

Электромагнитные компоненты PCA Electronics — бюджетные решения с высоким качеством

Константин ВЕРХУЛЕВСКИЙ
info@icquest.ru

Редкая электронная схема обходится без применения трансформаторов и катушек индуктивности. Особенно это относится к изделиям силовой электроники и телекоммуникационному оборудованию различных стандартов передачи данных, технические характеристики которых во многом зависят от параметров и качества изготовления используемых электромагнитных компонентов. В данной обзорной статье рассматриваются отличительные черты и варианты применения продукции, предлагаемой одним из наиболее известных лидеров в этой области — компанией PCA Electronics.

Введение

На протяжении более чем полувековой истории компания PCA Electronics занимается разработкой и производством электромагнитных электронных компонентов. Широкий ассортимент продукции включает устройства как для поверхностного, так и для сквозного монтажа, начиная от самых обыкновенных катушек индуктивности и заканчивая различными преобразовывающими и развязывающими модулями для использования в области передачи данных [1].

Выпускаемые изделия отличаются хорошей технической поддержкой и высоким качеством, обеспечиваемым 100%-ным выходным тестированием, полный перечень проводимых климатических и электрических испытаний составлен на основе соответствующих промышленных стандартов. При необходимости возможна поставка специализированных компонентов, спроектированных на основе определенных требований потребителей. Инженеры отдела разработки на заказ обладают всеми необходимыми знаниями, опытом и ресурсами для получения изделий с заданными значениями ключевых характеристик. В настоящее время согласно внутренней классификации компании вся продукция подразделяется на четыре основные группы:

- силовые трансформаторы (развязывающие, тороидальные, импульсные, со средней точкой, для использования в фотовспышках и т. д.) и катушки индуктивности;
- электромагнитные компоненты для локальных сетей (фильтры, интерфейсные модули стандартов 10Base-T, 100Base-TX, 1000Base-T и т. д.);

- линии задержки (активные, пассивные) и генераторы импульсов;
- прочие электромагнитные компоненты (токочувствительные трансформаторы и синфазные дроссели).

Многие стандартизированные изделия PCA Electronics являются улучшенными аналогами компонентов таких производителей, как Halo, Pulse Eng., Midcom, Bel-Fuse, Coil Craft. Отдельные категории продукции успешно применяются в потребительской и бытовой электронике, медицинском оборудовании (аппаратах УЗИ, дефибрилляторах, мониторах состояния пациентов), авионике, высоконадежных источниках питания, устройствах коммерческого назначения (компьютерах, серверах, роутерах, системах контроля доступа) и в промышленном оборудовании (АСУ ТП, измерительной аппаратуре, системах безопасности и т. д.).

Силовые электромагнитные компоненты

К силовым относятся компоненты, используемые в источниках питания различного назначения. В таблице 1 представлены основные характеристики предлагаемых компанией PCA Electronics силовых трансформаторов, суффикс LF (lead free) в наименовании означает производство по бессвинцовой технологии.

Каждый силовой трансформатор напряжения серии EPC3076G-x, включающей 10 изделий, на одном сердечнике типоразмера ER11 содержит шесть обмоток (три первичные и три вторичные), которые могут быть объединены последовательно или параллельно для использования в импульсных источни-

ках питания любой топологии (обратноходовых, прямоходовых, понижающих, повышающих, двухтактных, полумостовых и мостовых). Коэффициент трансформации 1:1 также позволяет применять компоненты данной серии в качестве связанных катушек индуктивности. Конструктивно выпускаются в малогабаритном 12-выводном корпусе, предназначенном для планарного монтажа, напряжение изоляции между обмотками составляет 500 В (с.к.з.). Низкие потери в сердечнике гарантируют надежную эксплуатацию на повышенных частотах.

Трансформаторы серий EPC3166G-x-LF и EPC3168G-x-LF, разработанные на основе ферритовых сердечников E19 и RM6 соответственно, имеют идентичные характеристики и структуру (первичную обмотку и до трех вторичных). Они адаптированы для совместного использования с преобразователями напряжения семейства LM258X компании National Semiconductor и предназначены для построения обратноходовых источников питания с рабочей частотой до 200 кГц. При производстве применяются общепринятые материалы, отвечающие требованиям стандарта UL 94V-0, степень изоляции соответствует классу F стандарта UL 1446. На рис. 1а приведен типовой вариант использования трансформатора EPC3166G-7-LF в обратноходовом преобразователе, а на рис. 1б — его внешний вид.

Силовые трансформаторы серий EPC3127-x-LF, EPC3130-x-LF и EPC3132-xA-LF позиционируются для работы с импульсными регуляторами напряжения и ШИМ-контроллерами компании Power Integrations. Их совместное применение позволяет преобразовывать высокое сетевое напряжение

