***ООО "Системы ПромАвтоматики"***

***(СПА)***

18

**ИБП 2018**

***Управляющий контроллер***

Инвертором называется устройство, преобразующее постоянный ток в переменный с постоянными или регулируемыми значениями выходного напряжения и частоты. Автономным (независимым) инвертором называется преобразователь электрической энергии постоянного тока в переменный, выходные параметры которого (фаза, амплитуда и частота) зависят только от схемы преобразователя, схемы управления и параметров нагрузки.

Автономные инверторы применяются для питания потребителей переменным током от аккумуляторных батарей или других источников постоянного тока в составе источников бесперебойного питания (ИБП).

Принцип построения устройства заключается в том, что при помощи предварительного высокочастотного преобразования получают напряжение [постоянного тока](http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/111702), значение которого близко к амплитудному значению синусоидального выходного напряжения ИБП. Затем это напряжение постоянного тока с помощью многократной [широтно-импульсной модуляци](http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/29402)и, выполняемой по синусоидальному закону, преобразуется в переменное напряжение по форме, близкое к синусоидальному. Затем с помощью фильтра нижних частот выделяется синусоидальная составляющая выходного напряжения.

Формирование напряжения постоянного тока может осуществлять DC-DC преобразователь, (при работе от батареи) или AC-DC преобразователь, роль которого может выполнять корректор коэффициента мощности, при работе от сети.

Контроллер ИБП, реализованный на микроконтроллере C8051F560 и ПЛИС Xilinx XC6SLX9, снабжен пятью гальванически развязанными измерителями напряжения/тока и выполнен в виде отдельной печатной платы.

Упрощенная схема силовой части ИБП представлена на рис.1



Рис. 1

Упрощенная схема силовой части устройства

Повышающий DC-DC преобразователь выполнен в виде мостового трансформаторного преобразователя (VT1 – VT4, VD1 – VD4) с фазовым управлением. Для ограничения пиковых значений тока, на входе включен токовый трансформатор измерителя тока. Измеренное мгновенное значение с помощью компараторов сравнивается с двумя порогами тока, превышение которых фиксируется контроллером. Первый порог выбирается таким образом, чтобы при достижении его, преобразователь мог работать неограниченно долго. Увеличение мгновенного тока выше первого порога вызывает отключение тока через трансформатор до конца периода преобразования, обеспечивая, тем самым, ограничение мощности, отдаваемой в нагрузку. Поскольку время запирания транзисторов, конечно, то после того, как управляющее воздействие с затворов снято, ток через трансформатор продолжает протекать еще некоторое время. Второй порог выбирается так, чтобы при отсутствии одностороннего намагничивания сердечника ток, за время запирания транзисторов, не достигал второго порогового уровня. В случае значительной перегрузки например, при коротком замыкании возникает одностороннее намагничивание, индуктивность первичной обмотки трансформатора уменьшается, скорость нарастания тока увеличивается, что приводит к тому, что за время запирания транзисторов ток успевает увеличиться до второго порогового уровня и контроллер блокирует работу преобразователя на 10 периодов преобразования, обеспечивая тем самым условия для естественного размагничивания сердечника.

Повышающий преобразователь работает на динамическую нагрузку, которой является DC-AC преобразователь напряжения. Потребляемый DC-AC преобразователем ток пульсирует с удвоенной частотой выходного напряжения, причем его мгновенные значения изменяются от нуля до максимального значения. При использовании ИБП в телекоммуникационных системах на них помимо стандартных требований накладываются жесткие требования по качеству потребляемого тока от шин постоянного напряжения. Прерывистый потребляемый ток вызывает низкочастотную помеху, кратную выходной частоте ИБП, подавить которую традиционными фильтрами не просто. Существенное улучшение 100-герцовых пульсаций потребляемого тока достигается путем изменения структуры типового контура обратной связи DC-DC-преобразователя. В частности, в контуре обратной связи по напряжению преобразователя DC-DC стабилизируется сигнал, представляющий собой сумму сигнала, пропорционального выходному напряжению, и сигнала, пропорционального 100-герцовой составляющей входного тока. При такой организации контура обратной связи система подавляет 100-герцовую составляющую во входном токе путем увеличения 100-герцовой пульсации напряжения на выходе преобразователя DC-DC. Кроме того, высокий нагрузочный пик-фактор, требует реализации эффективных методов ограничения мощности DC-DC повышающего преобразователя. Наиболее просто такие разнообразные требования учитываются при использовании многоконтурных подчиненных систем регулирования. В многоконтурной подчиненной системе предусматривается несколько контуров регулирования со своими регуляторами, причем выходной сигнал регулятора внешнего контура является предписанным значением для внутреннего контура, т.е. работа каждого внутреннего контура подчинена внешнему контуру. Система управления DC-DC преобразователем является двухконтурной. Внешний, медленный контур напряжения отвечает за стабилизацию выходного напряжения DC-DC преобразователя, внутренний быстрый контур тока отвечает за форму потребляемого DC-DC преобразователем тока. В идеальном случае потребляемый DC-DC преобразователем ток из источника постоянного напряжения не должен содержать переменной составляющей, что соответствует коэффициенту мощности, равному единице, но при этом появляются пульсации выходного напряжения DC-DC преобразователя, которые могут сказаться на качестве переменного напряжения на выходе ИБП. Оптимальные параметры PI-регуляторов внешнего и внутреннего контуров позволяют существенно снизить пульсации входного тока при допустимом ухудшении синусоидальности выходного напряжения и обеспечивают эффективное ограничение мощности нагрузок, носящих существенно-нелинейный характер, типичным примером, которых являются широко распространенные на практике выпрямители с емкостными фильтрами.

