

ИСТОЧНИКИ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ РЫНОК НА ПОРОГЕ XXI ВЕКА

Специалисты АО “ММП–Ирбис”, используя материалы отечественной и зарубежной печати, материалы конференций АРЕС’95, АРЕС’98, АРЕС’99, а также собственный опыт производственной и маркетинговой деятельности, обобщили результаты маркетинговых исследований различных компаний и определили тенденции развития коммерческих средств электропитания на рубеже веков. Эта информация поможет, в первую очередь, разработчикам и производителям функционального оборудования технически и экономически эффективно создавать системы вторичного электропитания своей аппаратуры.

Отражая в основном эволюцию самой функциональной радиоаппаратуры, тенденции развития источников вторичного электропитания (ИВЭП)*, тем не менее, имеют свои характерные особенности, которые можно отчетливо проследить по трем большим классам этих устройств:

- преобразователей переменного напряжения в постоянное (AC/DC);
- преобразователей постоянного напряжения в постоянное (DC/DC);
- малогабаритных DC/DC-преобразователей.

На ближайшие год-два тенденции развития ИВЭП достаточно предсказуемы и свидетельствуют, что к 2001 г. в области электропитания радиоэлектронной аппаратуры не будет каких-либо драматических изменений.

Преобразователи напряжения AC/DC

Рынок преобразователей электроэнергии демонстрирует наибольшие изменения характеристик именно в данном классе устройств. Это касается номинальной мощности, входного и выходного напряжений, а также корректора коэффициента мощности (ККМ) и буферной батареи. Как видно на рис. 1, производители оборудования связи и рабочих станций определенно ожидают снижения мощности потребления, что также заметно в отношении оборудования уп-

А.Лукин, А.Лазученков

равления производственными процессами и персональных компьютеров (ПК). Некоторые производители ПК намерены снизить потребляемую мощность до 75 Вт.

Другую тенденцию представляет очевидный рост использования AC/DC-преобразователей с универсальным входным напряжением, т.е. работающих как от сети 110 В (60 Гц), так и от сети 220 В (50 Гц) без дополнительных схем переключения. Эти преобразователи традиционно применяют в рабочих станциях и в некотором медицинском оборудовании, но опрос респондентов показывает, что они также необходимы для ПК, связанного оборудования и оборудования управления производственными процессами. Можно утверждать, что практически все производители функционального оборудования предполагают использовать ИВЭП AC/DC с универсальным входным напряжением в своих новых разработках.

Наиболее существенное изменение в требованиях к выходному напряжению связано с необходимостью в уровне 3,3 В для ПК и рабочих станций, что, без сомнения, — результат использования низковольтных микросхем, которые разработаны для настольных компьютеров, питающихся от батарей. Однако потребности в значениях выходных напряжений 5 и ± 12 В останутся значительными.

Широкое распространение получают также корректоры коэффициента мощности: опрошенные респонденты предполагают использовать ККМ в 2001г. в среднем более чем в два раза чаще по сравнению с сегодняшним днем (31% и 75%, соответственно). Степень роста применения ККМ будет особенно велика в военной/аэрокосмической аппаратуре, в связанном и офисном оборудовании, где сегодня количество импульсных AC/DC ИВЭП с ККМ очень незначительно. Так, практически при полном отсутствии ККМ в современных военных/аэрокосмических импульсных ИВЭП, в 2001 г. иметь ККМ будут около одного процента источников. В связанном оборудовании ККМ будет использован в 58% импульсных AC/DC ИВЭП, в то время как сегодня — только в 1%. ККМ потребуются и в 11% ИВЭП, используемых в офисном оборудовании. Из применяемых в производственном оборудовании ИВЭП 49% также требуют коррекции

См. также: ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 1998, №1, с.33–36, 51–58, №2, с.31–34, 49–56, №3–4, с.79–86; 1999, №1, с.38–41

