

# Варикон – симбиоз варистора и конденсатора: новое предложение от компании Bourns

**Владимир Рентюк**

E-mail: info@symmetron.ua

**Для некоторых приложений нужен определенный подход к подавлению электромагнитных помех (ЭМП), при котором требуется как собственно подавление ЭМП, так и защита от скачков напряжения, а точнее – поглощение их энергии. Обычно эту проблему решает использование двух компонентов – конденсатора для подавления излучаемой ЭМП и металлооксидного варистора для поглощения энергии броска напряжения. В настоящее время в портфеле предложений компании Bourns, широко известной на рынке дискретных компонентов для защиты цепей и решения проблем электромагнитной совместимости (ЭМС), появились уникальные компоненты – вариконы, в которых сочетаются преимущества варисторов (вари-) и конденсаторов (-кон). Эти компоненты типа «2 в 1» защищают приложения от скачков напряжения (варистор), решая вопросы ЭМС (конденсатор) и делая их отвечающими требованиям стандарта CISPR, при этом сокращаются габариты печатной платы. Статья знакомит читателей с двумя сериями вариконов: автомобильного (серия OV) и общего (серия MV) назначения.**

## ВВЕДЕНИЕ

Задача защиты — предотвратить или свести к минимуму ущерб, вызванный скачком напряжения, при этом сама система защиты или защитный элемент должны срабатывать безопасным способом, а после снятия воздействия защищаемое оборудование, в свою очередь, должно вернуться в штатное рабочее состояние с минимальным перерывом по времени. К тому же при отсутствии возмущающих воздействий защита или используемый для ее реализации элемент (элементы) не должны мешать нормальному функционированию оборудования — другими словами, должно сохраняться то, что мы называем «целостность сигнала». Это может быть электропитание или линии передачи/приема данных.

Для целей защиты могут использоваться различные компоненты или их совокупности. До недавнего времени компания Bourns предлагала и предлагает [1]:

- Семейства газовых разрядников (Gas Discharge Tubes, GDT), кото-

рые создают квазикороткое замыкание, когда при перенапряжении достигается ионизация наполняющего их газа, потом они опять возвращаются к состоянию высокого импеданса.

- Семейство устройств защиты на основе тиристоров TISP, которые сначала ограничивают напряжение в линии, а затем переключаются в проводящее состояние при низком напряжении. После скачка напряжения, когда ток падает ниже тока удержания, устройство возвращается в исходное состояние высокого импеданса.
- Семейство диодов подавления переходных напряжений (Transient Voltage Suppressor, TVS), которые работают за счет быстрого перехода от высокого импеданса к нелинейной характеристике сопротивления, ограничивающей скачки напряжения.
- Семейство защитных устройств в виде многослойных варисторов (multilayer varistor, MLV). Эту серию отличают низкие токи утечки, которые делают устройства незаметными при нормальной работе.

**Таблица 1. Сравнительный анализ защитных ограничителей напряжения**

Параметр	Газовые разрядники	Защитные тиристоры	Варисторы, объемные	Обычные TVS-диоды	Специальные TVS-диоды
Уровень пиковых токов	высокий	средний	высокий	средний	средний
Минимальное напряжение включения, В	75	8	6	6	~3
Точность напряжения включения	низкая	высокая	низкая	высокая	высокая
Эффективность ограничения выбросов напряжения	средняя	высокая	средняя	высокая	высокая
Типовая емкость, пФ	~1.5	~30	~1400	~100	0.2
Соотношение «пиковый ток/габариты»	низкое	среднее	высокое	среднее	высокое
Время срабатывания	большое	среднее	большое	малое	сверхмалое

