

Фильтрующие разъемы Spectrum Control для электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры

Юрий ПАНЮХИН
panuhin@ranet.ru

Борьба с электромагнитными помехами — одна из важных составляющих успеха при проектировании и разработке радиоэлектронной аппаратуры. Однако периодически мы сталкиваемся с ситуациями, когда в ходе этого процесса работа в части электромагнитной совместимости проведена некачественно, что в дальнейшем превращается в серьезную проблему.

Вектор развития радиоэлектронной аппаратуры в целом выбран уже давно и направлен в сторону создания более сложных технических средств и миниатюризации не только электронных компонентов, но и изделий, где эти компоненты применяются. Как следствие, возрастает плотность компоновки и взаимное влияние компонентов, в результате неизбежно возникновение помех, от которых необходимо защитить аппаратуру.

ЭМП распространяются как по проводящим конструкциям и «земле» (кондуктивные помехи), так и через окружающее пространство (индуктивные помехи). Кондуктивные помехи можно разделить на две составляющие: синфазные и дифференциальные. Синфазные помехи можно описать как помехи между проводом и «землей», дифференциальные — как помехи между двумя проводами, ток в которых течет в противоположных направлениях.

С кондуктивными помехами ведут успешную борьбу фильтрующие компоненты API Technologies, в частности, одно из подразделений компании — Spectrum Control. В линейке продукции Spectrum Control представлены следующие компоненты:

- Конденсаторы для сборки фильтров (трубчатые, дискоидальные, планарные решетки) — основной продукт для создания фильтрующих компонентов (рис. 1–3).
- Чип-фильтры для поверхностного монтажа. Их применение актуально в случае реализации фильтрации непосредственно на плате. Преимущество данных компонентов перед керамическими чип-конденсаторами — наличие центральной «земляной» обкладки чип-фильтра, что дает более высокие значения вносимого затухания. Следует понимать, что добиться максимального эффекта можно только при экранировании радиоэлектронной аппаратуры (рис. 4).

- Резьбовые фильтры и фильтры под пайку (герметизированные компаундом и металлостеклянным спаем), фильтры под запрессовку. Это серии фильтров, требующие отдельной статьи, поскольку существует много нюансов в части их характеристик и применения. Наиболее эффективными являются фильтры Pi-типа, герметизированные металлостеклянным спаем. Они имеют лучшие показатели вносимого затухания во всем диапазоне подавления, а также наиболее стойки к агрессивным средам. На рис. 5 показаны резьбовые фильтры для применения в цепях высокого напряжения и тока, на рис. 6 — резьбовые фильтры, герметизированные компаундом, на рис. 7 — миниатюрные фильтры под пайку, герметизированные металлостеклянным спаем, на рис. 8 — резьбовые фильтры, герметизированные металлостеклянным спаем.



Рис. 1. Трубчатый конденсатор



Рис. 2. Дискоидальный конденсатор



Рис. 3. Конденсаторы, выполненные в виде планарных решеток



Рис. 4. Чип-фильтры для поверхностного монтажа



Рис. 5. Резьбовые силовоточные фильтры

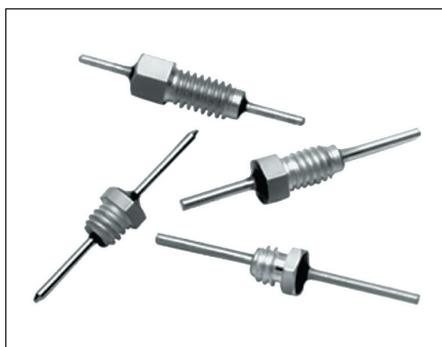


Рис. 6. Резьбовые фильтры, герметизированные компаундом

• Блоки фильтров (рис. 9) нашли широкое применение, устанавливаются в перегородки радиоэлектронной аппаратуры для эффективного устранения электромагнитной помехи и фильтрации помех при передаче сигналов между внутренними отсеками радиоэлектронной аппаратуры. Одно из важных применений

блоков фильтров — медицина. Компания Spectrum Control была выбрана для разработки и поставки фильтров, которые будут применяться в имплантируемых кардиовертерах-дефибрилляторах, устройствах, спасающих бесчисленное количество жизней. Применение блоков фильтров в связке с планарными и дисковыми кон-

