

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ КЛЮЧИ ФИРМЫ FREESCALE SEMICONDUCTOR ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ – СЕМЕЙСТВО EXTREME SWITCH

Алексей Архипов, инженер по применению, ООО «Фрискейл Семикондактор»
Александр Акименко, инженер МЭИ (ТУ)

В статье описаны силовые интеллектуальные ключи для автомобильной электроники, объединяющие в себе ряд инновационных технологий компании Freescale Semiconductor. Применение подобных ключей позволяет значительно повысить надежность управления силовыми оконечными устройствами автомобиля, а также снизить стоимость конечного устройства за счет высокой степени интеграции ключей.

ВВЕДЕНИЕ

Семейство интеллектуальных ключей eXtreme Switch позиционируется фирмой Freescale Semiconductor в качестве замены электромагнитным реле, плавким предохранителям и дискретным силовым полупроводниковым приборам в автомобильной электронике.

Комбинация реле и плавкого предохранителя часто применяется для управления мощными нагрузками, например, фарами ближнего/дальнего света, вентилятором системы охлаждения двигателя и др. Такое решение имеет ряд серьезных недостатков: механический износ контактов реле, невозможность реализации плавного управления мощностью в нагрузке (например, с использованием ШИМ-сигнала), внушительные габариты, нестабильность характеристик плавких предохранителей, необходимость проектирования дополнительных устройств для диагностики состояния управляемых цепей, а также необходимость конструирования специальных устройств (коробок предохранителей), позволяющих разместить и оперативно заменять предохранители.

В качестве альтернативы традиционным решениям обычно предлагается комбинация дискретных полупроводниковых приборов и плавких предохранителей. Они позволяют применить ШИМ-сигнал для плавного управления, однако, как и системы с электромагнитными реле, требуют специальных решений для размещения предохранителей, а также наличия дополнительных устройств для мониторинга состояния цепей.

В настоящее время многие производители электронных компонентов начали выпуск интеллектуальных силовых ключей – микросхем, не только содержащих силовые транзисторы, но и обладающих встроенными функциями защиты и диагностики. В качестве примеров можно привести семейства интеллектуальных ключей High-Current-PROFET® и mini-PROFET® фирмы Infineon. Аналогичные по характеристикам изделия выпускает и International Rectifier. Микросхемы этих семейств, рассчитанные на токи до нескольких десятков ампер, обычно имеют один силовой транзистор (один канал).

Фирма Freescale Semiconductor также предлагает широкую линейку интеллектуальных ключей семейства eXtreme Switch, в которую входят не только одноканальные, но и многоканальные ключи. Многие представители семейства имеют возможность настройки и управления через последовательный интерфейс, что делает применение микросхем eXtreme Switch более удоб-

ным для использования в устройствах автомобильной электроники.

Интеллектуальные ключи семейства eXtreme Switch могут управляться ШИМ-сигналом частотой до 60 кГц. Они отвечают требованиям по надежности, предъявляемым автомобильной промышленностью, обладают встроенной защитой от токовых перегрузок, повышенного/пониженного напряжения, перегрева и позволяют включать нагрузки с большими пусковыми токами: электродвигатели, мощные лампы и т.д. Таким образом, новые интеллектуальные ключи позволяют полностью отказаться от использования комбинации сильноточных реле и плавких предохранителей, сложных схем диагностики нагрузки, отпадает и необходимость в реализации отдельной коробки предохранителей в автомобиле, что позволяет упростить жгуты проводов.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КЛЮЧЕЙ EXTREME SWITCH

Семейство eXtreme Switch создано по современной технологии, позволяющей объединять в одном корпусе два кристалла, с использованием трех инновационных достижений (см. рис. 1):

– кристалла мощного транзистора с датчиками тока и температуры, выполненного по технологии HDTMOS™;

