

Александр Самарин (г. Москва)

## СИНФАЗНЫЕ ДРОССЕЛИ КОМПАНИИ SUMIDA ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА



Для снижения уровня **нежелательного ЭМИ** и улучшения **помехоустойчивости** требуется использование эффективных технологий **фильтрации шума**. Применение **синфазных дросселей** производства компании **Sumida** позволяет обеспечить должный уровень электромагнитной совместимости и повысить надежность работы электронных приборов.



Компания **Sumida** (<http://www.sumida.com/>) была основана в 1956 году. Производство катушек индуктивности она освоила в 1965. В настоящее время корпорация Sumida имеет подразделения и производства в различных странах Азии, Европы и Америки (Китай, Таиланд, Тайвань, Вьетнам, Германия, Румыния, Словения, Мексика). Компания производит электронные компоненты и модули, в которых используется индукционная технология (индуктивности, дроссели, трансформаторы, соленоиды, катушки зажигания). Эти компоненты и модули предназначены для применения в различных секторах: автомобильной и бытовой электронике, энергетике, медицинской технике. Для силовой электроники выпускаются синфазные и силовые дроссели и трансформаторы, ЭМИ-фильтры, ВЧ-трансформаторы. Для автомобильного сектора компания производит катушки инжекторов и соленоиды для ABS, антенны для беспроводных систем доступа, индукционные датчики, модули поджига ксенонового автосвета, элементы противоугонных автомобильных систем, модули управления приводом руля, а также гибкие и плоские кабели для автомобильных систем.

Для решения проблем обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) компания производит широкую номенклатуру синфазных дросселей. Компактные синфазные дроссели, выпускаемые компанией, предназначены для поверхностного монтажа. Продукция ориентирована на применение в электронной аппаратуре (компьютерах, мобильных устройствах, бытовой электронике). Дроссели отличаются высоким качеством, эффективностью подавления ЭМИ и доступная цена.

Синфазные дроссели являются одним из эффективных компонентов для создания ЭМИ-фильтров. Они широко

применяются для фильтрации помех в сигнальных цепях и цепях питания переменного и постоянного тока. Типовое применение синфазных дросселей — фильтрация помех в высокоскоростных цепях и интерфейсах, например в интерфейсах HDMI. Особая область — цепи CAN-интерфейса в автомобильных системах управления.

### Классификация электромагнитных помех

Электромагнитные помехи распространяются как по проводам (кондуктивные помехи), так и через окружающее пространство (излучаемые помехи). Кондуктивные помехи можно разделить на две составляющие: синфазные (common-mode) и дифференциальные (differential-mode или normal-mode).

Дифференциальные помехи проходят по линиям электропитания и не связаны с заземлением. Они измеряются между двумя проводами линии. Синфазные помехи измеряются между одним из проводов и землей. Синфазные помехи можно описать как помехи между проводом и землей, дифференциальные — как помехи между двумя проводами, ток в которых течет в противоположных направлениях. С последним типом помех достаточно успешно борется дроссель в паре с конденсатором.

### Конструкция и принцип работы синфазного дросселя

Синфазный дроссель состоит из двух катушек, намотанных на общий сердечник. В качестве сердечника используется, как правило, кольцевой магнитопровод с высокой магнитной проницаемостью, например фер-

