

UPDATE 10/11



ТЕМА НОМЕРА

**Источники питания
для надёжного
электропитания
устройств автоматики
и телемеханики**

QUINT POWER

Источники питания
для ответственных
производств стр. 4

QUINT DC/DC

Преобразователи DC/DC стр. 10

QUINT ORING

Диодные развязки для
резервирования питания стр. 14

QUINT UPS-IQ

Интеллектуальные
источники бесперебойного
питания стр. 34

FAQ

Часто задаваемые вопросы:

- источники питания;
- резервирование питания;
- DC/DC-преобразователи стр. 38

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Этот номер журнала UPDATE мы решили посвятить вопросам обеспечения надёжного электропитания оборудования в промышленной автоматизации, который среди факторов, влияющих на надёжность работы создаваемых Вами систем и установок, играет далеко не последнюю роль. Какие требования Вы предъявляете к источникам питания, диодным развязкам и ИБП для Ваших систем?

В современной электротехнике для электропитания предлагается широкий выбор оборудования различных производителей, с различными характеристиками и возможностями, различного ценового диапазона.

Данный журнал предназначен, в первую очередь, тем специалистам, для которых надёжное и безотказное функционирование оборудования имеет первостепенное значение. Кроме того, он может быть интересен тем людям, которые хотят быть в курсе передовых решений и технологий. Мы надеемся, что на страницах этого номера Вы найдёте много новой и полезной информации, а предлагаемые нами решения помогут Вам создавать современные, надёжные и конкурентоспособные системы автоматизации.

С уважением
и наилучшими пожеланиями,
редакция журнала UPDATE 10/11

UPDATE 10/11 Содержание

Новости компании

Конфигуратор источников бесперебойного питания 220 В	3
Высокие требования к качеству и безопасности оборудования	3

QUINT POWER

Источники питания для ответственных производств	4
Устройства защиты от импульсных перенапряжений 1/2 класса	9

QUINT DC/DC

Преобразователи постоянного напряжения DC/DC для гарантированного питания нагрузки	10
--	----

QUINT ORING

Резервирование питания	14
Как простыми средствами резервировать источники питания, или познакомьтесь с QUINT ORING	17
Практические испытания QUINT ORING	27

QUINT UPS-IQ

Промышленные источники бесперебойного питания с IQ-технологией	34
--	----

FAQ

Часто задаваемые вопросы	38
--------------------------------	----

Новинки продукции

Широкие возможности для маркировки оборудования	46
---	----

Полезная информация

Дополнительная информация по источникам питания	47
---	----

РЕДАКЦИЯ

ООО «Феникс Контакт РУС»

Тел.: +7 (495) 933-8548
Контактное лицо: Точилина Юлия
E-mail: update@phoenixcontact.ru
Copyright © 2011 Phoenix Contact
Все права защищены

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Семенова Е.В., Сыромятников С.Ю.,
Точилина Ю.Н., Соколовская М.Ю.,
Ямпольский Г.М., Рябчинский А.С.,
Ершов А.А., Козыренко Д.В.,
Линеенко М.Б., Осьминко А.Н.,
Махров Д.В., Малиновский Д.И.

КОНФИГУРАТОР ИСТОЧНИКОВ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ 220 В

Представляем Вашему вниманию новый сервис, доступный на нашем сайте в разделе e-shop, – конфигуратор источников бесперебойного питания на 220 В.

Используя данный сервис, Вы сможете быстро и легко определить необходимую именно под Вашу задачу модель источника бесперебойного питания (или комбинацию источников бесперебойного питания) и набора аксессуаров к нему.

Так, поэтапно, задав все необходимые функции и

параметры системы: реальную потребляемую мощность нагрузки (активную мощность (Вт), требуемое время автономной работы, режим резервирования, параллельный режим работы, необходимый набор дополнительных аксессуаров, Вы получите полную спецификацию под Вашу систему, с необходимыми количествами ИБП, батарей и аксессуаров.

Для использования данного сервиса, Вам нужно проследовать на наш основной сайт www.phoenixcontact.ru, перейти в раздел e-shop, далее



открыть раздел «Качество электропитания и сигналов TRABTECH», затем справа открыть ссылку «Мастер поиска» и выбрать раздел «источники бесперебойного питания». 

ВЫСОКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ И БЕЗОПАСНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ

Высокое качество источников питания серии QUINT подтверждают большое количество сертификатов соответствия различных стран, в том числе и российские сертификаты. Особенно следует отметить

сертификацию в соответствии с требованиями морских регистров таких стран как Германия (Germanischer Lloyd), Великобритания (Lloyd'sregister), США (American Bureau of Shipping (ABS), Франция (Bureau

Veritas), Норвегия (Det Norske Veritas (DNV) и Япония (Nippon Kaiji Kyokai (NK), поскольку эти стандарты предъявляют очень высокие требования к качеству и безопасности оборудования. 



ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДЛЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

К.т.н. Рябчинский А.С., руководитель группы технической поддержки
«Феникс Контакт РУС» (Москва)

Козыренко Д.В., инженер по продажам
«Феникс Контакт РУС» (Санкт-Петербург)

Разработка и проектирование электронных систем – достаточно длительный и обстоятельный процесс, при этом выбору источника питания для такой системы уделяется недостаточно внимания. При существующем разнообразии электротехнического оборудования, вопрос выбора источника питания является и простым, и

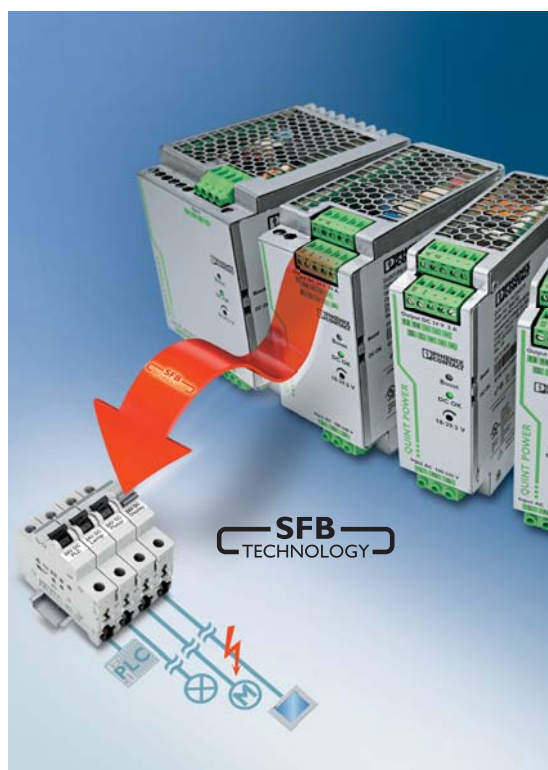
сложным одновременно. В каталогах и брошюрах обычно представлена краткая техническая информация, и если все ваши требования к источнику питания ограничиваются диапазоном входных и выходных напряжений, а также номинальной мощностью, то выбор для вас не составит труда. Другое дело, если ваши решения по автоматизации требуют применения надёжного источника питания с дополнительными функциями сигнализации и защиты для обеспечения безотказной работы, то тут требуется более подробно изучить руководства по эксплуатации, технические описания и другую имеющуюся техническую информацию. И вот тут задача усложняется, поскольку некоторые технические особенности и характеристики не являются очевидными.

Безусловно, различные отрасли индустрии могут иметь различные требования к функциональности источников питания, но в данной статье хочется рассмотреть ряд общих важных технических особенностей, которыми

должны обладать промышленные источники питания, применяемые на объектах энергетики, перерабатывающей промышленности, металлургии, железной дороги и т.д.

Расширенный диапазон входных напряжений

Безусловно расширенный диапазон входного напряжения изначально был необходим для того, чтобы один и тот же источник питания мог успешно эксплуатироваться во всех уголках мира, независимо от того, где применяется оборудование – в Европе, Америке или Азии. Источники питания компании Phoenix Contact отличаются широкодиапазонным входом, причём входное напряжение не нужно выставлять. Диапазон напряжений однофазных источников питания составляет 84-264 В переменного тока и является достаточным для большинства однофазных сетей питания, а трехфазные блоки могут воспринимать входные напряжение от 3 x 320 до 3 x 575 В в частотном диапазоне от 45 до 65 Гц. Конечно, нормативными требованиями



**Рис. 1 Источники питания
для ответственных производств**

ограничиваются максимальные значения колебаний питающей сети и, по идее, они не должны превышать максимум $\pm 10\%$, но в реальной жизни случается всякое и эти источники питания продолжают функционировать даже при наличии экстремальных колебаний напряжения в сети питания.

В отличие от наших широкодиапазонных источников питания, источникам питания с фиксированным входным диапазоном перед включением необходимо выставить переключатель в положение 115 или 230 В. Конечно можно возразить, а в чём, собственно, трудность? Ведь нужно всего один раз правильно выставить диапазон.

Рассмотрим пример, система была собрана и прошла испытания в США, но при этом предназначена для эксплуатации в России. Следовательно, перед первым включением нужно не забыть изменить в ручную напряжение питания, поскольку в противном случае электрические компоненты окажутся поврежденными. Рассмотрим ещё один пример, оборудование собрано в России и нет необходимости менять диапазон. Входное напряжение пропускается через интегральную схему, которая должна определить, какое напряжение на входе – 115 или 230 В. Если же в питающей сети возникнут колебания напряжения, то

возвратное напряжение часто считается неправильно и это может привести к повреждению источника питания а, возможно, к остановке системы. В источниках питания с автоматическим выбором диапазона напряжение питания выставляется автоматически и подобные проблемы возникнуть не могут.

Компенсация кратковременных провалов напряжения

С колебаниями питающей сети разобрались, но достаточно часто возникают ситуации, когда появляются кратковременные провалы напряжения из-за плохого качества сети, или вызванные пуском расположенных рядом мощных устройств, или возникших в результате переключения на резервное питание и т.д.

Импульсные источники питания компенсируют такие типы отказов за счет использования конденсаторов для буферизации энергии, присутствующих в звене 600 В постоянного тока, т.е. имеется ограниченный буфер для всех подключенных потребителей и обеспечить длительное время шунтирования при полной нагрузке можно только конденсаторами большой емкости. Конденсаторы, используемые в источниках питания Quint Power, обеспечивают время компенсации кратковременного отказа по питанию, по меньшей мере,

20 мс, а в некоторых моделях до 120 мс.

В ответственных производствах, где достаточно чувствительное к качеству питания оборудование, использовать нерегулируемые источники питания нельзя, поскольку колебания входного напряжения проходят непосредственно на выход. Чем выше уровень автоматизации производства, тем выше производительность, поэтому если кратковременное колебание напряжения способно привести к утрате данных или отказу контроллера, и в результате привести к останову или даже просто системы, то это может принести существенные убытки. Источники питания Quint Power защищают чувствительное оборудование и обеспечивают непрерывность производственного процесса. В том случае, если времени буферизации, которые обеспечивают источники питания не достаточно, можно подобрать отдельные буферные модули или источники бесперебойного питания, о которых речь пойдёт в одной из следующих глав нашего журнала.

Статический запас мощности для повышения эксплуатационной надёжности систем

Ещё одной особенностью источников питания Quint (и некоторых других серий источников питания Phoenix Contact) является наличие функции статического

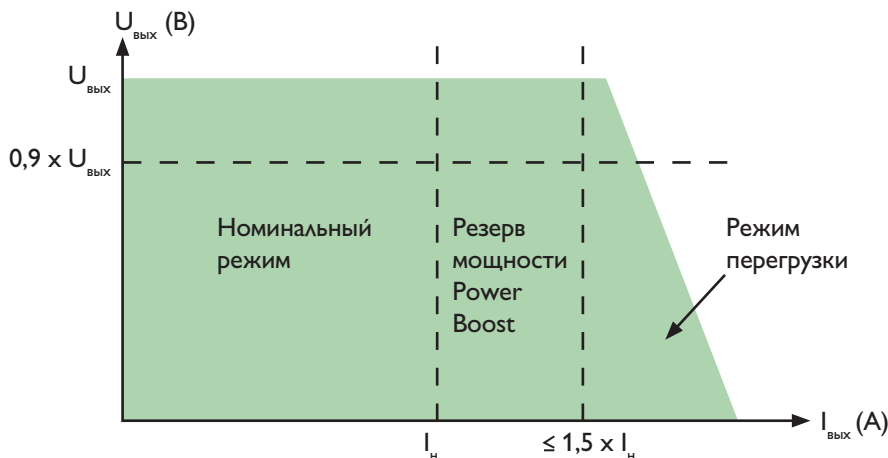


Рис. 2 Благодаря постоянному контролю выходного напряжения и тока можно сигнализировать любой из трех режимов работы: номинальный, с использованием резерва мощности и режим перегрузки

резерва мощности, получившего название Power Boost. Ошибки при выборе компонентов системы, бесконтрольное расширение системы или неисправность отдельных компонентов перегружают электрическую систему, что со временем может привести к дорогостоящим и длительным системным отказам и остановке оборудования. В данном случае поговорка «запас карман не тянет» подходит как нельзя лучше, так как источники питания QUINT имеют запас мощности до 50% (Рис. 2) от номинального значения. Большинство аналогичных источников либо имеют запас существенно меньший, либо он доступен только в течение очень короткого промежутка времени. Power Boost позволит длительно работать в режиме перегрузки, при этом сигнал об этом режиме работы будет передан в систему управления и у обслуживающего персонала

будет время устранить причину. Можно привести простой пример, это постепенное увеличение потребляемого тока, которое происходит вследствие накопления грязи на регулирующих клапанах, что приводит к увеличению потребляемой ими мощности. С источником питания QUINT такая ситуация не приведет к немедленному аварийному останову оборудования, а позволит устранить проблему с минимальными потерями.

Превентивная функция мониторинга

В больших системах управления все ключевые элементы имеют сигнализацию состояния, и по мере роста и увеличения сложности системы наличие такой сигнализации становится всё более важным. Полагаться на визуальный осмотр или узнавать о возникшем отказе по остановившемуся

производственному процессу непростительная роскошь для отраслей, где простои либо невозможны, либо обходятся слишком дорого. Например, остановка конвейера по производству автомобилей всего лишь на 30 минут уже приведёт к значительным убыткам, когда ежедневный выпуск составляет до 2000 автомобилей. Другой пример, так называемое непрерывное производство (process industry), где протекающие последовательно на разных этапах цикла химические процессы могут, в случае аварийного останова, привести даже к катастрофическим последствиям.

Имеющиеся у источников питания QUINT функции мониторинга состояния и сигнализации (Рис. 3) позволяют конструкторам спроектировать систему так чтобы минимизировать возможное время простоя оборудования.

Превентивная функция мониторинга для удаленного контроля источника питания обеспечивает непрерывный контроль состояния выходного тока и напряжения и позволяет предупредить систему управления о возможности возникновения критической ситуации до того как авария произошла, выдав сигнал с помощью сухого контакта реле или активного транзисторного выхода.

Если блок питания обеспечивает ток выше номинального, значит он перешел в режим использования запаса мощности «Power Boost».



Рис. 3 Источник питания позволяет контролировать его состояние с помощью светодиодов и релейных контактов

В этом случае блок питания, к примеру, рассчитанный на 10 А, может выдавать выходной ток до 15 А. ИП и нагрузка функционируют в нормальном режиме, напряжение на выходе равно 24 В, но предупредительный сигнал о перегрузке или точнее, о предаварийном режиме передаётся в систему управления.

При дальнейшем увеличении нагрузки происходит просадка выходного напряжения источника питания и, если оно оказывается ниже порога, то формируется сигнал аварии. Чаще всего минимальное напряжение для потребителей, таких как контроллеры, находится в диапазоне от 18 до 20 В, так что даже после снижения напряжения ниже порога сигнала аварии, который составляет 0,9 от заданного выходного напряжения (например, для выходного напряжения 24 В сигнальный порог будет 21,6 В) потребитель будет продолжать получать достаточное для работы напряжение питания.

Динамический запас мощности для надежного отключения автоматических выключателей

Источники питания, изготавливаемые с применением низковольтных трансформаторов, могут в случае короткого замыкания выдавать большой ток, который

будет достаточен для отключения автоматических выключателей в течение нескольких миллисекунд. Пришедшие им на смену источники питания с импульсными трансформаторами имеют множество преимуществ, (кроме уже упомянутых в статье, ещё это высокий КПД (до 94%), более компактный дизайн, регулируемое выходное напряжение и т.д.), но до сих пор импульсные источники питания не могли выдать ток, необходимый для отключения в случае короткого замыкания дешевых, не быстродействующих, автоматических выключателей.

В источниках питания QUINT удалось совместить преимущества импульсных ИП с возможностью использования стандартных автоматических выключателей для защиты от токов КЗ. С использованием технологии селективного отключения нагрузки SFB (Selective Fuse Breaking), автоматические выключатели отключаются всего за несколько миллисекунд. Для достижения этого эффекта, источник питания обеспечивает 6-кратный резерв выходной мощности в течении 12 миллисекунд.

Для примера, источник питания QUINT, с выходными данными 24 В, 20 А, с технологией SFB, может питать систему управления и

три дополнительных нагрузки. Каждая цепь защищена автоматическими выключателями на 16 А с характеристикой В. При переменном токе, 16-ти амперный автоматический выключатель отключится при токе в цепи 80 А, для постоянного же тока, с учетом поправочного коэффициента 1,5, цепь гарантированно разомкнется при токе 120 А. В случае КЗ, возникшего из-за повреждения кабеля, ИП с технологией SFB, рассчитанный на 20 А, выдаст кратковременные импульсы номинального тока, то есть максимум до 120 А. Автоматический выключатель в цепи с КЗ надежно срабатывает в диапазоне от 3 до 5 мс, в то время, как остальные нагрузки будут продолжать работать без перебоев, функционируя в нормальном

режиме, несмотря на произошедшее короткое замыкание.

Устойчивость к кратковременному увеличению напряжения

Источники питания QUINT POWER обеспечивают повышенную эксплуатационную надежность ещё и благодаря тому, что способны выдерживать напряжение вплоть до 300 В переменного тока. Такие всплески напряжения являются типичными для асимметричных «мягких» энергосистем, где неправильно распределённая нагрузка приводит к перекосу фаз и возможному увеличению напряжения в одной из фаз до величины, превышающей рабочий диапазон источника питания. У большинства источников питания в таких случаях на входе устройства срабатывает варистор на 275 В,

и устройство оказывается дефектным. Что касается источника питания QUINT POWER, то такие выбросы напряжения не могут его повредить.