Для исключения аварийных ситуаций, включение преобразователя производится в строго определенной последовательности.

 

В качестве датчика тока DC-DC преобразователя используется пара токовых трансформаторов, включенных в цепи выходного выпрямителя и работающих на общую нагрузку. Инвертор выполнен в виде мостового, бестрансформаторного преобразователя (VT7 – VT10, L2, L3). Контроль и ограничение мгновенных значений тока транзисторов осуществляется аналогично DC-DC преобразователю, за исключением того, что ток в цепи выходного фильтра контролируется по модулю, для чего используется резистивный шунт и две пары компараторов.

При наличии сети, DC-DC преобразователь переводится в дежурный режим, а постоянное напряжение питания инвертора формируется выпрямителем, роль которого выполняет корректор коэффициента мощности (ККМ) (VT5 – VT8, L1, L2). При этом полумост VT7, VT8 и дроссель L2, является общим для корректора и инвертора. Общий полумост коммутирует нейтральный провод ИБП поочередно, в течении одного полупериода к «-», а другого к «+» источника питания инвертора. Соответственно различается и алгоритм работы двух оставшихся полумостов. Когда открыт транзистор VT8, что соответствует положительному полупериоду сетевого и выходного напряжения, повышающим преобразователем корректора коэффициента мощности работают транзистор VT6, дроссель L1 и диод транзистора VT5, а правый полумост управляется по закону положительной полуволны синуса. В следующие 10 мс, когда открыт транзистор VT7, роль повышающего преобразователя выполняют транзистор VT5, дроссель L1 и диод транзистора VT6, а полумост VT9 – VT10 управляется по закону отрицательной полуволны синуса. ККМ представляет собой классический преобразователь с повышением (boost converter) с широтно-импульсной модуляцией, работающий в непрерывном режиме. ШИМ - управление транзисторами корректора выполняется таким образом, чтобы ток, потребляемый от сети, имел минимальные гармонические и нелинейные искажения, а напряжение на конденсаторе C2, питающее инвертор, было равно номинальному напряжению. Т.е. форма потребляемого от сети тока должна быть как можно ближе к синусоидальной и - «в фазе» с сетевым напряжением. При этом выходное напряжение ККМ должно оставаться неизменным независимо от тока нагрузки.

Контроль и ограничение мгновенных значений тока транзисторов ККМ осуществляется аналогично тому, как это выполняется в инверторе.

Ввиду того, что работа такой схемы возможна только при жесткой синхронизации, в схеме присутствуют контакты электромеханических реле, изолирующие силовую часть корректора/инвертора от сети и нагрузки на время, требуемое для достижения состояния синхронизма.

Необходимость синхронной работы корректора коэффициента мощности и инвертора усложняет алгоритм управления силовыми ключами, но позволяет объединить нейтральные линии сетевого ввода и нагрузки и значительно уменьшить амплитуду токов заряда/разряда накопительного конденсатора C2.

