ЗВУКОТЕХНИКА

УСТРОЙСТВО "МЯГКОГО" ВКЛЮЧЕНИЯ УМЗЧ

Одной из важнейших проблем, возникающих при конструировании радиоаппаратуры, является проблема обеспечения ее надежности. В основе решения этой проблемы лежат оптимальный расчет конструкции аппарата и хорошая наладка при его изготовлении. Однако даже в оптимально рассчитанном и налаженном аппарате всегда остается опасность выхода его из строя в момент включения сетевого питания. Наиболее велика эта опасность для аппаратуры с высоким энергопотреблением — усилителем мощности звуковой частоты (УМЗЧ).

Дело в том, что в момент включения сетевого питания элементы блока питания УМЗЧ испытывают значительные импульсные перегрузки по току. Наличие в фильтрах выпрямителей разряженных оксидных конденсаторов большой емкости (до десятков тысяч микрофарад) вызывает в момент включения питания практически короткое замыкание выхода выпрямителя. Так, по данным [1] при напряжении питания 45 В и емкости фильтрующего конденсатора 10000 мкФ ток зарядки такого конденсатора в момент включения питания может достигать 12 А. Практически в этот момент трансформатор блока питания работает в режиме короткого замыкания. Продолжительность указанного процесса невелика, однако вполне достаточна при определенных условиях для вывода из строя как трансформатора питания, так и диодов выпрямителя.

Кроме блока питания, и сам УМЗЧ в момент включения питания испытывает значительные перегрузки. Они вызваны возникающими в нем нестационарными процессами из-за установления режимов активных элементов по току и напряжению и замедленного включения в работу встроенных систем обратных связей. И чем выше номинальное напряжение питания УМЗЧ, тем больше амплитуда таких перегрузок и соответственно выше вероятность возникновения повреждений элементов усилителя.

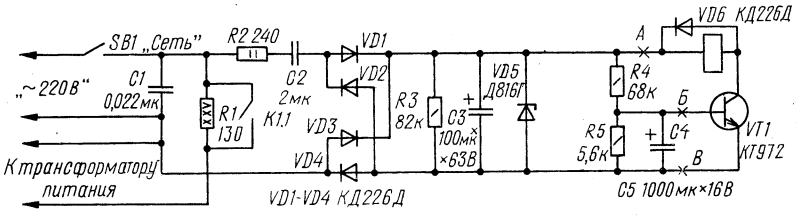


Рис. 1

Конечно, и раньше делались попытки защитить УМЗЧ от перегрузок при включении питания. В [2] было предложенно устройство, защищавшее усилитель от перегрузок, выполненное в виде мощного двуполярного стабилизатора напряжения питания, который при включении в первый момент подавал на усилитель напряжение +10 и —10 В, а затем постепенно повышал его до номинального значения +32 и —32 В. По мнению автора этого устройства, оно позволило существенно улучшить надежность работы УМЗЧ и отказаться от использования в нем традиционных систем защиты акустических систем от перегрузок при включении питания.

При бесспорных достоинствах этого устройства у него имеются и недостатки — устройство защищало только УМЗЧ, но оставляло без защиты его блок питания, из-за сложности собственной конструкции само по себе являлось ненадежным.

Вниманию читателей предлагается простое и надежное устройство «мягкого» включения питания УМЗЧ, защищающее от перегрузок как сам УМЗЧ, так и его блок питания. Оно доступно для изготовления даже начинающему радиоконструктору и может быть использовано как при разработке новых образцов радиоаппаратуры, так и при модернизации существующих, в том числе и промышленного изготовления.

Принцип работы устройства заключается в двуступенчатой подаче напряжения питания на первичную обмотку трансформатора блока питания УМЗЧ.

В цепь первичной обмотки трансформатора блока питания последовательно включен мощный балластный резистор (рис.1). Величина его сопротивления рассчитана в соответствии с габаритной мощностью трансформатора таким образом, чтобы при включении напряжение переменного тока на первичной обмотке составляло примерно половину напряжения сети. Тогда в момент включения соответственно в два раза будет меньше и переменное напряжение вторичных обмоток трансформатора, и напряжение питания УМЗЧ. За счет этого резко уменьшаются амплитуды импульсов тока и напряжения на элементах выпрямителя и УМЗЧ. Нестационарные процессы при пониженном напряжении питания протекают существенно «мягче».

Затем через несколько секунд после включения питания балластный резистор R1 замыкается контактной группой K1.1 и на первичную обмотку трансформатора питания подается полное напряжение сети. Соответственно восстанавливаются до номинальных значений напряжения блока питания. К этому времени конденсаторы фильтров выпрямителя уже заряжены до половины штатного напряжения, что исключает возникновение мощных импульсов тока через вторичные обмотки трансформатора и диоды выпрямителя. В УМЗЧ к этому времени нестационарные процессы тоже закончены, включены системы обратных связей, и подача полного напряжения питания каких-либо перегрузок в УМЗЧ не вызывает.

При отключении сетевого питания контакты K1.1 размыкаются, балластный резистор снова оказывается подключенным последовательно с первичной обмоткой трансформатора и весь цикл может быть повторен.