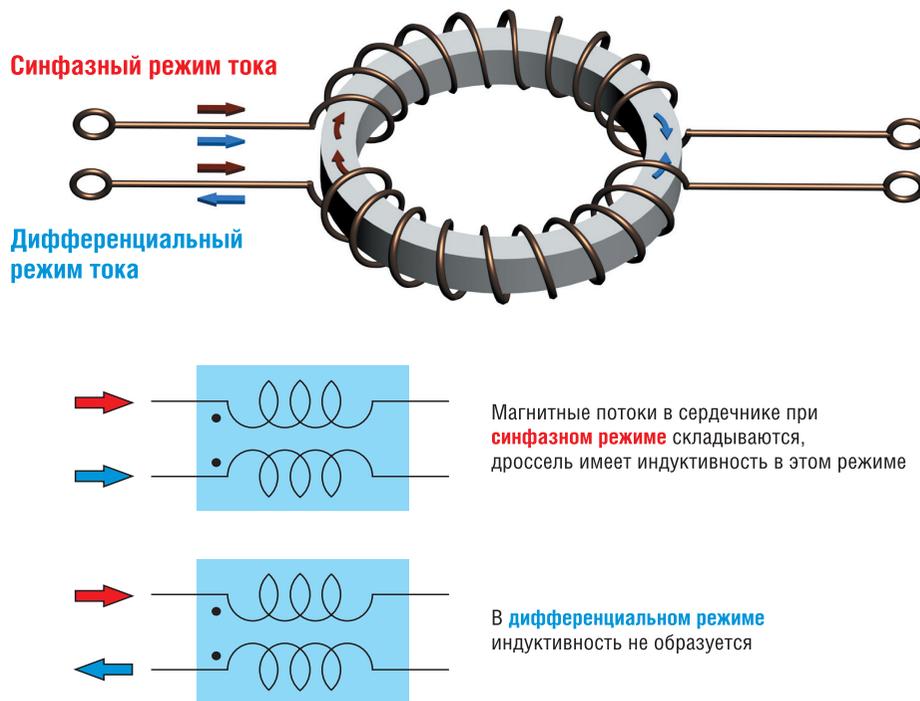


Рис. 1. Структура и принцип работы синфазного дросселя

Таблица 1. Основные характеристики синфазных дросселей, предназначенных для ЭМИ-фильтрации цепей постоянного тока

Наименование	Размеры, ШхДхВ, мм	Импеданс на 100 МГц, Ом, тип./мин.	DCR при 20°C, мОм	Макс. ток, А	Особенности применения
CPFC43NP100M801	5,3x6,1x3,7	800/400	21	2	Цепи интерфейсов CAN, аудио-, видео
CPFC74BNP-851	7,5x7,5x5,3	850/510	16	3,5	
CPFC74BNP-102	7,5x7,5x5,3	1000/600	20	2,5	
CPFC94	7,5x7,5x5,3	700	10	5	ЭМИ-фильтр в цепях питания светодиодных автоламп
CPFC11D60-100M08	11,7x12,8x6,5	800	8	6	Цепи питания ЖК-телевизоров и компьютеров
CPFC5D33-300	5,5x6,2x3,5	225	25	2,5	
CPFC6D36-100M06	6,2x5,3x3,8	600	20	2,5	
CPFC805NP-100M05	7,9x7,8x4,8	500	15	4,5	
CSLF4D17NP-212	5,5x5,0x1,9	2100/1050	70 ±40%	0,9	Портативная аппаратура с напряжением питания до 50 В, автомобильные GPS-навигаторы
CSLF4D17NP-122	5,5x5,0x1,9	1200/600	60 ±40%	0,95	
CSLF4D17NP-781	5,5x5,0x1,9	780/390	50 ±40%	1	
CSLF4D17NP-391	5,5x5,0x1,9	390/190	40 ±40%	1,2	
CSLF4D25NP-201	5,0x5,4x2,5	200/100	13 ±40%	3,5	
CSLF4D25NP-351	5,0x5,4x2,5	350/175	17 ±40%	3	
CSLF4D25NP-701	5,0x5,4x2,5	700/350	22 ±40%	2,5	
CSLF4D25NP-112	5,0x5,4x2,5	1100/550	28 ±40%	2	
CSLF4D25NP-192	5,0x5,4x2,5	1900/950	40 ±40%	1,5	
CSLF4D25NP-202	5,0x5,4x2,5	2000/1000	54 ±40%	1	

Таблица 2. Синфазные smd-дроссели Sumida для сигнальных цепей

Наименование	Размеры, ШхДхВ, мм	Импеданс на 100 МГц, Ом, мин.	DCR при 20°C, мОм	Макс. ток, А	Особенности применения
<b>Серия CRR32</b>					
CRR32NP-02A	3,4x4,7x2,8	800	500	0,4	Цифровая аудио- и видеотехника, камеры, фотокамеры, сигнальные и силовые цепи
CRR32NP-05A		650	300	0,46	
CRR32NP-07A		500	200	0,58	
CRR32NP-10A		350	200	0,8	
<b>Серия CPFC74</b>					
CPFC74NC-CB10M4	9,5x5,7x5,08	1000	300	0,5	Для сигнальных цепей CAN-интерфейса; электрическая прочность изоляции между обмотками 200 В (5 с)
CPFC74NC-CB08M6		800	250	0,5	
CPFC74NC-PS10H2A15		700	120	1,5	Для фильтрации цепей питания; электрическая прочность изоляции между обмотками 125 В (5 с)
CPFC74NC-PS02H2A20		200	120	2	
CPFC74NC-PS03H2A25		300	120	2,5	
CPFC74NC-PS01H2A30		100	60	3	
<b>Серия CPFC85</b>					
CPFC85NP-100M10	9,3x8,2x5,5	1000	20	4	ЭМИ-фильтр для широкого класса аппаратуры
CPFC85NP-100M03		300	20	5,65	
<b>Серия CPFCD55/MS</b>					
CPFCD55-471	9,3x9,0x6,0	0,2	130	1,6	Телеком, xDSL-модемы
CPFCD55-472		2	1000	0,4	
CPFCD55-902		4	1600	0,3	

