



ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ TVN 5WI ДЛЯ МАЛОШУМЯЩИХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Вячеслав Гавриков (г. Смоленск)

Существует целый ряд приложений, в которых источник питания должен обеспечивать высокую точность и стабильность выходного напряжения, а также минимальный уровень шумов. Примерами таких приложений являются измерительные схемы, аудиосистемы, чувствительные детекторы и т. д. Специально для подобных случаев компания Traco Power предлагает использовать малошумящие источники питания TVN 5WI.

Очень часто при использовании аналоговых датчиков разработчикам приходится иметь дело с сигналами небольшой амплитуды (единицы мВ или даже единицы мкВ). В таких случаях, чтобы добиться хороших результатов, аналоговая часть измерительной схемы должна гарантировать высокую стабильность и минимальный уровень шумов. Поэтому специалистам необходимо очень внимательно относиться к выбору электронных компонентов, в том числе и источников питания (ИП).

Источник питания играет важную роль в измерительных схемах. Например, флуктуации и шумы питающего напряжения операционного усилителя оказывают крайне негативное воздействие на качество выходного сигнала. По этой причине в любом руководстве по использованию ОУ всегда можно найти главу, посвященную организации системы питания.

Среди разработчиков давно стали хрестоматийными два правила. Первое: если схема работает не так хорошо, как ожидалось, — ищи проблемы с питанием. Второе: если не хочешь тратить время на поиск неисправностей, начинай разработку устройства с проектирования системы питания.

Кроме измерительных систем, существуют и другие приложения, предъявляющие жесткие требования к качеству выходного напряжения ИП. Проблемы с шумами часто возникают в ау-



Рис. 1.
Внешний вид
источников питания
TVN 5WI [1]

диосистемах, в приложениях с высокоскоростными цифровыми интерфейсами и микросхемами. При создании подобных устройств важно помнить о втором правиле, приведенном выше, и ответственно подходить к выбору источника питания. В частности, следует ориентироваться на специализированные ИП с минимальным уровнем шумов и возможностью хотя бы простейшей калибровки. В качестве примера можно привести серию малощумящих источников питания TVN 5WI от Traco Power (рис. 1).

По сравнению с серией популярных источников питания общего назначения TEN 5 модули питания TVN 5WI в первую очередь отличаются повышенной стабильностью, возможностью подстройки выходного напряжения, минимальным уровнем шумов, а также расширенным диапазоном рабочих температур.

МОДЕЛЬНЫЙ РЯД И ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ TVN 5WI

В настоящий момент серия TVN 5WI включает 27 представителей, разделенных на три группы по диапазонам входных напряжений: 4,5–12, 9–36, 18–75 В (табл. 1). Для каждого диапазона предлагаются одноканальные модели с выходными напряжениями 3,3/5/12/15/24 В и двухканальные модели с выходными напряжениями $\pm 5/\pm 12/\pm 15/\pm 24$ В. Таким образом, соотношение входного и выходного напряжения для TVN 5WI составляет 4:1.

КПД отдельных источников питания TVN 5WI достигает 89%, например у TVN 5-2415WI.

Все модели TVN 5WI выпускаются в металлическом корпусном исполнении 24-DIP размерами 20,0×32,0×10,2 мм.

Для качественного анализа характеристик источников питания TVN 5WI можно сравнить их с характеристиками источников питания общего назначения TEN 5. Анализ основных параметров демонстрирует преимущества TVN 5WI (табл. 2) [1, 2].

Как уже отмечалось выше, соотношение входных и выходных напряжений для TVN 5WI составляет 4:1, в то время как для TEN 5 этот показатель равен 2:1. Широкий диапазон входных напряжений является важным преимуществом для очень многих промышленных и телекоммуникационных приложений, поскольку источники TVN 5WI позволяют напрямую работать со «штатными» шинами питания 12/24/48 В без промежуточных преобразователей. Эта особенность будет огромным преимуществом и для других POL-систем любого назначения. Еще од-

Таблица 1.