Таблица 1. Основные характеристики силовых трансформаторов PCA Electronics

Наименование	Тип сердечника	Коэффициент трансформации, Pri:S1:S2:S3:Aux	Индуктивность первичной обмотки, мкГн, ±20%	Входное напряжение, В (min-max)	S1, В/А	S2, В/А	S3 В/А	Aux В/А	Чипсет	Габаритные размеры, мм		
EPC3076G-x (LF)	ER11	1:1	3–202	–	–	–	–	–	–	12,9×10×6,2		
EPC3166/68G-1-LF	E19/RM6	1:1	22	4–6	3,3/1,8	12/0,3	–12/0,3	–	LM2587/88	20×17×17,5/ 25,4×19×15,2		
EPC3166/68G-2-LF		1:2,5:2,5										
EPC3166/68G-5-LF		1:0,5:1,15:1,15	66	18–36	5/1,8	12/0,25	–12/0,25	–	LM2585/86			
EPC3166/68G-6-LF		1:1,2:1,2	65	4–6	12/0,15	–12/0,15	–					
EPC3166/68G-7-LF		1:1	47		3,3/1,4	–	–					
EPC3169-3-LF	E25	1:0,8:0,8	85	18–36	12/1	–12/1	–	–	LM2587/88	26,3×21,1×20,9		
EPC3169-4-LF		1:0,35:0,8:0,8			5/2,5	12/0,5	–12/0,5					
EPC3127-1-LF	E20	–	1900	120–375	5/3	–	–	15/0,05	–	–		
EPC3127-2-LF			2400		5/2	3,3/2			–	–	–	
EPC3127-3-LF			475		13,55/1,2	–			–	–	–	
EPC3127-4-LF			2800		3,3/2	–			–	–	–	
EPC3130-1-LF	E32	1:0,133:0,177:0,177	273	120–375	19/1,8	19/1,8	–	15/0,05	–	–		
EPC3130-2-LF		–	490		12/1,9	12,0/1,9			–	–		
EPC3130-3-LF		1:0,135:0,324:0,324	342		35/1	35,0/1			–	–		
EPC3130-4-LF		1:0,148:0,222:0,111:0,222	466		24/2	12/0,1			–	–		
EPC3130-5-LF		1:0,166:0,259:0,055	466		24/1	5/0,8			–	–		
EPC3130-6-LF		1:0,166:0,309:0,309	256		24/1,8	24/1,8			–	–		
EPC3132-1A-LF		1:0,135	2000		9/0,33	–			–	–		
EPC3132-2A-LF		1:0,323:0,135	1900		5/0,6	–			–	–		
EPC3132-3A-LF	1:0,061	1400	5,1/0,1	–	–	–						
EPC3132-4A-LF	1:0,238	2550	5,5/0,5	–	–	–						
EPC3132-5A-LF	1:0,12	1360	5,5/0,273	–	–	–						
EPC3132-6A-LF	1:0,147:0,293	2400	–	5,2/0,6	10,5/0,015	12/0,015	–	–	–			
EPC3132-7A-LF	1:0,147:0,336				–	–	–	–				
EPC3205G-1A-LF	Тороидальный	1:10,2	20	2,5–5	320	–	–	–	–	от 7,9×7,9×3,5 до 8,1×12,5×4,9		
EPC3205G-2-LF			12						2,5–4		–	–
EPC3205G-3-LF			10						–		–	–
EPC3205G-4-LF			15						2,5–5		–	–
EPC3205G-5-LF			–						–		–	–
EPC3205G-6-LF	EE5.0	1:12	25	1,8–5	–	–	–	–	LT3420			
EPC3205G-7-LF	EPC10	1:12	24	1,8–6	–	–	–	–				
EPC3205G-8-LF	Тороидальный	1:10,2	15	1,8–5	400	–	–	–	–			
EPC3205G-9-LF		1:12	25						–			
EPC3205G-10-LF	EE5.0	1:10,4	4	5–7	–	–	–	–	LT3750			
EPC3205G-11-LF	Тороидальный	1:16	24	1,8–5	320	–	–	–	LT3420			
ERA4271GE-LF	Тороидальный	1:1	785	10	10/0,03	–	–	–	LT4276; LTC4269; LTC4278	8,6×6,7×2,5		
EP157xx-LF	TC2	1:1:1; 2:2:1; 3:3:1; 4:2:1	10–5000	–	–	–	–	–	–	10,2×8,9×6,4		
EP182xx-LF		1:1; 2:1	10–2000	–	–	–	–	–	–			
ERA4452G-LF		Тороидальный	1:1	1020	–	–	–	–	–	MAX253	8,1×7,1×5,1	
EPC3115S-x-LF	Тороидальный	1:1:2; 1:1:1,3:1,3;	394; 988	3,3; 5	5; 10; 12; 15	–	–	–	MAX253; MAX3535E	7,4×6,8×2,2		
EPC3117S-x-LF		1:1:2,67:2,67; 1:1:3,3; 1:1:1,1;	150; 375						MAX845			
EPC3126-x-LF		1:1:1,5:1,5; 1:1:0,67:0,67;	500						MAX253; MAX845			
EPC3126-x-LF	Тороидальный	1:1; 1:1,3; 1:2,6; 1:3; 1:0,6; 1:1,5	500	–	5; 10; 12	–	–	–	MAX253; MAX845	10,2×9,7×6,4		
EPC36xxG-LF	Тороидальный	1:1,1; 1:1,7; 1:1,3; 1:2	475; 1000	3,3; 5	3,3/0,1; 5/0,1	–	–	–	SN6501	11×7×4,2		
EPC3648GE-LF	EP10	1:1:0,333	100	36	24/0,5	–	–	8/0,2	LT3574; LTC3575-1; LTC3748	15,2×13,3×11,4		
EPC3248G-x (LF)	ER14,5; EFD20; ER9,5; ER11	1:0,4:0,1; 1:0,15:0,15; 1:0,4:0,15; 1:0,4:0,4; 1:0,37:1:0,37	25–120	36–57	3,3/3,92; 5/8; 12/3,33; 5/2,59; 12/1,08; 3,3/1,16; 5/0,77; 12/0,32	–	–	13,2/0,05; 12/0,05; 13,33/0,05	DPA423–DPA426	от 10,6×8,1×6 до 21,7×21,2×10,8		
EPC3356G-x-LF	EP13	1:0,5:0,5; 1:0,166:0,5; 1:0,25:0,5	127	36–72	12/1,08; 3,3/3; 5/2,6	–	–	12	–	13,5×15×12,7		
EPC339xG-LF	EFD20; EFD25	1:1,111:0,417; 1:1:0,417	42	35–57	36/1,25	–	–	15/0,01	LT1725	от 24,6×20,6×11,4 до 31,5×25,8×13,5		
EPC340xG-LF	EP13	1,67:0,25:0,25:1; 2:0,4:0,4:1	38	36–57	3,3/7; 5/5	3,3/7; 5/5	–	12/0,02	LT4276B; LTC4269-1	14×14×12,3		
EPC347xG-LF	EFD20	1:0,375:0,75; 1:0,25:0,75	9	9–57	3,3/7,5; 5/5	–	–	10/0,03	LTC4278	23×22×11,5		
EPC3508GE-LF	EFD20	1:0,875:0,75	9	9–57	12/2	–	–	10/0,03	–	23×22×11,5		
EPC3546G-LF		1:3,375:0,75			48/0,5							
EPC3575G-LF	EP13	7,33:1,2:3,3	35	36–57	5/8	–	–	12/0,2	LT4269-1	14×15×12,7		
EPC3577G-LF	EFD20	1,5:1:0,875	180	33–57	12/7,5	–	–	10/0,05	LT4276; LT4295	23×22×11,5		
EPC3586G-LF	EP13	1,8:0,4:1	26	48–57	5/7	–	–	12/0,01	LT4276B; LTC4269-1	14×14×12,3		
EPC3599G-LF	EFD20	3,5:1	240	40–57	5/13	–	–	–	LTC3725	23×22×11,5		
EPC3601G-LF	EFD20	1:1,125:1	9	9–57	12/2	–	–	10/0,03	LT4276; LT4295; LTC4278	21,1×22,2×11,2		
EPC3603G-LF	EP13	1,8:1,8:1,8:1	37	40–57	24/1	24/1	–	12,5/0,01	LT4276B; LTC4269-1	14×14×12,3		
EPC3625G-LF	EFD25	8:4:3	13		12/4	12/4	–	–	9/0,03	–	25,8×26×13,5	
EPC3630G-LF		8:8:3	15	24/3,5	–	–	–	–	–	26,3×27,4×13,7		
EPC3633G-LF	EFD20	1:0,5:0,5	18	41–57	12/4	–	–	12/0,03	–	23×22×11,5		
EPC3678GE-LF		1:0,104:0,047:0,047	221	36–72	1,8/2,5	2,5/1,5	3,3/0,05	–	–	–		
EPC3680G-LF	EP10	1:0,083:0,208	253	33–57	3,3/2	–	–	8/0,02	LTC4267	13,1×10,7×11,4		
EPC3681G-LF	EP13	–	127		3,3/4	–	–	–	–	–	14×14×12,7	
EPC3682GE-LF	EFD20	1:0,289:0,641	175	40–57	5/17	–	–	11	–	23×22×11,5		
EPC3683GE-LF	EP7	4:1:2,5	44	36–57	5/2,3	–	–	12	LT4276; LT4295	9,8×8,1×10,5		