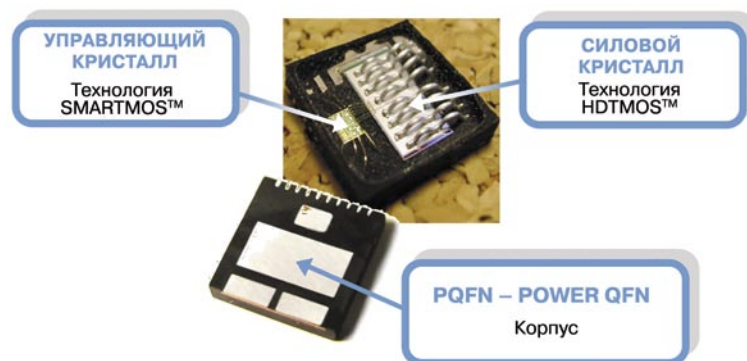


Рис. 1. Структура микросхемы eXtreme Switch

– кристалла, реализующего «интеллектуальные» функции ключа, выполненного по технологии SMART-MOSTM;

– безвыводного корпуса PQFN с улучшенным теплоотводом, позволяющего получить низкое тепловое сопротивление кристалл–корпус (размер корпуса 12 × 12 мм).

Все ключи семейства eXtreme Switch (см. табл. 1) обладают следующими свойствами:

- отсутствием механических контактов;
- встроенными функциями защиты по току, напряжению и температуре;
- широкими возможностями диагностики состояния нагрузки;
- возможностью высокочастотного ШИМ-управления;
- малым током потребления в «спящем» режиме (<3 мкА);
- управлением непосредственно от микроконтроллера;
- малыми размерами и весом – уменьшением площади печатной платы;
- возможностью использования простых микроконтроллеров с минимальным количеством линий связи;
- диапазоном рабочих температур –40...125°С.


Остановимся более подробно на описании функций ключей семейства eXtreme Switch.

МС33981

Простейшей в семействе ключей является серия 33981, особенность которой заключается в наличии отдельного встроенного драйвера управления ключом нижнего уровня в полумостовой схеме. Управление силовыми ключами

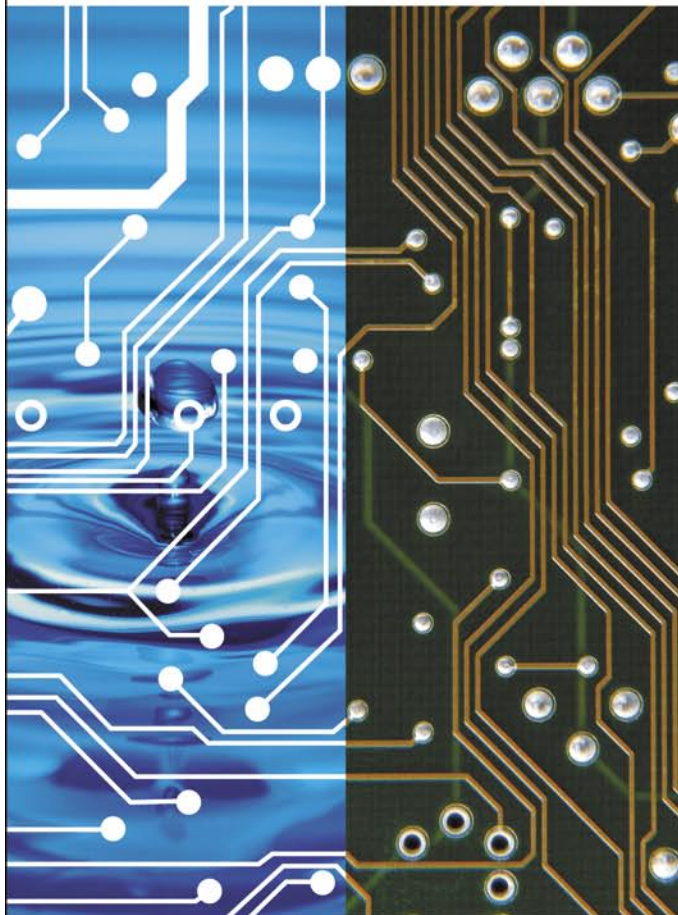
Таблица 1. Состав семейства интеллектуальных ключей Extreme Switch