Заключение

Мы надеемся, что в данной статье нам удалось рассказать об особенностях источников питания QUINT POWER, которые позволяют применять их в самых ответственных системах и производствах. Многие характеристики не имеют аналогов, поэтому компания Phoenix Contact может утверждать, что предлагает своим партнёрам самые современные и инновационные решения в области электропитания оборудования для автоматизации. Описываемые источники питания QUINT POWER являются уже третьим поколением этого семейства, сохранив преимущества предыдущих поколений и пополнившись новыми возможностями.

P.S.: Если прочитав статью Вы подумали, что характеристики этих источников питания являются, пожалуй, для Вас избыточными, а Ваши приложения не имеют таких жёстких требований к питанию, позвоните нам и мы расскажем Вам про другие серии источников питания с высокой надёжностью, но с базовым функционалом. ☎



Рис. 4 QUINT POWER являются уже третьим поколением источников питания Phoenix Contact

VAL-MS-T1/T2...

УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ИМПУЛЬСНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ 1/2 КЛАССА ДЛЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Построенные на базе мощных варисторов, готовые к подключению модули серии VAL-MS-T1/T2 спроектированы для установки на границе зон 0-1 или 1-2 (отвечают требованиям, предъявляемым к УЗИП 1 или 2 класса).

Основные особенности:

- длительно допустимое рабочее напряжение до 335 В переменного тока (фазное) для нестабильных сетей

220/380 В переменного тока со значительными отклонениями номинального напряжения;

- каждый защитный штекер, включая штекер с разрядником N-PE, съемный и имеет терморасцепитель;
- инновационная жесткая штекерная защелка позволяет извлекать штекер одной рукой, а также гарантирует надежное удержание штекера в базовой

части, даже в случае прохождения высоких разрядных токов молний или сильных вибраций;

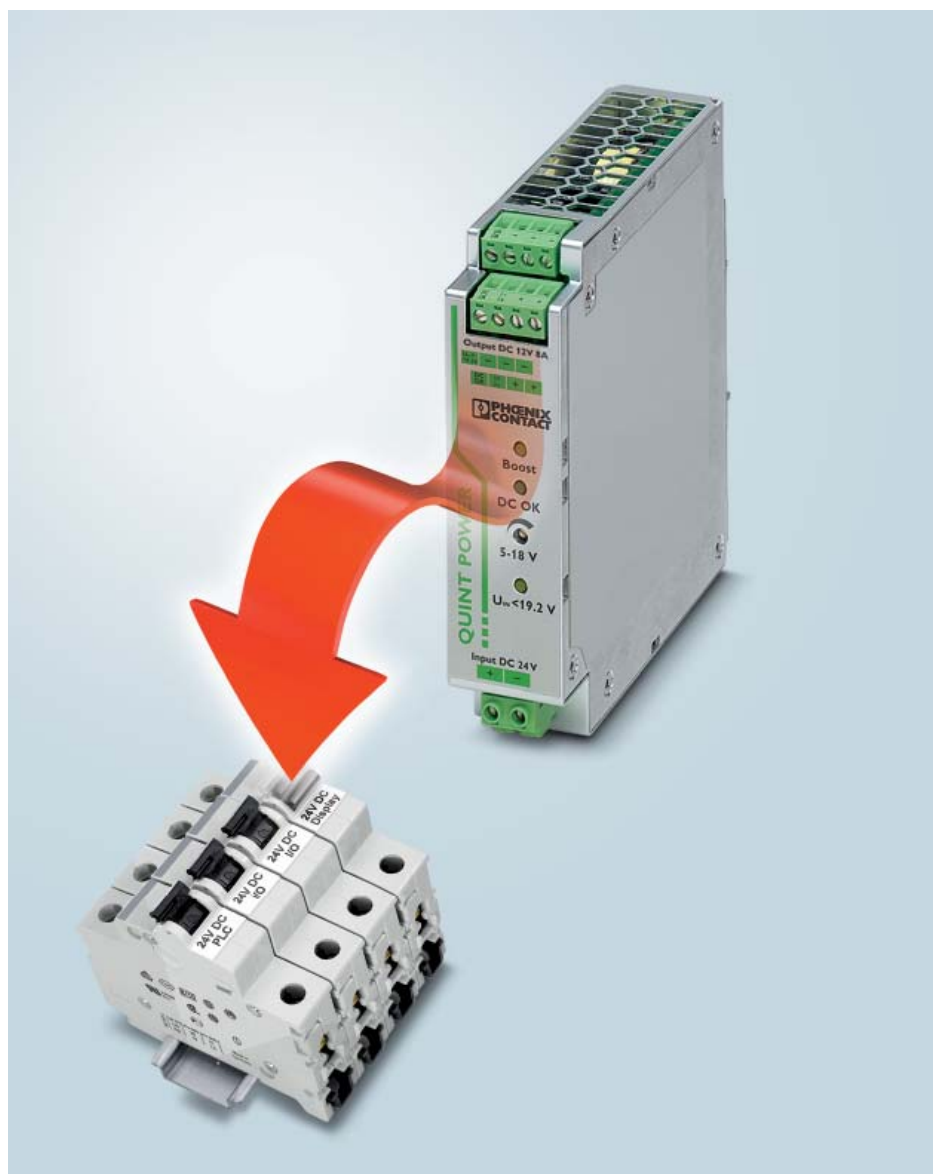
- визуальный механический индикатор статуса для каждого из защитных штекеров;
- дополнительный сухой контакт дистанционной сигнализации;
- механическая кодировка базовых частей и штекеров. 

 Все штекеры могут быть протестированы с помощью CHECKMASTER Защитные штекеры могут быть заказаны отдельно, в качестве запасных.	 L1 L2 L3 N PE	 L N PE	 L1 L2 L3 PEN
Технические характеристики			
Наименование Артикул	VAL-MS-T1/T2 335/12.5/3+1-FM 2800183 (с дистанционной сигнализацией)	VAL-MS-T1/T2 335/12.5/1+1-FM 2800186 (с дистанционной сигнализацией)	VAL-MS-T1/T2 335/12.5/3+0-FM 2800188 (с дистанционной сигнализацией)
Наименование Артикул	VAL-MS-T1/T2 335/12.5/3+1 2800184 (без дистанционной сигнализации)	VAL-MS-T1/T2 335/12.5/1+1 2800187 (без дистанционной сигнализации)	VAL-MS-T1/T2 335/12.5/3+0 2800189 (без дистанционной сигнализации)
Класс согл. МЭК / EN type	I, II		I, II
Установка на границе зон	0/1 или 1/2		0/1 или 1/2
Номинальное напряжение U_N	240/415 В перем. тока 50/60 Гц		240/415 В перем. тока 50/60 Гц
Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение U_c	335 В перем. тока 50/60 Гц (L-N)		335 В перем. тока 50/60 Гц (L-N)
	264 В перем. тока 50/60 Гц (N-PE)		264 В перем. тока 50/60 Гц (N-PE)
Импульсный ток разряда I_{imp} (10/350)мкс	50 кА		37.5 кА
Номинальный ток разряда I_n (8/20)мкс	12.5 кА (L-N)	50 кА (N-PE)	37.5 кА (все каналы)
Максимальный ток разряда I_{max} (8/20)мкс	50 кА (L-N)	50 кА (N-PE)	150 кА (все каналы)
Уровень защиты U_p	≥ 1.2 кВ (L-N)		≥ 1.2 кВ (L-PEN)
	≥ 1.7 кВ (N-PE)		

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ DC/DC ДЛЯ ГАРАНТИРОВАННОГО ПИТАНИЯ НАГРУЗКИ

К.т.н. Рябчинский А.С., руководитель группы технической поддержки
«Феникс Контакт РУС» (Москва)

Линеенко М.Б., инженер по продажам
«Феникс Контакт РУС» (Самара)



Задачи, для решения которых применяют DC/DC-преобразователи, очень широки. Кроме их основной функции – преобразования уровней постоянного напряжения, они применяются для уменьшения влияния длинных питающих линий, компенсируя просадки напряжения, вызванные потерями в кабеле. DC/DC-преобразователи обеспечивают гальваническое разделение цепей и защищают чувствительную нагрузку от влияний внешней цепи. В этом случае критические к отключению нагрузки защищаются от помех и перегрузок, которые имеют место в первичной цепи DC/DC-преобразователя. В качестве причин таких возмущений могут быть, например, скачки напряжения при пуске электродвигателей, либо просадки напряжения при включении нагрузки с высокой входной емкостью. В этом случае установление причины временных отказов в работе конечных устройств может занять длительное время. В такой

Рис. 1 DC/DC-преобразователи с технологией SFB

ситуации установка DC/DC преобразователя в конце кабельной линии позволяет устранить подобные проблемы и обеспечить надежное питание оконечного оборудования. Использование DC/DC-преобразователей также оправдано в цепях с буферным включением аккумуляторных батарей либо при централизованном питании от нестабилизированных трансформаторных источников питания, если питание оконечных устройств необходимо осуществлять стабилизированным напряжением.

Обеспечение стабилизированного выходного напряжения в широком диапазоне

Многие современные производства и установки занимают достаточно большие площади, при этом для обеспечения питанием шкафов управления, датчиков и исполнительных устройств, распределенных по территории, приходится использовать протяженные кабельные линии. Для передачи постоянного напряжения 24 В по таким линиям используются кабели с большим сечением. Если в процессе проектирования неправильно рассчитывается требуемая длина кабеля и необходимое сечение, то падение напряжения на кабеле может привести в дальнейшем к отказам и периодическим сбоям в работе оборудования.

В случае, если используется избыточное сечение кабеля, это в свою очередь приводит к большим расходам при прокладке кабельных линий.

При выборе сечения питающего кабеля необходимо также принимать во внимание не только максимально допустимый ток для данного сечения, но и потери напряжения в кабеле, увеличивающиеся при возрастании длины кабельной линии и тока нагрузки. Например, нагрузка, расположенная в 30 метрах от источника питания, потребляет ток 10 А. Для питания нагрузки применяется медный кабель сечением 1,5 мм². При выходном напряжении источника питания 24 В постоянного тока, только 17 В будет подаваться непосредственно на нагрузку. В этом случае необходимо также решать вопрос компенсации падения напряжения на кабельной линии. Одним из решений является повышение выходного напряжения источника питания или DC/DC-преобразователя. Источники питания Phoenix Contact позволяют осуществлять настройку выходного напряжения и компенсировать, таким образом, потери напряжения в кабеле. В частности, устройства входящие в группу QUINT POWER, имеющие номинальное выходное напряжение 24 В постоянного тока, могут настраиваться на выходное напряжение от 18 до 29,5 В

(Рис. 1). В приведенном выше примере, если выходное напряжение источника питания составляет 29,5 В, то 22 В поступает на нагрузку (Рис. 2).



Рис. 2 QUINT-PS/24DC/24DC/5

Компенсация потерь напряжения в кабельных линиях

На практике падение напряжения не всегда может быть компенсировано повышением выходного напряжения источника питания, как было показано выше. В этом случае оправданным является использование нескольких распределенных источников питания, которые получают

питание от основных цепей питания переменного тока. Для источников питания с входными напряжениями 230 В и 400 В переменного тока, падениями напряжения в кабеле можно пренебречь вследствие достаточно низкого тока в первичных цепях источников питания.

Например (Рис. 3), вместо использованного централизованного питания на 24 В, 3-х фазный источник питания на 400 В переменного тока установлен внутри установки и обеспечивает питанием потребителей 24 В постоянного тока.

Однако, в ряде случаев используются централизованные системы управления, в которых имеется один единый шкаф управления, а все датчики и исполнительные устройства подключаются с помощью длинных кабельных линий. Также ряд задач требует

использования низких напряжений 24 В постоянного тока, т.к. напряжение 230 В и 400 В переменного тока не может быть использовано в соответствии с требованиями электробезопасности. В этих случаях использование DC/DC-преобразователей для компенсации потерь напряжения в конце кабельных линий является единственным выходом. DC/DC-преобразователи корректируют входное напряжение, которое может находиться в широком диапазоне, и обеспечивают стабилизированное выходное напряжение, например 24 В. Если DC/DC-преобразователь установлен непосредственно рядом с нагрузкой, то потери на кабельной линии практически отсутствуют. При этом DC/DC-преобразователь выполняет также функцию защиты оборудования от наводок и перенапряжений.

Динамический запас мощности для надежного отключения автоматических выключателей

Для защиты цепей постоянного тока от коротких замыканий с помощью стандартных автоматических выключателей, DC/DC-преобразователь должен выдерживать многократную перегрузку по току на время, необходимое для срабатывания автоматического выключателя, установленного во вторичной цепи. Благодаря тому, что технология селективного отключения нагрузки (Selective Fuse Breaking (SFB) Technology) теперь появилась и в DC/DC-преобразователях серии QUINT, они выдерживают ток в выходной цепи, в 6 раз превосходящий номинальный ток, в течение 12 миллисекунд. В результате цепь, вызвавшая перегрузку, отключается, причина неисправности локализуется, а остальные цепи продолжают функционировать.

Высокая надежность благодаря функциям превентивного мониторинга и статическому запасу мощности

Новое поколение преобразователей напряжения позаимствовало от источников питания не только функцию селективной защиты, но и такую важную вещь, как диагностику состояния и сигнализацию об аварийных и предаварийных ситуациях. Благодаря имеющимся дискретным выходам

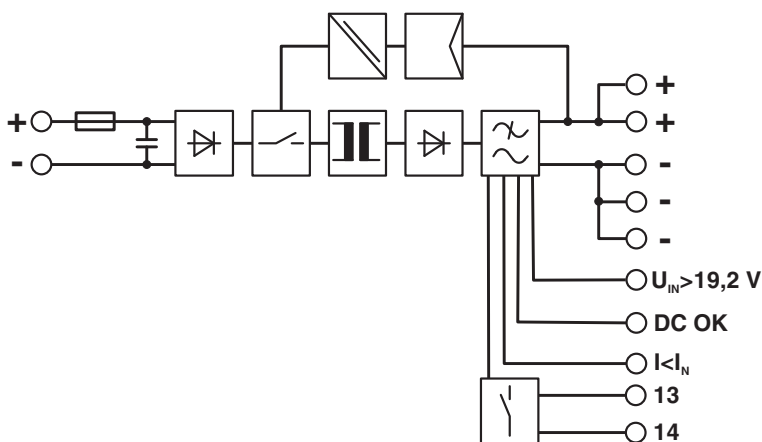


Рис. 3 Блок-схема DC/DC-развязок серии QUINT

преобразователь может сигнализировать о состоянии устройства для удалённого контроля и превентивного мониторинга аварийных, а главное предаварийных ситуаций.

Благодаря постоянному резерву мощности, так называемой функции Power Boost, нагрузки с высокими пусковыми токами стартуют надёжно без просадки напряжения в сети. Преобразователи напряжения обеспечивают запас мощности до 125%.

Широкая производственная программа преобразователей напряжения промышленного исполнения

Как было упомянуто выше, установка DC/DC-

преобразователей наиболее эффективна в месте расположения оконечного оборудования, следовательно, DC/DC-преобразователи должны выдерживать жесткие промышленные условия эксплуатации. Рабочая температура от -25°C до 70°C для преобразователей напряжения гарантирует стабильность работы в различных условиях. Стойкость к ударным нагрузкам до 30 g согласно МЭК 60068-2-27, также как и вибрационная стойкость до 2.3 g в соответствии с МЭК 60068-2-6, дают уверенность в том, что устройства будут работать даже в условиях значительных механических нагрузок.

Новые DC/DC-преобразователи серии QUINT на номинальное входное напряжение 24 В работают при входных напряжениях

от 18 В до 32 В и в зависимости от модели обеспечивают выходное напряжение 12, 24 и 48 В с диапазонами регулировки от 5 до 18 В, от 18 до 29,5 В и от 30 до 56 В соответственно. Серия DC/DC-преобразователей QUINT представлена устройствами для номинальных нагрузок от 5 до 20 А постоянного тока (Рис. 4).

Для менее мощных нагрузок имеются DC/DC-преобразователи серии MINI, выполненные в компактных корпусах, шириной всего 22,5 мм. Они обеспечивают номинальный ток нагрузки от 0,7 до 2 А, а подключение проводников осуществляется удобными разъемными клеммами Combicon с кодирующими вставками, исключающими ошибочное подсоединение. 

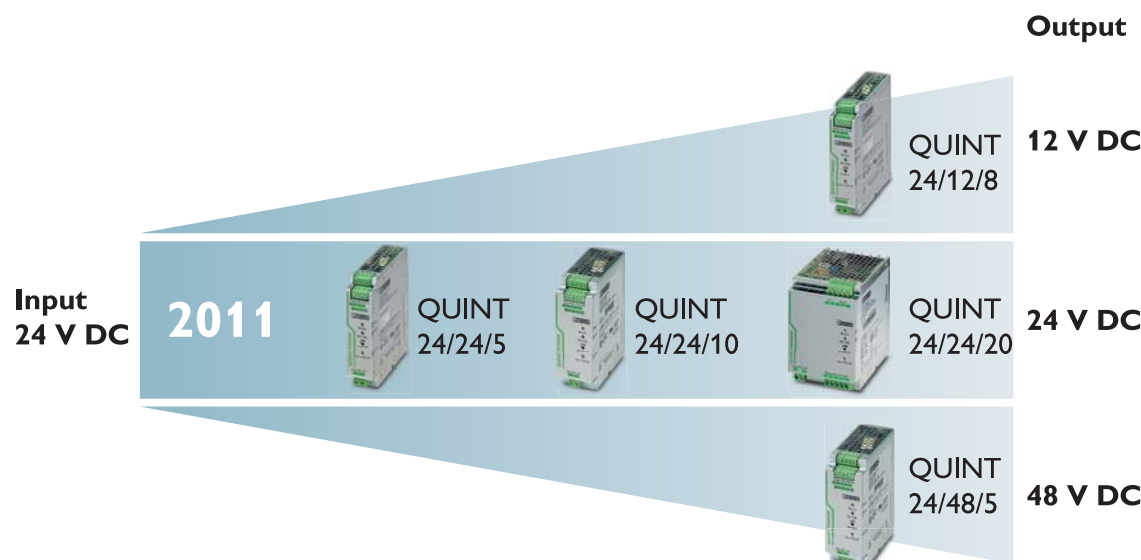


Рис. 4 Серия DC/DC-преобразователей QUINT

РЕЗЕРВИРОВАНИЕ ПИТАНИЯ – КЛЮЧЕВОЙ МОМЕНТ В КОМПЛЕКСНОЙ КОНЦЕПЦИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОКОЙ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

К.Т.Н. Рябчинский А.С., руководитель группы технической поддержки
«Феникс Контакт РУС» (Москва)

Осьминко А.Н., инженер по продажам
«Феникс Контакт РУС» (Новосибирск)

Для большинства производителей очевидно, что простои промышленного оборудования, вызванные низким качеством электропитания, провалами напряжения или полным его отключением, стоят гораздо дороже, чем инвестиции в резервирование питания, в том числе, с применением источников бесперебойного питания (ИБП). В этой статье мы постараемся объяснить преимущества такого решения.

