



Источник бесперебойного питания

Источник бесперебойного питания (**ИБП**) или **источник бесперебойного питания** — это тип системы непрерывного питания , которая обеспечивает

автоматическую резервную подачу электроэнергии на нагрузку при отключении входного источника питания или сетевого питания . ИБП отличается от традиционной вспомогательной /

аварийной системы питания или резервного генератора тем, что он обеспечивает почти мгновенную защиту от перебоев входного питания путем переключения на энергию, хранящуюся в аккумуляторных батареях , суперконденсаторах или маховиках . Время работы большинства ИБП от батареи относительно короткое (всего несколько минут), но достаточное, чтобы «выиграть время» для запуска резервного источника питания или правильного отключения защищаемого оборудования. Почти все ИБП также содержат встроенную защиту от перенапряжения для защиты выходных приборов от скачков напряжения .



ИБП башенного типа с одним входом IEC 60320 C14 и тремя выходами C13



Электрики устанавливают ИБП для большого центра обработки данных

ИБП обычно используется для защиты оборудования, такого как компьютеры , больничное оборудование, центры обработки данных , телекоммуникационное оборудование или другое электрооборудование, где неожиданное отключение питания может привести к травмам, смертельным случаям, серьезным сбоям в работе предприятия или потере данных . Блоки ИБП различаются по размеру: от предназначенных для защиты одного компьютера (номинал около 200 вольт-ампер) до крупных блоков, питающих целые центры обработки данных или здания.

Распространенные проблемы с питанием

Основная роль любого ИБП заключается в предоставлении кратковременного питания при отказе входного источника питания. Однако большинство ИБП также способны в разной степени исправлять общие проблемы с питанием от сети:

1. Скачок напряжения или устойчивое перенапряжение
2. Кратковременное или длительное снижение входного напряжения
3. Провал напряжения

4. Шум, определяемый как высокочастотный переходный процесс или колебание , обычно вносимый в линию близлежащим оборудованием.
5. Нестабильность частоты сети
6. Гармоническое искажение , определяемое как отклонение от идеальной синусоидальной формы волны, ожидаемой на линии.

Некоторые производители ИБП классифицируют свою продукцию в соответствии с количеством проблем, связанных с электропитанием, которые она решает. ^[1]

ИБП также может стать причиной проблем с качеством электроэнергии . Чтобы этого не произошло, ИБП следует выбирать не только по мощности, но и по качеству электроэнергии, необходимой для питаемого оборудования.

Технологии

Три основные категории современных систем ИБП: *онлайновые* , *линейно-интерактивные* и *резервные* : ^[2]^[3]^[4]

- В онлайн-ИБП используется метод «двойного преобразования», при котором переменный ток поступает на вход, выпрямляется в постоянный ток для подачи на аккумуляторную батарею (или ряды батарей), а затем преобразуется обратно в переменный ток напряжением 120 В/230 В для питания защищаемого оборудования.
- Линейно-интерактивный ИБП поддерживает инвертор в рабочем состоянии и перенаправляет постоянный ток аккумулятора из обычного режима зарядки в режим подачи тока при отключении питания.
- В резервной («автономной») системе нагрузка питается непосредственно от входного питания, а резервная схема питания активируется только при отключении основного питания.

ИБП имеют номинальную мощность в вольт-амперах (ВА) в диапазоне от 300 ВА до 5000 кВА. ^[5] Большинство ИБП мощностью ниже одного киловольта -ампера (1 кВА) относятся к линейно-интерактивным или резервным типам, которые обычно менее дороги.

Для больших энергоблоков иногда используются динамические источники бесперебойного питания (DUPS). Синхронный двигатель/генератор переменного тока подключается к сети через дрессель . Энергия хранится в маховике . При отключении сетевого питания вихретоковое регулирование поддерживает питание нагрузки до тех пор, пока не иссякнет энергия маховика. DUPS иногда объединяются или интегрируются с дизельным генератором, который включается после небольшой задержки, образуя дизельный роторный источник бесперебойного питания (DRUPS).

Оффлайн/режим ожидания

Автономный/резервный ИБП предлагает только самые основные функции, обеспечивая защиту от перенапряжения и резервное питание от батареи. Защищаемое оборудование обычно подключается напрямую к входящему сетевому питанию. Когда входящее напряжение падает ниже или поднимается выше заданного уровня, ИБП включает внутреннюю схему инвертора постоянного тока в переменный, которая питается от внутренней аккумуляторной батареи. Затем ИБП механически переключает подключенное оборудование на выход своего инвертора постоянного тока в переменный. Время переключения может составлять до 25 миллисекунд в зависимости от времени,

