

Предистория вопроса.

Год назад случай свёл с итальянским сварочником MOS-168. Он успешно отработал на 2-х монтажах в сельских условиях, которые были довольно экстремальными, если учесть сеть в коровнике, да ещё подцепить на один 70 метровый хвост инвертор с болгаркой. Довольно стойко инвертор перенёс эти издевательства, но все же успешно бахнул в январе на аварийном выезде. И вот после его вскрытия, кстати также тщательно задокументированного, руки зачесались не в нужном месте. Совету бывалых не внял, не найдя оригинальных G30N60A4. Поставил 50B60PD1, переделал драйвера, т.к. на родных повыгорали дороги (плюс макаронникам, что их сделали модульными), восстановил ТТ (обрыв вывода- как всегда, согласно закону бутерброда, нижнего). И на этом всё. Ну, в общем статья В.Володина в апрельском «Радио» за этот год, дай Бог ему здоровья, разбудила нездоровый интерес к силовой электронике. Уж больно приبلуды Кольтовские заинтриговали.

В схеме БУ ничего не менял, разве что после второго БАХа уменьшил К заполнения с 0,47- 0,48 до 0,44 при 40 кгц. Источник сразу решил делать на ТОРе- обычный флибек с оптронной развязкой. Заряд конденсаторов сетевого фильтра через термистор, и запитал реле от третьей обмотки силового. От неё же засвечен зелёный светодиод, красный- по схеме. А базу VT2 привязал 10к к +5в, и через два биметалла последовательно на 70 градусов на ноль. Плату рисовал из расчёта конкретного корпуса и радиаторов (с БП какой- то ЕЭСки). Всё до выводов первички на 1-ой плате; силовой транс, выходные диоды, дроссель - на 2-ой. Радиаторы навстречу друг другу, и всё это дуется одной 120-кой.



Б/П E28x22x10 (АТХ Б/П кодеген- самый дохлый)
1- 100w
2- 20w (14v)
3- 15w (service)
Зазор- от листа А4 80. Мотал: 0.5-1, 2, 3, 0.5-1

ТГР Ш7x7 2500 НМ
1- 40w
2- 45w
3- 45w все диаметром 0,37 мм

ТТ К20x12x6 2500 НМ
200w проводом диаметром 0,37 мм

Сила E70 N87 с каркасом
1- 16w, 25x0.6 мм, кипировал фторопластовой лентой 0.004 мм, не свивал в косу.
2- 5w, медь- полоса (из принципа- проверить макаронную технологию), 38x0.5 мм, изолировал с двух сторон строительным бумажным скотчем.
3- 1w, монтажный провод 0,35 в виниле.
Зазор от листа А4 (80-ка). Мотал: 8 витков первички в один слой + 4 слоя скотча, вторичка с бумагой А4 80 + 4 слоя скотча, 8 витков первички, скотч, 1 виток сервисной, и с обеих сторон стянуто клипсами. И всё это пролито шестью тюбиками суперклея. Хотя, думаю СССРовскому фторопласту это до лампочки.

Витки считал по этой формуле.

$$N = 10000 * U * 0,5 / 2 * f * dB * Ae$$

где

10000 - коэффициент, чтоб сечение можно было подставить в см²;

U - напряжение питания инвертора;

0,5 - максимальное заполнение;

dB - для прямохода это разница между выбранной максимальной индукцией и остаточной индукцией

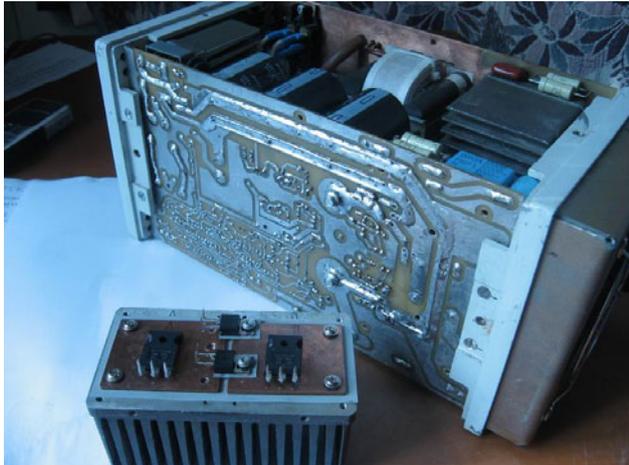


A_e - сечение сердечника в см²;

