

## Прибор для проверки мощных IGBT и MOSFET транзисторов (n-канал)

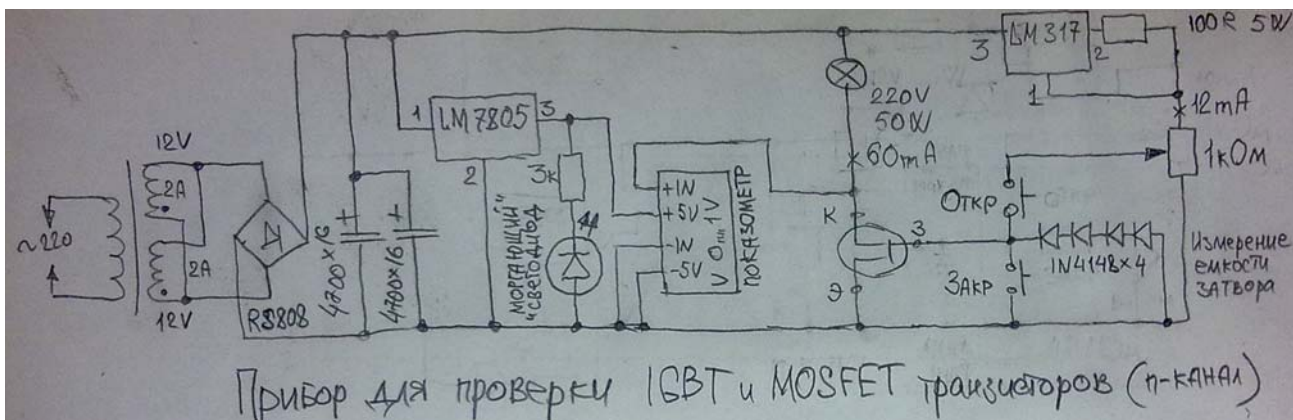
Такая необходимость возникает каждый раз при ремонте сварочного инвертора – необходимо проверить мощный IGBT или MOSFET транзистор на предмет исправности, либо подобрать к исправному транзистору пару, либо при покупке новых транзисторов, убедиться, что это не «перемаркер». Эта тема неоднократно поднималась на множестве форумов, но так и не найдя готового (испытанного) или кем то сконструированного прибора, решил изготовить его самостоятельно.

Идея состоит в том, что необходимо иметь какую-то базу данных различных типов транзисторов, с которой сравнивать характеристики испытываемого транзистора, и если характеристики укладываются в определенные рамки, то его можно считать исправным. Все это делать по какой-то упрощенной методике и простым оборудованием. Необходимую базу данных придется собирать конечно же самому, но это все решаемо.

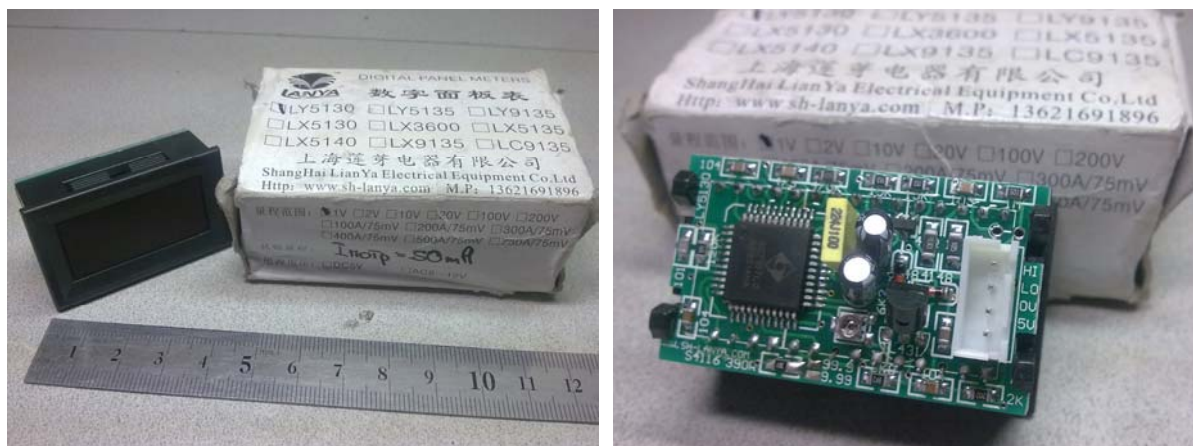
Прибор позволяет:

- определить исправность (неисправность) транзистора
  - определить напряжение на затворе, необходимое для полного открытия транзистора
  - определить относительное падение напряжения на К-Э выводах открытого транзистора
  - определить относительную емкость затвора транзистора, даже в одной партии
- транзисторов есть разброс и его косвенно можно увидеть
- подобрать несколько транзисторов с одинаковыми параметрами

Принципиальная схема прибора представлена на рисунке. Он состоит из источника питания 16В постоянного тока, цифрового милливольтметра 0-1В, стабилизатора напряжения +5В на LM7805 для питания этого милливольтметра и питания «световых часов», Стабилизатора тока на лампе – для питания испытуемого транзистора, стабилизатора тока на LM317 - для создания регулируемого напряжения (при стабильном токе) на затворе испытуемого транзистора при помощи переменного резистора, и двух кнопок для открытия и закрытия транзистора.



Прибор очень прост по устройству и собран из общедоступных деталей. У меня в наличии был какой-то трансформатор с габаритной мощностью около 40Вт и напряжением на вторичной обмотке 12В. При желании, и в случае необходимости прибор можно питать от АКБ 12В / 0,6 Ач.(например). Так же был в наличии китайский цифровой вольтметр-показометр с пределом измерения 0-1В.



Я решил использовать питание от сети 220В, т.к на рынок для покупок с прибором не сильно пойдешь, да и сеть все же стабильнее, чем «севший» АКБ. Но... дело вкуса.

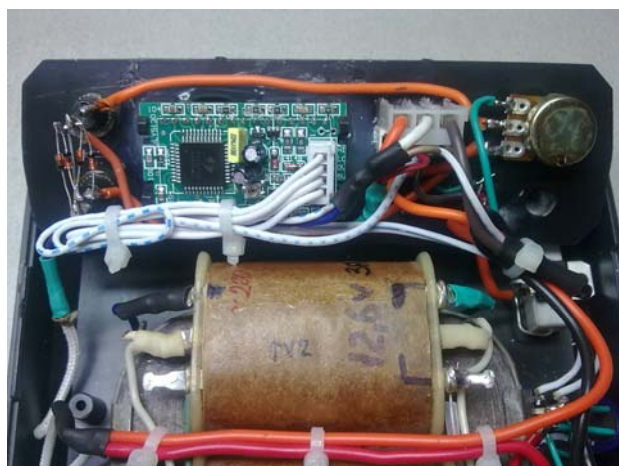
Далее, изучая и адаптируя вольтметр, обнаружил интересную его особенность, если на его клеммы L0 и HI подать напряжение, превышающее его верхний порог измерения (1В), то табло просто тухнет и он ничего не показывает, но стоит снизить напряжение и все возвращается к нормальной индикации (это все при постоянном питании +5В между клеммами 0V и 5V). Я решил использовать эту особенность. Думаю, что очень многие цифровые «показометры» имеют такую же особенность. Взять, к примеру, любой китайский цифровой тестер, если в режиме 20В на него подать 200В, то ничего страшного не произойдет, он лишь только высветит «1» и все. Такие табло, подобные моему сейчас есть в продаже.

