

DC/DC-преобразователи компании SynQor для питания радиоаппаратуры

Михаил НИКИТИН
nmn@ranet.ru

В статье представлены основные технические характеристики и конструктивные особенности DC/DC-преобразователей компании SynQor для промышленной и военной радиоаппаратуры. Дополнительно затрагиваются вопросы, связанные с организацией распределенной системы электропитания для снижения массо-габаритных показателей и повышения эффективности энергопотребления.

Введение

Требования, предъявляемые к радиоаппаратуре, которыми руководствовались разработчики 90-х годов прошлого века, с недавнего времени подверглись существенному пересмотру и изменениям. Так, в наши дни уделяется особое внимание не только функциональным характеристикам, но и массогабаритным показателям и оптимизации расхода электроэнергии, что крайне существенно при работе от аккумуляторов. В свою очередь, подверглись пересмотру и подходы к проектированию систем питания для радиоаппаратуры нового поколения как гражданского, так и военного применений.

Радиоаппаратура имеет множество классификаций, которые, как правило, отражают область применения и косвенно массогабаритные параметры. Так, можно выделить аппаратуру радиосвязи сухопутного наземного, морского, авиационного и космического применений, и это далеко не полный перечень классификаторов. По требованиям устойчивости к воздействию радиации и надежности особое положение занимает радиоаппаратура космического применения. При этом

прочую радиоаппаратуру можно условно разделить на две основные группы: непереключаемая и подвижная.

Непереключаемая радиоаппаратура априори подразумевает наличие приемопередающих устройств большей мощности, в сравнении с подвижной, но к ней предъявляются менее жесткие требования по массогабаритным параметрам, при этом питание осуществляется от бытовой или промышленной сети энергоснабжения. Непереключаемую радиоаппаратуру, как правило, устанавливают внутри помещений, в отличие от подвижной, поэтому требования устойчивости к климатическим воздействиям существенно мягче. Однако в связи с повышением мобильности связи в настоящее время ключевая роль принадлежит подвижной радиоаппаратуре.

Подвижную радиоаппаратуру можно разделить на три основные категории: стационарная возимая, стационарная носимая и мобильная. Системы питания для каждой из этих категорий имеют ряд особенностей, так, для мобильной характерно использование энергии аккумуляторов, а для прочих — питание от бортовой сети (12/24/50/75/110 В постоянного тока). Наиболее распространенной является бортовая питающая сеть с номинальным напряжением 12 и 24 В постоянного тока, но стоит отметить, что для некоторых функциональных модулей радиоаппаратуры требуется напряжение 50 или 75 В [1–3].

Как было отмечено выше, в современных наземных транспортных средствах напряжение бортовой питающей сети составляет 12 и 24 В (для