Почему же вообще используются вторичные источники питания? Все дело в том, что первичные источники питания энергию генерируют, точнее преобразуют в электрическую энергию – другие виды энергий – химическую (аккумуляторы), механическую (генераторы), излучение (солнечные батареи) и ядерную (реакторы). Для работы первичного источника нужны ресурсы, поэтому, с учетом потребностей в электроэнергии промышленных предприятий и населенных пунктов, становится экономически выгодно строить

большие электростанции с централизованной подачей энергоносителя (газ, уголь, мазут, вода, уран/плутоний). Конечно, такие электростанции размещаются в удобном географическом месте, но, зачастую, очень далеко от нашего с Вами шкафа автоматизации, поэтому поверхность нашей планеты опутана протяженными линиями электропередач. В целом всё это образует глобальную энергосистему, которой необходимы сложные системы контроля и управления. К сожалению, в этой энергосистеме постоянно происходят плановые или внеплановые отключения для обслуживания энергохозяйства, или аварийные ситуации.

Все это ведет к тому, что качество электроэнергии оставляет желать лучшего и очень редко соответствует требованиям, приведённым в ГОСТ 13109-97. В обозримом будущем ситуация не изменится, остаётся ждать пока изобретут сверхкомпактные, сверхнадежные и сверхдешевые источники локальной генерации или

передачу энергии достаточной мощности на большие расстояния без существенных потерь, помех и искажений, ну а пока продолжать использовать вторичные источники питания – они же преобразователи, выпрямители, стабилизаторы, аккумуляторы напряжения. Их задача – обеспечить нужный уровень и качество напряжения и тока для потребителей – в основном электронных компонентов, которые достаточно чувствительны к качеству питания.

Промышленным стандартом выходного напряжения вторичных источников питания является достаточно узкий диапазон напряжений 5-48 В постоянного тока, в основном 24 В постоянного тока, что связано с многими факторами, такими как электробезопасность от поражения электрическим током, требования радиоэлектронной компонентной базы, плотность размещения радиоэлементов, снижение требований к изоляции. Более низкие напряжения не

используют ввиду увеличения сечения проводников для передачи нужной мощности и повышения нагрева проводника.

С другой стороны, производительность и эффективность производства – это факторы успеха для компании, тем более, в случае использования непрерывных технологических процессов, с высоким уровнем риска повреждения людей и оборудования, а также для непрерывного учета энергоресурсов. Высокая надежность ключевых компонентов системы в таком случае является обязательным условием. Если автоматическая система управления не обеспечивается непрерывным и качественным напряжением 24 В постоянного тока с нужной мощностью, предприятие будет терпеть постоянные убытки.

Все большее распространение получают источники бесперебойного питания и концепция избыточности основных компонентов системы, которые должны обеспечить безопасную, эффективную и, что очень важно, стабильную работу предприятия. Эта концепция заключается в резервировании оборудования и компонентов, например, для электроснабжения необходимо использовать, по крайней мере, один дополнительный источник питания. Таким образом, если один из источников питания отказывает, то резервный источник непрерывно

продолжает подавать напряжение в систему – единичный отказ не приводит к изменению технологического процесса. В случае “N + 1” резервирования, система из трех источников питания с номинальным током 10 А каждый, используются для обеспечения нагрузки в 20 А.

Для еще большей безопасности и надежности используют схему “1+1”. В этом случае, выходы всех источников соединены параллельно. Если один из источников отказывает (внутренний дефект, старение, отсутствие/провал напряжения питания на входе источника), то второй источник автоматически обеспечивает непрерывное напряжение. Для этого блоки питания должны рассчитываться таким образом, что один источник должен обеспечить полную

потребляемую мощность подключенных потребителей во всех режимах работы. Например, для того чтобы получить максимальную степень надежности системы автоматизации, источники питания подключают к разным фазам или разным питающим линиям. Таким образом, при выходе напряжения фазы L1 за пределы нормального диапазона напряжения, блок питания, подключенный к фазе L2, продолжает работать.

Обеспечение 100% резервирования с использованием диодных развязок (QUINT-DIODE, TRIO-DIODE, STEP-DIODE)

В целях достижения более высокой степени надежности, для развязки источников питания используются независимые отдельные



диодные модули, соединенные параллельно. В маловероятном случае (хотя это, конечно, может произойти в любой момент), в системе может возникнуть внутреннее короткое замыкание на выходе одного из источников питания. В этом случае диодная развязка позволяет резервному источнику питания работать, несмотря на короткое замыкание в параллельной линии, так что 100% резервирование действительно осуществляется.

Источник бесперебойного питания для длительных провалов напряжения

В нашей стране перебои в подаче электроэнергии, которые нарушают работу, а в худшем случае, приводят к аварии, могут иметь любое количество причин и могут длиться от нескольких миллисекунд до нескольких часов и более, и могут повторяться неоднократно. Причины очевидны, значительный износ

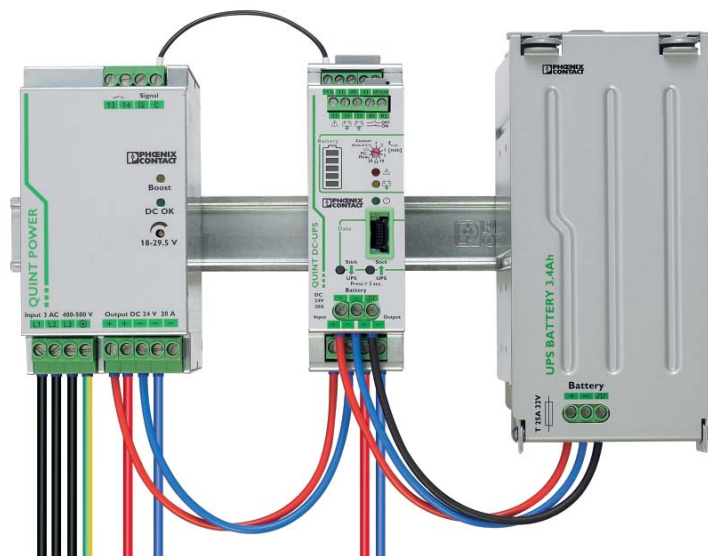
оборудования, использование старого оборудования при модернизации или нового, но не качественного, либо качественного, но не предназначенного для использования в промышленных условиях, халатное отношение обслуживающего персонала. Около 80% всех случаев сбоев питания, напряжение пропадает на время не более 200 мс. Короткие падения напряжения до 20 мс происходят всякий раз при переключениях на подстанциях, когда питание переключают от одной сети к другой. Провалы напряжения на несколько секунд также возможны при пуске мощного оборудования на стороне потребителей. Более длинные перерывы в энергоснабжении, как правило, только при повреждении линии электропередач или других крупных отказах.

Phoenix Contact предлагает полную линейку оборудования для разной длительности сбоев

внешнего электропитания: так все блоки питания способны компенсировать короткие провалы напряжения (не менее 20 мс) с полной нагрузкой без дополнительного оборудования, а необслуживаемый емкостной буферный модуль может выдавать 40 А длительно до 200 мс или 1 А в течении 8 с. Источники бесперебойного питания (ИБП) разных классов мощности обеспечивают напряжение 24В постоянного тока до 38 Ампер-часов, а для оборудования с рабочим напряжением 220 В переменного тока резервирование питания мы можем обеспечить с помощью QUINT-AC-UPS с выходным напряжением 220 В переменного тока мощностью до 500 ВА и креплением на DIN-рейку.

В продукции Phoenix Contact имеется также линейка источников бесперебойного питания стандартного исполнения до 12 кВА, но так как такие устройства имеют стандартное крепление только в 19" шкаф или используются в напольном исполнении без крепления и не подходят для крепления на DIN-рейку, то они получили наибольшее распространение в IT-подсистемах.

Более подробно про ИБП 24 В будет рассказано в следующих статьях нашего журнала. ИБП для 19" шкафов в данном журнале рассматриваться не будут, но информацию по ним Вы можете получить, обратившись к специалистам «Феникс Контакт РУС». 



КАК ПРОСТЫМИ СРЕДСТВАМИ РЕЗЕРВИРОВАТЬ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ, ИЛИ: ПОЗНАКОМЬТЕСЬ С QUINT ORING

Малиновский Д.И., технический директор «Элтим» (Санкт-Петербург)

Надежность – это основной параметр, отличающий хорошее оборудование от плохого. Надежность была и остается постоянным объектом внимания системных интеграторов, потому что заказчик закрывает глаза на немодный внешний вид шкафа и неровную маркировку проводов от руки, пожурит за превышение габаритных размеров, поругается и забудет при задержке срока сдачи разработки, но все без исключения заказчики приходят в ярость при обнаружении ненадежной работы купленной ими техники. Поскольку о надежности косвенно свидетельствует гарантийный срок, опытные заказчики уделяют пристальное внимание всем пунктам контракта, посвященным гарантийному и постгарантийному обслуживанию, а также времени наработки на отказ. При чтении технического задания глаз заказчика особенно сильно прищуривается там, где речь идет о планируемой наработке на отказ. Отказ источника питания в АСУ ТП ведет к немедленному отказу всей системы управления, поэтому построение отказоустойчивого источника питания всегда представляет интерес для инженеров и их заказчиков.

В этой статье мы займем ценное время наших читателей с целью показать, какими простыми средствами можно радикально повысить надежность такого критического узла оборудования, как источник питания.

При разработке системы управления разработчики отдают предпочтение проверенным техническим решениям и функциональным узлам, с работой которых они знакомы хотя бы на протяжении нескольких лет. К техническим новинкам опытные разработчики относятся осторожно, и от инженеров часто можно услышать, что новое – это хорошо забытое старое и лучшее – враг хорошего. В большинстве случаев это справедливо. «Старый конь борозды не портит», это правильно, но, увы, «и глубоко не пашет», это точно. Применение новой техники всегда связано с

принятием самостоятельных и ответственных решений, чем вообще никто не хочет заниматься по понятным причинам. Автор попытается показать, как можно облегчить разработчикам принятие их решений при разработке отказоустойчивого источника питания.

Когда разработка сложной системы управления требует высокой надежности, но денег на разработку в распоряжении руководителя проекта выделено не настолько много, чтобы резервировать все и везде, появляется необходимость выявления по-настоящему слабых звеньев в системе с целью

их усиления. Странно, но столь простым определением можно заменить целые главы из учебника по теории и практике надежности. При поиске слабых звеньев наиболее интересны те элементы оборудования, отказ которых приводит к полному отказу системы. В ходе поиска инженеру необходим опыт и знание некоторых теоретических основ теории надежности, но по большей степени можно полагаться на здравый смысл. Как сложная в понимании теория надежности, так и простой здравый смысл в итоге показывают, что функциональные узлы, отказ которых приводит

к фатальному отказу всей системы, следует дублировать. Добиваться безотказности от единичного устройства — это невыполнимая задача, поэтому следует забыть о безотказности единичных узлов и вспомнить о верном средстве достижения требуемой надежности — резервировании. А это не такая сложная операция, как может показаться на первый взгляд.

Обычное дублирование путем добавления горячего резерва действительно повышает готовность оборудования только тогда, когда есть непрерывный контроль за работой каждого из аппаратов, входящих в резервированный узел. В противном случае поломка одного из устройств в схеме дублирования не приведет сразу к отказу системы (второй узел-то продолжает работать!), но вот за отказом второго узла уже последует полный отказ всей системы. Вообще-то, при построении отказоустойчивых систем управления нет предела усложнению как самого оборудования, так и математического аппарата расчета надежности (как много по этой теме написали академики, защитилось докторов наук и сколько инженерного народу в КБ и НИИ занято этими проблемами, и подумать страшно), но по экономическим причинам принятие решения обычно заканчивается на троировании и схемах типа N+1.

Троирование в аппаратной части оборудования чаще всего применяется для построения датчиков и исполнительных устройств. Если эта тематика заинтересует читателей, у автора есть много проверенного практического материала, так что пишите в редакцию. В этой статье мы ищем простые пути повышения надежности именно источников питания, а для этой цели на практике всегда применяется классическая схема N+1.

Тут обычно модно приводить скучную математику с многоэтажными формулами. Поясним работу схемы N+1 вообще без привлечения математического аппарата. Если у нас есть источник питания, отказа которого мы так боимся, то необходима схема включения нескольких источников так, чтобы при их последовательном отказе

система управления работала бы нормально до момента отказа последнего из них.

На рисунке 1 приведена схема параллельного подключения двух источников питания для резервирования по наиболее распространенной схеме N+1, когда N=1. Надо отметить, что QUINT разрешает работу в параллель.

При такой схеме возможно два режима работы источников питания. Если выходное напряжение обоих источников питания идентично, а длина проводников на выходе до нагрузки одинаковая, то источники питания нагружены равномерно, и каждый из них работает с половиной имеющейся нагрузки. В реальности такой режим создать затруднительно и чаще всего один источник является основным

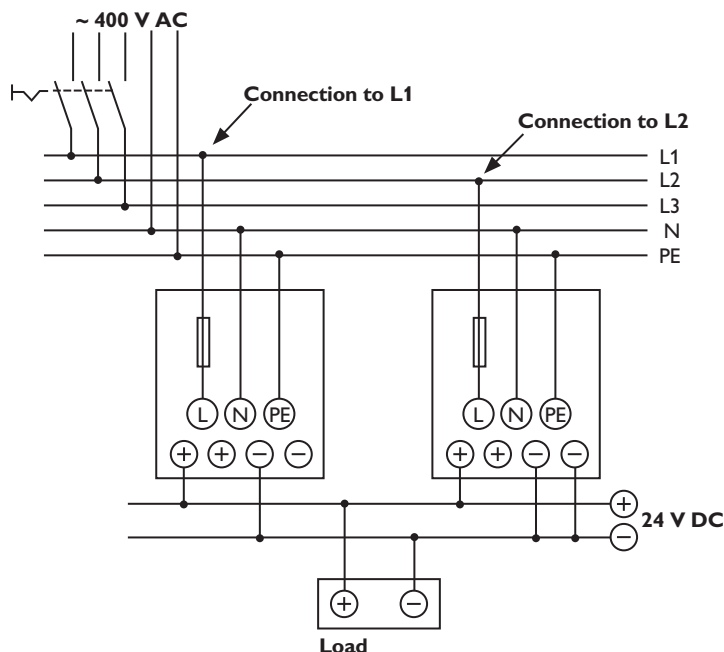


Рис.1 Схема параллельного подключения двух источников питания

и обеспечивает питание нагрузки, а второй находится в горячем резерве и готов подхватить нагрузку в случае выхода из строя основного источника питания.

Итак, в схеме резервирования N+1 инженер выделяет ведущий и ведомый источники питания. При этом ведущий источник обеспечивает систему питанием в нормальном режиме, а все остальные включенные в схему N+1 источники питания находятся в ГОРЯЧЕМ РЕЗЕРВЕ и поочередно включаются в работу только тогда, когда откажет ведущий источник. У схемы N+1 нет недостатков, и если вдруг не хватает надежности двух источников – ведущего и ведомого – всегда можно добавить несколько ведомых источников.

Внимание: любая схема включения каких-то устройств в резервированный функциональный узел сама является аппаратным узлом с собственным временем наработки на отказ, поэтому разработка схемы, которая надежно объединит резервируемые источники питания, представляет собой высокое инженерное искусство, где практический опыт значит намного больше теоретических знаний.

Теперь наступило время вспомнить, что же такое – наработка на отказ. В литературе часто упоминают MTBF, а в переводе с английского это означает “среднее время между

отказами”. По сути, для источника питания MTBF – это электрический ресурс до полного износа или до первого ремонта. Очень большого смысла в знании именно MTBF нет, потому что мы не хотим довести наше ценное оборудование до отказа. И вот еще незадача: чем больше функциональных узлов и связей между ними в системе управления, тем меньше будет ее общий MTBF.

Если оборудование выпускается более 3...5 лет, MTBF можно очень точно определить, исходя из анализа статистических данных по отказам в процессе эксплуатации. В нынешних условиях более пяти лет без изменения выпускают разве что простые устройства вроде реле или щитовых лампочек. Все течет и меняется на глазах, и техника промышленной автоматики тоже. Для нового, только что спроектированного и принятого к производству оборудования MTBF получают расчетным путем и иногда сообщают в каталогах MTBF, равный 1 миллиону часов (это примерно 120 лет). Забавно, но всего два пластика существуют более 100 лет, это целлулоид (сейчас уже не производится) и бакелит (очень успешно выпускается и применяется до сих пор). Получается, что если корпус какого-то изделия сделан из нейлона (он же полиамид 6), а первый полиамид синтезирован в 30-х годах XX века, и в электротехнике его начали активно применять только в конце 40-х, то

статистической информации по старению полиамидов более чем за 50-70 лет просто нет. Удивительно читать о MTBF в 5 миллионов часов для силового полупроводника, выпущенного из очень нового материала по внедренной только в прошлом году технологии в корпусе из пластика, поступившего в промышленность всего 10 лет назад. Но довольно скепсиса, практический смысл в теоретическом вычислении MTBF все же есть, а приводимые в каталогах значения MTBF отдельных узлов можно применять при расчете надежности MTBF своей системы. В любом случае, если есть способ повысить MTBF некоего устройства в два раза, то этим способом не следует пренебрегать. А если это устройство относится к категории критических (как наш источник питания), то задачей системного инженера будет всеми силами стремиться к достижению повышения MTBF и лучше всего именно в два раза.