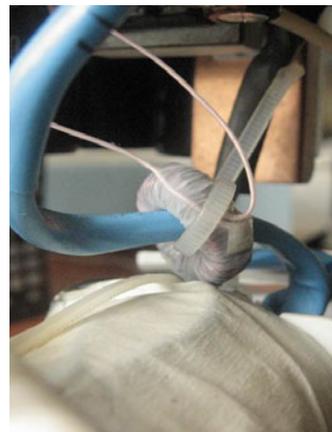
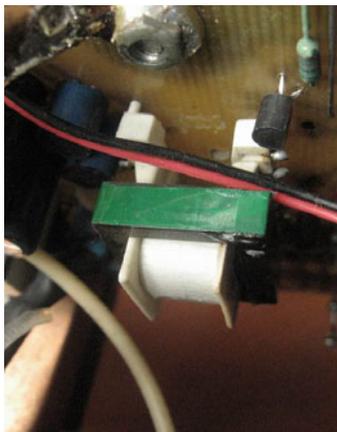
f - частота в Гц.

И ещё, двойка в знаменателе, я так считаю, прокатит только для хорошего феррита, но не от строчников.

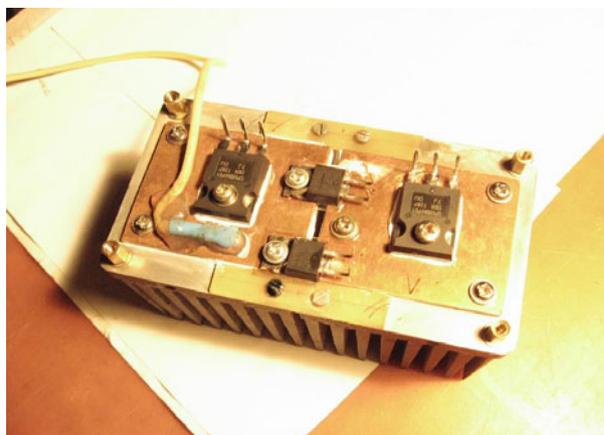
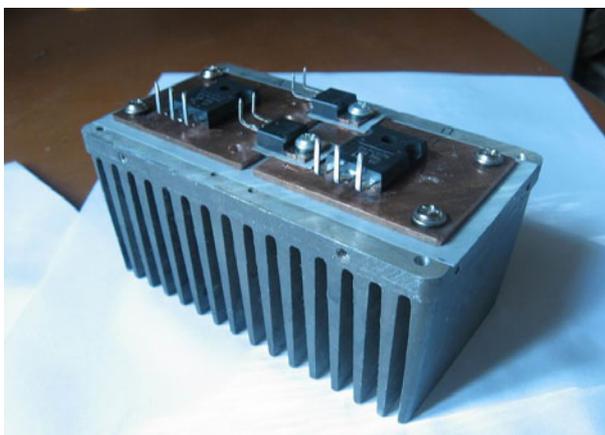
Дроссель: 11w лента 27x0.5 мм медь, изолирована скотчем, на двух комплектах ТВС-90ЛЦ5, собранных Н.



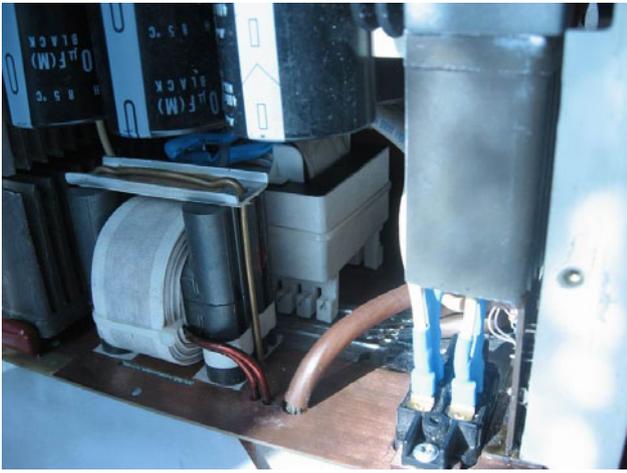
Изначально радиатор ключей был цельным, медь на номаконе, результат - к бабке можно не ходить. Тряпки выброшены, силумин распилен, диоды через слюду. Так же поначалу ТГР и ТТ были намотаны на наборах из 2-х К20x12x6. Что дало отрицательный результат. По фронтам на ТГР я на С1-73 особой разницы не уловил, хотя и перемотал на шашку с зазором, а на ТТ картина была не очень красивая, да и медленный он, наверное, получился. После перемотки на одно кольцо всё устаканилось. Дроссель изначально мотался лентой, после второго БАХа и его размотки обнаружилось перетиранье первого витка. Заизолировал перемотал с прокладыванием листа 80-ки, но и в последствии после ряда экспериментов перемотал 15 витков 32x0,5 мм кипированную фторопластом, получилось 50мкг.



