

# ИНДУКТОРЫ С ОБМОТКОЙ ИЗ ПЛОСКОГО ПРОВОДА КОМПАНИИ BOURNS

По материалам компании Bourns

*В статье рассматриваются преимущества индуктивностей с обмоткой из плоского провода для сильноточных и высокочастотных приложений. Материал представляет собой перевод [1].*

Общая тенденции в электронной отрасли – миниатюризация и улучшение динамических характеристик компонентов – не обошла стороной и индуктивности. Поскольку индуктивность является моточным изделием, то чтобы обеспечить хорошую проводимость в меньших габаритах для высокочастотных приложений, требуется изменить форму провода. Исследования Bourns показали, что если вместо стандартного провода круглого сечения для индуктивностей больших размеров использовать плоский провод, можно увеличить проводимость индуктивностей для ВЧ-приложений.

Широкий ассортимент индуктивностей семейства SRR пополнился индуктивностями с обмоткой из плоского провода и сердечником из прессованного порошкового железа, отформованным вместе с обмоткой. Эти индуктивности с широким диапазоном номинальных значений обеспечивают оптимальное решение для ВЧ-приложений и решений, в которых требуются большие токи.

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНДУКТИВНОСТЕЙ

Индуктивности уже многие десятилетия используются в DC/DC-преобразователях в качестве накопителей энергии. В повышающих, понижающих и повышающе-понижающих преобразователях требуется одна индуктивность, причем в перечисленных преобразователях используются индуктивности разного типа. В преобразователях топологии SEPIC применяются две индуктивности. В зависимости от состояния силового ключа DC/DC-преобразователя индуктивность работает в двух режимах. При открытом ключе индуктивность запасает энергию, и ее магнитный поток увеличивается. Когда силовой ключ

закрывается, магнитный поток уменьшается, и индуктивность отдает энергию в нагрузку. Другими словами, ток через индуктивность протекает практически все время. Потому столь большое значение придается эффективности ее обмотки.

## КРУГЛОЕ ИЛИ ПЛОСКОЕ СЕЧЕНИЕ?

Провода с круглым сечением, как правило, используются в индуктивностях, работающих в низкочастотных схемах. В этих проводах заметно проявляется поверхностный эффект, при котором ток вытесняется из проводника и распределяется ближе к поверхности. При этом плотность тока в центральной области проводника заметно меньше, т.е. его сечение используется неэффективно, а сопротивление переменному току растет. Поскольку в DC/DC-преобразователях через индуктивность протекают значительные токи высокой частоты, следует использовать экранированные катушки с обмоткой из плоского провода.

Семейство экранированных индуктивностей SRP от Bourns имеет большое множество модификаций с намоткой плоским проводом. При одинаковой площади сечения площадь поверхности плоского провода на 60% больше, чем у провода с круглым сечением (см. рис. 1). Это обстоятельство позволяет значительно уменьшить влияние поверхностного эффекта на частотах вплоть до 5 МГц. При этом увеличивается и максимально допустимый ток через обмотку. Например, индуктивность SRP7028A высотой 3 мм с обмоткой из плоского провода занимает на плате площадь 7 мм<sup>2</sup>. Точно такую же площадь занимает на плате индуктивность SRP7030 с обмоткой из круглого провода. При этом величина индуктив-

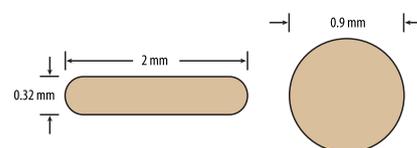


Рис. 1. Площадь сечения и площадь поверхности круглого и плоского провода

ности SRP7028A при больших токах превосходит таковую у SRP7030 с обмоткой из плоского провода.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Коэффициент заполнения обмотки у компактных индуктивностей с обмоткой из плоского провода достигает 95%, т.е. не используется всего 5% объема (!), тогда как у индуктивностей с круглым проводом не используется 30% объема окна. На рисунке 2 видно, насколько плотнее плоский провод заполняет окно.