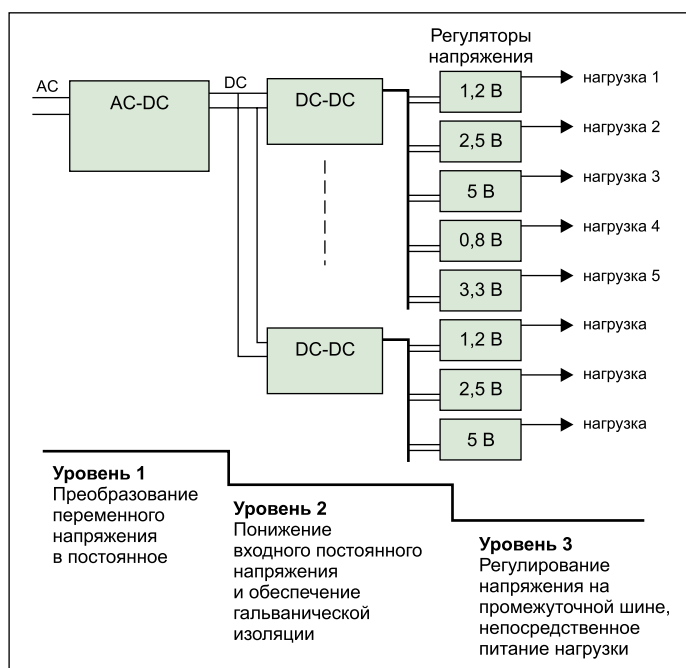


Рис. 1. Пример структурной схемы питания с архитектурой IBA

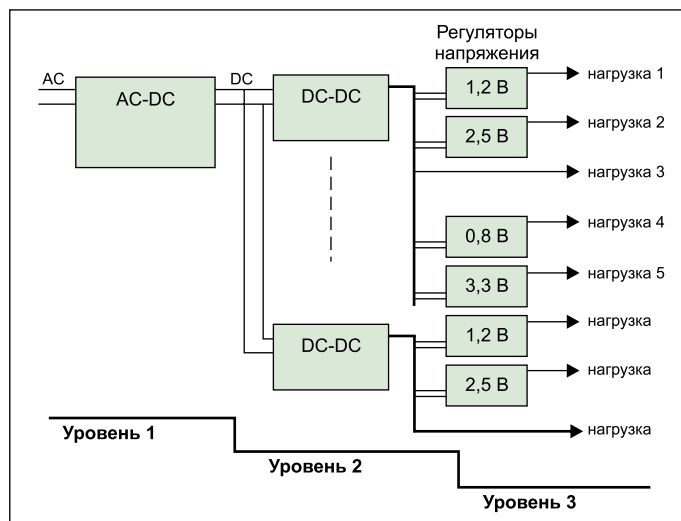


Рис. 2. Пример структурной схемы распределенной системы питания

авиации эта величина равняется 27 В [4]), однако при реальных расчетах следует учитывать не номинал бортовой сети, а диапазон его изменения при запуске и работе двигателя. Например, для авиационной бортовой сети допускаются просадки напряжения не более 1 с до 10 В и кратковременные скачки (<5 мкс) до 50 В, а для сухопутной подвижной техники изменение напряжения может варьироваться от -10 до 30% от номинала [1-4].

Вторым важным вопросом при разработке радиоэлектронной аппаратуры является выбор архитектуры питания. Разработчики могут остановить свой выбор либо на централизованной, либо на децентрализованной схемах. У каждой из них есть свои особенности, например, при требовании наличия большого числа питающих напряжений рекомендуется остановить свой выбор на децентрализованной схеме с промежуточной шиной (Intermediate Bus Architecture, IBA), что позволит существенно улучшить массогабаритные показатели, снизить потери при преобразовании энергии и стоимость конечной продукции (рис. 1) [5].

При небольшом числе необходимых номиналов питающих напряжений (2-4 ед.) и жестких требованиях по помехам разработчики чаще выбирают децентрализованную архитектуру без промежуточной шины питания, особенностью которой является использование нескольких DC/DC-преобразователей для непосредственного питания нагрузки и оконечных регуляторов напряжения (Point-Of-Load, POL). Такая архитектура (рис. 2) позволяет осуществлять питание энергоемких нагрузок непосредственно от DC/DC-преобразователя, минуя регулятор напряжения, что повышает надежность конечной продукции [5].

DC/DC-преобразователи группы InQor

Компания SynQor для промышленной и потребительской электроники с высокими требованиями по надежности серийно производит DC/DC-преобразователи группы InQor. Их особенностью является двойное преобразование напряжения (рис. 3), суть его заключается в следующем: сначала входное напряжение подается на внутренний ЕМI-фильтр, затем понижается до некоторого базисного уровня в первичном преобразователе (Step-Down) и после этого повышается или понижается до требуемого значения во вторичном преобразователе с гальванической изоляцией. Все цепи обратной связи и управления имеют оптическую изоляцию с высокой надежностью.

Группа InQor представлена 13 сериями, различающимися по величине входного напряжения. Для радиоаппаратуры наибольший интерес представляют серии IQ18, IQ24 и IQ32 (табл. 1). Стоит отметить, что все DC/DC-преобразователи выполнены