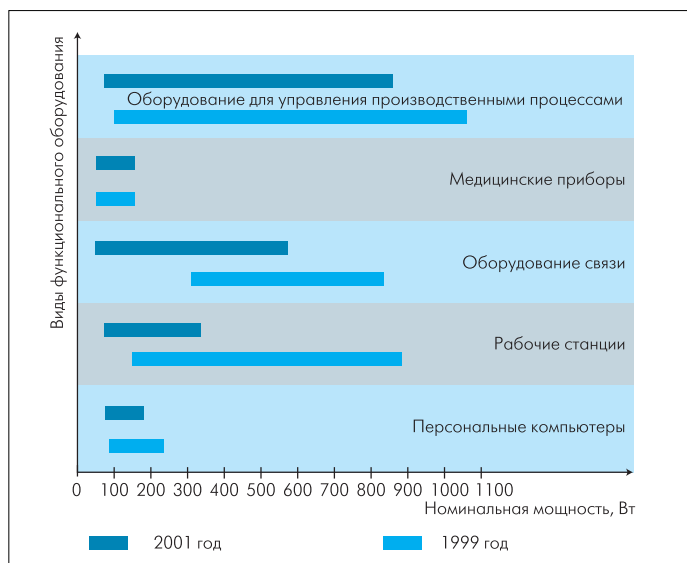


Рис. 1. Сегодняшние и прогнозируемые номинальные значения мощности преобразователей АС/DC для различных видов функционального оборудования

коэффициента мощности. Среди производителей ПК 60% предполагает применение ККМ к 2001г., что составит только 9% всех блоков питания, что в сумме – большое количество ИВЭП. Рост применения ККМ в рабочих станциях – 30 % к 2001г.

По контрасту с растущим интересом к ККМ спрос на ИВЭП, работающие в буфере с батареей, будет слабее, но вполне заметным. На потребительском рынке ожидается, по крайней мере в два раза, увеличение некоторых ИВЭП с буферной батареей к 2001г. по сравнению с объемом, используемым сегодня (16% и 31%, соответственно), что эквивалентно включению буферных батарей примерно в 6% ПК. Около 10% ИВЭП связанного и промышленного оборудования также будут иметь буферную батарею. Таким образом, для ИВЭП с буферной батареей возможен дополнительный рост объемов продаж на рынке источников электропитания.

Преобразователи DC/DC

В области развития DC/DC-преобразователей также ожидается в ближайшем будущем множество новых важных тенденций, в том числе к увеличению номинальной мощности, снижению выходного напряжения и росту применения DC/DC-преобразователей с высокой удельной мощностью в распределенных системах вторичного электропитания.

Сдвиг в направлении более высоких мощностей DC/DC-преобразователей можно наблюдать на росте использования этих устройств в мини- и стоечных компьютерах, что требует наличия ИВЭП на 200 Вт в этом сегменте рынка. Вместе с тем, для связанного и медицинского оборудования наиболее популярными будут DC/DC ИВЭП с выходной мощностью 30–50 Вт.

В отношении входных напряжений наиболее значительные сдвиги связаны с ростом использования уровня 48 В: респонденты из индустрии связи предвидят перемещение интересов от уровня 24 В к промышленному стандарту 48 В. Производители мини- и стоечных компьютеров также предполагают повышенное применение ИВЭП с таким входным напряжением.

Изменения в значениях выходных напряжений определяются потребностями в уровнях 1,8 и 3,3 В для индустрии портативных компьютеров. Однако наибольшая часть ИВЭП с выходными напряжениями 5, ±12 и ±15 В удовлетворит широчайшие запросы. Заказчики DC/DC-преобразователей проявили большой энтузиазм в при-

нятии концепции построения распределенных архитектур систем электропитания: хотя сегодня только одна треть потребительского рынка ИВЭП использует распределенные системы в своих текущих разработках, 65,6 % респондентов намерены применить их во всем новом оборудовании к 2001г. Надо сказать, что производители связанного оборудования уже сейчас широко используют распределенные системы.

По прогнозу, в распределенные системы электропитания будет включено свыше 26% всех DC/DC-преобразователей, которые предполагается будут к 2001г. Такого же прогноза придерживается и промышленный сегмент, охватывающий связь, приборостроение и производство. Производители мини- и стоечных компьютеров рассчитывают встраивать DC/DC-преобразователи в распределенные системы электропитания следующих поколений машин. Необходимо отметить, что более широкое распространение распределенных систем электропитания в различных сегментах потребительского рынка связывают со снижением цены на DC/DC-преобразователи.

