Индуктивные компоненты компании Premo

Практически любая современная печатная плата помимо активных компонентов, будь то микроконтроллер, стандартные логические элементы или силовые транзисторы, содержит также пассивные компоненты — резисторы, конденсаторы, а также индуктивности, которые используются и в цепях фильтрации, и в схемах импульсных источников питания, не говоря уже о гальванической развязке сигнальных цепей. И наоборот, плата, в которой сэкономили на паре индуктивностей, часто свидетельствует о непрофессиональном подходе к разработке и, как следствие, нестабильной работе устройства в реальных условиях, которые отличаются от лабораторных повышенным уровнем электромагнитных помех.
В статье рассматриваются компоненты, выпускаемые испанской компанией Premo, европейским лидером на рынке пассивных компонентов, в которых используются медь и ферриты.

Николай КОРОЛЕВ
korolev@ineltek.com

Введение

Premo Corporation известна на рынке с 1962 года. Компания начинала с выпуска телевизоров и индуктивных компонентов, используемых в телевизионной технике. Через восемь лет Premo полностью сосредоточилась на выпуске индуктивных компонентов и переориентировала бизнес на выпуск высококачественных продуктов для экспорта. В 2001 году Premo становится интернациональной компанией, с центральным офисом в Барселоне, заводами и исследовательскими центрами в Испании, Франции, Марокко и Китае. Компания осознает необходимость развития технологий и выделяет на исследования и новые разработки 10% бюджета. В октябре 2010 года закончена реконструкция фабрики в Китае, что позволило расширить производственные площади до 8000 м^2 и подготовиться к увеличению объема выпускаемой продукции для удовлетворения возрастающего мирового спроса на индуктивные компоненты.

Продукцию компании Premo можно разделить на три большие группы:

- Электромагнитные фильтры: 20% от общего объема выпуска.
- Приемные и передающие антенны для RFID: 30% от общего объема выпуска.
- Изделия для преобразования энергии, трансформаторы, дроссели, токовые датчики: 50% от общего объема выпуска.

Далее рассмотрены некоторые типы изделий из чрезвычайно широкой номенклатуры компании Premo, которая ежегодно увеличивается более чем на 100 наименований.

Таблица 1. Основные параметры однофазных фильтров

Общего применения	Медицинские приборы	Ключевые источники питания	Высокое затухание
FA (1–30 A)	FG (3–6 A)	FC (3–10 A)	FB (1–20 A)
PF (5–150 A)	FGR (3–6 A)	FL (1–10 A)	FF (3–20 A)
FR/FRR (1–30 A)	–	–	FFH (1–16 A)
DMRF (8–45 A)	–	–	FFHV (6–30 A)

Электромагнитные фильтры

Мировой объем выпуска электронного оборудования возрастает с каждым годом, причем применяются компоненты, работающие на все более высоких частотах. Одновременно, для снижения стоимости, существенная часть этого оборудования выпускается в пластмассовых корпусах без металлического экранирования. Таким образом, наблюдается устойчивая тенденция к увеличению числа устройств, излучающих электромагнитные волны в широком спектре частот. Для защиты от внешних воздействий во вновь разрабатываемых изделиях электронной техники приходится использовать электромагнитные фильтры. Естественно, в новых разработках также необходимо применять меры для снижения собственного электромагнитного излучения.

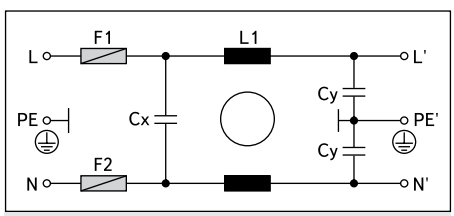

Рис. 1. Схема однофазного фильтра с предохранителями серии FI

Компания Premo выпускает несколько десятков модификаций таких фильтров, как для однофазных, так и для трехфазных электрических сетей. Фильтры работают в диапазоне частот от 10 кГц до 300 МГц. Диапазон рабочих токов для однофазных фильтров составляет 1–180 А, для трехфазных фильтров — 3–2500 А. Номинальное рабочее напряжение на частоте 50 Гц — 250 В для однофазных фильтров и 520 В для трехфазных фильтров. Фильтры имеют гарантированное напряжение изоляции между проводниками и корпусом не менее 1850 В, а «медицинская» серия — 2500 В переменного тока с частотой 50 Гц.

