

Редакционная коллегия:

Главный редактор
И.Б. Безверхний

В.Г. Бондаренко
С.Г. Бунии, UR5UN
М.П. Власюк
А.М. Зиновьев
А.А. Перевертайло, UT4UM
Э.А. Салахов
А.Ю. Саулов (аудио-видео)
Е.Т. Скорик
С.М. Рюмик

Адрес редакции:

Киев, ул. Краковская, 13А

Для писем:

а/я 50, 03110, Киев-110, Украина
тел. (044) 291-00-29
ra@sea.com.ua
<http://www.ra-publish.com.ua>

Издатель: Издательство «Радиоаматор»

В.В. Моторный, директор,
тел.: 291-00-31, ra@sea.com.ua,
А.М. Зиновьев, лит. ред., az@sea.com.ua
С.А. Ковалевская, подписка и реализация,
тел.: 291-00-29, svetlana@sea.com.ua
Отдел рекламы:
С.В. Латыш, тел.: 291-00-30, lat@sea.com.ua
Е.В. Фурса, тел.: 291-00-29,
моб.: (093) 603-27-25, rek@sea.com.ua

Подписано в печать: 9.03.2016 г.

Дата выхода номера: 18.03.2016 г.

Формат 60x84/8. Усл. печ. лист. 7,54

Учетн. изд. лист. 9,35.

Подписной индекс через
ДП «Пресса» – 74435, 01567
Общий тираж по странам СНГ –
12 000 экз.

Цена договорная

Отпечатано с компьютерного макета
в типографии «Аврора Принт»
г. Киев, ул. Причальная, 5,
тел.: (044) 550-52-44

Реферируется ВИНТИ (Москва):
Журнал «Радиоаматор», Киев.
Издательство «Радиоаматор»,
Украина, г. Киев, ул. Краковская, 13А

При перепечатке ссылки на «Радиоаматор»
обязательны. За содержание рекламы
и объявлений ответственность несет
рекламодатель. Мнение редакции может
не всегда совпадать с точкой зрения
авторов статей.

Новостная информация взята из открытых
интернет-источников

2. Бюджетные усилители «Super – А» класса с выходным каскадом на биполярных транзисторах. А. Ковальский
6. Искажения в выходном каскаде УМЗЧ, и как на них влияет ООС..... А.Сергиенко
11. Новый взгляд на параметры УМЗЧ с ООС. А. Петров
14. Использование светодиодов в устройствах индикации..... В. Рентюк
18. Новые наборы фирмы «Мастер» для измерения напряжения и тока..... Ю. Савицкий
19. Таймер, секундомер, регистратор времени – наработки фирмы «Мастер» .. Ю. Савицкий
20. Акустический автомат управления освещением..... А. Одинец
24. Измеритель С-ESR электролитических конденсаторов для внутрисхемных измерений – приставка к мультиметру. А. Кравченко
26. Отвечаем на вопросы и письма наших читателей
- 27,30. Списки команд микроконтроллеров среднего семейства и директив ассемблера MPASM (к статье на стр.31)
28. Принципиальная схема усилителя «Mitsubishi DA-A30»
31. Некоторые особенности оформления программ на ассемблере (на примере МК PIC). И. Безверхний, Н. Петренко
34. Вторая «жизнь» часов на газоразрядных индикаторах..... Д. Карелов
37. Эксперименты с Android. Приложение 8. С. Рюмик
40. Потери в силовом трансформаторе и как их уменьшить..... Г. Котов
43. Простой DC/AC-преобразователь для питания ЗУ, которые встроены в светодиодные аккумуляторные фонари, от бортовой сети автомобиля. В. Никитенко, О. Никитенко.
44. Бескорпусные светодиоды WICOP2 завоевывают глобальные рынки. Я. Михалко
46. УФ детектор валют из дешевого карманного фонарика. И. Безверхний
48. Ремонт электроинструмента. А. Журенков
51. БЮЛЛЕТЕНЬ КВ+УКВ. А. Перевертайло
54. Визитные карточки
56. Техническая литература

Дорогие друзья!

У вас в руках первый весенний номер журнала «Радиоаматор» этого года (РА 3/2016).

Коллектив издательства «Радиоаматор» сердечно поздравляет читателей нашего издания с Международным женским днем 8 Марта и желает счастья и успехов во всем, включая радиолюбительское творчество.

Март полон праздниками и знаменательными событиями. Например, 1 марта (еще одна юбилейная дата) 75 лет тому назад в 1941 г. впервые коммерческая радиостанция W47NV в г. Нэшвилл (штат Теннесси, США) начала регулярное радиовещание в FM-диапазоне.

В этом номере мы продолжили публикацию статей о высококачественных усилителях звуковых частот, которые вызвали, судя по почте, повышенный интерес у наших читателей. Несколько интересных статей есть в разделах «Микроконтроллеры в радиолюбительской практике» и «Автоматика и измерительная техника».

В последние годы в мире и у нас тоже заметно увеличилось количество фальшивых денежных купюр. В статье на стр. 46 описано, как сделать карманный детектор валют из очень распространенного китайского фонарика.

В этом номере можно найти еще много интересного и полезного.

Для тех, кто не успел оформить годовую или полугодовую подписку на журнал «Радиоаматор», хочу напомнить, что подписаться на журналы нашего издательства («Радиоаматор», «Электрик» и «Радиокомпоненты») можно с ближайшего месяца в любом почтовом отделении.

Наши подписные индексы:

- в Украине 74435, 22901 и 48727;
- в России 74435 и 22090.

Любые предложения по улучшению нашего журнала принимаются. Присылайте их в редакцию по адресу: а/я 50, 03110, Киев-110, Украина, или на электронный адрес: ra@sea.com.ua.

Главный редактор журнала «Радиоаматор» Игорь Безверхний



Бюджетные усилители «Super – А» класса с выходным каскадом на биполярных транзисторах

Алексей Ковальский, г. Киев

(Окончание. Начало см. в РА 1, РА 2/2016)

Испытания усилителя Брагина

Двухканальный экземпляр этого УМЗЧ был полностью собран с использованием комплектующих производства СССР, за исключением конденсаторов фильтра питания большой емкости и ОУ. К видимым недостаткам можно отнести относительно высокие требования к подбору активных компонент УМЗЧ. Стандартного подбора транзисторов в пары недостаточно, следует их подбирать еще и по падению напряжения на открытом базовом переходе. Бездумная замена типов транзисторов также не приветствуется. В усилителе не предусмотрена оперативная регулировка даже ТП. Единственный подстроечный резистор служит исключительно для компенсации разброса номиналов резисторов, определяющих коэффициент усиления плеч транзисторной части усилителя. Его эффективность в самом лучшем случае составит менее 10%.

После замены штатного ОУ на распространенный, и главное проверенный, ОРА134, схема подверглась еще и незначительным изменениям:

Во-первых, были сняты все цепи коррекции УМЗЧ, предусмотренные автором. При правильном конструктивном исполнении, для обеспечения устойчивой работы усилителя достаточно емкости в 2,2 пФ, подключенной между выходом ОУ и его инверсным входом. Это, естественно, ее минимальное значение. Оптимальное значение этой емкости подбирается в процессе испытаний УМЗЧ сигналом прямоугольной формы и находится в пределах 4,7... 10 пФ.

Во-вторых, в целях улучшения звучания и повышения надежности были изменены номиналы отдельных резисторов.

В-третьих, вместо диодов КД105, провоцировавших самовозбуждение усилителя при больших амплитудах выходного сигнала, были использованы базовые переходы транзисторов малой мощности, закрепленных непосредственно на радиаторах выходных транзисторов (рис.7). В идеале должны получиться токовые зеркала, но в самом простейшем случае их можно подключить даже параллельно диодам. Эта мера заодно позволяет жестко стабилизировать ТП усилителя.

В данном случае ТП при холодном старте составляет 165 мА, а в диапазоне рабочих температур УМЗЧ, будет стабильно держаться на уровне 170 мА.



Доработанная схема усилителя показана на рис.8. Типичная форма коллекторного тока одного из плеч усилителя показана на рис.9.

Усилитель, при напряжении источника питания равному ± 25 В, обеспечивает выходную мощность 26 Вт на нагрузке 8 Ом.

Звучание данного экземпляра усилителя превосходит звучание этого же УМЗЧ в стандартном исполнении и, как ни странно, даже слегка превосходит «эталонное звучание», демонстрируемое JVC A-X 50 (и это при использовании транзисторов производства СССР), что хорошо заметно благодаря очень четкой прорисовке пространственной

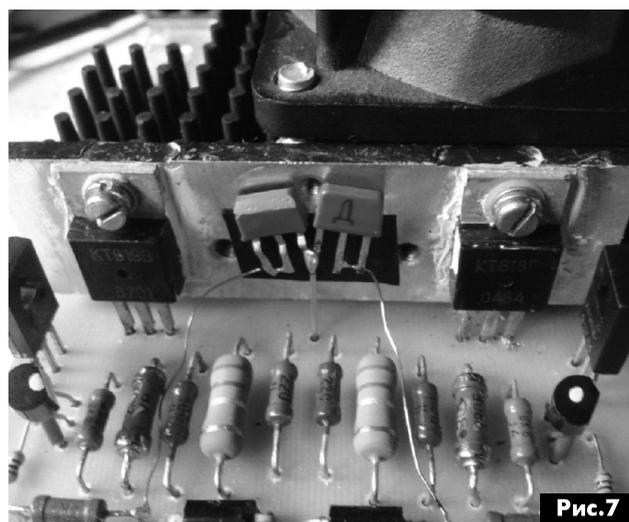


Рис.7

локализации кажущихся источников звука (так называемой, сцене) и детальности. Примечательно, что все преимущества данного усилителя можно легко «устранить» всего лишь неправильным подбором межблочных соединительных кабелей. Т.е. можно найти такой «межблочник», при использовании которого звучание этого УМЗЧ будет

абсолютно неотличимо от эталона. Естественно, надо использовать самый лучший из имеющихся в распоряжении кабель.

Настройку УМЗЧ удобнее производить следующим образом. В самом начале не устанавливаются цепи, формирующие режим «Super – А». Далее

Испытания усилителя Митрофанова

Полностью выполнен на деталях производства СССР. Год изготовления приблизительно 1987. В корпус оформлен не был (рис. 11), так как в свое время был забракован как недостаточно стабильный. В усилителе применен низкоскоростной ОУ 544УД1 (скорость нарастания выходного напряжения 5 В/мкс). По этой причине КНИ великоват и достигает 0,012% на частоте 20 кГц, правда, при выходной мощности, близкой к своему максимальному значению 30 Вт, на нагрузке 8 Ом.

Звучание этого УМЗЧ равноценно звучанию, демонстрируемому экземпляром усилителя Лайкова, описанному выше, что даже с учетом указанных ранее недостатков самого УМЗЧ Митрофанова демонстрирует практически полную бессмысленность перехода на свеже разработанные «хваленные конструкции» типа Лайков v.6. Гораздо целесообразнее было бы заниматься доводкой этого УМЗЧ, а не изготовлением и последующей доводкой усилителя Лайкова. Но интерес к последнему все-таки поборол и УМЗЧ Лайкова был собран и настроен.

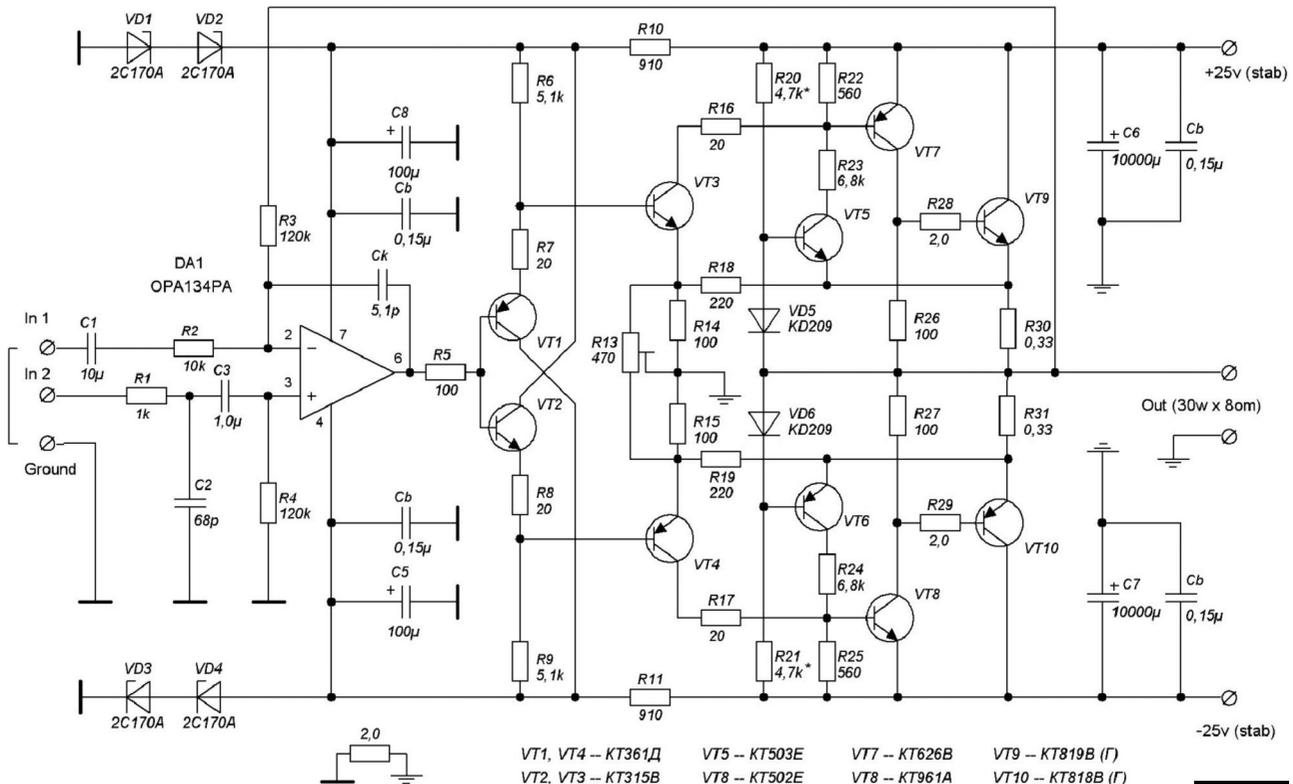


Рис. 8

подбором резисторов R8 и R7 устанавливается ТП в диапазоне 10...30 мА. После подключения цепей формирования режима «Super – А», ТП должен вырасти до 170 мА. Конечное его значение корректируется подбором резисторов R20 и R21, причем сильно изменять их номинал не следует (допустимо не более 30% в сторону уменьшения). В случае недостаточного диапазона регулировки следует заменить соответствующие активные элементы, задействованные в цепях формирования режима (в первую очередь элементы источников опорного напряжения) и производить подбор номинала этих резисторов заново. Этими же резисторами производится окончательное выравнивание ТП обоих плеч усилителя. Подробнее с процессом настройки и нюансами работы этого усилителя можно ознакомиться в [1].

Попытки измерить КНИ усилителя доступными средствами (программы типа RMAA, SpectralLab и упоминаемый ранее аудиоинтерфейс) с треском провалились. Т.е. шумовая полка при подключении усилителя исправно подскакивала, а амплитуды и спектр гармоник УМЗЧ ничем не отличались от демонстрируемых самим аудиоинтерфейсом. В то же время замеры КНИ УМЗЧ Лайкова производились легко и непринужденно (рис. 10).

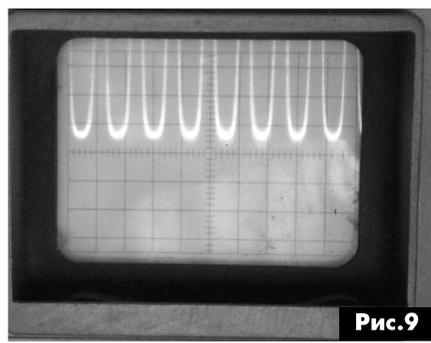


Рис. 9



Тут можно и нужно отметить еще одну особенность усилителя Лайкова. Сам автор неоднократно упоминает о явлении, так называемых,

тально потому, что при сравнительных испытаниях использовались АС с полным характеристическим сопротивлением 8 Ом, обычно эксплуатируемые совместно с усилителем JVC и фактически только к нему и привязанные.

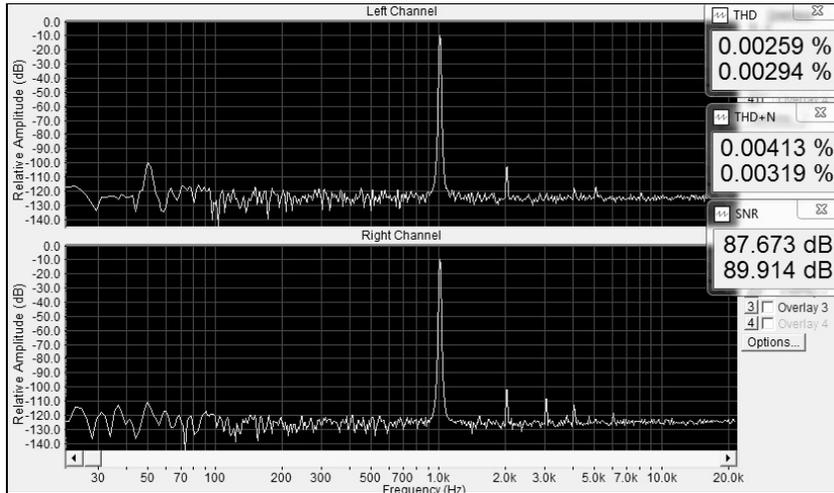


Рис. 10

«жареных переходов» (перегретых) выходных транзисторов УМЗЧ, сильно «ухудшающих звук». Ссылается он при этом на впервые им отмеченный и услышанный такой эффект при работе с усилителем Брагина. Справедливости ради надо сказать, что в правильно спроектированном и построенном усилителе такое явление в принципе не должно присутствовать. Автором этих строк при работе с усилителем Брагина, да и с другими усилителями, такого эффекта замечено не было, но зато он в полной мере характерен именно для усилителя разработки Лайкова. Обнаружить его легко при следующих условиях: когда транзистор узла термостабилизации УМЗЧ находится на грани открытия (штатный режим работы УМЗЧ, при ТП=180 мА), звук нормален. При сильном открытии указанного транзистора, вызванного значительным нагревом радиатора (или даже при холодном радиаторе, достаточно принудительно увеличить протекающий через транзистор ток в два-три раза), наблюдается весь букет описываемых А. Лайковым явлений деградации звука. Трудно сразу сказать, что происходит в данном случае на самом деле, но вывод однозначен – виноват именно узел термокомпенсации. Возможно, заодно с ним виноват еще и примененный автором способ регулирования, одновременно с ТП меняющий режим работы всех усилительных каскадов транзисторной части УМЗЧ.

Некоторые уточнения

Может возникнуть вопрос, почему у всех собранных автором статьи УМЗЧ напряжение питания составляет ± 25 В, а выходная мощность ограничена 30 Вт?

Во-первых, представленные усилители способны отдавать в нагрузку сопротивлением 4 Ом мощность 50...60 Вт. Значение 30 Вт указано исключи-

Во-вторых, выходные транзисторы представленных УМЗЧ выполнены в корпусах TO220, а для данного вида конструктивного исполнения отдаваемая в нагрузку усилителем мощность 60 Вт является предельной.

В-третьих, данные усилители планируется использовать в процессе прослушивания музыки, конечной целью которого является получение некоего эстетического удовлетворения, а отнюдь не достижение состояния полной потери слуха.

Выводы

1. УМЗЧ Митрофанова собирать не стоит, и автор статьи его не рекомендует.



Рис. 11

2. УМЗЧ Брагина собирать можно. Но необходимо помнить, что хоть он сравнительно прост и звучит однозначно лучше всех рассмотренных, но требует кропотливой настройки. Точно настроить его, даже с учетом предварительного подбора комплектующих, весьма сложно. Плохо же отлаженный усилитель в процессе эксплуатации может оказаться недостаточно надежным. В перспективе присутствует мысль о дальнейшей его модернизации, целью которой будет являться снижение влияния на параметры УМЗЧ технологического разброса применяемых элементов и, возможно, также дополнительное снижение КНИ.

3. УМЗЧ Лайкова, при условии устранения грубых ошибок в авторской схеме и серии других просчетов, был бы очень интересным с точки зрения критерия «цена – качество – трудоемкость изготов-

ления». Весь бюджет проекта «получения весьма достойного звука» составит всего 40–50 USD, если в качестве конструктива усилителя использовать готовый, взятый от морально устаревшего аппарата. К примеру, если в качестве донора использовать усилитель «Radiotekhnika – 101» (рис. 12), цена которого на сегодняшний день составляет около 20 USD, то за эту цену получаем коробку, шасси, на котором присутствуют ручки, ножки, люминесцентный индикатор, радиатор достаточной площади, и уже установлены разъемы. Можно использовать даже штатный трансформатор источника питания и устройство защиты АС. Дополнительно приобретается только батарея конденсаторов (суммарная емкость составляет 20000 мкФ на плечо) и взамен штатного УМЗЧ монтируется плата с УМЗЧ Лайкова. В этом бюджете, правда, не рассмотрена стоимость замены предварительного усилителя «Radiotekhnika», эксплуатировать который совместно с УМЗЧ Лайкова крайне нежелательно. Дело в том, что УМЗЧ, начиная с некоего уровня, уже демонстрируемого УМЗЧ Лайкова, весьма требовательны к качеству источника сигнала. Усилитель Лайкова достаточно хорошо воспроизводит все огрехи как воспроизводимых им фонограмм, так и источника сигнала, с которым он эксплуатируется.

Именно благодаря этому УМЗЧ многие люди впервые начинают замечать дефекты фонограмм, получают возможность сравнивать качество записи компакт-дисков и т.д.

Вот что говорят об этом УМЗЧ участники его обсуждения [13]: «...сравнительные проверки мы с друзьями проводили для (распространенных самодельных УМЗЧ) Холтона, Ланзара, Оплеухи, LM3886 и Стоуна. Стоун после 2 мин сошёл с дистанции (причём я его «вылизывал»: форму сигнала и т.д.) у Оплеухи проблемы с ограничением полуволн, звук неплохой, но чего-то вроде не хватает. Холтон звучит масштабно – он для дискотек, Ланзар (особенно с предварительным усилителем в А классе (нашёл где-то) звучит лучше всех, кроме ЛАЙКОВА. Лайков (РЕСПЕКТ автору) звучит пока лучше всех, слушали на разных композициях».

Уточним:

- УМЗЧ Холтона – это относительно простой мощный УМЗЧ (300–400 Вт) зарубежной разработки. Есть два варианта его исполнения: с выходным каскадом на полевых, и на биполярных транзисторах.

- УМЗЧ Ланзара – это полностью симметричный УМЗЧ, который напоминает известный УМЗЧ разработки Бать-Середа (см. «Радио» №6 1972 г. С.52), или скорее несколько упрощенный УМЗЧ Маршалла Лича (оригинал был в журнале «Аудио» за 1976 год).

- УМЗЧ Оплеухи – это полностью транзисторный УМЗЧ (без ИМС) который задумывался как альтернатива УМЗЧ выполненным на монолитных ИМС.

- УМЗЧ LM3886 – это одна из лучших ИМС монолитного УМЗЧ.

- УМЗЧ Стоуна – это УМЗЧ Стоункольд, являющийся прототипом для УМЗЧ разработки Гумели (см. «Радио» №9 1985 г.).

Хороших результатов можно достичь, используя обычный стационарный проигрыватель компакт-дисков, но для успешного раскрытия потенциала УМЗЧ Лайкова, необходим источник сигналов с качеством заметно более высоким, чем сам усилитель. Грубо говоря, КНИ источника сигналов должен быть хотя бы в 2 раза ниже искажений УМЗЧ, и в данном случае его значение составит величину порядка 0,001%.



Рис. 12

В качестве источника сигнала удобно использовать компьютер, помня о том, что предъявляемым к источнику сигнала требованиям, абсолютно не соответствуют всевозможные встраиваемые в материнские платы звуковые карты, типичный КНИ которых составляет 0,0035% и более (до 0,012% на 1 кГц). Допустимой по параметрам звуковой картой можно считать Audigi SE, эксплуатируемой в наиболее благоприятном для нее режиме [15]. КНИ звуковой карты при этом составит 0,0012%. Это, скажем так, минимальный требуемый уровень.

От редакции. Складывается впечатление, что за последние 30 лет разработка транзисторных УМЗЧ с выходным каскадом на биполярных транзисторах шла как бы по кругу. Их разработчики боролись с какими-то им неизвестными искажениями. На самом деле они упускали из виду то, что надо бороться с уже известными искажениями в двухтактном выходном каскаде. При этом часть УМЗЧ их разработчики называют относящимися к классу «Super – А» совершенно не заслужено, за исключением УМЗЧ Брагина. В тоже время достаточно несложный УМЗЧ JVC A-X 50 демонстрирует качество звучания, превосходящие практически все популярные разработки любительских УМЗЧ.

В статье изложена личная точка зрения автора. Свои пожелания и отзывы направляйте на bellamore@i.ua.

Литература и полезные ссылки:

15. Организация качественного вывода звука на компьютере http://audiophilesft.ru/publ/my/hq_pc_sound/11-1-0-24





Искажения в выходном каскаде УМЗЧ, и как на них влияет ООС

Подготовил Анатолий Сергиенко, г. Киев

(Продолжение. Начало см. в РА 2/2016)

Итак, из недостатков ООС нами пока выявлены только:

- снижение общего усиления;
- угроза превращения ООС в ПОС, т.е. потеря устойчивости.

Во-первых, современные полупроводниковые усилители обеспечивают очень большое усиление – два последовательно включенных дифференциальных каскада имеют коэффициент усилением по напряжению около 1000 000. Таким образом, этот недостаток ООС можно не учитывать.

Во-вторых, потеря устойчивости – это действительно очень слабое место схем с ООС. Схемы УМЗЧ с общей ООС, а тем более с глубокой общей ООС нуждаются в тщательной проработке, поскольку могут потерять устойчивость в следующих случаях:

- ограничение выходного напряжения, приводящее к насыщению всех каскадов усиления;
- ограничение тока в выходном каскаде (работа схемы защиты от токовой перегрузки);
- провал или снижение напряжения питания, которое может привести к изменению режимов работы ряда каскадов;
- слишком быстро меняющийся входной сигнал, приводящий к насыщению какого-либо каскада;
- сложный импеданс нагрузки, приводящий к большим токовым нагрузкам выходного каскада, свойства которого могут сильно зависеть от выходного напряжения и/или тока;
- ВЧ помехи из сети питания и эфира, наведённые на провода в УМЗЧ.

Методы повышения устойчивости УМЗЧ с ООС

К классическим способам борьбы за устойчивость относятся введение пассивных RLC-цепочек, корректирующих АЧХ и ФЧХ УМЗЧ с тем, чтобы при любых условиях эксплуатации соблюдался критерий устойчивости Найквиста.

Можно ли решить проблему уменьшения КНИ усилителя и его устойчивости путем введения местных ООС, при отказе от общей ООС? Введение местных обратных связей, конечно, положительно сказывается на линейности отдельных каскадов усилителя. Одновременно это позволяет снизить глубину общей ООС, но, к сожалению, не позволяет вовсе отказаться от общей ООС.

Рассмотрим это на примере двухкаскадного усилителя, общую ООС которого попробуем «разбить» на две местных (рис.9).



Зададимся такими требованиями к усилителю:

1. Общий коэффициент усиления $K_y=50$.
2. Коэффициенты усиления каскадов $K_{y1}=200$, $K_{y2}=1000$.
3. Коэффициенты искажения каскадов до введения ООС $K_{и1}=0,2\%$, $K_{и2}=1\%$.

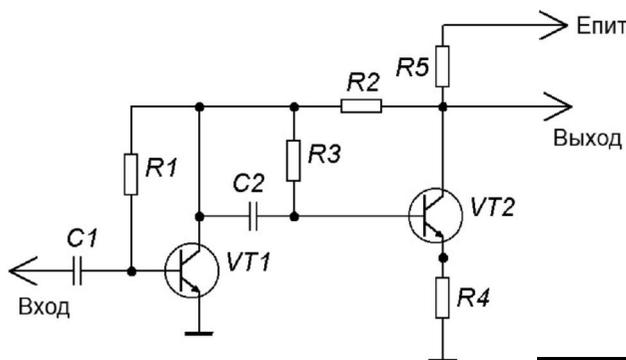


Рис.9

Общая ООС снижает искажения пропорционально своей глубине. Т.е. искажения этого усилителя с общей ООС можно посчитать по приближённой формуле

$$K_{и} = (K_{и1} + K_{и2}) / ((K_{y1} \cdot K_{y2}) / K_y) = 0,0003\%$$

Теперь введем местную ООС и убираем общую ООС так, чтобы общий $K_{и}$ не изменился.

Распределим усиление по каскадам $K_{y1(мощ)} = 5$, $K_{y2(мощ)} = 10$.

В итоге получим:

$$K_{и1(мощ)} = K_{и1} / (K_{y1} / K_{y1(мощ)}) = 0,005\%;$$

$$K_{и2(мощ)} = K_{и2} / (K_{y2} / K_{y2(мощ)}) = 0,01\%;$$

$$K_{и(мощ)} = \sqrt{K_{и1} \cdot K_{и1} + K_{и2} \cdot K_{и2}} = 0,011\%.$$

Таким образом, использование местных ООС, вместо общей ООС, приводит к весьма существенному росту КНИ усилителя, в данном случае в 37 раз.



Мифы и легенды о ООС

Теперь рассмотрим Мифы, Легенды и прочие эзотерические мысли приверженцев Hi-End, относящиеся к ООС.

Миф первый

«В нашем усилителе мы отказались от применения обратной связи».

Факт заключается в том, что вообще не бывает усилителей без обратной связи. Это чисто коммерческий миф. Обратная связь есть всегда, в частности внутри отдельно взятого транзистора или лампы, или одиночного усилительного каскада.

Миф второй

«В усилителе с общей ООС возникают какие-то циркулирующие волны из продуктов искажений. В результате сигнал замусоривается этими искажениями, теряя прозрачность, в особенности на высоких частотах».

Этот миф предполагает наличие у УМЗЧ некоей «памяти», информации о том, какой сигнал был когда-то. На самом деле все процессы, кроме тепловых, в усилителе происходят здесь и сейчас; они, по нашим меркам, мгновенны.

Принцип ООС, как общей, так и местной, состоит в том, что из входного сигнала вычитается строго определённая часть выходного, а полученная разница многократно усиливается. И здесь речь идёт не о многократном итерационном процессе, а о непрерывном динамическом равновесии в пределах одного «прохода».

Чем больше у УМЗЧ коэффициент усиления и чем меньше временная задержка вход - выход, тем меньше эта разница и тем лучше выходной сигнал повторяет входной. В пределе, при бесконечном усилении и нулевой задержке, имеем нулевую разницу, т.е. получим идеальный УМЗЧ. При этом живые звуки и инструменты зазвучат максимально правдоподобно, а вот то, что звукорежиссёр стерилизовал или умертвил в фонограмме, дойдёт до вас так, как и было им задумано.

Рассмотрим случай, когда внутри УМЗЧ имеется серьёзная задержка. Выходной сигнал оказывается запаздывающим во времени (строго говоря, это уже не тот сигнал, который действует сейчас на входе УМЗЧ). Уже не очень понятно, что из чего мы вычитаем. Эта разница (сигнал ошибки) является мало предсказуемой, а УМЗЧ в этом случае как-то пытается следовать за сложным для него входным воздействием, и он уже работает на грани устойчивости и весьма заметно искажает входной сигнал.

Т.е., в этом случае, мы получаем некорректную, «вредную» работу ООС. Видимо, такая работа ООС и рассматривается её идейными противниками в качестве единственно возможной. Однако, чем меньше задержка (т.е. чем больше быстродействие), тем больше пользы и меньше вреда от ООС.

Существуют три взаимосвязанных параметра, характеризующих быстродействие усилителя:

- скорость нарастания выходного напряжения;
- задержка распространения сигнала от входа усилителя до его выхода;
- малосигнальная полоса пропускания.

Любопытно, но ни один из них не получил должного признания у сторонников Hi-End, хотя из практики хорошо известно, что скверным «транзисторным» звучанием обладают только УМЗЧ с малой скоростью нарастания выходного напряжения и узкой полосой пропускания.

Ещё в 1970 г. инженер Матти Оталы в своих статьях утверждал, что «скорость нарастания должна превышать скорость, соответствующую ширине полосы усиливаемых частот на множитель, зависящий от глубины ОС и равный как минимум 50, иначе возникнут импульсные интермодуляционные искажения (Т.И.М.)».

Согласно этому для УМЗЧ работающего в полосе 10 Гц...20 кГц с мощностью 100 Вт на нагрузке 8 Ом требуемая скорость нарастания выходного напряжения составляет 248,8 В/мкс, а полоса пропускания - 1 МГц! Много ли существует УМЗЧ, в том числе Hi-End, которые удовлетворяют этим параметрам? И после этого адепты безосных УМЗЧ еще о чем-то говорят.

Миф третий

«Если без ООС нельзя обойтись, то надо по возможности ограничить её глубину».

Но из теории ООС вовсе не следует, что должна существовать какая-либо «оптимальная» её глубина. Практическое моделирование реальных схем и прослушивание реальных УМЗЧ также подтверждают этот факт.

Миф четвертый

«Для правильной работы общей ООС, изначальная АЧХ усилителя без ООС в звуковом диапазоне частот должна быть линейна».

Это уже глупость и необразованность. ООС, в том числе местная, изначально для того и была придумана, чтобы расширить полосу частот, усиливаемую УМЗЧ с заданной неравномерностью. Есть серийные операционные усилители (например, типа AD797), у которых при частоте первого полюса (после неё начинается спад усиление ОУ) без ООС равной 50 Гц можно получить верхнюю рабочую частоту 50 МГц. При этом КНИ такого ОУ в полосе частот до 20 кГц будут на грани точности измерительной аппаратуры.

Частота, на которой наблюдается первый полюс, ничего не говорит ни об усилении на высоких частотах, ни о задержке распространения сигнала в УМЗЧ, ни о линейности, ни о верхней рабочей частоте, ни об устойчивости УМЗЧ. Только об усилении на самых низких частотах (а это 100 000...500 000 раз), что проектировщику УМЗЧ совершенно неинтересно.

Пятый миф

«Абсолютное зло только общая ООС, местные ООС, напротив, могут быть очень полезны».



Тут возникает вопрос: «А чем, с точки зрения пиар-инженеров и маркетологов, местная ООС отличается от общей?» С точки зрения науки, в том числе теории устойчивости усилителей, различие заключается только в количестве каскадов, которые эта ООС охватывает. Следовательно, никакого различия здесь нет. Местная ООС работает точно так же, как и общая ООС. Справедливости ради отметим, что это утверждение верно только для каскадов, свободных от «связей вперёд», когда существует несколько путей прохождения ВЧ сигнала. Впрочем, подобные схемы довольно редки, и в УМЗЧ не используются.

Практические аспекты

Теории устойчивости утверждает, что чем большей глубины ООС мы хотим достичь, тем большего её быстродействия мы обязаны добиться. Разработка широкополосных усилителей с большим усилением и при этом устойчивых – это технически весьма и весьма сложная задача. К тому же, такой УМЗЧ получается не только весьма дорогостоящим, но и сложным в настройке, т.е. плохо подходящим для запуска его в серийное производство. В итоге УМЗЧ с общей ООС более 80 дБ на рынке крайне мало – в пределах 5-10 наименований.

Но есть ряд приемов для «формального» увеличения глубины общей ООС. Делается это путем ввода в УМЗЧ сложной коррекции, без существенного увеличения полосы пропускания УМЗЧ в целом. Часто такие попытки приводят к «феноменальным» успехам и запуску в производство «простого по схемотехнике, и недорогого» УМЗЧ с «непревзойденным» звучанием. Да, действительно, параметры у такого УМЗЧ получаются очень неплохие. И КНИ очень мал, и полоса пропускания УМЗЧ вроде как широкая, а вот в звучании присутствует окраска и некая «синтетичность».

Даже на посредственной ИМС типа LM3886 (рис. 10) можно получить глубину общей ООС в 90 дБ, однако звучание подобного УМЗЧ будет весьма скверным

Зачем нужна глубокая общая ООС?

И тут начинается самое интересное. После осознания указанного выше факта, неоднократно подтвержденного на практике, но не подтверждаемого, кстати, существующими теориями, усилия автора статьи направлены, в основном, на увеличение полосы пропускания УМЗЧ. Практика упорно твердит, что только в УМЗЧ с очень большим быстродействием наблюдается прямая корреляция между качеством звучания и глубиной общей ООС.

Рассмотрим классический транзисторный усилитель класса «АВ». В момент изменения полярности выходного тока, когда происходит коммутация его выходных транзисторов – один запирается, а другой открывается, такой каскад имеет в выходном сигнале характерную «ступеньку» (рис. 11).

Подадим на вход такого УМЗЧ синусоидальный сигнал с частотой 1 кГц. При этом спектр этой ступеньки в искаженной синусоиде с частотой 1 кГц имеет массу гармоник и уходит далеко за пределы звукового диапазона. В звуковом диапазоне частот общая ООС работает эффективно, и она справилась с искажениями этой синусоиды; и в пределах звукового диапазона вроде бы всё отлично – никаких гармоник не возникло.