Иногда резервирование оценивают в категории готовности оборудования выполнять свои функции в любой момент времени. Это очень упрощенный взгляд на готовность, как категорию надежности, но мы не будем здесь искать более сложных определений и путей. Чем проще, тем лучше, как для понимания методов повышения надежности, так и для практического проектирования оборудования.

Вот теперь мы перейдем, собственно, к теме нашей статьи и посмотрим, как при помощи очень простых и недорогих устройств зарезервировать источник питания и повысить его MTBF в два раза.

Создать безотказный источник питания невозможно. При расчете необходимого MTBF обычно исходят из требуемого заказчиком срока эксплуатации оборудования. Для сложной промышленной автоматики — это 10-15 лет, далее требуется капитальный ремонт или модернизация. 15 лет — это 120000 часов, за это время в оборудовании как минимум 10-15 раз проводят регламентные работы с полной или неполной остановкой системы или переводом системы на резерв. Получается, что резервированные узлы питания должны поддерживать систему “на плаву” примерно 10000 часов работы без остановки. И, как показывает неумолимая математика, для достижения такого времени работы без отказов, MTBF такого источника питания должен быть на уровне 100000 часов. Только тогда мы можем надеяться, что при эксплуатации в течение 10% от расчетного времени MTBF источник питания откажет с вероятностью, не превышающей 0,00001.

Читатель может почитать каталоги и законно спросить, о чем мы, собственно, тут беспокоимся — все хорошие производители источников питания не приводят в

каталогах MTBF менее 100000 часов, так что вроде бы все в порядке, зачем эту надежность еще и поднимать.

И даже не посмотрев в эти каталоги, автор возразит, что MTBF для промышленного оборудования дается (почти) всегда при температуре $+20^{\circ}\text{C}$. А такой температуры в шкафах управления не бывает. Там или $+45...50^{\circ}\text{C}$ (шкаф стоит в отапливаемом помещении), или до минус 50°C (несчастный источник установлен в уличном шкафу со сломанной системой климатизации). А вот узнать у производителя значения MTBF для экстремальных температур удастся далеко не всем желающим, иногда по той простой причине, что этих данных вообще нет или их держат в тайне. Мы не будем брать в расчет очень надежные источники питания военного-авиационно-космического назначения, потому что если у кого-то есть средства их купить, то автор ему завидует. Так что нам остаются обычные промышленные источники питания с их MTBF около ста тысяч часов.

Итак, мы выбрали подходящие по мощности источники с максимальным КПД. КПД необходим не для экономии энергии и борьбы с потеплением климата, а для минимального саморазогрева источников при эксплуатации. Полезно припомнить, что каждое увеличение температуры на 10°C свыше значения, при котором рассчитывался MTBF,

ведет к печальному снижению MTBF в два раза. Когда автор был молодым специалистом и работал в НИИ, начальство насильно отправило его на недельные курсы по надежности (в рабочее время, по два часа, пять дней). Лектор был компетентный «пожилой парень» из «министерства среднего машиностроения» (и не спрашивайте меня, чем это министерство занималось), который все пять дней «вдалбливал» слушателям именно эту истину: плюс десять градусов — два раза меньше. Я в то время думал, что все это выглядит довольно ненаучно. Как оказалось потом, лектор был совершенно прав, начальство тоже, и полученные знания мнегодились не раз.

Итак, при работе тривиального шкафа промышленной автоматики в цеховых условиях источник питания окружен воздухом, прогретым до $+45...50^{\circ}\text{C}$, и этот горячий воздух понижает ценный MTBF источника как минимум в 4-5 раз. Кстати, и остального оборудования тоже, ведь его MTBF тоже был наверняка рассчитан при $+20^{\circ}\text{C}$.

При дальнейших выкладках будем считать, что напряжением первичной сети 220 В переменного тока мы обеспечены и качество сети высокое — нет ни провалов, ни пропаданий напряжения. За качество первичной сети отвечают источники бесперебойного питания, которые у автора давно на примете и мы с читателями

их пристально поизучаем в другой раз. Статья несколько ограничена в объеме, таково уж свойство всех журналов.

Теперь посмотрим, какие источники питания применяют в промышленной автоматике. Самым распространенным напряжением питания после 220 В переменного тока является 24 В постоянного тока, это стандарт из стандартов. Иногда, в смысле редко, встречается 12 В постоянного тока и, несколько более часто, 48 В постоянного тока (очень уважаемое в США напряжение питания полевого оборудования). Мощность серийных промышленных источников – самая разная, но больше всего выпускают источников на выходной ток 1 – 2 – 5 – 10 – 20 – 40 А. Есть, конечно, и монстры на 24 В постоянного тока / 100 А, но их, как и вообще монстров в природе, немного по сравнению с обычными источниками для повседневных задач. А какие вообще источники питания промышленной автоматики применяют российские инженеры, мы можем судить по купленным ими за

последние 5 лет источникам питания серии QUINT (Рис.2).

Итак, что мы видим на этой прелестной картинке (ностальгическая фраза из моего школьного учебника немецкого): у источников питания доминируют выходные токи от 5 до 20 А, остальные выходные мощности тоже востребованы, но меньше. Полезная вещь – статистика. Получается, что интереснее всего российским инженерам будет узнать о резервировании своих источников питания на ток от 5 до 20 А.

Источники питания нагружены на не очень идеальные нагрузки, из которых хуже всех емкости (конденсаторы на входах DC/DC-преобразователей и источников питания) и индуктивная (мощные соленоиды и электродвигатели).

Электродвигатели кроме 10-20-кратной перегрузки по току при включении «гадки» еще и тем, что при выключении выдают выброс перенапряжения с

амплитудой до 500...1000% от напряжения питания, то есть до 200 В и более. Иногда это обстоятельство требует установки элементов защиты на клеммах мотора или на выходе источника питания. В любом случае при подборе источника питания и его схемы резервирования следует принимать во внимание переходные процессы в нагрузках. Прошу отнестись к перегрузкам по току серьезно: автор встречал случаи, когда конденсаторы на входах источников питания приводили к таким пиковым токам при включении источника бесперебойного питания, что UPS переходил на обход и выдавал заказчику на пульт сигнал аварии. Понятно, что заказчик воспользовался гарантийными обязательствами в полной мере и настроил исполнителю проекта рекламацию с очень круглой суммой штрафа, дело закончилось привлечением высокооплачиваемых юристов и исполнитель чудом не разорился. Так что, если есть выбор между источниками питания, допускающими кратковременную нагрузку 120% или 500%, полезно выбрать именно источник с допустимой перегрузкой 500%, тем более, что он не намного дороже.

Источник питания необходимо выбирать с запасом по мощности не менее 20%, это повышает надежность. В принципе, никакой компонент системы управления не должен работать на своей паспортной мощности (токе, напряжении).

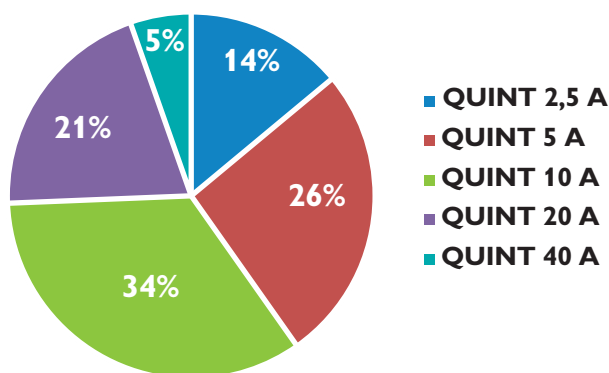


Рис. 2 Потребление источников питания QUINT в России

Для надежных систем управления коэффициент загрузки (этот термин понятен без объяснений) компонентов и функциональных узлов устанавливают не более 0,7...0,8. Иногда даже снижают коэффициент загрузки до 0,5, то есть все работает с запасом по прочности в 100%. Вот тут мы остановимся и рассмотрим загрузку источника питания подробнее.

Никакой источник питания не работает с КПД = 100%, а, следовательно, при работе источника в нем выделяется тепло. Для источников серии QUINT КПД в зависимости от серии и выходной мощности изменяется от 84 до 94 %, так что для источника на выходной ток 10 А при КПД = 90% и выходном напряжении 24 В постоянного

тока внутри корпуса источника рассеивается ни много, ни мало 24 Вт. И даже при КПД 95% в корпусе источника остается 12 Вт тепла. При объеме источника питания примерно 1,5 куб.дм это соответствует не менее 10 Вт на один кубический дециметр. При таком тепловыделении внутри корпуса источника температура будет повышена относительно окружающего воздуха примерно на 20 °С. Итого, при температуре внутри шкафа +50 °С внутри источника питания будет +70 °С, что опять-таки снижает MTBF.

Но, если мы бережно эксплуатируем источник с запасом по мощности, то он, соответственно, меньше перегревается. Забавно, но если работа источника при загрузке по току в

0% приводит к снижению температуры внутри на 10 °С, то это эквивалентно росту MTBF в два раза. Представьте, целые КБ и НИИ неустанно трудятся над спецаппаратурой с повышением надежности вдвое, а мы одним движением руки добились того же самого с серийным источником питания. Я приоткрою завесу профессионального молчания и сообщу читателям, что в советском оборудовании кабельной связи 70-х годов выпуска все источники питания эксплуатировались по этой причине с загрузкой не более 50%. Вот так и добивались необходимой надежности, когда не было под рукой хороших деталей, и монтажникам в понедельник не доверяли пайку ответственных жгутов. Зачем автор намекает на загрузку источников на 50%, будет понятно позднее.

Но теперь перейдем к инженерному делу и посмотрим, что предлагается для резервирования источников питания по схеме N+1. Давным-давно, лет этак 30 назад, автор при работе в НИИ сделал немало самодельных схем N+1 из мощных диодных мостиков, привинченных к тяжелому ребристому радиатору. Удивительно, но с тех пор канули в лету VHS-видеомагнитофоны, грампластинки, кассетные плееры и телевизоры с кинескопами, а вот в диодных схемах сложения принципиальные схемы ничуть не изменились:

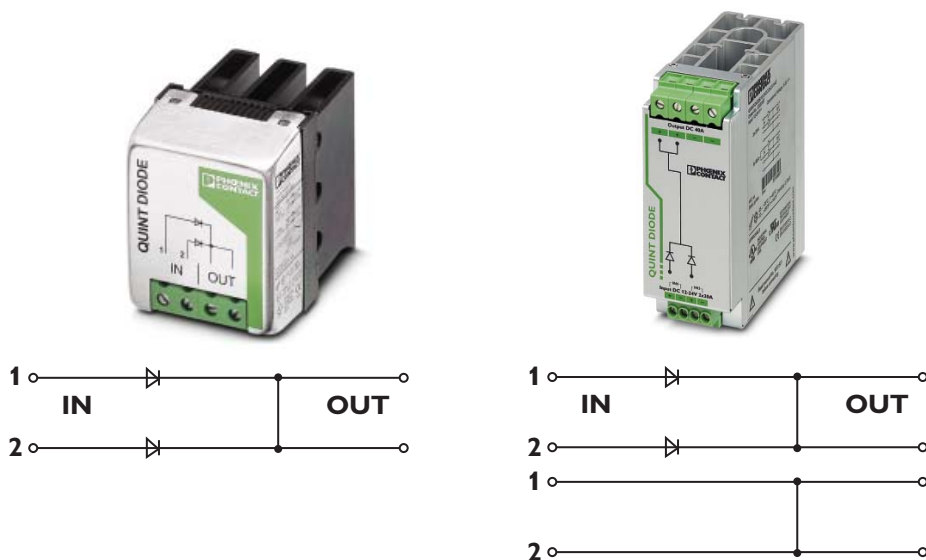


Рис. 3 Внешний вид и схемы диодной развязки QUINT-DIODE/40 и её более современного аналога QUINT-DIODE/12-24DC/2X20/1X40 (из нашей базы рисунков). Падение напряжения на диоде в более старой версии составляет 0,5 В, что приводит к рассеиванию мощности порядка 20 Вт. В аналогичной обновлённой развязке падение напряжения меньше в два раза, а соответственно и рассеиваемая мощность при номинальной нагрузке не превышает 10 Вт

Схемы-то прежние, но диоды стали другими. Когда физик Уолтер Шоттки изучал свойства контактов металл-полупроводник и открыл полезную возможность создания полупроводникового диода с малым падением напряжения на р-п-переходе, благодарное человечество назвало эти диоды его именем. Диод Шоттки при протекании по нему тока имеет прямое напряжение от 0,1 В (при токе 100 мА) до 0,9 В (40 А). Кремниевые диоды даже при 100 мА оставляют на себе 0,6 В и при 40 А на хорошем диоде падает не менее 1,4 В. Такова природа р-п-перехода в кремнии с присущим ему остаточным активным сопротивлением. На диоде Шоттки рассеивается тепла на 30-40% меньше, что очень хорошо – можно ставить диод на радиатор с меньшими габаритами, да и надежность самого диода растет при снижении его температуры. Падение напряжения на диодах схемы сложения следует учитывать путем повышения выходного напряжения источника питания на величину прямого напряжения, что приводит к росту отдаваемой источником мощности и его дополнительному нагреву.

Получается, что диод Шоттки в схеме сложения экономит не только мощность источника питания, но и позволяет сделать схему сложения компактнее и надежнее. К диодной схеме сложения можно подключить не только два, но и три и более

источников питания. Но схема с двумя источниками уже настолько надежна, что только в некоторых (близких к параноидальным) случаях применения ставят третий диод и третий источник питания.

Для правильной работы диодной схемы сложения обычно выставляют напряжение ведущего источника питания на 0,6...0,8 В выше, чем напряжение ведомого источника. Так как оборудование привыкло, чтобы его питали от 24 В постоянного тока 10%, необходимо на выходе схемы N+1 иметь напряжение в диапазоне 22,6...26,4 В постоянного тока. При падении напряжения на диоде 0,9 В постоянного тока следует иметь напряжение на выходе ведомого источника примерно 25 В постоянного тока, а на выходе ведущего источника примерно 26 В постоянного тока. При выходном токе 5 А это приводит к потерям мощности менее 5 Вт, что не так и страшно, а вот при 20-40 А дополнительного тепла выделяется около 20-40 Вт. И не только диоды греются, а, что самое печальное, источники питания отдадут лишние 20-40W ни за что, ни про что.

Но, несмотря на некоторые врожденные недостатки, диодные схемы резервирования N+1 обладают настолько высокой надежностью, что находят применение везде, начиная



Рис. 4 Модули для резервирования серий STEP, TRIO и QUINT

от упаковочных автоматов в пищевой промышленности и заканчивая бортовой техникой специального применения.

Высокая надежность диодных схем сложения серии QUINT обеспечивается за счет применения диодов Шоттки на значительно большие токи, чем это написано на корпусе схемы сложения, а также эффективных радиаторов, поддерживающих температуру диода на безопасном уровне (вспоминаете сакральную фразу “десять градусов – два раза”?). В обычной диодной схеме сложения нет никакого контроля за работой каждого источника, и если один из них откажет, то это никак не регистрируется: система продолжает питаться от исправного источника, все вроде бы нормально, но вероятность полного отказа по питанию радикально возрастает. Именно поэтому в источниках питания

QUINT предусмотрены выходные сигналы “DC OK”, которые пользователь может опрашивать для контроля состояния каждого источника.

Диодные сумматоры серии QUINT DIODE можно применять при напряжении на входах до 30 В постоянного тока, так что любители питать технику от 12 В постоянного тока могут рассчитывать на QUINT DIODE.

Диоды в схеме сложения хотя и одной серии, но не одинаковы на все 100%, к тому же падение напряжения на диоде зависит от температуры его перехода, поэтому невозможно так подстроить выходные напряжения двух источников питания, чтобы питать нагрузку суммарным током от двух источников через два диода. Именно поэтому

один из источников выбирают ведущим и так повышают его выходное напряжение, чтобы диод ведомого источника был заперт. Автор когда-то по незнанию и недостатку опыта поэкспериментировал с балансировкой диодных сумматоров на токах до 10 А, но стабильного во времени результата добиться ни ему, ни его коллегам не удалось, и то самое начальство прекратило наши опыты в приказном порядке.

Несмотря на надежность, дешевизну и повсеместную распространенность диодных схем резервирования, инженерный ум давно искал новые решения, позволяющие одновременно снизить потери в схемах сложения и заодно повысить надежность не только их работы, но и надежность самих резервируемых источников питания. На первый взгляд эта идея выглядит утопической, но иногда у некоторых утопических идей есть вполне практические воплощения.

Для понимания принципиально новой схемы резервирования N+1 заметим, что в классической диодной схеме сложения один из диодов всегда открыт, тогда как второй диод всегда заперт. Один из источников питания работает на полную мощность, в то время как второй источник простаивает, как говорили в старой литературе, всуе. Если можно было бы заставить оба диода приоткрыться так, чтобы суммарный ток в нагрузке равномерно перераспределялся между обоими источниками питания, то на каждом диоде

выделялось бы всего 50% общих тепловых потерь, а каждый источник был бы нагружен всего на 50%. При отказе одного из источников вся тяжесть нагрузки легла бы на оставшиеся исправный источник и один диод, но на это они и рассчитаны, так что система управления продолжила бы нормальную работу до ее плановой остановки или замены неисправного источника «на ходу».

В нашей идеальной схеме сложения оба источника питания в нормальном состоянии исправны и работают на общую нагрузку с половинной мощностью каждый, меньше нагреваются и обладают более высокой надежностью. У источника питания расчет зависимости MTBF от выходной мощности — это сильно нелинейный процесс, потому что надежность источника не становится равной бесконечности при выходном токе, равном нулю. Как свидетельствует доступная литература, инженеры по надежности в нашем случае считают справедливым коэффициент 2. То есть, выходной ток источника питания снижается в два раза, и его MTBF возрастает соответственно в два раза, и наша гипотетическая схема сложения не просто перераспределяет ток потребления между источниками, а значительно повышает их MTBF. Вроде бы, фантастика. Но и радио когда-то было фантастикой, а теперь — объективная реальность, и не зависит от нашего сознания.



