

Модули удержания напряжения МУ-Б

Содержание

Введение	01
Схема включения и обозначение выводов	02
Функциональная схема и основные узлы	03
Общий алгоритм работы	04
Расчет требуемой емкости накопительного конденсатора	05

Введение

При разработке радиоэлектронной аппаратуры можно столкнуться с требованиями различных стандартов (например, КТ-160, ГОСТ Р 54073, ГОСТ 21999), согласно которым оборудование должно работать при сильном снижении или полном исчезновении входного напряжения на некоторое время.

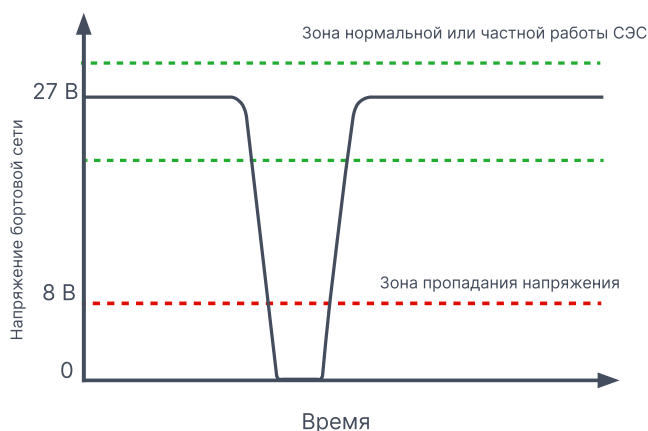
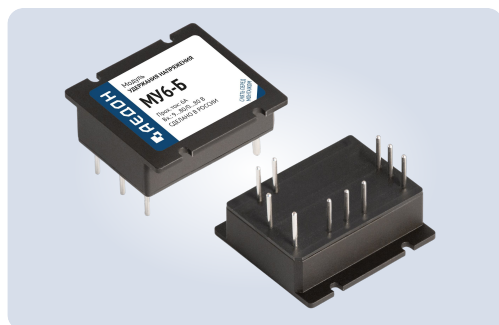


Рис. 1 - Пример провала напряжения

Для решения данных проблем и были разработаны модули удержания напряжения МУ-Б. При подключении внешних ёмкостных накопителей обеспечивается оптимальная функция защиты от провалов и пропадания напряжения бортовой сети.



Характеристики МУ-Б:

- Диапазон входного напряжения 9...80 В (ГОСТ 54073)
- Проходной ток 6 А и 30 А
- Форм-фактор 1/16 Brick и 1/8 Brick
- Температура корпуса $-55...+105\text{ }^{\circ}\text{C}$

Рис. 2 - Внешний вид МУ-Б

Модули МУ-Б обладают функцией заряда накопительных конденсаторов до напряжения 75 В с возможностью выбора тока заряда, что позволяет снизить объём внешних ёмкостей и продлить время бесперебойной работы всей системы.

В модуле реализованы функции:

- контроль питающего напряжения на заданном уровне;
- выдача аварийных и информационных сигналов;
- установка порога переключения работы «от входной сети» на «внешние ёмкостные накопители» и обратно.

Схема включения и обозначение выводов

Модуль МУ-Б предполагает подключение между первичным источником питания и DC/DC-преобразователем и при необходимости соответствия требованиям по ЭМС подключается дополнительно модуль фильтрации (рис. 3). В том случае, когда напряжение пропадает или становится меньше минимального значения ($U_{пп}$), модуль переключает электропитание, и DC/DC-преобразователь начинает работать от внешнего буферного накопителя C_h .

Модуль удержания напряжения МУ-Б применяется с DC/DC преобразователями серий:

- МДМ-С (диапазон входного напряжения 9-40 В);
- МДМ-Б (диапазон входного напряжения 8-80 В);
- МДМ-П (для сетей Е,В2,В3 с переходными отклонениями входного напряжения до 80 В);
- МДМ-Р (диапазон входного напряжения 18-75 В).