Но, если на ультра высоких частотах ООС работает неэффективно, ступеньку будет видно на осциллограмме как короткие всплески. Искажение

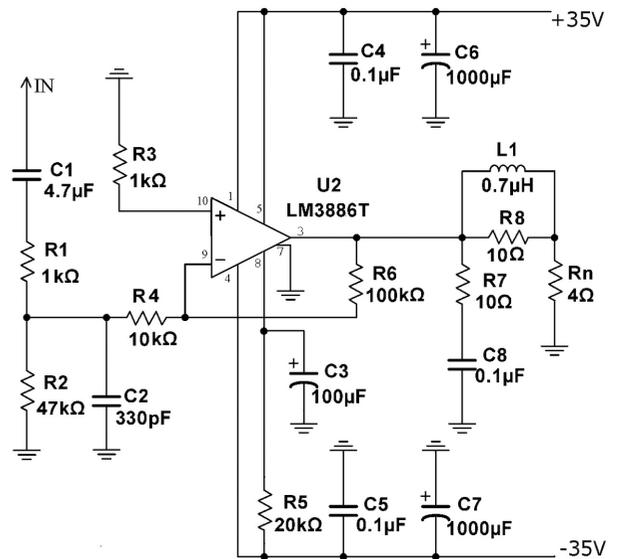


Рис. 10

формы произошло, однако спектр сигнала в звуковом диапазоне чист. Означает ли это, что УМЗЧ не внёс в него искажения?

Этот факт объясняет, почему с увеличением полосы пропускания мы наблюдаем улучшения в звучании УМЗЧ.

А тут возникает вопрос: «Если дело обстоит именно так, то почему же маркетологи изо всех сил вешают нам лапшу на уши о супертрансформаторах, волшебных конденсаторах и о прочей Hi-End чепухе?» Всё просто – маркетологи очень хорошо понимают, насколько опасно вносить ясность в ту самую «мутную воду» качественного звукоусиления. Сами они, как известно, не обременены знаниями, им техническая сторона неинтересна, поскольку, мешает продажам. Им, прежде всего, нужны продажи, и чем хуже техника, которую вы покупаете сейчас, тем больше продаж они совершат в дальнейшем.

Странности общей ООС

Оказывается, что тема общей ООС – это один из случаев, когда практика взаимодействует с теорией каким-то странным образом. Меньшему значению КНИ и IMD УМЗЧ, теоретически, должен соответствовать лучший звук. Эта теоретическая предпосылка обычно подтверждается практически, однако так бывает не всегда.



Примером этого может быть возникновение переходные интермодуляционные искажения (ТИМ искажений) в медленных усилителях. ТИМ искажения возникают при быстром изменении входного сигнала, когда, из-за наличия общей ООС, некоторые каскады усиления начинают работать на «большом сигнале» из которого не вычтен сигнал общей ООС, вследствие чего нарушается их линейность.

Есть ещё один, совершенно странный пример. При глубине общей ООС более 70-80 дБ теоретически уровень искажений такого УМЗЧ вообще не позволяет говорить об их заметности, поскольку они заведомо меньше чем 0,001%. Но далеко не все УМЗЧ с такой глубиной общей ООС звучат одинаково хорошо.

Практика создания транзисторных УМЗЧ

Как оказалось, в зависимости от глубины общей ООС, звучание УМЗЧ можно разделить на группы. Конечно, деление такое весьма условно, т.к. усилители из одной группы могут обладать признаками соседних групп. Но общая тенденция сохраняется – у УМЗЧ с глубокой ООС никогда не будут «ватные» низкие частоты. Также и УМЗЧ с неглубокой ООС никогда не сможет построить верную и глубокую звуковую сцену.

Типы звучания в зависимости от глубины общей ООС

1. 20-30 дБ. Общая мутность звучания, как говорится, «звука нет». Бывает, что и придраться не к чему – просто всё звучит одинаково плохо (*Прим. редакции*. Это не относится к УМЗЧ без общей ООС типа «Ноосфера» и им подобным).

2. 30-40 дБ. Звук местами проясняется, бас и мидбас начинает обретать «упругость», но СЧ окрасены, верх ненатуральный и какой-то весь «замыленный»

3. 40-50 дБ. Басы почти безупречны, СЧ очищаются, окраска и мусор в звучании постепенно «переезжают» в ВЧ область. СЧ уже разборчивы, глубина сцены прорисовывается хорошо, однако ВЧ обычно очень навязчивы и резки.

4. 50-60 дБ. Все искажения постепенно смещаются всё вверх и вверх по частоте в ВЧ область. Звук может стать с переизбытком «воздуха» и необъяснимо навязчивым. Звуковая сцена постепенно обретает объём.

5. 60-80 дБ. Сцена и объём строятся безупречно, однако ещё может наблюдаться лёгкая окраска и неестественность звучания.

6. 90-130 дБ. Кристальная ясность звука. Звук в целом легко читаем и очень информативен, всё как на ладони. Басы динамически безупречны. СЧ глубоко читаемы и легки. ВЧ вообще никак не акцентированы, они просто есть. Струнные инструменты, ударные и сложная перкуссия естественны. Пространство чёткое и стабильное.

УМЗЧ без общей ООС намеренно не включены в эту классификацию. Связано это с тем, что тех-

нических решений в этой группе очень много, от откровенно никудышных до вполне достойных. Более того, усилители без общей ООС могут одновременно проявлять признаки групп с первой по четвертую. Например, ряд ламповых УМЗЧ неплохо строят сцену, обладая при этом откровенной рыхлостью баса и общей мутностью звучания.

Предложенное выше деление – это обобщение результатов многолетних экспериментов и наблюдений, проведённых разными людьми на разных макетах УМЗЧ и на серийных УМЗЧ.

Практическое определение влияния общей ООС на качество звучания УМЗЧ

Понятно, что эксперименты над уже готовыми изделиями, которые спроектированы для работы с заданной глубиной общей ООС, возможны только в довольно узких рамках. Поэтому некоторые макеты УМЗЧ были построены специально для экспериментов по влиянию изменения глубины об-

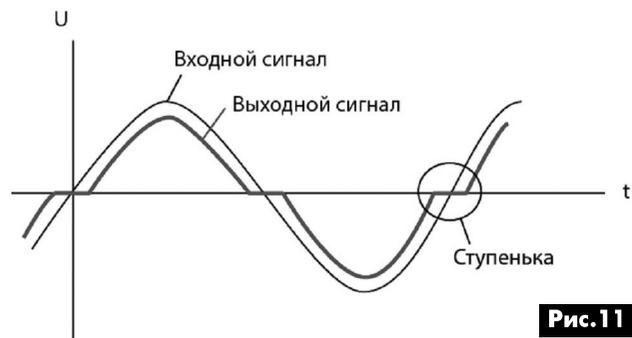


Рис.11

щей ООС на качество звучания. Последний из таких макетов (композитный УМЗЧ с многоконтурной ООС) обладает очень малой задержкой (20 нс) и невероятно глубокой ООС – до 130 дБ на частоте 20 кГц. Глубина ООС в нём может ступенчато регулироваться от 3000 до 1 миллиона раз.

При испытаниях этого макета, по мере увеличения глубины ООС, звучание становилось всё более точным и достоверным. Т.е. этот макет УМЗЧ уверенно и явно доказал преимущества схем со сверхглубокой ООС.

Из этого следует общий вывод: «Дальнейшее увеличение глубины ООС (равно как и прочие улучшения в УМЗЧ) явно замечаются слушателем, даже если при этом искажения сигнала в десятки и сотни раз меньше теоретических возможностей человеческого слуха».

УМЗЧ с очень глубокой общей ООС

Как известно, акустические провода, конденсаторы и прочие компоненты электрической схемы УМЗЧ привносят в звук некую окраску. Природа этого явления плохо изучена, но известно, что эту окраску практически невозможно измерить – пока ещё нет достаточно точных приборов. Но экспериментально выяснено, что окраска звука, vznikшая внутри УМЗЧ, охваченного ООС, подавляется ею наравне с прочими искажениями. Окраска эта неизмерима, однако даже сильная ок-



раска звука, происходящая в не оптимально спроектированном УМЗЧ (важно только чтобы он был устойчив в работе и не имел «подвозбудов»), уже при глубине общей ООС более 95-100 дБ становится совершенно незаметной.

чения, делает искажения неизмеримо малыми, а звучание – кристально чистым.

В настоящее время композитные УМЗЧ не получили широкого распространения из-за сложности с пониманием того, как он работает, техниче-

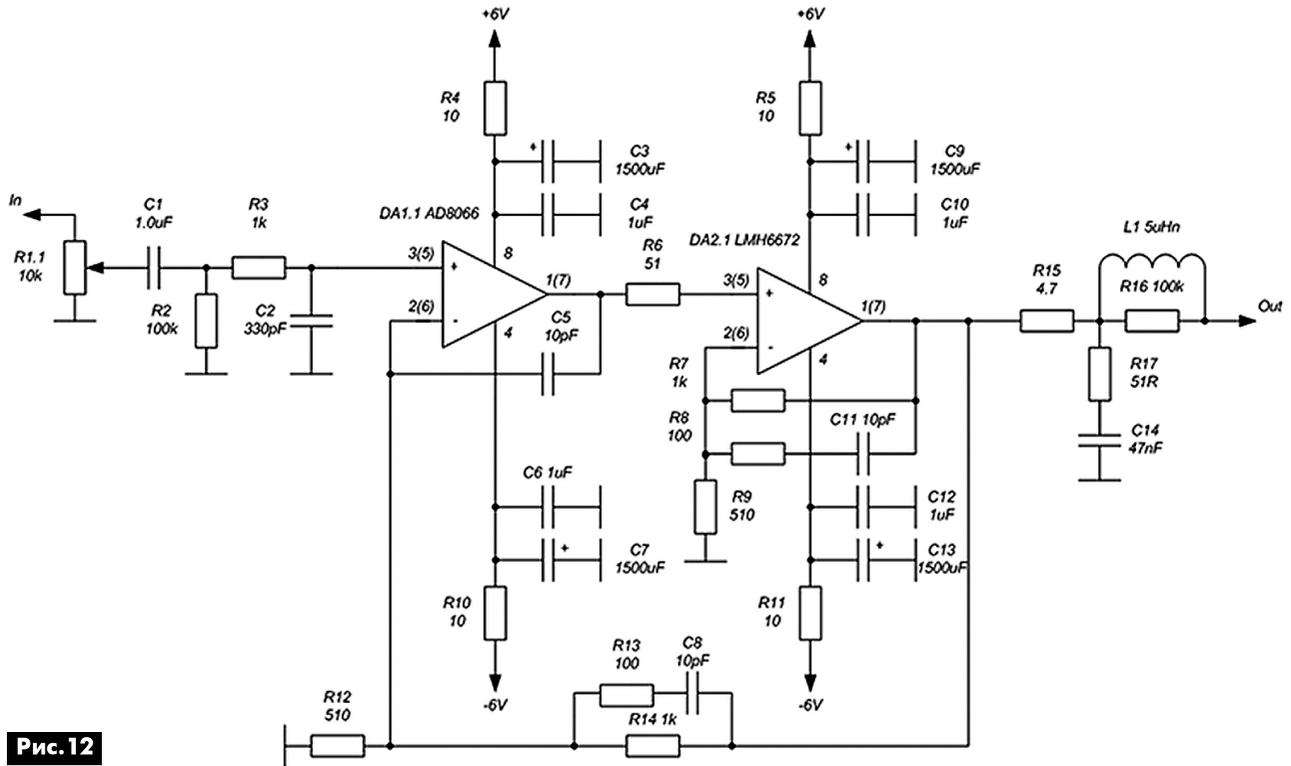


Рис. 12

Это трудно поддающийся осмыслению феномен. Однако его можно и нужно использовать практически. Обычные УМЗЧ не позволяют увеличить глубину общей ООС более чем до 55-65 дБ. Дело в том, что они не обладают достаточным быстродействием, и попытки увеличить их коэффициент усиления, для последующего введения глубокой общей ООС, приводят к потере их устойчивости.

Но, если УМЗЧ изначально спроектирован так, чтобы быть скоростным и стабильным, то есть способ радикально улучшить его звучание. Этот способ заключается в присоединении к УМЗЧ дополнительного широкополосного входного каскада с усилением порядка 50-70 дБ. Композитные УМЗЧ, имеющие подобную архитектуру, имеют коэффициент усиления без ООС в десятки миллионов раз, и очень быстродействующие.

Обратная связь в таких УМЗЧ всегда многокантурная. УМЗЧ специально разбивается на отдельные каскады (вводятся местные ООС). Усиление распределяется по каскадам с таким расчётом, чтобы как можно большая его часть осталась на общую ООС. Каждый каскад, благодаря глубоким местным ООС, имеет очень малые нелинейные искажения, порядка 0,001 – 0,01 %.

В итоге, мы как бы объединяем два изначально хороших усилителя в единый усилитель, охваченный общей ООС. Общая ООС, после её вклю-

ской сложности таких устройств и сложности их проектировании. Проблема ещё и в том, что композитные УМЗЧ очень критичны к стабильности исходных усилителей, а также к параметрам цепей ООС. А это делает их крайне неудобными для серийного производства.

От редакции. В статье автор не только развенчивает многие мифы созданные маркетологами для увеличения продаж аудиоаппаратуры, но и предлагает несколько «необычный», с его точки зрения, подход к созданию идеального УМЗЧ путем использования в нём сверхглубокой общей ООС.

Приведенная им классификация качества звучания УМЗЧ в зависимости от глубины общей ООС вызывает ряд вопросов. Дело в том, что существует немало УМЗЧ с неглубокой общей ООС или вообще без неё, которые звучат очень хорошо и соответствуют качеству звучания указанным автором статьи для 5 и 6 группы УМЗЧ. Впрочем описание автором так называемых «типов звучания» аппаратуры заслуживает внимания и однозначно подтверждается, как и многие другие приводимые автором статьи выводы.

Публикуя эту, в значительной степени дискуссионную статью, мы приглашаем наших читателей к обсуждению поднятых в ней вопросов.

Новый взгляд на параметры УМЗЧ с ООС

Александр Петров, г. Минск

Написать эту статью подтолкнуло отсутствие в известных мне источниках объяснения, почему некоторые глубокоОСные усилители с прекрасными параметрами (K_f с несколькими нулями после запятой) уступают по качеству звучания ламповым и гибридным усилителям без общей отрицательной обратной связи (ОООС) и имеющим K_f в сотни раз больший.

При традиционных методах проверки таких основных параметров, как коэффициент гармонических искажений (K_f) и коэффициент интермодуляционных искажений (ИМИ), измерения производятся на стационарном синусоидальном сигнале в установившемся режиме. Подвох заключается в том, что в установившемся режиме, при сложении двух сдвинутых по фазе синусоид, также получается чистая без искажений синусоида. Особенность работы усилителей с ОООС заключается в том, что во входном каскаде инвертирующего усилителя суммируются входной сигнал и ослабленный до уровня входного инвертированный выходной, но задержанный во времени. В неинвертирующем усилителе происходит вычитание аналогичного уровня выходного сигнала из входного. Разностный сигнал усиливается в число раз, равное коэффициенту усиления с разомкнутой петлей ОС. Таким образом, только на первом периоде синусоидального сигнала возникают искажения из-за взаимодействия входной и задержанной (поступившей с выхода усилителя) синусоид.

Музыкальный сигнал не имеет ничего общего со стационарным синусоидальным сигналом, по сути, это непрерывный переходной процесс. Более того, выход усилителя нагружен на реактивную нагрузку, которая воздействует на выход усилителя своей обратной ЭДС. Обратная ЭДС выделяется на выходном сопротивлении усилителя, внося дополнительные искажения выходного сигнала и вместе с выходным сигналом по цепи ОС с задержкой поступает на сумматор, внося, таким образом, дополнительные искажения.

Компьютерное определение параметров УМЗЧ

Попробуем оценить время задержки сигнала общей ОС и к чему это ведет в УМЗЧ. Полоса пропускания типовых современных УМЗЧ на уровне -3 дБ около 100 кГц. Это зна-



чит, что на этой частоте на выходе УМЗЧ имеет место сдвиг по фазе на 45° ($1/8$ периода), что эквивалентно задержке 1,25 мкс ($10/8=1,25$).

Проведем простой эксперимент. Соберем схему, в которой на нагрузку через резисторный сумматор поступает два синусоидальных сигнала частотой 20 кГц: один прямой от генератора, а второй через линию задержки X1 (рис.1).

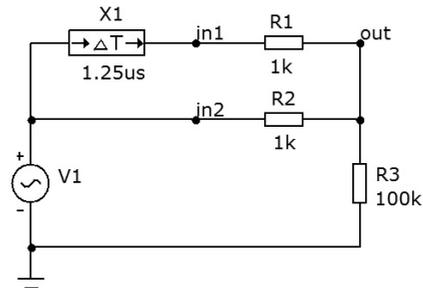


Рис.1

лограммы входного и выходного сигналов показаны на рис.2.

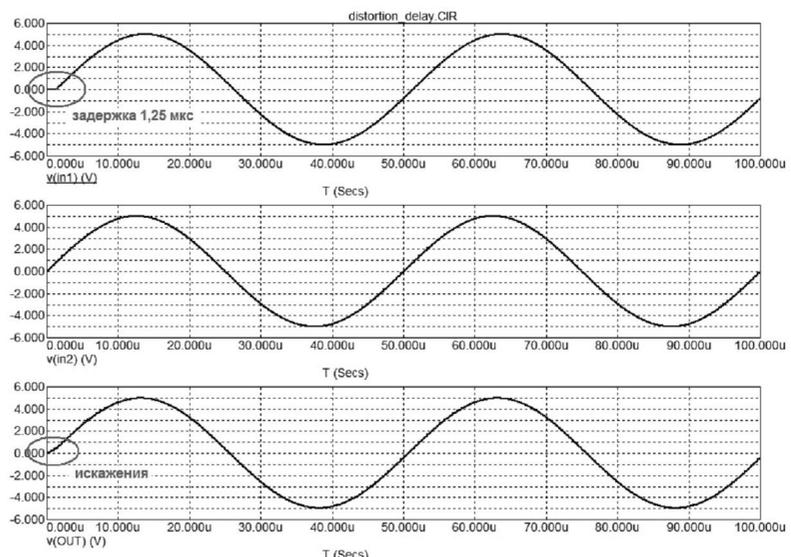


Рис.2

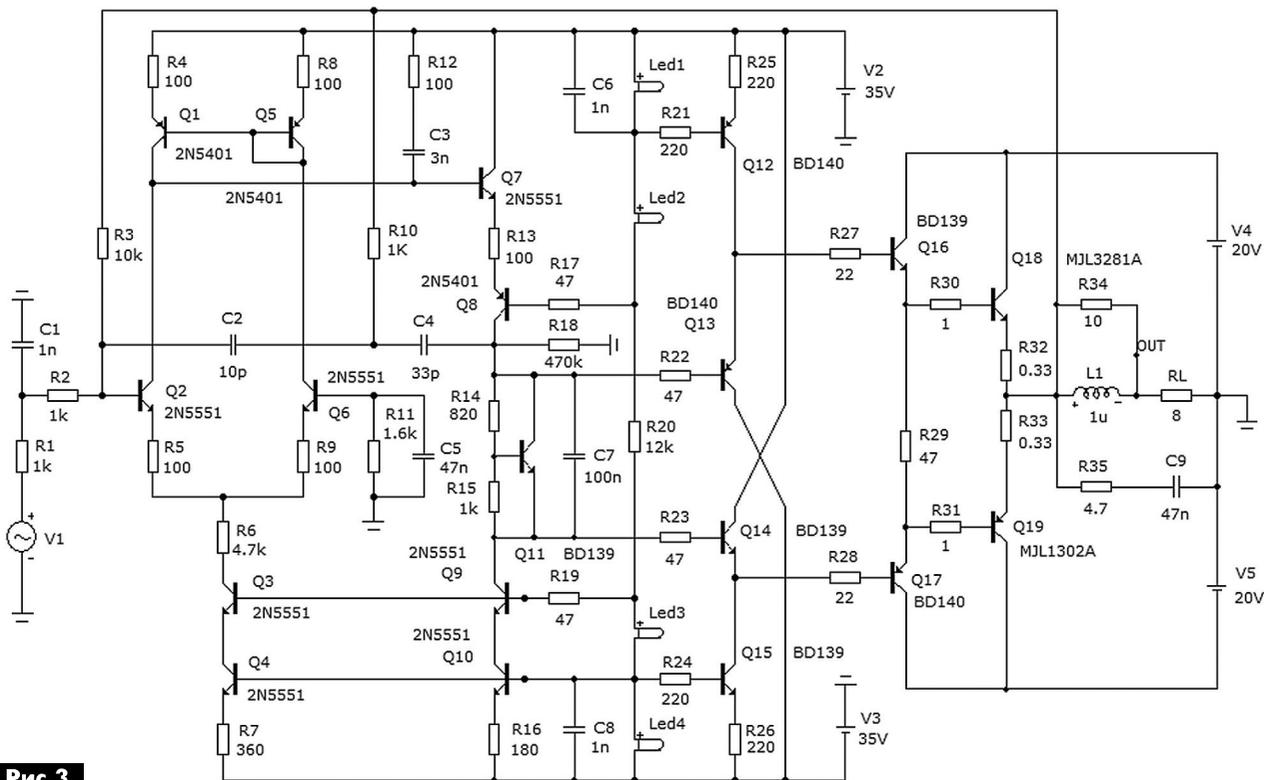


Рис.3

В начале суммарной синусоиды (нижняя осциллограмма на **рис.2**) мы видим небольшое искажение и сдвиг ее во времени (см. правую часть **рис.2**). Точно такие же искажения присутствуют практически у всех глубокоОСных усилителей, при их программном моделировании на ПК, на первой синусоиде. Вторая и последующие синусоиды просто немного сдвинуты, но уже практически без искажений. Но это только на чистом синусоидальном сигнале.

Измерим K_g на 5-м и на 1-м периодах. Уровень искажений на частоте 20 кГц при измерении на 5-м периоде равен всего 0,00000025%, а при измерении на 1-м аж 0,3% (только по второй и третьей гармонике, по 10-ти будет гораздо выше).

Напряшивается вывод, что искажения надо измерять на первом периоде, только в этом случае мы можем измерить истинные искажения.

Ну а что же происходит с более низкочастотными сигналами? Если проделать такой же эксперимент с частотой 50 Гц, то на первом периоде мы получим шумовую подставку в виде спектра гармоник во всем звуковом диапазоне и за его пределами с шагом 50 Гц одинакового уровня 0,00004%.

Проверка полученных выводов

Ну а теперь перейдем к проверке полученных выводов на схеме реального усилителя. В качестве подопытной схемы УМЗЧ возьмем серьезно переработанную модификацию популярной во всем мире схемы Дугласа Селфа. Схема заимствована из Интернета, автор модификации victor8m (**рис.3**). Для сравнения, исходная схема УМЗЧ Дугласа Селфа показана на **рис.4**.

Доработанный усилитель инвертирующий, коэффициент усиления по напряжению равен $K_u=5 (R_3/(R_1+R_2))$.

В схеме УМЗЧ сделаны следующие усовершенствования:

- отдельное питание усилителя напряжения (УН) и выходного каскада УМЗЧ (ВК);
- в дифкаскаде использован каскодный генератор тока (ГСТ) и пассивная коррекция (R12, C3);
- усилитель напряжения выполнен по схеме ОБ;
- в нагрузке усилителя напряжения (второй каскад) использован каскодный ГСТ;
- на входе ВК параллельный повторитель с ГСТ в эмиттерных цепях, улучшающий работу ВК в виде двойки Дарлингтона, двухполюсная коррекция ТМС (Transitional Miller Compensation: C2, C4, R10);
- для снижения постоянной составляющей нуля на выходе номинал резистора R11 взят равным параллельно включенным резисторам R3 и (R1 + R2);
- для улучшения работы на ВЧ резистор R11 шунтирован конденсатором C5.

Таким образом, данный УМЗЧ является усилителем постоянного тока и рассчитан на работу с непосредственной связью с источником сигнала с низким выходным сопротивлением, так как входное сопротивление его всего лишь 2 кОм (R1+R2). Чувствительность этого УМЗЧ равна 2 В (RMS).

Обычно при измерениях K_r компьютерной модели УМЗЧ в литературе [1] рекомендуется проводить измерение на 5-м или, в крайнем случае, на 3-м периоде. Проверим K_r на частоте 1 и 20 кГц традиционным способом, т. е. на 5-м периоде.

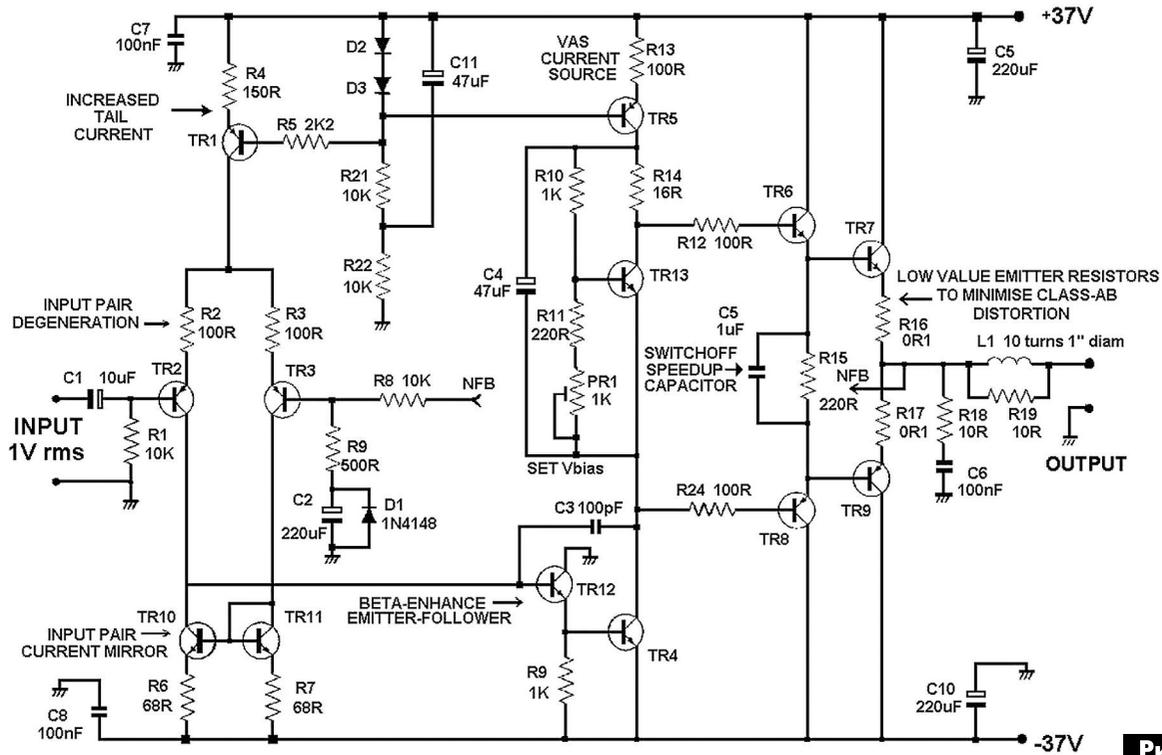


Рис.4

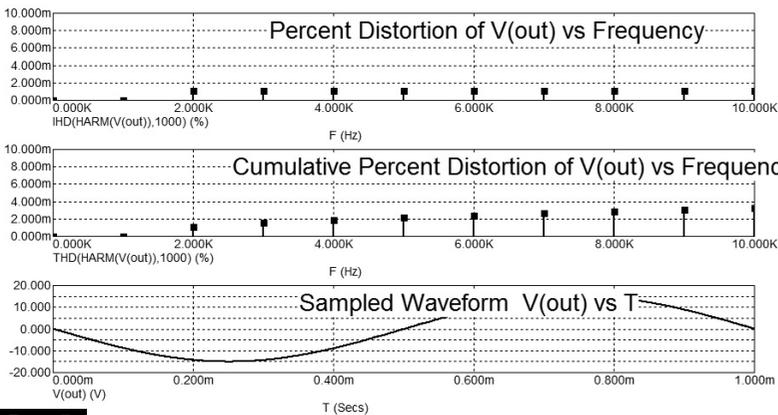


Рис.5

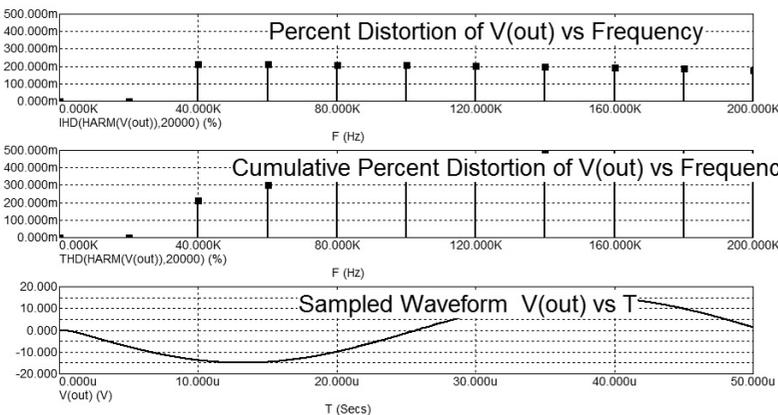


Рис.6

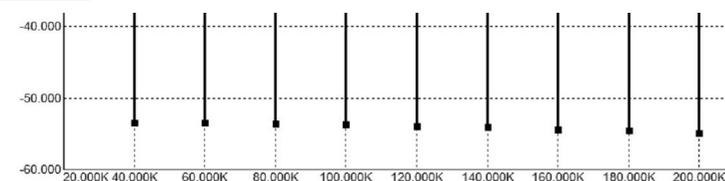


Рис.7

Результат анализа традиционным способом показал прекрасные параметры: $K_T=0,00004\%$ на частоте 1 кГц и $0,0006\%$ на частоте 20 кГц. В величине K_T для частоты 20 кГц учтена только вторая и третья гармоники (40 и 60 кГц), причем высшие гармоники имеют нарастающий характер.

Цифры красивые, казалось бы, что еще надо? Но не будем спешить с выводами, а проведем тестирование на первом периоде, что проблематично сделать на действующем образце в «железе». На рис.5 частота сигнала 1 кГц, на рис.6 – 20 кГц.

Оказывается реальные искажения не так уж и малы: $0,003\%$ на частоте 1 кГц, а на частоте 20 кГц $0,3\%$ только по второй и третьей гармонике, что в 500 раз выше, чем в установленном режиме. А если учесть, что заметность высших гармоник (особенно нечетных, начиная с 5-й) в десятки раз выше, чем низших, то и на частоте 1 кГц эквивалентный K_T также существенно выше.

Для большей убедительности снимем спектр для сигнала частотой 20 кГц уровнем 15 В (пик) (рис.7).

Спектр также показывает нам примерно тот же результат, что и на рис.6. Все гармоники одинакового уровня выше -60 дБ (больше $0,1\%$).

(Продолжение следует).

Использование светодиодов в устройствах индикации

Владимир Рентюк, г. Запорожье

Светоизлучающие диоды давно и прочно вошли в нашу жизнь. Одно из основных их современных применений – использование в качестве светоизлучающих элементов для замены традиционных ламп накаливания. На светодиодах выполняют элементы освещения, декоративную подсветку (причем не только мебельных стоек, а и зданий, мостов и т.п.). Интересная сфера использования светодиодов – это разработка светильников, элементов подсветки и особенно различных информационных табло.

Действительно, элементы подсветки и таблички с подсветкой лампами накаливания типа «ВХОД», «ВЫХОД», «ТАХІ» и т.п. уже давно считаются анахронизмом, т.к. они обладают низкой надежностью, большим энергопотреблением и тепловыделением. Замена их светодиодными улучшает их дизайн и повышает долговечность. Но все ли так просто? Допустим, имеется не стабилизированный источник напряжения постоянного тока с напряжением 10...16 В, и мы подключаем к нему цепочку из последовательно соединенных светодиодов с токоограничивающим резистором (без него использовать светодиоды просто нельзя). Максимально возможное количество последовательно включенных светодиодов определяется исходя из минимально возможного напряжения питания и величины прямого падения напряжения на светодиоде:

$$n \leq [U_{\min}/V_{\text{HL}} - 0,5],$$

где:

n – количество светодиодов в последовательной цепочке (берется целая часть числа);

U_{\min} – минимально возможное напряжение питания, для рассматриваемого случая равно 10 В;

V_{HL} – падение напряжения на светодиоде при выбранном прямом токе.

При прямом токе, например, 10 мА прямое падение напряжения для обычных светодиодов красного и зеленого цветов свечения равно 2,0 В (если быть более точным, то типовое значение составляет 1,85 В). Таким образом, при минимальном напряжении 10 В количество последовательно включенных светодиодов не может быть более

$$n \leq [10/2 - 0,5] = [4,5] = 4.$$



Для обеспечения нормальной работы этой цепочки потребуется токоограничивающий резистор с номинальным значением:

$$R = (U_{\min} - n * V_{\text{HL}}) / I_{\text{HL}},$$

где:

I_{HL} – выбранный прямой ток через светодиод. В нашем случае

$$R = (10 - 4 * 2,0) / 0,010 = 200 \text{ Ом}.$$

При этом резисторе ток через цепочку светодиодов при максимально возможном напряжении 16 В составит

$$I_{\text{max}} = (U_{\text{max}} - n * V_{\text{HL}}) / R = (16 - 4 * 2,0) / 0,20 = 40 \text{ мА}.$$

При $U_{\text{max}} = 18$ В он будет уже равен 50 мА, то есть ток возрастет по сравнению с расчетным в 5 раз! Светодиоды будут перегружены и быстро выйдут из строя. Можно, конечно, стабилизировать напряжение питания, но при этом (если не использовать специальный импульсный преобразователь) число диодов в цепочке будет меньше, так как необходимо обеспечить падение напряжения и на стабилизаторе, и на токоограничивающем резисторе. Заметим, что на регулирующем транзисторе недорогих стабилизаторов широкого применения нужно обеспечить падение напряжения не менее 2 В, в этом случае для стабилизатора может потребоваться соответствующий радиатор. Для устройств с динамическим режимом индикации (смена букв, цифр или изображения), при питании их от трансформаторного блока питания с выпрямителем, поданное на схему напряжение будет меняться в зависимости и от тока нагрузки, соответственно, будет меняться и яркость свечения. Так, ток потребления 7-сегментным цифровым индикатором изменяется в 4 раза (цифры 1 и 8).

Более приемлемый вариант – применить специальную схему стабилизации тока (источник тока), однако такие специализированные ИМС дороги и без выравнивающих резисторов не позволяют подключать по несколько параллельных светодиодных цепочек. Кроме того, при выходе из строя светодиода в одной из цепочек ток через остальные цепочки светодиодов возрастает, что требует принятия специальных мер для обеспечения их должного функционирования [1]. Наиболее простое решение этой проблемы представлено в [2], а фрагмент схемы для светодиодного светильника или элемента подсветки из k -ячеек по четыре светодиода в каждой, выполненный на ее основе, показан на **рис. 1**.

Термокомпенсированные стабилизаторы тока выполнены на транзисторах VT1–VT k . В качестве источника опорного напряжения V_{ref} используется светодиод VD. Этим, собственно, и достигается температурная компенсация, так как в отличие от удвоенных диодов или стабилитронов, обычно применяемых для этих целей, светодиод имеет практически одинаковый температурный коэффициент напряжения с токорегулирующим транзистором. Такое решение проще и удобнее, чем вариант с использованием в качестве опорного источника транзистора в диодном включении [1], что более оправдано при интегральном исполнении стабилизатора тока. Ток и, соответственно, яркость свечения светодиодов задается эмиттерными резисторами Re1–Re k . Критерием реализуемости схемы является обеспечение минимального напряжения на регулирующем транзисторе VT1 (VT k) $V_{VT,min}$ равно 0,75 В при минимальном напряжении питания. Напряжение $V_{VT,min}$ можно рассчитать по формуле:

$$V_{VT,min} = U_{min} - (n \cdot V_{HL} + Re \cdot I_{HL}).$$

где

n — число светодиодов;

V_{HL} — напряжение на светодиоде;

I_{HL} — ток через светодиод;

Re — номинал резистора в эмиттере VT1.

Для показанного на **рис. 1** варианта при напряжении 10 В $V_{VT,min} = 10 - (4 \cdot 2,0 + 0,11 \cdot 10) = 0,9$ В. Это означает, что схема в заданных условиях является технически реализуемой.

Для расширения диапазона рабочих напряжений (уменьшения минимального значения)

необходимо использовать опорный светодиод с минимальным падением напряжения. Это достигается использованием светодиодов красного (предпочтительно) или зеленого цветов свечения малой мощности и заданием минимальной величины прямого тока (обычно 3 мА) при мини-

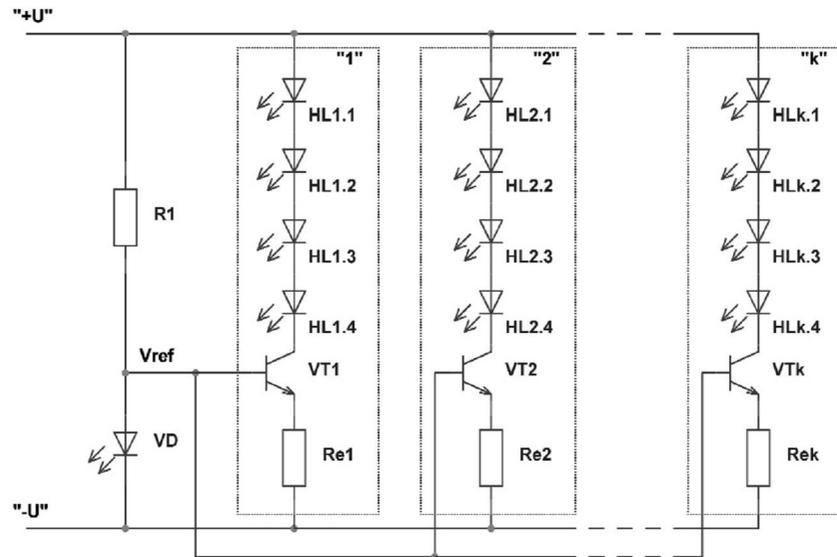


Рис. 1

мальном питающем напряжении. Например, можно использовать старый советский светодиод АЛ307АМ (для большинства экземпляров прямое падение напряжения при токе 5 мА равно 1,5 В). Ток задающий резистор R1 рассчитывается по формуле:

$$R1 = (U_{min} - V_{ref}) / (I_{VD} + k \cdot I_{HL} / h_{FE}),$$

где:

V_{ref} — прямое падение напряжения на опорном светодиоде VD при выбранном токе управления;

I_{VD} — прямой ток через опорный светодиод VD;

k — число ячеек, подключенных к источнику опорного напряжения;

I_{HL} — ток через цепочку светодиодов HL;

h_{FE} — коэффициент усиления транзисторов по току ($h_{21\beta}$ в советской технической литературе) при выбранном токе через цепочку светодиодов HL.

