

Ошибки схемотехники компьютерных блоков питания формата АТХ

В статье рассматриваются проблемы компьютерных блоков питания, предлагаются решения по увеличению их надежности и долговечности.

Желание обеспечить надежное и долговечное функционирование персонального компьютера привело к необходимости анализа схемотехники построения компьютеров и их блоков питания. Анализ пяти вышедших у автора из строя компьютеров позволил ускорить данный процесс за счет возможности исследования произошедших аварий и их последствий, приведших в двух случаях к выходу практически всех компонентов компьютеров, а в двух случаях к выходу из строя системных плат с процессорами.

Данный анализ позволил автору сделать вывод, что большинство компьютеров с блоками питания формата АТХ представляют собой «портативный крематорий», который через 1,5...2 года может сгореть в буквальном смысле слова. И эта потенциальная возможность заложена конструкторами в схемотехнику блоков питания формата АТХ.

На рис. 1 представлена обобщенная схема, выполненная на основании анализа блоков питания Power Man

мощностью 300 Вт, JNC LC235-АТХ и AFD-235W — 235 Вт.

Входное напряжение с сетевого разъема XW1 через выключатель SW1 поступает на сетевой выпрямитель на диодах VD1—VD4. При включении блока через диодный мост протекает ток зарядки конденсаторов C4, C5. Зарядный ток в импульсе длительностью до 10 мс достигает величины до 300 А. Выпрямительные сетевые диоды явно не предназначены для периодического воздействия таких ударных токов, в результате чего выходят из строя. Сетевой предохранитель спасает компьютер от катастрофических последствий, однако существует другой способ защиты — установка токоограничивающего резистора R_{д1} и сетевого фильтра C_{д1}L_{д1}C_{д2}. Сетевой фильтр, кроме подавления помех, обеспечивает уменьшение скорости нарастания тока диодов в сетевом выпрямителе, чем предотвращает развитие эффекта «шнурования тока» в этих диодах. Все дополнительно устанавливаемые элементы показаны штриховыми линиями и обозначены

индексом «д» в обозначении элемента. Схемотехнически неграмотной считается установка элементов к сетевым выводам до плавкого предохранителя. В частности, при пробое конденсатора C1 можно полагаться лишь на сетевой автоматический выключатель, ток срабатывания которого может составлять 100 А в помещениях предприятий. В связи с данным обстоятельством конденсатор C1 и резистор R1 следует перенести на место C_{д1} и R_{д1} после предохранителя FU1. Для улучшения условий работы инвертора на транзисторах VT1, VT2 транзисторы следует шунтировать диодами VD_{д1}, VD_{д2}, а оксидные конденсаторы с заметными сопротивлением и индуктивностью C4, C5 — пленочными C_{д3}, C_{д4}.

Основной же схемотехнической ошибкой является недоработка блока дежурного режима. Этот блок построен по схеме блокинг-генератора на транзисторе VT3 и трансформаторе Т3. Отрицательная обратная связь, обеспечивающая поддержание на вторичной обмотке заданных напряжений, осуществляется сигналом отрицательной обратной связи, поступающим на базу этого транзистора с выпрямителя на диоде VD7 и конденсаторе C9. Для обеспечения быстродействия петли обратной связи емкость конденсатора выбирается относительно небольшой — 4,7...22 мкФ. Через 1,5...2 года из-за повышенной температуры внутри блока питания оксидный конденсатор теряет свою емкость и