Дальше расскажу о четырех интересных моментах по схеме и ее работе:

1. Применение лампы накаливания в цепи коллектора испытуемого транзистора обусловлено стремлением (первоначально было такое желание) визуально видеть, что транзистор ОТКРЫЛСЯ. Кроме того, лампа выполняет здесь еще 2 функции, это защита схемы при подключении «пробитого» транзистора и некоторая стабилизация тока (54-58 mA), протекающего через транзистор при изменении сети от 200 до 240В. Но «особенность» моего вольтметра позволила первую функцию игнорировать, при этом даже выиграв в точности измерений, но об этом позже...
2. Применение стабилизатора тока на LM317 позволило НЕ сжечь случайно переменный резистор (когда он в верхнем по схеме положении) и случайно нажатых двух кнопках одновременно, или при испытании «пробитого» транзистора. Величина ограниченного тока в этой цепи даже при коротком замыкании равна 12 mA.
3. Применение 4 шт диодов IN4148 в цепи затвора испытуемого транзистора для медленного разряда емкости затвора транзистора, когда напряжение на его затворе уже снято, а транзистор находится еще в открытом состоянии. Они имеют какой-то ничтожный ток утечки, которым и разряжается емкость.
4. Применение «моргающего» светодиода в качестве измерителя времени (световые часы) при разряде емкости затвора.

Из всего вышесказанного становится абсолютно понятно, как все работает, но об этом чуть позже более подробно...

Далее был приобретен корпус и все эти комплектующие расположены внутри.



Внешне получилось даже не плохо, за исключением того, что не умею я пока рисовать шкалы и надписи на компьютере, но... В качестве гнезд для испытуемых транзисторов замечательно подошли остатки каких то разъемов. Одновременно был изготовлен выносной кабель для транзисторов с «корявыми» ногами, которые не влезут в разъем.





Ну и вот так это выглядит в работе:



### Как этим прибором работать

1. Включаем прибор в сеть, при этом начинает моргать светодиод, «показометр» не светится
2. Подключаем испытуемый транзистор (как на фото выше)
3. Устанавливаем ручку регулятора напряжения на затворе в крайнее левое положение (против часовой стрелки), задав таким образом «ноль» Вольт на затворе транзистора.
4. Нажимаем на кнопку «Откр» и одновременно потихоньку прибавляем регулятор напряжения по часовой стрелке, увеличивая напряжение на затворе транзистора до момента загорания «показометра»
5. Останавливаемся, отпускаем кнопку «Откр», снимаем показания с регулятора и записываем. Это есть напряжение открытия.
6. Поворачиваем регулятор до упора по часовой стрелке
7. Нажимаем кнопку «Откр», зажжется «показометр», снимаем с него показания и записываем. Это есть напряжение К-Э на открытом транзисторе
8. Возможно, что за время, потраченное на записи, транзистор уже закрылся, тогда открываем его еще раз кнопкой, и после этого отпускаем кнопку «Откр» и нажимаем кнопку «Закр» - транзистор должен закрыться и «показометр» соответственно потухнуть. Это есть проверка целостности транзистора – открывается и закрывается
9. Опять открываем транзистор кнопкой «Откр» (регулятор напряжения в максимуме) и, дождавшись ранее записанных показаний, отпускаем кнопку «Откр» одновременно начиная подсчитывать количество вспышек (морганий) светодиода
10. Дождавшись потухания «показометра» записываем количество вспышек светодиода. Это и есть относительное время разряда емкости затвора транзистора или время закрытия (до увеличения падения напряжения на закрывающемся транзисторе более чем 1В). Чем это время (количество) больше, тем соответственно емкость затвора больше.

Дальше проверяем все имеющиеся транзисторы, и все данные сводим в таблицу.

Именно из этой таблицы и происходит сравнительный анализ транзисторов – фирменные они или «перемаркеры», соответствуют своим характеристикам или нет.

Ниже приведена таблица, которая получилась у меня. Желтым выделены транзисторы, которых не оказалось в наличии, но я ими точно когда то пользовался, поэтому оставил их на будущее. Безусловно, в ней представлены не все транзисторы, которые проходили через мои руки, кое что просто не записал, хотя пишу вроде всегда. Безусловно у кого то при повторении этого прибора может получиться таблица с несколько иными цифрами, это возможно, т.к цифры зависят от многих вещей: от имеющейся лампочки или трансформатора или АКБ, например.

