

(Продолжение, начало № 1–2/2000)

# Предварительный усилитель с микроконтроллерной системой управления

Основная часть процессора (рис. 13) содержит дешифратор адреса U1 и регистры U2-U6, являющиеся расширением портов вывода микроконтроллера. Выводы разрешения выходов регистров ОС объединены и управляются специальным сигналом микроконтроллера, что необходимо для выключения всех исполнительных устройств на время действия сигнала "сброс" микроконтроллера и при инициализации.

Регистр U2 служит для управления линиями сканирования кнопок управления S0, S1 и линиями сканирования состояния галетных переключателей L0-L2, R0-R2. Линии сканирования состояния галетных переключателей поступают на дешифраторы (КФ153ЗИД7 в корпусах SOIC), которые смонтированы на небольших платах, размещенных вблизи переключателей и включенных в разрыв проводов (рис. 15). Сделано это для минимизации количества контактов разъемов и проводов, соединяющих основную часть процессора и переключатели.

Регистр U3 служит для управления аналоговым коммутатором платы фильтров спектроанализатора и драйверами двигателей. Дополнительно нулевой разряд этого регистра используется для управления реле "-20dB".

Регистр U4 служит для управления ЦАП, на котором построен АЦП последовательного приближения. АЦП используется для измерения уровня сигнала в полосах спектроанализатора. В качестве ЦАП применена микросхема КР572ПА1А в 8-разрядном включении. Стабилитрон VD1 является опорным источником ЦАП. Алгоритм последовательного приближения реализован программно. Выходное напряжение ЦАП сравнивается с входным напряжением АЦП с помощью компаратора U11. Резисторы R3 и R2 вводят небольшой гистерезис. С1 уменьшает дрейбег компаратора на фронтах. Из тех же соображений номинал нагрузочного резистора R4 выбран относительно большим. Получаемый с АЦП 8-разрядный код затем перекодируется по логарифмической таблице и отображается в виде столбиков на светодиодном дисплее. Инвертирующий вход компаратора является входом АЦП, на него подается напряжение с блока фильтров спектроанализатора.

Регистр U5 служит для управления реле платы буферного усилителя и светодиодами EqBypass. Кроме того, этот регистр формирует сигналы LE (Listen Enable) и RE (Record Enable), которые разрешают включение реле селектора входов. Эти сигналы нужны для реализации коммутации по принципу "break before make". Для непосредственного управления реле служат мощные элементы с открытым коллектором U12 типа К155ЛП9.

говым коммутатором фильтров; LL – светодиоды, смонтированные в ручке переключателя Listen; RL – светодиоды, смонтированные в ручке переключателя Record; AIn – вход АЦП, сигнал на который поступает с выхода аналогового коммутатора фильтров; Smp – выход компаратора, сигнал с которого поступает на порт P1.0 процессора; EL – светодиоды EqBypass; VL – светодиоды, смонти-

