

УДК 621.316.722.1

### Способы защиты линейных стабилизаторов от перегрузки по току и напряжению

Зубович Д.В., Кумпан Е.Д.

Научный руководитель – ст. препод. МИХАЛЬЦЕВИЧ Г.А.

Стабилизатор напряжения (СН) необходим большому количеству электронных устройств. Особенно это касается стационарных радиоприемных, телевизионных и измерительных устройств, чувствительных даже к небольшим помехам по цепи их питания. СН позволяет уменьшить вероятность сбоя в работе аппаратуры или появлении нежелательного сигнала, т.е. сетевых помех.

СН делятся на две группы: параметрические и компенсационные. В параметрических стабилизаторах напряжения, в качестве регулирующих используют нелинейные элементы, имеющие участок вольтамперной характеристики (ВАХ), на котором напряжение изменяется незначительно при изменении тока. Такой участок имеет обратная ветвь ВАХ стабилитрона.

В компенсационном СН сопротивление регулирующего элемента (РЭ) изменяется под действием управляющего напряжения таким образом, чтобы поддерживать выходное напряжение в заданных пределах.

Управляющее напряжение получается в результате сравнения заданной, через делитель, части выходного и эталонного (опорного) напряжений, и затем усиления его разности усилителем. В СН функцию усилителя, чаще всего, выполняет операционный усилитель. РЭ выполняют на биполярных и полевых транзисторах. Источником опорного напряжения (ИОН) может быть параметрический стабилизатор на кремниевом стабилитроне.

Большое и заслуженное распространение получили линейные компенсационные СН. Они бывают последовательные и параллельные. Последовательная схема является более предпочтительной, т.к. в большинстве случаев имеет больший КПД.

Линейные стабилизаторы напряжения обеспечивают стабильное выходное напряжение от более или менее стабильного источника входного напряжения. Быстродействие реакции стабилизатора на изменение его нагрузки или входного напряжения зависит от скорости реакции контура отрицательной обратной связи по напряжению его внутреннего усилителя ошибки.

Во время включения СН подвергается перегрузке из-за быстрых переходных процессов при зарядке выходных конденсаторов. Элементами СН, подвергающимися перегрузке, являются РЭ, а также цепи его защиты.

Во время работы СН может подвергнуться перегрузке из-за появления больших токов в нагрузке при появившейся в ней неисправности.

Наличие плавкого предохранителя не гарантирует долговечного срока работы устройства, а лишь предохраняет его от критических аварий, при которых ремонт станет не рентабельным. Поэтому вместе с плавкими предохранителями сейчас применяются различные электронные схемы защиты на варисторах, транзисторах и тиристорах, встроенные в блоки питания аппаратуры.

Часто, в целях защиты регулирующего биполярного транзистора от перегрузки, в цепи эмиттера устанавливают резистор, к которому через тока-огранивающий резистор подключают цепь база-эмиттер другого защитного транзистора (ЗТ), который коллектором подключается к базе РЭ, собранного на одном или нескольких транзисторах. При перегрузке по току, ЗТ начинает открываться, при этом сопротивление коллектор-эмиттер у него уменьшается, а соответствующее сопротивление РЭ увеличивается, что приводит к ограничению тока РЭ и его защите от перегрузки.

Недостатком таких схем защиты является большая рассеиваемая мощность на РЭ при коротком замыкании на выходе СН, но для защиты от больших токов при зарядке выходных конденсаторов при включении СН такие схемы защиты вполне допустимы, т.к. этот процесс проходит сравнительно быстро.

Уменьшить ток короткого замыкания и рассеиваемую РЭ мощность в таких СН можно, установив резистор со стабилитроном между базой ЗТ и входом стабилизатора. Два резистора и стабилитрон в цепи базы ЗТ могут быть рассчитаны таким образом, чтобы его коллекторный ток в режиме короткого замыкания составлял примерно 80% от входного тока РЭ. Соответственно, входной и коллекторный ток РЭ снижаются примерно в 5 раз. Таким образом, на РЭ не будет рассеиваться большая мощность, и он может находиться в таком безопасном режиме работы длительное время.

Существенно устранить этот недостаток позволяют также схемы с коллектором на выходе СН, у которых элементы ИОН поменялись местами, т.е. стабилитрон подключен к коллектору, а балластный резистор ИОН – к общему проводу. У такого стабилизатора ток короткого замыкания гораздо меньше номинального тока. Но у них может быть один существенный недостаток – они плохо запускаются под нагрузкой, т.е. после включения можно не зафиксировать выходного напряжения. Для устранения этого недостатка разработчики СН устанавливают дополнительные элементы для его запуска. Это может быть резистор или последовательная цепь из резистора и стабилитрона, установленная между выводами коллектор-эмиттер регулирующего элемента. В СН может быть установлен специальный генератор для его запуска или сам СН превращается в генератор коротких импульсов при включении и при коротком замыкании, работающий с большой скважностью, не вызывающий существенного повышения тока в нагрузке.

Кроме того, СН с коллектором на выходе РЭ, имеют малое допустимое падение напряжения на РЭ, что повышает КПД их работы.

Чтобы не повредить диоды выпрямителя, и затем СН, от больших токов при зарядке входных конденсаторов фильтра и от перенапряжения на его входе, например при неисправности входного трансформатора, могут устанавливаться варисторы, мощные стабилитроны и цепи из тиристора и последовательной цепи из резистора и стабилитрона, установленной между анодом и управляющим электродом тиристора. Стабилитрон, а затем тиристор открываются при превышении напряжения на входе заданного значения, что приводит к сгоранию плавких предохранителей, а СН, при этом, не повреждается. Чтобы предотвратить ложное срабатывание тиристора при очень коротких бросках напряжения, возникающих при коммутации индуктивной нагрузки, между выводами управляющий электрод-катод устанавливают конденсатор, например емкостью 0,1 мкФ.

Такие же цепи могут стоять и на выходе СН, чтобы при пробое регулирующего элемента, не повредилась нагрузка.

Чтобы не сгорали плавкие предохранители, перед ними может стоять электронный предохранитель, на котором в нормальном режиме может падать напряжение меньше 1 В.

При неисправности он срабатывает и подобно стабилизаторам, описанным выше, ограничивает ток и напряжение на входе.

Промышленностью выпускаются различные модули защиты от перенапряжения. Например, модули фирмы *Lambda* имеют фиксированное рабочее напряжение (5, 6, 12, 15, 18, 20, 24 В). Они выдерживают ток 2 А. Фирма *Motorola* выпускает модули на напряжения 5, 12 и 15 В и рассчитаны на ток 7,5, 15, 35 А. Они имеют высокую точность срабатывания модулей, например, модуль на 5 В срабатывает при напряжении  $6,6 \pm 0,2$  В.

Большой популярностью пользуются интегральные СН с фиксированным выходным напряжением, например, 5 В (6 В) – КР142ЕН5А (Б), 9 В, (12 В, 15 В) – КР142ЕН8А (Б, В) с выходным током 2 А и 1,5 А соответственно. Они имеют внутреннюю токовую защиту.

### Литература

1. <http://gendocs.ru/v24597/?cc=3>
2. <http://docplayer.ru/43111968-Lekciya-9-stabilizatory-napryazheniya.html>