

Усилитель выходного дня

Автор – Тимофей Носов

Введение.....	2
Схемотехника усилителя.....	2
Функциональное описание	4
Печатная плата и особенности сборки.....	7
Схема NTV-программатора	10
Пошаговая инструкция или "Как прошить PIC-контроллер?".....	11
Импульсный блок питания усилителя.....	13

ВВЕДЕНИЕ

Нас окружает мир звуков, поэтому тема работы со звуком, на наш взгляд, никогда не потеряет актуальность. В свою очередь и мы постараемся сделать вклад в этой сфере. Хочется надеяться, что эта статья будет для вас интересна и полезна.

Во-первых, при создании этого усилителя ставилась задача развернуть конструкцию и процесс сборки к пользователю лицом, а не тем местом, на котором сидят. Во-вторых, мы старались минимизировать бюджет устройства и сделать конструкцию модульной. В-третьих, ставилась задача сделать повторяемую конструкцию даже начинающими радиолюбителями.

В любом случае наш усилитель, как и любая конструкция, не претендует на идеальность. Мы уверены, что у каждого радиолюбителя есть собственное мнение на этот счет. Полагаем, что найдутся и такие, которые уже поморщились – зачем, дескать, писать об этом, когда есть много гораздо более интересных проектов. Да, есть. Но, **мы попытались реализовать сложные вещи в простой схемотехнике. Господа меломаны! Этот усилитель не для вас. Здесь вы не найдете интересного для себя.** Однако, мы уверены, что этот усилитель может стать основой для создания высококачественных аудио-приложений. А фраза "усилитель выходного дня" говорит о том, что при наличии деталей и принадлежностей конструкцию можно сделать за один день.

СХЕМОТЕХНИКА УСИЛИТЕЛЯ

Современный усилитель, как правило, представляет собой комбинацию различных узлов: блоков коммутации и индикации, регуляторов громкости, тембра и баланса (эквалайзеры), усилителя мощности. Это вызвано тем, что функциональная насыщенность современной аппаратуры постоянно возрастает, в то время как проектировать и изготавливать каждый узел отдельно гораздо проще. Это позволяет легко комбинировать и заменять отдельные блоки. Существенно упрощается настройка. Кроме того, легко решается проблема модернизации усилителя.

Сердцем нашего усилителя является микроконтроллер PIC16F628A. Не пугайтесь, мы научим вас записывать программу в микроконтроллер с помощью простейшего программатора и несложной утилиты. Микроконтроллер, в свою очередь, управляет аудиопроцессором TDA7318. Эта замечательная микросхема выполняет все вышеперечисленные функции по обработке звука, её возможности мы рассмотрим чуть позже. В качестве усилителя мощности выбрана микросхема TDA8568q. Это четырехканальный автомобильный усилитель мощности по 25Вт на каждый канал. Далее мы покажем, как увеличить выходную мощность. Разумеется, кроме всего перечисленного, наш усилитель не обделен функциями управления, индикации, мониторинга температуры, управления охлаждением, режимом ожидания, также есть функция часов и календаря.

Усилителем можно управлять вручную кнопками или энкодером, и одновременно дистанционно с помощью пульта ДУ. На ваш выбор есть два варианта прошивок: вы можете использовать прошивку адаптированную под использование кнопок (в случае отсутствия энкодера), а также можете использовать прошивку, адаптированную под использование энкодера. В остальном, функциональность прошивок не отличается друг от друга. Усилителем можно управлять и с помощью ИК пульта, который должен работать в стандарте RC-5; в этом стандарте работают многие пульты от бытовой техники (например, LG, Philips и др.).

Необходимо отметить, что прошивка поддерживает и пульты, работающие в инвертированном стандарте RC-5. В нашем случае в инвертированном стандарте RC-5 работает пульт из комплекта спутникового приемника SkyStar 2 TV (см. фото ниже).



Энкодер иначе называют датчиком вращения (датчиком угла, датчиком поворота). **Шаттл** – это современное название элемента, который используется для ввода информации и управления цифровой техникой (музыкальные центры, ресиверы, тюнеры, автомагнитолы и пр.). Работа энкодера и шаттла заключается в выводе определенной последовательности импульсов при вращении вала устройства. Далее мы будем придерживаться названия энкодер, т.к. оно употребляется в официальной документации. Энкодер – современный и оригинальный элемент управления цифровыми устройствами. Энкодер по внешнему виду похож на переменный резистор (см. рисунок ниже). Вращение вала сопровождается щелчками, например, 16 щелчков на один оборот. Аналогично работает колесо компьютерной мыши, только в данном случае вращают вал вместо колеса.

В нашем варианте энкодер имеет встроенную кнопку, которая срабатывает по нажатию на вал энкодера (добавляется еще один вывод). Это свойство позволяет все функции управления осуществлять всего лишь одним элементом: нажатием перебирать режимы, а вращением делать настройку. Таким образом, одной ручкой энкодера можно регулировать громкость, баланс, высокие и низкие частоты и пр. режимы, для чего требуются три сигнальные линии.

На фотографии ниже два энкодера: PEC12 и PEC16.