Формула справедлива, если все ячейки устройства рассчитаны на один ток и выполнены на транзисторах одного типа. В противном случае, слагаемое $k \cdot I_{HL} / h_{FE}$ должно быть заменено суммой базовых токов всех k -транзисторов. Этот ток должен быть меньше прямого тока через светодиод VD как минимум в 5 раз. Максимальная рассеиваемая мощность резистором R1 рассчитывается по формуле:

$$P_{R1,max} = (U_{max} - V_{ref})^2 / R1.$$

При выборе типа резистора необходимо принимать во внимание следующее. Для обеспечения надежной работы допустимая рассеиваемая мощность резистора (при максимальной температуре окружающей среды) должна превышать расчетную мощность не менее чем в 1,25 раза.

Ток через светодиоды с некоторым приближением рассчитывается по формуле:

$$I_{HL} = (1 - 1/h_{FE}) * (V_{ref} - U_{BE}) / R_e,$$

а токозадающий резистор R_e соответственно:

$$R_e = (V_{ref} - U_{BE}) / (I_{HL} - I_{HL} / h_{FE}),$$

где (для обеих формул):

V_{ref} – падение напряжение на опорном светодиоде VD;

U_{BE} – напряжение база-эмиттер регулирующего транзистора VT1 (VTk) равно 0,68 В;

R_e – сопротивление в цепи эмиттера соответствующего транзистора VT1–VTk.

Если коэффициент усиления по току h_{FE} выбранных транзисторов в расчетном режиме более 50, то при расчетах множитель $(1 - 1/h_{FE})$ можно принять равным единице, а I_{HL}/h_{FE} – нулю.

При использовании сверхъярких светодиодов, рассчитанных на относительно большую мощность, необходимо обязательно оценивать рассеиваемую мощность на токозадающих резисторах. Ее можно рассчитать по формуле:

$$P_{Re\ max} = I_{HL}^2 * R_e.$$

Выбор типа резистора по номинальной мощности осуществляется аналогично выбору резистора R1.

Транзисторы в источниках тока работают в активной зоне своей вольтамперной характеристики, поэтому при использовании сверхъярких светодиодов необходимо учитывать и оценивать рассеиваемую ими мощность. Максимальная мощность, рассеиваемая на транзисторах, равна:

$$P_{max} = (U_{max} - (n * V_{HL} + R_e * I_{HL})) * I_{HL}.$$

Динамический светодиодный индикатор

Устройство с динамически меняющимся изображением, например, типа «семисегментный цифровой индикатор» выполняется по аналогичной схеме, но источники тока используются уже в качестве ключей. Пример части двух вариантов схемы знаковинтезирующего индикатора показан на **рис.2**.

Предлагаемый цифровой индикатор в несколько раз дешевле и экономичнее аналогичных индикаторов промышленного изготовления в модульном исполнении. При расчете используются

формулы, изложенные выше. Ток управления таковой динамический индикатор равен:

$$I = (I_{VD} + k * I_{HL} / h_{FE}).$$

Резистор R1 в этом случае рассчитывается по формуле:

$$R1 = (V_{IH} - V_{ref}) / (I_{VD} + k * I_{HL} / h_{FE}),$$

где:

V_{IH} – уровень сигнала управления, например, высокий логический уровень ИМС драйвера управления;

k – количество звеньев в одном сегменте.

Устройства, выполненные по предложенным схемам, могут использоваться не только в помещении, но и на открытом пространстве, например, в автомобиле. Для обеспечения температурной стабилизации тока необходимо, чтобы опорный светодиод был расположен в зоне размещения токорегулирующих транзисторов, другими словами, имел с ними одинаковую температуру. Такая стабилизация обеспечит независимость тока через светодиоды от температуры, а вот в схеме с выравнивающими резисторами такая зависимость будет неизбежна. Ток через светодиоды при росте температуры будет увеличиваться, при уменьшении – уменьшаться.

На основе предложенной схемы было изготовлено табло «TAXI» (см. **фото** в начале статьи), состоящее из 14 ячеек по 4 светодиода в каждой и 1 ячейки с 3 светодиодами. Ток ячеек выбран 18 мА. Использовались транзисторы BC817-40, светоизлучающие элементы – светодиоды зеленого цвета свечения, а опорный светодиод использовался как индикатор включения табло. При изменении питающего напряжения от 10,5 до 18 В увеличение суммарного тока составило 40 мА (с 0,26 А до 0,3 А), при этом изменение яркости практически не было заметно. Для защиты от переполюсовки и выбросов напряжения в бортовой сети автомобиля использовался самовосстанавливающийся предохранитель MF-R050 (рабочий ток 0,5 А) и стабилитрон на напряжение 18 В, зашунтированный конденсатором емкостью 1 мкФ 50 В.

Детали

В большинстве схем, выполненных на основе предлагаемого технического решения, могут использоваться любые кремниевые транзисторы, желательно с коэффициентом усиления по току не менее 100, например, BC817, BC847, BCW33 для монтажа на поверхность или старые выводные КТ3102Д(Е), КТ315Г и т.п.

Резисторы можно использовать любых типов. Если необходимо установить и зафиксировать точное значение тока через светодиоды, то предварительно нужно измерить прямое падение напряжение V_{ref} на опорном светодиоде VD

(при выбранном токе) и сделать точный расчет эмиттерных резисторов. Для повышения стабильности тока из-за влияния изменения питающего напряжения необходимо подключить резистор R1 через простейший параметрический стабилизатор напряжения или источник тока, а при расчете использовать вместо напряжений

иметь автоматическую регулировку прямого тока светодиодов от температуры, что бывает необходимо при использовании мощных светодиодов. В этом случае опорный элемент схемы (светодиод VD) располагают на общем с излучающими диодами радиаторе, а токорегулирующие транзисторы – вне его, изолировав их от нагрева

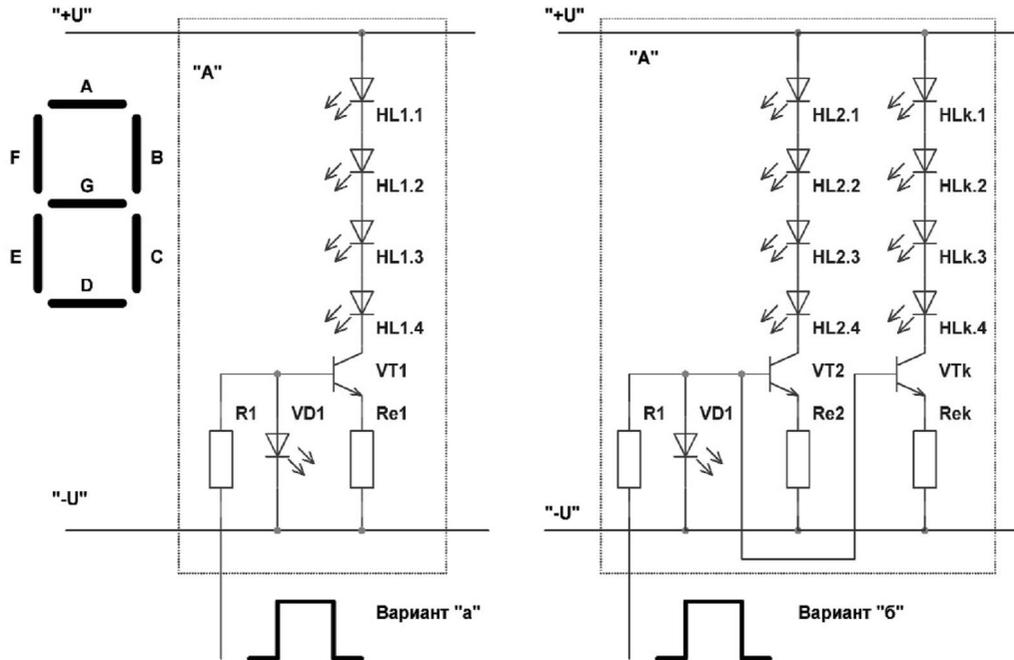


Рис.2

питания значение выходного напряжения этого добавочного стабилизатора или ток источника.

Количество светодиодов, токи ячеек и, соответственно, яркость их свечения можно выбирать по мере необходимости. Светодиоды в пределах одной ячейки могут быть разных типов, но ток через них будет одинаков. В этом случае необходимо только выполнять условие – суммарное падение напряжения на таких цепочках должно быть, по крайней мере, на 1,0...1,5 В ниже минимального напряжения питания схемы. На основе варианта с динамическим управлением можно сделать «бегущие огни», схемы подсветки с изменением яркости и переливом цветов. Для этой цели используется широтно-импульсная модуляция (ШИМ) в цепи управления.

Макет табло «TAXI» (без корпуса), выполненный по рассматриваемой схеме, показан на фото. Стоимость радиоэлементов – менее 2 USD. Общая потребляемая мощность – не более 3,7 Вт (при напряжении 13,8 В). Заметим, что при использовании для подсветки аналогичного табло двух автомобильных ламп (при одной свечение получается неравномерным) потребление составило бы 40 Вт (ток более 3,3 А).

При использовании предлагаемого технического решения можно, при необходимости, вводить и температурную компенсацию, то есть

радиатора. В такой конструкции опорный светодиод желательно использовать в миниатюрном корпусе (SMD) или старые в металлических корпусах (АЛ102). Для должного теплового контакта с общим теплоотводящим радиатором мощных светодиодов необходимо использовать теплопроводящую пасту, например, КПТ-8. Для такой конструкции ток через излучающие светодиоды будет уменьшаться примерно на 0,2% при увеличении разности температуры токорегулирующих транзисторов и опорного диода на 1°C. Этот коэффициент можно увеличить, применив вместо светодиода два обычных кремниевых диода (не Шотки), например, 1N4148 (КД522А, КД521А и т.п.). Их включают последовательно вместо опорного светодиода (опорное напряжение при этом составит 1,4 В вместо 1,85 В). В таком варианте ток через светодиоды будет уменьшаться примерно на 0,3% на каждый 1°C разности температур.

Литература

1. Макаренко В. Пути повышения надежности светодиодных светильников // ЭкиС. – 2011. – №3. – С.40–46.
2. Vladimir Rentyuk The Simple Temperature-Stabilised Constant-Current Source // Electronics World. – NOVEMBER 2006. – P.53.

Новые наборы фирмы «Мастер» для измерения напряжения и тока

Юрий Савицкий, г. Киев

(Окончание. Начало см. в РА 1/2016 и РА 2/2016)

В заключительной части статьи автор завершает рассмотрение наборов цифровых амперметров от компании «Мастер» и рассказывает об особенностях набора, в котором в единой конструкции совмещены вольтметр с амперметром.

С использованием такого же датчика Холла, как и в амперметрах серии AM716/718, изготовлены и амперметры постоянного тока серии AM712xx, основное преимущество которых в том, что для их работы не требуется внешний шунт. Эти амперметры разделяются на два семейства. Первое семейство содержит в своем названии «VIP», т.е. «биполярный». Эти приборы «умеют» измерять ток в обоих направлениях. Причем обратное направление тока индицируется, как это и принято, знаком «минус».



Фото 5

Униполярное семейство -UNI предназначено для измерения тока одного направления, но и они корректно отображают небольшой, около 10%, ток обратного направления. Модули выпускаются на токи 5,00 А (дискретность 0,01 А) и 20,0 А (дискретность 0,1 А). Имеются датчики и на 30 А, но простыми способами ввести такой ток на малогабаритную печатную плату затруднительно. Радужную картину немного портит дрейф нуля входного датчика (до 1...2% при неблагоприятных температурных условиях), однако общее впечатление от этих наборов очень хорошее.

Завершим обзор амперметров постоянного тока набором AM100-VIP (фото 5), который использует классическое для приборов такого уровня включение шунта в минусовый провод питания. Однако, в отличие от известных решений, этот прибор измеряет ток в обоих направлениях и имеет электронную калибровку. Это позволяет при использовании соответствующих шунтов получить любые диапазоны от ± 100 до ± 300 А. Автору известно несколько успешных попыток «врезать» шунт в минусовую цепь автомобиля, но все-



Фото 6

таки прибор рекомендуется, прежде всего, для катеров, яхт, блоков питания и зарядно-разрядных устройств, в которых шунт без проблем устанавливается в разрыв минусового провода. В ближайшее время планируется модернизация этого амперметра с целью расширения диапазонов измерения и введения выхода «Превышение заданного тока».

Отдельно следует отметить набор «VAM1-XXX». Это вольтметр и амперметр «в одном флаконе». Причем, в отличие от остальных рассмотренных устройств, в нем используется ЖКИ индикатор на 2 строки по 8 знаков (фото 6). Такой индикатор позволяет одновременно выводить и ток, и напряжение в удобном формате и с указанием единиц измерения. Для измерения тока используется встроенный шунт, который включен в разрыв «минусового» провода. Дифференциальный усилитель с допустимым входным напряжением ниже, чем минус питания, позволяет измерять ток «со знаком», т.е. в обоих направлениях, а также устанавливать амперметр как до, так и после вольтметра. Для объяснения принципов и преимуществ такого подхода требуется анализ схем включения, что, к сожалению, выходит за рамки данного обзора. Поэтому в следующих статьях мы обязательно расскажем об этом устройстве во всех подробностях. Здесь только скажем, что на сегодня выпускаются две модели. Первая имеет диапазоны измерений 30,0 В и ± 1200 мА (с дискретностью 1 мА). Вторая, соответственно, 50,0 В и $\pm 10,00$ А (с дискретностью 0,01 А). С нашей точки зрения, этот набор очень перспективен для применения как в блоках питания, так и в аккумуляторных установках с изменением направления протекающего тока.

IMRAD

Электронные компоненты
03113, Украина,
г. Киев, ул. Шутова, 9А, подъезд 3
Тел.: 495-21-10, 495-21-13, 490-21-95
www.imrad.com.ua, kitsupport@ukr.net

Таймер, секундомер, регистратор времени – наработки фирмы «Мастер»

Юрий Савицкий, г. Киев

Устройства для отсчета интервалов времени и выдачи управляющих сигналов в заданные моменты времени широко используются в автоматизации. К этой группе относятся наборы ТМ356 и SCM-99т. Кроме этих наборов в статье рассмотрен еще один набор – «Регистратор времени наработки ТМВ456-12v».

Цифровой таймер ТМ356 работает в двух диапазонах: 1...999 с и 1...999 мин. Причем запрограммировать можно сразу два отрезка времени: «Включено» (ON) и «Выключено» (OFF). Комбинации этих отрезков и способов старта дают пять «зашитых» в прибор алгоритмов работы:

- классический таймер;
- задержанное включение;
- запуск кнопкой (электрическим импульсом) или подачей питания;
- периодическое включение нагрузки на время ON и выключение на время OFF.

Схема включения модуля ТМ356 приведена на рисунке.

Заметно расширяет возможности устройства многофункциональный вход СТАРТ-СБРОС-РАЗРЕШЕНИЕ. Можно также задать индикацию прошедшего или оставшегося времени.

Питается таймер напряжением 5 В.

Набор SCM-99т имеет сложное название: «Контроллер, секундомер, таймер». Так же называются и глобальные режимы его работы. Глобальные потому, что при выборе одного из этих режимов получается совершенно другой прибор.

В этом устройстве отсчет времени идет в формате «минуты : секунды».

Вместе с индикатором на 4 знака это определило диапазон работы до 99 мин 59 с. Стабильность работы устройства задается кварцевым резонатором с точностью не хуже 0,01%. Для расширения вариантов подключения модуль имеет два выхода: один логический, а второй мощный, к нему напрямую можно подключить реле. Имеется опция изменения полярности выходов.

Напряжение питания может находиться в диапазоне 7...18 В или по заказу 5 В.

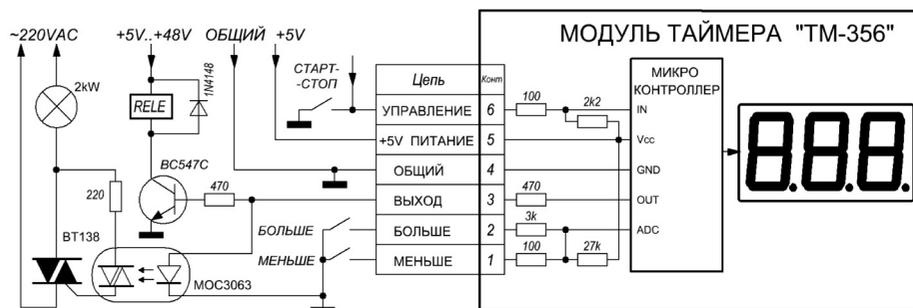
В режиме «Секундомер» прибор производит измерение времени, причем в одном из вариантов работает как механический спортивный се-

кундомер: кнопка управления последовательно переключает состояния СЧЕТ-СТОП-СБРОС. Кроме того, в устройстве имеется «будильник», который без останова секундомера подает сигнал (на выходах) при достижении заданного времени.

Схема включения модуля приведена в инструкции к набору.

Режим «Таймер» является классическим, но имеет два варианта функционирования кнопок (сигналов) управления. Режим «Контроллер-автомат» позволяет писать целые пошаговые программы, в которых задаются до 50 точек времени. На каждом шаге можно включить или отключить сигнал на выходе, завершить программу или начать ее сначала (закольцевать). Во всех режимах работы счет времени можно приостановить сигналом «Пауза».

Регистратор времени наработки ТМВ456-12v предназначен для измерения времени, в течение которого на него было подано напряжение питания. Может применяться для фиксации суммарного времени наработки в любом оборудовании с напряжением 9...25 В. Накопленное значение времени наработки, при снятии питающего напряжения, хранится в долговременной энергонезависимой памяти. Сброс накопленного результата невозможен. Регистратор ведет счет до 65 тыс. ч, что составляет 7,5 года непрерывной работы или 20 лет при работе «в одну смену». Для



уменьшения потребляемого тока до 2 мА предусмотрена возможность гашения индикатора через 30 с после подачи питания.

ТМ356 имеет размеры 21x48 мм. SCM-99т и ТМВ456-12v собраны на печатных платах размерами 22x63 мм.

IMRAD

Электронные компоненты
03113, Украина,
г. Киев, ул. Шутова, 9А, подъезд 3
Тел.: 495-21-10, 495-21-13, 490-21-95
www.imrad.com.ua, kitsupport@ukr.net

Александр Одинец, г. Минск

В последнее время получило широкое распространение направление «малой автоматизации» домов и приусадебных участков. В составе таких систем часто используются акустические автоматы, включающие нагрузку по определенной звуковой команде.

Большинство известных конструкций акустических автоматов, доступных в литературных источниках и Интернет, анализируют появление звуковой команды только по амплитудному признаку и количеству звуковых образцов, реализуя управление одной или несколькими нагрузками. Существенным недостатком таких конструкций являются ложные срабатывания, поскольку наличие звукового сигнала определяется в относительно широком частотном диапазоне. Как результат, срабатывание не только на заданную звуковую команду, к примеру, акцентированный хлопок, свист, но также на непрерывный речевой или шумовой сигнал.

Чтобы существенно повысить достоверность распознавания управляющего звукового образца и полностью исключить ложные срабатывания, необходимо анализировать входящий сигнал не только по амплитудному, но и по частотному признаку. Для этого необходимо дополнить автомат полосовым фильтром, выделяющим анализируемый управляющий сигнал в определенном диапазоне частот и подавляющий побочные составляющие за его пределами.

Спектр звукового сигнала хлопков в ладоши располагается примерно в диапазоне частот от 300 Гц до 6 кГц, но максимум спектральных составляющих данного звукового образца приходится все же на диапазон 3,2...3,6 кГц. Этот максимум может изменяться в небольших пределах, поэтому полосовой фильтр необходимо дополнить регулятором резонансной частоты, позволяющим производить оперативную настройку под конкретного пользователя. Подробнее ознакомиться с расчетом и практической реализацией полосовых аналоговых фильтров можно в [1] и [2].

Базовым схемотехническим решением, используемым в составе предлагаемого автомата, является симисторный регулятор мощности, рассмотренный в [3], с некоторыми изменениями, позволяющий выбирать максимальную яркость лампы накаливания, а также обеспечить ее плавное включение в течение 0,5...1 с после появления звуковой команды, что позволяет защитить нить лампы от разрушения и, тем самым, значительно увеличить срок ее службы.



Работа устройства

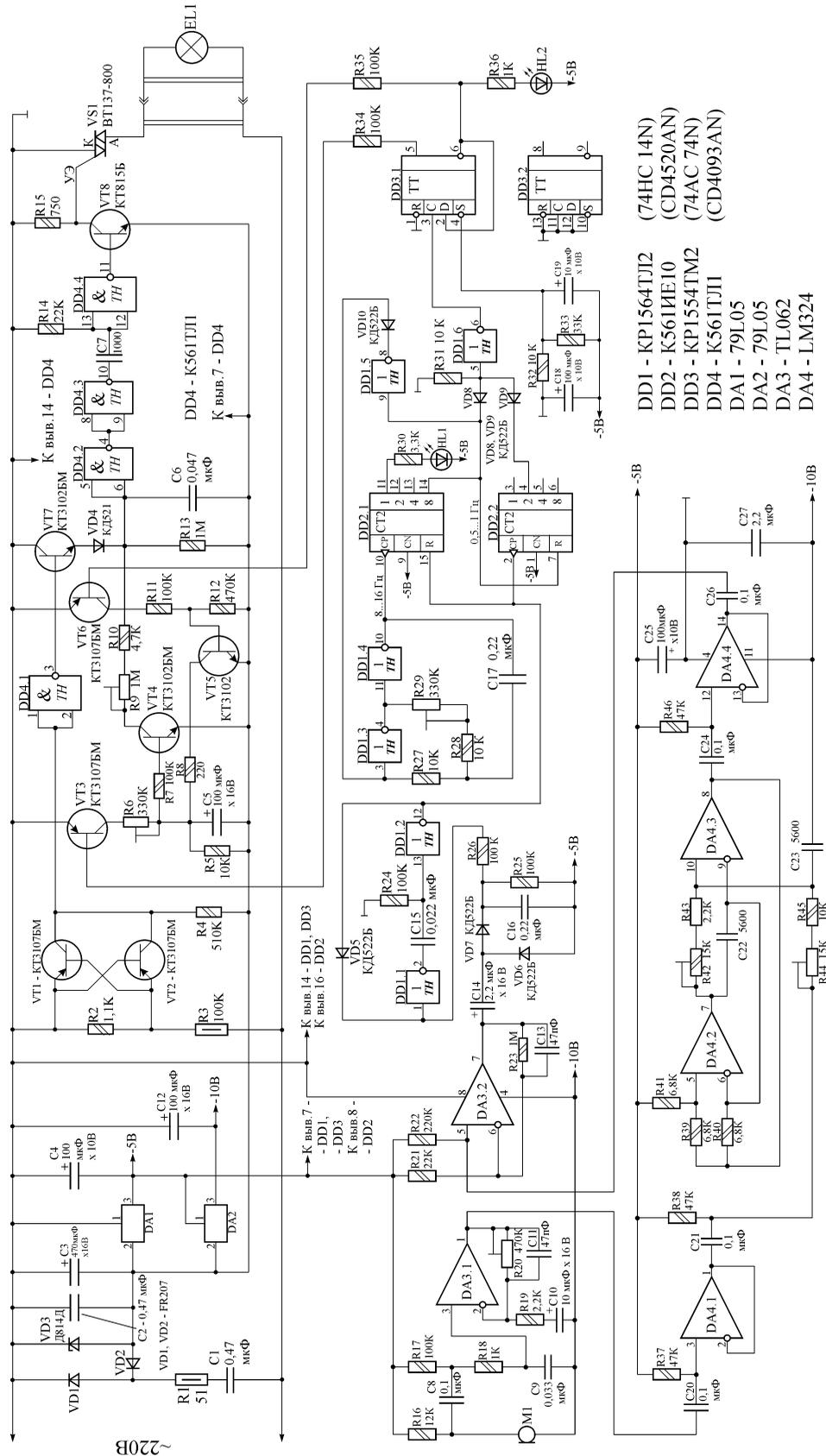
Схема электрическая принципиальная автомата показана на **рис. 1**. Автомат содержит:

- параметрический стабилизатор на элементах C1–C3, R1, VD1–VD3;
- стабилизаторы «минус 5 В» – DA1 и «минус 10 В» – DA2;
- формирователь отрицательных импульсов при переходе сетевого напряжения через ноль – VT1, VT2, R2–R4;
- симисторный регулятор мощности VT3–VT7, DD4, C5, C6, R5–R13;
- усилитель звукового сигнала DA3.1–DA3.2;
- полосовой фильтр DA4.1–DA4.4;
- выпрямитель переменного напряжения звуковой частоты – VD6, VD7; интегрирующий конденсатор C16;
- одновибратор на элементах DD1.1, DD1.2;
- формирователь временного интервала опознавания, в составе которого генератор на элементах DD1.3, DD1.4 и счетчики DD2.1, DD2.2;
- схему совпадения «2И-НЕ» на диодах VD8, VD9 и элементе DD1.6;
- интегрирующую цепь сброса R32C19;
- D-триггер состояний «включено-выключено».

При включении питания интегрирующая цепь R32C19 формирует короткий отрицательный импульс, устанавливающий D-триггер DD3.1 в исходное единичное состояние, соответствующее выключенной лампе. При этом транзисторы VT3, VT4 закрыты, а VT5, VT6 открыты, конденсатор C5 разряжен, и яркость лампы определяется параметрами цепи R13C6. Схема на транзисторах VT1, VT2 формирует короткие отрицательные импульсы в моменты, близкие к переходу сетевого напряжения через ноль. Эти импульсы, инвертируясь элементом DD4.1, открывают эмиттерный повторитель VT7 и быстро заряжают конденсатор

С6. Положительный перепад напряжения, дважды инвертируясь элементами DD4.2, DD4.3, перезаряжает конденсатор С7, а когда С6 разряжается через R13 до порогового напряжения переключения элемента DD4.2, на выходе элемента DD4.3 формируется отрицательный перепад, который после ограничения по длительности до 12 мкс цепочкой R14С7 и инвертирования элементом DD4.4 открывает транзистор VT8, а вслед за ним – и симистор VS1. При этом лампа EL1 полностью выключена, если сопротивление резистора R13 достаточно велико и соответствует номиналу, указанному на схеме.

При появлении звукового сигнала (хлопка в ладоши), переменное напряжение амплитудой в несколько милливольт с выхода микрофона M1, после усиления ОУ DA3.1 в 100–200 раз, поступает на вход полосового фильтра DA4.1–DA4.4. Его задача, как отмечено выше, выделить сигнал в узкой полосе частот 3,2...3,6 кГц и подавить побочные спектральные составляющие за пределами этого диапазона. С выхода полосового фильтра переменное напряжение поступает на вход второго усилителя – ОУ DA3.2, с помощью которого усиливается еще в 50 раз и поступает на диодный выпрямитель VD6–VD7. После сглаживания конденсатором С16 постоянное напряжение через



- DD1 - KP1564TJ12 (74HC 14N)
- DD2 - K561HE10 (CD4520AN)
- DD3 - KP1554TM2 (74AC 74N)
- DD4 - K561TJ11 (CD4093AN)
- DA1 - 79L05
- DA2 - 79L05
- DA3 - TL062
- DA4 - LM324

Рис. 1

резистор R26 поступает на вход одновибратора DD1.1–DD1.2, который, каждый раз при достижении напряжением на конденсаторе С16 порогового напряжения элемента DD1.1, формирует на выходе DD1.2 короткий положительный импульс.

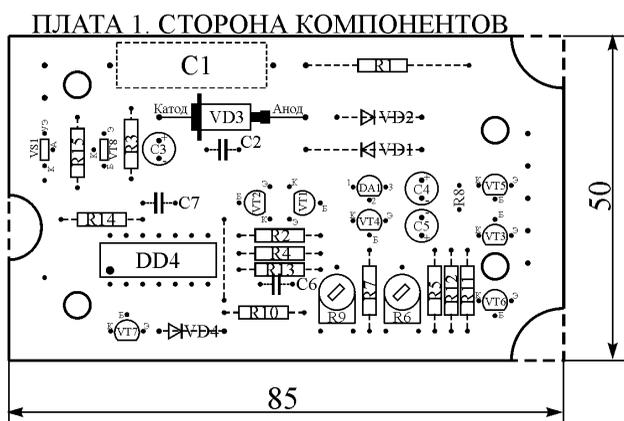
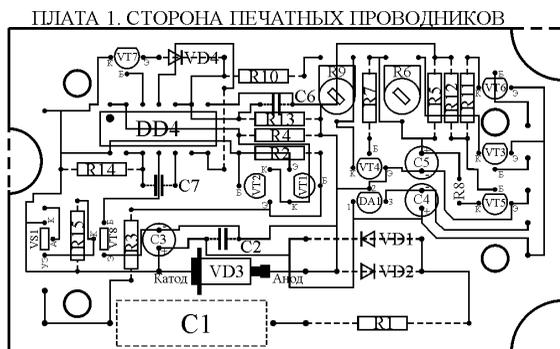


Рис.2

Выходные импульсы одновибратора сбрасывают счетчик DD2.1, который разрешает работу DD2.2, и одновременно являются счетными для DD2.2. Первый же выходной положительный импульс одновибратора сбрасывает счетчик DD2.1 в нулевое состояние. Уровень лог. «0» с выхода его старшего разряда (вывод 14), инвертируясь элементом DD1.5, запирает диод VD10 и разрешает работу генератора на элементах DD1.3–DD1.4 с частотой 8...16 Гц, что соответствует интервалу опознавания 0,5...1 с. Режим счета DD2.1 индицирует мигающий светодиод HL1, по которому удобно контролировать появление звукового сигнала.

При поступлении двух акцентированных хлопков в ладоши, счетчик DD2.2 устанавливается во второе состояние, и на его выходе второго разряда (вывод 4) появляется лог. «1». Если хлопков больше не последует, то через некоторое время (0,5...1 с – определяется частотой генератора) счетчик DD2.1 перейдет в восьмое состояние, и на выходе его старшего разряда (вывод 14) появится лог. «1». Этот логический уровень запретит работу генератора и одновременно сбросит счетчик DD2.2 в нулевое состояние. После этого еще некоторое время (около 100 нс – определяется задержкой распространения сигнала в DD2.2) на его выходе второго разряда (вывод 4) будет поддерживаться уровень лог. «1», который в сочетании с таким же уровнем, приходящим с выхода старшего разряда счетчика DD2.1 (вывод 14) на катод VD8, приведет к появлению на входе элемента DD1.6 уровня лог. «1» и на выходе послед-

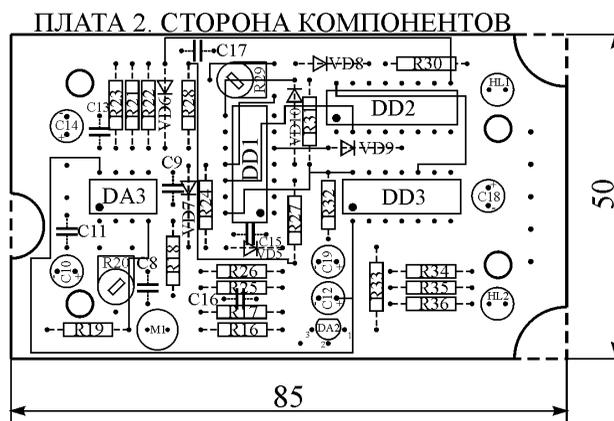
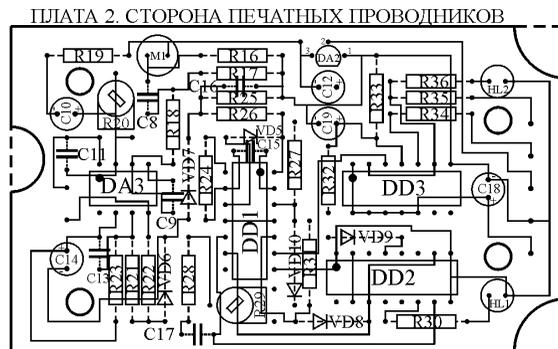


Рис.3

него будет сформирован короткий отрицательный импульс. Состояние триггера DD3.1 изменится на противоположное, что приведет к закрытию транзисторов VT6, VT5 и открытию VT3 и VT4. Теперь яркость свечения лампы накаливания будет определяться сопротивлением подстроечного резистора R9 и постоянного R10, включенных параллельно R13 через открытый транзистор VT4. Время включения лампы определяется параметрами интегрирующей цепи R6C5 и может быть выбрано в пределах 0,5...1 с. Включение лампы индицирует светодиод HL2. В таком состоянии автомат будет оставаться до момента повторного появления двух последовательных хлопков в ладоши.

Если на вход устройства поступят один или три хлопка в ладоши, то счетчик DD2.2 установится в первое или третье состояние, соответственно, по прошествии интервала опознавания. При поступлении новых звуковых сигналов интервал опознавания будет автоматически продлеваться.

Конструкция и детали

Все элементы автомата размещаются на трех печатных платах (рис.2–4) одинаковых размеров 50x85 мм из одностороннего (первая и третья платы) и двухстороннего (вторая плата) фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Платы размещаются «этажеркой» одна над другой в следующем порядке: нижняя плата – полосовой фильтр, средняя – блок цифровой обработки сигнала, верхняя – силовая часть.

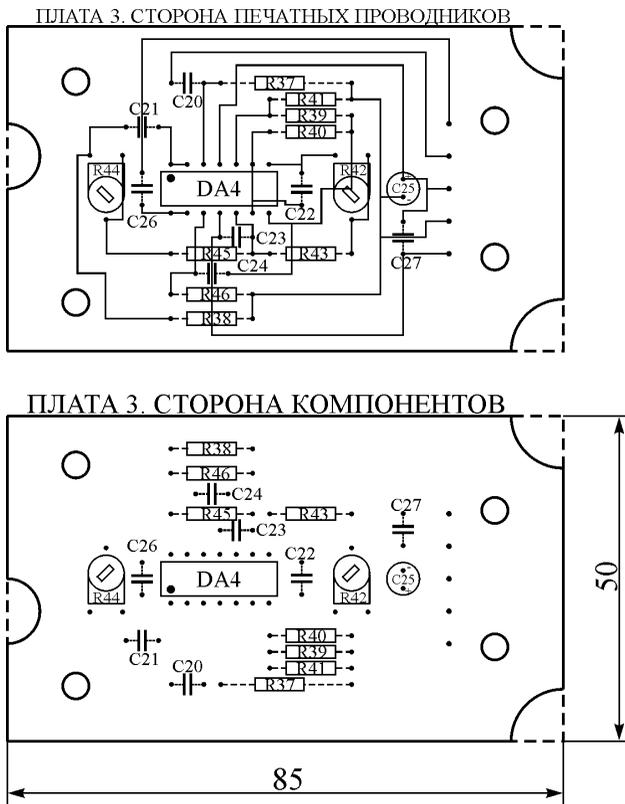


Рис.4

В устройстве применены резисторы типа МЛТ-0,125, МЛТ-0,5 (R1, R3), подстроечные – типа СПЗ-38б в горизонтальном исполнении.

Конденсаторы неполярные типа К10-17 и К73-17 (C1 на напряжение 630 В), оксидные – типа К50-35 или импортные.

Стабилитрон Д814Д заменим Д814Г, КС512 или другим с напряжением стабилизации 12...14 В. Диоды VD1, VD2 могут быть типа FR207, FR307 или другие средней мощности с минимально допустимым обратным напряжением не менее 400 В. Маломощные диоды VD4–VD9 могут быть из серий КД521, КД522 с любым буквенным индексом; светодиоды – сверхъяркие красного цвета свечения, диаметром 5 мм.

Симистор подойдет из серий ВТ137, ВТ138, ВТ139 в пластмассовом корпусе с минимально допустимым напряжением анод-катод не менее 400 В. Его необходимо установить на небольшой теплоотвод с площадью поверхности около 10 см².

Транзисторы КТ3102БМ и КТ3107БМ заменимы любыми из указанных серий, а также импортными – ВС547 и ВС557 соответственно.

Микросхемы серии КР1564 (74НСxx) заменимы ИМС серии КР1554 (74АСxx), а серии К561 (CD40xxAN) – ИМС серии К1561 (CD40xxBN). Однако следует заметить, что в сериях КР1564 и КР1554 существует полнофункциональный аналог ИМС К561ИЕ10 (CD4520AN) – КР1564ИЕ23 (74НС4520N) или КР1554ИЕ23 (74АС4520N), но он не применим из-за слишком высокого быстродействия. Для обеспечения четкого срабаты-

вания триггера DD3.1 счетчик DD2.2 должен обеспечивать достаточно большую задержку для формирования на выходе элемента DD1.6 отрицательного импульса необходимой длительности. Поэтому на месте DD2 должен работать счетчик К561ИЕ10 (CD4520AN) или КР1561ИЕ10 (CD4520BN).

Используемый в схеме микрофонного усилителя ОУ DA3 типа TL062 заменим TL072 или TL082 и другим с полевыми транзисторами на входах.

Настройка автомата

Она заключается в установке необходимой чувствительности микрофонного усилителя (резистором R20), резонансной частоты (R42), добротности (R44), интервала опознавания (R29), времени задержки включения (R6) и максимальной яркости (R9) лампы накаливания.

При первом включении контролируют наличие отрицательных напряжений «минус 5 В» и «минус 10 В» на выходах DA1 и DA2 относительно катода стабилитрона VD3. Движки резисторов R20 (усиление), R42 (частота) и R44 (добротность) устанавливают в положение максимального сопротивления, а R6 (время включения) и R9 (яркость) – в положение минимального сопротивления. Произнося слова вблизи от микрофона, контролируют мигание светодиода HL1 и устанавливают частоту миганий резистором R29 в пределах 4...8 Гц, что соответствует интервалу опознавания 0,5...1 с. При этом автомат должен срабатывать как на два последовательно произнесенных слова, так и на непрерывный разговор.