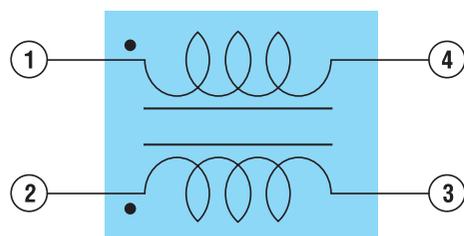


Рис. 2. Электрическая схема синфазного дросселя

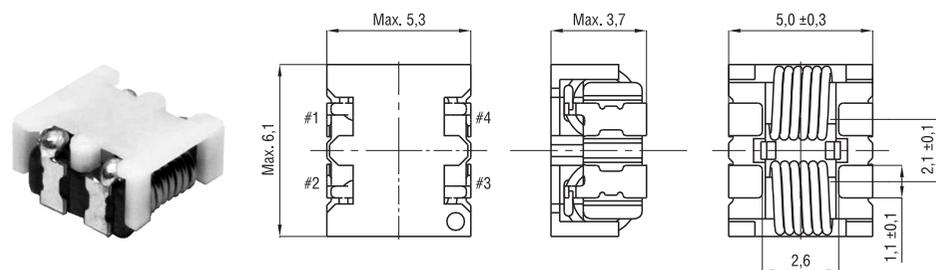


Рис. 3. Внешний вид синфазного дросселя серии CPFC43

рит. Когда через катушки протекают дифференциальные токи, магнитные поля, индуцированные этими токами, взаимно уничтожают друг друга. Если пренебречь омическим сопротивлением катушек, то их входной импеданс в этом случае будет равен нулю. Теоретически они не влияют на прохождение дифференциальных сигна-

лов. В случае появления синфазных токов магнитные потоки обеих катушек складываются, и входной импеданс увеличивается, что приводит к подавлению синфазных токов и значительному снижению амплитуды шумового сигнала. На рисунке 1 показана структура и принцип работы синфазного дросселя.

Синфазные дроссели для дифференциального сигнала работают как простой проводник, а для синфазного тока (шума) – как индуктивность. Таким образом, применение синфазного дросселя обеспечивает большой импеданс для синфазного тока и большую эффективность подавления синфазных шумов по сравнению с обычными индуктивностями. Даже если частоты полезного сигнала и шума пересекаются, использование дифференциального режима позволяет подавлять только шум. Даже при большом уровне дифференциальных сигналов сердечник дросселя не насыщается, а характеристики дросселя не ухудшаются. Синфазные дроссели подходят для подавления шумов там, где искажение формы сигнала может вызвать проблемы, например, в линиях передачи видеосигнала.

