

Твердотельные реле компании Ruichi: надежная альтернатива электромагнитным реле

В. Москалев¹

УДК 681.584.72 | ВАК 05.27.01

Компания Ruichi специализируется на проектировании и производстве контрольно-измерительных приборов, пассивных компонентов, силовых полупроводниковых приборов, разъемов, кабельных изделий, коммутационных устройств, вентиляторов и других изделий. Продукция компании сертифицирована в соответствии с EU RoHS и REACH Certification, отвечает требованиям российских стандартов качества. Одним из востребованных видов продукции марки Ruichi являются твердотельные реле, которые все шире используются вместо традиционных электромагнитных реле. В статье рассмотрены принципы работы, разновидности, схемы включения твердотельных реле, а также характеристики и модельный ряд устройств, выпускаемых компанией Ruichi.

Твердотельное реле (ТР) – коммутационное устройство без механических движущих частей, служащее для включения и выключения цепи высокой мощности с помощью низких напряжений. Принцип действия ТР основан на применении силовых полупроводниковых ключей (транзисторов, тиристоров, симисторов). В отличие от этого, традиционные электромагнитные реле (ЭМР) содержат катушку, на которую подается напряжение и создается магнитное поле, приводящее в движение якорь с закрепленной на нем контактной группой. Контакты замыкаются, ток проходит по цепи.

В твердотельных реле нет ни катушки, ни контактной группы на подвижном якоре. Вместо силовых контактов используются силовые полупроводниковые ключи – тиристоры, симисторы или транзисторы, в зависимости от того, токи какой величины необходимо переключать.

Отсутствие механических частей и, следовательно, износа контактной группы делает твердотельные реле гораздо более надежными и долговечными в процессе эксплуатации, чем электромагнитные реле. Кроме того, быстродействие ТР гораздо выше, чем ЭМР. В процессе работы твердотельных реле не появляется искр и посторонних звуков. Благодаря отсутствию искрения, ТР могут использоваться во взрывоопасных помещениях. Среди дополнительных преимуществ ТР следует отметить бесшумный режим работы. Например, использование твердотельных реле в качестве замены контактов в электрическом котле позволяет исключить хлопки

при включении нагревательного оборудования. Кроме того, ТР обеспечивают неизменное выходное сопротивление в процессе всего срока службы (контакты не окисляются), они менее чувствительны к внешним условиям (вибрации, магнитным полям, повышенной влажности, запыленности воздуха) и более энергоэффективны.

Среди недостатков твердотельных реле нужно отметить несколько моментов. Во-первых, из-за скачков напряжения необходимо принимать меры против ложных срабатываний. Во-вторых, при коротких замыканиях, перегрузках в электрической цепи есть высокий риск выхода из строя силового ключа из-за относительно низкой перегрузочной способности. В-третьих, в процессе активной эксплуатации твердотельные реле сильно нагреваются за счет сопротивления р-п-перехода, что часто требует установки радиатора для эффективного теплоотвода. В-четвертых, срок службы твердотельного реле значительно уменьшается при работе с импульсным напряжением.

Еще один недостаток связан с наличием в ТР тока утечки. Из-за этого при использовании ТР для управления осветительными системами может наблюдаться мерцание светодиодов.

Твердотельные реле классифицируются по ряду параметров: количество фаз, способ переключения в процессе работы, вариант монтажа, входное напряжение, допустимое рабочее напряжение, ток, выходное напряжение, тип тока (постоянный, переменный), падение напряжения, условия эксплуатации. Еще один критерий для разделения ТР на группы – тип управляющего сигнала.

¹ Компания «РУ Электроникс», продакт-менеджер, тел. +7 495 133-10-18, Component@ruelectronics.com.

RUICHI



Рис. 1. Твердотельное реле марки Ruichi

В зависимости от количества фаз различают одно- и трехфазные ТР. Управление ТР может осуществляться переменным или постоянным напряжением.

Наиболее широко применяют твердотельные реле постоянного тока с управляющим напряжением от 3 до 32 В. Также достаточно популярными являются ТР с аналоговым управляющим сигналом. ТР позволяют регулировать мощность подключенных электроприборов на основе фазового управления. Простой пример – бытовой диммер для контроля системы освещения.

Компания Ruichi предлагает однофазные и трехфазные твердотельные реле различных типов, основные характеристики которых приведены в табл. 1. Внешний вид твердотельного реле марки Ruichi представлен на рис. 1.

