

Преобразователь 12V/230V (PDA200W)

ELVjournal №2 1993г Стр. 26-31
<http://www.elv.de>

Преобразователь PDA200W способен из бортового напряжения 12V производить напряжение 230V/50Hz, которое можно использовать для питания устройств переменного тока мощностью до 200Вт.

ВВЕДЕНИЕ

Высокий КПД – 90%, и электронная защита – вот самые важные особенности этого преобразователя.

Созданный по самой современной технологии, преобразователь PDA200W имеет высокую производительность, надежность и безопасность в эксплуатации при очень маленьких габаритах. Он очень удобен для применения в автомобиле, на кемпинге и при отдыхе на природе.

Технические данные этого компактного 200W преобразователя PDA200W показаны в таблице 1.

Технические данные:

- Входное напряжение: 10,5 - 15V
- Входной ток:
- При 13,6V/150W: ...12A
- Выходная мощность: ...150W
- Пиковая мощность (не более 5 мин.): ...200W
- Выходное напряжение: ...230V (eff)

Функции защиты:

- Сигнализация минимального напряжения (11V)
- Автоматическая защита и выключение при достижении (10,5V)
- Защита от перегрева
- Защита от перегрузки
- Защита от короткого замыкания

Габаритные размеры (LxВxH): 154x73x42 мм
Масса: 490г.

Высокий КПД преобразователя (до 90 %) достигается применением обедненного феррита и импульсной техники.

При этом преобразование происходит на частоте около 45КГц, с последующим электронным преобразованием в стабилизированное выходное напряжение 50Гц.

Применение импульсной техники и современных технологий не только позволили собрать преобразователь PDA200W в габаритах 154x73x42мм, но и добиться высокой надежности.

Его выходное напряжение стабилизировано и поддерживается неизменным при различных нагрузочных характеристиках, а так же снижении напряжения источника питания до 11V. Преобразователь поддерживает стабильное напряжение на выходе вплоть до достижения 10,5V, когда срабатывает автоматика защиты, которая отключает источник питания для предотвращения полной разрядки АКБ.

Также имеется защита от перегрузки и короткого замыкания при ремонте и эксплуатации.

Шнур питания длиной 1,2м. На его конце подключен штекер для подключения к прикуривателю автомобиля, а для подключения нагрузок используется сетевая евро-розетка.

При подключении нагрузки, питающее напряжение медленно возрастает, защищая таким образом от случайного поражения током при прикосновении к выходным контактам.

Теперь перейдем к схеме.

РАБОТА СХЕМЫ

На рис.1 показана большая схема преобразователя которая тем не менее в собранном состоянии дает миниатюрный прибор.

Интегральная микросхема IC2 (ШИМ) в сочетании с мощными транзисторами Q1 – Q4 а также импульсным трансформатором T1, образуют повышающий преобразователь. Этой частью схемы производится трансформация напряжения 12V в выходное постоянное напряжение величиной приблизительно 340V, которое заряжает конденсатор C26.

Применение микросхемы ШИМ (IC2) типа SG3525 (KA3525) которая содержит все важные компоненты, которые требуются для создания импульсного источника питания, дало возможность создать очень компактный преобразователь.

Сопротивлением R10 на выводе 6 (IC2), а также цепью R9 и C4 устанавливается частота задающего генератора и соответственно частота преобразования.

С данными номиналами тактовая частота составляет около 45КГц. Ширина импульса выходного сигнала устанавливается сопротивлениями R6 – R9 а также конденсатором C3 и обеспечивает постоянство нагрузки на выходе преобразователя.

Напряжение питания IC2 берется непосредственно от источника питания 12V и подается на вывод 15 микросхемы. Внутренний источник опорного напряжения выдает на вывод 16 микросхемы стабилизированное напряжение 5,1V, которое может использоваться как для стабилизации внутренних цепей, так и внешних.

Управляющие выходы IC2 выводы 11 и 14 через сопротивления R1 – R4 управляют непосредственно транзисторами выходного каскада Q1 – Q4.

Управление мощными транзисторами происходит так, что в первой фазе открытыми являются транзисторы Q1 и Q2, а в следующей фазе Q3 и Q4. Таким образом, верхний и нижний выводы трансформатора поочередно соединяются с "землей".