Далее, уменьшая сопротивление резистора R42 (частота), добиваются прекращения срабатывания на непрерывный разговор и два подряд произнесенных слова. Теперь, двукратными хлопками в ладоши добиваются срабатывания автомата, подстраивая резистор R44. Добротность регулируют, увеличивая сопротивление R44 при более звонких хлопках в ладоши и уменьшая при более глухих. При необходимости подстраивают R29, изменяя интервал опознавания, в зависимости от частоты хлопков. После завершения настройки полосового фильтра, контролируют срабатывание триггера DD3.1 по зажиганию светодиода HL2. Необходимую задержку включения лампы накаливания устанавливают резистором R6, а максимальную яркость – резистором R9.

Литература

1. Козлов А. Графический эквалайзер // Радио. – 1988. – №2. – С.42–45.
2. Тишкунов А. Электроакустический датчик разбития стекла // Схемотехника. – 2002. – №4. – С.22–24.
3. Бирюков С.А. Симисторные регуляторы мощности // Радио. – 1996. – №1. – С.44–46.

Измеритель C-ESR электролитических конденсаторов для внутрисхемных измерений – приставка к мультиметру

Александр Кравченко, с. Жукотки, Черниговской обл.

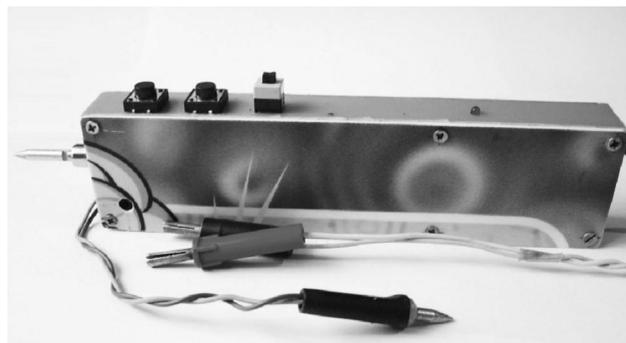
(Продолжение. Начало см. в РА 11–12/2013)

В этой части статьи автор рассказывает о принципе измерения ESR и более подробно начал объяснять ту часть прибора, которая обеспечивает измерение этого параметра электролитических конденсаторов, а также объясняет причины погрешности, возникающей при измерении ESR.

Режим ESR

Принцип измерения ESR взят из [1], а сам ESR-метр представляет собой омметр переменного тока. Принцип действия такого омметра основан на преобразовании измеряемого сопротивления в пропорциональное ему напряжение. Упрощенная функциональная схема, поясняющая принцип работы этого измерителя ESR для первого диапазона измерения, показана на **рис.2**. Переменное напряжение с генератора частотой 70 кГц и амплитудой около 4,5 В прикладывается через токоограничивающий резистор 900 Ом к конденсатору Сх. В результате чего через конденсатор протекает переменный ток амплитудой около 5 мА. Величина тока задается, в основном, напряжением генератора и сопротивлением токоограничивающего резистора и мало зависит от ESR конденсатора и его емкостного сопротивления. На конденсаторе создается переменное падение напряжения, пропорциональное проходящему через него току. При достаточно высокой тестовой частоте (в описываемом приборе – 70 кГц), емкостное сопротивление занимает малую долю в полном сопротивлении конденсатора, а значит, им (емкостным сопротивлением) можно пренебречь, и считать падение напряжения на конденсаторе пропорциональным ESR. Амплитуда этого падения напряжения находится в пределах от 0 до 100 мВ для диапазона измеряемых ESR 0...20 Ом (первый диапазон).

При переходе на второй диапазон в измерительную цепь включается дополнительный токоограничивающий резистор, и амплитуда тока уменьшается в 10 раз, этим расширяется диапазон измеряемых ESR до 200 Ом, при том же падении напряжения на конденсаторе (до 100 мВ). Падение напряжения снимется с конденсатора, усиливается и подается на амплитудный детектор на операционном усилителе. Выходное напряжение детектора прямо пропорционально измеряемому ESR и находится в пределах от 0 до 2000 мВ, что соответствует измеряемому ESR от 0 до 20 Ом для перво-



го диапазона, и до 200 Ом для второго диапазона. Напряжение на выходе детектора измеряется цифровым вольтметром постоянного напряжения.

Рассмотрим работу измерителя ESR более подробно по схеме **рис.1**.

После нажатия кнопки КН1 и удержания ее, напряжение от батареи подается на low dropout стабилизатор напряжения DA6 типа LM2950. Стабильное напряжение 5 В поступает на схему измерителя C-ESR. Через запертый диод VD7 напряжение батареи не пройдет к резистору R32, поэтому на выводах 9, 10, 11 мультиплексора DA4 CD74HC4053 установится лог. «0», в результате чего мультиплексор переключит измеритель в режим ESR. Также напряжение батареи не пройдет через запертый VD7 к резистору R33, и транзистор VT3 останется закрытым, не пропуская импульсы тока через «спикер» SP в режиме ESR. Таким образом, отключением громкоговорителя в режиме ESR экономится несколько миллиампер потребляемого от батареи тока.

В режиме ESR генератор переводится на фиксированную частоту 70 кГц. Такая частота выбрана по следующим соображениям:

- это максимальная частота, на которой стабильно запускается генератор на ОУ типа TL062;
- в измерителе ESR, описанном в [1], использована близкая по значению частота – 60 кГц;
- обычно в измерителях подобного типа используют частоты в пределах 50...100 кГц.

Для перевода генератора на фиксированную частоту к инвертирующему входу ОУ DA1.1 TL062 через выводы мультиплексора 2 и 15 подключаются в качестве времязадающих конденсатор С1 и резистор R1. Цепочка R2C2 служит для запуска (толчка) генератора при включении питания. Без этой цепочки генератор на 70 кГц может не запуститься.

Переменное напряжение с выхода генератора, через замкнутые контакты КН3 и токоограничи-

тельный резистор, составленный из двух параллельно включенных R4 и R5, прикладывается к конденсатору Cx. Амплитуда тока в цепи конденсатора зависит от амплитуды напряжения на выходе генератора и полного сопротивления цепи, которое, в свою очередь, включает в себя: сопротивление токоограничивающего резистора, ESR конденсатора и его емкостное сопротивление. Токоограничивающий резистор задает ток для диапазона измерения, и его сопротивление для каждого диапазона неизменно. Неизменно и напряжение генератора. Остаются два сопротивления, которые могут оказывать влияние на величину тока через конденсатор – это ESR конденсатора и его емкостное сопротивление. Емкостное сопротивление конденсаторов на частоте 70 кГц достаточно мало (0...2,3 Ом, в диапазоне емкостей от максимальной до 1 мкФ) и практически не влияет на величину измерительного тока. А вот ESR меняется в более широких пределах и оказывает большое влияние на величину этого тока.

Посчитаем по закону Ома диапазон изменения амплитуды тока через конденсатор Cx для двух крайних значений ESR первого диапазона 0 Ом и 20 Ом при сопротивлении токоограничивающего резистора 900 Ом и амплитуде напряжения на выходе генератора 4,5 В:

Для ESR = 0 Ом: $I = 4,5 \text{ В} / 900 \text{ Ом} = 0,005 \text{ А}$.

Для ESR = 20 Ом: $I = 4,5 \text{ В} / (900 \text{ Ом} + 20 \text{ Ом}) = 0,00489 \text{ А}$.

Как видим, коэффициент перекрытия на этом диапазоне составляет всего около 2%. Если же измеритель ESR калибровать посередине диапазона – по резистору 10 Ом, то ток увеличится на 1% при измерении 0 Ом и уменьшится на 1% при измерении 20 Ом. Такой небольшой нестабильностью тока можно пренебречь при внутрисхемных измерениях, и считать измерительный ток стабильным.

Второй диапазон (200 Ом) включается дополнительным нажатием и удержанием кнопки KN3. При этом в измерительную цепь включается дополнительный резистор R7, в результате чего амплитуда измерительного тока уменьшается в 10 раз, до 0,5 мА, а диапазон измеряемых сопротивлений расширяется до 200 Ом. На втором диапазоне (с нажатой кнопкой KN3), нестабильность тока в процентном отношении такая же, как и на первом – около 2%, и не оказывает негативного воздействия на результат измерения ESR еще и потому, что противоположное действие на результат измерения оказывает нелинейность детектора, так как при малых входных уровнях детектор занижает выходное напряжение. В результате взаимного влияния на результат измерения ESR этих двух факторов (нестабильности тока и нелинейности детектора) преобладающее действие оказывает нелинейность детектора, и результат измерения ESR незначительно занижается при его малых значениях.

Форма напряжения на выходе генератора 70 кГц не синусоидальна и имеет вид меандра с сильно заваленными фронтами, что напоминает синусоиду ограниченную сверху и снизу. Это значит, что ток через конденсатор тоже будет несинусоидальной формы. Но так как напряжение, которое снимается с конденсатора, подается на вход усилителя DA2 (TL062), имеющего ограниченные частотные возможности, то в сигнале на выходе усилителя ослаблены высшие гармоники, и его форма на выходе усилителя, а также на входе детектора близка к синусоидальной. Это равноценно тому, что ток через конденсатор Cx имеет синусоидальную форму. Другими словами это можно описать так: детектор «видит» сквозь фильтрующий усилитель только первую гармонику тока, которая синусоидальна (по определению термина гармоника).

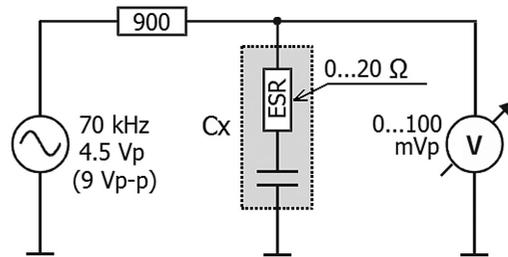


Рис.2

Итак, через конденсатор Cx проходит условно синусоидальный ток с условно стабильной амплитудой. Этот ток создает падение напряжения на эквивалентном последовательном сопротивлении конденсатора, а также падение на емкостном сопротивлении конденсатора. Но так как на частоте 70 кГц для реальных электролитических конденсаторов емкостью 10 мкФ и выше емкостное сопротивление Xc заметно ниже реального значения ESR конденсатора, то емкостным сопротивлением можно пренебречь, приняв его равным нулю, и считать падение напряжения на конденсаторе пропорциональным ESR. Емкостное сопротивление для синусоидального тока можно рассчитать с помощью онлайн-калькулятора [2] или по формуле:

$$X_c = 1 / 2\pi f C,$$

где Xc – емкостное сопротивление (Ом), f – частота (МГц), а C – емкость (мкФ).

Со снижением емкости, емкостное сопротивление оказывает большее влияние на результат измерения ESR, завышая его. Так, на частоте 70 кГц:

для 4,7 мкФ, Xc = 0,48 Ом;

для 1 мкФ, Xc = 2,3 Ом.

Однако результирующее (общее) сопротивление конденсатора для синусоидального тока не является обычной (арифметической) суммой емкостного сопротивления и ESR, а является векторной суммой этих сопротивлений и определяется как корень квадратный из суммы квадратов Xc и ESR (рис.3).

Именно до такой величины завышает результат измерения ESR данный измеритель, что особенно заметно на малых емкостях. Если, например, реальный ESR конденсатора 1 мкФ равен 2 Ом, то

с учетом его емкостного сопротивления 2,3 Ом на частоте 70 кГц, измеритель завьсит показания до 3 Ом (на 1 Ом), исходя из вычислений.

Для конденсатора емкостью 1 мкФ с ESR 6 Ом показания прибора возрастут до 6,4 Ом (на 0,4 Ом), а для конденсатора 1 мкФ с ESR 0,1 Ом прибор покажет значение близкое к 2,3 Ом, то есть фактически емкостное сопротивление.

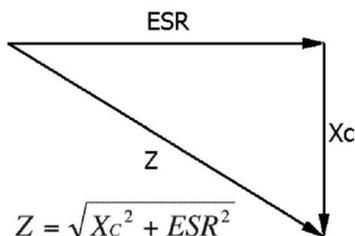


Рис.3

Получается, что даже с идеальным конденсатором, у которого ESR 0 Ом, прибор не может показать ESR меньше емкостного сопротивления этого конденсатора на частоте измерения. Автор проверил это экспериментально, взяв пленочный конденсатор К73-17 емкостью 1 мкФ. Известно, что эти типы конденсаторов имеют очень малый реальный ESR – от десятых до сотых долей Ома. Прибор показал значение ESR, очень близкое к емкостному сопротивлению этого конденсатора на частоте 70 кГц (около 2,3 Ом). Потом последовательно с этим конденсатором был впаян резистор

сопротивлением 2 Ом, что искусственно увеличило показания прибора на величину 2 Ом. Измерение ESR такой последовательной цепочки дало завышение ESR до значения 3 Ом. С запаянным резистором 6 Ом прибор показал 6,4 Ом. То есть все в соответствии с формулой векторного сложения сопротивлений для синусоидального тока.

Более точно (без завышения) ESR конденсаторов измеряют, так называемые, измерители импеданса. Один из таких приборов радиолюбительской разработки известен в Интернете как RLC-2 (см. [3]). В этом приборе другой принцип измерения, поэтому нет завышения Rs (тот же ESR) для конденсаторов малой емкости. Этот прибор показывает реальный ESR на частоте измерения, а емкостное сопротивление конденсатора не оказывает влияния на результат измерения.

(Продолжение следует)

Ссылки:

1. ESR-Messgerat ESR 1. Режим доступа: http://files.elv.de/Assets/Produkte/4/477/47773/Downloads/52699_ESR1_UM.pdf.
2. <http://tel-spb.ru/rea.html#kalk> – онлайн-калькулятор расчета реактивного сопротивления.
3. <http://pro-radio.ru/measure/6873/> – веб-страница с описанием измерителя RLC-2 на форуме pro-radio.

Отвечаем на вопросы и письма наших читателей

В последнем номере нашего журнала за прошлый год (РА 11–12/2012) была опубликована просьба студента из г. Гродно **Игоря Ивашкевича**, который начал осваивать программирование микроконтроллеров PIC среднего семейства на языке ассемблера, разъяснить, как правильно оформлять «исходники» программ на ассемблере для микроконтроллеров PIC. Мы обещали ему, что в 2016 году в одном из первых номеров журнала «Радиоаматор» опубликуем статью, посвященную особенностям среды программирования микроконтроллеров PIC среднего семейства на ассемблере и приемам правильного оформления программ на этом языке. Как оказалось, подготовить такую статью не так просто. Сколько авторов – столько и мнений, иногда, взаимоисключающих. Все же мы подготовили такую статью и разместили ее в этом номере (стр. 31) с приложениями на вкладке (стр.27,30). Тема весьма актуальная. Если кто-либо из наших читателей желает поделиться своим опытом написания программ для МК, то присылайте свои заметки и статьи в нашу редакцию.

Наш постоянный подписчик из г. Новомосковска, Днепропетровской области, **Борис Борисович Губин** просил опубликовать схему старого

усилителя Mitsubishi DA-A30. Схема приведена на вкладке этого номера на стр.28.

В редакцию иногда приходят письма с весьма наивными вопросами. Так, наш читатель **Завгарский А. И.** из Винницы спрашивает: «Какой сигнал на выходе «флешки»: аналоговый или цифровой? Как подключить «флешку» к усилителю низкой частоты?».

Мы решили ответить и на этот вопрос. USB-флеш-накопитель, так правильно называется это устройство, запоминает информацию только в цифровом виде и «общается» с различными цифровыми устройствами (компьютером, MP-плеером, SMART-телевизором и т.п.) через USB-порт (разъем). Естественно, что сигнал на выходе «флешки» цифровой. Подключить флешку непосредственно к усилителю нельзя.

В заключение хочу заметить, что свои вопросы, статьи, замечания и пожелания можно присылать, как обычно, на адрес редакции: а/я 50, 03110, Киев-110, Украина, или на электронный адрес: ra@sea.com.ua.

От имени редакции на вопросы отвечал главный редактор Игорь Безверхний

Таблица 2 (продолжение).

Директива	Описание	Синтаксис
#DEFINE	Определяет замену текста	#define <name> [<string>] #define <name> [<arg>, ..., <arg>] <string>
DT	Определяет таблицу данных	[<label>] dt <expr> [, <expr>, ..., <expr>] [<label>] dt "<text_string>" [, "<text_string>", ...]
DW	Резервирует слова памяти программ	[<label>] dw <expr> [, <expr>, ..., <expr>] [<label>] dw "<text_string>" [, "<text_string>", ...]
ELSE	Начало альтернативного блока программы условия IF	else
END	Окончание программы	end
ENDC	Окончание автоматического блока констант	endc
ENDIF	Окончание условного блока программы	endif
ENDM	Окончание макроса	endm
ENDW	Завершает цикл While	endw
EQU	Определение константы ассемблера	<label> equ <expr>
ERROR	Формирует сообщение об ошибке	error "<text_string>"
ERRORLEVEL	Настройка параметров вывода сообщений об ошибках	errorlevel 0 1 2 <+ -><message number>
EXITM	Выход из макроса	exitm
EXPAND	Включение текста макроса в файл листинга программы	expand
EXTERN	Определение внешних меток	extern <label>[,<label>]
FILL	Запись значения в память программ	[<label>] fill <expr>, <count>
GLOBAL	Внешняя метка	global <label>[,<label>]
IDATA	Объявляет начало инициализации данных в объектном файле	[<name>] idata [<address>]
__IDLOCS	Установка значения ID	__idlocs <expr>
IF	Начало блока условия	if <expr>
IFDEF	Выполнение, если определена символьная метка	ifdef <label>
IFNDEF	Выполнение, если символьная метка не определена	ifndef <label>
INCLUDE	Подключение дополнительного исходного файла	include <<include_file>> "<include_file>"
LIST	Список параметров	list [<list_option>, ..., <list_option>]
LOCAL	Объявить локальную переменную макроса	local <label>[,<label>]
MACRO	Определить макрос	<label> macro [<arg>, ..., <arg>]
__MAXRAM	Определяет максимальный объем ОЗУ	__maxram <expr>
MESSG	Сформировать сообщение	messg "<message_text>"
NOEXPAND	Не разворачивать текст макроса	noexpand
NOLIST	Выключить вывод в файл листинга	nolist
ORG	Установить адрес программы	<label> org <expr>
PAGE	Вставить страницу в файл листинга программы	page
PAGESEL	Произвести выбор страницы	pagesel <label>
PROCESSOR	Выбор типа микроконтроллера	processor <processor_type>
RADIX	Система счисления по умолчанию	radix <default_radix>
RES	Резервирование памяти	[<label>] res <mem units>
SET	Определение константы	<label> set <expr>
SPACE	Вставить пустые строки	space <expr>
SUBTITLE	Определение подзаголовка программы	subtitle "<sub_text>"
TITLE	Определение заголовка программы	title "<title_text>"
UDATA	Начало инициализации данных с обычным размещением в памяти (для объектного файла)	[<label>] udata [<RAM address>]
UDATA_ACS	Начало инициализации данных быстрого доступа (для объектного файла)	[<label >] udata_acs [<RAM address>]
UDATA_OVR	Начало инициализации временных данных (для объектного файла)	[<label >] udata_ovr [<RAM address>]
UDATA_SHR	Начало инициализации разделяемых данных (для объектного файла)	[<label >] udata_shr [<RAM address>]
#UNDEFINE	Отменить замену текста	#undefine <label>
VARIABLE	Определение символьной переменной	variable <label>[=<expr>, ..., <label>[=<expr>]]
WHILE	Цикл While	while <expr>

PA-96

A

B

C

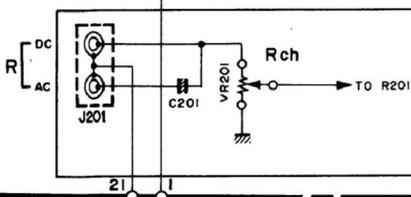
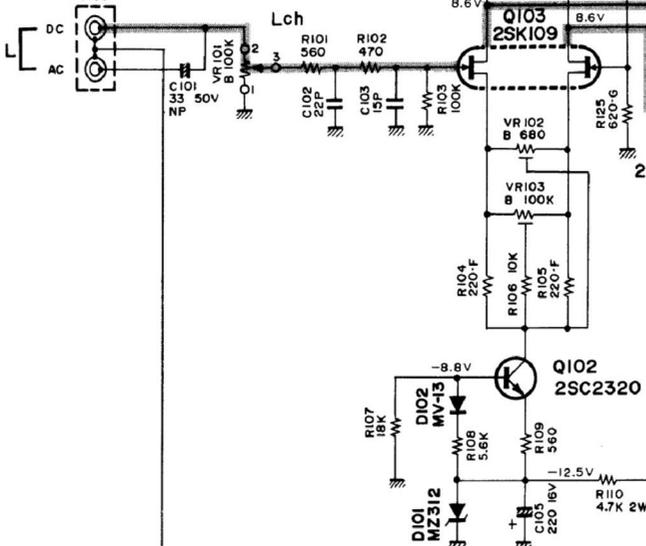
D

E

F

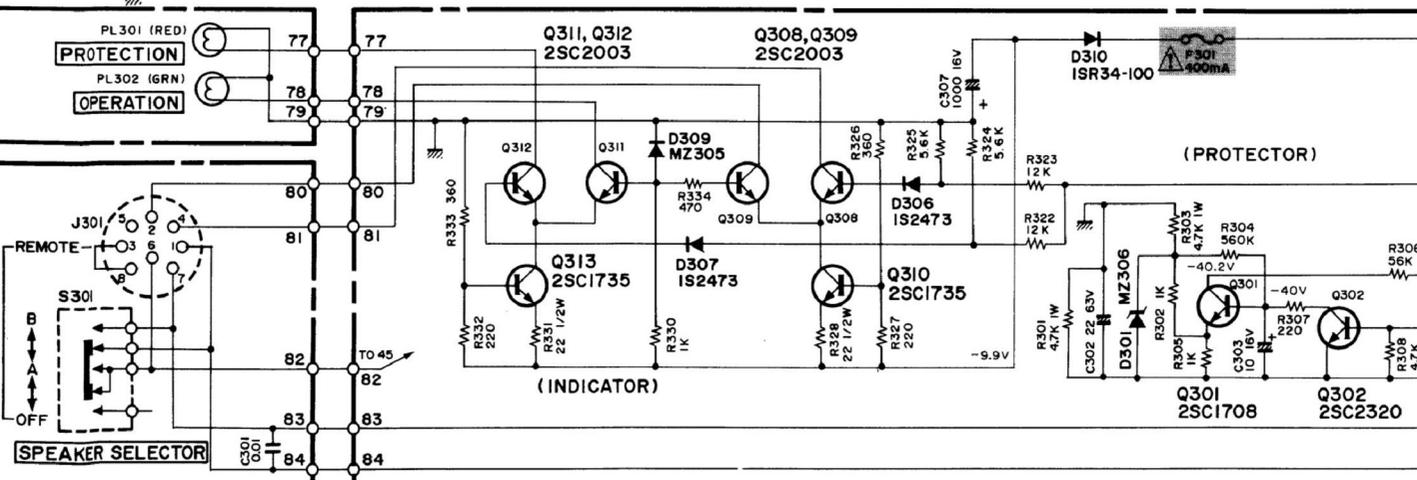
INPUT

LEVEL

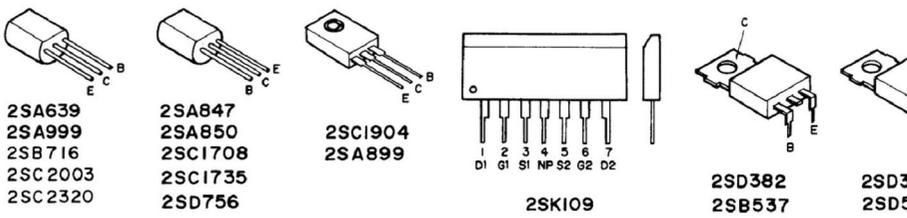
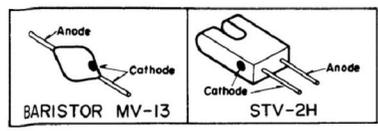


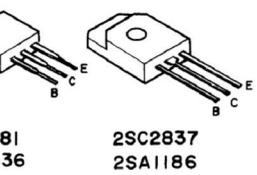
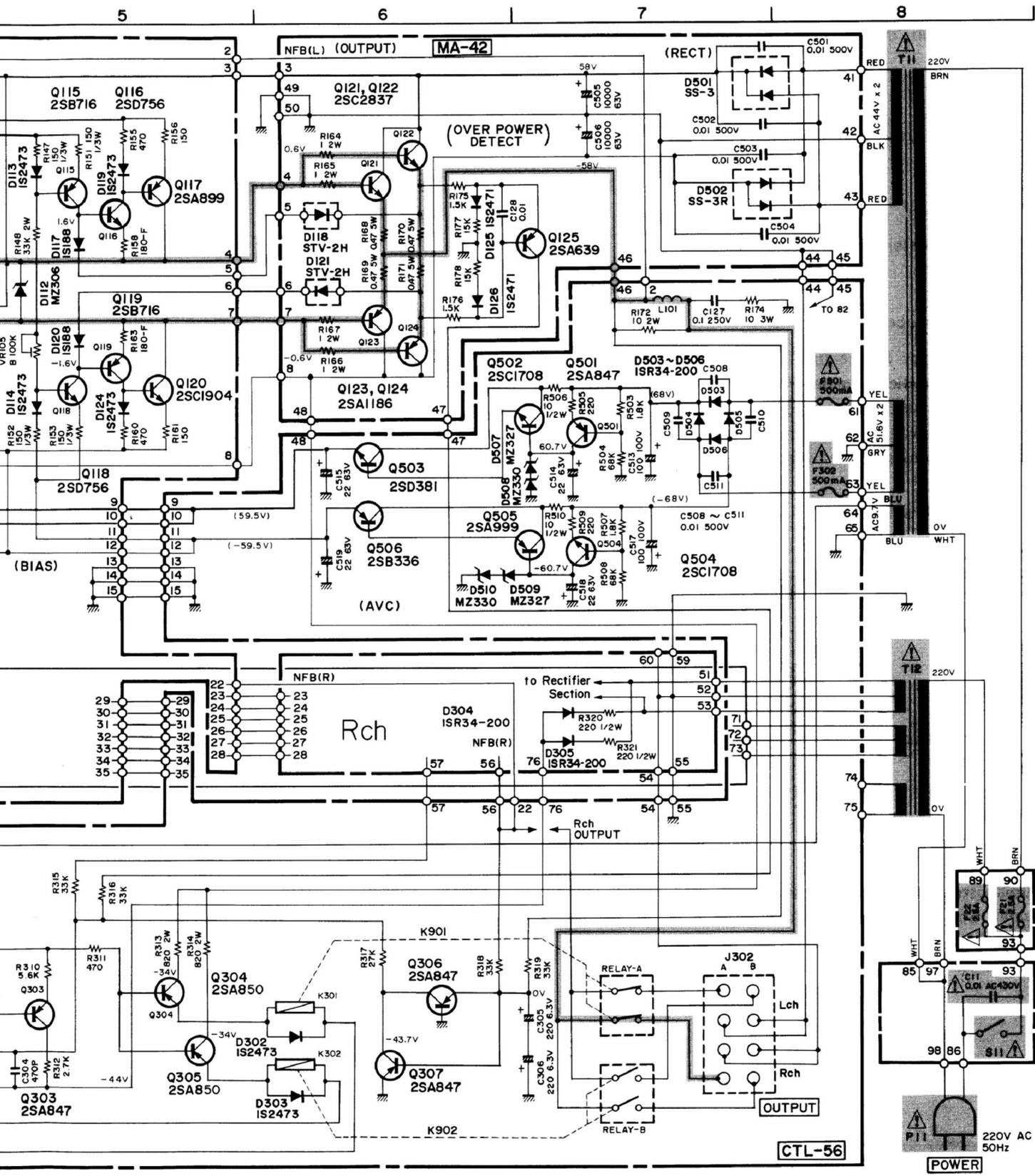
Rch (Parts are numbered from #200 and lower)
two digits are the same as Lch

(VOLTAGE AMP.)



- POWER ON — PROTECTION light
- 3 ~ 5sec. later OPERATION light
- If trouble occurs — PROTECTION will light





Hinweis 1. Einheiten der Kondensatoren und Widerstände
 C ohne Symbol : μ F
 mit Symbol p : pF
 R ohne Symbol : Ω
 mit Symbol k : k Ω

2. Wenn nicht anders angegeben, sind alle Widerstände als Kohlewiderstände mit 1/4 W ausgebildet.

Änderungen dieses Schaltplans, die dem technischen Fortschritt dienen, bleiben vorbehalten.

Hinweis:
 Die in der Stückliste mit und markierten Teile sind speziell für dieses Gerät ausgelegt.
 Sollte ein Auswechseln erforderlich sein, so sind diese Spezialteile zu verwenden.

Принципиальная схема усилителя Mitsubishi DA-A30

Таблица 1. Список команд микроконтроллеров среднего семейства

Мнемоника команды	Описание	Циклов	14-разрядный код		Изм. флаги	Прим.
			Бит 13	Бит 0		
Байт ориентированные команды						
ADDWF	f,d	Сложение W и f	1	00 0111 dfff ffff	C,DC,Z	1,2
ANDWF	f,d	Побитное 'И' W и f	1	00 0101 dfff ffff	Z	1,2
CLRF	f	Очистить f	1	00 0001 1fff ffff	Z	2
CLRWF	-	Очистить W	1	00 0001 0xxx xxxx	Z	
COMF	f,d	Инвертировать f	1	00 1001 dfff ffff	Z	1,2
DECf	f,d	Вычесть 1 из f	1	00 0011 dfff ffff	Z	1,2
DECFSZ	f,d	Вычесть 1 из f и пропустить если 0	1(2)	00 1011 dfff ffff		1,2,3
INCF	f,d	Прибавить 1 к f	1	00 1010 dfff ffff	Z	1,2
INCFSZ	f,d	Прибавить 1 к f и пропустить если 0	1(2)	00 1111 dfff ffff		1,2,3
IORWF	f,d	Побитное 'ИЛИ' W и f	1	00 0100 dfff ffff	Z	1,2
MOVF	f,d	Переслать f	1	00 1000 dfff ffff	Z	1,2
MOVWF	f	Переслать W в f	1	00 0000 1fff ffff		
NOP	-	Нет операции	1	00 0000 0xx0 0000		
RLF	f,d	Циклический сдвиг f влево через перенос	1	00 1101 dfff ffff	C	1,2
RRF	f,d	Циклический сдвиг f вправо через перенос	1	00 1100 dfff ffff	C	1,2
SUBWF	f,d	Вычесть W из f	1	00 0010 dfff ffff	C,DC,Z	1,2
SWAPF	f,d	Поменять местами полубайты в регистре f	1	00 1110 dfff ffff		1,2
XORWF	f,d	Побитное 'исключающее ИЛИ' W и f	1	00 0110 dfff ffff	Z	1,2
Бит ориентированные команды						
BCF	f,b	Очистить бит b в регистре f	1	01 00bb bfff ffff		1,2
BSF	f,b	Установить бит b в регистре f	1	01 01bb bfff ffff		1,2
BTFSC	f,b	Проверить бит b в регистре f, пропустить если 0	1(2)	01 10bb bfff ffff		3
BTFSS	f,b	Проверить бит b в регистре f, пропустить если 1	1(2)	01 11bb bfff ffff		3
Команды управления и операций с константами						
ADDLW	k	Сложить константу с W	1	11 111x kkkk kkkk	C,DC,Z	
ANDLW	k	Побитное 'И' константы и W	1	11 1001 kkkk kkkk	Z	
CALL	k	Вызов подпрограммы	2	10 0kkk kkkk kkkk		
CLRWDT	-	Очистить WDT	1	00 0000 0110 0100	-TO,-PD	
GOTO	k	Безусловный переход	2	10 1kkk kkkk kkkk		
IORLW	k	Побитное 'ИЛИ' константы и W	1	11 1000 kkkk kkkk	Z	
MOVLW	k	Переслать константу в W	1	11 00xx kkkk kkkk		
RETFIE	-	Возврат из подпрограммы с разрешением прерываний	2	00 0000 0000 1001		
RETLW	k	Возврат из подпрограммы с загрузкой константы в W	2	11 01xx kkkk kkkk		
RETURN	-	Возврат из подпрограммы	2	00 0000 0000 1000		
SLEEP	-	Перейти в режим SLEEP	1	00 0000 0110 0011	-TO,-PD	
SUBLW	k	Вычесть W из константы	1	11 110x kkkk kkkk	C,DC,Z	
XORLW	k	Побитное 'исключающее ИЛИ' константы и W	1	11 1010 kkkk kkkk	Z	

Примечания:

1. При выполнении операции "чтение - модификация - запись" с портом ввода/вывода (например MOVF PORTB,1) исходные значения считываются с выводов порта, а не из выходных защелок. Например, если в выходной защелке было записано '1', а на соответствующем выходе низкий уровень сигнала, то обратно будет записано значение '0'.
2. При выполнении записи в TMR0 (и d=1) предделитель TMR0 сбрасывается, если он подключен к модулю TMR0.
3. Если условие истинно или изменяется значение счетчика команд PC, то инструкция выполняется за два цикла. Во втором цикле выполняется команда NOP.

Таблица 2. Список директив ассемблера MPASM

Директива	Описание	Синтаксис
__BADRAM	Идентификация нереализованного ОЗУ	__badram <expr>[-<expr>] [, <expr>[-<expr>]]
BANKSEL	Выбор банка для косвенной адресации	bankisel <label>
BANKSEL	Выбор банка для прямой адресации	banksel <label>
CBLOCK	Определение блока констант	cblock [<expr>]
CODE	Начало кода объектного файла в памяти программ	[<name>] code [<address>]
__CONFIG	Установка битов конфигурации микроконтроллера	__config <expr> OR __config <addr>, <expr>
CONSTANT	Определить символьную константу	constant <label>[=<expr>, ..., <label>[=<expr>]]
DA	Сохранение строки в памяти программ	[<label>] da <expr> [, <expr2>, ..., <exprn>]
DATA	Сохранение значений или текста в памяти программ	[<label>] data <expr> [, <expr>, ..., <expr>] [<label>] data "<text_string>" [, "<text_string>", ...]
DB	Побайтное сохранение данных в памяти программ	[<label>] db <expr> [, <expr>, ..., <expr>] [<label>] db "<text_string>" [, "<text_string>", ...]
DE	Резервирует 8-разрядное значение в EEPROM памяти	[<label>] de <expr> [, <expr>, ..., <expr>] [<label>] de "<text_string>" [, "<text_string>", ...]

Некоторые особенности оформления программ на ассемблере (на примере МК PIC)

Игорь Безверхний, Николай Петренко, г. Киев

Приведенная в статье информация будет полезна как тем радиолюбителям, которые используют в своих конструкциях микроконтроллеры PIC производства компании Microchip и программируют их на ассемблере, так и тем, кто собирается этим заниматься. Ассемблер для PIC-ов называется MPASM. В этой статье авторы не будут расписывать подробно все команды MPASM и в деталях рассказывать о том, как составляется программа на ассемблере и т.п. – это все есть в [1] и в Интернете. Речь пойдет только об оптимальном, с точки зрения авторов, оформлении исходного файла программы на ассемблере.

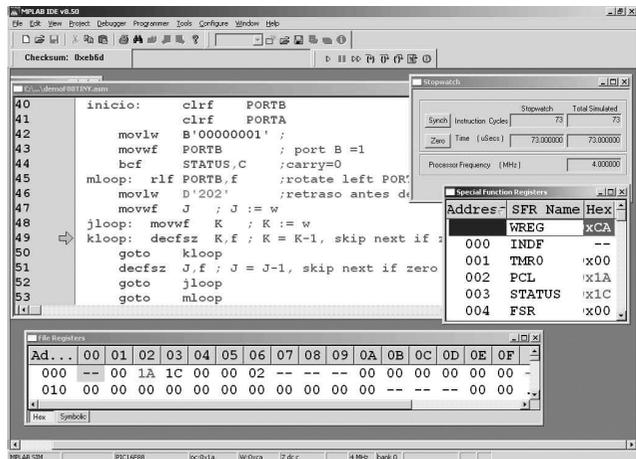
Статья написана по просьбам читателей и некоторых авторов журнала «Радиоаматор».

Существует поговорка, которая известна нам еще со времени срочной службы в армии: «Порядок в бумагах – порядок в голове – порядок в делах». Заметим, что именно эта фраза – это то немногое из «армейской науки», чем мы руководствуемся до сих пор.

Определенный порядок нужен и при составлении (написании) и при оформлении программ. Он позволяет дисциплинировать себя и упростить дальнейшую работу с программой, а также ее модернизацию, а значит, и улучшить параметры и/или потребительские возможности изготавливаемого устройства, в ряде случаев упростить поиск ошибок в разрабатываемой программе. В этой статье затронуты вопросы оформления «исходников» программ на языке ассемблера для микроконтроллеров (МК) среднего семейства компании Microchip, но изложенное в статье будет полезно и для других МК. Заметим, то, что приведено ниже, не является единственно правильным, но позволяет каждому из начинающих программистов создать собственный стиль оформления «исходников», позволяющий при просмотре их даже через несколько лет вспомнить все особенности программ, легко модифицировать их и, при необходимости, портировать (перевести) их на более современные или дешевые МК.

Язык ассемблера МК среднего семейства компании Microchip привлекателен тем, что имеет всего 35 команд. Хотя следует заметить, что несколько лет назад это семейство было дополнено рядом МК с несколько большим количеством команд, но это тема отдельной статьи.

Особенностью команд ассемблера является то, что они представляют собой, так называемые, мнемокоды машинных кодов команд микроконтроллера, которых у этих МК тоже 35. Именно поэтому ассемблер относят к языкам низкого уровня.