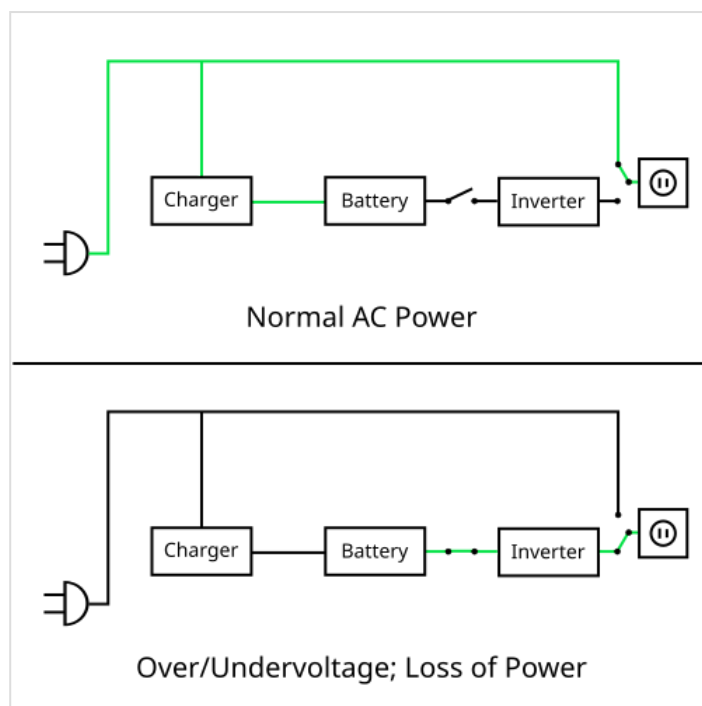
которое требуется резервному ИБП для обнаружения потери сетевого напряжения. ИБП будет разработан для питания определенного оборудования, такого как персональный компьютер, без каких-либо нежелательных провалов или сбоев для этого устройства.

Линейно-интерактивный

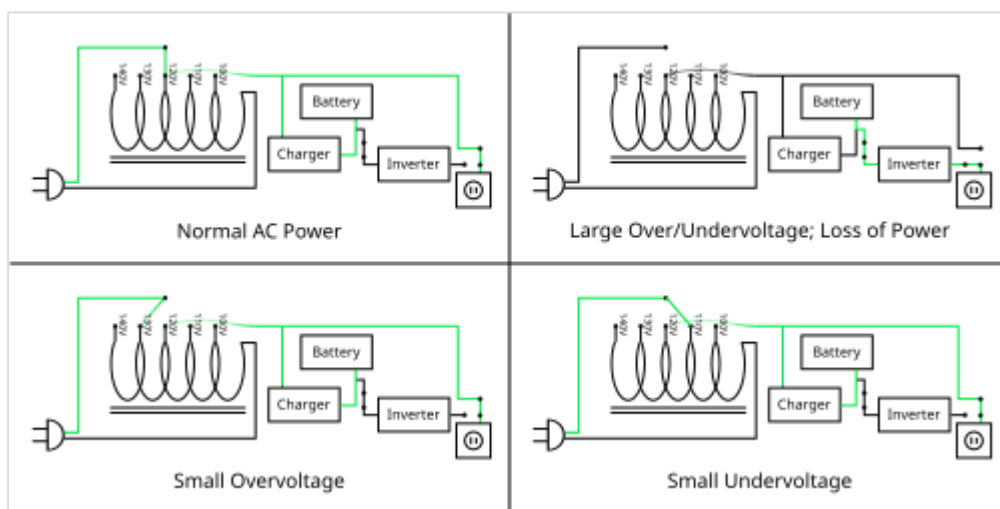
Линейно-интерактивный ИБП по принципу действия похож на резервный ИБП, но с добавлением многоотводного автотрансформатора переменного напряжения. Это особый тип трансформатора, который может добавлять или вычитать запитанные катушки провода, тем самым увеличивая или уменьшая магнитное поле и выходное напряжение трансформатора. Это также может быть выполнено с помощью повышающе-понижающего трансформатора, который отличается от автотрансформатора, поскольку первый может быть подключен для обеспечения гальванической развязки.

Этот тип ИБП способен выдерживать постоянные провалы напряжения и скачки перенапряжения, не расходуя ограниченную резервную мощность батареи. Вместо этого он компенсирует это, автоматически выбирая различные отводы питания на автотрансформаторе. В зависимости от конструкции, изменение отвода автотрансформатора может вызвать очень кратковременное нарушение выходной мощности, ^[6], что может привести к тому, что ИБП, оснащенные сигнализацией потери питания, на мгновение «пикнут».

Это стало популярным даже в самых дешевых ИБП, поскольку оно использует преимущества уже включенных компонентов. Основной трансформатор 50/60 Гц, используемый для преобразования между сетевым напряжением и напряжением батареи, должен обеспечивать два немного отличающихся коэффициента трансформации: один для преобразования выходного напряжения батареи (обычно кратного 12 В) в линейное напряжение, а второй для преобразования линейного



Автономный/резервный ИБП: зеленая линия иллюстрирует поток электроэнергии. Типичное время защиты: 5–20 минут. Расширение емкости: Обычно недоступно.



Линейно-интерактивный ИБП: Зеленая линия иллюстрирует поток электроэнергии. Типичное время защиты: 5–30 минут. Расширение емкости: несколько часов.

напряжения в немного более высокое напряжение зарядки батареи (например, кратное 14 В). Разница между двумя напряжениями заключается в том, что для зарядки батареи требуется дельта-напряжение (до 13–14 В для зарядки батареи 12 В). Кроме того, легче выполнять переключение на стороне линейного напряжения трансформатора из-за более низких токов на этой стороне.

Чтобы получить функцию *понижения/повышения*, все, что требуется, это два отдельных переключателя, так что вход переменного тока может быть подключен к одному из двух первичных ответвлений, в то время как нагрузка подключена к другому, таким образом, используя первичные обмотки основного трансформатора как автотрансформатор. Аккумулятор все еще может заряжаться при «понижении» перенапряжения, но при «повышении» пониженного напряжения выход трансформатора слишком мал для зарядки аккумуляторов.

