

Ресивер с цифровой обработкой сигнала

(Окончание. Начало см. «РХ» №1/2004, с.55-62, №2, с.46-52)

Дмитрий Харций, г.Запорожье

Тюнер

Тюнер ресивера состоит из двух частей. Первая часть - собственно приемник на микросхеме TEA5711 (Philips) [16]. Он был приобретен на радиорынке в виде уже готового устройства. На **рис.21** изображена принципиальная схема, прилагавшаяся к плате приемника. Чертеж печатной платы к приемнику, увы, не прилагался. Собственно, это полнофункциональное устройство, выдающее уже готовый аудио сигнал. Единственное, что требуется - подать на него постоянное напряжение питания 6...15 В.

Автором был лишь разработан блок цифрового синтезатора частот (схема приведена на **рис.22**). Его назначение - сформировать напряжение настройки. Для этого схема синтезатора частот постоянно сравнивает частоту гетеродина с частотой, записанной в его регистрах управления, и формирует напряжение настройки таким образом, чтобы эти частоты были равны. Основу синтезатора составляет специализированная микросхема LM7001 фирмы Sanyo [14] в типовой схеме включения. Управляется синтезатор командами от процессора управления, передаваемыми по последовательному интерфейсу. Сигнал частоты гетеродина подается на транзистор Т1. На приведенной выше схеме тюнера этот сигнал снимается с вывода 23 микросхемы TEA5711 (довольно «топорное» решение - влезть прямо в контур гетеродина, но оно работает). В принципе, приведенная схема синтезатора частот может быть подключена к любому тюнеру (далее читаем внимательно), собранному по супергетеродинной схеме с одним преобразованием частоты, промежуточной частотой 10,7 МГц и «верхней» настройкой гетеродина (т. е. частота гетеродина выше частоты принимаемого сигнала). Иными словами, синтезатор частоты для настройки приемника в диапазоне от 88,0 МГц до 108,0 МГц обеспечивает перестройку частоты гетеродина в пределах 98,7 - 118,7 МГц. Назначение разъемов блока цифрового синтезатора частот указано в таблицах: на разъем XS1 поступают все напряжения и сигналы, необходимые для работы тюнера (**табл. 12**).

Таблица 12

№ конт. XS1	Название цепи	Назначение цепи	Куда подается		
			Блок	Разъем	№ конт.
1	TUNE_IND	Выход сигнала на индикатор настройки на станцию	Плата индикации	XS1	6
2	STEREO_IND	Выход на светодиод индикации стерео приема	Плата индикации	XS1	7
3	GND	Общий	Блок питания		
4	SSP_CE	Вход сигнала выбора кристалла для управления синтезатором частоты	Блок управления	XS5	6
5	SSP_CLK	Тактовый сигнал управления синтезатором частоты (вход)	Блок управления	XS5	3
6	SSP_DATA	Вход команд управления и данных цифровому синтезатору частоты	Блок управления	XS5	4
7	GND	Общий	Блок питания		
8	+9V	+ 9 Вольт от отключаемого блока питания	Блок питания		

С разъема XS2 аудио сигналы левого и правого каналов подаются на коммутатор аналоговых источников (**табл. 13**).

К разъему XS3 подключен сам приемник (**табл. 14**).

FM СТЕРЕО ТЮНЕР
88-108MHz на TEA 5711
 со встроенным стереодекодером

ПРОИЗВОДИТЕЛЬ И РАЗРАБОТЧИК ФИРМА
ВИАН ЭЛЕКТРОНИКС ЗАПОРОЖЬЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Чувствительность..... 2 μ V
 F раб.88 - 108 MHz
 U пит.6-16 V

