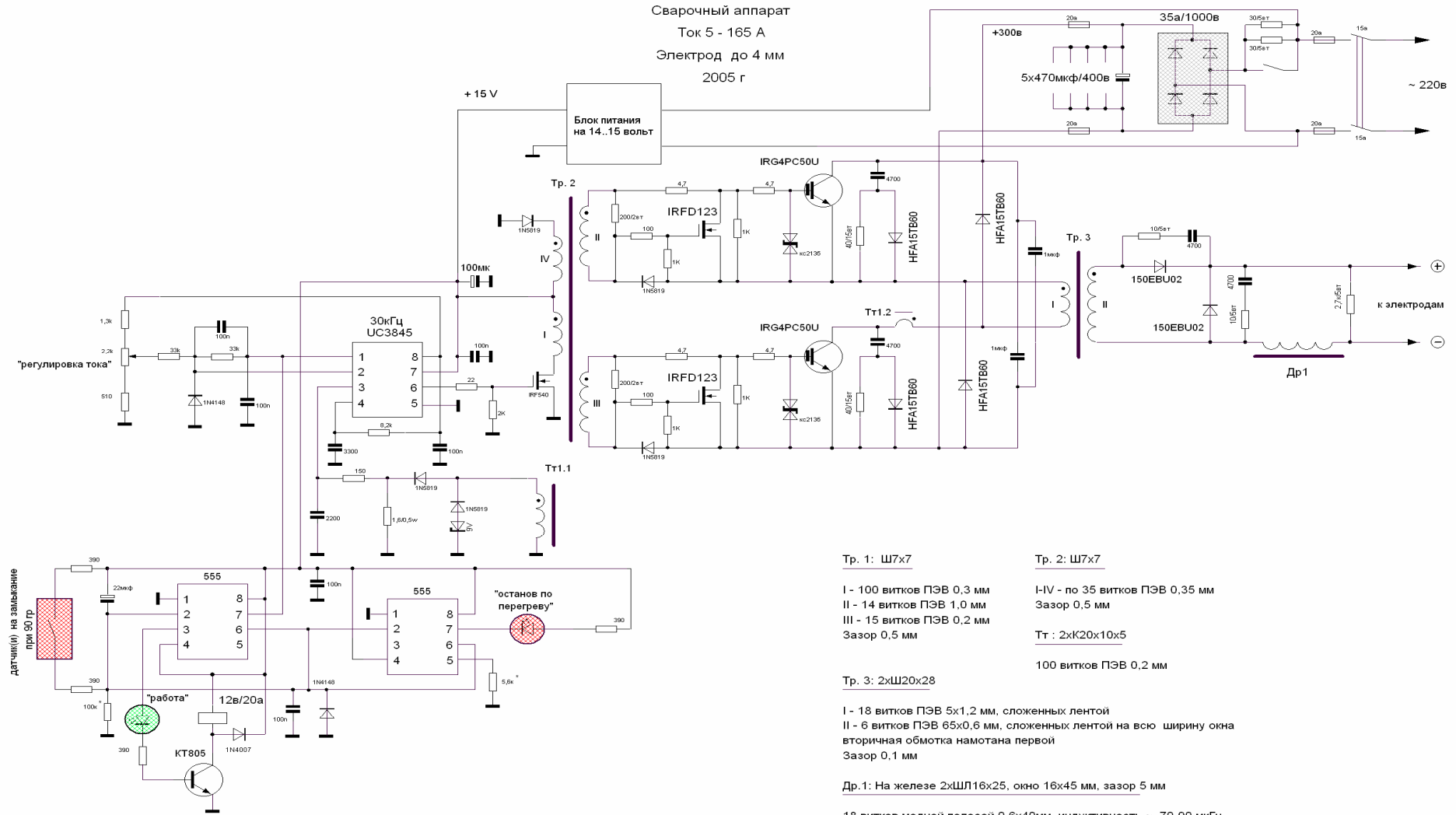


# Делаем инвертер Варталеу'я

Сварочный аппарат  
Ток 5 - 165 А  
Электрод до 4 мм  
2005 г



Тр. 1: Ш7х7

I - 100 витков ПЭВ 0,3 мм  
II - 14 витков ПЭВ 1,0 мм  
III - 15 витков ПЭВ 0,2 мм  
Зазор 0,5 мм

Тр. 3: 2хШ20х28

I - 18 витков ПЭВ 5х1,2 мм, сложенных лентой  
II - 6 витков ПЭВ 65х0,6 мм, сложенных лентой на всю ширину окна  
вторичная обмотка намотана первой  
Зазор 0,1 мм

Др.1: На железе 2хШЛ16х25, окно 16х45 мм, зазор 5 мм

18 витков медной полосой 0,6х40мм, индуктивность ~ 70-90 мкГн

Тр. 2: Ш7х7

I-IV - по 35 витков ПЭВ 0,35 мм  
Зазор 0,5 мм

Тт: 2хК20х10х5

100 витков ПЭВ 0,2 мм

Решил давеча собрать сварочный... и в поисках схемы для повторения наткнулся на форум <http://www.electrik.org> «Делаем инвертер **Barmaley'я**». Честно говоря, к 78 странице уже притомился читать (да и на диал-апе ещё сижу). Видно сразу, что многие не утруждают себя просмотром с 1-й страницы, поэтому вопросы задаются одни и те же, да и не нужного порядком. Но, благодаря людям, постоянно живущим в этой ветке, форум получился очень живой и познавательный.

Для себя я повыдергивал из этого форума, да и с других сайтов, некоторые моменты и попробовал их разложить по порядку. Получилось что получилось. Может быть кому будет интересно, а кому может и пригодится, а может кому послужит толчком для создания более детального описания (*хотя бы на основе данного документа*).

Хотелось бы дописать что-то типа «**Возможные неисправности и методы их устранения**», но информации пока недостаточно.

### **Научился на своих ошибках – научи другого!** (их не делать).

Давайте вместе собирать все до кучи (что касается данного инвертора). Присоединяйтесь! Организуем на форуме ежемесячное издание «Делаем инвертер **Barmaley'я**»!, типа того...

Очень похоже на то, что интерес к народному сварочному не угаснет до-о-о-о-лго, по крайней мере до тех пор, пока не появится на смену **Barmaley'ю** какой-нибудь **Kolobok, Ded moroz**, который безвозмездно, т.е. даром, подарит народу более совершенную, более мощную, более компактную, более простую, более народную... схему.

Если кто хочет поделиться своими обобщениями, информацией, замечаниями – можно мне: [kiri-vad@yandex.ru](mailto:kiri-vad@yandex.ru) или на форуме оставьте ссылку, или Nexor'у (администратору форума о сварке) скиньте свои соображения.

