

№4 (116), 2013 г.

**Информационно-технический
журнал**

Учредитель – ООО «КОМПЭЛ»

Издается с 2005 г.

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-43993**Редактор:**Геннадий Каневский
*vesti@compel.ru***Выпускающий редактор:**

Снежана Холодова

Редакционная коллегия:Андрей Агеноров
Евгений Звонарев
Сергей Кривандин
Александр Маргелов
Николай Паничкин
Борис Рудяк**Дизайн, графика, верстка:**Елена Георгадзе
Екатерина Беляева
Евгений Торочков**Распространение:**

Снежана Холодова

Электронная подписка:www.compeljournal.ru**Отпечатано:**«Гран При»
г. Рыбинск

Распространяется бесплатно

Тираж – 1500 экз.

© «Новости электроники»

Подписано в печать:

31 мая 2013 г.

СОДЕРЖАНИЕ

■ ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

● Чип- и патч- спешат на помощь: ВЧ-компоненты Yageo для беспроводных систем <i>Андрей Никитин</i>	4
● Служба подавления помех: решения компании Sumida <i>Павел Трибунский</i>	13
● Оптоволоконная передача данных от TE Connectivity – соединители стандартов SFP и XFP <i>Михаил Гонин</i>	19
● Паж, несущий шлейф: FPC/FCC-разъемы Omron для шлейфов и гибких печатных плат <i>Александр Калачев</i>	23
● Реле постоянного тока G9E от Omron – дугогасящая конструкция для расцепления силовых цепей <i>Вячеслав Гавриков</i>	27
● Герконовые реле Standex-Meder – преимущества «герметичной» коммутации <i>Андрей Булычев</i>	33
● ПЭТФ, полипропилен, полистирол – пленочные конденсаторы широкого применения от JB Capacitors <i>Вячеслав Гавриков</i>	39

OMRON
Sensing tomorrow™ **sumida** **VISHAY** **TE**
connectivity**YAGEO** **Standex
MEDER**
ELECTRONICS **jb® Capacitors Company****Hitachi AIC** **GEYER** **SAMWHA CAPACITORS GROUP****В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:****НОВЫЕ ПОКОЛЕНИЯ СИЛОВЫХ КОМПОНЕНТОВ IR**

- Силовые модули IR для 3-фазных двигателей
- Переход с MOSFET на IGBT: особенности
- Решения IR для аудио

Если вы хотите предложить интересную тему для статьи в следующий номер журнала – пишите на адрес vesti@compel.ru с пометкой «Тема в номер» или в рубрику «Я – автор» раздела «Разработчикам» сайта www.compel.ru.

ОТ РЕДАКТОРА



Уважаемые читатели!

Как говорится, «то, о чем мы так долго говорили, наконец, свершилось!» — перед вами первый из номеров журнала «Новости электроники», посвященный пассивным и электромеханическим компонентам. Среди поставщиков этот сектор рынка чаще всего обозначается англоязычной аббревиатурой PEMCO (Passive & ElectroMechanical & COnnectors).

Почему это так важно? Да хотя бы потому, что в своей совокупности «пассивка» и электромеханика, если верить маркетинговым исследованиям таких специалистов, как IMS и Reeds, составляют до трети рынка электроники как таковой. Это — «быстрый» и весьма конкурентный сегмент рынка: если ядро инженерного проекта в области электроники составляют высокоинтегрированные полупроводники, и решение по ним принимается на самом первом этапе, то решение о закупке PEMCO принимается зачастую уже в самом разгаре работы над проектом, порой — в «пожарном» порядке. При этом предложений много, особенно —

по пассивному сегменту, где львиную долю составляют стандартные компоненты типовых номиналов, поставляемые огромным количеством производителей по невысокой цене и в больших объемах.

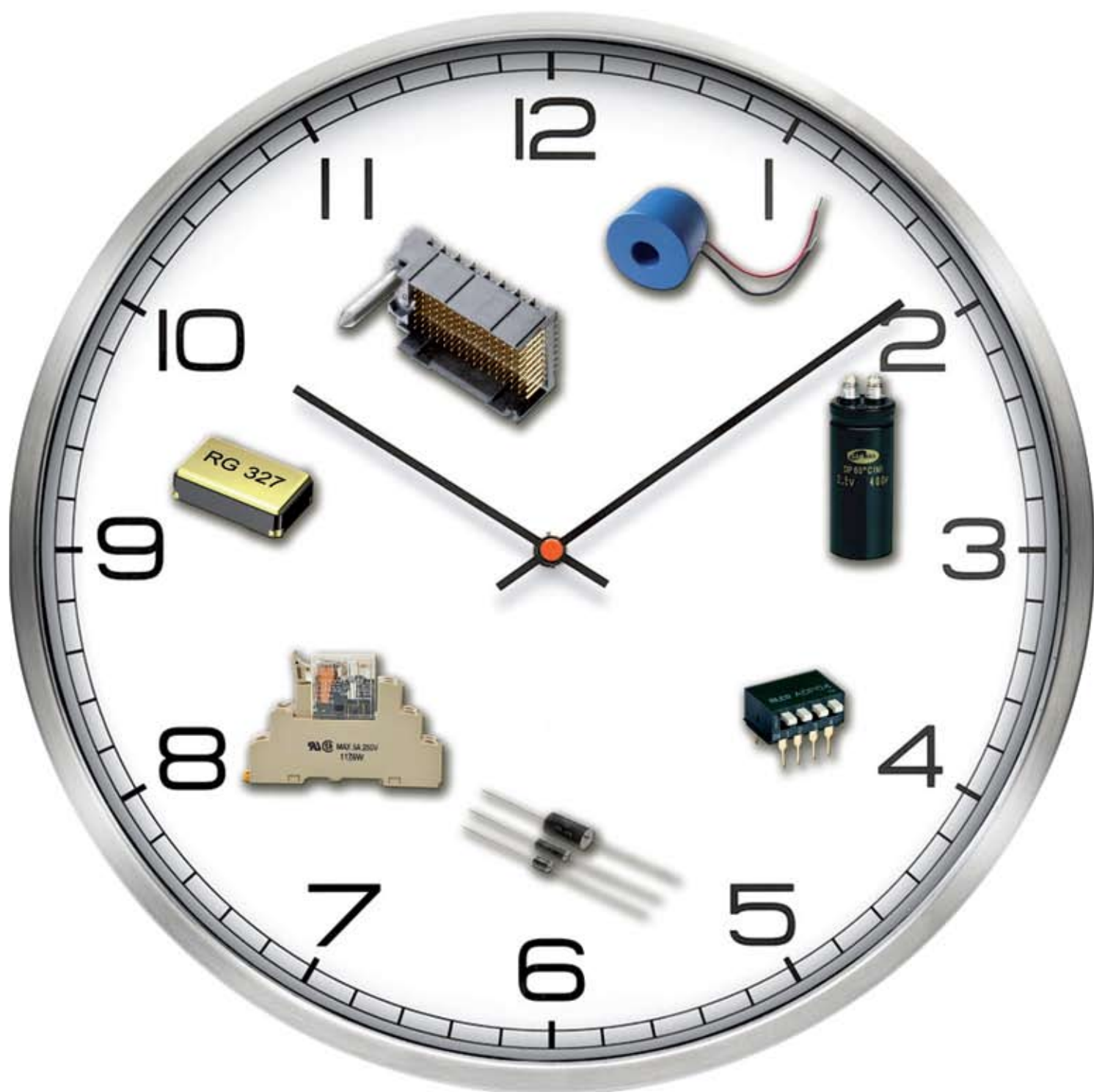
Почему для компании КОМПЭЛ так важно продавать изделия из этого сегмента? Во-первых, это надежный бизнес, поскольку ни один разработчик не минует тему «пассивки» и электромеханики. Во-вторых, не отказываясь от поставок стандартных изделий, КОМПЭЛ и в этом секторе имеет возможность проявить себя, как не просто торговая, а инженерная компания, предлагая наряду со «стандартной» продвинутой «штучной» решения крупных и достойных производителей, основанные на передовых технологиях, зачастую разработанных самими этими производителями. Такие изделия интересно продавать, наполнять ими инженерные проекты, писать о них. Например, в этом номере мы постарались написать о «штучных» высокотехнологичных изделиях — чип-и патч-антеннах **Yageo** для различных частотных диапазонов

(в том числе — для применения в модулях GLONASS); разъемах **TE** для SFP-трансиверов оптоволоконной связи; специальных реле постоянного тока **G9E** от **Omron** для гашения электрической дуги при размыкании силовых цепей; фильтрах **Sumida** с дополнительным магнитопроводом для борьбы с синфазной и дифференциальной помехами. Но ряд статей посвящен и «стандартке» — надежной, которую мы можем с чистым сердцем рекомендовать к применению: разъемам **Omron** для шлейфовых кабелей; пленочным конденсаторам **JB Capacitors** и герконовым реле **Standex-Meder**.

Так что думать о «пассивке» и электромеханике лучше, конечно, не на стадии завершения проекта. Но даже в этом случае КОМПЭЛ всегда готов помочь вам, поставив со склада продукцию этой группы.

С уважением,
Геннадий Каневский

С утра до вечера КОМПЭЛ поставяет пассивные и электромеханические компоненты



КОНДЕНСАТОРЫ:

РЕЗИСТОРЫ:

ИНДУКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ:

ЧАСТОТНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ:

КОМПОНЕНТЫ ЗАЩИТЫ ЦЕПЕЙ:

РЕЛЕ:

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ:

СОЕДИНИТЕЛИ:

Hitachi-Aic, Samwha, Vishay, Yageo, JB Capacitors

Yageo, Vishay, TE Connectivity

Sumida, NCR, Vishay, Yageo

Geyer, Freqtech, Tai-Shing

Vishay, TE Connectivity

Bestar, NCR, Omron, Tai-Shing, TE Connectivity, Standex-Meder

TE Connectivity, Omron

TE Connectivity, Omron

Андрей Никитин (г. Минск).

ЧИП- И ПАТЧ- СПЕШАТ НА ПОМОЩЬ: ВЧ-КОМПОНЕНТЫ YAGEO ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ



Среди антенн, предлагаемых компанией Yageo – GPS-антенны в исполнении «чип» и «патч», совмещенные GPS/GLONASS-антенны, а также антенны для частотного диапазона 2,4 ГГц, применяемые в беспроводных технологиях Bluetooth, ZigBee, WiFi. Некоторое внимание в статье уделено и антеннам для сотовой телефонной связи и других приложений.



Тайваньская компания **Yageo Corporation** известна главным образом как разработчик и изготовитель пассивных электронных компонентов: резисторов, электролитических и керамических конденсаторов, дросселей. Значительное внимание уделяется элементам для поверхностного монтажа. Однако, тот факт, что Yageo является производителем практически всего спектра высокочастотных компонентов (и, главным образом, антенн) в исполнении «чип», часто остается в тени.

Прежде чем начать рассмотрение конкретных классов антенн, входящих в номенклатуру Yageo, кратко рассмотрим основные характеристики и параметры антенн самого различного назначения.

Характеристики и параметры антенн Частотные параметры и характеристики

Частотный диапазон (Frequency range) – диапазон частот, в пределах которого амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) антенны достаточно равномерна для того, чтобы обеспечить прием (передачу) сигнала без существенного искажения его формы. То есть, это тот рабочий диапазон частот, в котором антенна отвечает заявленным электрическим и энергетическим параметрам. Применительно к технологиям беспроводной связи частотный диапазон, как правило, определяют двумя параметрами:

- Номинальное значение центральной частоты диапазона. Для GPS-антенн, например, оно считается равным 1,575 ГГц. Номинальное значение, скорее, характеризует назначение антенны и не обязательно совпадает с реальным значением центральной частоты, однако, в любом случае, номинальное значе-

ние попадает в границы полосы пропускания.

- Ширина полосы пропускания (*Band Width*) – разность между значениями верхней и нижней граничных частот. Под граничными частотами понимают значения, в которых уровень сигнала снижается на 3 дБ от своего максимального значения. Так для конкретных типов GPS-антенн ширина по-

лосы пропускания может быть равной как 5 МГц, так и 40 МГц при одном и том же значении центральной частоты.

Электрические параметры

Коэффициент усиления антенны (Gain) – представляет собой отношение мощности на входе изотропной (идеальной) антенны к мощности, подводимой ко входу рассматриваемой антенны, при условии, что обе антенны создают в данном направлении на одинаковом

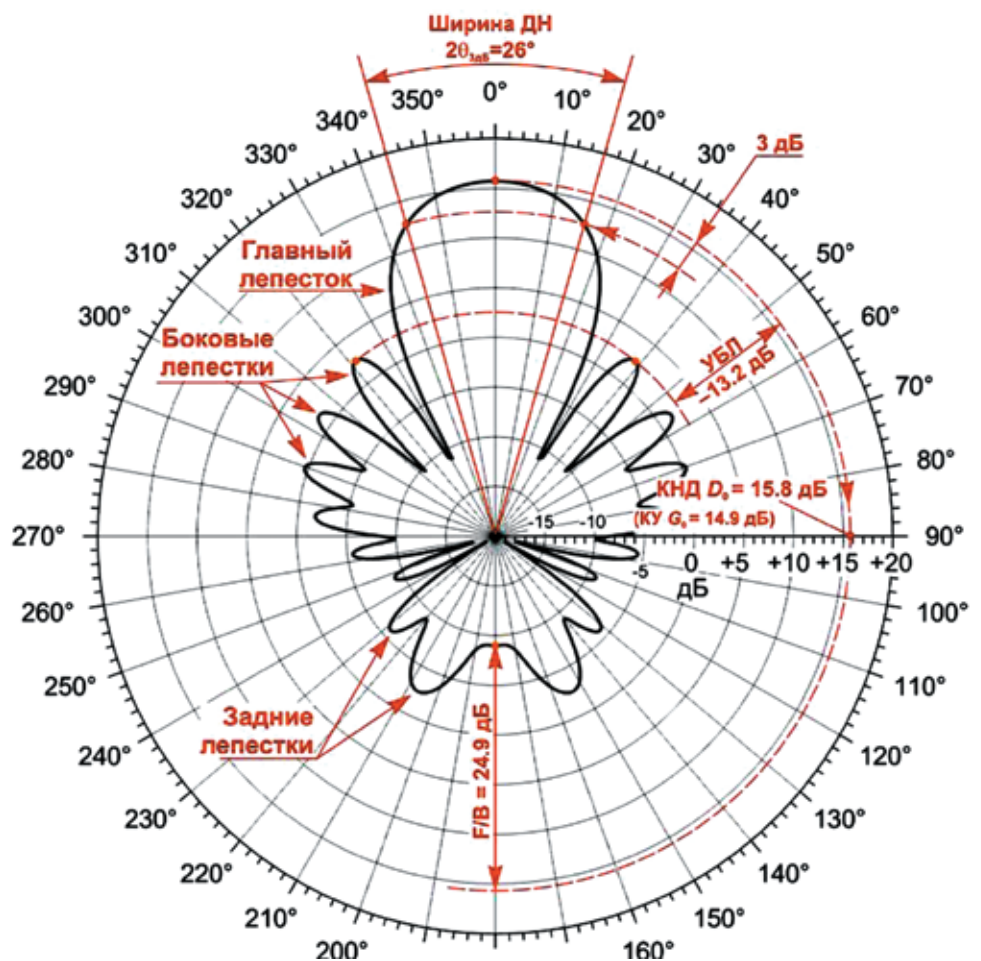


Рис. 1. Диаграмма направленности типичной направленной антенны

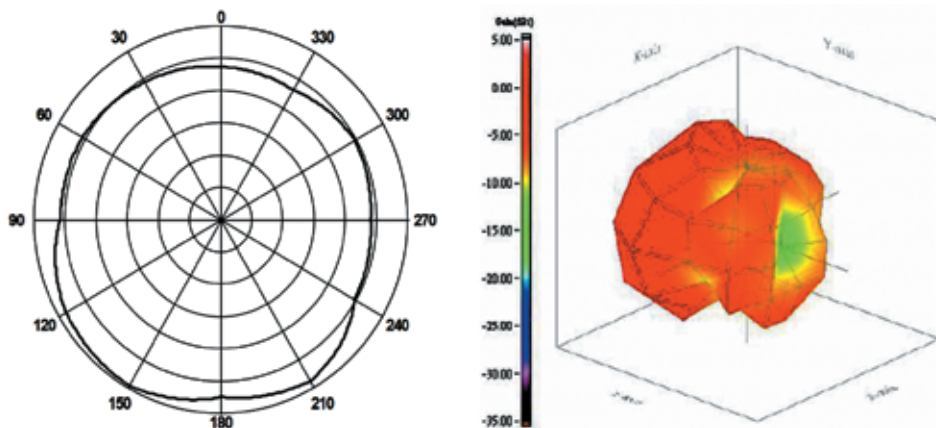


Рис. 2. Примеры 2D- и 3D-представления диаграммы направленности типичной широкополосной антенны



Рис. 3. Конструкция металлической антенны компании Yageo

расстоянии равные значения напряженности поля или такой же плотности потока мощности [1]. Измеряется в изотропных децибелах (dBi или dBic – для круговой поляризации).

Входной импеданс (Impedance) – входное сопротивление антенны. Как правило, равно 50 Ом (реже 75).

КСВН (VSWR) – коэффициент стоячей волны по напряжению, равен отношению максимального значения амплитуды напряженности электрического поля стоячей волны в линии передачи к минимальному значению. Определяет степень согласования антенны и фидера. Значение КСВН, равное 1, указывает на то, что тракт полностью согласован и отраженная волна отсутствует. Величина частотнозависимая.

Обратные потери (Return loss) – величина, связанная с КСВН зависимостью:

$$RL = 20 * \lg[(VSWR-1)/(VSWR+1)].$$

Полное согласование тракта дает «отрицательную бесконечность». Значение

КСВН приводится чаще, но в материалах компании Yageo обычно приводится график зависимости величины обратных потерь от частоты, что дает более наглядную картину, нежели отдельный числовой параметр. График функции обратных потерь от частоты отчасти несет ту же информацию, что и график АЧХ, то есть иллюстрирует частотные свойства прибора. Например, точки пересечения уровня -10 дБ указывают на границы полосы пропускания.

Характеристики диаграммы направленности

Диаграмма направленности антенны – графическое представление зависимости коэффициента усиления антенны от направления антенны в заданной плоскости [1]. Пример диаграммы направленности для типичной направленной антенны представлен на рисунке 1.

В диаграмме направленности принято выделять:

- главный или основной лепесток;

- боковые лепестки;
- задние или обратные лепестки.

В соответствии с этим определяют следующие количественные показатели диаграммы направленности:

• **Ширина диаграммы направленности (Beamwidth)** – ширина главного лепестка по уровню половинной максимальной мощности (то есть -3 дБ от максимума).

• **Уровень боковых лепестков** – отношение мощности наибольшего из боковых лепестков к мощности главного лепестка, выраженный в децибелах.

• **Коэффициент обратного излучения или ПЗО (Front to back ratio)** – соотношение мощности излучения в направлении противоположного главному лепестку (на рисунке 1 – 180°) к мощности главного лепестка (0°).

Данные параметры применяются обычно к узконаправленным антеннам, то есть тем, которые имеют явно выраженный максимум в определенном направлении. Узконаправленные антенны применяют для концентрации мощности радиоизлучения в одном направлении для увеличения дальности действия радиоаппаратуры. Широконаправленные антенны хотя бы в одной плоскости имеют диаграмму направленности, по форме близкую к кругу. В документации, в большинстве случаев, направленность представляется в виде двухмерной фигуры. Реже используется представление в виде трехмерной фигуры, раскрашенной в псевдоцвета (именно эта форма представления применяется в материалах компании Yageo). На рисунке 2 приведены примеры двухмерного и трехмерного представления диаграммы направленности.

Конструктивное исполнение антенн компании Yageo

Оговоримся сразу: речь пойдет не о классификации по конструктивному исполнению всевозможных антенн самого различного назначения. Мы будем говорить только о той классификации антенн по конструктивному исполнению, которую предлагает компания Yageo для своих изделий [2].

С этой точки зрения выделяют:

- металлические антенны (Metal Antenna);
- антенны на печатной плате (PCB Antenna);
- антенны на гибкой печатной плате (FPCB Antenna);
- антенны из низкотемпературной совместно обжигаемой керамики (LTCC Antenna);
- керамические патч-антенны (Patch Antenna).

Под **металлическими антеннами** можно понимать весьма широкий ряд устройств, начиная от штыревых антенн радиоприемников и заканчивая



Рис. 4. Конструкция антенны на печатной плате

антеннами-мачтами. В терминах Yageo это достаточно небольшое (менее пяти наименований) количество изделий диапазона GSM и WiFi, в которых в качестве металлического проводящего элемента используется сплошная металлическая деталь. Пример такой антенны приведен на рисунке 3.

Антенны на печатной плате. Металлический элемент антенны представляет собой дорожку проводника на печатной плате. Форма (геометрическая траектория, суммарная длина, ширина проводника и т.д.) дорожки является существенным фактором, определяющим параметры антенны. Принципиальным является использование «жестких» печатных плат. Основой печатной платы служит диэлектрик, наиболее часто используются стеклотекстолит, гетинакс, фторопласт. Пример PCB-антенны приведен на рисунке 4.

Антенны на гибкой печатной плате. Принцип тот же, что и в предыдущем случае. Единственное различие — использование «гибких» печатных плат. Диэлектрическое основание гибких плат делая из полиимидных материалов. Основные достоинства гибких печатных плат: уменьшение массы, уменьшение габаритов, динамическая гибкость. Поскольку гибкие печатные платы могут свободно изгибаться, то появляется возможность оптимальным образом «уложить» плату по форме корпуса изделия. Более подробно преимущества гибких печатных плат рассмотрены в [3]. На рисунке 5 приведены примеры FPCB-антенн и характерный пример компоновки в корпусе изделия.

Керамические LTCC-антенны или, иначе, керамические чип-антенны — основной для компании Yageo тип антенн. Технология LTCC (*Low Temperature Cofired Ceramic*) является одной из технологий изготовления

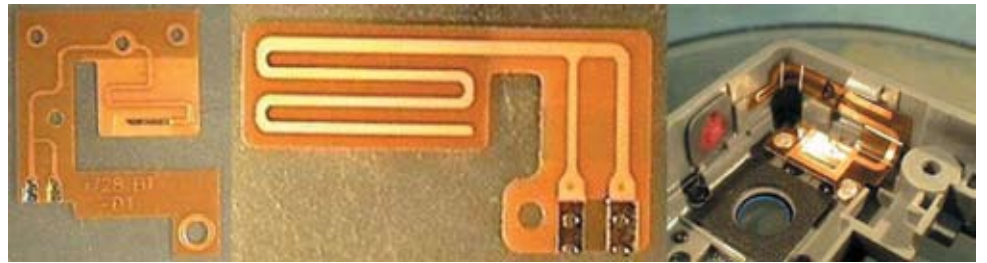


Рис. 5. Конструкция антенны на гибкой печатной плате

многослойных керамических печатных плат. Основные преимущества данной технологии:

- Очень хорошие электрические характеристики и стабильность до миллиметровых длин волн (то есть, частотный диапазон 30...300 ГГц).
- Превосходная механическая стабильность и сохранение линейных размеров в широком диапазоне температур.
- Малое значение коэффициента теплового расширения и высокая теплопроводность.
- Возможность объемной интеграции. Достаточно легко создавать полости, отверстия, ограничители, встраивать пассивные компоненты.
- Герметичность. Плотная структура LTCC-керамики не пропускает влагу, поэтому корпуса из керамики могут быть использованы в атмосфере с высокой влажностью без дополнительной защиты.

Более подробно преимущества данной технологии рассмотрены в [4]. На рисунке 6 приведены примеры чип-антенн.

Особенности керамических **патч-антенн** будут рассмотрены ниже применительно к антеннам для GPS-аппаратуры, поскольку компания Yageo выпускает их исключительно для навигационных приложений.

Частотные диапазоны антенн из номенклатуры компании Yageo

Частотный диапазон линейки антенн Yageo представлен на рисунке 7.

Зеленым цветом отображены антенны из так называемого Short-Range-диапазона, то есть диапазона радиоустройств ближнего действия. В русскоязычных источниках используется также термин «радиоустройства малой мощности». Применительно к разрешенным для использования на территории Российской Федерации, это два безлицензионных диапазона: 433,05...434,79 и 868,0...869,2 МГц. Первый из них предназначен для устройств охранной сигнализации, а также устройств малого радиуса действия для приложений ISM (индустрия, наука, медицина). Мощность передатчика в этом диапазоне не должна превышать 10 мВт. Диапазон 868 МГц ис-

пользуется для аналогичных целей, но мощность передатчика ограничена величиной 25 мВт.

Синим цветом выделены диапазоны, имеющие отношение к технологиям WWAN (*Wireless Wide Area Network*) — беспроводным глобальным сетям, в частности, к сотовой телефонной связи (GSM и CDMA) и ее сервисам. В эти же диапазоны попадают частоты радиотелефонов стационарных сетей, использующих технологию DECT.

Оранжевым цветом выделен диапазон систем спутниковой навигации GPS и GLONASS.

И, наконец, коричневым цветом выделены технологии беспроводной связи для частотных диапазонов 2,4 и 5 ГГц. Сюда относятся устройства для беспроводных технологий Bluetooth, WiFi и ZigBee.

Строго говоря, в номенклатуре Yageo есть антенны и для других диапазонов, но они в данном случае не рассмотрены, поскольку эти частоты не разрешены к применению на территории РФ.

Антенны для систем спутниковой навигации (GPS-антенны)

С функциональной точки зрения, антенны для систем спутниковой навигации следует разделять на активные и пассивные. **Активная GPS-антенна** включает в себя не только непосредственно антенну, но и малошумящий усилитель. Соответственно, GPS-приемник должен выдать в антенную линию напряжение для питания усилителя. **Пассивная GPS-антенна** включает в себя только саму антенну. В этом случае не играет роли, выдает GPS-приемник в антенную линию напряжение или нет. Таким образом, пассивная антенна может использоваться с любым



Рис. 6. Конструкция чип-антенн

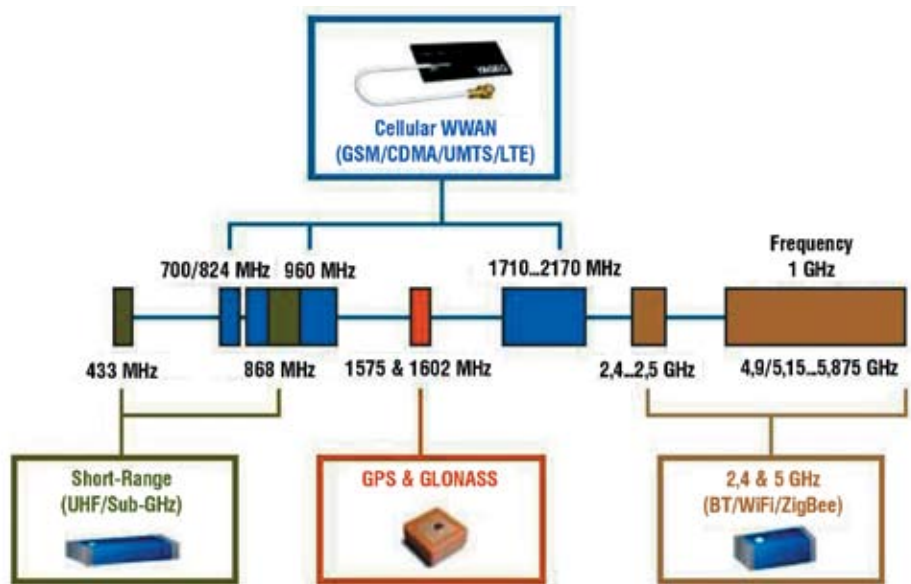


Рис. 7. Частотные диапазоны антенн из номенклатуры компании Yageo

GPS-приемником, а активная — только с теми моделями, которые выдают в линию питание требуемого номинала. Принято считать, что активные антенны предпочтительны в том случае, если антенна и GPS-приемник соединены протяженным кабелем. Например, антенна установлена на корпусе морского или воздушного судна, железнодорожного вагона и т.д., а GPS-приемник и система обработки — внутри транспортного средства, причем удалены на единицы-десятки метров. Пассивная антенна оптимальна для тех приложений, где антенна, приемник и система обработки интегрированы в единый компактный прибор.