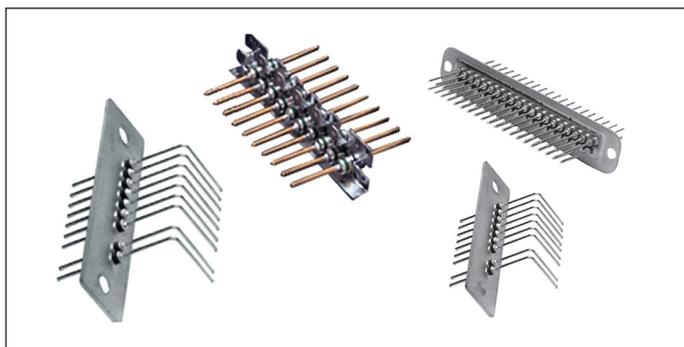


Рис. 9. Блоки фильтров



Рис. 11. Фильтрующий разъем D-SUB



Рис. 7. Миниатюрные фильтры, герметизированные металlostеклянным спаем

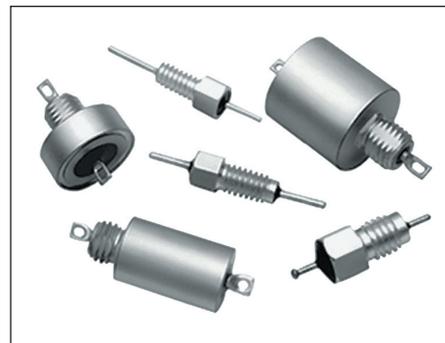


Рис. 8. Резьбовые фильтры, герметизированные металlostеклянным спаем

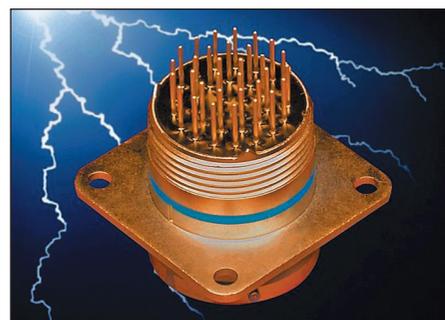


Рис. 10. Цилиндрический фильтрующий разъем

денсаторами защищает устройства от электромагнитных помех внешних источников, таких как смартфоны, и обеспечивает безупречную работу в любое время, даже при наличии сильных электромагнитных помех.

- Сетевые фильтры обеспечивает ослабление помех для импульсов высокого напряжения в одно- и трехфазной электрических сетях.
- Фильтрующие разъемы (цилиндрические и D-SUB) представлены на рис. 10, 11.

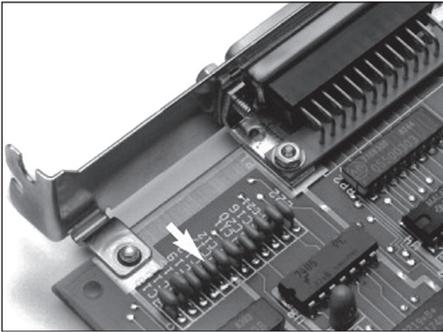


Рис. 12. Реализация фильтрации на плате

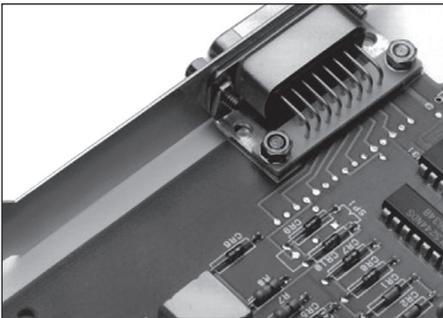


Рис. 13. Реализация фильтрации с помощью фильтрующего разъема D-SUB



Рис. 14. Высокоэффективные фильтрующие разъемы D-SUB, серия 700



Рис. 15. Цилиндрический фильтрующий разъем: а) в разборе; б) в сборе

api
technologies corp.
Spectrum Control

15 Серия 700,
со штырьевым
контактным
разъемом
КОНТАКТОМ



Крепление для печатной платы

Номер для заказа	Характеристики фильтра разъема	
	Буквенное обозначение фильтра	Электрическая емкость и тип схемы
56-711-001	A	310 пФ Pi
56-711-002	B	1000 пФ C
56-711-003	C	1000 пФ Pi
56-711-004	D	5000 пФ C
56-711-005	E	4000 пФ Pi
56-711-028	F	830 пФ C
56-711-029	J	100 пФ Pi
56-711-030	K	2500 пФ Pi
56-711-048	N	375 пФ C
56-711-088	L	500 пФ C

