

Двухканальный контроллер светового шнура типа «дюралайт»

Александр Одинец

В статье рассмотрен вариант контроллера, реализующий плавное противофазное управление яркостью двух гирлянд методом широтно-импульсной модуляции. В то время, когда яркость ламп в одном канале плавно убывает, в другом она возрастает.

Общие сведения

В настоящее время для эстетического светового оформления витрин магазинов, баров, дискотек, наружной рекламы и архитектурного освещения широко используются световые шнуры типа «дюралайт» («Duralight») и «флексилайт» («Flexilight») в различных конфигурациях. «Дюралайт» представляет собой гибкий шнур круглого (реже прямоугольного) сечения из окрашенного светорассеивающего пластика (ПВХ), которым залита гирлянда из миниатюрных лампочек или светодиодов. Количество гирлянд может варьироваться от одной до четырёх. Существуют различные конфигурации «дюралайта»: «фиксинг», «хамелеон», «чейзинг» и «мультичейзинг».

Соответственно перечисленным сериям меняется кратность резки и потребляемая мощность световых шнуров:

- для серии «фиксинг» кратность резки – 1 м;
- для серии «хамелеон» и «чейзинг» – 2 м;
- для серии «мультичейзинг» – 4 м.

Потребляемая мощность «дюралайта» изменяется от 16,38 Вт/м («фиксинг», «чейзинг», «хамелеон») до 21,6 Вт/м («мультичейзинг»).

Обычно один конец отрезка «дюралайта» с помощью переходной муфты соединяется с сетевым шнуром, который подключается непосредственно в сеть 220 В. На другой (свободный) конец надевается пластиковая заглушка. Отрезки «дюралайта» могут соединяться друг с другом разъемом типа «папа-папа» и скрепляются соединительной муфтой или специальной термоусаживающей плёнкой.

В отличие от базовой версии, реализующей фазоимпульсный метод управления, в улучшенной версии

контроллера использован широтно-импульсный метод (ШИМ) управления гирляндами, что позволило увеличить дискретность уровней яркости с 16 до 256 и реализовать идеально плавное управление яркостью гирлянд при меньших аппаратных затратах.

В отличие от конструкций контроллеров, доступных в Интернете, предлагаемый вариант не имеет ограничения по продолжительности времени работы. При этом нет необходимости в ходе работы нажимать какие-либо кнопки, чтобы вернуть контроллер в исходное состояние.

Принцип работы

Схема электрическая принципиальная контроллера (рис. 1) содержит: два генератора прямоугольных импульсов; ВЧ-генератор, собранный на элементах DD1.1 и DD1.2, стробирующий ШИМ-модулятор, НЧ-генератор на элементах DD1.3 и DD1.4, управляющий формирователем кодовых комбинаций нарастания/убывания яркости; счётчики DD2.1, DD2.2 – делители частоты на 256; одновибратор на элементах DD3.1, DD3.2; RS-триггер на элементах DD3.3, DD3.4; счётчик с переменным коэффициентом деления DD4, DD5, собственно формирователь кодовых комбинаций нарастания/убывания яркости DD6, DD7, DD8 и схему индикации DD9, HL1...HL16. Для управления мощными ключевыми MOSFET-транзисторами используются буферные формирователи на транзисторах VT2, VT3 и VT6, VT7, сигнал на которые с выходов RS-триггера подаётся через схемы сдвига уровня на транзисторах VT1 и VT5.

Питание буферных формирователей осуществляется от параметрического стабилизатора на элементах R8, R9, VD1, а цифровой части схемы –

от маломощного интегрального стабилизатора DA1.