С точки зрения конструктивного исполнения разделяют:

- чип-антенны для поверхностного монтажа на плату;
- встраиваемые патч-антенны;
- внешние конструктивно законченные антенны.

На рисунке 8 представлены изображения всех трех вариантов конструктивного исполнения антенн.

Чип-антенны используются в малогабаритной мобильной пользовательской аппаратуре, такой как автомобильные и туристские GPS-навигаторы, мобильные

телефоны и другие мобильные устройства, в которых навигационная функция добавлена к основной функции прибора. В этом случае чип-антенна, усилитель сигнала и микросхема GPS-приемника смонтированы на одной плате и размещены в одном корпусе.

Патч-антенна — тип узкополосной антенны, состоящей из плоского металлического лепестка, закрепленного на некотором расстоянии параллельно пластине «земли». Обычно эту конструкцию заключают в пластиковый радиопрозрачный кожух, как для защиты от механических повреждений, так и из эстетических соображений. Некоторые патч-антенны предназначены для монтажа на печатную плату, некоторые — имеют штырь для пайки кабельного «хвоста» с разъемом и закрепляются в конструкции чисто механическим способом (крепезж, клей). Пример конструкции патч-антенн представлен на рисунке 9.

Патч-антенны устанавливаются либо в корпус конечного изделия, либо в собственный корпус. Во втором случае результатом является внешняя конструктивно законченная антенна.

Внешние законченные антенны обычно предназначены для вполне

определенного применения и подразделяются на морские, авиационные, автомобильные и т.д., то есть «упаковка» такой антенны предполагает устойчивость к определенным климатическим и механическим воздействиям. В ряде случаев в корпус внешней антенны встраивается не только непосредственно антенна и маломощный усилитель, но и GPS-приемник и, возможно, система последующей обработки.

Существенным является также то, что линейка GPS-антенн компании Yageo поддерживает только «гражданский» сегмент пользовательской GPS-аппаратуры. Напомним, что GPS-спутники излучают открытые для использования сигналы в диапазонах L1 (1575,42 МГц) и L2 (1227,60 МГц). Аппаратура гражданского назначения использует только диапазон L1. Аппаратура военного назначения — оба диапазона. Центральная частота для антенн Yageo равна 1,575 ГГц (диапазон L1), частота L2 находится за пределами полосы пропускания.

Параметры **чип-антенн** компании Yageo представлены в таблице 1.

Обратим внимание на следующее: все GPS-антенны в исполнении «чип», во-первых, являются пассивными и, во-вторых, используют линейный тип поляризации сигнала, в то время как патч-антенны и внешние антенны на их основе используют правую круговую поляризацию (RHCP), которая дает существенно лучшие значения основных параметров. В частности, ширина полосы пропускания в чип-антеннах составляет величину 50...160 МГц (для патч-антенн — примерно 5...20 МГц), что, безусловно, сказывается на качестве принимаемого сигнала.

Параметры **пассивных патч-антенн** представлены в таблице 2.

Анализ таблицы позволяет сделать следующий вывод: антенны в исполнении «патч» за счет использования круговой поляризации имеют более узкую полосу пропускания и, следовательно, лучшее качество принимаемого сигнала. В линейке из 16 моделей представлены основные используемые в «квадратных» GPS-антеннах типоразмеры:



Рис. 8. Варианты конструктивного исполнения GPS-антенн: чип-антенна, патч-антенна и внешняя законченная антенна



Рис. 9. Конструкция патч-антенн

Таблица 1. Параметры чип-антенн GPS компании Yageo

Наименование	Ширина полосы пропускания, МГц	Пиковый коэффициент усиления, дБи	Обратные потери на центральной частоте, дБ	Размер, мм
ANT3216LL15R1575A	51	2,01	-20,1	3,2x1,6
ANT5320LL14R1575A	160	3,16	-20,8	5,3x2,0
ANT6230LL01R1575A	55	2,52	-38,3	6,2x3,0

Таблица 2. Параметры пассивных патч-антенн GPS компании Yageo

Наименование	Ширина полосы пропускания, МГц	Пиковый коэффициент усиления, дБи	Обратные потери на центральной частоте, дБ	Размер, мм	Тип соединения
ANT1004B000R1575A	20	1,6	-28,6	10x4	Пайка
ANT1010B00FT1575A	8	-3,0	-45,1	10x10	Штырь
ANT1212B00BT1575A	6	-1,0	-20,2	12x12	Пайка
ANT1212B00DT1575A	6	-1,0	-23,4	12x12	Штырь
ANT1515B00DT1575A	7	1,5	-30,1	15x15	Штырь
ANT1515B00FT1575A	8	1,5	-30,5	15x15	Штырь
ANT1606B00DT1575A	8	-0,5	-27,2	16x6	Штырь
ANT1818B00AT1575A	6	2,0	-32,7	18x18	Пайка
ANT1818B00BT1575A	10	4,0	-15,6	18x18	Пайка
ANT1818B00CT1575A	6	2,0	-41,0	18x18	Штырь
ANT1818B00DT1575A	10	4,0	-32,9	18x18	Штырь
ANT1818B00ET1575A	6	2,0	-25,3	18x18	Штырь
ANT2525B00AT1575A	10	5,0	-34,1	25x25	Пайка
ANT2525B00BT1575A	20	5,5	-39,3	25x25	Пайка
ANT2525B00CT1575A	10	5,0	-36,2	25x25	Штырь
ANT2525B00FT1575A	20	5,5	-40,5	25x25	Штырь

10x10, 12x12, 15x15, 18x18 и 25x25 мм. Кроме того, присутствуют две миниатюрные «прямоугольные» модели 10x4 и 16x6 мм. Большинство типоразмеров имеют как SMD-исполнение для распайки на плату, так и исполнение со «штырем» для припаивания кабеля с разъемом. Значения коэффициента усиления антенны и коэффициента КСВН от модели к модели отличаются незначительно, поэтому критерием выбора для разработчика будут служить габаритные размеры и способ монтажа.

Активные патч-антенны представлены четырьмя моделями: типоразмеры 16x6, 12x12, 18x18 и 25x25 мм. Все модели предполагают крепление к несущей поверхности с помощью клея, электрическая связь осуществляется посредством кабельного «хвоста» длиной 60...100 мм с разъемом **I-PEX**. Питание антенного усилителя для всех моделей 3 В ±10%.

Параметры **активных патч-антенн** представлены в таблице 3.

В целом по GPS-антеннам можно сделать следующий вывод: два десятка моделей в линейке компании Yageo позволяют найти приемлемый вариант для любого конструктивного исполнения (способ монтажа, размеры, наличие встроенного антенного усилителя). Количественные параметры изделий выдержаны на достаточно высоком уровне

и, как минимум, не уступают средним по отрасли на данное время.

Совмещенные антенны GPS/GLONASS для систем спутниковой навигации

Совмещенные приемники, позволяющие обрабатывать сигналы от американских навигационных спутников созвездия NAVSTAR (GPS) и российских спутников созвездия GLONASS, появились на рынке примерно 15 лет назад. Однако недостаточное число работающих спутников GLONASS препятствовало развитию этого направления — совмещенные приемники рассматривались, скорее, как изделия на перспективу. Примерно с 2005 г. ситуация в сегменте GLONASS стала выправляться и, как следствие, на рынке появилось достаточное число моделей совмещенных приемников. Соответственно, возникла потребность в антеннах, принимающих сигналы обоих частотных диапазонов (в системе GLONASS принято значение центральной частоты, равное 1602 МГц). В настоящее время компания Yageo предлагает только 4 модели пассивных патч-антенн в «больших» габаритных размерах 18x18 и 25x25 мм. В каждом типоразмере есть SMD-исполнение под пайку и исполнение со «штырем».

Параметры **совмещенных патч-антенн GPS/GLONASS** представлены в таблице 4.

Отметим, что если совмещенные антенны диапазонов GPS/GSM или GPS/WiFi представляют собой композицию из двух независимых антенн, размещенных в одном корпусе, то совмещенные антенны GPS/GLONASS представляют собой одну антенну. Но если GPS-антенна представляет собой один полосовой фильтр, то совмещенная антенна GPS/GLONASS представляет собой суперпозицию двух полосовых фильтров с центральными частотами 1575 и 1602 МГц. Иными словами, возможность работы в двух диапазонах обеспечена не за счет простого расширения полосы пропускания GPS-антенны, а за счет параллельного включения еще одного полосового фильтра, в промежутке между частотами 1575 и 1602 МГц принимаемый сигнал подавляется. Сказанное выше иллюстрируется рисунками 10 и 11, на которых представлены графики обратных потерь для GPS-антенны **ANT2525B00BT1575A** и совмещенной антенны **ANT2525B00DT1516A**.

Сравнивая графики, мы видим, что если полосы пропускания антенн примерно равны (24,5 МГц для GPS-антенны и 23,0/21,1 МГц для совмещенной антенны), то качество выделения требуемых частот отличается на 5...6 дБ, то есть в

Таблица 3. Параметры активных патч-антенн GPS компании Yageo

Наименование	Ширина полосы пропускания, МГц	Пиковый коэффициент усиления, дБи	КСВН (макс)	Пиковый коэффициент усиления, дБи	КСВН (макс)	Ток потребления, мА	Размер, мм
ANT1212JB27B1575A	12	-4,56	1,5	25	1,5	12,0	12x12
ANT1606JB12B1575A	18	-2,52	2,0	20	2,0	3,6	16x6
ANT1818JB30B1575A	28	-2,67	2,0	25	2,0	10,0	18x18
ANT2525JB08B1575A	10	-5,5	2,0	16	1,5	5,0	25x25

Таблица 4. Параметры совмещенных патч-антенн GPS/GLONASS компании Yageo

Наименование	Пиковый коэффициент усиления GPS, дБи	Пиковый коэффициент усиления GLONASS, дБи	КСВН (макс)	Размер, мм	Тип соединения
ANT1818B00BT1516A	1,89	2,59	2,0	18x18	Пайка
ANT1818B00DT1516A	2,65	2,79	2,0	18x18	Штырь
ANT2525B00BT1516A	3,44	4,10	2,0	25x25	Пайка
ANT2525B00DT1516A	3,50	4,10	2,0	25x25	Штырь

Таблица 5. Параметры чип-антенн диапазона 2,4 ГГц компании Yageo

Наименование	Ширина полосы пропускания, МГц	Пиковый коэффициент усиления, дБи	Обратные потери на центральной частоте, дБ	Размер, мм
ANT2012LL00R2400A	370	3,77	-28,5	2,0x1,2
ANT2012LL13R2400A	85	2,72	-34,0	2,0x1,2
ANT3012LL04R2400A	140	1,84	-25,9	3,0x1,2
ANT3216A063R2400A	230	1,69	-16,5	3,2x1,6
ANT3216LL00R2400A	160	5,05	-27,3	3,2x1,6
ANT5320LL24R2400A	84	2,78	-19,1	5,3x2,0
ANT5320LL45R2400A	240	5,22	-24,0	5,3x2,0
ANT7020LL05R2400A	420	2,62	-28,3	7,0x2,0
ANT7836A003R2400A	310	3,93	-23,8	7,8x3,6
ANT8010LL04R2400A	170	5,46	-24,9	8,0x1,0
ANT9520LL06R2400A	340	7,36	-20,7	9,5x2,0
ANT1204F001R2400A	190	1,27	-34,0	12,0x4,0



Рис. 10. График обратных потерь для GPS-антенны ANT2525B00BT1575A

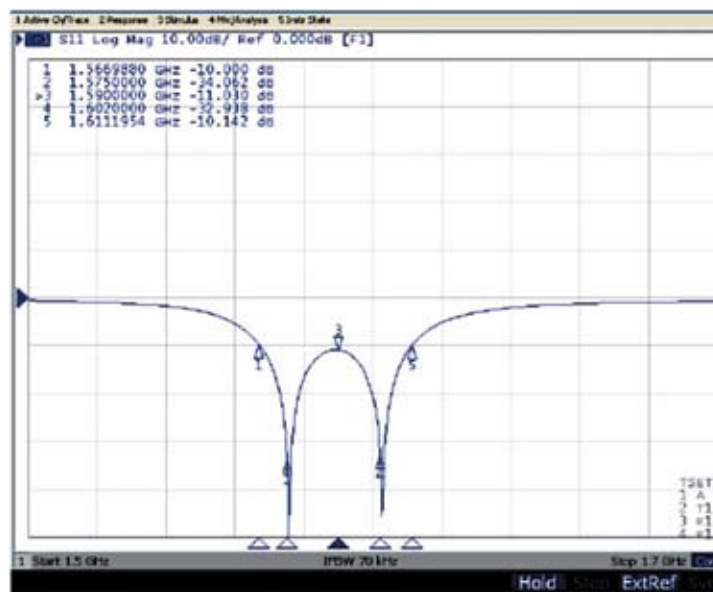


Рис. 11. График обратных потерь для GPS/GLONASS -антенны ANT2525B00DT1516A

3...4 раза. Заметим также, что значение порядка 20 МГц для пассивной GPS-антенны в исполнении «патч» — результат далеко не рекордный в своем классе.

Вернувшись к таблице 2, мы видим, что нормой для патч-антенн являются величины 8...10 МГц. Таким образом, можно сделать следующий вывод: параметры

совмещенных антенн ожидаемо хуже, чем аналогичные параметры одноканальных антенн при прочих равных условиях. Что касается достаточно скромной

Таблица 6. Параметры совмещенных чип-антенн GPS/WiFi компании Yageo

Наименование	Ширина полосы пропускания, МГц	Пиковый коэффициент усиления, дБ	Обратные потери на центральной частоте, дБ	Ширина полосы пропускания, МГц	Пиковый коэффициент усиления, дБ	Обратные потери на центральной частоте, дБ	Размер, мм
ANT5320LL17R1524A	50	1,67	-33,0	110	2,05	-21,3	5,3x2,0
ANT1003LL15R1524A	15	1,51	-13,2	84	2,90	-24,9	10,0x3,0
ANT1003LL16R1524A	50	1,50	-20,7	140	2,03	-29,9	10,0x3,0

номенклатуры, то можно предположить, что дальнейшее развитие совмещенных GPS/GLONASS-приемников приведет к появлению антенн малых размеров 15x15, 12x12 и 10x10.

Антенны для беспроводной связи частотного диапазона 2,4 ГГц

Прежде чем рассматривать линейку антенн компании Yageo в данном классе, напомним основные приложения частотного диапазона 2,4 ГГц [5]:

- Технология Bluetooth, согласно IEEE802.15.1 — используемый частотный диапазон 2400...2480 МГц.
- Технология ZigBee, согласно IEEE802.15.4 — используемый частотный диапазон 2400...2480 МГц.
- Технология WiFi, согласно IEEE802.11.b и IEEE802.11.g — используемый частотный диапазон 2400...2480 МГц.
- Один из поддиапазонов радиодиапазона ISM (индустриальные, научные и медицинские приложения) — 2400...2500 МГц.

Линейка антенн данного класса включает в себя 12 чип-антенн различного размера: 2,0x1,2...12x4 мм. Параметры чип-антенн диапазона 2,4 ГГц приведены в таблице 5.

В первую очередь обратим внимание на наиболее миниатюрные антенны (размер 2012, то есть 2,0x1,2 мм) семейства PIFA. Модель ANT2012LL13R2400A имеет наиболее узкую полосу пропускания (по сравнению с остальными моделями — в 2...3 раза), при этом минимальное значение обратных потерь составляет величину -35 дБ. Модель ANT2012LL00R2400A имеет более широкую полосу пропускания и более высокое значение обратных потерь, но при этом — лучшее значение коэффициента усиления. Таким образом, даже в достаточно узкой нише сверхминиатюрных антенн пользователь имеет возможность выбора оптимального варианта по наиболее значимому для его приложения критерию. Следует обратить внимание на модели ANT3216LL00R2400A и ANT8010LL04R2400A — оптимальное сочетание основных параметров: достаточно узкая полоса пропускания, хороший коэффициент усиления и достаточно «глубокий» пик на графике функции обратных потерь. Основное различие между этими моделями — их габаритные размеры: 3,2x1,6 против 8,0x1,0. Однако в от-

дельных случаях может оказаться оптимальным и вариант с меньшей площадью, и «длинный» вариант с минимальной шириной. Остальные модели демонстрируют достаточно средний, но приемлемый для большинства практических задач, набор параметров.

Совмещенные антенны GPS/WiFi

Выше обращалось внимание, что совмещенные антенны для приемников спутниковой навигации представляют собой одну антенну, выделяющую сигналы из двух частотных диапазонов. В данном случае мы имеем две независимые антенны, размещенные в одном конструктивном элементе (в данном случае — в одном чипе). Соответственно, антенна имеет и два выхода: навигационный — для подключения к GPS-приемнику и радио — для подключения к WiFi-приемнику. Стоит выделить, как минимум, несколько областей применения антенн данного типа:

- Мобильные приборы навигационного назначения, оснащенные каналом Bluetooth.
- Аппаратура ZigBee, использующая функции привязки к точному времени. Напомним, что помимо географических координат, GPS-приемник получает со спутников сигналы точного времени, имеющие расхождение с эталоном на единицы микросекунд.

• Устройства мониторинга автотранспортных средств. Заметим, что помимо систем онлайн-мониторинга, в которых с определенным интервалом времени отсылаются SMS-сообщения на диспетчерский пункт, существуют и офлайн-системы. В таких системах данные о маршруте накапливаются в памяти трекера и только на диспетчерском пункте пересылаются на компьютер для контроля. Процесс пересылки данных, в зависимости от реализации, может быть реализован, например, по технологии WiFi (IEEE802.11). В таблице 6 представлены параметры совмещенных антенн GPS/WiFi.

В первую очередь бросается в глаза тот факт, что параметры каждой из антенн хороши даже для одноканальных антенн своего класса. В этом нет ничего удивительного, поскольку, повторимся, в одном чипе размещены две независимые антенны. Комбинирование GPS/WiFi является достаточно новым тех-

ническим решением, поэтому в качестве прототипов производитель выбрал лучшие образцы одноканальных антенн.

Чип-антенны для сотовой связи

Линейка изделий компании Yageo в данном классе антенн включает три модели:

• ANT1204LL00R0918A. Достаточно узкая полоса пропускания по каждому диапазону (20 МГц) позволяет использовать данную антенну исключительно в сотовых телефонах, предназначенных для работы в двухдиапазонных сетях 900/1800 МГц (регионы Европа, Азия, Африка и Австралия). Диапазоны 850/1900 МГц не покрываются данной моделью, поэтому для использования в США и Канаде антенна не предназначена [6].

• ANT2112A010B0918A. Модель имеет узкую полосу пропускания (30 МГц) в диапазоне 900 МГц и расширенную полосу (170 МГц) в диапазоне 1800 МГц. Таким образом, фактически покрываются диапазоны 900/1800/1900 МГц, что дает возможность использовать антенну в трехдиапазонных сетях операторов Европы, Азии, Африки и Австралии. Поскольку диапазон 850 МГц остается непокрытым, то антенна не может использоваться в телефонах, предназначенных для работы в сетях США и Канады.

• ANT3505B000TWPENA. Широкие полосы пропускания (140 и 470 МГц, соответственно) покрывают два частотных диапазона: 824...960 МГц и 1710...2170 МГц, что дает возможность использовать антенну в четырехдиапазонных сетях 850/900/1800/1900 МГц, то есть, в том числе, в сетях США и Канады. Покрытие диапазона частот 1920...2170 МГц позволяет использовать антенну в устройствах, поддерживающих технологии WCDMA [7], UMTS [8] и HSPDA [9].

Чип-антенны для других частотных диапазонов

Выше мы рассмотрели антенны для наиболее распространенных применений (спутниковая навигация, беспроводная и сотовая связь). В каждом классе компания Yageo предлагает не менее трех различных моделей. Тем не менее, остаются другие приложения радиосвязи, использующие иные частотные диапазоны, для работы в которых Yageo

предлагает не обширную номенклатуру изделий, но, как минимум, по одной модели для каждой области. Перечислим эти модели и кратко обозначим сферы их применения:

- Антенна **ANT1105LF00R0098A** для использования в FM-приемниках частотного диапазона 88...108 МГц, что полностью закрывает FM-диапазон Европы, СНГ и Америки и, частично, диапазоны других регионов.

- Антенна **ANT8868LL00R1880A** используется в радиотелефонах, применяющих технологию DECT. Частотный диапазон — 1880...1900 МГц для стран Европы и 1920...1930 МГц для США. Антенна покрывает частотный диапазон 1880...2000 МГц и может быть применена в обоих регионах.

- Антенны **ANT1204LL20R0433A** и **ANT1204F002R0433A**. Безлицензионный диапазон 433 МГц используется в приложениях ISM (индустрия, наука, медицина). Наиболее знакомая, но не единственная, сфера применения — устройства радиосигнализации для автомобилей.

- Антенны **ANT1204LL17R0870A**, **ANT7020LL05R0870A** и **ANT1204LL08R0870A**. Еще один безлицензионный диапазон 868...870 МГц для ISM-приложений.

- Антенна **ANT3216LL05R5000A** для работы в диапазоне 5000...6000 МГц. Это, в частности, сети WiFi, соответствующие стандарту IEEE802.11.a. Кроме того, один из диапазонов беспроводных сетей WiMAX, соответствующих IEEE802.16 и один из диапазонов ISM-приложений.

Отметим также, что в номенклатуре компании присутствуют не только чип-антенны, но и несколько моделей так называемых «металлических» антенн. Компания Yageo предлагает одну модель металлической антенны для GSM-

приложений и две модели для частотного диапазона 2,4 ГГц.

Применение антенн линейки Yageo в различных приложениях

Любые средства беспроводной связи требуют наличия антенны в том или ином исполнении, поэтому перечислять все возможные приложения для антенн линейки Yageo не имеет смысла — придется перечислять все области приложения беспроводных технологий. Для примера остановимся только на двух, с той лишь целью, чтобы показать, что линейки Yageo достаточно для обеспечения потенциально возможных потребностей в «беспроводке» для этих двух приложений.

Автомобильная техника

В современных легковых автомобилях могут найти применение антенны для следующих технологий беспроводной связи:

- Диапазоны ближнего действия 433 и 868 МГц. Традиционное применение — охранная сигнализация (открытие дверей). Кроме того, данный диапазон используется системой TPMS (*Tire Pressure Monitoring System*) — это система контроля давления и температуры в шинах автомобиля во время движения. Специальный датчик измеряет температуру и давление в колесе и с помощью встроенного радиопередатчика ближнего действия передает информацию на бортовой компьютер. Компьютер обрабатывает полученную информацию и выводит ее на дисплей, либо подает сигнал тревоги иным образом. Существуют системы двух видов: с внутренними и наружными датчиками. Внутренние датчики монтируются внутри колеса, внешние накручиваются на ниппель вместо защитных колпачков.

- Навигационные диапазоны могут быть использованы автомобильными

навигаторами или иными устройствами мониторинга автотранспортных средств, в том числе — с использованием технологий сотовой телефонии.

- Диапазон FM-радиостанций имеет традиционное назначение, используется в автомобильных радиоприемниках.

- Диапазоны WWAN — система E-call. Имеется в виду европейская система автоматического оповещения о дорожных условиях для автотранспорта. Предполагается, что к 2015 году производители автомобилей будут обязаны устанавливать данную аппаратуру в новые модели автомобилей.

- Диапазоны Wi-Fi — развлекательно-информационные системы для пассажиров.

Интеллектуальные счетчики

На рисунке 12 отображены две основные технологии, которые могут найти применение в системах «умного дома». На уровне «конечный пользователь — концентратор» оптимальной является технология ZigBee и, соответственно, антенны диапазона 2,4 Гц. Использование средств ISM-диапазона на данном уровне не столь привлекательно, но в принципе возможно. Обмен данными на уровне «концентратор — центр контроля» будет оптимальным при использовании средств сотовой телефонии и соответствующих сервисов.

Заключение

Антенна, безусловно, является одним из наиболее критичных компонентов для высокочастотных приложений, но никак не единственным. Соответственно, компания Yageo предлагает достаточно широкий спектр других высокочастотных компонентов. Среди них можно выделить:

- Полосовые фильтры. Более 10 наименований для центральных частот



Рис. 12. Применение антенн линейки Yageo в интеллектуальных счетчиках

2,4 и 5 ГГц с разной полосой пропускания и различным затуханием.

- Симметрирующие трансформаторы (балуны) — четыре модели для частот 2,4 и 5 ГГц.
- Комбинированные устройства, совмещающие в одном элементе полосу-вой фильтр и балун
- Диплексеры — антенные разделительные фильтры или, проще, антенные разветвители.
- Фильтры нижних частот.

Кроме того, предлагается значительное количество традиционных для Yageo компонентов, таких как резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, предназначенных для работы в высокочастотных диапазонах. Таким образом, подавляющее большинство электронных компонентов, необходимых для высокочастотных приложений, может быть найдено в номенклатуре изделий, предлагаемых компанией Yageo.

Литература

1. ГОСТ 24375-80. Радиосвязь. Термины и определения.
2. Wireless Components. Материал компании Yageo. Ссылка в Интернете: http://www.yageo.com/expr/pages/download/literatures/Wireless_20130131.pdf

3. Медведев Аркадий, Мылов Геннадий. Гибкие печатные платы. Преимущества и применение // Компоненты и технологии, 2007, №9.

4. Чигиринский Сергей. Особенности и преимущества производства многослойных структур на основе керамики (LTCC, HTCC, MLCC) // Компоненты и технологии, 2009, №11.

5. Козлов Артем. Антенны Pulse для беспроводных систем связи // Беспроводные технологии, 2010, №1.