Современной тенденцией построения однофазных источников бесперебойного питания становится модульный принцип, обеспечивающий наиболее отказоустойчивые и наращиваемые по мощности системы бесперебойного электропитания. Модульный принцип построения ИБП широко используется многие годы в системах постоянного тока. В основе таких систем заложено параллельное включение выпрямительных модулей на общую выходную шину, что обеспечивает необходимое резервирование системы и возможность наращивания мощности системы при необходимости увеличения числа потребителей. В последнее время получило распространение параллельное включение по выходу однофазных ИБП мощностью 1 - 3 кВА с использованием независимого принципа синхронизации системы от любого из блоков, включенных в нее. Информационная связь между модулями осуществляется по цифровой шине. После подключения очередного модуля, происходит тестирование его состояния, и при исправности системы, он автоматически определяется остальными подключенными к нагрузке модулями, что приводит к соответствующему перераспределению тока нагрузки. При возникновении неисправности одного из модулей, он автоматически отключается от шины нагрузки, что позволяет изолировать поврежденный ИБП без отключения нагрузки от остальных модулей. Для того, чтобы два или более ИБП, подключенных к общей нагрузке, были загружены в равной степени, необходимо синхронизировать их выходные напряжения по частоте, начальной фазе и амплитуде, а так же синхронизировать работу ШИМ модуляторов всех ИБП по частоте преобразования. Нарушение синхронизации по любому из параметров приводит к возникновению уравнительных токов.

Нарушение синхронизации выходного напряжения и частоты преобразования в наименьшей степени влияет на дисбаланс распределения мощностей, поэтому эти два параметра устанавливаются системами автоматического регулирования (синхронизируемые), а синхронность работы ИБП по частоте и фазе выходного напряжения обеспечивается цифровой шиной синхронизации распределенной системы задающих генераторов.

Каждый ИБП имеет собственный генератор прямого цифрового синтеза частоты гармонического сигнала (DDS, Direct Digital Synthesizer), синхронизируемый посредством системы фазовой автоподстройки частоты. Ведущий ИБП синхронизируется с частотой сети, при ее наличии, или работает автономно на частоте 50 Гц, при отсутствии сети, ведомый синхронизируется с частотой ведущего генератора. Таким образом, генераторы всех ИБП являются когерентными. В каждом ИБП отсчеты сформированного гармонического сигнала передаются с частотой 10800 Гц в блок синхронизации, который постоянно анализирует состояние шины синхронизации. При поступлении данных по шине, они передаются в блок интерполяции, при отсутствии информационных посылок, блок синхронизации начинает транслировать на шину синхронизации данные, полученные от собственного генератора. Если данные, поступающие с шины синхронизации, соответствуют данным переданным на шину, значит данные удачно переданы собственному приемнику и приемникам остальных ИБП, если обнаружено несоответствие, значит, что более одного устройства пытаются передавать данные синхронизации. ИБП, обнаруживший несоответствие, прекращает передачу. Таким образом, вышеописанная процедура гарантирует, что на шине синхронизации всегда присутствуют данные только одного из задающих генераторов.

В блоке интерполяции отсчеты сигнала 50 Гц дополняются нулевыми отсчетами (по три нулевых отсчета на каждый поступивший) и фильтруются цифровым ФНЧ с частотой пропускания 100 Гц. Цифровой гармонический сигнал с частотой квантования 43200 Гц с выхода интерполяционного фильтра поступает в блок PWM, где используется для задания параметров очередного цикла преобразования.

Поскольку контроллеры всех ИБП получают данные с одной шины синхронизации и одинаково их интерпретируют, то работа всех преобразователей оказывается синхронной по частоте и фазе выходного напряжения. 9-и разрядный PWM формирует сигналы управления мощными ключами мостового преобразователя. Выходной LC фильтр ИБП не в состоянии полностью подавить частоту преобразования и в случае неравенства частот преобразования PWM разных ИБП между ними возникают уравнивающие токи с частотами биений. Частота поступления отсчетов по шине синхронизации используется системой фазовой автоподстройки частоты для синхронизации частоты собственного задающего тактового генератора с частотой тактового генератора ведущего ИБП с целью выравнивания частот преобразования и минимизации уравнительных токов. Устройство фазовой автоподстройки несущей вырабатывает сигнал ошибки, который преобразуется в аналоговую форму ШИМ модулятором и, воздействуя на варикап в цепи кварцевого генератора микроконтроллера, изменяет частоту тактирования ведомого ИБП.

Равенство частот выходного напряжения ИБП с точностью до фазы обеспечивает система фазовой автоподстройки частоты выходного напряжения (ФАПЧ). Цифровой генератор частоты 50 Гц ведущего ИБП работает либо автономно, либо синхронизируется с частотой сети, в случае ее наличия, а генераторы ведомых ИБП всегда синхронизируются с частотой ведущего.