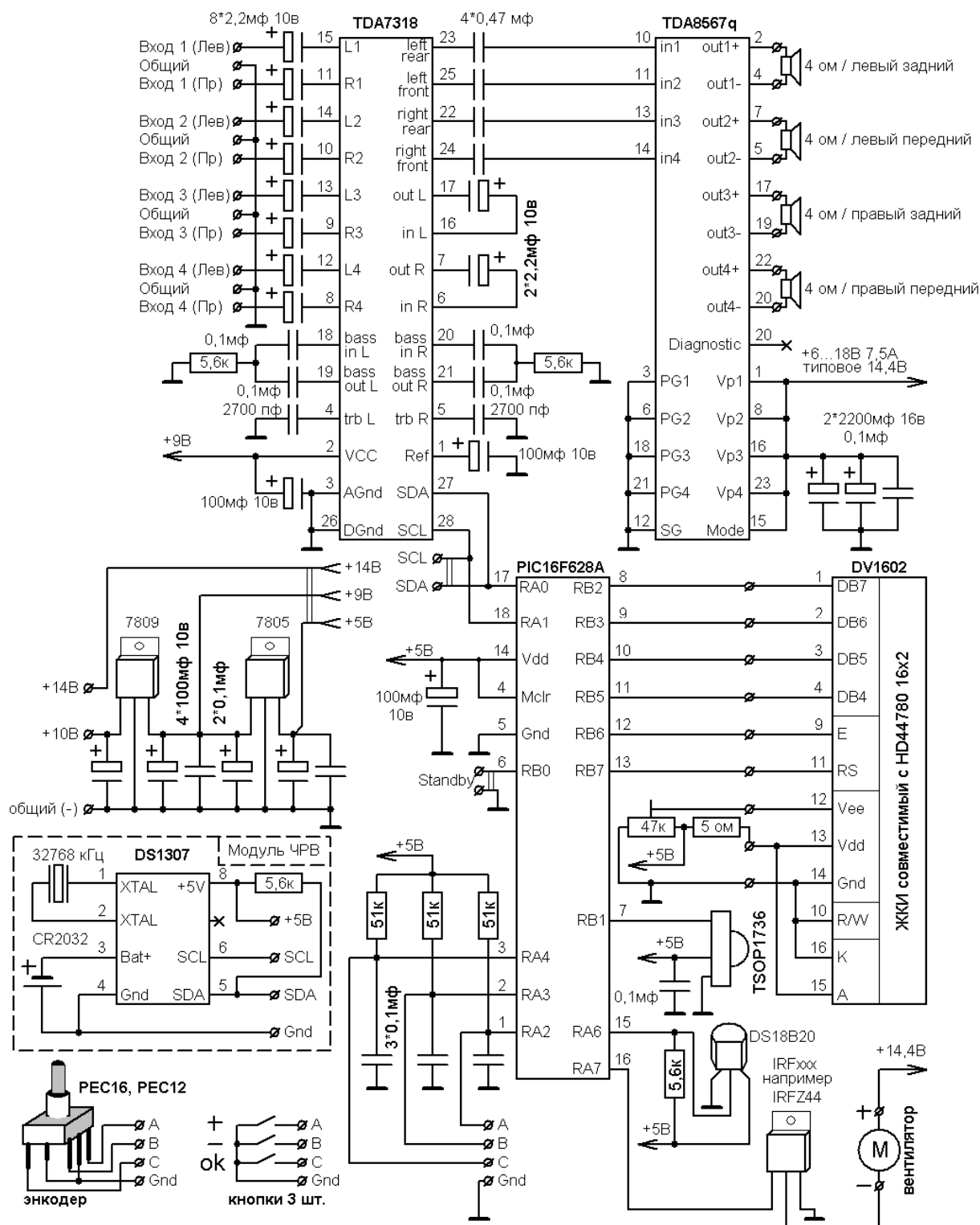


Энкодер PEC16 имеет на корпусе резьбу и его удобно монтировать на устройстве.

При использовании кнопок, а у нас предлагается использовать три кнопки: двумя кнопками увеличивают/уменьшают значение в соответствующем режиме, а третьей кнопкой перебирают режимы. Практика показывает, что для управления максимально удобен энкодер, но мы чаще пользуемся пультом. Поэтому при отсутствии кнопок или энкодера управлять можно с одного лишь пульта. Равно как и отсутствие ИК-приемника не лишает нас управления с помощью элементарных кнопок.

В схеме заложено раздельное питание "усилительной" и цифровой части. Это, во-первых, позволяет снизить тепловыделение линейных стабилизаторов за счет снижения падения напряжения. А, во-вторых, раздельное питание позволяет реализовать режим StandBy (ожидание) наиболее удобным образом, т.к. в таком режиме цифровая часть у нас будет всегда включенной и будет коммутировать включение "усилительной" части схемы (узлы коммутации мы не рассматриваем).

Ниже схема усилителя. Не бойтесь, всё не так страшно, как кажется на первый взгляд. Посмотрите на эту схему как на набор узлов. Некоторые элементы мы нарисовали эскизно, для лучшего мнемонического восприятия.



ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ

Рассмотрим схему сверху вниз.

TDA7318 – Hi-Fi стерео аудио процессор фирмы SGS-Thomson. На рисунке видим четыре входа, каждый из которых мы можем выбрать, например, сигнал с ПК, сигнал с ТВ, сигнал DVD. Аудиопроцессор TDA7318 преобразует плоский стереофонический сигнал (левый и правый) в четырехканальный объемный (квадро-стерео). Этим и объясняется наличие пары стереовыходов: передние и задние колонки. Благодаря особой схемотехнике TDA7318 можно реализовать режим частотной компенсации

(loudnes). Для это достаточно "поиграть" с номиналами элементов на ножках 18-19-20-21 и сделать звук либо более звонким, либо более басистым.

Перечислим режимы, реализованные на TDA7318:

- громкость общая (64 уровней);
- тембр низкие (16 уровней);
- тембр высокие (16 уровней);
- баланс передние (16 уровней);
- баланс задние (16 уровней);
- баланс между передними и задними (т.н. центровка) (16 уровней);
- режим mute (тишина);
- плавное нарастание громкости в момент включения (4 уровня в сек.);
- плавное нарастание громкости при выходе из режима mute (4 уровня в сек.);
- в разработке режим предварительного усиления для каждого канала (4 уровня).

Все перечисленные настройки автоматически сохраняются в энергонезависимой памяти микроконтроллера. Аудиопроцессор TDA7318 заменим на TDA7313 без изменения схемы и прошивки. Но в таком случае у вас будет только три входа вместо четырех.

TDA8568q – четырехканальный автомобильный усилитель мощности. Он интересен простотой включения, отсутствием обвязки и однополярным питанием. Несмотря на отсутствие в документации упоминания Hi-Fi, этот усилитель, по нашему мнению, в домашних условиях приятно радует слух. Это не попытка агитации использовать именно этот вариант усилителя мощности. В самом начале этой статьи мы поставили ряд задач, которым TDA8568q полностью соответствует. Она заменима на TDA8567q, TDA8569q, TDA8571j (4*40Вт) без изменения схемы и дизайна платы. Для поднятия мощности можно поднять напряжение питания и использовать динамики с сопротивлением 2 Ом, но настоящий радиолюбитель отличается от тинейджера тем, что слушает звук на меньшей громкости и с лучшим качеством.

PIC16F628A – это дешевый и распространенный микроконтроллер. Он имеет встроенный тактовый генератор и может работать без кварцевого резонатора. Вопрос его прошивки мы рассмотрим чуть позже. Вы убедитесь, что это не сложно, точнее говоря – это очень просто.