Чем черт не шутит, может кто напишет что-нибудь толковое, или хотя бы хорошее?

**P.S.** Начинаю сам собирать потихоньку. Свободное время появляется поздно ночью и то не всегда. Авторов нижеприведенных выдержек не указываю (уж извините), получится пьеса в лицах. Да и делал эту подборку на скорую руку. Там, где написано «Я сделал...», «Я намотал...», «Я советую...» и т.п. это не Я, а люди уже прошедшие через это...

26.01.2007г.

Вадим.

## Саму суть инвертера я понимаю так:

Питание от однофазной сети 220 Вольт (переменка) выпрямляется, сглаживается конденсаторами и подаётся на транзисторные ключи, которые из постоянного напряжения делают высокочастотное переменное, подаваемое на ферритовый трансформатор. Именно благодаря высокой частоте мы имеем уменьшение габаритов силового трансформатора и как следствие вынуждены применять не железо, а феррит. Дальше всё как в обычном сварочнике – понижающий трансформатор, за ним выпрямитель и дроссель.

Помимо основных силовых элементов, в схеме присутствуют различные резисторы, конденсаторы, диоды – отнесём это к особенностям схемы, которые присутствуют в схеме, чтобы не погорели силовые элементы.

### Сам инвертер можно разбить на несколько узлов:

- 1) Входной выпрямитель с конденсаторами.
- 2) Блок питания +12 вольт (лучше с небольшим запасом, например как и показано в схеме Бармалея +14 вольт) - для питания блока управления инвертера.
- 3) Блок управления (микросхема Uс3845 и её обвязка + трансформатор тока).
- 4) Силовые транзисторы с драйверами и снабберами (транзисторы на мощном радиаторе, т.к. транзисторы сильно греются).
- 5) Силовой, понижающий трансформатор 1:3.
- 6) Выходные, силовые диоды со снабберами (на мощном радиаторе. Выпрямитель греется ещё больше, чем транзисторы, причём нижний (обводной) диод греется сильнее верхнего (прямого).
- 7) Выходной дроссель.
- 8) Необходимы (ОБЯЗАТЕЛЬНЫ !!! ) так же два пакетника на ток 25А, один на вход выпрямителя ,второй в основном для настройки , что бы при случае остановить КЗ , иначе дуга (заряд от накопительных конденсаторов ) выжжет всю плату в силовом блоке ключей. По началу у меня пакетников не было и при пробое транзисторов с них срывало " крышу " (а могло например и глаз повредить , пришлось купить строительные очки ) . Теперь все проще - сухой щелчек , значит пора ехать в магазин за новой партией транзисторов

Собранные воедино все эти узлы и дадут в конечном итоге сварочный инвертер.

Любителям теории очень полезно будет почитать статьи Александра Гончарова “Начальная школа построения импульсных DC/DC преобразователей” – 5 частей. Эти статьи своего рода Библия импульсной схемотехники. В них доступным языком описаны процессы, происходящие в инвертерах во время их работы.

<a href="http://www.nexor.1kv.ru/svarka/literat/goncharov/ec_2002_06_25.pdf">http://www.nexor.1kv.ru/svarka/literat/goncharov/ec_2002_06_25.pdf</a>	-первый класс
<a href="http://www.nexor.1kv.ru/svarka/literat/goncharov/ec_2002_07_28.pdf">http://www.nexor.1kv.ru/svarka/literat/goncharov/ec_2002_07_28.pdf</a>	-второй класс
<a href="http://www.nexor.1kv.ru/svarka/literat/goncharov/ec_2003_01_28.pdf">http://www.nexor.1kv.ru/svarka/literat/goncharov/ec_2003_01_28.pdf</a>	-третий класс
<a href="http://www.nexor.1kv.ru/svarka/literat/goncharov/ec_2003_05_31.pdf">http://www.nexor.1kv.ru/svarka/literat/goncharov/ec_2003_05_31.pdf</a>	-четвёртый класс
<a href="http://www.nexor.1kv.ru/svarka/literat/goncharov/ec_2003_06_09.pdf">http://www.nexor.1kv.ru/svarka/literat/goncharov/ec_2003_06_09.pdf</a>	- пятый класс

### **распиновка на IRF540**

мордой кверху, слева-направо 1- затвор, 2-сток, 3-исток (1-gate, 2-drain, 3-source)

### **Распиновка IRFD123**

Кладёшь перед собой как положено, т.е. сдвоенной ногой вверх и имеешь по порядку: G-D-S, т.е. сток это сдвоенная нога, затвор слева, исток справа.

### **Для транзистора IRG4PC50U:**

(если смотришь с лицевой стороны, где маркировка и ножки внизу) 1-й вывод - затвор 2-й (посередине) - коллектор, 3-й - эмиттер, на теплоотводящей поверхности - коллектор -(средняя нога) (нумерация выводов слева на право).

*Силовые ключи на транзисторах нужно, ставить на "серьезные радиаторы". Могу сказать, что одного радиатора на весь силовой блок маловато будет, один электрод сгорит и температура подскочит градусов до 50.*

**Замыкать в глухую коробку нельзя ничего**, на плате греются снаберные резисторы мостик силовой, пара двух ваттных резисторов, IRF540 и диод блока питания. Хорошо надо охлаждать сил.транс, после него дроссель и замыкающий диод выпрямителя надо охлаждать хорошо.

### **Диодный МОСТ:**

Диодный мост ставят марки КВРС3510, КВРС5010 (35 и 50 Ампер соответственно, 1000 Вольт). Мощный, дешёвый, распространённый. В Рунете (где, не помню) читал мнение, что у 35 амперных выводные ножки греются меньше, чем у 50 Амперных. С чем это связано и соответствует ли действительности, не знаю. Я бы поставил КВРС5010 по цене около 2\$.