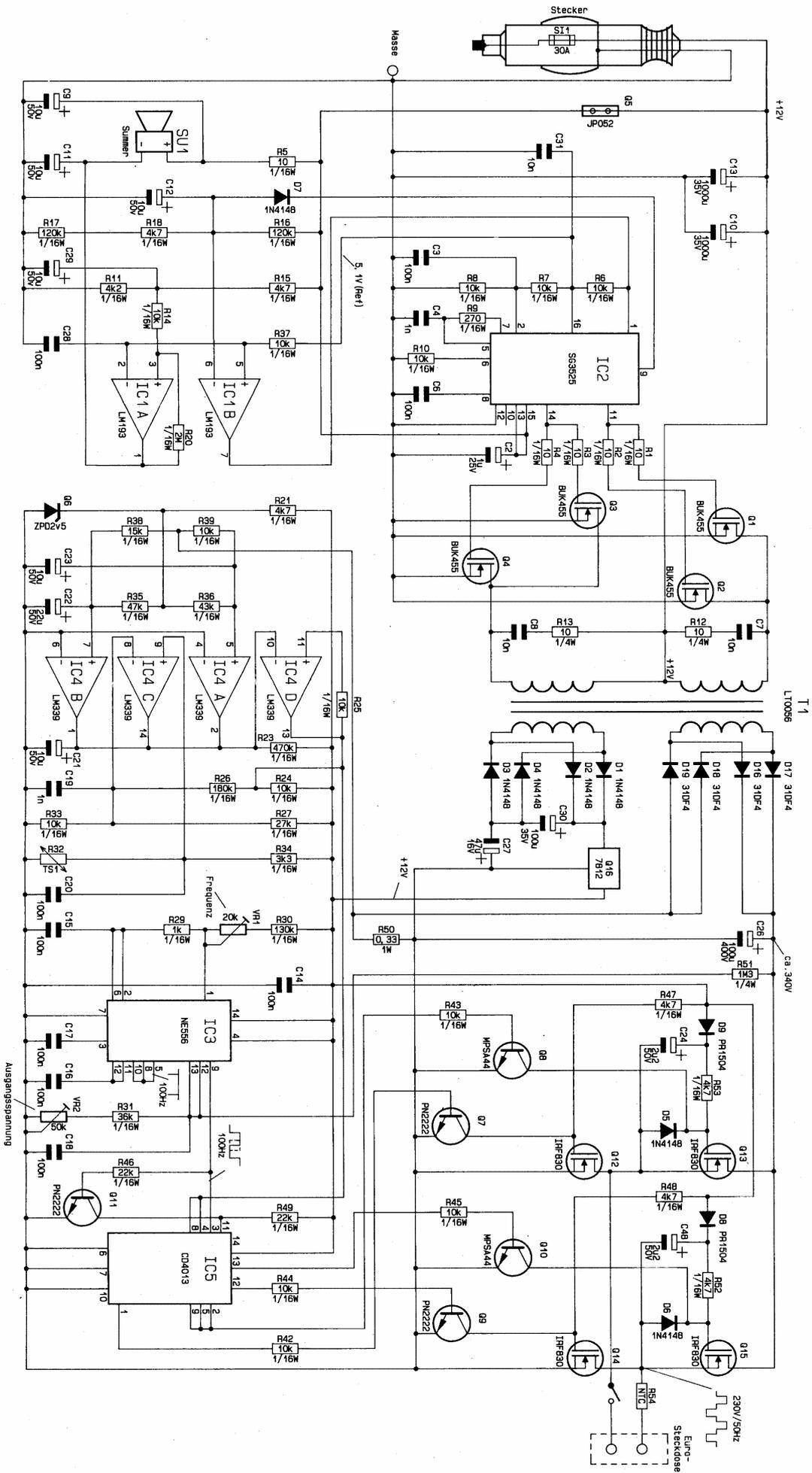
На вторичной обмотке трансформатора T1 имеются 2 обмотки. Верхняя обмотка с присоединенными диодами D16 до D19 является основной рабочей, а нижняя является вспомогательной, необходимой для питания устройств во второй части схемы.

Прежде чем мы приступим к рассмотрению дальнейшего преобразования вторичных напряжений, мы хотим рассмотреть работу компараторов схемы защиты IC1.