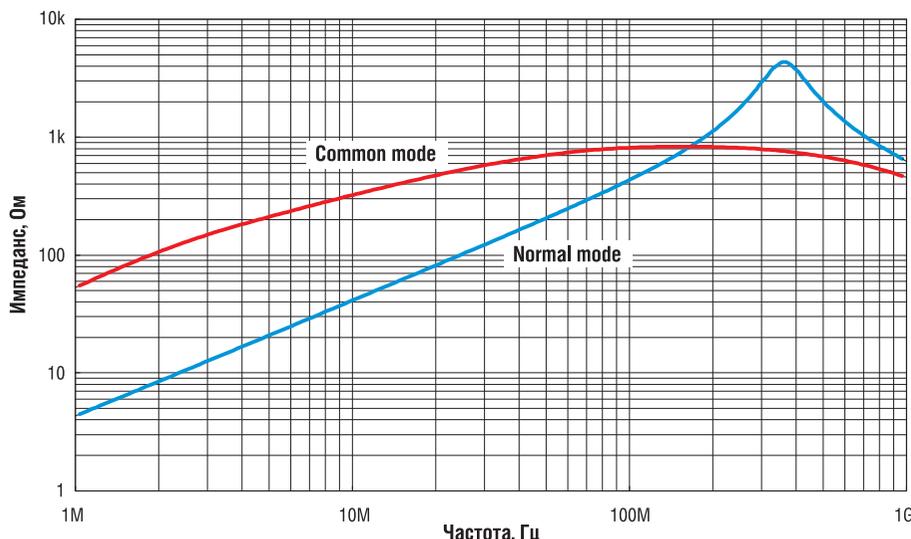


Рис. 4. Типовые частотные характеристики для дросселей серии CPFC43

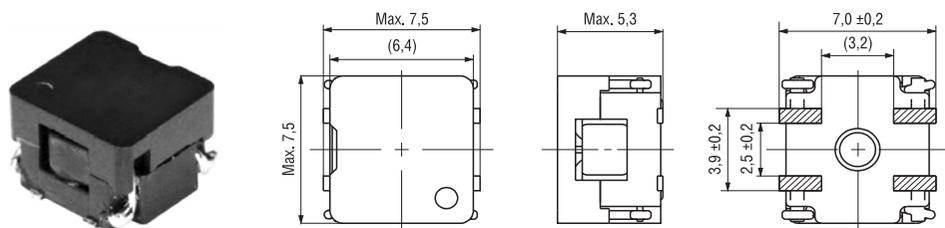


Рис. 5. Внешний вид синфазного дросселя серии CPFC74B

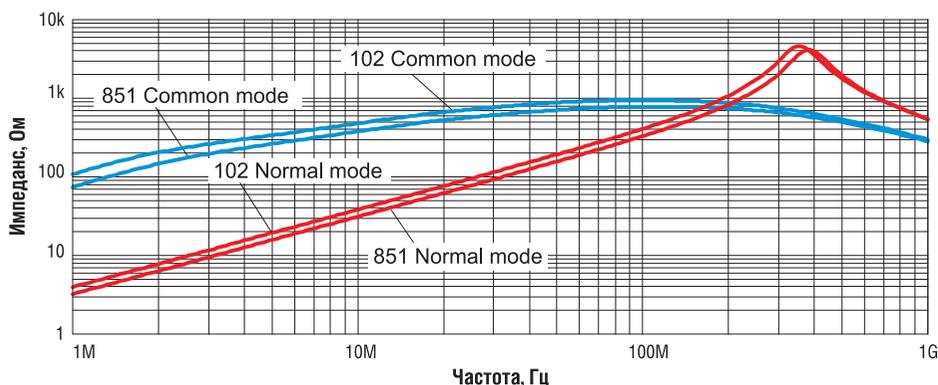


Рис. 6. Типовые частотные характеристики для дросселей серии CPFC74B

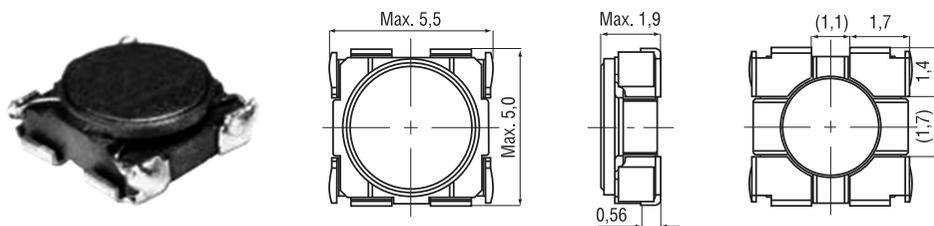


Рис. 7. Внешний вид синфазного дросселя серии CSLF4D17

**Области применения синфазных дросселей**

Синфазные дроссели с успехом применяются для подавления синфазных помех как в силовых, так и в сигнальных цепях электронной аппаратуры:

- материнские платы в персональных ПК, ноутбуки;
- принтеры, сканеры;
- DVD-плееры;
- ЖК-дисплеи;
- игровые приставки;
- периферийное оборудование ПК;
- сотовые телефоны;
- GPS-навигаторы;

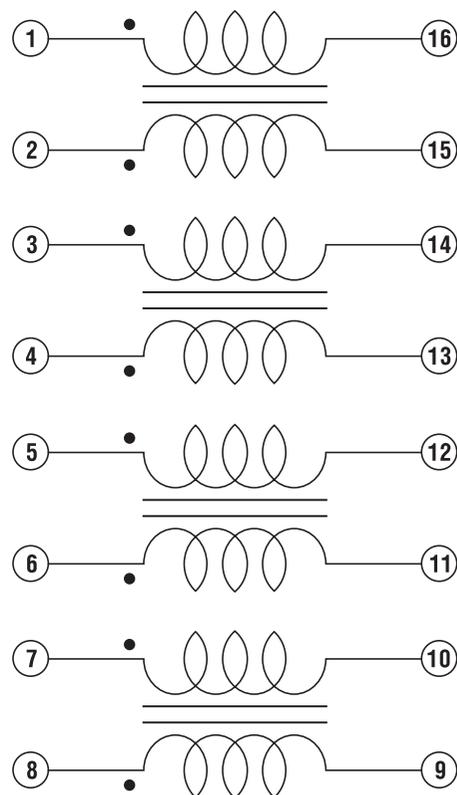


Рис. 8. Электрическая схема четырехлинейного синфазного дросселя серии CSLF1205

Таблица 3. Основные параметры синфазных дросселей серии CPFC54

Наименование	Размеры, ШхДхВ, мм	Индуктивность, мкГ	DCR при 20°C, мОм,	Макс. ток, А	Особенности применения
CPFC54-050C	9,5x5,65x4,9	5 ±30%	100	0,9	Фильтрация сигнальных цепей в телекоммуникационном оборудовании, портативной аппаратуре
CPFC54-110C		11 ±30%	120	0,7	
CPFC54-250C		25 ±30%	130	0,7	
CPFC54-250S		25 ±30%	130	0,7	
CPFC54-510C		51 ±30%	160	0,6	
CPFC54-510S		51 ±30%	160	0,6	
CPFC54-101C		100 ±30%	230	0,5	
CPFC54-471C		470 ±30%	200	0,5	
CPFC54-102C		1000 (-30/+50)%	200	0,5	
CPFC54-222C		2200 (-30/+50)%	400	0,4	
CPFC54-472C		4700 (-30/+50)%	650	0,2	