Для твердотельных реле Ruichi принята следующая маркировка в зависимости от фазности ТР: ТТР – для трехфазных; SSR – для однофазных. Буква «Н» в обозначении твердотельного реле указывает на то, что его можно использовать в цепях с высоким напряжением.

Информация о типе управления твердотельным реле указывается в самом конце маркировки:

- LA – аналоговый сигнал управления, контроль осуществляется в диапазоне от 4 до 20 мА, фазовое управление;
- VA – установлен переменный резистор от 470 до 560 кОм (2 Вт), фазовое управление;

- ZD – контроль в диапазоне от 10 до 30 В DC;
- ZD3 – контроль в диапазоне от 3 до 32 В DC;
- ZA2 – контроль в диапазоне от 70 до 280 В AC;
- DA – управление сигналом постоянного тока;
- DD3 – контроль осуществляется сигналом в диапазоне от 3 до 32 В;
- AA – управление осуществляется переменным током (напряжение 220 В).

В табл. 2 приведена информация о модельном ряде ТР от Ruichi.

По конструкции самым простым вариантом является твердотельное реле, управляемое постоянным током, с выходом переменного напряжения (типа DC-AC). В нем предусмотрена коммутация в процессе перехода через ноль (рис. 2, 3).

Контактная пара 3–4 представляет собой вход для управляющего сигнала, который взаимодействует с коммутируемым напряжением путем создания гальванической развязки с помощью оптрона. Блок контроля перехода через ноль отслеживает фазы напряжения в цепи. Когда напряжение переходит через ноль осуществляется коммутация цепи, благодаря чему уменьшаются выбросы тока при включении и отключении нагрузки.

Данный тип ТР может эффективно использоваться для контроля различных нагрузок в электрической цепи. Однако их не применяют для управления

Таблица 1. Основные характеристики трехфазных и однофазных твердотельных реле от компании Ruichi

Сопrotивление изоляции, не менее	50 МОм / 500 В DC
Электрическая прочность изоляции вход-выход	2,5 кВ AC в течение 1 мин
Ток срабатывания, не более	7,5 мА
Перегрузочная способность	До 10 номинальных токов в течение 10 мс
Метод коммутации	При переходе через ноль (в моделях для переменного тока) или мгновенно через оптрон (для постоянного тока)
Встроенная защита	В серии SSR-F предусмотрен сменный предохранитель

Таблица 2. Модельный ряд твердотельных реле Ruichi

	Тип DC-AC управление постоянным током	Тип AC-AC управление переменным током	Тип DC-DC управление постоянным током
Модель	SSR-10DA, SSR-25DA, SSR-40DA, SSR-50DA, SSR-75DA	SSR-10AA, SSR-25AA, SSR-40AA	SSR-05DD, SSR-10DD
Номинальное управляющее напряжение	3–32 В DC	80–250 В AC 50/60 Гц	3–32 В DC
Напряжение включения / выключения	Вкл. >2,4 В DC / Выкл. <1 В DC	Вкл. >45 В AC / Выкл. <35 В AC	Вкл. >2,4 В DC / Выкл. <1 В DC
Ток срабатывания	7,5 мА / 12 В DC	5 мА / 110 В AC	7,5 мА / 12 В DC
Метод управления	Коммутация при переходе через ноль		Оптрон
Номинальное напряжение нагрузки	24–380 В AC 90–480 В AC («Н» в обозначении)		5–60 В DC
Падение напряжения	1,6 В при 25 °С		
Номинальный ток нагрузки	10 А, 25 А, 40 А, 50 А, 75 А соответственно	10 А, 25 А, 40 А соответственно	5 А, 10 А соответственно
Максимальный кратковременный ток	10х от номинального	10х от номинального	3х от номинального
Ток утечки	3 мА, 6 мА (для 50 и 75 А)	3 мА	0,8 мА
Время отклика на входной сигнал	Менее 10 мс		1 мс
Диэлектрическая прочность	Более 2,5 кВ AC / 1 мин		
Сопrotивление изоляции	Более 50 МОм / 500 В DC		
Диапазон рабочих температур	–20...80 °С		

