

Устройство защиты

Юрий Андреев, Юрий Кремзуков

Представлены результаты разработки быстродействующего устройства защиты от короткого замыкания в процессе проведения испытаний источника энергии на базе аккумуляторных батарей.

Использование солнечной энергии для электропитания систем космического аппарата (КА) предполагает наличие совместно с солнечной батареей (СБ) аккумуляторной батареи (АБ) для обеспечения работы электромеханических систем КА при заходе в тень.

При наземных испытаниях, как в лабораторных условиях, так и в барокамере, все системы КА подвергаются множеству различных типов проверок. Нарушение функционирования какого-либо электрического оборудования или ошибки, связанные с так называемым «человеческим фактором», могут привести к возникновению короткого замыкания (КЗ), а в некоторых случаях и к возникновению пожара. Особо опасным является КЗ на шинах питания, идущих непосредственно от АБ.

Для исключения подобных ситуаций необходимо включение между выходом АБ и потребителями устройства защиты (УЗ). Быстродействие такого УЗ должно быть порядка единиц или десятков микросекунд вследствие высокого темпа развития КЗ, особен-

но для энергоёмких АБ [1]. Устройство защиты с такими временными характеристиками можно создать только с использованием средств полупроводниковой электроники.

Такие УЗ и АБ были созданы в Томском НИИАЭМ ТУСУР. Аккумуляторная батарея предназначена для обеспечения электроснабжением КА среднего класса со следующими энергетическими характеристиками:

- напряжение бортовой сети 23...34 В;
- номинальный ток разряда 8 А;
- разрядная энергия, не менее 285 Вт·ч.

АБ состоит из 45 аккумуляторных литий-ионных элементов и имеет встроенную систему балансировки их напряжений. В настоящее время такой АБ оснащён КА, запущенным в космос в начале 2026 г.

Функциональная схема разработанного быстродействующего УЗ приведена на рис. 1.

Напряжение от АБ поступает на нагрузку через электронный ключ в виде двух встречно-последовательно соединённых полевых транзисторов N-типа IRFP4368 с сопротивле-

нием канала в открытом состоянии, равным 1,46 мОм, и токового шунта ШИ 15А-001-М, специально разработанного белорусской фирмой «Аякс» с использованием материалов – фольги из никель-молибденового сплава и сплава «церазин» для блоков подвода мощности, обеспечивающих подогрев различных приводов КА в барокамере [2]. Шунт имеет сопротивление 10 мОм, малые значения индуктивности и температурной нестабильности, позволяющие получить требуемые характеристики точности и быстродействия УЗ.

Общая мощность тепловыделения на транзисторах ключа и шунте при номинальном разрядном токе составляет около 0,83 Вт, что позволяет разместить конструкцию УЗ в корпусе с минимальными требованиями к рассеиванию тепла. Управление транзисторами электронного ключа осуществляется через оптоизолированный драйвер, запитанный от изолированного DC/DC-преобразователя. Остальные части схемы УЗ имеют также изолированное от сети однополярное питание напряжением величиной 12 В.

Усилитель напряжения с шунта имеет небольшое положительное смещение, удерживающее его