DV1602 – это совместимый с HD44780 16*2 жидкокристаллический индикатор (ЖКИ). HD44780 – это контроллер, который управляет индикатором. Обозначение 16*2 говорит о том, что индикатор имеет по 16 знакомест в 2 строках. Существует большое количество совместимых с HD44780 ЖКИ, производимых разными фирмами. Мы же выбрали самый дешевый с подсветкой. В случае выбора другого индикатора (с другой маркировкой) вам необходимо ознакомиться с документацией с целью определения цоколевки через поиск в Яндексe. ЖКИ подключается к плате 9-и контактным шлейфом или отдельными проводами, одноименными контактами друг к другу. Подстроечным резистором в цепи питания ЖКИ настраивают контрастность изображения.

DS1307 – микросхема ЧРВ (часы реального времени). Модуль на основе DS1307 можно не устанавливать; благодаря ему в устройстве появляется функция часов и календаря.

TSOP1736 – инфракрасный фотоприемник TSOP1736 фирмы Vishay может быть заменен на SFH-506 фирмы Siemens, TFMS5360 фирмы Temic, ILM5360 производства ПО "Интеграл". Фотоприемник можно не устанавливать, если вас устраивает только ручное управление.

DS18B20 – распространенная микросхема цифрового термометра, выпускаемая фирмой DALLAS, обеспечивает измерение температуры в диапазоне -55..+125°C с дискретностью 0,0625°C. Этот элемент также можно не устанавливать, если вас не интересует температура усилителя мощности.

7809, 7805 – силовые элементы, линейные стабилизаторы напряжения на 9 и 5 вольт. Включены последовательно. Рекомендуется организовывать индивидуальное питание, с целью минимизации падения напряжения и, как следствие, повышенного нагрева. Можно использовать отечественные аналоги КР142ЕН8А и КР142ЕН5А соответственно.

IRFxxx – мощные МОП (металл-окисел-полупроводник) полевые транзисторы, которые характеризуются меньшим временем срабатывания и более простыми схемами управления. Одинаково хорошо работают IRFZ44N, IRFZ46N, IRFZ48N.

Вентилятор – любой компьютерный вентилятор на напряжение 12В.

Энкодер – энкодер инкрементирующий. Заменяем на любой другой со встроенной кнопкой, например PEC12. Можно не устанавливать, если предполагается только дистанционное управление. Энкодер подключается к плате 4-х контактным шлейфом или отдельными проводами, одноименными контактами друг к другу.

Кнопки – нормально разомкнутые любого типа, соответствующие вашему вкусу и дизайну корпуса. Кнопки можно не подключать, если предполагается только дистанционное управление. Кнопки подключаются к плате 4-х контактным шлейфом или отдельными проводами, одноименными контактами друг к другу.

И энкодер, и кнопки имеют меньшие размеры в отличие от переменных резисторов, что позволяет минимизировать размеры конструируемого усилителя. Кнопочное управление позволяет размещать блок кнопок на значительном расстоянии от самого аудио процессора без ущерба для качества аудио сигнала. Благодаря энкодеру со встроенной кнопкой все функции управления можно осуществлять одной ручкой (крутилкой).

Далее фотографии ЖКИ в некоторых режимах.

Заставка в рабочем режиме



Заставка в режиме ожидания



Общая громкость



Регулировка баланса



Настройка времени и даты



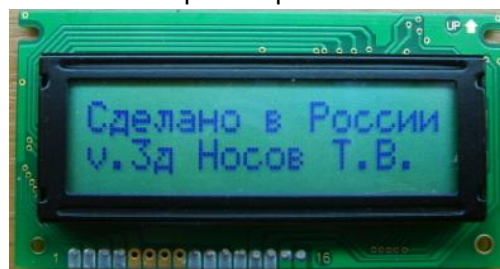
Температура



Выбор входа (источника звука)



О версии прошивки



Рассмотрим некоторые режимы.

Заставка в рабочем режиме – включается, если пользователь в течении 10 сек. не производит никаких настроек. В этой заставке мы видим текущее время и текущую температуру.

Заставка в режиме ожидания (StandBy) – вход в режим производится как с пульта, так и с энкодера/кнопок. На пульте это кнопка включения (Power). Если же вы хотите войти в этот режим с энкодера/кнопок, необходимо удерживать в течении 4-5 сек. нажатой кнопку энкодера или кнопку "OK". То же самое делается и для выхода из этого режима. Необходимо отметить, что с режимом ожидания напрямую связана работа линии StandBy, обозначенного на схеме. Если мы видим заставку "Ожидание" – на линии низкий уровень сигнала, во всех остальных случаях на линии высокий уровень сигнала.

Режим MUTE (тишина) можно выбирать лишь с пульта ДУ. Считаем, что при ручном управлении гораздо проще убавить громкость, чем заходить в специальный режим и резко выключать звук.

Установка времени и даты. При входе в этот режим вам предлагается согласиться или отказаться (да/нет) откорректировать значения времени и даты. Если вы соглашаетесь, то путем перебора разрядов даты и времени и кнопок больше/меньше устанавливаются необходимые значения.

В случае отсутствия модуля ЧРВ, в плату необходимо впаять подтягивающее сопротивление номиналом 5,6 кОм между линиями SDA и +5В. Для удобства монтажа в основной плате в месте установки модуля ЧРВ предусмотрено дополнительное отверстие (см. рисунок ниже). Если это сопротивление не будет установлено, то часы будут показывать некорректное время. В случае наличия подтягивающего сопротивления, но при отсутствии модуля ЧРВ (или микросхемы DS1307 в модуле), микроконтроллер блокирует вывод функции часов.

Установка температуры. На фотографии выше в верхней строчке мы видим текущую температуру (38,9). Она динамически изменяется, т.е. достаточно человеческого дыхания, чтобы увидеть изменения. В нижней строчке устанавливаем (с пульта или с энкодера/кнопок) порог, при котором будет срабатывать вентилятор в диапазоне положительных температур от 0 до 99 градусов. В нашем примере, если текущая температура станет выше 40,0 градусов, то запустится вентилятор. В алгоритм работы вентилятора заложена "защита от детей", т.е. при превышении порога температуры в 75 градусов, вентилятор в любом случае сработает.