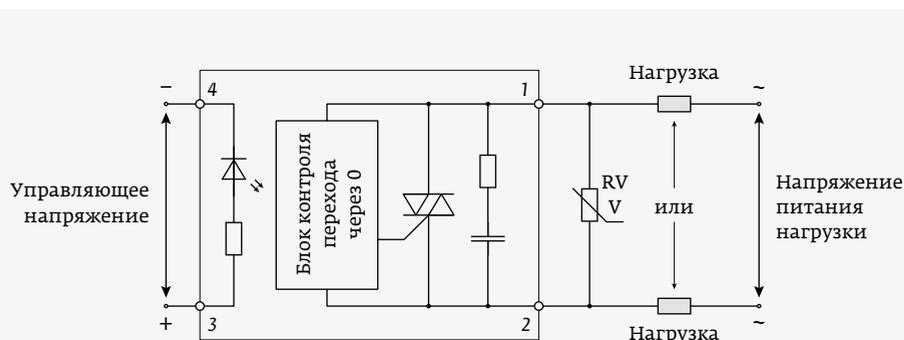


Рис. 2. Схема включения твердотельного реле, управляемого постоянным током, с коммутацией в процессе перехода через ноль (тип DC-AC)

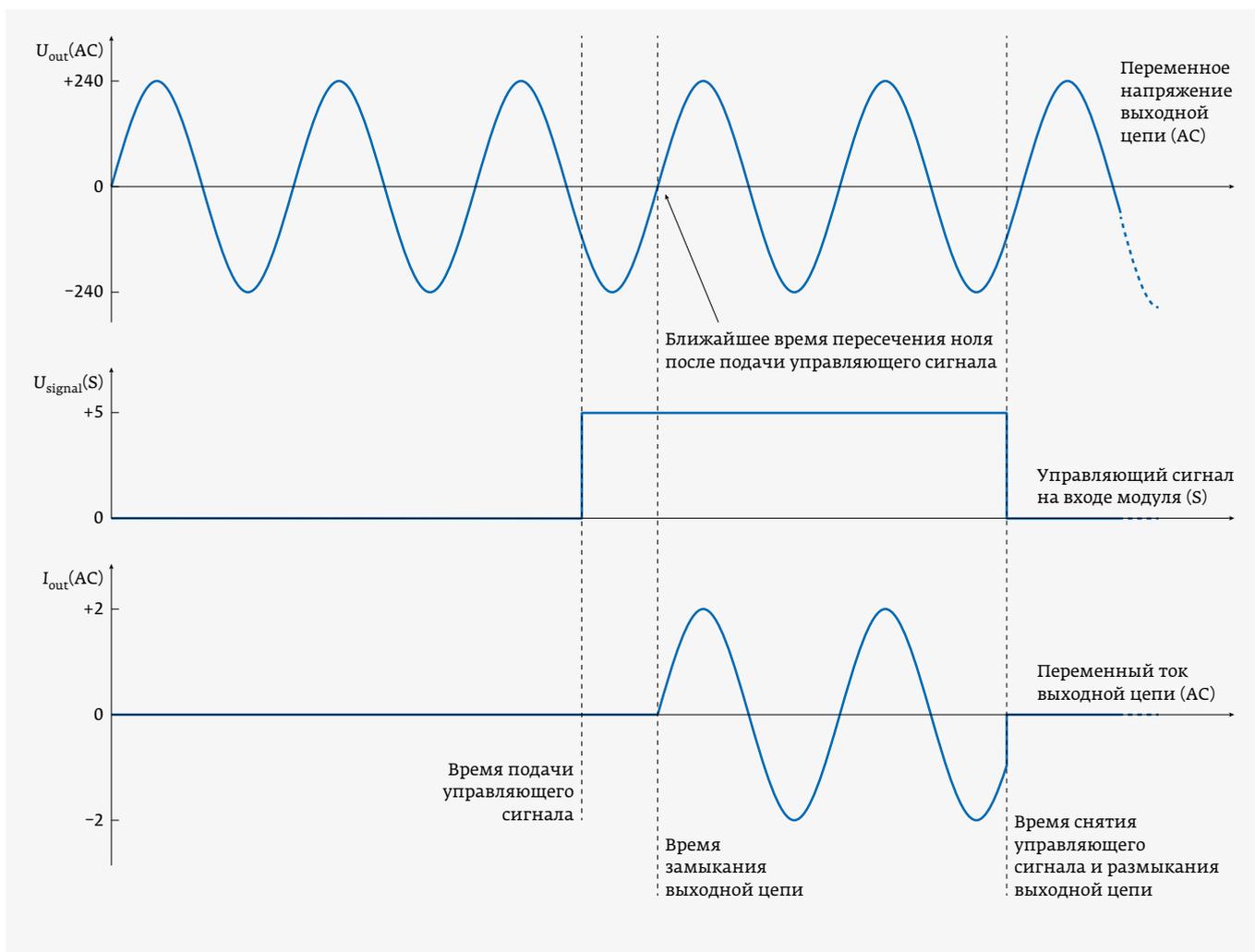


Рис. 3. Сигналы твердотельного реле, управляемого постоянным током, с коммутацией в процессе перехода через ноль

высокоиндуктивными нагрузками. Этот метод обеспечивает высокую эффективность и не создает помех.

