

# Модуль поддержания напряжения

## уменьшает емкость буферного конденсатора на 80%

**При снижении напряжения входной шины авиационное электронное оборудование и военные системы требуют поддержания работоспособности в целях сохранения данных и контролируемого отключения. Для обеспечения этого обычно применяется конденсатор большой емкости, подключенный к входу преобразователей, питающий приборы при снижении напряжения ниже минимального значения или отключении. Компания XP Power предлагает модуль поддержания напряжения MTH100 (Hold Up Module), применение которого обеспечивает снижение емкости такого конденсатора на 80%.**

**Виктор Жданкин**

victor@prosoft.ru

**М**одуль поддержания напряжения серии MTH100 разработан специально для применения в авиационном и специальном наземном оборудовании для сохранения работоспособности электронной системы в течение необходимого времени при кратковременном снижении напряжения входной шины. Обычно в этих случаях используются большие конденсаторы или импульсные конденсаторы сверхвысокой емкости, так как они заряжаются только до того порога, при котором отключается входное напряжение. Модуль MTH100 (рис. 1) позволяет уменьшить значение необходимой емкости путем зарядки буферного конденсатора до высокого напряжения (обычно 35 или 45 В) наряду с ограничением входного тока.

MTH100 подключается между шинами источника входной электроэнергии и модулями DC/DC-

преобразователей (рис. 2). В том случае когда используется помехоподавляющий фильтр или предварительный стабилизатор напряжения, модуль MTH100 подключается между ним и преобразователями. Он разработан для применения в системах с входным током до 10 А. В основном MTH100 заряжает внешний конденсатор до напряжения 35 В для питания DC/DC-преобразователей. В том случае когда напряжение пропадает или становится меньше минимального значения, модуль формирует сигнал, и подключенные DC/DC-преобразователи начинают получать напряжение от внешнего буферного конденсатора. Он может применяться с преобразователями, предназначенными для работы в диапазонах входных напряжений 16–40 В или 10–40 В.

Модуль MTH100 имеет три режима работы:

- **Режим зарядки.** Когда входное напряжение выйдет на рабочий режим и достигнет порога зарядки (который устанавливается на 1 В выше напряжения отключения), модуль начинает зарядку внешнего конденсатора до напряжения 35 В наряду с питанием DC/DC-преобразователей. Время зарядки конденсатора зависит от тока зарядки. Когда напряжение конденсатора достигает значения 34 В (90% заряда), формируется сигнал (активный, открытый коллекторный выход) «конденсатор заряжен», и модуль переходит в нормальный рабочий режим.
- **Нормальный рабочий режим.** В этом режиме с заряженным конденсатором и напряжением промежуточной шины между порогом «аварийное состояние напряжения» и 40 В модуль потребляет мощность только для удержания конденсатора в заряженном состоянии, то есть менее 1 Вт. Падение напряжения между входом и выходом составляет менее чем 130 мВ в худшем случае (при входном токе 10 А). Модуль MTH100 будет работать до тех пор, пока входное напряжение не снизится ниже порога «аварийное состояние напряжения».
- **Режим аварийного состояния напряжения.** Когда входное напряжение снизится ниже порога «аварийное состояние напряжения», подается соот-