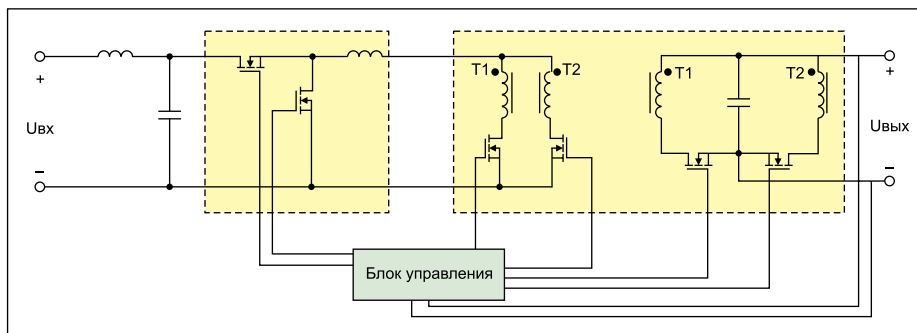


Рис. 3. Обобщенная структурная схема DC/DC-преобразователей SynQor

в стандартных герметизированных корпусах с типовым расположением контактов (в отличие от многих других производителей) и рассчитаны на эксплуатацию при температуре от -40 до +100 °С без потери мощности. Для снижения электромагнитных помех при преобразовании энергии используется фиксированная частота преобразования (для разных серий варьируется в диапазоне 240-350 кГц), в свою очередь пульсации

не превышают 1% от номинала выходного напряжения.

DC/DC-преобразователи группы InQor имеют широкие функциональные возможности, такие как:

- дистанционное включение/отключение;
- параллельное подключение к нагрузке;
- регулирование выходного напряжения в диапазоне от -20 до 10% относительно номинала;

Таблица 1. Основные технические характеристики DC/DC-преобразователей групп InQor и MiQor

Серия	Диапазон входного напряжения, В	Выходное напряжение*, В	Максимальная выходная мощность, Вт	Частота преобразования, кГц	Диапазон температур эксплуатации, °С	КПД	Примечание	Тип корпуса				
InQor преобразователи												
IQ12	9-22	1,2/1,5/1,8/2,5/3,3/5/7/12/15/24/28/30/40/48	24-180	240-350	-40...+100	92	Внешняя синхронизация; включение/выключение подачей TTL-сигнала	HB/QB/SB				
IQ24	18-36	1,2/1,5/1,8/2,5/3,3/5/7/12/15/24/28/30/40/48/50	24-500			95		HB/QB/SB				
IQ48	34-75	1,2/1,5/1,8/2,5/3,3/5/7/12/15/24/28/30/40/48/50	24-500			95		HB/QB/SB				
IQ72	42-110	1,8/3,3/5/7/12/15/24/28/30/40/48	58-250			95		HB/QB				
IQ1B	66-160	1,8/3,3/5/7/12/15/24/28/30/40/48	45-250			93		HB/QB				
IQ4H	180-425	1,8/3,3/5/7/12/15/24/28/48/72/96	54-600			450-550		90	FB/HB/QB			
IQ18	9-36	1,2/1,5/1,8/2,5/3,3/5/7/12/15/24/28/30/40/48	24-180			92		HB/QB/SB				
IQ36	18-75	1,2/1,5/1,8/2,5/3,3/5/7/12/15/24/28/30/40/48	24-220			93		HB/QB/SB				
IQ70	34-135	1,8/3,3/5/7/12/15/24/28/30/40/48	45-240			93		HB/QB				
IQ32	9-75	1,8/3,3/5/7/12/15/24/28/30/40/48	45-160			240-350		91	HB/QB			
IQ64	18-135	1,8/3,3/5/7/12/15/24/28/30/40/48	45-200	91	HB/QB							
IQ90	34-160	1,8/3,3/5/7/12/15/24/28/30/40/48	45-228	94	HB/QB							
IQ68	12-150	5/12/24/48	26-53	26-53	90	HB/QB						
Hi-Rel преобразователи												
MQFL-28	16-40	1,5/1,8/2,5/3,3/5/6/7,5/9/12/15/28/±5/±12/±15	60-120	500-600	-55...+125	0,91	Внешняя синхронизация; выравнивание токовой нагрузки; включение/выключение подачей TTL-сигнала	FL/ME				
MQFL-28E	16-70		60-120			0,9		FL/ME				
MQFL-28V	16-40		60-102			0,9		FL/ME				
MQFL-28VE	16-70		60-100			0,9		FL/ME				
MQFL-270	155-400		60-120			0,88		FL/ME				
MQFL-270L	65-350		60-75			0,86		FL/ME				
MQHL-28	16-40		30-50			0,91		HL/HE				
MQHL-28E	16-70		30-50			0,9		HL/HE				
MQHR-28	16-40		15-25			0,91		HR/HE				
MQHR-28E	16-70		15-25			0,9		HR/HE				
MQBL-28	16-40		12-20			0,91		BL				
MQBL-28E	16-70		12-20			0,9		BL				
MiQ-COTS преобразователи												
MCOTS-28	16-40		1,2/1,5/1,8/2,5/3,3/5/7/7,5/12/15/24/28/40/48/50			30-510		470-490	-55...+100	0,95	Включение/выключение подачей TTL-сигнала	HB/QB/SB
MCOTS-28E	16-70		1,8/3,3/5/7/7,5/12/15/24/28/40/48/50			108-400		-		0,95		HB/QB
MCOTS-28V	9-40		1,8/3,3/5/7/7,5/12/15/24/28/30/40/48/50			63-252		260-290		0,95		HB/QB
MCOTS-28VE	9-70	1,8/3,3/5/7/7,5/12/15/24/28/30/40/48/50	83-252	240-280	0,95	HB/QB						
MCOTS-48	34-75	1,2/1,5/1,8/2,5/3,3/5/7/7,5/12/15/24/28/40/48/50	30-600	250	0,95	HB/QB/SB						
MCOTS-270	155-425	1,8/2,5/3,3/5/12/15/24/28/48	54-600	485-615	0,89	FB/HB/QB						

