

Д. т. н. С. В. ЛЕВИНЗОН, С. А. КЕРЦМАН

Россия, Калужский фил. МГТУ им. Н. Э. Баумана;
Украина, г. Киев, НПО «Тест»

Дата поступления в редакцию
10.05 2000 г.

Оппонент д. т. н. С. И. САХАРЧУК

ТЕНДЕНЦИИ ПОСТРОЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Совместные действия по развитию базовых стандартных модулей позволят в короткие сроки заполнить формирующийся рынок специальных ИВЭП.

При построении систем электропитания современных устройств вычислительной техники, автоматики, связи возможны два принципиально различных подхода — организация централизованных систем и распределенных. При централизованной системе единый многоканальный источник — преобразователь напряжения — обеспечивает необходимыми уровнями напряжений и токов нагрузки аппаратуры. В таких системах при питании от сети переменного тока возможно использование единого выпрямителя с фильтром, включая фильтр подавления помех радиоприему и корректор коэффициента мощности. В распределенных системах электропитания используется несколько стандартных преобразователей, например, с промежуточной шиной выпрямленного напряжения (или стабилизированного напряжения посредством централизованного дополнительного преобразователя) для питания каждой из нагрузок. Указанные выше системы имеют свои преимущества и недостатки [1].

При разработке централизованных источников вторичного электропитания (ИВЭП) необходимо предусматривать максимальные токи нагрузки по всем цепям, которые могут встречаться за весь период эксплуатации изделия; любые изменения в требованиях влекут за собой изменения в конструкции изделия. В ряде случаев для централизованного источника необходима искусственная конвекция, а наличие вентилятора отрицательно влияет на надежность источника из-за относительно высокой интенсивности отказов.

Распределенные системы рассеивают тепло в функциональной аппаратуре. В этом случае естественная конвекция, как правило, обеспечивает охлаждение системы, устраняя необходимость в использовании дополнительных средств. Кроме того, распределенные системы минимизируют паразитные связи. Появляется возможность получения лучшего качества переходных процессов, чем в случае централизованной системы электропитания. Расширение

и перестраивание системы электропитания также решается значительно проще.

Следует учесть, что архитектура электрических систем включает в себя не только расположение сетевых шин, но и управление и контроль распределения электроэнергии, диагностику отказов и регистрацию состояния отдельных параметров. Распределенные системы позволяют в большинстве случаев избежать введения дополнительных обратных связей и ряда проблем, связанных с надежностью и диагностикой. Кроме того, в распределенной системе электропитания гораздо легче локализуется неисправность, чем в централизованной системе. Возможна также организация «горячего» резервирования. То есть широкое распространение распределенных систем электропитания стимулирует дальнейшее развитие модулей и узлов источников в части повышения качества, номенклатуры и объемов производства.

В каждом конкретном случае при построении централизованной или децентрализованной системы электропитания следует учитывать как отдельные характеристики системы (массогабаритные, КПД, стоимость, надежность), так и обобщенный технико-экономический показатель [2]. При этом, например, при расчете надежности следует учитывать [1], какая система должна быть построена — отказоустойчивая или высоконадежная. Для отказоустойчивой системы характерно то, что единичный отказ не может привести к выходу ее из строя, т. е. подразумевается полное дублирование конструкции и самодиагностика. Для высоконадежных систем только наиболее редкие, маловероятные отказы могут вывести систему из строя.

Ряд авторов приводят эмпирические зависимости по определению основных параметров — составных частей обобщенного технико-экономического показателя. Например, в [3] сравнительный показатель унифицированной удельной мощности определяется зависимостью

$$W_y = \frac{S\eta}{0,25V(1-\eta)},$$

где S — поверхность модуля, дм^2 ;

η — КПД;

V — объем модуля, дм^3 .

ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА

Таблица 1

Технические характеристики источников электропитания

Серия	Вход		Выход		Количество выходов	Сервисные функции	Габаритные размеры, мм
	Напряжение, В	Частота, Гц	Напряжение, В	Мощность, Вт			
Сетевые ИВЭП средней мощности (25–200 Вт)							
NLP 25	90–264	47–440	5; 12; 24; 48; 5/±12; 5/12	20–25	1, 2, 3	Защита от ↑ и КЗ	98×46×25,4
NAL 25, NAN 25	90–264 127–375	47–440	5; 12; 24; 48; 5/12; 5/15; 5/±12; ±5/12	25	1, 2, 3	То же	127×76,2×30,5
NFS 25	90–264 120–370	47–440	5/12; 5/±12	25	2, 3	“	127×76,2×30,5
NLP40	90–264	47–440	5; 12; 15; 24; 48; 5/12; ±12; 5/±12; 5/±15	40	1, 2, 3	“	108×64×29
NAL 40, NAN 40	90–264 120–370	47–440	5; 12; 15; 24; 48; 5/12; ±12; 5,1/±12; ±5/12; 5,1/±15	40 (50)	1, 2, 3	“	127×76,2×30,5
NFS 40, NTN40	90–264 120–370	47–440	5,1; 12; 15; 24; 5,1/±12; ±5/12; 5,1/±15	40 (50)	1, 3	“	127×76,2×30,5
NFS 42	85–264 120–370	47–440	5,1/±12; 5,1/24/–12; 5,1/±15	40 (50)	3	“	160×99×38
NFS 50	85–264 120–370	47–440	5,1/±12; 5,1/±15; 5,1/±12/–5	50 (60)	3, 4	“	160×100×38
NAN 55	90–264 100–370	47–440	5; 5,2/12,1; 5,2/±12	45 (55)	1, 2, 3	“	127×76,2×30,5
NLP 65	85–264 120–370	47–63	5; 12; 15; 24; 5/12; 5/24; 5/±12; 5/±15	75, раб f 100± ±5кГц	1, 2, 3	“	127×76,2×32
NLP 65-Г	110–240 120–380	50–60	5/12; 5/24; 5/±12; 5/±15	50 (75), раб f 100± ±5кГц	2, 3	“	127×76,2×32
NFS 75	90–264 120–370	47–440	5/±12	75(110)	3	“	165×102×46
NFS 80	90–264 120–370	47–440	5/24/±12; 5/24/±15	80(110)	4	“	178×108×46
NFS 110	85–264 120–370	47–440	5,1; 12; 15; 24; 5,1/12/±5; 5,1/24/±12; 5,1/±15/–5	80 (110)	1, 4	“	165,1×76,2×32
NLP 110	90–264	47–63	5; 12; 48; 5/3,3/12	110	1, 3	“	165,1×76,2×32
NLP 150H	90–264	47–63	5; 12; 13,8; 24; 48; 5/3,3; 5/±12; 5/±15; 3,3/5/±12; 5±12/24	125(150), раб f 100± ±10 кГц	1, 2, 3, 4	“	165,1×76,2×77,7
NFS 200	90–264 130–370	47–63	5,1/±12; 5,1/±12/15,2; 5,1/±12/24; 5,1/±12,1/12	(200)	3, 4	“	127×229×64

Серия	Вход		Выход		Количество выходов	Сервисные функции	Габаритные размеры, мм
	Напряжение, В	Частота, Гц	Напряжение, В	Мощность, Вт			
Сетевые ИВЭП повышенной и большой мощности (350–1500 Вт)							
СРМ 350	90–264	47–63	3,3/5/12/12; 5/12/12/24; 5/15/15/24; 5/12/12/12; 3,3/5/12/24	(350)	4, 5	Защита от ↑ и КЗ, контроль каналов	254×127×44,5
Р600	90–264	47–63	3,3; 5; 12; 15; 24; 28; 48;	(600)	7	То же	279×127×64
DPF	90–264	47–63	5; –46,5; –48; –49; –57,8	(600) (950) (1000) (1500)	5	“	Зависит от мощности модуля
Герметизированные ИВЭП малой мощности (1–15 Вт)							
PM 500CE	207–256	47–400	5; ±12; ±15; 5/±12; 5/±15	1–10,5	1, 2, 3	Защита от 5 В и КЗ	Не приводятся
PM 300CE	207–256	47–400	5; ±12; ±15; 5/±12; 5/±5	2,5–15	1, 2, 3	То же	То же
Переносные ИВЭП средней мощности (15–40 Вт)							
SSL 20	90–264	47–440	5; 12; 24; 48; 5/12; ±5/12	20	1, 2, 3	Защита от ↑ и КЗ	107×57×25
SSL 25	90–264	47–63	5; 9,5; 12; 14; 16; 24; 48; 5/12; 5/±12; 5/±15	25	1, 2, 3	Защита от КЗ	160×85×38
SSL 40	90–264	47–440	12; 14; 15; 18; 24; 48	40	1	Защита от ↑ и КЗ	107×57×25