Скорость нарастания/убывания яркости гирлянд задаётся переменным резистором R3, входящим во времязадающую цепь генератора прямоугольных импульсов DD1.3, DD1.4. В устройстве используется так называемый широтно-импульсный метод (ШИМ) управления ключевыми MOSFET-транзисторами. При этом яркость свечения зависит от времени нахождения транзистора в открытом состоянии, т.е. от скважности импульсов. Напомним, что скважностью называется отношение периода следования импульсов к их длительности. Следовательно, чем больше скважность, тем больше соотношение период/длительность импульса, тем меньше яркость, и наоборот, чем меньше скважность, тем больше яркость в данном канале.

Рассмотрим работу контроллера с момента подачи питания, считая, что при этом счётчик DD6 установлен в нулевое состояние. При этом на выходе всех элементов «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ» также присутствуют уровни лог. 0, поскольку на объединённые управляющие входы этих элементов (выводы 2, 5, 13, 9) также приходит уровень лог. 0.

Первым же отрицательным перепадом с выхода старшего разряда счётчика DD2.2 запускается одновибратор на элементах DD3.1, DD3.2. На его выходе формируется короткий отрицательный импульс длительностью несколько десятков наносекунд, который устанавливает RS-триггер в исходное единичное состояние (на выходе DD3.3 – уровень лог. 1), и происходит одновременная запись текущей двоичной комбинации «00000000» с выходов элементов DD7.1...DD7.4 и DD8.1...DD8.4 в собственные двоичные разряды счётчиков DD4 и DD5. Этот двоичный код определяет коэффициент пересчёта данных счётчиков, а значит, и временной интервал с момента установки RS-триггера в единичное состояние до момента