6. GSM. Статья в Википедии. Страница в Интернете: <http://ru.wikipedia.org/wiki/GSM>

7. W-CDMA. Статья в Википедии. Страница в Интернете: <http://ru.wikipedia.org/wiki/WCDMA>

8. UMTS. Статья в Википедии. Страница в Интернете: <http://ru.wikipedia.org/wiki/UMTS>

9. HSPDA. Статья в Википедии. Страница в Интернете: <http://ru.wikipedia.org/wiki/HSPDA>

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: passive.vesti@compel.ru

G3VM — серия твердотельных MOSFET-реле от Omron

В твердотельных MOSFET-реле от Omron объединены достижения нескольких технологий — производства светодиодов, фотодиодных ячеек и МОП-транзисторов. Результатом этого стало уменьшение размеров приборов и рассеяния мощности. Все модели семейства G3VM содержат на выходе пару встречно включенных транзисторов. Это делает реле G3VM практически полными функциональными аналогами электромеханических реле — позволяют коммутировать сигналы постоянного и переменного тока (вне зависимости от полярности сигнала). В семействе реле G3VM представлены серии для поверхностного монтажа и для монтажа в отверстия, а также реле в миниатюрных корпусах для основных популярных диапазонов напряжений нагрузки. В серии семейства G3VM входят реле наиболее распространенных типов конфигураций контактов: 1A, 2A, 1B, 2B, 1C. MOSFET-реле — идеальный выбор для решения таких телекоммуникационных задач как занятие и переключение линии, рычажное переключение, организация доступа к данным, цепи управления линейными трансформаторами. В системах, которые должны обладать высокой надежностью и долговечностью, например в мини-АТС, G3VM — идеальное решение для использования в интерфейсах абонентской линии, мультиплексорах и маршрутизаторах, в локальных сетях и оконечных сетевых устройствах, включая телеприставки. Отличные рабочие характеристики и меньшая стоимость MOSFET-реле позволяют использовать их в качестве альтернативы герконовым реле в таком оборудовании как охранные детекторы движения и в другом следящем оборудовании систем аварийной сигнализации.

Особенности и преимущества

- Коммутируемые напряжения: до 600 В;
- Напряжение пробоя изоляции: 1500...5000 В;
- Различные конструктивные исполнения: корпуса DIP, SMT, SOP, SSOP, USOP;
- Длительный срок службы и высокая надежность;
- Компактные размеры и малый вес;
- Бесшумная работа.

YAGEO
Innovative Service Around the Globe

Антенны для беспроводных систем

Патч-антенны для GPS-приложений

- Центральная частота 1575 МГц
- Полоса пропускания 20 МГц
- Коэффициент усиления 1,61 dBi
- Импеданс 50 Ом
- Диаграмма направленности > 120°
- Размеры: 10x4x4 мм
- Рабочая температура: -40...+105°C

**CAN4311441001581K
(ANT1004B000R1575A)**

Москва
Тел.: (495) 234-7764, доб. 2175
Корнев Андрей
E-mail: petmco@compel.ru

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-9403, доб. 4219
Червинский Михаил
E-mail: cmv.spb@compel.ru

Компэл
www.compel.ru

Павел Трибунский (г. Москва)

СЛУЖБА ПОДАВЛЕНИЯ ПОМЕХ: РЕШЕНИЯ КОМПАНИИ SUMIDA



Среди многочисленных решений для **подавления сетевых помех** выделяются **фильтры** компании **Sumida** – **RK17S** и **RK23S**. Их особенность – **дополнительный магнитопровод**, позволяющий использовать фильтр в качестве универсального средства для борьбы с **синфазной** и **дифференциальной** помехами.

Повсеместное применение электротехнических приборов и радиоэлектронных систем в промышленности, медицине, быту, их стремительное развитие ставит перед разработчиками ряд технических задач, одной из которых является обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС).

ГОСТ определяет понятие электромагнитной совместимости как «способность технических средств функционировать с заданным качеством, в заданной электромагнитной обстановке, не создавая недопустимых электромагнитных помех другим техническим средствам» [1].

Международные стандарты разделяют электромагнитные помехи на низкочастотные (основная часть энергетического спектра которых находится ниже 9 кГц), высокочастотные (в пределах от 9 кГц до 30 МГц) и радиочастотные (со спектральным составом свыше 30 МГц).

Фильтры сетевых помех компании **Sumida** главным образом ориентированы на подавление высокочастотных помех в диапазоне 9 кГц...30 МГц, поэтому в данной статье не рассматриваются вопросы качества энергоснабжения, связанные с просадкой сетевого напряжения, перенапряжением, расфазировкой, мощными импульсными помехами и др.

Природа сетевых электромагнитных помех

Источниками сетевых электромагнитных помех могут быть:

- импульсные блоки питания;
- тиристорные регуляторы яркости свечения ламп;
- электроинструменты (электродрели, электрорубанки, и др.), бытовая техника;

- электронные пусковые устройства (балласты) люминесцентных ламп дневного света.

Импульсные блоки питания (ИБП) являются неотъемлемой частью современного оборудования информационных технологий, автоматизации, бытовой радиоэлектронной аппаратуры. Развитие схемотехники и элементной базы ИБП способствует увеличению экономичности, а также – уменьшению массогабаритных показателей за счет увеличения частоты преобразования электромагнитной энергии в пределах от нескольких сотен кГц до десятков МГц.

Регуляторы яркости свечения ламп работают на частотах от десятков до сотен кГц, электронные балласты люминесцентных ламп – на сотнях кГц.

Все перечисленное обостряет проблему надежности и стабильности одновременного функционирования различных технических средств в неблагоприятной обстановке, где, с одной стороны, необходимо обеспечить нормальное функционирование помехочувствительных приборов, с другой – защитить сеть и выполнить нормы по помехоэмиссии для потребителей электроэнергии, которые сами являются источниками помех.

Рассмотрим типы помех с точки зрения способа их распространения по сети электропитания. Различают синфазные



и дифференциальные помехи (рисунок 1).

Синфазная помеха возникает тогда, когда напряжение помехи воздействует на фазный и нейтральный проводники сети электропитания относительно заземляющего контакта. В этом случае токи помехи I_{CM1} и I_{CM2} текут по двум проводникам в одинаковом направлении, замыкаясь через цепь заземления.

Дифференциальная помеха в сети питания возникает в случае, когда напряжение помехи приложено между фазным и нейтральным проводниками, а токи дифференциальной помехи I_{DIFF} имеют одинаковую величину, но противоположное направление.

Диаграмма (рисунок 2) условно разделяет помехи на дифференциальные и синфазные, показывает используемые в современной технике типовые методы подавления в зависимости от области спектра частот, в которой сконцентрирована основная доля их энергии.

С целью фильтрации синфазных помех широко применяются дроссели со встречной намоткой (рисунок 3). Синфазные помеховые токи I_{CM1} и I_{CM2} текут через дроссель и, ослабляясь, замыкаются через цепь заземления. Сигнальный дифференциальный ток I_S проходит через дроссель без ослабления.

Для подавления дифференциальной помехи, как правило, используется про-



Рис. 1. Принцип проникновения синфазной (а) и дифференциальной (б) помехи в сеть электропитания

Дифференциальная помеха		Синфазная помеха			Тип помехи
Линейное		Связанное			
1	2	3	4		Способ подавления
Напряжение		Напряжение		Напряженность электромагнитного поля	
10 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц	100 МГц	

Цифрами на рисунке обозначены способы подавления помех:
 1: X – конденсаторы, проходные дроссели;
 2: Y – конденсаторы, дроссели со встречной намоткой;
 3: грамотная организация цепи заземления;
 4: экранирование.

Рис. 2. Диаграмма типов помех и методов их подавления

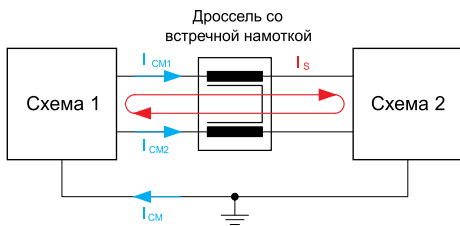


Рис. 3. Схема подавления синфазной помехи дросселем со встречной намоткой



Рис. 4. Схема подавления дифференциальной помехи проходным дросселем

ходной дроссель (рисунок 4). Дифференциальный ток I_{DIFF} в обоих проводниках имеет одинаковую величину, но противоположное направление, и ослабляется дросселем.

В таких устройствах, как импульсные источники питания, электронные балласты, стиральные машины или электрические инструменты, симметричная помеха может быть преобразована в дифференциальную. Для подавления помех от таких источников используют схемы фильтрации, комбинирующие описанные способы.

Нормативно-правовая база

К техническим средствам, предназначенным для подключения к низковольтным распределительным и промышленным электрическим сетям,

отечественные ГОСТы предъявляют требования и устанавливают нормы по ограничению помехоэмиссии и обеспечению устойчивости к воздействию электромагнитных помех.

Вводится понятие «электромагнитной помехи» – любого электромагнитного явления, которое может ухудшить качество функционирования устройства, оборудования или системы. В частности, под сетевой помехой понимается электромагнитная помеха, передаваемая техническому средству по проводам, соединяющим его с электрической сетью [1].

Согласно нормам помехоэмиссии, выделяют два класса технических средств:

- **Класс А** – технические средства всех видов и назначений, предназначенные для применения только в промышленных зонах, подключаемые к питающей сети с помощью штепселей и разъемов, предназначенных исключительно для подключения к промышленным электрическим сетям;
- **Класс Б** – технические средства, предназначенные для применения в жилых, коммерческих и производственных зонах с малым энергопотреблением.

Нормы кондуктивных помех в полосе частот 0,15...30 МГц, согласно ГОСТу, представлены в таблице 1.

Решения компании Sumida для подавления сетевых помех

Компоненты для подавления асимметричных помех от Sumida с одной стороны ориентированы на защиту конечной аппаратуры пользователей от помех, распространяющихся по сети электро-

питания, с другой – на обеспечение требований международных стандартов по помехоэмиссии технических средств в сторону сети электропитания.

Портфолио компании Sumida включает в себя решения для борьбы как с синфазными, так и с дифференциальными помехами.

Как было сказано выше, для подавления синфазных помех применяются дроссели, которые содержат две одинаковые обмотки, включенные встречно. Такие дроссели чаще всего строятся на магнитопроводе с высокой магнитной проницаемостью. Конструктивной особенностью решений компании Sumida является применение многосекционной катушки катушек с уменьшенной собственной межвитковой емкостью и, соответственно, с большей частотой собственного резонанса.

При изменении частоты от нуля до частоты собственного резонанса катушки импеданс дросселя носит преимущественно индуктивный характер, при дальнейшем увеличении частоты сигнала начинает преобладать емкостной характер. Именно поэтому такой параметр, как частота собственного резонанса (*Self Resonant Frequency*) является одной из ключевых характеристик подобного рода устройств.

Наряду с классическими компонентами для подавления помех (рисунок 5 и 6), портфолио компании Sumida включает в себя собственные уникальные разработки – фильтры серии **RK17S**, **RK23S**, которые подробно рассмотрены в данной статье.

Преимущества фильтров для подавления сетевых помех компании Sumida:

- соответствие климатическим категориям 40/125/56 стандарта IEC 68-1;
- номинальная индуктивность на частоте 10 кГц;
- технологический допуск индуктивности обмоток +50...-30%;
- соответствие стандартам электробезопасности EN 50176, EN 61347, EN 61800, EN 60335, EN 60065;
- тестовое напряжения между обмотками 1500 В, 50 Гц, в течении двух секунд;
- допустимый перегрев обмоток до 55°C;
- максимальная рабочая температура обмоток 115°C.

Таблица 1. Нормы напряжения радиопомех на входных портах электропитания ТС в полосе частот 0,15...30 МГц [2]

Полоса частот, МГц	Норма, дБ (мкВ)			
	ТС класса А		ТС класса Б	
	квазипиковое значение	среднее значение	квазипиковое значение	среднее значение
0,15...0,5	79	66	56...66	56...46
0,5...5	73	60	56	46
5...30	73	60	60	50

Примечание: Норма уменьшается линейно с логарифмом частоты. На граничной частоте нормой является меньшее значение.

Таблица 2. Параметры фильтров для подавления помех компании SUMIDA

Серия	Наименование	Lп, мГн	In, А	Rсш, мОм	Leakage, мкГн	Өth, К/Вт	SRF, МГц	Размеры, ШхДхВ, мм
DP	DP-F14	3,3...100	0,35...1,8	110...3700	32...1100	—	0,15...2,0	15,1x19,0x14,0 21,0x19,0x12,5
RK	RK 17	3,3...47	0,4...1,5	0,19...2,7	25...350	70 50	0,3...2,0	15,0x18,0x20,0 14,5x24,5x13,5
	RK 17 + Bypass	3,3...47	0,4...1,0	0,18...2,5	120...1500	—	0,3...2,0	14,5x24,5x15,0
	RK 19	3,3...47	0,6...2,1	0,12...1,2	25...330	52	0,25...1,5	18,0x21,0x23,0
	RK 23	3,3...47	0,9...2,25	0,09...0,87	65...1000	33	0,25...1,0	24,5x26,5x14,0
	RK 23 + Bypass	3,3...47	0,42...1,3	0,08...0,75	120...1500	—	0,22...1,0	24,5x28,0x14,0
	RK 26	3,3...47	1,0...3,9	0,054...0,82	25...330	35	0,2...1,0	22,5x27,0x28,5
	RK 28	3,3...47	1,4...4,6	0,048...0,52	25...310	30	0,2...0,8	24,5x29,0x31,0
DK	DK 30	3,3...47	0,3...1,5	0,17...2,5	35...540	65	0,2...1,5	17,5x18,0x13,0
	DK 31	3,3...47	0,3...1,5	0,17...2,5	35...540	58	0,2...1,5	13,5x18,5x20,5
	DK 40	3,3...27	0,8...2,5	0,07...0,6	0...240	50	0,18...1,2	22,5x22,5x15,5
	DK 41	3,3...27	0,8...2,5	0,07...0,6	0...240	45	0,18...1,2	16,0x23,5x25,5
	DK 50	3,3...47	0,6...2,8	0,06-1,1	40...600	37	0,2...0,8	27,5x28,0x18,0
	DK 51	3,3...47	0,6...2,8	0,06-1,1	40...600	34	0,2...0,8	18,5x27,5x30,5
	DK 60	3,3...10	1,8...4,0	0,06...0,22	35...130	30	0,2...0,8	32,5x33,0x18,0
	DK 61	3,3...10	1,8...4,0	0,06...0,22	35...130	24	0,2...0,8	18,5x32,5x35,5
E	E 16/4.7	14...60	0,2...0,32	1,8...4,1	270...1220	76	0,12...0,4	13,5x18,0x18,5
	E 20/5.9	21...112	0,2...0,55	0,78...5,2	350...1800	57 56	0,075...0,2	21,5x21,5x16,5 13,5x21,0x23,5

Таблица 3. Область применения фильтров SUMIDA

Серия	Наименование	Схема фильтра	Область применения
DP	DP-F14		подавление синфазной помехи
RK	RK 17		подавление синфазной помехи
	RK 17 + Bypass		подавление синфазной помехи подавление дифференциальной помехи
	RK 19		подавление синфазной помехи
	RK 23		подавление синфазной помехи
	RK 23 + Bypass		подавление синфазной помехи подавление дифференциальной помехи
	RK 26		подавление дифференциальной помехи
	RK 28		подавление дифференциальной помехи
DK	Вся линейка		подавление синфазной помехи высокое значение тока нагрузки
E	E 16/4.7		подавление синфазной помехи гальваническая развязка
	E 20/5.9		



Рис. 5. Внешний вид фильтров DP-F14



Рис. 6. Внешний вид фильтров серии DK

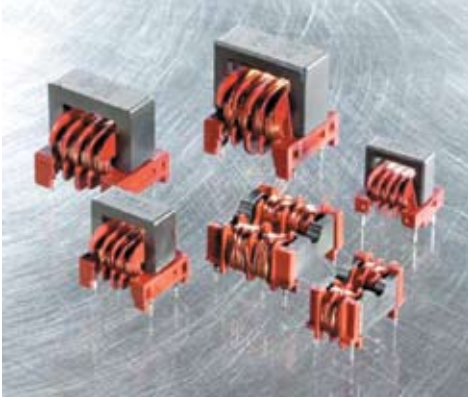


Рис. 7. Внешний вид фильтров серии RK



Рис. 8. Внешний вид фильтров RK17S (справа) и RK23S (слева)

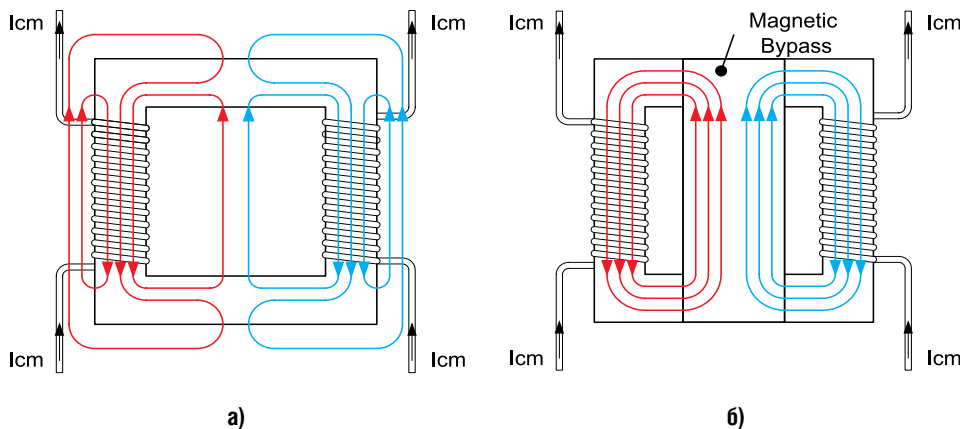


Рис. 9. Силовые линии магнитного поля дросселя без Вурасс (а) и дросселя с Вурасс (б)

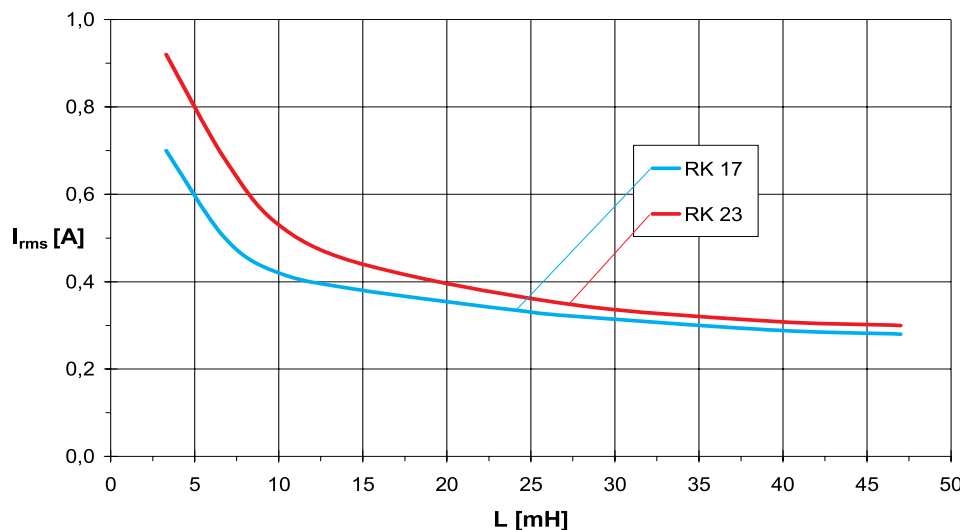


Рис. 10. Зависимость допустимого среднеквадратического значения тока дросселей серии RK от индуктивности катушек

В таблице 2 приведены основные параметры фильтров Sumida:

L_n — номинальная индуктивность обмотки в синфазном режиме;

I_n — максимальный рабочий ток через обмотку;

R_{cu} — максимальное сопротивление обмотки;

$L_{leakage}$ — номинальная величина индуктивности обмотки в дифференциальном режиме;

Θ_{th} — термосопротивление корпуса;

SRF — частота собственного резонанса фильтра.

Фильтры серии RK с дополнительным магнитопроводом

Особый интерес представляют фильтры серии RK (рисунок 7) с дополнительным магнитопроводом (*Magnetic Bypass*) — RK17S и RK23S (рисунок 8).

Особенности серии:

- Дополнительный магнитопровод, позволяющий использовать фильтр в качестве универсального средства для борьбы с синфазной и дифференциальной помехами;

- соответствие стандартам электробезопасности EN 50176, EN 61347, EN 61800, EN 60335, EN 60065;

- тестовое напряжения между обмотками 1500 В, 50 Гц, в течении двух секунд;

- соответствие климатическим категориям 40/125/56 стандарта IEC 68-1;

- максимальная рабочая температура обмоток 115°C.

Серия RK включает в себя два варианта конструктивного исполнения. Габаритно-установочные размеры корпуса RK-17S составляют 14,5x24,5 мм, размеры фильтра RK23S составляют 24,5x28 мм. Таким образом, RK17S занимает в два раза меньшую площадь на печатной плате конечного изделия, чем RK23S.

Конструктивно фильтр представляет собой две катушки, включенные встречно на общем кольцевом магнитопроводе с высокой магнитной проницаемостью. Каждая катушка состоит из двух секций, разделенных пластиковым ограничителем, что позволяет уменьшить межвитковую емкость и увеличивает частоту собственного резонанса фильтра.

Рассмотрим подробнее принцип действия дополнительного магнитопровода. На рисунке 9 для случая синфазной помехи приведено распределение силовых линий магнитного поля ядра магнитопровода классического дросселя со встречной намоткой и магнитопровода дросселя с Вурасс.

В случае с классическим кольцевым исполнением магнитопровода силовые линии магнитного поля синфазной помехи замыкаются снаружи ядра.

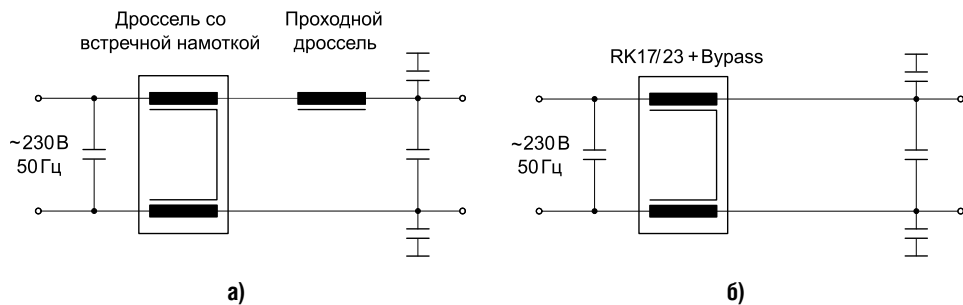


Рис. 11. Классическая схема сетевого фильтра (а) и схема на базе RK + Bypass (б)

Наличие Bypass в конструкции дросселя позволяет замкнуть силовые линии магнитного поля синфазной помехи внутри ядра магнитопровода, тем самым уменьшив долю излучаемой электромагнитной энергии, при этом увеличив эквивалентную индуктивность катушки по отношению к току синфазной помехи, обеспечить подавление высокочастотной дифференциальной помехи без использования дополнительных электронных компонентов (рисунок 10).

Перечисленные качества дросселя с дополнительным магнитопроводом значительно упрощают схемотехнику сетевого фильтра и сокращают объем, занимаемый им в конструкции конечного устройства.

На рисунке 11а приведена схема классического сетевого фильтра. Дроссель со встречной намоткой используется для подавления синфазной составляющей сетевой помехи, проходной дроссель ослабляет дифференциальную часть. Указанные компоненты занимают определенное место на печатной плате сетевого фильтра. Фильтр серии RK с дополнительным магнитопроводом (рисунок 11б) позволяет заменить два компонента одним.

В качестве примера для оценки эффективности применения фильтров серии RK с дополнительным магнитопроводом приведен рисунок 12, на котором отражено частотное распределение напряжения помехи на сетевых контактах электронного пускового устройства (балласта) люминесцентной лампы в логарифмических единицах (дБмкВ). График красного цвета соответствует фильтру серии RK без

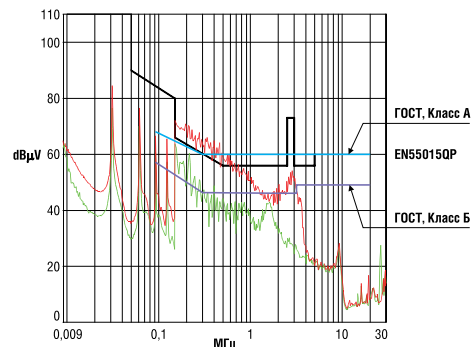


Рис. 12. Спектр напряжения помехи электронного балласта при использовании фильтра RK без Bypass (красный цвет) и фильтра RK с Bypass (зеленый цвет)

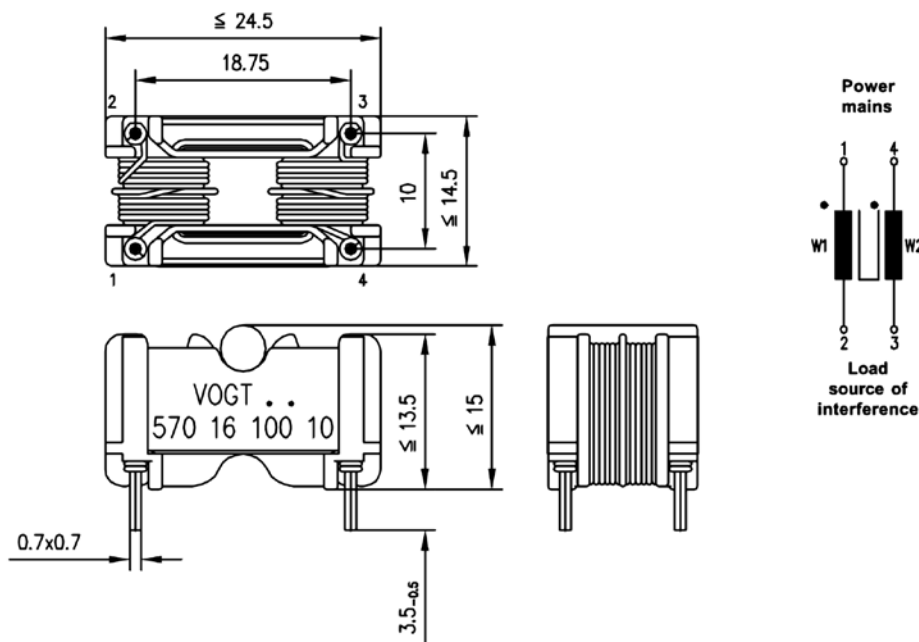


Рис. 13. Габаритные размеры фильтра RK-17 с дополнительным магнитопроводом

дополнительного магнитопровода, график зеленого цвета – фильтру серии RK с дополнительным магнитопроводом. Кроме спектра помех на рисунке приведены нормы помехоэмиссии, соответствующие стандартам EN 55015QP, ГОСТ Р 50745-99 в отношении технических средств промышленного применения (Класс А) и ГОСТ Р 50745-99 для технических средств коммерческого и бытового назначения

(Класс Б). Из графиков видно, что применение фильтра RK с дополнительным магнитопроводом позволяет выполнить требования всех трех стандартов.

