

## Уменьшаем аппетит

С началом “перестройки” в наш обиход вошли и такие понятия как, например, “экономия на меди”, которая выразилась в том, что первичные обмотки силовых трансформаторов стали откровенно “недоматывать”. Отсюда, и вторичные обмотки, рассчитанные на определённое количество вольт, стали “худее”, как по количеству витков, так и по диаметру провода. Дальше-больше: приписывая невиданные свойства трансформаторной стали, рекламно расхваливая уменьшение массы трансформаторов, производители стали уменьшать металлоёмкость их сердечников, декларативно сохраняя габаритную мощность, этих, пока ещё, очень необходимых простых устройств для изменения напряжения питания – силовых трансформаторов (СТ). В результате значительно увеличился, так называемый “ток холостого хода” СТ, увеличился их нагрев и ничем не оправданное энергопотребление, снизилась надёжность.... Такие СТ при работе сильно нагреваются, а, при длительной непрерывной эксплуатации, перегреваются и выходят из строя.

Что может противопоставить этой “экономии” радиолюбитель? Радикальным выходом из положения может быть самостоятельное изготовление СТ. Но для этого необходимо иметь достойный поставленной задаче сердечник, произвести расчёт, изготовить каркас на который намотать приобретённый втрисорога провод (изготовление СТ обойдётся дороже покупки готового). Применять же готовые изделия следует с оглядкой: габаритную мощность брать с запасом, а негативные влияния “новшеств”, упомянутых выше минимизировать “технически”.

Итак, возьмём исправный СТ, включим трансформатор в сеть и, включив (без нагрузки вторичной обмотки) последовательно с первичной обмоткой миллиамперметр переменного тока, измерим ток холостого хода ( $I_{х.х.}$ ) СТ. Если  $I_{х.х.}$  превышает 50 мА (а больше можно допустить только для сварочных и очень мощных СТ), то такой трансформатор можно использовать для питания конструкций только кратковременно. У настоящего же радиолюбителя аппаратура не выключается сутками, неделями, годами... Как преодолеть жажду производителей отдать меньше, а получить больше? Ну, непосредственно, это вряд ли удастся, слишком хорошо их защитили различного рода юристы, а вот с их изделиями можно поработать: для уменьшения тока холостого хода, последовательно в цепь первичной обмотки необходимо включить паразитное сопротивление – мощный резистор сопротивлением в единицы – десятки Ом, в зависимости от габаритной мощности СТ,  $I_{х.х.}$  и тока потребления от него.

Чтобы вернуть ток холостого хода СТ к приемлемому значению нужно: либо домотать его первичную обмотку, либо уменьшить напряжение питающей сети. Первое неудобно, так как предстоит разборка трансформатора, в лучшем случае, если осталось место, намотка дополнительной обмотки, изоляция её от остальных обмоток, правильная фазировка, при последовательном соединении с первичной обмоткой, затем, домотка вторичной обмотки с целью сохранения выходного напряжения СТ.... Напряжение питающей сети регламентировано ТУ и изменить его не удастся, можно лишь сделать это на месте, индивидуально, с помощью, например, ЛАТРа.... Однако, в небольших пределах можно это сделать путём установки в цепь первичной обмотки последовательно

паразитного дополнительного резистора, сопротивление которого нужно подобрать с таким расчётом, чтобы на вторичной обмотке обеспечивалось минимальное необходимое напряжение, при максимальном токе нагрузки и минимальном допустимом напряжении в сети (Рис. 1).