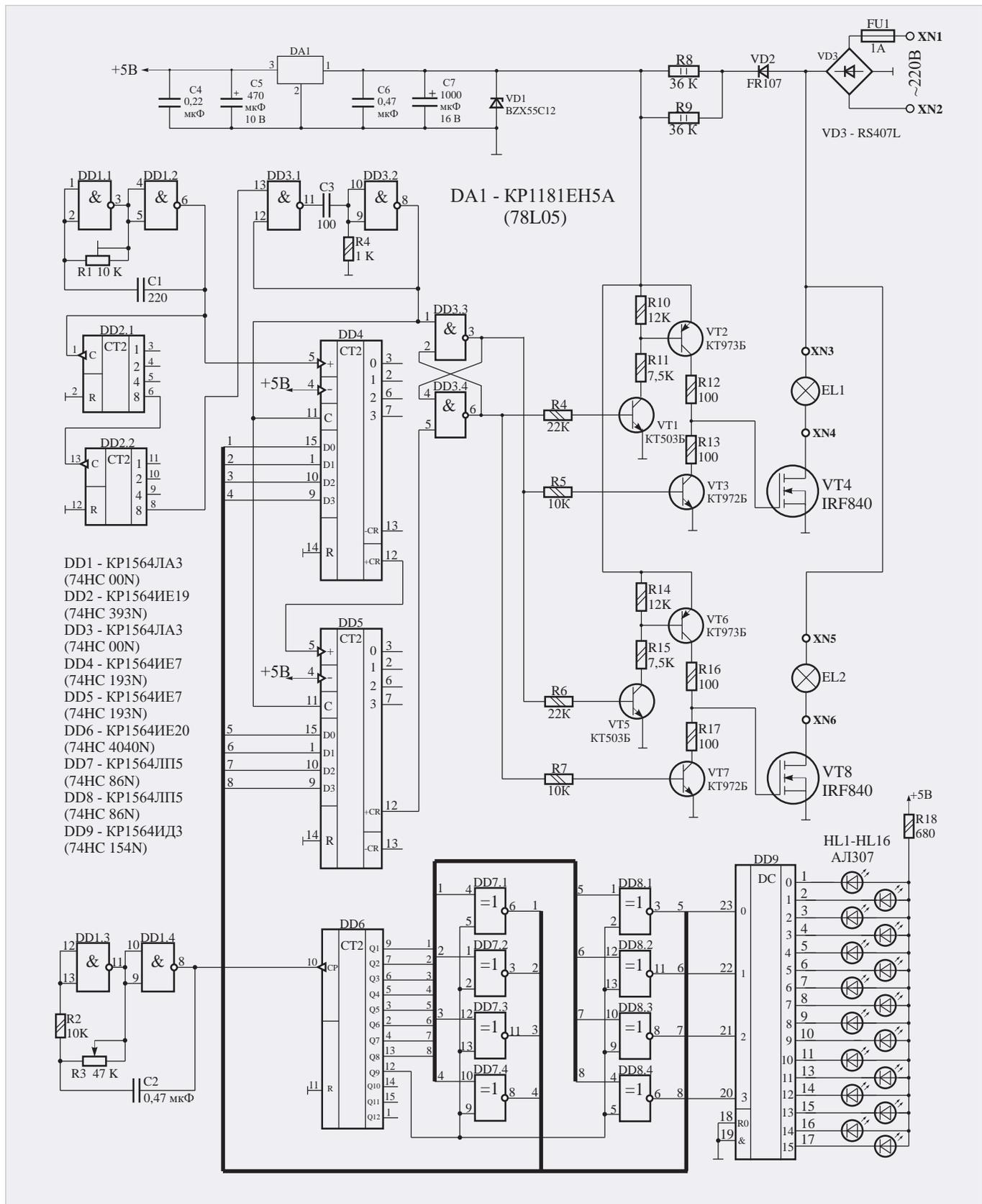


Рис. 1. Двухканальный контроллер «дюралайта» на MOSFET-транзисторах. Схема электрическая принципиальная

появления отрицательного импульса (сигнала переполнения) на выходе «+CR» (вывод 12) счётчика DD5. Этот временной интервал определяет скважность импульсов на выходах RS-триггера DD3.3-DD3.4. Уровень лог. 1 с выхода элемента DD3.3 открывает

транзисторы VT3 и VT5, а уровень лог. 0 с выхода DD3.4 закрывает VT1, VT2 и VT5, VT6. Следовательно, мощный ключевой MOSFET-транзистор VT8 оказывается открытым, а VT4 – закрытым в данный момент времени. При переключении RS-триггера в

противоположное состояние происходит обратный процесс.

При увеличении состояния счётчика DD6 происходит нарастание двоичных комбинаций на его выходах, а значит, и на выходах элементов DD7.1...DD7.4 и DD8.1...DD8.4. С увели-

