

Параллельное и последовательное соединение импульсных источников питания. Рекомендации от компании Nextys.

1. Параллельное соединение источников питания.

Современные способы применения импульсных источников питания (ИП) могут потребовать использования нескольких ИП в параллельной конфигурации.

Параллельное соединение ИП может быть применено в следующих случаях:

- 1) Для увеличения требуемой мощности нагрузки, путём использования одинаковых ИП
- 2) Для создания системы резервирования

Параллельное соединение ИП для увеличения требуемой мощности может быть использовано там, где:

- Есть вероятность превышения номинальной нагрузки установленного ИП
- Требуется увеличить мощность нагрузки там, где нет возможности повысить мощность ИП

PR используется там, где ответственная нагрузка не допускает потери питания.

1.1 Параллельное соединение ИП для увеличения мощности (PR)

Теоретически, в режиме увеличения мощности могут использоваться любые типы ИП, но на практике такой результат не всегда бывает удовлетворительным. Многие поставщики говорят о том, что их ИП допускают параллельное соединение, независимо от вариантов применения. Это не всегда справедливо. Идеально, для параллельного соединения различных ИП, они должны иметь идентичные выходные импедансы и максимально одинаковые выходные напряжения. Это не гарантируется с течением времени из-за нормального разброса выходных параметров и естественного старения. Кроме того, во время переходных режимов (например, запуск, перегрузка, короткое замыкание и т. п.), поведение системы может стать нестабильной.

Несбалансированные токи могут привести к преждевременному старению наиболее напряженных элементов, что отрицательно отразится на надежности всей системы.

Для того чтобы свести к минимуму паразитные токи между ИП, которые соединены параллельно, предлагаются следующие технические решения:

- 1) Специализированная шина распределения нагрузки (LSB). Это решение использует коммуникационную шину, соединяющую параллельно-включённые ИП. В основном, это решение используется для мощных и «продвинутых» ИП, таких как, например, NPS2400.
- 2) Специфические алгоритмы регулирования (SRA). Это решение, относительно дешёвое, не нуждается в какой-либо коммуникационной шине и позволяет достичь хорошего естественного баланса тока между различными ИП. Это решение присутствует в большинстве ИП Nextys, например в NPSM121 /241/481 и NPST501 /721/961.
- 3) Использование внешнего активного модуля резервирования (ARM) например, как OR20 или OR50 от NEXTYS. В этом случае ARM играет роль балансирующего устройства выходного импеданса для двух питающих ИП. В этой конфигурации может использоваться любой ИП, но рекомендуется провести тест.

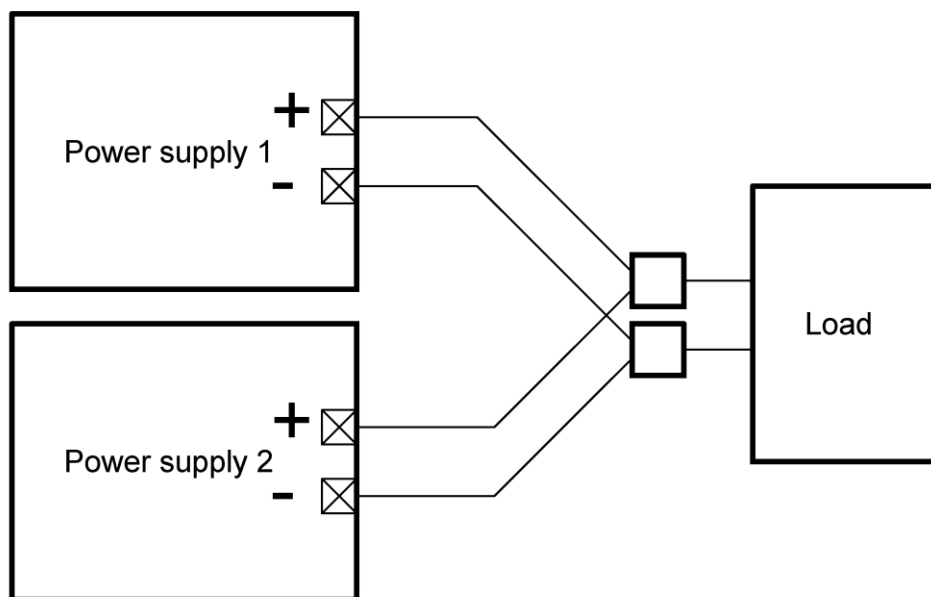


Рис.1. Рекомендуемая схема для параллельного соединения ИП

- 1) Необходимо учесть, что реальная мощность системы не будет простой суммой мощностей ИП. Максимальная мощность не будет превышать 80% от суммы мощностей ИП. Неидеальное решение!
- 2) Используйте, по-возможности, одинаковые ИП и лучше всего из одной партии
- 3) Избегайте использования ИП с ограничениями по току, предпочтительнее использовать ИП в режиме с постоянным током (Constant Current).
- 4) Используйте не более 4-х ИП
- 5) Разместите блоки таким образом, чтобы обеспечить максимально возможную одинаковую рабочую температуру для каждого ИП
- 6) Перед параллельным соединением установите выходные напряжения максимально одинаковые для всех ИП при нагрузке примерно 10% от номинальной
- 7) Используйте одинаковые длины и сечения проводов от каждого блока к нагрузке. Выводы должны сходиться на нагрузке, а не на ИП. Это улучшает симметрию. НЕ ВКЛЮЧАЙТЕ ВЫХОДЫ ИП ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО!
- 8) Проконтролируйте распределение тока через 30 мин после включения и снова отрегулируйте выходные напряжения, чтобы уравновесить токи