Серия RK17S с дополнительным магнитопроводом

Габаритные размеры, импеданс и технические характеристики фильтров серии RK17S с дополнительным маг-

Таблица 4. Технические характеристики фильтров серии RK-17 с дополнительным магнитопроводом

Наименование	Lп, мГн	Rcu, Ом	I _{RMS} , А	I _{sat} , А	LLeakage, мкГн
570 16 033 1H	3,3	0,18	0,70	1,00	120
570 16 068 1H	6,8	0,27	0,50	0,70	220
570 16 100 1H	10	0,50	0,46	0,65	330
570 16 150 20	15	0,65	0,43	0,64	500
570 16 270 1H	27	1,30	0,40	0,55	900
570 16 390 20	39	2,25	0,30	0,42	1250
570 16 470 10	47	2,50	0,28	0,40	1500

Таблица 5. Технические характеристики фильтров серии RK-23 с дополнительным магнитопроводом

Наименование	L_n , мГн	R_{cu} , Ом	I_{RMS} , А	I_{sat} , А	Leakage, мкГн
570 18 033 1H	3,3	0,08	0,92	1,30	120
570 18 068 10	6,8	0,14	0,78	1,10	220
570 18 100 10	10	0,19	0,53	0,75	330
570 18 150 1H	15	0,30	0,45	0,65	500
570 18 270 1H	27	0,45	0,35	0,50	900
570 18 390 10	39	0,61	0,32	0,45	1250
570 18 470 1S	47	0,75	0,30	0,42	1500

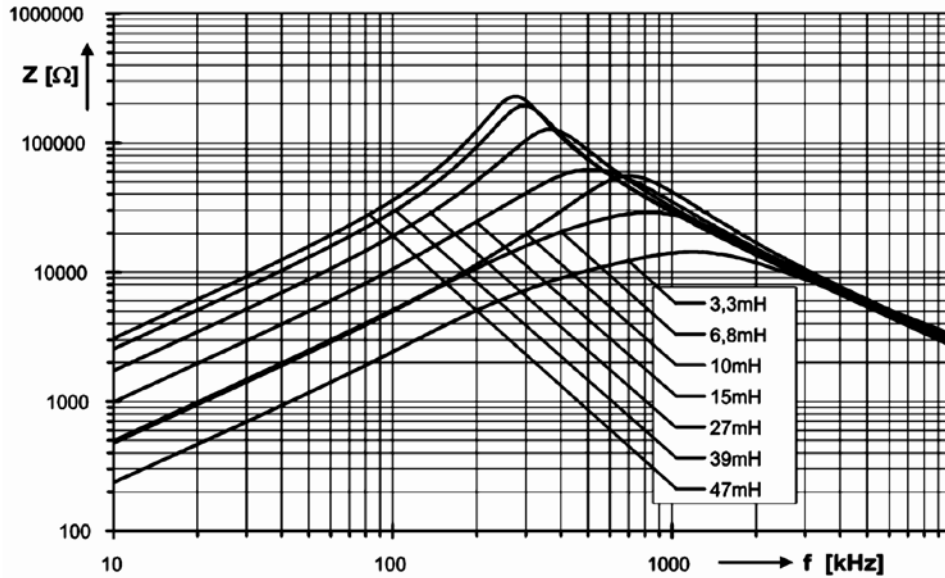


Рис. 14. Импеданс фильтров серии RK-17 в синфазном режиме в зависимости от частоты

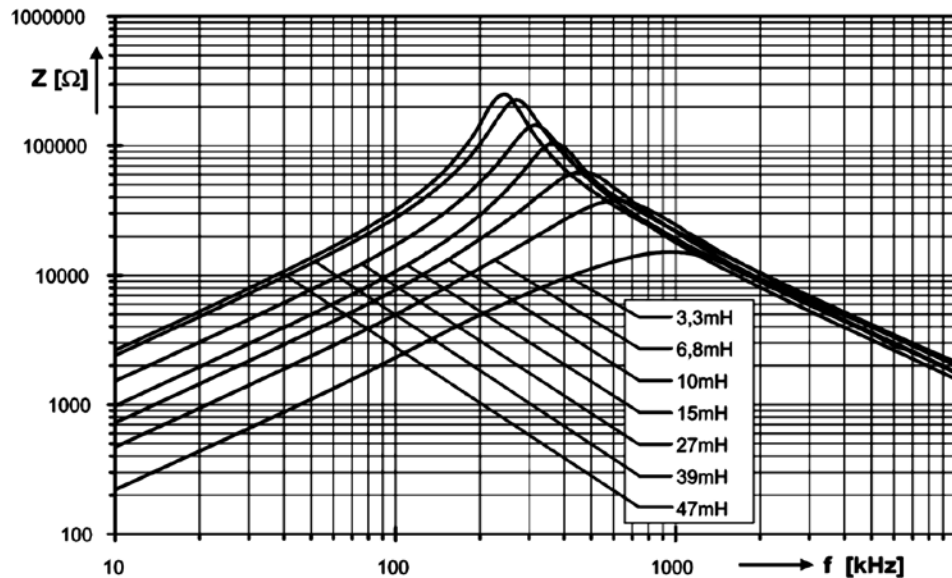


Рис. 15. Импеданс фильтров серии RK-23 в синфазном режиме в зависимости от частоты

магнитопроводом рассмотрены на рисунках 13, 14 и в таблице 4.

В таблице 4 приняты следующие обозначения:

L_n — номинальная индуктивность обмотки в синфазном режиме;

R_{cu} — максимальное сопротивление обмотки;

$L_{leakage}$ — номинальная величина индуктивности обмотки в дифференциальном режиме;

I_{RMS} — номинальный ток обмотки;

I_{sat} — ток обмотки, при котором наступает насыщение магнитопровода.

Серия RK23S с дополнительным магнитопроводом

Импеданс и технические характеристики фильтров серии RK23S с дополнительным магнитопроводом представлен на рисунке 15 и в таблице 5.

Заключение

Серия продуктов компании SUMIDA для подавления сетевых помех позволяет обеспечить защиту помехочувствительных нагрузок от помех, распространяющихся по сети электропитания, а также выполнить требования международных и отечественных стандартов по помехоэмиссии устройств с переключаемыми силовыми элементами, в частности — импульсных блоков питания.

Особый интерес для разработчиков представляют серии фильтров RK17S и RK23S со встроенным дополнительным магнитопроводом, наличие которого позволяет ослабить как синфазную, так и дифференциальную составляющую помехи. Серия может найти широкое применение при конструировании оборудования для телекоммуникаций, бытовой аппаратуры.

Литература

1. ГОСТ Р 50397-2011 (МЭК 60050-161:1990). Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения.

2. ГОСТ Р 50745-99. Системы бесперебойного питания. Устройства подавления сетевых импульсных помех. Требования и методы испытаний.

3. http://www.compel.ru/wordpress/wp-content/uploads/2013/02/Workshop_compel_Praesentation_3_kompr_rus.pdf

4. http://www.Sumida-eu.com/redx_tools/mb_download.php/mid.08404904708305711110081102114115061/Entstoerdrosseln.pdf

5. http://www.Sumida-eu.com/redx_tools/mb_download.php/mid.07073068118068110097107071054048061/Entstoerdrosseln_mit_Bypass.pdf

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: passive.vesti@compel.ru

Михаил Гонин (г. Санкт-Петербург)

ОПТОВОЛОКОННАЯ ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ОТ TE CONNECTIVITY – СОЕДИНИТЕЛИ СТАНДАРТОВ SFP И XFP



Разъемы для **SFP-трансиверов оптоволоконной связи**, производимые компанией **TE Connectivity** (бывшая Tyco), соответствуют всем **стандартам соглашения MSA**, выпускаются в одиночном и спаренном исполнении, могут поставляться с большим количеством дополнительных аксессуаров.

Оптическое волокно используется в сфере телекоммуникаций для интернет-коммуникации, передачи телефонных сигналов и сигналов кабельного телевидения. Его основная задача заключается в передаче огромного потока информации. С ней прекрасно справляются системы, основанные на оптоволоконном методе передачи данных. В настоящее время данный метод позволяет передавать данные на скоростях до 100 Гбит/с.

Достичь больших скоростей передачи данных удастся за счет передачи по одному оптоволокну нескольких независимых информационных каналов. Для такой передачи используются методы временного и частотного уплотнения. Одним из этих методов является метод WDM (*Wavelength-division multiplexing*), позволяющий передавать данные нескольких каналов с разделением по длине волны. Для этого в оптоволоконные системы устанавливаются оптические мультиплексоры с частотным (спектральным) разделением каналов, которые объединяют несколько передаваемых сигналов в один. Каждый источник сигнала передается лучами с различными длинами волн. Эти лучи

проходят по оптоволоконной линии независимо и не взаимодействуют друг с другом. Данный метод значительно повышает пропускную способность и позволяет осуществить двунаправленную передачу информации. Скорость передачи данных по оптическим линиям связи в настоящее время ограничена характеристиками приемопередающего оборудования, а именно — максимальной скоростью модуляции передатчика и способностью фотоприемника распознавать данные. На текущий момент передача данных может достигать скорости 10 Гбит/с. Благодаря методу WDM происходит разделение полосы пропускания на несколько каналов с той же скоростью передачи данных. Данное разделение позволяет увеличить пропускную способность.

Оптоволоконная технология обладает следующими преимуществами по сравнению с электрическими (медными) сетями:

- скорость передачи данных достигает 100 Гбит/с;
- абсолютная защищенность оптоволокну от электрических помех, наводок и полное отсутствие излучения вовне, так как данные передаются при помощи света;



- большая защищенность передаваемых данных от постороннего перехвата;
- большая дальность связи, вызванная малым затуханием светового потока в оптоволокну;
- Большая устойчивость к внешним воздействиям, таким как влажность и температура;
- гальваническая развязка элементов сети;
- длительный срок эксплуатации;
- взрыво- и пожаробезопасность.

Напомним области, в которых волоконно-оптические сети получили наибольшее распространение и области, в которых ВОЛС (волоконно-оптические линии связи) набирают обороты. ВОЛС применяются при построении сетей от поставщика услуг связи до конечного дома или предприятия, также возможна прокладка оптических кабелей до конечного пользователя, но это более дорогостоящая работа, она пока что только начинает приобретать популярность. Помимо прочего, растет интерес к применению оптических линий связи в авиа- и кораблестроении. ВОЛС применяются при прокладке сетей на большие расстояния.

Сеть на основе оптоволоконной технологии состоит из передающего устройства, преобразующего электриче-

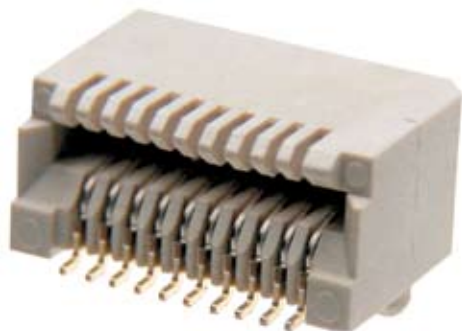


Рис. 1. SFP-разъем на плату



Рис. 2. Кожух SFP-разъема



Рис. 3. Световоды для SFP-разъема

Таблица 1. Перечень SFP-разъемов в одиночном исполнении

Наименование	Описание изделия	Способ монтажа	Спецификация ATCA	Покрытие контактов
1489669-1	Одиночный корпус неразборный SFP	Запрессовка	Да	—
1489951-1	Одиночный корпус неразборный XFP	Запрессовка	Да	—
1367073-1	20-контактный соединитель SFP	Поверхностный	Да	Золото 15
1367073-2	20-контактный соединитель SFP	Поверхностный	Да	Золото 30
1761394-1	Пылезащитная заглушка соединителя SFP	—	Да	—



Рис. 4. Радиатор для SFP-разъема

ские сигналы в световые, самого оптоволоконного кабеля, приемного устройства, преобразующего световые сигналы в электрические импульсы. В состав сети входит и конечное оборудование, к которому можно отнести коммутаторы, маршрутизаторы, серверы, системы хранения данных и прочее. Также при передаче данных на большие расстояния могут использоваться ретрансляторы и усилители.

Оптические сети поддерживают множество протоколов связи. Перечислим некоторые из них: Ethernet-100 Base-F, Ethernet-1000 Base-SX, ATM, FDDI LSF, Fiber Channel, 10GBase-E, 10GBase-L.

Для унификации процесса построения сетей с использованием оптических кабелей ведущие производители оборудования заключили соглашение

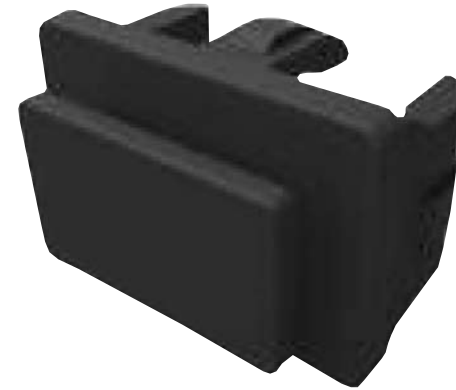


Рис. 5. Защитная крышка для SFP-разъема

(MultiSource Agreement (MSA)), согласно которому участники обязуются придерживаться стандартов в разработке оборудования для сетей на основе оптоволоконной технологии. В данном соглашении описаны основные требования к габаритным размерам разъемов и модулей, к интерфейсам и топологии разъемов конечных устройств.

Данное соглашение позволяет легко менять конечное оборудование при ремонте или обновлении без лишних затрат на обслуживание.

Одним из важнейших вопросов при построении ВОЛС является подключение оптических кабелей к конечному коммуникационному оборудованию. Для этих целей используются **SFP (Small Form-factor Pluggable)**-трансиверы. В зависимости от исполнения в данном трансивере может располагаться

либо только приемник или передатчик, либо и приемник, и передатчик. Стандарт построения SFP-трансиверов предусматривает возможность «горячего» подключения, их габариты и электрический интерфейс определены в соглашении MSA. Также, в зависимости от исполнения, SFP-трансиверы позволяют организовать подключение коммутационного оборудования как к волоконно-оптическим линиям связи, так и к проводным (медным) сетям. Модуль обладает компактными размерами, позволяющими в стандартном 19-дюймовом корпусе высотой 1U разместить до 48 разъемов подключения.

Возможны следующие исполнения SFP-модулей:

- **1000BASE-T SFP** для проводных сетей. Данные модули применяются со стандартной витой парой UTP-5, длина кабеля до 100 метров.
- **1000BASE-SX SFP** для многомодовых оптических кабелей. Данные модули удовлетворяют требованиям стандарта IEEE 802.3z 1000BASE-SX. При диаметре сердцевины оптического кабеля 50 мкм максимальная длина кабеля составляет 550 м, при диаметре сердцевины 62,5 мкм — до 220 м
- **1000BASE-LX/LH SFP** для одномодовых и многомодовых оптических кабелей. Удовлетворяют требованиям стандарта IEEE 802.3z 1000BASE-LX. На стандартном одномодовом кабеле длина может достигать 10 км, при применении многомодового кабеля максимальная длина кабеля составляет 550 м.
- **1000BASE-EX SFP** для одномодовых кабелей с максимальной длиной до 40 км.
- **1000BASE-ZX SFP** для одномодовых кабелей с максимальной длиной порядка 70 км. При использовании данных модулей на более коротких дистанциях необходимо использование аттенуаторов для предотвращения перегрузок приемника.
- **1000BASE-BX10-D SFP** и **1000BASE-BX10-U SFP** для одномодовых оптических кабелей с двунаправленной связью. Удовлетворяют требования стандартов IEEE 802.3ah 1000BASE-BX10-D и 1000BASE-BX10-U. Длина связи — до 10 км.
- Двухканальный **1000BASE-BX10-D SFP** для одномодовых оптических кабелей. Данные модули также

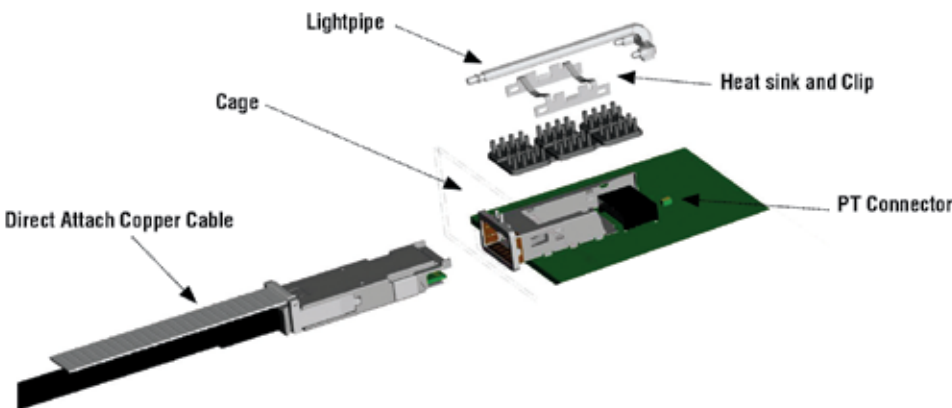


Рис. 6. Составные части разъема для SFP-модуля

Таблица 2. Перечень SFP-разъемов в спаренном исполнении

Наименование	Конфигурация портов	Конфигурация корпуса	Способ монтажа	С разъемом	Спецификация ATCA
1489669-1	1x1	Одиночный	Запрессовка	Нет	Нет
1489779-1	1x1	Одиночный	Запрессовка	Нет	Нет
1367629-1	1x1 со световодами	Одиночный	Запрессовка	Нет	Нет
1761014-1	1x2	Устанавливаемый в ряд	Запрессовка	Нет	Да
1761007-1	1x2 со световодами	Устанавливаемый в ряд	Запрессовка	Нет	Нет
1658744-1	1x4	Устанавливаемый в ряд	Запрессовка	Нет	Да
1761008-1	1x4 со световодами	Устанавливаемый в ряд	Запрессовка	Нет	Нет
1658628-1	2x1	Устанавливаемые друг над другом	Запрессовка	Да	Да
1658859-1	2x1 со световодами	Устанавливаемые друг над другом	Запрессовка	Да	Нет
1658629-1	4x2	Устанавливаемые друг над другом/устанавливаемые в ряд	Запрессовка	Да	Нет
1658758-1	4x2 со световодами	Устанавливаемые друг над другом/устанавливаемые в ряд	Запрессовка	Да	Нет
1658391-1	2x1	Устанавливаемые друг над другом	Запрессовка	Да	да

называют компактными SFP, модули объединяют в себе два интерфейса, удовлетворяющих требованиям стандарта IEEE 802.3ah. Максимальная длина связи – до 10 км.

У SFP-модулей принята цветовая маркировка: синим цветом маркируются модули для одномодовых оптических кабелей, черным или бежевым – модули, применяемые с многомодовыми кабелями.

Модули SFP применяются в сетях со скоростями связи до 4 гигабит в секунду.

Для скоростей соединения до 10 гигабит в секунду широкое применение получили XF-трансиверы. Основные требования к электрическим и механическим характеристикам данных трансиверов описаны в соглашении MSA. Дадим краткую характеристику данных оптических модулей. Итак, стандарт по XFP трансиверам был принят в 2002 году. По сравнению с SFP-модулями, модули XFP имеют большие габариты, но, как уже сказано выше, применяются для работы в более высокоскоростных сетях. Возможны два варианта исполнения данных трансиверов. На двухволоконных трансиверах установлены два разъема типа LC для возможности подключения двух оптических кабелей, также возможно исполнение модулей с одним разъемом LC, в данных модулях применяется спектральное уплотнение каналов (XFP WDM). Как и SFP-модули, XFP-трансиверы поддерживают возможность горячего подключения к коммутационному оборудованию. Основные параметры, характеризующие данные трансиверы, это:

- тип поддерживаемых оптических кабелей: одномодовые или многомодовые;

- количество используемых волокон: 2 или 1;

- дальность связи. Существуют модули с дальностью связи до 300 м – XFP-SR-модули. Данные модули используют многомодовое оптическое волокно. XFP-LR – имеют дальность связи до 10 км, работают с одномодовым волокном. XFP-ER – могут работать на расстоянии до 40 км, также работают с одномодовым волокном. XFP-ZR-модули применяются при работе с одномодовым волокном на дальностях связи до 80 км;

- длина волны используемых приемника и передатчика: обычно выпускаются с рабочими длинами волн 850 нм, 1310 нм и 1550 нм;

- поддерживаемые протоколы: SONET OC-192, G.709 “OTU-2”, 10 Gb/s Ethernet, 10 Gb/s Fibre Channel;

- модули разработаны для сетей со скоростями 10,3...11,3 Гб/с;

- Согласно стандарту MSA, модуль имеет стандартный 30-контактный разъем для подключения к коммутационному оборудованию.

Компания TE Connectivity является одним из участников соглашения MSA и предлагает потребителю разъемы для SFP-модулей. Основные составные части данных разъемов описаны ниже.

Разъемы SFP, предлагаемые компанией TE Connectivity, представляют собой полную систему, состоящую из модульного разъема, устанавливаемого на



Рис. 7. Одиночное исполнение

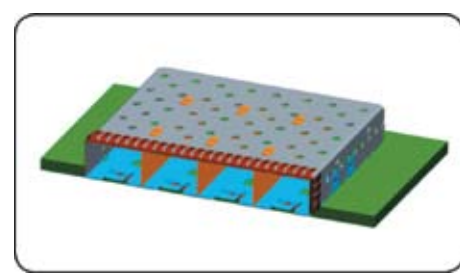


Рис. 8. Спаренное горизонтальное исполнение

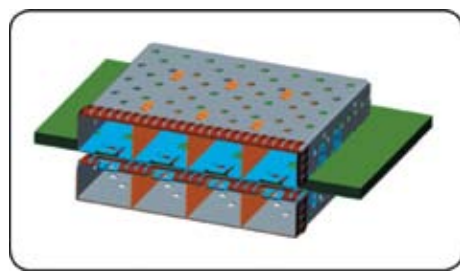


Рис. 9. Расположение разъемов «Belly-to-belly»

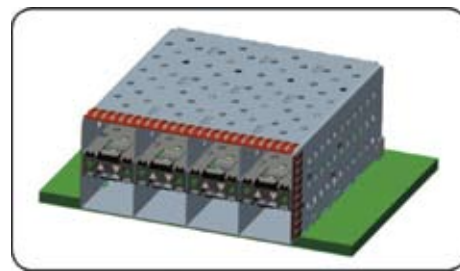


Рис. 10. Спаренное горизонтальное и вертикальное исполнение

плату, а также — модульного разъема на кабель. В свою очередь, разъем, устанавливаемый на печатную плату, состоит из следующих основных частей:

1. **Connector** (рисунок 1) — 20-контактный разъем с позолоченными контактами (толщина слоя золочения может быть либо 15, либо 30 микродюймов).

Разъем представляет собой сокет с угловыми контактами, шаг которых 0,8 мм, для подключения печатной платы трансивера, расположенного на кабеле. Толщина печатной платы трансивера должна составлять $1 \pm 0,1$ мм. Разъемы поставляются в катушках либо в лентах, что позволяет устанавливать их как вручную, так и с использованием автоматов. Разъем устанавливается на печатную плату до установки металлического кожуха.

2. **Cage** (рисунок 2) — Металлический кожух разъема.

Предназначение данного кожуха:

- для обеспечения заземления;
- для удовлетворения требований электромагнитной совместимости;
- выступает в роли направляющей для точного совпадения разъема на плате устройства и SFP-модуля на кабеле;
- в кожухе установлена специальная защелка для надежной фиксации кабельного модуля в устройстве;

• отверстия в кожухе предназначены для воздушного охлаждения установленного трансивера;

• кожух поставляется в пластиковой упаковке, установка производится вручную.

Также, помимо основных частей, возможна установка дополнительных элементов разъема:

1. **Light Pipe Assembly** (рисунок 3) — представляет из себя 1 либо 2 изогнутые прозрачные трубки.

Предназначен для индикации режимов работы. Устанавливается сверху на кожух разъема. При использовании данного способа индикации можно использовать светодиоды для поверхностного монтажа, установленные за разъемом.

2. **Heat Sink and Clip** (рисунок 4).

Также в дополнение для отвода тепла от SFP-модуля на кожух разъема может устанавливаться радиатор, крепление которого к кожуху осуществляется при помощи специальной скобы.

3. **Dust/EMI Plug** (рисунок 5).

Специальная заглушка для защиты свободных разъемов от пыли и для удовлетворения требований электромагнитной совместимости.

Составные части разъема для SFP-модуля изображены на рисунке 6.

TE Connectivity предлагает широкий выбор вариантов исполнения разъемов на плату:


1. **Одиночное исполнение** (рисунок 7, таблица 1). В данном исполнении кожух разъема может поставляться как разборным (состоит из двух частей), так и в цельном исполнении. При использовании одиночного разъема минимальная толщина печатной платы должна составлять 1,5 мм. Рекомендуемый материал — текстолит (FR-4 или G-10).

2. **Спаренное горизонтальное исполнение** (рисунок 8, таблица 2). Данное исполнение позволяет максимально сэкономить место на печатной плате. Возможно исполнение с двумя, четырьмя и шестью портами. Также использование данной конфигурации разъемов позволяет устанавливать разъемы друг под другом в верхнем и в нижнем слое печатной платы (так называемое расположение Belly-to-Belly, рисунок 9). При расположении разъемов как в верхнем, так и в нижнем слое печатной платы минимальная толщина печатной платы должна составлять 3 мм для случая установки одиночных разъемов и 2,25 мм для случая установки спаренных разъемов.

3. **Спаренное горизонтальное и вертикальное исполнение**. Как видно из рисунка 10, разъемы располагаются друг над другом, подобное исполнение также позволяет сильно сэкономить пространство на печатной плате. Доступны разъемы в исполнении: 2x1, 2x4 и 2x6.

Компания TE Connectivity также предлагает корпуса для самих трансиверов. Данные корпуса снабжены специальным «язычком», позволяющим легко вынимать трансивер из разъема на печатной плате.

Заключение

Оптоволоконные сети являются одним из самых перспективных направлений в области связи. Пропускные способности оптических каналов на порядок выше, чем у информационных линий на основе медного кабеля, и продолжают расти. В связи с такой большой пропускной способностью, особое внимание следует уделять разъемным соединениям. Компания TE Connectivity предлагает широкий выбор качественных интерфейсных разъемов для оптоволоконных устройств связи. Разъемы TE Connectivity для гигабитных линий связи соответствуют предъявляемым требованиям и являются прекрасным решением для задач коммутации. 



Поддержка приложений до 4 Гбит/с

Одиночные, двоянные и двухуровневые корпуса

Широкий выбор аксессуаров: радиаторы, световые трубки, защитные заглушки

Улучшенная защита от ЭМП

Москва
Тел.: (495) 234-7764, доб. 2502
Лебедев Илья
E-Mail: l.lebedev@compel.ru

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-9404, доб. 4219
Червинский Михаил
E-Mail: cmv.spb@compel.ru

Компэл
www.compel.ru

Получение технической информации,
заказ образцов, поставка —
e-mail: passive.vesti@compel.ru

Александр Калачев (г. Барнаул)

ПАЖ, НЕСУЩИЙ ШЛЕЙФ: FPC/FSS-РАЗЪЕМЫ OMRON ДЛЯ ШЛЕЙФОВ И ГИБКИХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ



Малая высота и до нескольких десятков подключений/отключений, одно- и двухрядное расположение контактов, толщина подключаемого шлейфа от 0,12 до 0,3 мм – основные черты соединителей серии XF для шлейфов и гибких печатных плат, выпускаемых компанией Omron.

Наличие надежного соединения между отдельными блоками или устройствами – залог их длительной работы без обслуживания и жалоб пользователей (особенно если наличия специальных знаний, умений или навыков у пользователя не предполагается). Во многих случаях для соединения отдельных печатных плат прибегают к т.н. гибким шлейфам, выполненным в виде металлизированной синтетической пленки. Подобные шлейфы являются более гибкими и компактными и более надежными в плане устойчивости к многократным изгибам, чем традиционные шлейфы из параллельных проводников. Вместе с тем, возникает необходимость в специализированных разъемах для фиксации гибких шлейфов.