Наименование микросхемы	Диапазон рабочего напряжения, В (без защиты, В)	Конфигурация силовых ключей	Сопротивление силовых ключей в открытом состоянии, мОм	Возможности настройки и диагностики
МС33981	6 ... 27	1 ключ верхнего уровня	4	Параллельное управление ШИМ-сигналом до 60 кГц, настройка внешними элементами
МС33982	6 ... 27 (38)	1 ключ верхнего уровня	2	SPI + непосредственное управление
МС34982	6 ... 38	1 ключ верхнего уровня	2	SPI + непосредственное управление
МС33984	6 ... 27 (38)	2 ключа верхнего уровня	4	SPI + непосредственное управление
МС33580	6 ... 27 (38)	4 ключа верхнего уровня	15	SPI + непосредственное управление
МС33874	6 ... 27 (38)	4 ключа верхнего уровня	35	SPI + непосредственное управление
МС33888	6 ... 27	4 ключа верхнего уровня + 8 ключей нижнего уровня	10 (40 – для ключей верхнего уровня)	SPI + непосредственное управление



PCBtechnology

ТЕХНОЛОГИЯ НАДЕЖНОСТИ





Разработка, изготовление и монтаж печатных плат

- надежность продукции: по IPC 6011 class 3
- надежность поставок: по ISO 9001

подробности на сайте www.pcbtech.ru/reliability

PCB technology
 Москва, ул.Б.Семеновская, дом 40, стр. 1, офис 204
 тел/факс: (495) 781 6388; e-mail: pcb@pcbtech.ru
www.pcbtech.ru; icq: 85 31 742