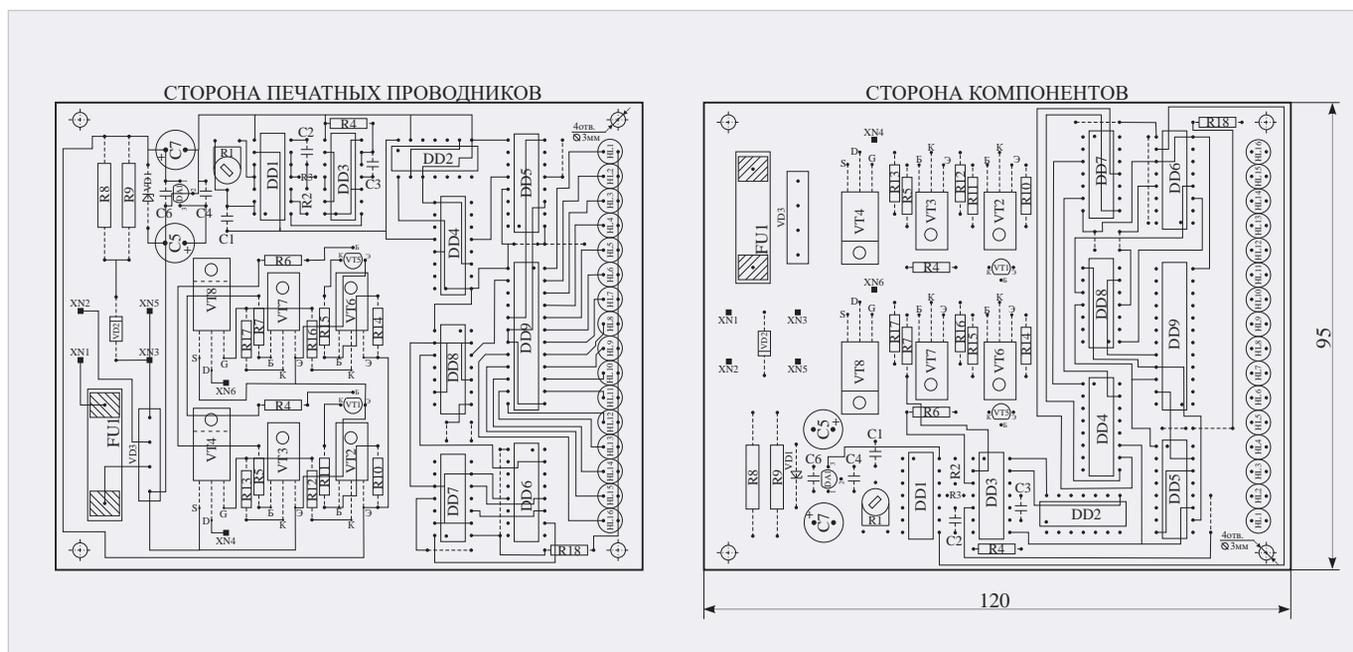


Рис. 2. Двухканальный контроллер «дюралайта» на MOSFET транзисторах. Рисунок печатной платы

чением двоичных комбинаций, записываемых во внутренние двоичные разряды счётчиков DD4, DD5, коэффициент их пересчёта уменьшается, поэтому уменьшается и временной интервал с момента стробирования счётчиков импульсом с выхода одновибратора DD3.1, DD3.2 до момента появления сигнала переполнения на выходе «+CR» (вывод 12) счётчика DD5 и переключения RS-триггера в противоположное состояние. При этом скважность импульсов на прямом выходе RS-триггера (вывод 3 элемента DD3.3) увеличивается (яркость в первом канале EL1 убывает), а на инверсном выходе RS-триггера (вывод 6 элемента DD3.4) уменьшается (яркость во втором канале EL2 возрастает).

При достижении счётчиком DD6 своего 256-го состояния на выходе Q9 (вывод 12) появляется уровень лог. 1. Все логические элементы DD7.1...DD7.4 и DD8.1...DD8.4 начинают работать в режиме инверсии выходных кодовых комбинаций счётчика DD6, поэтому на их выходах формируются последовательно убывающие двоичные комбинации. Яркость в первом канале (EL1) начинает возрастать, а во втором (EL2) – убывать. Таким образом, осуществляется ШИМ-модуляция яркости гирлянд.

Конструкция и детали

Контроллер собран на печатной плате (рис. 2) размерами 120×95 мм из двухстороннего фольгированного

стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. В устройстве применены резисторы типа МЛТ-0,125, МЛТ-2 (R8, R9), конденсаторы постоянные типа К10-17 (C1...C4, C6) и электролитические типа К50-35 (C5, C7); подстроечный резистор R1 – типа СП3-386 в горизонтальном исполнении, переменный R2 может быть любой малогабаритный (с ручкой из изоляционного материала!); транзисторы VT1, VT5 могут быть из серий KT503, KT3102 и другие малогабаритные структуры n-p-n; транзисторы VT2, VT3, VT6, VT7 – обязательно составные средней мощности; светодиоды HL1...HL16 – любого цвета, желательно сверхъяркие, диаметром 5 мм; стабилитрон VD1 должен быть с напряжением стабилизации 10...12 В, например, Д810, Д814В, Д814Г, КС510А, КС512А или ВZX55С10, ВZX55С12; диод VD2 – кремниевый средней мощности с минимально допустимым обратным напряжением не менее 400 В. Диодный мост должен быть в вертикальном исполнении типа RS407L или аналогичный. Транзисторы MOSFET типа IRF840 заменимы на IRF740 и другие с минимально допустимым рабочим напряжением сток-исток не менее 400 В и минимально возможным сопротивлением канала в открытом состоянии. Максимальная мощность нагрузки при эксплуатации без радиатора не должна превышать 250 Вт. При большей мощности радиаторы необходимы.

