

## Универсальная инструкция по ремонту сварочных инверторов.

Приведенная в инструкции информация будет полезна всем, у кого руки растут из плеч, голова находится сверху, и есть минимальные зачатки сознания.

Ниже дана последовательность действий для успешной диагностики и ремонта большинства сварочных инверторов отечественного и импортного изготовления.

1. Выключаем инвертор из сети! (Это в ваших интересах, ибо последствия от удара током, в этой инструкции рассматриваться не будут.)
2. Снимаем кожух и пытаемся визуально определить, что произошло. Иногда этого достаточно, и разрушения настолько очевидны, что проще купить новый аппарат. Но это крайности. Большинство инверторов можно отремонтировать, и они будут ещё не один год прекрасно работать.
3. Берём обыкновенный тестер (без приборов лучше даже не вскрывать кожух) и начинаем первичную диагностику:
  - а) включаем тестер на прозвонку, или на измерение сопротивления, и щупы вставляем в разъёмы для подключения сварочных проводов. если там 0, или по простому КЗ, короткое замыкание, то выгорели силовые диоды. Их может быть от 2 до 16 штук, зависит от типа сварочника и производителя. Отечественные обычно имеют 2 диода 150EВU02, импортные могут иметь 4-8-16 диодов. Сгорает обычно один, но так как они все включены параллельно, то найти вышедший из строя диод можно только одним способом - выпаивать все по очереди и каждый тестировать. Иногда может повезти, а иногда это оказывается самый последний.
  - б) если тестер показывает, что выходные диоды целые (КЗ нет, есть какое-то сопротивление 300-700 Ом) переходим к определению топологии силовой части инвертора. Это важный этап диагностики, и от него зависит конечный результат ваших действий.

Самые распространённые разновидности сварочников - косой мост (2 или 2x2) транзистора и 2 диода), либо полный мост - 4 силовых транзистора. Иногда ремонтник не в состоянии отличить «косой мост» в котором стоят 2x2 транзистора от «полного моста» и не заморачивается поиском и проверкой разрядных диодов. Сгоревшие транзисторы заменяются новыми, а выгоревшие диоды нет. Результат такого ремонта всегда предсказуем - первый же электрод врядли догорит до конца и новенькие транзисторы превратятся в мусор. Исходим из следующих предпосылок - если у вас инвертор был рассчитан на токи не более 150А, то скорее всего у вас «косой мост» с двумя транзисторами и двумя диодами, если заявленные токи были 180 - 250А, то это может быть усиленный «косой мост» с 2x2 транзистора и двумя диодами. Схемы я приведу дальше. И может быть «полный мост», с 4 транзисторами. Находим все транзисторы и диоды, берём тестер и начинаем измерения. Если тестер показывает КЗ между ногами транзистора, или диода, такой элемент подлежит однозначному удалению. Если у вас 2x2, то удалять приходится оба транзистора пары, обычно один из них может быть целым, но

моя рекомендация - удаление. Если вторая пара транзисторов осталась целой, что иногда бывает, то можно её оставить на месте. Хотя моё мнение - всё вырезать и ставить 2x2 новые. Транзисторы перенесшие токовый удар, долго не живут. Обычно, если сгорели транзисторы - горят и разрядные диоды, их тоже желательно заменять оба. При топологии 2x2, каждая пара должна работать синхронно, транзисторы должны открываться и закрываться одновременно. В противном случае, один из транзисторов может нести большую нагрузку и долго не протянет. Подборка транзисторов с одинаковыми параметрами возможна только в специализированных лабораториях. Но обычно достаточно того, что транзисторы из одной партии, при современных технологиях их параметры всегда достаточно близки, и если инвертор не перегружать, то всё работает вполне достойно. Если у вас «полный мост» и упаси боже не с четырьмя транзисторами, а 2x2x2x2, то задача усложняется пропорционально. 100 баксовый инвертор китайского производителя Пульс 250 или Днипро с мостовой схемой, может потребовать замену всех 4 или 8 транзисторов. А это может оказаться весьма накладно. Но это лирика, продолжаем диагностику. Вокруг каждого ключа есть масса деталей, которые при пробое могут быть тоже повреждены. Первое, что следует проверить, это целостность стабилитронов в цепях затворов силовых ключей, и всю цепочку от драйверов до затворов. Следующий этап проверки - защитные снабберы - это RC-RCD защитные цепочки стоят параллельно силовым ключам и силовым диодам. В случае выхода их из строя, работа инвертора будет не долгой. Всё что вызывает сомнение - удаляем и заменяем на исправное. Но пока просто удаляем и проверяем дежурный источник питания, обычно это 12 -18В, он служит для запитки управления силовой частью и цепей автоматики и защиты. Желательно разобраться как он подключен к сети, и и включить его отдельно, не задействуя силовые цепи. Обязательно подключить осциллограф и проверить сигналы управления подающиеся в затворы силовых транзисторов. Осциллограммы приведены в приложении. Для «косого моста» управляющие сигналы должны быть абсолютно идентичные, как для верхнего ключа, так и для нижнего. Одной амплитуды 12-15В и в фазе. Желательно всё это смотреть в двух лучевом осциллографе. Если осциллографа нет - можно помолиться и понадеяться, что вам повезёт. Если не повезёт, вы это услышите при первом же включении. Следующий этап - проверка входных цепей, цепи запуска и силового диодного мостика. Всё это не представляет большой трудности, но требует внимания. Если в инверторе не предусмотрены предохранители или автомат, отключающий сеть при аварийной ситуации, то стандартно горит запускающий резистор, его нужно проверять в первую очередь. Все критические точки и узлы требующие проверки обведены на схемах красным.

