Решения TE Connectivity
в области силовых фильтров

Компания TE Connectivity широко известна своими разъемами, а также кабельной продукцией. Кроме того, она выпускает достаточно широкую номенклатуру помехоподавляющих фильтров, предназначенных для использования как в сигнальных, так и в силовых цепях. Данная статья посвящена нескольким типам силовых помехоподавляющих фильтров.

Андрей Самоделов

Введение

Фильтрация помех имеет важное значение в современной электронной аппаратуре. С помощью фильтрации решаются две основные задачи: защита устройств от внешнего электромагнитного воздействия и создание препятствий для проникновения паразитного излучения, возникающего при работе приборов, в окружающую среду. Защита от внешних наводок способствует повышению помехоустойчивости и надежности работы. Защита от проникновения паразитных излучений за пределы устройства способствует улучшению общей электромагнитной обстановки и ослабляет эффективность различного рода атак на модули, предназначенные для обработки и защиты информации.

Силовые фильтры TE Connectivity

Компания TE Connectivity выпускает достаточно большое количество моделей силовых фильтров, предназначенных для работы в однофазных и трехфазных сетях переменного тока, а также для защиты шин питания постоянного тока. Фильтры имеют превосходные электрические характеристики и рабочий температурный диапазон (при номинальном токе нагрузки I_r) –10…+40 °C. Полный рабочий температурный диапазон составляет –10…+85 °C. При температуре окружающей среды T_a выше +40 °C максимальный рабочий ток I_0 вычисляется по формуле $I_0 = I_r \times ((85–T_a)/45)^{1/2}$.

Качество фильтров компании TE Connectivity подтверждают сертификаты UL (UL Recognized), CSA (CSA Certified) и VDE (VDE Approved).

Рассмотрим некоторые наиболее характерные серии силовых фильтров TE Connectivity. Их основные параметры приведены в таблице 1.

Фильтры выпускаются в герметизированных корпусах с различными типами выводов. Маркировка фильтров состоит из пяти элементов, приведенных в таблице 2. Например: 10EB1, 15EMC1, 36FC10B, 6ET1, 3AYO1…

Серия B. RFI–фильтры общего назначения

Фильтры общего назначения серии B (рис. 1) предназначены для работы с высокоимпедансной нагруз-

Таблица 1. Основные параметры некоторых серий силовых фильтров TE Connectivity

Серия		B		EMC		FC		T		AYO	
		VB	EB	3, 6, 10 A	15, 20, 30 A	–B	–	ET	VT	3, 6, 10 A	20 A
Номинальный ток, A		1–30		3–30		6–50		3–20		3–20	
Ток утечки между шиной питания и общей шиной (землей), max, мА	120 VAC, 60 Гц	0,4	0,21	0,21	0,73	3,9	3,8	0,30	0,75/1,2	2,0	3,5
	250 VAC, 50 Гц	0,7	0,36	0,43	1,52	7,0	6,7	0,50	1,2/2,0	3,0	5,5

Таблица 2. Расшифровка элементов маркировки силовых фильтров TE Connectivity

Параметр	Возможные значения
Номинальный ток	1, 2, 3, 5, 6, 10, 12, 15, 16, 20, 25, 30, 36 или 50 A
Ток утечки	E — малый ток утечки (<0,5 мА) V — стандартный ток утечки
Наименование серии	B, EMC, FC, T, AYO и т. п.
Тип входных/выходных контактов	1 — 0,250 (6,3 мм) ножевые контакты 3 — гибкие выводы 6 — резьбовые контакты (болты) 7 — розетка IEC (со стороны шины питания); 0,250 (6,3 мм) ножевые контакты (со стороны нагрузки) 10 — контактная планка DIN типа
Архитектура (например, для FC)	B — однокаскадная Без маркировки — двухкаскадная

Рис. 1. Фильтры общего назначения серии B

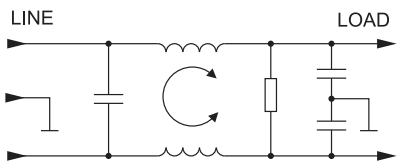
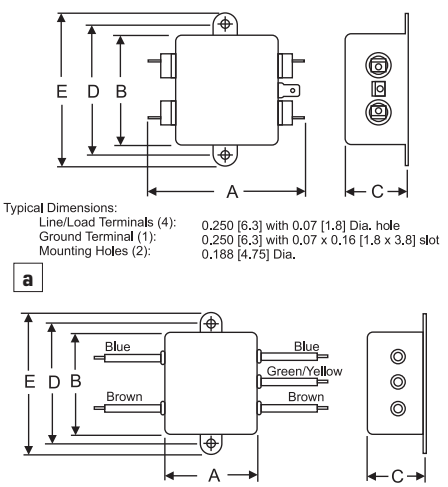