Автотрансформаторы могут быть спроектированы для покрытия широкого диапазона различных входных напряжений, но это требует большего количества ответвлений и увеличивает сложность, а также стоимость ИБП. Обычно автотрансформатор охватывает диапазон только от 90 В до 140 В для мощности 120 В, а затем переключается на батарею, если напряжение становится намного выше или ниже этого диапазона.

В условиях низкого напряжения ИБП будет использовать больше тока, чем обычно, поэтому ему может потребоваться более мощная цепь тока, чем обычному устройству. Например, для питания устройства мощностью 1000 Вт при 120 В ИБП будет потреблять 8,33 А. Если произойдет падение напряжения и напряжение упадет до 100 В, ИБП будет потреблять 10 А для компенсации. Это также работает в обратном направлении, так что в условиях перенапряжения ИБП будет нуждаться в меньшем токе.

Онлайн/двойная конверсия

В онлайн-ИБП батареи всегда подключены к инвертору, поэтому не требуются переключатели передачи мощности. При отключении питания выпрямитель просто отключается от цепи, а батареи поддерживают питание стабильным и неизменным. При восстановлении питания выпрямитель возобновляет большую часть нагрузки и начинает заряжать батареи, хотя ток зарядки может быть ограничен, чтобы не допустить повреждения батарей мощным выпрямителем. Главным преимуществом онлайн-ИБП является его способность обеспечивать «электрический брандмауэр» между входящим питанием и чувствительным электронным оборудованием.

Онлайн-ИБП идеально подходит для сред, где необходима электрическая изоляция, или для оборудования, которое очень чувствительно к колебаниям мощности.^[7] Хотя в свое время он был зарезервирован для очень больших установок мощностью 10 кВт или более, достижения в области технологий теперь позволили сделать его доступным в качестве обычного потребительского устройства, поставляющего 500 Вт или менее. Онлайн-ИБП может быть необходим, когда среда электропитания «шумная», когда часты просадки мощности, отключения и другие аномалии, когда требуется защита чувствительного ИТ-оборудования или когда необходима работа от резервного генератора с длительным сроком службы.

Базовая технология онлайн-ИБП такая же, как и в резервных или линейно-интерактивных ИБП. Однако, как правило, он стоит намного дороже, поскольку имеет гораздо более мощный AC-to-DC аккумулятор-зарядное устройство/выпрямитель, а также выпрямитель и инвертор, разработанные для непрерывной работы с улучшенными системами охлаждения. Он называется ИБП с *двойным преобразованием*, поскольку выпрямитель напрямую управляет инвертором, даже при питании от обычного переменного тока.

Онлайн-ИБП обычно оснащаются статическим переключателем резерва (STS) для повышения надежности.

Другие проекты

Гибридная топология/двойное преобразование по требованию

Эти гибридные роторные ИБП ^[8] не имеют официальных обозначений, хотя одно из названий, используемых UTL, — «двойное преобразование по требованию». ^[9] Этот тип ИБП ориентирован на высокоэффективные приложения, сохраняя при этом функции и уровень защиты, предлагаемые двойным преобразованием.

Гибридный (двойное преобразование по требованию) ИБП работает как автономный/резервный ИБП, когда условия питания находятся в пределах определенного предустановленного окна. Это позволяет ИБП достигать очень высоких показателей эффективности. Когда условия питания колеблются за пределами предустановленных окон, ИБП переключается в режим онлайн/двойного преобразования. ^[9] В режиме двойного преобразования ИБП может подстраиваться под изменения напряжения без использования батареи, может отфильтровывать линейные шумы и контролировать частоту.

Феррорезонансный

Феррорезонансные блоки работают так же, как резервный блок ИБП; однако они находятся в режиме онлайн, за исключением того, что феррорезонансный трансформатор используется для фильтрации выходного сигнала. Этот трансформатор предназначен для удержания энергии достаточно долго, чтобы покрыть время между переключением с сетевого питания на питание от батареи, и эффективно устраняет время переключения. Многие феррорезонансные ИБП имеют КПД 82–88% (AC/DC-AC) и обеспечивают отличную изоляцию.

Трансформатор имеет три обмотки: одну для обычного сетевого питания, вторую для выпрямленного питания от батареи и третью для выходного переменного тока на нагрузку.

Это был когда-то доминирующий тип ИБП, и он ограничен диапазоном около 150 кВА . Эти устройства до сих пор в основном используются в некоторых промышленных условиях (нефтегазовая, нефтехимическая, химическая, коммунальная и тяжелая промышленность) из-за надежной природы ИБП. Многие феррорезонансные ИБП, использующие контролируемую ферротехнологию, могут взаимодействовать с оборудованием коррекции коэффициента мощности. Это приведет к колебаниям выходного напряжения ИБП, но может быть исправлено путем снижения уровней нагрузки или добавления других линейных нагрузок.

Мощность постоянного тока

ИБП, предназначенный для питания оборудования постоянного тока, очень похож на онлайн-ИБП, за исключением того, что ему не нужен выходной инвертор. Кроме того, если напряжение батареи ИБП соответствует напряжению, необходимому устройству, блок питания устройства также не понадобится. Поскольку один или несколько этапов преобразования мощности исключаются, это повышает эффективность и время работы.