### **Ограничитель заряда входных конденсаторов:**

При включении инвертера в сеть, начинается зарядка выходных конденсаторов. Первоначальный ток их зарядки (при полностью разряженных кондёрах) очень велик, сравним с КЗ, и может привести к выгоранию диодного моста. Не говоря уже о том, что для кондёров это тоже чревато выходом из строя. При прямом включении в сеть конденсатора ёмкостью 1000 мкФ, у меня выбивало автомат на 2 Ампера, и сгорал импульсный БП, который питался от этого конденсатора (тут следует обратить внимание на то, что автомат имел уставку 10-11, т.е. при резком скачке тока, отключается при токе в 10-11 раз большем его номинала. Если же через этот автомат пойдёт ток, например 5 Ампер, то он отключится не сразу, а когда сработает тепловой расцепитель. Т.е. скачок тока был действительно не шуточный). Чтобы избежать такого резкого скачка тока в момент включения, ставят ограничители заряда конденсаторов. В схеме Бармалея это 2 резистора по 30 Ом, мощностью по 5 ватт, итого 15 Ом x 10 Ватт. Резистор ограничивает ток зарядки конденсаторов и после их зарядки можно уже подавать питание напрямую, минуя эти резисторы, что и делает релюшка. В сварочнике Бармалея применена релюшка WJ115-1A-12VDC-S, фирмы – WANJIA. Питание катушки реле – 12 вольт DC, коммутируемая нагрузка 20 Ампер, 220 Вольт AC. В самоделках (и даже в промышленном ТОРУС 200) очень распространено применение автомобильных релюшек – 12 Вольт, 30 Ампер. Они не предназначены для коммутации тока до 20 Ампер, сетевого напряжения, но, тем не менее, дешёвы, доступны и вполне справляются со своей задачей. Токоограничивающий резистор лучше ставить обычный проволочный, он выдержит любые перегрузки и более дешёв, чем импортные, как у Бармалея. У меня под рукой есть резистор марки С5-37 В 10 (20 Ом, 10 Ватт, проволочный), его бы и поставил.

## **Входные конденсаторы:**

Конденсаторы нужны для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения. Посмотрев в Рунете различные сварочные инвертеры, как самодельные, так и промышленные, отметил для себя, что входная ёмкость имеет номинал от 1000 до 2500 мкФ. Напряжение конденсаторов должно быть не менее 400 вольт (рекомендуется 450). Во время работы сварочника, через эти кондёры качается большой ток. Обычные электролиты не рассчитаны на большие токи и пульсации, что вызывает их сильный разогрев. Снизить нагрузку на конденсаторы можно, поставив батарею параллельных кондёров, тогда ток между ними распределится пропорционально ёмкости каждого бачёнка. Мне говорили, что есть конденсаторы, рассчитанные на большие пульсации. Внешне они коричневого цвета, по сравнению с обычными электролитами (которые чёрного цвета) они менее высокие, но более широкие. Их ставить предпочтительнее, но достать их сложнее.

Есть также специальные конденсаторы, рассчитанные на работу при высоком токе и повышенной частоте. Мне попались такие кондёры фирмы RIFA и PHILIPS. На корпусе надпись: 1000 mF, Ur 350 VDC, Ieff (20 kHz) 9,1 A (70 C). Хотелось бы конечно на 400-450 вольт, но уж, какие достал. Кондёры будут работать в штатном для них режиме, значит подвести не должны. Выводы у таких конденсаторов сделаны с резьбой под винт.

## **Блок питания +14 вольт.**

Для питания платы управления инвертера требуется питание – постоянка +12 вольт. Лучше немного с запасом, поэтому и +14 В. Стабилизированный источник питания +14 Вольт, мощностью в 2 Ампера, вот что нам нужно.

1) В схеме Бармалея это обратноходовой блок питания, собранный на микросхеме TOP224Y. Источники питания на микросхемах TOP очень хвалят. Небольшое количество деталей, малые габариты, простота расчёта и изготовления, защита по перегреву и перегрузке. Расчёт Обратногоходового БП можно найти в Интернете. А также в книжке: “СОЛОН” - Радиолюбителям, выпуск 23 – Оригинальные схемы и конструкции творить вместе! Под ред. А.Грифа, Солон-Пресс, Москва 2004г. В ней описывается расчёт обратноходового БП на микросхеме серии TOP24x. Приведена также печатная плата, габаритами 90x50мм. Я читал эту брошюрку, она полностью убедила меня, что обратноходовые БП на микросхемах TOP - это лучший выбор.

2) Не желаящим связываться с самодельным импульсным блоком питания можно посоветовать взять старый компьютерный БП. Убрать лишние провода, выкинуть корпус, уменьшить в нём радиаторы, чтобы не были такими габаритными.

3) Возможно использование обычного трансформатора на 50 Гц, со стабилизацией на микросхеме типа КРЕНка. Для многих это окажется самый простой и дешёвый вариант. В таком случае в качестве стабилизатора ставьте микросхему 7812, говорят, она греется значительно меньше, чем КРЕНка. И не забудьте на эту микросхему поставить хороший радиатор.

*Привет всем! Сегодня поварил своим сварочником ощущения супер! начал 1мм электродом продолжил 3, даже штильку на 12мм отрезал так что реально все*

*работает. Блок питания поставил обычный трансик 22в переменки мостик на 5 ампер 7815 и на выход кт812 т.к ток потребления почти 1 ампер - это в сумме со всеми кулерами.*

4) Если удастся найти (или купить, если деньги есть) небольшой стабилизированный БП промышленного изготовления, то лучше и быть не может.

5) Наверное, многие вспомнили про Источники питания для 12-и вольтовых точечных светильников. Не зарьтесь на них. На выходе у них пульсирующая переменка, напряжение на выходе, под нагрузкой не более 12 вольт. Не блок питания, а помехогенератор какой-то. К тому-же для них сразу оговорена минимальная нагрузка, которую нужно будет чем-то обеспечить. Доработка такого БП не стоит сил.

## **Трансформатор тока (Тт)**

*Не совсем понятна конструкция первичной обмотки ТТ.*

Первичка - это провод пропущенный через кольцо.

*Я несколько запутался где начало, а где конец.*

Я сделал так: спаял схему - обмотку через диод нагрузил резистором 1 Ом и на осциллоскоп. пропустил провод (первичную обмотку) и подал на него питание. смотрим есть импульс или нет, если нет меняем полярность. запоминаем, зарисовываем.

*Невидно его в конструкции*

Он висит на проводах силовой части внутри. Это кольцо с одной обмоткой в нашем понимании. Потому как провод проходящий через отверстие этого кольца мы не считаем за обмотку, наверное потому, что легко изобразить. На самом деле это провод замыкается на какую-то нагрузку и в итоге получается один виток. Назовём его первичкой. Вторичка определяется от необходимого преобразования тока в первичке в напряжение во вторичке.(при условии, что кольцо работает на линейном участке характеристики, не насыщается.) Тогда ток вторички = току первички /витки вторички. Повесив сопротивление на вторичку- получаем напряжение на сопротивлении из закона ома.  $V=I*R$ . Т.е преобразование определяется только кол витков во вторичке и сопротивлением нагрузки вторички.