Там же приводятся сравнительные данные по W_y для ряда модулей российского и зарубежного производства. Некоторые из этих данных представлены в **табл. 1–2** [4–6] (в т. ч. для ИВЭП стран СНГ), где в скобках указана мощность при принудительном охлаждении; в отдельных графах приводятся дополнительные сведения: η – КПД, f – частота преобразования, P – масса; знаки ↑ и ↓ означают соответственно повышение или понижение напряжения; номиналы напряжений со знаком «±» означают наличие изолированных цепей, номиналы без знака «±» – цепи с общим отрицательным полюсом, со знаком «–» – с общим положительным полюсом.

В **табл. 3** представлен ряд низковольтных модулей ИВЭП, имеющих спрос на рынке России [5], в **табл. 4** – устройства ИВЭП Украины.

Примечания к табл. 4:

1. Входные напряжения 176–264 В; 50, 60, 400 Гц; сеть однофазная (трехфазная).

2. Условия эксплуатации: температура окружающей среды 0–55°C; охлаждение – естественная конвекция.

3. Сервисные функции: дистанционное включение/выключение; защита от перегрузок по току и КЗ; конт-

роль и защита от изменения уровня выходных напряжений.

4. Для серий E-200:

– нестабильность выходных напряжений при изменении входного напряжения на ±20% – 0,2%, тока нагрузки на 100–10% – 0,1%, тока нагрузки на 100–0% – 0,3%, температуры от 0 до 55°C – 0,02%;

– пульсации (от пика до пика) 40–50 мВ;

– удельная мощность 40–75 Вт/дм³.

5. Для серий E-210, E-220, E-400:

– суммарная нестабильность при изменении входного напряжения на ±20% и тока нагрузки от 0 до 100%: для модулей с двумя каналами – ±0,5%, с тремя и четырьмя – +5%, –2,5%;

– пульсации (от пика до пика) – 80 мВ;

– удельная мощность – 65 Вт/дм³.

В последние годы за рубежом выявлена динамика устойчивого развития источников вторичного электропитания как самостоятельных элементов поставки для различных образцов радиоэлектронной аппаратуры. Подобные процессы происходят и на рынке России и Украины для продукции коммерческого и общепромышленного назначения. Значительно хуже обстоят дела с развитием и производством ИВЭП специального назначения [7].

Таблица 2

Преобразователи постоянного напряжения (3–200 Вт)