Автором проверены также транзисторы КП7173А отечественного произ-

водства. Их параметры: максимальный ток стока $I_c = 4$ А, максимально допустимое напряжение сток-исток $U_{c-и} = 600$ В. Сопротивление канала в открытом состоянии не более $R < 2$ Ом. Максимальная суммарная мощность гирлянды в одном канале в случае применения транзисторов типа КП7173А без радиатора не должна превышать 100 Вт. Все ИМС серии KP1564 (74НСxx) заменимы на соответствующие аналоги серии KP1554 (74АСxx). Интегральный стабилизатор применён типа KP1181ЕН5А (78L05).

Для индикации яркости и создания эффекта «бегущего огня» в устройство введены дешифратор DD9 и светодиодная линейка HL1...HL16. При желании дешифратор и светодиоды можно исключить из конструкции без ухудшения функциональности устройства.

Настройка контроллера заключается в установке частоты задающего генератора DD1.1, DD1.2 подстроечным резистором R1 около 512 кГц и выборе желаемой скорости нарастания/убывания яркости гирлянд с помощью переменного резистора R3.

Внимание! Конструкция имеет непосредственную гальваническую связь с сетью переменного тока! Все элементы находятся под напряжением 220 В. При настройке устройства необходимо использовать отвёртку с ручкой из изоляционного материала. Ручка переменного резистора R3 также должна быть выполнена из изоляционного материала.



НОВОСТИ МИРА. ЧИТАЙТЕ НА ПОРТАЛЕ WWW.CTA.RU

Рост рынка промышленной автоматизации: ключевые драйверы и прогнозы

Мировой рынок промышленной автоматизации оценен в 200 млрд долларов США в 2024 году. Ожидается, что к 2035 году он вырастет до 570,4 млрд долларов при среднегодовом темпе роста 10,3%. Важнейшими факторами роста являются внедрение технологий Индустрии 4.0, интеграция искусственного интеллекта (ИИ), нехватка рабочей силы и правительственные инициативы, направленные на поддержку интеллектуального производства.



Трансформация промышленной автоматизации

Промышленность переживает значительные изменения благодаря внедрению ИТ-решений, таких как Интернет вещей (IoT), искусственный интеллект и робототехника. Это позволяет решать проблемы, связанные с нехваткой рабочей силы, ростом затрат и необходимостью повышения операционной эффективности. Внедрение технологий Индустрии 4.0 способствует переходу от традиционных производственных процессов к интеллектуальным, подключенным системам, что особенно заметно в таких отраслях, как нефтегазовая, автомобильная и химическая промышленность.

Ключевые технологические драйверы

1. Индустрия 4.0 и искусственный интеллект. Интеграция IoT-датчиков, ИИ и машинного обучения позволяет осуществлять мониторинг в реальном времени, проводить профилактическое обслуживание и оптимизировать производственные процессы. Эти технологии увеличивают производительность на 20–30%, снижая операционные расходы на 15–25%.
2. Профилактическое обслуживание на основе ИИ. Алгоритмы машинного обучения могут предсказывать неисправности оборудования, минимизируя простои и снижая затраты на техническое обслуживание на 40%. Системы компьютерного зрения, использующие глубокое обучение, обеспечивают контроль качества с точностью выше 99,5%.
3. Государственная поддержка и стратегии Программы, такие как немецкая «Индустрия 4.0», китайская «Сделано в Китае

2025» и индийская инициатива по производству активно способствуют внедрению автоматизации. Эти программы обеспечивают налоговые льготы, субсидии и поддержку НИОКР, стимулируя переход к интеллектуальному производству.