Многие системы, используемые в телекоммуникациях, используют сверхнизковольтную "обычную батарею" 48 В постоянного тока, поскольку она имеет менее строгие правила безопасности, например, для установки в кабельных каналах и распределительных коробках. Постоянный ток обычно является доминирующим источником питания для телекоммуникаций, а переменный ток обычно является доминирующим источником для компьютеров и серверов.

Было проведено много экспериментов с питанием 48 В постоянного тока для компьютерных серверов в надежде снизить вероятность отказа и стоимость оборудования. Однако для подачи того же количества энергии ток будет выше, чем эквивалентная цепь 115 В или 230 В; больший ток требует более крупных проводников или больших потерь энергии в виде тепла.

Высоковольтный постоянный ток (380 В) находит применение в некоторых центрах обработки данных и допускает использование небольших силовых проводников, но подчиняется более сложным правилам электротехнического кодекса для безопасного сдерживания высоких напряжений. ^[10]

Для маломощных устройств, работающих от напряжения 5 В, некоторые портативные аккумуляторные батареи могут работать в качестве ИБП.

Роторный

Роторный ИБП использует инерцию вращающегося маховика большой массы (накопитель энергии маховика) для обеспечения кратковременного перехода в случае потери питания. Маховик также действует как буфер против скачков и провалов мощности, поскольку такие кратковременные события питания не способны существенно повлиять на скорость вращения маховика большой массы. Это также одна из старейших конструкций, предшествовавшая вакуумным лампам и интегральным схемам.

Его можно считать включенным, *поскольку* он непрерывно вращается в нормальных условиях. Однако, в отличие от ИБП на основе батарей, маховиковые ИБП обычно обеспечивают защиту в течение 10–20 секунд, прежде чем маховик замедлится и выходная мощность прекратится. ^[11] Он традиционно используется в сочетании с резервными генераторами, обеспечивая резервное питание только на короткий период времени, необходимый двигателю для запуска и стабилизации выходной мощности.

Роторный ИБП обычно резервируется для приложений, которым требуется защита более 10 000 Вт, чтобы оправдать расходы и воспользоваться преимуществами, которые приносят роторные системы ИБП. Более крупный маховик или несколько маховиков, работающих параллельно, увеличат резервное время работы или емкость.

Поскольку маховики являются источником механической энергии, нет необходимости использовать электродвигатель или генератор в качестве посредника между ним и дизельным двигателем, предназначенным для обеспечения аварийного питания. Используя коробку передач, вращательная инерция маховика может быть использована для непосредственного запуска дизельного двигателя, ^[12] и после запуска дизельный двигатель может использоваться для непосредственного вращения маховика. Несколько маховиков также могут быть соединены параллельно через механические промежуточные валы , без необходимости в отдельных двигателях и генераторах для каждого маховика.

Они обычно разработаны для обеспечения очень высокого выходного тока по сравнению с чисто электронным ИБП и лучше способны обеспечить пусковой ток для индуктивных нагрузок, таких как запуск двигателя или компрессорные нагрузки, а также медицинское оборудование МРТ и катетеризации . Он также способен выдерживать условия короткого замыкания до 17 раз больше, чем электронный ИБП, позволяя одному устройству перегореть предохранителю и выйти из строя, в то время как другие устройства продолжают получать питание от роторного ИБП.

Его жизненный цикл обычно намного больше, чем у чисто электронных ИБП, до 30 лет и более. Но они требуют периодического простоя для механического обслуживания, например, замены шарикоподшипников . В более крупных системах избыточность системы обеспечивает доступность процессов во время этого обслуживания. Конструкции на основе батарей не требуют простоя, если батареи можно заменять в горячем режиме , что обычно имеет место для более крупных устройств. Более новые роторные устройства используют такие технологии, как магнитные подшипники и воздухооткачиваемые корпуса, для повышения эффективности в режиме ожидания и снижения обслуживания до очень низкого уровня.

Обычно маховик большой массы используется в сочетании с системой мотор-генератор . Эти блоки могут быть сконфигурированы как:

1. Двигатель, приводящий в движение механически соединенный генератор, ^[8]
2. Комбинированный синхронный двигатель и генератор, намотанный в чередующихся пазах одного ротора и статора,
3. Гибридный роторный ИБП, разработанный аналогично онлайн-ИБП, за исключением того, что он использует маховик вместо батарей. Выпрямитель приводит в действие двигатель, вращающий маховик, в то время как генератор использует маховик для питания инвертора.

В случае № 3 двигатель-генератор может быть синхронным/синхронным или индукционным/синхронным. Двигательная сторона блока в случаях № 2 и 3 может приводиться в действие напрямую источником питания переменного тока (обычно в режиме инверторного байпаса), 6-ступенчатым двигателем с двойным преобразованием или 6-импульсным инвертором. В случае № 1 в качестве краткосрочного источника энергии вместо батарей используется встроенный маховик, чтобы дать время внешним электрически связанным генераторным установкам для запуска и включения в работу. В случаях № 2 и 3 в качестве краткосрочного источника энергии могут использоваться батареи или отдельно стоящий электрически связанный маховик.