из диапазона 120–375 В в различные номиналы стандартного ряда. Обмоточные провода с тройной изоляцией выдерживают синусоидальное напряжение (приложенное

между первичной и вторичной обмотками) с действующим значением 3,75 кВ в течение 1 мин или не менее 4,5 кВ в течение 1 с. Вспомогательная обмотка, имеющаяся

у некоторых изделий, при необходимости обеспечивает питание дополнительных цепей. Раздельные вторичные обмотки, число которых варьируется в пределах серий,

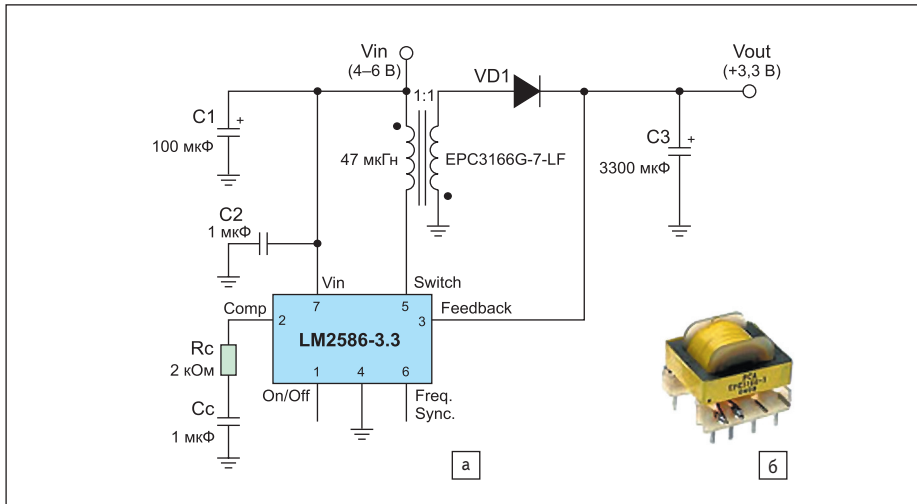


Рис. 1. Трансформатор EPC3166G-7-LF: а) схема использования; б) внешний вид

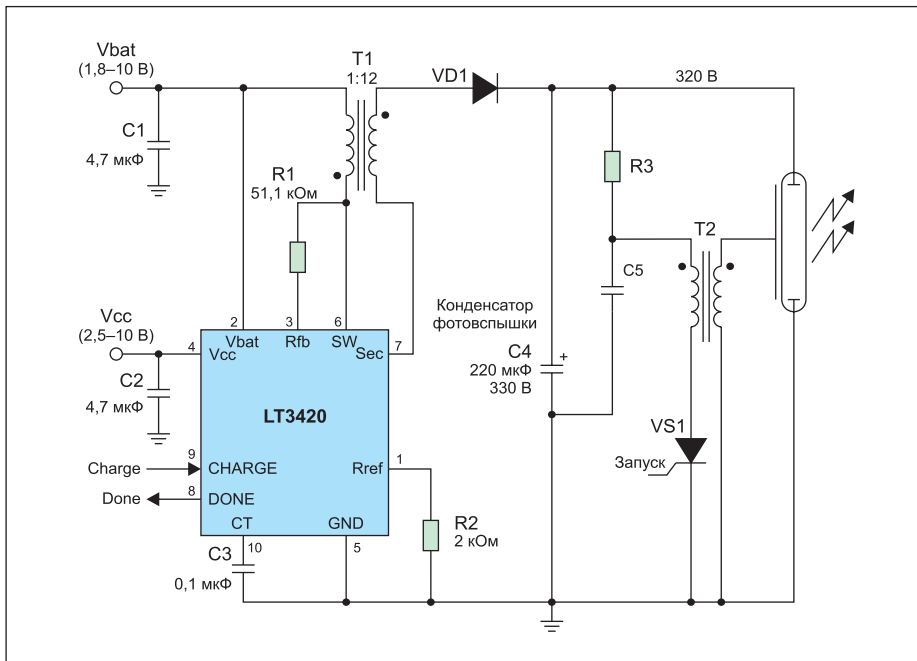


Рис. 2. Типовая схема применения трансформаторов серии EPC3205G-x-LF

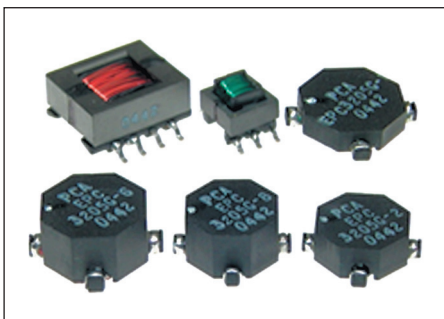


Рис. 3. Внешний вид трансформаторов серии EPC3205G-x-LF

служат для получения нескольких значений выходных напряжений при помощи одного компонента. Корпуса, предназначенные для монтажа в отверстия, с шагом выводов 5

или 2,5 мм подходят для большинства промышленных применений.