Для обеспечения возможности генерации 3-х фазного напряжения, каждый ИБП имеет программируемую линию задержки, которая позволяет задержать цифровой сигнал синуса 50 Гц на время, соответствующее фазовому сдвигу 120 или 240 градусов. Если резисторы на адресных контактах ИБП соответствуют режиму работы в фазе B или C, цифровые отсчеты, получаемые с шины синхронизации, дополнительно задерживаются и напряжение на выходе этого ИБП получает соответствующий фазовый сдвиг.

ФАПЧ генератора частоты 50 Гц, для обеспечения достаточной помехоустойчивости, работает в узкой полосе частот ±0.8 Гц. Для обеспечения уверенного «захвата» синхронизации в «широкой» полосе частот ±5 Гц, система синхронизации дополнена частотомером и подсистемой автоподстройки частоты (АПЧГ), изменяющей собственную частоту генератора в соответствии с измеренным значением частоты сети или частоты генератора ведущего ИБП. Одновременно с изменением собственной частоты генератора, изменяется и длина линии задержки, сохраняя фазовый сдвиг 120 или 240 градусов на любой частоте рабочего диапазона. Таким образом, в трехфазной системе генераторы всех ИБП работают синхронно с фазой A сети, по шине синхронизации транслируется сигнал, синхронный с фазой A, а сигналы фаз B и C, восстанавливаются с помощью линий задержки.

Для измерения необходимых для работы напряжений и токов, контроллер имеет пять независимых и гальванически развязанных измерителей мгновенных значений напряжения/тока:

* напряжение сети,
* ток сети,
* напряжение инвертора,
* ток инвертора,
* напряжение выхода ИБП,
* напряжение напряжения постоянного тока, питающего инвертор,
* напряжение батареи.

. Измерение токов и напряжений осуществляется с частотой 3600 Гц.

Среднеквадратичные значения напряжений и токов вычисляются как:

Мощность рассчитывается как:

Где , - мгновенные значения напряжения и тока.

Для контроля и управления напряжения измеряются на периоде 10 мс, для мониторинга и выравнивания мощностей при параллельной работе нескольких модулей напряжения, токи и мощность измеряются на периоде 100 мс.

Мониторинг ИБП осуществляется по шине CAN с помощью Устройства Контроля и Управления (УКУ). Управляющий микропроцессор, на этапе инициализации, определяет адрес ИБП, заданный внешними резисторами, и использует его во время работы для информационного обмена по шине CAN. Адресация возможна в двух системах: двоичной и четверичной.

В двоичной системе для задания ‘0’ к выводу подключается либо перемычка либо резистор номиналом 1 кОм, для задания ‘1’ – не подключается ничего. Адресуемое пространство 16 устройств, возможна работа только в однофазной сборке.

В четверичной системе для осуществления адресации к адресным контактам ИБП подключаются резисторы четырех номиналов, 10R, 4K7, 10K, 24K. Адрес вычисляется в четвертичной системе, т.е. максимальное адресуемое пространство 4\*\*3 - 64 устройства.

Adr = a3 \* 64 + a2 \* 16 + a1 \* 4 + a0 ; где a3, a2, a1, a0 нормированные до значений [0 - 3] показания АЦП по соответствующим адресным входам.

Два старших разряда адреса в аналоговой системе адресации определяют фазу данного ИБП. 0 – однофазный режим, 1 – A, 2 – B, 3 – C псевдо трехфазный режим. Оставшиеся 6 разрядов определяют номер устройства в системе (0 - 63). Поскольку адресное пространство ИБП смещено на 20, реальные адреса лежат в диапазоне 20 – 63.

Информация в сети CAN передается 8-байтными пакетами со стандартным (не расширенным) 11-битным идентификатором. Пакеты от УКУ к ИБП имеют идентификатор 0x09E, пакеты от ИБП к УКУ имеют идентификатор 0x18E. Обмен осуществляется на скорости 62.5 кбод.

УКУ присылает ИБП пакет из 8 байт B[0] – B[7]. ИБП проверяет условие ((B[0]==Adr)&&(B[1]==Adr)). Если оно выполняется, ИБП считает, что пришедший пакет предназначен именно ему и анализирует остальные байты пакета.

Для двухбайтовых значений – младший байт первый.