Форм-факторы

Меньшие системы ИБП выпускаются в нескольких различных формах и размерах. Однако две наиболее распространенные формы — это башенные и стоечные. ^[13]

Модели Tower стоят вертикально на земле, на столе или полке и обычно используются в сетевых рабочих станциях или настольных компьютерных приложениях. Модели для монтажа в стойку могут быть установлены в стандартные 19-дюймовые корпуса стоек и могут потребовать от 1U до 12U (стоечные единицы). Обычно они используются в серверных и сетевых приложениях. Некоторые устройства оснащены пользовательскими интерфейсами, которые поворачиваются на 90°, что позволяет устанавливать устройства вертикально на земле или горизонтально, как в стойке.

Приложения

***N* + 1**

В крупных бизнес-средах, где надежность имеет большое значение, один огромный ИБП может также стать точкой отказа, способной нарушить работу многих других систем. Для обеспечения большей надежности можно объединить несколько меньших модулей ИБП и батарей, чтобы обеспечить избыточную защиту питания, эквивалентную одному очень большому ИБП. «*N* + 1» означает, что если нагрузка может быть обеспечена *N* модулями, то установка будет содержать *N* + 1 модулей. Таким образом, отказ одного модуля не повлияет на работу системы. ^[14]

Множественное резервирование

Многие компьютерные серверы предлагают возможность резервных источников питания, так что в случае отказа одного источника питания один или несколько других источников питания смогут питать нагрузку. Это критический момент — каждый источник питания должен иметь возможность питать весь сервер сам по себе.

Резервирование еще больше повышается за счет подключения каждого источника питания к отдельной цепи (т. е. к отдельному автоматическому выключателю).

Резервную защиту можно расширить еще больше, подключив каждый блок питания к собственному ИБП. Это обеспечивает двойную защиту как от сбоя питания, так и от сбоя ИБП, что гарантирует непрерывную работу. Такая конфигурация также называется резервированием 1 + 1 или 2 *N*. Если бюджет не позволяет использовать два одинаковых блока ИБП, то обычно один блок питания подключают к электросети, а другой — к ИБП. ^[15]^[16]

Использование вне помещений

Когда система ИБП размещается на открытом воздухе, она должна иметь некоторые особые характеристики, которые гарантируют, что она может выдерживать погодные условия без какого-либо влияния на производительность. Такие факторы, как температура, влажность, дождь и снег, среди прочих, должны быть учтены производителем при проектировании системы ИБП для наружного использования. Диапазон рабочих температур для систем ИБП для наружного использования может составлять от −40 °C до +55 °C. ^[17]

Системы ИБП для наружного применения могут быть установлены на столбе, на земле (пьедестале) или на хосте. Внешняя среда может означать экстремальный холод, в этом случае система ИБП для наружного применения должна включать в себя нагревательный мат для батареи, или экстремальную жару, в этом случае система ИБП для наружного применения должна включать в себя систему вентиляции или систему кондиционирования воздуха.

Солнечный **инвертор**, или **PV-инвертор**, или **солнечный преобразователь**, преобразует переменный постоянный ток (DC) на выходе фотоэлектрической (PV) солнечной панели в переменный ток (AC) частоты сети, который может подаваться в коммерческую электросеть или использоваться локальной, автономной электрической сетью. Это критически важный компонент BOS в фотоэлектрической системе, позволяющий использовать обычное оборудование с питанием от

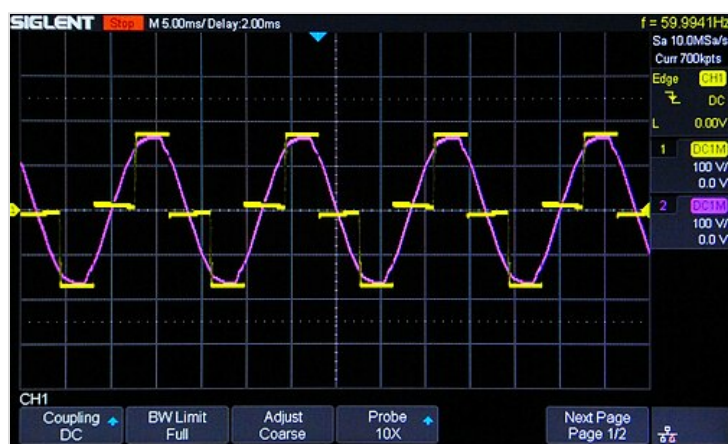
переменного тока. Солнечные инверторы имеют специальные функции, адаптированные для использования с фотоэлектрическими массивами, включая отслеживание точки максимальной мощности и защиту от островкового режима.

Гармоническое искажение

Выход некоторых электронных ИБП может иметь значительное отклонение от идеальной синусоидальной формы волны. Это особенно касается недорогих однофазных устройств потребительского класса, предназначенных для домашнего и офисного использования. Они часто используют простые импульсные источники питания переменного тока, и выход напоминает прямоугольную волну, богатую гармониками. Эти гармоники могут вызывать помехи в работе других



Внутренний вид солнечного инвертора. Обратите внимание на множество больших конденсаторов (синие цилиндры), используемых для кратковременного хранения энергии и улучшения выходной формы волны.



Форма выходного сигнала ИБП (желтый) по сравнению с обычной формой сигнала питания 120 В переменного тока 60 Гц (фиолетовый)

электронных устройств, включая радиосвязь, а некоторые устройства (например, индуктивные нагрузки, такие как двигатели переменного тока) могут работать с пониженной эффективностью или вообще не работать. Более сложные (и дорогие) блоки ИБП могут вырабатывать почти чистую синусоидальную мощность переменного тока.