U вых 500 mV
 I потр. 20 mA
 F вых40 - 15000 Hz

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ

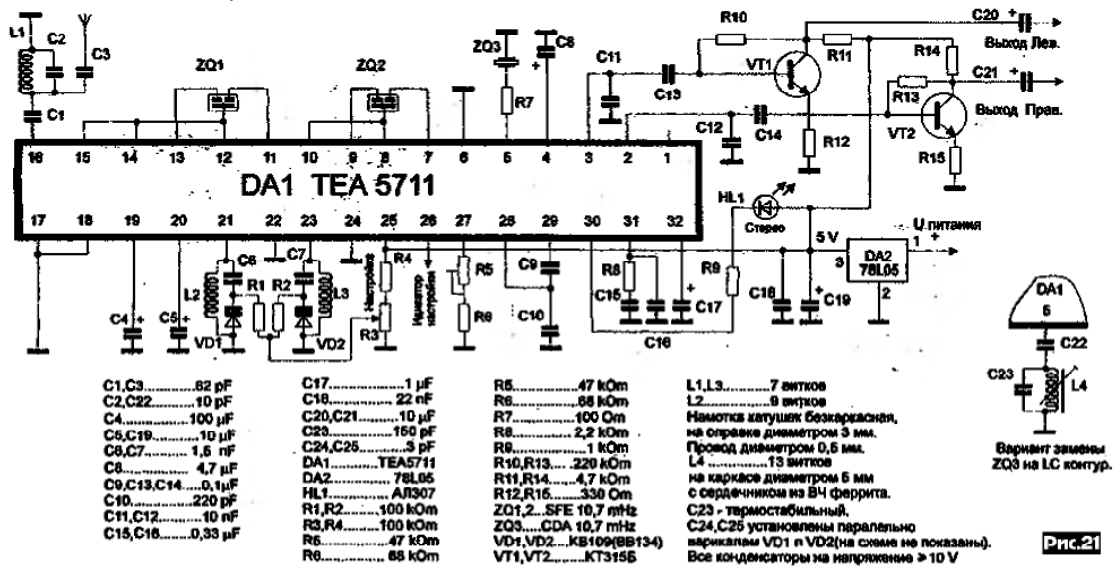


Рис.21

AUDIO

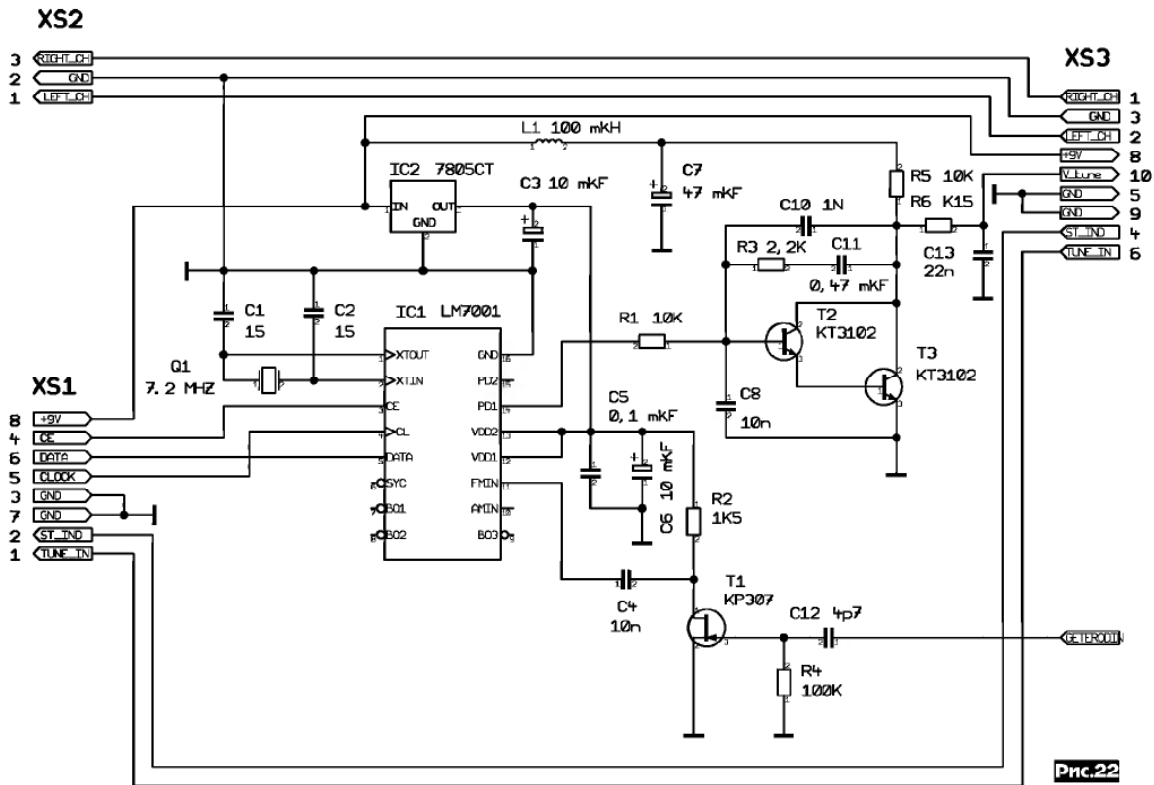


Рис.22

Таблица 13

№ конт. XS2	Название цепи	Назначение цепи	Куда подается		
			Блок	Разъем	№ конт.
1	RIGHT_CH	Выход сигнала правого канала	Комм-р аналоговых входов	XS5	1
2	GND	ОБЩИЙ	Комм-р аналоговых входов	XS4, XS5	2
3	LEFT_CH	Выход сигнала левого канала	Комм-р аналоговых входов	XS4	1

Таблица 14

№ конт. XS3	Название цепи	Назначение цепи
1	RIGHT_CH	Вход аудио сигнала правого канала от тюнера
2	LEFT_CH	Вход аудио сигнала левого канала от тюнера
3	GND	ОБЩИЙ
4	STEREO_IND	Вход от тюнера на светодиод индикации стерео приема
5	GND	ОБЩИЙ
6	TUNE_IND	Вход сигнала от тюнера на индикатор настройки на станцию
7	-	Не используется
8	+9V	+ 9 Вольт питания на тюнер
9	GND	ОБЩИЙ
10	V tune	Напряжение настройки на тюнер
11	-	Не используется

На контакт GETERODIN отдельным проводом подан сигнал от гетеродина (с вывода 23 микросхемы TEA5711). Плата синтезатора частот выполнена из односторонне-фольгирован-