Основное назначение компонентов семейства EPC3205G-x-LF — использование в качестве обратноходовых трансформаторов в высоковольтных схемах заряда конденсаторов фотовспышек цифровых фотоаппаратов и сотовых телефонов. Также они могут успешно эксплуатироваться и в других разработках, требующих наличия импульсных повышающих преобразователей напряжения с рабочим диапазоном частот коммутации 85–500 кГц. Устройства данной серии спроектированы специально для работы с ИС производства компании Linear Technology (LT3420, LT3468 и LT3750), на рис. 2 представлена типовая схема включения. Напряжение гальванической изоляции между обмотками (не менее 500 В) соответствует требованиям

стандарта UL 1446 (класс В), низкие потери в сердечнике и проводнике сокращают тепловыделение. Индуктивность рассеяния всех устройств в серии не превышает 0,08–0,3 мкГн (типичное значение, измеренное на частоте 100 кГц), диапазон температур эксплуатации составляет $-40...+85$ °С. Трансформаторы EPC3205G-x-LF выпускаются в малогабаритных низкопрофильных SMD-корпусах пяти различных форм-факторов с размерами от 7,9×7,9×3,5 до 8,1×12,5×4,9 мм, их внешний вид показан на рис. 3.

Трансформатор EPA4271GE-LF предназначен для работы в связке с контроллерами LT4276, LTC4269, LTC4278 в устройствах с рабочими частотами 50 кГц и выше. На миниатюрном сердечнике тороидальной формы располагаются первичная и вторичная обмотки, вся конструкция размещена в планарном корпусе с размерами всего 8,6×6,7×2,5 мм и весом 0,28 г (рис. 4). Импульсные трансформаторы серий EP157xx-LF (17 моделей) и EP182xx-LF (12 моделей) имеют одинаковое назначение и корпусное исполнение. Они позиционируются для использования в стробоскопах, ионизаторах и других высоковольтных импульсных устройствах.

Следующая группа компонентов предназначена для работы с популярными драйверами MAX253, MAX3535E, MAX845 компании Maxim Integrated и SN6501 производства Texas Instruments. Их совместное использование позволяет построить изолированные DC/DC-преобразователи на основе топологии Push-Pull и организовать гальваническую развязку низковольтного питания интерфейсов RS-232, RS-485 и т. д. Для примера на рис. 5а изображена типовая схема такого преобразователя. ИС MAX253 управляет малогабаритным трансформатором EPA4452G-LF, к средней точке его первичной обмотки подведено питание (5 В) от источника постоянного напряжения. Со стороны вторичной обмотки обеспечивается изолированное напряжение с уровнем выходной мощности до 1 Вт. Трансформатор EPA4452G-LF может эксплуатироваться в расширенном диапазоне рабочих температур $-40...+125$ °С, напряжение изоляции между обмотками составляет не менее 2500 В, активное сопротивление по постоянному току первичной/вторичной обмотки: 0,6/0,65 Ом. Конструктивно он выполнен в корпусе с посадочным местом

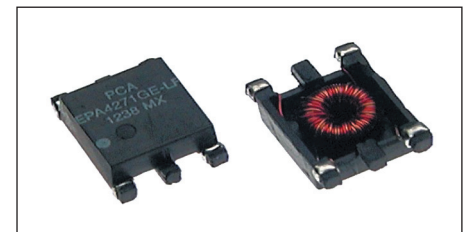


Рис. 4. Внешний вид и строение трансформатора EPA4271GE-LF

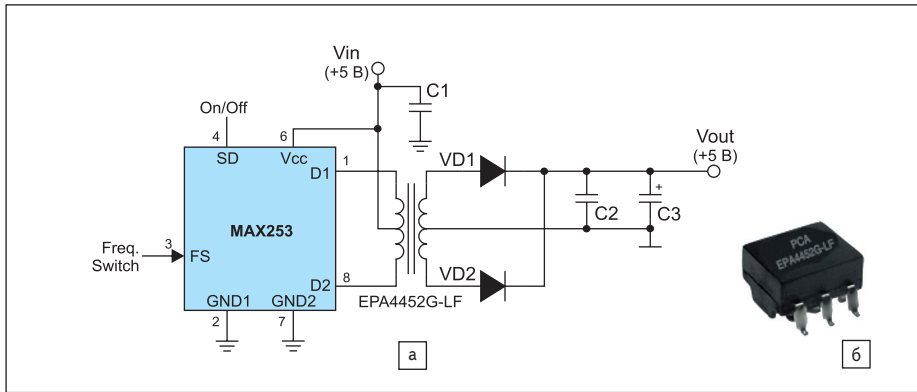


Рис. 5. Трансформаторы EPA4452G-LF: а) типовая схема применения; б) внешний вид

дечнике и производство с соблюдением стандартов UL94V-0 и UL 1446. Допустимые температуры эксплуатации находятся, как правило, в диапазоне $-40...+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ (у отдельных моделей $0...+70\text{ }^{\circ}\text{C}$). На рис. 6 показан внешний вид некоторых PoE-трансформаторов.

Проволочные силовые катушки индуктивности производства PCA Electronics разработаны специально для работы в корректорах коэффициента мощности (рис. 7а). Компоненты серий EPC3245-xx и EPC3246-xx рассчитаны на мощность до 550 Вт, диапазон входных напряжений 85–265 В AC и обладают широкой линейкой доступных корпусов (11 и 9 вариантов соответственно). Расположение обмоток вертикальное или горизонтальное, обязательное экранирование всех изделий, за исключением устройств с тороидальным сердечником, способствует уменьшению паразитного электромагнитного излучения, при этом напряжение изоляции между экраном и обмоткой составляет 4,5 кВ. Отличие серии EPC3246-xx от EPC3245-xx заключается в дополнительной обмотке с рабочим напряжением 20 В и током 0,15 А. На рис. 7б представлен внешний вид некоторых моделей, а в таблице 2 — их основные характеристики.

под SMT-монтаж: габариты $8,1 \times 7,1 \times 5,1$ мм, шаг выводов 2,54 мм (рис. 5б).

Маломощные миниатюрные устройства серий EPC3115S-х и EPC3117S-х-LF имеют четырехобмоточную структуру (две отдельные первичные обмотки и две отдельные вторичные обмотки, размещенные на тороидальном сердечнике с очень низкими потерями). Разработаны для двухтактных схем с частотами переключения до 1 МГц. Основной особенностью являются очень маленькие размеры: эти трансформаторы выпускаются в стандартных корпусах SOIC-8 с внешними габаритами $7,4 \times 6,8 \times 2,2$ мм. Также следует отметить компоненты серии EPC3126G-х-LF с повышенным значением напряжения изоляции между обмотками, получаемым благодаря применению проводов с фторполимерной изоляцией. Они способны выдерживать воздействие напряжения 4500 В в течение 1 мин, что соответствует классу H стандарта UL 1446.