***Внимание !!!***

УКУ признает ИБП только устройства с адресом больше 20.Устройство автоматически добавляет к заданному на разъеме адресу 20.

Если выполняется условие (B[2]==0xED) то пришедший пакет является запросом телеметрии. ИБП отвечает на эту команду тремя последовательными CAN-пакетами по 8 байт каждый.

Запрос сохранен для совместимости с ранними версиями. Не рекомендуется использовать в новых разработках. ИБП вне зависимости от запроса, самостоятельно 2 раза в секунду отправляет три CAN-пакета по 8 байт каждый, что делает возможным использование пассивной системы мониторинга.

Первый пакет:

B[0] – Adr | 0x40; Адрес ИБП с взведенным 6-м битом

B[1] – 0xDD;

B[2:3] – двухбайтное слово соответствующее току в формате 12.3А;

B[4:5] – двухбайтное слово соответствующее активной мощности ИБП в формате 234Вт (-234Вт);

B[6:7] – двухбайтное слово соответствующее выходному напряжению ИБП в формате 223.4В.

Второй пакет:

B[0] – Adr | 0x40; Адрес ИБП с взведенным 6-м битом;

B[1] – 0xDE;

B[2] – однобайтное слово соответствующее температуре в единицах градусов Цельсия;

B[3] – байт флагов (1 – активно):

B[3,0] – перегрузка по мощности (активной или полной),

Либо активная, либо полная мощность больше своего максимального значения

B[3,1] – температура > 80 град.,

B[3,2] – температура > 70 град.,

B[3,3] – напряжение > допустимого,

B[3,4] – напряжение < допустимого,

B[3,5] – 0- Offline, 1 – Online,

B[3,6] – 0 – ведомый, 1 - ведущий,

B[3,7] – Состояние 0 – батарея, 1 – сеть;

B[4:5] – двухбайтное слово соответствующее напряжению сети в формате 220,0В;

B[6:7] – двухбайтное слово соответствующее напряжению нагрузки (шины) в формате 220,0В;

Третий пакет:

B[0] – Adr | 0x40; Адрес ИБП с взведенным 6-м битом;

B[1] – 0xDA;

B[2:3] – двухбайтное слово соответствующее напряжению батареи в формате 200.0В.

B[4] – дополнительный байт флагов

B[4,0] – Входные напряжения ниже нормы,

B[4,1] - Входные напряжения ниже нормы.

Для изменения конфигурационных параметров служит широковещательный пакет УКУ:

B[0] – 0xF1;

B[1] – Номинальное напряжение выхода (220 - 230);

B[2] – Минимальное напряжение выхода в формате (0 - 255);

B[3] – Максимальное напряжение выхода – 50 вольт в формате (0 - 255);

ИБП автоматически добавляет к полученному значению максимального напряжения выхода 50 вольт. Т.е. если получена величина 225В, актуальным считается 225 + 50 = 275В.

B[4] – Напряжение отключения сети в формате (0 - 255);

B[5] – Напряжение включения сети в формате (0 - 255);

B[6] – Напряжение отключения батареи в формате (0 - 255);

B[7] – Напряжение включения батареи в формате (0 - 255);

Предполагается, что УКУ будет транслировать его с какой-то периодичностью так, чтобы любой ИБП, подключенный к линии CAN, мог тут же и перепрограммироваться под общие требования сборки.

Если полученные установки отличаются от установленных, ИБП запоминает новые значения.

Если выполняется условие (B[2]==0xEE) то пришедший пакет является пакетом управляющим калибровкой измерителя.

Четыре старших разряда B[3] идентифицируют параметр, а четыре младших определяют действие:

((B[3]&0x0f)==0x02) + 1;

((B[3]&0x0f)==0x03) + 10;

((B[3]&0x0f)==0x04) - 1;

((B[3]&0x0f)==0x05) - 10;

Если выполняется условие (B[3]==B[4]), то:

((B[3]&0xf0)==0x00) Напряжение инвертора;

((B[3]&0xf0)==0x20) Ток инвертора.

(B[3]==0x21) Ноль тока.

((B[3]&0xf0)==0x30) Температура инвертора.

((B[3]&0xf0)==0x40) Напряжение выхода (шины);

((B[3]&0xf0)==0x50) Напряжение сети;

((B[3]&0xf0)==0x60) Активная мощность инвертора;

((B[3]&0xf0)==0x70) Напряжение батареи;

С целью выравнивания активных мощностей инверторов, каждый ИБП 8 раз в секунду отправляет по шине CAN один пакет со стандартным (не расширенным) 11-битным идентификатором 0x09E.