Серия	Вход		Выход		Мощность, Вт	Количество выходов	Сервисные функции	Габаритные мм
	Напряжение, В	Частота преобразователя, кГц	Напряжение, В	Пульсации, мВ (от пика до пика)				
BXA 3	9–18; 18–36; 36–75	200–1000	3,3; 5; 12; 15; ±5; ±12; ±15	60	3	7	Защита от ↑ и КЗ	31,8×20,
BXA 10	9–18; 18–36; 36–75	400	3,3; 5; 12; 15; ±5; ±12; ±15	100	8–10, $\eta=0,85$	7	Защита от ↑ и КЗ, дистанц. вкл/выкл	50,8×25
SXA 10	25–75	400	3,3; 5	100	10, $P=14$ г	1, 2, 7	Защита от ↑ и КЗ	50×28,5 (2 кан)
LPD 10	10–36; 20–72	180–220	2,1; 3,3; 5; 12; 15; ±5; ±12; ±15; 5/±12; 5/±15	60	10, $\eta=0,8$	1, 2, 3	Защита от ↓ и КЗ	43,2×42
BXA 15	9–18; 18–36; 36–75	350	5; 12; 15; ±5; ±12; ±15; 5/±12; 5/±15	60	15	1, 2, 3	Защита от ↑ и КЗ, дистанц. вкл/выкл	76,3×61,
BXA 30	9–18; 18–36; 36–75	350	3,3; 5; 12; 15; ±12; ±15; 5/±12; 5/±15	50	30	1, 2, 3	То же	76,3×61,
BXA 40	18–36; 36–75	350	2,9; 3,3; 5; 12; 15; 5/±12; 5/±15	30	40	1, 3	“	55,9×55,
CXA 10	18–75	400	3,3; 5; 12; ±5; ±12	60	10, $\eta =0,83$	1, 2	“	50,8×25
NFC 10	9–18; 18–36; 36–72	400	5; 12; 15; ±12; ±15; 5/±12; 5/±15	100	10	1, 2, 3	Защита от ↑ и КЗ	50,8×25
NFC 15	20–72	180–220	5; 12; 15; ±12; ±15	75	15	1, 2	Защита от ↑ и КЗ, дистанц. вкл/выкл	45,7×40,
NFC 20	18–36; 36–72	180–220	5; 12; 15; ±12; ±15	75	20	1, 2	То же	50,8×40,
NFC 25	9–18; 18–36; 36–72	150	5; 5/±12; 5/±15	80	25, $\eta =0,8$	1, 3	“	76,2×76
NFC 40	18–36; 36–72	300	5; 12; 15; 5/±12; 5/±15	80	25	1, 3	Защита от ↑ и КЗ	55,9×55,
SDW 30	10–36; 20–72	100	2,1; 3,3; 5; 12; 15; ±12; ±15; 5/±12; 5/±15	60	30	1, 2, 3	Защита от КЗ	76,2×65
EXA 40	18–36; 36–75	300	1,8; 2,7; 3,3; 5	60	40, $\eta =0,91$	1	Защита от КЗ и перегрева, дистанц. вкл/выкл	55,88×55,
BXB 50	18–36; 36–75	500	3,3; 5; 12; 15	75	33–50, $\eta =0,88$	1, 2	Защита от ↓ и КЗ, дистанц. вкл/выкл	60,95×57,
BXA 75	36–75	500	3,3; 5; 12; 15	50	66–75, $\eta =0,87$	1, 2	Защита от ↑, КЗ и пере- грева дистанц. вкл/выкл	88,9×60,
BXB 100	18–36; 36–75	500	3,3 ;5; 12; 15	60	66–100, $\eta =0,88$	1, 2	Защита от ↓ и КЗ, дистанц. вкл/выкл	60,96×57,
BXA 200	38–75	500 (400 при 2 каналах)	3,3; 5; 12; 15; 24; 48	60	130–200, $\eta =0,85$	1, 2	Защита от ↑ и КЗ, дистанц. вкл/выкл	116×60,4

ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА

Введение в практику модульных принципов построения радиоэлектронных средств является основой создания достаточно полной номенклатуры ИВЭП в виде стандартных модулей (с 1–2 выходами) и заказных (с 3–5 выходами). Анализ требований радиоэлектронной аппаратуры, размещаемой на объ-

ектах наземной (стационарной и подвижной), морской, авиационной и космической техники, показывает, что в значительной части используются и требуются стандартные электронные модули питания мощностью 3–150 Вт, частотой преобразования от 200 кГц и выше и КПД 0,8–0,85. Ограничитель-