Рис. 5 Активные развязывающие модули QUINT-ORING с технологией ACB (Auto Current Balancing – автоматическая балансировка тока

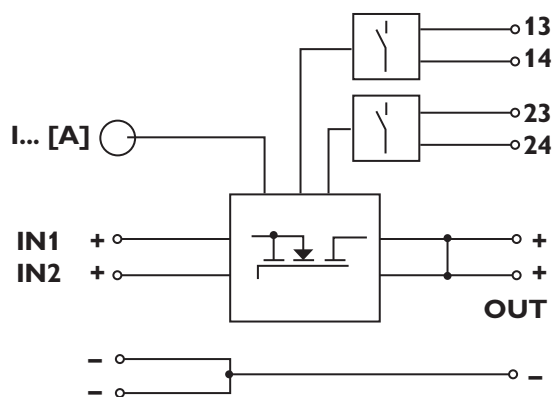


Рис. 6 Схема активного развязывающего модуля QUINT ORING

Автор с удовольствием представляет читателям две новых схемы резервирования источников питания серии QUINT ORING на выходной ток 2x10A и 2x20A.

В схемах сложения QUINT ORING применена активная схема на базе полевых транзисторов в качестве ключей с регулируемым сопротивлением. Отвлечемся от сложного оборудования и вспомним, что такое полевой транзистор, он же MOSFET. Этот самый MOSFET является ничем иным, как сопротивлением, управляемым напряжением. В мощных MOSFET минимальное сопротивление открытого канала не превышает 0,003-0,01 Ом, а максимальное сопротивление исчисляется десятками и сотнями мегаом. Посмотрим на функциональную схему QUINT ORING и увидим, что там имеются два идентичных плеча сложения из полевых транзисторов.

В каждом плече схемы сложения установлен датчик тока, позволяющий измерять ток этого плеча. Получается, что раздельно измеряется ток от каждого источника питания,

поступающий в нагрузку. Схема балансировки так регулирует сопротивление полевых транзисторов, чтобы каждый источник питания был нагружен ровно на 50%. Если один из источников питания отключить от входа QUINT ORING, то транзистор его плеча будет мгновенно заперт, а транзистор рабочего плеча полностью открыт, и нагрузка будет питаться только от исправного источника.

Итак, ПЕРВЫМ отличием QUINT ORING от простой диодной схемы резервирования является примерно одинаковое выходное напряжение двух резервируемых источников. Во всех источниках QUINT POWER выходное напряжение регулируется плавно, и выставить идентичные выходные напряжения можно быстро и при помощи всего одной тонкой отвертки. Если выходные напряжения источников будут незначительно отличаться, это не проблема, схема балансировки скомпенсирует токи от обоих источников.

ВТОРЫМ отличием является одновременная работа обоих источников в общую нагрузку

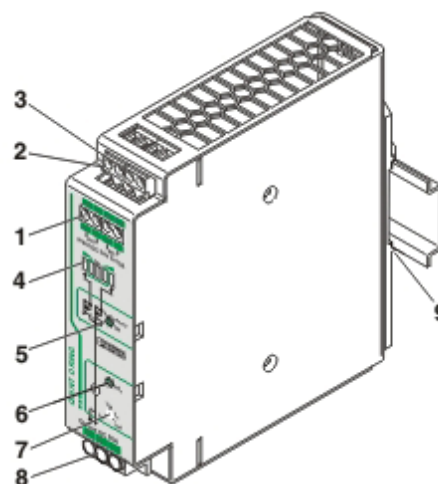


Рис. 7 Функциональные элементы

1. Вход постоянного тока 24 В, 2 x 20 А
2. Сухой релейный контакт "Redundancy OK", состояние резервирования
3. Сухой релейный контакт "ACB OK", состояние балансировки токов
4. Столбчатая индикация состояния балансировки токов
5. Светодиодный индикатор "Redundancy OK", зеленый
6. Светодиодный индикатор "I < IN", зеленый
7. Потенциометр для выбора номинального тока блоков питания
8. Выход постоянного тока (падение напряжения менее 0,2 В от входного значения)
9. Крепление на DIN-рейку

с распределением токов и нагрузкой каждого источника на 50% от тока нагрузки. При этом источники питания работают в облегченном режиме, меньше греются и MTBF каждого источника возрастает ровно вдвое.

ТРЕТЬИМ отличием QUINT ORING можно гордиться не меньше, чем вторым. Малое сопротивление открытого канала полевого транзистора позволяет рассеивать на нем примерно на 70% меньше тепла, чем на лучшем диоде Шоттки. Меньше тепла на

элементах резервирования — меньше паразитная нагрузка источников питания тепловыми потерями в схеме сложения — выше надежность. Такая вот получается полезная логическая цепочка.

В общем, по принципу действия схема QUINT ORING примерно соответствует диодной схеме сложения с идеальными и совершенно одинаковыми диодами. Таких диодов в природе нет, а вот схема QUINT ORING есть и позволяет вывести резервирование источников питания на принципиально новый уровень. За такое медали дают. До ордена пока не дотянули, потому что QUINT ORING выпускается только на выходной ток до 20 А и если кому-то необходимо резервировать источники с выходным током 40 А, то сейчас он может выбирать только между QUINT DIODE 40 и QUINT DIODE 40, решение здесь будет однозначным и простым. Но автор надеется, что в скором времени появится QUINT ORING и на 40 А, по крайней мере, технических препятствий для этого нет.

Внутри QUINT ORING есть некоторая управляющая

электроника, которой принципиально нет в диодной схеме сложения. Но работа этой электроники не сопряжена ни с большим рассеянием тепла, ни с высокими напряжениями и токами (напряжения ограничены 24 В постоянного тока, все токи схемы выше 5 мА текут через мощные транзисторы, которые выбраны с большим запасом по мощности). При таких комфортных и ненагруженных условиях современная электроника способна работать практически вечно, но из всего сказанного для нас важно только то, что собственный MTBF QUINT ORING значительно превышает MTBF самих источников питания и не оказывает влияния на надежность нашего резервированного источника питания.

Итак, после знакомства с двумя вариантами резервирования источников питания можно провести их сравнение, для чего и заполнена следующая таблица:

Таблица 1 показывает сильные и слабые стороны каждой из схем резервирования N+1. Принятие решения о применении того или иного способа резервирования

неизменно связано с экономикой, потому что даром ни ту, ни другую схему не раздают. Выбор — дело сложное, но цель (создание надежного источника питания системы управления) оправдывает средства (преимущественно финансовые). Уже одна возможность повысить надежность путем разгрузки резервируемых источников питания должна повышать настроение разработчика.

Выбор остается за читателями и автор надеется, что помог им определиться с построением резервированного источника питания. После появления QUINT ORING появилась возможность выбрать способ резервирования и дополнительные возможности для наблюдения за состоянием всех элементов, входящих в резервированный источник питания. Если статья окажется полезной для разработчиков и они обратят свое внимание на QUINT ORING, то автор не зря старался.

А если разработчики оставят для себя старые решения на базе диодов, то знание более современного способа резервирования им тоже никак не помешает. 

	Диодная схема сложения	QUINT ORING
Габаритные размеры при одинаковом выходном токе	50x130x125 мм	38x130x125
Рассеяние тепла на схеме сложения	100%	30%
Максимальный ток каждого источника питания	20 А	20 А
Возможность работы с источниками 24 VDC или 12 VDC	да	нет
Мониторинг состояния и выдача предупреждения о готовящемся отказе	нет	да
Диапазон входного напряжения источников питания	10...30 VDC	18 VDC ... 28 VDC
Облегчение режима работы источников питания	нет, ток нагрузки = выходному току источника питания	на 50% (при обоих исправных источниках питания)
Цена схемы сложения	50%	100%

Таблица 1. Сильные и слабые стороны схем резервирования N+1

ПРАКТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ QUINT ORING: ПЕРВЫЙ ОПЫТ РАБОТЫ С НОВОЙ СИСТЕМОЙ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Малиновский Д.И., технический директор «Элтим» (Санкт-Петербург)



Любопытная вещь бросается в глаза сразу после распаковки QUINT ORING: очень правильная надпись на корпусе, снизу на маркировочной этикетке: «Перед подключением прочитай инструкцию № 9052624». Лаконичность и четко названный номер необходимого для ознакомления документа наводят автора на мысли о североамериканской промышленной автоматике, в европейских инструкциях такого не встретишь. Тут же появляется мысль о некоторой ориентации QUINT ORING на американский рынок, что радует: в США любят хорошую технику. Инструкция № 9052624 вложена в упаковочную коробку, и там между турецким и китайским текстами есть даже русский раздел. Для внимательного прочтения инструкции требуется не более десяти

минут, и автор призывает всех инженеров уделить инструкции должное время перед началом практической работы с QUINT ORING.

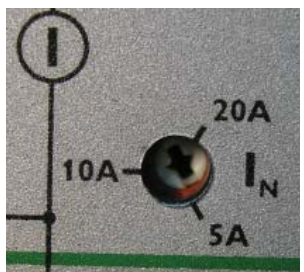
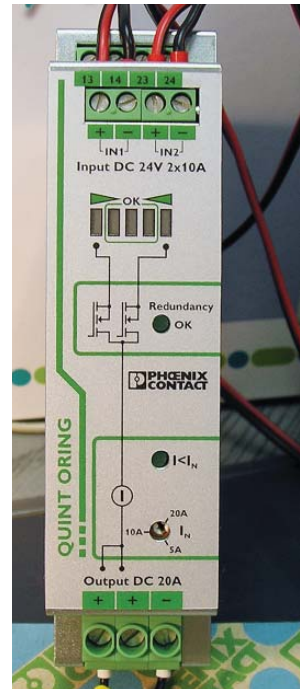
Внешне QUINT ORING выглядит сдержанно: типичная для производителя серо-зеленая гамма цветов, стальной сетчатый корпус, прочная металлическая защелка на DIN-рейку, винтовые клеммы для подключения вынесены на верхнюю и нижнюю части корпуса.

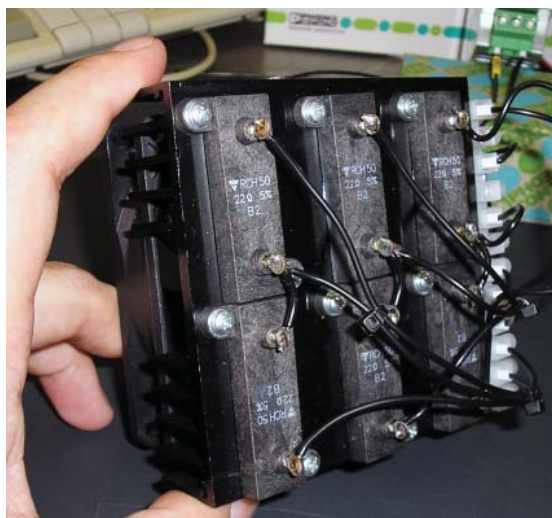
К верхним клеммам IN1 и IN2 подключаются два независимых источника питания. Красно-черные провода соответствуют «плюсам» и «минусам», подаваемым на QUINT ORING от лабораторного источника питания. Сверху также выведены два нормально-разомкнутых релейных контакта 13-14 и 23-24, с помощью которых пользователю передается информация о нахождении входного напряжения источников питания в допустимых пределах.

Нижние клеммы более мощные и их три штуки – это выход схемы резервирования, один общий «минус» и два «плюса». Два «плюса» должны, по идее,

упростить разводку питания в схеме пользователя.

На лицевой панели нанесена функциональная схема устройства и на схеме размещены три индикатора. Верхний индикатор «OK» состоит из пяти разноцветных светодиодов и показывает состояние схемы резервирования. Мы к этому индикатору еще вернемся. Зеленый индикатор «Redundancy OK» светится, если оба источника питания подключены к QUINT ORING и их напряжение находится в допустимых пределах. Нижний индикатор «I<I_N» показывает, что выходной ток меньше порога 5, 10 или 20 А, выбранного при помощи переключателя «I_N». Индикаторы яркие, хорошо заметные, в некоторых





режимах они мигают – это полезно при эксплуатации для привлечения внимания обслуживающего персонала.

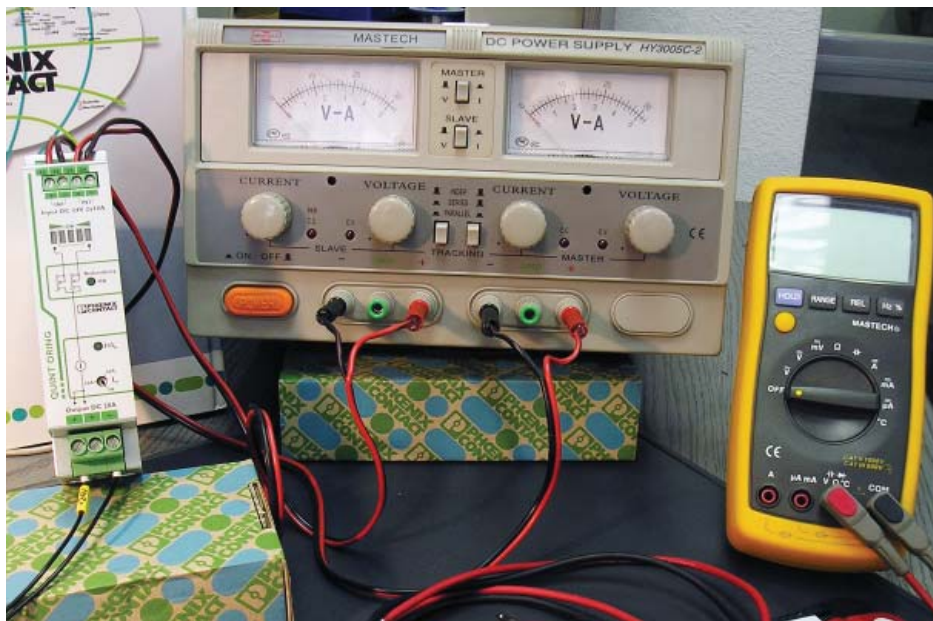
Для испытаний QUINT ORING потребовались приборы, которые и так почти всегда стоят у меня на столе: двухканальный регулируемый источник питания, цифровой мультиметр и нагрузка. Мою типовую лабораторную

нагрузку, правда, пришлось усилить и оснастить вентилятором, потому что испытывать хороший и мощный QUINT ORING при выходном токе менее 3 А просто жалко. Нагрузка представляла собой соединенные параллельно 4 резистора сопротивлением 22 Ом каждый, поэтому QUINT ORING должен был выдержать небольшой для него выходной ток 4,3 А при входном напряжении 24 VDC. Так как вентилятор охлаждения резисторов питался общим с нагрузкой напряжением, то суммарный ток нагрузки теоретически равнялся 4,44 А, опять-таки при входном напряжении 24 VDC.

Итак, перед началом проведения измерений я прибрал стол и поставил рядом следующие приборы: двухканальный источник питания, мультиметр, нагрузку и, наконец, самого

виновника торжества – QUINT ORING. Под некоторые приборы были удобно подложены картонные коробки с клеммами, создавая заодно некий цветной оживленный дизайн. Несмотря на скромное происхождение источника питания и мультиметра, их точность вполне достаточна для промышленной автоматики. Учитывая скепсис читателей, я даже проверил точность моего вольтметра в мультиметре по образцовому и недавно поверенному вольтметру, для написания этой статьи на пару дней позаимствованному мной в одной хорошей лаборатории. На постоянном токе мой вольтметр показал точность 0,2%, что при пересчете к измеряемому напряжению 24 VDC дает абсолютную погрешность не более 48 мВ, а это даже меньше, чем размах выходных пульсаций у мощных импульсных источников питания. Конечно, найдутся и такие читатели, для которых мультиметр класса точности 0,2 – это недопустимо плохо, но статья предназначена для практиков, терпимых к точности обычных и широко распространенных измерительных приборов.

На лицевой панели источника питания видны стрелочные индикаторы электродинамической системы с приличным классом точности 2,5. Так как встроенные приборы были нужны только для определения отдаваемого



источником питания тока, то класс точности 2,5 вполне меня устроил. К тому же в моем трансформаторном источнике питания стабилизатор напряжения и тока самый что ни на есть традиционный и линейный, что дает отличную ЭМС при измерениях. Именно поэтому лучшие и не очень мощные лабораторные источники до сих пор делают по-старинке, из тяжелых сетевых трансформаторов и линейных микросхем.

Теперь, если точность и качество примененных мной приборов не вызывает сомнений у читателей, я перейду к самому эксперименту. Целью эксперимента было проверить работу QUINT ORING в двух режимах работы:

А) При подключении ко входам QUINT ORING двух источников питания с НЕБОЛЬШОЙ разницей в их напряжении. Здесь интересовала возможность перераспределения токов, отдаваемых двумя источниками в общую нагрузку. Согласно рекламе (или технической информации, это как и что называть) QUINT ORING способен суммировать токи от двух источников в общей нагрузке, причем при равенстве входных напряжений токи должны распределяться в соотношении 50:50, и тогда каждый входной источник будет нагружен всего на 50%. В нагрузку при этом отдается

$50\% + 50\% = 100\%$ всего требуемого нагрузкой тока.

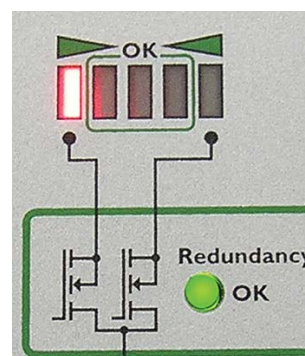
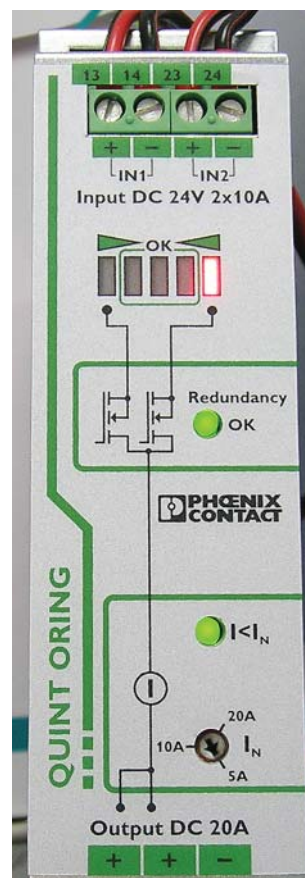
Б) При подключении ко входам QUINT ORING источников со **ЗНАЧИТЕЛЬНОЙ** разницей в их напряжении. При этом QUINT ORING должен выбрать на входе источник с большим напряжением и передать это напряжение в нагрузку. Никакого перераспределения токов в этом случае быть не может и весь ток нагрузки ляжет на плечи выбранного источника. В пределе разница в напряжении двух источников может быть равна самому напряжению питания — это значит, что один из источников **ПОЛНОСТЬЮ ОТКАЗАЛ** и больше не будет участвовать в работе схемы резервирования.