В основном гибкие шлейфы применяются для подключения к основной плате прибора устройств получения данных или сигналов типа фото-/видеокамер, микрофонов, а также устройств ввода информации (сенсорные панели) и ее отображения (дисплеи, видеоскаатели). Токи через эти соединения, как правило, невелики – не более нескольких сотен мА, а часто гораздо меньше. Основными требованиями к подобным разъемам являются надежность фиксации, простота монтажа, легкость подключения шлейфа, небольшие габариты (в частности, высота).

Разъемы производства компании Omron

Направления деятельности японской компании **Omron** сосредоточены на поставках средств автоматизации для ав-

томобильной электроники, медицинского оборудования, бытовой техники, систем жизнеобеспечения зданий и городов, а также для оснащения промышленных предприятий [1].

Помимо средств и систем автоматизации, представляющих собой функционально законченные изделия, Omron производит и ряд электронных компонентов, к которым относится широкий спектр электромеханических реле, твердотельных реле, микропереключателей, фотомикродатчиков, некоторые виды специальных датчиков (угла наклона, скорости потока воздуха), различных соединителей [2].

В частности, Omron предлагает несколько серий соединителей XFxx для

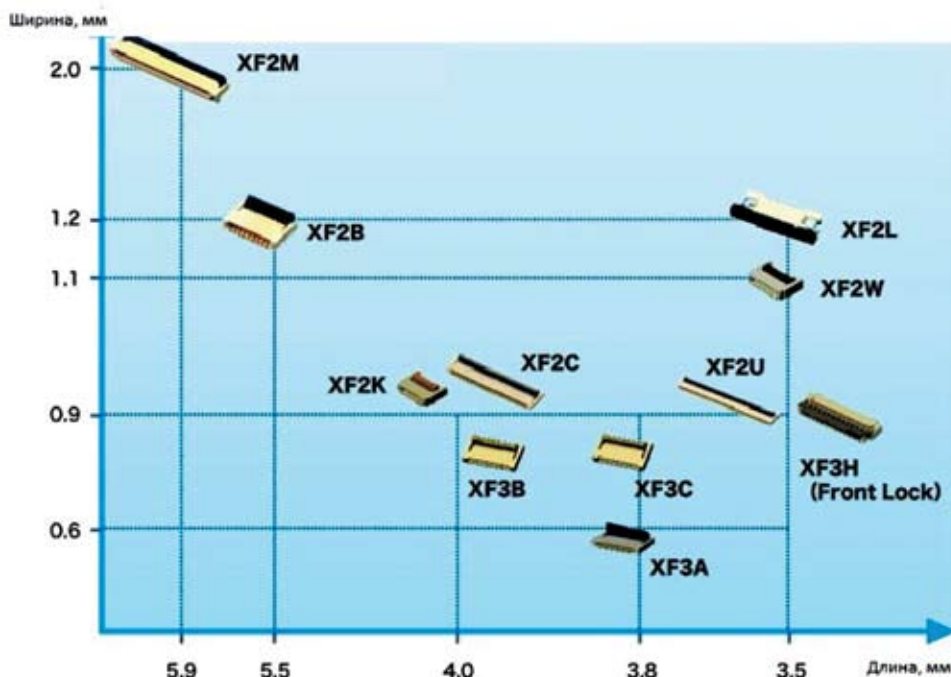


Рис. 1. Соединители для шлейфов и гибких печатных плат семейства XF

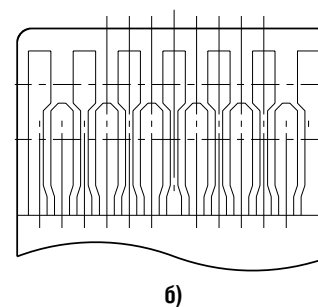
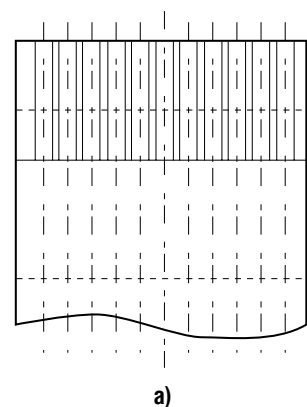


Рис. 2. Типичное расположение контактных площадок на гибких шлейфах. а) – однорядное, б) – двухрядное шахматное

Таблица 1. Основные характеристики разъемов семейства XF

Наименование	Внешний вид	Расстояние между контактами, мм	Толщина гибкого шлейфа, мм	Расположение контактов	Тип фиксатора шлейфа	Максимальный рабочий ток, А
<u>XF2B</u>		0,3	0,2	Двухрядное шахматное, двустороннее	Задняя подвижная защелка	0,2
<u>XF2C</u>		0,3	0,12	Верхние контакты	Задняя подвижная защелка	0,2
<u>XF2K</u>		0,4	0,2	Двухрядное шахматное, двустороннее	Задняя подвижная защелка	0,2
<u>XF2U</u>		0,5	0,2	Однорядное, двустороннее	Задняя подвижная защелка	0,5
<u>XF2W</u>		0,5	0,3	Однорядное, двустороннее	Задняя подвижная защелка	0,5
<u>XF2L</u>		0,5	0,3	Однорядное, верхние или нижние контакты	Слайдер	0,5
<u>XF2M</u>		0,5	0,3	Однорядное, двустороннее	Задняя подвижная защелка	0,5
<u>XF2J</u>		0,5	0,3	Однорядное, верхнее	Слайдер	0,5
<u>XF3C</u>		0,25	0,12	Двухрядное, двустороннее	Задняя подвижная защелка	0,2
<u>XF3A</u>		0,3	0,12	Однорядное, верхнее	Задняя подвижная защелка	0,2
<u>XF3B</u>		0,3	0,2	Двухрядное, двустороннее	Задняя подвижная защелка	0,2
<u>XF3E</u>		0,3	0,2	Двухрядное, двустороннее	Задняя подвижная защелка	0,2

Таблица 2. Конструктивные размеры разъемов семейства XF2M

Наименование	Количество выводов	Размер, мм				
		A	B	C	D	E
<u>XF2M-0615-1A</u>	6	2,5	3,6	6,5	7,1	5,1
<u>XF2M-0815-1A</u>	8	3,5	4,6	7,5	8,1	6,1
<u>XF2M-1015-1A</u>	10	4,5	5,6	8,5	9,1	7,1
<u>XF2M-1215-1A</u>	12	5,5	6,6	9,5	10,1	8,1
<u>XF2M-1415-1A</u>	14	6,5	7,6	10,5	11,1	9,1
<u>XF2M-1815-1A</u>	18	8,5	9,6	12,5	13,1	11,1
<u>XF2M-2015-1A</u>	20	9,5	10,6	13,5	14,1	12,1
<u>XF2M-2215-1A</u>	22	10,5	11,6	14,5	15,1	13,1
<u>XF2M-2415-1A</u>	24	11,5	12,6	15,5	16,1	14,1
<u>XF2M-2615-1A</u>	26	12,5	13,6	16,5	17,1	15,1
<u>XF2M-3015-1A</u>	30	14,5	15,6	18,5	19,1	17,1
<u>XF2M-3215-1A</u>	32	15,5	16,6	19,5	20,1	18,1
<u>XF2M-3315-1A</u>	33	16,0	17,1	20,0	20,6	18,6
<u>XF2M-3415-1A</u>	34	16,5	17,6	20,5	21,1	19,1
<u>XF2M-3515-1A</u>	35	17,0	18,1	21,0	21,6	19,6
<u>XF2M-3615-1A</u>	36	17,5	18,6	21,5	22,1	20,1
<u>XF2M-3815-1A</u>	38	18,5	19,6	22,5	23,1	21,1
<u>XF2M-4015-1A</u>	40	19,5	20,6	23,5	24,1	22,1
<u>XF2M-4215-1A</u>	42	20,5	21,6	24,5	25,1	23,1
<u>XF2M-4515-1A</u>	45	22,0	23,1	26,0	26,6	24,6
<u>XF2M-5015-1A</u>	50	24,5	25,6	28,5	29,1	27,1
<u>XF2M-5515-1AH</u>	55	27,0	28,1	31,0	31,6	29,6
<u>XF2M-6015-1AH</u>	60	29,5	30,6	33,5	34,1	32,1



(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9)

- (1) – классификатор серии**
2B, 2J, 2L, 2M, 2U, 2W,
3A, 3B, 3C, 3E, 3H
- (2) – число сигнальных контактов**
- (3) – расположение контактов**
1 – в один ряд, двустороннее;
2 – в один ряд, одностороннее
(включая верхние контакты и
вертикальное подключение);
3 – в один ряд, нижние контакты;
4 – двухрядное шахматное расположение,
двустороннее;
5 – двухрядное шахматное расположение,
одностороннее.
- (4) – форма терминала**
4 – SMT, вертикальное подключение;
5 – SMT, боковое подключение.

- (5) – толщина подключаемого шлейфа**
1 – 0.3 мм;
2 – 0.2 мм;
3 – 0.12 мм;
4 – 0.15 мм.
- (6) – расположение терминала**
– стандартное;
1 – в шахматном порядке (переднее
расположение);
2 – в шахматном порядке (расположение
назад);
- (7) – покрытие контактов**
A – золото (Au).
- (8) – фиксатор**
E – тип Easy Lock.
H – для нескольких выводов
- (9) – дополнительные примечания**
R100 – 100 шт. в упаковке

Рис. 3. Система обозначений разъемов семейства XF

шлейфов и гибких печатных плат (рисунки 1) [3].

В семействе представлены серии соединителей поверхностного монтажа с вертикальным или горизонтальным подключением шлейфа с различным количеством и расположением контактов (рисунки 2).

Целевыми областями применения разъемов данного семейства являются:

- мобильные телефоны и коммуникаторы;
- цифровые фото-, видеокамеры;
- музыкальные плееры;
- телевизоры, мониторы;
- камеры наблюдения и видеорегистраторы;
- оборудование ультразвуковой диагностики;
- электронные счетчики расхода ресурсов.

Система обозначений, принятая для семейства, представлена на рисунке 3.

Основные технические характеристики разъемов семейства XF представлены в таблице 1.

XF2M – серия разъемов производства Omron для FPC-шлейфа с шагом 0,5 мм

Разъемы для гибких шлейфов серии XF2M компании Omron доступны в вариантах 10...60 контактов с шагом 0,5 мм. Разъемы данной серии отличаются двусторонним расположением контактов, что позволяет соединять прямым шлейфом (без перекручивания) узлы, расположенные на верхнем и нижнем слоях печатной платы (рисунки 4).

Серия XF2M предназначена для соединения сигнальных слаботоковых цепей посредством гибкого плоского шлей-

фа (FPC) толщиной не более 0,3 мм. Максимальная нагрузочная способность разъема не превышает 50 В/0,5 А по постоянному и переменному току.

FPC-коннекторы XF2M имеют заднюю подвижную защелку (рисунки 5), которая обеспечивает более высокую

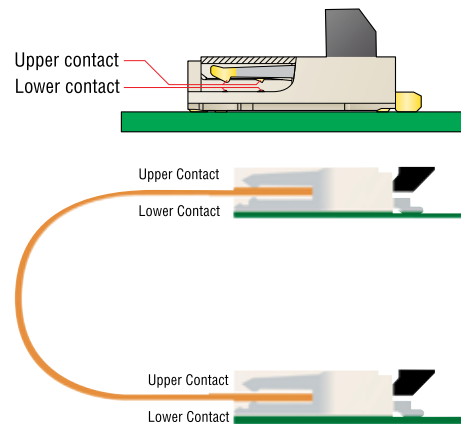


Рис. 4. Разъем с двойными контактами позволяет соединять печатные платы с двухсторонней пайкой, не перекручивая шлейф

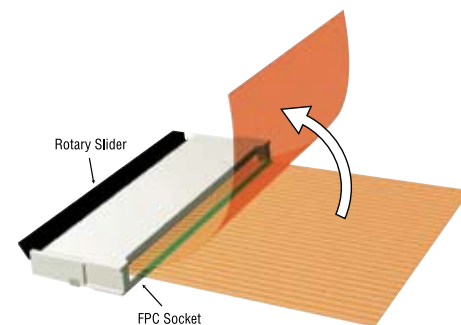


Рис. 5. Задняя блокирующая защелка разъемов XF2M

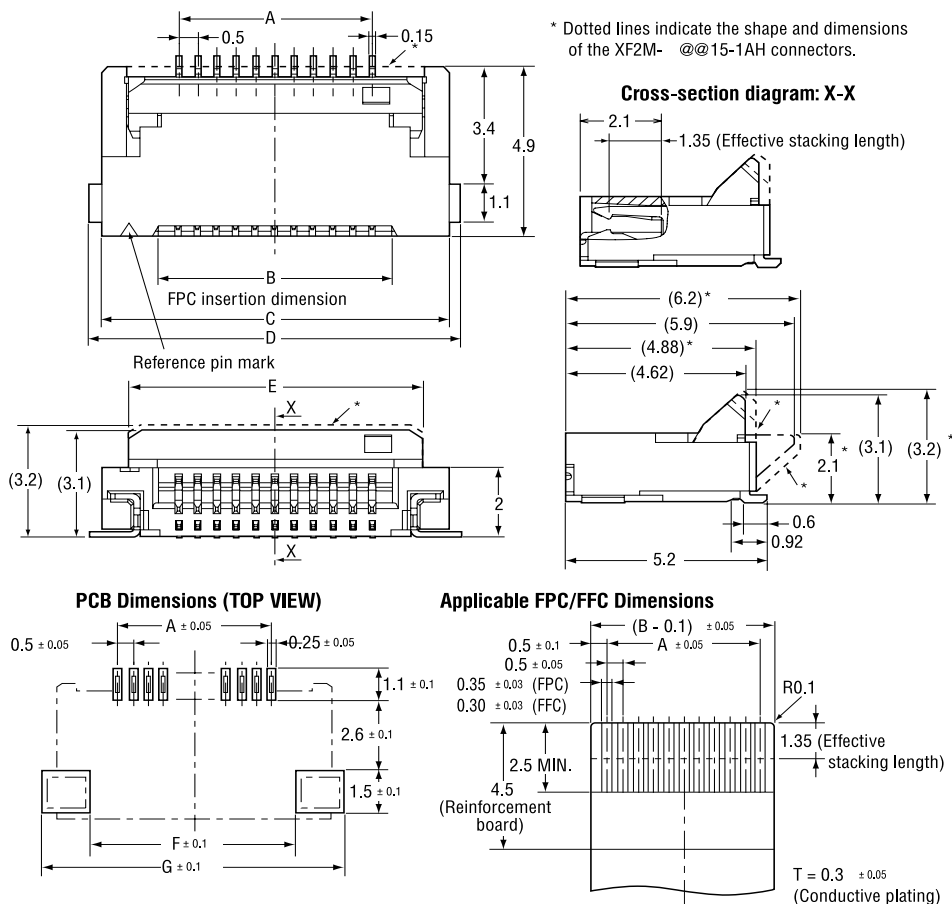


Рис. 6. Конструктивные особенности и размеры разъемов серии XF2M

надежность и эффективность по сравнению с другими разъемами, у которых блокиратор расположен спереди со стороны ввода шлейфа. Этим обеспечивается большее удобство монтажа/демонтажа шлейфа, а также снижается риск его повреждения при манипуляциях с защелкой. Даже при наличии открытого разъема контакт со шлейфом сохраняется. Конструкция разъема исключает боковые смещения шлейфа.

Конструкция, предназначенная для поверхностного монтажа (SMT), а также малые габариты (ширина и высота не превышают 5,9 и 2 мм, соответственно) приводят к существенной экономии площади печатной платы и позволяют использовать разъемы XF2M в самых миниатюрных приложениях (рисунок 6, таблица 2) [4, 5].

Заключение

В целом, разъемы Omron для гибких шлейфов отличаются компактными размерами, (особенно высота как в зафиксированном состоянии шлейфа, так и в свободном), эти изделия допускают до нескольких десятков подключений/отключений шлейфа (для большинства приложений это более чем достаточно). Также разъемы обеспечивают надежную фиксацию шлейфа и контактное сопротивление менее

100 мОм (типичное значение <80 мОм). От окисления контакты разъемов предохраняет слой золота толщиной порядка 0,12...0,15 мкм поверх никелевого покрытия 2 мкм.

Литература

1. Omron // <http://www.compel.ru/producer/omron/>
2. OMRON Connectors: A Perfect Match for Your Requirements // <http://www.omron.com/ecb/products/pdf/connector.pdf>
3. FPC/FFC Connectors XF Series // <http://www.omron.com/ecb/products/pdf/en-sdlj-069k.pdf>
4. XF2M – серия разъемов для FPC шлейфа с шагом 0.5 мм от Omron // http://components.omron.eu/en/products/catalogue/connectors/fpc_connectors/default.html
5. XF2M Rotary Backlock Connector (0.5-mm Pitch, Dual Contact) // <http://www.omron.com/ecb/products/pdf/en-xf2m.pdf>

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: passive.vesti@compel.ru

Радиочастотные BNC-соединители для подключения коаксиального кабеля

На склад КОМПЭЛ поступила линейка высокочастотных коннекторов BNC (*Bayonet Neill-Concelman*) типа. BNC-разъемы с байонетным соединением предназначены для быстрого и надежного соединения/отключения коаксиальных линий передач. Обжимная конструкция разъемов позволяет вести сбор соединительного узла без использования пайки, что снижает затраты и трудоемкость при организации монтажных работ. Разработанные для линий с импедансом 50 и 75 Ом, BNC-коннекторы имеют множество вариантов исполнения: вилки, розетки и переходники, для пайки на печатную плату и обжим на коаксиальный кабель, с угловым и прямым расположением контактов. Эти разъемы совместимы с очень широким диапазоном стандартных коаксиальных кабелей и взаимозаменяемы с промышленными разъемами стандарта MIL-C-39012. Поддержка частотного диапазона до 4 ГГц и низкое значение VSWR (коэффициент стоячей волны по напряжению) позволяют использовать BNC-коннекторы в электронных цепях передачи сигнала высокой частоты: в измерительном и медицинском оборудовании, а также при монтаже систем видеонаблюдения и локально-вычислительных сетей.

Особенности и преимущества

- Для присоединения коаксиальных кабелей наиболее распространенных типов
- Отлиты под давлением из цинкового сплава. Прецизионная точность размеров
- Соответствие военному стандарту MIL-STD 348A и требованиям RoHS
- Широкая номенклатура: для печатного монтажа и пайки на кабель
- Байонетное соединение для быстрого подключения
- Стандартный обжимной инструмент

Основные технические характеристики

- Волновое сопротивление: 50 и 75 Ом
- Диапазон частот: 0...4 ГГц (50 Ом), 0...2 ГГц (75 Ом)
- Рабочее напряжение: 500 Vrms
- Сопротивление изоляции: 5000 МОм (мин.)
- Диэлектрическая прочность: 1500 Vrms
- Контактное сопротивление: 1,5 мОм (макс.)
- Диапазон рабочих температур: -55...85°C

Вячеслав Гавриков (г. Смоленск)

РЕЛЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА G9E ОТ OMRON – ДУГОГАСЯЩАЯ КОНСТРУКЦИЯ ДЛЯ РАСЦЕПЛЕНИЯ СИЛОВЫХ ЦЕПЕЙ



*Как снизить влияние электрической дуги при размыкании силовых цепей, не увеличивая при этом габариты реле и, тем более, не заменяя его на шумные и громоздкие контакторы? Компания **Omron** предлагает инновационное решение этой проблемы в виде новой линейки реле постоянного тока **G9E**.*



Как показывает практика, повышение коммутируемой мощности губительно сказывается на времени жизни реле. Это связано с тем, что силовые контакты реле под воздействием повышенной мощности и других факторов (таблица 1) со временем теряют свои свойства. Методы борьбы с негативными факторами воздействия оказываются противоречащими друг другу. Так, например, увеличение размеров контактов и расстояний между ними непосредственно увеличивают габариты реле. В итоге оказывается, что разработка конструкции реле является сложным процессом многомерной оптимизации, учитывающей величины коммутируемых токов, напряжений, изоляции, чувствительности, мощности управления, геометрических размеров реле и других параметров.

Одним из важнейших факторов влияния является электрическая дуга. Она оказывает крайне негативное и разрушающее воздействие от увеличения сопротивления контактов до полного их разрушения.

Методы борьбы с электрической дугой

Электрическая дуга является следствием электрического пробоя газа между электродами. При приложении сильного электрического поля может начаться лавинообразный процесс ионизации газа. При ионизации среды пространство между электродами становится проводящим и, как следствие, через него начинает протекать ток, появляется искрение и электрическая дуга. Существует характерная зависимость пробивного значения напряжения от давления газа и расстояния между электродами (закон Пашена, рисунок 1). Из данной зависимости хорошо видно, что при увеличении расстояния и увеличении давления (область Б), величина пробивного напряжения растет, а значит, требуется больше энергии на возникновение и поддержание дуги. Таким образом, защищенность от пробоя достигается двумя способами: увеличением расстояния между электродами или увеличением давления.

В реле в качестве электродов выступают контакты, а дуга представляет со-

бой электрический разряд между ними. Дуга может возникать в ряде случаев:

- в момент размыкания контактов в цепях, имеющих большую индуктивность;
- в момент замыкания контактов, находящихся под большим напряжением;
- в момент множественных замыканий/размыканий контактов при дребезге во время включения.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что устранение дуги и искрения невозможно даже при незначительных напряжениях. Таким образом, главной задачей становится сокращение времени жизни дуги.

Как было сказано выше, непосредственное увеличение расстояния между контактами и выполнение быстрых переключений будет способствовать эффективному гашению дуги. Этот способ применяют в специальных сверхмощных реле. Однако, возможен и другой способ гашения дуги, не связанный непосредственно с геометрическим увеличением расстояния между электродами – магнитный обдув.

Таблица 1. Виды негативных воздействий на контакты реле

Влияющий фактор	Эффект воздействия и последствия для контактов	Методы борьбы
Протекающий ток	Нагрев, сплавление, миграция материала, электрическая эрозия, изменение сопротивления контактов.	Уменьшение сопротивления контактов за счет увеличения их размеров, использование материалов контактов с малым сопротивлением, совершенствование формы и обработки контактов.
Электрическая дуга, искрение	Плавление, холодная сварка и увеличение сопротивления контактов.	Применение методов борьбы с дугой: увеличение зазоров между контактами, сокращение времени переключения, магнитный обдув контактов
Пыль, корродирующие газы	Ускорение износа, увеличение сопротивления контактов, образование пленок на поверхности контактов, коррозия.	Герметизация корпуса
Механическое трение и давление при замыкании контактов	Деформация, износ, холодная сварка контактов.	Применение механически стойких материалов, совершенствование формы контактов и механизмов переключений

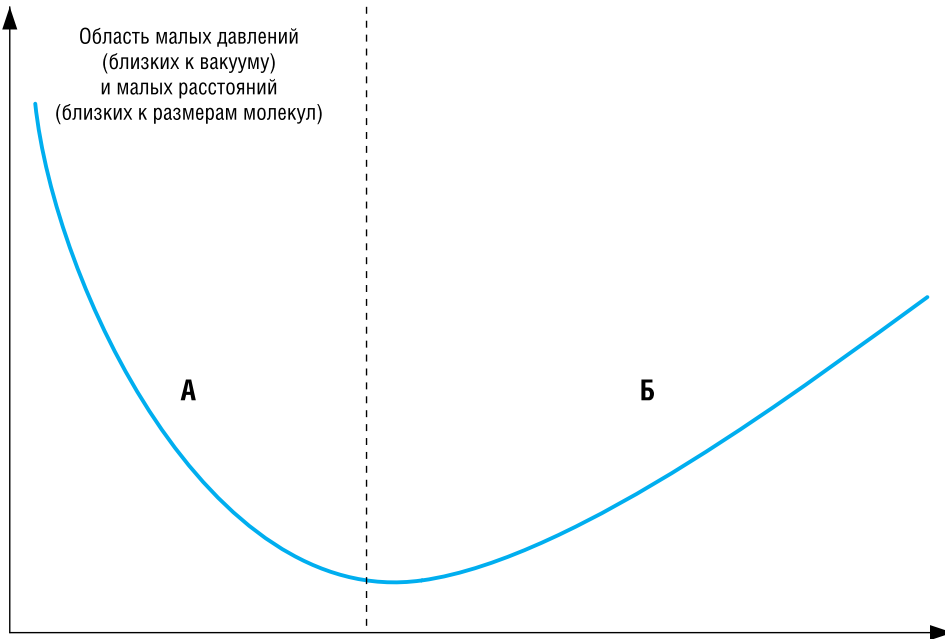


Рис. 1. Зависимость электрической прочности газа от давления и расстояния между электродами (закон Пашена)

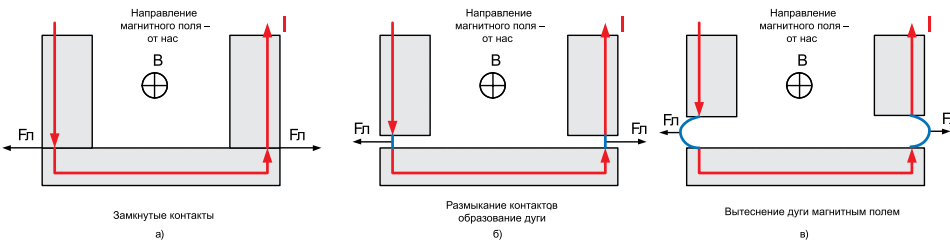


Рис. 2. Принцип работы магнитного обдува

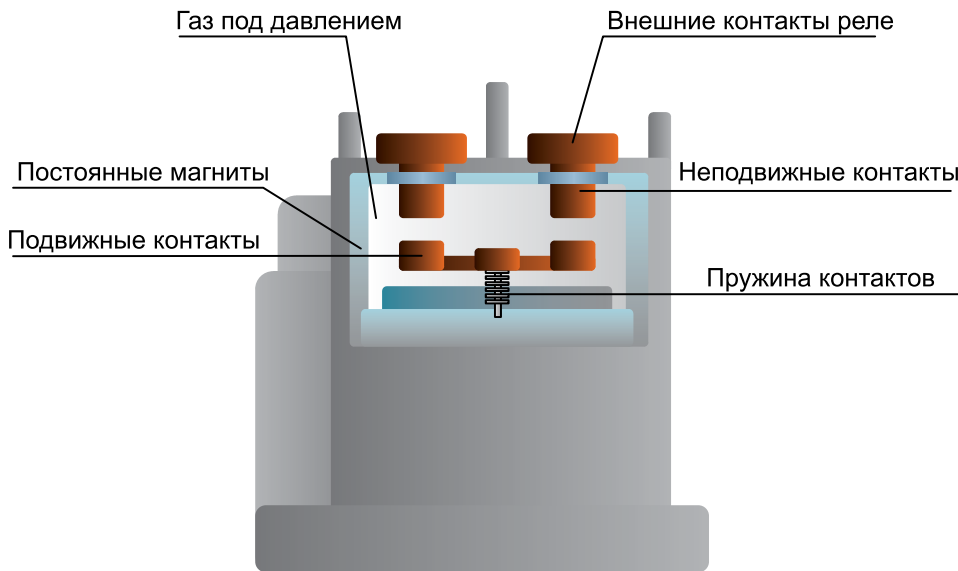


Рис. 3. Конструкция реле семейства G9E на примере G9EA

Таблица 2. Семейство мощных реле G9E от OMRON

Наименование	Конфигурация контактов	Коммутируемая нагрузка	Размеры, мм	Особенности
G9EA	SPST-NO (1A)	80 А/400 В	73x36x67,2	Базовая серия семейства
G9EB	SPST-NO (1A)	25 А/400 В	60x25x58	Серия с минимальными габаритными размерами
G9EC	SPST-NO (1A)	200 А/400 В	98x44x86,7	Серия с максимальной нагрузочной способностью

Принцип действия магнитного обдува основан на вытеснении тока из магнитного поля. Известно, что на проводник с током в магнитном поле действует сила (сила Лоренца), стремящаяся вытеснить ток в направлении, перпендикулярном направлению протекания тока (рисунок 2а). В итоге эффективное расстояние между электродами увеличивается, и гашение дуги происходит быстрее (рисунок 2в). В конструкции реле с таким принципом предусмотрены постоянные магниты, которые создают магнитное поле. Плюсом данного метода является увеличение коммутируемых напряжений и токов без роста геометрических размеров реле.