Эталонным напряжением для обеих компараторов микросхемы IC1 служит напряжение 5,1V получаемое от встроенного в микросхему IC2 стабилизатора. Через фильтр нижних частот R37/C28 эталонное напряжение поступает на выводы 2 и 5 микросхемы.

Резисторным делителем R15/R11 устанавливается порог переключения для акустического зуммера SU1. Конденсатор C29 предотвращает срабатывание зуммера при кратковременных скачках напряжения. С помощью сопротивлений R14 и R20 устанавливается напряжение гистерезиса. Переключение схемы происходит при превышении опорного напряжения 5,1V на выводе 3, что приводит к активации зуммера на выводе 1 микросхемы.

О втором компараторе IC1 в сочетании с внешними элементами R16 – R18 и C12 реализован второй порог переключения.



Если входное напряжение на сопротивлениях R16 – R18 достигнет 10,5V, то выход 7 компаратора переключится с низкого, на высокий уровень. Это приводит к тому, что на выводе 1 IC2 исчезает сигнал управления, и первая ступень преобразования выключается.

СОМР-выход вывод 9 IC2 показывает это рабочее состояние переключением уровня с низкого на высокий. И сигналом через D7 достигается защелкивание триггера. Если это произошло не по причине низкого входного напряжения, то необходимо выключить и снова включить преобразователь.

Этим мы завершаем описание первичной схемы преобразования, и обращаемся к формирователю вторичного напряжения.

РАБОТА ВТОРИЧНОГО ФОРМИРОВАТЕЛЯ

Как уже говорилось выше, напряжение +12V для питания вторичного формирователя подается с нижней (по схеме) обмотки трансформатора. После трансформации оно поступает на диодный мост D1–D4 и сглаживается конденсатором C30.

Полученное постоянное напряжение стабилизируется на уровне +12V стабилизатором напряжения Q16 и служит для питания микросхем IC3–IC5 с соответствующими компонентами.

В цепи нагрузки имеется диодный мост D16–D19, выпрямленное напряжение (340V) с которого заряжает конденсатор C26.

Выпрямленное напряжение 340V с помощью моста, состоящего из мощных транзисторов Q12...Q15, преобразуется в прямоугольное напряжение переменной полярности с частотой 50Гц и через ограничивающее первоначальный бросок тока NTC-сопротивление R54, а также "выключатель сети" подается на евро-розетку.

Управление выходным каскадом осуществляет КМОП микросхема IC5 типа CD4013 (K561TM2), через предварительные усилительные каскады, состоящие из биполярных транзисторов с добавочными резисторами в цепи базы (Q7...Q9 и R42...R45).

Теперь рассмотрим схему стабилизации на микросхемах IC3 и IC5 которая служит для поддержания стабильного выходного напряжения вне зависимости от нагрузки и величины напряжения первичного источника питания.

Микросхема IC3 представляет собой широко распространенный двоярный таймер NE556. Таймер номер 1 (выводы 1–6), включен как мультивибратор с самовозбуждением, постоянными резисторами R29 и R30 в сочетании с потенциометром VR1 и конденсатором C15 устанавливается частота на его выходе (вывод 5). Она составляет 100Гц, и определяется номиналами вышеупомянутых деталей. Точная установка ее осуществляется потенциометром VR1. Скважность выходного напряжения определяется отношением сопротивлений (R30 и VR1) к R29, и лежит в пределах 1: 140.

Таймер номер 2 работает как одновибратор. Он переключается по спаду короткого отрицательного импульса первого таймера и выдает импульс на своем выходе (вывод 9). Ширина импульса зависит от приложенного к C26 напряжения, и определяется резисторным делителем R51, (R31 и VR2) в сочетании с конденсатором C18, что в конечном итоге определяет выходное напряжение инвертора.

Управляющий сигнал с выхода таймера 2 (вывод 9) поступает на вывод 3 IC5 и через транзистор Q11, повернутое на 180°(градусов) по фазе, подается на вывод 11 микросхемы IC5 типа CD4013.

Эта микросхема содержит 2 отдельных D-триггера. Соединение друг с другом 4 выводов триггеров (выводы 1, 2, 12, 13), дает 50Гц прямоугольный сигнал, с отношением длительности к паузе как 1:1.