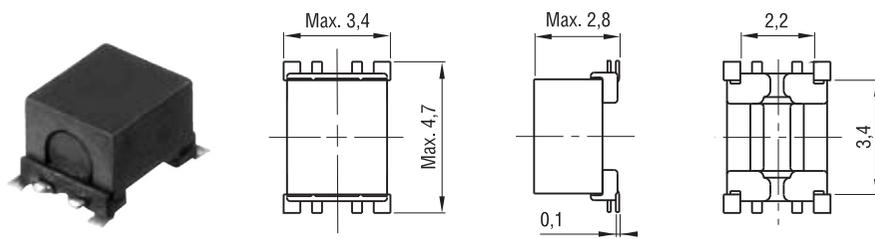


Рис. 9. Внешний вид синфазного дросселя серии CRR32

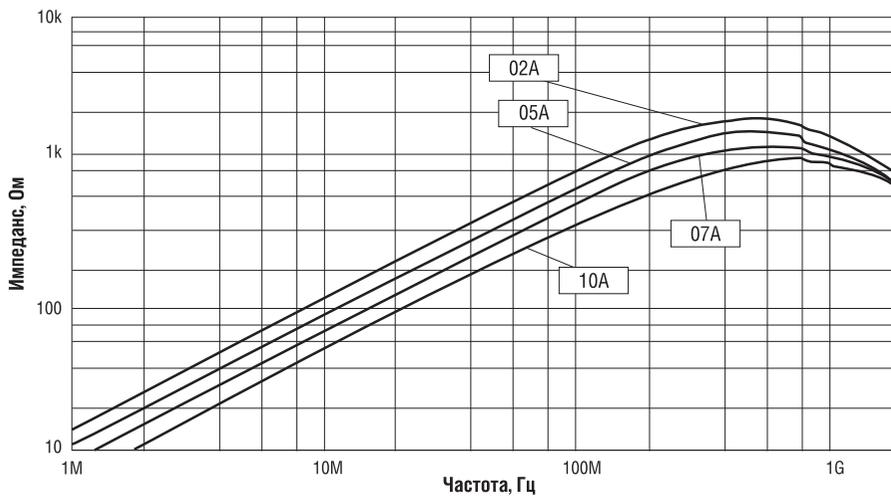


Рис. 10. Типовая частотная характеристика импеданса дросселя серии CRR32

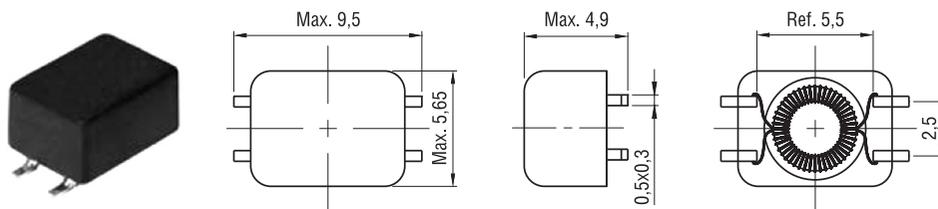


Рис. 11. Конструкция дросселя CPFC54

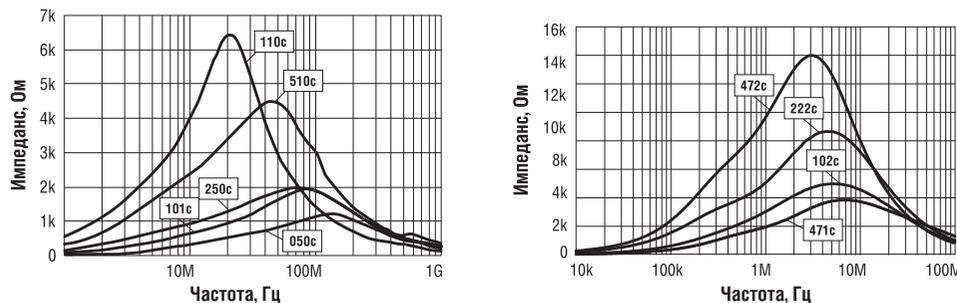


Рис. 12. Типовые частотные характеристики импеданса синфазных дросселей серии CPFC54

- автомобильная электроника.

Компактные синфазные дроссели для поверхностного монтажа активно используются для подавления синфазных шумов в высокоскоростных дифференциальных линиях интерфейсов CAN, USB, IEEE1394, LVDS, DVI, HDMI.

**Базовые параметры синфазных дросселей**

Типовая электрическая схема синфазного дросселя показана на рисунке 2.

В синхронном дросселе параметры обеих обмоток абсолютно идентичны, а сами катушки намотаны абсолютно симметрично на сердечнике, чтобы обеспечить идеальность характеристик.