Модельный ряд источников питания TVN 5WI [1]

НАИМЕНОВАНИЕ	ВХОДНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ, В	ВЫХОДНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ, В	ВЫХОДНОЙ ТОК, МА	КПД, %
TVN 5-0910WI	4,5–12	3,3	1515	0,79
TVN 5-0911WI		5	1000	0,82
TVN 5-0912WI		12	416	0,87
TVN 5-0913WI		15	333	0,87
TVN 5-0915WI		24	208	0,88
TVN 5-0921WI		± 5	± 500	0,84
TVN 5-0922WI		± 12	± 208	0,85
TVN 5-0923WI		± 15	± 166	0,86
TVN 5-0925WI		± 24	± 104	0,87
TVN 5-2410WI		9–36	3,3	1515
TVN 5-2411WI	5		1000	0,83
TVN 5-2412WI	12		416	0,88
TVN 5-2413WI	15		333	0,88
TVN 5-2415WI	24		208	0,89
TVN 5-2421WI	± 5		± 500	0,84
TVN 5-2422WI	± 12		± 208	0,85
TVN 5-2423WI	± 15		± 166	0,86
TVN 5-2425WI	± 24		± 104	0,87
TVN 5-4810WI	18–75		3,3	1515
TVN 5-4811WI		5	1000	0,83
TVN 5-4812WI		12	416	0,86
TVN 5-4813WI		15	333	0,87
TVN 5-4815WI		24	208	0,88
TVN 5-4821WI		± 5	± 500	0,83
TVN 5-4822WI		± 12	± 208	0,85
TVN 5-4823WI		± 15	± 166	0,86
TVN 5-4825WI		± 24	± 104	0,87

Таблица 2.
Сравнение основных характеристик
источников TVN 5WI и TEN 5

ПАРАМЕТР	СЕРИЯ	
	TEN5	TVN 5WI
Мощность, Вт	5	5
Соотношение входных напряжений, В	2:1	4:1
Диапазон входных напряжений, В	4,5–7 9–18 18–36 36–75	4,5–12 9–36 18–75
Выходное напряжение, В	3,3	3,3
	5	5
	12	12
	15	15
	±5	±5
	±12	±12
	±15	±15
КПД, %	75–86	79–89
Рейтинг изоляции, В	1500	1600
Сопротивление изоляции, МОм	1000	1000
Корпус	24-DIP	24-DIP
Габариты, мм	31,8×20,3×10,2	20,0×32,0×10,2
Дистанционное включение	нет	есть
Подстройка выходного напряжения	нет	есть
Защита от КЗ	есть	есть
Защита от просадки входного напряжения	есть	есть
Защита от перенапряжений на выходе	нет	есть

ним плюсом для пользователей становится расширенный выбор выходных напряжений.

Следует отметить, что рейтинг изоляции у TVN 5WI хоть и незначительно, но вырос до 1600 В относительно TEN 5. Это дает дополнительные преимущества с точки зрения обеспечения безопасности для операторов конечного оборудования. Вместе с тем, несмотря на рост рейтинга изоляции, габаритные размеры у новой серии оказываются более компактными: 20,0×32,0×10,2 мм против 31,8×20,3×10,2 мм у TEN 5. Здесь дополнительных комментариев не требуется: чем меньше размеры, тем проще размещать ИП на плате и тем компактнее будет конечное устройство.

Функционал TVN 5WI также расширился, в частности за счет появления функции дистанционного включения, возможности подстройки выходного напряжения и защиты от перенапряжения на входе. Дистанционное управление

играет важную роль с точки зрения экономии энергии и общей эффективности системы.

Все перечисленные улучшения оказываются весьма важными. Однако, так как источники питания TVN 5WI разрабатывались для конкретного спектра приложений, их основными достоинствами в первую очередь являются:

- высокая стабильность выходного напряжения с возможностью внешней подстройки;
 - минимальный уровень собственных шумов;
 - расширенный диапазон рабочих напряжений.
- Рассмотрим все эти особенности отдельно.

ПОГРЕШНОСТЬ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ И НАЧАЛЬНАЯ КАЛИБРОВКА

Для TVN 5WI и TEN 5 начальная точность выходного напряжения оказывается одинаковой и составляет 1%. То есть, например, для моделей TVN 5-2411WI и TEN 5-2411 погрешность равна ±50 мВ. Такое отклонение не является чем-то критическим для большинства приложений. Однако выходное напряжение источников питания может изменяться под воздействием ряда факторов, и именно эта особенность становится проблемой для прецизионных систем.

С точки зрения стабильности выходного напряжения показатели TVN 5WI превосходят показатели TEN 5 (табл. 3) [1, 2].

Влияние входного напряжения. Выходное напряжение источника питания меняется при изменении входного напряжения. Для TEN 5 неустойчивость составляет 0,3% во всем диапазоне напряжений. Аналогичный показатель TVN 5WI равен 0,2%. Этот фактор может привести к дополнительной погрешности, например, 15 мВ для TEN 5-2411 и 10 мВ для TVN 5-2411WI.