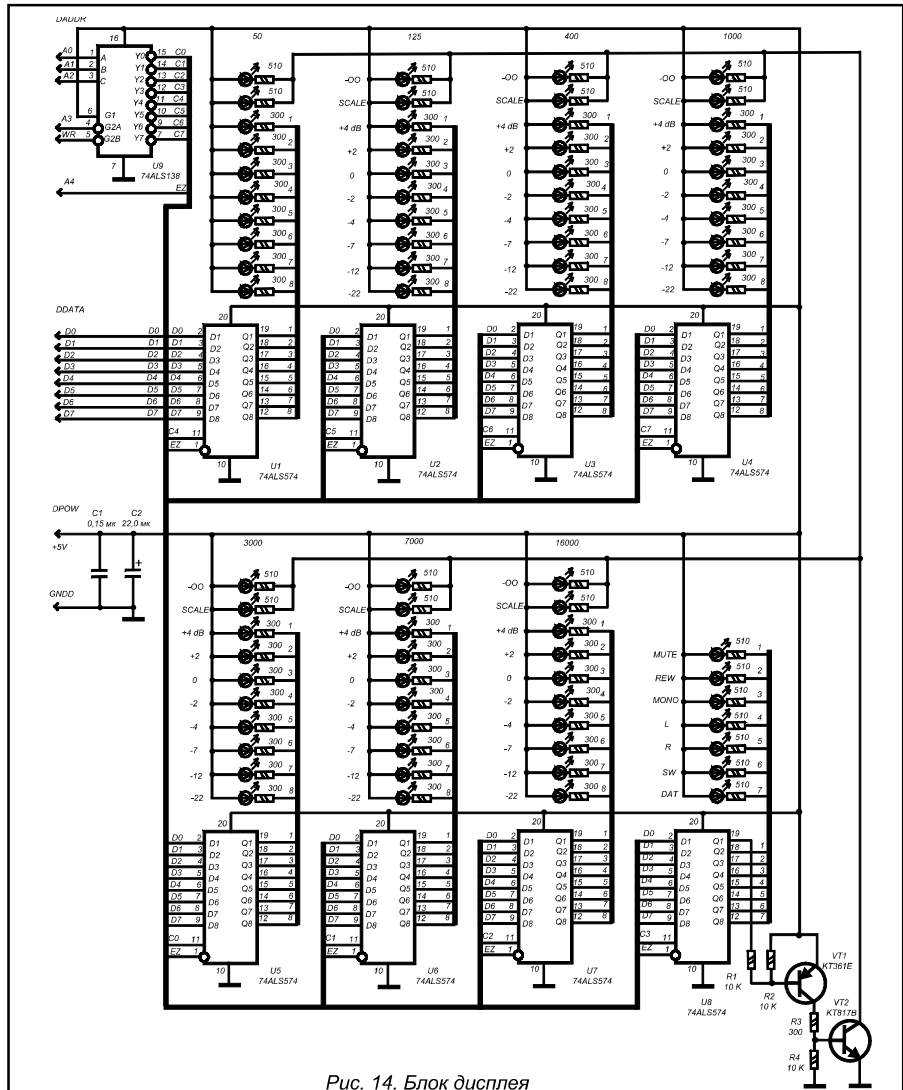


Рис. 14. Блок дисплея

Рис. 14. Блок дисплея

Регистр U6 служит для управления реле селектора входов. Выходные сигналы регистра поступают на дешифраторы U7, U8, далее на буферные элементы U13-U15. Сигналы разрешения поступают на дешифраторы с регистра U5. Для управления реле Mon1 и Mon2 дешифратор не используется.

Конструктивно основная часть процессора выполнена на отдельной плате. Назначение внешних разъемов платы следующее: Data – шина данных с дежурной части процессора; Addr – шина адреса с дежурной части процессора; SL – линии сканирования кнопок управления; LCnt – сигнал на дешифратор сканирования переключателя Listen; RCnt – на дешифратор сканирования переключателя Record; MCnt – управление драйверами двигателей; FCnt – управление анало-

ванные в ручке регулятора громкости; BCnt – управление реле буферного усилителя; DData – шина данных на светодиодный дисплей; DAddr – шина адреса на светодиодный дисплей; LisR – управление реле селектора входов Listen; RecR – управление реле селектора входов Record; MonR – управление реле селектора входов Monitor; MPow – питание +5 В, ±15 В и +12 В (питание реле).

Для отображения показаний спектроанализатора используется светодиодный дисплей (рис. 14), который состоит из семи столбиков по 9 светодиодов. Нижние светодиоды столбиков включены постоянно (они индицируют уровень -1 dB). Еще по одному светодиоду на каждый столбик используется для подсветки трафаретов, на которых находятся надписи центральных частот спек-