Но управляющая информация для выходных каскадов содержится не в отношении сигнала к паузе, а в отношении фазы выходных сигналов друг к другу. Выходы триггера Q и Q(инв.) через добавочные резисторы R42–R45 управляют предварительными каскадами на транзисторах Q7 – Q10.

На IC4 типа LM339 (4 компаратора) в сочетании с внешними элементами реализованы различные функции защиты.

Выходы компараторов с открытым коллектором микросхемы IC4 - А, В, С соединены параллельно и подключены параллельно к входу IC4 D. Т.е. реализованные на этих компараторах функции вызывают одинаковую реакцию схемы в случае ошибки.

Электролитический конденсатор C21 заряжается в нормальном режиме работы через сопротивление R23, вследствие чего на выходе 13 компаратора IC4 D будет низкий уровень. Как только один из компараторов А, В, С переключится в низкий уровень начнется разрядка C21, и через IC4 D на выводе 13 будет установлен высокий уровень. D-триггер IC5 получит на выводы 4 и 8 сброс и отключит выходные каскады.

На IC4 С и ее элементах реализован контроль температуры выходного каскада. Резисторным делителем R27/R33 устанавливается порог переключения компаратора. Зависящее от температуры выходного каскада измеряемое напряжение образуется на выходе делителя напряжения образованного резистором R34 и температурным датчиком TS1. Сопротивление R26 определяет гистерезис компаратора.

На компараторах IC4 А, В – реализованы функции защиты от короткого замыкания и перегрузки. Для этого, на сопротивлении R50 измеряется падение напряжения по отношению к массе. Резистор R1 и стабилитрон Q6 вырабатывают эталонное напряжение 2,5V. Это напряжение через сопротивление R36 поступает на вход IC4 А.

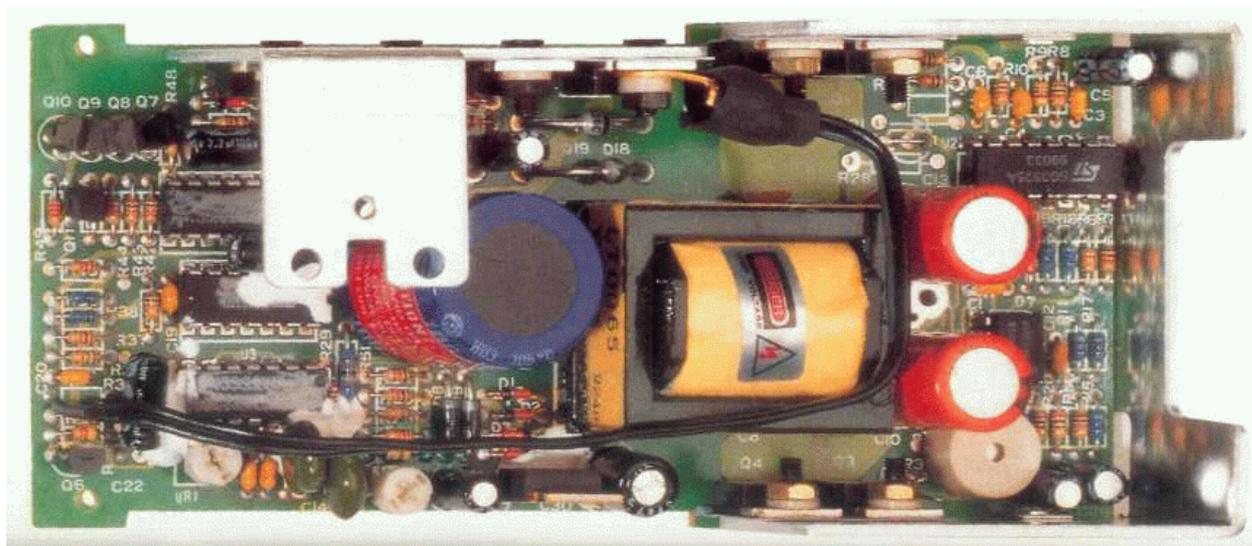
Отрицательное „напряжение шунта” через R39 поступает на вход этого компаратора. Как только сумма обоих напряжений станет меньше чем 0V, IC4 А выключит выходные каскады. Скорость выключения определяется значением емкости конденсатора C23. Таким образом реализована функция защиты от короткого замыкания выхода преобразователя.