Влияние нагрузки. Влияние нагрузки на величину выходного напряжения оказывается более значительным и зависит от типа модуля. Для одноканальных источников питания серии TEN 5 изменение нагрузки в диапазоне 0–100% способно привести к регулированию выходного напряжения на уровне 1%. Регулирование для TVN 5WI оказывается в два раза меньше — 0,5%. Если вновь обратиться к примерам, то для TEN 5-2411 максимальная погрешность составит 50 мВ, а для TVN 5-2411WI она будет 25 мВ.

Схожая ситуация наблюдается и для двухканальных источников. Для двухканальных моделей TEN 5 максимальное регулирование выходного напряжения при изменении нагрузки составляет 2% при симметричной нагрузке и до 5% при несимметричной. Двухканальные источники TVN 5WI демонстрируют вдвое лучший результат: 1% и 3% соответственно.

Таблица 3.

Погрешность и нестабильность выходного напряжения для TVN 5WI и TEN 5

ПАРАМЕТР	СЕРИЯ	
	TEN5	TVN 5WI
Точность установки выходного напряжения, %	±1	±1
Подстройка выходного напряжения	нет	есть
Нестабильность выходного напряжения по входному, %	0,3	0,2
Нестабильность выходного напряжения по нагрузке (одноканальные ИП), %	1	0,5
Нестабильность выходного напряжения по нагрузке (двухканальные ИП), %	2	1
Нестабильность выходного напряжения по нагрузке (двухканальные ИП, разбалансированная нагрузка), %	5	3
Температурный коэффициент напряжения, %/°C	±0,02	±0,02

Температурная стабильность. При расчете погрешностей нельзя забывать и о температурной стабильности. В данном случае между TVN 5WI и TEN 5 наблюдается паритет: температурный коэффициент напряжения в обоих случаях равен ±0,02%/°C. Таким образом, можно оценить погрешность в заданном диапазоне температур. Например, при увеличении температуры от -40 до +85 °C изменение напряжения для моделей TVN 5-2411WI и TEN 5-2411 составит не более ±25 мВ.

Калибровка выходного напряжения. Важным достоинством TVN 5WI является возможность подстройки выходного напряжения (рис. 2) [3]. Для этого потребуется всего один резистор. При подключении резистора между выводами -Vout и Trim можно увеличить напряжение в диапазоне 100–120% от номинального значения для одноканальных моделей и 100–110% для двухканальных. Для уменьшения напряжения следует подключать резистор между выводами +Vout и Trim. Диапазон уменьшения напряжения для всех моделей составляет 90–100% от номинального значения. Конкретные значения резисторов следует брать из руководства по регулированию выходного напряжения TVN 5WI [3].

К сожалению, при регулировании выходного напряжения можно добиться подстройки толь-

ко для конкретных текущих значений температуры и нагрузки. При изменении условий придется выполнять калибровку заново.

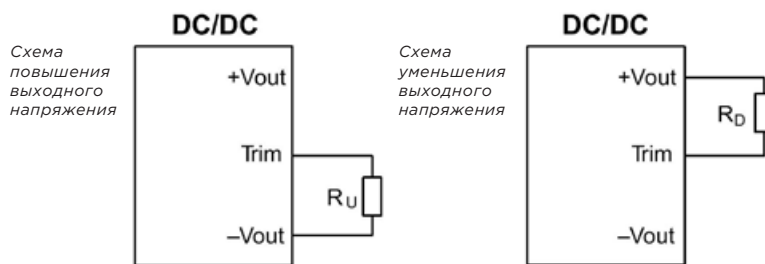


Рис. 2. Подстройка выходного напряжения TVN 5WI [3]

ЧАСТОТНЫЕ И ШУМОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Источники питания TEN 5 и TVN 5WI действуют с одинаковой рабочей частотой 300 кГц, но TVN 5WI демонстрируют улучшенные показатели шумов на входе и выходе (табл. 4) [1, 2].