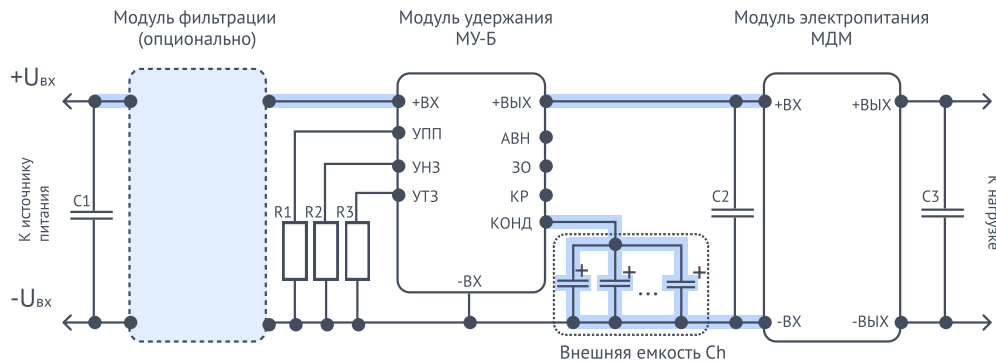


Рис. 3 - Схема включения и пример питания от внешней емкости

Назначение выводов

±ВХ — подключение первичного источника питания

±ВЫХ — подключение нагрузки (DC/DC преобразователя)

КОНД — подключение внешнего накопительного конденсатора (C_h)

УПП — установка уровня (порога) напряжения переключения питания ($U_{пп} = 9...20$ В)*

*Данный диапазон выбран исходя из нижних границ рабочих диапазонов напряжений 9-36, 18-36, 18-75, 8-80 В

УТЗ — установка максимального тока заряда (I_c) C_h

($I_c = 0,4$ А...1,1 А для МУ6-Б и $I_c = 0,8$ А... 2,5 А для МУ30-Б)

УНЗ — установка максимального напряжения (U_c) заряда C_h ($U_c = 20...75$ В)

АВН — сигнализация режима работы (от C_h или $U_{вх}$)

ЗО — сигнализация заряда C_h

КР — сигнализация разряда C_h

Примечание: Электрические характеристики выводов УНЗ, АВН, ЗО, КР приведены в п 6.4 [даташита](#).

Назначение элементов схемы

C1 — для компенсации внутреннего сопротивления источника питания и сопротивления линий подключения. Максимальная емкость конденсатора по входу модуля не ограничена и выбирается с учетом конкретных условий эксплуатации.

C2 — для стабильной работы модуля модуля электропитания и модуля удержания. Емкость и тип конденсатора выбираются исходя из требований на используемый модуль электропитания. Рекомендуемый номинал - не ниже 470 мкФ

C3 — для стабильной работы используемого модуля электропитания. Тип и номинал конденсатора выбираются исходя из требований на используемый модуль электропитания.

C_h — Накопительный конденсатор, обеспечивающий питание нагрузки при отсутствии $U_{вх}$. Время заряда C_h до $U_{с.макс}$ зависит от его емкости и установленного тока заряда (I_c).

R1 — для установки порога переключения $U_{пп}$ питания с $U_{вх}$ на C_h . Максимальное напряжение прикладываемое к резистору R1 - 1,6 В. Формула расчета R1, а также таблица соответствия R1 напряжению переключения модуля $U_{пп}$ приведены в п.6.1 [даташита](#).

R2 — для установки значения максимального уровня напряжения U_c заряда C_h . Максимальное напряжение прикладываемое к резистору R2 - 5 В. Формула расчета R2 приведена в п.6.2 [даташита](#).

R3 — для установки значения максимального тока I_c заряда C_h . Диапазон значений $R3 \approx 0...14$ кОм. Минимальное значение зарядного тока достигается при $R3 \approx 1$ кОм. Графики зависимости тока заряда от сопротивления R3 и графики времени заряда C_h приведены в п.6.3 [даташита](#)

Функциональная схема и основные узлы

Ключи SW1 и SW2

Принцип работы модуля МУ основан на переключении питания нагрузки ключами SW1 и SW2 между входной сетью и накопительным конденсатором C_h при достижении порога переключения $U_{пп}$.

Зарядное устройство (ЗУ)

ЗУ представляет собой обратноходовой DC/DC преобразователь, предназначенный для заряда C_h .

Зарядка C_h начинается при подаче входного напряжения $U_{вх}$ выше минимального рабочего напряжения модуля (**около 7 В**) и путем циклической передачи порций энергии от источника к C_h пока напряжение на конденсаторе не достигнет заданного значения U_c .

Данный принцип работы обеспечивает стабильность тока заряда и постоянство потребляемого от сети тока, что предотвращает значительные броски входного тока при зарядке.