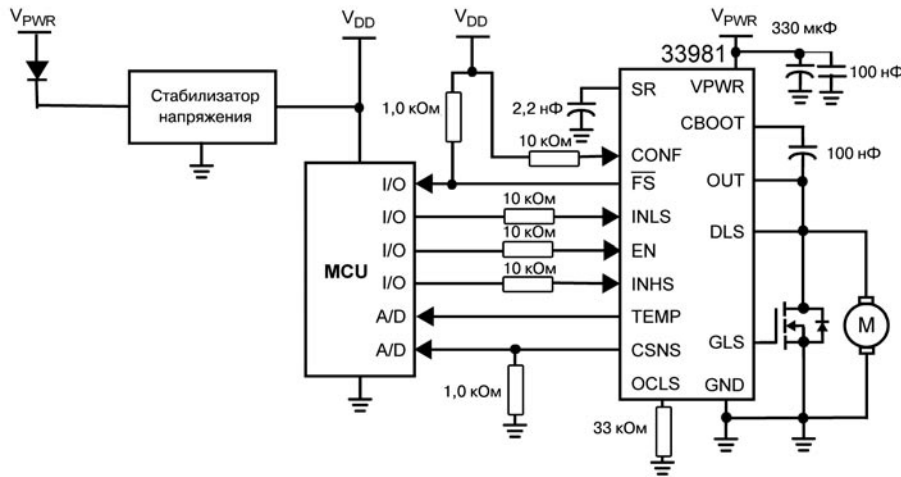


Рис. 2. Типовая схема включения MC33981

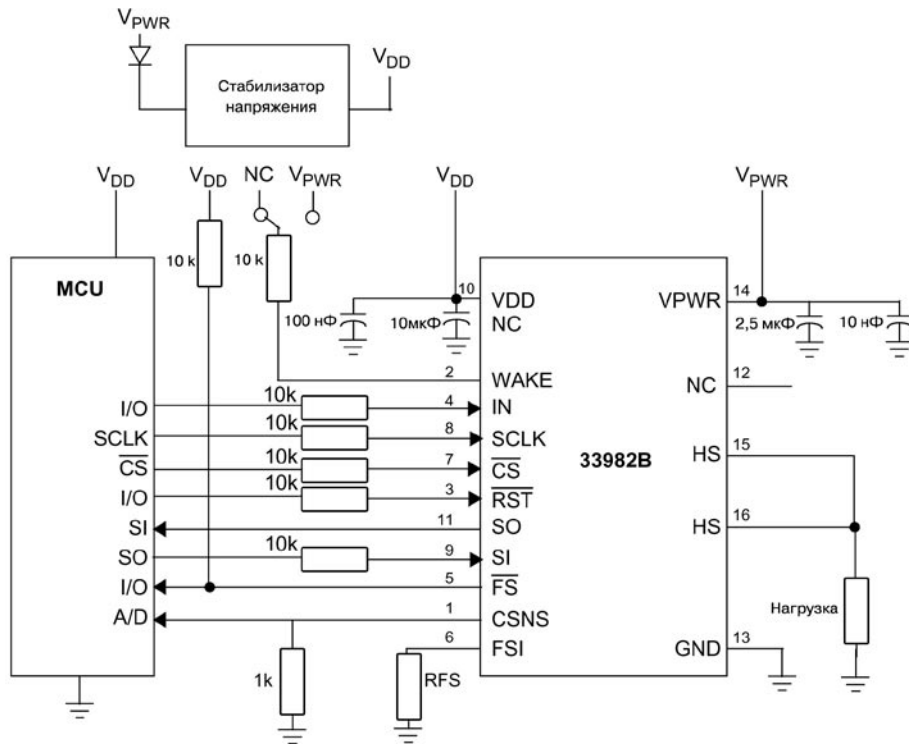


Рис. 3. Типовая схема включения MC33982

осуществляется с помощью сигналов, подаваемых на входы INHS и INLS. Сигнал на входе INHS управляет встроенным силовым ключом верхнего уровня, а с помощью сигнала на входе INLS встроенный драйвер осуществляет формирование управляющих импульсов на выходе GLS для внешнего силового ключа нижнего уровня.

Настройка данной серии микросхем выполняется с помощью внешних элементов (см. рис. 2). Перевод микросхемы в рабочий режим или в режим пониженного энергопотребления осуществляется путем изменения сигнала на входе EN. Конденсатор,

подключаемый к входу SR, задает время фронтов включения/выключения силового транзистора. Вход CONF отвечает за взаимодействие между каналами драйвера: при нулевом уровне логического сигнала на этом входе управление ключами верхнего и нижнего уровней осуществляется независимо, а при единичном логическом уровне силовые транзисторы не могут быть включены одновременно. Настройка порога срабатывания защиты от перегрузки ключа нижнего уровня обеспечивается резистором, подключаемым к входу OCLS.

Серия микросхем MC33981 имеет следующие внутренние виды защит:

- от обратного напряжения;
- от перегрузки по току ключа верхнего и нижнего уровней;
- от низкого/высокого входного напряжения;
- от перегрева.

Срабатывание какого-либо вида защит, кроме защиты от обратного напряжения, приводит к автоматическому выключению силовых транзисторов. Для температурной защиты, а также защиты от низкого напряжения возобновление работы силовых ключей производится при исключении причины, вызвавшей срабатывание защиты. Срабатывание защит силовых транзисторов от перегрузки по току фиксируется логической частью микросхемы, и в этом случае возобновление работы силового ключа (сброс защиты) возможно только после подачи сигнала на выключение того ключа, защита которого сработала.

При срабатывании температурной защиты или защит от перегрузки силовых транзисторов микросхема выставляет нулевой логический уровень на выходе FS; этот сигнал может быть считан управляющим микроконтроллером для получения информации о состоянии защит.

Микросхема также имеет два аналоговых выхода для мониторинга температуры и тока ключа верхнего уровня. На выходе микросхемы TEMP формируется напряжение, обратно пропорциональное температуре кристалла силовой части микросхемы. С помощью источника тока, пропорционального току ключа верхнего уровня, на внешнем резисторе, подключенном к выходу CSNS, формируется также напряжение, пропорциональное току силового транзистора.

MC33982, MC34982, MC33984

Основным отличием данной серии микросхем является возможность управления настройками параметров и диагностики посредством синхронного последовательного интерфейса SPI. Типовая схема включения этих ключей приведена на рисунке 3.

Внутренняя память ключа представляется в виде набора регистров с определенным адресом (см. табл. 2).