Примечание: * Значение выходного напряжения выбирается из ряда.



Рис. 4. Корпусирование по технологии QorSeal

- внешняя синхронизация;
- дополнительный канал выходного напряжения для системы управления;
- контроль выходного напряжения на нагрузке с корректировкой потерь на проводах.

DC/DC-преобразователи группы MilQor

Для радиоаппаратуры транспорта и наземной военной техники компания SynQor предлагает использовать DC/DC-преобразователи подгруппы Mil-COTS группы MilQor. Mil-COTS представлена восемью сериями, по аналогии с InQor. Для применения в радиоаппаратуре наиболее интересны серии MCOTS-28E и MCOTS-28VE (табл. 1). DC/DC-преобразователи Mil-COTS являются очень схожими с InQor: используют схему с двойным преобразованием напряжения, содержат оптическую изоляцию цепей обратной связи и управления, идентичные функциональные возможности, электрические параметры и конструктивные особенности. Но имеют и ряд отличий, в первую очередь диапазон рабочей температуры от -55 до $+100$ °C, и соответствуют Mil-STD-883F в части стойкости к климатическим воздействиям [7].

Группа MilQor представлена также изделиями подгруппы Hi-Rel, предназначенными для применения в авиации. Особенностью таких изделий является расширенный диапазон температур эксплуатации от -55 до $+125$ °C, повышенная устойчивость к вибрациям, перепадам давления и температуры, а также соответствие требованиям американских стандартов, аналогичных ГОСТ 19705-89.

Конструктивно DC/DC-преобразователи Hi-Rel существенно отличаются от рассмотренных выше и имеют больше сходства с гибридными преобразователями, но изготовлены по инновационной технологии корпусирования QorSeal.

Основу конструкции полноразмерного Hi-Rel преобразователя, выполненного

по технологии QorSeal, составляет цельнометаллический корпус из алюминия с защитным никелевым покрытием, обеспечивающим защиту от атмосферных воздействий, слабых органических кислот, растворов солей и щелочей (рис. 4). Для еще большего защитного эффекта на никелевое покрытие гальванически наносится тонкий слой золота. Соответственно, внешне Mil-COTS и Hi-Rel DC/DC-преобразователи также имеют существенные различия (рис. 5) [8].

На рис. 4 показано, что печатная плата Hi-Rel преобразователя (ПП) не имеет непосредственного контакта с цельнометаллическим корпусом, поскольку ее крепление осуществляется за счет боковых П-образных планок, выполненных из полимерного материала. После размещения ПП в корпусе сборка фиксируется четырьмя шпильками. Стоит отметить, что боковые П-образные планки также обеспечивают фиксацию выводных электрических контактов и выполняют функцию боковых стенок Hi-Rel преобразователя.

Технология QorSeal предусматривает процедуру герметизации Hi-Rel преобразователей, которая производится путем заполнения теплопроводным компаундом внутренней полости. Компаунд подается под небольшим давлением через технологическое отверстие в корпусе, обеспечивая герметизацию и отвод тепла от компонентов. После затвердевания вытекший компаунд удаляется, а поверхность Hi-Rel преобразователя полируется с последующим нанесением на нее маркировки [8].

