

Получение отрицательного выходного напряжения с помощью неизолированного преобразователя МНМ



Отрицательное напряжение питания применяется в аналоговых схемах, измерительных приборах, в СВЧ устройствах, дежурных цепях.

Для решения подобных задач, как правило, требуются небольшие токи и отрицательные напряжения в диапазоне -5...-15 В. Обычно для этого применяют специализированные инвертирующие DC/DC преобразователи (топология buck-boost). Однако такие преобразователи представлены на рынке в ограниченном ассортименте.

Альтернативным подходом является применение изолированного DC/DC преобразователя с одним или двумя разнополярными выходными напряжениями. Несмотря на удобство их применения, данное решение может быть избыточным и большим в габаритах.

В качестве ещё одного подхода предлагаем рассмотреть неспециализированное решение с применением неизолированных синхронных понижающих преобразователей (топология buck), например, микромодулей серии МНМ.

В стандартном применении они предназначены для электропитания низковольтных нагрузок с напряжением 0,8...5 В, а также для аналоговых цепей с напряжением 4...15 В. Их защищённая низкопрофильная конструкция (высотой до 5,5 мм) включает ШИМ-контроллер, силовые транзисторы, дроссель и конденсаторы, представляя собой готовое, полностью законченное решение.

Модули МНМ представлены:

БКЯЮ.436430.002ТУ

Предназначены для понижения входного напряжения в диапазонах:

- «И» (4...16 В) до выходного напряжения 1...5 В для моделей МНМ1.2, МНМ4, МНМ8
- «А» (7...24 В) до выходного напряжения 0,8...5 В для модели МНМ15

БКЯЮ.436430.008ТУ

Предназначены для понижения входного напряжения в диапазоне 18...36 В до выходного напряжения 4...15 В для моделей МНМ0.8, МНМ4, МНМ6, МНМ10

Принцип получения отрицательного выходного напряжения

Для формирования отрицательного выходного напряжения модулем МНМ достаточно изменить точки подключения питания в стандартной схеме включения:

- Вход источника “+” подключается к выводу (2) +IN
- Вывод (3) +OUT соединяется с минусом источника “-”

Разницу со стандартным подключением можно увидеть на рис.1 и рис.2.

Такая конфигурация сохраняет внутренний принцип работы преобразователя и осуществляется в два такта:

- Когда верхний MOSFET Q1 открыт (Q2 закрыт) обеспечивается протекание тока от источника к общему нулю, заряжая дроссель L1
- Когда нижний MOSFET Q2 открыт (Q1 закрыт) цепь через PGND замыкается, разряжая дроссель L1 и создавая отрицательный потенциал

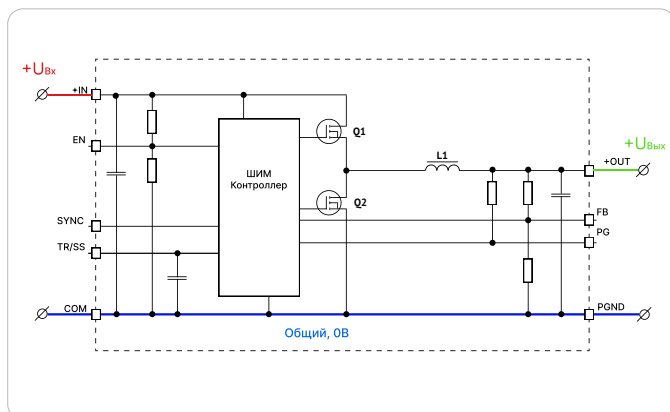


Рис. 1. Функциональная схема модуля МНМ со стандартным подключением для получения положительного $U_{\text{вых}}$

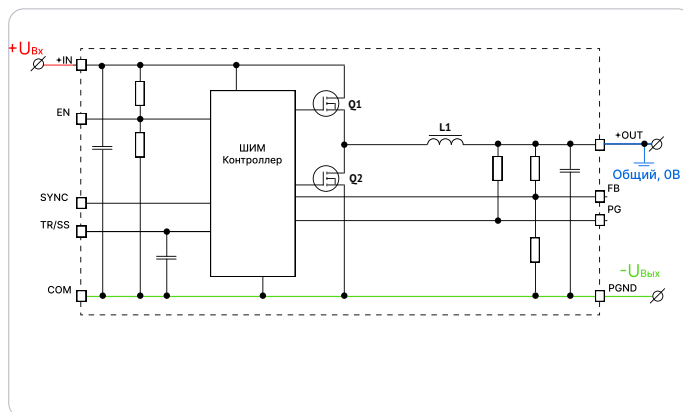


Рис. 2. Функциональная схема модуля МНМ с измененным подключением для получения отрицательного $U_{\text{вых}}$

Ограничение по входному напряжению

При таком подключении синхронный понижающий преобразователь МНМ работает в режиме обратного преобразователя (топология fly-back). По такой схеме могут работать все преобразователи серии МНМ.