Таблица 4. Частотные и шумовые характеристики для TVN 5WI и TEN 5

ПАРАМЕТР	СЕРИЯ	
	TEN5	TVN 5WI
Рабочая частота, кГц	300 (ЧИМ)	300 (ШИМ)
Минимальная нагрузка, %	5	не требуется
Максимальная емкостная нагрузка (одноканальные ИП), мкФ	6800	100–2200
Максимальная емкостная нагрузка (двухканальные ИП), мкФ	1000	100–680
Выходной шум (полоса 20 МГц, тип.), мВ	50	10
Выходной шум (полоса 20 МГц, макс.), мВ	75	15
Кондуктивные помехи на входе	EN 55022 class A	EN 55032, class A/B
Типовое время включения, мс	10	50

При отсутствии внешних фильтров типовой выходной шум для источников TVN 5WI составляет 10 мВ, а максимальное значение не превышает 15 мВ. Эти показатели оказываются в пять раз меньше, чем у источников питания общего назначения из серии TEN 5.

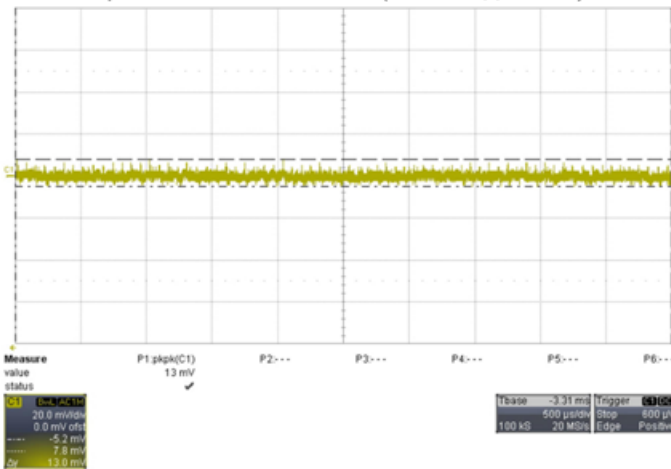
Надо отметить, что источники ТЕН 5 требуют минимальной выходной нагрузки $\geq 5\%$ от номинального значения, в противном случае их шумовые характеристики ухудшаются. Новые источники TVN 5WI свободны от этого недостатка.

Уровень выходного шума TVN 5WI можно дополнительно уменьшить с помощью выходных конденсаторов [4]. Если планируется работа с нагрузкой 5–100% от номинального значения, то наличие выходных керамических конденсаторов 10 мкФ/50 В на каждом из каналов поможет ограничить шум на уровне 10 мВ, при этом типовое значение и вовсе составит 5 мВ (рис. 3). Если необходимо перекрыть весь диапазон нагрузок 0–100%, то для получения тех же показателей рекомендуется использовать высокоемкостные алюминиевые конденсаторы 47 мкФ/50 В.

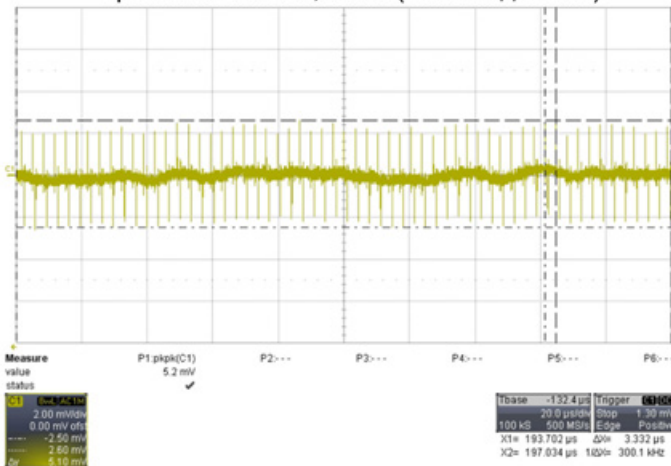
Рис. 3. Уменьшение уровня помех с помощью дополнительных входных конденсаторов [4]



TVN 05-2410WI, $U_{Bx} = 24$ В, нагрузка 100%,
без дополнительного С-фильтра,
Уровень помех: 13 мкВ (от пика до пика)



TVN 05-2410WI, $U_{Bx} = 24$ В, нагрузка 100%,
с дополнительным С-фильтром,
Уровень помех: 5,2 мкВ (от пика до пика)



При выборе источника питания нельзя забывать и о собственных шумах. В данном вопросе серия TVN 5WI вновь превосходит ТЕН 5. Одна из причин этого — интеграция в TVN 5WI более эффективных фильтров. В моделях с номинальным входным напряжением 9 В используется П-образный CLC-фильтр (Pi-фильтр). В моделях с номинальным входным напряжением 24 и 48 В встроены синфазный фильтр.

