

Виктор Беседин (UA9LAQ)  
г. Тюмень

## Оптимизация режима БП

Порой регулирующие элементы стабилизаторов блока питания рассеивают слишком много мощности, которая выражается в виде выделяемого тепла, уменьшая, таким образом, КПД БП и снижая его надежность. С другой стороны, и электрические питающие сети не всегда стабильны, колебания напряжения в них (особенно, протяженных и перегруженных) достигает 30...50 В и более. Последний фактор заставляет конструктора делать запас напряжения, подаваемого в БП на стабилизатор, чтобы тот не вышел из режима стабилизации, при уменьшении напряжения в сети; такой подход приводит к негативным факторам (при номинальном напряжении питания), упомянутым в самом начале статьи. Конечно, применяя автоматическое регулирование напряжения, поступающего из сети, например, с помощью феррорезонансных стабилизаторов переменного напряжения, можно несколько улучшить ситуацию, но это не решает проблемы полностью и, кроме того, сильно усложняет стабилизатор...

В любительских условиях проще обеспечить регулировки (переключения по факту) режима работы стабилизаторов вручную, изменяя: количество витков первичной обмотки силового трансформатора, включаемой в питающую сеть; количество витков вторичной обмотки, подключаемой к выпрямителю; переключая паразитные звенья (см. ниже), – правда, последнее не улучшит КПД БП, но точно облегчит условия эксплуатации регулирующего элемента стабилизатора.

Итак, способ первый (рис. 1).

У первичной обмотки силового трансформатора Т1, при его намотке делают ряд отводов, например, на напряжения 190 - 200 - 210 - 220 - 230 - 240 - 250 В. Дискретность с интервалом в 10 В оказывается вполне приемлемой на практике. Переключая витки – отводы первичной

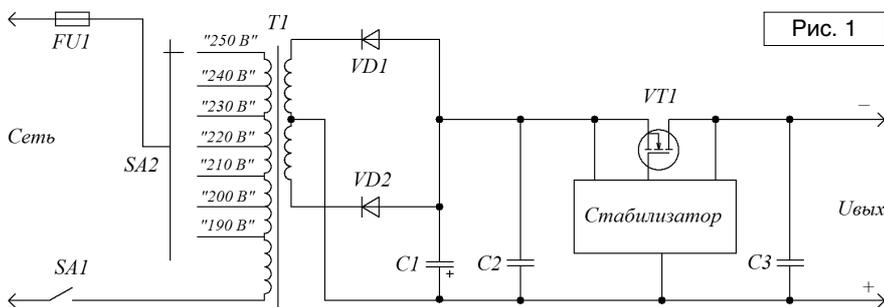


Рис. 1

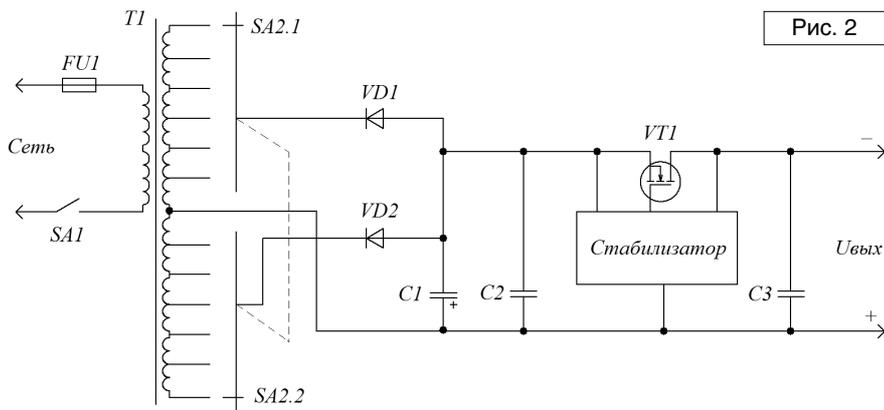


Рис. 2

обмотки силового трансформатора переключателем SA2, можно подобрать оптимальный тепловой режим БП и его максимальный КПД, такой БП будет работоспособен и в городе, и в деревне, в непосредственной близости от понижающей сетевой подстанции и на расстоянии от нее. Защита от больших скачков сетевого напряжения возложена на плавкий предохранитель (FU1). На схеме: сетевой выключатель БП – SA1, диоды VD1, VD2 – выпрямительные, конденсатор C1 – конденсатор фильтра выпрямителя, конденсаторы C2 и C3 – развязывающие по питанию, относящиеся к схеме стабилизатора. Регулирующий полевой транзистор VT1 условно (для наглядности) вынесен из блока стабилизатора. Переключатель SA2 должен иметь достаточные расстояния между контактами и хорошую изоляцию между ними, сами контакты могут быть относительно маломощными.