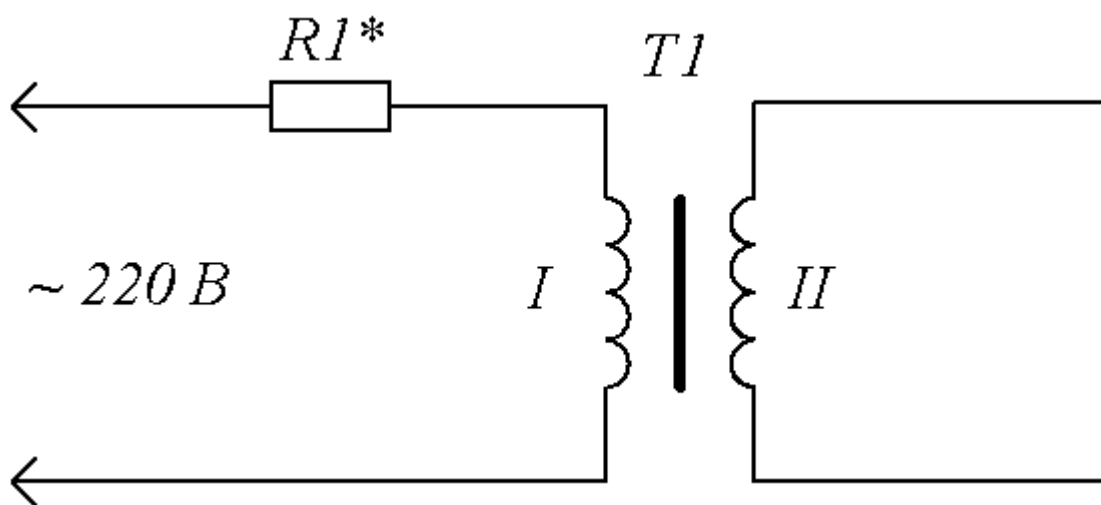


Рис. 1

Такая мера (установка резистора в сотни Ом) оправдала себя при ступенчатом включении аппаратуры, для обеспечения плавного заряда конденсаторов фильтра питания большой ёмкости, для предохранения от выхода из строя диодов выпрямителей, которым во время включения приходится работать практически на короткозамкнутую нагрузку (Рис. 2).