В индуктивностях семейства SRP сердечник из прессованного порошкового железа формируется вместе с обмоткой, что дает двойную выгоду. Увеличивается электропроводность на высоких частотах, и гораздо лучше использу-

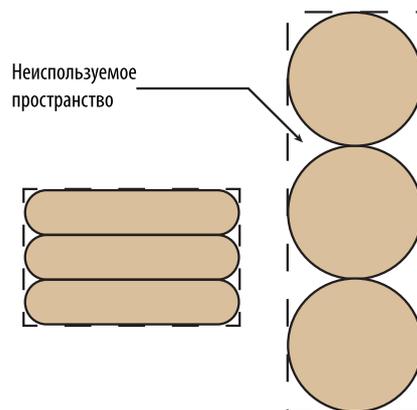


Рис. 2. Заполнение окна проводом с плоским и круглым сечением

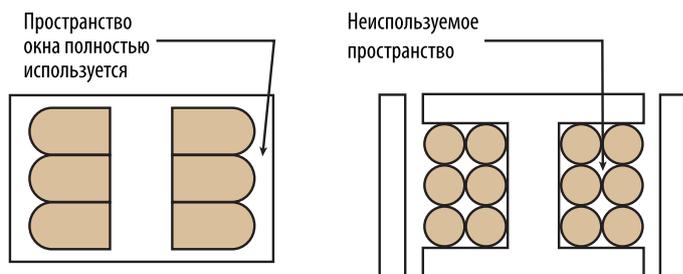


Рис. 3. Преимущества из прессованного порошкового железа

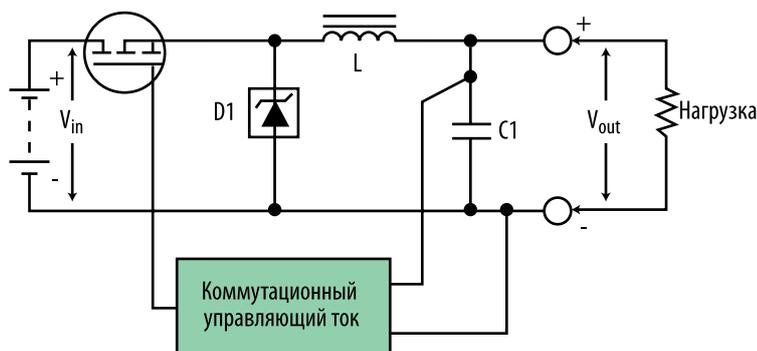


Рис. 4. Пример использования индуктивности в понижающем DC/DC-преобразователе



Рис. 5. Внешний вид SRP7030F

ется пространство окна по сравнению с обмоткой из круглого провода, когда сердечник формируется отдельно (см. рис. 3).

Эта технология позволяет уменьшить габариты и увеличить КПД при изготовлении индуктивностей с номинальным значением вплоть до 47 мкГн. У индуктивностей семейства SRP ток насыщения (при котором величина индуктивности заметно уменьшается) достигает 60 А. Компактная конструкция позволяет изготавливать индуктивности высотой 2–7 мм, которые занимают на плате площадь 4,8–14,8 мм<sup>2</sup>. При этом их номинальный ток в зависимости от температуры достигает 46 А.

Компания Bourns продолжает пополнять семейство SRP новыми модификациями. Недавно была анонсирована индуктивность SRP4020TA. Она занимает на плате площадь 4 мм<sup>2</sup> при высоте 2 мм; при этом номинальные значения индуктивности варьируются в пределах 0,10–22 мкГн, а ток достигает 12 А. Недавно также была анонсирована индуктивность SRP7028A высотой 3 мм. Занимаемая ею площадь составляет 7 мм<sup>2</sup>, а диапазон номинальных значений индуктивностей равен 0,22–22 мкГн. Ток достигает 23 А.

В дорожную карту индуктивностей семейства SRP входят большие компоненты площадью до 20 мм<sup>2</sup> и током насыщения до 150 А. Серия пополнится и малыми индуктивностями площадью не более 3 мм<sup>2</sup> с током насыщения 10 А.

#### СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ

Несмотря на очевидный выигрыш в габаритах и максимально допустимых токах, индуктивности с обмоткой из плоского провода не имеют какой-либо специфики в использовании по сравнению с индуктивностями с обмоткой из круглого провода. Выбор индуктивности зависит от спецификации проекта, особенностей приложения и доступных разработчику ресурсов.

На рисунке 4 представлен пример использования индуктивности в понижающем DC/DC-преобразователе. Интерактивные программы проектирования DC/DC-преобразователей находятся на порталах многих производителей контроллеров. Примером такого средства проектирования является Webench. Эту программу начали разрабатывать еще в National Semiconductor. После того как NS вошла в состав Texas Instruments, программу объединили с аналогичным средством SwitcherPro от TI. Используя это средство разработки, можно выбрать все компоненты преобразователя, в т.ч. индуктивности Bourns, которые введены в базу данных программы.