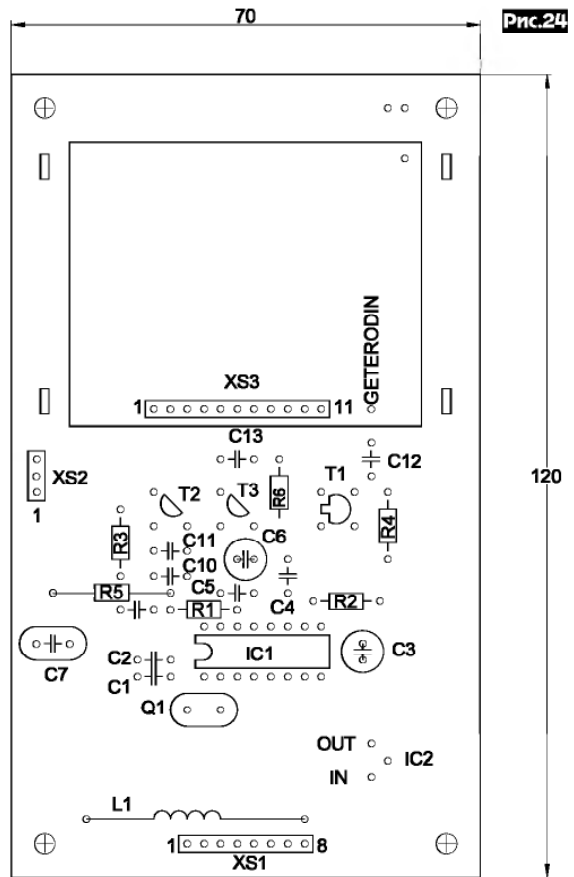
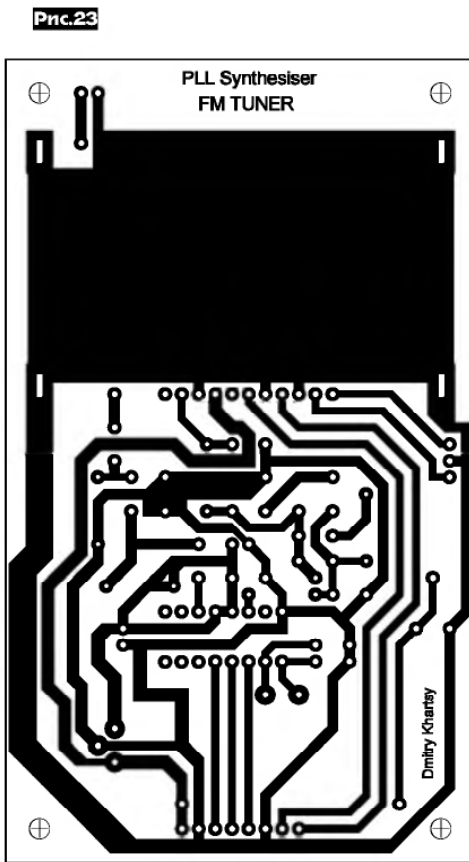
ного стеклотекстолита. Расположение проводников на ней показано на рис.23, а расположение деталей на рис.24.

Плата индикации

Плата индикации (рис.25) является самым простым блоком ресивера. Ее назначение - индикация нескольких параметров приемника цифрового сигнала SPDIF и тюнера, а также на ней установлен (чисто механически) ЖКИ дисплей блока управления. Индикацию режимов цифрового приемника осуществляют светодиоды D2, D4 и D5, управляемые транзисторами T1 - T3. Отображаются режимы «НЕТ СИГНАЛА», «НЕТ АУДИО» и «КОПИЯ» диодами D2, D4 и D5 соответственно. Микросхема IC1 обеспечивает стабилизированное напряжение +5 В для питания указанных выше цепей. К цепи питания

Таблица 15

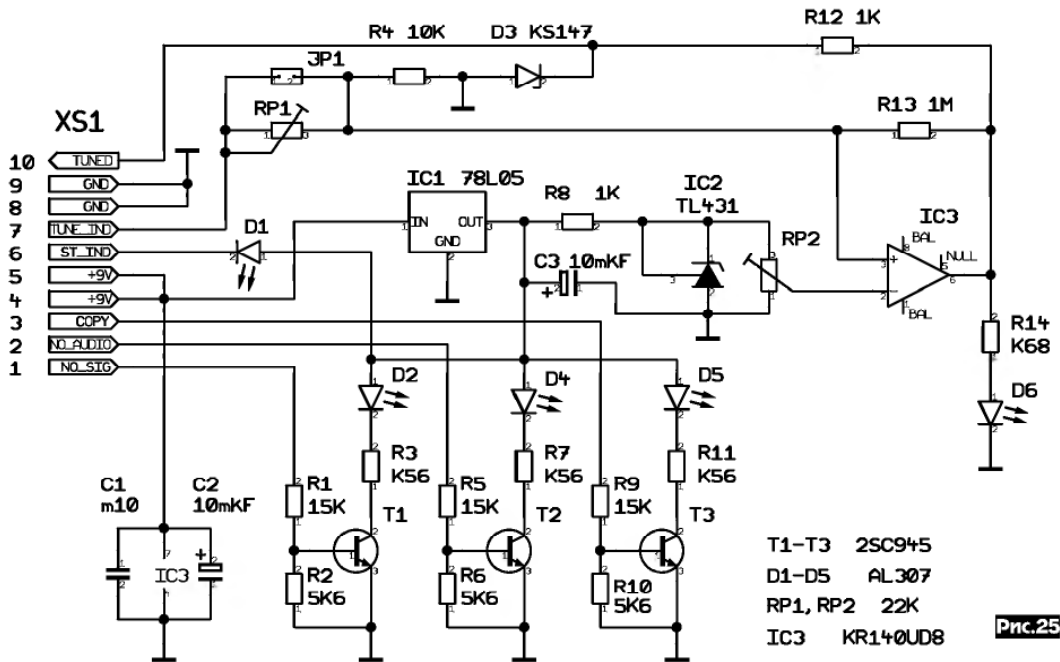
№ конт. XS1	Цепь	Назначение	Куда/откуда идет
1	NO SIGNAL	Нет сигнала на входе SPDIF	Блок ЦСП XS5 конт. 1
2	NO AUDIO	На входе SPDIF не PCM сигнал	Блок ЦСП XS5 конт. 2
3	COPY	Сигнал на цифровом входе - копия	Блок ЦСП XS5 конт. 3
4	+9V	+ 9 Вольт от отключаемого блока питания	Блок питания
5			
6	ST IND	Тюнер принимает стерео передачу	Тюнер XS1 конт.
7	TUNE IND	Вход напряжения индикатора настройки тюнера	Тюнер XS1 конт.
8	GND	Общий/"Земля"	Блок питания
9			
10	TUNED	Выход цифрового сигнала подтверждающего настройку тюнера на станцию	Резервный (пока)



+5 В также подключен светодиод D1, индицирующий прием тюнером стереофонического сигнала. Управление его включением осуществляет сам тюнер.