Кроме команд ассемблер содержит и, так называемые, директивы. Директивы отличаются от команд тем, что, в отличие от команд, их выполняет не МК, а компилятор ассемблера при создании файла прошивки (HEX-файла) и только.

Списки команд ассемблера для МК среднего семейства компании Microchip и директив MPASM приведены на вкладке этого номера (стр. 27 и 30).

В исходном файле на ассемблере перед собственно самим кодом программы содержится блок определений, который иногда не совсем корректно называют «шапкой» программы. Он состоит из нескольких частей (секций):

- секция заголовка, в которой обычно указывают название и назначения программы, имя автора, даты создания и внесенных изменений, тип применяемого МК, тактовую частоту, а также другие особенности устройства и программы;
- секция подключаемых (заголовочных) файлов;
- секция определения битов слова конфигурации;
- секция определения констант;
- секция определения EEPROM-данных;
- секция определения макросов;
- секция объявления переменных.

Только после этого прописывается сам код (тело) программы, который содержит:

- вектор сброса (обычно это команда безусловного перехода на код инициализации);
- обработчик прерывания;
- код инициализации;
- основной цикл программы;
- подпрограммы.



Программа обязательно заканчивается директивой END.

Файлы программы на ассемблере имеют расширение .asm. Их можно составлять в любом текстовом редакторе.

Если при составлении программы не придерживаться порядка, то в случае ошибки, ее очень сложно будет найти в тексте программы.

Например, если при написании текста программы не хватило определенных ранее констант (регистров общего назначения), то определять и прописывать их нужно не в блоке кода программы, а в секции определения констант. Иначе, просматривающим этот код коллегам и составителю программы через некоторое время будет сложно в нем разобраться.

Если посмотреть на «исходник» любой программы, то можно заметить, что он содержит 4 колонки. В трех первых пишется сама программа, а в четвертой (правой) самой широкой – комментарий к ее командам. Программа выглядит неопрятно, если колонки будут кривые. Чтобы избежать этого, надо использовать моноширинные шрифты, например Courier. Удобно также пользоваться, так называемым, «правилом 12-ти пробелов (знакомест)»:

- 1-й столбец: от крайней левой позиции до 12 знакоместа включительно;
- 2-й столбец: от 13 до 24 знакоместа включительно;
- 3-й столбец: от 25 до 36 знакоместа включительно.

Заметим, что гораздо удобнее 3-й столбец делать не на 12, а на 14 знакомест (с 25 по 38 знакоместо).

Остальная часть поля (4-й столбец) отводится под комментарий. Чтобы весь комментарий вместился на распечатке листинга программы, не искажая его, необходимо использовать размер (кегель) шрифта не более 9.

Не следует использовать цифровую (шестнадцатеричную) запись конфигурации МК. Она достаточно сложно расшифровывается без «даташита» на используемый МК. Опытных программистов это раздражает. Намного удобней использовать мнемоническую запись слова конфигурации, которое выглядит приблизительно так (в оригинале — в одну строку):

```
_CONFIG _WDT_OFF &
_INTRC_OSC_NOCLKOUT & _BODEN_OFF &
_PWRTE_ON & _MCLR_OFF & _CP_OFF &
_CPD_OFF
```

Расшифровывается этот мнемонический код слова конфигурации так:

- WDT_OFF – сторожевой таймер отключен;
- _INTRC_OSC_NOCLKOUT – внутренний RC-генератор тактовых импульсов без внешнего выхода;
- _BODEN_OFF – сброс при снижении напряжения питания выключен;

- PWRTE_ON – задержка включения питания (для стабилизации тактового генератора) включена;
- MCLR_OFF – вход внешнего сброса микроконтроллера (reset) выключен;
- CP_OFF – защита кода программы от считывания выключена;
- CPD_OFF – защита содержимого EEPROM от считывания выключена.

Может показаться, что эта запись сложнее, чем составленный по «даташиту» двухзначный шестнадцатеричный код конфигурации. На самом деле это не так. Компания Microchip весьма ответственно относится к потребителям своих изделий и помимо доступной технической документации комплектует бесплатное ПО для программирования своих МК целым рядом вспомогательных файлов – шаблонов (template), постоянно обновляя их для новых МК. Файлы шаблонов имеют расширение .asm, например, 16F628ATEMP.ASM. Достаточно открыть такой файл для конкретного МК, и у программиста уже есть заготовка для написания программы, в которой имеется и «полуфабрикат» слова (или слов) конфигурации. Шаблоны следует искать в папке TEMPLATE (англ. – шаблон), в разных версиях среды MPLAB эта папка может быть установлена в разных местах. Так, в ранних версиях MPLAB ее можно было найти, используя путь:

```
C:\Program Files\MPLAB\TEMPLATE,
```

а в более поздних –

```
C:\Program Files\Microchip\MPASM Suite\Template.
```

Замечу, что в папке TEMPLATE находятся две папки с шаблонами: Code и Object. В названии файла шаблона присутствует наименование типа МК. Для МК PIC16F628A файлы шаблонов называются так:

- 16F628ATEMP.ASM – в папке Code;
- 16F628ATEMPO.ASM – в папке Object.

Для большинства радиолюбительских конструкций на МК PIC удобнее пользоваться шаблонами из папки Code.

Помимо заготовки для слов конфигурации шаблон содержит все необходимое для создания блоков определений и кода программы с соответствующими комментариями на английском языке.

Если вы часто используете в своих конструкциях один или несколько разных МК PIC, то соответствующие шаблоны желательно адаптировать для себя, вписав в них имя автора, переведя на русский язык комментарии и т.п.

При использовании шаблонов нет необходимости определять (прописывать) регистры специального назначения (SFR – Special Function Registers), используемые в программе, как это делают начинающие программисты МК, т.к. все эти регистры определены в стандартном файле заголовка (Standard Header File), например, p16f628a.inc, который присоединяется в шаблоне, а значит, и к программе директивой #include:

```
#include p16f628a.inc.
```

```

cblock      40h      ; Даём символьные имена регистрам, начиная с адреса 0x40
input      ; Младший байт исходных данных. Следующий байт - старший.
LED        ; Разряд единиц двоично-десятичного числа.
           ; Далее - более старший разряд.
Count      ; Счётчик бит.
Mem1       ; Регистр временного хранения результата.
endc
    
```

Файлы заголовка имеют расширение .inc и размещены, обычно, там же, где и папка TEMPLATE.

Начинающие программисты, определяя регистры общего назначения (GPR – general purpose registers), давая им имена, прописывают адрес каждого из них, сверяясь с «даташитом». Это долго и неудобно. Особенно если программу в дальнейшем планируется (или просто приходится) портировать на другой тип МК PIC. Это удобнее делать, используя директивы cblock и endc, задав только начальный адрес, например, т.к. показано на **листинге**.

В небольшой статье нет возможности осветить все особенности оформления программ на ассемблере для PICов, но мы надеемся, что и вышеизложенного будет достаточно, чтобы начинающий программист МК более осознанно оформлял «исходники» своих программ и не нарывался на неадекватную реакцию некоторых завсегдаев радиоловительских сайтов.

Для усовершенствования навыков составления программ и работы с МК PIC авторы рекомен-

дуют ознакомиться с литературой [1–5], особое внимание уделив работам В. Тимофеева [3, 4],

Литература

1. MPASM. Руководство пользователя. ООО «Микро-чип». – М., 20001. Режим доступа: <http://www.microchip.ru/files/d-sheets-rus/mpasm.pdf>.

2. Безверхний И. Микроконтроллеры PIC. С чего начать // Радиоаматор. – 2011. – №10. – С.38–40.

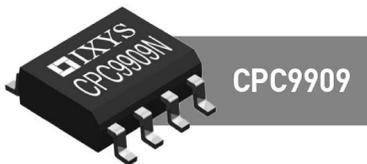
3. Тимофеев В. MPASM. Как правильно оформлять программы на Ассемблер для PIC-контроллеров (пособие для начинающих). Режим доступа: http://www.pic24.ru/lib/exe/fetch.php/osa/articles/mpasm_formatting.pdf.

4. Тимофеев В. MPASM. Простые решения для PIC16. Режим доступа: http://www.pic24.ru/lib/exe/fetch.php/osa/articles/mpasm_tricks.pdf.

5. Антонов В. Создание ассемблерных модулей. Режим доступа: http://www.kaligraf.narod.ru/stati/asm_modul/asm_moduls.pdf.



Высоковольтные LED-драйвера IXYS



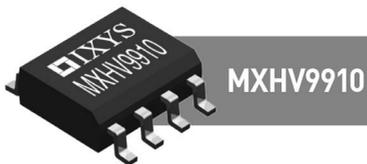
CPC9909

КОМПАКТНЫЙ ДРАЙВЕР СВЕТОДИОДОВ

Технические характеристики:

- Широкий диапазон входных напряжений 8...550 В
- Возможность регулирования тока светодиодов с помощью ШИМ-сигнала или постоянным напряжением
- КПД более 90%
- Возможность программирования времени выключенного состояния
- Возможность работы с несколькими светодиодами, соединенными последовательно или параллельно-последовательно
- Диапазон рабочей температуры –55...+85 °С

Наименование	Корпус
CPC9909N	SOIC 8
CPC9909NE	SOIC-8 EP (с дополнительным теплопроводом)



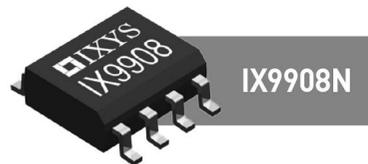
MXHV9910

ДРАЙВЕР СВЕТОДИОДОВ С ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЧАСТОТОЙ РАБОТЫ

Технические характеристики:

- Широкий диапазон входных напряжений 8...450 В
- Возможность регулирования тока светодиодов с помощью ШИМ-сигнала или постоянным напряжением
- КПД более 90%
- Возможность регулировки частоты работы преобразователя внешним резистором
- Возможность работы с несколькими светодиодами, соединенными последовательно или параллельно-последовательно
- Диапазон рабочей температуры –40...+85 °С

Наименование	Корпус
MXHV9910B	SOIC 8
MXHV9910BE	SOIC-8 EP (с дополнительным теплопроводом)



IX9908N

ДРАЙВЕР СВЕТОДИОДОВ С КОРРЕКТОРОМ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ

Технические характеристики:

- Широкий диапазон входных напряжений до 600 В
- Цифровой плавный пуск
- КПД более 90%
- Корректор коэффициента мощности
- Возможность работы с несколькими светодиодами, соединенными последовательно или параллельно-последовательно
- Диапазон рабочей температуры –40...+125 °С

Компания СЭА — официальный дистрибьютор IXYS на территории Украины



Компания СЭА
электроника электротехника компоненты оборудование

25
лет

Украина, 02094, г. Киев, ул. Краковская, 13-Б
тел.: (044) 291-00-41, факс: (044) 291-00-42
www.sea.com.ua | info@sea.com.ua

Вторая «жизнь» часов на газоразрядных индикаторах

Дмитрий Карелов, г. Кривой Рог

В статье рассмотрена конструкция часов на четырех газоразрядных индикаторах типа ИН-12Б, особенностью которых является использование стандартных счетных блоков, управляемых микроконтроллером по двухпроводной схеме.

Пожалуй, у каждого радиолюбителя имеются горы технического хлама, среди которого можно обнаружить занятные вещи. Так, автору попались на глаза когда-то изготовленные, а затем разбитые часы на газоразрядных индикаторах. Часы были изготовлены по схеме, приведенной в [1], на микросхемах 155-й серии и оказались рабочими за исключением разбитого корпуса и отсутствующего блока питания. Восстанавливать их в таком виде не имело смысла, так как отсутствие резервного питания делало их использование весьма неудобным. Поэтому было принято решение изготовить для них новую «душу» на программируемом микроконтроллере (МК), современный преобразователь для формирования анодного напряжения и запитать все от одного источника напряжения постоянного тока. Размышляя о новом корпусе и дальнейшем применении таких часов, возникла идея встроить их в системный блок компьютера, а в качестве корпуса использовать неисправный привод компакт-дисков.

Схема и работа

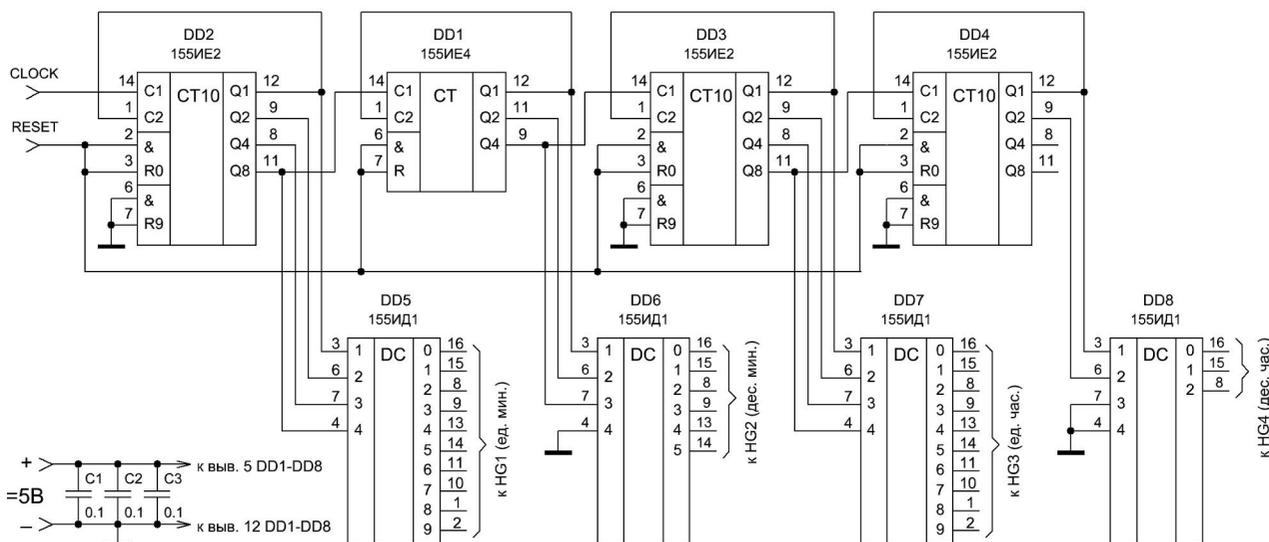
В связи с тем, что на передней панели привода оказалось трудно разместить 6 индикаторов, то схема счетного блока была урезана и секунды



Фото 1

убраны, также были перекоммутированы линии сброса счетчиков. В результате схема счетного блока приняла вид, показанный на рис. 1. Как видно из схемы, счетный блок управляется всего двумя сигналами: CLOCK – для приема счетных импульсов и RESET – для обнуления счетчиков.

Принципиальная электрическая схема блока управления часами показана на рис. 2. Он построен на недорогом МК типа PIC16F675. Тактирование МК осуществляется от «часового» кварцевого резонатора ZQ1 на 32,768 кГц. Для установки времени служит кнопка SB1. Линия GP1 подключается непосредственно к входу CLOCK счетного блока. Линия GP2 выполняет две функции. Она используется для посылки сигнала сброса счетчиков по линии «RESET», а также для контроля наличия питающего напряжения. Для развязки этих сигналов, а также упрочнения выхода МК ис-



пользуется транзистор VT2. Линия GP0 совместно с высоковольтным транзистором VT1 используется для индикации хода часов (секунд) подмаргиванием десятичных точек индикаторов HG1, HG2.

Резервное питание реализовано на батарее GB1. Диоды VD1, VD2 служат для развязки стационарного и резервного питания МК.

Для формирования высокого напряжения использован преобразователь (рис.3) на популярной специализированной микросхеме DA1 типа MC34063, непосредственно нагруженной на первичную обмотку импульсного повышающего трансформатора T1. В отличие от типовой схемы, приведенной в инструкции по применению микросхемы MC34063 [2], в эту схему введен резистор R2. В остальной схеме не отличается от типовой. Способы реализации подобных схем подробно рассмотрены и обсуждены на форуме [3]. Для защиты от помех, вносимых преобразователем, он запитан через LC-фильтр L1C4.

Алгоритм и особенности программы

Программа работы часов производит отсчет времени по прерыванию таймера T0 МК. Каждые полсекунды производится коммутация десятичных точек, индицирующих ход часов. По истечении минуты посылается тактирующий сигнал на выход CLOCK и индикация минут увеличивается на 1. Когда счетчик минут обнуляется, МК выставляет уровень лог. «0» на выводе GP2, и счетчики сбрасываются. Затем на вход CLOCK посылается количество импульсов, соответствующее текущему времени. В обычном режиме работы линия GP2 включена на «вход» для контроля питающего напряжения. Если сетевое напряжение питания пропадает, управление счетчиками не производится, а часы продолжают свой ход. Как только сетевое питание восстанавливается, МК посылает на вход счетного блока соответствующее текущему времени число импульсов.

Установка времени реализована следующим образом. При единичном нажатии кнопки производится увеличение «часов» на 1. При нажатии и удержании кнопки производится увеличение «минут» со скоростью 4 мин за секунду. При каждом инкременте минут или часов секунды обнуляются, что позволяет выставить время с точностью до двух секунд.

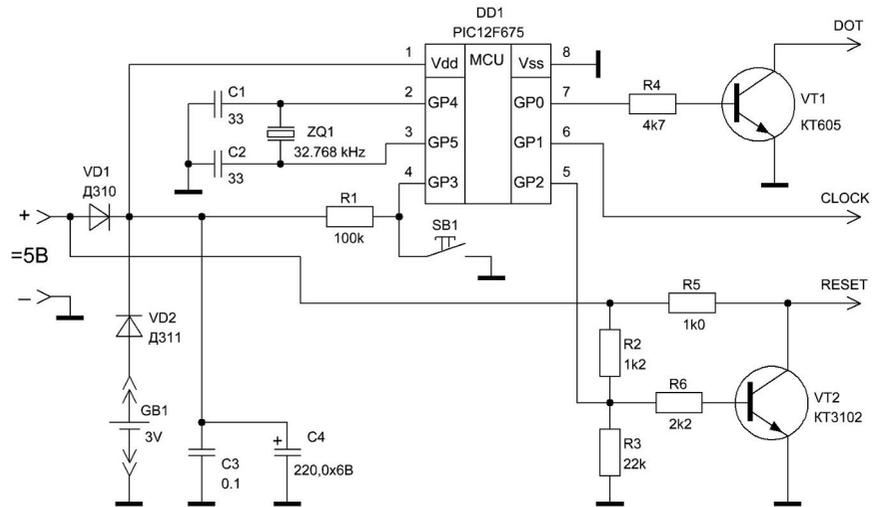


Рис.2

Конструкция, детали и наладка

Часы собраны в корпусе от привода DVD-ROM. Внешний вид собранных часов показан на фото 1, а со снятой верхней крышкой и передней панелью – на фото 2. Схема управления и преобразователь собраны на одной печатной плате. Чертеж этой платы в формате SprintLayout находится в архиве на сайте издательства «Радиоаматор» [4].

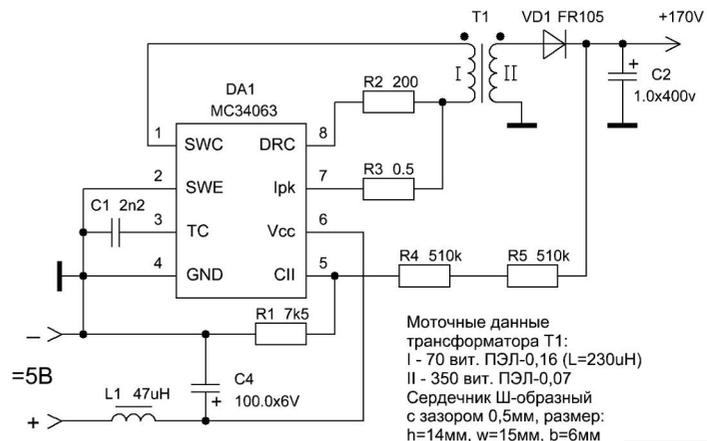


Рис.3

Особое внимание следует уделить конструкции преобразователя, так как в процессе наладки микросхему DA1 MC34063 (рис.3) можно вывести из строя. Удобно ориентироваться на ток потребления преобразователя, который не должен превышать 300 мА, при номинальном токе нагрузки (около 5 мА).

Уровень выходного напряжения преобразователя регулируется подбором сопротивления резистора R1. Дроссель L1 можно не устанавливать, остальные элементы обязательны. Диод VD1 должен быть быстрым с обратным напряжением не менее 400 В. Особых требований к остальным элементам не предъявляется. Частота работы преобразователя определяется номиналом конденсатора C1 и при указанном на схеме значении составляет около 60 кГц.

Трансформатор Т1 преобразователя, который правильной называть двухобмоточным дросселем, изготовлен из дросселя с Ш-образным ферритовым сердечником с зазором, изъятый из электронного балласта люминесцентной лампы

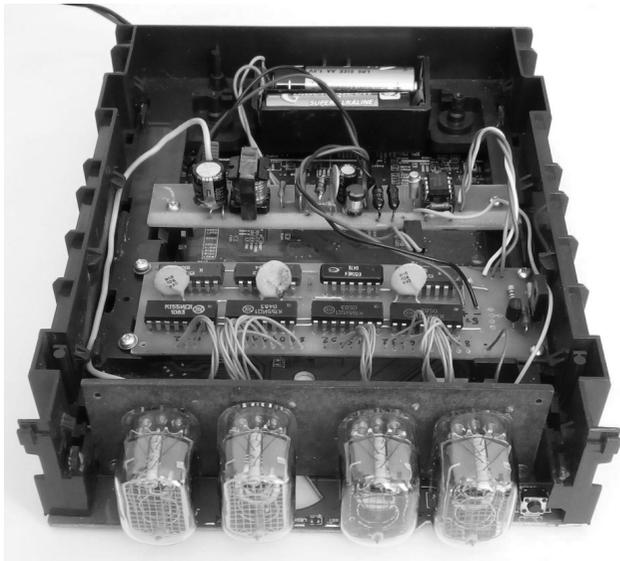


Фото 2

мощностью 21 Вт. Первичная обмотка содержит 70 витков провода ПЭЛ-0,16, а вторичная – 350 витков провода ПЭВ-0,07. При намотке дросселя следует ориентироваться на индуктивность первичной обмотки, которая должна составлять 200...250 мкГн. Хорошие результаты автор получил, наматывая вторичную обмотку поверх заводского дросселя-гантели размерами 9x12 мм индуктивностью 220 мкГн. Количество витков подбирается либо опытным путем, либо путем сматывания обмотки дросселя с подсчетом витков. Вторичная обмотка должна иметь в 4–5 раз больше витков, чем первичная. Желательно, чтобы при номинальной нагрузке выходное напряжение слегка «просело», тогда преобразователь будет работать без отключения, и дроссель не будет «свистеть». Если мощности хорошо изготовленного дросселя немного не хватает, то можно попробовать поднять его мощность, включив по автотрансформаторной схеме. Для этого конец вторичной обмотки следует отключить от общего провода и соединить с началом первичной.

Схема управления часами в наладке не нуждается. Номиналы резисторов R2, R3, R6 (рис.2) подобраны таким образом, чтобы на входе GP2 было напряжение не менее 3,5 В, иначе МК может «не увидеть» наличие питающего напряжения и не будет посылать импульсы управления на счетный блок. К остальным элементам схемы особых требований не предъявляется.

В качестве источника резервного питания можно использовать литиевую батарейку (точнее, гальванический элемент) типа CR2032, стандартно используемую в схемах резервного питания часов реального времени. При выключении

основного питания ток потребления от резервного источника не превышает 20 мкА.

Подключение газоразрядных индикаторов HG1–HG4 на схемах не показано, так как оно стандартное. Катоды подключены к соответствующим выходам дешифраторов, а аноды через индивидуальные токоограничивающие резисторы сопротивлением 30 кОм – к +170 В. Десятичные точки HG1, HG2 через резисторы сопротивлением 150 кОм подключены к выходу DOT схемы управления. Вместо использования десятичных точек можно использовать индикаторную лампу типа ИН-3 или аналогичную.

В программе предусмотрена коррекция хода часов. Значение коррекции задается в секундах в сутки и может находиться в диапазоне от 0 (нет коррекции) до 59 со знаком, т.е. от 1 до 59 – ускорение хода, от 129 до 187 – замедление, например, 129 соответствует «-1», 130 – «-2» и т.д. После вычисления значение коррекции следует записать в первой ячейке энергонезависимой памяти с помощью программатора. Удобно настроить часы так, чтобы они немного отставали, тогда их легко можно раз в 1–2 месяца подогнать.

Заключительные замечания

Вместо МК PIC12F675 в устройстве также можно использовать PIC12F629 с внесением небольших изменений в программу согласно рекомендаций, указанных в ее тексте.

Рассмотренный блок управления часов имеет такую особенность, что с его помощью можно превратить в часы любое счетное устройство, например, секундомер или частотомер, в котором используются счетные декады. Для этого лишь необходимо внести в программу небольшие изменения, чтобы учесть, что счетчик десятков минут считает до 10. Варианты прошивок для реализации и такого варианта программы, и описанного в статье, можно скачать на сайте [4].

Видеообзор описанных часов можно посмотреть по ссылке [5].

Литература

1. Бирюков. С. Цифровые устройства на интегральных микросхемах. – М.: Радио и связь. – 1987. – С.43.
2. AN920/D. Theory and Applications of the MC34063 and uA78S40 Switching Regulator Control Circuits. – С.27. – Режим доступа: <http://www.intusoft.com/onsemipdfs/AN920-D.pdf>.
3. <http://radiokot.ru/forum/viewtopic.php?f=3&t=42954&start=0> – Преобразователи для часов на газоразрядных индикаторах. Форум «РадиоКот».
4. <http://www.ra-publish.com.ua/> – сайт издательства «Радиоаматор».
5. <https://youtu.be/ZcZzY693p-o> – видеообзор часов.

Эксперименты с Android. Приложение 8

Сергей Рюмик, г. Чернигов

(Окончание. Начало см. в PA1-4, 9, 10/2015, 1/2016)

С конструктором программ HiAsm Android знакомство состоялось в предыдущей статье цикла (PA1/2016). С его помощью было скомпилировано простое «калькуляторное» приложение для планшета. Однако освоить методику работы со средой программирования — это лишь первый шаг. Хотелось бы создать свой собственный программный продукт. Сделать это можно, анализируя, корректируя и видоизменяя один из учебных примеров. Какой именно? Тот, который позволяет осуществить беспроводную связь через канал Wi-Fi с доступом в Интернет.

Способы выхода в Интернет

Модуль Wi-Fi является обязательным, а модуль 3G — желательным элементом современных планшетов. Без них сложно выйти в Интернет, в связи с чем теряется масса возможностей. Планшет без поддержки всемирной Сети — это как транзистор без коллектора, в смысле, детектировать сигналы через полупроводниковый переход «база—эмиттер» он может, а усиливать их — нет.

Безинтернетный планшет успешно выполняет функции цифровой книги, MP3-плеера, фотоальбома, игровой приставки. При этом поиск информации будет заблокирован, оперативно обновлять приложения через сервис GooglePlay не удастся, пообщаться с друзьями, посмотреть свежие новости, погоду — тоже.

Для подключения планшета к Интернету существует несколько способов.

Первый способ — домашняя сеть, которая в простейшем случае организуется через Wi-Fi роутер, он же маршрутизатор. Скорость доступа высокая 10...100 Мбит/с. К роутеру подключается соединительный кабель от провайдера. Планшет может находиться от роутера на расстоянии нескольких десятков метров.

Второй способ — публичная сеть Wi-Fi (хот-спот). Это могут быть бесплатные зоны в общественном транспорте (автобусы, троллейбусы, трамваи, метро), возле кафе, в библиотеках, магазинах, отелях, аэропортах, а также в парках, скверах (не всех, к сожалению). Вариант интересный, но с низкой скоростью доступа, иначе на всех желающих «Интернета не хватит».

Третий способ — сеть мобильной связи 3G или 3G-Turbo. Доступ к Интернету предоставляет провайдер за отдельную плату по специальному тарифу. Скорость отдачи информации до 5 Мбит/с, скорость приёма до 32 Мбит/с. В планшете, поддерживающем 3G, должно быть предусмотрено место для сим-карты.

Четвертый способ — подключение внешнего 3G-модема через разъём мини- или микроUSB в планшете. Способ годится для ОС Android, но не для iPhone и iPad. Однако здесь возникают слож-



ности с программной настройкой пары «модем—планшет». Универсальных драйверов не существует, придется экспериментировать и подбирать самостоятельно оптимальную связку устройств.

Пятый способ — создать точку доступа Wi-Fi в мобильном телефоне и раздавать через неё Интернет планшету. Телефон будет выступать 3G-модемом, и в него надо загрузить специальное программное обеспечение.

Шестой способ — создать точку доступа Wi-Fi в ноутбуке [10], который должен подключаться к провайдеру через кабель Ethernet, иметь беспроводной адаптер или карту, поддерживающую технологию MS Virtual Wi-Fi.

Седьмой способ — через беспроводной мобильный 3G Wi-Fi-роутер. Роутер обеспечивает выход в Интернет (по тарифам оператора мобильной связи), а данные с планшета передаются и принимаются через канал Wi-Fi. Тонкость в том, что вместо 3G можно приобрести 4G Wi-Fi-роутер и получить значительное увеличение скорости работы в Интернете, вплоть до 300...450 Мбит/с в стандарте LTE Advanced.

Приложение, осуществляющее поиск сети Wi-Fi

С беспроводными возможностями конструктора HiAsm Android начать знакомство лучше с адаптации и «облагораживания» входящего в его комплект примера «WiFi example».

Порядок действий.

1) Открыть в компьютере ту версию программы HiAsm, в которую уже добавлена надстройка Android по методике PA1/2016. Проверить это можно в меню: «Сервис—Компиляторы—<открыть выпадающий список и установить основным компилятор Android>—Закрыть». В меню «Сервис—Пакеты» поставить галочку в окошке «Android».

2) Активировать файл примера: «Файл—Открыть—<выбрать путь ...Elements\Android\Example\WiFi example.sha>—Открыть». Сохранить файл под новым именем «WiFi2016.sha»: «Файл—Сохранить как...».

3) Выделить в схеме крайний слева квадрат главной активности «MainActivity». В его свойствах установить: «Application—AppName—WiFi2016», «Application—Package—hiasm.20160124», «Caption—WiFi2016» (рис. 46).



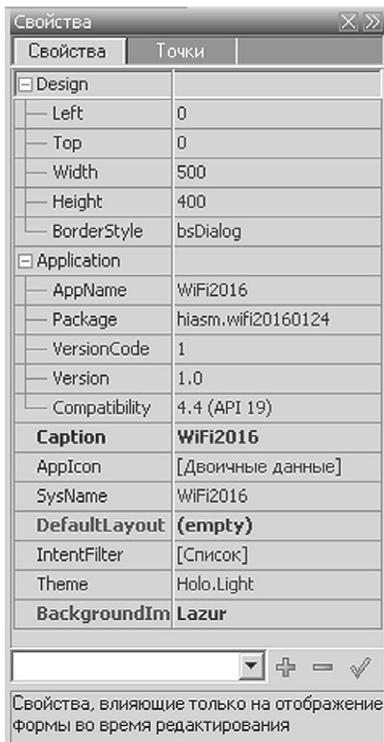


Рис.46

Это необходимо, чтобы приложение в планшете имело оригинальное название и уникальный идентификатор, а не тот одинаковый, что указан по умолчанию во всех учебных примерах.

4) Сменить иконку приложения, для чего в свойствах блока «MainActivity» выбрать пункт «AppIcon—Открыть» и затем указать путь к файлу с расширением *.png и размером 512x512 пикселей (подробнее см. PA3/2015). Иконку рисует сам разработчик. Для настоящего цикла статей выбрана линейка рисунков со стилизованным изображением зелёного «робота-ведроида», на рукавах которого указан порядковый номер приложения 10 (см. рисунок в шапке статьи).

5) Добавить холст на экран приложения (фоновый рисунок), для чего в свойствах блока «MainActivity» выбрать пункт «BackgroundImage—FileResource—OK». На поле схемы должен появиться новый компонент «FileResource». В его свойствах «File» указать путь к файлу картинки с расширением *.png и размером 500x400 пикселей. Именно такой размер указан в общих свойствах проекта «Design». Сам файл, для примера, взят из стандартных обоев ОС Microsoft Windows и имеет название «Лазурь.jpg» (пальмовый остров и парусник в океане).

6) Скомпилировать проект иконкой зелёного треугольника, дождаться появления в нижнем окне «Отладка» заключительных надписей: «Build Successful», «Total time xx seconds», «Сборка завершена». На открывающееся сообщение «Запуск в эмуляторе» не обращать внимания и закрыть его крестиком вверх (рис.47).

Исполняемый файл скомпилированного приложения «WiFi2016.apk» должен появиться в компьютере в той же папке, где находится исходный файл с названием «WiFi2016.sha».

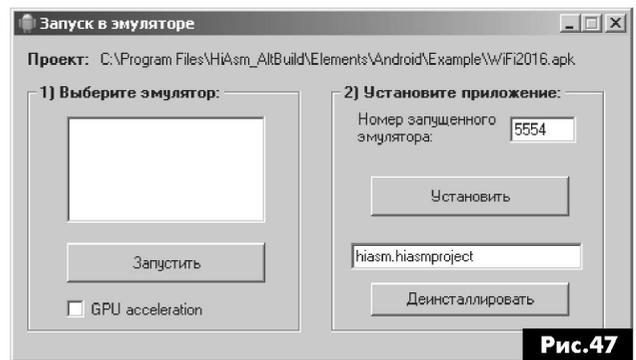


Рис.47

7) Переслать арк-файл из компьютера в планшет, установить его и запустить на выполнение. В правом верхнем углу приложения нажать выпадающую иконку с тремя точками и выбрать пункт «Get networks». В появившемся списке обнаруженных поблизости устройств Wi-Fi активизировать любую интересующую строчку (рис.48).



Рис.48

Отправка данных в Интернет

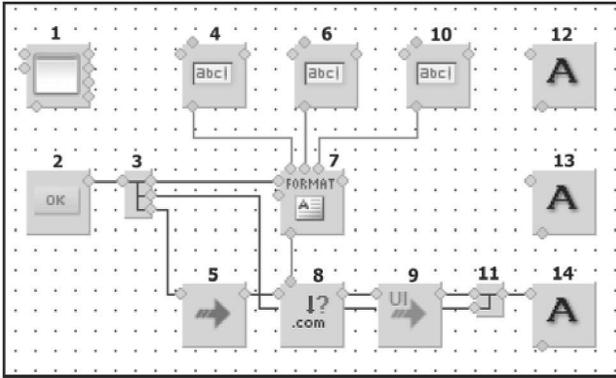
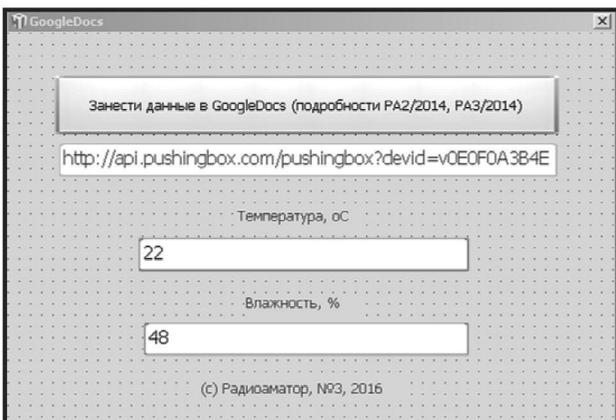
Предыдущий пример был рассчитан на то, чтобы освоить технику коррекции чужих «исходников» с изменением названия, фонового рисунка, иконки и т. д. Теперь же предлагается с нуля составить собственное приложение, позволяющее из планшета отправлять данные о температуре и влажности воздуха в облачный сервис GoogleDoc. Страница в Интернете для приёма данных была создана в 2014 году при подготовке статьи [11].

Краткое изложение «предыдущей серии». На стороне пользователя находятся датчики температуры и влажности, которые подключаются к портам Arduino. Полученная информация периодически отправляется в Интернет через GSM-модуль SIM900 в бесплатное облачное хранилище GoogleDoc. Ссылка на просмотр хранилища до сих пор действует и доступна всем желающим: <<https://docs.google.com/spreadsheets/ccc?key=0Aott7VlagNLHdExIRUJveDJiM3pMOEFQb1NwdXFZnmc&usp=sharing>>.

Для загрузки данных в хранилище используется другая свободная ссылка по образцу: <<http://api.pushingbox.com/pushingbox?devid=v0E0F0A3B4E69F81&dsb=21,5&hih=45>>, где число «21,5» означает передаваемую температуру в градусах Цельсия, а число «45» — относительную влажность воздуха в процентах.

Важный нюанс. Последняя из приведенных интернет-ссылок служит не для открытия страницы в браузере, а для ввода чисел температуры и влажности в таблицу «облака». Такая ссылка носит название управляющей. Задача разрабатываемого приложения заключается в том, чтобы правильно сформировать ссылку и предоставить пользователю возможность оперативно изменять в ней числа параметров.

На **рис. 49, 50** представлены исходные материалы, необходимые для создания приложения «GoogleDocs.apk».


Рис.49

Рис.50

Логика работы приложения

Вначале стартует главная активность (1), после чего производится опрос в бесконечном цикле сенсорной кнопки (2). При её нажатии управление передается на верхний выход разветвителя (3), после чего формируется интернет-адрес заданной страницы «облака». Адрес собирается в смесителе (7) из трех текстовых окон (4), (6), (10), имеющих заголовки (12), (13).

Через средний выход разветвителя (3) и сумматор (11) обнуляется текстовое поле (14) с надписью «(с) Радиоаматор...». Далее вступает в игру нижний выход разветвителя (3), после чего запускается поток (5) и активизируется элемент (8), определяющий доступность интернет-ссылки.

В данном случае элемент (8) используется не совсем по назначению. Дело в том, что в Интернет, вместе с проверкой доступности адреса, автоматически посылается запрос, который облачный сервис воспринимает как управляющую команду. В итоге в текстовой таблице «облака» появляется

новая запись. Образец показан на **рис.51** в строках, относящихся к 2016 году.