B[0] – Adr | 0x40; Адрес ИБП с взведенным 6-м битом;

B[1] – 0xDС;

B[2] – 0 – ведомый, 1 - ведущий;

B[3] – Байт флагов;

* нулевой бит (0 – ИБП, 1 – Bypass),
* первый и второй бит – номер фазы,
* третий бит – наличие сети,
* четвертый бит – напряжение батареи ниже нормы.

B[4:5] – двухбайтное слово соответствующее выходной мощности ИБП;

B[6:7] – двухбайтное слово соответствующее выходному напряжению в формате 223.4В.

Каждый ИБП постоянно получает информацию о состоянии всех остальных ИБП системы. Зная количество ИБП в системе, напряжение и активную мощность каждого из них, контроллер вычисляет усредненное значение напряжения нагрузки и значение активной мощности, которую должен отдавать каждый ИБП для получения равномерной загрузки блоков в системе. На основании этих расчетов производится дополнительная корректировка выходного напряжения. Таким образом, система стремится к состоянию, в котором выходное напряжение равно требуемому и мощность потребляемая нагрузкой делится поровну между всеми работающими ИБП.

Каждый ИБП в процессе выравнивания мощностей и стабилизации выходного напряжения учитывает только те данные, которые получены от устройств, работающих в той же фазе, что и он сам. Таким образом, в трехфазной сборке одновременно работают три логически независимых подсистемы выравнивания мощностей и стабилизации выходных напряжений.

Работа от сети возможна только при наличии напряжения сети на вводе всех БПС сборки.

Если хотя бы один из БПС сообщает о том, что напряжение батареи ниже нормы, напряжение отключения батареи остальных ИБП увеличивается на половину разницы между напряжением отключения и напряжением включения батареи, чтобы обеспечить гарантированное отключение от батареи всех ИБП сборки.

Принципы положенные в основу систем синхронизации, стабилизации выходного напряжения и выравнивания мощности, позволяют реализовать любой возможный вариант включения модулей ИБП:

* инвертор / ИБП,
* одиночный / режим суммирования мощностей нескольких модулей,
* однофазный / трехфазный.

Нарушение допустимых пределов сопровождается световыми и звуковыми сигналами.

* + Если рабочая температура превышает 70 градусов, но не достигла 80 градусов – красный светодиод моргает 2 раза, каждые 3 секунды. Звуковой сигнал не подается, Отключение ИБП не производится.
  + Если температура превысила 80 градусов, красный светодиод светится постоянно, ИБП отключается до тех пор, пока температура блока не снизится до 70 градусов.
  + Если активная мощность находится в пределах 2000<Pa<24000Вт. или полная мощность в пределах 3000<P<3600ВA. – красный светодиод моргает 1 раз в 5 секунд. Отключение ИБП не производится, Звуковой сигнал не подается.
  + Если Pa>2400Вт. или P>3600ВA. – красный светодиод моргает 1 раз в секунду, подается звуковой сигнал, отключение ИБП происходит через 20 секунд.

После отключения ИБП по причине перегрузки, трижды производится повторное включение через 10 секунд, то далее, если причина перегрузки не устранена, в дальнейшем рестарт производится с интервалом 1 час.

Во время запуска светодиод «Работа» часто моргает.

Во время нормальной работы светодиод «Работа» горит постоянно. Светодиод «Работа» ведущего ИБП подмаргивает один раз в 3 секунды.

Светодиод «Работа» ИБП подмаргивает сериями один раз в 3 секунды. Тактовый генератор ИБП не входит в синхронизм с тактовым генератором ведущего.

Во время останова, зеленый светодиод индицирует причину отключения:

* Серии из 2-х вспышек – перегрузка по току.
* Серии из 3-х вспышек – Останов по причине недопустимо низких значений напряжений питания ИБП.
* Серия из 4-х вспышек – Сети не было, а батарея села.
* Серия из 5-х вспышек – Батареи не было, а сеть пропала.

Светодиод «Работа от АС»

* Не горит - Напряжения сети нет
* Горит - Напряжение сети есть, работа от сети.

Светодиод «Работа от DC»

* Не горит - Напряжения батареи нет
* Моргает - Напряжение батареи есть, но работа от сети.
* Горит - Напряжение батареи есть, работа от батареи.