Микросхема IC2 и резистор R8 образуют источник опорного напряжения для компаратора IC3, управляющего свето-

диодом D6, индицирующим настройку тюнера на станцию. Резистор R13 обеспечивает небольшой гистерезис компаратора. Порог, при котором загорается светодиод D6, устанавливается двояко. Это сделано с целью совместимости с различными схемами тюнеров. Если используется тюнер с низко-



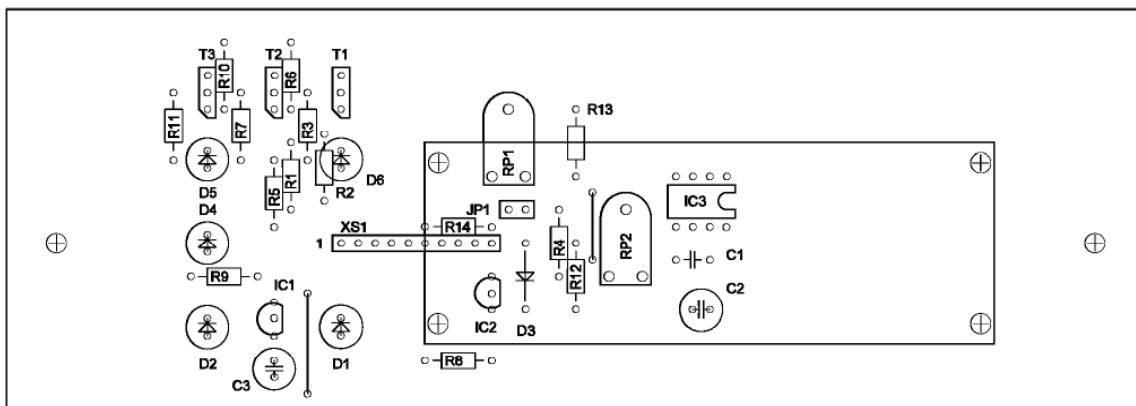
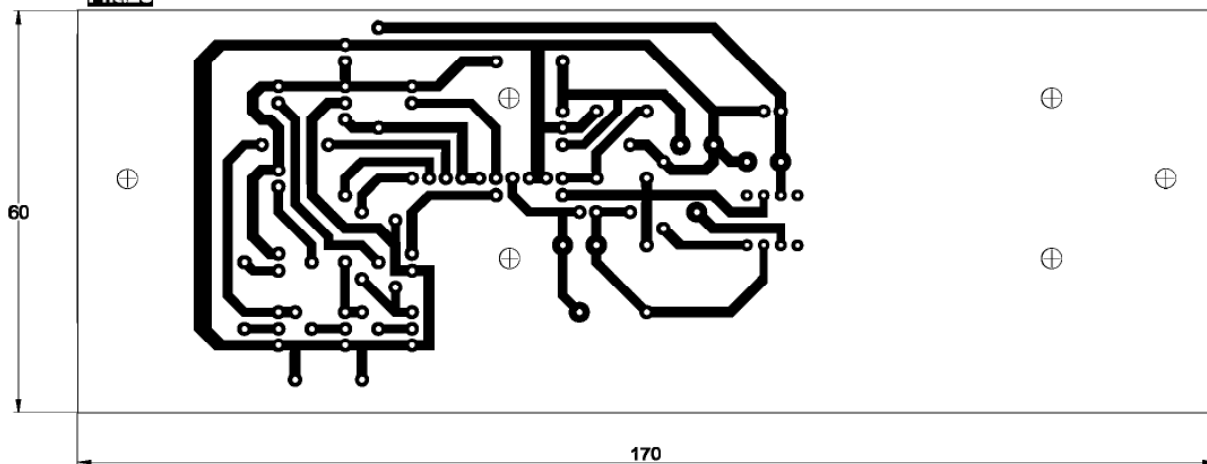


Рис.27

Рис.26



вольным питанием, у которого напряжение на выходе индикатора настройки не превышает 2,2 В, перемычку JP1 необходимо замкнуть, при этом резистор RP1 можно не устанавливать, а настройка порога осуществляется резистором RP2. Если же у используемого тюнера напряжение на выходе индикации настройки находится в пределах 2,2 - 7,2 В, то движок резистора RP2 устанавливается в верхнее по схеме положение, перемычка JP1 не устанавливается, а настройка порога осуществляется резистором RP1. Назначение контактов разъема XS1 указано в *табл. 15*.

Плата выполнена из односторонне фольгированного текстолита - *рис.26*. Расположение деталей на ней показано на *рис.27*. Светодиоды D1, D2, D4 - D6 установлены со стороны проводников. ЖКИ дисплей (на *рис.27* - прямоугольник с крепежными отверстиями по углам) также установлен со стороны проводников.

Сборка и наладка

Сложно говорить о наладке устройства, не имеющего подстроечных элементов. Скорее, этот процесс стоило бы назвать запуском или «вводом в эксплуатацию». Запуск ресивера имеет несколько особенностей, на которых стоит остановиться. Первая особенность относится к блоку управления и связана с функцией будильника и моментом первого включения этого блока. Вкратце о ней уже упоминалось. Теперь остановимся на этом подробнее.

Собирая блок процессора управления, не устанавливайте в него диоды D1-D5. С чем это связано? При самой первой подаче питания управляющая программа процессора IC2 сбрасывает в «ноль» показания часов и минут. Затем происходит инициализация портов ввода-вывода, инициализация таймеров и дисплея, считывание параметров из ЭНЗУ и переход в

дежурный режим. После считывания ЭНЗУ только что запрограммированного процессора в регистры будильника будут записаны значения 00 часов и 00 минут. В дежурном режиме программа постоянно сравнивает значения текущего времени (только что сброшенного в «ноль») и времени будильника. В итоге - будильник срабатывает и включает ресивер. Это не проблема, если к этому моменту блок ЦСП уже собран, работает и подключен к блоку управления. Дело в том, что при инициализации (в момент включения) и последующей регулировке большинства параметров процессор управления ждет подтверждения от ЦСП. Если же блок ЦСП к блоку управления не подключен, процессор управления «выбрасывает» сообщение об ошибке и возвращается в дежурный цикл, но будильник снова включает систему и так до бесконечности. А вот если на плате блока процессора диоды D1-D5 не установлены, будильник сработает, но включить ресивер не сможет.