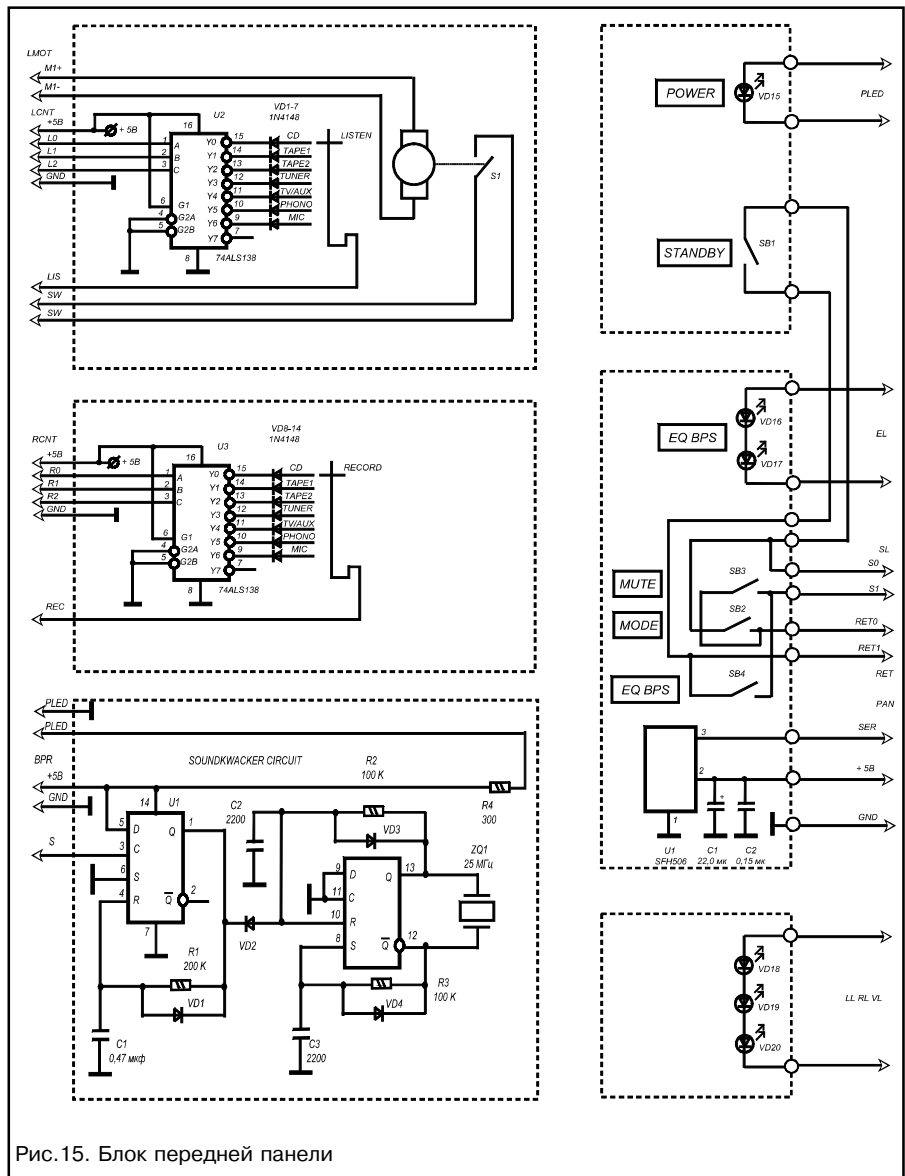


Рис. 15. Блок передней панели

полость, стенки которой хорошо рассеивают свет (белый полистирол). Вспомогательные светодиоды питаются через транзисторный ключ VT1VT2, что позволяет их отключать в режиме Display Off. Еще семь светодиодов используются для подсветки трафаретов со специальными надписями: Mute, Rev, Mono, L, R, Sw, Dat.

Для каждого светодиода используется отдельный выход регистра, динамическая индикация не используется. Это исключает наличие помех, вызванных большими импульсными токами. Светодиоды питаются непосредственно втекающим выходным током регистров. Резисторами установлено значение рабочего тока светодиода, равное 10 мА. Всего используется 8 регистров U1-U8. Для управления регистрами применен дешифратор U9. Нагрузочной способности регистров 74ALS574 вполне достаточно, хотя для уменьшения количества выделяемого на корпус регистров тепла желательно применить регистры с большей нагрузочной способностью, например, 74AC574.