Кстати, здесь (еще до проведения всяких экспериментов) можно сделать интересный предварительный вывод: несмотря на возможность QUINT ORING суммировать токи от двух источников в общую нагрузку, для работы схемы резервирования каждый входной источник должен иметь возможность отдать в нагрузку 100% ее мощности. Другое дело, что при исправности обоих источников каждый из них нагружен всего на 50%, это в два раза увеличивает ресурс источников питания, но если бы мы не предполагали возможности отказа одного из источников, то и резервирования бы не потребовалось.

Теперь посмотрим, что получилось измерить и какие можно будет сделать выводы.

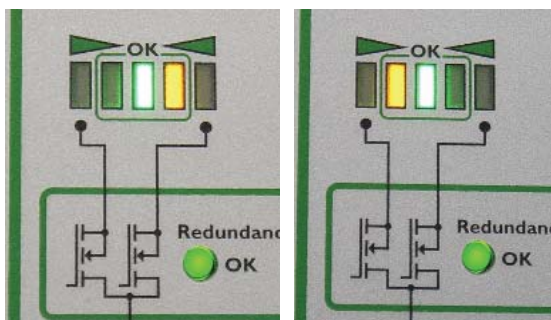
Для начала подключаем QUINT ORING к двум выходам лабораторного источника питания и устанавливаем на источнике выходные напряжения каналов 1 и 2 с минимальной разницей по напряжению и желательно равными 24 VDC.

Выходные напряжения каналов отслеживались вначале по встроенным стрелочным приборам источника, а затем по светодиодному индикатору «OK» самого QUINT ORING. Если разница в напряжениях на входах IN1 и IN2 QUINT ORING будет больше примерно 0,4V, то индикатор «OK» показывает это красным цветом, а по положению красного индикатора можно определить, на каком из входов напряжение меньше. Если индикатор «Redundancy OK» светится, то



напряжение источников питания превышает 18 V, но это согласно инструкции, то есть документу № 9052624, а я замерил порог, равный 16 V. С другой стороны, и 18 VDC никак нельзя считать нормальным напряжением питания для систем промышленной автоматики, рассчитанных на питание от $24 \text{ VDC} \pm 10\%$, то есть 21,6...26,4 VDC. Лично я бы повысил порог определения качества источника питания до 20 VDC, но что сделано, то сделано, а раз измерено, то и подтверждено.

При разности напряжений питания на входах IN1 и IN2 не более 0,2 V начинает светиться желто-зеленым цветом, показывая, что идеальный баланс токов уже близок, а при разности менее 0,15 V включается только зеленый индикатор – теперь все в порядке.



Когда QUINT ORING сбалансирован, можно посмотреть на распределение токов в двух входных каналах. На индикаторах источника питания видно, что токи каналов практически идентичны, то есть через вход IN1 протекает точно такой же ток, как через вход IN2. Судя по индикаторам, суммарный ток в нагрузке равен примерно $2,23 \times 2 = 4,46 \text{ A}$. Сразу отмечу, что разработчики этого источника питания разделили каждый ампер шкалы (нижняя шкала индикаторов, 0-5 A) на 6 делений, что сильно усложняет считывание. Традиционное деление шкал на 6 и 12 пришлось к нам из Вавилона (посмотрите на стрелочные часы или школьный транспортёр), а в современной измерительной технике принято деление шкал на 5 и 10, но, видимо, традиции в Юго-Восточной Азии очень прочны и там еще помнят жителей



Вавилона и их единицы измерения. Хорошая наследственная память у ребят из MASTECH...

Достигнув искомого баланса токов, я измерил входные напряжения IN1 и IN2 и получил 24,64 V и 24,71 V, а фотографии дисплея вольтметра это подтверждают. К чести лабораторного источника питания, он оказался способен поддерживать выходные напряжения с разностью всего 70 милливольт в течение двух часов. Далее было логично измерить напряжение между входными клеммами IN1+ (или IN2+) и Output+. Результат зафиксирован на следующих двух фотографиях. Напряжение между входом и выходом QUINT ORING показывает остатки напряжения на открытом полевом транзисторе в соответствующем канале. Если даже транзисторы идеальны и их параметры полностью идентичны, при неравных входных напряжениях





IN1+ и IN2+ транзисторы должны быть открыты неодинаково. Транзисторы также не бывают абсолютно идентичными, поэтому схема балансировки поддерживает баланс токов в двух каналах примерно равным 50:50. В любом случае, какая на практике разница, равен баланс токов 50:50 или 55:45, главное, что оба источника питания нагружены примерно одинаково и примерно на половину своей расчетной мощности. С точки зрения нагрузки (если мне будет разрешено так выразиться) питание производится от одного источника с необходимым током. Каждый из источников “чувствует” только половину тока нагрузки, что не может не радовать инженера – нагрузка меньше, тепловыделение меньше, температура внутри корпуса источника меньше, наработка на отказ больше.

В сбалансированном режиме на полевых транзисторах рассеивается мощность, равная 0,08 W и 0,16 W соответственно для каналов 1 и 2. Мы испытывали QUINT ORING при выходном токе, равном 4,46 A, это всего 44% от максимального значения 10 A. При максимальном токе 10 A следует ожидать рассеяния тепла на обоих полевых



транзисторах не более 0,35 ... 0,5 W, что пренебрежимо мало для большого радиатора внутри корпуса QUINT ORING.

Что же происходит, когда разница между входными напряжениями IN1 и IN2 превышает 0,3 V? Балансировка схемы теряет смысл, потому что нет никакого толку в балансировке схемы сложения токов, при которой избыточное тепло будет выделяться на одном из полевых транзисторов. В этом случае выход QUINT ORING переключается на входной источник с наибольшим напряжением питания, индикатор «Redundancy OK» включен и индикатор «OK» светится красным цветом, хотя контакты реле 13-14 и 23-24 все еще замкнуты. Замкнутые контакты реле означают, что оба источника питания исправны и переход на горячий резерв в случае полного отказа одного источника все еще возможен.

Если же напряжение на одном из входов IN1 и IN2 становится ниже 18 V, то возможность резервирования исчезает, индикатор «OK» и индикатор «Redundancy OK» мигают, и соответствующий контакт реле размыкается.

Для полноты исследования я измерил напряжение между

входом и выходом QUINT ORING при полностью отключенном одним источником. На транзисторе QUINT ORING падает напряжение 0,66 V, что дает рассеиваемую тепловую мощность $0,66 \text{ V} \times 4,46 \text{ A} = 2,95 \text{ W}$. Эта мощность, конечно, больше, чем при сбалансированной схеме, но все равно внутренний алюминиевый радиатор площадью более 1 квадратного дециметра будет вполне достаточен для охлаждения транзистора. Учтем, что эта мощность будет рассеиваться только в аварийном режиме при отказе одного из источников питания. При нормальной работе QUINT ORING практически не потребляет тока, что и позволяет ему работать при окружающей температуре до $+70^\circ\text{C}$.

Остается один важный вопрос, на который следует получить ответ. Как оказалось, для балансировки QUINT ORING необходимо поддерживать входные напряжения источников питания с высокой точностью. Желательно, чтобы временной и температурный уход выходного напряжения источников питания не превышал $\pm 0,1 \text{ V}$, при этом баланс не будет нарушаться и основное назначение QUINT ORING – повышение надежности резервирования питания – будет достигнуто в полной мере.

Как оказалось, у моего лабораторного источника питания MASTECH временной (или температурный, точно определить невозможно) уход выходного напряжения

превышает 0,07 V за два часа работы. С точки зрения применения MASTECH совместно с QUINT ORING такая нестабильность не позволяет использовать QUINT ORING в нормальном режиме.

Мной было сделано простое предположение, что QUINT ORING не планировался для работы с двухканальными лабораторными источниками сомнительного происхождения и, скорее всего, структура QUINT ORING, производимого компанией Phoenix Contact, оптимизирована для работы с источниками питания также производства Phoenix Contact.

Направление дальнейших работ стало предельно понятно.

Я взял со склада первый попавшийся под руку источник питания QUINT-PS-100-240AC/24DC/5, рассчитанный на

выходной ток 5 A и имеющий регулировку выходного напряжения от 23 до 28 VDC. К источнику была подключена вышеупомянутая нагрузка, и напряжение на нагрузке было аккуратно выставлено равным 24,00 VDC. Установка выходного напряжения оказалась на удивление плавной и можно было без усилий выставить выходное напряжение с точностью до 0,01 V.

Ток в нагрузке составлял 4,45 A, то есть источник питания был нагружен как следует, но не перегружен. Почти максимальная нагрузка позволяла 5-амперному источнику быстро прогреться и работать практически в нормальных цеховых условиях.

Температура в комнате составляла +23 °C. Напряжение в питающей сети равнялось

226 VAC. Вентилятор нагрузки усердно сдувал более 100 ватт тепла в окружающую среду и температура радиатора нагрузки за десять минут поднялась и стабилизировалась на уровне +75 °C.

После этого источник питания был оставлен в покое на 1 час. За этот час источник QUINT-PS-100-240AC/24DC/5 полностью вошел в стационарный тепловой режим, температура на его корпусе достигла +46 °C и на этом значении остановилась.

С некоторым трепетом я измерил выходное напряжение и оно было равно 24,01 V.

За следующий час выходное напряжение не изменилось.

За следующие четыре часа выходное напряжение не изменилось и потом наступил конец рабочего дня.

Следующим утром я включил источник на нагрузку и измерил выходное напряжение: 23,99 V. И далее выходное напряжение не изменялось.

Я не очень доверяю хорошим результатам, полученным в лаборатории. На столе у инженера всегда все идет, как по маслу, а при перенесении устройства или системы на реальный объект неизбежно появляются всевозможные проблемы. Но даже если предположить, что в суровых условиях эксплуатации при температуре воздуха или минус 10, или плюс 50 °C, при воздействии всяких других так называемых возмущающих факторов типа ЭМС, выходное



напряжение источника питания QUINT-PS будет в ДЕСЯТЬ раз менее стабильно, то в итоге мы получим выходное напряжение $24\text{ V} \pm 0,1\text{ V}$, которое будет более чем достаточно для стабильной работы QUINT ORING.

Кроме того, при изменении нагрузки в широких пределах выходное напряжение источников незначительно, но изменяется. Такое предположение требует проверки. Вот я взял и отключил мою нагрузку 4,45 А на работающем источнике, а на клеммах источника измерил напряжение 24,15 V. Получается, что при нагрузке от 0 до 90% выходное напряжение QUINT-PS меняется всего на 0,15 V. В диапазоне изменения нагрузок, равном почти 100%, никто в промышленной автоматике не работает, но во многих системах управления загрузка источника питания может меняться на 20-40% в зависимости от состояния исполнительных устройств. Следовательно, можно ожидать колебания выходного напряжения источника питания в пределах $\pm 0,1\text{ V}$, что вполне достаточно для правильной работы QUINT ORING. Более того, если нагрузка изменяется, то для обоих источников питания, подключенных к сбалансированному QUINT ORING, нагрузка изменяется также одинаково, и выходное напряжение обоих источников будет изменяться практически одинаково, а разница в выходных напряжениях источников будет примерно равна нулю. Таким образом,

QUINT ORING сможет сохранять свой баланс при изменении нагрузки в широких пределах. Я бы рекомендовал инженерам подключать к QUINT ORING два одинаковых источника, то есть одной серии (сделанные по одной схеме) и равной выходной мощности. В этом случае есть все основания полагать, что температурное и временное поведение источников будет идентичным и при изменении нагрузки и температуры различие в их выходных напряжениях будет стремиться к нулю.

Статья заканчивается и наступает время сделать выводы:

Вывод 1: проделанное исследование дало возможность показать читателям, что работать с системой резервирования источников питания QUINT ORING очень просто, никаких специальных знаний, кроме изложенных в документе № 9052624, не требуется.

Вывод 2: QUINT ORING действительно обладает способностью суммировать токи от двух источников в общей нагрузке. Активная схема суммирования выполнена на полевых транзисторах, а схема управления перераспределяет общую нагрузку на два источника питания. Каждый источник питания при этом загружен всего на 50%, что не только продляет ресурс самих источников питания, но и повышает надежность работы всей схемы резервирования.

Вывод 3. Для нормальной работы балансной схемы QUINT ORING требует подключения источников питания, у которых имеется плавная регулировка выходного напряжения, причем долговременный уход выходного напряжения у этих источников не должен превышать $\pm 0,1\text{ V}$. Проверка стандартного источника питания QUINT-PS-100-240AC/24DC/5 показала, что его плавность регулировки и долговременная стабильность выходного напряжения полностью соответствуют требованиям QUINT ORING.

Когда-то давно, в 90-годы прошлого века, я общался с редактором популярного английского журнала Electronics World, милейшим мистером Фрэнком Огденом, и он, критикуя мою рукопись статьи, все время говорил, что статьи в технических популярных журналах должны нести не только информацию (которой и так предостаточно в каталогах), но и некоторое развлечение (буквально some entertainment). И тогда журнал будет интересным и полезным для всех, а не только для инженеров, которые ищут новые идеи и технологии.

Автор будет рад, если эта статья развлечет читателей, а если они заинтересуются применением QUINT ORING в своих разработках, то автор советует им обратиться к А. Рябчинскому в московское отделение компании «Феникс Контакт РУС» для получения всей необходимой информации и технической поддержки. 

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ С IQ-ТЕХНОЛОГИЕЙ

К.т.н. Рябчинский А.С., руководитель группы технической поддержки
«Феникс Контакт РУС» (Москва)

Махров Д.В., инженер по продажам
«Феникс Контакт РУС» (Екатеринбург)

В случае отсутствия внешнего резервированного питания с нужным качеством неисправность блока питания гораздо менее вероятна, чем отключение

единственной линии питания шкафа автоматики. В таком случае принимают решение о локальном бесперебойном питании, в том числе и в дополнение к конфигурации

с резервированием питания, если есть вероятность того, что важные данные будут потеряны или сбой питания может привести к существенному нарушению технологического процесса или даже риску негативного воздействия на человека.

Функциональные модули системы бесперебойного питания

Решение по бесперебойному питанию всегда включает в себя три функциональных блока: источник питания, электронный блок обслуживания аккумулятора и перехода на питание от аккумулятора и батарею (рис. 1). Нагрузка питается с источника питания до тех пор, пока есть наличие первичного напряжения, электронный блок периодически проверяет состояние аккумулятора, диагностирует, подзаряжает его и, при необходимости, подключает к нагрузке до 40 А тока от аккумулятора, если входное напряжение за пределами нормальных значений (обычно, менее 85 VAC или более 265 VAC).



Рис. 1 Три функциональных блока решения по бесперебойному питанию

В этом случае переход на питание от батареи происходит без какого-либо перерыва и незаметно для подключенного оборудования. Часто источник питания и модуль переключения / обслуживания аккумулятора объединяют в один корпус, тогда для организации бесперебойного питания достаточно добавить внешний аккумулятор. Напротив – аккумулятор не часто встраивают в один корпус с источником питания и модулем переключения – так как срок службы аккумулятора меньше и его нужно периодически менять. Необслуживаемые свинцово-гелевые аккумуляторы Phoenix Contact имеют емкость до 38А*ч и срок службы до 9 лет при температуре +20°С. Также есть вариант с литий-ионным аккумулятором на 60W*ч (кстати, работает до -20 °С) или литий-полимерным на 1,3 А*ч в новых STEP-UPS.

С апреля 2011 г. доступны источники бесперебойного питания нового типа – UPS IQ, которые обладают целым рядом инновационных преимуществ.

Новые интеллектуальные источники бесперебойного питания UPS-IQ

Новые источники бесперебойного питания с технологией IQ (рис. 2) впервые были представлены в апреле 2011 на международной выставке в Ганновере, эта

технология значительно расширяет функциональные возможности промышленных источников бесперебойного питания. Конечно, основное назначение ИБП, в случае пропадания питания, немедленно (менее 1 мс) переключить 100% нагрузки на питание от аккумулятора, но сбои внешнего питания обычно непредсказуемы, поэтому для обеспечения гарантированного резервного питания очень важно проводить непрерывный мониторинг системы бесперебойного питания, в том числе для своевременной диагностики неполадок и замены батареи. Новая технология UPS-IQ расширяет

возможности диагностики и сигнализации о состоянии системы бесперебойного питания, помогая создать действительно надежные решения в промышленной автоматизации.

При некачественном напряжении в основной сети или при полном отключении напряжения питания работа системы автоматизации прерывается. Это приносит экономический ущерб, приводит к простоям производства или, в худшем случае, это может привести к полной потере контроля над технологическим процессом, вплоть до масштабной аварии.



Рис. 2 Источник бесперебойного питания с IQ-технологией



Что превращает QUINT UPS-IQ в интеллектуальный источник бесперебойного питания ИБП?



SOC (State Of Charge = состояние зарядки) – актуальный уровень зарядки и остаточное время работы аккумулятора.



SOH (State Of Health = состояние "здоровья") – остаточный ожидаемый срок службы аккумулятора, заблаговременно предупреждает о его возможном выходе из строя.



SOF (State Of Function = функциональное состояние) – определяет мощность аккумулятора в данный момент времени.



"Интеллектуальный" контроль батареи – автоматически распознает тип подключенной батареи и обеспечивает максимальный остаточный срок службы накопителя энергии благодаря оптимально согласованной зарядной характеристике.



"Интеллектуальная" зарядка – адаптирует зарядный ток и тем самым обеспечивает максимально быструю подзарядку и эксплуатационную готовность аккумулятора.



Порт передачи данных – служит для обеспечения связи между блоками ИБП и персональным компьютером, например, для конфигурации ИБП.