В ТР, управляемых переменным током, с выходом переменного напряжения (AC-AC) на входе предусмотрен диодный мост (рис. 4).

В ТР, управляемых постоянным током, с выходом постоянного напряжения (DC-DC) вместо симистора используется транзистор (рис. 5).

Компания Ruichi предлагает также более сложные универсальные ТР на базе нескольких транзисторов, которые

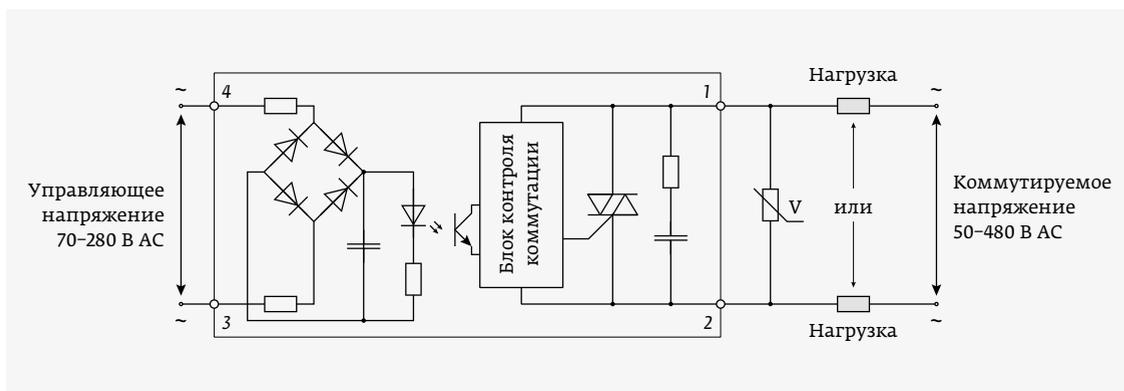


Рис. 4. Схема включения твердотельного реле, управляемого переменным током (тип AC-AC)

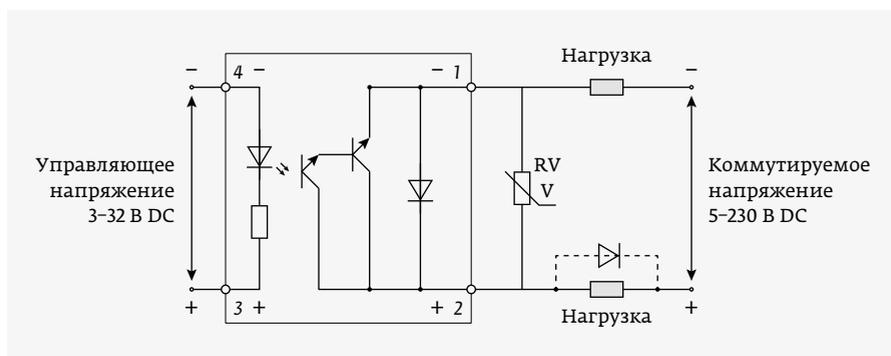


Рис. 5. Схема включения твердотельного реле, управляемого постоянным током (тип DC-DC)

подходят для работы как с переменным, так и постоянным током.

В ТР, работающих на основе фазового метода управления, предусмотрена возможность изменять мощность

выходного напряжения путем подачи на вход аналогового сигнала. Возможно управление током или напряжением, а также использование на входе переменного резистора. Силовой элемент в ТР данного типа – тиристор. Однако, подобный тип управления имеет серьезный недостаток – создание помех в электрической сети. Для их подавления устанавливается сетевой фильтр, который оснащают синфазным дросселем.

При эксплуатации твердотельных реле для управления большой нагрузкой следует предусмотреть эффективное охлаждение путем установки радиаторов с кулером. Для всех ТР производства Ruichi в технической документации указана информация о подходящем типе кулера. ●

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



Цена 1960 руб.