Помимо управления выходами через интерфейс SPI, предусмотрены входы IN (s-номер канала микросхемы) для непосредственного управления выходными транзисторами с помощью ШИМ-сигнала. Эти входы управляются 5-В логическим сигналом. Активизация работы входов непосредственного управления производится сбросом бита DIR_DIS в регистре DICR, логическое взаимо-

действие между сигналами управления на входах IN и сигналами управления, передаваемыми через интерфейс SPI (биты IN_SPI в регистре OCR), определяется битом A/O. Установка бита FAST_SR в регистре DICR включает функцию высокой скорости нарастания и спада выходного сигнала силовых транзисторов.

Микросхемы имеют выход мониторинга силового тока нагрузки CSNS. На резисторе, подключаемом к данному выходу, с помощью источника тока, пропорционального току нагрузки, формируется напряжение, находящееся в прямой зависимости от тока нагрузки, которое может быть считано управляющим микроконтроллером. Выбор канала нагрузки, с которого снимается информация о токе (биты CSNS_EN в регистре OCR), а также выбор коэффициента деления тока (бит CSNS_high в регистре DICR) осуществляется по SPI-интерфейсу.

Напряжение, пропорциональное величине температуры кристалла, формируется на выходе TEMP.

Интеллектуальные ключи данной серии имеют следующие виды защит:

- от обратного напряжения;
- от высокого/низкого входного напряжения;

Таблица 2. Регистры конфигурации MC33982

Регистр SI	Последовательно вводимые данные							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
STATR	x	0	0	0	0	SOA2	SOA1	SOA0
OCR	x	0	0	1	0	0	CSNS_EN	IN_SPI
SOCHLR	x	0	1	0	SOCH	SOCL2	SOCL1	SOCL0
CDTOLR	x	0	1	1	OL_dis	CD_dis	OCLT1	OCLT0
DICR	x	1	0	0	FAST_SR	CSNS_high	IN_dis	A/O
OSDR	0	1	0	1	0	OSD2	OSD1	OSD0
WDR	1	1	0	1	0	0	WD1	WD0
NAR	0	1	1	0	0	0	0	0
UOVR	1	1	1	0	0	0	UV_dis	OV_dis
TEST	x	1	1	1	Для служебного использования (тест)			

- от перегрузки по току;
- от обрыва нагрузки;
- от перегрева.

Следует отметить, что микросхемы семейства eXtreme Switch имеют два вида схемы срабатывания защит:

- нефиксируемая – действие защиты прекращается при устранении причины срабатывания защиты;
- фиксируемая – при срабатывании защиты данного вида происходит переход микросхемы в режим «Ошибка», и для выхода из этого режима, помимо устранения причины срабатывания защиты, требуется подача некоторых управляющих воздействий.

О срабатывании встроенных защит (появлении ошибки) информирует выход FS, на котором при этом устанавливается уровень лог. «0». Информация о срабатывании вида защиты сохраняется в регистре состояния и доступна для чтения и сброса через интерфейс SPI.

Токовая защита имеет два настраиваемых уровня срабатывания: верхний и нижний. Значение верхнего порога срабатывания может быть выбрано из двух уровней: 100 и 150 А (бит SOCH в регистре SOCHLR); для нижнего порога существует выбор из восьми значений – 15...50 А (биты SOCL0 – SOCL2 в регистре SOCHLR). Для



Печатные платы, комплектация, монтаж



Стандартный срок изготовления - 2 недели



Единственный в России специализированный завод печатных плат "Электроконнект"



Оцените преимущества работы без посредников



СРОЧНЫЕ ПЛАТЫ

Любая партия от 2-х дней!




Москва
(495) 787-65-02

Санкт-Петербург
(812) 271-56-87

Екатеринбург
(343) 251-29-69

Ростов-на-Дону
(863) 262-70-53

Новосибирск
(383) 336-10-01

www.pselectro.ru

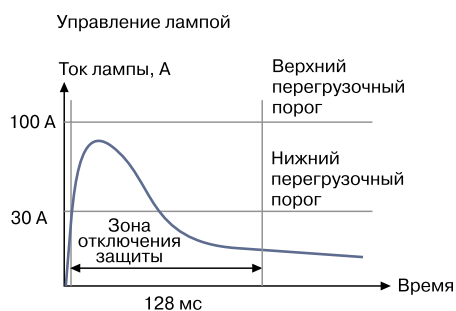


Рис. 4. Реализация функций предохранителя

нижнего уровня применяется также настраиваемая задержка времени срабатывания: 150 мкс, 75 или 155 мс (биты OCLT0 – OCLT1 в регистре CDTOLR).