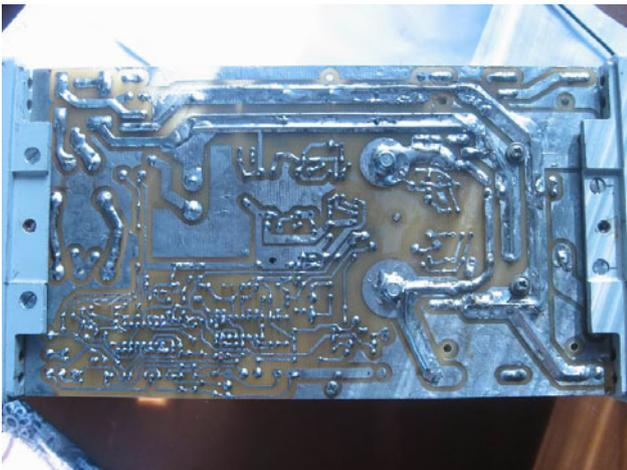
Первый вариант ТТ и ТГР, и его развитие.



То же самое по радиатору ключей.



И по дросселю.



Вид обеих плат.

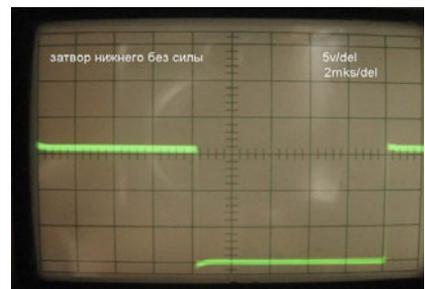
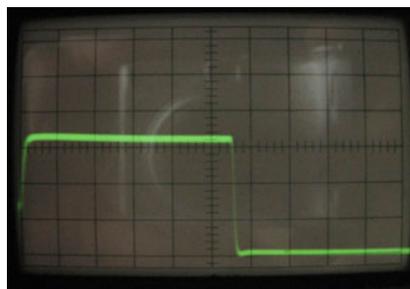
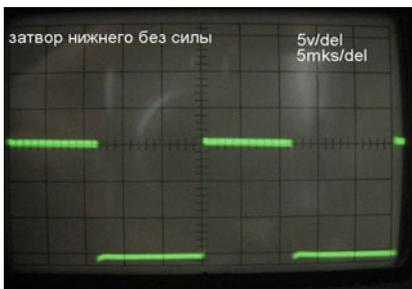


Первая: Сетевой фильтр, выпрямитель, 4 шт 470мкф/400в, БУ, Источник, Драйверы, ключи, снаберы. Болтами М4 притянуты концы первички.

Вторая: Из соображений экономии вторая плата резалась, рисунок примитивный: силовой, выходные диоды, дроссель, сетевой выключатель, внутри (на фото плохо видно) маленькая платка с датчиком тока и двумя светодиодами. После настройки БУ и проверки лампочками, силовка на сетевой части усилена лужёнкой 1.5 мм. Вторая плата двухсторонняя, снаружи через дроссель « - », внутри плюсовая с катодов диодов усилена также 1.5 мм в 6 проводов. Силовой запаян на своих штатных выводах.