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУБМИКРОННЫХ МИКРОСХЕМ

Белоус А. И., Красников Г. Я., Солодуха В. А.

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2021. — 782 с.,
ISBN 978-5-94836-603-6

В объеме 14 глав одной книги детально и последовательно рассмотрен весь комплекс взаимосвязанных теоретических и практических аспектов сквозного проектирования и организации производства кремниевых субмикронных микросхем: теоретические основы работы полевых и биполярных транзисторов, методы и особенности конструктивно-схематического проектирования, базовые схемотехнические и системотехнические решения биполярных, КМОП-, БиКМОП- и КНИ-микросхем, методы и средства повышения их радиационной стойкости, стандартные библиотеки проектирования и типовые маршруты проектирования.

Впервые в отечественной научно-технической литературе здесь детально рассмотрены методы логического проектирования КМОП-микросхем с пониженным энергопотреблением, а также основные принципы и методы проектирования кибербезопасных микросхем и систем на кристалле.

Книга ориентирована на широкий круг читателей: студентов и преподавателей технических университетов, а также инженеров и менеджеров, специализирующихся в области разработки и организации производства субмикронных микросхем.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; ✉ knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru

interlight

RUSSIA

intelligent building

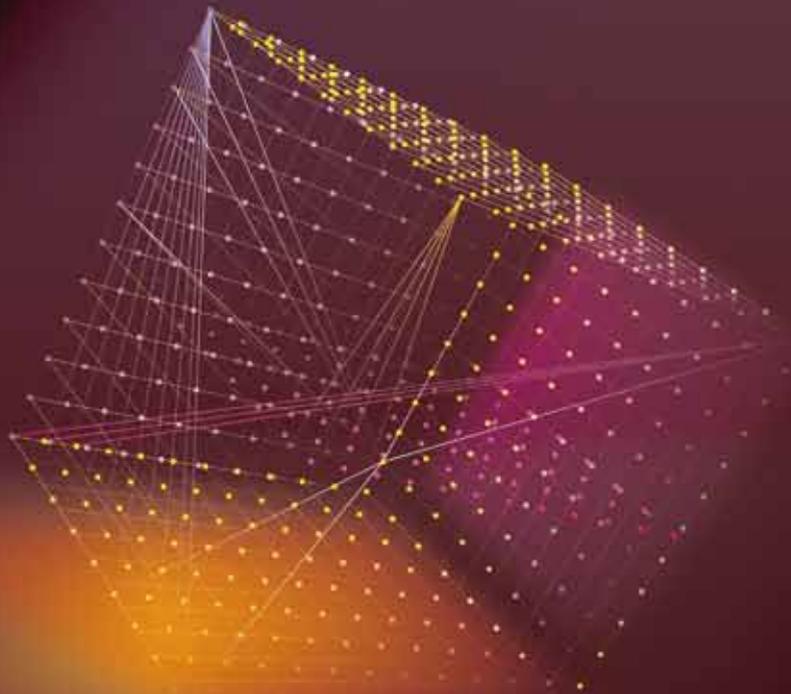
RUSSIA

19 – 22.09.2022

ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР», МОСКВА

**Умная.
Светлая.
Стильная.**

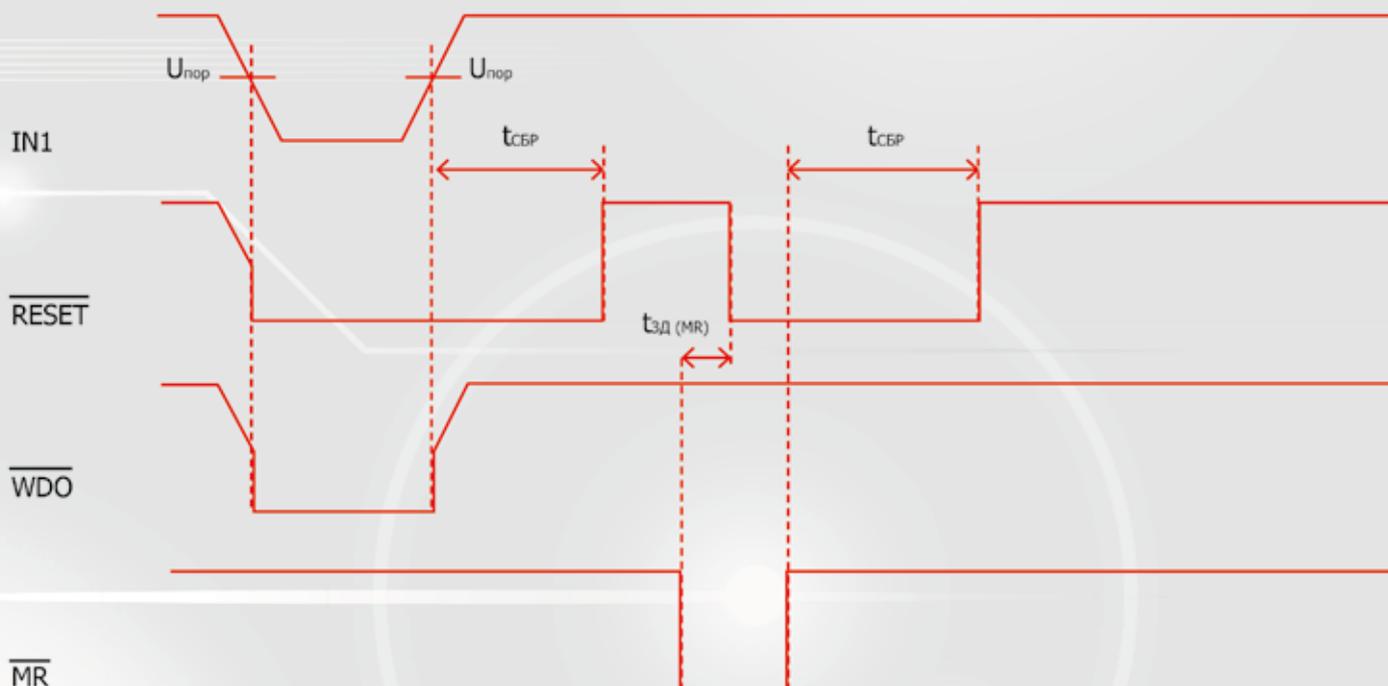
Международная выставка
освещения, автоматизации зданий,
электротехники и систем
безопасности



МИКРОСХЕМА ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНОГО СУПЕРВИЗОРА ПИТАНИЯ 5322CX075

Продолжение статьи из № 4.

Рис. 3. Временная диаграмма работы микросхемы (вход WDI подключен)