*Первичку транс-ра тока правильнее включить ДО точки соединения анода НФА..., коллектора нижнего ключа и вывода первички.*

*как рассчитать сопротивление и число витков вторичной обмотки Тт*

Рассчитывается по формуле:

$$I(\max) = N * U_{\text{пор}} / R_s$$

где  $I(\max)$  - максимальное значение тока перед ограничением, А (в первичной обмотке Тр.3)

$N$  - количество витков вторички трансформатора тока

Упор - порог ограничения компаратора контроллера (вольты)

$R_s$  - внешний резистор обратной связи по току (омы)

Так, как у UC3845 - порог ограничения 1 вольт (третья нога), то для UC3845 Упор=1вольт, поэтому из формулы выбрасываем, что толку на один умножать. Поэтому получаем:  $I(\max)=N/R_s$

Посчитаем маленький Бармалея: (который до 100 А)

$$N=50, R_s = 1,5\text{ом}$$

$$I(\max) = 50/1,5=33\text{А}$$

Если сопротивление резистора уменьшить до 1ома, получим ограничение на 50А

$$I(\max) = 50/1 = 50\text{А}$$

Того же тока можно добиться и при 100 витках в ТТ, но сопротивление будет:

$$R_s = N/I(\max) = 100\text{витков} / 50\text{А} = 2\text{ом}$$

Короче всё просто.

## Трансформатор управления

Мусор на выходе с этого транс неизбежен и бороться с ним - одно из назначений драйверов.

Бармалей мотал в 2 провода - параллельно первичку и размагничивающую обмотку чтобы приблизить их ближе к сердечнику и уменьшить рассеивание, и возможно - повысить эффективность работы размагничивающей обмотки, а уж потом по очереди обмотки питания драйверов.

## Дроссель

Я пользую ТС180. Они стояли в старых телевизорах. Как дроссель - просто идеальная штукавина. Беру жилу 8x4 и спокойно мотаю витков 24. Индуктивность при этом выставляю зазором 50-70 мкГ. Мотать на старый корпус не очень удобно, желательно сделать новый из стеклотекстолита, и крепче и индуктивность рассеяния не добавляет.

Нет, тут вы не правы. Именно для бармалеевского инвертора необходим хороший дроссель! А с ТС180 получается - очень хороший! Дуга шпарит от 5 А совершенно стабильно, я сваривал в Аргоне нержу просто идеально!

У меня дроссель размером или чуть меньше силового трансa, однако на дугу не жалуясь на самом малом токе 2.5-3см. Так что смысла нет делать из мухи слона, ну нет в этом нужды! Мой первый дроссель намотан Ш25x40 окно14мм медной лентой 0.6x25, 20вит., зазор 4мм. Второй 0.6x30 20вит зазор 4мм .Не греются оба. Железо взял от старого XEROXa.

## Силовой трансформатор

Те, кто не может найти ш20x28, вполне могут обойтись набором из 6 строчников. Строчники от отечественных цветных телевизоров 3 - 4 поколения

*По поводу намотки трансa, Бармалей пишет:*

" ...Гимор, тот еще...) Нарезаем нужное кол-во отрезков провода для вторички, с одного конца каждый проводок залуживаем, для того чтобы при намотке ленты отдельные проводки не расползались и не перехлестывались делаем простое приспособление из двух пластинок из оргстекла 6-10мм, скрепленных винтами, с прокладками между ними толщиной чуть больше диаметра провода на расстоянии ширины предполагаемой ленты, просовываем все проводки между пластинками оргстекла и припаиваем на медную пластинку или кусок шины, это будет первый вывод нашей обмотки, затем постепенно протягивая через это приспособление провода, наматываем обмотку. Чтобы крайние провода после намотки не сползали, перед намоткой каждого витка под него под прямым углом наклеиваем полоски бумажного скотча, длиной в 1,5-2 раза больше ширины обмотки, которые потом загибаем. Изоляция между витками ленты - полоса лакоткани, наматываемая одновременно с витками обмотки. Опять лудим проводки и припаиваем второй вывод, потом пару слоев лакоткани, затем мотаем первичку, там уже провода легко держать просто пальцами. Транс получается очень даже аккуратный..."

*Другой товарищ мотал так:*

На мой взгляд лучше результаты получаются если мотать несколькими проводами как лентой. Приведу пример намотки вторичной обмотки:

Предположим, что надо намотать 5 витков проводом 0.72x40. Ширина окна 44 мм (сердечник Ш20x28, щечки каркаса по 2x1 мм). ширина катушки получается 42 мм. Чтоб влезло 5 витков ширина 1 витка должна быть  $42/5=8.5$  мм. диаметр провода 0.72 с изоляцией равен 0.78. получаем колво проводов в ленте  $8.5/0,78=10,89\sim 10$  (11 ни как). мотаем лентой в 10 проводов 5 витков обмотка ляжет от края до края, чтобы провода не путались делаем приспособу: из кусочка пластика от пластиковой бутылки отрезаем полосу и в ней на расстоянии около 1-2 мм прокалываем в ряд 10 отверстий, через которые пропускаем провода. Операцию намотки повторяем  $40/10=4$  раза, после чего начала и концы обмоток параллелим.

Такой способ позволяет также чередовать слои первички и вторички, что благоприятно сказывается на индуктивности рассеяния. При этом коэфф. заполнения окна медью лучше, чем при применении круглых жгутов.

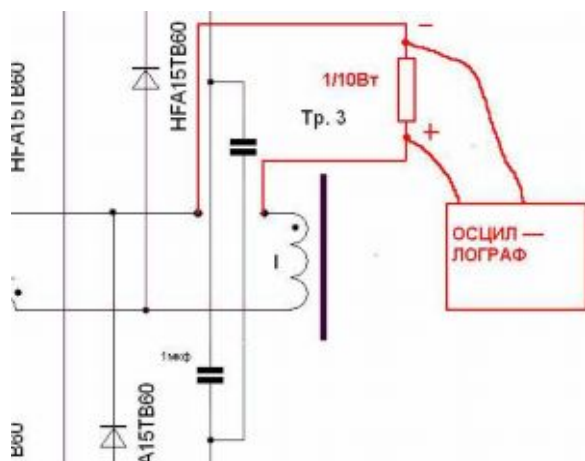
Каркасы для намотки не используются в целях экономии места окна сердечника. Всё мотается сначала на деревянной бобышке, изолируется (возможно пропитывается). Для межвитковой изоляции применялся строительный бумажный скотч (в случае перегрева, бумага не расплзется, как полиэтилен например). У кого есть лакоткань отлично - вперед и с песнями. (у меня лакоткани не было...)

Что касается настройки транс (подобрать витки для имеющегося феррита), есть несколько способов, дающих положительные результаты:

*Калькулятор «Лысого»:*

Кстати, самая верная методика расчёта силового трансформатора. Состав калькулятора: любой косой мост (можно тот же уже собранный сварочный, можно какой-нибудь мелкий на 3845+2110+пара ключиков), осциллограф, ЛАТР, резистор 1 Ом/1Вт.