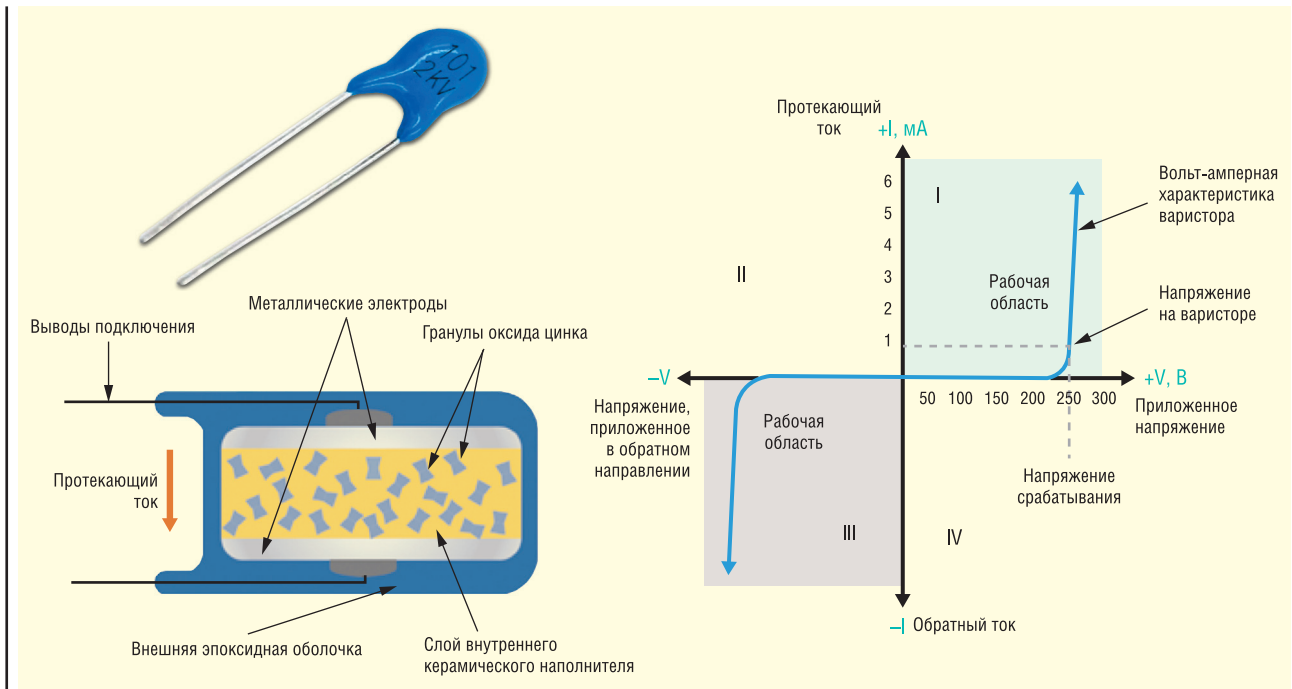


Рис. 1. Передаточная функция

- Объемные силовые металлооксидные (Metal Oxide Varistor MOV) варисторы.

Основные характеристики защитных устройств можно оценить по таблице 1.

Как можно видеть из таблицы 1, наиболее простым и экономическим эффективным решением, если дело не касается высокоскоростных линий передачи данных, требующих минимальной емкости, здесь являются варисторы.

Что такое варистор? Название «варистор» (от *англ.* Varistor) составлено из двух частей VARI-able и resi-STOR (буквально: резистор с изменяемым сопротивлением, или, что более правильно, нелинейный резистор). Варисторы могут быть выполнены на основе карбида кремния (красные) и металлооксидные (синие), которые более распространены, конструкция типового варистора в общем виде и его вольт-амперная характеристика показаны на рисунке 1.

Металлооксидные варисторы (Metal Oxide Varistor, MOV) выполнены на основе оксида цинка (ZnO) с небольшим содержанием висмута, кобальта, магния и других элементов, образующих микрогранулы. В местах соприкосновения микрогранул варистора возникает эффект проводимости. Так как количество гранул в объеме варистора очень велико, поглощаемая варистором энергия значительно превышает энергию, которая может пройти через единственный *p-n*-переход в диодах. В процессе протекания тока через варистор

весь проходящий заряд равномерно распределяется по всему объему. Таким образом, количество энергии, которую может абсорбировать варистор, напрямую зависит от его объема и может достигать больших величин.

