

Технология Hot Sync



Технология параллельной работы ИБП

Основной функцией ИБП является обеспечение бесперебойного питания в моменты критической нагрузки. В рамках одного ИБП надежность может быть увеличена, например, при модульности дизайна источника, когда внутренние модули образуют систему с резервированием. Тогда в случае проблемы с одним, второй модуль сможет выполнять задачи первого.

Другой подход к решению задачи увеличения надежности системы – использование параллельной системы, когда два или более ИБП работают в параллель и одновременно питают нагрузку. И в случае отказа одного из них нагрузка будет распределена между другими работающими ИБП, не испытав при этом никаких возмущений. Практически все продукты, представленные на рынке ИБП, поддерживают технологию параллельной работы при помощи централизованных и распределенных блоков управления, которые являются общими для всей системы и контролируют работу всех ИБП. Однако такая технология имеет серьезный недостаток («точку отказа»): при неисправности этого блока вся параллельная система теряет управление и прекращает питать нагрузку. Абсолютная надежность системы электропитания может быть достигнута благодаря запатентованной технологии параллельной работы Hot Sync® (Рис. 1)

Технология Hot Sync позволяет создать параллельную систему с резервированием по схеме N+1, т.е. два модуля для защиты нагрузки и один для резервирования, что обеспечивает надежную защиту электропитания критически важного оборудования 24 часа в сутки и 7 дней в неделю. Технология также может применяться для наращивания мощности особо ответственных систем по мере роста энергопотребления.

Технология Hot Sync исключает недостаток традиционных параллельных систем («точку отказа»), так как критически важные нагрузки синхронизируются и поддерживаются независимо от других модулей ИБП системы. Модули ИБП могут питать нагрузку при отсутствии каких-либо кабелей связи.

Преимущества для пользователя

- Доступно для одно- и трехфазных продуктов для соответствия любым критически важным системам 2,5 МВА (400 В)
- Простое и модульное обновление параллельной системы ИБП при наращивания мощности или избыточности
- Устраняет риск образования единой точки отказа

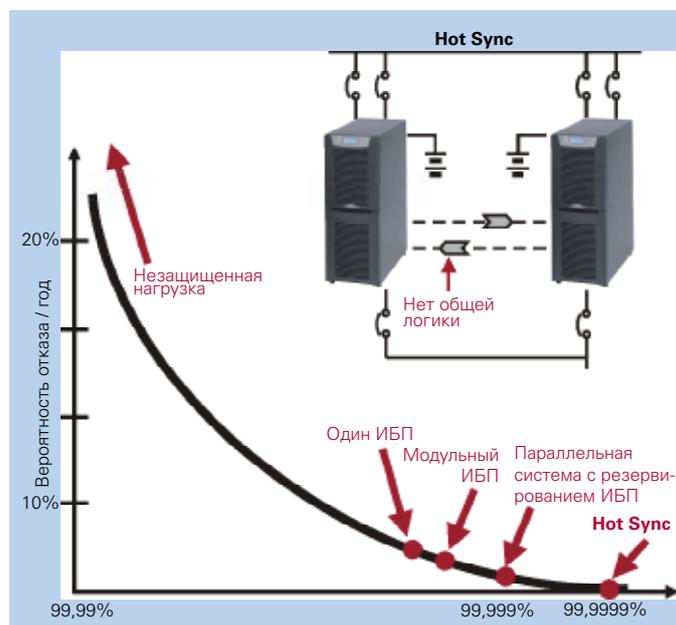


Рис. 1. Схемы доступных конфигураций электроэнергии и ИБП при повторных отключениях питания и помехах.

Технология Hot Sync

Управляющий цифровой процессор (DSP) каждого ИБП работает по определенному алгоритму, благодаря которому все ИБП в параллельной системе автоматически синхронизируются и делят нагрузку поровну. Если имеется общий байпас, то он используется в качестве источника синхронизации на выходе. При отсутствии общего байпаса каждый из процессоров, управляя своим инвертором на основе данных собственных измерений выходных параметров, плавно изменяет фазу своей выходной синусоиды так, чтобы синхронизировать ее с другими источниками и сбалансировать нагрузку. Как показано на Рис. 2, существует связь между неравномерным распределением мощности и разницей между фазами входных напряжений.