Если запрос послан удачно, то в текстовом поле (14) отобразится цифра «1», если запрос не принят или имеется ошибка в адресе — цифра «0».

Используя данное приложение и методику [11], каждый желающий может создать свою собственную облачную таблицу с уникальным адресом для загрузки полезной информации.

	A	B	C	D
1	Отметка времени	Температура, оС	Влажность, %	
2	17.01.2014 14:44:16	20	43	
3	17.01.2014 14:56:36	21	44	
4	17.01.2014 15:00:40	22	20	
5	17.01.2014 15:03:01	20,3	45	
6	17.01.2014 17:42:24	22,5	45	
7	18.01.2014 16:52:26	21,5	45	
8	19.01.2014 22:28:29	19,8	45	
9	19.01.2014 22:29:55	22,1	42	
10	19.01.2014 22:31:22	19,8	42	
11	20.01.2014 23:04:57	18,4	100	
12	20.01.2014 23:06:24	18,2	82	
13	20.01.2014 23:11:13	19,6	82	
14	20.01.2014 23:12:41	18,3	82	
15	21.01.2014 16:59:52	\$deB\$	\$hih\$	
16	24.01.2016 18:26:16	22	48	
17	24.01.2016 19:40:56	22	48	
18				

Рис.51

HiAsm Android «versus» AI2

Сравнение возможностей среды программирования блок-схемного типа HiAsm Android и среды мозаичного типа AI2 проще всего осуществить, перечислив их взаимоисключающие достоинства.

Плюсы HiAsm Android:

- наглядность взаимосвязей;
- простота создания и коррекции проекта;
- оффлайн-версия, не требующая постоянного доступа в Интернет.

Плюсы AI2:

- большое число пользователей по всему миру, много свободно распространяемых проектов и примеров;
- развитая система постоянно обновляемых библиотек функций;
- хорошо продуманная форма трансляции арк-файлов из компьютера в планшет.

Компенсируют ли достоинства перечисленных программных продуктов их недостатки — вопрос открытый. Чтобы понять, «к чему душа лежит», стоит попробовать оба варианта. Как говорится, лишних знаний не бывает.

Литература

10. Как раздавать WiFi с ноутбука?! [Электронный ресурс] / «Хасан», 2013. — Режим доступа: <http://nastroisam.ru/kak-razdat-wifi-s-noutbuka/>.
11. Рюмик С. PushingBox, Arduino и SIM900 // Радиоаматор. — 2014. — №3. — С. 35—39.

Отредакции. Все приложения, исходные файлы, интернет-адреса, упоминаемые в настоящем цикле статей, размещаются на сайте журнала РА <<http://www.ra-publish.com.ua/arc-ra.html>>.



Потери в силовом трансформаторе и как их уменьшить

Геннадий Котов, г. Антрацит

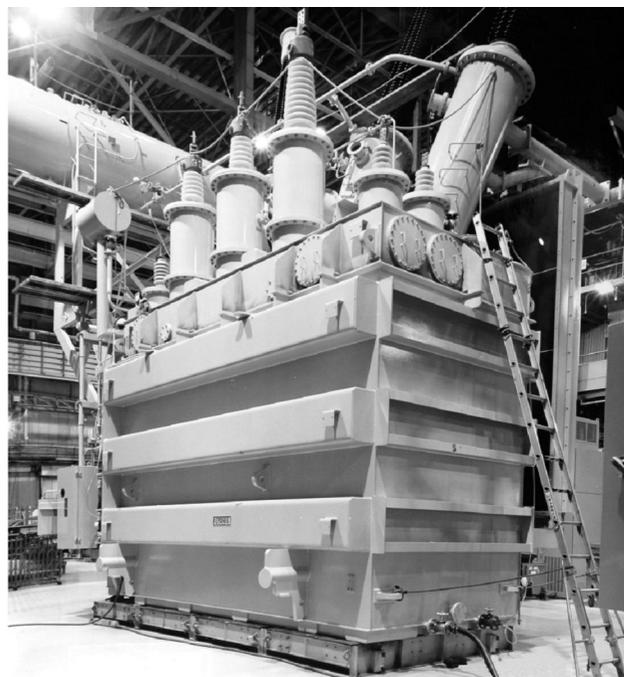
(Продолжение. Начало см. в РА 2/2016)

Сечение магнитопровода

Площадь сечения S магнитопровода трансформатора зависит от многих факторов, в частности от технологических отверстий. Сначала остановимся на отверстиях. Увеличение сопротивления в магнитопроводе связано напрямую с таким эмпирическим понятием, как «домены». Выше уже упоминалось про области спонтанного намагничивания. Другими словами, эти области и есть «домены», как иногда пишут в литературе, «...области в ферромагнитном материале, в которых осуществляется упорядоченное перемагничивание материала под действием изменяющегося магнитного поля». Количество их велико, но не бесконечно и напрямую зависит от физико-механических свойств материала. Если вспомнить постоянный магнит, то его свойство «притягивать железо» напрямую зависит от этих самых «доменов», их стабильности и полярной ориентации в материале.

В ферромагнетике «домены» расположены хаотично и лишь под действием магнитного поля способны менять полярную направленность и ориентироваться вдоль магнитных силовых линий. Кстати, размеры, количество и скорость изменения ориентации «доменов» способны объяснить, почему одни материалы (например, ВЧ ферриты) хорошо работают в качестве магнитопроводов на высоких частотах и напрочь отказываются работать на низких, а другие (например, электротехническая сталь) наоборот. Количество «доменов» объясняет также и величину максимальной индукции и индукцию насыщения. Поэтому для получения хороших энергетических характеристик трансформатора следует избегать применения сердечников с отверстиями в магнитопроводе.

Теперь сделаем еще одно небольшое отступление. Раз уж речь зашла о понятии «насыщение магнитопровода», то для лучшего понимания термина образно продемонстрируем его на простом примере. Для этого вспомним классический пример из курса физики. Возьмем подковообразный магнит, лист бумаги и железные опилки. На стол кладут магнит, сверху на него – лист бумаги и на бумагу насыпают небольшую горсть опилок. При этом железные опилки выстраиваются в характерный узор, демонстрируя направление магнитных силовых линий (на **рис.5** узор изображен для стержневого магнита). А теперь мысленно представим, что на-



пряженность магнитного поля, создаваемого магнитом, не постоянна, а медленно увеличивается от нуля до максимума. При этом железные опилки, лежащие сначала хаотично, будут понемногу, вслед за увеличением поля, выстраиваться по линиям от полюса N к полюсу S. Сначала те, которые ближе к полюсам, затем те, которые дальше, и наконец наступит момент, когда все опилки выстроятся

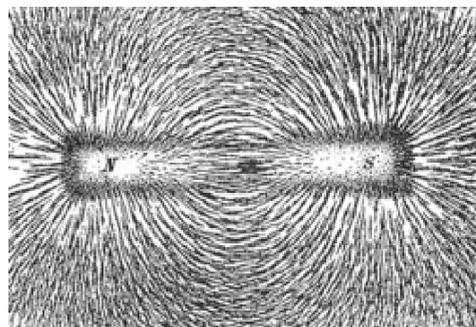


Рис.5

вдоль магнитных силовых линий, и дальнейшее увеличение напряженности магнитного поля ничего не изменит, ведь количество частичек железа (опилок-«доменов») хоть и велико, но не бесконечно. В этом случае можно будет говорить о насыщении применительно к магнитопроводу. А теперь идем дальше. Сопротивление магнитного зазора объясняется все тем же затуханием магнитного поля в воздухе и зависит напрямую от физических размеров этого зазора. В [1] магнитный поток

в сердечнике сравнивается с электрическим током в проводнике, следовательно, магнитный зазор можно сравнить с нелинейным сопротивлением, а значит, зазор – это плохо? Все зависит от конкретных требований, предъявляемых к трансформатору. Если он будет применяться в качестве источника питания, например, УМЗЧ или в трансформаторной подстанции, то да.

С другой стороны, например, сварочные агрегаты изготавливались в виде трансформаторов с регулируемым магнитным зазором в сердечнике (рис.6). Здесь сварочный агрегат показан довольно условно. Первичная и вторичная обмотки разделены на равные части и размещены на левой и правой части магнитопровода. Таким способом решались сразу две проблемы. Изменяя величину магнитного зазо-

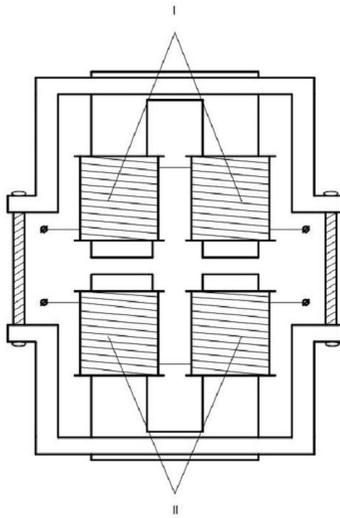


Рис.6

ра в сердечнике, регулировалась величина затухания магнитного потока, а следовательно, и напряжения во вторичной обмотке, а также величина тока в сварочной дуге. Помимо этого достигалась падающая нагрузочная характеристика сварочного агрегата, что благоприятно сказывается на его работе. Для источника питания, к примеру, УМЗЧ падающая нагрузочная характеристика крайне нежелательна, так как просадки напряжения питающего УМЗЧ при максимумах музыкального пик-фактора должны быть минимальны для более верного этого самого пик-фактора воспроизведения.

Если речь зашла о сварочных агрегатах, то нужно еще добавить некоторые моменты. Напряжение вторичной обмотки сварочного трансформатора на «холостом ходу» примерно 70...80 В, а при зажигании дуги – должно снижаться до 20...25 В. Этим достигается наиболее благоприятный режим для сварки. Одним из способов достижения указанного режима работы является получение падающей нагрузочной характеристики. Методов достижения подобного эффекта несколько. Самыми распространенными являются методы: создание магнитно-

го зазора в магнитопроводе и разнесение в пространстве первичной и вторичной обмоток.

Метод разнесения в пространстве обмоток – это ухудшение потокосцепления между первичной и вторичной обмотками, а значит, уменьшение напряжения во вторичной обмотке под нагрузкой.

Таким образом, для максимального улучшения нагрузочных свойств трансформатора и обеспечения постоянного коэффициента трансформации необходимо, применительно к обмоткам, добиться максимального потокосцепления между ними. Сделать это можно, например, чередуя поочеред-

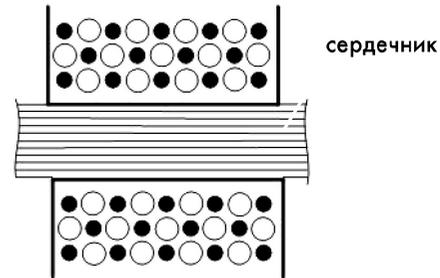


Рис.7

но в рядах обмотки витки первичной и вторичной обмоток (рис.7). Однако, при кажущейся простоте, сделать это крайне затруднительно.

Во-первых, количество витков в первичной и вторичной обмотках очень сильно разнятся.

Во-вторых, нередко вторичных обмоток несколько.

В-третьих, разнятся диаметры проводов первичной и вторичной обмоток.

Но самая весомая причина – свойства изоляционного покрытия проводников должны быть крайне высоки, ведь при пробое изоляции находящихся впритык витков первичной и вторичной обмоток последствия будут печальные.

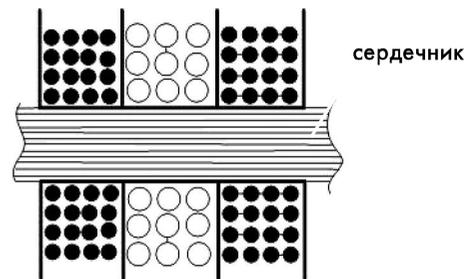


Рис.8

Поэтому существуют несколько иные методы получения максимального потокосцепления. Один из методов давно и с успехом применяется при намотке выходных и межкаскадных трансформаторов ламповых УМЗЧ. Заключается он в укладке обмоток чередующимися слоями с обязательной межслоевой изоляцией. Следующий способ заключается в том, что каркас обмотки делят на несколько секций щечками и каждую секцию заполняют вит-





ками первичной и вторичной обмотки, также чередуя их (рис. 8). Еще один способ таков: разделительный трансформатор УМЗЧ мотают жгутом проводов, в который входят проводники, относящиеся к разным обмоткам. После окончания намотки проводники, каждый для своей обмотки, «вызванивают» и соединяют последовательно. Нужно учесть, что напряжение питания подобных УМЗЧ всего лишь ± 15 В. Для обмоток же, которые в процессе эксплуатации будут находиться под высоким напряжением 1000 В и более, или даже просто подключаться к сети 220 В, такой способ намотки крайне нежелателен, а в некоторых случаях опасен.

Подведем итоги:

1. Потери в магнитопроводе трансформатора характеризуются гистерезисом, токами Фуко и магнитной вязкостью. Для уменьшения токов Фуко сердечник трансформатора собирают из тонких пластин. Избежать потерь на перемагничивание вряд ли удастся, но кое-что сделать можно. Чтобы не «нарваться» используя в своей разработке магнитопровод от сгоревшего трансформатора, нужно применять не расчетный, а оценочный метод по определению количества витков на вольт, неоднократно описанный в литературе.

2. В ответственных конструкциях, например в УМЗЧ, лучше избегать применения магнитопроводов с технологическими отверстиями. Сердечни-

ки с технологическим зазором типа П, ПЛ стараться брать «родные», а не какие попало, зазор перед сборкой очищать мелким наждаком и при склейке в клей добавлять ферритовый порошок.

3. Что касается намотки, то правилами ее выполнения также пренебрегать не стоит. На тех же самых сердечниках типа П, ПЛ первичную обмотку следует располагать, разделив поровну на правой и левой части. Также желательно поступать и с вторичной обмоткой. На сердечниках типа О (тороидальном) все обмотки следует, если нет специальных указаний в описании конструкции, укладывать равномерно по всему диаметру. Этим удастся несколько уменьшить поле рассеяния.

4. При использовании в своих конструкциях в источниках питания работающих от сети 220 В/50 Гц трансформаторов от старых ламповых телевизоров типа ТВЗ, ТВК нужно помнить, что они изготавливались с магнитным зазором в сердечнике, поэтому его необходимо ликвидировать, а если магнитопровод Ш-образный, то его нужно разорвать и собрать заново вперекрышку.

Литература

1. Генсель Г. Электротехника в задачах и примерах. Государственное научно-техническое издательство. – М.: Ленинград, 1991.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. – М.: Высшая школа, 1996.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ОСВЕТИТЕЛЬ 8069DC-3 / 8069DC-5 на пантографе с прямоугольной линзой из стекла



	8069DC-3	8069DC-5
Сила увеличения	3 диоптрии	5 диоптрий
Фокусное расстояние	33 см	20 см
Люминесцентная лампа (бестеневая)	2 шт. / 9Вт, 220В	2 шт. / 9Вт, 220В
Защитная крышка на линзу	Да	Да
Защищённый механизм балансировки пантографа	Да	Да
Крепление к столу	Да	Да
Размеры линзы	190x157мм	190x157мм
Цвет	Белый	Белый



Компания СЭА
электроника электротехника компоненты оборудование



Украина, 02094, г. Киев, ул. Краковская, 13-Б
тел.: (044) 291-00-41, факс: (044) 291-00-42
www.sea.com.ua | info@sea.com.ua

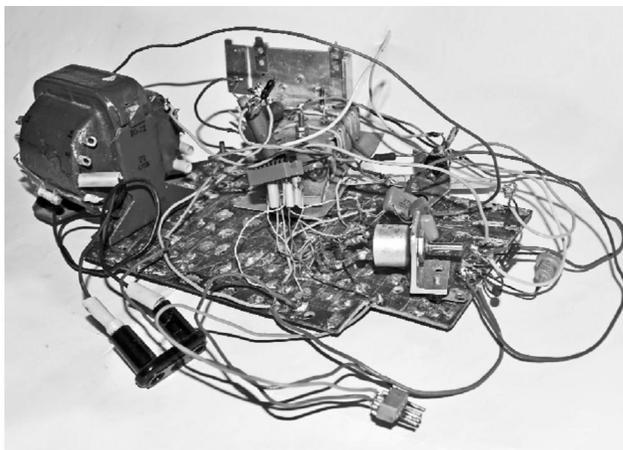
Простой DC/AC-преобразователь для питания ЗУ, которые встроены в светодиодные аккумуляторные фонари, от бортовой сети автомобиля

Валентин Никитенко, Олег Никитенко, г. Киев

В эксплуатации у населения находится достаточно много светодиодных аккумуляторных фонарей со встроенными зарядными устройствами (ЗУ), которые обеспечивают заряд аккумуляторов (АК) от сети переменного тока 220 В/50 Гц, но на отдыхе в лесу, на берегу реки или моря на яхте или маломерном судне, где эти фонари удобно использовать, такой сети может не быть. Как заряжать АК этих фонарей? В этой статье авторы рассказывают, как сделать DC/AC-преобразователь для обеспечения их зарядки от аккумулятора автомобиля или плавсредства напряжением 12 В.

Преобразователь обеспечивает зарядку щелочных аккумуляторов, используемых в фонарях ФО-ДИК АН-0-005 и «Космос А618LX», описанных в [1]. Он обеспечивает преобразование постоянного напряжения 12 В в переменное 100 В, частотой 50 Гц. Этого напряжения вполне достаточно для обеспечения зарядки АК через внутреннее ЗУ этих фонарей.

Схема преобразователя показана на рис. 1. Зарядка аккумуляторов выполняется импульсами частотой сети 50 Гц. Питается устройство от автомобильного аккумулятора напряжением 12 В. По-



требуемый ток не превышает 2 А. Основой преобразователя является хорошо зарекомендовавший себя генератор, на двух из четырех элементов «Исключающее ИЛИ» микросхемы типа К561ЛП2, который описан в [2, 3].

Для получения частоты 50 Гц номиналы времязадающих элементов генератора несколько изменены относительно примененных в [2, 3]. Генератор через эмиттерный повторитель (ЭП) на составном транзисторе VT1 КТ829Г (с любым буквенным индексом) управляет включением-выключением реле К1, контакты которого включают-вы-

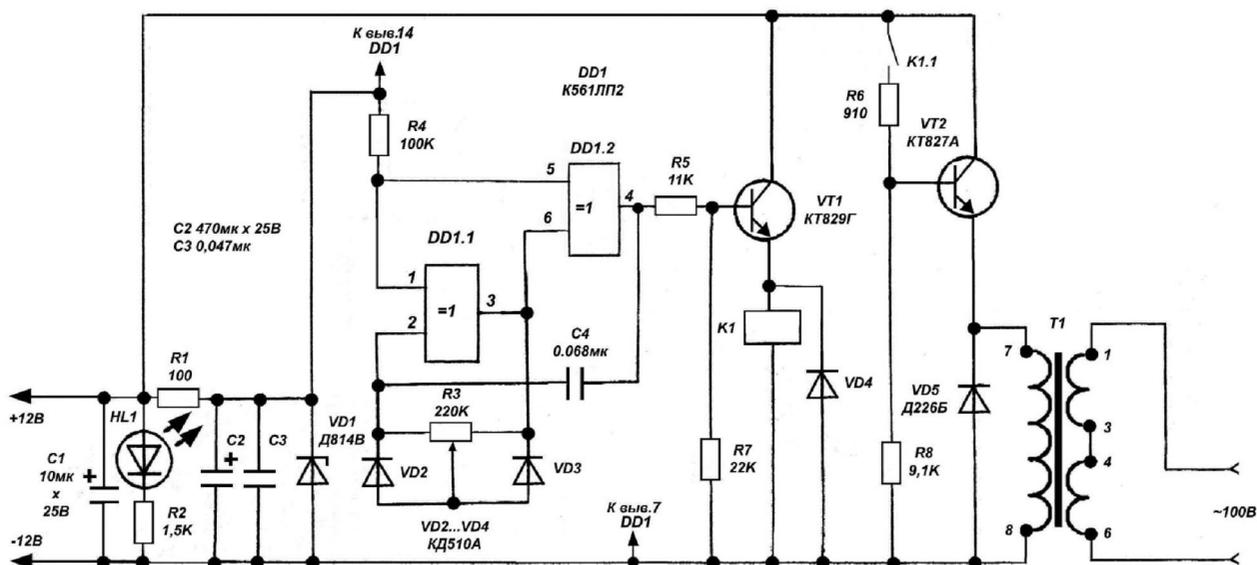


Рис. 1



ключают выходной ключ (ЭП) VT2 типа КТ827А(Б) или 2Т827А(Б). К эмиттеру VT2 подключена низковольтная обмотка трансформатора Т1 типа ТН30-127/220-50 (контакты 7-8). Импульсное напряжение 50 Гц, подаваемое на первичную обмотку Т1, трансформируется, и переменное импульсное напряжение порядка 100 В снимается на розетку, в которую включается вилка ЗУ фонаря..

В схеме применены резисторы МЛТ мощностью от 0,25 до 1 Вт. Переменный резистор R3 типа СПЗ-9А. Конденсатор С4 пленочного типа К-73 емкостью 0,068...0,1 мкФ. Остальные конденсаторы любые. Стабилитрон VD1 типа Д814В (Г) в металлическом корпусе. Диоды VD2–VD4 типа КД510А, VD5 типа Д226Б или аналогичный. Микросхему DD1 типа К561ЛП2 можно заменить на CD4077ВМ. Реле К1 – герконовое типа РЭС-64 (паспорт ...725, 726, 744, 746).

Стабилитрон VD1, транзистор VT1 и диод VD5 можно снабдить маломощным радиатором, а транзистор VT2 необходимо установить на мощный радиатор.

В качестве трансформатора Т1 можно применить стандартный трансформатор типа ТПП мощностью 22...31 Вт, например, ТПП 252-127/220-50, который имеет другие номера и расположение выводов (см. [4]).

Схема выполнена методом навесного монтажа. Печатная плата не разрабатывалась.

Налаживание

Для получения симметричных импульсов с помощью резистора R3 устанавливают максимальное напряжение на контактах 1,6 трансформатора Т1 путем вращения ползунка R3 вблизи среднего положения. В дальнейшем в процессе работы преобразователя положение ползунка R3 рекомендуется не менять.

Литература

1. Никитенко В., Никитенко О. Ремонт ЗУ светодиодных аккумуляторных фонарей // Радиоаматор. – 2015. – №2. – С.23.
2. Никитенко В., Никитенко О. Регулятор температуры паяльника на 36 В // Радиоаматор. – 2013. – №1. – С.38.
3. Никитенко В., Никитенко О. Двухканальный симисторный регулятор мощности для теплоинерционных нагрузок // Радиоаматор. – 2011. – №4. – С.35.
4. Терещук и др. Полупроводниковые приемно-усилительные устройства. Справочник радиолюбителя. – К.: Наукова думка, 1988. – С.119–121.

Бескорпусные светодиоды WICOP2 завоевывают глобальные рынки

Яна Михалко, г. Киев

Южнокорейская компания Seoul Semiconductor запустила массовое производство светодиодов семейства WICOP2 (Wafer Level Integrated Chip on PCB), производимого по бескорпусной технологии.

Новая технология позволяет избавиться от целого ряда компонентов: кристаллодержателя, золотой проволоки, самого корпуса, а также значительно ускорить и удешевить технологический процесс производства светодиода. Коммерциализация технологии WICOP2 позволит компании Seoul Semiconductor надолго опередить конкурентов, выпускающих продукцию по традиционной технологии корпусированных светодиодов. В то же время традиционное для компании внимание к патентной защите своих разработок должно надолго сохранить её первенство на светодиодном рынке.

Отныне все лишние части в корпусе светодиодов: проводники, подложки из силикона или керамики, термопаста, станут абсолютно ненужными. Фактически размер нового светодиода совпадает с размером светодиодного кристалла.

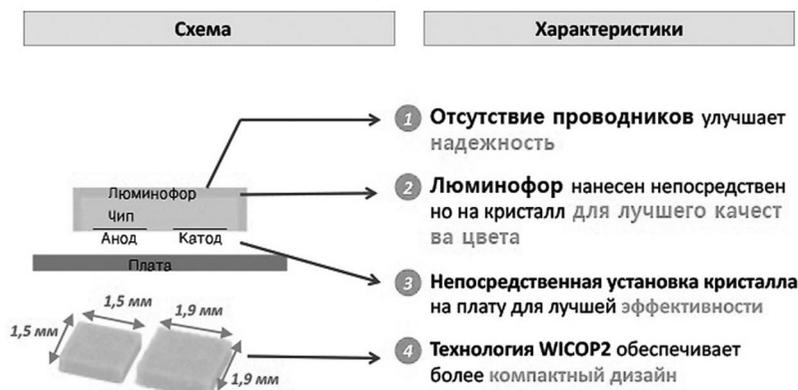


Рис. 1

Упрощенная структура светодиода WICOP2 показана на **рис.1**. Новые светодиоды меньше традиционных (при соизмеримых показателях свето-

вого потока) и имеют лучший теплоотвод. Отпадает потребность в корпусировании, в применении сложного технологического оборудования, экономятся дорогостоящие материалы и ресурсы. По сравнению с популярным форм-фактором 3030 светодиоды WICOP2 занимают в четыре раза меньше площадь на плате, при этом обеспечивая вдвое больший световой поток. Ко всему прочему, новый светодиод имеет на 30% меньшее тепловое сопротивление, что упрощает задачу отвода тепла. Подобные новации значительно упрощают и удешевляют процесс производства светодиодных осветительных приборов. Скажем, для 12-ваттного светильника требуется 8 светодиодов 3030 или лишь 4 светодиода WICOP2.



Рис.2

Бескорпусные светодиоды данного типа были разработаны компанией Seoul Semiconductor еще в 2012 году. Изначально, технология прямого монтажа светодиодного кристалла на печатную плату предназначалась для подсветки ЖКИ и использования в компактных фотовспышках носимых гаджетов. Уже с 2013 года бескорпусные светодиоды WICOP (рис.2) широко поставлялись компанией Seoul Semiconductor для производителей дисплеев и смартфонов. В 2015 году компания адаптировала технологию для применения в системах освещения и объявила о начале серийного производства и поставке потребителям новых бескорпусных мощных светодиодов WICOP2.

И вот уже через месяц после официального вывода на рынок компания уже заявляет о значительных успехах нового продукта. Господин Чанг Хун Ли (Chung Hoon Lee), исполнительный директор корпорации Seoul Semiconductor, сообщил, что вслед за успехом на рынке приложений для подсветки ЖК-мониторов, технология WICOP демонстрирует крайне высокие темпы роста на рынке светодиодных систем освещения.

В частности, за месяц, прошедший со дня официальной презентации нового продукта, уже более 100 производителей осветительных приборов и систем освещения включили технологию в свои разработки. Многие из них уже выходят на стадию массового производства продукции, основанной на технологии WICOP.

Технология WICOP2 является революционным решением, которое устраняет множество недостатков, существующих на сегодня в светодиодной отрасли. В случае производства традиционных корпусированных светодиодов требуется как целый ряд оборудования для установки кристалла в корпус, разварки золотых проводников для электрического контакта, так и дополнительные материалы, например, кристаллодержатель, золотая проволока, адгезив для закрепления кристалла.

Подробнее остановимся на основных преимуществах нового семейства бескорпусных светодиодов. Технология WICOP2 позволяет избавиться от золотых проводников при коммутации кристалла с контактами печатной платы. Это увеличивает механическую стойкость изделия, позволяет минимизировать габариты самого источника света и вторичной оптики.

За счет непосредственной установки кристалла на печатную плату обеспечивается минимальное тепловое сопротивление, что особенно привлекательно для мощных промышленных и уличных светильников.

Хороший отвод тепла также позволяет светодиоду работать на больших токах без ущерба для эффективности. Это позволяет значительно улучшить эффективность системы по сравнению с традиционными светодиодами в корпусе 3535.

Минимальные габариты светодиода позволяют значительно сократить размер печатной платы и готового изделия по сравнению с традиционными корпусированными светодиодами.

Нанесение люминофора непосредственно на кристалл обеспечивает минимальное искажение цветовой температуры в зависимости от угла наблюдения, что особенно актуально при применении вторичной оптики.

Отсутствие в конструкции светодиода рефлектора избавляет от негативного влияния на светодиод паров серы, что должны оценить разработчики светильников для работы в агрессивных условиях автомагистралей, химических производств и других промышленных объектов.

На сегодняшний день разработано много образцов применения технологии WICOP2 в разнообразных осветительных установках, таких, как уличные и промышленные светильники, архитектурное освещение, лампы и портативные фонари.

Kibum Nam, руководитель исследовательского центра компании Seoul Semiconductor, заявил: «Отсутствие целого ряда операций в новой технологии WICOP2 позволит нам значительно увеличить выпуск готовых светодиодов. А отказ от множества материалов и компонентов, которые мы использовали на протяжении 20 лет, приведёт к изменению самой индустрии светодиодной светотехники...»

Одним словом, новая технология стремительно завоевывает мир. В Украине она уже доступна благодаря сотрудничеству компании Seoul Semiconductor с провайдером инноваций Компанией СЭА.

Компания СЭА – официальный дистрибьютор компании Seoul Semiconductor в Украине. За более подробной информацией по светодиодной продукции и по вопросу приобретения светодиодного и оптоэлектронного оборудования обращайтесь в Компанию СЭА по телефону в Киеве (044) 291-00-41 или по электронной почте info@sea.com.ua.





УФ детектор валют из дешевого карманного фонарика

Игорь Безверхний, г. Киев

Идея и технология переделки карманного фонарика (**фото 1**) в ультрафиолетовый (УФ) детектор валют была найдена на сайте [1]. Ссылка на страничку с описанием этой модернизации фонарика с видео, достаточно громоздка. Поэтому в этой статье приведена ссылка только на сайт. Найти нужную страничку можно через поиск на сайте буквально за несколько десятков секунд. Фонарик (**фото 1**) достаточно редкий. Поэтому было принято решение изготовить УФ детектор валют из более распространенного, подозреваю, и более дешевого карманного фонаря (**фото 2**).

Ультрафиолетовые (УФ) детекторы валют – это УФ светильники разной конструкции. В нашем случае, это карманный фонарик на УФ светодиоде. Заметим, что УФ светильник незаменим не только при проверке банкнот, но может быть использован для обнаружения любых пятен, например, крови, утечки фреона в холодильниках и кондиционерах, а также невидимых чернил. В Интернете можно найти информацию, что подобный УФ светильник можно использовать для отверждения лаков и клеев, сушки красок, склеивания пластмасс, полимеров и др., а в радиолюбительской практике для засвечивания фоторезиста при изготовлении печатных плат фотоспособом. Автор не проверял все перечисленные возможности переделанного фонарика, и не уверен, что его мощности и емкости батарей хватит для воплощения большинства из них в жизнь, но для проверки банкнот этот карманный детектор очень удобен.

Немного теории

Со школьных времен большинство из нас помнят мнемоническое правило для запоминания порядка расположения цветов радуге:

«Каждый Охотник Желает Знать, Где Сидят Фазаны».

Выделенные жирным первые буквы слов в этой фразе – это первые буквы наименования цветов от красного (**К**) до фиолетового (**Ф**). Сразу ниже красного на шкале частот располагается инфракрасный (ИК) свет, а выше фиолетового – ультрафиолетовый (УФ, англ.: UV – ultraviolet). Причем весь ультрафиолетовый спектр делят на три участка (см. [2]):

- длинноволновый UV-A, длина волны: 315...400 нм;
- средневолновый UV-B, длина волны: 280...315 нм;
- коротковолновый UV-C, длина волны: 100...280 нм.



Фото 1

Особенности модернизации карманного фонарика

Переделке автором был подвергнут карманный фонарик в металлическом цилиндрическом корпусе с девятью белыми светодиодами и тремя «мизинчиковыми» (типоразмера ААА) элементами питания (**фото 2**). Такие фонарики производятся множеством китайских предприятий и в большинстве своем названий не имеют, хотя один из попавших мне в руки таких фонарей имел название «Pailide» (на упаковке).



Фото 2

Для переделки фонарика в детектор валют, кроме самого фонаря, потребуются:

- УФ светодиод (см. ниже);
- радиатор типа «звездочка» к нему;
- пустая алюминиевая банка из под пива или сладкой воды («Пепси», «Кока-Кола» и т.п.);
- луженные медные проводники;
- контактная пружина (автор использовал пружину, снятую с крышки батарейного отсека радиоприемника ВЭФ-202).

В описанной в статье конструкции использован китайский ультрафиолетовый светодиод, тип которого не указан, – так называемый, нонейм. В каталогах фирм-изготовителей и продавцов его указывают как LED 3W UV 390-395NM (**фото 3**). Это УФ излучающий длинноволновый светодиод

(длина волны 390...395 нм) мощностью 3 Вт. Прямое падение напряжения на этом светодиоде 3,6...3,7 В.

Для переделки фонарик необходимо разобрать. Замечу, что фонарик из [1] разбирается легко, так как детали, которые надо снять, крепятся в его корпусе гайками, а в имеющемся у автора фонарике стекло и обойма со светодиодами запрессованы. Их необходимо выдавить. Это можно сделать ручкой отвертки, предварительно выкрутив выключатель и вынув контейнер питания, надавив с силой на обойму со светодиодами со стороны отсека питания.



Фото 3

Все девять светодиодов нужно удалить. УФ светодиод необходимо установить (подпаять) на радиатор («звездочку»)

(фото 4). Поскольку УФ светодиод надо установить на место девяти удаленных светодиодов, то восемь из девяти отверстий для них в обойме не-

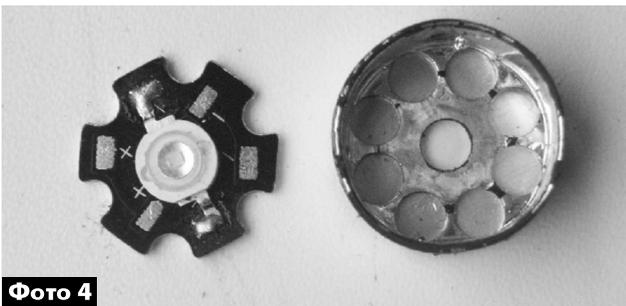


Фото 4

обходимо закрыть. Для этого было вырезано кольцо из алюминия от пивной банки, которое было наклеено клеем «Момент» с внутренней стороны обоймы (фото 5). В фонарике из [1] (фото 1) подклеивать его необязательно, так как на обойме для светодиодов в этом фонаре имеется бортик, удерживающий это кольцо и без клея.

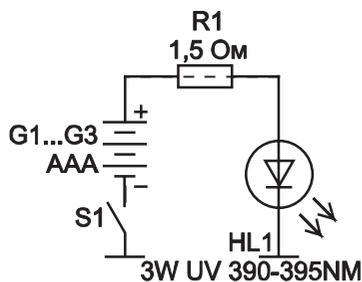


Схема УФ фонарика проста (см. рисунок). В фонарике удобно использовать аккумуляторы типоразмера AAA, потому что напряжение на одном таком аккумуляторе 1,2 В, а суммарное напряжение на всех трех будет равно 3,6 В, их можно подключать к УФ светодиоду непосредственно без ограничивающих элементов, а если использовать

обычные гальванические элементы, то суммарное напряжение равно 4,5 В. Такую батарею необходимо подключать к УФ светодиоду через ограничивающий резистор сопротивлением 1,5 Ом. Этот резистор одним выводом подпаивается к

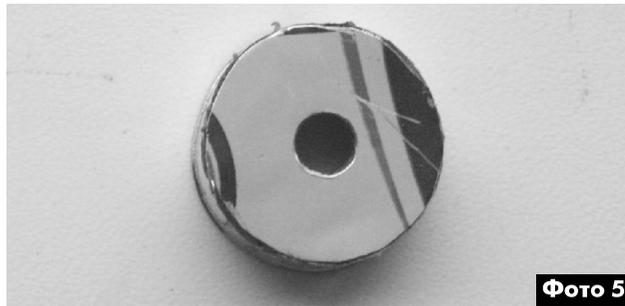


Фото 5

одному из контактов «+» на «звездочке», а ко второму выводу резистора подпаивается пружина, которую надо предварительно отформовать, чтобы она точно попадала на контакт «+» контейнера батареи питания. Естественно, что при использовании аккумуляторов резистор не устанавливается, а пружина подпаивается непосредственно к одному из контактов «+» на «звездочке». Пружину надо изолировать от радиатора.

К каждому из трех контактов «-» на «звездочке» подпаяны медные луженные проводники длиной около 2 см (автор использовал выводы от ре-



Фото 6

зисторов МЛТ-0,25). После установки УФ светодиода в обойму, эти проводники загибаются на внешнюю сторону обоймы и плотно прижимаются к ней.

Обойма и стекло вставляются в корпус фонаря со стороны обратной выключателю, после чего передний торец корпуса слегка развальцовывается.

На фото 6 показана банкнота 50 грн, подсвеченная самодельным карманным детектором валют. На фотографии видны флуоресцирующие в ультрафиолете отрезки защитной полосы этой купюры.

Ссылки

1. <http://www.simant.com.ua/>.
2. <http://nauchebe.net/2011/02/kak-izgotovit-prostoj-detektor-valyuty/>





Ремонт электроинструмента

Анатолий Журенков, г. Запорожье

В статье описана технология ремонта мощные электрических паяльников, существенно упрощающая работы по замене нагревательных элементов, которая становится более доступной радиолюбителям. В статье также приведены методика расчета и рекомендации по изготовлению (перемотке) нагревателей паяльников на разные напряжения питания.

Электрические паяльники, как известно, применяются в производстве и ремонте различных изделий для пайки узлов и деталей оловянно-свинцовыми припоями, являются одним из основных инструментов радиолюбителей. Электропаяльники мощностью 200 Вт применяются, в основном, для соединения массивных деталей путем пайки и для защиты от коррозии путем лужения узлов, работающих постоянно или периодически во влажной среде, например, при ремонте залуженного бензобака автомобиля. Электропаяльники меньшей мощности применяются для соединения мелких деталей, электрических медных проводов, радиодеталей и т.п., а также для лужения дорожек печатных плат, оголенных медных проводов и деталей, требующих защиты от коррозии.