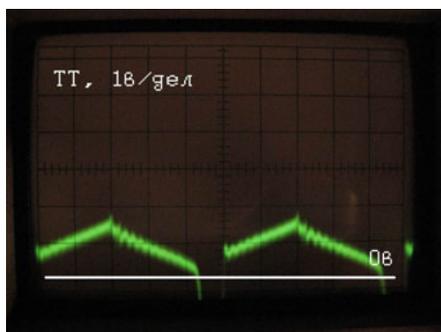
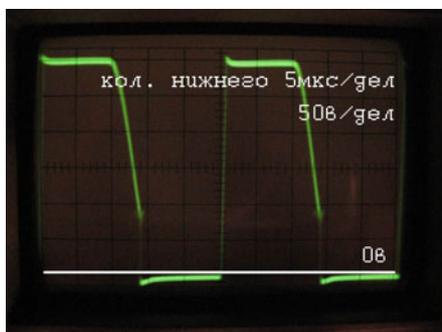
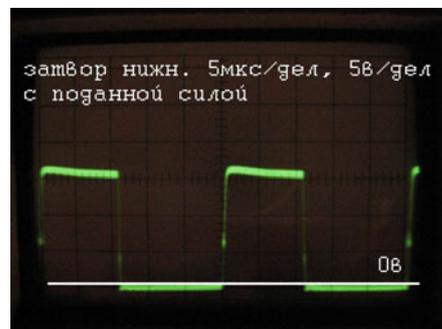
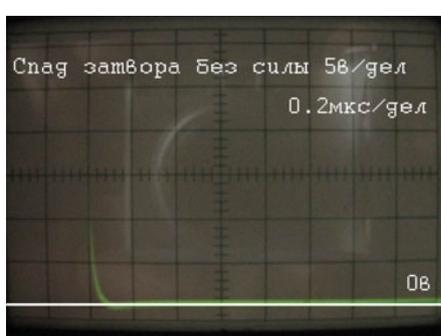
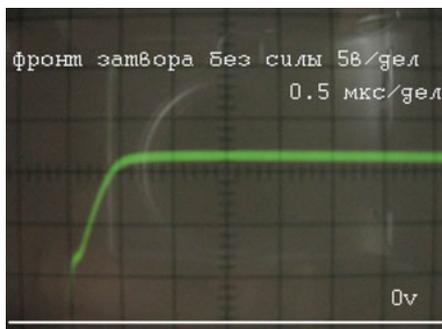
Методика

Запаял флибек, БУ с ТГР и драйверами, сетевой фильтр, мост и одну Фильтрующую ёмкость (самую крайнюю, чтобы не мешала). Включал сразу, т.к. есть опыт по ТОРаМ, нагрузил на 1.5А, погонял, пощупал. При нормальном терморежиме (чуть тёплая с медной пластиной 4.5-5 см2, с какой-то нокии), пробуем через латр понижать входную напрягу. В моём варианте при 85-90в входных 16в, 1А одавал в нагрузку. Латр оставляем подключенным, выставляем входных 220в переменки, переходим к задающему. Кстати при запайке штатных кольтовых номиналов 9к76, 82 ом, 1000 пф- частота получилась 55 кгц. Это надо было чтобы посмотреть Кзап на ХХ, он оказался 0.44. Т.к. частота по которой считался силовой взята 40 кгц, увеличилась ёмкость конд. С8=2000 пф. При этом Кзап оказался 0.47-0.48. Его я и оставил на первые два забега, и зря как потом оказалось. Цепляем по 10 нф на каждый стабилитрон на выходе драйверов (без ключей, конечно), гоняем и снимаем осциллы, следим за нагревом диодов и стабилитронов в драйверах. При отключенном кулере. Цепляем RCR цепочку как по Бармалею с 11 вывода 3525 на эмиттер VT1, меняем длительность выходного импульса, следим за формой. В этой схеме длительность будет зависеть от положения датчика тока.



С конденсаторами 10 нф, а вторая с запаянными ключами РС50W, без подачи силы, третья с кольцовскими номиналами на 55 кгц.

Если что не так, ищем хомуты и ляпы, если нормально - выключаемся и запаиваем ключи с диодами на своё место. Режем силовую шину (любую + или -) поближе к ключам, не забыв запаять блокоровочные 0.68м/400в (у меня их две) и запаиваем в разрыв лампу 60вт/220в. Я включал без латра, автомат на всяк пожарный на сетевом, щуп 1:10 на коллекторе нижнего ключа, на осциллографе 50в/дел. Осциллограф должен быть проверен на предмет работы в сети!!! Включаем, если лампа сразу запылала, выключаем и ищем хомуты, если слегка подкалена (в моём случае- малиновая) смотрим осциллограммы на коллекторе нижнего, на верхнем размагничивающем диоде, на ТТ и на затворах.