Коэффициент мощности

Проблема в сочетании ИБП с двойным преобразованием и генератора заключается в искажении напряжения, создаваемом ИБП. Вход ИБП с двойным преобразованием по сути является большим выпрямителем. Ток, потребляемый ИБП, несинусоидален. Это может привести к тому, что напряжение от сети переменного тока или генератора также станет несинусоидальным. Затем искажение напряжения может вызвать проблемы во всем электрическом оборудовании, подключенном к этому источнику питания, включая сам ИБП. Это также приведет к потере большей мощности в проводке, подающей питание на ИБП, из-за скачков тока. Этот уровень «шума» измеряется как процент от « общего гармонического искажения тока » (THD_I). Классические выпрямители ИБП имеют уровень THD_I около 25%–30%. Для уменьшения искажения напряжения требуется более тяжелая сетевая проводка или генераторы, более чем в два раза больше, чем ИБП.

Существует несколько решений для снижения THD_I в ИБП с двойным преобразованием:

Классические решения, такие как пассивные фильтры, снижают THD_I до 5%–10% при полной нагрузке. Они надежны, но велики и работают только при полной нагрузке, а также представляют свои собственные проблемы при использовании в паре с генераторами.

Альтернативным решением является активный фильтр. Благодаря использованию такого устройства THD_I может снизиться до 5% во всем диапазоне мощности. Новейшая технология в ИБП с двойным преобразованием — это выпрямитель, который не использует классические компоненты выпрямителя (тиристоры и диоды), а вместо этого использует высокочастотные компоненты. ИБП с двойным преобразованием с выпрямителем на биполярном транзисторе с изолированным затвором и индуктором может иметь THD_I всего 2%. Это полностью устраняет необходимость в увеличении мощности генератора (и трансформаторов) без дополнительных фильтров, инвестиционных затрат, потерь или пространства.

Коммуникация

Для управления питанием (PM) требуется:

1. ИБП сообщает о своем состоянии компьютеру, который он питает, через канал связи, такой как последовательный порт , Ethernet и простой протокол сетевого управления , GSM/ GPRS или USB.
2. Подсистема в ОС , которая обрабатывает отчеты и генерирует уведомления, события РМ или команды на отключение. ^[18] Некоторые производители ИБП публикуют свои протоколы связи, но другие производители (например, APC) используют собственные протоколы .

Базовые методы управления компьютер-ИБП предназначены для передачи сигналов один к одному от одного источника к одной цели. Например, один ИБП может подключаться к одному компьютеру для предоставления информации о состоянии ИБП и позволять компьютеру управлять ИБП. Аналогично, протокол USB также предназначен для подключения одного компьютера к нескольким периферийным устройствам.

В некоторых ситуациях полезно, чтобы один большой ИБП мог взаимодействовать с несколькими защищенными устройствами. Для традиционного последовательного или USB-управления может использоваться устройство *репликации сигнала* , которое, например, позволяет одному ИБП подключаться к пяти компьютерам с помощью последовательных или USB-подключений. ^[19] Однако разделение обычно происходит только в одном направлении от ИБП к устройствам для предоставления информации о состоянии. Возврат сигналов управления может быть разрешен только от одной из защищенных систем к ИБП. ^[20]

Поскольку Ethernet стал более распространенным с 1990-х годов, сигналы управления теперь обычно передаются между одним ИБП и несколькими компьютерами с использованием стандартных методов передачи данных Ethernet , таких как TCP/IP . ^[21] Информация о состоянии и управлении обычно шифруется, так что, например, внешний хакер не может получить контроль над ИБП и дать команду на его отключение. ^[22]

Распределение данных о состоянии и управлении ИБП требует, чтобы все промежуточные устройства, такие как коммутаторы Ethernet или последовательные мультимплексоры, питались от одной или нескольких систем ИБП, чтобы оповещения ИБП достигали целевых систем во время отключения электроэнергии . Чтобы избежать зависимости от инфраструктуры Ethernet, ИБП можно подключать напрямую к главному серверу управления, также используя канал GSM/GPRS. Пакеты данных SMS или GPRS, отправляемые с ИБП, запускают программное обеспечение для выключения ПК с целью снижения нагрузки.

Аккумуляторы

Существует три основных типа батарей для ИБП: свинцово-кислотные с клапанным регулированием (VRLA), батареи с затопленными ячейками или VLA и литий-ионные батареи. Время работы ИБП с батарейным питанием зависит от типа и размера батарей, скорости разряда и эффективности инвертора. Общая емкость свинцово-кислотной батареи является функцией скорости ее разряда, которая описывается законом Пейкерта.

Производители указывают рейтинг времени работы в минутах для упакованных систем ИБП. Более крупные системы (например, для центров обработки данных) требуют детального расчета нагрузки, эффективности инвертора и характеристик батареи, чтобы обеспечить требуемую выносливость. ^[23]



Аккумуляторный шкаф

Общие характеристики аккумулятора и нагрузочное тестирование

Когда свинцово-кислотный аккумулятор заряжается или разряжается, это первоначально влияет только на реагирующие химические вещества, которые находятся на границе раздела между электродами и электролитом. Со временем заряд, хранящийся в химических веществах на границе, часто называемый «интерфейсным зарядом», распространяется путем диффузии этих химических веществ по всему объему активного материала.