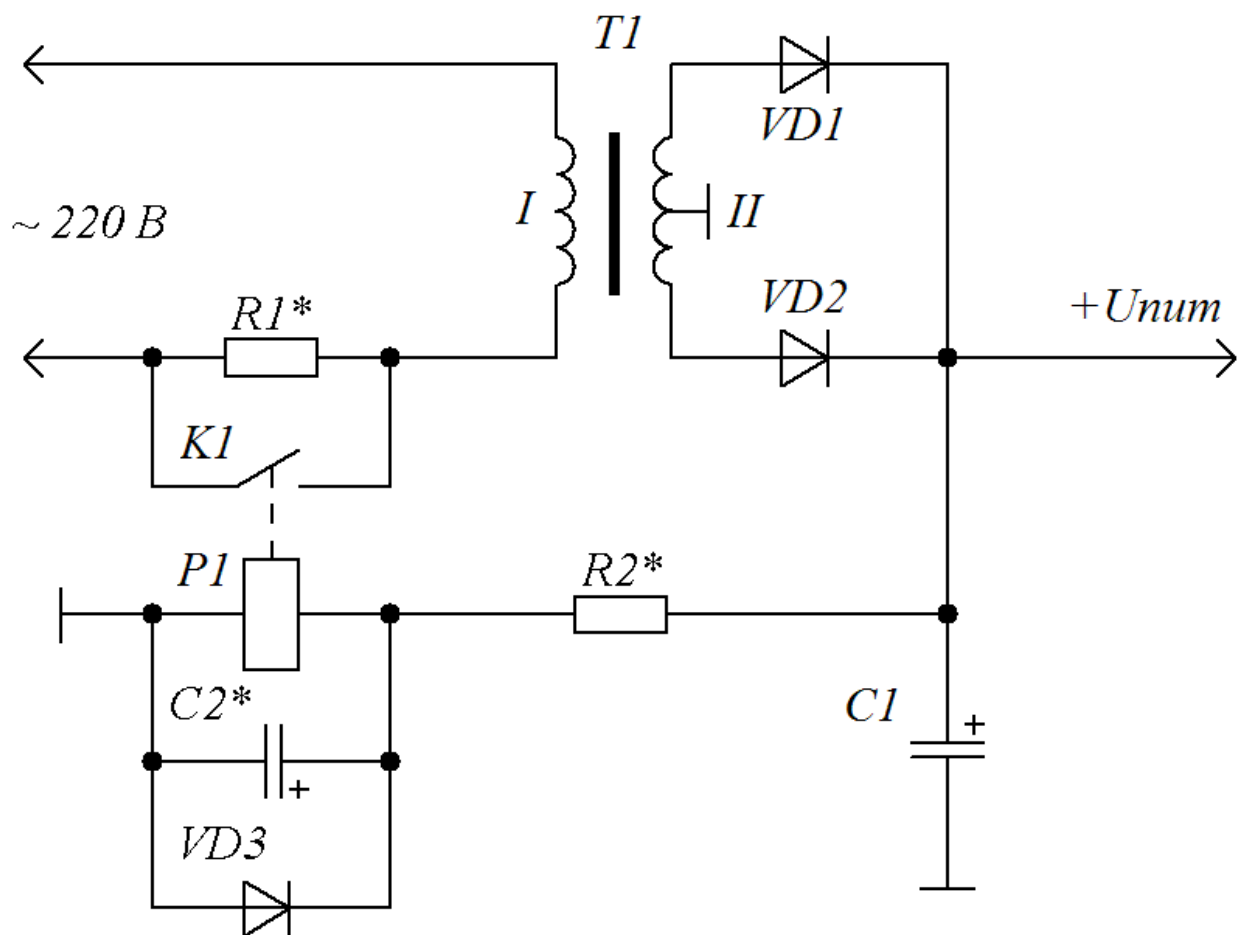


Рис. 2

После зарядки конденсаторов, обычно, дополнительный резистор сопротивлением в сотни Ом замыкают накоротко с помощью контактной группы специального реле. Также положительно влияет включение резистора в цепь первичной обмотки при питании нагрузки с переменным (изменяющимся) током потребления, например, накала (радио)ламп, в момент включения, холодная нить потребляет значительно больший ток, чем прогретая, горячая. Этим обеспечивается (заметьте: простыми средствами) и плавность подачи напряжения на нити накала, что увеличивает их долговечность. Сопротивление паразитного дополнительного резистора в цепи первичной обмотки, в этом случае, составляет единицы-десятки Ом. Например, в ламповой УКВ ЧМ радиостанции “Кама-С” для питания накала ламп применялся унифицированный трансформатор ТН-60, в цепи первичной обмотки которого последовательно был постоянно включен резистор ПЭВ-25 сопротивлением 6 Ом. Включением этого резистора обеспечивается и уменьшение  $I_{x,x}$ , что приводит к уменьшению нагрева СТ, правда, дополнительный резистор тоже греется и тем больше, чем выше его сопротивление и больше, проходящий по нему ток. В некоторых случаях, установив постоянный резистор в цепь первичной обмотки, удаётся избежать двухступенчатого включения аппаратуры, упомянутого выше. Экономия электроэнергии, при включении резистора в первичную обмотку СТ получается относительно небольшой из-за нагрева этого резистора, но, всё-таки, она есть и, при круглосуточной работе, себя показывает. Сумма сопротивлений:

эквивалентного индуктивного сопротивления первичной обмотки СТ и дополнительного активного резистора, всё равно, больше, чем до включения этого резистора, поэтому, ток в цепи первичной обмотки уменьшается, что ведёт к уменьшению потребляемой мощности. Возьмём, к примеру: напряжение сети  $U_{\text{сети}} = 220 \text{ В}$ , сопротивление дополнительного резистора  $R1$  (Рис. 1) = 10 Ом, ток в цепи первичной обмотки  $I_{\text{общ}} = 0,5 \text{ А}$ . По закону Ома вычисляем:  $R_{\text{общ}} = U_{\text{сети}} : I_{\text{общ}} = 220 \text{ В} : 0,5 \text{ А} = 440 \text{ Ом}$ ;  $R_{\text{эquiv. обм.}} = R_{\text{общ}} - R1 = 440 - 10 = 430 \text{ Ом}$ ;  $U_{R1} = R1 * I_{\text{общ}} = 10 \text{ Ом} * 0,5 \text{ А} = 5 \text{ В}$ ;  $P_{R1} = U_{R1} * I_{\text{общ}} = 5 \text{ В} * 0,5 \text{ А} = 2,5 \text{ Вт}$ . Отсюда: напряжение на первичной обмотке будет  $U_{\text{сети}} - U_{R1} = 220 - 5 = 215 \text{ В}$ . Допустимую рассеиваемую мощность  $R1$  ( $P_{R1}$ ) выбираем с запасом – не менее 5 Вт.

