

## ИВЭП с питанием от двух электросетей

### Назначение и основные требования

Источник вторичного электропитания (ИВЭП) с питанием от двух электросетей необходим для систем с высокой живучестью, таких как охранно-пожарные, телекоммуникационные, системы управления технологическими процессами и т.п.

Альтернативой таким ИВЭП являются источники бесперебойного питания, которые могут обеспечивать питанием систему в течение часа или нескольких часов с момента отключения внешнего электропитания. В случае серьёзной аварии восстановление сети может продолжаться несколько суток. Здесь не обойтись без второй, резервной сети питания. Такие сети используются, например, на АТС, где в дополнение к сети ~220 В (50 Гц) проложена резервная сеть 48 В (коммуникационный стандарт) постоянного тока с поддержкой электропитания от другой подстанции промышленной сети с буфером на аккумуляторах.

Исходя из особенностей перечисленных областей возможного применения ИВЭП с питанием от двух электросетей, можно сформулировать следующие основные требования к таким источникам:

- основное питание от промышленной сети ~220 В (50 Гц);
- питание от резервной сети (48-60) В постоянного тока при аварии в сети ~220 В (50 Гц);
- отсутствие провалов выходного напряжения при переключении на резервную сеть;
- соответствие классу I по степени защиты от поражения электрическим током;
- высокие кпд и надёжность;
- минимальные масса, габариты и цена.

В нашем случае использования ИВЭП необходимо было учесть и некоторые дополнительные требования, которые, впрочем, актуальны и для многих других применений:

- мощность в нагрузке до 25-30 Вт при выходном напряжении 5 В;
- соответствие классу В по электромагнитной совместимости (допускается эксплуатация ИВЭП в жилых зданиях);
- диапазон рабочих температур от 5 до 45°C.

### Варианты схем построения

Простейшим решением было бы применение серийно выпускаемых источников с питанием от двух электросетей. Однако изучение каталогов различных фирм показало, что таких источников нет. Есть ИВЭП с питанием только от сети ~220 В (50 Гц) или только от 48 В постоянного тока.

Таким образом, возникла необходимость самостоятельной разработки.

Как известно, разработать надёжный, качественный, малогабаритный и недорогой ИВЭП на отечественной элементной базе — задача непростая. Первоначально был создан ИВЭП на двух преобразователях с использованием тороидальных трансформаторов. Выпрямленное напряжение сети ~220 В (50 Гц) величиной 310 В объединялось через диодную схему с выходным напряжением величиной 270 В, полученным от первого DC/DC-преобразователя (вход 48 В), а затем второй DC/DC-преобразователь понижал входное напряжение 270/310 В до напряжения 5 В (выходной ток до 8 А). При аварии в сети ~220 В второй преобразователь работал от напряжения 270 В, полученного от сети 48 В. ИВЭП помещался в 5-дюйм-

мовый отсек корпуса персонального компьютера. Однако его надёжность и технологичность оставляли желать лучшего, что подтвердила эксплуатация опытных образцов этого источника в течение нескольких лет.

С целью обеспечения более высокой надёжности и улучшения массогабаритных показателей был построен ИВЭП с применением двух готовых промышленных преобразователей с выходным напряжением 5 В: один AC/DC для сети ~220 В (50 Гц), второй DC/DC для сети 48-60 В постоянного тока.

К 2000 году в Россию стали поступать импортные преобразователи и вторичные источники с различными номиналами напряжения и мощности, кпд, надёжность и массогабаритные характеристики которых воодушевляли на их применение. Возникло несколько вариантов схем построения ИВЭП с использованием таких изделий.

1. Простейшим вариантом является объединение выходных напряжений 5 В через диод Шотки. При такой схеме необходима установка напряжения 5,5 В на выходе преобразователя с учётом падения напряжения до 0,5 В на диоде. Достоинство схемы — простота. Недостатки: снижение кпд и обязательное наличие у преобразователя возможности регулировки выходного напряжения в диапазоне до 10% от номинала (а далеко не каждый преобразователь имеет такую возможность).
2. Если AC/DC-преобразователь имеет сигнал наличия/отсутствия напряжения в сети ~220 В, то с его помощью можно управлять включением DC/DC-преобразователя. Анализ показал, что, как правило, такую опцию имеют только преобразователи мощностью не менее 70-100 Вт. Такие изделия нам не