**Рис. 1.** Внешний вид модуля поддержания напряжения MTH100

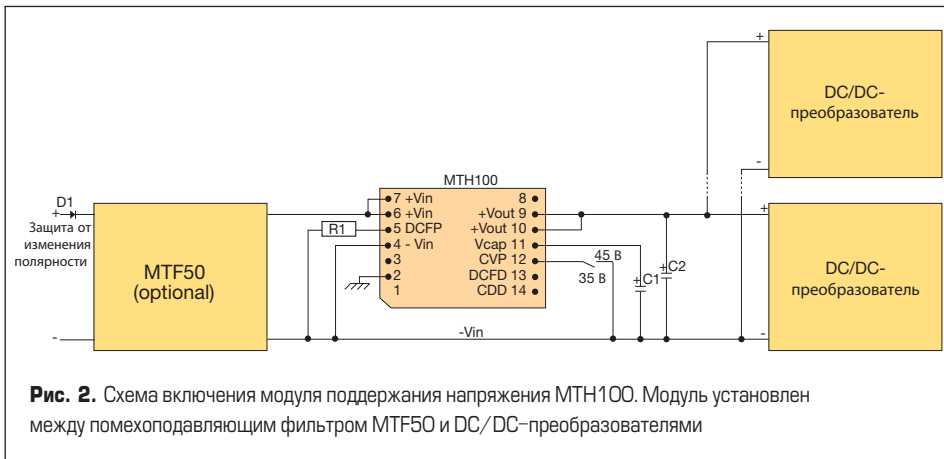


Таблица. Параметры конденсатора C1

C <sub>1</sub> , мкФ	V <sub>cap</sub> , В	Время, с	
		Типичное	Максимальное (при входном напряжении 10 В)
10 000	45	1,2	1,5
10 000	35	0,8	1,0
30 000	45	3,4	4,0
30 000	35	2,0	2,4
50 000	45	5,5	6,0
50 000	35	3,2	3,8

Рис. 2. Схема включения модуля поддержания напряжения MTH100. Модуль установлен между помехоподавляющим фильтром MTF50 и DC/DC-преобразователями

ветствующий сигнал. MTH100 отключает вход и выход и подключает буферный конденсатор к выходу. На этой стадии DC/DC-преобразователи получают напряжение от конденсатора. Когда 90% полезной энергии, накопленной конденсатором, израсходовано, функционирование прекратится, так как напряжение снизится практически до нулевого уровня.

Модуль MTH100 состоит из трех основных каскадов (рис. 3):

- Коммутирующая логика. Эта схема контролирует напряжение шины источника входной электроэнергии и сравнивает его с пороговым значением «аварийного состояния напряжения» (установленным внешним резистором). Как только входное напряжение превысит аварийный порог, активируются переключатели зарядного устройства и поддержания напряжения.
- Зарядное устройство. Зарядное устройство используется для зарядки буферного конденсатора до 35 или 45 В в зависимости от установки CVP (Charge Voltage Programming — программирование напряжения заряда, вывод 12).

- Схема управления осуществляет текущий контроль за состоянием заряда поддерживающего конденсатора C1. Она также формирует два независимых признака: обнаружено аварийное состояние входного напряжения (Input DC Fail Detect (DCFD), вывод 13) и обнаружен заряд/разряд (Charge/Discharge Detect (CDD), вывод 14). Эти сигналы используются на системном уровне для управления прерыванием питания.

Цепь D-R предназначена для ограничения тока через конденсатор C2. Как правило, в реальном применении в этой цепи нет необходимости. Конденсатор C2 (Changeover Capacitor — конденсатор переключения) предназначен для поддержки нагрузки в течение очень короткого времени, которое необходимо для того, чтобы конденсатор C1 начал разряжаться через нагрузку (преобразователи напряжения)

**Рекомендации по выбору компонентов**

Минимальное значение емкости конденсатора C1 составляет 1000 мкФ, что делает воз-

можным определение отсутствия компонента или разомкнутого контура. Не существует никакого максимального ограничения, кроме как длительность времени заряда. Модуль MTH100 заряжает поддерживающий конденсатор C1 (Hold-up capacitor) до напряжения 45 В (макс.), когда вывод CVP подключен к проводу V<sub>in</sub>, или до напряжения 35 В, когда вывод CVP не подключен. Значение конденсатора C1, требуемое для обеспечения необходимого времени поддержания работы для сохранения данных и контролируемого отключения при пропадании напряжения промежуточной шины, определяется по формуле:

$$C_1 = \left( \frac{2 \times P_{out} \times t_{hold-up}}{V_{cap}^2 - V_{min}^2} \right) \times 1,1,$$

где C<sub>1</sub> — значение буферного конденсатора (минимальное значение, включая допустимое отклонение); t<sub>hold up</sub> — требуемое время поддержания напряжения; V<sub>cap</sub> — напряжение заряда конденсатора C1; V<sub>min</sub> — минимальное значение входного напряжения DC/DC-преобразователя (≥10 В); P<sub>out</sub> — выходная мощность от MTH100.

Зарядка конденсатора C1 начнется, как только значение входного напряжения достигнет аварийного порогового значения. В таблице приведены значения времени зарядки конденсатора C1 для различных значений напряжения заряда и емкостей конденсатора C1 при минимальном значении напряжения на входе DC/DC-преобразователей 10 В (рис. 4, 5).