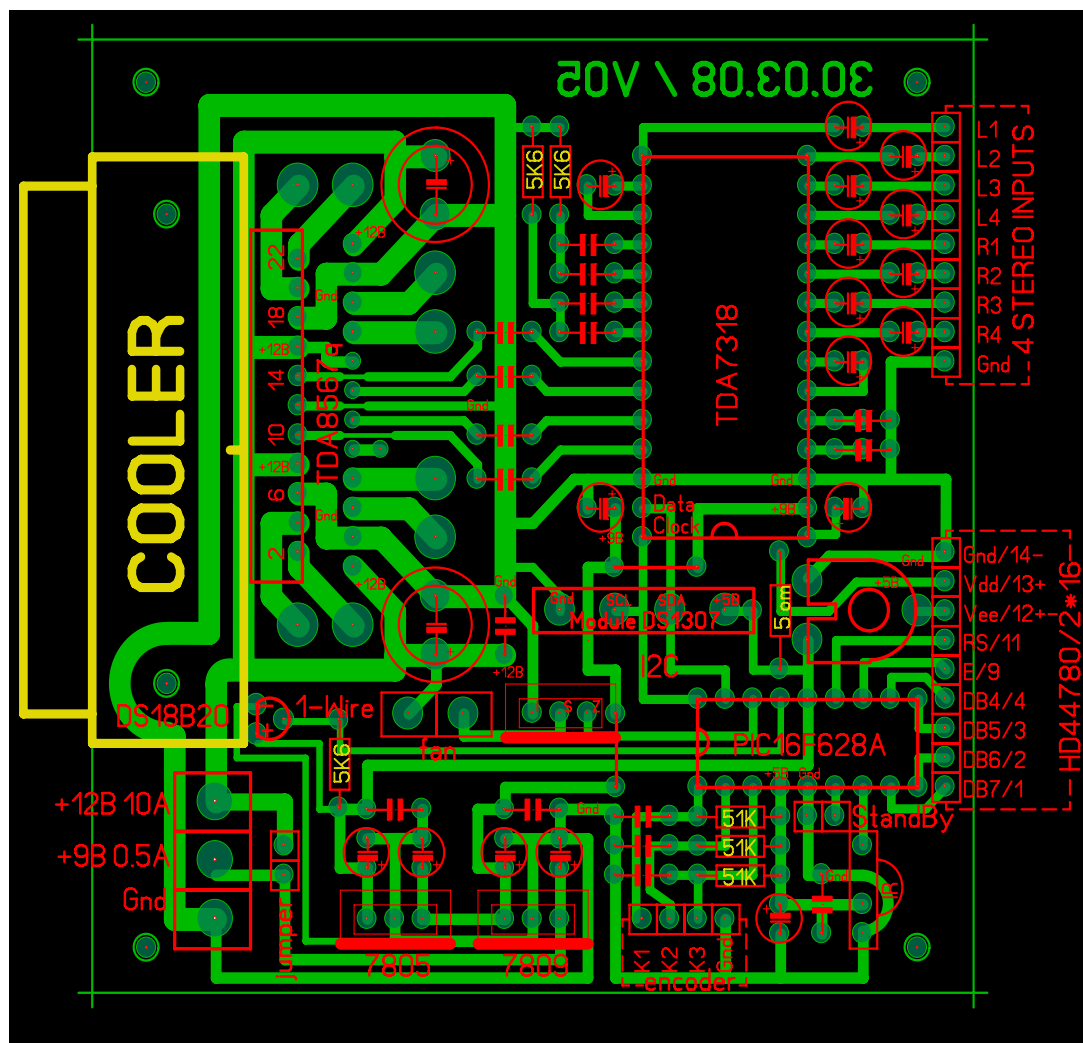
В случае отсутствия датчика DS18B20 индикатор температуры будет показывать значение 00,0. Соответственно вентилятор будет всегда выключен.

Версия прошивки – выводится на экран после ввода с пульта ДУ последовательности цифр "1978".

ПЕЧАТНАЯ ПЛАТА И ОСОБЕННОСТИ СБОРКИ

Усилитель собран на печатной плате размером 8x8 см, которая изготовлена из фольгированного текстолита толщиной 1 мм. Печатную плату мы сделали с применением лазерно-утюжной технологии, описание которой вы можете найти [здесь](#). Рисунок печатной платы в формате Sprint Layout 4.0 вы можете скачать [здесь](#). Рисунок намеренно сделан в старой версии программы с целью обеспечения большей совместимости.

Ниже рисунок печатной платы.



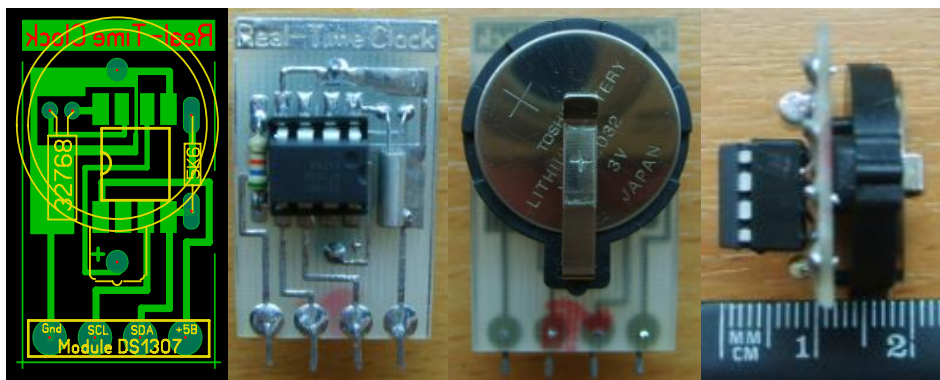
Конструктивно на плате предусмотрены все необходимые контактные площадки.

Перемычка (jumper) позволяет организовать питание усилителя от одного источника напряжения (12...14В), но в таком случае линейные стабилизаторы напряжения 7805 и 7809 потребуются установить на радиатор. Для этого можно использовать общий радиатор, т.е. допускается замыкание фланцев стабилизаторов.