Это позволяет формировать отрицательное выходное напряжение, значение которого может быть как больше, так и меньше входного напряжения: $U_{\text{вх}} < |U_{\text{вых}}| \leq U_{\text{вх}}$

Однако есть ограничение по верхней границе входного и выходного напряжения, их скалярная сумма не должна превышать максимально допустимое значение входного напряжения согласно технической документации (ДШ, ТУ) и формуле 1:

$$U_{\text{вх.макс}} \geq U_{\text{вх}} + |U_{\text{вых}}| \quad (1)$$

где:

$U_{\text{вх}}$ — фактический диапазон входного напряжения

$U_{\text{вх.макс}}$ — максимально допустимое входное напряжение

$|U_{\text{вых}}|$ — модуль отрицательного выходного напряжения.

Например: если диапазон входного напряжения модуля МНМ для стандартной работы 18...36 В ($U_{\text{вх.макс}} = 36$ В) и требуется получить $U_{\text{вых}} = -12$ В, то по формуле (1) $U_{\text{вх}}$ должно быть в диапазоне 18...24 В.

В таблице 1 приведены допустимые значения максимального входного напряжения $U_{\text{вх.макс}}$ для модулей серии МНМ при формировании отрицательного выходного напряжения.

Таблица 1.

ТУ	Модуль	Диапазон $U_{\text{вх}}$ Согласно ТУ	Диапазон $U_{\text{вх}}$ для отрицательного $U_{\text{вых}}$			
			-5 В	-9 В	-12 В	-15 В
БКЯЮ.436430.002ТУ ($U_{\text{вых}}=1...5$ В)	МНМ1.2, МНМ4, МНМ8	сеть «И» 4...16	4...11 В	-	-	-
		сеть «В» 18...36	18...31 В	-	-	-
	МНМ15	сеть «А» 7...24	7...19 В	-	-	-
БКЯЮ.436430.008ТУ ($U_{\text{вых}}=4...15$ В)	МНМ0.8, МНМ4, МНМ6	сеть «В» 18...36	18...31 В	18...27 В	18...24 В	18...21 В

Измененная стандартная схема включения для получения отрицательного $U_{вых}$

На рисунке 3 приведена схема включения модуля МНМ в режиме отрицательного напряжения, где:

- C1, C3 – танталовые конденсаторы, 22 мкФ и 100 мкФ соответственно
- C2, C4 – керамические конденсаторы, 10 мкФ и 100 мкФ соответственно

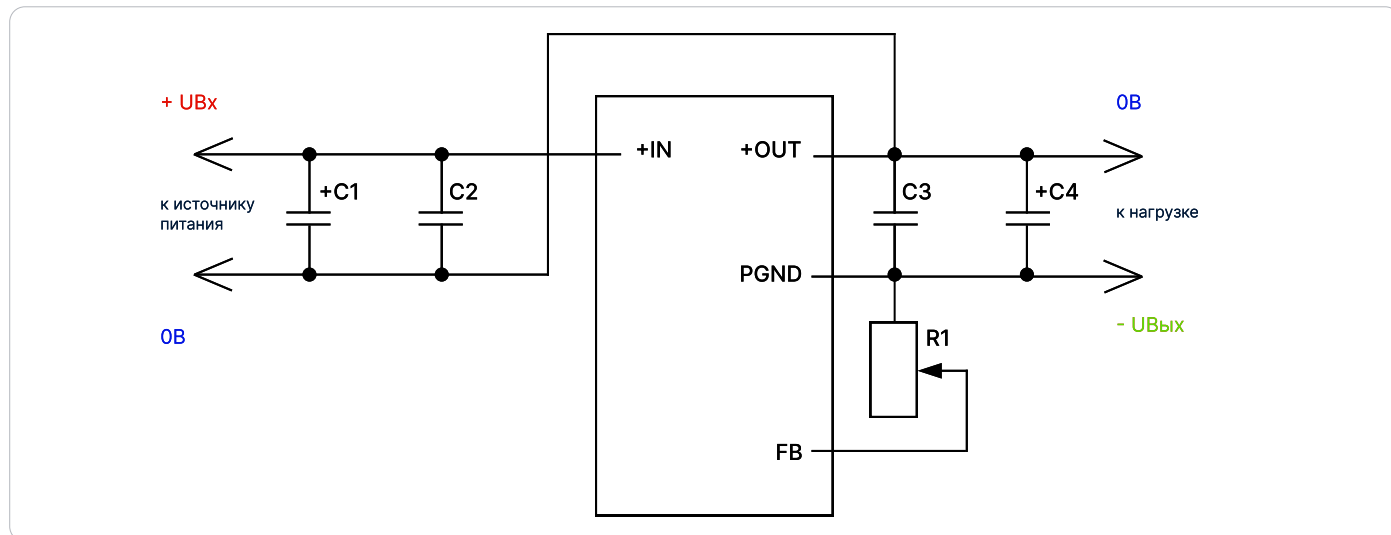


Рис. 3. Функциональная схема модуля МНМ для получения отрицательного $U_{вых}$

Номиналы конденсаторов рекомендуется использовать в соответствии с типовой схемой включения. Установка значения отрицательного выходного напряжения осуществляется путем подключения резистора R1 между выводами FB и PGND, номиналы резисторов приводятся в ДШ и ТУ.