Отдельную группу изделий образуют электромагнитные компоненты, используемые при проектировании систем подачи электропитания через стандартную витую пару Ethernet (PoE, Power over Ethernet). Данная технология предназначена для точек доступа беспроводных сетей, IP-камер, сетевых концентраторов и других устройств. Компания PCA Electronics поставляет широкий спектр трансформаторов напряжения для ведущих производителей PoE-продукции, таких как Maxim, Linear Technology и Texas Instruments.

В таблице 1 компоненты данной группы начинаются с серии EPC3248G-х (-LF). Выпускаемая продукция, рассчитанная на различные входные и выходные напряжения, нагрузку, рабочие частоты и степень гальванической изоляции, соответствует требованиям всех PoE-спецификаций (от IEEE 802.3af-2003 до IEEE 802.3at-2009). Ее главные отличительные черты — разнообразие конфигураций первичных/вторичных обмоток и корпусного исполнения, низкие потери мощности в сер-

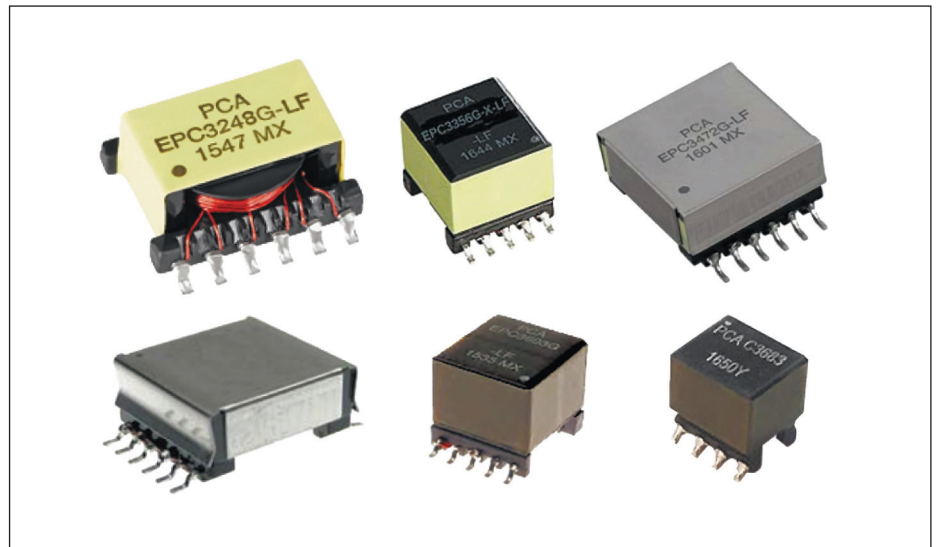


Рис. 6. Внешний вид популярных PoE-трансформаторов компании PCA Electronics

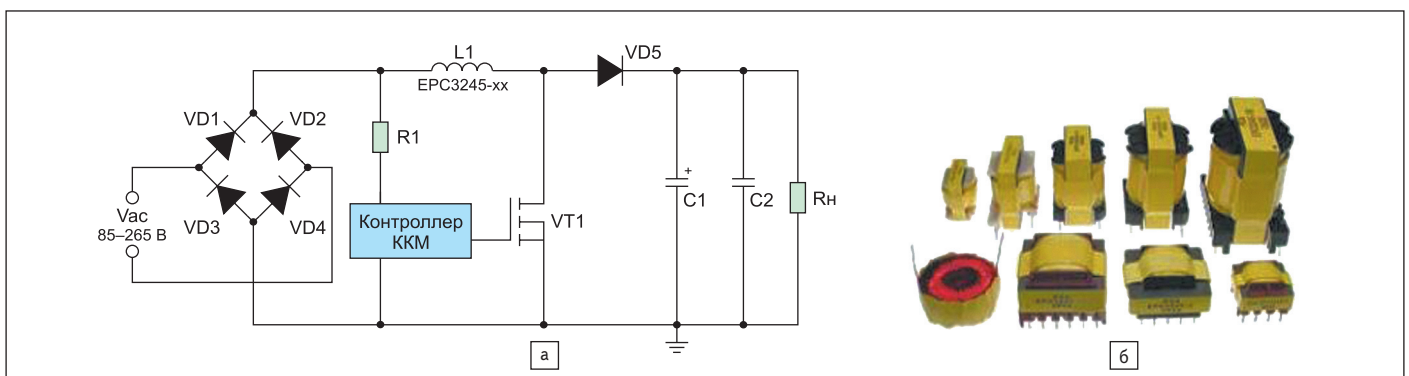


Рис. 7. Силовые катушки индуктивности компании PCA Electronics: а) упрощенная типовая схема применения; б) внешний вид

Таблица 2. Основные характеристики силовых катушек индуктивности PCA Electronics

Наименование	Тип сердечника	Индуктивность, мкГн, ±10%	Мощность, Вт (max)	Средний ток, А	Пиковый ток, А	Рабочая частота, кГц (min)	Корпус	Габаритные размеры, мм
ERC3245-1	EE	2000	70	0,58	1,16	200	горизонтальный	20,7×20×18,5
ERC3245-2							вертикальный	20,7×13,8×21,5
ERC3245-3							горизонтальный	31,8×31,8×20,6
ERC3245-4	Тороидальный	1000	190	1,58	3,16	100	вертикальный	31,8×21,8×31
ERC3245-5							горизонтальный	33×33×19
ERC3245-6							горизонтальный	33×33×19
ERC3245-7							вертикальный	33×19×33
ERC3245-8	EE	1000	310	2,58	5,15	100	горизонтальный	33,8×33,5×23,8
ERC3245-9							горизонтальный	33,8×33,5×23,8
ERC3245-10							горизонтальный	33,8×33,5×23,8
ERC3245-11	ER	500	310	2,58	5,15	100	вертикальный	29×23×35,5
ERC3245-12							вертикальный	29×23×35,5
ERC3245-13							вертикальный	29×23×35,5
ERC3245-14	ETD	1000	430	3,58	7,15	100	вертикальный	35,6×27,4×44
ERC3245-15							вертикальный	35,6×27,4×44
ERC3245-16							вертикальный	35,6×27,4×44
ERC3245-17	ETD	500	550	4,58	9,15	50	горизонтальный	49,2×52,2×38,1
ERC3245-18							горизонтальный	49,2×52,2×38,1
ERC3245-19							вертикальный	44,8×31,5×48
ERC3246-1	EE	2000	70	0,58	1,16	200	горизонтальный	20,7×20×18,5
ERC3246-2							вертикальный	20,7×13×21,5
ERC3246-3							горизонтальный	31,8×31,8×20,6
ERC3246-4	Тороидальный	1000	190	1,58	3,16	100	вертикальный	31,8×21,8×31
ERC3246-5							горизонтальный	35,6×35,6×20,8
ERC3246-6							горизонтальный	35,6×35,6×20,8
ERC3246-7							вертикальный	35,6×22,9×35,6
ERC3246-8	EE	1000	310	2,58	5,15	100	горизонтальный	33,8×33,5×23,8
ERC3246-9							горизонтальный	33,8×33,5×23,8
ERC3246-10							горизонтальный	33,8×33,5×23,8
ERC3246-11	ER	500	310	2,58	5,15	100	вертикальный	29×23×35,5
ERC3246-12							вертикальный	29×23×35,5
ERC3246-13							вертикальный	29×23×35,5
ERC3246-14	ETD	1000	430	3,58	7,15	100	вертикальный	35,6×27,4×44
ERC3246-15							вертикальный	35,6×27,4×44
ERC3246-16							вертикальный	35,6×27,4×44
ERC3246-17	ETD	500	550	4,58	9,15	50	горизонтальный	49,2×52,2×38,1
ERC3246-18							горизонтальный	49,2×52,2×38,1
ERC3246-19							вертикальный	44,8×31,5×48