Радиатор для микросхемы усилителя мощности сделан из типового компьютерного куллера от Pentium-I. Для механической жесткости радиатор прикручивается к плате. Для обеспечения теплового контакта используется термопаста КПТ-8. Для крепления к радиатору микросхемы усилителя мощности и термодатчика используется Г-образная пластина, которая притягивается к радиатору через отверстие с помощью болта и гайки (см. фото). Возможны и другие конструкторские варианты организации пассивного охлаждения. Активное охлаждение, а именно питание вентилятора, берётся с контактных площадок, маркированных как "fan".

Следует обратить внимание на габариты электролитических (полярных) конденсаторов. Все конденсаторы диаметром 5 мм, за исключением конденсаторов в цепи питания усилителя мощности, у которых диаметр не более 10 мм. Микроконтроллер и аудиопроцессор необходимо устанавливать на соответствующие панели. В процессе тестирования работы термодатчика не допускается принудительный нагрев корпуса прибора с помощью паяльника. Это может привести к программному сбою.

К контактным площадкам, маркированным как "Module DS1307", подпаивается плата-модуль часов реального времени (ЧРВ). Размер модуля 2,2x3,5 см, толщина 2 см.

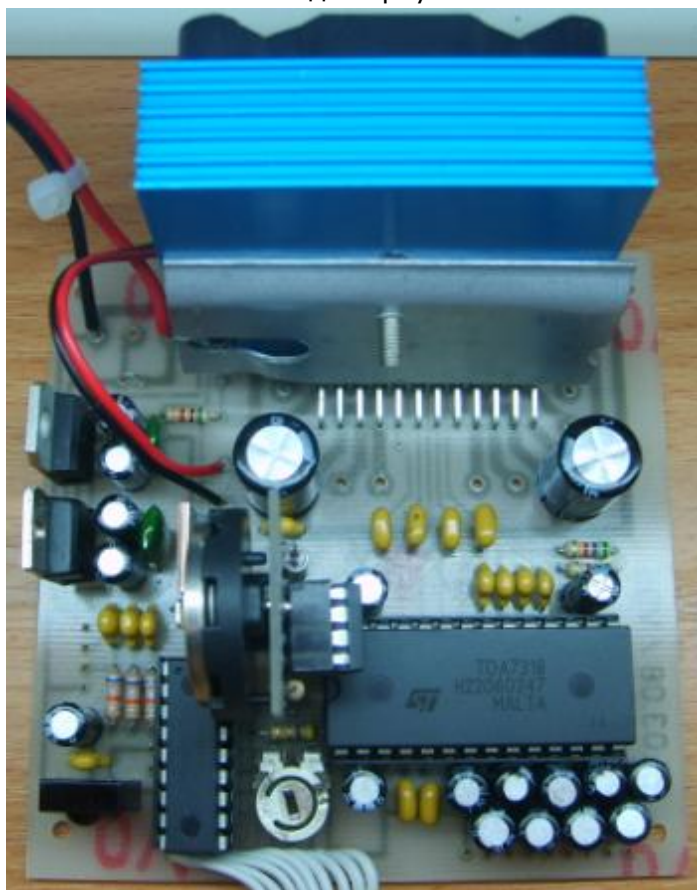


Кратко опишем модуль ЧРВ.

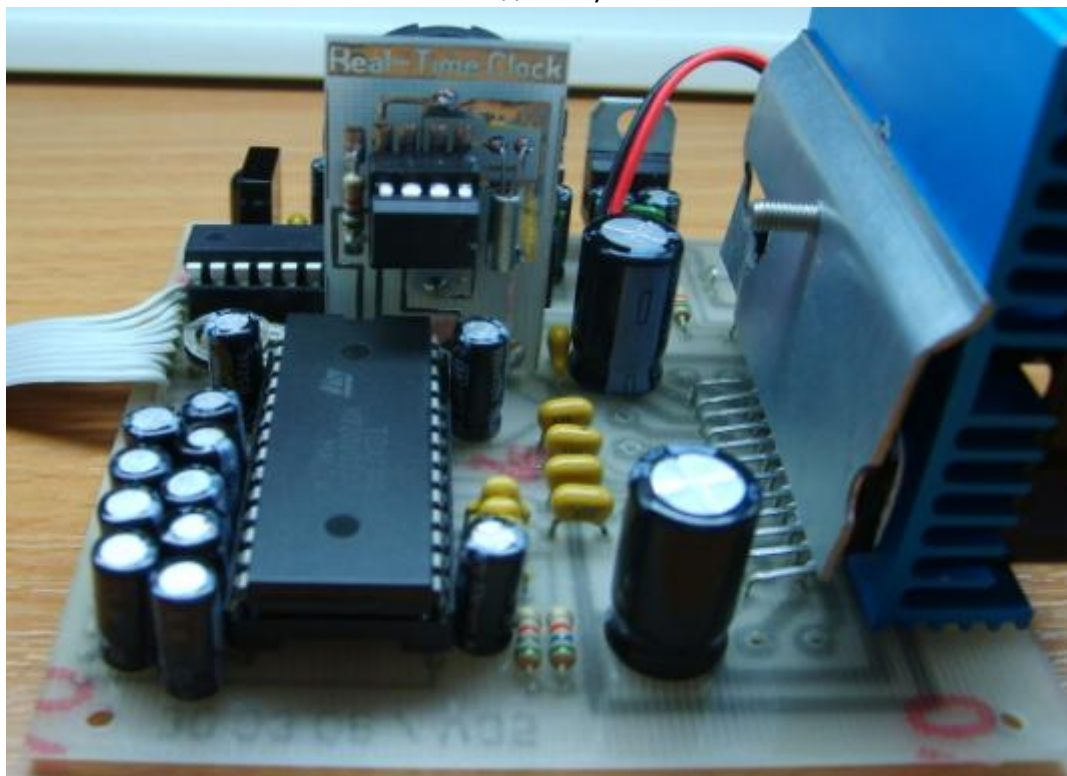
Как видно из рисунка, монтаж элементов двухсторонний. Со стороны элементов впаян батарейный отсек под литиевый аккумулятор CR2032 (компьютерная батарейка-таблетка). Со стороны дорожек поверхностным монтажом напаяны остальные элементы. Для установки микросхемы DS1307 также используется панель. Ножки панели выгибают наружу и подпаивают к плате. Корпус кварцевого резонатора для надежного крепления подпаивают к площадке на печатной плате, не допуская длительного нагрева. Модуль ЧРВ соединяется с платой с помощью жестких проводников, например, отрезками от канцелярской скрепки.

