

УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ ИСТОЧНИКОВ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ POWERCOM

Владимир Ильин

Никогда источники бесперебойного питания класса Line-Interactive, к которому относятся все модели серии KIN фирмы PowerCom, не стоили так дешево. Но в данном случае стоимость снижена за счет надежности. В статье автор приводит и описывает схему источника, отмечает его характерные дефекты и дает рекомендации по повышению надежности.

В последние годы на российском рынке появились источники бесперебойного питания (ИБП) серии KIN производства фирмы PowerCom, которые сразу привлекли внимание потребителей своими малыми габаритами, практически бесшумной работой, но главное – низкой стоимостью, сделавшей эти аппараты доступными буквально каждому владельцу персонального компьютера. Однако низкая стоимость данных приборов является следствием некоторых упрощений конструкции, главное из которых – гальваническая связь схемы управления с питающей сетью. Поэтому нередки случаи повреждения ИБП при резких бросках сетевого напряжения.

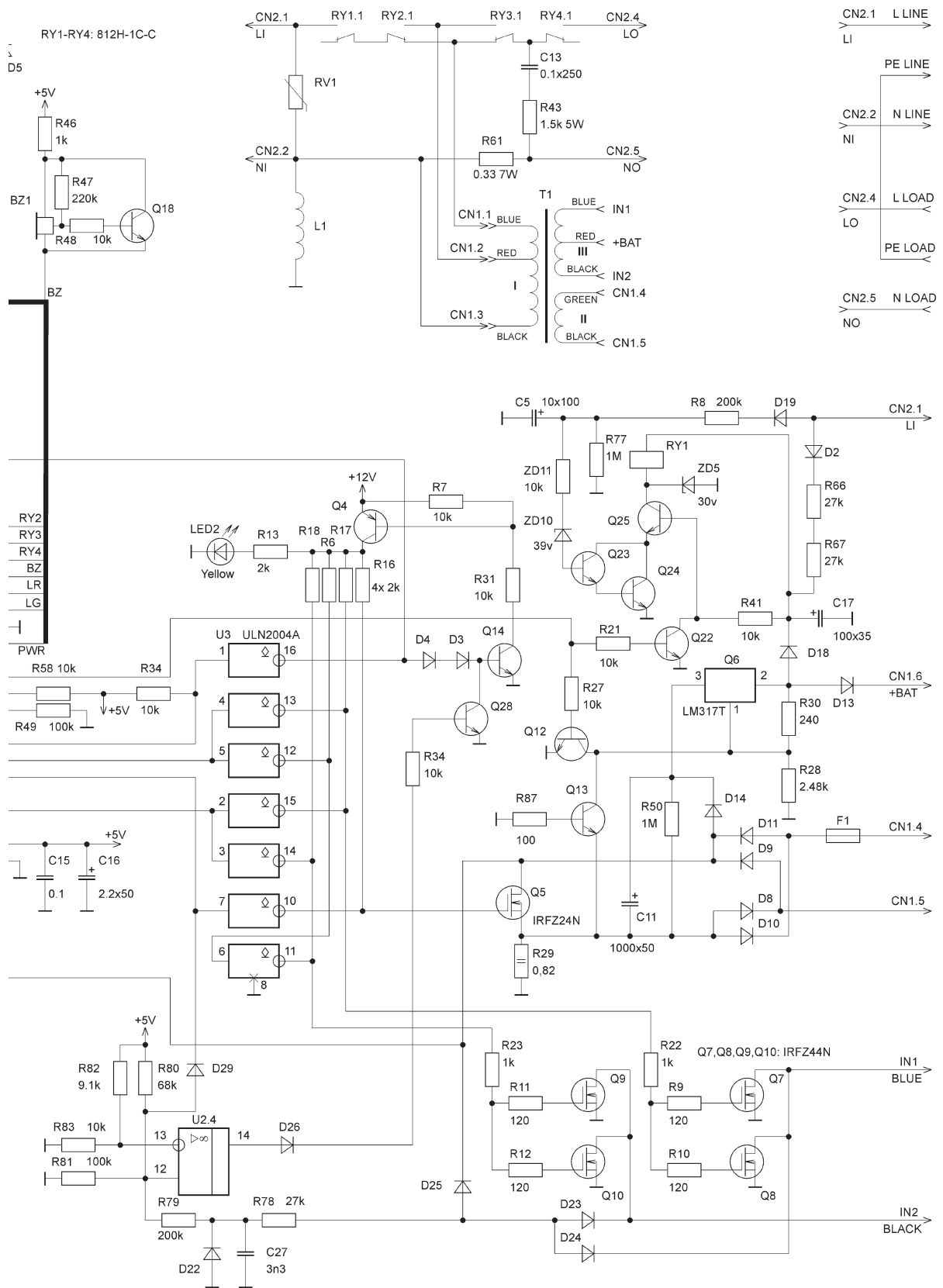
Рассмотрим работу ИБП по его принципиальной схеме (см. рисунок). При включении блока в электрическую сеть 220 В происходит заряд конденсатора C17 через цепь D2, R66, R67 и конденсатора C5 через D19, R8. По достижении на C5 потенциала, достаточного для пробоя стабилитрона ZD10, открываются транзисторы Q23 и Q24. К этому времени напряжение на C17 вполне достаточно для срабатывания реле RY1. Поскольку процессор обесточен, потенциал на его выводе 11 равен потенциалу общего провода и Q22 закрыт. Транзистор Q25 открывается током, протекающим через R41, Q24 и включает реле RY1. Своими контактами реле RY1 подключает сетевое напряжение к обмотке I трансформатора T1. Появившееся на обмотке II напряжение выпрямляется диодным мостом D8...D11 и через D14 подводится к стабилизатору Q6 (LM317). Выходное напряжение стабилизатора Q6 задается резистивным делителем R28, R30 и используется для зарядки аккумуляторной батареи через D13 и питания реле RY1 через D18. В данном режиме ИБП выключен; происходит заряд аккумуляторной батареи.