Существуют разнообразные конструктивные исполнения фильтров — для распайки на печатной плате, для монтажа на шасси, для монтажа на DIN-рейку. В таблицах 1 и 2 приведены рабочие токи для некоторых типов фильтров, а на рис. 1 и 2 — примеры схем одной модели однофазного и одной модели трехфазного фильтра.

В номенклатуре компании существует также специальная серия фильтров FOVT, предназначенная для снижения скорости нарастания напряжения, dV/dT. Известно, что IGBT-инверторы, управляющие электродвигателями, формируют ШИМ-сигналы прямоугольной формы с высокой скоростью нарастания напряжения, более 4000 В/мкс. Такие броски напряжения снижают срок службы электродвигателей и ограничивают максимальную длину силового кабеля. Фильтры серии FOVT включаются на выходе IGBT-инвертора и обеспечивают снижение скорости нарастания выходного напряжения инвертора до величины не более 500 В/мкс. Кроме того, они ограничивают величину выбросов напря-

Таблица 2. Основные параметры трехфазных фильтров

Фильтры	3 фазы и нейтраль	3 фазы без нейтрали		3 фазы и нейтраль, экранированные
Однокаскадные	PFT (3–150 A)	FVSB (7–180 A)	STF (8–200 A)	FC3 (16–125 A)
Двухкаскадные	RVTO-IV (7–280 A)	FVDB (7–250 A)	FVDT-D (6–28 A)	FC4 (16–125 A)
Компактные	–	FVDT (100–900 A)	HCWMGF (150–2500 A)	–

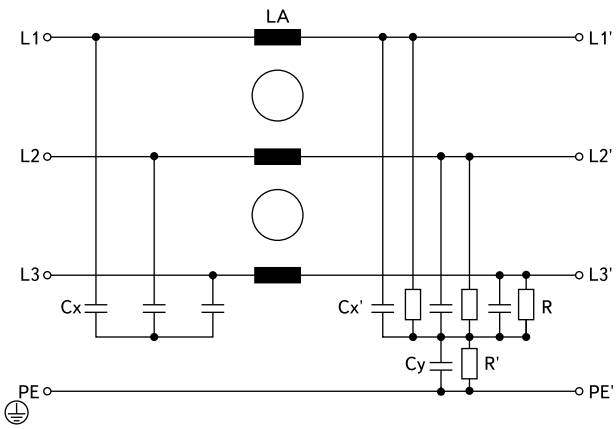

Рис. 2. Схема трехфазного фильтра серии FVSB

жения на уровне 1000 В. Номинальный рабочий ток фильтров — 8–36 А.

Компоненты RFID

Направление RFID создано в компании в 1995 году, для чего была открыта исследовательская лаборатория. Тогда же началось производство первой планарной антенны к радиочастотной метке (транспондеру) для применения в автомобильной промышленности. Продолжение исследовательских работ в этом направлении привело к созданию в 1999 году первой в мире изотропной 3D-катушки для систем бесключевого доступа (Keyless Entry System, KES), а в 2003 году — к выпуску идентификатора для животных на основе технологии «кристалл на феррите». Инновационные продукты, созданные с применением новейших технологий, и высокое качество конечных изделий являются хорошими конкурентными преимуществами компании.

Основная часть антенн, выпускаемых компанией Premo, работает на частоте 125 кГц (автомобильные приложения) и на частоте 134 кГц (идентификация животных), причем компания имеет в своем ассортименте антенны как для транспондеров, так и для ридеров. В трехосевых антеннах используется собственная запатентованная технология, позволяющая получить повышенную чувствительность.

Основные области применения транспондеров в автомобиле:

- системы определения давления в шинах;
- системы бесключевого доступа в автомобиль;
- иммобилайзеры.

Параметры некоторых популярных транспондерных антенн приведены в таблице 3, а внешний вид антенны 3DC1111LP — на рис. 3.

Ежегодный объем производства транспондера SDTR1103 составляет 20 млн шт., а TR1102 — 30 млн шт. Эти изделия используют ведущие автопроизводители — Daimler, PSA, Renault, Ford, GM, Hyundai, VW.