Вторым способом сокращения жизни дуги является увеличение давления газа между контактами. Это возможно при применении герметичной конструкции реле. В этом случае камеры с контактами заполняются газом под давлением, в результате электрическая прочность растет и дуга гасится более эффективно. Кроме того, повышение плотности газа приводит к увеличению его теплопроводности, что также отбирает мощность дуги и дополнительно охлаждает контакты. Увеличение давления газа позволяет снизить и дребезг контактов.

Помимо конструктивных методов для сокращения времени жизни дуги используют и искрогасящие цепи (параллельные и последовательные RC-цепочки, RC-VD-цепочки, варисторы, стабилитроны и др.), которые эффективно отбирают энергию дуги и препятствуют ее развитию между контактами. Но они применяются уже в конечном изделии и рассчитываются с учетом конкретной нагрузки. При наличии магнитного обдува искрогасящие цепи, как правило, не применяются.

Семейство мощных реле G9E

Компания **OMRON**, один из флагманов развития технологий производства реле, разработала уникальное семейство **G9E** (таблица 2), позволяющее заменить шумные и громоздкие контакторы. Эти реле способны коммутировать мощные нагрузки (токи до 200 А и напряжения до 400 В), сохраняя, при этом, минимальные размеры корпуса.

Основными особенностями семейства являются: герметичная газонаполненная конструкция, магнитный обдув контактов, рекордно малые размеры корпуса.

Таблица 3. Наименования моделей реле семейства G9E

Наименование	Число контактных полюсов	Структура контактов	Тип выводов катушки	Исполнение	Номинальное напряжение катушки, В
G9EA	1	пусто	пусто: проволочные В: винтовые М3,5	Пусто: стандартное исполнение СА: исполнение с минимальным сопротивлением контактов AQ: исполнение для автомобильной электроники	12 24
G9EB	1	пусто	В: винтовые М3,5	Пусто: стандартное исполнение AQ: исполнение для автомобильной электроники	48* 60*
G9EA	1	пусто	пусто: проволочные В: винтовые М3,5	Пусто: стандартное исполнение AQ: исполнение для автомобильной электроники	100*

* в реле с исполнением для автомобильной электроники (AQ) доступны только катушки 12 и 24 В.

Таблица 4. Характеристики серии G9EA

Параметр	Наименование		
	<u>G9EA-1</u> <u>G9EA-1-B</u>	<u>G9EA-1-CA</u> <u>G9EA-1-B-CA</u>	<u>G9EA-1-AQ</u> <u>G9EA-1-B-AQ</u>
Особенность	базовая модель	модель с низким сопротивлением контактов	модель для автомобилестроения
Тип контактов	SPST-NO		
Максимальное сопротивление контактов, мОм	30	10	30
Номинальная коммутируемая нагрузка	60 А/400 В	30 А/400 В	80 А/400 В
Максимальный протекающий ток, А	100 (10 минут)	150 (10 минут)	120 (15 минут)
Максимальный разрываемый ток, А	600 (300 В)	30 (400 В)	500 (400 В)
Максимальный разрываемый обратный ток, А	60 (200 В)	—	120 (400 В)
Механическая надежность переключений (ресурс)	200000		
Напряжение катушки, В	12, 24, 48, 60, 100	12, 24, 48, 60, 100	12, 24
Мощность катушки, Вт	5...5,4		
Сопротивление изоляции между катушкой и контактами, ГОм	1		
Сопротивление изоляции между контактами, ГОм	1		
Рабочая температура, °С	-40...70	-40...70	-40...85
Габаритные размеры, мм	73x36x67,2		
Дополнительные аксессуары	Крышка для контактов GE9A-C Адаптер для размещения на DIN-рейке GE9A-D		

Таблица 5. Характеристики серии G9EB

Параметр	Наименование	
	<u>G9EB-1</u>	<u>G9EB-1-AQ</u>
Особенность	минимальные габариты	модель для автомобилестроения
Тип контактов	SPST-NO	
Максимальное сопротивление контактов, мОм	30	
Номинальная коммутируемая нагрузка	25 А/400 В	25 А/400 В (70 С)
Максимальный протекающий ток, А	50 (5 минут)	
Максимальный разрываемый ток, А	100 (250 В)	
Максимальный разрываемый обратный ток, А	25	
Механическая надежность переключений (ресурс)	100000	
Напряжение катушки, В	12, 24, 48, 60, 100	12, 24
Мощность катушки, Вт	2	2,5
Сопротивление изоляции между катушкой и контактами, ГОм	1	
Сопротивление изоляции между контактами, ГОм	1	
Рабочая температура, °С	-40...70	-40...85
Габаритные размеры, мм	60x25x58	

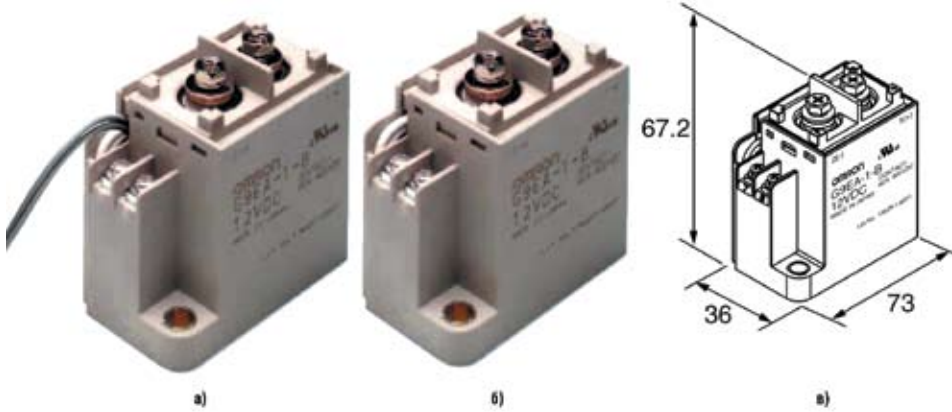


Рис. 4. Внешний вид и габаритные размеры реле G9EA

Реле G9E имеют герметичную газонаполненную конструкцию (рисунок 3). Давление газа было увеличено, что позволило повысить значение максимального коммутируемого тока, сократить шум от дребезга при переключении на 50%, сократить потери энергии на 30%, уменьшить габариты. Кроме того, газ имеет отличные теплопроводящие свойства. Это дает дополнительные преимущества при борьбе с электрической дугой, так как теплоотвод эффективно отбирает энергию дуги.

В конструкции данных реле применяется магнитный обдув контактов для гашения дуги. Главной особенностью является то, что разработчикам удалось оптимизировать конструкцию контактов таким образом, что коммутация возможна при любом направлении протекания тока. Однако стоит заметить, что максимальное значение коммутируемого тока прямого направления больше, чем величина тока обратного направления.

Семейство состоит из трех серий: G9EA – базовая серия, G9EB – серия с минимальными габаритами, G9EC – серия с максимальной нагрузочной способностью. В каждой серии есть модели, предназначенные для автомобильной электроники.

Реле выпускаются с нормально разомкнутой конфигурацией контактов SPST.

Система наименований моделей дана в таблице 3.

Серия G9EA

Серия G9EA (таблица 4) представляет собой базовую серию в семействе G9E и является компромиссным решением при выборе между величиной коммутируемой мощности и габаритными размерами (рисунок 4).

Выпускается три типа реле этой серии: стандартный тип G9EA-1-(B); реле с пониженным сопротивлением контактов G9EA-1-(B)-CA и реле, предназна-

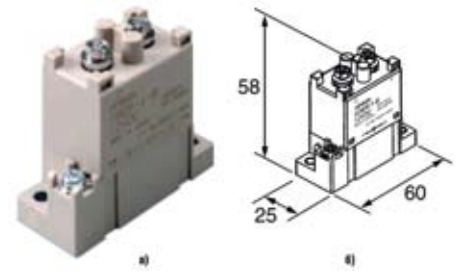


Рис. 5. Внешний вид и габаритные размеры реле G9EB

ченные для автомобильной электроники G9EA-1-(B)-AQ.

Реле G9EA-1-(B)-CA имеет низкое (не более 10 мОм) сопротивление контактов, что позволяет пропускать через него токи до 100 А. Однако коммутируемый ток составляет всего 30 А.

Реле G9EA-1-(B)-AQ имеет расширенный диапазон температур и повышенную нагрузочную способность (80 А). Напряжения катушки данной модели соответствуют напряжению питания бортовой сети автомобиля (12 В, 24 В).

Особенностью данного семейства является то, что полярность контактов не имеет значения при коммутации номинальных нагрузок, однако **коммутация больших токов требует соблюдения правильной полярности**, указанной на корпусе реле. В этом случае максимальный аварийно разрываемый ток составляет 600 А (300 В) для стандартной модели G9EA-1-(B), и 500 А (400 В) для моделей G9EA-1-(B)-AQ.

Таблица 6. Характеристики серии G9EC

Параметр	Наименование	
	G9EC-1 G9EC-1-B	G9EC-1-AQ G9EC-1-B-AQ
Особенность	максимальная коммутируемая мощность	модель для автомобилестроения
Тип контактов	SPST-NO	
Сопротивление контактов (максимальное), мОм	30	
Номинальная коммутируемая нагрузка	200А/400В	
Максимальный протекающий ток, А	300 (15 минут)	
Максимальный разрываемый ток, А	700 (400 В)	1000 (400 В)
Максимальный разрываемый обратный ток, А	-200 (200 В)	
Механическая надежность переключений (ресурс)	200000	
Напряжение катушки, В	12, 24, 48, 60, 100	12, 24
Мощность катушки, Вт	11	7
Сопротивление изоляции между катушкой и контактами, ГОм	1	
Сопротивление изоляции между контактами, ГОм	1	
Рабочая температура, °С	-40...50	-40...85
Габаритные размеры, мм	98x44x86,7	
Дополнительные аксессуары	Крышка для контактов GE9C-C	

Таблица 7. Применение семейства реле G9E

Область применения	Приложение
Транспортные средства	Гибридные автомобили
	Компактные пассажирские электрокары
	Транспортные средства на топливных элементах
Специальная техника	Гольф-кары
	Вилочные погрузчики
	Автоматические самоходные тележки
	Сельскохозяйственное оборудование с батарейным питанием
Энергетика и энергетические распределенные системы	Ветрогенераторные электроустановки
	Электростанции на солнечных батареях
	Генераторы на топливных элементах
Промышленное оборудование и оборудование общего назначения	Инверторы
	Бесперебойные источники питания (UPS)
	Импульсные источники питания
	Роботы
	Лифты
	Эскалаторы
	Медицинское оборудование
	Испытательная аппаратура

Существуют два варианта исполнения (рисунок 4) – с винтовыми контактами (M3,5) и с проводными выводами катушки управления.

Для защиты от прикосновения имеются кожух **G9EA-C**. Для размещения на DIN-рейке доступен специальный адаптер – **GEG9EA-D**.

Серия G9EB

Модели серии **G9EB** (таблица 5, рисунок 5) представляют собой реле с рекордно низкими габаритными размерами (60x25x58 мм) и возможностью коммутации токов до 25 А.

Конструкция данной серии отличается от других серий. Постоянные магниты расположены вдоль контактов, это позволяет сделать выводы неполярными (в отличие от G9EA и G9EC), что существенно упрощает подключение реле и помогает избежать неправильного монтажа.

Второй особенностью стало использование металлического корпуса совместно с герметизирующей смолой, что позволило сократить число технологических операций, снизить стоимость и уменьшить массу. Однако, мощность коммутации также уменьшилась.

Величина коммутируемых токов любой полярности составляет 25 А.

Конструктивные улучшения привели к уменьшению мощности катушки управления до 2 Вт (2,5 Вт для варианта AQ).

Версия **G9EB-1-AQ** предназначена для применения в автомобильной электронике в расширенном температурном диапазоне (до 85°C). Напряжения катушки данной модели соответствуют напряжению питания бортовой сети автомобиля (12 В, 24 В).

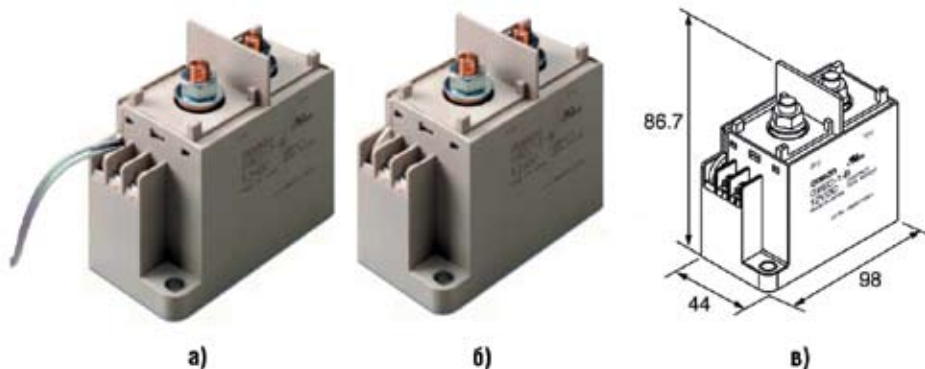


Рис. 6. Внешний вид и габаритные размеры реле G9EC

Модели серии выпускаются только с винтовыми выводами (M4) катушки управления.

Серия G9EC

Серия **G9EC** (таблица 6) имеет наибольшую нагрузочную способность и коммутирует токи до 200 А. Однако данные реле имеют наибольшие габаритные размеры – 98x44x86,7 мм (рисунок 6).

Реле этого типа способны коммутировать обратный ток до 200 А. Для коммутации больших токов необходимо учитывать полярность выводов.

Уникальная конструкция реле способна аварийно разрывать ток величиной до 700 А при напряжении 400 В и выдерживать протекание токов до 300 А в течении 15 минут.

Реле **G9EC-1-(B)-AQ** разработаны для автомобильных приложений, работают в расширенном температурном диапазоне и способны разрывать ток до 1000 А. Мощность катушки управления уменьшена до 7 Вт. Напряжения катушки данной модели соответствуют напря-

жению питания бортовой сети автомобиля (12 В, 24 В).

Имеется два вида исполнения, которые отличаются типом выводов катушек: винтовые (M3,5) и проводные.

Для защиты от прикосновения выпускается кожух **G9EC-C**.

Области применения мощных реле G9E

Реле семейства **G9E** находят широкое применение в различных областях (таблица 7): от промышленного оборудования до спецтехники и энергетики.

Особо стоит отметить модели реле с индексом AQ (*Automotive Qualified*), предназначенные для использования в автомобильной электронике и электронике. Они соответствуют самым высоким стандартам безопасности, надежности и экологичности. Эти реле способны работать при температурах -40...85°C без дополнительного охлаждения, коммутировать повышенные величины токов. Все это позволяет использовать их в блоках питания и заряда батарей электромобилей, в автомобильных системах электро-

питания гибридных установок, для систем подогрева двигателя и для других автомобильных приложений.

Заключение

Компания OMRON разработала семейство G9E, позволяющее заменить шумные и габаритные контакторы и расцепители. Эти реле способны коммутировать большие токи и напряжения. Газонаполненная герметичная конструкция позволяет сократить дрейбз при переключении и уменьшить габариты корпуса, а магнитный обдув эффективно гасит электрическую дугу, увеличивая срок службы реле.

Литература

1. Мощные электромагнитные реле. Справочник инженера. СПб, 2001.
2. Курилин С.Л. Электротехнические материалы и технология электро-монтажных работ. Гомель, 2009.
3. Кривандин С. Мощные контакторы Omron для энергетики, промышленности и транспорта. Электронные компоненты №11, 2007
4. Datasheets, по представленным компонентам взяты с официального сайта OMRON www.components.omron.eu

Полиэстеровые пленочные конденсаторы серии JFB широкого применения

Конденсаторы серии **JFB** выполнены по технологии metallized polyester film: в качестве диэлектрика в этих конденсаторах используется полиэстеровая (полиэтилентерефталатная) пленка, с напылением слоя металла (металлизацией). Корпус выполнен с эпоксидным покрытием, повышающим параметры теплоустойчивости, влагостойкости а также увеличивающим сопротивление к воздействию внешних агрессивных сред и растворителей. Широкий диапазон емкостей и напряжений, возможность использования в цепях постоянного, переменного и импульсного токов, делают серию JFB одной из самых популярных и востребованных в сегменте пленочных конденсаторов. Основные области ее применения: импульсные блоки питания и электронные балласты. Конденсаторы серии JFB – это аналог существующих серий B32591... B32594 от Epcos, MKT 368 от Vishay, ECQE от Panasonic, MKS от Wima. Конденсаторы данной категории более известны под названиями K73-17 на отечественном рынке, и CL21 – на зарубежном.

Особенности и преимущества

- Безиндуктивная конструкция
- Пригоден в качестве блокировочного, разделительного и фильтрующего конденсаторов
- Широкий диапазон рабочих напряжений и номиналов емкостей
- Покрытие эпоксидным компаундом для защиты от внешней среды
- Высокие показатели качества и надежности

Основные технические характеристики

- Материал диэлектрика: полиэтилентерефталат
 - Номинальное напряжение: 100 В (2A), 250 В (2E), 400 В (2G), 630 В (2J) постоянного тока
 - Диапазон номиналов емкостей: 0,01...6,8 мкФ
 - Допустимое отклонение емкости: ±5%, ±10%, ±20%
 - Коэффициент затухания: ≤0,01 (1 кГц)
 - Температурный диапазон: -40...85°C
- Помимо полиэтилентерефталатных конденсаторов серии JFB, на складе КОМПЭЛ представлены полипропиленовые помехоподавляющие конденсаторы серии JFV защитного класса X2 от компании JB Capacitors.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: passive.vesti@compel.ru



Реле G9E

Инновационное решение гашения электрической дуги



- Способность коммутировать мощные нагрузки (токи до 200 А и напряжения до 400 В)
- Герметичная газонаполненная конструкция
- Магнитный обдув контактов

Москва
Тел.: (495) 234-7764, доб. 2395
Никулина Наталья
E-mail: n.nikulina@compel.ru

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-9404, доб. 4337
Ващилов Анатолий
E-mail: vashchilov.spb@compel.ru



www.compel.ru

Андрей Булычев (г. Москва)

ГЕРКОНОВЫЕ РЕЛЕ STANDEX-MEDER – ПРЕИМУЩЕСТВА «ГЕРМЕТИЧНОЙ» КОММУТАЦИИ



*Способность коммутировать сверхмалые напряжения и токи. Коммутация сигнала с частотой до 7 ГГц. Герметичность и возможность применения при любых условиях окружающей среды. Все перечисленное – уникальные качества герконовых реле, широкий ассортимент которых выпускает компания **Standex-Meder** и поставляет компания **КОМПЭЛ**.*

В момент коммутации электрической цепи возникают переходные процессы. Это происходит из-за так называемого «дребезга» контактной системы и влечет за собой искажения полезного сигнала, проявляясь в виде «выбросов» и «просадок» коммутируемого напряжения. В результате возможно повреждение как оборудования, находящегося на коммутируемой линии, так и самой коммутационной контактной группы. Данный эффект особенно ярко проявляется при коммутации сильноточных цепей и, в меньшей степени, цепей с токовой нагрузкой свыше 1 А. К возникновению такого эффекта приводит электроэрозия и износ контактной системы, что усугубляется при применении конструкций «открытых» контактных групп реле, контакторов и пускателей, эксплуатирующихся в условиях агрессивной окружающей среды.

Другая проблема – коммутация маломощных сигналов. При этом переходное сопротивление в месте контакта может оказаться настолько ощутимым, что приведет к значительному ослаблению сигнала или к его полной потере. Это проявляется из-за окисления и самопассивации материалов контактной группы. Этих химических процессов практически невозможно избежать в негерметизированных корпусах реле электромагнитной системы.

При применении полупроводниковых управляемых коммутационных элементов необходимо учитывать сопротивление структуры и его нелинейность при коммутации маломощных сигналов, а также наличие токов утечки, что накладывает ограничение на их применение в тех областях, где требуется повышенная электробезопасность при коммутации высоких напряжений.

В системах автоматики часто требуется обеспечить гальваническую развязку

между цифровой частью, связанной различными шинными интерфейсами с процессором, чувствительным к разным наводкам и влияниям со стороны силовых и коммутирующих устройств, и силовой частью, находящейся под высоким потенциалом относительно общего провода.

Основным требованием здесь также является обеспечение электробезопасности, высокая скорость действия и миниатюрность устройств коммутации. Габарит коммутирующего элемента является важным фактором из-за частой необходимости обеспечить гальваническую развязку сравнительно большого числа внешних линий ввода-вывода – от нескольких десятков до нескольких сотен.

Одним из вариантов решения поставленных задач является применение герметизированных магнитоуправляемых контактных групп, «герконов», совмещенных с катушкой в конструкцию, известную как «герконовое реле».

Герконовые реле впервые были изобретены в **Bell Labs** в начале 1930 гг. Однако только с 1940 гг они начали широко применяться в качестве датчиков и по прямому назначению. Они начали использоваться в качестве последовательных переключателей раннего электронного и тестового оборудования. В конце 1940 гг компания **Western Electric** начала использовать герконовые реле в телефонной станции своего центрального офиса, где они применяются и по сей день. Герконовые реле сыграли огромную роль в развитии телекоммуникационных технологий.

В течение нескольких лет появились и исчезали различные производители герконовых реле, некоторые из них удерживали свои позиции дольше, чем позволяло низкое качество производимой продукции и ее ненадежность.

Standex
MEDER
ELECTRONICS

Однако, большинство современных производителей герконовых реле создают высококачественные изделия с очень хорошими показателями надежности. Это дает беспрецедентную возможность для роста их сбыта.

В современных технологиях производства герконовые реле используются во всех сегментах рынка, включая тестовое и измерительное оборудование, медицинскую электронику, телекоммуникационную аппаратуру, автоматику, системы безопасности и другие. Идет рост потребления, мировое производство герконовых реле не может удовлетворить возрастающую потребность в них.

Герконовые реле уникальны по своей технологии. Являясь герметичными, они могут применяться практически в любых условиях окружающей среды. Очень простые по своему устройству, они объединяют множество производственных технологий. Критическим показателем качества и надежности является герметичность в месте соприкосновения стекла корпуса и металла вывода контакта. Эти материалы должны иметь строго одинаковый температурный коэффициент линейного расширения. В противном случае возможно возникновение трещин и плохая герметичность колбы. Вне зависимости от технологии напыления или гальваники, процесс нанесения контактных материалов (обычно родия или рутения) требует соблюдения высокой точности и особой чистоты производственных помещений, сходных по предъявляемым требованиям с полупроводниковым производством. Аналогично производству полупроводников, любые чужеродные частицы, присутствующие при производстве, приведут к возрастанию потерь, снижению качества и надежности изделий.

С течением времени герконовые реле уменьшились в размере приблизительно

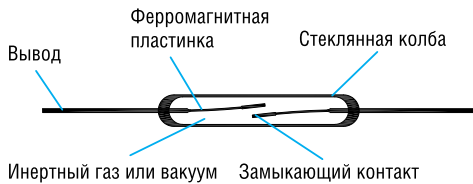


Рис. 1. Устройство простейшего геркона с контактной группой типа А (нормально разомкнутые контакты)

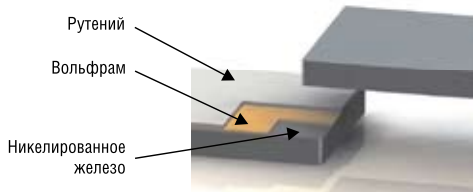


Рис. 2. Структура контактной группы NiFe-W-Ru

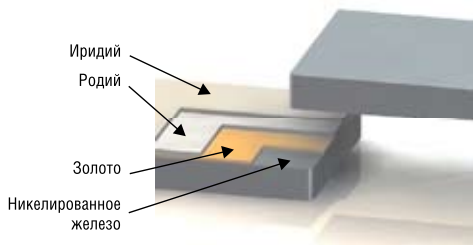


Рис. 3. Структура контактной группы NiFe-Au-Ro-Ir

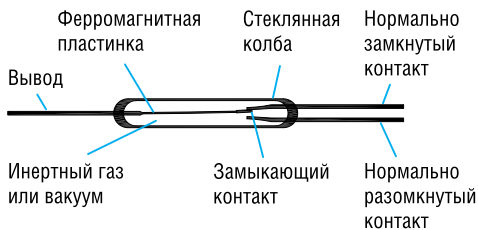


Рис. 4. Устройство трехвыводного геркона типа 1 Form C (однополярное двунаправленное)

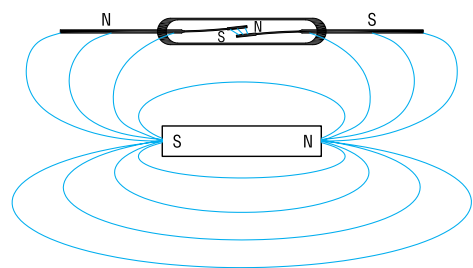


Рис. 5. Принцип работы магнитоуправляемого контакта - геркона

с 50 до 6 мм. Уменьшение размера позволило распространить их применение, в частности, на устройства РЧ-диапазона и быстродействующие устройства.

Одиночные магнитоуправляемые контакты нашли широкое применение в

Таблица 1. Основные типы контактных групп герконов и герконовых реле

Наименование, тип контактной группы	Электрическая схема контактной группы*
1 Form A	
1 Form B	
1 Form C	
3 Form A	

* — возможны и иные сочетания количества и типа контактных групп у герконовых реле. Однако, для одиночных герконов используются только одиночные контактные группы 1 Form A, 1 Form B или 1 Form C.

первую очередь как датчики, чувствительные к внешнему магнитному полю.

Конструкция и принцип работы герконов

Геркон состоит из двух ферромагнитных пластин, обычно изготовленных из стали и никеля, герметизированных в стеклянной капсуле. Пластины размещены так, что перекрываются, обеспечивая небольшой воздушный зазор, и замыкаются при наличии магнитного поля соответствующей силы. Контактная область обеих пластин имеет напыленное или гальваническое покрытие, выполненное из очень стойкого металла (обычно родий, рутений). Структура слоев покрытия контактов приведена на рисунках 2 и 3 для родия и иридия соответственно.

