

С переходом от трансформаторных на электронные блоки питания электронной аппаратуры, в частности – с массовым внедрением персональных компьютеров, резко обострились проблемы с качеством электропитания, из-за «как бы случайных» отказов.

Защита электроники от перенапряжений в сети.

Общие проблемы надежности электронного оборудования при питании от сетей 220/230 В



Сергей Иголкин, QUANT (Квант Инжиниринг), г. Житомир

(Окончание. Начало в Эл 7-8, 9/21)

Некоторые особенности использования электрической защиты

Статические конденсаторы.

Для нормальной работы электронной защиты нужен статический конденсатор, включенный до выпрямительного моста. Именно заряд-разряд этого конденсатора обеспечивает нормальную работу в режиме ограничения напряжения. Он же замедляет скорость нарастания импульсов перенапряжения, или, при подключении к опасному напряжению в момент достижения амплитудного значения, замедляет достижение этого значения, так что защита успевает включиться и отработать ограничение, не пропустив на нагрузку даже кратковременно опасного значения напряжения.

Емкость статического конденсатора (плёночного или металлобумажного, на рабочее напряжение равное напряжению ограничения защиты) – для 300 А ограничителя может составлять 50-100 мкФ. Заодно он будет компенсировать порядка 3...6 А реактивных токов в нагрузке, снижать уровень ВЧ помех в сети, несколько улучшать форму при наличии на линии существенно нелинейных нагрузок (выпрямители без PFC, например). Культура электроснабжения предусматривает массовое использование таких конденсаторов, хотя бы потому, что они снижают потери в линиях электропередач и это просто экономически выгодно (фактически, «на ровном месте» добываются дополнительные генерирующие мощности, точнее – воз-

вращаются в строй бесполезно теряемые мегаватты).

Почему достаточно небольшого конденсатора? Коммутируемые защитой токи не превышают 75 А, и относительно среднего значения, определяемого обыкновенно током импульса перенапряжения, ток заряда/разряда емкости около 35...40 А, что и дает небольшой размах пульсаций при ограничении перенапряжений, в сочетании с низкой частотой коммутации (единицы килогерц).

Использование IGBT на максимуме

Паспортное значение допустимого тока через ключи IGBT задается у большинства современных производителей для температуры кристалла корпуса ключа 100°C. Но в описываемой схеме защиты транзисторы не перегреваются, основная мощность рассеивается в металлических поглотителях. Низкая частота коммутации позволяет почти игнорировать динамические потери на переключение, и этому же способствует гарантированный ток выключения 70...75 А, и включение при нулевом токе (у современных IGBT потери включения – основная составляющая потерь переключения). Итак, температура корпуса при работе защиты вполне может не превышать 50°C даже с небольшим радиатором, и протекающий ток, практически чисто статический, можно допустить увеличенным – поэтому ключи применяются с номиналом 50 А.

Причина разбиения поглотителя на 4 секции, с управлением каждой от отдельного ключа – это обеспечение малой амплитуды выбросов-иголок при переключении на индуктивности шины питания, и снижение частоты коммутации (динамических потерь). Необходимость четырех драйверов, очень недорогих и простых, этим вполне оправдана.

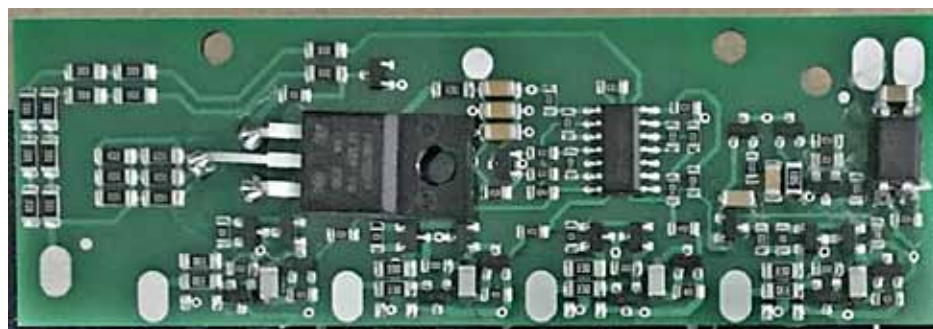


Рис.6

Не слишком ли громоздко?

Основная часть схемы размещена на плате 90x30 мм, под автоустановку, а все устройство в сборе имеет габариты примерно 150x90x20 мм. Т.е. оно не сильно отличается по массо-

габаритным параметрам от типичного УЗИП, но обеспечивает реальную защиту электроники. Стоимость такой защиты, несмотря на большое количество элементов в сравнении с УЗИП от солидных брендов, значительно меньше. А отсутствие деградации при работе – это и вовсе уникальное свойство, не присущее аналогам, предназначенным для того же.

На **рис.6** показано фото платы управления электронной защиты (секции А, В, С, Е)

Умощнение. Параллельное включение защит.

Поглощаемого тока 300 А, как показано выше на реальных параметрах линий, взятых из практики, обычно хватает для практически любых применений. Стандартом на качество электроснабжения касательно коммутационных перенапряжений вообще оговаривается лишь 100 А длительностью менее 1 мс для самых, по их мнению, жестких условий (4 категория жесткости). Практика применения подобной защиты в течение крайних 7 лет на нескольких тысячах кейсов показала, что более практичным (случайные единичные отказы в жестких условиях эксплуатации) является выбор тока ограничения до 200 А, это дает хорошую статистику, а выбор 100 А – нет.

Ток 300 А выбран из соображения, что причиной коммутационного перенапряжения может быть КЗ в линии, и при импедансе линии 1 Ом, что характерно для длинной линии, при сочетании наихудших условий такой импульс и получится. Но если понадобилось для чего-либо увеличить поглощаемый ток (например, для создания групповой защиты в том числе и от косвенных ударов молнии, которые нормируются по промышленному стандарту EN54 на ток до 2000 А и длительность 50 мкс) – можно просто вклю-

чить описанные модули защит параллельно, активный характер сопротивления поглотителей позволит им работать совместно, выравнивая отводимые токи. Другой способ – увеличить число секций поглотителя и число компараторов и ключей в одной защите, это чуть более экономно.

Соблюдая принцип «один ключ – одна секция поглотителя – одна ступень тока 75 А» можно наращивать общий поглощаемый защитой ток до весьма больших значений. Конечно если найдется практическое применение этому, сохраняя коммутацию именно одной ступени тока, то есть без увеличения амплитуды всплесков тока в линии. По сути, и статический конденсатор увеличивать будет не обязательно, 50-100 мкФ хватит по-прежнему, даже на ток ограничения до 1 кА и выше.

Автономное применение защиты

Как сказано выше, описанный вариант защиты с порогом ограничения 500-530 В предназначен для работы со стабилизатором напряжения двойного преобразования, и обеспечивает лишь безопасность самого стабилизатора, а безопасность нагрузки уже обеспечит стабилизатор, который успевает поддерживать номинальное напряжение 220/230 В даже во время импульсов перенапряжения, уже ограниченных 500-530 В на его входе.

Но при небольшом перерасчете защиты ее можно было бы применять и в сочетании с реле напряжения, так как такие устройства успевают импульсные перегрузки (или начало аварийно завышенного напряжения) пропустить на выход, т.е. на нагрузку, прежде чем отключатся.