Рис. 3. Трехосевая антенна 3DC1111LP

Таблица 3. Основные параметры одноосевых и трехосевых антенн для транспондеров

Наименование	SDTR1103	TR1102	3D1515	3DC1111LP
Размеры, мм	11,6×3,5×2,5	11×2,6×2,2	1×15×4	11×11×3
Конструкция	Феррит + пластик	Феррит + металл	Феррит + пластик	Феррит + пластик
Q-фактор при 125 кГц	340 мкГн – 16,2 мГн	290 мкГн – 16,2 мГн	340 мкГн – 10 мГн	2,38–7,2 мГн
Чувствительность	50–20	45–20	40–20	35–20
Стабильность, мВрр/Арр/м	>135	>450	>105	>105

Компания Premo также выпускает готовые высоконадежные антенны в водо- и огнеустойчивом исполнении на частоту 13,56 МГц и высокочастотные транспондеры серии HARSH-TAG для работы в диапазоне частот 866–954 МГц.

Катушки без сердечника

Бескаркасные катушки используются в качестве антенн для устройств передачи данных. Такие проволочные антенны хорошо работают в диапазоне частот 1–900 кГц. Типовые применения этих катушек — вышеупомянутые бесключевые системы доступа, противоугонные системы, транспондеры, бесконтактные датчики, а также линейные двигатели.

Антенны на бескаркасных катушках выполняют те же функции, что и ферритовые антенны, но отсутствие ферритового сердечника приводит к упрощению конструкции таких антенн. В катушках используется провод диаметром 0,25–0,5 мм. Компания предлагает антенны разнообразных форм и размеров, толщина антенн — от 0,5 до 10 мм. Возможно изготовление антенн по спецификациям заказчика, причем время подготовки производства к массовому выпуску составляет 4–6 недель.

Планарные трансформаторы

Современная микроэлектронная промышленность предлагает широкий выбор мощных высокочастотных транзисторов для импульсных источников питания, однако для полного использования их возможностей необходимо применять высококачественные трансформаторы и дроссели. Основные требования к современным импульсным источникам питания противоречивы. Это высокая мощность, низкие выходные напряжения, высокая эффективность, малые габариты. Планарные трансформаторы компании Premo позволяют найти хорошее компромиссное решение. В настоящее время компания имеет, возможно, самую широкую номенклатуру планарных трансформаторов в мире. Есть 16 типов сердечников, которые комбинируются с 8 типами изолирующих пластиков. Эти трансформаторы в сочетании с сердечниками могут быть упакованы в три типа корпусов: SMD, PTH и Direct Leads. Такие конструктивные решения используются для источников питания, построенных по различным топологиям — Forward, Flayback, Half-bridge и т. д.

Специалисты компании Premo тщательно изучили запросы разработчиков систем распределения электроэнергии и сконструировали исчерпывающую линейку трансформаторов, перекрывающую диапазон мощностей от 5 до 2600 Вт в стандартном исполнении и до 10 кВт — в заказном варианте.

Трансформаторы можно применять в следующих приложениях:

- автомобильная промышленность (до 42 В);
- телекоммуникации (до 48 В);

Таблица 4. Основные параметры трансформатора P018

Наименование	$U_{вх}$, В	$U_{вых}$, В	$I_{вых}$, А	F, кГц	Индуктивность, мкГн	Индуктивность рассеяния, кГн
P018FW1CX1	36–72	3,3	15	400	202,5	0,37
P018FW1CX2		5	10	400	202,5	0,37
P018FW1CX3		12	4	400	122,5	0,37

- промышленные преобразователи напряжения: AC/DC с входным напряжением 80–280 В; DC/DC с высоким выходным током и напряжением 1,2–12 В;
- системы управления электромоторами.

Инженеры компании Premo совершенствовали технологию более 10 лет и улучшили некоторые аспекты хорошо известных преимуществ планарной технологии. В итоге были получены следующие результаты:

- низкий профиль, малый вес, уменьшенные габариты;
- очень низкая индуктивность рассеяния;
- малая межобмоточная емкость;
- низкие потери;
- исключительная повторяемость;
- улучшенные тепловые характеристики;
- легкое охлаждение;
- высокая надежность;
- хорошая устойчивость к вибрации и ударам;
- пониженный шум.

