

# МАТРИЧНЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ОТ AEPS-GROUP НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ – ПРОДОЛЖЕНИЕ СЛЕДУЕТ. ЧАСТЬ 4

**АЛЕКСАНДР ГОНЧАРОВ**, генеральный конструктор ГКАЭ, [www.aeps-group.ru](http://www.aeps-group.ru)

Группа компаний «Александр Электрик» уже более 20 лет является лидером инноваций на российском рынке модульных преобразователей электропитания для жестких применений. Мы – AEPS group, потому что стали международной группой. Наша штаб-квартира находится в Праге, в ареале знаменитой TESLA, с которой нас связывает многолетняя дружба.

В 2015 г. мы завершили сотрудничество с российской фирмой ООО «АЕДОН» и открыли новый бизнес, создав ООО «ТЕ» и «ВИПАГ» в Москве и Воронеже. Стратегическая цель нашей российской полувинки – Инновационной группы ВИПАГ – организация локального производства в России по лицензиям AEPS-group и аккредитация изделий для жестких применений.

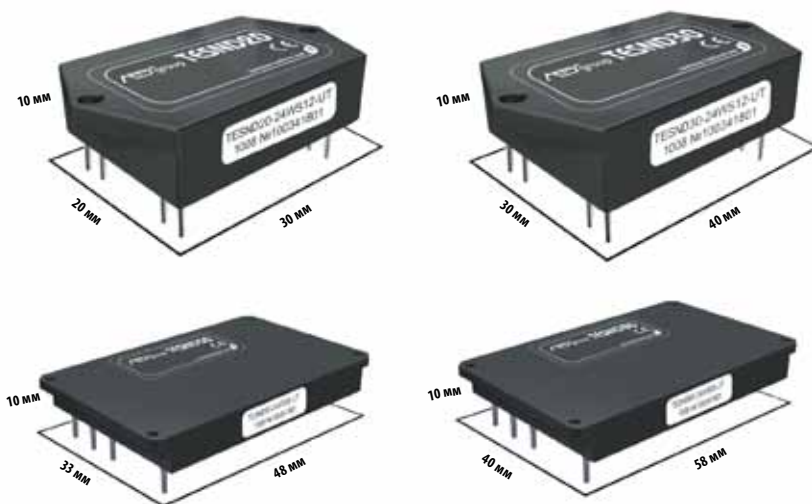


Рис. 1. Новые DC/DC-модули электропитания TESND20, TESND30, TESND50 и TESND80

В четвертой статье цикла мы представляем малогабаритные модули электропитания класса DC/DC – линейку TESND20 ...TESND80. Именно они, кроме своих прямых применений в системах распределенного электропитания широкого ряда объектов, являются прототипами специализированных DC/DC-модулей, способными разместиться в приемопередающих модулях (ППМ) современных радаров типа АФАР, т. е. войти в состав матричных систем распределенного электропитания (МСРЭП) под «зонтик» весьма высокой надежности, которая определяется уникальными свойствами самой АФАР.

В 2016 г. AEPS-group провела редизайн своей популярной на мировом рынке серии DC/DC-модулей TESD, которая охватывает диапазон мощностей 3–80 Вт. Модули работают в диапазоне напряжений питания 10,5–75 В и в диапазоне температур –60 ...125°C. У этих модулей – хорошие показатели удельной мощности: около 1,3–1,7 кВт/дм<sup>3</sup>.

Эта продукция, представленная на рисунке 1, получила название TES по имени легендарного Николы Теслы.

Оно напрямую связано с нашим знаменитым чешским партнером – AS TESLA. На российском рынке некоторые позиции данных модулей также выпускались под марками МДМ-П, МДМ-В, МДМ-ВТ. Кроме них на российском рынке в настоящее время присутствует большое количество реплик этих изделий.