Функция контроля напряжения источников питания на входах IN1, IN2

Микросхема контролирует уровень напряжения источника питания с номиналом 5,0 В по фиксированному каналу на входе IN1 и уровень напряжения источника питания с номиналом 3,3 В по фиксированному каналу на входе IN2. Внутренний источник опорного напряжения и аналоговые компараторы анализируют напряжения на входах IN1 и IN2. В случае возникновения сбоя, т.е. ситуации, когда уровни напряжения на входах IN1 или IN2 опускаются ниже уровня порогового напряжения $U_{пор1}$ или $U_{пор2}$, вырабатывается внутренний сигнал, переводящий сигналы ошибки и «сброс» на выходах $\overline{OUT1}$, $\overline{OUT2}$ и \overline{RESET} в активное состояние низкого уровня. Сигналы $\overline{OUT1}$, $\overline{OUT2}$ и \overline{RESET} будут оставаться в активном состоянии до тех пор, пока уровни напряжения на входах IN1 или IN2 остаются ниже порогового уровня напряжения сброса $U_{пор1}$ или $U_{пор2}$. После возвращения уровней напряжения на входах IN1 или IN2 в устойчивое состояние сигналы $\overline{OUT1}$ и $\overline{OUT2}$ переходят в состояние высокого уровня, а сигнал \overline{RESET} остается активным не менее 35 или 140 мс, позволяя источнику питания и процессору стабилизироваться.

Функция контроля напряжения источника питания на входе IN3

Микросхема контролирует уровень напряжения источника питания с номиналом напряжения от 1,0 до 24 В по настраиваемому каналу на входе IN3. Для задания внешнего настраиваемого порогового напряжения используется внешний резистивный делитель напряжения, подключаемый к входу IN3. Внешнее пороговое напряжение на выходе внешнего резистивного делителя рассчитывается по формуле $U_{пор\text{ вх}} = U_{порн} \times ((R1 / R2) + 1)$ и должно быть выше 1,0 В. Вход IN3 соединен с входом компаратора, на второй вход которого подается опорное напряжение, вырабатываемое внутренним