Компоненты для локальных вычислительных сетей

Одним из ключевых компонентов, используемых в LAN-интерфейсах, являются импульсные трансформаторы, наряду с передачей полезных сигналов на высоких скоростях выполняющие функцию гальванической развязки между внешней кабельной частью и внутренней цифровой схемой. В отличие от трансформаторов напряжения они имеют весьма компактные размеры, а значит, их можно выпускать в модульном исполнении.

Компания PCA Electronics предлагает отдельные серии интерфейсных модулей со встроенными изолирующими трансформаторами и фильтрами в различных конфигурациях, которые обеспечивают высокий уровень изоляции, низкие нелинейные искажения и подходят для использования в сетях стандартов IEEE 802.3, 10Base-T, 100Base-TX и т. д. (табл. 3). Изготовленные с применением полностью автоматизированной намотки, модули имеют идентичные характеристики с минимальным допуском и являются образцовыми изделиями в своем классе.

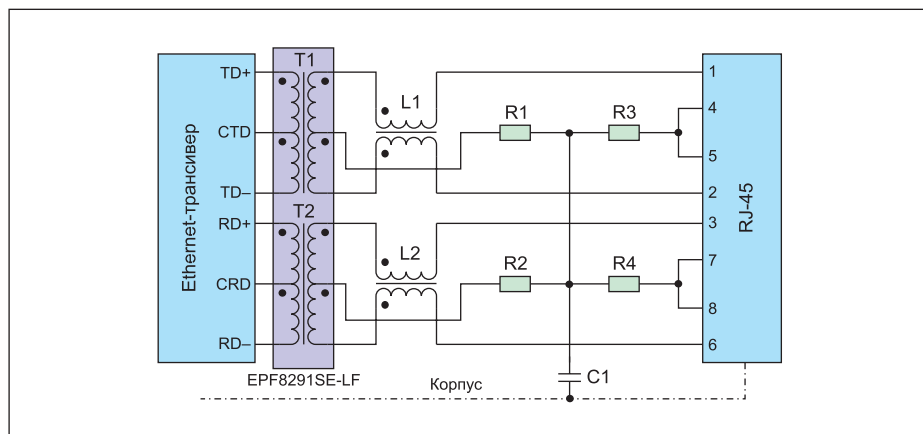


Рис. 8. Типовая схема применения модуля EPF8291SE-LF

Конструктивно выполнены в стандартных низкопрофильных корпусах для поверхностного и сквозного монтажа форм-факторов DIP, SOIC, SIL и SMD. Используемые корпуса предназначены для работы в диапазонах 0...+70 °C и -40...+85 °C и могут подвергаться высокотемпературной пайке. Интерфейсные модули обеспечивают среднеквадратичное напряжение изоляции 1500 В, гарантированно функционируют при токе подмагничивания 8 мА и показывают отличный уровень перекрестных затуханий, превосходящий требования стандартов. Помимо универсальных изделий, в линейке присутствуют трансформаторы-фильтры, специально созданные для использования с определенными приемопередатчиками таких производителей, как Cirrus Logic, National Semiconductor, Realtek, Intel, Broadcom, и многих других. Например, двухпортовый модуль EPF8135S (два канала приемника и передатчика с коэффициентом трансформации 1:1 и 2:1 соответственно) рекомендован для применения совместно с Ethernet-трансиверами LXT974, LXT975, LXT98, LXT981, LXT982 и LXT983 компании Intel. Из интересных моделей также следует отметить модуль EPF8275GE стандарта PoE+ с нагрузочной способностью до 1 А, серию EPF6059Gx с интегрированными пятиполюсными ФНЧ в канале приемника и семиполюсными — в канале передатчика и многопортовый модуль EPA2188B, объединяющий восемь трансформаторов, ФНЧ и согласующие резисторы в корпусе с размерами 42,6×25,8×9,6 мм.

На рис. 8 приведена типовая схема включения интерфейсного модуля EPF8291SE-LF между разъемом RJ-45 и трансивером физического уровня Ethernet. Рассматриваемое решение содержит два канала для работы в полнодуплексном режиме. Каждая из медных витых пар кабеля, подключенная к контактам 1–2 и 3–6 разъема RJ-45, представляет собой симметричную однородную линию, процесс распространения сигнала в ней можно разложить на синфазную (помеха) и противофазную (полезный сигнал) составляющие. Трансформаторы T1 и T2, входящие в состав EPF8291SE-LF, обеспечивают гальваническую изоляцию противофазного информационного сигнала. Синфазный сигнал, отвечающий на среднюю точку обмоток этих трансформаторов, передается в нагрузочные резисторы R1, R2, поглощающие энергию пришедшего помехового сигнала. Синфазные фильтры L1 и L2 прозрачны для информационного сигнала, но образуют совместно с R1, R2 ФНЧ, подавляющие синфазную помеху.