Важно!

- Вывод HS/PGND в стандартном подключении используется для отвода тепла от микросхемы ШИМ-контроллера и других внутренних компонентов. Для обеспечения достаточного теплоотвода данный вывод должен быть распаян на медный полигон печатной платы. Для уменьшения теплового сопротивления рекомендуется использовать увеличенное количество переходных отверстий между выводом HS/PGND и теплоотводящим полигоном.
- Контроль температуры следует производить на выводе HS/PGND или на корпусе модуля в самой горячей точке. В установившемся режиме работы температура не должна превышать 125 °C.

Результаты испытаний

Условия проведения испытаний

Испытания модуля МНМ4-1В4,015,0Т проводились в нормальных климатических условиях согласно схеме на **рис. 3**.

Входное напряжение выбиралось с учетом соотношения $U_{\text{вх.макс}} \geq U_{\text{вх}} + |U_{\text{вых}}|$.

Важно!

Для получения отрицательных выходных напряжений -9 В, -12 В, -15 В применяются модули МНМ согласно БКЯЮ.436430.008ТУ.

Время установления выходного напряжения

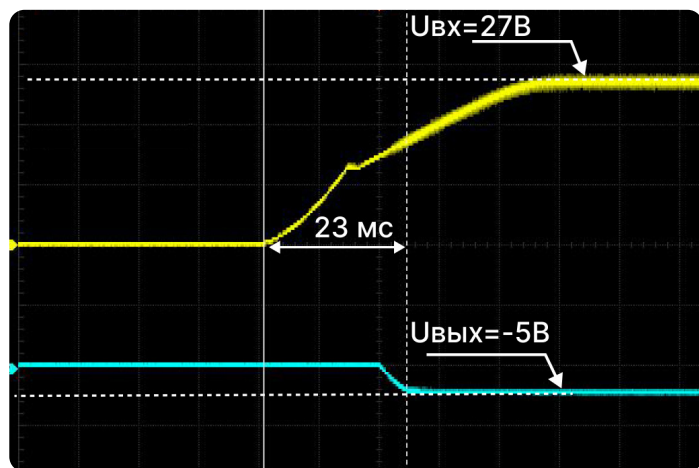


Рис. 4. Осциллограмма установления выходного напряжения с момента подачи входного напряжения. (Масштаб 10 мВ/дел, Развертка 10 мс/дел)

Пульсации выходного напряжения

Осциллограммы пульсаций выходного напряжения модуля

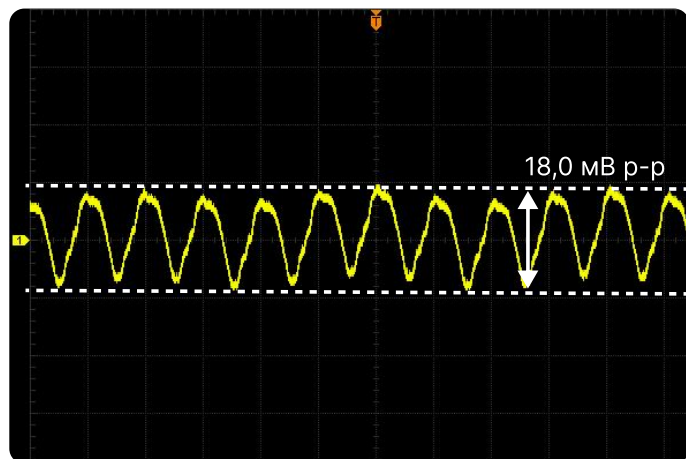


Рис. 5. Осциллограммы пульсаций выходного напряжения модуля $U_{\text{вых}} = -5 \text{ В}$ (Масштаб 10 мВ/дел)



Рис. 6. Осциллограммы пульсаций выходного напряжения модуля $U_{\text{вых}} = -15 \text{ В}$ (Масштаб 20 мВ/дел)