Берёшь подходящий сердечник, мотаешь на нём пробную обмотку любым тонким монтажным проводом, выставляешь свои частоту и макс. длительность, подключаешь последовательно с резистором. Плавно поднимаешь напряжение ЛАТРОм и смотришь осциллограмму тока намагничивания на резисторе. Ток должен линейно нарастать в импульсе и линейно спадать в паузе обязательно до нуля. Как только в конце линейного нарастания начинает появляться изгиб вверх - тут стоп, это граница насыщения. Можно поварьировать частоту, макс. длительность, зазор. Это дольше и сложнее, чем клавишу топтать, зато абсолютно надёжно и достоверно.





## Калькулятор «Волосатого»

При отсутствии осциллографа возможна другая методика определения кол-ва витков тр-ра. Берём подходящий сердечник, на котором хотим мотать транс, мотаем (к примеру витков 5 любого провода) и подключаем к косому (как и описывает Лысый, но без резистора 1 Ом). По питанию силовой части (до электролитов) цепляем амперметр и вольтметр, подаем питание через латр и строим график (по оси у-ток, по оси х-напряжение) и подаем напряжение с кратностью в 5 вольт. Рисуем точки, должна получаться прямая линия, как только линия пошла вверх (что значит резкое повышение тока потребления) - это и есть точка насыщения железа. К примеру у нас вышло 55 вольт. Значит для 220 нужно 20 витков ( $220/55=4$ ,  $5*4=20$ ), добавляем 30% получается 26 витков первичная обмотка транс, делим на 3 и мотаем вторичку. Если не влазит делаем зазор и перерисовываем график по новой, (снова делим, множим) пока не добьемся нужного нам результата. Проверял по калькулятору Лысого. Таким же макаром можно вычислить и первичку у любого транс на 50 Гц (без косога моста).

## Как регулировать значение тока

*Вращение ручки "регулировка тока" не регулирует ток нагрузки. Если напряжение на ноге №2 меньше +2,5В, тогда на выходе (нога №6) будут импульсы с коэфф. заполнения 0,5. Если на ноге №2 меньше +2,5, тогда на выходе контроллера будет ноль. И вообще в схеме нечем регулировать ток дуги... Или я чего-то не понял?*

1). На ногу 2, через резистивный делитель, заводится опорное напряжение с ноги 8 (выход опорного напряжения). Это будет задание тока, который мы хотим поддерживать на выходе сварочника. Величина этого задания изменяется с помощью переменного резистора. Нога 2 есть вход усилителя ошибки. На вход контроля тока (нога 3) подаётся сигнал обратной связи по току (с датчика тока) который имеет форму возрастающей пилы. Этот сигнал соответствует току первички нашего выходного трансформатора (ну и соответственно току вторички через коэффициент трансформации).

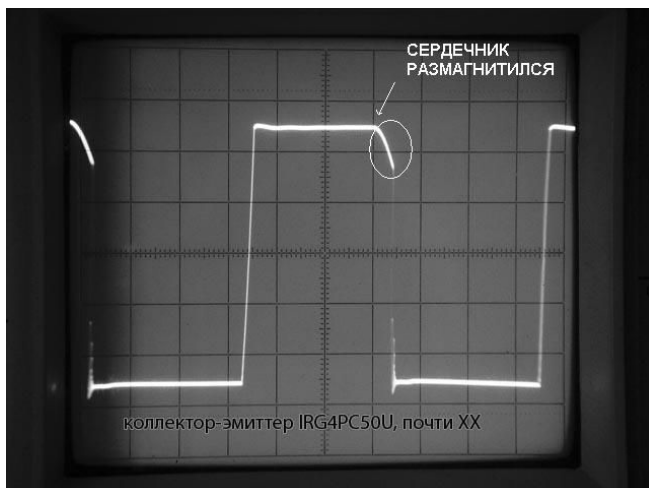
Теперь представим график: горизонтальная линия 2,5в с датчика и пила 2,5в обратной связи по току (ну или меньше 2,5в) Ограничения нет - ШИМ 50% (ну чуть меньше - на мёртвую паузу). Теперь ты резистором уменьшил задание тока скажем до 2в. На нашем графике пила 2,5в начинает выступать выше линии в 2в. И вот теперь, на участках где верхушки пилы выше 2вольта компаратор тока будет выключать ШИМ (который станет уже 40% к примеру). Вот так и будет происходить стабилизация тока. Пока сигнал обратной связи по току не больше задания тока ШИМ будет максимальный, а когда больше - уменьшаться. Ну а транзюк в драйвере нужен для того чтобы закрываясь в конце импульса шунтировал (через резистор 4,7Ом) базу силового транзистора, разряжая паразитную входную ёмкость, для ускорения закрывания силового транзистора.

2). Еще как регулирует, ты забыл, что еще есть 3-я нога, на которую идет обратная связь по току, естественно, на ХХ сколько ни крути регулятор тока, ширина импульса меняться не будет...

- *Поднять порог - это теми резисторами возле регулятора ?* (регулировка сварочного тока)

Да, ими. Не перепутай, минимальное задание в схеме соответствует верхнему положению движка потенциометра. И там неудобно, чтобы не сдвинуть максимум придётся переподбирать оба резистора, от каждого зависят оба порога.

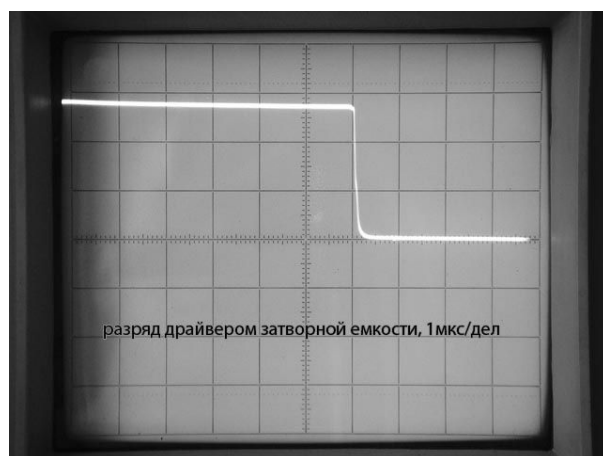
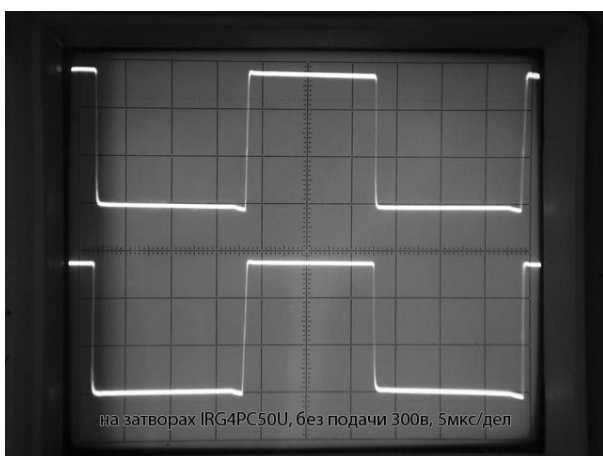
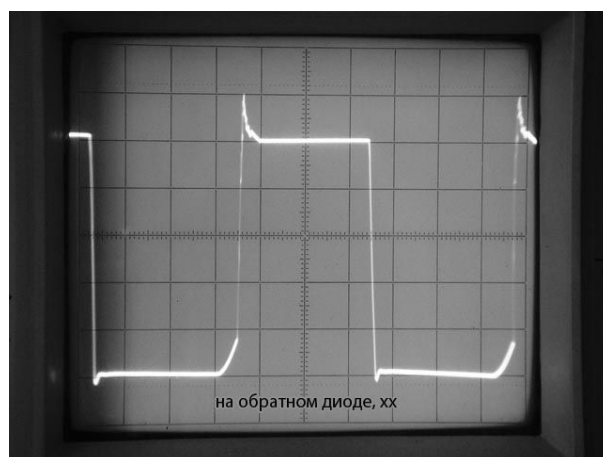
## Осциллограммы Бармалея