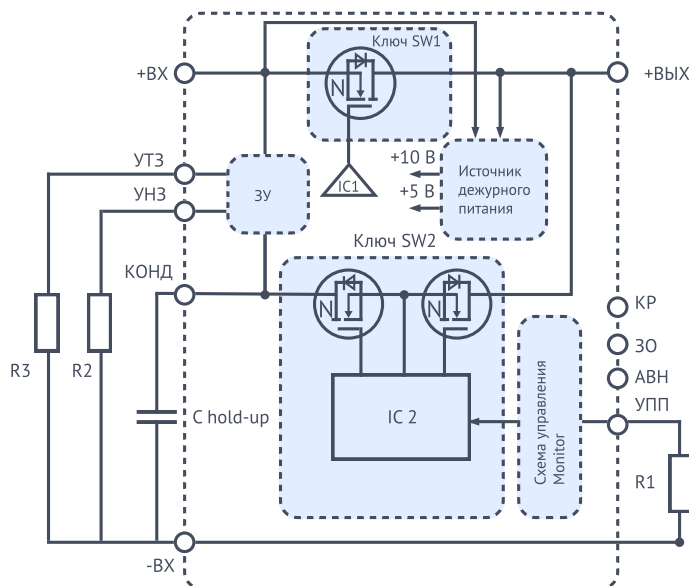


Рис. 4 - Функциональная схема МУ-Б

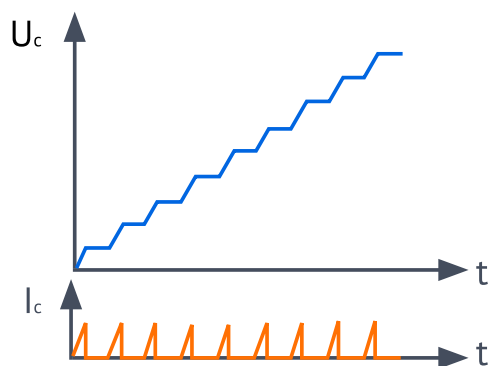
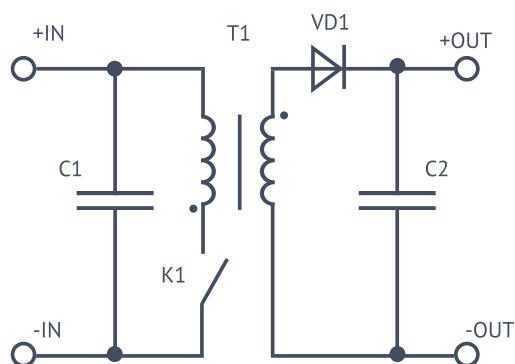


Рис. 5 - Зарядное устройство и принцип его работы

Источник дежурного питания (ИДП)

Представляет собой понижающий DC/DC преобразователь с фильтром для улучшения ЭМС.

ИДП получает питание от входа $U_{вх}$ и обеспечивает питание схемы управления или во время удержания напряжения

Схема управления

Представляет собой логическую схему управления переключением питания, которая осуществляет контроль за:

- величиной напряжения входной сети $U_{вх}$;
- величиной напряжения на конденсаторе C_h ;
- уровнями напряжений на выводах УНЗ и УПП;
- формирует сигналы КР, 30 и АВН.

Общий алгоритм работы

Работа модуля удержания напряжения МУ-Б основана на трех основных режимах. На рисунке ниже показана часть циклограммы алгоритма работы.

1. Нормальный режим работы

- **Питание нагрузки:** $U_{вх}$ поступает на вывод +ВХ, затем на вход зарядного устройства и источника дежурного питания и через ключ SW1 подается на выход +ВЫХ модуля удержания
- **Источник дежурного питания:** Формирует напряжения +5 В и +10 В для питания внутренних схем модуля.
- **Зарядное устройство:** начинает заряд накопительного конденсатора C_h до установленного уровня U_c .

2. Переключение на накопительный конденсатор

- При снижении входного напряжения ниже порогового значения $U_{пп}$:
 - а. Ключ SW1 размыкается, разрывая линию питания +ВХ и +ВЫХ.
 - б. Ключ SW2 замыкается, подключая +ВЫХ к C_h на выводе КОНД.
 - с. Далее питание нагрузки будет идти с C_h .