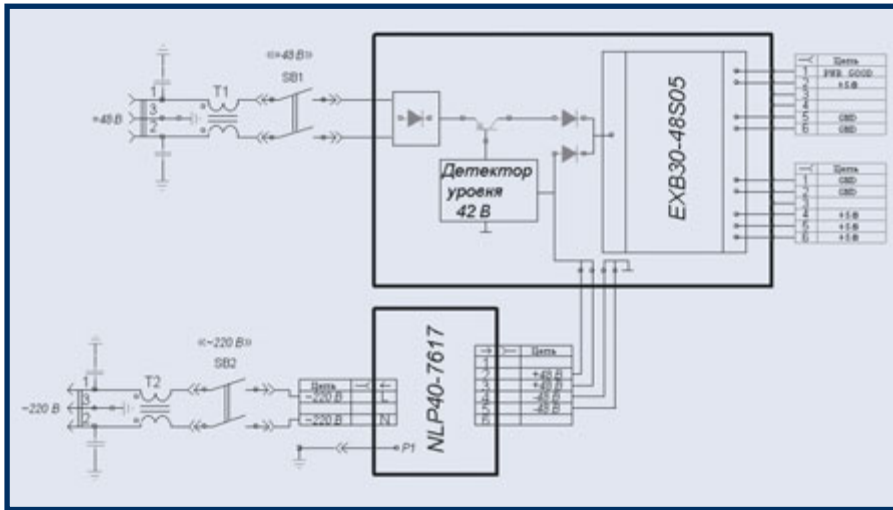


Рис. 1. Функциональная схема ИВЭП с питанием от сетей ~220 В и =48 В

подходили ввиду относительно больших массогабаритных показателей, которые определялись главным образом избыточной для нашего случая мощностью и поэтому их применение представлялось неоправданным.

3. Схему контроля сети ~220 В, которая будет управлять включением DC/DC-преобразователя, можно ввести в состав ИВЭП и самостоя-

тельно. Такой источник был разработан, изготавливался и эксплуатировался в течение почти целого года. Однако опыт эксплуатации показал его невысокую надёжность, связанную в основном с недостатками схемы контроля сети ~220 В.

4. Если применить AC/DC-преобразователь с выходным напряжением 48 В, а не 5 В, то можно построить достаточно простую и в то же время



Рис. 2. DC/DC-преобразователь EXB30-48S05

надёжную схему контроля сетевого напряжения через этот номинал (рис. 1). При уменьшении напряжения на выходе AC/DC-преобразователя до значения ниже минимально допустимого (например 42 В) схема контроля (детектор уровня) подключает ко входу DC/DC-преобразователя через транзисторный ключ сеть 48 В. Данная схема (естественно, при наличии соответствующей фильтрации, изоляции, заземления и т.п.) должна обеспечить выполнение всех ранее сформулированных требований к ИВЭП.

Таблица 1. Сравнение технико-эксплуатационных характеристик преобразователей напряжения фирм Artesyn Technologies, Traco и ASTEC

№ п/п	Технико-эксплуатационные характеристики преобразователей	Artesyn Technologies	Traco	Artesyn Technologies	Traco	ASTEC
		NLP40-7617	ESP 36 48S	EXB30-48S05	TAM 25-4811B	AK60-50
1	Диапазон входного напряжения, В	90-264	85-264	36-75	36-72	36-75
2	Частота входного напряжения, Гц	47-440	50-60	0	0	0
3	Защита по входному напряжению	Нет	Нет	Есть	—	—
4	Коэффициент полезного действия	0,75	0,80	0,92	0,85	0,83
5	Выходное напряжение, В	48	48	5	5	5
6	Максимальный выходной ток, А	0,8	0,8	6	5	10
7	Минимальный выходной ток, А	0	0	0	0	—
8	Защита от превышения выходного напряжения	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
9	Температурная нестабильность, %/°С	±0,02	—	±0,02	—	—
10	Общая нестабильность, %	±5	±2	±3	±1,5	±3,4
11	Защита от превышения температуры	Нет	Нет	Есть	—	Есть
12	Защита от короткого замыкания	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
13	Защита от превышения тока нагрузки	Нет	Есть	Есть	—	Есть
14	Диапазон рабочих температур, °С	0...+70	-10...+60	-40...+85	-25...+85	-40...+100
15	Напряжение пробоя изоляции, В	1500	1500	1500	1500	—
16	Класс по кондуктивным помехам в соответствии с EN 55022A	B	B	A	A	A
17	Класс по помехам излучения в соответствии с EN 55022A	A	A	B	A	A
18	Габаритные размеры, мм	108×64×30	124×79×33	61×51×11	71×61×14	61×59×15
19	Гарантийный срок, лет	2	2	2	2	1

### ВЫБОР ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПЯЖЕНИЯ

Теперь расскажем о выборе преобразователей AC/DC и DC/DC. На момент разработки наиболее доступными, с точки зрения приобретения и получения необходимой справочной информации, были преобразователи фирм Artesyn Technologies, Traco, ASTEC (основные технические и эксплуатационные характеристики преобразователей перечисленных фирм, соответствующих требованиям разработки, приведены в табл. 1). Однако изделия фирмы Artesyn Technologies уже тогда отличались особенно высокими параметрами. Это и определило выбор одноканального преобразователя EXB30-48S05 (рис. 2) с КПД 92% при нагрузке 30 Вт (5 В/6 А). Данный преобразователь постоянного напряжения выполнен по планар-

ной технологии в виде модуля для установки на печатную плату. У других фирм доступных преобразователей с таким высоким кпд не было.

Преобразователь EXB30-48S05 отличается также высокой надёжностью: по данным фирмы-изготовителя, время его безотказной работы составляет более 7 миллионов часов. Диапазон рабочих температур лежит в границах от  $-45$  до  $+85^{\circ}\text{C}$ . По электромагнитной совместимости (ЭМС) данный преобразователь без внешних фильтров соответствует классу А (стандарт EN 55022); для обеспечения соответствия классу В используются внешние фильтры.