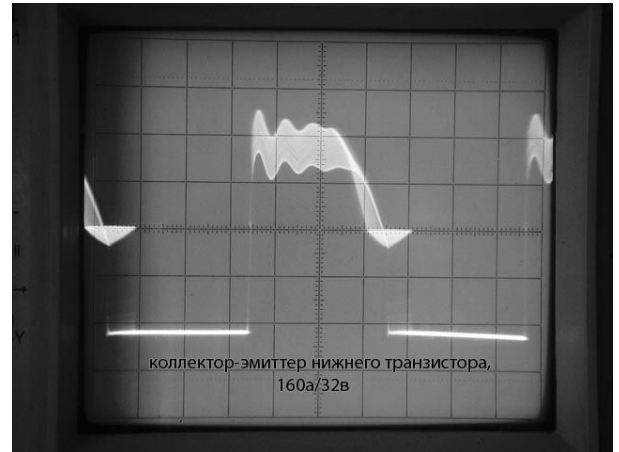
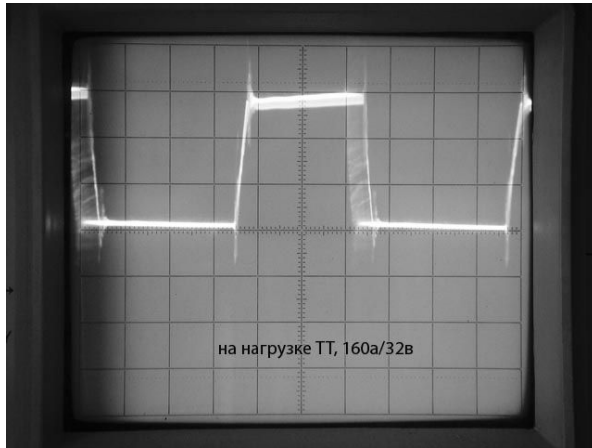


мелкий совет по настройке прямохода. Режим х.х., осциллограмма сток-исток нижнего ключа при максимальной длительности импульса: 1 - импульс, потом 2 - фронт выключения до питания, потом в паузе почти горизонтальная полка на уровне питания, потом опять импульс.

Так вот в конце паузы перед импульсом должен быть небольшой плавный загиб вниз от питания. Он означает, что в паузе сердечник полностью размагнитился (до остаточной) и ток через замыкающие диоды больше не идёт. А если его нет -

значит не успел размагнититься, возможно накопление. К тому же при этом ключ открывается, когда через замыкающий диод ещё идёт ток. Если ключ шустрый, а диод не шибко быстрый - может даже стрельнуть. При снижении питания этот загиб уменьшается, если исчезает где-то при 2/3 ном. питания - допустимо. И если есть RDC параллельно ключу, то если как-нибудь потом вдруг в процессе решил увеличить С, то надо опять проверить этот момент.





### Примерный порядок настройки косого.

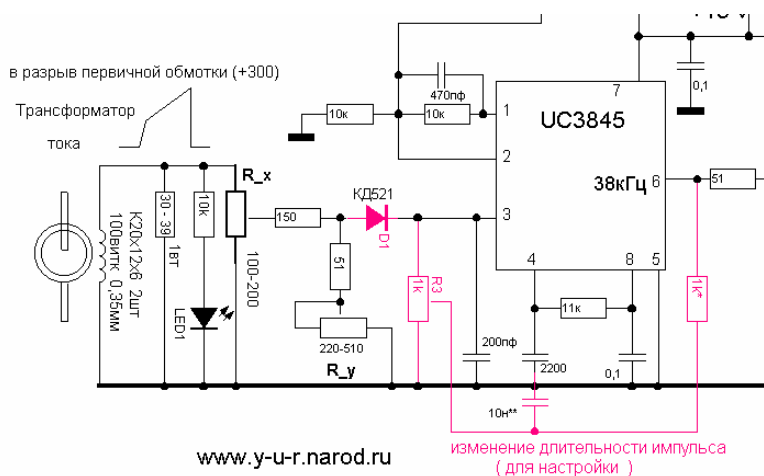
1. Вход силы 220 подключить к ЛАТРу 0,5-1,0кВт, вход служебного БП вывести отдельно, например шнурком от торшера/бра с выключателем. К штатному подключению перейти только в конце, когда можно будет пробовать зажигать. Ахтунг! Соблюдать порядок включения. В конце каждого эпизода на всяк уводить ЛАТР в "0".
2. Запитать только управление. Выставить частоту, длительность, посмотреть диапазон изменения напряжения на выв.1 UC3845. Можно отключить от выв.3 интегрирующую цепь RC и временно соединить выв.3 с выв.4 - при изменении задания будет меняться длительность. Посмотреть картинку в затворах ключей, как там при изменении длительности. Запитать служебный БП от ЛАТРа, посмотреть в каком диапазоне входного он нормально держится.
3. Типа проверка от грубых ляпов: Стать осциллоом, например, на сток-исток нижнего ключа (10В/дел). Задатчик на минимум. Включить питание управления. Как щёлкнет реле, плавно поднять силовое питание до 20-40В, можно примерно по шкале ЛАТРа. Смотреть форму импульсов. Переключить осцилл на вторичку, убедиться в правильности фазировки обмоток силового трансa.
4. Проверка тока намагничивания по "калькулятору лысого" - с резистором последовательно с первичкой. Плавно выводить на максимальное напряжение (если конечно с трансом всё ОК). Кроме формы тока обязательно смотреть форму напряжения сток-исток нижнего ключа - в конце паузы перед импульсом должен быть плавный изгиб вниз, что означает полное размагничивание сердечника в паузе. Должен появляться при напряжении питания инвертора (на ёмкости) 100-130В, при меньшем может исчезать. Если нет - чуть уменьшить длительность импульса. Без этого изгиба есть риск взорвать диодную диагональ. Ахтунг! Если вдруг у кого двухканальный осцилл, так боже вас упаси тыкать один канал на шунт, а другой на ключ - эбонит.  $\text{Ⓜ} = \text{Ⓜ}$
5. Проверка ограничения тока. (Шунт из п.4 убираем.) Осцилл на нижний ключ. Подать силу 30-40В, задание на минимум, смотреть импульсы. Замкнуть вывод на к.з. Длительность должна схлопнуться. Если нет - проверить также фазировку токового трансa.
6. Подключить силовые концы с прищепками, чтоб можно было делать к.з. На выход шунт с прибором, чтобы смотреть ток. Осцилл на нижнем ключе. Задатчик на минимум. На выходе к.з. Плавно поднимать напряжение, смотреть импульс на ключе и величину тока при увеличении напряжения. Если минимальный ток действительно минимальный и ЛАТР не совсем чахлый, то можно и от не мощного ЛАТРа дойти до полного питания (хотя конечно будет на ЛАТРе что-то падать). Смотреть и слушать. Повышаясь, надо кое-