Конструктивно светодиодный дисплей выполнен на двух платах. Платы закреплены параллельно передней панели напротив окна, которое закрыто дымчатым оргстеклом. Сразу за стеклом расположена пластмассовая маска дисплея, в которой для каждого светодиода и для каждого трафарета сделан вырез. В столбиках использованы прямоугольные светодиоды фирмы Hewlett-Packard, для подсветки трафаретов (как и во всех других местах усилителя) применены светодиоды диаметром 3 мм фирмы Kingbright. На одной плате дисплея размещены светодиоды и ограничительные резисторы. Для повышения плотности монтажа применены SMD резисторы типоразмера 1206. На другой плате размещены микросхемы регистров и дешифратора. Между собой платы соединены гибкими проводниками.

Назначение внешних разъемов плат следующее: DData – шина данных; DAddr – шина адреса; DPow – питание +5 В.

Кроме дисплея, на передней панели установлена плата (рис. 15), на которой расположены кнопки управления Mode (SB2), Mute (SB3), EqBypass (SB4), два

троанализатора. Трафареты напечатаны на струйном принтере на специальной прозрачной пленке. Для равномерной засветки под трафареты помещен слой

матовой пленки, которая используется для печати на лазерных принтерах. Кроме того, конструкция дисплея такова, что под каждым трафаретом образована