С помощью такой многоуровневой системы токовой защиты удобно реализовать функции предохранителя, задавая определенную область безопасной работы (см. рис. 4).

Защиты от низкого и высокого напряжений могут быть отключены установкой битов UV_Dis и OV_Dis в регистре UOVR. Отключение схемы срабатывания защиты от высокого входного напряжений позволяет микросхеме работать в диапазоне 6...38 В.

Микросхемы имеют встроенный сторожевой таймер, период работы которого выбирается из 4 значений с помощью битов WD0–WD1 в регистре WDR. Сброс сторожевого таймера осуществляется при установке старшего бита WDIN в передаваемом по интерфейсу SPI слове. Отключение работы сторожевого таймера производится при объединении входа FSI с выводом GND. При работающем сторожевом таймере величина сопротивления резистора, подключенного к входу FSI, определяет состояние

выходного ключа микросхемы при переполнении таймера (режим самозащиты).

Регистр NAR не изменяет состояния и настройки микросхемы, а только лишь осуществляет сброс сторожевого таймера при установке бита WDIN. Адресация этого регистра используется при управлении системами, содержащими несколько микросхем, подключенных к одним и тем же линиям интерфейса SPI.

Состав информации, выдаваемой микросхемой по линии SO во время текущего сеанса обмена информацией, определяется содержимым битов SOA0–SOA4, переданным в предыдущем сеансе обмена информацией. Сеанс связи между устройствами начинается при переводе линии CS в активное состояние (лог. «0»), а заканчивается при возвращении CS в состояние лог. «1». Таким образом, считывание информации из данных микросхем организовано по принципу «запрос–ответ», т.е. обратившись к регистру STATR и задав определенную комбинацию битов SOA0–SOA4 в одном сеансе обмена информацией, управляющий микроконтроллер в следующем сеансе обмена информацией считывает на линии SO содержимое одного из внутренних регистров микросхемы. Возможные варианты выдаваемой информации в зависимости от запроса (содержимого битов SOA0–SOA4) приведены в таблице 3.

Старший бит считываемой информации соответствует состоянию бита WDIN, переданному в предыдущем сеансе связи. Установленные биты OTF, OCHF, OCLF, OLF, UVF, OVF при считывании регистра STATR отображают состояние температурной защиты, токовой защиты верхнего/нижнего уровня, защиты от обрыва нагрузки и высокого/низкого входно-

го напряжения соответственно. Бит FAULT сигнализирует о срабатывании одного (любого) из видов защиты. Таким образом, регистр STATR представляет собой регистр состояния защит. Содержимое битов остальных регистров, доступных для считывания, соответствует битам конфигурации, рассмотренным ранее и сведенным в таблицу 2; эти регистры отражают текущую конфигурацию микросхемы.

Работа с микросхемами серии MC33984 отличается тем, что с помощью такого же набора регистров, как и у микросхем серии MC33982, реализуется управление и настройка параметров для двух выходных каналов. При этом выбор канала, настройка которого производится с помощью передаваемого управляющего слова или информация о состоянии которого считывается, определяется состоянием битов, обозначаемых символом «s» – это старший бит в регистрах STATR, SOCHLR, CDTOLR, DICR. Состояние лог. «0» в бите «s» означает, что информация относится к выходному каналу HS0, а лог. «1» соответствует выходному каналу HS1.

MC33580, MC33874

Серии микросхем MC33580 и MC33874 функционально аналогичны серии MC33982, за исключением числа выходных силовых ключей. Для настройки большего числа каналов требуется и большее число управляющих битов в памяти микросхемы, поэтому внутренние регистры данной серии микросхем являются 16-разрядными (см. табл. 4).