Ниже фотографии собранной платы.

Вид сверху.



Вид сбоку.



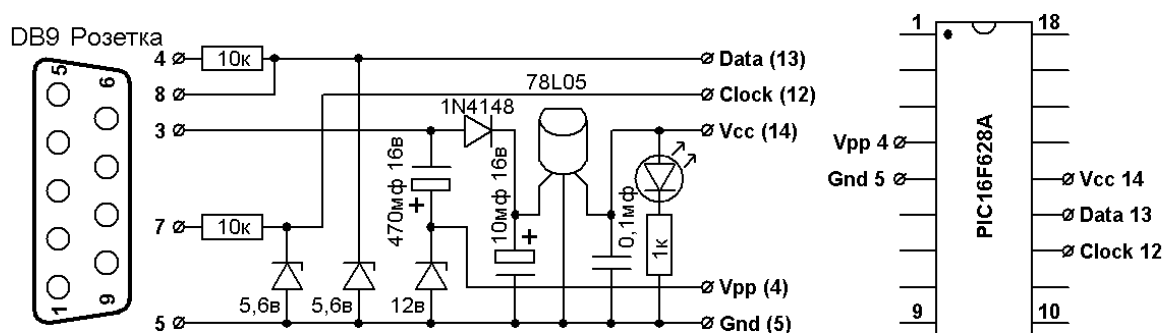
В остальном никаких специфических требований к монтажу элементов не предъявляется. В случае использования паяльных паст, активных флюсов и прочей химии, набитые печатные платы необходимо промыть подходящим растворителем, используя кисточку с жестким ворсом для более тщательной очистки. Постарайтесь ограничить контакт растворителя с подстроечным резистором и ИК-приемником.

СХЕМА NTV-ПРОГРАММАТОРА

Далее рассмотрим вопрос прошивки микроконтроллера PIC16F628A.

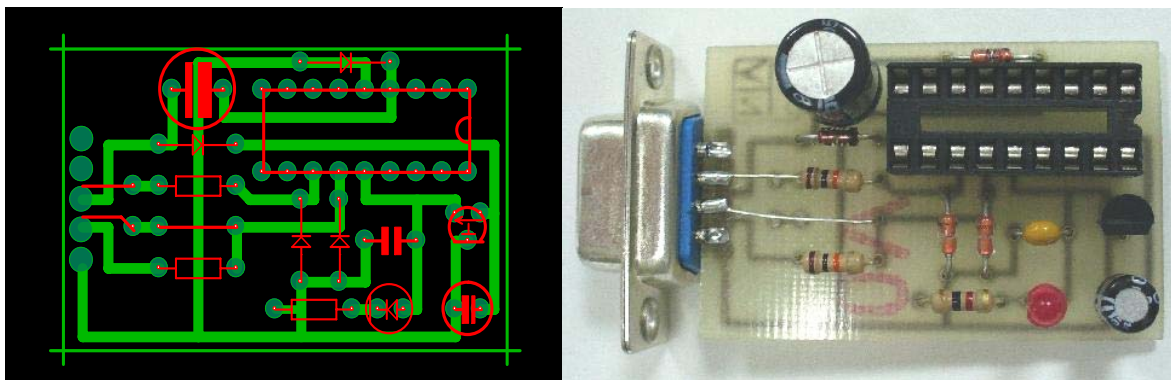
Для этих целей нам потребуется программатор. В качестве элементарного программатора предлагаем Вам собрать по авторской схеме JDM-совместимый программатор, который мы назвали NTV-программатор.

Ниже приводим схему NTV-программатора.



Собранный по данной схеме программатор многократно и безошибочно прошивал контроллер PIC16F628A (и ряд других) и может быть рекомендован для программирования микроконтроллера к усилителю. Данный программатор не работает при подключении к ноутбукам, т.к. уровни сигналов интерфейса RS-232 (COM-порт) в мобильных системах занижены.

Конструктивно плата программатора вставляется между контактами разъема DB-9, которые подпаиваются к контактным площадкам печатной платы. Рисунок печатной платы [здесь](#). Ниже фотография собранного программатора.



Далее необходимо скачать свободно распространяемую руссифицированную программу IC-Prog для прошивки PIC-контроллеров ([отсюда](#)) и прошить микроконтроллер в соответствии с нижеследующей инструкцией.

Скачать прошивку, адаптированную под использование кнопок, можно [здесь](#).

Скачать прошивку, адаптированную под использование энкодера, можно [здесь](#).

ПОШАГОВАЯ ИНСТРУКЦИЯ ИЛИ "КАК ПРОШИТЬ PIC-КОНТРОЛЛЕР"

1. Соберите NTV-программатор (для удобства можно распаять удлинительный шнур мама-папа для COM-порта не более 1 метра).

2. Поместите программу IC-PROG и её компоненты в отдельный каталог, например **icpr**. В каталоге **icpr** должны находиться три файла:

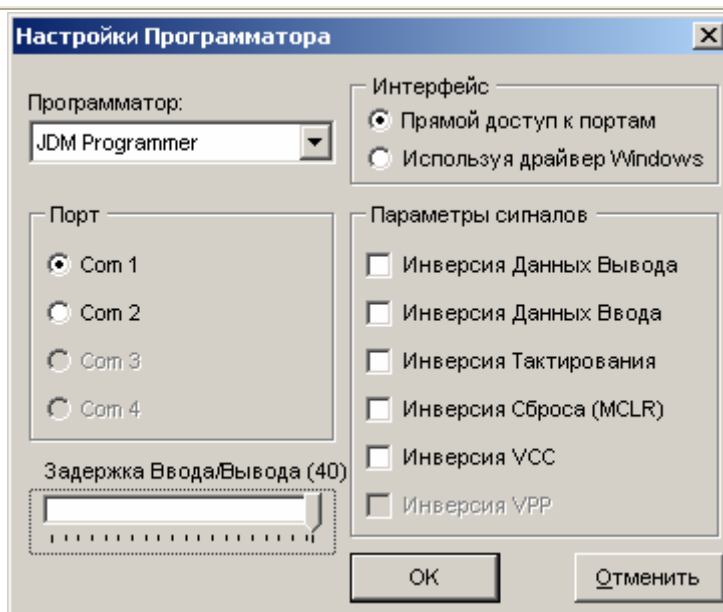
icprog.exe – файл оболочки программатора;

icprog.sys – драйвер, необходимый для работы под Windows NT, 2000, XP, этот файл всегда должен находиться в каталоге программы;

icprog.chm – файл помощи (Help file).