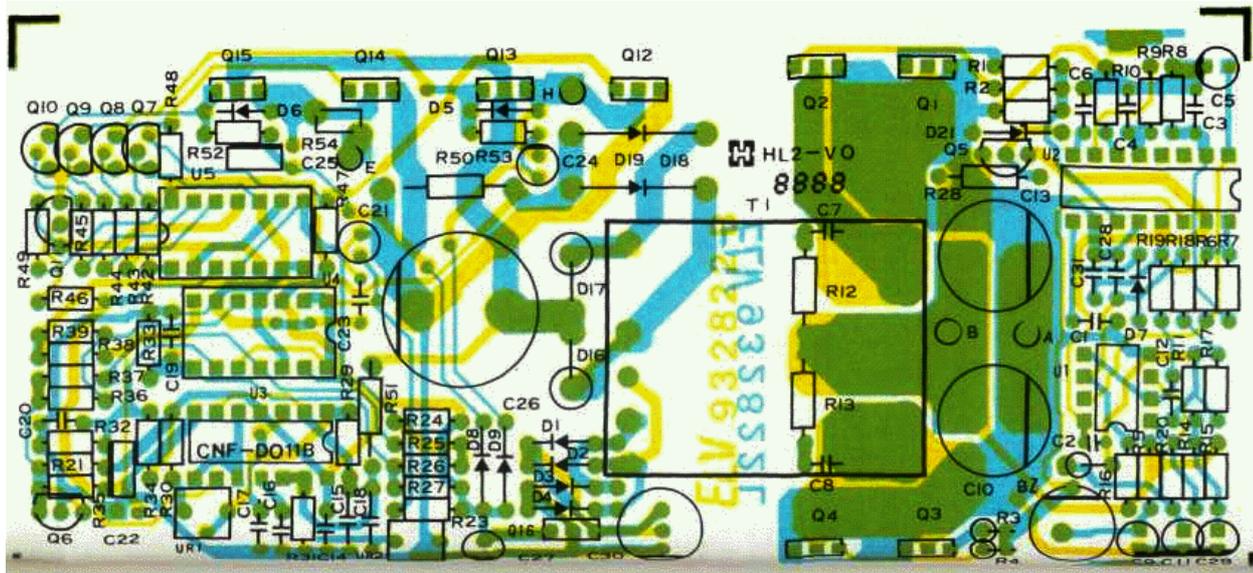
Защита от перегрузки реализована аналогично, на компараторе IC4 В, но быстрое срабатывание её предотвращается емкостью C22.

Этим мы завершаем описание схемы и обращаемся к сборке, этого интересного и полезного прибора.

СБОРКА

Схема преобразователя собрана на двухсторонней печатной плате размерами 140x65мм.





Прежде чем начинать устанавливать микросхемы на печатную плату необходимо впаять все пассивные и низкие компоненты; диоды, конденсаторы и сопротивления. Конденсаторы C24 и C22 впаяются лежа, параллельно микросхемам IC3 и IC4, которые к этому моменту должны быть впаяны.

При монтаже зуммера SU1 нужно обращать внимание правильную его установку и полярность подключения. Его вывод „+” во впаянном состоянии должен быть расположен к краю платы.

Мощные диоды D16 и D17 монтируются стоя, а D18 и D19 лежа.

Позиции установки проволочных перемычек и транзистора Q5 обозначены на схеме установки на печатную плату микросхем.

После того, как все низкие компоненты и микросхемы, за исключением тех, которые должны монтироваться на одном радиаторе, впаяны, производится впайка больших электролитических конденсаторов C10, C13 и C26. При их впайке нужно обращать внимание на строгое соблюдение полярности.

В тоже время неправильная запайка трансформатора T1 как правило исключена, вследствие того, что он имеет ассиметричные выводы.

По обеим бокам U-образного радиатора, на слюдяных прокладках монтируются 4 мощных транзистора первой ступени преобразования (Q1–Q4 типа **BUK455**). Крепление производится винтами M3x10мм через специальные монтажные прокладки и переходники, фиксируются гайками.

После того, как транзисторы Q1 – Q4 смонтированы, можно устанавливать на плату 1й радиатор. Необходимое расстояние от радиатора до платы автоматически устанавливается приклепанными к радиатору металлическими флажками. Поэтому транзисторы автоматически оказываются впаяны на одинаковом расстоянии от платы.