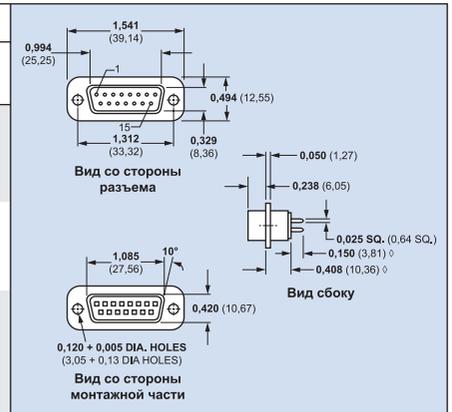


Рис. 16. Пример номера для заказа фильтрующего разъема D-SUB и его габаритные размеры

В данной статье особое внимание будет уделено фильтрующим разъемам, ведь их применение имеет ряд преимуществ перед другими решениями по защите от электромагнитных помех:

- В значительной степени или полностью препятствуют прохождению помехи в радиоэлектронную аппаратуру.
- Сокращают процесс сборки и контрольных операций радиоэлектронной аппаратуры.
- Уменьшают пространство и вес радиоэлектронной аппаратуры (значительно сокращается количество компонентов на плате, которые устанавливаются после стандартных, не фильтрующих разъемов, для защиты от электромагнитных помех). На рис. 12 показана ситуация, когда применены стандартный разъем D-SUB и фильтрация на плате. На рис. 13 — ситуация, где применен фильтрующий разъем D-SUB.

- Низкое переходное сопротивление (полноценное основание и металлический корпус обеспечивают превосходное переходное сопротивление, что дает качественные результаты на высоких частотах).
- Гибкость и взаимозаменяемость (в том случае, если установлены стандартные, не фильтрующие разъемы, их легко заменить фильтрующими). Spectrum Control располагает широким спектром фильтрующих разъемов D-SUB. Наиболее востребованными являются фильтрующие разъемы D-SUB серии 700, которую сам производитель характеризует как High Performance (высокоэффективная), — рис. 14.

Конструктивно фильтрующие разъемы D-SUB представляют собой стандартный D-SUB-разъем (количество контактов — 9, 15, 25, 37, 50), имеющий металлический кор-

пус. Внутри металлического корпуса располагаются фильтры Pi- и C-типа.

Фильтрующие цилиндрические соединители — еще один вариант передачи сигнала через разъем с фильтром. Все преимущества, которые были перечислены для разъемов D-SUB, актуальны и для цилиндрических разъемов (рис. 15).

В основном фильтрующие разъемы D-SUB и цилиндрические разъемы используются для установки на корпус радиоэлектронной аппаратуры, для коммутации и фильтрации информационных линий. Реже данные разъемы устанавливают в перегородки внутри радиоэлектронной аппаратуры.

Фильтрующие соединители эффективно подавляют помехи на частотах до 18 ГГц в телекоммуникационном и авиационном оборудовании, средствах связи, системах распределения мощности, источниках питания.



Рис. 17. Экранирующие прокладки для разъемов D-SUB

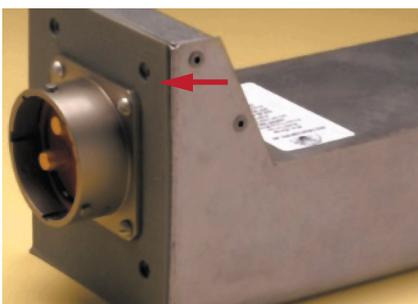


Рис. 18. Примеры установки экранирующих прокладок

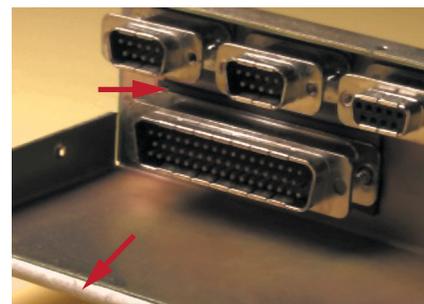


Таблица. Электрические характеристики и вносимое затухание фильтров для фильтрующих разъемов D-SUB