Планарные трансформаторы компании Premo разрабатывались с применением собственного программного обеспечения для анализа электромагнитных параметров элементов по каждому типу импульсного источника питания, и в соответствии с этим оптимизирована конструкция готового изделия. Пристальное изучение потерь в сердечнике и обмотках трансформатора, а также сопутствующих параметров, таких как индуктивность рассеяния и паразитная емкость, сопротивление по переменному току и тепловые параметры, позволяет добиться хороших результатов. После программного анализа, когда получены оптимальные параметры, разрабатывается прототип конкретного трансформатора.

Прототипы и серийные изделия проходят тестирование на уникальном оборудовании, при помощи которого воспроизводятся максимально тяжелые условия работы трансформатора. Это достигается при подаче на первичную обмотку прямоугольных импульсов частотой от 10 кГц до 1 МГц и с напряжением от 10 до 400 В. К вторичной обмотке трансформатора подключается нагрузка, соответствующая максимальной мощности трансформатора, на ток от 0,5 до 300 А. Во время испытаний трансформатора применяется рекомендованный способ охлаждения. Точки максимального нагрева фиксируются системой инфракрасного наблюдения и сравниваются с предельно допустимой температурой для данного трансформатора. По результатам тестирования автоматически формируется полный отчет.

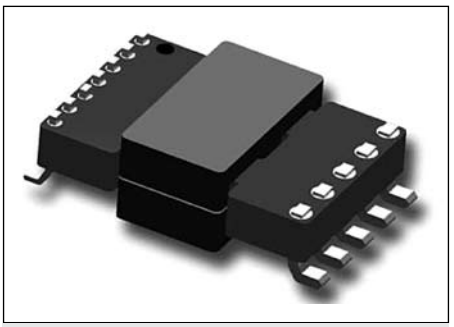

Рис. 4. Трансформатор P018

Таким образом, технология, используемая при изготовлении и тестировании трансформаторов, обеспечивает получение высоконадежных изделий.

Для иллюстрации результата такой разработки в таблице 4 приведены основные параметры 50-Вт трансформатора P018 для использования в DC/DC-преобразователях, а на рис. 4 — внешний вид этого трансформатора. Для справки: габаритные размеры корпуса трансформатора составляют 27,5×18×8,5 мм.

Таблица 5. Основные параметры дросселей серии UC

Наименование	L, мкГн ±20%	DCR, мОм	DCR_{max}, мОм	I_{DC}, А	I_{Sat}, А
UC1380-6R5	6,5	8	8,4	11,8	13
UC1380-5R2	5,2	7,3	7,6	12,4	14,5
UC1380-4R0	4,05	4,9	5,1	15,1	16,4
UC1380-3R0	3,04	3,4	3,6	18	19
UC1380-2R2	2,18	2,5	2,6	21,2	22,4
UC1380-1R5	1,46	1,9	2	24	27,4
UC1380-0R9	0,88	1,3	1,4	29,4	35,2
UC1380-0R5	0,45	1	1,1	33,3	49,3

Рис. 5. Дроссель серии UC

Компания Premo не обошла вниманием и современные решения для питания удаленных приборов, связанных сетью Ethernet, по сигнальному кабелю. Для таких решений была разработана серия трансформаторов с характерным названием POE. Линейка содержит 11 моделей, мощностью 3, 7 и 13 Вт. Рабочая частота — 250 кГц, входное напряжение 36–72 В, выходное напряжение, в зависимости от модели, — от 3,3 до 24 В.

Силовые дроссели

Компания Premo предлагает силовые дроссели для широкого диапазона рабочих токов.

С одной стороны, есть дроссели серии UC размером 14,5×13×8 мм, которые могут работать на частотах до 5 МГц, причем у них нет эффекта температурного старения.

Основные параметры дросселей серии UC приведены в таблице 5, а их внешний вид — на рис. 5.

С другой стороны, это изделия серии M80, разработанные для применений в системах мощностью до 10 кВт. Корпуса дросселей изготовлены из сендастового сплава, а обмотки сделаны из медного провода прямоугольного сечения. Такое решение позволило получить дроссель с чрезвычайно высокой эффективностью (более 99,5%) сравнительно небольших размеров: ширина дросселя составляет 80 мм, высота — 76,2 мм, а длина, в зависимости от мощности, — от 100 до 180 мм. Рабочая частота — до 50 кГц. Индуктивность — от 1,1 до 2,2 мГн, номинальный ток — от 10 до 45 А.

Литература

1. Материалы технического семинара компании Premo. Сентябрь 2010 г.
2. Каталог продукции компании Premo, 2010 г.