Линии задержки и генераторы импульсов

В различных импульсных устройствах часто необходимо выполнить задержку во времени. Для этого применяются электрические

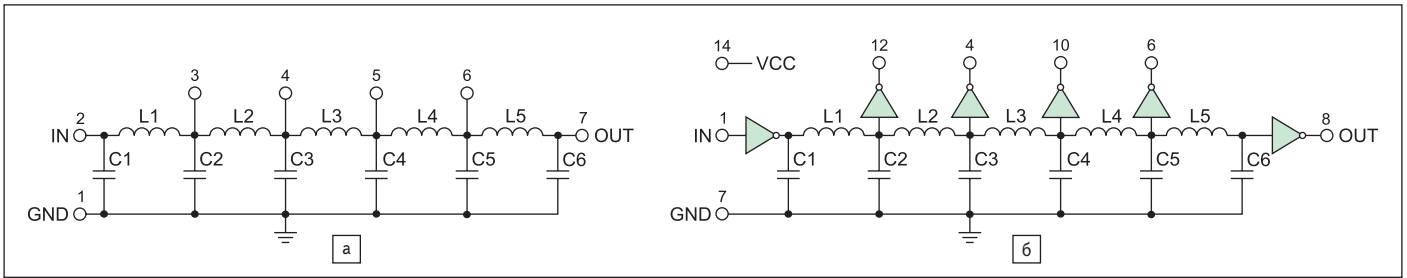


Рис. 9. Схемы электрические принципиальные линий задержек: а) EP120660; б) EP8700

Таблица 3. Основные характеристики интерфейсных модулей PCA Electronics

Наименование	Стандарт	Индуктивность, мкГн, ±10%	Коэффициент трансформации	Тип корпуса	Особенности	
EPF8119Sx	10/100Base-TX	350	1:1/1:1	SOIC-16	10/100 LAN интерфейсный модуль для NIC/HUB-применений	
EPF8135S			1:1/2:1	SMD-40	10/100Base-TX-модуль для двухпортовых устройств	
EPF8143Sx			1:1/1:1	SMD-16	10/100 LAN интерфейсный модуль	
EPF8264G			1:1			
EPF8266S			1:1/1:1			
EPF8275GE			1:1	SMD-12	10/100 LAN интерфейсный модуль для PoE с током нагрузки до 1 А	
EPF8291SE-LF ECT10	10Base-T	—	1:1/1:1	SMD-16	10/100Base-TX интерфейсный модуль	
EPA1885-xx		25–200	1:1	SMD-16	10Base-T интерфейсный модуль с ФНЧ	
EPA2116G		—	1:1/1:1		LAN развязывающий трансформатор	
EPA2188B		—	—	SOIC-62	10Base-T интерфейсный модуль с ФНЧ и встроенными резисторами	
EPE6059Gx		—	1:1	SMD-12	10Base-T многопортовый модуль	
EPE6066		—	—	SIL-12	10Base-T интерфейсный модуль	
EPE6119G		—	1:1/1:1	SMD-20	10Base-T интерфейсный модуль с ФНЧ и встроенными резисторами	
EPE6150G		—	—	SMD-16	10Base-T интерфейсный модуль со встроенными резисторами	
EPE6166CSE		160	1:1/1:1,41		10Base-T интерфейсный модуль	
EPE6166S		140				
EPE6192x		—	1:1/1:1	SOIC-40	10Base-T интерфейсный модуль	
EPE6199S		—	1:2/1:1			
EPE6310G		—	—	SMD-14	ФНЧ для кабельных модемов	
EPE6313Sx		—	1:1/1:1,41	SMD-16	Миниатюрный 10Base-T интерфейсный модуль с ФНЧ	
EPE6370G		—	2:1 / 1:1		10Base-T интерфейсный модуль	
EPG400xx		1000Base-T	350	1:1	SOIC-24; SOIC-40; SOIC-48	1000Base-T-модуль
EPG4001CS					SOIC-24	1000Base-T-модуль с ФНЧ
EPG401x					SOIC-24; SOIC-48	1000Base-T-модуль
EPG4025F	SOIC-50				1000Base-T двухпортовый модуль для VOIP	
EPG4102FE-RC	SOIC-24				1000Base-T-модуль	
EPG4254JE-LF					PoE-трансформатор	
EPG4260S-LF					1000Base-T-модуль	
EPG4014SE-LF	SOIC-50				1000Base-T двухпортовый модуль	
EPG4017F					1000Base-T двухпортовый модуль	
EPG4017F-RC					1000Base-T двухпортовый модуль	
EPA2864GE	ATM 25 Мбит/с	—	1:1:1:1	SMD-16	Развязывающий трансформатор	
EP9531-x	—	250–350	1:1	DIP-16; SMD-16	LAN развязывающий трансформатор	
EP9531G-x		35–150		DIP-16		
EPA045-x		2		Thru Hole-4; Thru Hole-14		
EPA1473J-x		25–175		SOIC/J-16		

линии задержки, параметры которых зависят от конечного времени распространения электромагнитной энергии вдоль линии и обусловлены переходными процессами в ее элементах. Каталог продукции PCA Electronics включает активные и пассивные линии задержки, а также генераторы импульсов, перечень выпускаемых ИС данного типа очень велик. Только пассивных линий в настоящее время доступно 194 модели, количество активных в несколько раз больше. Все устройства производятся в типовых корпусах для поверхностного монтажа и для монтажа в отверстия (SIL-7, SIL-8, DIP-14, DIP-24,

SMD-14, SIP-8) и предназначены для эксплуатации в диапазоне рабочих температур 0...+70 °С. Пассивные линии задержки, построенные на основе последовательных LC-звеньев, обеспечивают временной диапазон 0,5–2000 нс. Некоторые модели имеют дополнительные отводы (5 или 10) с пропорциональным значением длительности. Например, на рис. 9а изображена электрическая схема ИС EP120660. Ее номинальная задержка составляет 100 нс, на выводе 3 ее величина 20 нс, на выводе 4 — 40 нс и т. д. Активные линии задержки (рис. 9б), совместимые с логикой TTL, имеют от 1 до 10 выводных контактов с вре-

менным диапазоном 4–1000 нс и рассчитаны на напряжение питания 5 В DC.

Нужно также отметить серию программируемых ИС EPA563-xx, в которых величина задержки регулируется установкой высоких или низких логических сигналов на трех вспомогательных входах. Генераторы прямоугольных импульсов EP8250 и EPA209-xx с комплементарными выходами обеспечивают на выходе импульсы с рабочей частотой диапазона 2–100 МГц и погрешностью ±5%. Серии высокостабильных генераторов импульсов заданной длительности EP9981-xx и EPA230-xx, отличающиеся малым временем фронта и спада (не более 4 нс), доступны в низкопрофильном корпусе DIP-14.