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема фильтров серии B



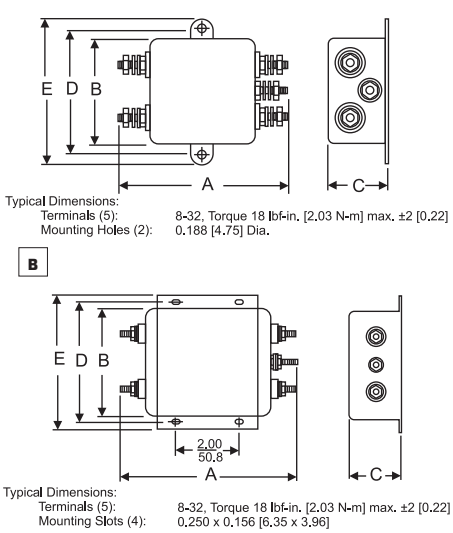


Рис. 3. Типы корпусов фильтров серии B: а) Style 1; б) Style 3; в) Style 6 (10, 20 A); г) Style 6 (30 A)

кой с малым потребляемым током. Фильтры серии B построены по однокаскадной симметричной схеме, приведенной на рис. 2. Они имеют небольшие размеры и обладают низкой стоимостью. За счет большого разнообразия способов подключения фильтры находят широкое применение в различной радиоаппаратуре.

Фильтры серии B позволяют обеспечить низкое значение тока утечки для портативного VDE-оборудования и медицинского оборудования, не имеющего прямого контакта с телом пациента.

Основные параметры фильтров серии B приведены в таблице 3, а типы корпусов на рис. 3. Фильтры выпускаются как в корпусах с гибкими выводами, так и в корпусах с контактными лепестками и резьбовыми выводами.

Области применения

Фильтры серии B применяются для подавления ВЧ-помех (RFI) в широком диапазоне частот в приложениях, требующих низкого уровня потерь. К таким приложениям относятся: сетевые блоки питания, телевизионная, аудио- и видеоаппаратура, компьютеры и дополнительные устройства к ним, бытовые приборы, медицинское оборудование, зарядные устройства для аккумуляторов, различные тренажеры.

Серия EMC компактных двухкаскадных силовых RFI–фильтров

Серия EMC состоит из компактных двухкаскадных фильтров (рис. 4), обладающих низкой стоимостью при номинальном токе до 30 A и отличных рабочих характеристиках. Фильтры имеют двухкаскадную симметричную схему, изображенную на рис. 5. Их отличает высокая степень подавления дифференциальной помехи на низких частотах и высокая степень подавления помех общего вида. Наиболее часто фильтры серии EMC находят применение в импульсных источниках питания различной радиоаппаратуры.

Рис. 4. Серия EMC компактных двухкаскадных силовых RFI–фильтров

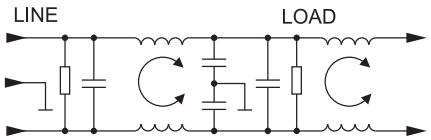


Рис. 5. Принципиальная электрическая схема фильтров серии EMC

Основные параметры фильтров серии EMC приведены в таблице 4. Фильтры выпускаются в корпусах типов 1, 3 и 6, аналогичных корпусам фильтров серии B (рис. 3).

Области применения

Фильтры серии EMC обеспечивают защиту от электромагнитных ВЧ-излучений (RFI) в широком диапазоне частот для приложений, требующих повышенного уровня подавления помех, включая: бытовые приборы, промышленное оборудование с питанием от однофазной сети, инверторы, импульсные блоки питания.