Если аккумулятор был полностью разряжен (например, фары автомобиля были оставлены включенными на ночь), а затем подвергнут быстрой зарядке всего в течение нескольких минут, то в течение короткого времени зарядки он вырабатывает заряд только вблизи интерфейса. Напряжение аккумулятора может повыситься до уровня, близкого к напряжению зарядного устройства, так что ток зарядки значительно уменьшится. Через несколько часов этот заряд интерфейса не распространится на объем электрода и электролита, что приведет к такому низкому заряду интерфейса, что его может быть недостаточно для запуска автомобиля. ^[24]

Из-за заряда интерфейса кратковременные функции *самотестирования* ИБП, длящиеся всего несколько секунд, могут неточно отражать истинную емкость ИБП во время работы, и вместо этого требуется расширенная *повторная калибровка* или тест *на разрядку*, который глубоко разряжает батарею. ^[25]

Тестирование глубокой разрядки само по себе наносит вред аккумуляторам, поскольку химические вещества в разряженной батарее начинают кристаллизоваться в высокостабильные молекулярные формы, которые не будут повторно растворяться при перезарядке батареи, постоянно снижая зарядную емкость. В свинцово-кислотных батареях это известно как сульфатация, но повреждение глубокой разрядкой также влияет на другие типы батарей, такие как никель-кадмиевые и литиевые батареи. ^[26] Поэтому обычно рекомендуется проводить тесты на разрядку нечасто, например, каждые шесть месяцев или год. ^{[27] [28]}

Тестирование цепочек батарей/элементов

Многокиловаттные коммерческие системы ИБП с большими и легкодоступными батареями способны изолировать и тестировать отдельные ячейки в *цепочке батарей*, которая состоит либо из комбинированных ячеек (например, свинцово-кислотных батарей 12 В), либо из отдельных химических ячеек, соединенных последовательно. Изоляция одной ячейки и установка вместо нее перемычки позволяет тестировать одну батарею на разряд, в то время как остальная часть цепочки батарей остается заряженной и доступной для обеспечения защиты. [29]

Также возможно измерять электрические характеристики отдельных ячеек в цепочке батарей, используя промежуточные провода датчиков, которые устанавливаются на каждом соединении ячейка-ячейка и контролируются как индивидуально, так и коллективно. Цепочки батарей также могут быть подключены последовательно-параллельно, например, два набора по 20 ячеек. В такой ситуации также необходимо контролировать ток между параллельными цепочками, поскольку ток может циркулировать между цепочками, чтобы уравновесить эффекты слабых ячеек, мертвых ячеек с высоким сопротивлением или закороченных ячеек. Например, более сильные цепочки могут разряжаться через более слабые цепочки до тех пор, пока не будет выровнен дисбаланс напряжения, и это должно быть учтено в индивидуальных измерениях между ячейками в каждой цепочке. [30]

Последовательно-параллельное взаимодействие батарей

Последовательно-параллельные цепи батарей могут вырабатывать необычные режимы отказа из-за взаимодействия между несколькими параллельными цепочками. Неисправные батареи в одной цепи могут отрицательно влиять на работу и срок службы хороших или новых батарей в других цепочках. Эти проблемы также применимы к другим ситуациям, когда используются последовательно-параллельные цепи, не только в системах ИБП, но и в электромобилях. [31]

Рассмотрим последовательно-параллельную схему соединения батарей, в которой все элементы исправны, и один из них оказывается закороченным или неисправным:

- Неисправный элемент снизит максимальное развиваемое напряжение для всей последовательной цепи, в которую он входит.
- Другие последовательные цепи, подключенные параллельно к деградированной цепи, теперь будут разряжаться через деградированную цепь до тех пор, пока их напряжение не сравняется с напряжением деградированной цепи, что может привести к перезарядке и кипению электролита и выделению газа из оставшихся хороших ячеек в деградированной цепи. Эти параллельные цепи теперь никогда не смогут быть полностью перезаряжены, поскольку повышенное напряжение будет сбрасываться через цепь, содержащую неисправную батарею.
- Системы зарядки могут пытаться оценить емкость ряда аккумуляторов путем измерения общего напряжения. Из-за общего истощения напряжения ряда из-за мертвых ячеек система зарядки может определить это как состояние разряда и будет непрерывно пытаться заряжать последовательно-параллельные ряды, что приводит к непрерывной перезарядке и повреждению всех ячеек в деградировавшем последовательном ряду, содержащем поврежденную батарею.
- Если используются свинцово-кислотные аккумуляторы, все элементы в ранее исправных параллельных цепочках начнут сульфатироваться из-за невозможности их полной перезарядки, что приведет к необратимому снижению емкости этих элементов, даже если поврежденный элемент в одной из деградировавших цепочек в конечном итоге будет обнаружен и заменен новым.

Единственный способ предотвратить эти тонкие взаимодействия последовательно-параллельных цепочек — вообще не использовать параллельные цепочки и использовать отдельные контроллеры заряда и инверторы для отдельных последовательных цепочек.

Серия взаимодействий новых и старых батарей

Даже одна цепочка батарей, соединенных последовательно, может иметь неблагоприятные взаимодействия, если новые батареи смешиваются со старыми батареями. Старые батареи, как правило, имеют меньшую емкость хранения, и поэтому они будут разряжаться быстрее, чем новые батареи, а также заряжаться до своей максимальной емкости быстрее, чем новые батареи.