При замыкании контактов кнопки запуска SW1 на панели ИБП транзисторы Q2 и Q1 открываются током, протекающим через R1 и R4. На коллекторе Q1 появляется напряжение +12 В, используемое для питания всех внутренних цепей блока. Стабилизатор U1 (L7805) обеспечивает напряжение +5 В для питания цифровой части схемы. Цепь R56, C14 формирует сигнал сброса микроконтроллера U4. После отработки микроконтроллером программы начальной инициализации на его выводе 5 появляется сиг-

нал «лог. 1», зажигающий зеленый светодиод LED1. На выводе 3 U4 возникают импульсы, которые через конденсатор C26 периодически открывают транзистор Q3. Таким образом, конденсатор C29 периодически разряжается через Q3 и заряжается через R5, R4, R3. Ток его заряда достаточен для поддержания транзисторов Q1 и Q2 в открытом состоянии. Если по какой-либо причине (например, из-за сбоя в работе микроконтроллера) импульсы на выводе 3 U4 исчезают, конденсатор C29 заряжается, транзисторы Q1 и Q2 закрываются и схема ИБП обесточивается.

В режиме работы от сети контакты реле RY1 и RY4 замкнуты. При этом ИБП отслеживает амплитуду напряжения в сети через цепь, подключенную к выводу 16 микроконтроллера. При понижении напряжения сети ниже 196 В включается реле RY2. При этом сетевое напряжение поступает на часть обмотки I трансформатора T1, а нагрузка питается от всей обмотки. Таким образом, T1 выступает в роли автотрансформатора, повышая выходное напряжение на 12%. При превышении напряжением сети уровня в 245 В включается реле RY3. Сетевое напряжение поступает на всю обмотку I, а выходное напряжение снимается с ее части, понижаясь относительно сетевого на 12%. Таким образом, ИБП стабилизирует выходное напряжение в некотором диапазоне изменения напряжения сети без перехода на работу от батарей. При работе от сети ИБП синхронизирует свой внутренний генератор с фазой сетевого напряжения через цепь, подключенную к выводу 25 микроконтроллера U4.