где останавливаться и пробовать добавлять ток, тоже смотреть и слушать. Ток к.з. может быть большим, если слишком большая постоянная времени RC на выв.3 - обычно оптимально 200-250нс, например 100 Ом х 2,2 нФ.

7. Подать питание штатно. На выходе к.з. Плавно добавлять ток. Осциллограф на ключе - смотреть на всякий случай, но в основном слушать. Обязательно несколько раз по мере увеличения тока переставить осцилл на анод-катод замыкающего диода перед дросселем - там будет выброс в начале импульса, чтоб он не был чрезмерным (вообще там нужен снаббер, даже с быстрыми 150ЕБУ). Ток к.з. должен меняться пропорционально повороту задатчика. Если на каком-то токе начинает насыщаться дроссель, то с этого момента ток как куда-то упирается и гораздо медленнее увеличивается при повороте задатчика. При этом может начать подзуживать.

8. Пробовать варить. Это всё очень примерно, подход нужен творческий. Возможная особенность в том, что балластник вообще не упоминается, всё через к.з.

**Еще способ настройки на примере аналогичной схемы: (ток до 100 А, а суть одна )**



1..... Проверяем все напряжения +15в и +300 на конденсаторах сетевого фильтра. Причем +300в пока к силовым ключам не подводим !!!

2..... Резистор R3 (выделен красным цветом) движок к земле. Проверяем наличие прямоугольных импульсов по цепи UC3845 (6 - нога), Частота повторения около 40 кГц , длительность около 12мкс. Вращением движка резистора R3 уменьшить длительность до 1-2 мкс. Проверить фазировку буферного трансформатора ,а именно на затворах ключей IRG4PC40и должны быть такие же импульсы 1-2 мкс, положительной полярности до 13-15в (ограничивает стабилитрон, без него будет более 20в). При импульсе 12мкс напряжение на затворах снизится до 11в .Это ОБЯЗАТЕЛЬНО проверить Например в последней конструкции при 12мкс было 8-9в !!! Выгорело несколько транзисторов от "неполного открывания". Пришлось верхний транзистор запитывать не от двух обмоток в послед, а от ТРЕХ !!! . Можно оставить во включенном состоянии на час,-сделать предварительный "прогон". (...ляпы бывают всякие...)

3..... Те кто побогаче и поудачливее(попытнее) могут начать сразу с IRG4PC40и .Для остальных рекомендую начать изучение процесса с чегонибудь по проще и подешевле ,например IRF730, IRF740 . И так старый , как мир способ - подаем +300в на ключи через лампу накаливания с короткими проводами (около 10см). (от точки +300в на электролитах к точке +300в на ключах . 1мкф на ключах обязателен ! ) . В данном случае это была лампа 200вт ( 220в ) галогеновая,с громким названием "КОСМОС" . Довольно удобно , малые габариты (колба длиной около 10см) ,не так то просто случайно разбить. Если покупать то сразу две - одна при проверке тут же "побелела".

Включаем питание . Длительность импульсов не меняем (1мкс - 2мкс). Если лампа сразу "запылала" в полный накал, смело выключаем и ищем ЛЯПЫ. Это может быть КЗ в

витках выходного трансформатора, пробой "разрядных" диодов (рядом с ключами), выходных выпрямительных диодов, пробой изолирующих прокладок под силовыми транзисторами..

И так лампа не горит (или чуть накаляется нить) выставляем длительность 12 мкс (или разрываем цепь ОС по напряжению). Нить может засветиться чуть ярче (но не в полный накал !). При этом на трансформаторе тока будем наблюдать "пилу" . С линейным нарастанием и спадом импульса. Если нить лампы засветилась значительно ярче, а на трансформаторе тока нарастание импульса из линейного переходит в довольно резкий подъем к вершине - сие есть насыщение сердечника, стало быть витков в вашем трансформаторе маловато. Возможно "усох" (устарел сердечник) ,проницаемость не 2000,а 1000 или того меньше (да мало ли чего может уплыть ,или чего подсунуть при продаже ? и т.д. и т.п.) . Явное насыщение феррита - это нагрев , при этом импульсы тока могут не искажаться.

4..... НИКАКИХ ПРОВЕРОК НА КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ !!!

..Берем нагрузку от сварочного балластника около - 1 Ом .

..Шунт с измерительной головкой до 200А

.. Сварочные провода ("держак" и земля )уже должны быть распаяны

..Сопротивление  $R_x$  - движек в верхнем положении (минимальное ослабление сигнала от трансформатора тока)

...Сопротивление  $R_y$  - движек к земле (сопротивление "0") Режим максимального тока для плавной регулировки. Именно этим сопротивлением и будет в конечном счете регулироваться сварочный ток от 30А - до 100А (короче - у кого сколько ключи "вытянут")

Включаем инвертор . (естественно все ошибки устранены, не правда ли ?) . На выходе напряжение ХХ при разорванной ОС до 70в . Подключаем к нагрузке землю(через амперметр 200А ) . Касаемся держакom нагрузки (полного сопротивления 1 Ом ).На искры желательно не смотреть. В магазинах (отличие от транзисторов), новые глаза не продаются !!!.....