Вход программирования аварийного значения напряжения (DC Fail Programming, DCFP) устанавливает пороговое значение аварийного

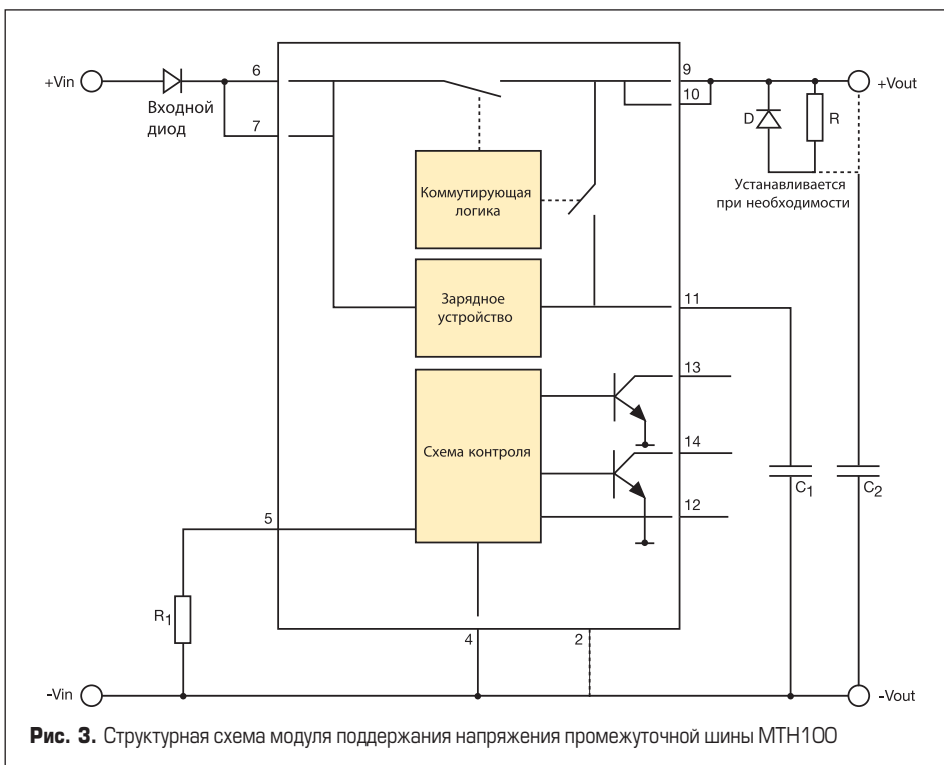


Рис. 3. Структурная схема модуля поддержания напряжения промежуточной шины MTH100

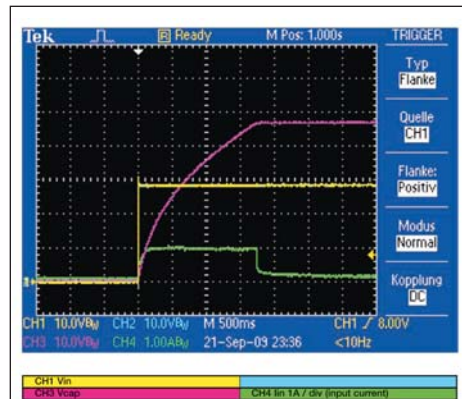
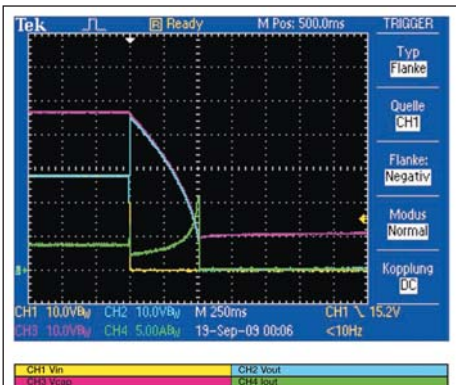
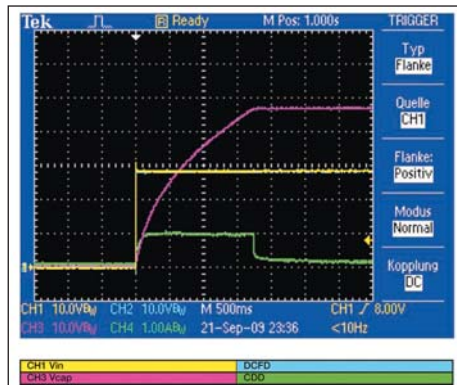