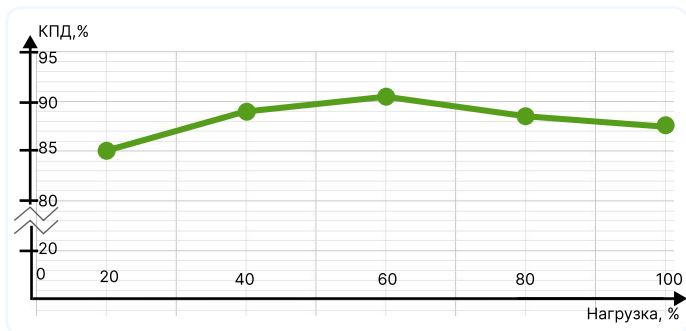


Рис. 7. КПД для МНМ4 (Выходное напряжение -5 В, входное напряжение 27 В)

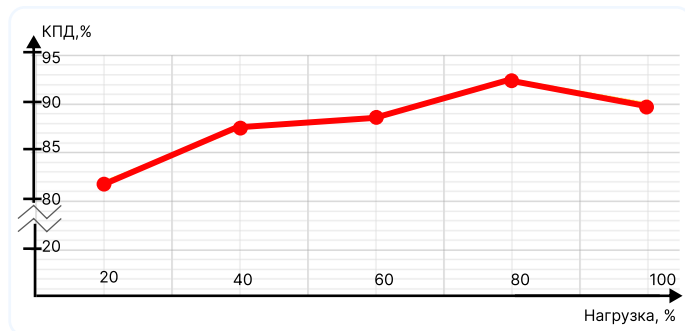


Рис. 9. КПД для МНМ4 (Выходное напряжение -9 В, входное напряжение 27 В)

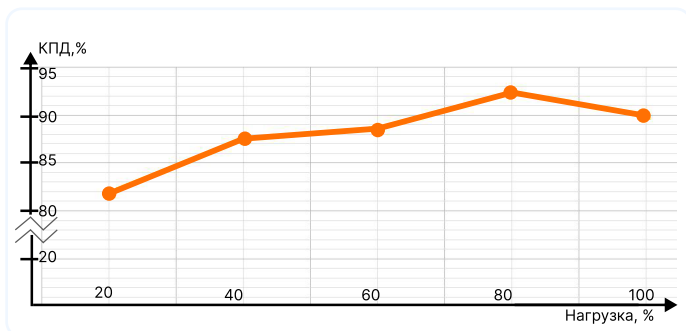


Рис. 8. КПД для МНМ4 (Выходное напряжение -12 В, входное напряжение 24 В)

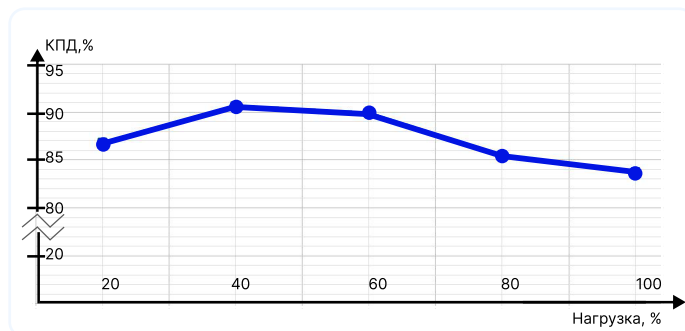


Рис. 10. КПД для МНМ4 (Выходное напряжение -15 В, входное напряжение 18 В)

Выводы

Модуль МНМ4-1В4,015,0Т корректно функционирует в режиме отрицательного выходного напряжения при соблюдении условия $U_{\text{вх.макс}} \geq U_{\text{вх}} + |U_{\text{вых}}|$.

- Время установления выходного напряжения при включении модуля составляет 23,8 мс.
- Пульсации выходного напряжения от пика до пика не превышают допустимых значений:
 При $U_{\text{вых}} = -15 \text{ В}$: 38,4 мВ
 При $U_{\text{вых}} = -5 \text{ В}$: 18,0 мВ
- Коэффициент полезного действия в режиме отрицательного напряжения при полной нагрузке составляет:
 $U_{\text{вых}} = -5 \text{ В}$: 87%, при $U_{\text{вх}} = 27 \text{ В}$
 $U_{\text{вых}} = -9 \text{ В}$: 90%, при $U_{\text{вх}} = 27 \text{ В}$
 $U_{\text{вых}} = -12 \text{ В}$: 87,5%, при $U_{\text{вх}} = 24 \text{ В}$
 $U_{\text{вых}} = -15 \text{ В}$: 84%, при $U_{\text{вх}} = 18 \text{ В}$

Полученные результаты подтверждают работоспособность предложенной схемы включения для формирования отрицательного выходного напряжения.



www.aedon.ru

mail@aedon.ru

Компания «АЕДОН» — ведущий российский разработчик и производитель DC/DC преобразователей и систем электропитания для ответственных сфер применения.

По всем вопросам и с предложениями

Вы можете обращаться по телефону:

+7 (473) 300-300-5; 8 800 333-81-43