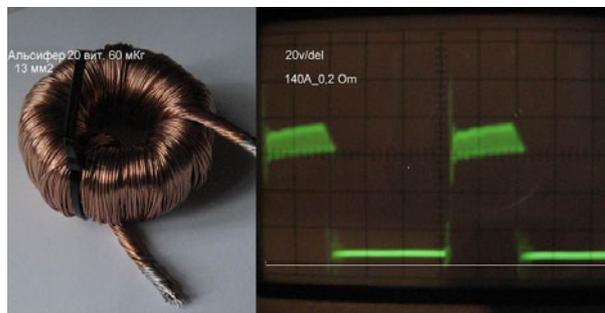
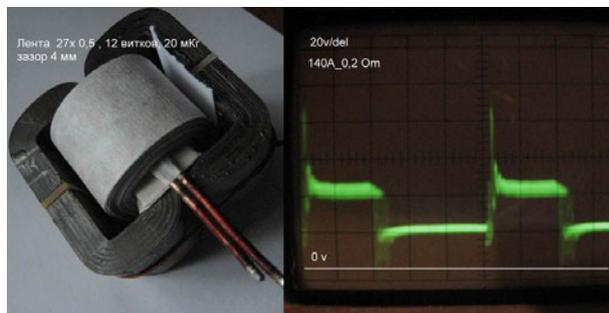


Приведенные осциллограммы снимались с готового источника с изменёнными драйверами, с $K_{зап}=0.44$ и перемотанными ТТ и ТГР по второму варианту. В драйверах добавлены $R=120 \text{ ом}$ параллельно первому диоду и применён стабилитрон на 16 вольт. Для получения $K_{зап}=0.44$ поменял $R_{23}=8k46$, $R_{21}=200 \text{ ом}$. ТТ намотан на К20х12х6 2500НМ 200 витков 0,37. ТГР Ш7х7 2500НМ: 1-40 витков 0,37; 2 и 3-по 45 витков 0,37. Питание источника 16 вольт, питание БУ и кулера развязано дросселями. Если осциллы соответствуют приведенным можно двигаться дальше. Не помешало б провериться по кальку Лысова, если даже вы уж очень уверены в правильности расчёта кол-ва витков силового. Это не сложно, надо всего поднять один вывод первички силового, и в разрыв впаять (временно, конечно)резистор, типа 1-1.5 ома. Подключить осциллограф и посмотреть форму тока в первичке. К сожалению своей осциллы не сохранилось. Проверить фазировку 2 и 3 обмотки силового (1 виток), она прямая как и выходная. На ХХ на ней – 20вольт. Монтируем радиатор с выходными диодами и снаберными цепочками, дроссель.



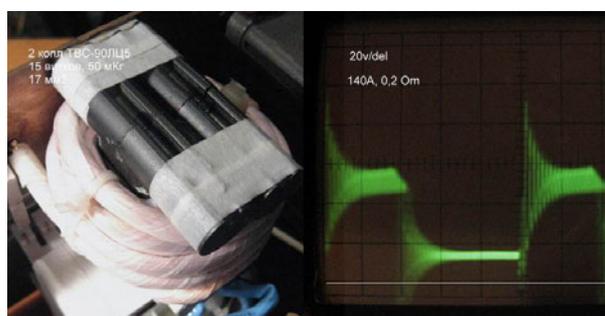
Может у меня не получился хороший контакт терморезистора с медью, или эти резисторы барахлю, не для этих целей (10к с АТХ блоков), но я не смог добиться чёткой отработки по температуре: 61, 63, 67... . Дальше я судьбу не стал испытывать, поставил биметалл. Один на ключи, второй на диоды.

Проверял так. Отключал и сдвигал в сторону кулер. Сначала цеплял термопару на медь ключей, силу через лампу, следить чтоб термопара не обдувалась. Грел станцией, по ключам получилось 71, по диодам на 1.5 градуса выше температура срабатывания. У датчиков обратная сторона от надписи притёрта и через пасту довольно хорошо контактирует с поверхностью. Далее надо проверить Отключение PWM контролера по максимальному току. Для этого от внешнего источника 12 вольт (например БП АТХ) через 1 ком резистор подать + на общую точку VD4 и VD5, при 0.8-1.0 вольт на 10 выводе 3525, выход контролера должен блокироваться. Вместо пер.резистора R15 на основной плате «Макс. Ток» запаял постоянный 47 ом.