3. Работа при потере питания

При снижении входного напряжения ниже $U_{пп}$ или до 0 В:

- Питание нагрузки осуществляется от C_h .
- Выходное напряжение постепенно снижается до минимального рабочего уровня (выключения) DC/DC-преобразователя

4. Восстановление питания

Когда $U_{вх}$ восстанавливается выше уровня порога переключения питания с +Вх на C_h :

- Ключ SW2 размыкается, отключая конденсатор C_h .
- Ключ SW1 замыкается, возвращая питание нагрузки на входную сеть.
- Конденсатор C_h начинает повторную зарядку до уровня U_c через зарядное устройство.

Сигнализация состояния

АВН (Режим работы):

- Нормальный режим. Питание от $U_{вх}$: Высокоимпедансное состояние.
- Питание от C_h : Замкнутое состояние.

ЗО (Заряд конденсатора):

- Конденсатор заряжается $U_c < 90\% U_{c.макс}$: Высокоимпедансное состояние.
- Конденсатор заряжен $U_c \geq 90\% U_{c.макс}$: Замкнутое состояние.

КР (Разряд конденсатора):

- Конденсатор заряжен. Высокоимпедансное состояние: при $U_c > U_{пп} + 1 В$.
- Конденсатор разряжен. Замкнутое состояние.