Кроме единичных, скажем так — самодостаточных устройств защиты, компания Bourne имеет в своем портфеле и комбинированные устройства. Инженерам Bourne удалось соединить в одном устройстве положительные свойства газового разрядника и объемного варистора. Это проприетарное решение было представлено в апреле 2019 года в виде инновационной линейки гибридных двунаправленных компонентов защиты от перенапряжения под торговым названием GMOV. В данном продукте инженеры компании объединили инновационную и компактную газоразрядную трубку (GDT) Bourne с технологией FLAT с MOV [2]. Не так давно портфель компании Bourne пополнился еще одними интересными гибридными устройствами — вариконами.

### ВАРИКОНЫ — СИМБИОЗ ВАРИСТОРА И КОНДЕНСАТОРА

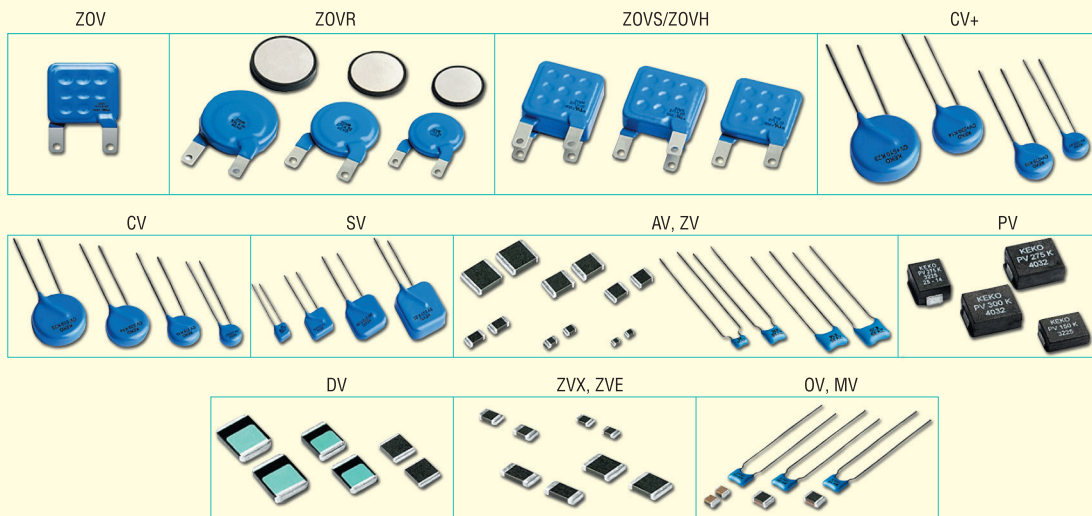
Вариконы — это наследие от приобретенной компанией Bourne компании KEKOVaricon d.o.o. Žužemberk (Словения). За счет данного приобретения Bourne существенно расширил свое портфолио в сегменте металлооксидных

и многослойных варисторов (MOV, MLV) и укрепил позиции в качестве одного из крупнейших производителей защитных компонентов.

Компания KEKO-Varicon — один из ведущих мировых производителей компонентов защиты от перенапряжения и подавления электромагнитных помех. Продукция компании разработана для широкого спектра применений в низковольтных приложениях, телекоммуникации, автомобильной электронике, линиях переменного тока и промышленного оборудования. Сочетание обширных технических знаний и современного оборудования позволяет KEKO-Varicon производить продукцию с высочайшим уровнем и почти 100%-ным выходом готовой продукции. Примеры продукции компании KEKOVaricon, которые теперь доступны в портфеле заказов компании Bourne, можно увидеть на рисунке 2.

Компания KEKO-Varicon выпускала как стандартные радиальные дисковые варисторы общего применения, так и их специализированные серии [3]: многослойные SMD-варисторы для низковольтных применений, варисторы для автомобильной промышленности и медицинской техники, силовые варисторы с высоким уровнем рассеиваемой энергии, а также интересующие нас в рамках данной статьи вариконы.

