

Повышение помехоустойчивости и защита радиоловительской аппаратуры по цепям питания

Виктор Беседин (UA9LAQ)

г. Тюмень

E-mail: ua9laq@mail.ru

Нет необходимости подробно расписывать причины сбоев (отказов) в работе радиоловительской аппаратуры, большинство отказов происходит от перегрузок, неоптимального выбора "рабочих точек" и флуктуаций в цепях питания. Первое и второе – дело рук оператора, конструктора, третье же – в большей степени зависит от случайных процессов и требует устойчивости защиты.

Возьмём, для примера, питание электронного ключа (применимо и к другой радиоловительской электронной аппаратуре частично или полностью). Начнём от сетевой розетки, здесь возможны два варианта: провод от сетевой вилки к корпусу ключа, в котором установлен блок питания и сетевой адаптер с соединительным проводом. В первом случае (будем брать максимальную защиту), провод должен быть экранированным с внешней изоляцией, причём его экран должен быть соединён с качественным заземлением в радиощаке (металлический или металлизированный корпус ключа заземлён), а не с третьим (заземляющим) контактом сетевой вилки. Перед входом в корпус (или сразу после входа в корпус ключа) сетевым проводом нужно намотать несколько витков (3...5) на ферритовом кольце (или ферритовой трубке), и через плавкий предохранитель (один провод) и через выключатель питания ключа (другой провод) – патрончик предохранителя и тумблёр питания размещены на задней стенке корпуса ключа, – соединить с первичной обмоткой силового трансформатора. Сразу после предохранителя между проводами сети следует включить неполярный конденсатор ёмкостью 0,01...0,015 мкФ на рабочее на-

пряжение 630 В, вводя его между патрончиком предохранителя и тумблёром параллельно выводам первичной обмотки трансформатора питания ключа. Вторичная (понижающая напряжение) обмотка силового трансформатора подключается к мостовому выпрямителю (отдельным диодам или их блоку), каждое плечо моста (каждый диод) должно быть заблокировано конденсатором ёмкостью 3300...10000 пФ (рабочее напряжение конденсаторов здесь может быть ниже – 50...100 В). Ёмкость конденсатора (конденсаторов) фильтра, в зависимости от тока, потребляемого ключом (чем больше ток, тем больше ёмкость), должна быть в пределах 1000...10000 мкФ на напряжение 25 В, можно и на 16 В, если напряжение на конденсаторе не превышает 10 В. Между плюсом и минусом выпрямленного напряжения следует включить цепочку из диода (например, КД202) катодом к плюсу, анодом к минусу, т.е., в обратном направлении тока направления, резистор сопротивлением в несколько Ом и стабилитрон, например, из серии ДВ15 с напряжением стабилизации на 3...5 В больше, чем выпрямленное на фильтре. Применение параллельно включенных мощного диода и стабилитрона кажется излишним, но у стабилитрона прямое сопротивление больше, чем у обычного диода, который, к тому же, может "выносить" гораздо большие по интенсивности импульсы, значит, такая цепочка будет работать более эффективно, чем один стабилитрон. Напряжение с фильтра подаётся на микросхемный стабилизатор напряжения, например, 7805...7808, непосредственно на выводах входа и выхода развязанный конденсаторами ёмкостью 0,1 мкФ

на общий провод (вывод ИМС). Выходной оксидный конденсатор устанавливается на ёмкость не более 1000 мкФ. Если корпус ключа изготовлен из металла (лучше – стали) или металлизирован и плотно закрывается, то на этом можно и остановиться, дополнительно установив конденсаторы в 1000...4700 пФ между общим проводом и проводами "точек" и "тире" манипулятора, если он встроены. Если манипулятор выведен из корпуса, да ещё и присоединяется с помощью соединителя, следует установить развязывающие конденсаторы не только непосредственно на манипуляторе, но и на ответной части соединителя внутри корпуса ключа, перед соединителем провод от манипулятора должен быть намотан на ферритовое кольцо или ферритовую трубку, в тяжёлых условиях наводок, такой же токовый трансформатор придётся установить и сразу за соединителем в корпусе ключа.

Если ключ питается от сетевого адаптера и его модернизировать нежелательно, первое, что нужно сделать, – проводом, идущим от него к ключу, нужно намотать несколько витков (3...5) на ферритовом кольце или ферритовой трубке, например, от старого монитора. Этот токовый трансформатор должен находиться у корпуса ключа или сразу за стенкой внутри. В остальном всё можно выполнить по той схеме, что описана выше, при этом, естественно, для работы внутреннего стабилизатора в ключе (например, 7805) будет необходим запас (сетевой адаптер с выходным напряжением 9...12 В). Диодный мост может быть исключён, если таковой уже имеется в адаптере, но его можно и оставить, тогда будет не

страшна переплюсовка питающего ключа напряжения, хотя напряжение на нём немного упадёт из-за наличия прямых сопротивлений диодов.