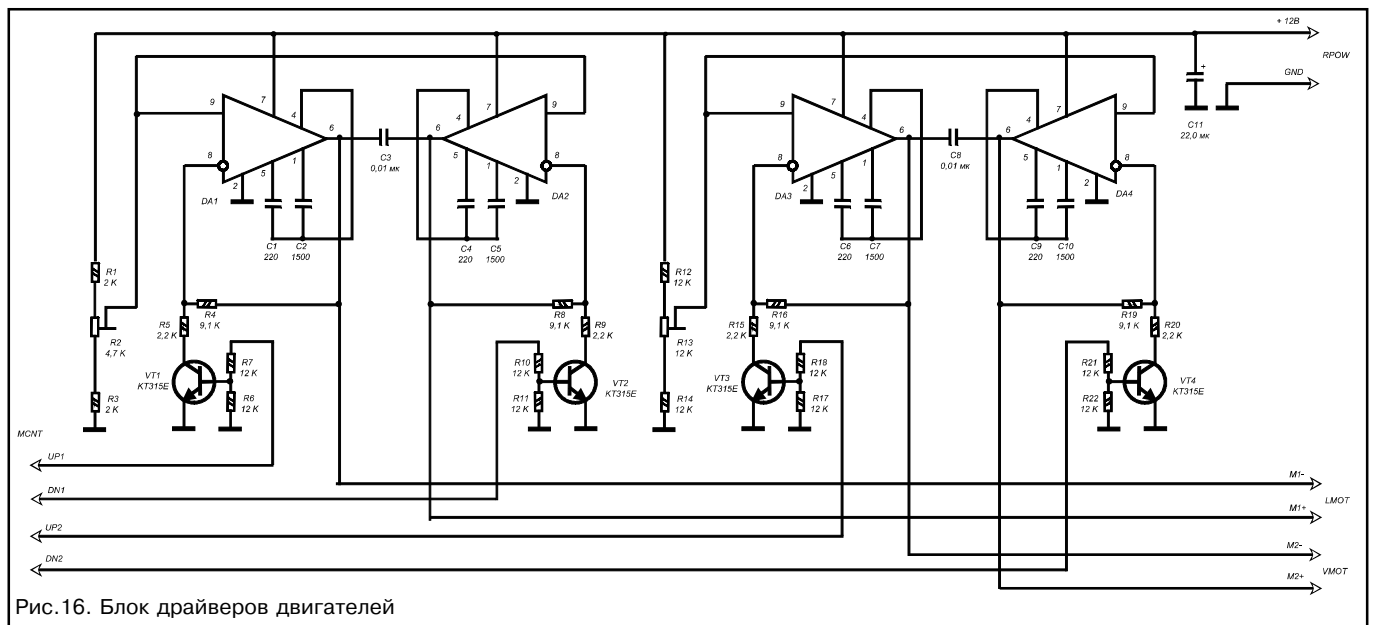
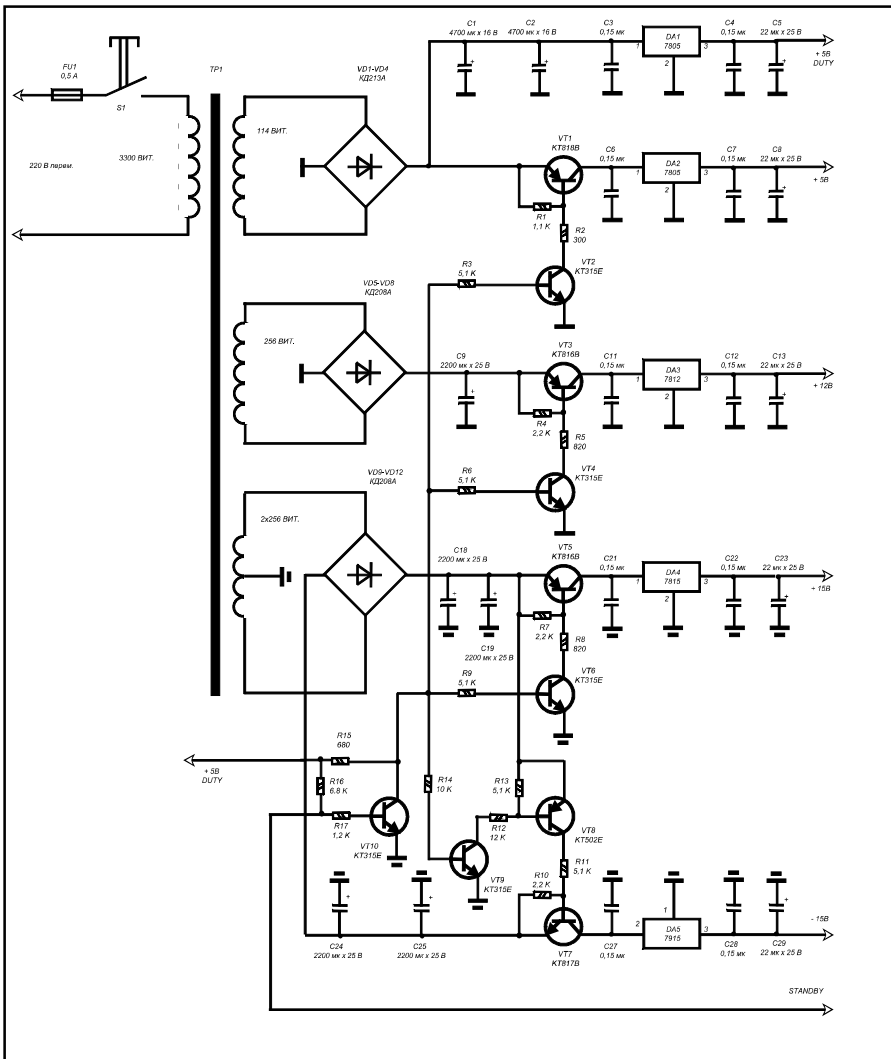


Рис. 16. Блок драйверов двигателей



светодиода EqBypass (VD2VD3) и фотоприемник дистанционного управления U1. К этой же плате подключена и кнопка Standby (SB1), расположенная вместе со светодиодом Power (VD1) на небольшой плате в левой части панели. Светодиоды EqBypass приходятся точно на середину шкал регуляторов тембра. Включение этих светодиодов символизирует среднее положение регуляторов. Напротив светодиодов в передней панели находятся отверстия диаметром 2 мм, в которых установлены рассеиватели – цилиндрики из молочного оргстекла. Передний торец рассеивателя находится на одном уровне с поверхностью панели. Светодиоды подсвечивают противоположный торец рассеивателя. Благодаря рассеивателям, угол обзора таких индикаторов приближается к 180°, обеспечивая высокую равномерность свечения. Фотоприемник дистанционного управления находится напротив окна, которое закрыто дымчатым оргстеклом. В качестве фотоприемника используется микросхема SFH506 фирмы Siemens.