Прочие электромагнитные компоненты

К данной группе относятся дроссели для подавления синфазных помех и токоувствительные трансформаторы. Синфазный дроссель является одним из эффективных компонентов для создания ЭМИ-фильтров. Он состоит из двух идентичных обмоток, симметрично расположенных на ферритовом сердечнике. При протекании через катушки дифференциальных токов индуцированные ими магнитные поля взаимно уничтожаются, и если пренебречь омическим сопротивлением катушек, то они практически не влияют на прохождение дифференциальных сигналов. В случае появления синфазных токов магнитные потоки обеих катушек складываются, а импеданс дросселя увеличивается, что приводит к значительному подавлению амплитуды шумового сигнала. Синфазные дроссели PCA Electronics широко применяются для фильтрации помех как в сигнальных цепях, так и в цепях питания переменного и постоянного тока, их основные характеристики представлены в таблице 4.

Типовое использование синфазных дросселей — фильтрация помех в высокочастотных цепях и интерфейсах (HDMI, CAN и т. д.), xDSL-модемах и в других электронных устройствах. Для данных целей компанией рекомендуется ряд компонентов, работающих на частотах от 10 МГц, имеющих номинальные значения индуктивности порядка десятков микрогенри и малое сопротивление по постоянному току (DCR). Дроссели

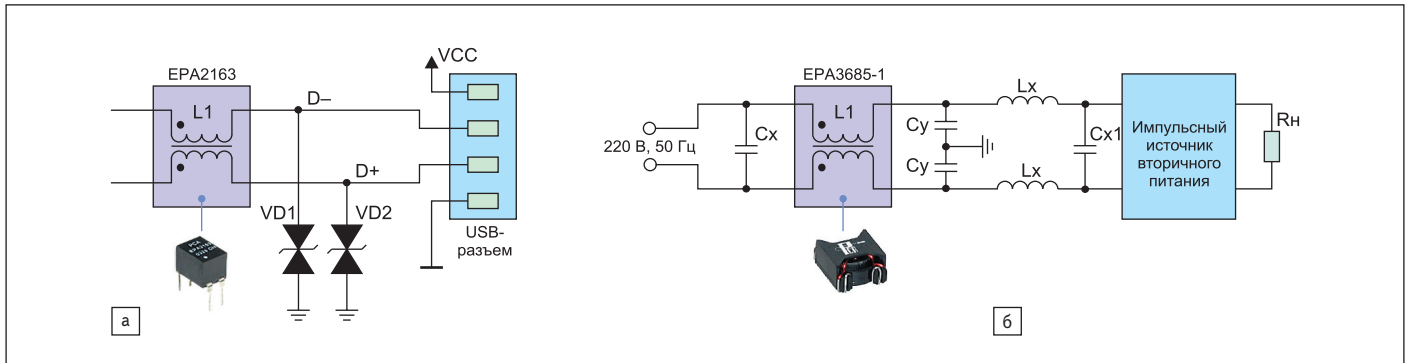


Рис. 10. Типовые схемы применения синфазных дросселей: а) EPA2163; б) EPA3685-1

EPA120 и EPA120G, различающиеся вариантом корпусного исполнения (DIP-8 и SMD-8 соответственно), рассчитаны на максимальный ток 1 А. EPA2163 с индуктивностью утечки 0,25 мкГн и минимальными среди всех устройств габаритами позиционируется для применения в телекоммуникационном оборудовании и сетях передачи данных различных стандартов (FDDI-TP, Token Ring, Ethernet/10Base-T, ISDN, T1/CEPT/ISDN-PRI и Fast Ethernet 10/100Base-T). Синфазный дроссель EPA2165 и его модификация EPA2165S в миниатюрном корпусе с размерами 6,4×6,1×5,6 мм соответствуют требованиям спецификаций IEEE 802.3 и IEEE 802.5. Для примера на рис. 10а приведена упрощенная схема использования дросселя EPA2163 для защиты сигнальных линий USB-интерфейса.

Для подавления ЭМИ-помех в цепях питания предназначены серия EPA3685-х, состоящая из пяти устройств и обеспечивающая фильтрацию в сетях переменного тока (рис. 10б), и синфазные дроссели EPZ3109G-LF и EPZ3110-LF, применяемые в DC/DC-преобразователях. Последние допускают работу с токами до 2,5 А, имеют частоту собственного резонанса 1,5 МГц и напряжение изоляции между обмотками 1000 В.

Серия токочувствительных понижающих трансформаторов EPC3108G-xxx может быть полезна при измерении тока первич-

Таблица 4. Основные характеристики синфазных дросселей PCA Electronics

Наименование	Индуктивность, мкГн	Импеданс, Ом (тип.)	DCR, Ом	Количество линий	Рабочая частота, МГц	Габаритные размеры, мм (max)
EPA120/EPA120G	20	425	—	4	50–70	10,7×7,1×4,4
EPA2163	85	900	0,2	2	10–25	6,9×5,3×5,6
EPA2165		1200		4	10–40	12,7×7,1×5,8
EPA2165S						6,4×6,1×5,6
EPA3685-х	1000–22 000	1500–6000	0,05–0,85	2	0,1–20	19,1×6,1×5,6
EPZ3109G-LF	3500	7000	60		0,5–3	16,4×14,2×8,9
EPZ3110-LF	1125	3000	55		2–5	13,2×12,7×5,6

ной обмотки силового трансформатора. Суффиксы xxx в наименовании в зависимости от модели принимают значения 30, 40, 50, 70, 85, 100 и 125, что соответствует коэффициенту трансформации 1:30, 1:40 и т. д. Трансформаторы данной серии выпускаются в корпусе для поверхностного монтажа, отличаются минимальными габаритами (8,5×7×5,3 мм с учетом выводов) и способны функционировать на частотах 250 кГц и выше в диапазоне рабочих температур –25...+105 °С. Ток первичной обмотки составляет 6 А, минимальное сопротивление изоляции 10 МОм, а сопротивление вторичной обмотки по постоянному току 1–7,7 Ом.

Заключение

Особенности выпускаемых компанией PCA Electronics электронных компонентов — точность параметров, стабильность

рабочих характеристик и высокое качество изготовления, обеспечиваемое многолетним опытом создания продукции данного класса. Дискретные трансформаторы и катушки индуктивности разнообразного функционального назначения, а также интегрированные электромагнитные компоненты в модульном исполнении могут найти применение в оборудовании промышленного, медицинского и авиационного назначения. Широкий ассортимент индуктивных элементов соответствует и превосходит большинство распространенных сегодня стандартов, а выгодное соотношение цены и качества делает привлекательным их использование в своих разработках. ■

Литература

1. Официальный сайт компании PCA Electronics. www.pca.com