Итак, собираем блок процессора управления без диодов D1-D5, подключаем к нему уже собранную плату клавиатуры и подаем на них питание. На дисплее появляется текущее время (00:00). На клавиатуре нажимаем кнопку STORE. Включается подсветка дисплея, появляется надпись «SAFE MODE» и через некоторое время выводятся показания выбранного входа, времени и громкости. После этого первым делом необходимо один раз нажать кнопку SETUP и установить время срабатывания будильника «24:XX» (минуты - любое значение). Будильник теперь не будет срабатывать - времени 24.XX не существует - и не будет мешать настройке ресивера. После этого ресивер необходимо выключить кнопкой POWER OFF. При этом в ЭНЗУ процессора будет записано новое время срабатывания будильника (вместе с еще двадцатью другими параметрами ресивера). После такой процедуры будильник надоедать не будет. В «защищенном» режиме, кроме того,

можно «порулить» громкость, текущее время и уровень сабвуфера - при этих регулировках процессор управления не ждет подтверждений от ЦСП о загрузке параметров в его регистры. При регулировке всех остальных параметров процессор управления снова «выбрасывает» сообщение об ошибке.

Наличие подключенных блоков аналогового коммутатора и синтезатора частот приемника не обязательно - от них процессор управления не ждет подтверждений на поступающие команды.

Вторая особенность, относящаяся к блоку управления, это выбор команды, которой будет включаться ресивер при срабатывании будильника. Связано это с тем, что выбор этот определяется теми самыми диодами D1-D5 в блоке процессора управления (т.е. аппаратно и один лишь раз - при сборке). В авторском варианте использована команда кнопки FM1. При срабатывании будильника включается тонер и настраивается на частоту, записанную в эту ячейку памяти. Кнопки FM2 - FM9 имеют такой же алгоритм. Использование кнопок ANALOG INPUT и DIGITAL INPUT приводит к переключению на следующий вход по отношению к выбранному в момент выключения ресивера. То есть, если перед тем, как ресивер выключили, был выбран аналоговый вход 1, то включение ресивера кнопкой ANALOG INPUT приведет к тому, что будет установлен аналоговый вход 2. Если необходимо, чтобы при срабатывании будильника ресивер включился именно в том же состоянии, в котором находился в момент выключения, стоит использовать команды кнопок SELECT или SETUP. Определившись с кнопкой, которой будильник будет включать ресивер, необходимо узнать, какие из диодов D1-D5 впаивать в плату. Для этого необходимо подать питание на блок процессора и нажать выбранную кнопку. При этом нужно измерять напряжения на контактах 3-7 разъема XS1. Диоды необходимо подпаять только к тем контактам, напряжение на которых будет значительно ниже напряжения питания (0-2 В). Небольшой нюанс: если в плату впаивать только один диод, подключенный к контакту 7 разъема XS1, то во время, установленное будильнику, ресивер будет выключаться.

Отдельно необходимо остановиться на коммутаторе аналоговых входов. В нем может потребоваться изменение номиналов резисторов R9-R10, R11-R12, R13-R14 (парно). Причиной может стать перегрузка АЦП блока ЦСП по максимальному входному напряжению. Проявляется это как «хруст» на максимальных пиках сигнала. Причем, так как в тракте ресивера уровень сигнала в цепи от аналогового входа до цифровоаналогового преобразователя не регулируется, искажения не исчезают и при уменьшении громкости. В этом случае необходимо парно увеличить сопротивление указанных резисторов для соответствующих входов до значений, при которых искажения отсутствуют.

Синтезатор частот тонера представляет собой замкнутую систему автоматического регулирования. Необходимо проверить его функционирование и, если потребуется - подстроить гетеродинный контур. Для проверки потребуется электронный вольтметр. Подключаем его между коллектором транзистора Т3 и корпусом. Свидетельством того, что с синтезатором не все в порядке (петля ФАПЧ не замкнулась) служат показания вольтметра, равные 0,63 - 0,7 В (около «нуля») или около 9 В (напряжение питания). В этих случаях необходима подстройка гетеродина. При нормальном захвате гетеродина петлей ФАПЧ увеличение (уменьшение) частоты настройки тонера на один шаг (в меню управления) вызывает соответствующее увеличение (уменьшение) напряжения на коллекторе Т3 в пределах всего диапазона. Закончив с гетеродином, настраиваем контуры УРЧ по минимуму помех.

О самой сборке. В первую очередь это все-таки усилитель, поэтому сборку стоит начинать с блока ЦСП. В пользу этого утверждения служит и тот факт, что блок ЦСП, будучи собранным, может абсолютно самостоятельно и очень качественно выполнять функцию внешнего ЦАП к проигрывателю компакт дисков (в качестве которого может выступать даже обыкновенный компьютерный CD-ROM). Подключаем цифровой сигнал от проигрывателя, блок питания и слушаем. При этом следует подать логическую «1» на контакт 11 разъема XS5 (выключить приглушение) и выбрать используемый цифровой вход соответствующим сигналом на контакте 10 XS5 («0» - оптиче-

ский вход; «1» - коаксиальный). После этого, пока Вы будете собирать остальные блоки ресивера, у Вас будет достаточно времени, чтобы провести субъективную экспертизу блока ЦСП.

За что боролись

Этот риторический вопрос в данном случае означает - а ради чего был собран весь этот «огород», каковы его характеристики? Может, и не стоило начинать все это?