в) Ну вот вы и приблизились к моменту самого ремонта. Перед вами плата с удалёнными сгоревшими элементами. Продуваем всё сжатым воздухом. Обычно все промежутки между деталями забиты пылью и грязью, это надо удалить. Всё что возможно промыть спиртом, всё, что невозможно промыть - продуть воздухом. Но без фанатизма, чтобы давлением не сорвать детали. Особое внимание следует уделить силовым цепям и радиаторам. Радиаторы должны быть чистыми и без следов засохшей термопасты, это важно! Остатки высохшей термопасты могут попасть под устанавливаемые новые транзисторы и нарушить теплоотвод.

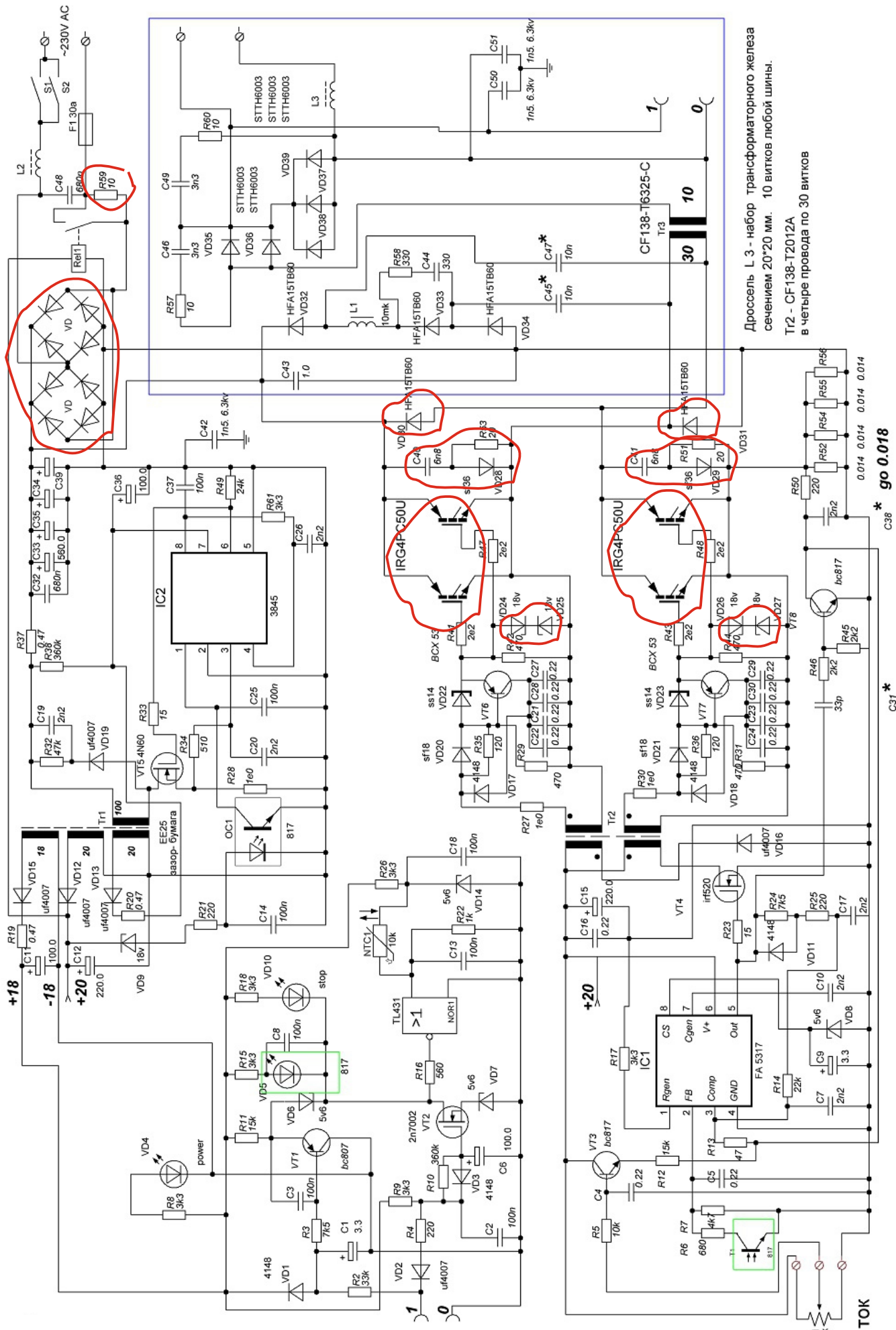
Последствия всегда предсказуемы, локальный перегрев и выход из строя.