Прибор покажет ток около 5 - 20 А . Стало быть защита работает (в противном случае около 50А). Вращаем движек сопротивления  $R_x$  - и наблюдаем изменение тока примерно от 5А до 50А .Делаем это быстро секунд за 10 - нагрузка имеет свойство перегреваться.

Далее немного уменьшаем нагрузку , исключая одно звено ,этой змеевидной нагрузки ) Прodelываем такую же операцию, изменением  $R_x$  проверяем изменение выходного тока от примерно 5А до 60-70 А .

Ваши показания конечно могут отличаться от данных , но смысл настройки уже понятен - это последовательное приближение к заранее заданным значениям выходного тока около 100 А (За планку в 100А в данной схеме лучше не заплззать)

И вот "поиграв" немного нагрузкой и приблизившись к 100А следует немного уменьшить ток нагрузки сопротивлением  $R_x$  до 90-95 А . Здесь уже настройка очень "тонкая" почти "ступенька" поворот на 1мм уже многое значит .

После этого уже дальнейшее уменьшение нагрузки не должно приводить к увеличению выходного тока .!!!

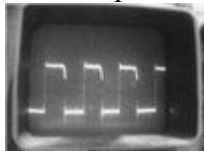
Восстанавливаем ОС по напряжению ,т.к 70в холостого хода многовато .В заключении желательно прогнать аппарат минуту другую на максимальном токе 100А. При этом необходимо проконтролировать температуру силовых элементов - ключей , диодов и т.д.

Ну .... вот теперь можно и "поварить" .....

## Возможные неисправности и методы их устранения

*Собрал схему инвертора Bartaleu'я ( без выходных диодов и дросселя). И столкнулся вот с какой проблемой. Без трансформатора тока все нормально, но как подключаю его, то при повышении напряжения (я подаю постепенно напряжение через ЛАТОР на силовую часть ) начинается творится что-то непонятное. В чем может быть проблема?*

Вот картинка на нижнем ключе (исток-сток) до 60В с трансформатором тока



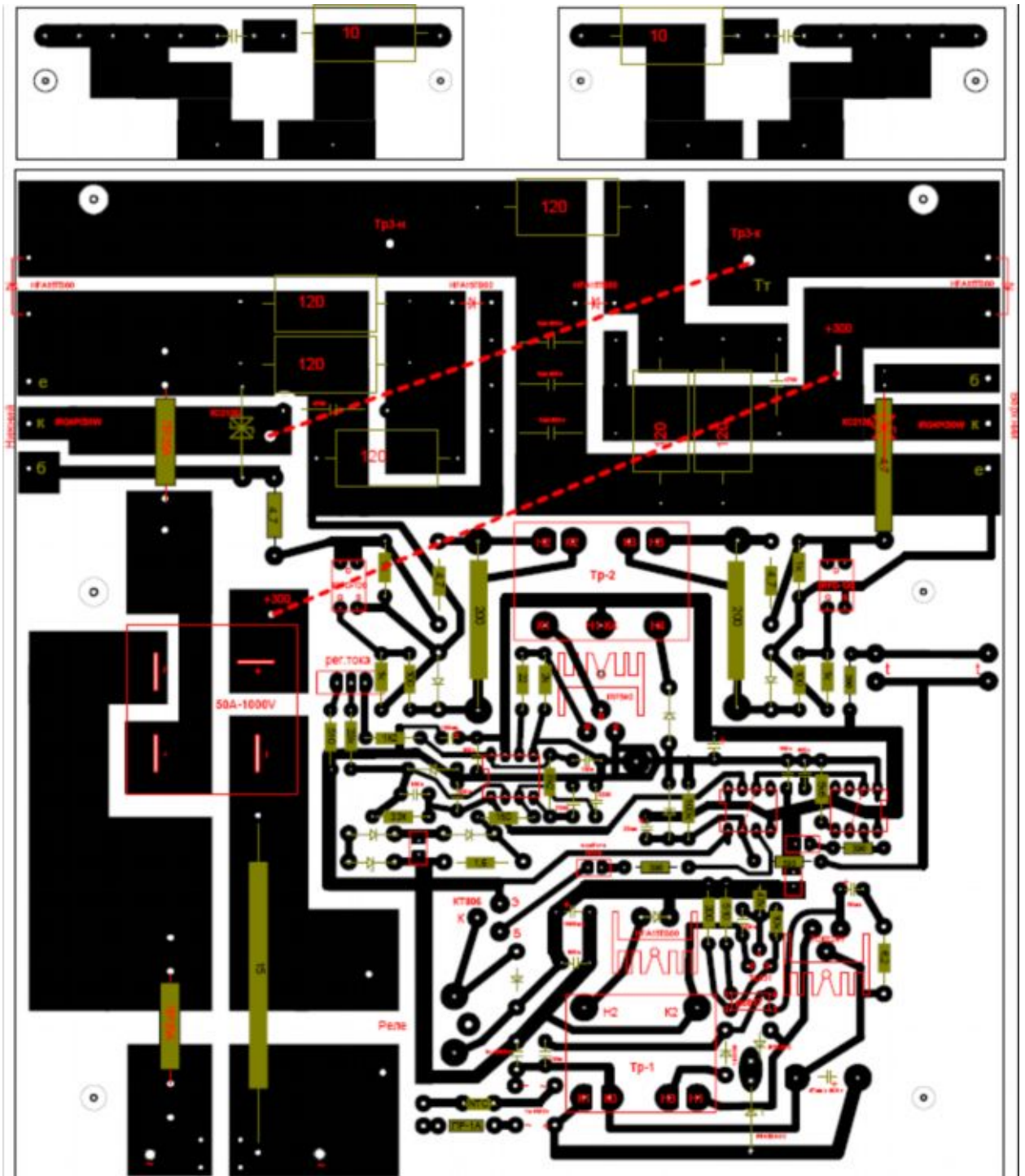
Вот картинка на нижнем ключе (исток-сток) после 60В с трансформатором тока



Неустойчивость на малых токах я всё-таки победил-увеличил ёмкость на 3 ноге до 10нФ. При этом исчез дребезг во всём диапазоне регулировки тока. Постоянная времени R-C фильтра у меня стала 1,5мкс-это срез на 666,66кГц.

**Ну и конечно же печатная плата:**

*Можно взять за основу, а можно и в лоб. Добрый человек разработал, спаял, и дал лентяям готовое - пользуйтесь. Фото его одноплатного агрегата смотри ниже.*





Пока все. Жду откликов. Умничать можно, ругать нельзя. [kiri-vad@yandex.ru](mailto:kiri-vad@yandex.ru) Вадим.