Аккумулятор как неизвестный компонент

К сожалению, срок службы аккумулятора может быть намного меньше срока службы остальных компонентов UPS и своевременная замена батареи – гарантия стабильной работы системы. Опыт показывает, что многие UPS не подходят для серьезных задач, потому что неизвестный элемент во всех решениях – аккумуляторные

батареи. Обычные системы бесперебойного питания зачастую не могут ответить на некоторые вопросы: Является ли аккумулятор полностью заряженным? Как долго может работать система при сбое внешнего питания? Является ли аккумулятор уже слишком старым для длительной работы UPS? Возможно, он эксплуатировался при высокой или, наоборот, низкой температуре окружающей среды? Как долго аккумулятор

был разряжен? Может ли он по-прежнему поставлять достаточное количество энергии на необходимое время, ведь в результате процессов старения, возможно, что батарея может поставлять ток нагрузки в течение 5 минут вместо 20 минут.

UPS-IQ технология обеспечивает систему информацией о состоянии заряда и ожидаемому сроку службы аккумулятора

Интеллектуальный ИБП QUINT UPS-IQ определяет все необходимые параметры батареи и обеспечивает режим работы системы бесперебойного питания, необходимый для оптимального использования аккумулятора. Интеллектуальное управление батареями позволяет избежать внезапного отключения UPS и преждевременного отказа системы автоматизации. Так как оставшийся срок службы батареи известен, то обслуживание системы бесперебойного питания может быть заранее запланировано, и это позволяет избежать непредвиденных затрат, связанных работой по замене батареи или с отказом системы. Особенно на российских объектах, которые разбросаны по большой территории, важно знать, будет ли батарея продолжать надежно работать в течение двух лет или только двух месяцев, так как заказ оборудования и обслуживание

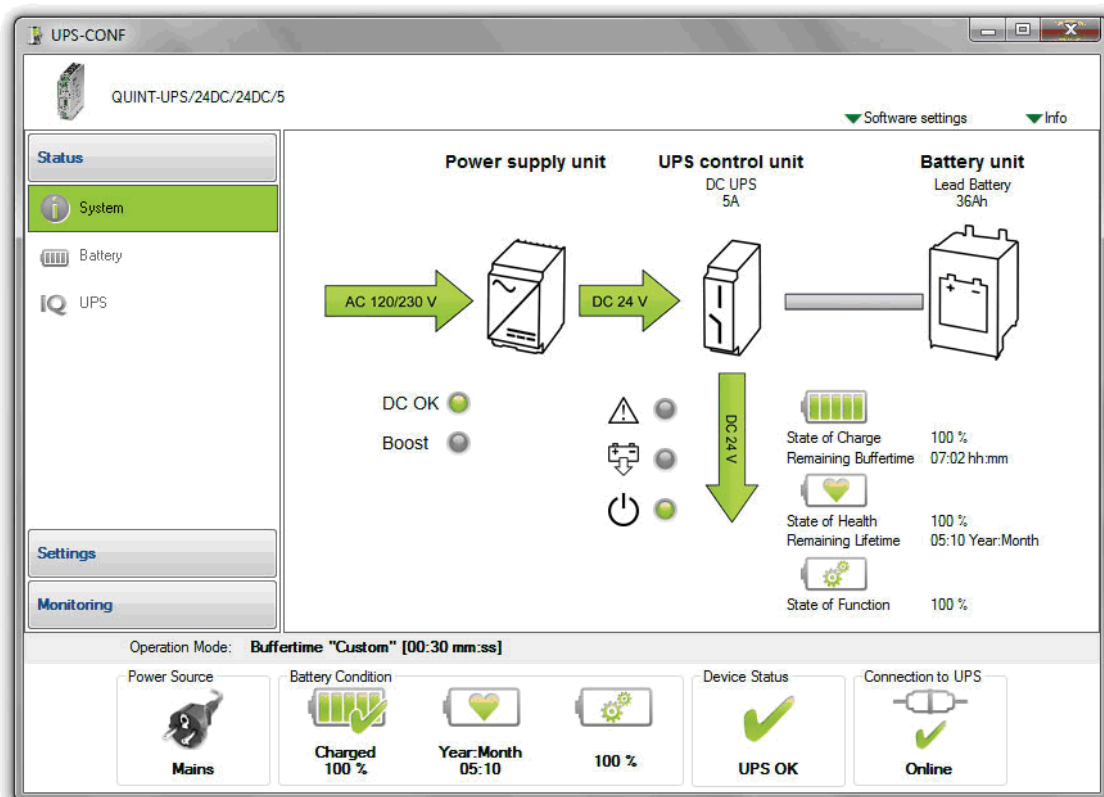


Рис. 3 Программа уведомляет оператора о фактическом состоянии батареи

таких объектов процесс довольно длительный.

Гибкая настройка UPS – удобство, необходимое для качественного обслуживания системы автоматизации

Мониторинг системы бесперебойного питания легко настроить с помощью программного обеспечения UPS-CONF. Например, программа уведомляет оператора о фактическом состоянии батареи (рис. 3). В целях повышения уровня прозрачности работы UPS, все необходимые рабочие параметры отображаются графически, а важные сообщения – на переднем плане.. Блок UPS имеет два гибко настраиваемых

выходных дискретных сигнала и оператор может легко настраивать QUINT UPS-IQ. Такие важные параметры как тревожное оповещение по заданному порогу или заданному интервалу времени могут быть индивидуально настроены для каждой системы бесперебойного питания. Это означает, что UPS можно оптимально адаптировать к конкретной системе автоматизации. Максимальный зарядный ток, ток в конце зарядки и напряжение батареи также являются параметрами, которые могут быть адаптированы. События и информация о работе UPS сохраняются в архивном файле. Программное обеспечение UPS-CONF предоставляется бесплатно

и может быть загружено в соответствующем разделе электронного каталога Phoenix Contact E-Shop.

Заключение

Сегодня на мировом рынке систем автоматизации имеют преимущество такие системы, которые могут надежно работать даже при неблагоприятных условиях питающих сетей. В связи с этим, Phoenix Contact разработал технологию UPS-IQ для нового поколения источников бесперебойного питания промышленного исполнения, что значительно увеличивает стабильность производства и отказоустойчивость систем автоматизации и диспетчеризации. [1]

КОРОТКО О ГЛАВНОМ

Рубрику ведет Ершов А.А., инженер технической поддержки «Феникс Контакт РУС» (Москва)

Часто задаваемые вопросы по источникам питания

 **Можно ли источники питания соединить параллельно?**

 Одинаковые источники питания любой из 4 серий (QUINT, TRIO, MINI, STEP) можно соединять параллельно как для резервирования, так и для повышения выходной мощности. При резервировании источников для повышения надежности системы рекомендуется использовать развязывающий диод, например, QUINT-DIODE/40. Максимальное количество соединенных параллельно источников – 5.

 **Каким образом происходит распределение тока при параллельном соединении?**

 На практике источники питания никогда не выдают одинаковое выходное напряжение, и при параллельном соединении практически вся нагрузка падает на ИП с более высоким выходным напряжением. Если источники соединяются параллельно для повышения выходной мощности, то

неравное распределение может привести к тому, что один из блоков окажется в режиме перегрузки, в то время как второй будет почти не нагружен.

Источники питания Phoenix Contact используют так называемое пассивное распределение тока. При этом способе с ростом выходного тока выходное напряжение пропорционально снижается (на 2-3% при номинальной нагрузке). Таким образом, устанавливается рабочая точка, и нагрузка распределяется более равномерно. Равномерность зависит от того, насколько близки выходные напряжения источников.

 **Что значит взрывозащита типа “n” (Ex n) на источниках питания QUINT и MINI POWER EX? Могу ли я применять данные источники питания в искробезопасных цепях (Ex i)?**

 Взрывозащита типа “n” – это особый вид взрывозащиты, предотвращающий искрообразование. Отличие от вида защиты типа “i” (искробезопасная цепь) состоит в том, что устройство с защитой типа “i” не образует искры в любом режиме работы, в том числе и при неисправностях, а

устройство с защитой типа “n” не образует искры только в нормальном режиме работы, и искры могут возникнуть, например, при коротком замыкании или присоединении/отсоединении проводника.

При защите типа “i” происходит ограничение энергии, которая передается во взрывоопасную зону, при защите типа “n” энергия не ограничивается (подробнее см. ГОСТ Р 52350.15-2005). Таким образом, применять источники питания с взрывозащитой типа “n” для питания искробезопасного оборудования напрямую нельзя, необходим искробезопасный барьер. Тем не менее, данные источники можно устанавливать в зоне 2.

 **Есть ли данные по надежности (наработка на отказ) источников питания?**

 Нарботка на отказ (MTBF) источников питания Phoenix Contact составляет не менее 500 тысяч часов (при температуре эксплуатации 60 °С, при более низкой температуре наработка на отказ значительно увеличивается). Более точные данные по конкретным изделиям могут содержаться в их технических описаниях или могут быть получены по запросу в техническую службу.

Что такое SFB? Какие преимущества это дает?

 SFB – Selective Fuse Breaking, схемотехническое решение, применяемое в источниках питания серии QUINT POWER SFB. Технология SFB позволяет обеспечить 6-кратный резерв выходной мощности источника питания в течение короткого времени (12 мс). Это дает возможность осуществлять селективную защиту в случае, если к выходу источника подключено несколько нагрузок (каждая через свой автоматический выключатель). Благодаря увеличенному времени, в течение которого источник может обеспечить 6-кратный резерв мощности, в цепях селективной защиты можно применять небыстродействующие выключатели типа «С». В обычных источниках питания (без технологии SFB) при коротком замыкании в цепи нагрузки автомат с характеристикой «С» не успевает сработать, что приводит к срабатыванию защиты от КЗ внутри источника и падению выходного напряжения до нуля.

Можно ли производить регулировку выходного напряжения?

 Регулировку выходного напряжения можно производить на всех моделях ИП, кроме маломощных моделей серии STEP (24V/0.5A, 24V/0.75A, 12V/1A и

12V/1.5A). На лицевой панели источников питания находится подстроечный резистор, с помощью которого можно плавно регулировать выходное напряжение. Благодаря широкой номенклатуре выходных напряжений источников питания от 5 до 48 В и возможности регулировки выходного напряжения, можно получить практически любое выходное напряжение от 5 до 56 В. Диапазоны регулировки указаны в технической документации на устройства и в каталоге.

Каков температурный диапазон источников питания?

 Температурный диапазон источников питания от -25 до +70 °C, однако при температуре >60 °C (>55 °C для TRIO и STEP) происходит ухудшение характеристик. Кроме того, источники серий QUINT и STEP испытывались при температуре -40 °C и подтвердили соответствие заявленным характеристикам. Подробная информация по влиянию окружающей температуры на выходную мощность указана в технической документации.

Влияет ли положения ИП в пространстве на его характеристики?

 Да, влияет. При положении источника питания, отличном от стандартного (например, перевернутое на 180 °), уменьшается максимальная температура, при которой источник выдает номинальную

мощность. Это связано с тем, что охлаждение устройства происходит с помощью конвекционных потоков воздуха, проходящих через решетки сверху и снизу корпуса. При изменении положения охлаждения ухудшается. Подробную информацию по влиянию положения источника на максимальную мощность можно получить по запросу в техническую службу.

Можно ли самостоятельно заменять внутренний входной предохранитель?

 Нет, внутренний предохранитель нельзя заменять самостоятельно. Если этот предохранитель перегорает, значит, в источнике питания появилась внутренняя неисправность, и он стал потреблять слишком большую мощность. В этом случае источник питания следует заменить.

Почему в характеристиках указаны рекомендуемые номиналы входных автоматических выключателей 6, 10 и 16 ампер, хотя потребляемый источником питания ток гораздо меньше? Какой номинал мне следует выбрать?

 Автоматический выключатель на входе ИП предназначен для защиты линий питания (проводов) от КЗ и для предотвращения срабатывания главного выключателя (основного

выключателя шкафа, например). При включении источника питания вследствие переходных процессов происходит резкий скачок потребляемого тока, который в несколько раз превышает номинальный. Поэтому номиналы автоматических выключателей подобраны с тем расчетом, чтобы не вызывать ложные их срабатывания от пускового тока. Вы можете применить любой из предложенных для конкретного источника питания выключателей, выбор осуществляется исходя из наличия конкретного типа предохранителя и/или исходя из номинала главного выключателя.

Можно ли использовать параллельно QUINT II (QUINT-PS-100-230AC...) и QUINT SFB (QUINT-PS/1AC/...)?

Нет, использовать новые и старые серии источников питания QUINT параллельно нельзя. Выходные вольт-амперные характеристики этих ИП немного отличаются, поэтому при их параллельной работе со временем QUINT II уйдёт в режим аварии.

Во время работы блока питания в первичной цепи обнаруживается небольшой ток утечки на «землю». Является ли это признаком неисправности?

Нет, это не является признаком неисправности. Для улучшения характеристик

ЭМС (электромагнитной совместимости) во входных цепях источника питания присутствуют конденсаторы небольшой емкости, соединяющие фазу и нейтраль с шиной заземления, которые и могут стать причиной возникновения этих токов. Однако их величина мала и не может вызвать поражение электрическим током. Качественное заземление источников питания может решить проблему токов утечки на «землю».

Какая внутренняя частота импульсов источников питания?

Частота внутренних импульсов колеблется от 40 до 180 кГц в зависимости от входного напряжения и тока нагрузки.

Почему у источников питания MINI и STEP нет заземляющей клеммы (PE)?

Заземляющая клемма присутствует в двух случаях: если корпус устройства металлический, и заземление защищает от поражения электрическим током в случае прикосновения к корпусу, или если внутри устройства находятся металлические части, наводки в которых от силовых линий могут повлиять на его нормальную работу (помехозащищенность согласно требованиям EMC). Источники питания MINI и STEP выполнены в пластиковом корпусе, поэтому заземляющая клемма на них отсутствует.

Часто задаваемые вопросы по резервированию питания

Каким образом работает технология ACB в модулях QUINT ORING?

ACB, или Active Current Balancing - технология активного распределения токов. В активных модулях резервирования QUINT ORING вместо традиционных кремниевых диодов или диодов Шоттки используются полевые MOSFET (МОП) транзисторы. Они работают не только как электронные ключи, но и как регулирующие элементы, и служат для компенсации разницы напряжений на входах устройства. Таким образом, QUINT ORING может скомпенсировать разницу напряжений подключаемых источников питания до 300 мВ, вследствие чего нагрузка симметрично распределяется между двумя источниками.

Будет ли разработан модуль QUINT ORING для источников питания на 40А?

Да, такой модуль будет доступен в будущем. На данный момент доступны только версии 2x10А и 2x20А.

Можно ли использовать QUINT ORING для резервирования источников разной

мощности (например, QUINT 5A и QUINT 10A)? Будет ли работать технология ACB?

 Технология ACB (Active Current Balancing) будет симметрично распределять нагрузку между двумя источниками питания. В данном случае, нагрузка в 5A распределится на 2 источника (по 2.5A на каждый). Это будет означать, что QUINT 5A будет нагружен на 50%, а QUINT 10A будет нагружен на 25%. Из-за различного наклона выходных вольт-амперных характеристик этих источников, может возникнуть дисбаланс при изменениях тока потребления даже в случае симметричных соединительных проводников. Поэтому подключать к QUINT-ORING разные источники питания не рекомендуется.

Каким образом работает светодиодная сигнализация на модуле QUINT ORING и что с ее помощью можно определить?

 В основном, используется столбчатый светодиодный индикатор для определения разницы напряжений на входе модуля. Таким образом, можно определить, у какого источника питания больше выходное напряжение или какой нагружается больше. Мигающие красные светодиоды означают, что разница выходных напряжений источников более 300 мВ, кроме того, это может свидетельствовать о том, что один из источников вышел из строя или был отключен. Если красный светодиод горит

постоянно, то это означает, что MOSFET-транзистор в данном направлении неисправен, и устройство должно быть заменено. Описанные способы сигнализации находятся в соответствии с рекомендациями NAMUR.

Что означает мигающий зеленый светодиод "Redundancy OK"?

 Поведение светодиода "Redundancy OK" ("Резервирование в норме") на модулях QUINT ORING аналогично поведению светодиода "DC OK" на источниках питания. Мигание индикатора "Redundancy OK" означает потерю резервирования (в источниках

питания мигание индикатора "DC OK" означает, что выходное напряжение ниже нормы). Потеря резервирования происходит либо в случае отключения/выхода из строя одного из источников питания на входе, либо если нагрузка начала потреблять больше мощности, чем может обеспечить один источник.

Насколько экономичны модули QUINT ORING?

 Благодаря применению полевых транзисторов падение напряжения на модуле QUINT ORING составляет менее 100 мВ, что до 70% меньше, чем в случае использования традиционных диодов.

a)		b)		I < IN		Redundancy OK		ACB OK		Состояние устройства
				LED	LED	Relay 13/14	Relay 23/24			
	or				закр	закр	Резервирование: в норме Баланс токов: в норме			
	or				закр	закр	Резервирование: в норме Баланс токов в норме, но выходные напряжения ИП различны. Следует увеличить напряжение одного источника, либо уменьшить напряжение другого.			
	or				закр	откр	Резервирование: в норме Дисбаланс токов, т.к. выходные напряжения ИП отличаются более, чем на 300 мВ. Следует увеличить напряжение одного источника, либо уменьшить напряжение другого.			
	or				откр	X	Резервирование отсутствует, т.к. потребляемый нагрузкой ток больше выбранного номинального тока In. Следует проверить нагрузку.			
	or				откр	откр	Резервирование отсутствует, т.к. на одном из входов отсутствует напряжение. а) проверьте вход IN2 и соединение с источником б) проверьте вход IN1 и соединение с источником			
	or				откр	откр	Короткое замыкание на выходе модуля, либо отсутствует питание на обоих входах			
	or		X	X	X	X	Вышел из строя один из MOSFET-транзисторов, следует заменить устройство			

 мигание

 ВКЛ

 ВЫКЛ

X – не имеет значения

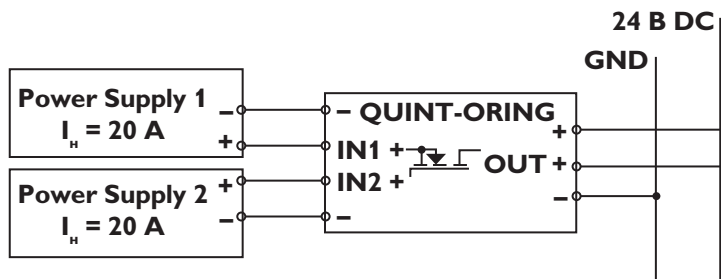


Рис. 1. Резервирование проводников с помощью второй «плюсовой» выходной клеммы QUINT-ORING

Как определить состояние модуля?