Таблица 3. Основные параметры фильтров серии B

Параметр		Значение	
		Модель VB	Модель EB
Ток утечки между шиной питания и общей шиной (землей), max, мА	120 В·AC, 60 Гц	0,4	0,21
	250 В·AC, 50 Гц	0,7	0,36
Максимально допустимая разность потенциалов (в течение 1 мин.), В·DC	Между шиной питания и общей шиной	2250	
	Между шинами питания	1450	
Рабочее напряжение, max, В·AC		250	
Рабочая частота, Гц		50/60	
Номинальный ток, A		1–30	

Таблица 4. Основные параметры фильтров серии EMC

Параметр		Значение	
		3, 6, 10 A	15, 20, 30 A
Ток утечки между шиной питания и общей шиной (землей), max, мА	120 В·AC, 60 Гц	0,21	0,73
	250 В·AC, 50 Гц	0,43	1,52
Максимально допустимая разность потенциалов (в течение 1 мин.), В·DC	Между шиной питания и общей шиной	2250	
	Между шинами питания	1450	
Рабочее напряжение, max, В·AC		250	
Рабочая частота, Гц		50/60	
Номинальный ток, A		3–30	

Рис. 6. Однофазные силовые фильтры серии FC

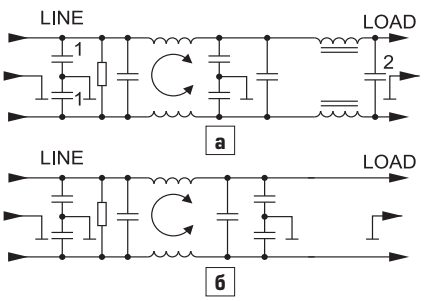


Рис. 7. Принципиальная электрическая схема фильтров серии FC: а) двухкаскадных; б) однокаскадных

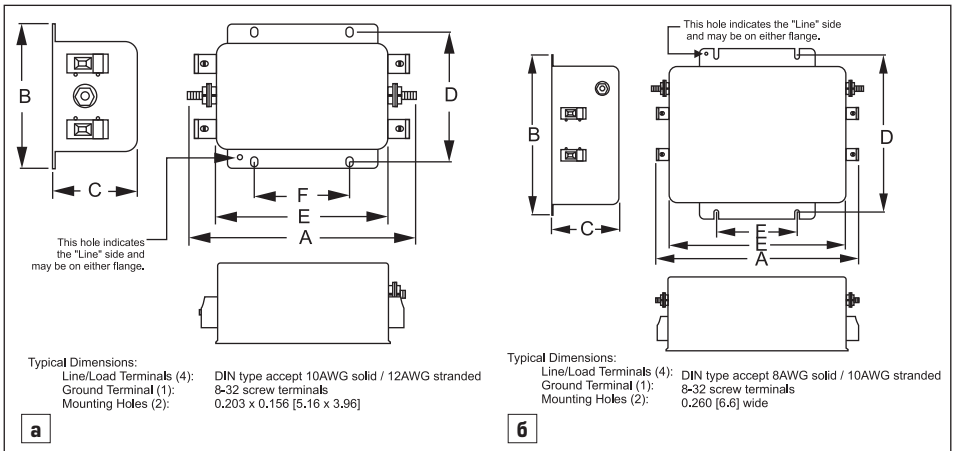


Рис. 8. Типы корпусов фильтров серии FC: а) Style 10 (6, 12, 16 А); б) Style 10 (25, 36, 50 А)

Серия FC

В серию входят однофазные силовые фильтры (рис. 6), разработанные специально для частотных преобразователей и драйверов для электродвигателей с переменной частотой вращения вала. Серия состоит из двухкаскадных (без суффикса, рис. 7а) и однокаскадных (суффикс B, рис. 7б) фильтров. Фильтры имеют только сертификат UL (UL Recognized).

Фильтры серии FC оптимальны для использования в оборудовании, работающем в условиях повышенного уровня электромагнитных помех, и позволяют защитить программируемые логические контроллеры от ВЧ-шумов и помех, проникающих по цепям питания.

Фильтры выпускаются в двух типах корпусов (рис. 8): для тока 6, 12, 16 А и 25, 36, 50 А. Защищенные винтовые клеммы обеспечивают простоту подключения и предотвращают случайный контакт с высоковольтным кабелем в самых требовательных к уровню безопасности приложениях.

Основные параметры фильтров серии FC приведены в таблице 5.

Области применения

Фильтры серии FC имеют повышенное значение подавления помех и поэтому основное применение находят в системах с очень высоким уровнем побочных излучений, таких как драйверы моторов с длинными присоединительными кабелями, системы управления электродвигателями с переменной частотой вращения вала (частотные преобразователи).