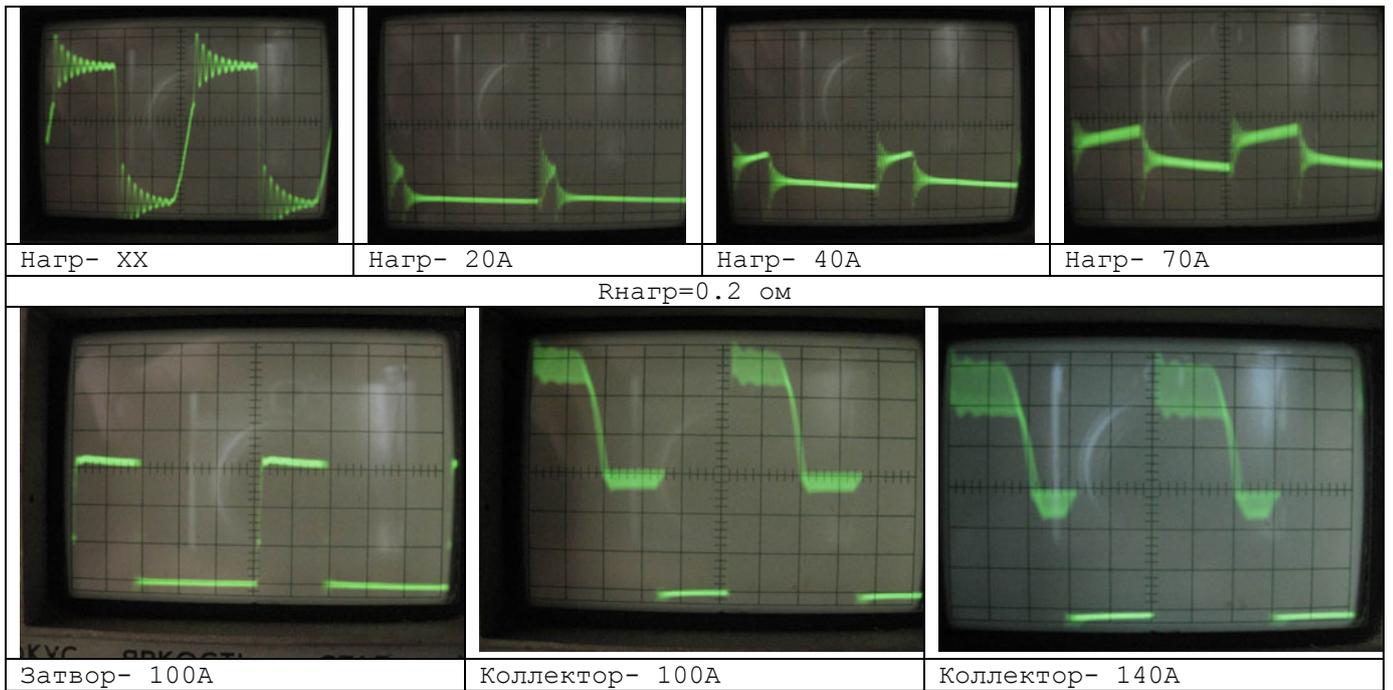


Дроссель мотал на двух комплектах ТВС-90ЛЦ5. Меди хватило на 11 витков, что при 15 мкг сразу насторожило. А после второго БАХа принял решение проделать одну иссл. работу. Вот что получилось.

По массагабаритным показателям решил использовать феррит. Общий вес с сетевым кабелем- 2м, 2x4 мм2 получился 4.7 кг. Сварные провода сделал 3 м, 16 мм2. ПН не мерял и на балласте не гонял, признаюсь, не было возможности. В гаражных условиях варили, резали 3 и 4-ой хоть и на удлинителе 20м 2,5мм2 но с хорошей сетью. Не понятно как это получилось с 4-ой и с $K_{зап} = 0,44$ но сей факт имеет место быть. В дальнейшем хотелось бы попробовать поиграть с коэф. заполнения на XX и в режиме близком к максимальному, место на плате для этого оставлено.



G50B60PD1, 40 КГц, $K_{зап}=0,44$, Др. Феррит 15 витков-50 мкг, $R_{нагр}=0.5$ ом			
TT- XX	TT- 20A	TT- 40A	TT-70A
Затвор- XX	Затвор- 20A	Затвор- 40A	Затвор- 70A
Коллектор- xx	Коллектор- 20A	Коллектор- 40A	Коллектор- 70A



Больше проводка в квартире не позволила, начали выбивать автоматы.

Может кому эта мазня поможет, буду рад. Спасибо всем кто дочитал это творение до конца. Критика приветствуется, на возникшие вопросы постараюсь ответить. Аминь.

16.10.07. Голубев. Харьков. giv56@ya.ru