К базовым параметрам синфазных дросселей относятся:

- конструкция, размеры (при этом для портативных устройств с высокой степенью интеграции важна высота профиля над платой);
- тип монтажа;
- импеданс на тестовой частоте 100 МГц (в Ом);
- сопротивление обмоток дросселя на постоянном токе (в мОм или Ом);
- допустимый максимальный ток через дроссель (в мА или А).

В таблицах параметров приводятся, как правило, два значения импеданса — типовое и минимальное. Для некоторых типов дросселей вместо импеданса приводится номинальное значение индуктивности дросселя. В этом случае для некоторых серий дросселей приводятся значения допустимого отклонения индуктивности от номинального значения. В отдельных случаях указывается прочность изоляции между обмотками, которая выражается в значении тестового напряжения, при котором сохраняется высокое сопротивление и не будет паразитных токовых утечек.

**Синфазные дроссели Sumida для цепей постоянного тока**

Основными источниками шума в современной электронной аппаратуре

является, как правило, импульсный источник питания. Для уменьшения уровня помех (кондуктивных и излучаемых) в цепях питания используются синфазные дроссели. Именно они могут обеспечить высокий уровень эффективности подавления ЭМИ. В номенклатуре компании Sumida представлен ряд серий синфазных дросселей, предназначенных для поверхностного монтажа и фильтрации цепей постоянного тока. При малых габаритах синфазные дроссели Sumida способны работать в цепях постоянного тока до 6 А.

Все рассматриваемые ниже серии дросселей имеют широкий рабочий температурный диапазон до 125°C и могут быть использованы в том числе для автомобильной электроники. В таблице 1 приведены базовые характеристики серий синфазных дросселей, предназначенных для фильтрации помех в цепях постоянного тока. Характерной особенностью дросселей этого типа является высокий допустимый ток и малое сопротивление обмоток на постоянном токе.

Ниже на рисунках 3...7 приведены конструкция, внешний вид и частотные характеристики отдельных серий синфазных дросселей.

На графиках, изображенных на рисунке 4, указаны две характеристики импеданса по отношению к двум режимам работы дросселя – синфазному (*Common Mode*) и дифференциальному (*Normal Mode*). Заметим, что частотные характеристики импеданса для обоих режимов очень сильно отличаются.

Особенностью дросселя CSLF4D17 (рисунок 7) является сверхнизкий профиль – всего 1,9 мм.

### Синфазные дроссели Sumida для сигнальных цепей

Синфазные дроссели для поверхностного монтажа в основном ориентированы на применение в портативной аппаратуре, в цепях CAN-интерфейсов автомобильных систем, в сигнальных цепях xDSL-модемов, а также в качестве ЭМИ-фильтров в любой электронной аппаратуре. Кроме того, дроссели могут применяться и в качестве ЭМИ-фильтров, и в цепях питания. Например, серия дросселей **CPFC85** допускает работу с токами до 5,65 А, хотя основным назначением серии является фильтрация в сигнальных цепях. Компания Sumida выпускает широкую номенклатуру компактных синфазных дросселей для поверхностного монтажа. В последнее время в номенклатуре сигнальных синхронных дросселей появились и многоканальные (двух- и четырехлинейные) синхронные дроссели в одном микрокорпусе. На рисунке 8 приведена