В технике иногда недостаток может оказаться или использоваться как несомненное достоинство. Если посмо-

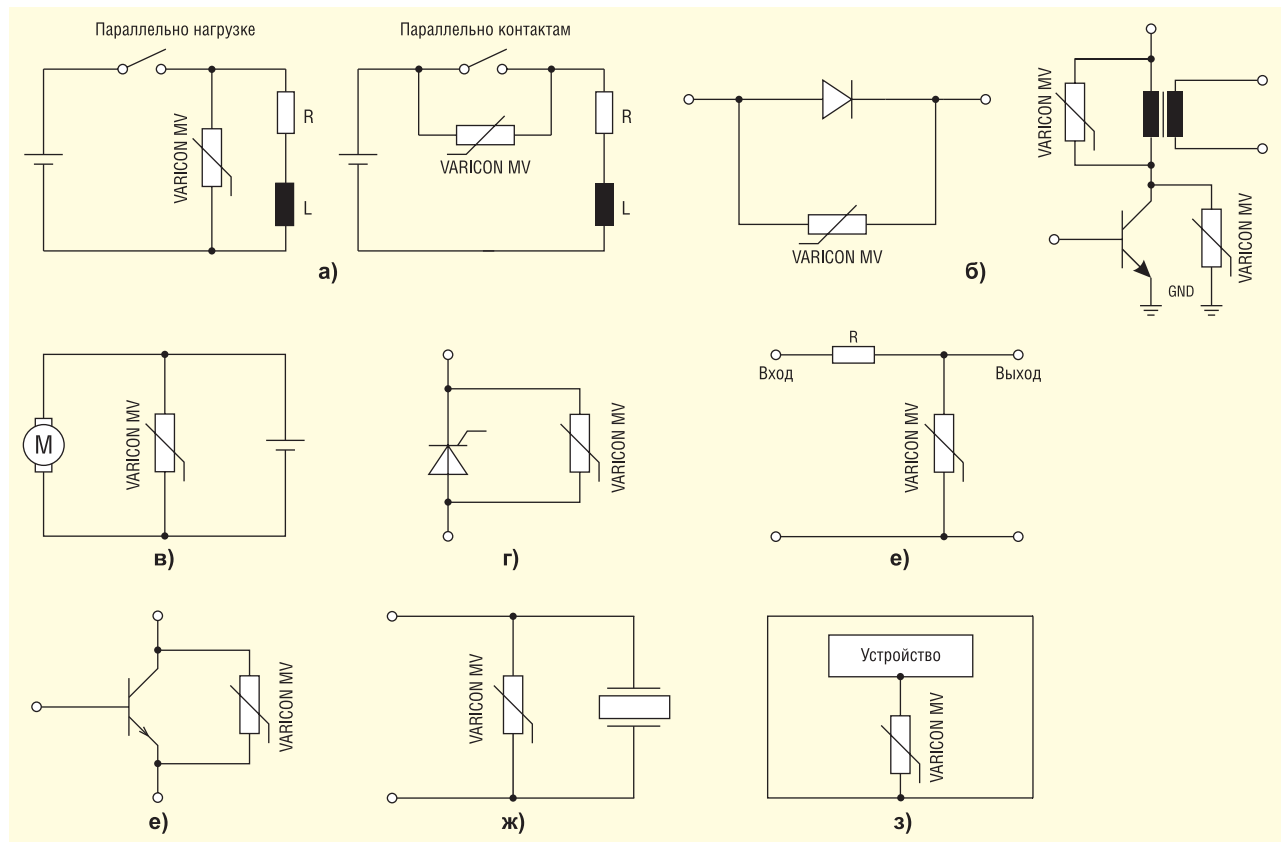


**Рис. 2.** Внешний вид отдельных серий варисторов KEKO-Varicon, доступных ныне от компании Bourns

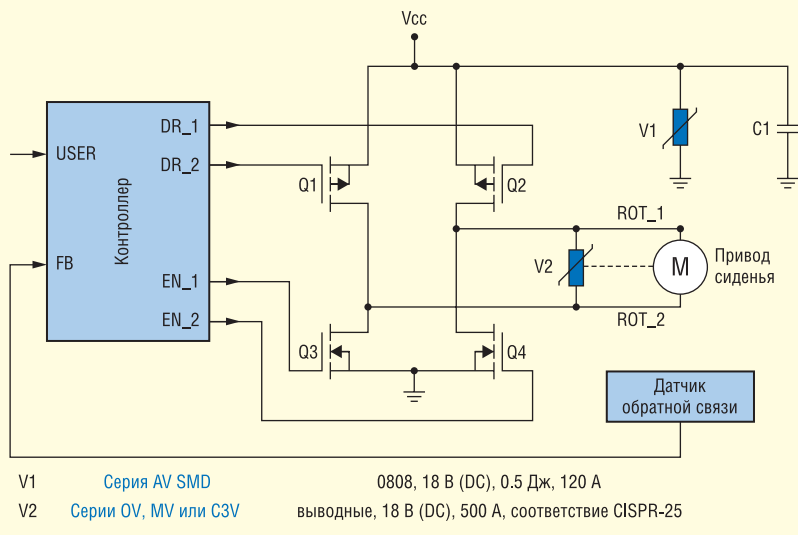
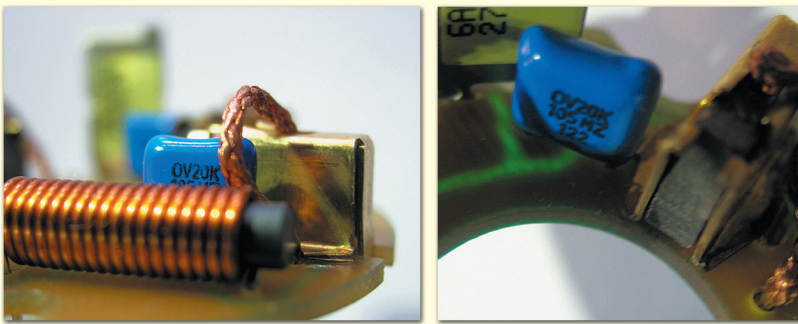
треть на сравнительные данные, приведенные в таблице 1, то можно видеть, что варисторы имеют самую большую поглощаемую мощность импульса напряжения, но и самую большую собственную емкость, которая ограничи-

вает их применение. Инженеры тогда еще самостоятельной компании KEKO-Varicon посмотрели на это под другим углом — а что если эту емкость увеличить и нормировать? В таком случае мы получим новый двухфункциональный

элемент, который будет решать проблемы защиты от импульсов напряжения и подавления ЭМП. Так получился варикон (Varicon, VARI (stor) — варистор + COND (enser) — конденсатор), давший наименование компании. Для этого им



**Рис. 3.** Примеры типового использования вариконов серии MV компании Bourns: недопущение дуги при замыкании и размыкании контактов реле (а); защита полупроводниковых компонентов схемы — транзисторов и диодов (б); устранение помех от электродвигателей (в); подавление переходных процессов при выключении тиристора (г); стабилизация напряжения и поглощение бросков напряжения (д); защита транзисторов от подачи недопустимо высокого напряжения (е); предотвращение акустического удара и защита пьезоизлучателя (ж); защита от накопления статического электричества (з)



**Рис. 4. Пример практического применения вариконов серии OV на щеточной плате двигателя постоянного тока и схема для управления приводом сиденья автомобиля**

двойного действия, которые защищают от бросков напряжения и от высокочастотного шума, заменяя два компонента — варистор низкого напряжения и конденсатор. Вариконы серии MV предназначены для широкого применения, работают в диапазоне постоянного напряжения 3–125 В (до 170 В по запросу) и как высокочастотные шунтирующие конденсаторы выполнены на основе диэлектрика X7R, имея диапазон емкостей 10 нФ — 1 мкФ. Также доступны более низкие значения емкости. Они предназначены для защиты самой различной радиоэлектронной аппаратуры электронных устройств, чувствительной к броскам напряжения и высокочастотным шумам, производимым электромеханическими устройствами, такими как зуммеры, реле, щеточные электродвигатели и т.п. (примеры на рис. 3).