В ручках переключателей и регулятора громкости установлено по три последовательно соединенных светодиода, которые подсвечивают рассеиватель в виде полоски из молочного оргстекла.

Галетные переключатели Listen и Record имеют семь положений и одно направление. На контактах переключателей смонтированы диоды VD1-VD14, от которых идет провода на дешифраторы U2 и U3. Переключатель Listen оборудован электроприводом. Электродвигатель через пассив, червячный редуктор и фрикционную муфту связан с валом переключателя. Дополнительно на валу переключателя установлен датчик положения, контакты которого замкнуты только

тогда, когда переключатель находится строго в положении фиксации. В качестве датчика положения применена еще одна галета, повернутая на половину шага переключателя. При этом учитывается тот факт, что точно посередине между двумя положениями соседние контакты галеты замыкаются. Поскольку концевой выключатель замыкается только в момент прохождения положения фиксации, а двигатель мгновенно остановить, программно производится торможение путем кратковременного реверсирования двигателя.

Драйверы двигателей переключателя и регулятора громкости (рис. 16) выполнены по

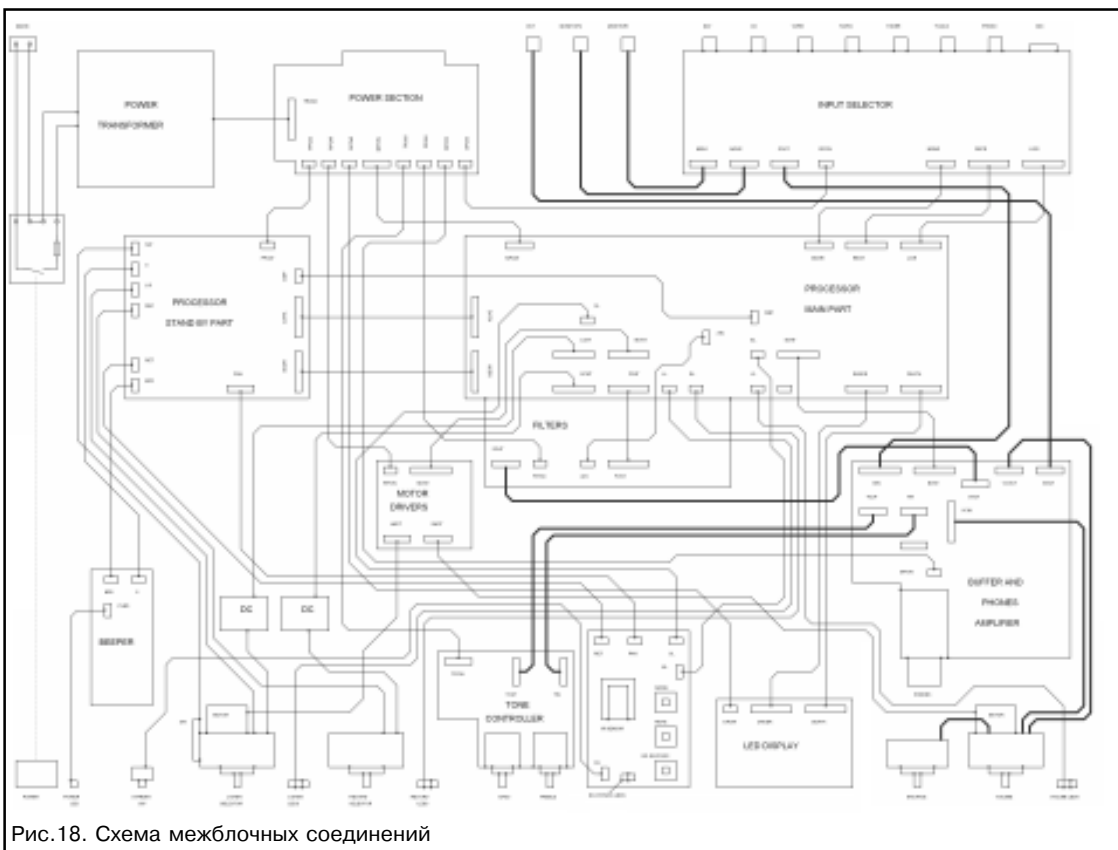


Рис. 18. Схема межблочных соединений

Рис. 17. Блок питания

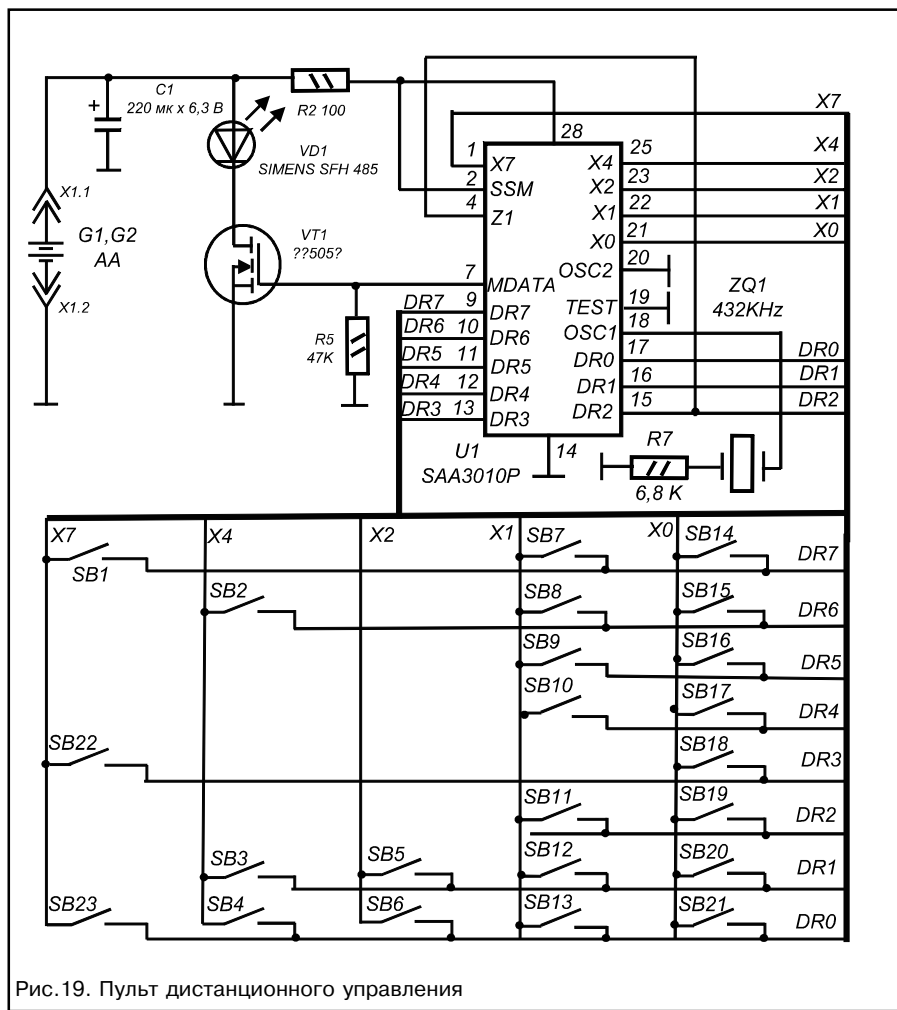


Рис. 19. Пульт дистанционного управления

мостовой схеме на мощных ОУ DA1-DA4 типа К157УД1. Применение ОУ дает преимуществва: простое управление от уровня ТТЛ, возможность регулировки скорости двигателя, наличие динамического торможения двигателя. Динамическое торможение осуществляется за счет наличия обратной связи. После снятия управляющего сигнала драйвер поддерживает на двигателе нулевое напряжение, что эквивалентно короткому замыканию выводов двигателя. Эффективность динамического торможения хорошо заметна как на приводе регулятора громкости, так и на приводе переключателя. Кроме того, на приводе переключателя в некоторых случаях для торможения используется реверсирование.