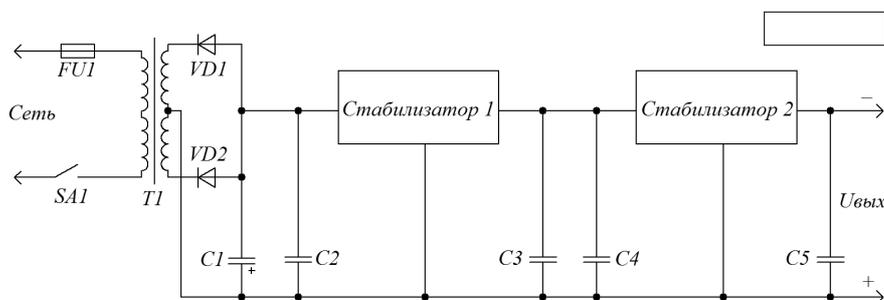
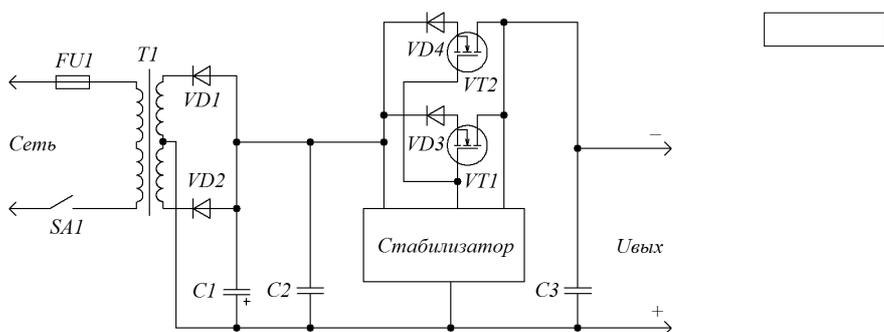
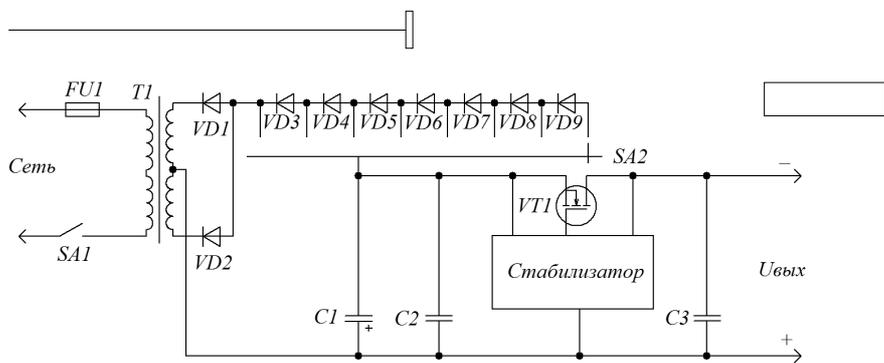
Второй способ (рис. 2).

Здесь отводы имеются только у вторичной обмотки, хотя, можно и комбинировать переключение витков

первичной и вторичной обмоток. Переключатель отводов от вторичной обмотки SA2 должен иметь мощные контакты, рассчитанные на рабочие токи, выдаваемые БП, и, при выборе схемы выпрямителя со средней точкой, – две секции, требование к изоляции между контактами переключателя пониженное (относительно переключателя, стоящего в первичной обмотке) из-за низкого напряжения на отводах вторичной обмотки силового трансформатора БП Т1. Назначение остальных деталей подобно указанному на рис. 1.

Третий способ (рис. 3).

Применим не только наряду с первыми двумя, но и в случае, когда нет возможности сделать отводы от обмоток силового трансформатора Т1. В разрыв одной из шин (какой удобнее конструктивно), идущих от выпрямителя к стабилизатору, включается последовательная цепочка из переключаемых переключателем SA2 мощных кремниевых диодов (VD3...VD9), которые рассчитаны с запасом на рабочий выходной ток БП и устанавливаются на



отдельный радиатор (шасси) БП для теплоотвода. Переключая диоды в цепочке, можно регулировать входное напряжение стабилизатора, тем самым обеспечивая щадящий режим управляющему элементу (транзистору) VT1. Падение напряжения, при токах порядка 10...20 А, на мощных диодах составляет 0,6...0,8 В на экземпляр, соответственно, на столько же будет "легче" транзистору. В лабораторных блоках питания, при значительном разбросе выходных напряжений, порой не применяются меры по уменьшению входных для стабилизатора, токи же низковольтной аппаратуры, как правило, больше, чем высоковольтной, поэтому, имея большой перепад напряжений на входе и выходе, при больших токах и регулирующий элемент рассеивает большую мощность, т.е., сильно нагревается. Справиться с этим помогут все три, рассмотренные выше, способа повышения КПД и надежности БП.