По уровню собственных помех источники питания ТЕН 5 отвечают требованиям стандарта EN 55022 для устройств класса А (промышленные приложения). В то же время все модели TVN 5WI с номинальным входным напряжением 9 и 24 В без каких-либо дополнительных фильтров соответствуют более жестким требованиям стандарта EN 55032 для устройств класса В (бытовые приложения). Модели TVN 5WI с номинальным входным напряжением 48 В по умолчанию отвечают требованиям стандарта EN 55032 для устройств класса А. Стандарт EN 55032 является более новым стандартом Международного специального комитета по радиопомехам (СИСПр) и объединяет требования, содержащиеся в более ранних стандартах EN55013:2013, EN55022:2010 + AC:2011 и EN55103-1:2009+A1:2012.

Кстати, шумовые характеристики моделей TVN 5WI с номинальным входным напряжением 48 В можно поднять до уровня устройств класса В с помощью пары дополнительных входных конденсаторов 4,7 мкФ/100 В (рис. 4) [5].

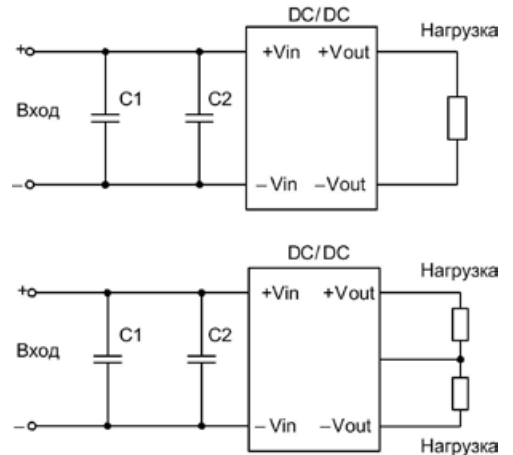


Рис. 4. Использование дополнительных входных конденсаторов [5]



ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СНИЖЕНИЕ ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТИ ПРИ ПЕРЕГРЕВЕ

Важным достоинством TVN 5WI является расширенный температурный диапазон [1, 2]. По сравнению с TEN 5 максимальная рабочая температура возросла на 5 °С, а допустимый перегрев корпуса увеличился на 15 °С и составил +105 °С. На первый взгляд такой прирост может показаться незначительным, однако для малогабаритных приборов с отсутствием свободного потока воздуха это может стать чрезвычайно важным преимуществом. Проблема не является надуманной, так как практически все современные устройства, от измерительных приборов до промышленных модулей, становятся все менее габаритными.

Таблица 5.
Температурные характеристики TVN 5WI и TEN 5

ПАРАМЕТР	СЕРИЯ	
	TEN5	TVN 5WI
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+85	-40...+90
Максимальная температура корпуса, °С	+90	+105
Температура хранения, °С	-50...+125	-55...+125
Снижение выходной мощности	3,3%/°С при температуре более +70 °С	6,67%/°С при температуре более +85 °С

Говоря о диапазоне рабочих температур, надо помнить о так называемом дидейринге — уменьшении допустимой выходной мощности при нагреве источника питания. Для TVN 5WI ограничение мощности не требуется при работе во всем стандартном коммерческом диапазоне -40...+85 °С. При более высоких температурах снижение мощности составляет 6,67%/°С.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новые малошумящие источники питания TVN 5WI специально предназначены для работы с малошумящей аппаратурой. Сравнение показывает, что серия TVN 5WI превосходит серию источников питания общего назначения TEN 5 как по уровню стабильности выходного напряжения, так и по шумовым показателям. Модули TVN 5WI также имеют функцию дистанционного включения и возможность настройки выходного напряжения.

Если источники питания TEN 5 являются «рабочими лошадками» для широкого спектра приложений от бытовой техники до промышленных модулей, то новые малошумящие источники питания TVN 5WI будут востребованы в первую очередь в измерительных приборах, прецизионном лабораторном оборудовании, а также в аудиосистемах.



Литература

1. <https://assets.tracopower.com/20180713155438/TVN5WI/documents/tvn5wi-datasheet.pdf>
2. <https://www.tracopower.com/products/ten5.pdf>
3. TVN 5WI. Output Voltage Adjustment. — Traco Electronic AG, 2018
4. TVN 5WI. Ripple and Noise Measurement Report. — Traco Electronic AG, 2018
5. TVN 5WI. EMI-consideration. — Traco Electronic AG, 2018
6. Документация на компоненты взята с официального сайта www.tracopower.com