К 2001 г. большинство опрошенных заказчиков ИВЭП рассчитывают использовать высокочастотные DC/DC-преобразователи с высокой удельной мощностью (рис.2) – равной или превышающей 1000 Вт/дм³ (без радиаторов) при частоте преобразования 500 кГц и выше. Приведенные на рисунке потребности заказчиков различных отраслей эквивалентны 332 млн. долл., и если принять во внимание, что в 1995 г. было куплено ИВЭП на 131 млн. долл., то данный сегмент рынка следует признать самым быстрорастущим в индустрии источников питания. Однако не следует забывать, что более высокая цена DC/DC-преобразователей с высокой удельной мощностью остается сдерживающим фактором в их распространении. Суммируя результаты опроса в различных сегментах потребительского рынка ИВЭП, можно установить наиболее важные характеристики продукции (приведены в табл.1 в порядке снижения частоты упоминания).

Таблица 1. Наиболее важные характеристики ИВЭП

АС/DC-импульсные ИВЭП	DC/DC-преобразователи
Положительные заключения агентств, производящих сертификацию ИВЭП	Надежность
Электромагнитная совместимость	КПД
Защита от перенапряжений	Цена

Данные требования потребителей в некоторой степени различны для разных сегментов рынка. Так, электромагнитная совместимость, положительные заключения агентств и надежность – наиболее важны для индустрии связи. В офисном оборудовании низкая

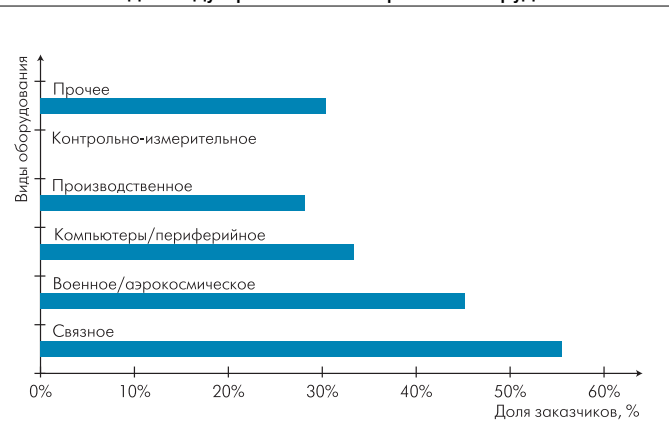


Рис.2. Прогнозируемая к 2001 г. доля заказчиков DC/DC-преобразователей с высокой удельной мощностью по различным видам оборудования

цена почти так же важна, как положительные заключения агентств и электромагнитная совместимость. Для приборостроения низкий уровень шумов представляет ключевую характеристику импульсных AC/DC ИВЭП, в то время как для производственного оборудования важнейшая черта – наличие КKM. Специфические военные требования, электромагнитная совместимость и надежность являются важнейшими характеристиками для военного и аэрокосмического сегментов рынка.

В отношении DC/DC-преобразователей наиболее важной характеристикой потребители ИВЭП назвали надежность. Следующим важным параметром назван КПД, что прежде всего связано с повсеместным уменьшением габаритов функционального оборудования, которое в результате требует КПД свыше 80–85%. Конкурентная цена – это третья важнейшая черта, необходимая заказчикам DC/DC-преобразователей: ценовой пресс во многих отраслях промышленности заставляет производителей функционального оборудования урезать стоимость составных частей, с тем чтобы удержать конкурентную цену своей продукции. Следующие по значимости характеристики – это пониженный шум, малые габариты и уменьшенные электромагнитные помехи. В ряде отраслей промышленности требования к DC/DC-преобразователям имеют другой характер – например, для офисного оборудования наиболее важны надежность, качество и низкий шум, а для приборостроения электромагнитная совместимость более значима, чем цена. Производственный сегмент больше заинтересован в расширенном диапазоне рабочих температур, КПД и защите от перенапряжения.

Возрастающие требования к ИВЭП привели потребительский рынок к определению ключевых критериев отбора поставщиков ИВЭП (приведены в табл.2 в порядке снижения частоты упоминания).

Долгосрочные перспективы развития ИВЭП

В наступившем веке основные усилия разработчиков ИВЭП будут направлены на дальнейшее снижение стоимости продукции, а научным исследованиям, если они преследуют иные цели, будет уделено меньше внимания. Вопрос ставится так: “где эта разделительная черта между технологией и стоимостью?”, иначе говоря, необходи-

мо понимать, влечет ли за собой внесение технологических новшеств рост стоимости продукции. И сегодня, и в будущем оптимальное развитие индустрии источников питания идет по пути стандартизации устройств, что при очень больших объемах производства ИВЭП позволяет использовать высокую технологию при невысоких затратах.