Таблица 3

Технические характеристики низковольтных модулей

Фирма-производитель	Тип модуля	Выход	КПД	Размеры, мм	W_y , Вт/дм ³
<i>P=5–7,5 Вт</i>					
Ericsson	PKF4611S1	5 В, 1 А	0,83	48×24×8	543
«Александр Электрик», Россия	MDM–7,5	5 В, 1,5 А	0,8	48×33×10	480
Nemic-Lambda	PP6-24-5	5 В, 1,2 А	0,7	47×42×8	319
AT&T	MC005A	5 В, 1 А	0,82	51×28×11,7	299
Computer Products	TM48S05/1000Z	5 В, 1 А	0,75	51×51×10,2	188
<i>P=20–30 Вт</i>					
Nemic-Lambda	PP25-24-5	5 В, 4 А	0,85	65×50×8	731
«Александр Электрик»	MDM–30	5 В, 6 А	0,8	73×53×10	525
Ericsson	PKF4211P1	5 В, 5 А	0,85	76×76×10,7	405
AT&T	CC030A7	5 В, 6 А	0,82	71×61×12,7	398
Computer Products	VXA30-12S05	5 В, 5 А	0,78	76×61×12,7	306

ный перечень России [7] на 1999 год содержит только 33 типа интегральных стабилизаторов напряжения в корпусном и бескорпусном исполнении, 3 типа схем управления импульсными ИВЭП, один интегральный источник опорного напряжения, что чрезвычайно мало.

В настоящее время разработана и принята к реализации программа совместных с производителями действий по развитию базовых стандартных модулей ИВЭП. Это позволит в короткие сроки заполнить формирующийся рынок ИВЭП специального назначения, тем самым поднимется престиж производителя и будет обеспечена разработка аппаратуры с использованием ИВЭП, находящихся на уровне лучших зарубежных аналогов.

Таблица 4

Технические характеристики средств электропитания

Серия	Модуль	Количество выходных каналов	Выходное напряжение, В	Ток нагрузки, А	Конструктив	Тип платы	Ширина модуля, мм
E-200	E-201	3	5; 12; 12	16; 2; 2	"EURO" 6U	E-2 (200×233,4 мм)	121
	E-202	3	5; 12; 12	20; 5; 5			
E-210	E-210	2	5; 5	60; 60	"EURO" 6U	E-2	120
	E-211	2	15 (12); 15 (12)	20; 20			
	E-212	2	27; 27	11; 11			
	E-214	2	40; 40	7,5; 7,5			
	E-215	2	48; 48	6,2; 6,2			
	E-216	2	60; 60	5; 5			
	E-217	3	5; 15; 15	60; 10; 10			
	E-218	4	5; 15; 15; 24	30; 10; 10; 5			
E-220	E-219	4	15; 15; 24; 24	10; 10; 6; 6	"EURO" 6U "EURO" 3U	E-2 E-4 (100×220 мм)	60 120
	E-220	1	5	40			
	E-221	1	15 (12)	15			
	E-222	1	27 (24)	8			
	E-223	1	40	5			
	E-224	1	48	4			
	E-225	1	60	3,5			
E-400	E-226	3	5; 15(12); 15(12)	30; 2; 2	"EURO" 6U "EURO" 3U	E-2 E-4	60 100
	E-401	2	5; 5	20; 1			
	E-402	2	5; 12	20; 0,5			
	E-403	3	5; 12; 12	15; 1,2; 1,2			
	E-404	4	5; 12; 12; 5	15; 1,2; 1,2; 0,2			
E-405	1	5	20				

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Лукин А.А. Распределенные системы электропитания // Электронные компоненты. — 1997. — №7(8). — С. 28—32.
 2. Левинзон С.В. К определению обобщенного технико-экономического показателя ИВЭП РЭА // Техника средств связи. Сер. Техника проводной связи. — 1990. — Вып. 5. — С. 58—66.
 3. Гончаров А. Ю. Сравнительный показатель унифицированной удельной мощности модулей ИВЭП // Тез. докл. Всеросс. науч.-техн. конф. "Устройства и системы энергетической электроники УСЭЭ-98." — М. : 1998. — С. 10—17.