Буквенное обозначение фильтра	Схема фильтра	Электрическая емкость		Частота среза на уровне 3 дБ, МГц	Диэлектрическое напряжение, В	Рабочее постоянное напряжение в интервале температур -55...+125 °С, В	Минимальное вносимое затухание, дБ, на частотах							
		номинал, пФ	допуск, %				5 МГц	10 МГц	20 МГц	50 МГц	100 МГц	200 МГц	500 МГц	1 ГГц
J	Pi	100	+100/0	32	300	100	—	—	—	2	5	8	16	33
A		310	±20	17	300	100	—	—	2	6	10	17	33	50
C		1000	+150/0	3,2	300	100	—	3	8	17	27	39	58	70
K		2500	+100/0	1,3	150	50	6	10	15	30	42	55	70	70
E		4000	+100/0	0,8	150	50	8	13	20	37	50	64	70	70
N	C	375	±20	14	600	200	—	—	2	7	12	18	26	32
L		500	±20	10,6	600	200	—	—	3	9	14	20	28	34
F		830	±20	6,4	600	200	—	3	7	13	18	24	32	38
B		1000	+100/0	3,2	600	200	—	4	9	16	22	28	36	42
D		5000	+100/0	0,64	300	100	10	16	22	30	35	35	50	56

Существуют следующие основные шаги для правильного выбора фильтрующего разъема D-SUB:

- Выбор фильтрующего компонента (таблица):
 - оцените показания минимального вносимого затухания фильтра на частотах 5 МГц – 1 ГГц;
 - оцените частоту среза фильтра, чтобы не повлиять на полезный сигнал;
 - оцените, насколько актуален тип схемы, Pi- и C-тип;
 - запишите буквенный код фильтра.
- Выбор разъема (рис. 16):
 - выберите количество контактов — 9, 15, 25, 37, 50 (в примере выбран 15-контактный разъем);
 - выберите тип вывода разъема (вилка или розетка с одной стороны, хвостовик, прямой или формованный штырь с другой стороны);
 - выберите номер для заказа разъема. Для этого используйте буквенный код, который был записан на этапе выбора фильтрующего компонента.
- Выбор дополнительных опций:
 - отверстия с резьбой UNC 4-40;
 - отверстия с метрической резьбой M3;
 - покрытие золотом и др.
 Для того чтобы исключить прохождение индуктивной помехи, в месте стыка разъема D-SUB и корпуса радиоэлектронной аппара-

туры используют экранирующие прокладки. Данные прокладки также используют в местах стыка корпуса и крышки радиоэлектронной аппаратуры (рис. 17, 18).

У компании Spectrum Control отсутствует каталог для цилиндрических фильтрующих разъемов, поскольку каждое решение индивидуально и изготавливается под нужды потребителя.

Основные характеристики:

- Тип схемы: C/Pi/LC.
 - Количество контактов: 3–128.
 - Емкость: 250 пФ – 1 мкФ.
 - Рабочее напряжение: до 200 В.
 - Номинальный ток: 3 А.
 - Вносимое затухание: не менее 70 дБ на частоте 1 ГГц.
 - Частота среза согласовывается с потребителем.
- Данные решения высокоэффективны в борьбе с электромагнитными помехами. Отечественные производители также представлены на рынке фильтрующих компонентов. Однако их продукция имеет ряд существенных недостатков по сравнению с разъемами Spectrum Control, например:

- низкое вносимое затухание на высоких частотах, не позволяющее полноценно соответствовать нормам по электромагнитной совместимости;
- большие габаритные размеры;

- достаточно скудный ряд электрической емкости, что снижает возможность применения фильтрующих разъемов в ряде радиоэлектронной аппаратуры.

Сегодня отрасли телекоммуникации, авиации и космоса по-прежнему нуждаются в решениях, реализованных в виде фильтрующих разъемов и соединителей. При этом отечественных производителей данных решений можно пересчитать по пальцам одной руки. Это связано с достаточно сложным циклом изготовления фильтрующих разъемов. Первая трудность — практически полное отсутствие производителей керамических конденсаторов — сердца фильтрующих разъемов. Вторая трудность — отсутствие стандартного решения для реализации нового проекта. Это связано с тем, что каждый вид оборудования рассчитан на разный спектр частот, количество линий передачи информации, типы используемых разъемов для коммутации. В связи с этим возрастают сроки изготовления фильтрующих разъемов, и практически все запросы на изготовление новых фильтрующих разъемов начинаются с процесса разработки новых решений под требования клиента. ■

Литература

1. www.apitech.com
2. www.radiant.su