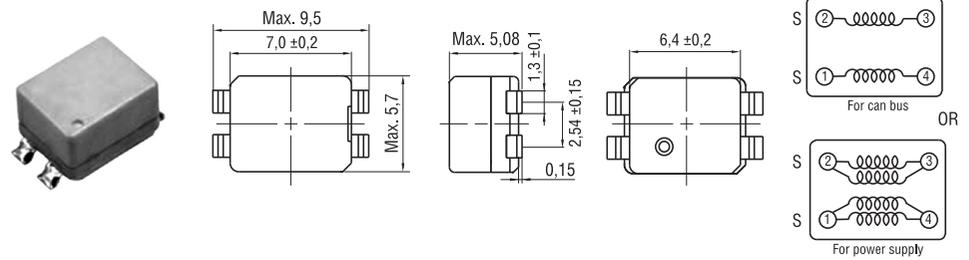


Рис. 13. Внешний вид и электрическая схема синфазного дросселя серии CPFC74

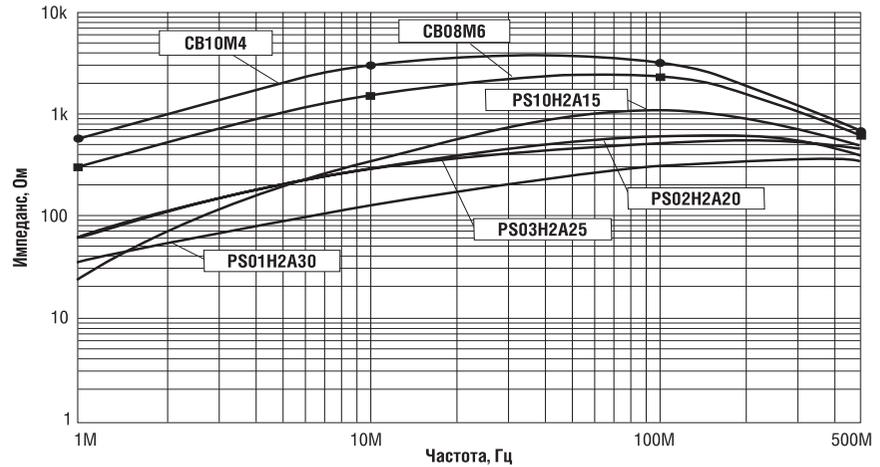


Рис. 14. Частотная характеристика импеданса синфазного дросселя серии CPFC74

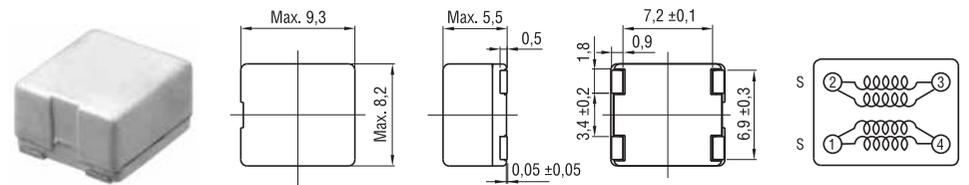


Рис. 15. Внешний вид и электрическая схема дросселя серии CPFC 85

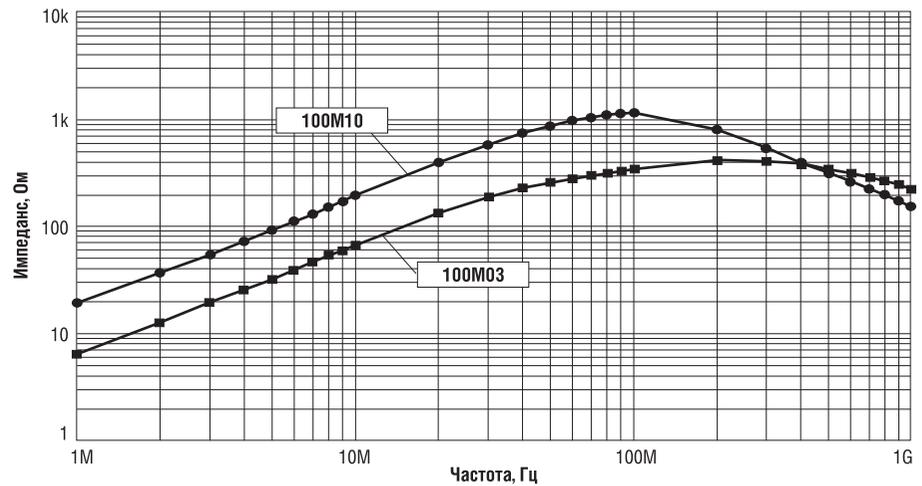


Рис. 16. Частотные характеристики дросселей серии CPFC85

электрическая схема четырехлинейного синфазного дросселя серии **CSLF1205** производства компании Sumida, предназначенного для фильтрации сигналов, например, в дифференциальных LVDS-интерфейсах.

В рамках данной статьи рассматриваются только серии одноканальных

синфазных дросселей для поверхностного монтажа, предназначенных для фильтрации сигнальных цепей в электронной аппаратуре широкого профиля. В таблице 2 приведены базовые параметры синфазных дросселей производства компании Sumida для фильтрации шумов в сигнальных цепях.

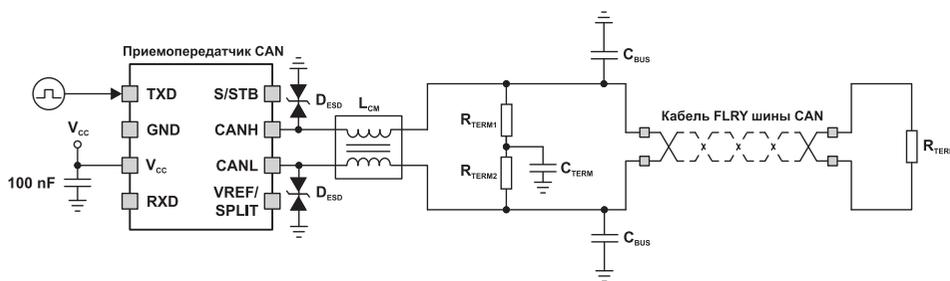


Рис. 17. Применение синфазного дросселя для фильтрации помех в сигнальных цепях CAN-интерфейса