Сетевые AC/DC-преобразователи с выходным напряжением 48 В и кпд порядка 70-80% выпускаются многими фирмами. Так как для ИВЭП был выбран DC/DC-преобразователь фирмы Artesyn Technologies, то из соображений обеспечения хорошей совместимости комплектующих и унификации источников их поставки было принято решение об использовании AC/DC-преобразователя NLP40-7617 (рис. 3) этой же фирмы. Его кпд соответствует 75% при выходной мощности 40 Вт. Время безотказной работы этого преобразователя по данным фирмы-изготовителя составляет более 150 тысяч часов. Мы применяем NLP40-7617 с 2000 года. В течение почти трёх лет круглосуточной работы (реальная выходная мощность до 27 Вт, что соответствует коэффициенту нагрузки до 0,675) не отказал ни один из преобразователей (в эксплуатации было более 200 устройств). Это позволяет сделать вывод о том, что реальное время безотказной работы данных преобразователей значительно больше. По ЭМС NLP40-7617 соответствует классу В (стандарт EN 55022) даже без использования внешних фильтров.

### Анализ выполнения требований

1. Из анализа требований по ЭМС, предъявляемых к ИВЭП и обеспе-



Рис. 3. AC/DC-преобразователь серии NLP40

чиваемых выбранными преобразователями, вытекает необходимость установки фильтров на входе преобразователя EXB30-48S05. Предоставляемое фирмой Artesyn Technologies руководство по применению содержит рекомендуемую схему фильтра с указанными типами элементов и их номиналами, а также требования к конфигурации разводки печатной платы для установки преобразователя. По входу 220 В также потребовалось установить фильтры. Сильное влияние на величину кондуктивных помех оказывает расположение внутренних сетевых проводов, особенно относительно DC/DC-преобразователя. Работы, связанные с уменьшением излучаемых помех от ИВЭП, составили 80% всей трудоёмкости разработки.

2. ИВЭП имеет высокую надёжность, подтверждённую полученными в ходе эксплуатации данными о времени безотказной работы (более ста тысяч часов). Такую надёжность источника обеспечивают входящие в

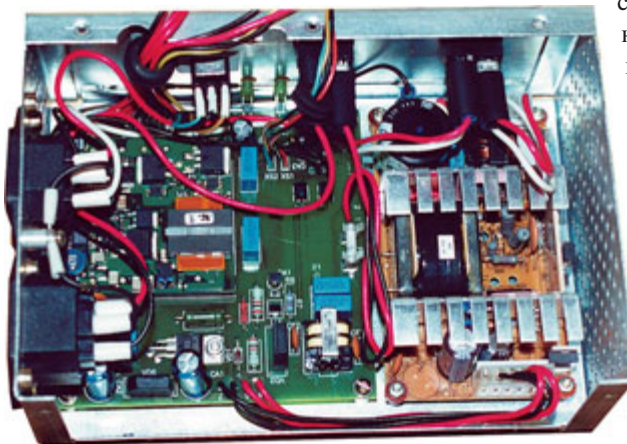


Рис. 4. Внешний вид конструкции ИВЭП с питанием от двух электросетей

его состав преобразователи, которые имеют время безотказной работы сотни тысяч часов и низкий коэффициент нагрузки, не превышающий 0,6-0,8 при требуемой мощности до 30 Вт.

3. Достаточно высокий кпд ИВЭП способствует тому, что величина перегрева не превышает  $15^{\circ}\text{C}$  даже в условиях отсутствия принудительного охлаждения источника. При наружной температуре  $45^{\circ}\text{C}$  температура внутри его корпуса будет не более  $60^{\circ}\text{C}$ .
4. Время переключения ИВЭП с основной сети электропитания на резервную (или обратно) относительно мало и составляет всего сотни микросекунд. Это достигается благодаря использованию транзисторных переключающих схем и приводит к отсутствию провалов в выходном напряжении ИВЭП при его переключениях.
5. ИВЭП имеет первый класс защиты от поражения электрическим током благодаря соответствующей изоляции AC/DC- и DC/DC-преобразователей и использованию защитного заземления через третий контакт сетевых вилок.
6. Объём корпуса ИВЭП, построенного на базе преобразователей EXB30-48S05 и NLP40-7617 фирмы Artesyn Technologies, составляет 1,5 л (внешний вид конструкции ИВЭП показан на рис. 4).

После завершения разработки ИВЭП были изготовлены опытные образцы и проведены измерения уровней помех. Результаты измерений показали соответствие источника требованиям класса В по ЭМС.

Таким образом, ИВЭП, построенный на основе описанных в данной статье принципов, полностью соответствует предъявляемым к нему требованиям, а следовательно, пригоден для широкого круга применений, связанных с обеспечением надёжного электропитания.

●  
**Авторы —**  
**сотрудники**  
**ООО НТЦ «АИР»**  
**Телефон/факс:**  
**(8443) 39-3871/**  
**39-3812**