1.2 Параллельное соединение ИП для резервирования (PR)

Резервирование необходимо для повышения надёжности системы питания. Идея концепции резервирования заключается в том, чтобы обеспечить необходимое питание системы в случае аварии, то есть номинальный ток всей системы должен оставаться доступным в любой ситуации. Это означает, что суммарный ток должен быть обеспечен несколькими ИП.

В дополнение к необходимым ИП, по крайней мере, еще один прибор должен будет использоваться, как резервное устройство, которое должно быть доступно в случае отказа одного из ИП (избыточность $n + 1$, где n – количество необходимых ИП). Чем больше количество

используемых дополнительных ИП, тем выше отказоустойчивость системы ($n + m$ избыточность, m = количество дополнительных ИП).

Для реализации надежной системы резервирования, выходы всех источников питания должны быть подключены параллельно и развязаны с помощью диодов или МОП-транзисторов (ORing резервирование). Это необходимо, чтобы отказ одного из устройств не привёл к возникновению неисправности или короткого замыкания для других устройств. ORing схемы могут быть размещены в самих ИП или обеспечены внешними модулями резервирования, например такими, как OR20 или OR50 от NEXTYS.

В качестве совершенно уникальной функции, большинство моделей ИП от NEXTYS, имеющих опцию «P», предоставляют версию, включающую внутреннюю схему резервирования ORing, которая позволяет строить PR-систему без использования внешних модулей, резко снижая стоимость и размер систем PR.

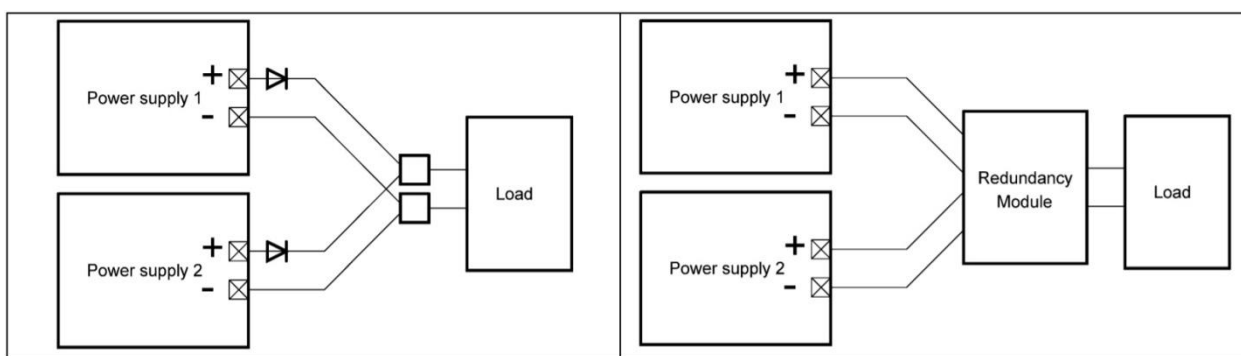


Рис.2 PR схема резервирования с ORing диодами (могут быть интегрированы в ИП) Рис.3 PR схема резервирования с внешним ORing модулем

Основные правила реализации PR схем резервирования, изображённых на рис. 2, 3:

- 1) Определите параметр « m », чтобы достичь требуемой избыточности.
- 2) Обратите внимание на номинал тока и напряжения, предполагая, что один ИП может принять на себя всю нагрузку.
- 3) Используйте всегда одинаковые ИП, лучше всего ИП из одной партии.
- 4) При правильной подстройке выходного напряжения попытайтесь сбалансировать токи на всех устройствах, чтобы поддерживать все ИП в рабочем состоянии («горячий» резерв). Использование всех ИП в рабочем состоянии увеличивает срок службы системы.
- 5) Разместите блоки таким образом, чтобы обеспечить максимально возможную рабочую температуру для каждого ИП.
- 6) Используйте одинаковую длину и толщину проводов от каждого ИП к нагрузке. Это улучшает симметрию системы.

2. Последовательное соединение ИП.

Для различных приложений может потребоваться использование нескольких ИП с последовательным соединением (SC) их выходов. ИП в последовательной конфигурации могут

использоваться в основном для достижения необходимого уровня напряжения или мощности, недоступных для стандартных блоков.