Целью редизайна было значительно увеличить удельную мощность – фактически, было необходимо повысить в том же корпусе выходную мощность на 50–100%, а также существенно увеличить число выходов модулей и предоставить потребителю возможность адаптировать модули под задачи не только ныне производимой, но и перспективной аппаратуры.

На рисунке 2 приведена упрощенная принципиальная схема, одинаковая для популярной серии из четырех модулей TESND20, TESND30, TESND50 и TESND80.

На входе DC/DC-модуля установлен П-образный фильтр С1, L1, С2, ослабляющий не только помехи, поступающие из входной сети в модуль, но и помехи из модуля в сеть. В модулях этой серии имеется быстродействующий монитор входного напряжения МВН, не позволяющий включиться модулю при

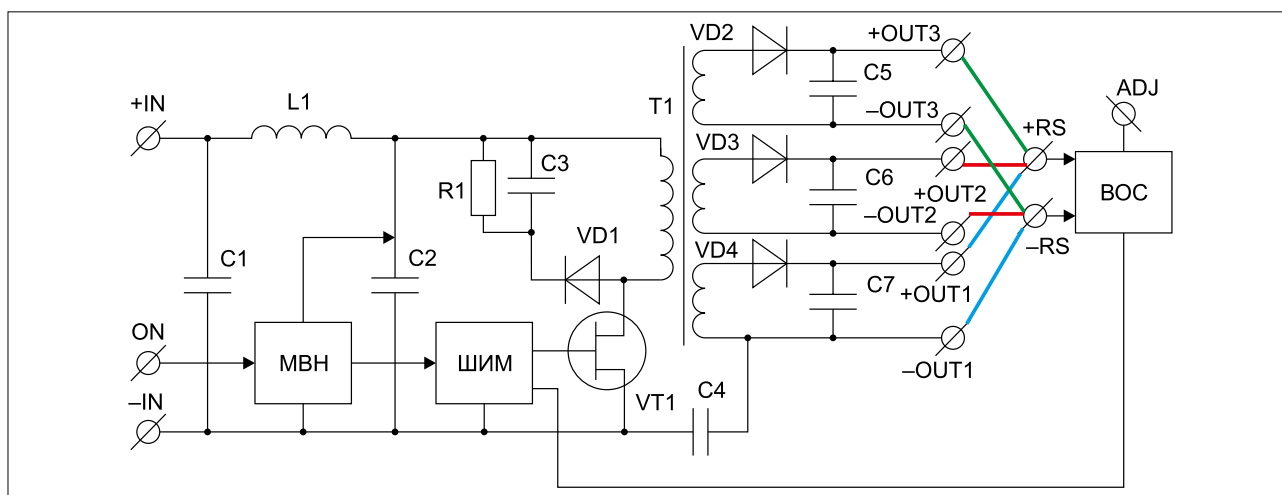


Рис. 2. Схема типowego DC/DC-модуля серии TESND

напряжении входной сети ниже нормы (как правило, это минимальное входное напряжение  $-5 \dots 10\%$ ), а также выключающий модуль при превышении напряжения входной сети на  $2-5\%$  от максимального рабочего входного напряжения. По заказу потребителя указанные допуски могут быть изменены.

Далее следует обратногоходовой трансформаторный преобразователь на транзисторе VT1. После выпрямления напряжения с помощью диодов Шоттки VD2, VD3, VD4 (от применения синхронных выпрямителей в этой четверке модулей пришлось отказаться для повышения надежности в некоторых специфических режимах) формируются выходные напряжения с помощью выходных фильтров C5, C6, C7.

Все четыре модуля имеют один или два, или три выхода. Крайне важной является гальваническая развязка между выходами, позволяющая потребителю самостоятельно реализовывать разные комбинации включения выходов – соединять их параллельно или последовательно (**не забывайте только при последовательном соединении выходов подключать к ним обратно включенные защитные диоды!**).

Новым для российского рынка решением является выносная обратная связь (BOC) с гальванической развязкой, которую потребитель может подключать к любому из выходов.