Вместо диодов можно применить и набор из мощных автомобильных ламп, проволочных резисторов, но это не так удобно на практике, как применение диодов. Остальные детали идентичны по применению рис. 1 и рис. 2.

При больших токах (более 20 А) полезно применение параллельных модулей, состоящих из регулирующих транзисторов, на входе которых (обычно со стороны эмиттеров (источков)) устанавливаются в прямом прохождении тока направлении мощные диоды; желательно, чтобы диоды (относительно себе подобных) и транзисторы были идентичными для равномерного распределения тока (рассеиваемой мощности) между ними – см. рис. 4.

Здесь диоды VD3 и VD4 делят ток, проходящий через регулирующие транзисторы VT1 и VT2, пополам (в идеале), обеспечивая рассеивание каждым транзистором только половины общей мощности,

определяемой как падение напряжения на регулирующем элементе (в общем), умноженное на ток нагрузки; свою небольшую лепту вносят и диоды VD3 и VD4, рассеивая часть мощности на своих переходах. Назначение остальных деталей идентично рисункам, приведенным выше.

Для уменьшения нагрева регулирующих элементов полезно и последовательное включение нескольких стабилизаторов, при этом рассеиваемая мощность распределяется на них, например (см. рис. 5): основной "Стабилизатор 1" БП выдает 15 В, дополнительный "Стабилизатор 2" – 9 В. При входном напряжении 18 В и токе 10 А на регулирующем транзисторе основного стабилизатора будет рассеиваться мощность:  $(18-15) \times 10 = 30$  Вт, на дополнительном:  $(15-9) \times 10 = 60$  Вт. Если не применять дополнительных последовательно включенных стабилизаторов, то на основном рассеялась бы мощность в 90 Вт, как видно из примера, и распределением рассеиваемой мощности можно облегчить режим регулирующего транзистора (в лабораторном БП с неизменным входным напряжением стабилизатора, например) – рис. 5.

Конденсаторы C4 и C5 – развязывающие и относятся к "Стабилизатору 2", эти конденсаторы должны монтироваться непосредственно на входе и выходе стабилизатора, соответственно. То же относится и к конденсаторам C2 и C3 для "Стабилизатора 1".

**В этой заметке** следует упомянуть и об обеспечении минимального переходного теплового сопротивления между регулирующим транзистором и радиатором. Самым лучшим является пайка транзистора к радиатору непосредственно и по всей площади выходящего язычка транзистора, при этом не следует забывать и о самом (пластмассовом) корпусе транзистора, на который следует обильно нанести теплопроводную пасту и обжать его металлической пружинной скобкой по размеру пластмассового корпуса транзистора.

Размер радиатора лучше выбирать с запасом, максимальным из разумных, при невозможности – применять вентиляторы. Количество ребер радиатора адекватно охлаждаемой поверхности, поэтому размер ребер и их количество должно быть большим, а основание радиатора – массивным. Вентиляторы создают интенсивный раздражающий шум; в последнее время стали применять бесшумное охлаждение, т.н. жидкостное, когда жидкость циркулирует в полостях радиатора, нагреваясь у транзистора и унося тепло к ребрам радиатора, расположенным снаружи БП. С устройством такой охлаждающей системы можно ознакомиться в составе высокопроизводительных процессоров вычислительной техники или, переосмыслив после,

рассмотреть систему водяного отопления зданий ☺.

Для уменьшения рассеиваемой мощности на регулирующих транзисторах стабилизаторов, следует выбирать их экземпляры и типы с минимальным сопротивлением в открытом состоянии (в справочниках имеются об этом сведения, как правило, отдельной строкой, – напряжение насыщения), что приведет в будущем к минимальному падению напряжения между входом и выходом стабилизатора, а это, в свою очередь, – к минимальной рассеиваемой на регулирующем приборе (транзисторе) мощности, минимальному его нагреву, а значит, максимальным КПД и надежности. Как правило, мощные полевые транзисторы выгодно отличаются от биполярных в отношении

минимального падения напряжения на них, работающих в качестве регулирующих, отсюда и меньше рассеиваемая мощность, а, значит, и выше КПД и надежность.

При оперативной регулировке режима регулирующего транзистора, следует одним или всеми перечисленными способами выбирать входное напряжение стабилизатора близким к минимально допустимому: 3...5 В для мощных биполярных транзисторов и 0,5...1,5 В – для мощных полевых.

В качестве образца структурной схемы БП применял схему из статьи [1].

### Литература

1. В. Беседин, UA9LAQ. Защищаемся... - Радиомир, 2008, №3, стр. 12...16.