Нажатие кнопок управления сопровождается звуковым сигналом. Для генерации звуковых сигналов используется специальная схема, собранная на небольшой плате (рис. 15). В качестве излучателя использован пьезокерамический звонок типа ЗП-25. Программное формирование звука не используется. Микроконтроллеру достаточно лишь сформировать одиночный импульс, который запускает одновибратор на U1A, который, в свою очередь, разрешает работу генератора на U1B. Для увеличения громкости излучатель подключен к паразитным выходам триггера. Назначение внешних разъемов платы следующее: BPr – +5 В питание биппера; S – сигнал управления биппером; PLED –

питание светодиода Power, которое транзитом проходит через плату биппера.

Блок питания (рис. 17) построен на основе микросхем интегральных стабилизаторов DA1-DA5 и обеспечивает следующие выходные напряжения:

- +5 В для питания цифровой части;
- +15 В и –15 В для питания аналоговой части;
- +12 В для питания реле и двигателей части;
- +5 В дежурное (Duty).

Все источники, кроме Duty +5 В, могут быть отключены сигналом Standby, который поступает с порта P1.1 микроконтроллера. Схема отключения стабилизаторов собрана на транзисторах VT1-VT10. Включение источников производится низким логическим уровнем, так как во время действия сигнала Reset порты микроконтроллера находятся в состоянии логической единицы. Микросхемы стабилизаторов размещены на ребристом радиаторе с площадью поверхности около 300 см<sup>2</sup>. Первичная обмотка трансформатора T1 подключена к сетевому разъему через небольшую плату, на которой размещен предохранитель FU1 и сетевой выключатель S1. Плата расположена вблизи трансформатора, а выключатель связан с кнопкой Power пластмассовым толкателем. Плата для безопасности закрыта сверху крышкой из оргстекла. Сетевой трансформатор помещен в экран из стали толщиной 1,5 мм. Обмоточные

данные трансформатора приведены на схеме.

Схема межблочных соединений с указанием названий разъемов показана на рис. 18. Цепи, которые выполняются экранированным проводом, выделены жирной линией.

Пульт дистанционного управления базируется на стандартном пульте от телевизора Horizont (рис. 19). Для того чтобы пульты усилителя и телевизора не мешали друг другу, номер системы изменен с 00H на 0AH. Для этого удаляют переключку с выводов 3 и 17 (Z0 и DR0) микросхемы U1, а вместо неё устанавливают другую – между выводами 4 и 15 (Z1 и DR2). Для пульта изготовлена специальная этикетка на самоклеющейся пленке по технологии Gerber-Edge.

Конструктивно усилитель выполнен в корпусе, который изготовлен из листового полистирола толщиной 2,5 мм. Основой корпуса усилителя является шасси шириной 342 мм и глубиной 268 мм, которое одновременно служит нижней стенкой корпуса. Для увеличения жесткости шасси имеет “коробчатую” конструкцию. Короб образуют пластмассовые передняя и задняя панели, закреплённые на шасси и связанные поперечными ребрами. На шасси пластмассовыми стойками закреплены блоки и печатные платы. Передняя панель также имеет “коробчатую” конструкцию. Она имеет ширину 348 мм, высоту 68 мм и глубину 15 мм.

Программу, записываемую в ПЗУ микроконтроллера можно взять по адресу [www.platan.ru/shem/](http://www.platan.ru/shem/).

Настройка усилителя заключается в установке тока покоя телефонного усилителя (рис. 7) на уровне 10 мА с помощью резисторов R5, R6 (R17, R18). Ток покоя контролируют по падению напряжения на резисторах R10, R11 (R22, R23). Затем необходимо установить желаемую скорость вращения приводов регулятора громкости и переключателя входов с помощью подстроечных резисторов R2, R13 (рис. 16).

Леонид Ридико  
wubblick@yahoo.com

### Литература

1. Н. Сухов. Проектирование малошумящих усилителей звуковой частоты. – Радиоэжегодник 1986, Издательство ДОСААФ СССР, Москва, 1986, стр. 40–54.
2. Н. Сухов. Регулятор громкости и тембра. – Радио, №10, 1990 г., стр. 58–61.