3. Настройте программу.

Для Windows95, 98, ME	Для Windows NT, 2000, XP
	(Только для Windows XP): Правой кнопкой щёлкните на файле icprog.exe. "Свойства" >> вкладка "Совместимость" >> Установите "галочку" на "Запустить программу в режиме совместимости с:" >> выберите "Windows 2000".
Запустите файл icprog.exe. Выберите "Settings" >> "Options" >> вкладку "Language" >> установите язык "Russian" и нажмите "Ok". Согласитесь с утверждением "You need to restart IC-Prog now" (нажмите "Ok"). Оболочка программатора перезапустится.	
"Настройки" >> "Программатор".	



Проверьте установки, выберите используемый вами COM-порт, нажмите **"Ok"**.

Далее, **"Настройки"** >> **"Опции"** >> выберите вкладку **"Общие"** >> установите "галочку" на пункте **"Вкл. NT/2000/XP драйвер"** >> Нажмите **"Ok"** >> если драйвер до этого не был установлен в системе, в появившемся окне **"Confirm"** нажмите **"Ok"**. Драйвер установится, оболочка программатора перезапустится.

Примечание:

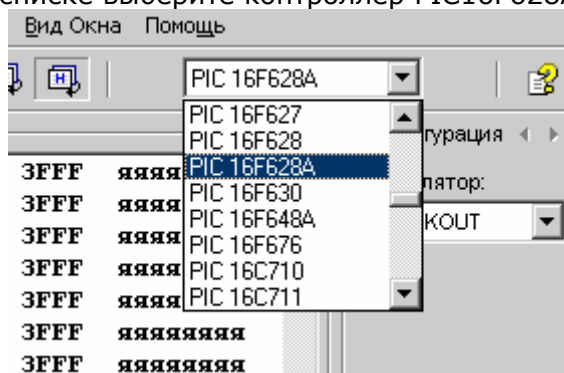
Для очень "быстрых" компьютеров возможно потребуется увеличить параметр **"Задержка Ввода/Вывода"**. Увеличение этого параметра увеличивает надёжность программирования, однако, увеличивается и время, затрачиваемое на программирование микросхемы.

"Настройки" >> **"Опции"** >> выберите вкладку **"I2C"** >> установите "галочки" на пунктах:

"Включить MCLR как VCC" и **"Включить запись блоками"**. Нажмите **"Ok"**.

Программа готова к работе.

4. Установите микросхему в панель программатора, соблюдая положение ключа.
5. Подключите программатор к COM-порту.
6. Запустите программу IC-PROG.
7. В выпадающем списке выберите контроллер PIC16F628A.



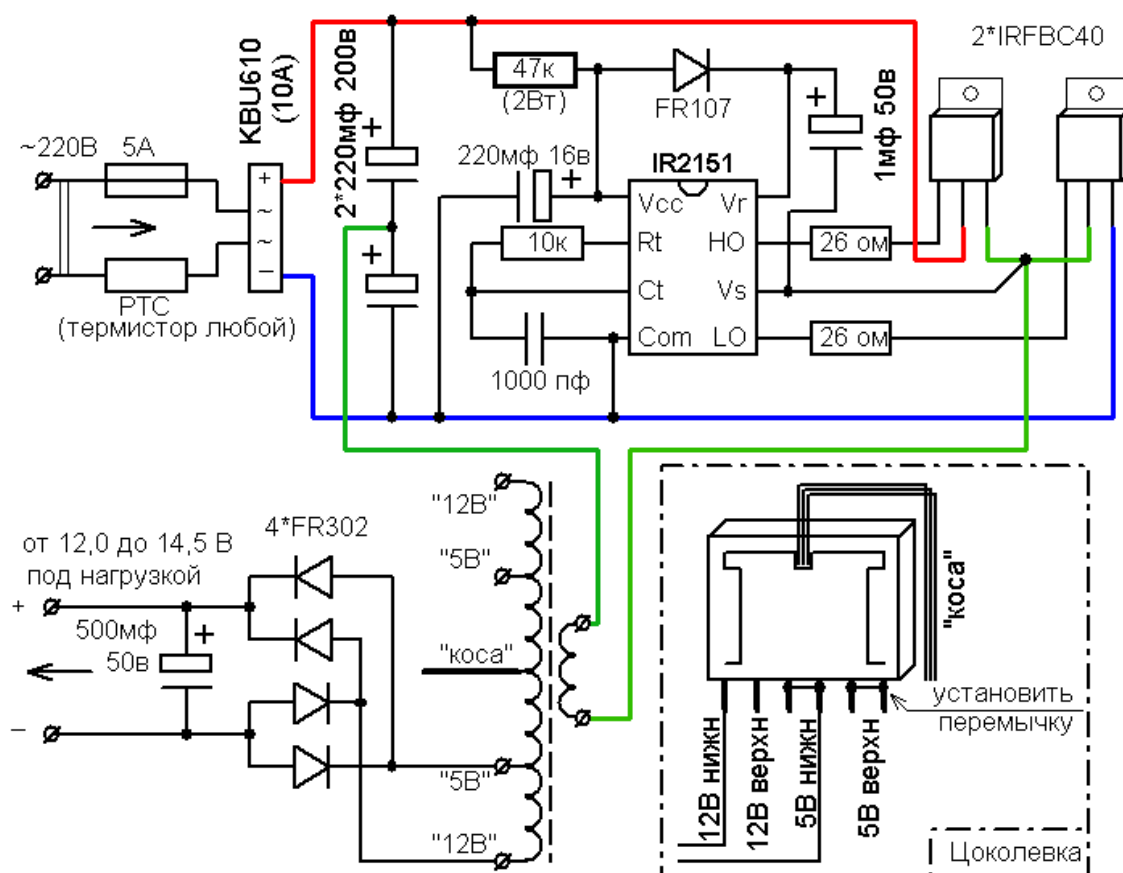
8. Далее в IC-PROG **Файл** >> **Открыть файл** (! не путать с "Открыть файл данных") >> найти наш файл с прошивкой. Окошко **"Программного кода"** должно заполниться информацией.