Фильтры выполняют две важные функции:

- Подавляют импульсные помехи, вызванные переключением выходных транзисторов модулей управления при работе на длинную линию с индуктивной нагрузкой.
- Подавляют различного рода наводки на длинный присоединительный кабель, вызванные расположением блоков управления в условиях повышенного уровня излучений со стороны окружающего оборудования (сварочные установки, мостовые краны и т. п.). Такие наводки могут как послужить причиной выхода из строя («выгорания») выходного каскада частотных преобразователей, так и привести к сбоям в работе управляющей программы.

Серия T. Высокопроизводительные силовые RFI-фильтры

Серия T состоит из высокопроизводительных силовых RF-фильтров для импульсных источников питания (рис. 9). За счет примененной схемотехники (рис. 10) фильтры отличает чрезвычайно высокая степень подавления помех общего вида и дифференциальных помех. Фильтры серии ET могут оказаться полезными в приложениях, для которых предъявляются особенно высокие требования по минимизации токов утечки.

Габаритные размеры корпуса и стоимость у фильтров серии T меньше, чем у фильтров

Рис. 9. Силовые RFI-фильтры серии T

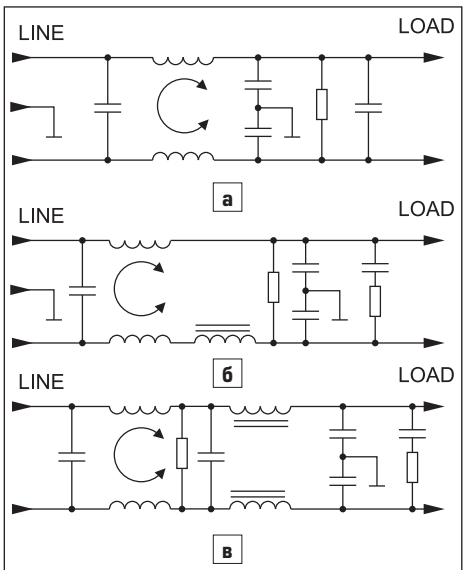


Рис. 10. Принципиальная электрическая схема фильтров серии T: а) на ток 3–6 А; б) на ток 10 А; в) на ток 15–20 А

Таблица 5. Основные параметры фильтров серии FC

Параметр		Значение	
		Однокаскадные	Двухкаскадные
Ток утечки между шиной питания и общей шиной (землей), max, мА	120 В·AC, 60 Гц	3,9	3,8
	250 В·AC, 50 Гц	7,0	6,7
Максимально допустимая разность потенциалов (в течение 1 мин.), В·DC	Между шиной питания и общей шиной	2250	
	Между шинами питания	1450	
Рабочее напряжение, max, В·DC		250	
Рабочая частота, Гц		50/60	
Номинальный ток, А		6–50	

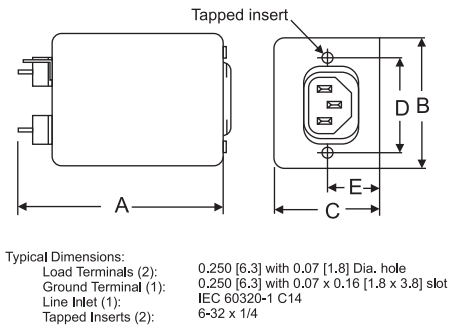


Рис. 11. Корпус типа 7 фильтров серии T

Рис. 12. Фильтры серии AYO

Таблица 6. Основные параметры фильтров серии T

Параметр		Значение	
		Модель ET	Модель VT
Для фильтров на токи 3, 6 и 10 А			
Ток утечки между шиной питания и общей шиной (землей), max, мА	120 В·AC, 60 Гц	0,30	0,75
	250 В·AC, 50 Гц	0,50	1,2
Для фильтров на токи 15 и 20 А			
Ток утечки между шиной питания и общей шиной (землей), max, мА	120 В·AC, 60 Гц	0,30	1,2
	250 В·AC, 50 Гц	0,50	2,0
Максимально допустимая разность потенциалов (в течение 1 мин.), В·DC	Между шиной питания и общей шиной	2250	
	Между шинами питания	1450	
Рабочее напряжение, max, В·AC		250	
Рабочая частота, Гц		50/60	
Номинальный ток, А		3–20	

Таблица 7. Основные параметры фильтров серии AYO

Параметр		Значение	
		3, 6, 10 А	20 А
Ток утечки между шиной питания и общей шиной (землей), max, мА	120 В·AC, 60 Гц	2,0	3,5
	250 В·AC, 50 Гц	3,0	5,5
Максимально допустимая разность потенциалов (в течение 1 мин.), В·DC	Между шиной питания и общей шиной	1500	
	Между шинами питания	1450	
Рабочее напряжение, max, В·AC		250	
Рабочая частота, Гц		50/60	
Номинальный ток, А		3–30	

серии EP с аналогичными электрическими характеристиками. Фильтры выпускаются как в корпусах типов 1, 3, 6 (рис. 3) для подключения в линию, так и в корпусе типа 7 под кабель для монтажа на стенку корпуса (рис. 11).