Теоретически любые 2 или более ИП могут быть соединены последовательно, независимо от их выходных напряжений. Однако внимание этому должно быть уделено в любом случае.

Примечания:

- 1) Максимальный доступный ток в системе - это номинальный ток одного ИП.
- 2) Общая суммарная мощность системы представляет собой произведение между суммой напряжений и самым высоким номинальным током ИП. Для систем SC нет снижения номинальных характеристик.
- 3) Блоки с различными входными / выходными напряжениями / мощностью могут быть соединены последовательно.
- 4) Текущее ограничение системы по току будет соответствовать тому ИП, у которого самое низкое значение номинального выходного тока.

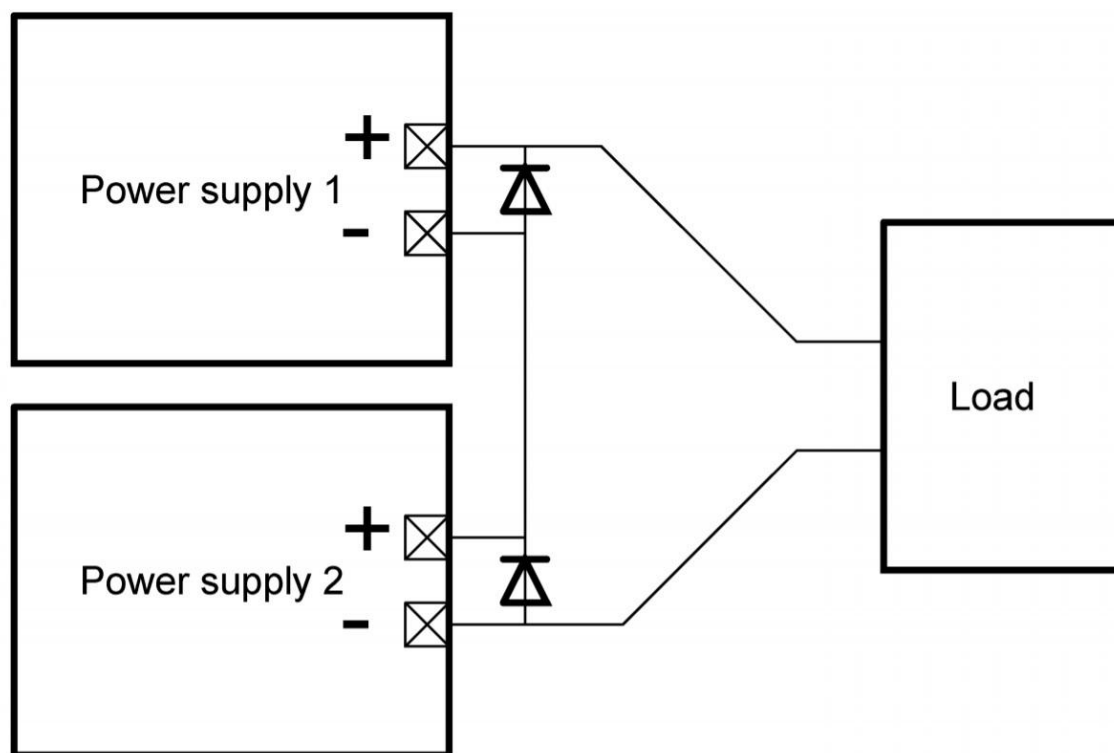


Рис.4 Рекомендуемое последовательное соединение ИП.

Основные правила реализации SC схем резервирования, изображённых на рис. 4:

- 1) Постарайтесь использовать одинаковые ИП, возможно, поставляемые из одной серии.
- 2) Обратите внимание на потребляемый ток нагрузки, чтобы не перегружать какой-нибудь ИП.
- 3) ИП могут иметь разное время запуска. Чтобы избежать обратного напряжения на их выходах из-за более раннего начала работы некоторых блоков в системе, используйте антипараллельные диоды (рассчитанные на максимальное напряжение системы и с пиковым импульсным током, по

крайней мере равным номинальному току), которые должны быть подключены к каждому выходу.

4) Обратите внимание на правила безопасности в отношении напряжения системы, если оно превышает опасные уровни ($> 60 \text{ Vdc}$)

5) Применяйте нужное сечение провода, который используется в подключении ИП к нагрузке.

6) Избегайте слишком большого количества ИП (> 4) в SC соединении.

3. Заключение

Несмотря на широкое использование параллельного соединения ИП, рекомендуется избегать конфигурации PP. Вместо этого предпочтительно использовать соединение SC, что дает лучшую стабильность в использовании ИП.

Конфигурация PR полезна во многих критически важных приложениях, и мы настоятельно рекомендуем разработчикам именно это соединение. Рассмотрите этот вариант, используя адекватное соединение оценки потребляемой мощности и избыточности (посредством внутреннего ORing или внешнего резервирования).