Для удаленной диагностики устройства доступны дискретные выходы “Redundancy OK” (контакты 13/14) и “ACB OK” (контакты 23/24).

Кроме этого, состояние модуля QUINT ORING можно определить с помощью светодиодов “Redundancy OK”, “I<IN” и гистограммного светодиодного индикатора. Для мониторинга резервирования необходимо соответствующим переключателем на передней панели установить номинальный ток подключенных к QUINT-ORING источников питания.

Для чего предназначены две «плюсовых» клеммы на выходе QUINT-ORING?

На выходе модуля QUINT-ORING две «плюсовых» клеммы, которые внутри устройства соединены перемычкой. Предполагается, что QUINT-ORING будет соединяться с шиной питания/нагрузкой с помощью трех проводников: одного «минусового» и двух

«плюсовых». Таким образом, резервируются не только источники питания, но и проводка (см. рисунок).

Можно ли QUINT-ORING устанавливать вплотную к другим устройствам на монтажной рейке?

Охлаждение модуля пассивное, поэтому при монтаже модуля для эффективного отвода тепла требуется соблюдать следующие минимальные расстояния от QUINT-ORING до других устройств:

- сверху/снизу – 5 см;
- сбоку – 5 мм.

Существуют ли данные по надежности QUINT-ORING?

Надежность модулей характеризуется значением наработки на отказ (MTBF). При температуре 40 °C наработка на отказ составляет:

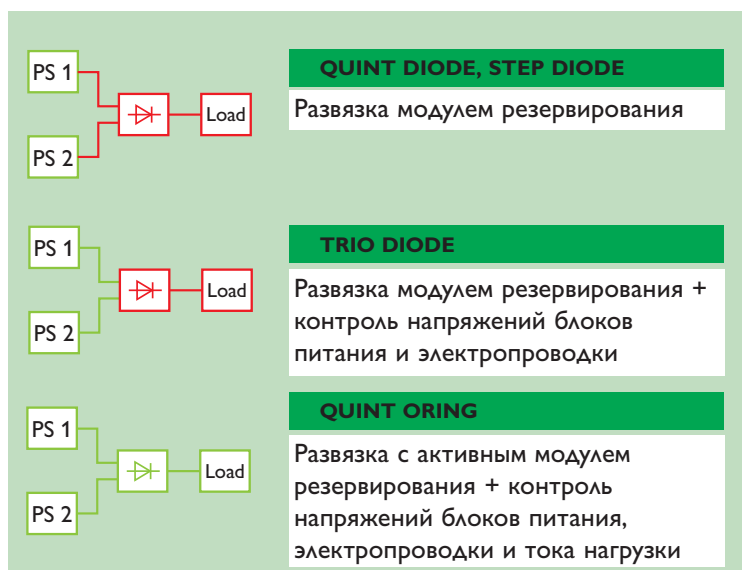
QUINT-ORING/24DC/2X10/1X20 (артикул 2320173): MTBF = 1 034 248 часов;

QUINT-ORING/24DC/2X20/1X40 (артикул 2320186): MTBF = 722 394 часа.

Общие вопросы по резервированию

Что такое резервирование, и какие существуют типы резервированных систем?

“Резервирование” означает, что какая-то функция или ресурс присутствуют с избытком



и в нормальном режиме функционирования не используется. Резервированную систему питания можно получить, соединив источники питания параллельно.

Данное решение может быть оптимизировано, если дополнительно развязать источники питания и осуществлять мониторинг резервированной системы. Возможны 3 типа систем с использованием различных модулей резервирования.

❓ Какие недостатки параллельного соединения источников питания, использующих дополнительный контур для балансировки токов?

🔌 В изделиях некоторых конкурентов регулировка выходных напряжений источников происходит через дополнительный контур, связывающий оба источника питания. Однако возможные наводки/помехи в этом контуре могут повлиять на баланс мощностей.

❓ Какие сертификаты имеются на модули QUINT-ORING?

🔌 На данный момент получены сертификаты UL/CUL (североамериканские стандарты) и ГОСТ Р для ввоза на территорию РФ и разрешение Ростехнадзора на применение на поднадзорных производствах. В будущем будут получены сертификаты ANSI ISA 12.12.01, CBSScheme (соответствие электрического оборудования стандартам ЕС), IEC-EX, ATEX и сертификаты морских регистров

Часто задаваемые вопросы по DC/DC-преобразователям

❓ Каков диапазон входных напряжений преобразователей QUINT DC/DC?

🔌 Диапазон входных напряжений преобразователей QUINT DC/DC с номинальным входным напряжением 24 В постоянного зависит от режима устройства:

Запуск: 18 ... 32 В

Для уверенного запуска преобразователя необходимо напряжение как минимум 18 В.

Работа: 14 ... 32 В

Если преобразователь DC/DC уже запустился и работает, то напряжение на входе может опуститься до 14 В, при этом преобразователь не выключится.

❓ Происходит ли снижение мощности конвертера при входных напряжениях меньше 18 В?

🔌 Да, при входных напряжениях меньше 18 В происходит снижение выходной мощности с коэффициентом 5%/В. При этом выходное напряжение ограничено и не может быть установлено выше 24 В.

Пример:

Устройство: QUINT-PS/24DC/24DC/5
Номинальный выходной ток: 5А
При входном напряжении 14 В выходная мощность снизится на:

$(18 \text{ В} - 14 \text{ В}) * 5\%/\text{В} = 20\%$, т.е. максимальный выходной ток составит 4А при напряжении не выше 24В ($P = 96 \text{ Вт}$).

❓ Можно ли заземлять входную или выходную сторону конвертеров QUINT DC/DC?

🔌 Да, допустимо заземлять как вход, так и выход DC/DC-преобразователей. Однако, благодаря гальванической изоляции возможно разделение заземленных и незаземленных цепей.

❓ Можно ли соединять «минусовые» клеммы конвертера QUINT DC/DC?

🔌 Да, можно соединять как входную и выходную «минусовые» клеммы, так и «плюсовые». Концепция заземления здесь остается на выбор пользователя.

❓ Зависит ли пульсация напряжения на выходе DC/DC-преобразователей от пульсации напряжения на входе?

🔌 Конвертеры DC/DC обеспечивают гальваническую развязку и имеют принцип работы, похожий на принцип работы импульсных источников питания. У них есть внутренняя промежуточная схема, благодаря чему устройство обеспечивает фильтрацию входного сигнала и выходная пульсация не зависит от входной пульсации.

Допустимо ли подавать на вход преобразователя QUINT DC/DC-напряжение 24 В переменного тока?

Конвертеры QUINT DC/DC рассчитаны на входное напряжение 24 В постоянного тока. Подача напряжения переменного тока на вход устройства не рекомендована, т.к. это может привести к выходу его из строя.

Для чего предусмотрена возможность отключения функции SFB в конвертерах QUINT DC/DC?

Чтобы использовать технологию SFB в конвертерах QUINT DC/DC, необходимо, чтобы источник питания, подключенный к входу преобразователя, также поддерживал SFB. Возможность отключения SFB предусмотрена для того случая, если на вход конвертера подается напряжение от блока питания, не поддерживающего SFB, либо от батареи. При этом DC/DC-преобразователь в случае короткого замыкания на выходе не пытается забрать дополнительную энергию от источника.

При активации функции SFB конвертер может обеспечить срабатывание стандартных автоматических выключателей (например, с характеристикой «C») благодаря возможности передать дополнительную энергию от источника (импульс тока, в 6 раз

превышающий номинальный ток, в течение 12 мс).

В каком положении по умолчанию находится переключатель “SFB” при поставке?

Переключатель SFB на конвертерах QUINT DC/DC находится в верхней части печатной платы внутри устройства. Его можно легко переключить с помощью отвертки. По умолчанию функция SFB на всех конвертерах включена.

Какую форму имеет SFB импульс тока в первичной цепи DC/DC?

SFB в первичной цепи устройства имеет форму, схожую с SFB импульсом на вторичной стороне. DC/DC может обеспечить импульс тока, в 6 раз превышающий номинальный ток, в течение 12 мс.

Что необходимо учитывать при использовании технологии SFB?

Для правильного использования технологии SFB нужно учитывать максимальную длину выходных проводников в зависимости от мощности источника и выбранного типа автоматического выключателя. Для определения этой длины можно использовать таблицу “SFB Matrix”, которую вы можете скачать с нашего сайта либо отправив запрос по электронной почте.

В первичных цепях желательно использовать проводники максимального сечения (5A/10A: 2,5 мм², 20A: 4 мм², 6 мм²) и как можно меньшей длины (≤ 5 м) для минимальных потерь энергии из-за их сопротивления.

Какие дискретные выходы для сигнализации есть у QUINT DC/DC?

На всех моделях конвертеров QUINT DC/DC есть 3 активных транзисторных выхода, а на некоторых моделях еще и дополнительный 1 релейный выход (клеммы 13, 14).

Выход «U_{IN} < 19.2 В»:

Тип выхода: активный транзисторный
Данный выход активен, есть входное напряжение опускается ниже 19.2 В;

Выход «I < I_N»

Тип выхода: активный транзисторный
Выход активен, если выходной ток находится в пределах номинального для данной модели конвертера. Если выходной ток превышает номинальный (режим “Power Boost”), то выход становится пассивным;

Выход «DC OK»

Тип выхода: активный транзисторный
Сигнализация о наличии выходного напряжения «DC OK» срабатывает, когда выходное напряжения конвертера больше 90% от номинального. Например, при установленном

номинальном напряжении 24 В транзисторный выход «DC OK» будет активен, а контакты 13 и 14 замкнутся, если выходное напряжение больше 21,6 В.

Дополнительный выход «DC OK» (есть на моделях QUINT-PS/24DC/24DC/10A и 24DC/48DC/5A)

Тип выхода: пассивный релейный

Работает аналогично транзисторному выходу «DC OK», дублируя его. Контакты 13 и 14 замыкаются, если $U_{\text{вых}} > 0,9 \cdot U_N$

Работа транзисторных выходов:

На соответствующих клеммах появляется +24 В, если данный выход активен (или +12В, если выходное напряжение конвертера 12В). Выходы имеют ограничение по току: 20 мА.

Примечание: при настройке выходного напряжения уровень срабатывания сигнализации DC OK автоматически изменяется, т.е. если установлено выходное напряжение 25 В, то DC OK сработает по уровню 22,5 В

Общие вопросы

Какие сертификаты имеются на QUINT DC/DC-конвертеры?

На устройства QUINT DC/DC были получены сертификаты UL/CUL (североамериканские стандарты), CB Scheme (соответствие электрического

оборудования стандартам ЕС) и сертификат ГОСТ Р для ввоза на территорию РФ. Впоследствии планируется получить сертификат GL (немецкий морской регистр) и сертификаты других национальных морских регистров (ABS, BV, DNV, LR, RINA и NK).

Каким образом необходимо обеспечивать защиту вторичных цепей конвертеров QUINT DC/DC?

Защиту вторичных цепей QUINT DC/DC можно обеспечить так же, как и защиту аналогичных цепей всех источников питания, производимых Phoenix Contact. Несмотря на то, что выход QUINT DC/DC имеет защиту от короткого замыкания, возможны 3 варианта организации вторичных цепей:

- **Без защиты**
Если сечение проводников выбрано в соответствии с максимальным выходным током (благодаря наличию внутренней защиты от КЗ в QUINT DC/DC этот ток и будет током короткого замыкания), то дополнительная защита вторичных цепей не требуется.
- **Использование проводников малого сечения**
Если же для подключения нагрузок используются проводники меньшего сечения, не рассчитанные

на максимальный выходной ток, требуется дополнительная защита.

Селективная защита

Если к выходу QUINT DC/DC подключено несколько нагрузок, и требуется быстрое обнаружение неисправности при бесперебойной работе остальных потребителей, то необходимо использовать селективную защиту. В этом случае можно использовать автоматические выключатели, рассчитанные на постоянный ток, либо стандартные выключатели соответствующих характеристик.

Автоматические выключатели на постоянный ток можно выбрать из каталога CLIPLINE:

- ECP и ECP-E
- TMC и TMCP (с тепловым и электромагнитным расцепителем)
- TCP (с тепловым расцепителем)

Будут ли доступны версии QUINT DC/DC с клеммами быстрого соединения типа Push-In?

Все преобразователи QUINT DC/DC (за исключением версии на ток до 20А) оснащены разъемными клеммными соединителями Combicon. Эти клеммы могут быть легко заменены на аналогичные версии с пружинными зажимами.

ШИРОКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ МАРКИРОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ

Легко читаемая маркировка электрических и электронных компонентов шкафа управления является необходимым условием для безопасной и эффективной работы. Точно так же, как и хорошая техническая документация, понятная маркировка всех элементов шкафа повышает доступность электрической системы и упрощает ее техническое обслуживание.



Наклейки EMLP для маркировки оборудования

Широкий спектр наклеек, вставных табличек и держателей маркировки, предназначенных для маркировки шкафов управления, оборудования и кнопок всех известных производителей может быть ошрифтован при помощи ультрафиолетового принтера BLUEMARK или нового термопечатающего принтера THERMOMARK CARD.

Различные варианты установки

Вставные маркеры или самоклеющиеся таблички могут быть установлены в держатель маркировки или наклеены непосредственно на устройство. Из-за их высокой адгезии и высокого температурного диапазона использования самоклеющиеся таблички UC-EMLP или US-EMLP могут применяться как в шкафах управления, так и «в поле».

Вставные маркеры типа «EMP» идеально подходят для

установки в существующие рамки или держатели других производителей. Вставные маркировочные таблички и наклейки предлагаются различных размеров и цветов.

Держатель маркировки для четкой идентификации

Держатель маркировки CARRIERS EMP-22 вместе с защелкивающейся табличкой «EMP» помогут в идентификации кнопок и переключателей диаметром 22 мм. Держатель маркировки устанавливается вместе с кнопкой или переключателем.

Держатель маркировки с винтовым креплением

Держатель маркировки CARRIER EM имеет винтовое крепление, а также может быть оснащен вставными табличками UC-EMP ... или US-EMP ... для четкой идентификации устройства или шкафа управления. 



Держатель маркировки CARRIER-EMP 22



CARRIER-EM

ВНИМАНИЕ ВИКТОРИНА!



В данном QR-коде зашифрован вопрос по источникам питания. Отсканируйте QR-код, правильно ответьте на вопрос и отправьте ответ не позднее 31 января 2012 по адресу update@phoenixcontact.ru. Все участники, которые пришлют правильные ответы до 31 января, получат в подарок фирменную зеленую футболку Phoenix Contact.



(бесплатное ГТО Вы можете найти на сайте www.phoenixcontact.ru)

Подсказка: Ответ на зашифрованный в QR-коде вопрос Вы можете найти в данном номере журнала.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Вы можете заказать дополнительные рекламные материалы по источникам питания.



Брошюра
«Современные
решения
в области
электропитания»
номер для заказа
12000365



**Планшет с образцами
продукции**
«Источники питания
для промышленной
автоматизации»
номер для заказа
IF12000217

Оформить заказ на дополнительные рекламные материалы по источникам питания Вы можете по телефону +7 (495) 933-8548 либо по электронной почте info@phoenixcontact.ru.

КОНТАКТНЫЕ ЛИЦА

Если у Вас есть дополнительные вопросы по источникам питания, то Вы можете обратиться к любому указанному ниже контактному лицу.



Москва
К.т.н. Рябчинский Александр Сергеевич
Руководитель группы технической поддержки
Тел: +7 (495) 933-8548 доб. 129
E-mail: aryabchinskiy@phoenixcontact.ru



Екатеринбург
Махров Дмитрий Владимирович
Инженер по продажам
Тел: +7 (343) 379-3755
E-mail: dmakhrov@phoenixcontact.ru



Москва
Ершов Алексей Анатольевич
Инженер технической поддержки
Тел: +7 (495) 933-8548 доб. 118
E-mail: aershov@phoenixcontact.ru



Самара
Линеенко Михаил Борисович
Инженер по продажам
Тел: +7 (846) 279-5585
E-mail: mlineenko@phoenixcontact.ru



Санкт-Петербург
Козыренко Денис Витальевич
Инженер по продажам
Тел: +7 (812) 600-4129
E-mail: dkozyrenko@phoenixcontact.ru



Новосибирск
Осьминко Александр Николаевич
Инженер по продажам
Тел: +7 (383) 227-7674
E-mail: aosminko@phoenixcontact.ru

Новое поколение источников бесперебойного питания для обеспечения высокой отказоустойчивости промышленного оборудования



Длительные перерывы в электроснабжении и кратковременные провалы напряжения способны вызвать сбои в производстве или даже привести к его остановке.

Для того, чтобы решить эту проблему и минимизировать потери от простоя оборудования, рекомендуется использовать источники бесперебойного питания (ИБП) серии QUINT IQ.

Технология IQ, разработанная Phoenix Contact, делает источники бесперебойного питания интеллектуальными и позволяет обеспечить:

- интеллектуальную зарядку батарей, т.е. определять характеристики батареи и постоянно адаптировать режим зарядки;
- интеллектуальный контроль нагрузки, т.е. отслеживать изменения состояния системы и корректировать ток зарядки батареи;
- интеллектуальный контроль состояния батареи, т.е. отслеживать характеристики и информацию о ресурсе батареи, а также режим работы ИБП;
- передачу данных через информационный порт для мониторинга и конфигурирования ИБП с помощью ПК или модуля памяти.

Новое поколение ИБП QUINT IQ – это новые возможности для повышения надёжности Ваших систем управления.

ООО «Феникс Контакт РУС»
119619 Москва,
Проектируемый проезд 5167, д. 9, стр. 1
Тел.: +7 (495) 933-8548
Факс: +7 (495) 931-9722
info@phoenixcontact.ru
www.phoenixcontact.ru