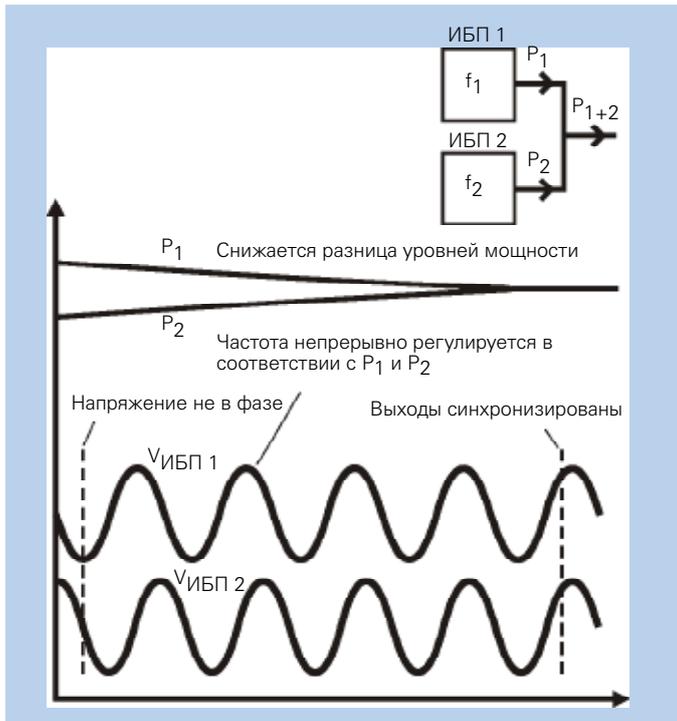


Рис. 2. Равномерное распределение нагрузки достигается путем регулировки выходных частот; таким образом, разница между фазами входных напряжений параллельно подключенных ИБП сводится к нулю.

Внутреннее выходное сопротивление ИБП имеет индуктивный характер, т.е. его можно представить в виде индуктивности, включенной последовательно с источником напряжения. Если фазы выходного напряжения отличаются, это значит, что между устройствами присутствует поток мощности, который и приводит к неравномерному распределению нагрузки. На Рис. 3 представлены два устройства с равными амплитудами выходных напряжений, но при этом имеется фазовый сдвиг их выходного напряжения.

Напряжение V_{diff} и ток I_{diff} между устройствами образуют смещение фазы на 90° , что связано с полным сопротивлением индуктивного источника. Напряжение сети (V_1 и V_2) и ток между устройствами I_{diff} находятся в фазе, вызывающей активный поток мощности.

Чем больше фазовый сдвиг, тем хуже распределяется мощность. Разность фаз можно уменьшить с помощью микропроцессора, управляющего инвертором ИБП, для регулировки фазы напряжения выходной мощностью. Чтобы снизить разницу фаз до нуля и обеспечить равномерное распределение нагрузки, можно использовать измеренную разность фаз для корректировки выходной частоты. Для ускорения процесса изменения частоты и синхронизации ИБП в управляющий алгоритм микропроцессора вводится дополнительный коэффициент, учитывающий степень изменения нагрузки как отклик системы на изменение частоты. На структурной схеме (Рис. 4) показан процесс распределения нагрузки.

Выполняется мониторинг выходной мощности, новая частота рассчитывается 3000 раз в секунду. Эти же измерения, основанные на вычислении мгновенной мощности, также используются для целей диагностики и определения вышедшего из строя модуля.

Отрицательное значение, возникающее даже на короткий промежуток времени, свидетельствует о внутренней поломке, например, коротком замыкании инвертора IGBT. В этом случае ИБП сразу отключается, максимально снижая резкое отклонение напряжения. Это называется «селективным отключением».

Технология Hot Sync позволяет выполнять полное техническое обслуживание последовательно для резервных модулей ИБП без использования внешнего сервисного байпаса. Отключение критических нагрузок от сети не требуется. Запланированное или незапланированное техническое обслуживание может выполняться, оставляя нагрузку все время под защитой.

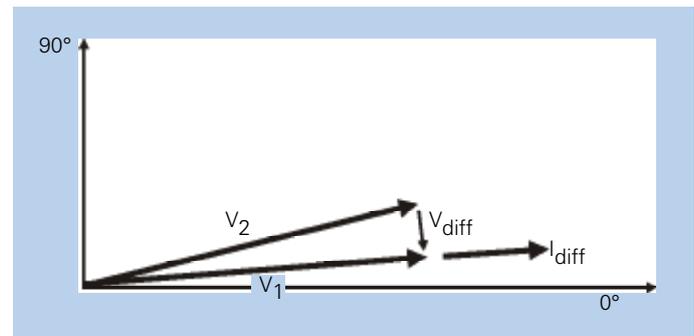


Рис. 3. Сдвиг фаз между напряжениями параллельно подключенных ИБП (V_1 и V_2) приводит к образованию электрического тока между устройствами, нарушая равномерность распределения нагрузки.

$$F_n = F_{n-1} - K_1(P_n) - K_2(\Delta P_n)$$

Где:

F_n = текущее значение частоты

F_{n-1} = предыдущая частота

P_n = мощность для нагрузки

K_1 = коэффициент изменения частоты

K_2 = коэффициент скорости изменения мощности



Рис. 4. При использовании алгоритма HotSync угол фазы инвертора регулируется выходной мощностью и коэффициентом изменения.

Главной характеристикой, определяющей общее качество и надежность всей системы ИБП, является точное и равномерное распределение нагрузки независимо от того, используется ли схема параллельного подключения ИБП в качестве резервной системы или для обеспечения дополнительной мощности. При использовании технологии HotSync модули ИБП могут питать нагрузку без использования каких-либо кабелей связи, таким образом исключается вероятность образования единой точки отказа. С эксплуатационной и экономической точки зрения это обеспечивает практически идеальную надежность и экономичность, поскольку каждый простой требует затрат и может привести к непредсказуемым последствиям.