источником опорного напряжения. Аналоговый компаратор анализирует напряжение на входе IN3. В случае возникновения сбоя, т.е. ситуации, когда уровень напряжения на входе IN3 опускается ниже уровня настраиваемого порогового напряжения $U_{порн}$, вырабатывается внутренний сигнал ошибки питания, переводящий сигналы ошибки и сброса на выходах OUT3 и RESET в состояние активного низкого уровня. Сигналы OUT3 и RESET будут оставаться в активном состоянии до тех пор, пока уровень напряжения источника питания входа IN3 остается ниже настраиваемого порогового уровня напряжения $U_{порн}$. После возвращения напряжения на входе IN3 в устойчивое состояние сигнал OUT3 переходит в состояние высокого уровня, а сигнал сброса RESET остается активным не менее 35 или 140 мс, позволяя источнику питания и процессору стабилизироваться.

Функция «сброс от внешней кнопки»

Микросхема имеет вход ручного сброса от внешней кнопки. При подаче на вход \overline{MR} импульса активного низкого уровня, формируется сигнал «сброс» \overline{RESET} . Сигнал «сброс» остается в активном состоянии не менее 140 мс после того, как \overline{MR} переключится обратно из низкого уровня в высокий (с момента отжатия кнопки).

Функция «сброс при переполнении сторожевого таймера»

Микросхема имеет внутренний таймер, который периодически очищается внешним управляющим сигналом на входе WDI, формируемым микропроцессором. Эта периодическая очистка не позволяет таймеру переполниться и сформировать сигнал выход таймера \overline{WDO} . Если по какой-либо причине микропроцессор не сформировал сигнал очистки таймера (ошибка в программе, конфликт логических уровней на шине данных, мощная радиопомеха и т.д.), то по переполнению его счета сигнал \overline{WDO} установится в активное состояние. Вывод \overline{WDO} будет находиться в активном состоянии до тех пор, пока не поступит на вход WDI сигнал очистки таймера, либо на вход \overline{MR} импульс активного низкого уровня (ручной сброс). Время переполнения сторожевого таймера составляет $1120 \div 2400$ мс.

Функция мониторинга состояния внешних источников напряжения питания

Микросхема имеет два аналоговых входа IN3 и IN4 для контроля уровней напряжения двух внешних источников питания с номиналами напряжения от 1,0 до 24 В. Для задания внешних настраиваемых пороговых напряжений используются внешние резистивные делители напряжения, подключаемые к входам IN3 и IN4. Внешнее пороговое напряжение на выходах внешних резистивных делителей рассчитывается по формуле $U_{порн\ вх} = U_{порн} \times ((R1 / R2) + 1)$ и должно быть выше 1,0 В. Входы IN3 и IN4 соединены с входами соответствующих компараторов, на вторые входы которых подается опорное напряжение, вырабатываемое внутренним источником опорного напряжения.

Компараторы сравнивают напряжения на любом из настраиваемых входов IN (IN3 и IN4) с напряжением внутреннего источника опорного напряжения. При обнаружении падения уровня напряжения на определенном входе IN ниже порогового уровня напряжения $U_{порн}$, микросхема формирует импульс на соответствующем выходе \overline{OUT} активного низкого уровня. Напряжение на выходе \overline{OUT} будет оставаться в состоянии низкого уровня до тех пор, пока значение напряжения на соответствующем входе IN остается ниже порогового напряжения $U_{порн}$. После возвращения напряжения по входу IN в устойчивое состояние сигнал \overline{OUT} переходит в состояние высокого уровня.

В микросхеме реализована возможность изменения длительности сигнала сброса с помощью внешнего вывода SRT. При подключении вывода SRT к выводу питания длительность сигнала сброса составляет $140 \div 280$ мс, при подключении вывода SRT к общему выводу длительность сигнала сброса составляет $35 \div 70$ мс.

Микросхема 5322CX075 имеет стойкость к воздействию специальных факторов 7.И, 7.С и 7.К по ГОСТ РВ 20.39.414.2 с характеристиками 7.И₁ – 3Ус; 7.И₆ – 4Ус; 7.И₇ – 4×4Ус; 7.С₁ – 10×1Ус, 7.С₄ – 2×5Ус, 7.К₁ – 2К; 7.К₄ – 1К, 7.К₉ (7.К₁₀) – является стойкой, 7.К₁₁ (7.К₁₂) – 60 МэВ×см²/мг по катастрофическим отказам и тиристорному эффекту.