Сегментация рынка и перспективы роста

1. Сегмент решений. В 2025 году этот сегмент станет лидером на рынке, что связано с увеличением внедрения решений ERP, SCADA и PLM для оптимизации производственных процессов и снижения эксплуатационных расходов.
2. Полуавтоматические системы. Ожидается, что в 2025 году полуавтоматические системы займут наибольшую долю рынка, благодаря низким затратам на внедрение и гибкости производственных процессов. Тем не менее полностью автоматические системы будут демонстрировать более высокий рост в будущем.



Перспективы инновационных технологий

- Цифровые двойники и периферийные вычисления. Эти технологии позволяют моделировать и оптимизировать процессы, улучшая эффективность и сокращая задержки в реальном времени.
- Коллаборативная робототехника и 5G. Коботы и заводы с поддержкой 5G обеспечивают низкую задержку и улучшенную гибкость производства.

Модуль фильтрации для снижения уровня электромагнитных помех на входе преобразователей с повышенным входным напряжением

При выборе импульсных источников питания основным соображением для разработчика является уровень шумов и помех, генерируемых такими устройствами.

Кроме того, уровень допустимого шумового фона определяется чувствительностью разрабатываемой функциональной части аппаратуры и существенно зависит от конструктивного исполнения источника питания.

Квазирезонансные преобразователи напряжения 2-го поколения семейства Brick, поставляемые под торговой маркой Wibbow, генерируют существенно меньше помех по сравнению с аналогами, созданными на основе метода широтно-импульсной модуляции (ШИМ).

Модули также содержат внутренний LC-фильтр, обеспечивающий соответствие по уровню шумов требованиям стандартов.

Для преобразователей серий WBC300, WBB300 и WBA300, предназначенных для работы от сети постоянного тока повышенного напряжения 270 В с диапазоном изменения от 180 до 375 В, предлагается использовать на входе модуль фильтрации WBM-FIAM3M21 с целью обеспечения соответствия более строгим требованиям стандартов по генерируемым кондуктивным помехам: MIL-STD-461G категории CE101 к помехам в полосе частот 30 Гц – 10 кГц, наводимым на проводах, по которым оборудование получает мощность от источника питания; категории CE102 к помехам в полосе частот 30 кГц-10 МГц для проводов, по которым оборудование получает мощность от источников питания, не являющихся частью оборудования. Кроме этого, данный модуль также снижает восприимчивость блоков питания к кондуктивным помехам входных проводов подачи питания по требованиям CS101, CS114, CS115 и CS116.

Проходной ток модуля 3А, КПД 98%, максимальное падение напряжения 5 В (тип. значение 3 В). Устройство выдерживает воздействие импульсных напряжений 400 В длительностью 100 мс. Для дополнительной защиты от перенапряжений рекомендуется применять на входе фильтра металлооксидный варистор (MOV).



Модуль фильтрации выпускается в корпусе формата Half Brick – габариты 57,9×55,9×12,7 мм, масса 94 г. Предлагаются модули для работы в диапазоне температур от –55 до +100°C (температурный класс M), от –40 до +100°C (температурный класс H). Конструкция обеспечивает стойкость к воздействию механических ударов, случайной широкополосной вибрации и другим внешним воздействующим факторам согласно требованиям стандартов MIL-STD-810 «TEST METHOD STANDARD FOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING CONSIDERATIONS AND LABORATORY TESTS» и GJB360B-2009 «Test Methods for Electronic and Electrical Components» (соответствует MIL-STD-202 «Test Methods for Electronic and Electrical Component Parts»).

Конструктивно и функционально модуль фильтрации WBM-FIAM3M21 идентичен модели M-FIAM3M21 компании Vicor (США).