Таким образом, например, имея модуль TESND80 с тремя выходами (5 В; 24 В и 24 В), можно стандартно получить модуль со стабилизированным выходом 5 В, мощностью 40 Вт и гальванически развязанные от первого выхода и друг от друга два выхода по 24 В, каждый мощностью по 20 Вт. Или, соединив параллельно выходы 24 В и подключив BOC к выходу 24 В, получим кроме выхода 5 В мощный выход 24 В на 40 Вт; соединив их последовательно, получим второй выход 48 В на 40 Вт.

Для потребителя весьма важным может оказаться эта возможность подключения обратной связи к любому из выходов, даже гальванически развязанному от других выходов.

Кроме того, всегда имеется возможность подстройкики выходных напряжений (правда, совместно) в диапазоне  $\pm 5\%$  путем подключения подстроечного резистора к выводу ADJ. Эти модули имеют температурную защиту (обычно на  $110^\circ\text{C}$ , возможно исполнение по заказу на  $125^\circ\text{C}$  или  $130^\circ\text{C}$ ), защиту от перенапряжения на выходах и от перегрузки по току.

Если вам не захочется заниматься организацией обратных связей своими силами и вы точно знаете, что вы хотите по составу выходных напряжений и вы знаете, какой выход необходим как самый точный, обратитесь к нам. В этом случае вы получите модули без лишних коннекторов – штырей, а все необходимые подключения обратной связи будут выполнены

внутри модулей при выполнении заказа. Подробную техническую информацию см. на нашем сайте.

Итак, что получилось в результате?

Наш стандартный модуль TESD10 стал TESND20. Максимальная выходная мощность выросла вдвое – с 10 до 20 Вт, а удельная мощность модуля достигла  $3,3 \text{ кВт/дм}^3$ .

На место модуля TESD15 становится TESND30. Максимальная выходная мощность удвоилась – выросла до 30 Вт, и модуль достиг удельной мощности  $2,5 \text{ кВт/дм}^3$ .

Аналогично, TESD30 заменяется TESND50 с выходной мощностью 50 Вт и удельной мощностью  $3,1 \text{ кВт/дм}^3$ . И, наконец, стандартный модуль TESD60 стал TESND80. Выходная мощность выросла с 60 до 80 Вт, и модуль достиг удельной мощности в  $3,4 \text{ кВт/дм}^3$ !

Многим потребителям понравится увеличение числа выходов у каждого из четырех модулей **до трех!**

Можно задать вопрос – зачем использовать новый модуль с увеличенной мощностью вместо старого? Для этого имеется несколько существенных оснований.

Во-первых, иногда предварительный расчет мощности, потребляемой в аппаратуре от модуля, производится с ошибкой в минус, и примененный модуль работает с мощностью близкой к предельной и даже большей. В этом случае замена более мощным модулем в том же корпусе pin-to-pin устраняет ошибку без потери объема и перелетки печатных плат, позволяет нагружать новый модуль на  $50-70\%$ , что соответствует наибольшей надежности и, как правило, большему КПД.

Во-вторых, модернизация аппаратуры, добавление новых приборов (нагрузок) заставляют разработчиков переходить на более мощный модуль с большими габаритами. В данном случае у них появляется возможность без проблем поставить более мощный модуль на то же место.

В-третьих, известно, как влияет выделяемое тепло на надежность и размеры радиатора.

Дело в том, что типовая зависимость КПД от выходной мощности имеет (как правило) экстремум – максимум в диапазоне нагрузок примерно  $50-70\%$ . Для старого модуля TESD10 с выходом, например, 5 В при мощности 10 Вт КПД равен около  $79\%$ , а у нового TESND20 с максимальной мощностью 20 Вт при мощности 10 Вт, т.е. при загрузке  $50\%$ , КПД равен примерно  $85\%$ , что всего на  $6\%$  больше. Казалось бы, небольшая разница.

