA	18 +12
19 GndA	20 Audio Right
21 GndA	22 - 12
23 GndA	24 Audio Left
25 GndA	26 - Reset

Схема внешнего модуля тонгенератора показана на Рис.8.

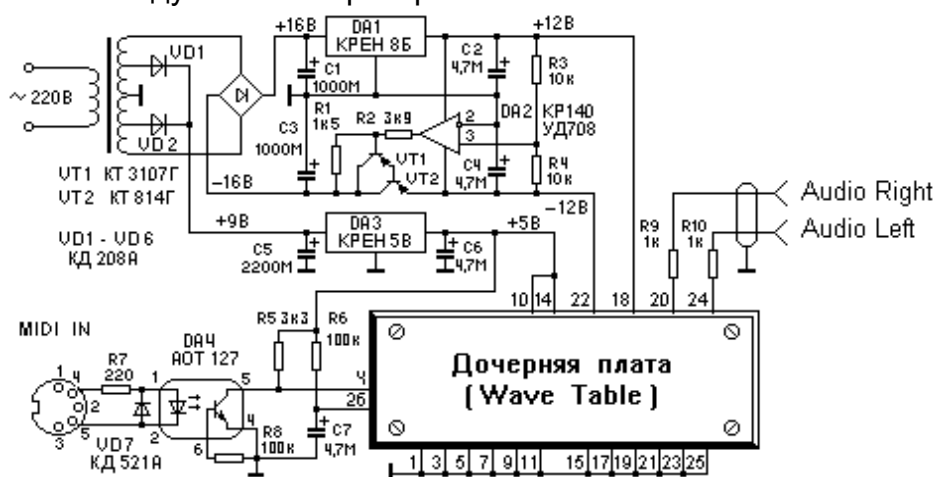


Рис. 8. Модуль тонгенератора.

MIDI - КЛАВИАТУРА

Данная в журнале «Радио» №4/1997 таблица прошивки ПЗУ была изменена почти сразу же при поступлении первых жалоб на неустойчивую работу устройства.

Первоначально программа передачи MIDI- сообщений отлаживалась с использованием звуковой карты Creative Vibra 16. Тогда, 5-6 лет назад, она была самой распространенной. До этого я использовал синтезатор YAMAHA FB-01. Для звуковой карты Vibra 16 скорость передачи MIDI – информации была занижена на 1 – 1,5 %. Только тогда появилась устойчивая связь. Посчитав Creative эталоном, я решил отправить именно эту версию прошивки ПЗУ в редакцию журнала «Радио». Позднее обнаружилось, что эта скорость передачи совершенно не пригодна для профессиональных инструментов, особенно «Made in Germany».

Итак, ребята, предлагаю новую версию ПЗУ.
В ней пришлось кое-что выкинуть, например:

- Контроль наличия MIDI - посылок осуществляется следующим образом: к выводу 5 одного из разъемов «MIDI OUT» подключается щуп осциллографа;
- нажимаем педаль «SUSTAIN» или закорачиваем на массу входы PC0, PC1 микросхемы DD6;
- включаем питание инструмента.
- При таком включении работает циклическая программа вывода MIDI - кода 55H. На осциллографе это выглядит как последовательность пачек из 5 импульсов. Длительность каждого бита кодовой посылки равна 32 мксек., что соответствует скорости передачи MIDI - сообщений.

Если вам понадобится эта тестовая программка, то воспользуйтесь старой прошивкой из журнала. Освободившееся свободное место в ПЗУ (а его там совершенно не было) дало возможность расширить функции передачи MIDI – посылок, немного переделав что-то там в ассемблере. Теперь можно изменить скорость передачи в небольших пределах.

Обращаю внимание на следующие ячейки памяти в ПЗУ:

002AH – 7EH ; 002BH – 7EH ; 002CH – 7EH ;	Скорость уменьшена на 1,5 %
002AH – 00H ; 002BH – 7EH ; 002CH – 7EH ;	Скорость передачи стандартная
002AH – 00H ; 002BH – 00H ; 002CH – 7EH ;	Скорость увеличена на 1,5 %
002AH – 00H ; 002BH – 00H ; 002CH – 00H ;	Скорость увеличена на 3 %

Ну, а теперь желаю, чтобы все...

Кононов Сергей

ksp333@yandex.ru