г) Начинаем восстановление. Впаиваем всё что положено. Транзисторы IGBT и FET желательно паять паяльником с заземлённым жалом, во избежание пробоя затворов статикой. Напряжение пробоя всего 20-30В и обычный паяльник вполне может убить силовой ключ. И хотя в современных транзисторах могут быть цепи внутренней защиты, но лучше принять дополнительные меры защиты, чтобы потом не искать причины пробоя транзисторов по таким пустякам.

д) Всё заменено и можно включать. Но не стоит торопиться. Первое включение

желательно проводить при подаче отдельного питания на блок управления и на силовую часть. Блок управления включаем напрямую, а на силу подаём 30-40В от ЛАТРа или любого другого источника. Подключаем осциллограф и смотрим всё, что следует смотреть. Это управляющие сигналы в затворах, это форму и амплитуду выходного напряжения на силовом трансформаторе. Замеряем ток ХХ, он не должен быть более 250 миллиампер! Обычно это 50-150 мА. Если ЛАТРа нет, то после полной сборки, последовательно с цепью питания включаем лампочку накаливания на 60 - 100Вт. Такое подключение даст возможность запуститься блоку управления, но ограничит ток в силовой части, и в том случае если вы напортачили спасёт ключи от мгновенного выгорания. Если всё прошло успешно, лампочка не загорелась в полную силу, а только слегка тлеет - можно себя поздравить. Всё отключить от сети, ещё раз проверить намазали ли вы термопастой ключи перед установкой, надёжно ли всё закреплено, подключены ли вентиляторы, нет ли лишнего припоя на плате. Убираем лампочку, соединяем цепь и включаем. Если запускающее реле щёлкнуло и на выходе появилось напряжение 60-90В, подключайте кабели и пробуйте варить. Теперь вы асс - ремонтник, и никакой инвертор вас не испугает! Удачи!

Ниже приведены схемы. Схемы скорее всего будут отличаться от вашего аппарата, но это не имеет никакого значения. Вся силовая часть у всех инверторов построена абсолютно одинаково, мелкие различия не имеют значения и при ремонте, если блок управления не повреждён и есть нормальные управляющие сигналы, силовую часть можно восстановить без проблем. Если же управляющих сигналов нет, или они не соответствуют приведенным осциллограммам, ищите схему вашего аппарата, или обращайтесь к специалистам. Наши производители сварочных инверторов очень любят ставить всякие программируемые контроллеры вместо копеечной микросхемы, и если слетает их прога то естественно восстановить её может только их сервисный центр. Но обычно блок управления достаточно надёжен и не вызывает проблем. И немного информации о силовых транзисторах. В вашем аппарате могут стоять самые разные силовые ключи - не заморачивайтесь именно их поиском, практически все они легко и без проблем заменяются на IGBT транзисторы от Infineon. K50H603 - один из самых универсальных транзисторов, он на 100% заменяет транзисторы IRG 4 - 7 поколения, с аналогичными параметрами, сейчас это одна компания и естественно производит одни и те же транзисторы, только названия разные. Эти транзисторы могут работать как в полных мостах так и в «косых» полностью заменяя G50H603. (IGW50N60H3) - абсолютно идентичен по параметрам IKW50N60H3 только без силового обратного диода, для «косого моста» всё равно какие из этих транзисторов туда поставить. Приведенные марки транзисторов можно смело ставить в любые аппараты импортного производства вместо родных IGBT, отечественные производители уже много лет работают только на этих транзисторах. Всякие FGH60N60. FGH40N60, GW45HF60WD, GW35HF60 и многие другие. легко заменяются прямой заменой на IKW50N60H3 (K50H603), без потери параметров, а в большинстве инверторов даже получается выигрыш по тепловым режимам! И напоследок немного о прозвонке IGBT обычным тестером - все три ноги звонятся только тогда, когда транзистор пробит! Запомните это на всю жизнь и не морочте голову продавцам. IGBT - это транзистор с изолированным затвором, и как следствие просто прозвонить в нём обычным тестером можно только наличие или отсутствие обратного диода! Если диода (даже технологического) в транзисторе не предусмотрено, то все три ноги не звонятся никак! Общее представление о годности или негодности такого транзистора, можно получить с помощью измерителя ёмкости. Нормальная ёмкость перехода затвор - эмиттер может быть 2-10нФ, а затвор - коллектор немного меньше. Всё! Если же обычный тестер показывает, что между переходами З-Э и З-К, что-то есть - то такой транзистор можно смело сгрузить в мусор, от греха подальше!