На сайте Bourns находится параметрический поиск индуктивностей, благодаря которому разработчик, используя исходные требования проекта, имеет

возможность выбрать наиболее подходящую индуктивность. Кроме того, Bourns выпускает комплекты плат, с помощью которых можно во всех подробностях оценить предлагаемые индуктивности для использования в новых проектах.

#### ВЫВОДЫ

Тенденцией настоящего времени для индуктивностей является уменьшение сопротивления постоянному току (DCR) и увеличение максимально допустимого тока. Этой тенденции полностью отвечает серия индуктивностей SRP компании Bourns. Обмотка индуктивностей этой серии выполнена плоским проводом, а сердечник из прессованного порошкового железа отформован вместе с обмоткой. Поскольку у плоского провода площадь поверхности больше, при высокой частоте протекающего тока влияние поверхностного эффекта уменьшается. У катушек с обмоткой из плоского провода – меньшие габариты. При этом удается получить более высокие номинальные значения индуктивности. На рисунке 5 в качестве примера показана индуктивность SRP7030F. Другие индуктивности этой серии имеют такой же внешний вид, но отличаются размерами.

#### ПРЕИМУЩЕСТВО ИНДУКТИВНОСТЕЙ BOURNS

Компания Bourns уже в течение нескольких десятилетий занимает лидирующее положение в производстве индуктивностей, продолжая оставаться лидером и отвечая всем требованиям и вызовам сегодняшнего дня. Авторитет компании основан на качестве ее продукции. Индуктивности Bourns для поверхностного монтажа могут использоваться в DC/DC-преобразователях или других проектах, где требуются подобные компоненты. Поскольку ассортимент компании насчитывает более двух тысяч модификаций индуктивностей, высока вероятность найти среди них компонент, отвечающий нуждам разрабатываемого приложения. При расчете потерь индуктивности следует учесть такие факторы как плотность магнитного потока, диапазон изменения температуры и потери в сердечнике. Инструменты компании Bourns помогут выполнить такой расчет.

**Дополнительную информацию см. по адресу [www.bourns.com](http://www.bourns.com).**

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Application Note. Advantages of Flat Wire Inductors for High Frequency, High Current Designs//[www.bourns.com](http://www.bourns.com).

**| BOURNS АНОНСИРОВАЛА ГАЗОВЫЙ РАЗРЯДНИК MODEL СЕРИИ 2015  
ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ВСПЛЕСКОВ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ |**

Компания Bourns анонсировала газовые разрядники (GDT) серии 2015 для защиты от всплесков перенапряжения. Эти GDT в инновационном плоском корпусе производятся по фирменной технологии FLAT. Технология Bourns FLAT позволяет реализовать низкопрофильное решение для печатных плат с плотным монтажом и ограничением по высоте компонентов.

Серия 2015 отвечает требованиям стандарта ITU K.12 Class II и выдерживает ток 5 кА при форме волны 8/20 мкс. Разрядники этой серии рассчитаны на напряжение 90–600 В постоянного тока и выпускаются в корпусе для вертикального и горизонтального поверхностного монтажа, а также в безвыводном корпусе для использования в картриджах и установки с помощью зажимов.

Особенностью новой серии является горизонтальное SMD-исполнение, которое позволяет уменьшить высоту примерно на 66% по сравнению со стандартной 5-мм версией разрядников Bourns. По сравнению с 8-мм разрядниками устройства GDT серии 2015 выигрывают по объему на 75%. При вертикальном монтаже разрядники серии 2015 занимают почти вдвое меньше места, чем сравнимые по параметрам 8-мм GDT.



**Преимущества**

- Горизонтальное исполнение позволяет существенно уменьшить высоту решения по сравнению со стандартной 5-мм высотой GDT.
- GDT не вносят потерь и искажений в интерфейсы вплоть до 1 ГГц.
- Ограничения по напряжению подходят для чувствительного к помехам оборудования.
- Долговременная термостабильность и сохранение параметров.
- Разнообразные возможности монтажа, в т.ч. на обратной стороне платы.
- Бессвинцовая технология.

**Особенности**

- Компактный корпус позволяет сэкономить место.

- Устойчив к всплескам токов.
- Стабильность параметров в течение всего срока службы.
- Малые утечки и вносимые потери.
- Постоянная емкость, не зависящая от приложенного напряжения.
- Низкое напряжение дуги.
- Широкий диапазон напряжений пробоя: 90–600 В.

**Приложения**

- Телеком, оборудование конечного пользователя.
- Промышленные коммуникации.
- Устройства защиты от перенапряжений.
- Устройства с повышенной плотностью монтажа на плате.