Однако, считая мощность рассеивания как

$$P_{\text{РАСС}} = P_{\text{ВЫХ}} \cdot (1 - \text{КПД}) / \text{КПД},$$

получаем для старого модуля

$$P_{\text{РАСС}} = 10 \cdot (1 - 0,79) / 0,79 = 2,66 \text{ Вт}.$$

Для нового модуля  $P_{\text{РАСС}} = 10 \cdot (1 - 0,85) / 0,85 = 1,77 \text{ Вт}.$

Учитывая приведенную в техописаниях величину 19,8°C/Вт теплового сопротивления одного и того же корпуса в этих модулях, получаем температуру перегрева модуля относительно окружающей среды в 52,7°C для старого модуля и 35°C – для нового. Принимая во внимание, что увеличение температуры на каждые 10°C снижает наработку на отказ вдвое, можно предположить, что произойдет **значительное увеличение наработки на отказ – почти в четыре раза!**

Или вариант – сохраняя прежнюю надежность, увеличить при заказе максимальную температуру корпуса до 125°C или даже до 130°C, что позволит уменьшить габариты радиатора охлаждения почти вдвое или отказаться от него полностью. Для летающих объектов – весьма актуальный вариант.

Для демонстрации новых возможностей с помощью выносной обратной связи привожу типовую схему включения модуля TESND20 (см. рис. 3).

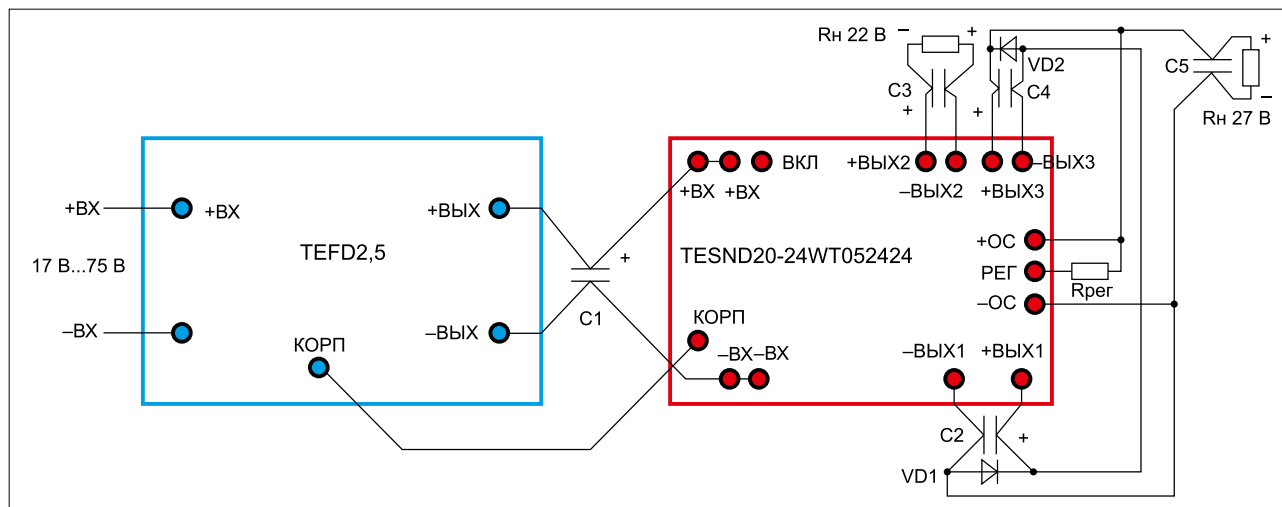


Рис. 3. Практический пример построения электропитания

Решается задача – получить два выходных напряжения: 27 В/0,4 А с высокой стабильностью и стандартное 22 В/0,4 А, гальванически развязанное от первого.