Косой мост (усиленный 2x2)

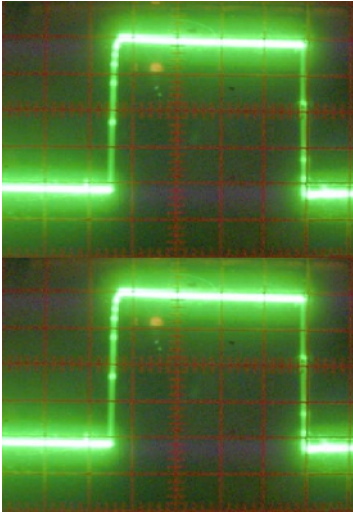
Дроссель L 3 - набор трансформаторного железа сечением 20\*20 мм. 10 витков любой шины.  
T2 - CF138-T2012A в четыре провода по 30 витков

\* C31 0.014 0.014 0.014 0.014 0.014 0.014 \* go 0.018

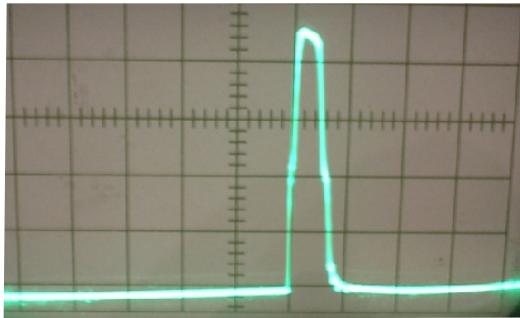
TOK



## Осциллограммы работы «косого моста».



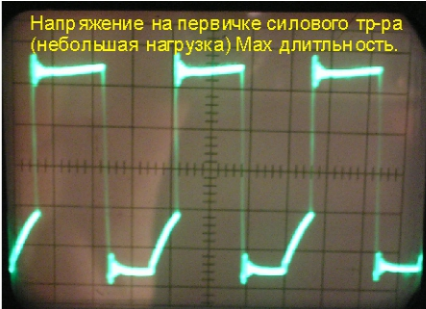
Осциллограммы в затворах силовых транзисторов. В фазе и абсолютно одинаковые. Амплитуда 12-15В. Частота от 25 до 100кГц. Зависит от типа сварочного инвертора.



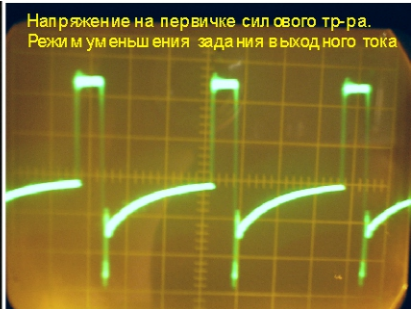
Режим ограничения тока при залипании электрода. Работа системы «антипригар». 2мкс/кл в затворе нижнего ключа.



Режим ограничения тока. Сигнал в затворах силовых ключей.