Безусловно: самым защищённым от внешних воздействий является автономный способ питания ключа от размещённой в его корпусе батареи, при этом можно упразднить многое из выше описанного. Но при питании от суррогатных источников или батарей через длинные внешние провода приходится ставить фильтры на основе, например, тех же токовых трансформаторов, когда ток помехи, проходя по одной обмотке в одну сторону, взаимно компенсируется проходящим током другого направления при прохождении такого же тока по другой обмотке, параллельно проводам питания, для усиления защиты, можно установить конденсаторы – до и после токового трансформатора. Защитную цепочку из диода и стабилитрона нужно ставить везде, где есть опасность проникновения импульсов через цепи питания из одного каскада в другой, при её применении отрицательные выбросы замыкаются (ограничиваются) через диод и имеют тем меньшую амплитуду, чем меньше сопротивление диода в открытом состоянии (кремниевые диоды, германиевые, Шоттки – выбор для сложных случаев). Стабилитрон ограничивает положительные выбросы на амплитуде, равной напряжению стабилизации, увеличивая на время выброса ток через себя, чтобы стабилитрон не влиял на работу схемы устройства (не приводил к потреблению излишнего тока от источника питания), его напряжение стабилизации выбирается на несколько вольт выше номинального для питания (здесь: ключа, но не более допустимого импульсного напряжения питания активных элементов (микросхем).

Следующая система защиты: цепи питания по печатной плате должны разводиться при достаточном сечении фольги. Представим себе, что микросхемы ТТЛ (как потребляющие значительный

ток) питаются через печатные дорожки шириной 1 мм, при обработке заготовки платы, зачистке её от окислов, толщина фольги ещё уменьшилась наполовину, обеспечив в будущем просадку напряжения питания до неприемлемого значения, что особенно актуально для ТТЛ-микросхем, работающих при низком напряжении питания, относительно большом токе потребления и, главное, в малом приемлемом диапазоне питающих напряжений. При достаточно большой и разной длине печатных проводников, из-за больших и разных сопротивлений этих проводников и микросхемы будут работать порозному, от сбоев – до полного отказа. Чтобы избежать этого (проблема искусственно преувеличена, иначе, – не заметить, а в результате: причина неисправности не будет найдена), заготовки платы очищают щадящим образом (микронной шкуркой или чернильным ластиком), дабы не утончать проводящую фольгу, питающие ИМС дорожки делают широкими, фольгу покрывают дополнительными металлами (облуживают) и в тяжёлых случаях дублируют проводниками или оплёткой, устанавливают металлические мостики-перемычки в третьем измерении (высота). Каждая ИМС в электронной схеме (здесь: ключа) работает по присущей её схеме логики и “просаживает” напряжение питания на её выводах, подключенных к общему источнику питания (появляются импульсы). Эти импульсы “модулируют” по питанию работу других ИМС, приводя к сбоям, особенно заметным при питании низким напряжением, при больших токах. Чтобы устранить такое явление, приходится по месту параллельно выводам питания каждой ИМС припаивать развязывающие конденсаторы, увеличивать сечение подводящих проводников питания и, в крайних случаях, каждую микросхему питать через параметрический стабилитрон напряжения на стабилитроне. Пришлось поступить однажды именно таким образом, чтобы запустить цифровую

шкалу, которая не хотела иначе работать стабильно. Очень большое влияние, особенно в ИМС с узким диапазоном рабочих напряжений питания, имеет разброс параметров ИМС, который, в лучшем случае, приводит к необходимости подбора микросхем для совместной работы, нахождения той точки, когда все микросхемы будут работать как положено (а это может быть в диапазоне питающих напряжений менее вольта), в худшем – устройство будет нестабильным в работе или, вообще, – “нетрудоспособным”. Как-то мне приходилось запускать ПЭВМ “Специалист”, устройство отказывалось работать из-за того, что интегральный стабилизатор КРЕН-5 выдавал напряжение всего 4,86 В вместо 5 В, положенных по паспорту, пришлось вводить диоды последовательно с общим выводом ИМС стабилизатора, напряжение повысилось до нормы и ПЭВМ запустилась. Будь диапазон питающих напряжений для микросхем побольше, проблемы бы не возникло.

КМОП ИМС работают в широком диапазоне питающих напряжений, потребляют малые токи, вроде бы, – идиллия, но вступают в силу другие факторы риска – паразитные ёмкости и индуктивности, в быстродействующей и высокочастотной электронике нужно с ними считаться и защищаться, грамотно продумав монтаж на печатных платах, разнося и экранируя друг от друга цепи, влияющие на результат, кроме того, нужно частично или полностью использовать и выше изложенное.

В современных условиях защита аппаратуры по питанию производится с применением различных электронных схем, порой очень сложных, которые и сами подвержены рискам быть поверженными. С другой стороны, выпускаются различные специальные детали: варисторы, разрядники, которые, будучи включенными параллельно защищаемым цепям питания, принимают на себя все высоковольтные выбросы, позволяя защищаемым устройствам работать надёжно.