4. Prosoft. Передовые технологии автоматизации. Краткий каталог продукции. 4.0. — М. : Прософт, 1999.
 5. Живая электроника России / Спецвыпуск. — М. : Электронные компоненты, 1999.
 6. Левинзон С. В., Керцман С. А. Модульные многофункциональные системы электропитания // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. — 1998. — № 1. — С. 1—5.
 7. Исаев В.М. Тенденции развития источников вторичного электропитания специального назначения // Тез. докл. Всеросс. науч.-техн. конф. "Устройства и системы энергетической электроники УСЭЭ-98." — М. : 2000. — С. 7—8.

К. т. н. Ю. Г. ЛЕГА, А. А. МЕЛЬНИК

Украина, г. Черкассы, Инженерно-технологический ин-т

По материалам доклада на МНПК «Современные информационные и электронные технологии» («СИЭТ-2000»). — 23—26 мая 2000 г., Одесса

ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ КОМПОНЕНТОВ ТРЕБУЕТ ВНИМАНИЯ

Поверхностный монтаж (ПМ) называют четвертой революцией в электронике после изобретения электронной лампы, транзистора и интегральной схемы. В США, Японии, странах Западной Европы активно создаются специализированные предприятия и организации, нацеленные исключительно на работу по новой технологии ПМ. Координацию работ по развитию ПМ осуществляют авторитетные зарубежные и международные организации. К ним относятся Специальная организация, объединяющая все английские фирмы, причастные к технологии ПМ, SMART (Великобритания), Ассоциация производителей электронных приборов EIA, Объединенный технический совет по электронным приборам JEDEC, Институт печатных плат IPC, Институт оборудования и материалов для полупроводниковой промышленности SEMI, Ассоциация производителей поверхностного монтажа (США), Ассоциация производителей электронных приборов EIAJ (Япония), Европейская ассоциация электронной промышленности EESA, Международное общество микроэлектроники ISHM, Международная электротехническая комиссия IEC (МЭК).

По оценке некоторых источников, в Японии 80—90% печатных узлов собирается методом ПМ. Методы ПМ активно внедряются в радиоэлектронную промышленность США и Западной Европы (40—50%). В этом плане интересна динамика изменения ситуации по изготовлению корпусов компонентов для монтажа в отверстия ("штырьковый" монтаж) и для поверхностного монтажа.

Качественное, быстрое и комплексное выполнение перспективных работ по развитию и внедрению технологии ПМ не под силу отдельным, даже крупным фирмам. Возникает необходимость в объединении усилий специалистов по микроэлектронике, технологов и конструкторов аппаратуры, конструкторов по проектированию и производству специализированного технологического оборудования. Этот процесс за рубежом получил название «вертикальной интеграции».

В Украине развитие этого важного научно-технического направления недостаточно и сдерживается в силу экономических сложностей. Вместе с тем освоение технологии ПМ требует внимания, в том числе и к подготовке новых и переквалификации имеющихся профессиональных кадров.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Мэнгин Ч.-Г., Макклеланд С. Технология поверхностного монтажа. — М. : Мир, 1990.
 2. Грачев А. А. Разработка и исследование технологических процессов и оборудования для поверхностного монтажа БИС, СБИС и других электронных компонентов при сборке микроэлектронной аппаратуры: Автореф. дисс. ... д-ра техн. наук. — Киев : Ин-т кибернетики им. В. И. Глушкова НАНУ. — 1994.
 3. Малиновский Н. Б. Проблемы сборки электронной аппаратуры. Поверхностный монтаж // Электронные компоненты и системы. — 1997. — № 4. — С. 22—28.
 4. Лега Ю. Г., Мельник А. А. Конструювання радіоелектронної апаратури. Поверхневий монтаж електрорадіоелементів. — Черкаси: ЧІТІ, 1999.

Годы	Доля компонентов для монтажа в отверстия	Доля компонентов для ПМ
1983	> 99%	< 1%
1984	97,5%	2,5%
1985	95,5%	4,5%
1986	88%	12%
1990	60—70%	30—40%
1997 *	35—50%	около 95%

* часть компонентов изготавливается одновременно в "штырьковом" исполнении и в исполнении для поверхностного монтажа.