Выбор определенного выходного канала для программирования его параметров осуществляется битами 11 и 12 (A0–A1) при записи данных в регистры SOCHLR_s, CDTOLR_s, DICR_s. Символ «s» в названии регистра или определенного бита

Таблица 3. Варианты информации, выдаваемой по линии SO

Предыдущее состояние регистра STATR D7, D2, D1, D0				Последовательно выводимые данные							
SOA3	SOA2	SOA1	SOA0	OD7	OD6	OD5	OD4	OD3	OD2	OD1	OD0
x	0	0	0	WDIn	OTF	OCHF	OCLF	OLF	UVF	OVF	FAULT
x	0	0	1	WDIn	0	0	1	0	0	CSNS_EN	IN_SPI
x	0	1	0	WDIn	0	1	0	SOCH	SOCL2	SOCL1	SOCL0
x	0	1	1	WDIn	0	1	1	OL_dis	CD_dis	OCLT1	OCLT0
x	1	0	0	WDIn	1	0	0	Fast_SR	CSNS_high	IN_dis	A/O
0	1	0	1	0	1	0	1	FSM_HS	OSD2	OSD1	OSD0
1	1	0	1	1	1	0	1	0	WDTO	WD1	WD0
0	1	1	0	0	1	1	0	0	IN Terminal	FSI Terminal	WAKE Terminal
1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	UV_dis	OV_dis
x	1	1	1	WDIn	–	–	–	–	–	–	–

Надежные решения в электронике



Резисторы и потенциометры ●

Индуктивности и трансформаторы ●

Самовосстанавливающиеся предохранители ●

Защитные диоды ●

Датчики угла поворота ●

Москва

Тел.: (495) 221-0130
Факс: (495) 221-0137
E-mail: cmp@argussoft.ru

Санкт-Петербург

Тел.: (812) 567-1867
Факс: (812) 567-1849
E-mail: sp@argussoft.ru

Новосибирск

Тел.: (383) 227-1155
Факс: (383) 222-4031
E-mail: nsk@argussoft.ru

Екатеринбург

Тел.: (343) 378-3242
Факс: (343) 378-3241
E-mail: ural@argussoft.ru

Зеленоград

Тел.: (495) 532-8384
Факс: (495) 532-8384
E-mail: zelgrad@argussoft.ru

ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ДИСТРИБЬЮТОР

ARGUSSOFT
www.argussoft.ru

регистра означает, что на месте этого символа должен быть номер канала, работа которого настраивается и выбор которого определяется битами 11 и 12 в управляющем слове.

MC33888

Микросхемы данной серии обладают наибольшим количеством выходных силовых ключей по сравнению с другими микросхемами семейства eXtreme Switch. Помимо четырех ключей верхнего уровня с управлением и настройкой посредством интерфейса SPI, они содержат шесть ключей нижнего уровня для управле-

ния нагрузками с током потребления до 800 мА.

Для каждого ключа верхнего уровня имеется отдельный вход непосредственного управления; ключи нижнего уровня используют один общий настраиваемый вход. Одна пара ключей верхнего уровня имеет сопротивление в открытом состоянии 40 мОм и позволяет управлять нагрузками с током до 23 А, а сопротивление другой пары ключей в открытом состоянии составляет 10 мОм, отчего и допустимые токи нагрузок выше почти в 2 раза — до 40 А. Каждая пара ключей верхнего уровня имеет собственный выход мони-

торинга тока нагрузки. Ключи нижнего уровня разделены на две группы по 4 ключа, для одной группы максимальный ток нагрузки может составлять 500 мА, для другой — 800 мА. Все ключи нижнего уровня обеспечены токовой и температурной защитой.

Для данной серии микросхем предусмотрены два вида корпусов: помимо рассматривавшегося ранее безвыводного корпуса PQFN используется также 64-выводный корпус PQFP.