Вариконы серии OV предназначены в первую очередь для применения в автомобильном оборудовании (пример на рис. 4). Вариконы серии OV включают варистор, предназначенный для работы на автомобильных шинах напряжения постоянного тока 12, 24 и 42 В, и имеют диапазон напряжений 16, 20, 26, 38 и 56 В. Встроенный в вариконды серии OV конденсатор фильтрации радиочастотных помех с емкостью на основе диэлектрика X7R имеет емкость в диапазоне 0.47–1.5 мкФ (более высокие значения емкости доступны по запросу), что делает их оптимальными для защиты и обеспечения требований в части ЭМС в целом ряде приложений автомобильной электроники.

Серии MV и OV представляют собой компоненты квадратной формы. Для серии MV доступны компоненты размером 6×8 мм с линейными выводами для монтажа в отверстия. Для

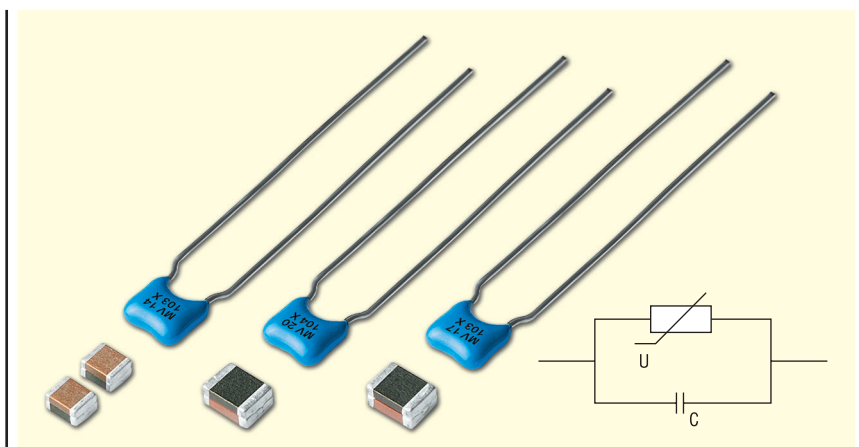
потребовалось ни много ни мало соединить в одном корпусе варистор и многослойный керамический конденсатор, на первый взгляд — это просто, однако по факту — сложно. Кроме того, здесь необходимо уточнение: варикон не надо путать с созвучным ему варикондом — сегнетоэлектрическим конденсатором, емкость которого изменяется нелинейно в зависимости от приложенного напряжения, это совершенно разные компоненты и для разных целей.

Комбинированные варисторы со встроенным конденсатором применяются не только для поглощения энергии всплесков напряжения, но и для подавления сопутствующих им высокочастотных шумов и помех как следствия переходных процессов. Кроме того, они в определенной мере решают и вопросы электромагнитной совместимости (ЭМС), подавляя электромагнитные помехи (ЭМП) непосредственно самого приложения, например коллекторного двигателя. Схемы включения вариконов, на примере использования варикона серии MV, общего назначения, показаны на рисунке 3 [4] (кстати, об-

ращаю ваше внимание, что в оригинале допущены ошибки!), а пример практического применения — на рисунке 4.