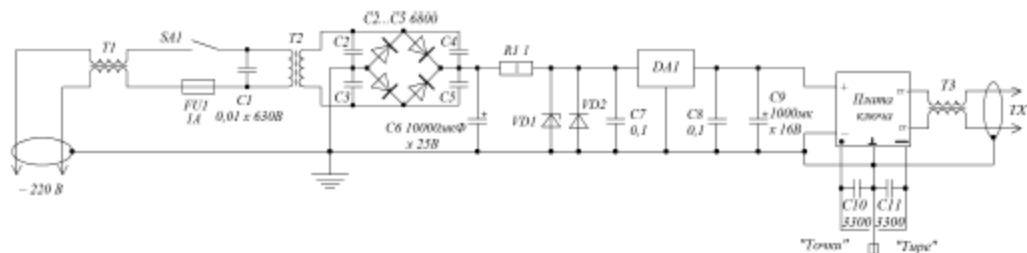


Рис. 1. Пример питания нагрузки с защитой от проникновения импульсных и радиопомех, возникновения мультипликативного фона и самовозбуждения интегрального стабилизатора. Трансформаторы тока T1 и T3 – 3...5 витков на ферритовом сердечнике соединительными проводами, T2 – силовой понижающий трансформатор. Резистор R1 может отсутствовать, если позволяет величина напряжения питания, его значение можно увеличить, являясь нагрузкой стабилитрона, он способствует “усугублению” защиты и защищает и сам стабилитрон, вместо резистора можно установить и низковольтную лампу накаливания, которая будет играть роль бареттера и способствовать большему сглаживанию пульсаций выпрямленного напряжения (требование при питании высокочувствительных устройств). На входе (у сетевой вилки) между проводами может быть установлен варистор на напряжение 260 В (не менее), но его желательно ставить после плавких предохранителей (при стойком превышении напряжения в сети указанного значения, сработает предохранитель и отключит блок питания, не дав ему сгореть). Разрядники устанавливаются на месте цепочки VD1VD2 (вместо неё), напряжение пробоя разрядника устанавливается на несколько вольт выше рабочего. При превышении этого напряжения, в этих приборах происходит пробой и блокировка импульсов обеих полярностей

Варисторы применяют в высоковольтных цепях, порой, – на входе (сеть 220 В), разрядники – в более низковольтных цепях, если напряжение совсем низкое, ставят диодные ограничители, например, подобные выше упомянутой цепочке из диода и стабилитрона, обеспечивающей несимметричное ограничение. Если требуется симметричное ограничение (сигнальные цепи переменного напряжения и формирователи прямоугольных импульсов), ставят встречно-параллельные цепочки из одинаковых диодов, подбирая их количество (включаются последовательно в каждую ветвь) по необходимому напряжению ограничения.

В некоторых случаях требуется бесперебойное питание, которое можно осуществить с помощью диодов, рассчитанных на рабочие токи питаемых устройств. Так, на рис. 1 ввести дополнительное (бесперебойное) устройство можно, включив в разрыв цепи (+) перед платой один диод (катодом к плате, анодом к DA1), второй диод подключается в эту же точку (катод к катоду), через него будет осуществляться автономное питание (от батареи) – рис. 2. Этот простой “бесперебойник” работает при

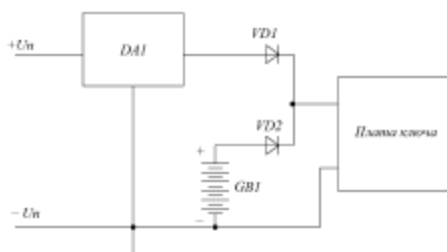


Рис. 2. Осуществление бесперебойного питания нагрузки. На схеме приведены не все необходимые детали (см. рис. 1)

условии, что напряжение со стабилизатора будет больше напряжения батареи хотя бы на 0,5...0,7 В (работа в пределах допустимого напряжения питания нагрузки). При наличии напряжения в сети, работает стабилизатор. Его выходное напряжение, из-за разницы с напряжением батареи, закрывает диод VD2 (рис. 2), батарея отключается и не расходует свою энергию. При исчезновении напряжения в сети, исчезает напряжение и после стабилизатора, диод VD2 открывается и устройство (здесь: ключ) питается от гальванической (или аккумуляторной) батареи. Диод VD1 препятствует ходу обратного для стабилизатора тока. При равенстве выходных

напряжений стабилизатор и батарея будут работать параллельно, потребление от каждого источника будет равным половине общего тока в цепи питания ключа.

В настоящее время мало используется экранная обмотка в составе силового трансформатора (между первичной и вторичными обмотками), которая соединяется одним проводником с общим заземляемым проводом питаемого устройства, из-за наличия других средств защиты, однако, её функция развязки сети от устройства по помехам будет только на пользу.