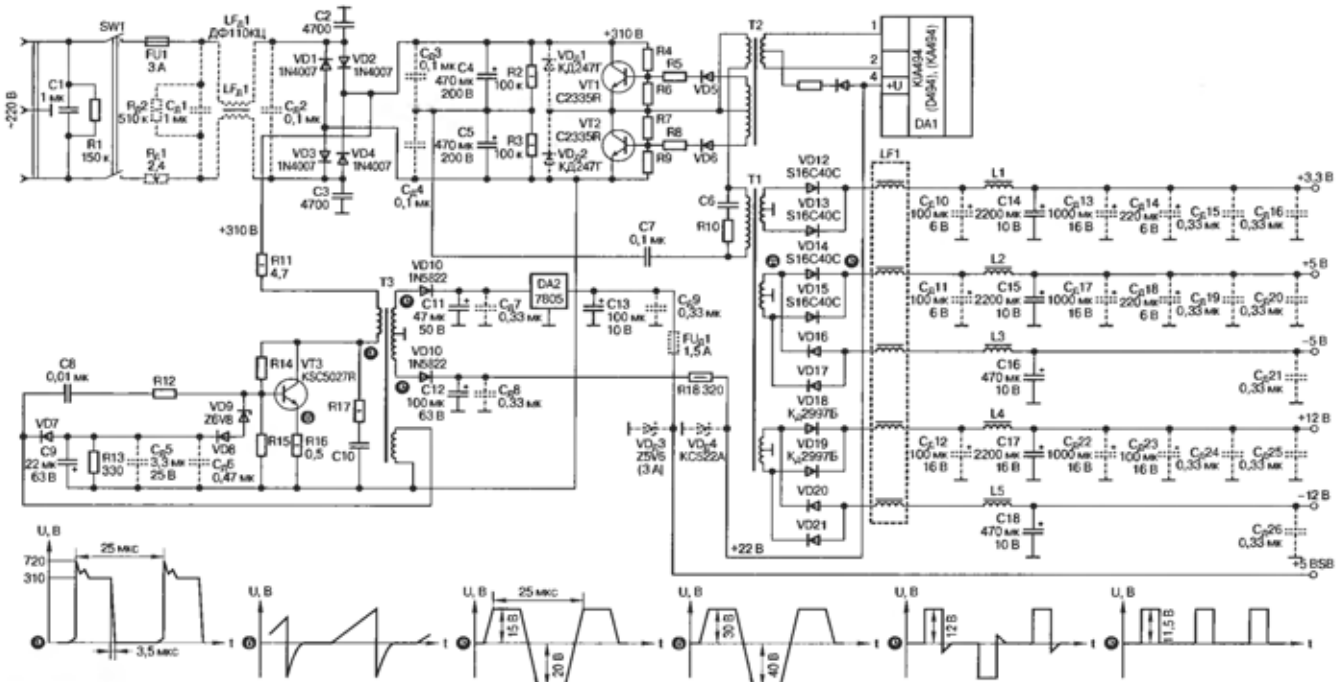


Рис. 1

напряжения на вторичных обмотках сильно повышаются. От выпрямителей на диодах VD10, VD11 питаются микросхема DA1 регулятора основного блока питания и через стабилизатор DA2 микросхемы дежурного режима системной платы. Микросхема DA1 из-за повышенного напряжения на выводе 4 часто выходит из строя, но перед этим она подает повышенное напряжение на процессор, жесткий диск и другие устройства. Это приводит к полному выходу из строя компьютера. Для предотвращения данных тяжелых аварий можно использовать следующие меры защиты. Параллельно конденсатору C9 устанавливают два конденсатора — оксидно-полупроводниковый C_{д5} типа K53-19 емкостью 3,3 мкФ и пленочный C_{д6} емкостью 0,47 мкФ. Диод Шоттки VD10 1N5822 заменяют на КД247Б, устанавливают стабилитроны КС522А и Z5V6 с током 2...3 А, а также керамические конденсаторы фильтра C_{д7}, C_{д8}, C_{д9}. Керамические конденсаторы SMD припаивают к контактным площадкам с обратной стороны платы между выводами соответствующих оксидных. В переделанных таким образом АТХ блоках питания выходов из строя блоков питания дежурного режима больше не наблюдалось.

Еще одним существенным недостатком блоков питания являются выходы из строя (нередко с взрывами) оксидных конденсаторов фильтров и выпрямительных диодов во вторичных цепях. Анализ конструкций упомянутых блоков показал, что во всех изделиях,

кроме Power Man, в цепи выпрямителя +12 В стоят диоды FR302 с рабочим током 2 А и отсутствуют дроссели L1—L5, в то время как на этикетке указан выходной ток 8 А по этой цепи. Исследование осциллограмм показало наличие явно импульсного характера тока, потребляемого компьютером от выпрямителя (точки д, е на рис. 1) и большие импульсные токи конденсаторов при высокой частоте, к чему оксидные конденсаторы не вполне пригодны. При активном сопротивлении потерь около 0,02 Ом и реактивных токах 10 А в каждом конденсаторе выделяется мощность 2 Вт, которая приводит к его значительному нагреву, преждевременному высыханию электролита или разрыву корпуса. Измерения емкости алюминиевых конденсаторов после 2...3 лет их работы в таких режимах показали остаточную емкость 20...25 % от указанного на конденсаторе.

Исходя из проведенного анализа рекомендуется вторичные выпрямители дорабатывать путем замены диодов FR302 на диоды КД2997Б или КД213А (VD18, VD19 на рис. 1) и устанавливать дополнительные конденсаторы фильтров. Следует установить на платы дроссели L1—L5 на предназначенные для них места (обычно стоят перемычки). Их можно намотать на ферритовых стержнях диаметром 5 мм проводом диаметром 0,5...1,5 мм (в зависимости от величины протекающего тока). С обратной стороны платы к контактным площадкам следует припаять керамические SMD конденсаторы C_{д15}, C_{д16}, C_{д19}—C_{д21}, C_{д24}—C_{д26}

емкостью 0,33 мкФ. Конденсаторы C14, C15, C17 2200 мкФ заменяют (при наличии места) двумя конденсаторами 1000 мкФ, а также устанавливаются оксидно-полупроводниковые конденсаторы C_{д10}—C_{д12}, C_{д14}, C_{д18}, C_{д23} K53-19 или K53-33. Применение оксидно-полупроводниковых конденсаторов и П-образных выходных фильтров вместо Г-образных значительно облегчает режимы работы выпрямительных диодов и оксидных алюминиевых конденсаторов, а также снижает пульсации выходных напряжений.

Еще одним фактором, влияющим на надежность работы блока питания, является вентилятор, обеспечивающий охлаждение элементов. Практически во всех вентиляторах используются подшипники скольжения, в них использованы стальной вал и латунная втулка. Замена бронзовой втулки на латунную приводит к очень быстрому износу подшипникового узла и заклиниванию вентилятора. Единственным реальным выходом из этой ситуации является регулярная смазка подшипника вентилятора машинным маслом при помощи шприца. Можно, кроме того, разработать устройство контроля температуры радиатора (на котором установлены диоды выходных выпрямителей), обеспечивающего подачу сигнала на отключение блока питания при превышении температуры выше допустимой.

Владимир Жук,
г. Минск, Белоруссия