На втором алюминиевом радиаторе устанавливаются транзисторы вторичной части преобразователя (Q12–Q15). Под транзистор Q12 необходимо использовать несколько большую изолирующую прокладку, так как вместе с ним устанавливается датчик температуры TS1 (см. фотографию платы).

После того как подготовительные работы на радиаторе 2 закончены, он также впаяется в плату.

И наконец впаяются проволочные выводы температурного датчика TS1 в отверстия платы обозначенные символом сопротивления R31.

Затем припаивается питающий провод длиной 1,2м, со штекером "прикуривателя" автомобиля. При его впайке нужно обращать внимание на правильную полярность. Центральный вывод штеккера является плюсовым и подпаяется к плюсовым выводам конденсаторов C10 и C13.

Перед сборкой, на торцевой части корпуса устанавливается евро-розетка а также выключатель сети, соединенные вместе.

Прежде чем собирать плату в корпус производят установку выходной частоты, и также выходного напряжения.

НАСТРОЙКА

Для проведения необходимых настроек к плате необходимо подключить источник с 12V постоянного напряжения. Перед первым включением необходимо еще раз проверить правильность установки элементов на печатную плату.

Если в распоряжении нет подходящего источника питания (требуется 12V и не менее 10A), то настройку можно проводить с любым 12V аккумулятором (например автомобильным).

Первоначальную настройку проводят с подключенной на выход преобразователя 40–60 ваттной лампой накаливания. Если лампа светится, начинают подгонку выходной частоты с помощью осциллографа. Вход осциллографа подключается через делитель, а синхронизация устанавливается на запуск от сети. Подстройкой потенциометра VR1 добиваются устойчивого изображения на экране осциллографа.

Если осциллографа нет, то в принципе, достаточно установить потенциометр VR1 в среднее положение.

Установку выходного напряжения лучше всего проводить с мультиметром который может измерять среднеквадратичное измерение.

Простым, «нормальным», мультиметром невозможно правильное измерение переменного выходного напряжения!

Потенциометром VR2 устанавливают выходное напряжение равным 230V. Если подобный измерительный прибор недоступен, то установку выходного напряжения можно произвести сравнением яркости двух одинаковых ламп накаливания. При этом первая лампа питается от нормального сетевого напряжения 220V, а вторая лампа – от преобразователя. Потенциометром VR2 устанавливается яркость присоединенной к преобразователю (второй) лампы равной первой.

При этом измерение переменного синусоидального напряжения как сети, так и преобразователя, производим мультиметром без среднеквадратичного детектора.

Этим завершается настройка и начинается последняя часть - окончательная сборка.

ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ СБОРКА

Печатная плата и шасси преобразователя закрывается прозрачной изолирующей пленкой и вставляется в корпус из профилированного алюминия. При этом нужно обращать внимание на то, чтобы крепежные отверстия совпадали с отверстиями корпуса.

Теперь шасси прибора с помощью двух винтов М3х8мм (с цилиндрическими головками и шайбами) прикручивают к алюминиевому корпусу.

Затем с помощью щипцов протягивают через отверстие в торце корпуса конец кабеля длиной около 6 см.

На следующем этапе, между первым радиатором и внутренней стенкой корпуса вдвигается изоляционная прокладка размером 45х65мм из резины. С помощью белого пластмассового хомутика на внутренней стороне корпуса, а также с помощью винта М3х15мм (с потайной головкой и гайкой), радиатор соединяется с корпусом.

После этого прикручивают четырьмя винтами 2,8х10мм переднюю стенку корпуса.

В заключение наклеивают надписи на переднюю и верхнюю часть корпуса.

Теперь у вас в распоряжении имеется очень компактный, собранный по самой передовой технологии 200W преобразователь, который при хорошем исполнении будет вам долго служить верой и правдой.

ВНИМАНИЕ:

Так как в преобразователе имеется опасное для жизни 230V напряжение, настройка, сборка и ввод в эксплуатацию устройства могут производиться только профессионалами, которые на имеют соответствующее образование и уполномочены делать это, а так же строго соблюдают правила электробезопасности VDE (Союза немецких электротехников)!

(Перевод с немецкого ERIK)

Примечание:

В конструкции используется готовый силовой трансформатор на Ш-образном феррите - LT0056.

Транзисторы BUK455 можно заменить на IRFZ44.