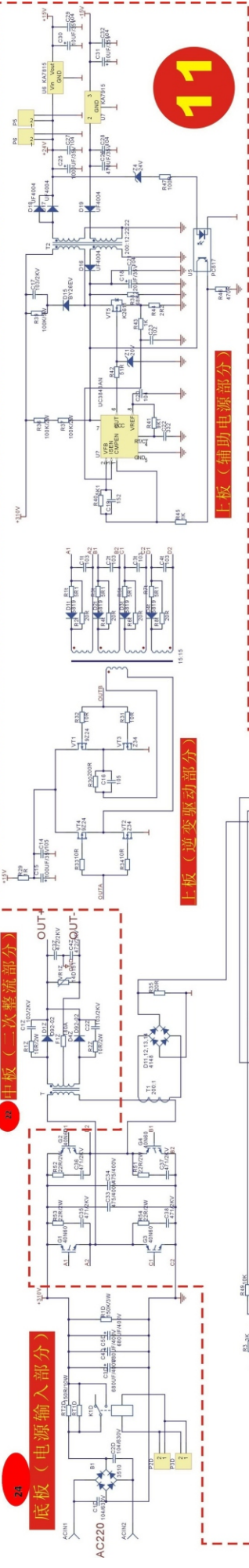


Напряжение на первичке силового тр-ра (небольшая нагрузка) Max длительность.



Напряжение на первичке силового тр-ра. Режим уменьшения задания выходного тока.

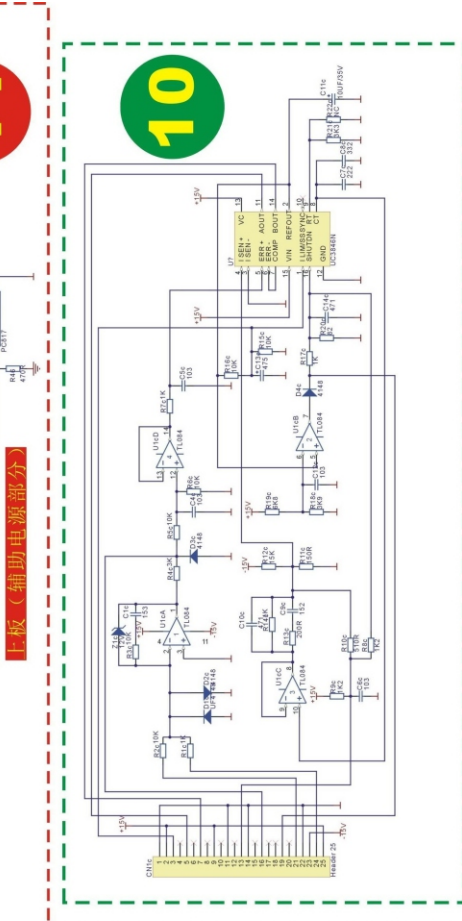
Далее схема полного моста обыкновенного китайского сварочника «Пулс», или «Днипро», или может называться как угодно. Все мосты строятся совершенно одинаково. 4 транзистора, работают по диагонали X, левый верхний - правый нижний, следующий цикл - правый верхний - левый нижний. Управляющие сигналы для диагоналей находятся в противофазе. То есть когда одна диагональ открыта - вторая обязана быть закрытой! В противном случае - КЗ. Без осциллографа, мостовой инвертор ремонтировать сложно и может быть очень накладно, но иногда может и повезёт. Методика проверки остальных цепей не отличается от вышеизложенной для «косого моста».



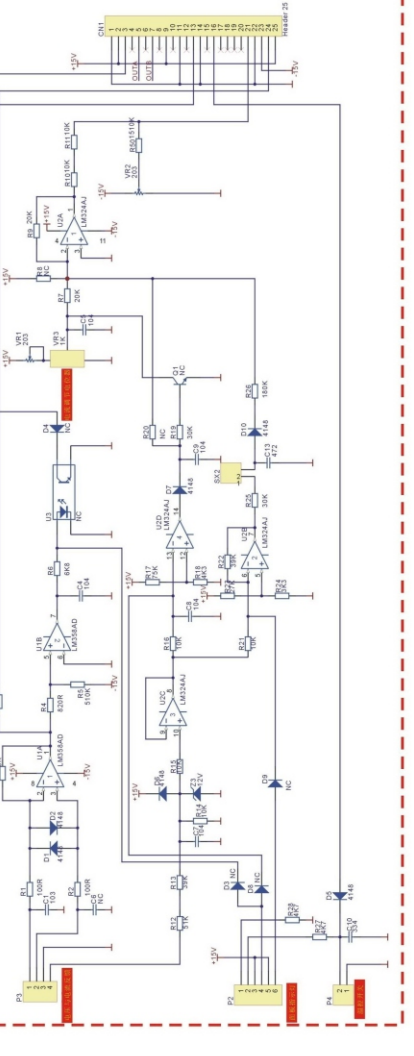
底板 (电源输入部分)

甲板 (二次整流部分)

上板 (逆变驱动部分)



上板 (辅助电源部分)



上板 (逆变驱动部分)