Новое время требует от многих разработчиков ИВЭП нового мышления: необходимо помнить, что источники питания – это нечто большее, чем сочетание мощных полупроводниковых приборов и схемотехники. Значительный прогресс в технологии средств электропитания произойдет тогда, когда конструирование будет проходить на системном уровне. Например, при разработке низковольтных регуляторов большого тока можно регулировать цену модуля питания, однако при этом все равно сохраняется проблема “токового” распределения, которая может увеличить стоимость.

Применение перспективных методов конструирования функциональной аппаратуры, таких как функциональная интеграция, оптимальная теплопередача, системная интеграция и т.п., определяет совершенствование устройств электропитания. Значительным толчком в их развитии может послужить функциональная интеграция, т.е. создание однокристалльных модулей с возможностью поверхностного монтажа.

Таблица 2. Критерии выбора поставщиков ИВЭП

AC/DC-импульсные ИВЭП	DC/DC-преобразователи
Качество/надежность	Качество/надежность
Цена	Цена
Срок доставки	Срок доставки

Совершенно очевидно, что существует также необходимость в значительном улучшении параметров некоторых компонентов ИВЭП. Самые сложные проблемы связаны с электромагнитными компонентами, а именно с улучшением терморегулирования и снижением потерь в материале сердечника. Возможно, скоро станет доступным применение высокотемпературной сверхпроводимости, что должно повлиять на параметры электромагнитных компонентов. Исследуется вопрос о нанесении феррита или другого магнитного

Таблица 3. AC/DC-преобразователи с выходной мощностью до 500 Вт

Характеристики	Сегодня	В 2001 году
Цена, долл./Вт	0,25–2,0	0,1–1,0
Уд. мощность, Вт/дм ³	65–330	200–1000
Срок доставки	6–12 месяцев	8–16 недель
Входное напряжение, В	Универсальное (110/220)	Универсальное (110/220)
Выходное напряжение, В	5–50	3,3–50
Надежность – наработка на отказ, тыс.ч	100–200	300–400
Пульсации, шум	FCC, класс B	Регулируемые требования
СХЕМОТЕХНИКА		
Управление	50–200 кГц. Корректор коэффициента мощности	400 кГц DC/DC
Другие части схем	–	На 80% из модулей. Интегральные магнетики. Интегральные силовые сборки
КОМПОНЕНТЫ		
Силовые ключи	Полевые и биполярные транзисторы	Меньшее число полевых транзисторов. Модульные сборки полевых транзисторов. Быстродействующие полевые транзисторы
Выпрямители	Диоды с малым временем восстановления обратного сопротивления	Диоды с временем восстановления в 3-10 раз меньшим
Магнетики	–	В два раза меньшие потери в сердечнике. Высокотемпературная изоляция. Нулевые потери в проводах
Конденсаторы	–	Химические двухслойные. В 10-20 раз большая удельная емкость. Электролитические /водонепроницаемые (низковольтные). Пластиковые пленочные для высокой удельной мощности
КОНСТРУКЦИЯ И СБОРКА		
Сборка	В большинстве случаев – монтаж в сквозные металлизированные отверстия. Иногда поверхностный монтаж	Комбинированная технология плат. Расширение применения поверхностного монтажа
Теплоотвод	Принудительное воздушное охлаждение	Принудительное воздушное охлаждение. Тепловые расширители
Печатные платы	Стеклотекстолит	Стеклотекстолит с металлической сердцевиной



Таблица 4. DC/DC-преобразователи с высокой удельной мощностью и выходной мощностью 50–300 Вт