Особо стоит упомянуть о самой печатной плате. Специалисты SynQor отказались от электролитических и танталовых конденсаторов в Hi-Rel преобразователях, а силовые полупроводниковые компоненты использовали исключительно в компактных корпусах. С одной стороны, это позволило добиться устойчивой работы в широком диапазоне температур эксплуатации, а с другой — обеспечило снижение габаритов.

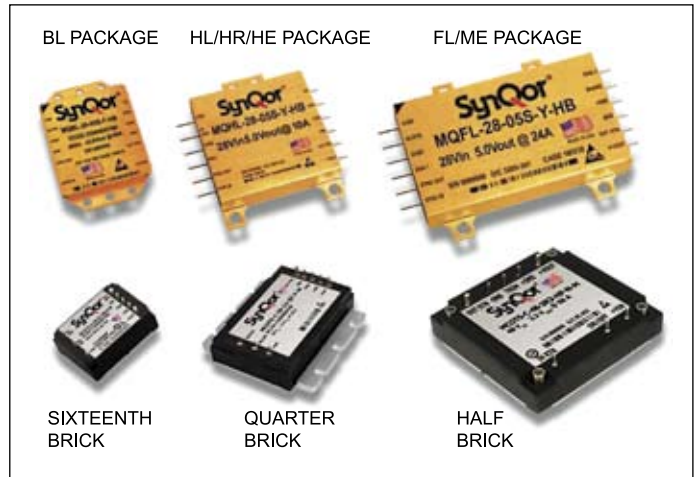


Рис. 5. Конструкция DC/DC-преобразователей MilQor

Таблица 2. Размеры корпусов DC/DC-преобразователей SynQor

Обозначение	Размер, дюймы
Full Brick (FB)	2,48×4,69
Half Brick (HB)	2,3×2,4
Quarter Brick (QB)	1,45×2,3
Eighth Brick (EB)	0,9×2,3
Sixteenth Brick (SB)	1,04×1,44
Full Size X/Y Case (FL/ME)	3×1,5/2,5×2
Half Size X/Y Case (HL/HR/HE)	1,88×1,5/1,38×2

Однако использование силовых полупроводниковых компонентов в компактных корпусах обозначило проблему локального перегрева, а применение исключительно керамических конденсаторов привело к значительному увеличению числа компонентов (табл. 2). Все это подтолкнуло к использованию многослойной ПП, которая позволила увеличить плотность монтажа электронных компонентов, а с помощью дополнительных металлизированных слоев решить проблему локального перегрева за счет перераспределения тепловой энергии, при этом собственно съем тепла производится за счет теплопроводного компаунда [7].

Заключение

При проектировании радиоэлектронной аппаратуры инженерам приходится решать множество технических задач, в числе которых обеспечение электромагнитной совместимости, построение архитектуры питания с учетом таких факторов, как область применения, рабочее напряжение, характер нагрузки, количество номиналов выходного напряжения, требования к изоляции выходных и сигнальных цепей и пр., а также снижение массогабаритных показателей. Существенно упростить решение поставленных задач может применение DC/DC-преобразователей и ЕМІ-фильтров питания компании SynQor, которые выпускаются для промышленных приложений, транспорта, военной и авиационной техники. ■

Литература

1. ГОСТ 16019-2001. Аппаратура подвижной сухопутной радиосвязи.
2. ГОСТ 22579-86. Радиостанции с однополюсной модуляцией сухопутной подвижной службы.
3. ГОСТ 12252-86. Радиостанции с угловой модуляцией сухопутной подвижной службы.
4. ГОСТ 197705-89. Системы электроснабжения вертолетов и самолетов.
5. Тузов А., Никитин М. Системы питания с ИВА или без? // Силовая электроника. 2010. № 5.
6. Тузов А., Никитин М. Высокоэффективные DC/DC-преобразователи компании SynQor // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2010. № 6.
7. Никитин М. Высоконадежные DC/DC-преобразователи для применения в военной и транспортной технике // Компоненты и технологии. 2011. № 1.
8. Техническая документация по продукции SynQor — www.synqor.com