Само устройство «мягкого» включения питания состоит из бестрансформаторного блока питания, таймера, нагруженного на электромагнитное реле. Конструкция устройства и режимы его элементов выбраны с учетом максимального запаса надежности в эксплуатации. Схема его приведена на рис.1.

При подаче на блок питания УМЗЧ выключателем SB1 напряжения сети через токоограничивающие элементы R2 и C2 одновременно оно подается на мостовой выпрямитель, собранный на диодах VD1 — VD4. Выпрямленное напряжение фильтруется конденсатором C3, ограничивается стабилитроном VD5 до величины 36 В и подается на таймер, выполненный на транзисторе VT1. Протекающий через резисторы R4 и R5 ток заряжает конденсатор C4, по достижению на нем напряжения при-

мерно 1,5 В транзистор VT1 переходит в открытое состояние – реле K1 срабатывает и контактами K1.1 шунтирует балластный резистор R1. В конструкции устройства использовано герметичное электромагнитное реле РЭН33 исполнения РФ4.510.021 с рабочим напряжением 27 В и током срабатывания 75 мА. Возможно использование

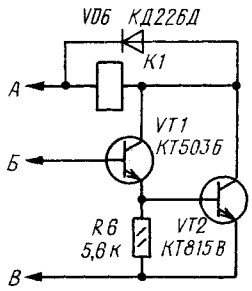


Рис. 2

и других типов реле, допускающих коммутирование индуктивной нагрузки переменного тока частотой 50 Гц не менее 2 А, например, РЭН18, РЭН19, РЭН34.

В качестве VT1 использован транзистор с большим значением параметра коэффициента передачи тока – КТ972А. Возможно применение транзистора КТ972Б. При отсутствии указанных транзисторов подойдут транзисторы со структурой проводимости p-n-p, например, КТ853А, КТ853Б, КТ973А, КТ973Б, но только в этом случае полярность всех диодов и конденсаторов данного устройства следует изменить на противоположную.

При отсутствии транзисторов с большим коэффициентом передачи тока можно использовать схему составного транзистора из двух транзисторов по схеме, приведенной на рис.2. В качестве VT1 в этой схеме применимы любые кремниевые транзисторы с допустимым напряжением коллектор-эмиттер не менее 45 В и достаточно большим коэффициентом усиления по току, например, типов КТ503Г, КТ3102Б. В качестве транзистора VT2 – транзисторы средней мощности с такими же параметрами, например, КТ815В, КТ815Г, КТ817В, КТ817Г или аналогичные им. Подключение варианта составного транзистора производится в точках А–Б–В основной схемы устройства.

Кроме диодов КД226Д, в устройстве можно использовать диоды КД226Г, КД105Б, КД105Г.

В качестве конденсатора C2 применен конденсатор типа МБГО с рабочим напряжением не менее 400 В. Параметры токоограничивающей цепи R2C2 обеспечивают максимальный переменный ток примерно 145 мА, что вполне достаточно, когда применяется электромагнитное реле с током срабатывания 75 мА. Для реле с током срабатывания 130 мА (РЭН29) емкость конденсатора C2 потребуется увеличить до 4 мкФ. При использовании реле типа РЭН34 (ток срабатывания 40 мА) достаточно емкости 1 мкФ. Во всех вариантах изменения емкости конденсатора его рабочее напряжение должно составлять не менее 400 В. Кроме металлобумажных конденсаторов, неплохие результаты могут быть получены при использовании металлопленочных конденсаторов типов К73-11, К73-17, К73-21.

В качестве балластного резистора R1 применен остеклованный проволочный резистор ПЭВ-25. Указанная номинальная мощность резистора рассчитана для использования совместно с трансформатором питания, имеющим габаритную мощность около 400 Вт. Для другого значения габаритной мощности и половинного напряжения первой ступени сопротивление резистора R1 может быть пересчитано по формуле: R1 (Ом) = 48400 / $P_{габ}$(Вт).

Регулировка устройства сводится к установлению времени срабатывания таймера для задержки включения работы второй ступени. Это можно сделать подбором емкости конденсатора C5, поэтому целесообразно его составить из двух конденсаторов, что облегчит процесс регулировки.

М.КОРЗИНИН

г.Магнитогорск

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сухов Н.** УМЗЧ высокой верности. – Радио, 1989, № 6,7.

2. **Клецов В.** Усилитель НЧ с малыми искажениями. – Радио, 1983, № 7, с.51 – 53; 1984, № 2, с.63, 64.

Примечание редакции. В авторском варианте устройства в цепи питания отсутствует плавкая вставка (предохранитель). В номинальном режиме работы она, конечно, не требуется. Но ведь всегда могут возникнуть нештатные аварийные ситуации – короткие замыкания, пробои элементов и др. (автор и сам аргументирует необходимость использования своей конструкции именно такой ситуацией), тогда роль защитного элемента берет на себя резистор R2, он разогревается и сгорает. С точки зрения редакции, это недопустимо, и применение плавкой вставки при аварийных ситуациях вполне оправданно. Она дешевле, ее проще приобрести и время срабатывания настолько меньше, что другие элементы не успевают разогреться и причинить какой-то дополнительный ущерб. Ну и наконец, это общепринятый, отработанный и много раз проверенный способ защиты устройств от возможных последствий неисправностей аппаратуры.