Электропаяльники, в основном, выпускаются на напряжение 220 В. На предприятиях различных форм собственности применяются паяльники на безопасное для человека напряжение 42 В, а для автомобилистов – на 12 В. Наиболее ненадежным и сложным в ремонте является нагревательный элемент электропаяльника, рассчитанного на напряжение 220 В, поэтому в статье идет речь о ремонте именно таких паяльников. Сложность заключается в том, что их нагревательные элементы содержат много витков тонкого нихромового провода, который трудно намотать так, чтобы расстояние между витками было постоянным. Столкнувшись с этой проблемой при отказе паяльника мощностью 200 Вт, показанного на **фото** в начале статьи, было решено перемотать нагревательный элемент на безопасное напряжение 36 В.

Для этого был взят имеющийся в наличии нихромовый провод диаметром 0,6 мм. Из-за невозможности определить длину и количество витков сгоревшего провода для расчета нового нагревательного элемента, было решено определить это экспериментально. Один метр провода был натянут между двумя изолированными от стола настольными тисками. Концы нихрома были подключены медным проводом к ЛАТРу, напряжение которого плавно повышалось от нуля до получения накала нихрома темно-малинового цвета. Изме-



ренное напряжение было равно 33,2 В. Измеренное сопротивление этого провода составило 7,6 Ом, что почти в два раза больше приведенного в таблице 1,8 [1]. Возможно, марка данного нихрома отличается от того, для которого приведены данные в [1].

В пересчете на напряжение 36 В длина нихромового провода равна $36 / 33,2 = 1,084$ м, что округленно равно 110 см, а его сопротивление равно 8,4 Ом. Начальный ток провода

$$I = U / R = 36 / 8,4 = 4,3 \text{ А.}$$

Мощность при этом будет равна

$$P = UI = 36 \times 4,3 = 154,8 \text{ Вт,}$$

а при увеличении сопротивления нихрома, при его нагреве, она будет несколько меньше.

При практическом использовании отремонтированного паяльника особой разницы по сравнению с новым заводским не замечено. Если необходима мощность паяльника ровно 200 Вт, то надо взять нихром большего диаметра или увеличить количество витков и напряжение питания паяльника.

Для определения длины имеющегося провода при изготовлении нагревателей на другие напряжения полезно знать длину нихромового провода, приходящуюся на 1 В питающего напряжения. Для имеющегося нихрома она будет равна 110 см / 36 В = 3 см. Эта величина постоянная для любого диаметра нихрома этой марки. От его диаметра будет зависеть только мощность нагревателя.

Предельная рабочая температура нихрома равна 850...950°C [2], а температура плавления оловянно-свинцовых припоев с добавлением других компонентов равна 180...250°C. Плотность тока, при которой достигается эта температура, в спра-

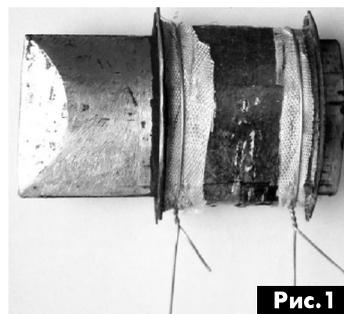


Рис. 1

вочной литературе найдена не была. Учитывая, что нихром является сплавом никеля, хрома, железа, а также процентное содержание этих металлов и примесей, он имеет разные марки и разные удельные сопротивления, рекомендуется определять необходимую длину нихрома описанным выше способом.

Для намотки нихрома необходимо сохранить нижнюю изоляцию нагревателя, выполненную из миканита (обычно повреждается только верхняя часть). Медный стержень вместе с каркасом горизонтально зажимают в тиски. По краям катушки закрепляют два короткозамкнутых витка оголенного медного провода диаметром 0,8...1,0 мм, как показано на **рис. 1**. Один конец витка должен быть длиной порядка 10 см, он же будет выводом нагревателя. Второй конец этого витка должен быть длиной 2...3 см. Количество витков нихрома определяется делением необходимой длины нихромового провода на длину одного витка. В данном паяльнике длина витка равна 13,5 см. Все витки должны быть полными, поэтому длину нихрома лучше взять с запасом и с учетом выводов. Небольшое увеличение ($\pm 1...2\%$) длины нихромового провода существенно на работу паяльника не повлияет. Перед намоткой в оба конца возле начала обмотки плотно вплетается и закручивается плоскогубцами 2...3 см хорошо зачищенного нихрома. Медные концы должны быть направлены в сторону рукоятки паяльника. После этого нихром с натяжением и шагом около 3...4 мм наматывают на штатный каркас и вплетают в концы второго короткозамкнутого медного витка.

Для уточнения величины напряжения питания паяльника к выводам нагревателя подключают временно провода от ЛАТРа, после чего напряжение плавно повышают до получения темно-малинового цвета нихрома. Вольтметром измеряют полученное напряжение. Если паяльник планируют питать от ЛАТРа, то количество витков нихрома не следует менять, а на рукоятке паяльника нужно указать величину полученного напряжения. Если питание будет от готового понижающего трансформатора, то количество витков необходимо увеличить, если цвет накала окажется ярким, или уменьшить, если цвет будет темным. При этом напряжение ЛАТРа повышают до напряжения понижающего трансформатора. При изолированной и закрытой обмотке нагревателя нихром будет нагреваться сильнее, поэтому при перегреве паяльник быстро выйдет из строя, а при небольшом недогреве он просто будет дольше нагреваться, но и служить будет дольше.

При испытаниях следует иметь в виду, что ЛАТР непосредственно связан с сетью 220 В / 50 Гц, поэтому прикасаться к оголенным выводам нагревателя и металлическим частям паяльника, даже подключенным к низкому напряжению ЛАТРа, **строго запрещается**.

Более безопасно работать с ЛАТРом, если начало его обмотки подключить к «нулю» сети. Определить это можно индикатором напряжения. Для этого необходимо включенный в сеть ЛАТР установить в нулевое положение и прикоснуться индикатором к клеммам подключения нагрузки. Если он покажет наличие напряжения, то нужно переключить его сетевую вилку в обратное положение и убедиться в отсутствии напряжения на этих клеммах. Еще лучше для питания паяльника использовать специальную евровилку и включать его в евророзетку с заземлением.

После испытаний нагревателя необходимо наложить наружную изоляцию из миканита. Для этого также можно использовать стеклоткань, стеклоленту, асбестовый шнур, гибкий листовой асбест или асбестовое волокно. Некоторые авторы рекомендуют для этого применять гончарную



Рис.2

глину, смесь асбеста с силикатным клеем и т.п., но эти вещества должны полностью высохнуть до включения паяльника в сеть, так как в сыром виде они токопроводящие. Медные выводы нагревателя должны отличаться по длине на 2 см, чтобы их места подключения к проводу питания были смещены. Эти выводы нужно заизолировать стеклолентой, после чего паяльник можно собирать. Перед применением его в работе необходимо проверить омметром сопротивление изоляции между нагревателем и корпусом, которое должно быть не менее 500 кОм, и прогреть его вне помещения или под вытяжкой до выгорания органических веществ изоляции.

Ремонт паяльника мощностью 200 Вт, показанного на **рис.2**, существенно отличается от предыдущего варианта. Его нагревательный элемент намотан на плоской миканитовой пластинке, внешне заизолирован тоже миканитовыми пластинками и вставлен в узкую щель медного накопника паяльника.

Для уменьшения габаритов и количества витков нихрома нагревательный элемент данного паяльника рассчитан на напряжение 110 В и подключен к сетевому проводу через мощный выпрямительный диод для возможности питания его от сети 220 В. Намотать толстый нихром на миканитовую пластинку так, чтобы элемент был

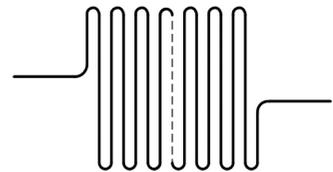


Рис.3



плоским, практически невозможно. В связи с этим было решено обмотке придать форму спирали, показанную на **рис.3**, и выровнять ее путем нагрева и растяжки. Для этой цели было изготовлено приспособление, содержащее 20 неподвижных штырей, запрессованных в стеклотекстолитовую рейку сечением 10x10 мм и длиной 170 мм, и 21 подвижных штырей, запрессованных в такую же рейку и расположенных напротив просветов

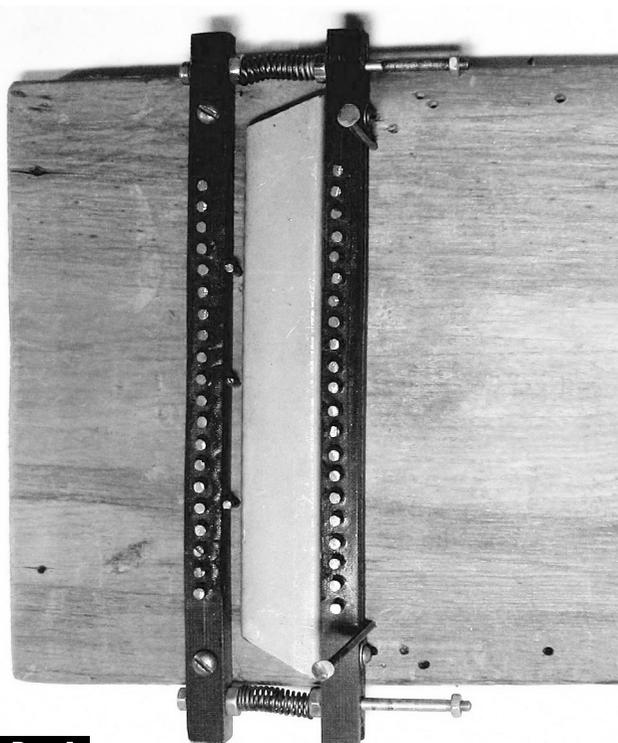


Рис.4

неподвижных штырей (**рис.4**). Неподвижная рейка закреплена шурупами на деревянном основании размерами 270x150 мм. Для устранения прогиба от усилия натяжения спирали эта рейка укреплена тремя штырями, забитыми в основание со стороны подвижной рейки. На концах неподвижной рейки закреплены направляющие шпильки диаметром 3 мм и длиной 70 мм. Подвижная рейка снабжена металлическим ребром жесткости и своими отверстиями надета на направляющие шпильки, на которые также надеты распорные пружины.

Перед намоткой подвижная рейка равномерно подводится к неподвижной, сжимая пружины, и фиксируется двумя гвоздями. Расстояние между штырями должно быть равно 33 мм. При этом приспособление позволяет уложить 132 см нихрома, что позволяет изготавливать нагревательные элементы на напряжение до 42 В. Перед укладкой нихрома его начало закрепляют на свободном конце левой шпильки. Необходимую длину нихрома определяют описанным выше способом. Штатный диод из схемы исключают. Вычисленное количество нихрома с учетом запаса равномерно укладывают с возможным выравниванием и натя-

жением провода согласно **рис.3** и закрепляют на правой шпильке. После этого убирают ограничительные гвозди, а уложенный провод возле штырей плотно прижимают к стеклотекстолитовой рейке. Временный сетевой провод подключают к концам нихрома, а затем к ЛАТРу, напряжение которого плавно повышают до кратковременного получения накала нихрома желтого цвета. При этом под действием пружин нихром натягивается, выравнивается, и вся спираль приобретает плоский вид.

После остывания нихрома подвижную рейку перемещают к неподвижной для свободного снятия спирали. Концы спирали формируют согласно **рис.3** и скручивают с медными проводниками диаметром 0,8...1,0 мм, длина которых должна доставать от

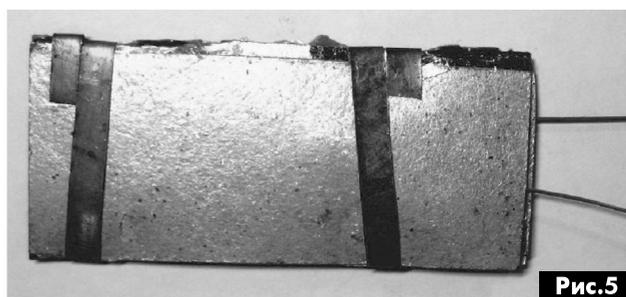


Рис.5

места установки нагревателя до штатной монтажной планки для подключения сетевого провода. Спираль складывают вдвое относительно среднего витка. Между половинками спирали вставляют миканитовую пластинку размерами 35x80 мм, а снаружи – две миканитовые пластинки размерами 35x85 мм так, чтобы все три торца совпадали, а средний виток спирали утопал. По краям миканитовые пластинки обжимают тонкими полосками из меди, латуни или оцинкованного железа, как показано на **рис.5**. После этого нагреватель вставляют в щель медного наконечника, который укладывают в одну половинку кожуха, медные проводники изолируют стеклолентой и подпаивают к сетевому проводу на монтажной планке, после чего собирают остальные детали паяльника. После подачи на паяльник рабочего напряжения и выжигания органики из его изоляции на открытом воздухе, паяльник готов к эксплуатации.

В заключение следует отметить, что по этой методике можно реконструировать мощные и маломощные паяльники на разные напряжения, причем обмотки у маломощных паяльников будут однорядные и нихром на них можно наматывать виток к витку, учитывая низкое межвитковое напряжение и наличие окисной диэлектрической пленки нихрома.

Литература

1. Терещук Р.М. и др. Малогабаритная радиоаппаратура. – К.: Наукова думка, 1976. – С.9–10.
2. Соболевский А.Г. Материалы в радиоэлектронике. – М., Л.: Государственное энергетическое издательство, 1963. – С.12, 16, 17, 20.



Любительская связь и радиоспорт

Ведущий рубрики **Анатолий Перевертайло, UX7UN**

(**rx ON6DX, F6AJA, DJ6US, JI3DST, E21EIC, DL6KVA, I1JQJ, S57VW, LZ3FN, MM0DFV, NG3K, EA7FTR, G3XTT, SM0XBI, F5NQL, OH3JR, SP5UAF VU2CDP, GM0HCQ, SV1EJD, G3KMA, LA9JKA, VA3RJ**)

Особая благодарность за постоянную помощь радиолюбителям г. Омска **RW9MC** и **UA9MHN**

DXCC NEWS - Sharon Taratula, менеджер по дипломам Департамента радиоспорта ARRL, сообщил о том, что 3B7FA (2015 г.), D2FJZ (2012 и 2015 гг.) и TN/CT1FJZ (2015 г.) засчитаны для DXCC.

WORLDWIDE DXPEDITION - Том, KC0W, отправляется в DX-экспедиционный тур, в ходе которого он будет работать из Американского Самоа (KH8), Самоа (5W), Токелау (ZK3), Соломоновых о-вов (H4), Темуту (H40) и Бангладеш (S2). Решение о работе из Непала (9N) и Бутана (A5) будет принято во время его пребывания в S2. "Некоторые из лицензий будут выданы по прибытии на место", - сообщил он. Тур начнется этим летом и "не предусматривает каких-либо временных рамок для каждой территории. Определяющим фактором для принятия решения о демонтаже станции и отъезде станет прекращение пайл-апов. Это может быть как 3 недели, так и 3 месяца для каждого QTH". Он будет работать только CW, уделяя особое внимание диапазонам 160, 80 и 40 метров.

DAYTON ANNUAL TOPBAND DINNER - 27-й Top Band Dinner пройдет 20 мая в отеле Crowne Plaza Hotel. Билеты можно приобрести на сайте <http://topbanddinner.com>

PACIFIC TRIP - Uli, DL2AH, будет активен позывными TX2AH с острова Mangareva (OC-063), Француз-

ская Полинезия, 17-28 августа и VP6AH с острова Питкерн (OC-044) с 3 сентября по 25 ноября. Он будет работать SSB и цифровыми видами на диапазонах 40-10 метров. QSL via DL2AH, только direct.

3B8, MAURITIUS - Eric, OE4AAC, будет активен позывным 3B8HD с острова Маврикий (AF-049). Он будет работать в основном CW на KB-диапазонах. QSL via home call, direct или через бюро. Лог и OQRS см. на Club Log'e.

3C, EQUATORIAL GUINEA - Ken, LA7GIa, будет активен позывным 3C7GIa из Malabo, остров Биоко (AF-010), Экваториальная Гвинея. Он будет работать на диапазонах 80-10 метров CW, SSB и RTTY. QSL via LA7GIa и LoTW, лог см. на Club Log'e.

3D2, FIJI - Hardy, DF6PW, будет активен позывным 3D2PW из Mango Bay (Viti Levu, OC-016), Фиджи. Он будет работать CW, уделяя основное внимание диапазонам 30, 17 и 12 метров. QSL via DF6PW через бюро и LoTW.

3W, VIET NAM - Torsten, SM3NFB, будет активен позывным XV3TH из Da Nang, Вьетнам. Он будет работать на диапазонах 40, 20, 17, 15, 10 и 6 метров CW, SSB и PSK31. QSL via SM3NFB.

3W, VIET NAM - Ввиду изменения графика авиарейсов Bert, DK2BR, планирует работать позывным

3W2BR с острова Con Son (AS-130) 10-26 марта. Он будет работать мощностью 60 Вт на вертикальные антенны SSB, RTTY и, возможно, PSK31 на диапазонах 40-10 метров. QSL via DK2BR, только direct.

4J, AZERBAIJAN - В 1926 г. радиостанции средней школы в городе Еленендорф (в настоящее время Гейгёль) был выдан первый в Азербайджане радиолюбительский позывной RA-29. По случаю 90-летия этого события ряд специальных станций с префиксами 4J90, 4K90, 4J1926 и 4K1926) будет активен до 31 декабря.

4S, SRI LANKA - Группа немецких операторов (DJ9KH, DK1AX, DK1MA, DL2AWG, DL2HWA, DL2RNS, DL3HRH, DL4SVA, DL7VEE и DM2AYO) будет активна позывными 4S7GWG и 4S7RTG из Bentota, Шри-Ланка (AS-003). Они будут работать SSB, CW и RTTY на диапазонах 40-6 метров (возможно, также на диапазонах 160 и 80 метров), используя две станции. QSL 4S7GWG via DL2AWG и LoTW, QSL 4S7RTG via DL7VEE и LoTW; лог и OQRS см. на Club Log'e.

5H, TANZANIA - Stan, WS5K, будет активен позывным 5H2SF из Танзании. Он планирует работать на KB-диапазонах в вечерние часы по местному времени. QSL-инфо будет объявлена после его возвращения домой.





5V, TOGO - 5V7BD (только CW), 5V7GD (только SSB) и 5V7FMD (SSB и RTTY) будут активны из Того. QSL 5V7BD via DJ6SI, QSL 5V7GD via DF9TM, QSL 5V7FMD via DL2SWW.

5V, TOGO - Wim, ON6DX, снова будет активен позывным 5V7TH из Того. Он будет работать SSB, CW и RTTY на диапазонах 40-6 метров, в основном утром и вечером по местному времени. QSL via ON6DX, direct или через бюро и LoTW.

5V, TOGO - Wim, ON6DX, будет активен позывным 5V7TH из Того. Он постарается поработать также на диапазонах 80 и 160 метров (только CW), на других диапазонах он будет работать SSB, CW и RTTY - в основном утром и вечером по местному времени. QSL via ON6DX, direct или через бюро и LoTW, лог и OQRS см. на Club Log'e.

6W, SENEGAL - Jacques, F6HMJ, будет активен позывным 6W7/F6HMJ. Он будет работать на всех диапазонах, в основном CW.

6Y, JAMAICA - Masa, JA0RQV, будет активен позывным 6Y5/JA0RQV с Ямайки (NA-097) с 21 февраля по 17 апреля. Это будет деловая поездка, поэтому он будет работать на диапазонах 160-6 метров CW и SSB в свое свободное время и по выходным. QSL через бюро и direct via OQRS M00XO и LoTW.

7P, LESOTO - Члены радиоклуба F6KOP будут активны из Лесото позывным 7P8C. Они будут работать CW, SSB и RTTY на диапазонах 160-6 метров, используя пять станций.

8P, BARBADOS - Willy, KB8YRX, будет активен с Барбадоса (NA-021) позывным 8P9CA. Он будет работать SSB на диапазонах 20-10 метров. QSL via home call и LoTW.



8R, GUYANA - Alex, W1CDC, будет активен позывным 8R1A из Гайаны в течение 11-24 апреля. Он будет работать CW на диапазонах 80, 40, 30, 20, 17, 15, 12 и 10 метров. QSL via W1CDC, direct или через бюро.

9A, CROATIA - Команда операторов из Хорватии и Германии (9A2MF, 9A2NA, 9A6AA, DC5WW, DD0NM, DH6TJ, DK2RO, DL8AW и DL9NBJ) будет активна позывным 9A8DXG с островов Palagruza (EU-090) с 28 мая по 4 июня. Они будут работать CW, SSB и цифровыми видами на КВ-диапазонах и EME на VHF. QSL via DL8AW, OQRS см. на www.codxg.org.

9M0, SPRATLY ISL. - Mike, DF8AN, будет активен позывным 9M0S из Layang-Layang, острова Спратли (AS-051), в течение 19-29 апреля. Он будет работать в основном CW на диапазонах 160-6 метров. QSL via DF8AN, direct или через бюро. eQSL и LoTW не будет.

9M8, EAST MALAYSIA - Группа из 4 операторов (9M8ADX, 9M8WAT, 9W8DEN и 9W8KIF) будет активна позывным 9M8RC с острова Satang Besar (OC-165), Восточная Малайзия, с 29 апреля по 2 мая. QSL direct via 9W8KIF.

A2, BOTSWANA - Nobby/G0VJG, Nick/G4FAL, Tony/G4DLD, Edd/GM0WED и Giles/M0TGV будут активны позывным A25UK из Ботсваны 13-19 апреля. Они будут работать SSB, CW и RTTY на диапазонах 160-10 метров. QSL via M00XO.

A3, TONGA - Группа из девяти операторов (K5DU, K5NA, KG5U, VA7AM, VA7DX, VE7KW, W5MJ, W5PF и W5RF) будет активна позывным A35T из Tongatapu (OC-049), Тонга. Они планируют работать CW, SSB и RTTY на диапазонах 160-6 метров и принять участие в ARRL DX CW Contest.



QSL via M0URX (OQRS для запросов карточек direct и через бюро см. на сайте www.m0urx.com) и LoTW; лог см. на Club Log'e.

A3, TONGA - Hiro, JA6WFM, будет активен позывным A31MM из Nuku'alofa, Tongatapu (OC-049), Тонга, до 2017 г. Он планирует работать в эфире на диапазонах 160-6 метров и принять участие в нескольких контестах. QSL via EA5GL.

BY, CHINA - Zhao, BD7IHN, будет активен позывным B7/BD7IHN с острова Nan'ao (AS-129). Он будет работать в основном CW на диапазонах 30 и 20 метров, время работы будет ограничено утренними и вечерними часами по местному времени. QSL via BD7IHN.

C5, GAMBIA - Alan, G4DJX, снова будет активен позывным C5DX из Банджула и Farafenni, Гамбия. Он планирует работать в основном CW на диапазонах 40-10 метров из Банджула и продемонстрировать работу SSB в средней школе в Farafenni. QSL via LoTW, или direct via home call.

C6, BAHAMAS ISL. - Drew, N2RFA, будет активен позывным C6ABB из Nassau (NA-001), Багамские острова. Он будет работать на диапазонах 80, 40, 20, 17, 12 и 10 метров и планирует немного поработать PSK31, JT65, RTTY и, возможно, SSTV. QSL via home call (direct), eQSL и LoTW.

C6, BAHAMAS ISL. - Bob/N4BP (C6AKQ) и Martin/K1FQL (C6AQL) будут активны из Freeport, Grand Bahama (NA-080). QSL C6AKQ via LoTW или N4BP (direct), QSL C6AQL только via LoTW.

C6, BAHAMAS ISL. - John, C6ATS, постарается активировать остров Anguilla Keys, входящий в состав группы островов Cay Sal Bank (NA-219).



CE0Y, EASTER ISL. - Bob, W7YAQ, будет активен в «отпускном стиле» позывным CE0Y/W7YAQ с острова Пасхи (SA-001). Он будет работать CW и RTTY на диапазонах 40-15 метров.
QSL via LoTW.

CE, CHILE - 3G9JA - новый позывной, который будет использовать Dagoberto, CE5COX, в ходе своей экспедиции на остров Hornos (SA-031). Он будет работать SSB и RTTY на дмапазонах 40, 20 и 10 метров.
QSL via CE5JA.

CX, URUGUAY - Операторы из Radio Club Uruguayo будут активны позывным CW1C с маяка Fortaleza del Cerro в ходе South American Lighthouses Weekend. Планируется работа минимум тремя станциями на диапазонах 40-10 метров CW, SSB и цифровыми видами, а также на диапазонах 2 метра и 70 см.
QSL via CX1AA, direct или через бюро.

DU, PHILIPPINES - Bodo, DF8DX, будет активен в апреле из трех групп IOTA на Филиппинах. Он планирует работать позывными DU1WQY/1 из OC-128 (9-14 апреля), DU1WQY/8 из OC-130 (14-19 апреля) и DU1WQY из OC-042 (19-24 апреля).
QSL via DF8DX, direct или через бюро.

E4, PALESTINA - DF8DX, DL5WMM и DL7JAN снова будут активны позывным E44QX из Иерихона, Палестина. Они будут работать в основном CW и немного SSB и RTTY на диапазонах 80-10 метров.
QSL via DF8DX, direct или через бюро и LoTW; лог и OQRS см. на Club Log'e.

E5_sc - Roly, ZL1BQD, будет активен позывным E51RJR с атолла Паротонга (OC-013), Южные острова Кука. Он будет работать JT65 и CW в основном на диапазонах 40, 20, 15 и 10 метров.
QSL direct via ZL1BQD.

EA, SPAIN - Операторы из группы Los Tortugas ("Черепахи") будут активны только CW позывными EG1TOR (Cantabria), EG2TOR (Bilbao), EG3TOR (Barcelona), EG4TOR (Madrid), EG5TOR (Valencia) и EG7TOR (Jaen). Группа пропагандирует CW с особым вниманием к начинающим операторам, поэтому они будут работать на передаче с максимальной скоростью 90 знаков в минуту или даже медленнее. Информацию о дипломе Tortugas Award см. на <http://www.qrz.com/db/eg1tor>.
QSL только via LoTW.

EA, SPAIN - Manu, EA1GIB, будет активен позывным EG1PAA с острова Arousa (EU-080) во время 13-й Antarctic Activity Week (Антарктической неделе активности).
QSL via EA1GIB, direct или через бюро.

ET, ETHIOPIA - Ярослав, UW7LL, и Андрей, UR4LRQ, активны в позывным ET7L из Mekanisa, Аддис-Абеба, Эфиопия.
QSL via US0LW, лог будет загружен LoTW после окончания работы.

ЛЕТНЯЯ АКТИВНОСТЬ

EUROPE		N.AMERICA		NA-146	FJ/N9SW
EU-006	EI/G7VJR	NA-001	C6ABB	NA-151	OX3LX
EU-028	IA5/IK3JLV	NA-008	VE8RST/WYO	NA-219	C6ATS
EU-028	IA5/IW3ILP	NA-008	VY0ERC		
EU-041	IM0MA	NA-021	8P9CA	S.AMERICA	
EU-075	SX8KAP	NA-024	J34G	SA-001	CE0Y/W7YAQ
EU-080	EG1PAA	NA-032	FP/KV1J	SA-002	VP8IDX
EU-081	TM6U	NA-033	5J0P	SA-002	VP8PDP
EU-090	9A8DXG	NA-038	XM2IOTA	SA-025	ZW8K
EU-092	GM1J	NA-049	5J0JC	SA-029	ZV1M
EU-092	MM0BQI/p	NA-075	VE7ACN/7	SA-031	3G9JA
EU-105	TM6NB	NA-079	W4FDX	SA-036	P40W
EU-108	MM0BQI/p	NA-080	C6AKQ	SA-042	PX8K
EU-116	GD4SKA	NA-080	C6AQL	SA-047	PS5M
EU-191	YPOH	NA-085	WA2USA/4	SA-059	YW5T
		NA-091	VE7ACN/7	SA-059	YW5Z
		NA-097	6Y5/JA0RQV	SA-071	PR2DX
		NA-100	V26IS	SA-090	YW6Z
		NA-101	J79E		
		NA-101	J79M	OCEANIA	
AS-003	4S7JTO	NA-102	FG/IW5ELA	OC-003	VK9CK
AS-003	4S7GWG	NA-102	FG4KH	OC-005	VK9NT
AS-003	4S7RTG	NA-103	VP2MRF	OC-007	VK9WA
AS-005	UE73DI	NA-103	VP2MWA	OC-010	V63DX
AS-031	JD1BMT	NA-104	V47KA	OC-013	E51RJR
AS-031	JD1BOW	NA-104	V47TR	OC-016	3D2PW
AS-031	JI3XTZ/JD1	NA-105	FS/F8AAN	OC-022	YB9/DF1FF
AS-043	JA1UNS/1	NA-105	FS/K8EAB	OC-022	YB9/DH6ICE
AS-047	JA4GXS/6	NA-105	FS/KB9AVO	OC-022	YB9/DK7TF
AS-051	9M0S	NA-105	FS/KC4VG	OC-024	T32CO
AS-056	JA8COE/6	NA-105	FS/W3FF	OC-024	T32LJ
AS-058	9M4KI	NA-105	FS/W6HFP	OC-024	T32MU
AS-090	DS2GOO/2	NA-105	FS/W7ZT	OC-024	T32SB
AS-094	B7/BD4TS	NA-105	FS/WG0AT	OC-024	T32TR
AS-129	B7/BD7IHN	NA-105	FS/WZ1P	OC-024	T32FW
AS-130	3W2BR	NA-105	PJ7AA	OC-024	T32WV
AS-138	BY5YAA	NA-107	TO5A	OC-027	TX7EU
AS-162	3W3MD/p	NA-120	N5M	OC-032	TX90IARU
AS-201	TA0/RM0F	NA-145	PJ6/G3SXW	OC-042	DU1WQY
AS-203	RT9K/0	NA-145	PJ6/GM3YT5	OC-046	FO/W7YAQ
		NA-145	PJ6/K4UEE	OC-049	A31MM
		NA-145	PJ6/K5AC	OC-049	A35T
		NA-145	PJ6/NM1Y	OC-063	TX2AH
		NA-145	PJ6/W6IZT	OC-071	VK6BP/p
		NA-145	PJ6A	OC-073	JG8NQJ/JD1

IOTA-news (tnx UY5XE)

ДАТА	ВРЕМЯ UTC	CONTEST	MODE
2	0400 - 0800	ZOCC 40 m Sprint Contest	CW
2-3	1200 - 2359	QRP ARC Spring QSO Party	CW
2-3	0000 - 2359	15-meter SSTV Dash Contest	SSTV
2-3	1500 - 1500	SP DX Contest	CW/SSB
2-3	1600 - 1600	EA RTTY Contest	RTTY
2-3	1800 - 0500	Missouri QSO Party (1)	CW/SSB
3	1800 - 2400	Missouri QSO Party (2)	CW/SSB
6	1800 - 2000	00N Contest 144 MHz	CW/Digi/SSB
9	1200 - 1700	DIG QSO Party (10 - 20 m)	CW
9	1600 - 1959	EU Sprint Spring	CW
9-10	0700 - 1300	Japan International DX Contest	CW
9-10	1200 - 1200	OK-OM DX SSB Contest	SSB
9-10	1800 - 0359	Georgia QSO Party (1)	CW/SSB
9-10	2100 - 2100	Yuri Gagarin International DX Contest	CW
10	0700 - 0900	DIG QSO Party (80 m)	CW
10	1200 - 1800	International Vintage Contest	CW/SSB
10	0900 - 1100	DIG QSO Party (40 m)	CW
10	1400 - 2359	Georgia QSO Party (2)	CW/SSB
10	1500 - 1700	Hungarian Straight Key Contest	CW
13	0030 - 0230	NAQCC Straight Key/Bug Sprint	CW
13	1800 - 2000	MOON Contest 432 MHz	CW/Digi/SSB
15-16	2100 - 2100	Holyland DX Contest	CW/SSB/Digi
16	0000 - 2400	TARA Skirmish Digital Prefix Contest	Digi
16	0500 - 0859	ES Open HF Championship	CW/SSB
16	1500 - 1700	Feld-Hell Club Sprint	Feld-Hell
16	1600 - 1959	EU Sprint Spring	SSB
16-17	1700 - 1300	EA-QRP CW Contest	CW
16-17	1600 - 0400	Michigan QSO Party	CW/SSB
16-17	1800 - 0500	Ontario QSO Party (1)	CW/Phone
16-17	2100 - 0500	YU DX Contest	CW
17	1200 - 1800	Ontario QSO Party (2)	CW/Phone
20	1800 - 2000	MOON Contest 50 MHz	CW/Digi/SSB
23-24	1200 - 1200	SP DX RTTY Contest	RTTY
23-24	1300 - 1259	Helvetia Contest	CW/SSB/Digi
23-24	1700 - 1700	Nebraska QSO Party	CW/Phone/Digi
23-24	1600 - 2159	Florida QSO Party	CW/Phone
24	1700 - 2100	BARTG Spring Sprint	RTTY
25-29	0001 - 2359	EUCW/FISTS QRS Party	CW

**«СКТВ»****ЗАО «РОКС»**

Украина, 03148, г. Киев,
ул. Г. Космоса, 2Б
т/ф: (044) 407-37-77;
407-20-77, 403-30-68
e-mail: pks@roks.com.ua
http://www.roks.com.ua

Спутниковое, эфирное ТВ. Многоканальные цифровые системы с интегрированной системой условного доступа МИТРИС, MMDS.

Телевизионные и цифровые радиорелейные линии. Модуляторы ЧМ, QPSK, QAM 70 МГц, RF, L-band. Охранная сигнализация, видеонаблюдение.

НПФ «Видикон»

Украина, 02099, Киев, ул. Зрошувальна, 6
тел.: 567-74-30, 567-83-68,
факс: 566-61-66

e-mail: vcb@vidikon.kiev.ua
http://www.vidikon.kiev.ua

Разработка, производство, продажа для КТВ усилителей домовых и магистральных, фильтров и изоляторов, ответвителей магистральных и разъемов, головных станций и модуляторов.

«ВИСАТ» СКБ

Украина, 03115, г. Киев,
ул. Святошинская, 34,
т/ф: (044) 403-08-03,
тел.: 452-59-67, 452-32-34
e-mail: visat@i.kiev.ua

http://www.visatUA.com

Спутниковое, кабельное, радиорелейное 1,5...42ГГц, МИТРИС, MMDS-оборудование, МВ, ДМВ, FM передатчики. Кабельные станции BLANKOM. Базовые антенны DECT; PPC; 2.4 ГГц; MMDS 16-dBi; GSM, ДМВ 1 кВт. СВЧ модули: гетеродины, смесители, МШУ, усилители мощности, приемники, передатчики. Проектирование и лицензионный монтаж ТВ сетей. Спутниковый интернет.

«Влад+»

Украина, 03134, г. Киев,
ул. Булгакова, 18, т/ф: (044) 458-56-68,
тел.: (044) 361-22-89, (044) 383-87-13.
e-mail: vlad@vpl.us.kiev.ua
www.vlad.com.ua

Оф. представитель фирм ABE Elettronika-AEV-CO, EI-ELGA-Elenos, ANDREW. ТВ аналоговые и цифровые передатчики, FM транзисторные передатчики, радиорелейные линии, студийное оборудование. Антенны передающие для ТВ и FM, фидер для тракты ТВ и FM, модернизация и ремонт ТВ передатчиков. Доставка оборудования из-за границы и таможенная очистка груза. Услуги таможенно-лицензионного склада. Монтаж печатных плат.

Beta tvcom

Украина, 83004, г. Донецк,
ул. Гаражная, 39,
т/ф: (062) 381-81-85, 381-98-03,
381-87-53, 386-36-33, 386-36-45
http://www.betatvcom.dn.ua,
e-mail: office@betatvcom.dn.ua

Производство сертифицированного оборудования: полный спектр оборудования для цифрового ТВ; ГС на цифровых

и аналоговых модулях для КТВ, цифровые и аналоговые ТВ и FM передатчики 1 – 2000 Вт, системы MMDS, МИТРИС, ЦРРС диапазона 7-40ГГц до 155 Мбит/с, оптические передатчики 1310 и 1550 нм. Измерительные приборы 5-26000 МГц.

РаТек-Киев

Украина, 03056,
г. Киев, пер. Индустриальный, 2
тел.: (044) 277-67-41,
т/ф: (044) 277-66-68

e-mail: ratek@torsat.kiev.ua

Спутниковое, эфирное, кабельное ТВ. Производство радиопультов, усилителей, ответвителей, модуляторов, фильтров. Программное обеспечение цифровых приемников. Спутниковый интернет.

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ**ООО НПФ «ПРОЛОГ-РК»**

Украина, 04212, г. Киев,
ул. Маршала Тимошенко, 4а, к. 74
тел.: (044) 451-46-45, 451-85-21,
факс: 451-85-26

e-mail: prolog@ipnet.ua

Оптовые и мелкооптовые поставки импортных и отечественных р/электронных компонентов, в том числе с приемкой «1», «5», «9».

Техническая и информационная поддержка, гибкая система скидок, поставка в кратчайшие сроки.

ООО «АМел»

02098, м. Київ,
пр-т. Тичини, буд. 4, оф. 9
тел.: (044) 294-26-84
факс: (044) 294-24-66

http://www.amel.com.ua

e-mail: info@amel.com.ua

Активные и пассивные радиоэлектронные компоненты импортного производства (NXPA.tmel), коннекторы, кабельно-проводниковая продукция, изготовление и монтаж печатных плат. Гибкие цены, доставка.

«РКС КОМПОНЕНТЫ»

Украина, 03087, г. Киев,
ул. Чоколовский бульвар, 42а, 1-й этаж.
тел./факс: (044) 220-01-72
e-mail: rcs1@rcs1.rel.com

www.rcscomponents.kiev.ua

Склад ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ в Киеве. Прямые поставки от производителей.