Начнем с того, как производились измерения. Автора реально интересовал цифровой вход, поэтому все измерения производились при подаче сигналов именно на него. Источником сигнала служил ПК со звуковой платой Creative Live Value. Сигнал с цифрового выхода звуковой платы подавался на коаксиальный цифровой вход блока ЦСП. Его выходной сигнал подавался на линейный вход указанной звуковой платы. Уровень громкости и уровни эквалайзера блока ЦСП устанавливались равными 0 дБ (кроме графиков пункта 4). Измерения проводились программой SpectraLab. Установка уровней воспроизведения и записи звуковой платы производилась средствами Windows по максимальному уровню, при котором программа SpectraLab не показывала перегрузку. Результаты показаны на приводимых графиках и отображают:

1. АЧХ на линейных выходах основных каналов и канала сабвуфера при разных значениях частоты среза - **рис.28**.
2. Спектр на выходе при подаче сигнала частотой 1 кГц (нелинейные искажения) - **рис.29**.

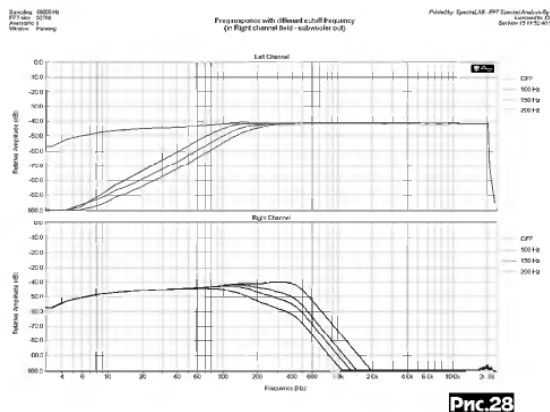


Рис.28

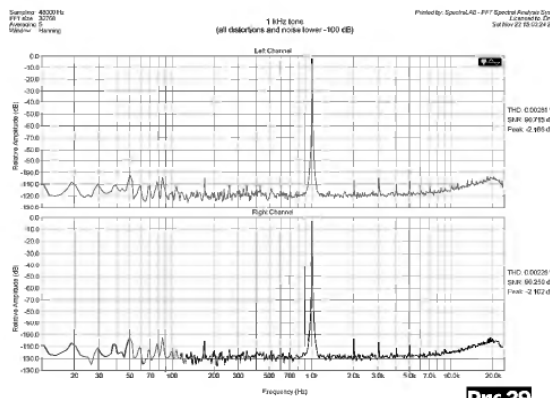
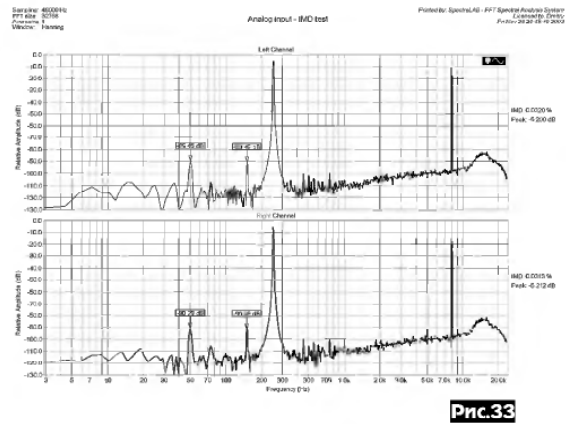
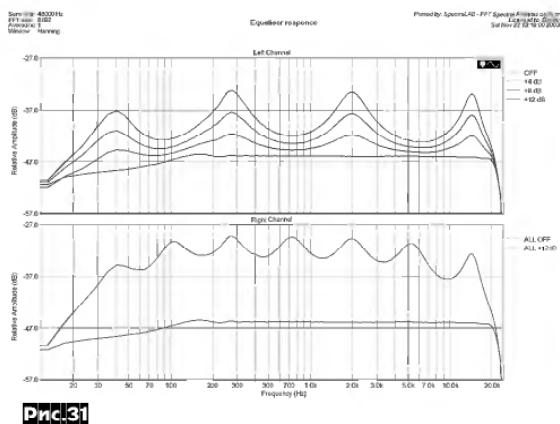
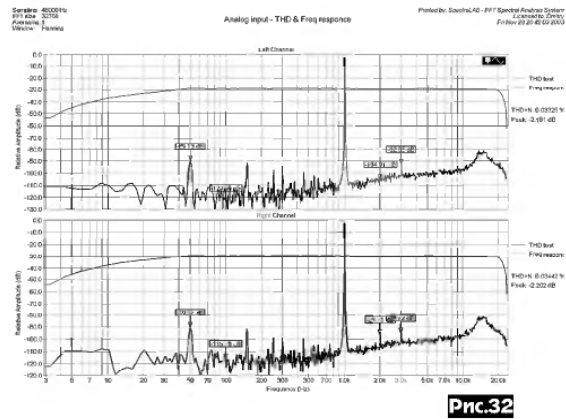
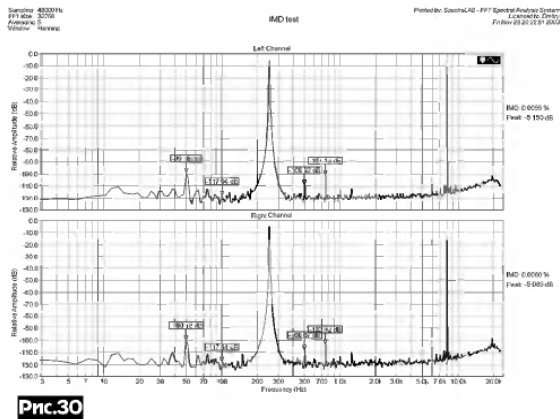


Рис.29

3. Спектр на выходе при подаче на вход двух сигналов с частотами 250 Гц и 8,02 кГц с соотношением уровней 4:1 (интермодуляционные искажения) - **рис.30**.
4. АЧХ на линейных выходах основных каналов при разных установках эквалайзера - **рис.31**.