**СЕРИИ MV/OV**

Вариконы серий MV и OV представляют собой защитные устройства



**Рис. 5. Варианты исполнения вариконов серий MV и OV компании Bourne и их графический символ**

**Таблица 2. Основные технические характеристики коммерчески доступных вариконов серий MV и OV**

Параметр		Серия MV	Серия OV
Непрерывный режим	Приложенное установившееся напряжение		
	Диапазон напряжения постоянного тока (Vdc), В	3–170	16–56
	Диапазон переменного напряжения (Vrms), В	2–130*	14–40
Импульсный режим	Энергия сброса нагрузки (WLD), Дж	–	6–12
	Возможность запуска от внешнего источника — 5 мин ( $V_{\text{зап}}$ ), В	–	24–65
	Непериодический импульсный ток, форма волны 8/20 мкс ( $I_{\text{макс}}$ ), А	150	800–1200
	Энергия неповторяющихся всплесков напряжения, форма волны 10/1000 мкс ( $W_{\text{макс}}$ ), Дж	0.1–2.5	2.4–10.5
Номинальная емкость конденсатора, нФ	10–1000	470–4700	
ТКЕ конденсатора		X7R	
Рабочая температура окружающей среды, °С		–40...+125	
Температура хранения, °С		–40...+150	
Температурный коэффициент порогового напряжения, не более, %/°С		+0.5	
Сопротивление изоляции, не менее, ГОм		1	
Допустимое напряжение изоляции, кВ, не менее		1.25	
Время отклика, не более, нс		25	
Климатическая категория		40/125/56	
<b>Примечание.</b> *Вариконы с номинальным напряжением 2–8 В являются нестандартными и доступны только по запросу.			

серии OV доступны два стандартных размера 7.5×9 мм и 8×12 мм (меньшие размеры доступны по запросу). Они требуют очень небольшого пространства для установки, как правило, занимая площадь на 30% меньше, чем два отдельных компонента. По запросу вариконы этих серий также доступны в SMD-исполнении для поверхностного монтажа (рис. 5). Обе серии могут поставляться с классификацией согласно AEC-Q200 Grade 1 (–40...+125 °С) для использования в автомобильной индустрии, а серия OV способна выдерживать мощные импульсы при сбросе нагрузки в соответствии с требованиями SAE J1113. Основные технические характеристики вариконов серий MV и OV компании Bourns приведены в таблице 2. Полные технические характеристики вариконов серий MV и OV компании Bourns доступны в спецификациях [4, 5].

Полная номенклатура защитных компонентов, которой владела компания KEKO-Varicon и которая перешла к Bourns, приведена в каталоге [6]. К сожалению, каталог не обновлялся с 2015 года и в нем допущены ошибки, поэтому для уточнения следует обращаться либо напрямую к службе поддержки компании Bourns, либо к ее авторизованному дилеру. В любом случае отказываться от использования таких компонентов, как вариконы, не стоит, а объединение компаний KEKO-Varicon и Bourns несомненно даст новый толчок к развитию этого перспективного направления защитных элементов. Пол-

ная номенклатура защитных компонентов компании доступна по ссылке [7].

**Более детальную информацию можно получить в компании «Симметрон-Украина»:**  
**тел.: (044) 494-25-25,**  
**e-mail: info@symmetron.ua,**  
**http://www.symmetron.ua**

*Литература:*

1. Рентюк В. Элементы BOURNS для защиты от статического электричества и переходных процессов. В сб. «Электромагнитная совместимость в электронике». 2019.
2. Рентюк В. Комбинированный варистор компании BOURNS — эффективное решение проблемы защиты оборудования. В сб. «Электромагнитная совместимость в электронике». 2019.
3. Верхулевский К. Варисторы и конденсаторы Keko Varicon для автомобильных и промышленных применений // Компоненты и технологии. 2015. № 7.
4. MV Series — Low Voltage Dual Function Varicons. REV. A 01/20. [https://www.bourns.com/docs/product-datasheets/mv\\_series.pdf?sfvrsn=22ed46f6\\_6](https://www.bourns.com/docs/product-datasheets/mv_series.pdf?sfvrsn=22ed46f6_6)
5. OV Series — Automotive Grade Dual Function Varicons. REV. A 01/20. [https://www.bourns.com/docs/product-datasheets/ov\\_series.pdf?sfvrsn=eed46f6\\_6](https://www.bourns.com/docs/product-datasheets/ov_series.pdf?sfvrsn=eed46f6_6)
6. Catalogue PROTECTIVE DEVICES. Edition 2015. [www.keko-varicon.si/application/keko/upload/files/KEKO\\_OV.pdf](http://www.keko-varicon.si/application/keko/upload/files/KEKO_OV.pdf)
7. [www.bourns.com/products/circuit-protection/varistor-products](http://www.bourns.com/products/circuit-protection/varistor-products)