Набор функций микросхемы MC33888 позволяет реализовать систему управления со множеством нагрузок (до 12 нагрузок на

Таблица 4. Регистры конфигурации MC33580, MC33874

Регистр SI	Данные SI															
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
STATR_s	WDIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	SOA4	SOA3	SOA2	SOA1	SOA0
OCR0	WDIN	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	IN3_SPI	IN2_SPI	IN1_SPI	IN0_SPI
OCR1	WDIN	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	CSNS3_EN	CSNS2_EN	CSNS1_EN	CSNS0_EN
SOCHLR_s	WDIN	0	0	A1	A0	0	1	0	0	0	0	0	SOCH_s	SOCL2_s	SOCL1_s	SOCL0_s
CDTOLR_s	WDIN	0	0	A1	A0	0	1	1	0	0	0	0	OL_DIS_s	OCL_DIS_s	OCLT1_s	OCLT0_s
DICR_s	WDIN	0	0	A1	A0	1	0	0	0	0	0	0	FAST_SR_s	CSNS_high_s	DIR_DIS_s	A/O_s
UOVR	WDIN	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	OT_latch-1	OT_latch_0	UV_DIS	OV_DIS
WDR	WDIN	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	OT_latch_3	OT_latch_2	WD1	WD0
NAR	WDIN	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	Нет действия (позволяет управлять D15 WDIN)			
RESET	0	0	0	X	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0

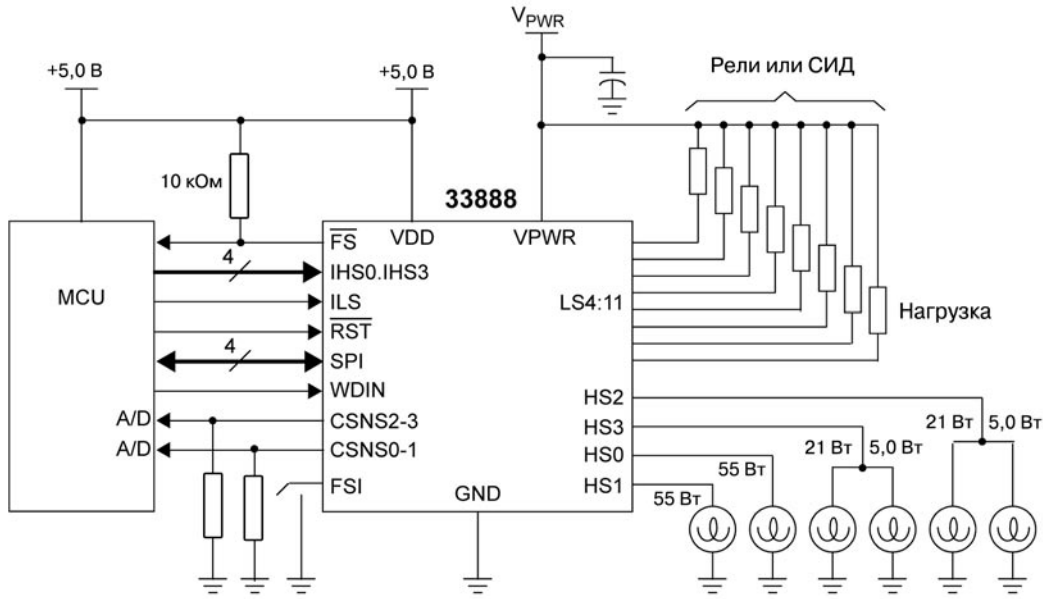


Рис. 5. Типовая схема включения MC33888

одну микросхему) с использованием одного управляющего микроконтроллера, минимальным использованием внешних компонентов и занимаемого на печатной плате местом, при этом обладающую широкими функциями диагностики нагрузки и широким спектром встроенных защит. Типовая схема применения

микросхем MC33888 представлена на рисунке 5.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интеллектуальные силовые ключи семейства eXtreme Switch позволяют создавать системы управления устройствами силовой электроники с высокими функциональными и экс-

плуатационными характеристиками, минимальным использованием дополнительных компонентов и минимальными габаритами, по сравнению с традиционными способами реализации таких систем. Эти преимущества в совокупности позволяют получить значительный выигрыш в стоимости готового устройства.

ЗАО «НПО СЕРНИЯ»

www.sernia.ru

НА ЛЮБЫХ ЧАСТОТАХ

ТЕЛ.: (495) 225 40 14,
www.sernia.ru,
office@sernia.ru

НИОКР
РАДИОИЗМЕРЕНИЯ
СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ
САМОЕ СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