Поначалу смутил вид АЧХ - все-таки перепад в 10 дБ на низах трудно не заметить. А на слух - все отлично. Успокоил-



ся, когда увидел точно такую же АЧХ у другого автора на другом оборудовании (совпадением это назвать сложно) - кривая 1 на рис.2 в [17]. Похоже, это как раз «прикол» программы SpectraLab. Вердикт по остальным параметрам читатели могут вынести самостоятельно. По-моему, получилось не плохо.

И, хоть автор и считает аналоговый вход уже вспомогательным, тем не менее, его характеристики также были измерены. Испытательный сигнал подавался с линейного выхода звуковой платы Creative Soundblaster Live на аналоговый вход 3 ресивера (тот, который рассчитан на входные сигналы с уровнем до 2 Вольт). Сигнал с выходов ресивера подавался на линейный вход звуковой платы. Уровень громкости и уровни эквалайзера ресивера устанавливались равными 0 дБ. Измерения проводились программой SpectraLab. Установка уровней воспроизведения и записи звуковой платы производилась средствами Windows по максимальному уровню, при котором программа SpectraLab еще не показывала перегрузку. Ниже приводятся кривые:

1. Выходной спектр при подаче на вход сигнала 1 кГц (нелинейные искажения) - **рис.32**.
2. АЧХ (на том же графике, что и нелинейные искажения).
3. Выходной спектр при подаче сигналов 250 Гц и 8,02 кГц с соотношением амплитуд 4:1 (интермодуляционные искажения) - **рис.33**. Как видно из графиков - и нелинейные и интермодуляционные искажения для аналоговых входов на порядок хуже (если для цифровых входов эти параметры равны тысячным долям процента, то для аналоговых - сотым).

Ложка дегтя

Как известно, ничего идеального из числа созданного людьми не существует. Есть недостатки и в описанном ресивере. Итак:

1. Недешевая получилась «игрушка». Хотя, смотря, с чем сравнивать...

2. Цифровой приемник SPDIF «понимает» только ИКМ (PCM - «по-ихнему») сигнал с частотой дискретизации не выше 48 кГц и разрядностью 16 бит. Если у Вас проигрыватель аудио компакт дисков - этот недостаток для Вас значения не имеет. Но DVD проигрыватели на своих цифровых выходах могут выдавать сигнал с частотой дискретизации 96 кГц и разрядностью 24 бит. Такой сигнал - не для этого ресивера. Решением этой проблемы может стать использование других микросхем цифровых приемников, например, CS8415 или CS8416 от фирмы CRYSTAL SEMICONDUCTOR.

3. Внутри ЦСП фильтры эквалайзера установлены до цепи регулятора громкости. Это одновременно и достоинство (с точки зрения соотношения сигнал/шум), и недостаток (с точки зрения перегрузочной способности). Реально это проявляется следующим образом. При подаче на цифровой вход сигнала с уровнем 0 dBFS (FS - обозначает «full scale», т. е. цифровой максимум сигнала - все 16 бит равны «1») и одновременной установке уровня +12 дБ у пары фильтров 2 и 5 кГц или 1 и 2 кГц сигнал в ЦСП «клипится». Причем, это легче увидеть (в программе SpectraLab), чем услышать. Эффект отсутствует, если при записи аудио диска уровень сигнала был нормализован менее чем на 99%. Эффект уходит, если уровень одного из фильтров понизить до +11 дБ. Интересно, что для соседних пар более низкочастотных или более высокочастотных фильтров эффект отсутствует.

4. Не все резервы компонентов и схемы использованы. Причем, как программно, так и аппаратно. К программным следует отнести игнорирование имеющегося в ИМС AD1954 компрессора - а ведь могло бы быть «мягкое ламповое ограничение». Аппаратными огрехами являются, во-первых, использование стабилизаторов 7805 в цепях питания тракта. Если использовать специализированные стабилизаторы, производимые различными фирмами специально для цепей питания высококачественных аудио компонентов, результаты могли

быть лучше. Примером могут служить ИМС ADP3303 от той же Analog Devices или прочие. И во-вторых, что, наверное, даже более важно, не разделены земли аналоговой и цифровой половин ресивера. С другой стороны два последних замечания для тех, кого уровень помех в -100 дБ не удовлетворяет, а хочется -112 дБ, задекларированных изготовителем в справочных данных на AD1954.

5. Уровень сигнала на выходе сабвуфера регулируется в пределах от 0 до -16 дБ относительно уровня сигнала основных каналов и не превышает их. Это обуславливает необходимость использования сабвуфера с усилителем мощности, обладающим БОЛЬШИМ усилением, чем усилители основных каналов (чувствительность низкочастотных громкоговорителей обычно ниже, чем у среднечастотных или широкополосных). Это необходимо иметь в виду при изготовлении или приобретении усилителей мощности/сабвуфера. Если в Вашей системе не используется сабвуфер, на этот недостаток можете не обращать внимание.

6. Щелчок при выключении ресивера (включается он тихо). Связано это с тем, что непосредственно блоком питания управляет микросхема контроллера дистанционного управления, а управляющий процессор лишь «обнаруживает» этот факт. Решением может стать использование «быстрых» реле, замыкающих выходы по сигналу управления блоком питания.

7. Отсутствует тонкомпенсация при регулировке громкости.

8. Недостаточное по современным меркам количество ячеек памяти тюнера. Что ж, запишите в них только свои самые любимые радиостанции.

9. Неудобный алгоритм настройки приемника на станцию, отсутствие возможности оперативно настроиться на другую частоту, отсутствие автопоиска при настройке тюнера. Все это определяется программой управления и, возможно, будет улучшено в последующих версиях.