ООО «РТЭК»

Украина, 04119, г. Киев,
ул. Дегтяревская, 62, офисный центр «Ферммаш», оф. 46.

тел.: (044) 456-98-69, (044) 456-51-27,
(044) 520-04-77, 520-04-78, 520-04-79

e-mail: chip@roinbow.com.ua

http://www.rainbow.com.ua

http://www.rtcs.ru

Официальный дистрибьютор на Украине ATMEL, MAXIM/DALLAS, INTERNATIONAL RECTIFIER, NATIONAL SEMICONDUCTOR, ROHM.

RCmarket.ua

Розничный интернет-магазин радио-деталей

Украина, 61108, Харьков, а/я 9416

e-mail: info@RCmarket.ua

http://www.RCmarket.ua

Возможность оплаты при получении. Доставка по всей Украине.

- Конденсаторы
 - Микросхемы
 - Транзисторы
 - SMD компоненты
- И многое другое!

Компанія SEA

Україна, 02094, м. Київ,
Вул. Краківська, 13Б.

тел.: (044) 291-00-41

(багатоканальний)

т/ф: (044) 291-00-42

E-mail: info@sea.com.ua

http://www.sea.com.ua

Регіональні представництва:

Дніпропетровськ: dnipro@sea.com.ua

Харків: kharkiv@sea.com.ua

Львів: lviv@sea.com.ua

Одеса: odessa@sea.com.ua

Електронні компоненти; електро-технічна продукція; кабельно-дротова продукція; промислові комп'ютери; бездротові компоненти, світлодіодна продукція і оптоелектроніка; джерела живлення; вимірювальні пристрої; лічильники електроенергії; паяльне обладнання, витратні матеріали та інструмент; контрактне виробництво.

SPARE-PART

Украина, 03150, г. Киев,
ул. Большая Васильковская, 80
тел. (098) 561-8558, (066) 355-39-44
http://www.sparepart.com.ua

e-mail: support@sparepart.com.ua

Электронные компоненты: микросхемы, модули, дисплеи, лазерные головки, конденсаторы. Со склада и под заказ, от 1 ед.

VD MAIS

Украина, г. Киев, 03061,
ул. М. Донца, 6
тел.: (044) 492-88-52 (многокан),
220-0101, факс: 220-0202

e-mail: info@vdmmais.kiev.ua

http://www.vdmois.kiev.ua

Эл. компоненты, системы промавтоматики, измерительные приборы, шкафы и корпуса, оборудование SMT, изготовление печатных плат. Дистрибьютор: Agilent Tehnologies, AIM, ANALOG DEVICES, ASTEC POWER, Cree, DDC, ELECTROLUBE, ESSEMTEC, FILTRAN, GEYER ELECTRONIC, IDT, Hameg, HARTING, KINGBRIGHT, Kroy, LAPPKABEL, LPFK, MURATA, PACE, RECOM, Riital, Rohm, SAMSUNG, Siemens, SCHROFF.

«ТРИОД»

Украина, 03194, г. Киев-194,
ул. Зодчих, 24
т/ф: (044) 405-22-22, 405-00-99

e-mail: ur@triod.kiev.ua

http://www.triod.kiev.ua

Радиолампы пальчиковые 6Д..., 6Н..., 6П..., 6Ж..., 6С и др. Генераторные лампы Г, ГИ, ГМ, ГМИ, ГУ, ГК, ГС и др.

Тиратроны, кенотроны. Магнетроны, лампы бегущей волны, клистроны, разряд-

ники. Электронно-лучевые трубки, видиконы, ФЭУ. Контактные ДМР, ТКС, ТКД и др. Автоматы защиты АЗР, АЗСГК и др. СВЧ модули 1ГИ..., 1УИ..., 1УСО и др. Сельсины, двигатели. Высоковольтные конденсаторы К15-11, К15У-2 и др. Гарантия. Доставка. Скидки. Продажа и закупка.

ООО «Дискон»

Украина, 04073, г. Киев, ул. Семена Скляренко, 9
т/ф: (044) 359-05-04, (096) 783-26-37
e-mail: sales@discon.ua
http://www.discon.ua

Электронные компоненты. Самый большой склад вентиляторов и аксессуаров от компаний SUNON SAS (Тайвань). Компоненты для компенсации реактивной мощности Ercos (Германия). Элементы для промышленной автоматизации: термостаты, гигростаты, решетки, нагревательные элементы и пр. продукция Fandis (Италия). Лампы СКЛ, ЛПО, ЛПС, Протон-Импульс (Россия, г. Орел). Светодиодная продукция TM Voltex (офисное, уличное и промышленное освещение). Автоматические выключатели и контакторы SEZ и Voltex. Трансформаторы для печатного монтажа Zettler. Силовые модули Semikron (Германия). Алюминиевый профиль Eural (Италия). В наличии на складе. Прямые поставки.

ООО «ПАРИС»

г. Киев, пр-кт Победы, 30, кв. 72
тел.: (044) 286-25-24, 527-99-54,
т/ф: 285-17-33
e-mail: paris@mail.paris.kiev.ua
www.parisgroup.com.ua

Разъемы, соединители, кабельная продукция, сетевое оборудование, выключатели и переключатели. Электрооборудование: шкафы, щиты, короба, лотки, пускатели. ЖКИ, светодиодная продукция. Инструмент.

ООО «Компонент Сервис»

Киев, пер. Красноармейский, 14,
тел/факс +38 (044) 525-00-44,
525-0053, 408-70-45
E-mail: tkd@tkd.com.ua
http://www.tkd.com.ua

Электронные компоненты стран СНГ и импортные: конденсаторы, кварцевые резонаторы, дроссели, трансформаторы, ферриты, резисторы и другие необходимые Вам электронные компоненты со склада и под заказ.

GSM СТОРОЖ

Украина, г. Ровно
тел.: (097) 48-13-665
http://www.gsm-storozh.com.ua
e-mail: info@gsm-storozh.com,
maric@mail.ru

Охранные устройства с оповещением по каналу сотовой связи – охрана объектов с оповещением на телефон (звуковое, SMS и GPRS сообщения), дистанционное управление устройствами, определение координат автотранспорта (GSM и GPS навигация), возможность дистанционного контроля группы объектов (DTMF, CSD, GPRS диспетчер). Разработка, производство, внедрение. Гибкие цены, гарантия, доставка по СНГ.

«ЭлКом»

Украина, 69000, г. Запорожье,
пр. Ленина, 152, (левое крыло), оф. 309
т/ф: (061) 220-94-11,
тел.: 220-94-22
e-mail: elcom@elcom.zp.ua
http://www.elcom.zp.ua

Эл. компоненты отечественного и импортного производства со склада и под заказ. Спец. цены для постоянных покупателей. Доставка почтой. Продукция в области проводной связи, электроники и коммуникаций. Разработка и внедрение.

ОЛЬВИЯ Электра

Украина, 03113, г. Киев,
ул. Дружковская, 10, оф. 711
тел.: (044) 503-33-23, 599-75-50
e-mail: korpus.kiev@gmail.com
http://www.korpus.kiev.ua

Корпуса пластиковые для РЭА, кассетницы. Пленочные клавиатуры. Кабельно-проводниковая продукция.

ООО «РЕКОН»

Украина, 03168, г. Киев,
ул. Авиаконструктора Антонова, 5, оф. 108
e-mail: info@rekkon.kiev.ua
http://www.rekkon.kiev.ua

Поставки электронных компонентов. Гибкие цены, консультации, доставка.

Корпорация «ТЕХЕКСПО»

Украина, 79015, м. Львів,
вул. Героїв УПА, 71д
тел.: (032) 232-54-33, 232-54-36
т/ф: (032) 295-21-65

e-mail: tehexpo@tehexpo.lviv.ua
Прямые поставки из складов TME (Польша). Электронные компоненты. Контрольно-измерительная техника. Паяльные принадлежности и аксессуары. Выготовление дубликатов плат.

ООО «Серпан»

Украина, г. Киев, бул. И. Лепсе, 8
тел.: (044) 594-29-25, 454-13-02, 454-11-00
e-mail: serpan@serpan.kiev.ua
www.serpan.kiev.ua

Предлагаем со склада и под заказ: разъемы 2PM, СШР, ШР и др. Конденсаторы, микросхемы, резисторы. Предохранители, диоды, реле и другие радиокомпоненты.

ООО «Имрад»

Украина, 04112, г. Киев, ул. Шутова, 9
т/ф: (044) 490-2195, 490-21-96,
495-21-09/10
e-mail: imrad@imrad.kiev.ua
http://www.imrad.kiev.ua

Высококачественные импортные электронные компоненты для разработки, производства и ремонта электронной техники со склада в Киеве.

ООО «КОМИС»

Украина, 03150, г. Киев,
пр. Краснозвездный, 130
т/ф: (044) 525-19-41, 524-03-87
e-mail: komis-kiev@ukr.net
http://www.komis.kiev.ua

Комплексные поставки всех видов отечественных эл. компонентов со склада в Киеве. Поставка импорта под заказ. Спец. цены для постоянных клиентов.

ТОВ «ЕЛЕКОМ»

Україна, м. Київ,
бул. Т.Шевченка 38, к.47
т/ф: (044) 239-73-23
e-mail: office@elecom.kiev.ua
web: www.elecom.kiev.ua

Компанія «Елеком» займається поставками будь-яких видів електронних компонентів (у тому числі особливо рідкісних, раритетних і знятих з виробництва) загальною номенклатурою понад 60 мільйонів найменувань (від 1 шт.).

ООО «Радар»

Украина, 61058, г. Харьков,
(для писем а/я 8864)
ул. Данилевского, 20 (ст. м. «Научная») тел.: (057) 754-81-50,
факс: (057) 715-71-55
e-mail: radio@radar.org.ua

Радиоэлементы в широком ассортименте в наличии на складе: микросхемы, транзисторы, диоды, резисторы, конденсаторы, элементы индикации, разъемы, установочные изделия и многое другое. Возможна доставка почтой и курьером.

ООО «РАДИОКОМ»

Украина, 21021, г. Винница,
ул. Келецкая, 60, к.1
тел.: (0432) 53-74-58, 65 72 00,
65 72 01, (050) 523-62-62,
(050) 440-79-88, (068) 599-62-62
e-mail: radiocom@svitonline.com
http://www.radiocom.vinnitsa.com

Радиокомпоненты импортного и отечественного производства. Керамические, электролитические и пленочные конденсаторы. Резисторы, диоды, мосты, стабилизаторы напряжения. Стабилизаторы, супрессоры, разрядники, светодиоды, светодиодные дисплеи, микросхемы, реле, разъемы, клеммники, предохранители.

Setron GmbH

Украина, 02232, г. Киев,
ул. М.Цветаевой, 16-В, оф. 190
тел. (067) 935 86 57, (095) 941 18 18
e-mail: roman.vakulko@setron.de
http://www.setron.de

Поставка электронных компонентов ведущих мировых производителей: Linear Technology, Rafi, Samtec, Kingbright, JST, Jamicon, Aimtec, Finder, AOS, Мурга и др..

Активные, пассивные полупроводниковые компоненты, коннекторы, светодиоды, дисплеи, кабель, электромеханические компоненты, инструмент. Склад продукции в Германии. Гибкие цены и лояльные условия поставки. Поддержка проектов.

ООО «ДЛС-РАДИОДЕТАЛИ»

WWW.RADIODETALI.COM.UA

Павильон 9В «Радиодетали»

Киевский радиорынок

«Караваевы дачи»

тел.: (044) 362-04-24,

(044) 242-20-79,

(067) 445-77-72, (095) 438-82-08

Электронные компоненты и оборудование для производства и ремонта электронной техники.



ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

Цены указаны в грн.

Программирование микроконтроллеров для начинающих и не только. Книга+виртуальный диск.2016г.	245.00
Практическая энциклопедия радиодобителя. Шахов. НТ. 2016г. 416 стр.	325.00
Заманятельная электроника и электротехника для начинающих и не только... Ванюшин. НТ. 2016г. 352с.	220.00
Лаповый усилитель своими руками.Элементарная база 21-го века. Торопкин. НТ. 2016. 288с.	250.00
Микроконтроллеры AVR: от азов программирования до создания практических устройств. Книга+CD	370.00
Справочник. Листинги, программы, драйверами, справочники. Белов. НТ. 2016. 544с+CD	370.00
Пользовательские приложения на ANDROID. 2 книга в 1. Стрельцов. НТ. 2016г.304с.	185.00
Создание эффеьтных презентаций с использованием PowerPoint 2013 и других программ. НТ. 256с.	150.00
Альтернативные источники энергии и энергосбережение. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы. Германович. НТ. 2014г. 320с.	198.00
Электротехнический справочник. Практическое применение современных технологий. НТ. 2014г. 592с.	198.00
Профессиональные советы домашнему электрику. Шахов В. НТ. 2014г. 592с.	174.00
Силовая электроника. Теория и конструирование. Москатов Е.А. МК-Пресс. 256с. 2013г.	120.00
Справочник электрика для профи и не только... Борзов. Энциклопедия XXI века. НТ. 2013г. 576с.	195.00
Современная электроника. Книга + видеокурс. Михайлов. НТ. 2013г. 256с.	185.00
Сборник лучших публикаций журнала "Электрик". Инженерные решения с CD в журналы.	65.00
Справочник по ремонту электрооборудования. Книга+CD. Парталя О.Н., 2010г. 416с.+CD	130.00
Теория и практика проведения электротехнических расчетов в среде MATLAB и MULTISIM. 400с.+DVD.НТ.2012г.	195.00
Справочник датного электрика. Бессонов В.В. НТ. 2010г. 384с.	85.00
Краткий справочник домашнего электрика. Шахов. НТ. 2015г. 288с.	145.00
Справочник даного мастера: вода, газ, электричество, отопление, охрана и не только. НТ. 352с.	98.00
Бытовые и автомобильные кондиционеры. Монтаж, установка, эксплуатация. Брошура	25.00
Квартирный вопрос. Домашняя электроника, шлюпки, освещение, сварка и не только.2009г. 320с.	65.00
Металлоискатели. Конструкции. Мастерская радиодобителя. Брошура	25.00
СМ-сигнализация из старой мойки. (Простые конструкции без программиров). Брошура	25.00
Экранная защита электродвигателя в силовой цепи. Способы подключения. Брошура	25.00
Изготовление бензинового котла из водопроводного газа. Конструкция, описание устройства. Брошура	25.00
Высокочастотный сварочный аппарат. Мастерская радиодобителя. Брошура +схемы, конструкции	25.00
Домашний практик. Сварочный полуавтомат. Брошура +схемы, конструкции, 2010г.	25.00
Монтаж и эксплуатация электропроводки. Справочное пособие. Брошура - практик. руководство 2010г.	25.00
Охранение и пожарные системы сигнализации. Брошура - схемы, конструкции, 2010г.	25.00
Электрошокеры. Брошура -схемы, конструкции. 2011г.	29.00
Самодельный микроплазменный сварочный аппарат. Брошура - схемы, конструкции, 2010г.	29.00
Самодельный электронный сварочный аппарат. Брошура - схемы, конструкции, 2010г.	29.00
Самодельный электростатический воздушный компрессор. Брошура - схемы, конструкции, 2010г.	25.00
Самодельные установки для промывки инжекторов систем. Брошура - схемы, конструкции, 2010г.	25.00
Самодельная установка для изготовления пенобетона. Брошура -схемы, конструкции, 2010г.	25.00
Самодельная установка системы безинерционного отопления. Брошура, конструкция, 2010г.	29.00
Самодельная печь на жидком топливе. Брошура, конструкция, 2010г.	25.00
Печи для бани. В помощь домашнему мастеру. Конструкции, проекты. Брошура	25.00
Системы совместного отопления. Теплогенераторы, газовые колонки, печи-камняки. Брошура	25.00
Теплицы, парники. Проекты и технология строительства. Брошура.	25.00
Установка сантехники в загородном доме и квартире. В помощь домашнему мастеру. Брошура.	25.00
Экономное строительство загородного дома. Расчеты, выбор оптимальных вариантов. Брошура.	25.00
Электронный регулятор сварочного тока. Брошура.	25.00
Сварочный аппарат из компьютерного блока питания. Брошура - схема+конструкция, 2010г.	20.00
Сварочный инвертор - это просто. В помощь домашнему мастеру. Брошура-схемы, конструкции, 2008г.	35.00
Краткий справочник сварщика. Коржак-Черняк. НТ. 2010г. 288с.	65.00
Самодельный инвертор для сварки. Брошура-схемы, конструкции, 2008г.	35.00
Самодельный инвертор для сварки. Брошура-схемы, конструкции, 2008г.	35.00
Содержание драгоценных металлов в компонентах радиоэлектронной аппаратуры. Справочник. 2008г.	35.00
Справочник по современным автомобилям с тем 1 и том 2. Коржак-Черняк. 2009г. по 320с.	35.00
Вся электроника Украины 2015. Каталог. К. Радиоаматор, 2014г. 92 с.А4	78.00
Источники питания. Москатов Е. МК. 2014г. 208с.	78.00
Как создать источники питания своими руками. Шахов С.Б. 2013г. 288с.	145.00
Современные источники питания ПК и периферии. Полное руководство. Кучеров Д. НТ.2007г. 346с.+CD	69.00
Справочник по цветовой, кодовой маркировке и взаимозаменяемости элементов + вкл.вклейки.2010г. 320с.	125.00
Зарубежные микросхемы, транзисторы, диоды + SMD от A до Z. Том 1.(A...M), изд 4 доп. 816с.	110.00
Зарубежные микросхемы, транзисторы, диоды + SMD от A до Z. Том 2.(N...Z), изд 4 доп. 816с.	110.00
Зарубежные микросхемы, транзисторы, диоды O...9. Справочник. Изд. 4-е переработанное и доп..664с.	110.00
Транзисторы. Справочник. Том 1,т.2. Турета Е.Ф. НТ. по 538с.	110.00
Транзисторы в SMD исполнении. Справочник. Араваню А.Ф. Т.1, т.2 МК-Пресс. 544с.+640с.	110.00
Микропроцессорное управление телевизорами. Виноградов А.В. НТ. 144с.	40.00
Микросхемы для CD-проигрывателей. Сервисотемы. Справочник. НТ. 268г.	49.00
1000 современных микросхем. ИТН вкл.аналит. Справочник. Турета Е. Ф. НТ. 560с.	25.00
Измерение, управление и регулирование с помощью AVR микроконтроллера. В. Траплет. 2006г. 208с.+CD	79.00
Измерение, управление и регулирование с помощью PIC микроконтроллера. Д. Коцк. МК. 2006г. 302с.+CD	79.00
Измерение, управление и регулирование с помощью микропроцессора VBA в Word и Excel. Л. Берндт. 2008г. 256с.+CD	89.00
Микроконтроллеры PIC и встраиваемые системы. Пошаговое руководство с CD. Л. Берндт. 2008г. 320с.+CD	175.00
Микроконтроллеры ARM7. Семейство LPC2000 компании Philips. Т. Мартин. М.Додека. 240с.+CD	60.00
Микроконтроллеры фирмы PHILIPS семейства AVR. Фрунзе А.В., М.Скидмен. 336с.А4	65.00
Разработка устройств на микроконтроллере AVR: шаг за шагом до профи. Книга+видеокурс.2014г.	245.00
Программирование микроконтроллера для начинающих. Бизуальный проект. язык C, ассемблер + CD. МК. 2010г.	75.00
Программирование микроконтроллеров ATME1 на языке C (+CD). Проклонко. НТ. 2015г. 320с.+CD	150.00
Программирование микроконтроллеров ATME1 на языке C (+CD). Проклонко. МК. 2012г. 320с.+CD	95.00
Программирование искусственного интеллекта в приложениях. М.Тим Джонс. М.-ДМК. 312с.	95.00
Проектирование интеллектуальных датчиков с помощью Microsoft dsPIC. К. Хадистон. МК. 2008г. 320с.+CD	78.00
Ремонт. Современные коммутационные аппараты. Секреты эксплуатации и ремонта. Вып. 98. 296с.А4	99.00
Ремонт. Современные коммутационные аппараты. Секреты эксплуатации и ремонта. Вып. 99. 296с.А4	99.00
1001 секрет телемастера. Энциклопедия секретов ремонта телевизоров (A...Z). Рязанов М.Г. 2007г. 288с.	65.00
1001 секрет телемастера. Энциклопедия секретов ремонта телевизоров (A...Z). Рязанов М.Г. 2007г. 288с.	65.00
1001 секрет телемастера. Энциклопедия секретов ремонта телевизоров. Новые мод. Разанов М.Г. 2007г.	65.00
ГПС - помощник телемастера для ремонта и настройки ТВ. Справочное пособие. Гапчук Л.С. 180с.	85.00
Зарубежные резидентные радиодобители.(СОН, SANYO, BELL, HITACHI, FUNAI и пр.).176с.А4+ч	110.00
Настольная книга разработчика роботов + CD. Бишев О.М. НТ. 2010г. 400с.	25.00
Металлоискатели своими руками. Как искать что бы найти монеты, украшения, клады. Коржак-Черняк	78.00
Как собрать металлоискатели своими руками (33конструкции). Дубровский С.П., НТ. 2010г. 256с.	79.00
Шлюпки и антишлюпские шлюпки. Яковлев. НТ. 2015г. 320с.	220.00
Как сделать сварочные аппараты своими руками. Кобелев. НТ. 2011г. 304с.	65.00
Как создать ламповый усилитель своими руками. Торопкин. НТ. 2012г. 304с.	145.00
Как собрать антенны для связи. Телевидение. ВЧ своими руками. Масорин. НТ. 2010г. 320с.	95.00
Антенны. Практическое руководство. Миллер А. НТ. 2012г. 480с.	125.00
Справочник по ремонту и настройке спутникового оборудования. Книга+CD. НТ. 2010г. 240с.+CD	99.00
Энциклопедия спутникового телевидения. Выбор, установка, настройка, работа,схема, ремонт. 416с.+CD	140.00
Схематехника. 500 устройств на аналоговых микросхемах. Шустов. НТ. 2013г. 352с.	175.00
500 схем для радиодобителей. Радиодиагностика и трансиверы. Семьян А.П. НТ. 2-е издание. 2008г. 264с.	75.00
500 схем для радиодобителей. Современные передатчики. (1-8-340 МГц - ДВ.СВ.УКВ.ФМ) Семьян А.А. 2008г. 352с.	75.00
500 схем для радиодобителей. Современная схемотехника в освещении. Эффективные электропитание люминесцентных ламп, светодиодов, элементов "Умного дома". Давиденко А. НТ. 2008г. 320с.+CD	145.00
Настольная книга радиодобителя коротковолнового. Вербицкий А. НТ. 2012г. 400с.	140.00
Искусство схемотехники. Просто о сложном. Гаврилов А. НТ. 2011г. 352с.	120.00
Искусство ламповой схемотехники. Гаврилов А. НТ. 2012г. 304с.	140.00
Акустические системы своими руками. Гапонков. НТ. 2013г. 240с.	98.00
Радиодобой. Лучшие конструкции усилителей и сабвуферов своими руками. Гапонков. НТ. 2012г. 352с.	135.00
Радиодобой. Лучшие конструкции усилителей и сабвуферов своими руками. Сухов Н. НТ. 2012г. 272с.	125.00
Радиодобой. Лучшие конструкции аудиосистем с своими руками. Сухов Н. НТ. 2012г. 288с.+тест-CD	139.00
Радиодобойские конструкции на PIC-микроконтроллерах. 1,1, т.2	105.00
Основы цифровой схемотехники. Бабич. МК. 2007г. 480с.	65.00
Монитор связи стационарного оборудования. Баранов В.Л. 166с.	30.00
Технология измерений первичной сети.(Системы синхронизации, B-ISDN, ATM.) М.-Эко-рендз. 150с.А4	47.00
25 лучших программ для работы с жестким диском. Форматирование, восстановление, поиск данных и пр. НТ	60.00
150 полезных программ для Вас и вашего компьютера. Бурдин А. НТ. 2012г. 256с.	60.00
Англо-русский словарь-справочник для поль. ПК, ноутбуков, планшетных компьютеров. НТ	90.00
Администрирование Windows 7. Практик, руководство и справочник администратора.НТ.2013г. 400с.	95.00
Бесплатные антивирусы + бесплатное использование платных антивирусов. НТ. 2010г. 192с.+CD	59.00
Бесплатная компьютерная сеть Wi-Fi своими руками. Установка, настр., использование. Самоучитель	118.00
Все для работы с жестким диском. Файлы и данные. Полное курс. + DVD. НТ.416с.+DVD	85.00
Плюк, сбои и ошибки компьютера. Решаем проблемы сами. Просто о сложном. НТ. 2013г. 240с.	57.00
Цифровая реставрация фотоизображений. Сканирование, обработка, сохранение. МК.2012г. 416с.+DVD	105.00
Цифровое видео. аудио. Практик. самоучитель от Сампелер Вад. НМ. 2009г. 384с.+DVD	75.00
Железо 2011. Путеводитель по компьютерным устр-вам и комплектующим. Казимов А., 2011г. НТ. 400с.	100.00
Защита компьютера от вирусов (книга + видеокурс на DVD). В.В.Волфушкин. НТ.160с.+DVD	100.00
Золотая сборная операционных систем на вашем ПК. Как установить 25 систем на одном ПК + CD	115.00
ИНТЕРНЕТ.Полное рук-во.Книга +DVD. Антоненко. НТ. 2013г. 560с.+DVD	125.00

Как пользоваться компьютером. Краткий курс с видеоуроками на CD. Самоучитель. Лобанов. 2011г.	89.00
Как восстановить файлы и данные с жесткого диска. Флешки, поврежденные CD/DVD. 2008г. + DVD	98.00
Как скачать из Интернета фильмы, книги, музыку, журналы, компьютерные игры и программы, кулинарные рецепты, фотографии, файлы и все, все, все... Грушва. НТ. 2014г.	138.00
Компьютер. Полное руководство. Книга+игровой DVD (более 50 игр). Антоненко. 560стр.+DVD	119.00
Компьютер для женщин. Самоучитель + DVD. Соколянская. НТ. 2012г. 368с.+DVD	95.00
Комплекты с двух книг коиставлена ПК (906 стр.комуро украинсько), Майхочин. 906с.	120.00
Компьютерные сети и сетевые технологии. Кузьменко А., 2014г., 368 с.	155.00
Лучшие программы для вашего планшета на Android. Ульянов А., 2014г., 320с.	169.00
Мой любимый КОМПЬЮТЕР. Самоучитель для женщин. Трубишкова Н. НТ. 2012г. 368с.	69.00
Мой любимый ноутбук. Самоучитель для женщин. Трубишкова Н. НТ. 2012г. 352с.	95.00
Мой любимый интернет. Самоучитель для женщин. НТ. 2013г. 288с.	100.00
Ноутбук для ваших родителей с Windows 8, Вяземский А. НТ. 2014г. 336с.	119.00
Планшет. Самоучитель работы на планшетном компьютере с ANDROID. Торельсон А. НТ. 2013г. 336с.	115.00
Планшетник на ANDROID. Миникурс. Аркачев А., НТ. 2014г. 240с.	109.00
Планшетный компьютер для ваших родителей. НТ. 2012. 336с.	115.00
Пользовательский компьютер для ваших родителей. НТ. 2012. 336с.	85.00
Пользовательский интернет для ваших родителей. НТ. 2012. 272с.	75.00
Регистр Windows 7. Книга ваших родителей. Самоучитель. НТ. 2011г. 224с.	85.00
Самоучитель. Планшет: работа на планшетном компьютере с ANDROID. Торельсон. НТ. 2014г. 352с.	145.00
Самоучитель работы на ноутбуке с Windows 7, 4-е изд.НТ.Юдин.2012г. 612с.	145.00
Самоучитель С+. Начало программирования. 2-е изд. НТ. 2013г. 496с.	152.00
Самоучитель Windows 7. Установка, настройка, использование. Тихомиров. НТ. 2010. 304с.	80.00
Самоучитель работы на ноутбуке с Windows 8. Юдин А. НТ. 2014г. 512 стр.	139.00
Тайны BIOS. Жуквич В. МК. 336с.	50.00
Толстый самоучитель работы в Интернете. Все самое интересное, полезное и нужное... НТ. 2013г. 560с.	115.00
Толстый самоучитель работы на компьютере, 6-е изд. Антоненко. НТ. 2012г. 560с.	110.00
Тонкая настройка и секреты Windows 7. Практическое руководство. Лукьянович. НТ. 2013г. 320с.	89.00
Фотошопчик. Photoshop на практике. Создание фотомонтажа и обработка фотографий.2015г. НТ.240с.	135.00
Хакниг Windows 8. Практическое руководство. Книга + CD + виртуальный CD. Альтер. НТ. 2014г. 304с.	195.00
Bios.Настройка.Описание. рекомендации по выбору значимых разгон ПК.решение проблем.5-е изд. 2013г.	85.00
Екран 2010. Пошаговый самоучитель + справочник пользователя. Сергоровский. НТ. 2014г. 400с.	125.00
Екран 2013. Пошаговый самоучитель + справочник пользователя. Сергоровский. НТ. 2014г. 400с.	145.00
Windows 8. Все об использовании и настройках. Самоучитель. Матвеев. 2013г. НТ. 656с.	149.00
Windows 8. Эффективный самоучитель. Настройка, использование, полезные приемы. 2013г. 304с.	89.00
Windows 8. Полное руководство Книга + DVD (9 Гб) с обновлениями Windows 8, видеоуроками...2013г.	169.00
Windows 8.1. Все об использовании и настройках. Самоучитель. Матвеев. НТ. 2015г. 656с.	235.00
Windows 8.1. Полное руководство. Самоучитель. Матвеев. НТ. 2015г. 656с.	275.00
Установка, переустановка, восстановление, настройка Windows 8. Экспресс-курс.2013г. 224с.	65.00
Windows Vista. Установка, настройка, использование. Просто о сложном. Кузнецов Н.А. НТ. 234с.	35.00
Nero 9. Запись CD и DVD. Создание видеоDVD с красивым меню, фото-видео слайдшув. КАРАОКЕ. 256с. + DVD	68.00
ADOBE Photoshop CS5. Официальная русская версия. Учебный курс + вкл.вклейки. НТ. 448с. 2012г.	149.00
ADOBE Photoshop CS5. Официальная русская версия. Книга + учебный видеокурс на DVD. НТ. 448с.+диск. 2012г.	179.00
Autodesk 2016. Книга DVD + библиотеки, шрифты на CD + виртуальный DVD от Autodesk, видеоролики	395.00
AutoCAD 2016 официальная русская версия. Эффективный самоучитель. 2016г., 624с.	365.00
Скре. Бесплатные телефонные звонки и видеозвоны через Интернет. НТ. 112с. 2011г.	42.00
SEO-копирайтинг. Практическое руководство по созданию "правильных" текстов. НТ. 2013г. 304с.	165.00
Компьютерное делопроизводство и работа с офисной техникой. Учебный курс. Колосов Н.В., 300с.	35.00
Компьютер. Полное руководство. Книга+игровой DVD. Антоненко. НТ. 2011г. 560с.	125.00
Новичок. Excel 2010 работа с электронными таблицами и вычислениями. 2010г. НТ. 192с.	40.00
Новичок. Word 2010: создание и редактирование текстовых документов, 2010г. НТ. 192с.	40.00
Новичок. Работа в WINDOWS 7. Ехиновский А., НТ. 2-е изд.- 2011г., 240с.	75.00
Новичок. Перевестан, установка, настр., восстановление. Windows 7. Практик. инструкции по решению проблем.	60.00
Ноутбук с Windows 8.Самый простой самоучитель. Юдин Н. +DVD. 272с.	105.00
Ноутбук с Windows 8.Полное руководство 2015.Книга + DVD. 512с.+DVD с 5-ю видеокурсами	325.00
Ноутбук с Windows 8. Мини-курс. Юдин Н., 2014г., 236 с.	65.00
DVD-R Подборка книг и инструкций по работе и настройкам WINDOWS XP	85.00
DVD-R Подборка книг и инструкций по работе и настройкам WINDOWS 7	85.00
DVD-R РАДИОАМОАТОР за 25 лет "РА"-1999-2017гг."Эп"-2000-2012гг."РК-РП+К"(425 номеров на 1 диске)	85.00
DVD-R РАДИОАМОАТОР за 25 лет "РА"-1999-2017гг."Эп"-2000-2012гг."РК-РП+K"(500 номеров на 1 диске)	85.00
DVD-R Радиодобитель/Архив 1991-2011гг., 250 номеров на 1 диске	65.00
DVD-R Радиодобитель/Архив 1992-2011гг., Все номера на 1 диске	65.00
DVD-R Ремонт электронной техники 2000-2008гг. Все журналы на 1 диске	65.00
DVD-R Схематехника 2000-2007гг., Все журналы на 1 диске	65.00
DVD-R В помощь радиодобителю 1956-1992гг., Все журналы на 1 диске	65.00
DVD-R Радио/Архив 1925-2011гг. Все номера	65.00
DVD-R Моделист-конструктор 1986-2011гг. Весь архив на 1 диске	65.00
DVD-R Юный техник 1956-1989гг. Весь архив на 1 диске	65.00
DVD-R Юный техник для умельцев рук 1972-1990гг. Весь архив на 1 диске	65.00
DVD-R Ремонт и сервис 2009-2009гг.	65.00
DVD-R Радиодобитель 1994-2009гг. Все номера	65.00
DVD-R Фрагмента Электроника+Успехи+Связь+Радио+Аматорские Радио/ Все номера 2007-2013гг.	65.00
DVD-R Антиплагиат 2014 г. К.В.Кликов. С.И.Гуркин и Ю.И.Китин. Боль 500 конструкций.	65.00
DVD-R Большой справочник по транзисторам. Датшатины на 3200 позиции	65.00
DVD-R Отечественные диоды и их зарубежные аналоги.	65.00
DVD-R Полный справочник по транзисторам, диодам, микросхемам на 2012г. (0-9-A-Z,ADC,DAC)	65.00
DVD-R Энергетика, электротехника, автоматика/ Сборник справочников и нормативных документов	65.00
DVD-R Электродвигатели от А до Я	65.00
DVD-R Практическая схемотехника. Более 2500 полезных схем на 1 диске	65.00
DVD-R Радиозамин-любительская схемотехника. Журнал 1986-2009гг.+ подборка книг по схемотехн.	65.00
DVD-R Радиодобильная и схемотехника от А до Я	65.00
DVD-R "Суперборник схем, рекомендаций и теплотератур для радиодобителя"	65.00
DVD-R "Схематехника устройств и способы борьбы с ними". Около 200 схем, конструкции,инструкции	65.00
DVD-R "Ремонт измерительной техники от А до Я". Схемы + инструкции	65.00
DVD-R Рыбалка, устройство для рыбалки, электротехника/ Схемы, инструкции	65.00
DVD-R УИИИ, операционные усилители, аудиотехника/ Схемы, инструкции, теория	65.00
DVD-R Сварка и сварочные аппараты. Теория и конструкция.	65.00
DVD-R Сварка. Теория и конструкция.	65.00
DVD-R Сборные схемы телефонов BenQ, Siemens, Panasonic, Nokia 1990-2010 г.в. (280 схем)	65.00
DVD-R Видеокарты SONY, PANASONIC, Sharp) схемы и сервис мануалы	65.00
DVD-R Мониторы LG, SAMSUNG) схемы и сервис мануалы	65.00
DVD-R Мониторы ACER, PHILIPS, PANASONIC, NEC) схемы и сервис мануалы	65.00
DVD-R Мастерская радиодобителя. Ремонт и обслуживание отечественных и зарубежных ТВ	65.00
DVD-R Телевизоры SAMSUNG) Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	65.00
DVD-R Телевизоры LG, SHARP) Схемотехника, модели 1985-2009 г.г.	65.00
DVD-R Телевизоры AMSTRAD, ITT-Nokia, Roadstar) Схемотехника, модели 1990-2011 г.г.	65.00
DVD-R Телевизоры VESTEL, ERISON) Схемотехника, модели 1985-2010 г.г.	65.00
DVD-R LCD телевизоры Samsung, Panasonic, Sharp) Схемотехника моделей 2002-2010г.г.	65.00
DVD-R Телевизоры JVC, Akira) Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	65.00
DVD-R Телевизоры SONY+ аудиотехника. Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	65.00
DVD-R Телевизоры, блоки питания, прошеки, пульты управления на все ТВ - модели 1985-2011 г.г.	65.00
DVD-R Телевизоры PANASONIC, SANC) Схемотехника, модели 1985-2009 г.г.	65.00
DVD-R Телевизоры GRUNDIG) Схемотехника, более 200 моделей	65.00
DVD-R Телевизоры BEKO, REKORD, ROADSTAR) Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	65.00
DVD-R Телевизоры DAEWOO, Rubin, Rolsen, Vestel) Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	65.00
DVD-R Телевизоры RAINFORD, BEKO) Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	65.00
DVD-R Телевизоры SHARP, ERISON) Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	65.00
DVD-R Телевизоры AKAI, AWA, Hitachi, Funai) Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	65.00
DVD-R Телевизоры Горизонт, Витязь, Рубин, Рекорд) Схемотехника, около 300 моделей	65.00
DVD-R Схемы отечественных цветных и ч/б телевизоров 1970-1996 г.г. более 200 моделей	65.00
DVD-R Цифровые фотоаппараты CASIO, NIKON, CANON, Olympus и др. схемы и сервис	65.00
DVD-R Ремонт стиральных машин/ Теория, практика, схемотехника.	65.00
DVD-R Ремонт микроволновых печей LG, Samsung, Daewoo и др. Схемотехника, модели 1990-2010 г.г.	65.00
DVD-R Кондиционеры и холодильники/ Теория, практика, схемотехника.	65.00
DVD-R Ремонт, ксероксы, факсы Samsung, HP, Canon, Lexmark) схемы и сервис мануалы, (1994-2011гг.)	65.00
DVD-R Ноутбуки. Инструкции по ремонту, схемы и сервисная документация.	65.00
Журналы (схемы)	105.00
"Радиодобой"-	