9. Нажимаем кнопку "Программировать микросхему"  (загорается светодиод).
10. Ожидаем завершения программирования около 30 сек.

Последовательно выполнив 10 несложных пунктов, вы запрограммируете микроконтроллер. Необходимо отметить, что для этого не нужно быть гениальным программистом или радиолюбителем со стажем. Это сможет сделать почти каждый. Теперь вы можете установить микроконтроллер в панель на плате усилителя, подать питание, подстроить контрастность и изучить все его возможности.

ИМПУЛЬСНЫЙ БЛОК ПИТАНИЯ УСИЛИТЕЛЯ

Характерной чертой этого блока питания является его простота и повторяемость. Схема содержит малое количество компонентов и хорошо себя зарекомендовала на протяжении более двух лет. В качестве импульсного трансформатора используется типовой понижающий трансформатор из компьютерного блока питания.



Кратко прокомментируем схему.

На входе стоит PTC термистор (Positive Temperature Coefficient) – полупроводниковый резистор с положительным температурным коэффициентом, который резко увеличивает свое сопротивление, когда превышена некоторая характеристическая температура TRef. Защищает силовые ключи в момент включения на время зарядки конденсаторов.

Диодный мост на входе для выпрямления сетевого напряжения на ток 10А. Использована диодная сборка типа "вертикалка", но можно использовать диодную сборку типа "табуретка".

Пара конденсаторов на входе берется из расчета 1 мкф на 1 Вт. В нашем случае конденсаторы "вытянут" нагрузку в 220Вт.

Горящее сопротивление в цепи питания драйвера мощностью 2 Вт. Предпочтение отдано отечественным резисторам типа МЛТ-2.

Драйвер IR2151 – для управления затворами полевых транзисторов, работающих под напряжением до 600В. Возможная замена на IR2152, IR2153. Если в названии есть индекс "D", например IR2153D, то диод FR107 в обвязке драйвера не нужен. Драйвер поочередно открывает затворы полевых транзисторов с частотой, задаваемой элементами на ножках Rt и Ct.

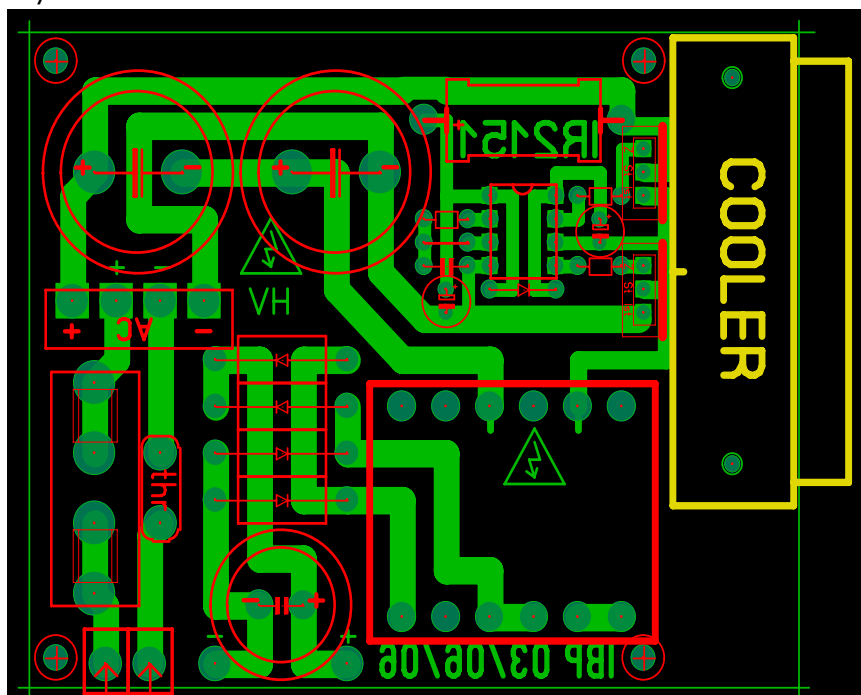
Полевые транзисторы используются предпочтительно фирмы IR (International Rectifier). Выбирают на напряжение не менее 400В и с минимальным сопротивлением в открытом состоянии. Чем меньше сопротивление, тем меньше нагрев и выше КПД. Можно рекомендовать IRF740, IRF840 и пр. Справочник по полевым транзисторам фирмы IR на русском языке можно скачать [здесь](#). Внимание! Фланцы полевых транзисторов не закорачивать; при монтаже на радиатор использовать изоляционные прокладки и шайбы-втулки.

Трансформатор типовой понижающий из блока питания компьютера. Как правило, цоколевка соответствует приведенной на схеме. В этой схеме работают и самодельные трансформаторы, намотанные на ферритовых торах. Расчет самодельных трансформаторов ведется на частоту преобразования 100 кГц и половину выпрямленного напряжения ($310/2 = 155В$).

Диоды на выходе с временем восстановления не более 100 нс. Этим требованиям отвечают диоды из семейства HER (High Efficiency Rectifier – высоко-эффективные выпрямительные). Не путать с диодами Шоттки.

Емкость на выходе – буферная емкость. Не следует злоупотреблять и устанавливать емкость более 10000 мкф.

Далее рисунок печатной платы.



Практика показала, что в данном приложении не требуется специальной организации обратной связи, индуктивных фильтров по питанию, снабберов и прочих "наворотов", присущих импульсным преобразователям. Так или иначе, в звуке на слух не ощущается типичных дефектов, свойственных "плохому питанию" (фон и посторонние звуки).

В работе полевые транзисторы не сильно нагреваются. Для них достаточно пассивного охлаждения. Полевые транзисторы фирмы IR очень устойчивы к тепловому разрушению и работают вплоть до температуры 150°C. Но это не означает, что их следует эксплуатировать в таком критическом режиме. Для таких случаев потребуется организация активного охлаждения, а по-простому, установить вентилятор.

Далее фотография собранного блока питания.



Как и любое устройство, этот блок питания требует внимательной и аккуратной сборки, правильной установки полярных элементов и осторожности при работе с сетевым напряжением. После Выключения данного блока питания в его цепях не остается опасного напряжения.

Правильно собранный блок питания не нуждается в настройке и наладивании.

Вопросы, как обычно, складываем **тут**.

Файлы:

Все печатные платы

Прошивка под энкодер

Прошивка под кнопки