При длительных перерывах в работе, например, на передачу, есть смысл, с целью экономии электроэнергии и уменьшения нагрева СТ с “недомотанной” первичной обмоткой, повышения надёжности БП и способности противостоять броскам напряжения в перегруженных сетях, включать в её цепь последовательно дополнительные резисторы, подобрав каждый по выше указанным критериям. Например, один резистор - для режима приёма, другой - для режима передачи. Разница в сопротивлениях резисторов может быть на порядок. Резисторы в цепи первичной обмотки можно использовать и в качестве составной части RC фильтров, при этом паразитная индуктивность проволочного резистора, которую считают отрицательным параметром, здесь будет только на пользу. Конденсаторы сетевого фильтра (ёмкостью до 0,01 мкФ) должны быть высоковольтными, на рабочее напряжение не менее 600 В (при  $U_{\text{сети}} = 220 \text{ В}$ ), включать их следует или между проводами сети или с каждого провода на надёжное заземление. Поскольку провода сети суть симметричная линия, можно устанавливать дополнительные резисторы в оба провода, разделив искомое сопротивление для них поровну. В этом случае, рассеиваемая мощность каждого резистора снижается вдвое (Рис. 3).

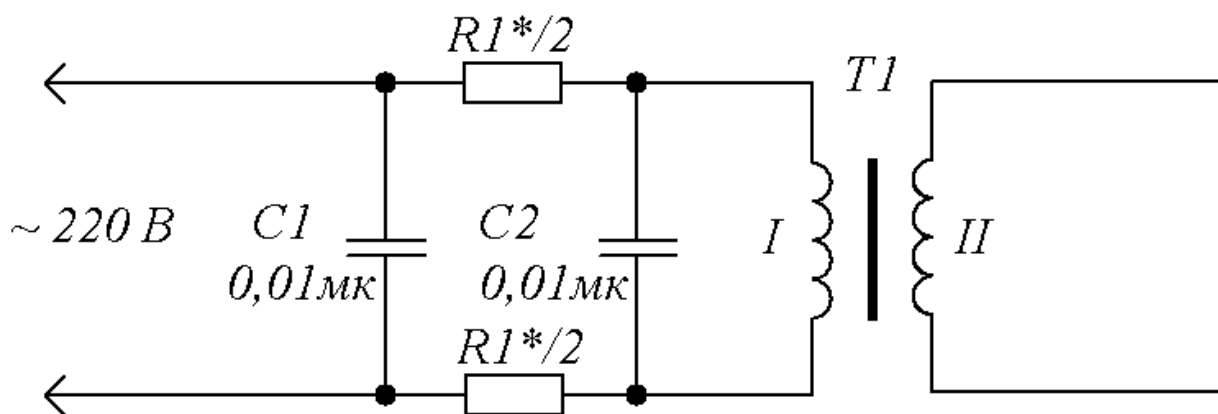


Рис. 3

При достаточно больших емкостях сглаживающего фильтра, что стоит после выпрямителя, следует вернуться к двухступенчатой схеме включения БП в сеть. Сначала через резистор в сотни Ом заряжаются конденсаторы фильтра выпрямителя, затем, этот резистор переключается контактами реле, оставляя включенными последовательно в цепь первичной обмотки один из резисторов, подключенный переключателем SA1: сопротивлением в десятки Ом - для режима приёма или в доли-единицы Ом - для режима передачи (Рис. 4).