Основные параметры фильтров серии T приведены в таблице 6.

Области применения

Основное применение фильтры серии T находят в приложениях с особенно высоким уровнем RFI, таких как бытовая аппаратура, промышленное оборудование для однофазных сетей, системы управления и драйверы электродвигателей, оборудование для коммерческих и жилых зданий и сооружений.

Серия AYO. Компактные слаботочные трехфазные WYE RFI–фильтры

Фильтры серии AYO (рис. 12) предназначены для трехфазных, четырехпроводных, WYE приложений и обеспечивают фильтрацию как для каждой из силовых шин, так и для нейтральной шины (рис. 13). Фильтры отличает высокая степень подавления РЧ-помех на частотах выше 100 кГц, компактный конструктив, низкое значение тока утечки и простота подключения к силовым линиям.

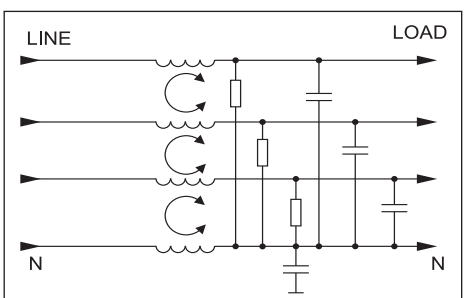


Рис. 13. Принципиальная схема фильтров серии AYO

Основные параметры фильтров серии AYO приведены в таблице 7.

Фильтры AYO выпускаются в корпусе с ножевыми выводами, изображенном на рис. 14.

Области применения

Основное применение фильтры AYO находят в качестве устройств широкополосного подавления RFI-помех для трехфазных приложений общего назначения с низким или средним уровнем побочного электромагнитного излучения, таких как торговые автоматы, оборудование точек общественного питания, игровые автоматы, небольшие станки.

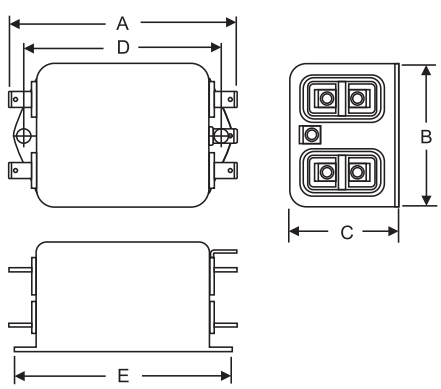


Рис. 14. Корпус фильтров серии AYO

Заключение

Рассмотренные в статье силовые RFI-фильтры компании TE Connectivity для слабых токов позволяют значительно как снизить уровень побочных электромагнитных излучений в различной радиоэлектронной аппаратуре, так и повысить помехозащищенность по цепям питания. Это в свою очередь благоприятно сказывается на надежности и сроке службы.

Небольшие габаритные размеры, простота подключения и низкая стоимость делают фильтры компании TE Connectivity оптимальным выбором для инженеров, занимающихся борьбой с электромагнитными помехами в различной радиоэлектронной аппаратуре.

Литература

1. TE Filters & Accessories. www.te.com/catalog/filters/power-filters/menu/en/16073?BML=10576,16356
2. TE Power Line Series. www.te.com/catalog/menu/en/16114?BML=10576,16356,16073
3. Power Line AYO Series. www.te.com/catalog/feat/en/s/20658?BML=10576,16356,16073,16114
4. Power Line B Series. www.te.com/catalog/feat/en/s/20692?BML=10576,16356,16073,16114
5. EMC Series. www.te.com/catalog/feat/en/s/21398?BML=10576,16356,16073,16114
6. Power Line FC Series. www.te.com/catalog/feat/en/s/20679?BML=10576,16356,16073,16114
7. T Series. www.te.com/catalog/feat/en/s/20683?BML=10576,16356,16073,16114