Характеристики	Сегодня	В 2001 году
Цена, долл./Вт	0,25–1,0	0,15–0,5
Размеры, мм	60 × 115 × 12,5	На 50% меньше
Срок доставки	–	Есть в продаже
Входное напряжение, В	24, 48	24, 48
Выходное напряжение, В	3,3; 5; 15	1,5; 2,2; 3,3; 5; 15
Надежность – наработка на отказ, млн.ч	1–10	20
КПД, %	80	> 90
СХЕМОТЕХНИКА		
Силовая часть	Переключение при нуле напряжения	То же
Управление	400–500 кГц	1 МГц (все управление и обслуживание на одном чипе). Некоторые тенденции к отказу от гальванической развязки
КОМПОНЕНТЫ		
Силовые ключи	–	Двухкратное уменьшение $R_{\text{вкл}}$. Более низкое напряжение управления на затворе
Выпрямители	–	Синхронные выпрямители с более низким зарядом затвора. Двухкратное уменьшение $R_{\text{вкл}}$
Интеграция	–	Большая интеграция схем управления затвором для высоких частот
КОНСТРУКЦИЯ И СБОРКА		
Печатные платы	В большинстве случаев монтаж в отверстия. Расширение применения поверхностного монтажа. Изолированные металлические подложки	Преобладание прямой установки чипов и плат с металлической сердцевинной.
Теплоотвод	Естественная и принудительная конвекция	Улучшенные тепловые расширители. Естественная и принудительная конвекция
Интеграция	–	Большее применение конструкции металл/фарфор. Повышение удельной мощности. Стандартные блоки. Увеличение числа печатных компонентов. Повышенное применение модульной конструкции. Многочисленные модули

Таблица 5. Малогабаритные DC/DC-преобразователи с выходной мощностью 10–25 Вт

Характеристики	Сегодня	В 2001 году
Цена, долл./Вт	0,25–0,5	0,1–0,25
Размеры	–	Малые
Срок доставки	–	Есть в продаже
Входное напряжение, В	9–12	1,5–12
Выходное напряжение, В	3,3–12	1,2; 3,3 и т.д., следуя за технологией ИС
Надежность – наработка на отказ, млн.ч	Единицы	Единицы
КПД, %	80–85	90 при 100:1 изменении нагрузки
СХЕМОТЕХНИКА		
Силовая часть	Понижающий регулятор /линейный стабилизатор	Синхронно переключаемые конденсаторы
Управление	–	Синхронные выпрямители
Частота, МГц	–	2
КОМПОНЕНТЫ		
Силовые ключи	Полевые транзисторы логического уровня	Синхронные выпрямители. Усовершенствованные полевые транзисторы. Меньший заряд затвора. Многочисленные модули, включая логику. Меньшее $R_{\text{вкл}}$
Магнетики	–	Феррит на кремнии. Кремний на феррите
Конденсаторы	–	Усовершенствованные пластиковые
Интеграция	–	Многочисленная конструкция
КОНСТРУКЦИЯ И СБОРКА		
Печатные платы	–	Могут исчезнуть
Теплоотвод	–	Меньше проблем в связи с повышенным КПД
Сборка	–	Поверхностный монтаж для низкоомных интерфейсов
Интеграция	–	Один чип. Поверхностный монтаж

материала на кремний с целью достижения высокой степени интеграции. Тонкая пленка пермаллоя и других магнитных материалов, используемых в записывающих головках, могли бы стать областью, которую необходимо исследовать.

Потребители испытывают большую потребность в усовершенствованных высокотемпературных конденсаторах в миниатюрных корпусах: необходимы более низкое эквивалентное последовательное сопротивление и наработка на отказ свыше 20 тыс. часов при 105°C. Потенциальным решением проблемы может служить двухслойный химический конденсатор. Большие надежды возлагаются и на герметически залитый электролитический конденсатор. Для ИВЭП XXI века необходимы также усовершенствованные пластиковые конденсаторы. Многие из технологии перспективных средств вторичного элект-

ропитания существует уже сегодня либо в индустрии энергетики, либо в других подотраслях электронной индустрии. Требования по выходному напряжению будут соответствовать развитию технологии ИС. Ожидается дальнейшее совершенствование качества исходного кремния, полевых транзисторов и синхронных выпрямителей. К 2001 году может выйти на сцену карбид кремния. Вероятно значительное расширение поверхностного монтажа. С ростом КПД, который медленно будет стремиться к значениям свыше 90%, проблемы теплоотвода упростятся, но все же сохранят значимость. Возможно умеренное повышение частоты переключения.

Обобщающие результаты исследования тенденций развития устройств вторичного электропитания приведены в табл. 3–5. ○