В случае пропадания сетевого напряжения, его резкого скачка или выхода из допуска $\pm 15\%$ относительно номинального значения, ИБП переходит на работу от батарей. При этом сигналом «лог. 1» на выводе 11 U4 выключается реле RY1 и зарядное устройство на Q6; сигнал «лог. 0» на выводе 22 U4 закрывает транзисторный ключ U3.1. Транзистор Q14 открывается через ZD4, R54, D4, D3 и, в свою очередь, открывает транзистор Q4, подающий через R17, R18 отпирающее напряжение на транзисторы инвертора, а также зажигающий желтый светодиод LED2 через балластный резистор R13. На выводе 24 U4 появляются импульсы с частотой 100 Гц. При «лог. 1» на этом выводе закрыты оба плеча инвертора; при «лог. 0» – открытое плечо определяется уровнем на выводе 21 U4, который изменяется с частотой 50 Гц. Таким образом, плечи инвертора, образованные транзисторами Q7, Q8 и Q9, Q10, периодически открываются, подключая аккумуляторную батарею поочередно то к одной, то к другой половине обмотки III трансформатора T1. В обмотке I T1 индуцируется



ступенчатое напряжение с эффективным значением 220 В, питающее нагрузку. Выходное напряжение отслеживается микроконтроллером U4 через цепь, подключенную к выводу 19; ток нагрузки – через цепь, подключенную к выводу 18. Напряжение батарей измеряется посредством цепи, подключенной к выводу 17 U4. Когда микроконтроллер определяет, что батарея разряжена, сигнал «лог. 1» на его выводе 6 зажигает красный светодиод LED3, а сигнал «лог. 0» на выводе 7 включает пьезоизлучатель BZ1. Если микроконтроллер фиксирует полный разряд батареи, выключается реле RY4, транзисторы Q14 и Q4 закрываются, и снимается напряжение смещения с инвертора. Сигналом «лог. 0» на выводе 11 U4 включается реле RY1 и зарядное устройство. После этого прекращается генерация импульсов на выводе 3 U4, транзисторы Q1 и Q2 закрываются, и ИБП выключается.

Большинство неисправностей данного ИБП обусловлено, главным образом, двумя причинами.

Во-первых, перегрузкой или коротким замыканием на выходе устройства. При этом обрывается резистор R61, и ток нагрузки начинает течь по цепи D15, R51, R42. Обычно это приводит к выгоранию резисторов R51 и R42, а также к пробоем стабилизатора ZD6. Если после замены этих элементов ИБП не запускается – значит, повреждены цепи аналого-цифрового преобразователя (АЦП) микроконтроллера U4.

Во-вторых, скачком напряжения в электрической сети. Данный ИБП не имеет, как уже говорилось, гальванической развязки с сетью, и броски напряжения (например, из-за коммутации мощной индуктивной нагрузки) способны его повредить. При этом обычно выходят из строя микросхемы U2, U1 и транзистор Q1. Кроме того, могут быть повреждены транзисторы Q23...Q25, обмотки реле RY1...RY4 и шунтирующие их диоды D5...D7. Необходимо также проверить микросхему Q6 и транзистор Q5.

Перед первым запуском ИБП после ремонта в разрыв цепи плюсового вывода батареи желательно включить плавкий предохранитель номиналом 5 А. Срабатывание предохранителя сразу после перехода ИБП в режим тестирования батарей свидетельствует о неисправности АЦП микроконтроллера.

Случаи повреждения выходных транзисторов инвертора Q7...Q10 довольно редки и в основном связаны с попаданием внутрь ИБП жидкости или насекомых.

В случае выхода из строя микроконтроллера U4 (а это, в конечном счете, происходит более чем в половине проанализированных неисправностей ИБП данного типа) сделать уже ничего, к сожалению, нельзя, поскольку микросхема MC68HC705P6A практически недоступна. Однако если Вам повезло и в ремонтируемом экземпляре ИБП контроллер уцелел, можно защитить его входы (выводы 15...19) при помощи нормально закрытых диодов КД522 или 1N4148, подключенных на общий провод и цепь питания +5 В.