С помощью имеющегося нового модуля TESND50 с тремя выходами 5 В, 24 В и 24 В соединяем последовательно выход 5 В и выход 24 В и получаем напряжение 27 В с высокой стабильностью за счет подключения к синтезированному выходу выносной обратной связи. Кроме того, получаем второе гальванически развязанное напряжение 22 В. В этом случае для некоторого понижения напряжений использован вход подстройки РЕГ.

Для получения высокой электромагнитной совместимости с аппаратурой на вход устройства установлен наш стандартный помеховый фильтр – ограничитель TEFD2,5. В большинстве случаев его можно заменить простейшим двухобмоточным дросселем или вообще не ставить.

Обратите внимание на обратно включенные диоды VD1 и VD2 и на наличие конденсаторов C1, C2, C3, C4. Отнеситесь к их выбору очень внимательно. Для исключения резонансных явлений применяются **алюминиевые (наилучший вариант) или танталовые конденсаторы, которые устанавливаются как можно ближе к соответствующим штырькам модуля.** Далее по линиям связи с нагрузками и в самих нагрузках можно использовать керамические конденсаторы.

Наконец, возвращаясь к первому абзацу статьи, скажем несколько слов о применении описываемых модулей в матричных системах распределенного электропитания для АФАР. Для этого мысленно расположим их электронную начинку в корпусе ППМ.

TESND20 имеет импульсную мощность до 30 Вт и в составе ППМ АФАР вписывается в квадрат 14×14 мм, что соответствует **с учетом толщины стенок корпуса** ППМ длине волны радара – около 30 мм **при полностью децентрализованной** структуре электропитания решетки.

Соответственно, TESND30 имеет импульсную мощность до 45 Вт и вписывается в квадрат 16×16 мм для длины волны около 34 мм. TESND50 выдает импульсную мощность 75 Вт, имеет квадрат 18×18 мм для длины волны 40 мм, а TESND80–120 Вт и квадрат 19×19 мм, что соответствует длине волны радара 42 мм.

Это реальный путь к построению полностью децентрализованных МСРЭП для АФАР, работающих в диапазонах S и C; при этом значительно уменьшается число ППМ, питаемых от одного модуля электропитания в частично централизованных МСРЭП.

Что касается обычных систем электропитания аппаратуры широкого профиля, даем справку, поясняющую, какие

устаревшие модули нашего производства и представленные на российском рынке производства других фирм при желании заказчика может заменить данная продукция в большинстве случаев pin-to-pin:

**TESND20** – МДМ3-В, МДМ3-П, МДМ3-ЕП, МДМ5-В, МДМ5-П, МДМ5-ЕП, МДМ6-В, МДМ6-П, МДМ7.5-П, МДМ7.5-ЕП, МДМ8-ЕП, TESD10, TESD15, МДМ15-ЕП.

**TESND30** – МДМ10-В, МДМ10-П, МДМ12-В, TESD15, МДМ18-ЕП, TESD25.

**TESND50** – МДМ15-В, МДМ15-П, МДМ20-В, TESD30, TESD40.

**TESND80** – МДМ30-В, МДМ30-П, МДМ40-В, МДМ40-П, МДМ50-В, МДМ60-П, TESD60, TESD75. ◀

*Если вам интересно – ждите следующую статью цикла. В ней мы расскажем о модульных преобразователях DC/DC мощностного диапазона 200–1200 Вт, работающих от входных сетей с постоянным напряжением 10,5–80 В, которые **Инновационная группа ВИП АГ** также предлагает для построения матричных систем электропитания. Модули с высоковольтным входным напряжением мы рассмотрим несколько позднее. Не пропустите следующий номер журнала!*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. Ю. Гончаров. Матричные системы электропитания – новое развитие технологий АФАР. Современная электроника. № 6. 2015.
2. Электронные компоненты. №№ 6–8. 2016.
3. Каталог Инновационной группы ВИП АГ с выставки ExpoElectronica – 2016.
4. Материалы сайта Группы компаний «Александр Электроник»//www.aeps-group.ru.