Иридий и родий — очень стойкие к эрозии металлы. Они дают возможность обеспечить длительное время работы контактов, если они не коммутируют очень мощную нагрузку. Полость капсулы обычно содержит азот или подобный инертный газ. Некоторые типы герконов вакуумируются для увеличения потенциала коммутируемого напряжения. Пластины герконового реле ведут себя подобно магнитопроводу: при приложении внешнего магнитного поля от магнита или электромагнитной катушки возникает взаимное притяжение пластин. Создаваемые поля с противоположным знаком обеспечивают замыкание контактов, когда магнитная сила превышает возвратную силу пластин контактов. При снижении силы внешнего магнитного поля так, что усилие между контактами становится меньше, чем возвратная сила, контакт размыкается.

Геркон, описанный выше и представленный на рисунке 1, характеризуется как 1 Form A (нормально разомкнутая или однополярная однонаправленная

SPST-группа контактов). Многонаправленные переключатели данной конфигурации описываются как 2 Form A (два нормально разомкнутых контакта или двуполярное однонаправленное реле DPST), реле 3 Form A имеет три нормально разомкнутых контакта, и так далее. Нормально замкнутый контакт описывается как 1 Form B. Реле с переключающим контактом приведено на рисунке 4 и характеризуется как однополярное двунаправленное (SPDT) 1 Form C. Основные типы контактных групп, применяемых как у герконов, так и у герконовых реле, приведены в таблице 1.

Общая пластина является единственной подвижной частью геркона этого типа, она замкнута с нормально замкнутым контактом реле в отсутствие магнитного поля. При возникновении магнитного поля соответствующей силы, общий контакт замыкается с нормально разомкнутым контактом. Обе пластины нормально разомкнутого и нормально замкнутого контактов являются неподвижными. Все три пластины имеют ферромагнитное покрытие, однако контактная область нормально замкнутого контакта выполнена из немагнитного материала, приваренного к ферромагнитной пластине. При помещении в магнитное поле оба вывода принимают одинаковую поляризацию, противоположную подвижному контакту. Немагнитный материал прерывает магнитный поток в нормально замкнутом контакте, и подвижной контакт притягивается к нормально разомкнутому контакту, образуя с ним непрерывный магнитопровод для магнитного потока.

Срабатывания магнитоуправляемого контакта можно добиться двумя способами:

- при помощи магнитного поля, создаваемого постоянным магнитом (рисунок 5);

Таблица 2. Основные типы одиночных герконов

Наименование	Внешний вид и габариты, мм	Рассеиваемая мощность, Вт	Коммутируемое напряжение, В	Коммутируемый ток, А	Применение
KSK-1A35		0...20	0...200	0...1	Общее, автомобильная аппаратура
KSK-1A46		0...10	0...200	0...0,5	КИП
KSK-1A66		0...10	0...200	0...0,5	Общее, автомобильная аппаратура
KSK-1A87		0...10	0...200	0...0,5	Общее, автомобильная аппаратура, КИП

• при помощи магнитного поля, создаваемого катушкой индуктивности (рисунк 6).

Когда постоянный магнит приближается к магнитоуправляемой группе контактов, каждая пластина намагничивается. При этом возникает сила их взаимного притяжения. При достижении силой магнитного поля порогового значения, превышающего упругость пластин контактов, они замыкаются. При исчезновении внешнего магнитного поля, остаточное магнитное поле в ферромагнитных пластинах контактов также рассеивается, вызывая их размыкание. При наличии остаточного магнитного поля на пластинах контактов, характеристики геркона будут отличны от заложенных при производстве. Поэтому при их изготовлении применяют высокотемпературный отжиг, чтобы снять остаточное магнитное поле.

Магнитная характеристика контактной группы магнитоуправляемых контактов имеет выраженную анизотропную симметричную направленность. На рисунке 6 изображен вид диаграммы взаимодействия постоянного магнита с магнитоуправляемым контактом, «герконом».

Рассмотрим это взаимодействие подробнее.

Поскольку контакты геркона обладают своей диаграммой чувствительности, то, в зависимости от расположения магнита и его ориентации в пространстве относительно контактной группы, возможны три варианта взаимодействия:

- магнит вне зоны действия (рисунк 6а, положения 1, 5; рисунок 6б – положения 1, 5, 8);

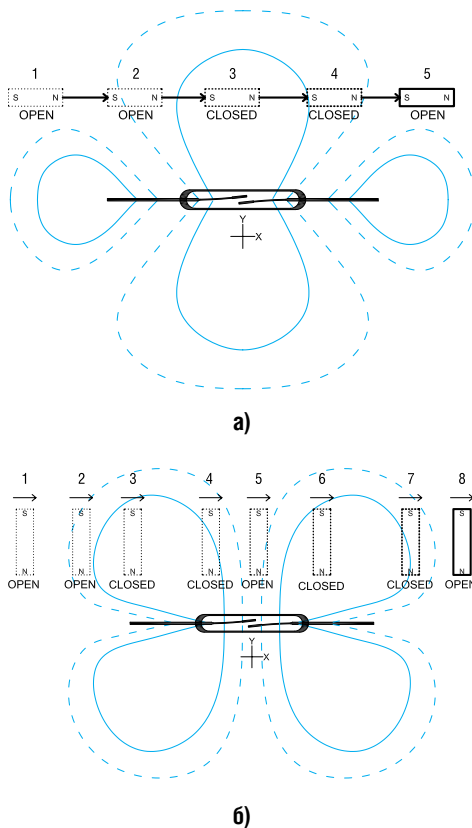


Рис. 6. Взаимодействие постоянного магнита с магнитоуправляемым контактом: а) параллельная ориентация постоянного магнита, б) перпендикулярная ориентация постоянного магнита

- магнит в зоне срабатывания (рисунк 6а, положение 3; рисунок 6б – положение 3, 4);
- магнит в зоне гистерезиса (рисунк 6а, положения 2, 4; рисунок 6б – положения 2, 4, 7).

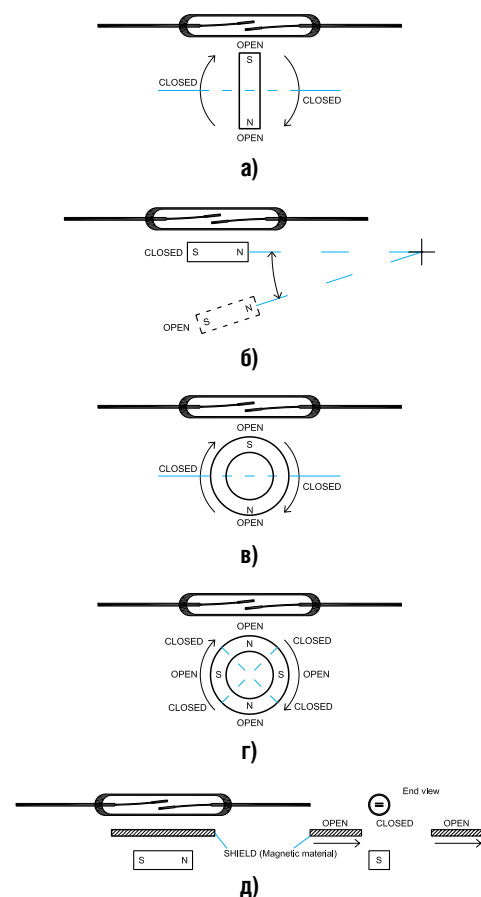


Рис. 7. Способы управления магнитоуправляемым контактом

На рисунке 6 сплошными линиями показана зона уверенного срабатывания контактной группы. При нахождении постоянного магнита в ее пределах магнитное поле является достаточным для надежного срабатывания контакт-

Таблица 3. Характеристики герконовых реле в сравнении с электромеханическими и полупроводниковыми

Характеристика	Герконовое реле	Электромеханическое реле	Полупроводниковое реле
Время переключения, мс	0,1...1	Более 5	Менее 0,1
Средний срок службы	10 ¹⁰ циклов	10 ⁶ циклов	Приближается к бесконечности
Энергопотребление, мВ	3	50	3
Максимальное коммутируемое напряжение, кВ постоянного напряжения	10	1,5	1,5
Максимальный коммутируемый ток, А	3	До 40	До 40
Минимальная нагрузка, мВт	Не ограничена (мкВ, пА)	50	50
Сопротивление изоляции, Ом	10 ¹⁴	10 ⁹	10 ⁹
Вносимый шум	Отсутствует	Коммутационные помехи	Очень высокий
Вносимые потери, дБ	0,5	0,5	2
Чувствительность к перегрузке	Высокая (размыкание)	Нечувствительны	Выход из строя (пробой)
Прочее	Линейная характеристика от постоянного тока вплоть до ГГц диапазона	Линейная характеристика от постоянного тока вплоть до ГГц диапазона	Искажения коммутируемого сигнала
	Гальваническая изоляция (воздушный зазор)	Гальваническая изоляция (воздушный зазор)	Отсутствие гальванической изоляции между высоковольтной и низковольтной частями

ной группы. Пунктиром показана зона гистерезиса — при вхождении магнита в эту зону магнитное поле еще недостаточно сильно для срабатывания контактной группы, но его еще достаточно для удержания в «сработавшем» состоянии контактной группы. В случае иной конфигурации контактной группы геркона, отличной от рассматриваемой 1 Form A, под «срабатыванием» будет пониматься размыкание группы 1 Form B или переключение 1 Form C. Причем диаграмма чувствительности различна для параллельной (рисунок 6а) и перпендикулярной (рисунок 6б) ориентации постоянного магнита-активатора относительно контактной группы геркона.

На основе этого принципа работы магнитоуправляемой герметичной контактной группы можно привести несколько способов управления герконом, представленных на рисунке 7.

На рисунке 7а, в, г изображены способы управления контактной группой геркона посредством вращающегося постоянного магнита, причем число срабатываний на один оборот такого активатора будет определяться количеством полюсов магнита-активатора.

На рисунке 7б приведен способ углового перемещения постоянного магнита-активатора.

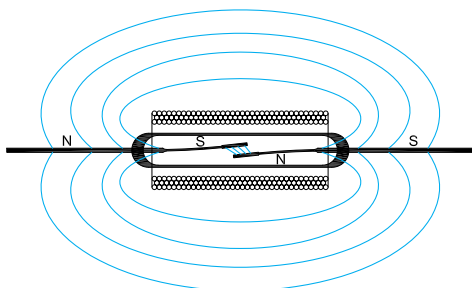


Рис. 8. Принцип работы герконового реле

На рисунке 7д магнит неподвижен — перемещается шторка, экранирующая магнитное поле активатора — постоянного магнита.

Основные типы герконов, выпускаемые компанией Standex-Meder Electroincs, приведены в таблице 2. При применении одиночных герконов следует помнить, что значительное превышение допустимого коммутируемого тока через контакты может привести к их самопроизвольному размыканию, подгоранию и, как следствие, выходу геркона из строя. Это также относится и к рассматриваемым далее герконовым реле на основе магнитоуправляемых контактов.

Конструкция и принцип работы герконовых реле

Магнитное поле, управляющее контактной группой геркона, может быть создано также соленоидом — катушкой, образующей единый конструктив с герметизированной магнитоуправляемой контактной группой, либо несколькими контактными группами, размещенными в одном корпусе. Принцип работы приведен на рисунке 8. Магнитоуправляемый контакт, помещенный внутрь соленоида, где наиболее сильное магнитное поле сосредоточено в центре, образует

герконовое реле. При возникновении магнитного поля происходит поляризация пластин, вызывающая их взаимное притяжение, и, соответственно, замыкание нормально разомкнутого контакта.

При использовании соответствующей конструкции, материалов и размещении электростатического экрана между колбой и катушкой герконового реле, можно добиться его способности коммутировать сигналы очень малой мощности (порядка нВ или фА) без потери полезной составляющей или с минимальным ослаблением. Достижение таких характеристик другими способами в настоящее время невозможно без значительного повышения цены конечного изделия. Конструкция такого реле приведена на рисунке 9.

При использовании коаксиального экрана герконовое реле становится таким же, как и линия передачи для высокочастотного сигнала. С уменьшением размера герконовых реле общий габарит корпуса стал менее 8 мм, уменьшая распределенную емкость контакта по отношению к экрану до менее чем 0,8 пФ. Это позволяет герконовым реле коммутировать сигналы с частотой вплоть до 6 ГГц без значительных потерь мощности сигнала (ослабление составит 3 дБ). В настоящее время достижимы вноси-

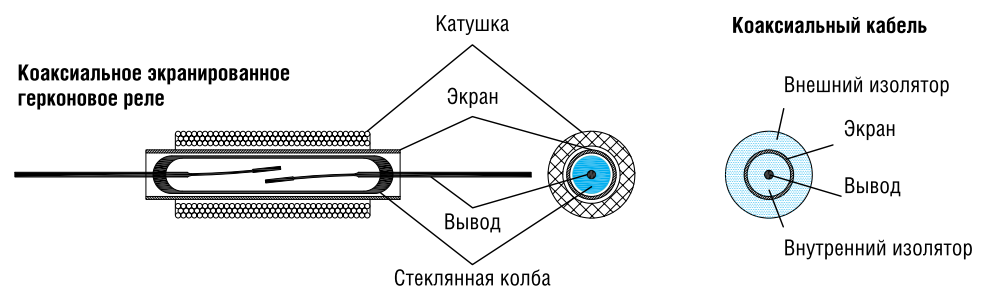


Рис. 9. Разрез герконового реле: катушка, герметичный контакт и размещение экрана (коаксиала)

мые потери на уровне 0,2 дБ в диапазоне 1,1...2 ГГц. Частотные характеристики герконовых реле превосходят современные арсенид-галлиевые высокочастотные КМОП-структуры и являются вполне конкурентоспособными при работе на частотах от 1 ГГц и выше. В настоящее время герконовые реле широко используются в тестовом оборудовании и оборудовании сотовых телекоммуникаций благодаря их превосходным частотным характеристикам.

Сравнение герконовых реле с электро-механическими и полупроводниковыми

Помимо герконовых реле, в категорию коммутационной аппаратуры входят также электро-механические и так называемые «твердотельные», полупроводниковые реле. Невозможно указать единственное оптимальное решение для всех случаев применения; выбор того или иного варианта остается за разработчиком. В таблице 3 приведены отличия герконовых реле от электро-механических и полупроводниковых. Это позволит выбрать желаемое решение, исходя из требуемых параметров окружающей среды и условий коммутации.

Ключевые особенности герконовых реле

- Способность коммутировать напряжение до 10 кВ.
- Способность коммутировать ток до 5 А.
- Способность коммутации напряжения от 10 нВ без потерь сигнала.
- Способность коммутировать токи от 1 фА без потерь сигнала.
- Способность коммутировать сигнал с несущей частотой до 7 ГГц.
- Сопротивление изоляции контактов до 10¹⁵ Ом.
- Сопротивление контактов (омическое) составляет обычно 50 мОм.

- В выключенном состоянии не потребляют энергию.
- Возможны бистабильные исполнения.
- Диапазон скоростей срабатывания – 100...300 мс.
- Способность работать в температурном диапазоне -55...200°С.
- Способность работы в любых средах, включая газовую, водную, вакуум, масла, топливно-горючие смеси, сильно запыленную атмосферу.
- Способность выдерживать удар до 200g.
- Способность выдерживать вибрацию в диапазоне 50...2000 Гц до 30g.
- Длительное время службы. Без перегрузки системы, при нагрузке на контакты 5 В при 10 мА, реле может выдерживать более 10¹² циклов срабатываний.

Сверхминиатюрные герконовые реле для печатного монтажа Standex-Meder Electronics

Компания Standex-Meder Electronics является одним из известных производителей электроники, в частности – герметизированных контактов, герконовых реле и датчиков, содержащих магнитоуправляемые компоненты.

С 1987 г компания производит огромное количество электронных компонентов. Технологический контроль позволяет обеспечивать беспрецедентный уровень качества продукции. Изделия компании широко применяются в различных отраслях промышленности: аэрокосмической и медицинской отраслях, телекоммуникационных системах. Познакомимся с наиболее широко применяемыми сериями реле.

Серия **BE** выпускается в герметичных пластиковых или металлических корпусах. Эти реле имеют расположение контактов, совместимое с большинством реле, выпускаемым другими мировыми производителями.

Серия **DIL** применяется, когда необходимо обеспечить высокое напряжение пробоя между выводами (до 4250 В).

Серия **DIP** – общего назначения, совместима со всеми реле данного фактора других производителей.

Серия **MS** отличается вдвое меньшей занимаемой площадью (всего половина от площади, занимаемой обычным реле). Они используются в качестве реле напряжения. Эта серия также имеет ВЧ-исполнение, способное коммутировать сигналы до 1 ГГц. Реле находят применение в инструментальных устройствах и тестовом оборудовании.

Реле серии **NP** – миниатюрное реле с большим набором контактных групп в габаритах всего 10,1x22 мм.

Реле серии **SIL** занимают на печатной плате всего лишь половину площади, занимаемой реле серий DIP или DIL, предоставляя все преимущества герметичной коммутации сигнала.

Реле серии **UMS** являются самыми миниатюрными, занимая лишь четверть посадочного места реле серии MS. Они обладают характеристиками, аналогичными более «крупной» серии SIL. Катушка этих реле уже содержит защитный диод, а внутреннее экранирование позволяет размещать реле группами, что актуально для использования в коммутационных массивах контрольно-измерительных и телекоммуникационных систем.




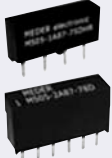



Перечень сверхминиатюрных реле, их внешний вид и основные параметры приведены в таблице 4.

Общие рекомендации по применению герконовых реле и герконов

При использовании герконовых реле следует руководствоваться следующим:

- Избегать ультразвуковой отмывки печатных плат, содержащих герконовые реле и одиночные герконы, так как

Таблица 4. Основные параметры и сравнительные характеристики сверхминиатюрных реле Standex-Meder

Параметр	Серия BE	Серия DIL	Серия DIP	Серия MS	Серия NP	Серия SIL	Серия UMS
Внешний вид и габариты							
Напряжение катушки, В	5...48	5...24	3...24	5...12	4...24	3...24	5...12
Сопротивление катушки, Ом	30...12000	200...11000	200...2000	280...700	500...10000	20...2000	280...700
Контактные группы	1 или 2 (A, B, C)(E); 3A, 4A, 5A	1A, 1C, 2A, 2C	1A, 1B, 1C, 2A	1A, 2A, 1B	1A, 1C, 2A	1A, 1B, 1C	1A
Номинальная мощность, Вт	0...100	0...50	0...50	0...10	0...15	0...50	10
Коммутируемое напряжение, В	0...1000	0...500	0...500	0...200	0...500	0...500	170
Коммутируемый ток, А	0...1,0	0...2,0	0...2,0	0...0,5	0...1,0	0...2,0	0,5
Максимально допустимый ток через реле, А	2,5	2,0	2,0	2,0	1,25	2,0	1,0
Напряжение электрического пробоя, В	Свыше 4000	250...1500	250...1500	1500	1500	200...1500	–

под воздействием ультразвука могут измениться их электрические характеристики.

• При размещении массивов реле следует учитывать возможность изменения их характеристик под воздействием внешних магнитных полей или электронных компонентов, создающих магнитные поля.

• При монтаже и составлении термопрофиля следует придерживаться рекомендаций производителя паяльной пасты и условий термопрофилеирования для других компонентов, но при этом время пайки не должно превышать 260°C в течении 5 мин.

• Избегать ударов и падений приборов, содержащих герконовые реле и одиночные герконы, так как при падении возникает удар, превышающий предельно допустимую величину механической нагрузки на реле, приводящий к немедленному отказу или повреждению, вызывающим возникновение неисправностей в реле.

Заключение

Герметичные реле имеют ряд преимуществ по сравнению с остальными типами реле, наиболее важным из которых является отсутствие влияния на коммутируемый сигнал в широком диапазоне частот и хорошая изоляция между коммутируемой и управляющей

цепями. Широкий ассортимент представленных герконовых реле и их высокая надежность при малых размерах позволяют им занять обширную нишу современного рынка электроники и найти применение в перспективных разработках контрольно-измерительной и промышленной аппаратуры в различных отраслях.

Одиночные магнитоуправляемые герметичные контактные группы находят широкое применение в качестве различных датчиков, основанных на взаимодействии контактной группы геркона и внешнего магнита.

Литература

1. www.meder.com
2. Meder Electronics, Reed Relay in Comparison with Solid-State and Mechanical Relays, p.82
3. Meder Electronics, Instrumentation Grade Reed Relays , 03/2010
4. Meder Electronics, Reed Switch Operational Characteristics p.p.19-21
5. Meder Electronics, Reed Switch Used as a Reed Relay, p.64
6. Meder Electronics, Reed Switch Characteristics p.p.27-32.5

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: passive.vesti@compel.ru

Термоусаживаемые трубки серии ATUM от TE Connectivity

Компания **Raychem**, входящая в состав **TE Connectivity**, получила мировое признание как основоположник технологии cross linking (образования дополнительных молекулярных связей) в полимерных материалах. Эти связи образуются при радиационном облучении материалов, придавая им эффект «памяти формы». Изменённая при высокой температуре форма такого материала сохраняется при последующем охлаждении. Далее, при повторном нагреве, поперечные связи заставляют материал приобретать свою первоначальную форму. Это свойство спшитых полимерных материалов (термоэластиков) и применяется для производства термоусаживаемых трубок. Термоусаживаемые трубки производства TE Connectivity удовлетворяют практически всем требованиям потребителей:

- эффективно покрывают места соединений кабелей и отдельных проводов с разъемами,
 - связывают провода в жгуты,
 - покрывают места соединения проводов, защищая их от коррозии,
 - изолируют компоненты, включаемые в разрыв линии, от замыкания и воздействия влажности.
- На складе КОМПЭЛ доступны для заказа трубки серии **ATUM**. Трубки серии ATUM выпускаются в двух модификациях – с коэффициентом усадки 3:1 и 4:1. Такой коэффициент позволяет использовать их для герметизации кабельных соединений с разъемами. Трубки плотно окружают компоненты и защищают их от замыканий. Особенностью серии является наличие внутреннего клеевого слоя, связывающегося с широкой гаммой пластиков, резин и металлов, включая полиэтилен, алюминий, сталь и медь. Трубки серии ATUM применяются для защиты от воздействия внешней среды тыльной стороны разъемов и кабельных соединений. Большой коэффициент усадки позволяет ремонтировать повреждения кабельной оболочки без снятия разъема.
- Минимальная температура усадки 80°C,
 - Температура полного обжатия 110°C,
 - Диапазон рабочих температур от -55 до 110°C.
- Для заказа доступны трубки черного цвета, другие цвета доступны по запросу.

Standex MEDER ELECTRONICS Custom Engineered Solutions for Tomorrow

Герконовые реле серии SIL

Все преимущества герконовой технологии в миниатюрном корпусе!

- Конфигурация контактов: 1A, 1B, 1C
- Напряжение катушки: 3...24 В
- Коммутируемое напряжение до 500 В
- Коммутируемый ток до 2 А
- Пробивное напряжение «катушка-контакты» до 4,25 кВ

Москва
 Тел.: (495) 234-7764, доб. 2531
 Сотников Сергей
 E-mail: s.sotnikov@compel.ru

Санкт-Петербург
 Тел.: (812) 327-9403, доб. 4219
 Червинский Михаил
 E-mail: cmv.spb@compel.ru

Компэл
www.compel.ru

Вячеслав Гавриков (г. Смоленск)

ПЭТФ, ПОЛИПРОПИЛЕН, ПОЛИСТИРОЛ – ПЛЕНОЧНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ ШИРОКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ОТ JB CAPACITORS



Основные области применения пленочных конденсаторов – дозиметрические цепи (в медицинской и измерительной электронике), низковольтные помехоподавляющие фильтры медицинской, транспортной и промышленной электроники, высоковольтные фильтры в индустрии и на транспорте, высокочастотные фильтры и усилители сигнала в телекоммуникации. Качество пленочных конденсаторов компании **JB Capacitors** обеспечено пятью этапами входного и выходного контроля плюс дополнительный контроль на каждом технологическом этапе.



логическую и конструктивную сторону компонента, а конечные технические параметры в основном зависят от типа применяемого диэлектрика. Различают: полипропиленовые (polypropylene film), полистирольные (polystyrene film), полиэтилентерефталатные (лавсановые) (polyester film), поликарбонатные и фторопластовые пленочные конденсаторы.

Низкая цена и доступность приводят к широкому распространению электролитических и керамических конденсаторов. Однако, не для всех целей они подходят. Так, например, высокие токи утечки не позволяют использовать электролиты в измерительных цепях, а применение керамических конденсаторов ограничено из-за высокого значения диэлектрической абсорбции. Зачастую пленочные конденсаторы, благодаря низкому tgδ, малой абсорбции и минимальным токам утечки, могут стать отличным выбором для решения ряда задач.

Общие характеристики пленочных конденсаторов

Пленочные конденсаторы представляют собой конструкцию, в которой диэлектрик выполнен в виде пленки. В процессе производства на диэлектрическую пленку напыляется металлическая пленка (металлопленочные конденсаторы) либо напрессовывается фольга (фольговые конденсаторы) (рисунки 1а). Металлопленочные конденсаторы обладают меньшими габаритами,

однако их электрические свойства – также несколько хуже.

В самом простом случае полученная пленка скручивается в рулон (рисунок 1б), такая конструкция проста в изготовлении, но имеет большую паразитную индуктивность конденсаторы для высокочастотных приложений изготавливаются в виде многослойной прессованной структуры (рисунок 1в), которая, по сути, является множеством параллельно соединенных конденсаторов.

Существуют технологии, в которых металлическая фольга используется совместно с металлизированной пленкой.

Важным преимуществом пленочных конденсаторов является способность к самовосстановлению (рисунок 2). Если при перенапряжении произошел пробой диэлектрика, то через место пробоя начинает протекать ток, который будет разогревать металлическую пленку около места пробоя. Постепенно разогреваясь, металл расплавляется и испаряется. В результате диэлектрическая прочность восстанавливается.

Стоит отметить, что понятие «пленочный конденсатор» описывает техно-

Пленочные конденсаторы с различными типами диэлектрика по своим свойствам отличаются друг от друга и от других типов конденсаторов (таблица 1).