Очень надеюсь, что столь длинный список недостатков не отбил у Вас охоту повторить описанную конструкцию. Возмож-

но, к повторению конструкции читателя подойдут творчески и сразу внесут в схемы и платы предложенные или собственные улучшения.

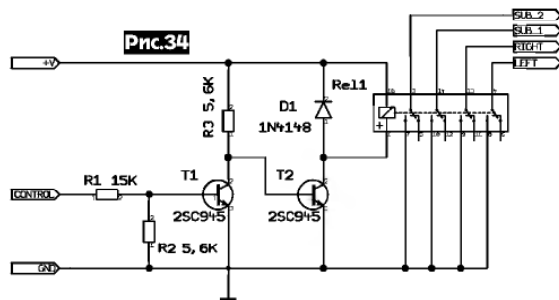
Ссылки

1. http://www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/43278310934977AD1954_a.pdf
2. http://www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/294553517AD1892_0.pdf
3. http://www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/3591379AD1871_0.pdf
4. А. Топрес. Универсальный контроллер CD-ROM-магнитофон с дистанционным управлением. - Радиохобби, 2000, №2, с.55.
5. Гаврилов Л. Фотоприемник для СДУ телевизора. - Радио, 1994, №4, с.8.
6. http://perso.wanadoo.fr/softelec/index_us.htm
7. Четырехканальный электронный коммутатор. - Радио, 1981, №4, с.58.
8. А. Шишков, Д. Штырков. Входной блок УКУ с электронным управлением. - Радио, 1984, №9, с. 40.
9. С. Карелин. Электронный селектор входов с малыми искажениями. - Радио, 1991, №4, с. 52.
10. http://www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/36658935ssm2404.pdf
11. О. Папуш. О философии схемотехники УМЗЧ. - Радиохобби, 2003, №2 с.51, рис 13.
12. http://www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/8871443ssm2142.pdf
13. http://www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/140854976OP275_b.pdf
14. Справочный листок. - Радио, 2003, №4 стр. 49,50.
15. Терещук Р.М. Терещук К.М. Полупроводниковые приемно-усилительные устройства. - Киев, «Наукова думка», 1982.
16. http://www.semiconductors.philips.com/acrobat/datasheets/TEA5711_TEA5711T_1.pdf
17. К. Наседкин. SpectraLab в радиолобительских измерениях. - Радиохобби, 2003, №1, с.54.

Эпилог

Пока статья готовилась к публикации, ресивер переключал из лаборатории домой. Прослушивание на «толковом» УМ и больших колонках вынудило побороться с некоторыми из недостатков.

1. Щелчок при выключении ресивера пришлось устранить сразу же! А то так и колонки спалить недолго! Для этого пришлось добавить небольшую плату (рис. 34) с установленными на ней управляющими транзисторами и реле. Сигнал с кон-



такта 2 разъема XS2 блока управления необходимо отключить от управляющего входа отключаемого блока питания и подать на контакт «CONTROL» дополнительной платы. Управляющий сигнал на отключаемый блок питания при этом необходимо подать с контакта 7 разъема XS3 блока управления. Питание «+V» на дополнительную плату должно быть подано постоянно (блок питания дежурного режима). Контакты «LEFT», «SUB_1» и «SUB_2» подключаются к соответствующим сигнальным выходам (OUT_xxx) блока ЦСП (уже после резисторов R36-R39). Управляющая программа процессора также была изменена. Рассматривая, что теперь происходит. Пока ресивер в дежурном режиме, на контакте 2 разъема XS2 блока управления 0 Вольт. На контакте 7 разъема XS3 также 0 В. При этом реле дополнительной платы включено и своими контактами закорачивает на «землю» выходы ресивера. При включении ресивера на контакте 2 разъема XS2 блока управления появ-

ляется 15 В. Реле дополнительной платы выключается. Одновременно на контакте 7 разъема XS3 появляется логическая «1», которая включает блок питания аналоговой части. При выключении ресивера на контакте 2 разъема XS2 блока управления напряжение сразу же падает до 0 В, реле дополнительной платы срабатывает и закорачивает выходы ресивера. А на контакте 7 разъема XS3 напряжение падает до логического «0» с некоторой задержкой, после чего выключается блок питания.

2. Хлопок при переходе фильтров из всепропускающего в полосовой режим был устранен при помощи программного управления цепью аппаратного приглушения блока ЦСП (T2). Теперь, когда регулируется уровень какой-либо из полос эквалайзера, при переходе с «0 дБ» к «+1 дБ», а также от «+1 дБ» к «0 дБ» звук кратковременно отключается. При регулировке в пределах от «+1 дБ» до «+12 дБ» приглушение не используется, т.к. помеха при этом небольшая.

3. Оптический приемник блока ЦСП отказывался работать - вместо музыки на выходах ресивера присутствовал шум. С другой стороны - в цифровом приемнике сомневаться не приходилось: все измерения производились при подаче сигнала на коаксиальный цифровой вход. Следовательно, что-то не то с приемником. Детальное изучение справочных данных от изготовителя и сравнение их с имеющейся конструкцией показало - не установлен дроссель (более 47 мкГн) в цепи питания, а блокировочный конденсатор (0,1 мкФ) установлен от выводов TORX173 на расстоянии, превышающем рекомендованные «не более 7 мм». Выполнение приведенных рекомендаций дало нулевой результат! Проблему решила установка дополнительного резистора номиналом 750 Ом между выходом приемника (вывод OUT микросхемы IC2 блока ЦСП) и «землей».

4. Небольшое «косметическое» изменение: в меню установок фраза «F среза» была заменена на «Частота среза». В hex-файле прошивки контроллера, выложенном на сайте «Радио-хобби», все эти изменения учтены.

На обложке журнала приведен внешний вид собранного устройства со снятой верхней крышкой.