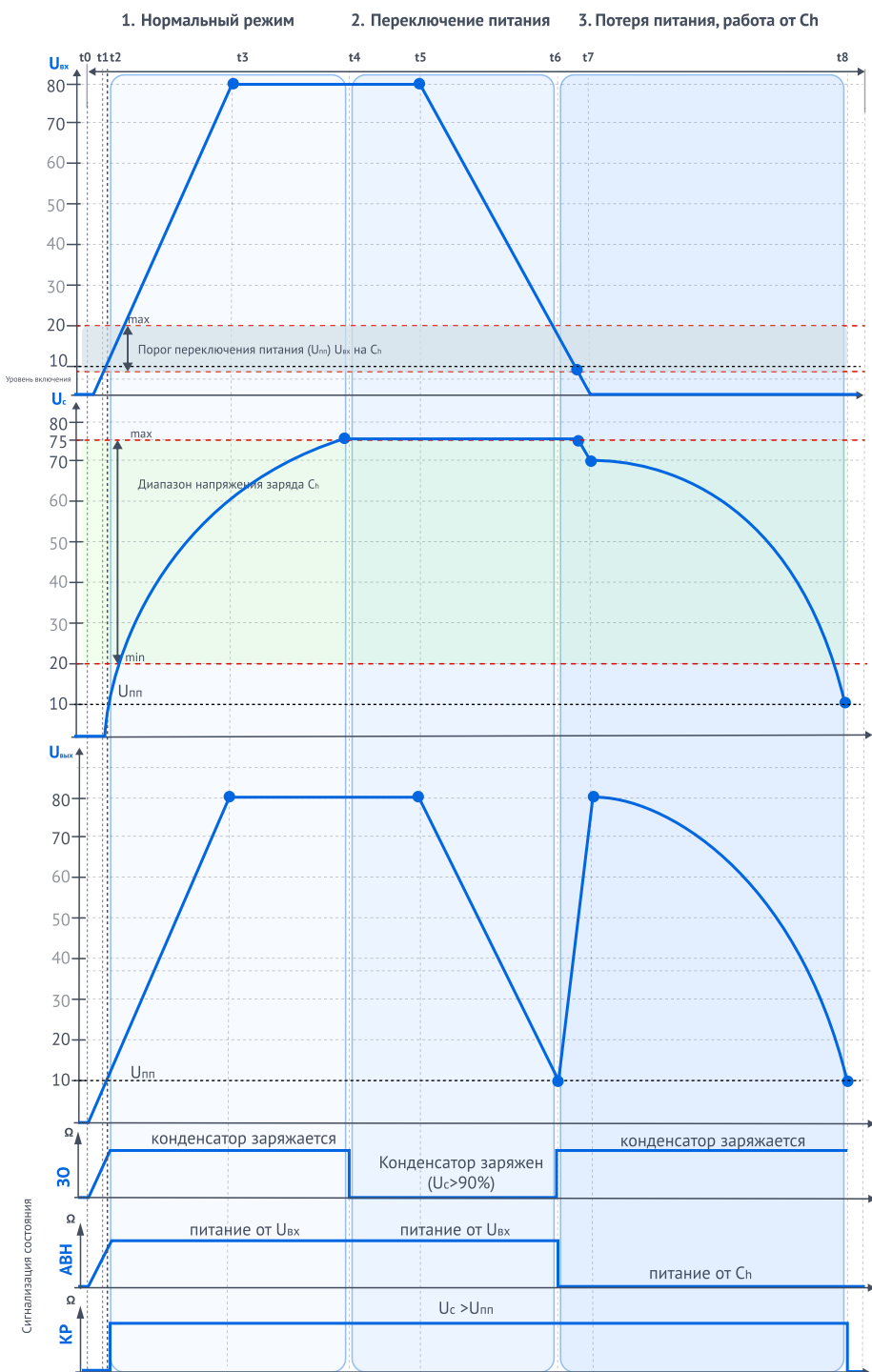


Рис. 6 - Циклограмма работы МУ-Б

Расчет требуемой емкости накопительного конденсатора

Требуемая емкость конденсатора зависит от нагрузки, эффективности DC/DC-преобразователя и времени поддержания напряжения. При использовании накопительного конденсатора на входе преобразователя номинальную емкость можно получить из следующего выражения:

$$C = \frac{2 \times P \times t}{\eta \times (U_c^2 - U_{\min}^2)} \quad (1)$$

где: P – мощность нагрузки (выход преобразователя);
 η – КПД преобразователя при заданной нагрузке;
 t – время поддержания (в секундах);
 U_1 – начальное напряжение на конденсаторе;
 U_2 – минимальное входное напряжение преобразователя.

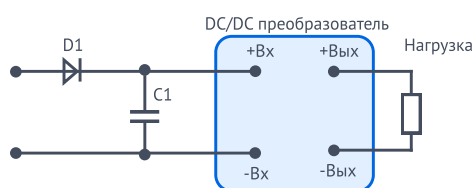


Рис. 7 - Простое решение удержания напряжения

Без модуля удержания

При отсутствии модуля удержания, одним из простых решений является использование буферной ёмкости C_1 (рис. 7). При пропадании питания на шине питания DC/DC преобразователь будет работать некоторое время T , используя заряд конденсатора C_1 , емкость которого рассчитана по формуле (1).

Основные ограничения данного решения

- Высокий пусковой ток заряда требует дополнительных мер по ограничению в цепи питания.
- Максимальная емкость может быть ограничена возможностями источника питания и недостаточна для обеспечения требуемого времени удержания.
- При низком уровне напряжения питания требуется большая емкость, что увеличивает габариты системы.
- Большая емкость увеличивает время запуска системы.
- Увеличение количества конденсаторов снижает общую надежность системы из-за повышенного числа циклов заряда-разряда.

Например, для обеспечения работы 50-ваттного DC/DC-преобразователя с $\eta=0,9$ в течение 1 с при входном диапазоне 9–80 В и напряжении шины питания 28 В потребуется емкость:

$$C = \frac{2 \times 50 \times 1}{0.9 \times (28^2 - 9^2)} = 158\,000 \text{ мкФ} \quad (10 \text{ шт. конденсаторов K50-89-100 В 2200 мкФ})$$

В случае применения модуля МУ-Б, для тех же исходных данных требуемая емкость составит:

$$C = \frac{2 \times 50 \times 1}{0.9 \times (75^2 - 9^2)} = 20\,000 \text{ мкФ} \quad (10 \text{ шт. конденсаторов K50-89-100 В 2200 мкФ})$$

В приведённом примере применение модуля МУ-Б с максимальным напряжением заряда 75 В позволяет снизить ёмкость накопительного конденсатора с 158 000 мкФ до 20 000 мкФ.

Это достигается за счёт увеличения уровня напряжения на накопительном конденсаторе с 28 В до 75 В, что обеспечивает существенное уменьшение требуемой ёмкости при сохранении необходимого запаса энергии.



www.aedon.ru mail@aedon.ru

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

Россия, 394026, Воронеж, ул. Дружинников, 5б

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

**По всем вопросам и с предложениями Вы можете
обращаться напрямую к составителям данного руководства:**

Чувенков Александр	achuvenkov@aedon.ru	+7 (473) 300-300-5 #262
Туровский Алексей	aturovskii@aedon.ru	+7 (473) 300-300-5 #195