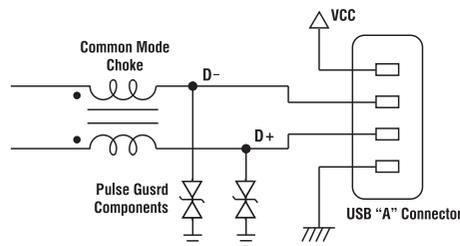


Рис. 18. ЭМИ-фильтр в цепях USB-интерфейса

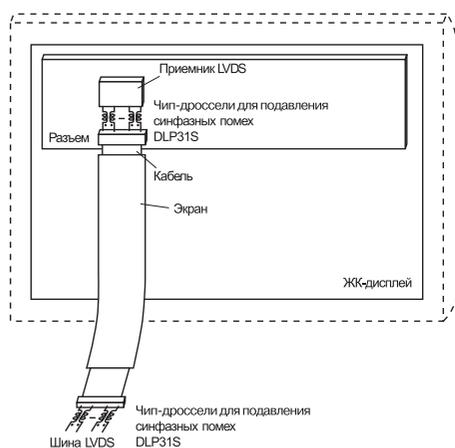


Рис. 19. Использование синхронных дросселей в цепях кабеля LVDS-интерфейса ЖК-дисплея

Для синфазных дросселей серии **CPFC54** (таблица 3) вместо импеданса в документации производителя приво-

дятся данные по индуктивности и допустимый разброс индуктивности для каждого типа.

На рисунках 9...16 приведены конструкция, внешний вид и частотные характеристики импеданса для отдельных типов синфазных дросселей.

Как видно из рисунка 10, импеданс дросселя практически линейно увеличивается до частот 500...600 МГц.

Особенность справочных данных: в качестве базового параметра фильтров для серии **CPFC54** производитель указывает значение индуктивности, а не импеданса. А вот частотные характеристики приводятся для импеданса (в режиме фильтрации синфазных помех).

### Применение синфазных дросселей для подавления помех в цепях питания постоянного тока

Синфазные дроссели могут применяться для подавления шумового ЭМИ в цепях питания постоянного тока. Импульсные источники питания являются мощным источником паразитного ЭМИ как в самих устройствах, так и адаптерах питания. Для уменьшения уровня ЭМИ-помех через кабель синфазные дроссели устанавливаются на выходе сетевого адаптера. У входов разъема подключения внешнего адаптера питания также устанавливается синфазный дроссель.

На шине питания постоянного тока присутствуют как дифференциальные, так и синфазные помехи, поэтому сле-

дует принять меры к подавлению и тех, и других.

Для подавления синфазных помех могут быть использованы синфазные дроссели Sumida серии **CPFC805**.

### Применение синфазных дросселей в скоростных интерфейсах Фильтрация в автомобильных CAN-интерфейсах

Компания Sumida в своей документации специально акцентирует использование определенных серий синфазных дросселей именно в данном секторе — фильтрации помех в сигнальных цепях автомобильных CAN-интерфейсов. На рисунке 17 показана типовая схема применения синфазного дросселя в сигнальных цепях CAN-интерфейса.

### Фильтрация в цепях USB-интерфейсов

Основным источником ЭМИ в цепях данного интерфейса является интерфейсный кабель. Установка синфазного фильтра по дифференциальным сигналам данных позволяет с одной стороны уменьшить уровень излучения ЭМИ через кабель со стороны передающего блока USB, а с другой — обеспечить фильтрацию внешних помех. На рисунке 18 показана типовая схема применения синфазного дросселя в сигнальных цепях USB-интерфейса.

### ЭМИ-фильтры в дисплейных интерфейсах

Для подавления шума в HDMI обычно встраиваются фильтры, подавляющие только синфазную составляющую и не оказывающие никакого влияния на дифференциальные сигналы. Синфазные дроссели могут устанавливаться с обеих сторон интерфейсного кабеля на сигнальные цепи и цепи синхронизации LVDS-интерфейса. На рисунке 19 приведена схема использования синхронных дросселей в цепях кабеля LVDS-интерфейса ЖК-дисплея.

### Заключение

Применение синхронных дросселей Sumida обеспечивает снижение уровня помех, повышение помехоустойчивости и надежности функционирования сложных электронных устройств с высоким уровнем интеграции, работающих на высоких рабочих частотах. Широкая номенклатура обеспечивает выбор оптимального решения для различных применений с отличным показателем «цена/качество».

## CPFC94

### СИНФАЗНЫЕ ФИЛЬТРЫ ДЛЯ ШИН ПОСТОЯННОГО ТОКА

- Для AV-, OA-, LED- и CAN-приложений
- Импеданс: 700 Ом (при 100 МГц)
- D.C.R.: 10 мОм (макс.)
- Рабочий ток: 5 А

NEW

Компэл  
www.compel.ru

Получение технической информации,  
заказ образцов, поставка –  
e-mail: [passive.vesti@compel.ru](mailto:passive.vesti@compel.ru)