Из таблицы видно, чем отличаются, транзисторы, например G30N60A4 от GP4068D. Отличаются временем закрытия. Оба транзистора применяются в одном и том же аппарате – Телвин, Техника 164, только первые применялись немного раньше (года 3, 4 назад), а вторые применяются сейчас. Да и остальные характеристики по ДАТАШИТ у них приблизительно одинаковы. А в данной ситуации все наглядно видно – все налицо.

Кроме того, если у Вас получилась табличка всего из 3-4 или 5 типов транзисторов, и остальных просто нет в наличии, то можно, наверное, посчитать коэффициент «согласованности» ваших цифр с моей таблицей и, используя его, продолжить свою таблицу, используя цифры из моей таблицы. Думаю, что зависимость «согласованности» в этой ситуации будет линейной. Для первого времени, наверное хватит, а потом подкорректируете свою таблицу со временем.

На этот прибор я потратил около 3 дней, один из которых покупал некоторую мелочевку, корпус и еще один на настройку и отладку. Остальное работа.

Безусловно, в приборе возможны варианты исполнения: например применение более дешевого стрелочного милливольтметра (необходимо подумать об ограничении хода стрелки вправо при закрытом транзисторе), использовании вместо лампочки еще одного стабилизатора на LM317, применении АКБ, установить дополнительно переключатель для проверки транзисторов с р-каналом и т.д. Но принцип при этом в приборе не изменится.

Еще раз повторюсь, прибор не измеряет величин (цифр) указанных в ДАТАШИТАХ, он делает почти то же самое, но в относительных единицах, сравнивая один образец с другим. Прибор не измеряет характеристик в динамическом режиме, это только статика, как обычным тестером. Но и тестером не все транзисторы поддаются проверке, да и не все параметры можно увидеть. На таких я обычно ставлю маркером знак вопроса \_\_\_\_\_???. Можно соорудить и проверку в динамике, поставить маленький ШИМ на K176 серии, или что-то подобное. Но прибор вообще простой и бюджетный, а главное, он привязывает всех испытуемых к одним рамкам.

Ну, вкратце, где то так.

Зато все получилось очень просто.

Таблица данных для проверки IGBT и MOSFET транзисторов

Марка транзистора (n-канал)	Напряжение открытия ( В )	Напряжение (К-Э) на открытом транзисторе ( милливольт )	Время Закрытия (кол-во вспышек)
<b>G12N60A4</b>			
G20N60	6	577	8
G20N60A4	8	658	7
G20N60C3	2	9	16
G30N60A4	7	637	13
G80N60	6	628	12
G160N60	6,5	597	16
K20N60HS	6	557	8
K30N60HS	6,5	525	11
<b>GP40N60D</b>			
GP4062D	8	580	3
GP4063D	7,5	540	5
GP4068D	6,5	545	5
G4PC50W	6,5	624	10
IRGP50B60PD1	6,2	481	13
<b>IRGPS30N60K</b>			
RJH60F5	8	620	5
FGH40N60	7	555	7
FGH60N60	6,5	532	12
K2698	5	22	3
K2837	5	12	4
<b>2SK1081</b>			
2SK1082	6	120	4
<b>K2611</b>			
K4N90	6	209	2
6NK90ZFP	6	111	4
IRFP 450	5	20	10
IRFP 460	5	13	13
IRFP 460A	5	11	8
W20N60	6	26	4
W26NM60	6,2	7	3
W29NK50Z	5,5	6	9
IXTQ22N50P	6	14	5
IXTQ36N50P	6,5	8	8
IXGH60N60C2	6	620	11
IRFPE40	6	83	8
IRF730	5	53	3
IRF740	5	29	5
IRFZ24N	5	7	2
IRFZ34N	4,5	5	3
IRFZ48	5,2	5	6