Особенностью полипропиленовых конденсаторов является малое значение тангенса угла потерь (0,001) в широком диапазоне температур и частот. Эти конденсаторы имеют малые габаритные размеры и возможность эксплуатации их при высоких амплитудах напряжений. Кроме того, коэффициент

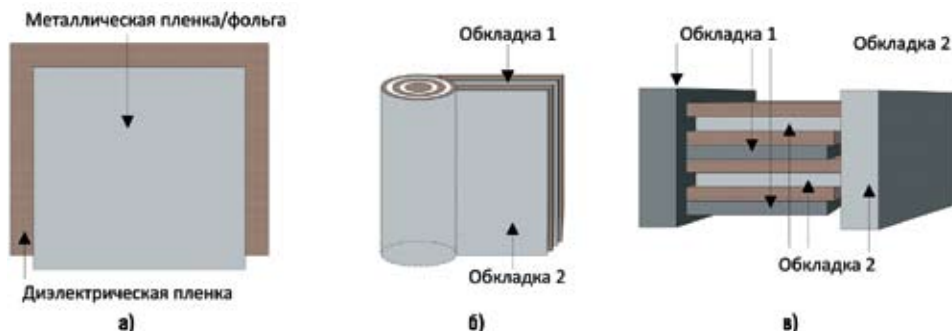


Рис. 1. Конструкция конденсатора

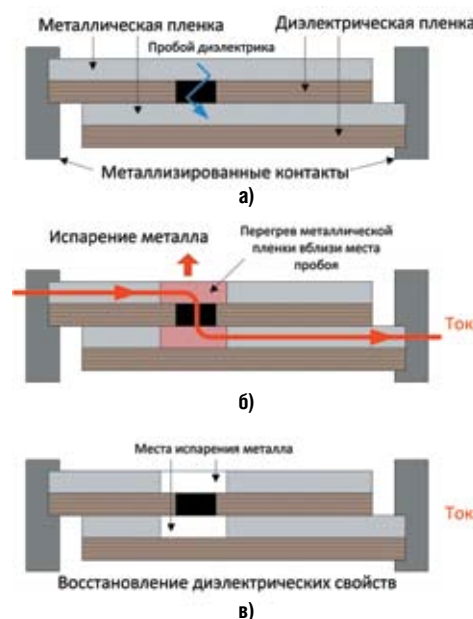


Рис. 2. Пробой и самовосстановление пленочного конденсатора

Таблица 1. Сравнительные характеристики конденсаторов

Тип	tgδ	Ризол, Мом	Коэффициент абсорбции, %	ТКЕ, 10 ⁻⁶ /°С	Российские серии конденсаторов
Полистирольные	0,001...0,0015	100000	<0,1	-200	Фольговые: К70; металлизированные: К71
Полипропиленовые	0,002	50000	<0,5	-200...100	К78
Полиэтилентерефталатные	0,01...0,1	10000	≈0,2...0,8	-200...400	Фольговые: К74; металлизированные: К73
Алюминиевые электролитические	0,1...0,5 (50 Гц)	—	5...6	—	К50
Танталовые	0,06...0,3 (50 Гц)	—	2...5	—	К51, К53
Керамические	0,001...0,0035	10000	5...15	30 (NPO)	К10, К15

Таблица 2. Области применения пленочных конденсаторов

Область	Пример	Особые требования	Тип конденсатора
Дозиметрические цепи (медицина, измерительная техника)	Устройства выборки-хранения	Низкий уровень абсорбции, малый саморазряд	Полипропиленовый, полистирольный
	Измерительные схемы датчиков с высоким импедансом	Низкие токи утечки, большое сопротивление изоляции, малый саморазряд	Полипропиленовый, полистирольный
	Времязадающие цепи интеграторов, преобразователей напряжения-частоты, цепи подстройки частоты и др.	Низкий уровень абсорбции, малый саморазряд	Полипропиленовый, полистирольный
Низковольтные цепи (медицина, транспорт, промышленность)	Помехоподавляющие фильтры	Низкая индуктивность, малое значение tgδ	Полипропиленовый, полистирольный, полиэтилентерефталатный
Высоковольтные цепи (промышленность, транспорт)	Высоковольтные фильтры	Большой ток разряда, низкий уровень абсорбции, малое значение tgδ, надежность	Полипропиленовый, полиэтилентерефталатный
Высокочастотные цепи (телекоммуникация, промышленность)	Усилители высокочастотных сигналов, высококачественные активные фильтры	Низкая индуктивность, низкий уровень абсорбции, малое значение tgδ	Полипропиленовый, полистирольный

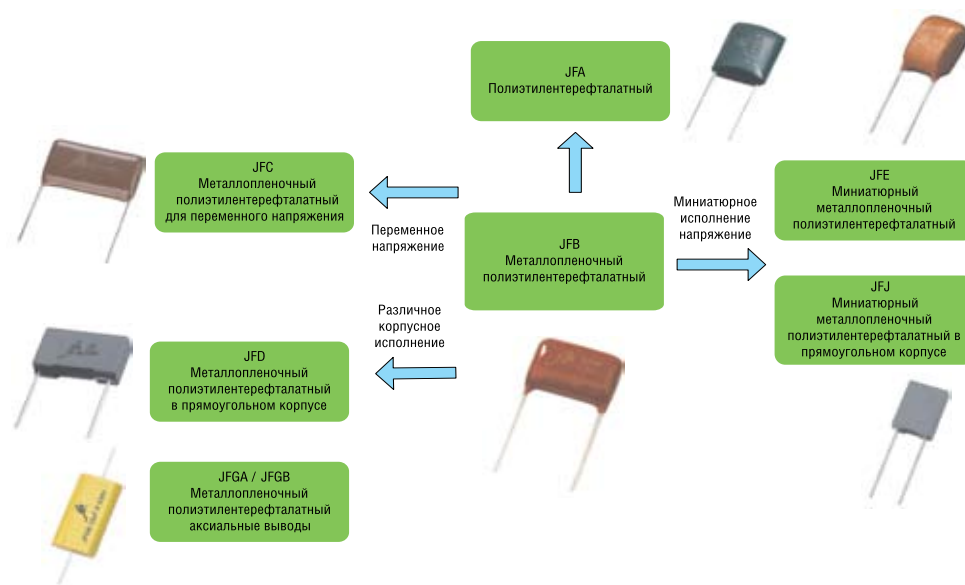


Рис. 3. Полиэтилентерефталатные конденсаторы JV Capacitors

абсорбции у них, как правило, не превышает 0,5%.

Полистирольные конденсаторы принадлежат к конденсаторам с малыми потерями (tgδ около 0,001). Они имеют очень высокое сопротивление изоляции (10000 МОм), низкий коэффициент абсорбции (0,1%) и высокую температур-

ную стабильность. Ток саморазряда у них настолько мал, что большую часть утечки могут создавать поверхностные токи (токи, протекающие через поверхность конденсатора).

Полиэтилентерефталатные конденсаторы имеют высокие диэлектрическую проницаемость и прочность. Одна-

ко tgδ — не более 0,1, и сопротивление изоляции — до 10000 МОм. Лавсан — полярный диэлектрик, поэтому лавсановые конденсаторы имеют большой коэффициент абсорбции (до 0,8%).

Области применения пленочных конденсаторов

Многообразие типов и свойств выпускаемых конденсаторов приводит к тому, что выбор того или иного изделия зависит от поставленной задачи. Основными критериями выбора могут быть не только технические, но и экономический (цена, доступность) критерий надежности (срок службы, устойчивость к перенапряжению, число катастрофических отказов), критерий безопасности. Не существует конденсатора, который одновременно удовлетворял бы все требования. Анализ характеристик пленочных конденсаторов дает представление о возможности их применения в различных приложениях электроники (таблица 2).

Измерительные и времязадающие (дозиметрические) цепи. К ним относятся цепи с низкими токовыми нагрузками, поэтому конденсаторы в них должны обладать очень малым саморазрядом, большим сопротивлением изоляции, низкой величиной абсорбции и

высокой температурной стабильностью. Керамические конденсаторы имеют недопустимо большой уровень абсорбции, кроме того, уступают полистирольным конденсаторам по величине собственного сопротивления, поэтому не могут применяться в устройствах выборки-хранения, времязадающих цепях, системах с высокоимпедансными датчиками и др.

Низковольтные цепи, такие, как, например, низкочастотные фильтры, требуют малой индуктивности и малого значения $tg\delta$ при большой емкости. Электролитические конденсаторы, обладая большой емкостью, имеют недопустимо высокие значения индуктивности и $tg\delta$. А керамические конденсаторы зачастую не обладают достаточной емкостью. В итоге приходится совместно использовать керамический и электролитический конденсаторы. Пленочные конденсаторы в ряде случаев способны заменить такую связку.

Высоковольтные цепи требуют высокого рабочего напряжения, большого пикового тока разряда, малого значения $tg\delta$. Однако имеются дополнительные требования к надежности и безопасности. Как правило, высоковольтные приложения (в промышленности, в электромобилях) предъявляют сверхвысокие требования надежности и безопасности, которым не удовлетворяют керамические и электролитические конденсаторы. Они чувствительны к перенапряжениям и не способны выдерживать большие токовые нагрузки. Большое значение электрической абсорбции делает их, к тому же, небезопасными для человека. Пленочные конденсаторы имеют высокие значения пиковых токов, способны выдерживать значительные перенапряжения и имеют малые значения абсорбции. Дополнительным плюсом является способность к самовосстановлению. Все это привело, например, к тому, что в Европе произошло практически полное замещение электролитических конденсаторов пленочными в ветрогенераторных системах.

Благодаря рекордно низким значениям $tg\delta$ и коэффициента абсорбции, пленочные конденсаторы способны работать на высоких частотах.

Кроме электрических параметров, зачастую одним из факторов выбора конденсатора является критерий надежности. В таких случаях требуется поставщик, который бы обеспечивал контроль качества своей продукции, обладал бы высокими технологиями производства, мог бы обеспечить надежную поставку компонентов. Число таких производителей невелико, одним из них является компания **JB Capacitors**, обладающая более чем тридцатилетним опытом производства пленочных и электролитических конденсаторов.

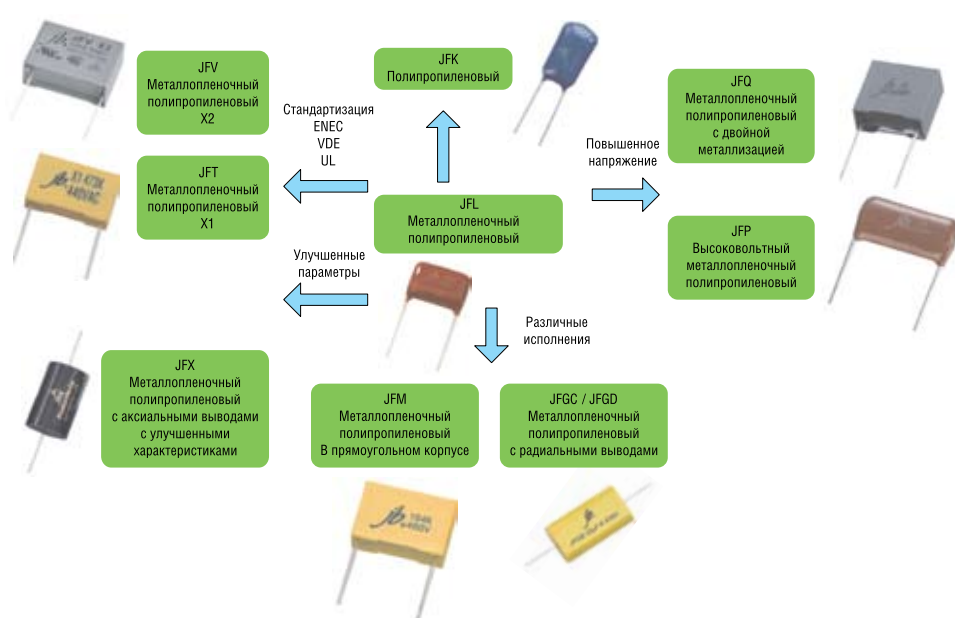


Рис. 4. Полипропиленовые конденсаторы JB Capacitors

Таблица 3. Конструктивное исполнение пленочных конденсаторов JB Capacitors

Наименование	Описание
JFA	Майларовый полиэтилентерефталатный пленочный конденсатор в эпоксидном компаунде
JFB	Металлопленочный полиэтилентерефталатный конденсатор в эпоксидном компаунде
JFC	Металлопленочный полиэтилентерефталатный конденсатор для цепей переменного тока в эпоксидном компаунде
JFD	Металлопленочный полиэтилентерефталатный конденсатор в прямоугольном пластиковом корпусе
JFE	Миниатюрный металлопленочный полиэтилентерефталатный конденсатор в эпоксидном компаунде
JFG	Металлопленочный полиэтилентерефталатный (JFGA, JFGB) металлопленочный полипропиленовый (JFGC, JFGD) конденсатор в цилиндрическом корпусе с аксиальными выводами
JFH	Неиндуктивный полиэтилентерефталатный конденсатор в эпоксидном компаунде
JFJ	Металлопленочный полиэтилентерефталатный конденсатор в уплотненном миниатюрном пластиковом корпусе
JFK	Полипропиленовый пленочный конденсатор в эпоксидном компаунде
JFL	Металлопленочный полипропиленовый конденсатор в эпоксидном компаунде
JFM	Металлопленочный полипропиленовый конденсатор в прямоугольном пластиковом корпусе
JFP	Высоковольтный металлопленочный полипропиленовый конденсатор в эпоксидном компаунде
JFQ	Высоковольтный металлопленочный полипропиленовый конденсатор с двухсторонней металлизацией в прямоугольном корпусе
JFR	Полистирольный пленочный конденсатор с радиальными и аксиальными выводами
JFS	Пусковой пленочный конденсатор в корпусе
JFT	Металлопленочный полипропиленовый конденсатор для цепей переменного тока в корпусе
JFV	Металлопленочный полипропиленовый конденсатор класса X2 (ENEC, VDE, UL, cUL) в пластиковом корпусе
JFX	Металлопленочный полипропиленовый конденсатор премиум-класса с аксиальными выводами

Таблица 4. Электрические параметры конденсаторов JB Capacitors

Наименование	Рабочее напряжение, В	Диапазон емкости, мкФ	Допуск емкости, %	Рабочий диапазон температур, °С	Аналоги	Диэлектрик		
JFA	100, 250, 400, 630, 1000 (DC)	0,001...0,47	±5...±10	-40...85	K73-9 K73-11 K73-17	Лавсан		
JFB	100, 250, 400, 630 (DC)	0,01...6,8	±5...±10	-40...85				
JFC	250 (AC)	0,01...4,7	±5...±10	-40...85				
JFD	63, 100, 160, 250, 400, 630 (DC)	0,001...2,2	±5...±10	-40...85				
JFE	50, 63, 100, 160, 250, 400 (DC)	0,01...2,2	±5...±10	-40...85				
JFGA/B	100...1250 (DC)	0,1...68	±5...±10	-40...105				
JFH	100 (DC)	0,001...0,033	±5	-40...105				
JFJ	50, 63, 100, 250, 400, 500, 630 (DC)	0,001...1,0	±5...±10	-55...105	K78-1 K78-2 K78-3	Полипропилен		
JFGC/B	100...1250 (DC)	0,1...68	±5...±10	-55...100				
JFK	100, 250, 400, 630 (DC)	0,00047...0,18	±5...±10	-40...85				
JFL	100, 250, 400, 630 (DC)	0,01...10	±5...±10	-40...85				
JFM	250, 400, 630, 1000 (DC) 500 (AC)	0,0047...3,9	±2...±10	-40...85				
JFP	1000, 1250, 1600, 2000 (DC)	0,001...0,15	±5...±10	-40...85				
JFQ	250, 400, 630, 1000, 1400, 1600, 2000 (DC)	0,00022...3,9	±2...±20	-40...105				
JFS	250, 450 (AC)	1...100	±5...±10	-25...70				
JFT	300 (AC)	0,0022...4,7	±10	-55...105				
JFV	250, 275, 305, 310 (AC)	0,001...2,2	±10	-40...110				
JFX	250, 400, 630 (DC)	0,047...100	±3...±5	-55...85				
JFR	50, 100, 125, 250, 500, 630	0,001...0,01	±1...±10	-40...70			K71-7	Полистирол

Таблица 5. Области применения пленочных конденсаторов JB Capacitors

Область	Применение
Промышленность	Ветрогенераторы
	Электроприводы
	Зарядные устройства
	Детектор повреждения кабеля
	Вспышки
Медицина	Источники питания
	Диагностические приборы
Транспорт	Источники питания
	Электромобили
Наука	Зарядные устройства
	Измерительные устройства
	Генераторы
	Осциллографы
	Вибростенды

JB Capacitors: характеристика производителя

Компания **JB** существует на рынке более 30 лет. Она была основана на Тайване в 1980 году и, переместив свое производство в Китай, в 1993 году стала единственным предприятием частной собственности в КНР. Первоначально компания специализировалась на про-

изводстве пленочных конденсаторов, однако вскоре стала производить и алюминиевые электролитические конденсаторы.

В настоящее время JB Capacitors предлагает пленочные конденсаторы:

- с различным типом диэлектриков (полиэтилентерефталатные (лавсановые) (polyester film), полипропилено-

вые (polypropylene film), полистирольные (polystyrene film));

- различного корпусного исполнения (покрытые компаундом, уплотненные, в прямоугольных корпусах, с аксиальными выводами, неиндуктивные);
- с различными технологиями пленок (металлопленочные, фольговые, с двусторонней металлизацией);
- различных классов (в том числе X2, X1);
- для работы с различными видами напряжений (до 2000 В (DC) и 450 В (AC)).

Компания выпускает алюминиевые электролитические конденсаторы различного конструктивного исполнения, в том числе с прямыми, защелкивающимися, винтовыми выводами и конденсаторы в SMD-исполнении, с температурным диапазоном до 105°С.

JB Capacitors производит разные виды пусковых конденсаторов с повышенной безопасностью, низким tgδ, и низким последовательным сопротивлением.

Конкурентные цены, более чем тридцатилетний опыт производства компонентов, быстрые сроки отгрузки, оперативная работа с клиентами — все это делает JB Capacitors выгодным партнером при производстве электроники. Однако, глав-

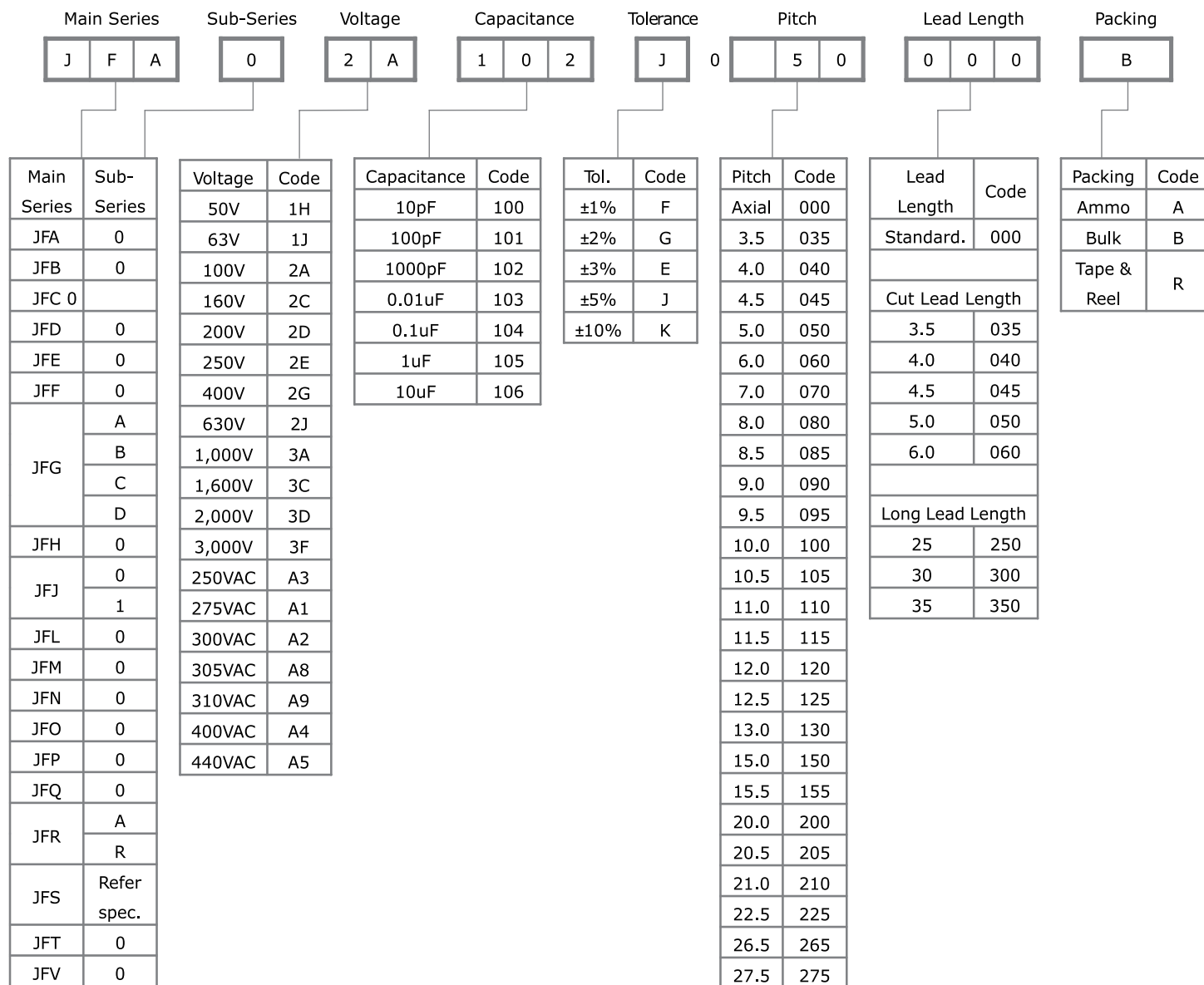


Рис. 5. Система именования пленочных конденсаторов компании JB Capacitors

ным козырем JB Capacitors является высокое качество выпускаемой продукции. Система контроля качества JB Capacitors, применяемая на производстве, помимо пяти явно выделенных этапов входного/выходного контроля качества, содержит контрольные функции практически на каждом технологическом этапе.

Обзор пленочных конденсаторов от JB Capacitors

JB Capacitors производит широкий ассортимент пленочных конденсаторов. По типу диэлектрика их можно разделить на три группы:

- полиэтилентерефталатные (лавсановые) (polyester film): серии **JFA, JFB, JFC, JFD, JFE, JFJ, JFGA, JFGB, JFH** (рисунок 3);
- полипропиленовые (polypropylene film): серии **JFK, JFL, JFM, JFV, JFP, JFQ, JFS, JFGC, JFGD, JFX** (рисунок 4);
- полистирольные (polystyrene film): серия **JFR**.

Серия JFB является базовой для полиэтилентерефталатных конденсаторов от JB Capacitor. Это металлопленочные конденсаторы, покрытые оксидным компаундом. Они выпускаются в безындукционном исполнении.

Серия JFL является базовой серией для полипропиленовых конденсаторов от JB Capacitors. Как и конденсаторы серии JFB, конструктивно они исполнены в неиндуктивном оксидном компаунде.

Остальные серии отличаются конструктивным исполнением (таблица 3):

- Покрытые оксидным компаундом полиэтилентерефталатные серии: JFA, JFB, JFC, JFH. Серия JFE выпускается в миниатюрном корпусе.
- Покрытые оксидным компаундом полипропиленовые серии: JFK, JFL, JFP.
- Пленочные конденсаторы в прямоугольном пластиковом корпусе: JFD, JFM, JFQ, JFS, JFT, JFV.
- Серия JFJ выпускается в уплотненном пластиковом корпусе.

- Серии с аксиальными выводами: JFG JFR JFX.

Основной в производстве является металлопленочная технология. В серии JFQ применяется двухсторонняя металлизация пленки.

Электрические параметры конденсаторов достаточно разнообразны (таблица 4). По техническим характеристикам выпускаемые образцы не уступают отечественным и импортным аналогам.

Диапазон напряжений: 63 В (50 у низковольтных серий ...2000 В (у высоковольтных серий JFP, JFQ)).

Доступны конденсаторы, предназначенные для цепей переменного тока с напряжениями 250...440 В (серии JFC, JFV). Серия JFM допускает до 1000 В постоянного и до 500 В переменного напряжения. Конденсаторы JFC – пусковые конденсаторы с рабочим переменным напряжением 250 и 450 В.

Стандартные величины допусков на отклонение емкости: ±1%, ±2%, ±2,5%, ±5%, ±10%.

Стандартный температурный диапазон: -40...85°C. Для некоторых серий верхняя граница диапазона составляет 125°C, а нижняя -55°C.

Отдельно стоит отметить серии JFV и JFT, специально предназначенные для подавления мощных электромагнитных помех. Они соответствуют самым строгим требованиям стандартов VDE, ENEC, UL, и являются конденсаторами X типа. Конденсаторы JFV подключаются между фазами и используются для подавления синфазных помех, которые могут быть вызваны коммутационными процессами или, к примеру, разрядом молний.

Отличные электрические характеристики, качество и надежность позволяют применять конденсаторы JB Capacitors в разных областях (таблица 5).

Система именования пленочных конденсаторов от JB Capacitors

Система именования пленочных конденсаторов фирмы JB Capacitors (рисунок 5) содержит ряд полей:

- код основной серии (Main Series);
- код подсерии (Sub-Series) (имеет значение 0 для всех серий, кроме JFG, JFJ, JFR, JFS);

- код рабочего напряжения (Voltage);
- код номинальной емкости (Capacitance);
- код допустимого отклонения емкости (Tolerance);
- код шага выводов (Pitch);
- код длины выводов (Lead Length);
- код упаковки (Packing).

Так **JFA02A102J050000B** представляет собой конденсатор серии JFA с рабочим напряжением 100 В, емкостью 1000 пФ ±5%, шагом выводов 5 мм, со стандартной длиной выводов (для JFA минимум 20 мм), поставляемый без упаковки.

Заключение

Широкий спектр пленочных конденсаторов, выпускаемых JB Capacitors, дает возможность выбирать тип компонента с учетом конкретной задачи. Высокая надежность, малое значение диэлектрических потерь, нечувствительность к перегрузкам по току и напряжению позволяют пленочным конденсаторам уверенно конкурировать с другими типами конденсаторов в мощных фильтрах высоковольтных приложений. Кроме того, рекордно низкие

значения токов утечки и электрической абсорбции делают их незаменимыми в дозиметрических цепях.

Литература

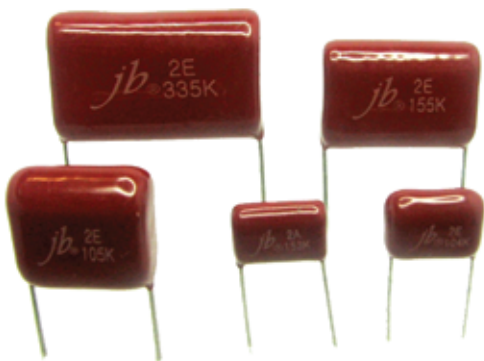
1. Горячева Г.А., Добромислов Е.Р. Конденсаторы: Справочник. — М.: Радио и связь, 1984.
2. Дьяконов М.Н. и др. Справочник по электрическим конденсаторам. Ред. общ. Ред. Четвертакова И.И и Смирнова В.Ф. — М.: Радио и связь, 1983.
3. Vishay. Film Capacitors. General Technical Information. 2012.
4. Epcos. Film Capacitors. General Technical Information. 2009.
5. Голубев И. Обзор современных конденсаторов. Современная электроника №5, 2006.
6. Datasheets по представленным компонентам взяты с официального сайта JB Capacitors www.jbcapacitors.com.

Получение технической информации,
заказ образцов, поставка –
e-mail: passive.vesti@compel.ru

jb® Capacitors Company

ПЛЕНОЧНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ СЕРИИ JFB

Идеальная замена для серий K73-17 и CL21



ПРЕИМУЩЕСТВА:

- Безындуктивная конструкция
- Покрытие эпоксидным компаундом для защиты от внешней среды
- Высокие показатели качества и надежности

ХАРАКТЕРИСТИКИ:

- Номинальное напряжение: 100...630 В
- Диапазон номиналов емкостей: 0,01...6,8 мкФ
- Допустимое отклонение емкости: ±5%, ±10%, ±20%
- Температурный диапазон: -40...+85°C

Москва
Тел.: (495) 234-7764, доб. 2531
Сотников Сергей
E-mail: s.sotnikov@compel.ru

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-9404, доб. 4219
Червинский Михаил
E-Mail: cmv.spb@compel.ru

Компэл
www.compel.ru