По мере истощения смешанной цепочки новых и старых батарей напряжение цепочки упадет, и когда старые батареи разрядятся, новые батареи все еще будут иметь доступный заряд. Новые ячейки могут продолжать разряжаться через остальную часть цепочки, но из-за низкого напряжения этот поток энергии может быть бесполезен и может быть потрачен впустую в старых ячейках в виде нагрева сопротивления.

Для ячеек, которые должны работать в пределах определенного окна разряда, новые ячейки с большей емкостью могут привести к тому, что старые ячейки в последовательной цепочке продолжат разряжаться за пределами безопасного нижнего предела окна разряда, что приведет к повреждению старых ячеек.

При перезарядке старые ячейки перезаряжаются быстрее, что приводит к быстрому повышению напряжения до почти полностью заряженного состояния, но до того, как новые ячейки с большей емкостью полностью перезарядятся. Контроллер заряда обнаруживает высокое напряжение почти полностью заряженной цепочки и уменьшает ток. Новые ячейки с большей емкостью теперь заряжаются очень медленно, настолько медленно, что химические вещества могут начать кристаллизоваться до достижения полностью заряженного состояния, снижая емкость новых ячеек в течение нескольких циклов зарядки/разрядки, пока их емкость не станет более близкой к емкости старых ячеек в последовательной цепочке.

По этим причинам некоторые промышленные системы управления ИБП рекомендуют периодическую замену целых батарейных массивов, потенциально использующих сотни дорогостоящих батарей, из-за разрушительного взаимодействия между новыми и старыми батареями внутри и между последовательными и параллельными цепочками. ^[32]

Стандарты

- IEC 62040-1:2017 Источники бесперебойного питания (ИБП). Часть 1. Общие требования и требования безопасности для ИБП.
- IEC 62040-2:2016 Источники бесперебойного питания (ИБП). Часть 2. Требования к электромагнитной совместимости (ЭМС).
- IEC 62040-3:2021 Источники бесперебойного питания (ИБП). Часть 3. Метод определения требований к производительности и испытаниям.
- IEC 62040-4:2013 Системы бесперебойного питания (ИБП). Часть 4. Экологические аспекты. Требования и отчетность.

Смотрите также

- [Аккумуляторная комната](#)
- [Система аварийного питания](#)
- [Применение топливных элементов](#)
- [Базовая защита ИТ](#)
- [Стабилизатор напряжения](#)
- [Динамическое восстановление напряжения](#)
- [Система чистого учета с накоплением энергии](#)
- [Сетевой фильтр](#)
- [Импульсный источник питания \(ИБП\)](#)
- [Применение импульсных источников питания](#)
- [Аварийное освещение](#)

Ссылки

1. Электронная книга по выбору топологии ИБП в зависимости от типа приложения «Избегание ловушек, связанных с покупкой системы ИБП» (<https://web.archive.org/web/20130326072420/http://www.emersonnetworkpower.com/en-US/Brands/Liebert/Documents/White%20Papers/UPS%20Trap%20Doors%20for%20SMB.PDF>) (PDF) . Архивировано из оригинала (<http://www.emersonnetworkpower.com/en-US/Brands/Liebert/Documents/White%20Papers/UPS%20Trap%20Doors%20for%20SMB.PDF>) (PDF) 2013-03-26 . Получено 2018-12-11 .
2. Солтер, В. (2002), «Новая международная классификация ИБП по IEC 62040-3», 24-я ежегодная международная конференция по телекоммуникациям и энергетике , стр. 541–545 , doi : 10.1109/INTLEC.2002.1048709 (<https://doi.org/10.1109%2FINTLEC.2002.1048709>) , ISBN (<https://doi.org/10.1109%2FINTLEC.2002.1048709>) 0-7803-7512-2, S2CID 195862090 (<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:195862090>)
3. Подробное объяснение топологий ИБП "Системы питания высокой доступности, часть I: Внутренняя топология ИБП" (https://web.archive.org/web/20130326072442/http://www.emersonnetworkpower.com/en-US/Brands/Liebert/Documents/White%20Papers/High-Availability%20Power%20Systems,%20Part%20I_UPS%20Internal%20Topology.pdf)(PDF) . Ноябрь 2000 г. Архивировано из оригинала (http://www.emersonnetworkpower.com/en-US/Brands/Liebert/Documents/White%20Papers/High-Availability%20Power%20Systems,%20Part%20I_UPS%20Internal%20Topology.pdf)(PDF) 2013-03-26 . Получено 2018-12-11 . (https://web.archive.org/web/20130326072442/http://www.emersonnetworkpower.com/en-US/Brands/Liebert/Documents/White%20Papers/High-Availability%20Power%20Systems,%20Part%20I_UPS%20Internal%20Topology.pdf) (http://www.emersonnetworkpower.com/en-US/Brands/Liebert/Documents/White%20Papers/High-Availability%20Power%20Systems,%20Part%20I_UPS%20Internal%20Topology.pdf)
4. Часто задаваемые вопросы по источникам бесперебойного питания "Часто задаваемые вопросы по источникам бесперебойного питания" (<https://www.eaton.com/us/en-us/products/backup-power-ups-surge-it-power-distribution/backup-power-ups/uninterruptible-power-supply-faq.html>) . Май 2019 г. Получено 2024-07-30 . (<https://www.eaton.com/us/en-us/products/backup-power-ups-surge-it-power-distribution/backup-power-ups/uninterruptible-power-supply-faq.html>)