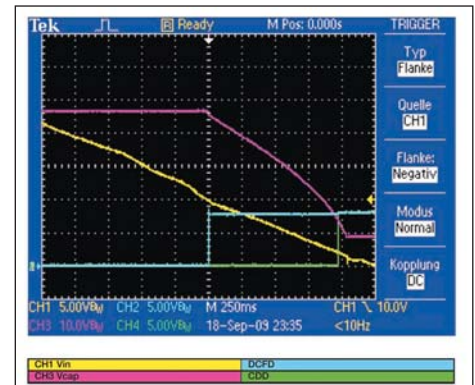
Рис. 4. Время зарядки буферного конденсатора C1 (C<sub>1</sub> = 30 000 мкФ; C<sub>2</sub> = 150 мкФ; V<sub>cap</sub> = 45 В; CVP = «низкое значение»; DCFP = 10 В; t<sub>charge</sub> = 1,7 с)



**Рис. 5.** Время поддержания (hold up) напряжения на входе преобразователей ( $C_1 = 50\ 000$  мкФ;  $C_2 = 150$  мкФ; постоянный ток нагрузки – 10,5 А;  $V_{cap} = 45$  В; CVP = Low («низкий уровень»); DCFP = 15 В;  $t_{hold\ up} = 500$  мс)



**Рис. 6.** Диаграммы сигналов DCFD и CDD при увеличении входного напряжения и напряжения на конденсаторе ( $C_1 = 30\ 000$  мкФ; ток в нагрузке – 10,5 А;  $V_{cap} = 45$  В; DCFP = 10 В)



**Рис. 7.** Диаграммы цифровых сигналов при снижении входного напряжения и напряжения на конденсаторе ( $C_1 = 30\ 000$  мкФ; ток в нагрузке – 10,5 А;  $V_{cap} = 45$  В; DCFP = 10 В)

напряжения подключением резистора R1, значение которого рассчитывается по формуле:

$$R_1 = \left( \frac{40,67}{V_{fail} - 9,785} - 3,92 \right) \times 10^3,$$

где  $R_1$  — резистор, определяющий пороговое значение аварийного напряжения (DCFP);  $V_{fail}$  — требуемое значение аварийного напряжения (определяется как допустимое низкое напряжение).

Состояние выхода «определение аварийного состояния входного напряжения» (DCFD), который является схемой с открытым коллектором, изменяется, когда входное напряжение упадет ниже установленного порога. Выход «определение заряда/разряда» (CDD), который также является схемой с открытым коллектором, изменит свое значение на низкое, как только конденсатор C1 зарядится до значения

90% от  $V_{cap}$  или примет высокое значение, когда конденсатор C1 разрядится до напряжения ниже 30% от  $V_{cap}$ . На рис. 6, 7 представлены диаграммы сигналов DCFD и CDD при увеличении значений напряжения  $V_{in}$  и  $V_{cap}$ . Выходы DCFD и CDD могут быть подключены к шине  $V_{out}$  через соответствующий резистор для формирования сигнала относительно входной цепи или могут быть использованы для управления диодом оптпары через токоограничивающий резистор в тех случаях, когда сигнал должен быть привязан к выходной цепи.

### Заключение

Герметизированный модуль MTH100 значительно уменьшает величину емкости буферного конденсатора, часто более чем на 80%. Рассмотрим в качестве примера систему электропитания, которая должна работать при отключении напряжения в течение 200 мс при

мощности нагрузки 30 Вт без прерывания работы DC/DC-преобразователей при минимальном входном напряжении 10 В. Если просадка напряжения шины произошла при входном напряжении 16 В без модуля поддержания напряжения, система потребовала бы применения конденсатора емкостью 90 000 мкФ. При использовании модуля MTH100 системе потребуется конденсатор емкостью только 7 000 мкФ, что почти на 92% меньше. Это сказывается на уменьшении стоимости, веса компонентов и экономии площади печатной платы, что является значительной помощью инженерам, сталкивающимся с требованием установки большого числа громоздких компонентов при уменьшении площади системы при выборе между критериями просадки и поддержания напряжения.

При габаритах всего лишь 40×26×12,7 мм модуль MTH100 с отводом тепла через основание корпуса характеризуется значением КПД 98%, работает в диапазоне температур –55...+100 °С.