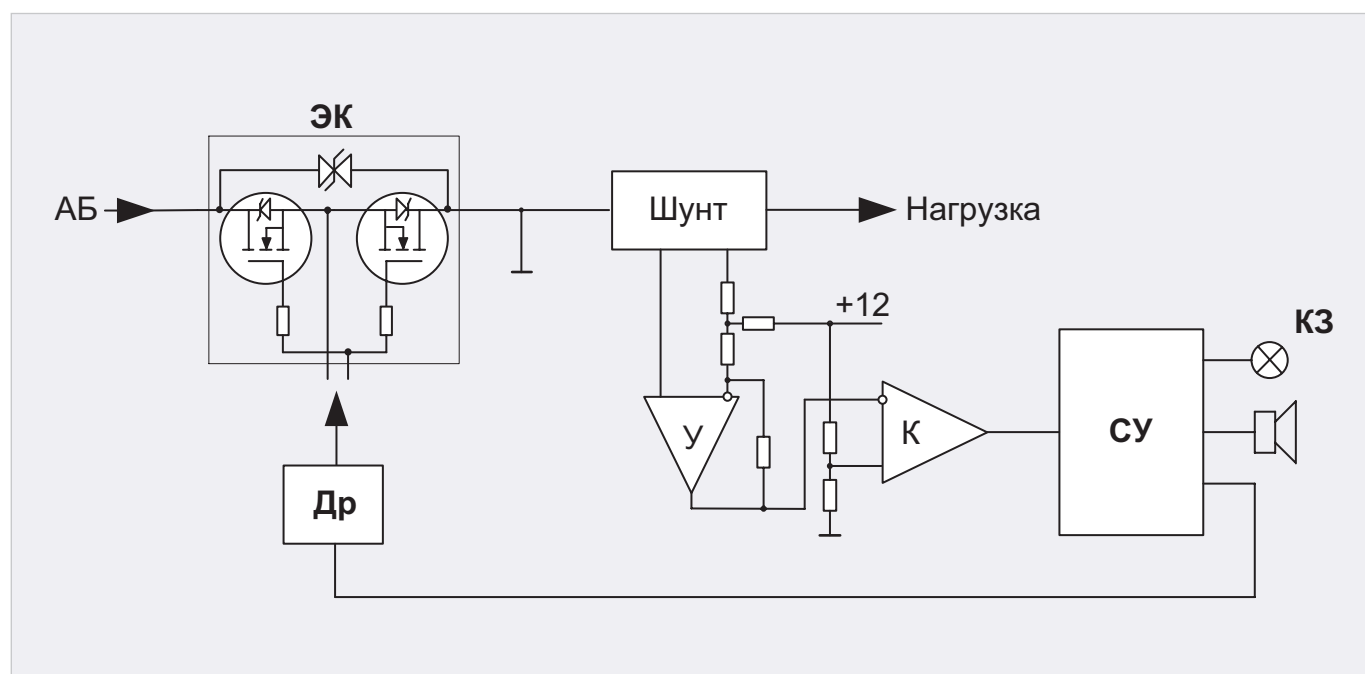


Рис. 1. Функциональная схема разработанного быстродействующего УЗ



Рис. 2. Внешний вид УЗ

выход в состоянии низкого уровня напряжения в рабочей области тока нагрузки. При дальнейшем увеличении тока усилитель включается в работу, и выходной сигнал поступает на компаратор, срабатывающий при достижении заданного порога в 16 А. Этот сигнал подается на вход таймера NE555, на основе которого реализовано управление устройством защиты.

Схемой обрамления таймера реализованы нужные выдержки времени и два режима работы: однократно – после срабатывания защиты и устранения причины КЗ необходимо выключить питание УЗ для приведения устройства в исходное состояние и автоматически – после выдержки времени происходит повторное включение устройства.

Основные характеристики УЗ:

- напряжение питания 24 В $\pm 10\%$;
- ток потребления 35–40 мА;
- ток срабатывания по перегрузке 16 А $\pm 10\%$;
- время срабатывания по КЗ 15 мкс.

Внешний вид УЗ представлен на рис. 2.

Литература

1. Проблемы защиты системы электроснабжения космических аппаратов от короткого замыкания при наземных испытаниях / Ю.А. Андреев, С.Ю. Буров, Ю.А. Кремзуков // Доклады ТУСУР. 2020. Т. 23. № 1. С. 85–91.
2. Пат. RU 152583 U1, МПК G05D 23/00, (2006/01). Регулятор мощности имитатора теплового потока для испытаний космических аппаратов / Мишин Вадим Николаевич (RU), Андреев Юрий Александрович (RU), Буров Сергей Юрьевич (RU). – № 2014145334/08; заявл. 11.11.2014, опубл. 10.06.2015. Бюл. № 16, 2 с.

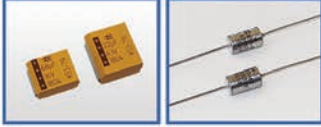
Авторы – сотрудники НИИАЭМ ТУСУР, г. Томск

E-mail: kremzucov@niiam.tomsk.ru



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭЛЕКОНД

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО КОНДЕНСАТОРОВ

Оксидно-электролитические алюминиевые конденсаторы K50-... Номинальное напряжение, $U_{ном}$, В, Номинальная емкость, $C_{ном}$, мкФ, Диапазон температур среды при эксплуатации, $T_{ср}$, °C	3,2 ... 485 1,0 ... 470 000 -60 ... 125	
Объемно-пористые танталовые конденсаторы K52-... Номинальное напряжение, $U_{ном}$, В, Номинальная емкость, $C_{ном}$, мкФ, Диапазон температур среды при эксплуатации, $T_{ср}$, °C	3,2 ... 200 1,5 ... 60 000 -60 ... 175	
Оксидно-полупроводниковые танталовые конденсаторы K53-... Номинальное напряжение, $U_{ном}$, В, Номинальная емкость, $C_{ном}$, мкФ, Диапазон температур среды при эксплуатации, $T_{ср}$, °C	2,5 ... 63 0,033 ... 2 200 -60 ... 175	
Суперконденсаторы K58-... Номинальное напряжение, $U_{ном}$, В, Номинальная емкость, $C_{ном}$, Ф, Диапазон температур среды и эксплуатации, $T_{ср}$, °C	2,5 ... 2,7 1,0 ... 4 700 -60 ... 65	
Накопители электрической энергии на основе модульной сборки суперконденсаторов НЭЭ, МИК, МИЧ, ИТИ Номинальное напряжение, $U_{ном}$, В, Номинальная емкость, $C_{ном}$, Ф, Диапазон температур среды при эксплуатации, $T_{ср}$, °C	5,0 ... 48 0,08 ... 783 -60 ... 65	

Россия, 427968, Удмуртская Республика, г. Сарапул, ул. Калинина, 3

Тел.: (34147) 2-99-53, 2-99-89, 2-99-77, факс: (34147) 4-32-48, 4-27-53

e-mail: elecond-market@elcudm.ru, www.elecond.ru



Реклама