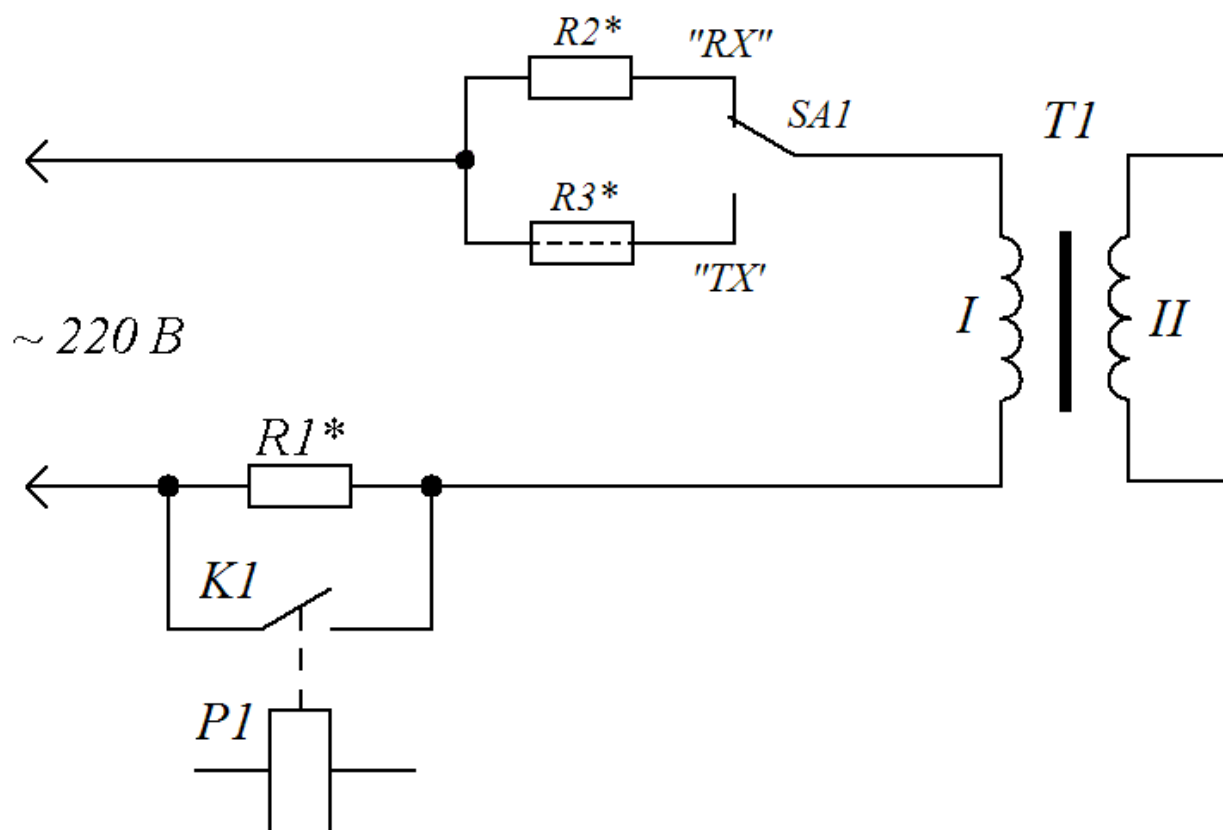


Рис. 4

Помните, что мы имеем дело с СТ с “недомотанной” первичной обмоткой, для нормальных трансформаторов дополнительных резисторов в режиме передачи может и не быть, а для режима приёма (или дежурного режима) резистор с подобранным сопротивлением включать желательно (экономия электроэнергии и уменьшение нагрева БП). В случае чрезмерного повышения напряжения в сети дополнительный резистор в цепи первичной обмотки СТ послужит и бареттером, уменьшая входное напряжение БП.

Виктор Беседин (UA9LAQ)

г. Тюмень