

Супервизоры и детекторы напряжения Microchip Technology Inc.

Компания Microchip Technology Inc., один из ведущих мировых производителей 8- и 16-разрядных микроконтроллеров, производит также широкий ассортимент аналоговых микросхем, в том числе супервизоров, предназначенных для управления напряжением питания микроконтроллеров. В данной статье рассматриваются вопросы применения внешних супервизоров при разработке микропроцессорных систем, а также особенности микропотребляющих схем сброса компании Microchip.

Иван СМИРНОВ
van@gamma.spb.ru

Самым эффективным и дешевым способом управления напряжением питания при разработке микропроцессорных систем является использование внешней микросхемы супервизора питания. Она позволяет не только поддерживать контроллер в состоянии сброса перед его пуском (функция POR — power on reset), но и контролировать уровень и стабильность питания во время выполнения программы (функция BOR — brown out reset), выполнять функции сторожевого таймера (WDT), а также реализовывать другие сервисные функции, например, внешний сброс.

Зачем нужен супервизор?

Супервизоры питания микроконтроллеров используются в различных приложениях, но две основные задачи, которые они позволяют решать, следующие:

1. Удержание контроллера в состоянии сброса до тех пор, пока напряжение питания не достигнет заданного значения и не стабилизируется (POR).
2. Сброс контроллера при снижении напряжения питания ниже критического уровня или при внезапном провале напряжения (BOR).

Несмотря на то, что большинство современных микроконтроллеров уже имеет в своем составе встроенные модули POR и BOR, применение внешних супервизоров оправдано по следующим соображениям:

1. Ограниченное число контрольных точек для сброса микроконтроллера при использовании внутренних функций, по сравнению с супервизором.
2. Ток потребления внешнего супервизора в сотни раз меньше по сравнению с потреблением при подключении внутренней функции BOR и POR, что связано в первую очередь с технологией производства микроконтроллеров и аналоговых микросхем.

В таблице 1 приводится сравнение двух контроллеров PIC производства Microchip Technology Inc. и супервизоров MCP121 и MCP111 по количеству пороговых значений напряжения и току потребления, подтверждающее эти положения.

Таблица 1. Сравнение внутреннего модуля POR контроллера и внешнего супервизора

Устройство	Варианты точек на сброс, В	Ток потребления, мкА (мин./макс.)
PIC16F87xA	4,00	—/200
PIC18F1320	2,72; 4,22; 4,54	19/45
MCP121	1,90; 2,32; 2,63; 2,93; 3,08; 4,38; 4,63	—/1,75
MCP111	1,90; 2,32; 2,63; 2,90; 2,93; 3,08; 4,38; 4,63	—/1,75

Помимо описанных функций, супервизоры могут использоваться в качестве сторожевого таймера (WDT) для контроля времени выполнения программы, а также для организации так называемого «оконного» режима. В последнем случае используется два супервизора: один непосредственно для сброса контроллера, а второй — для выявления факта снижения напряжения, чтобы иметь возможность корректно сохранить данные в промежутке времени перед перезагрузкой процессора.

Далее рассмотрены примеры реализации всех указанных функций.

Функция POR

В спецификации на большинство микроконтроллеров указываются параметры, характеризующие, в частности, режим нарастания питания. Неравномерность в нарастании напряжения, несоответствие реальной скорости нарастания и скорости, указанной в спецификации на контроллер, может привести к сбоям в работе контроллера или некорректному запуску.

Как уже упоминалось выше, супервизоры питания позволяют решить подобные проблемы путем удержания микроконтроллера

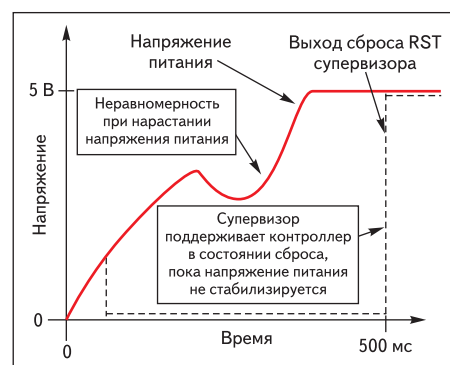


Рис. 1. Удержание контроллера в состоянии сброса при нарастании напряжения питания

в состоянии сброса до тех пор, пока напряжение питания не достигнет заданного уровня и не стабилизируется. Как только питание стабилизируется, контроллер запускается и начинает выполнение своей программы (рис. 1).

Обычно период сброса для различных супервизоров варьируется в диапазоне от 150 до 500 мс. Детекторы напряжения, позволяющие контролировать уровень напряжения питания, отличаются от супервизоров отсутствием задержки импульса сброса.

Функция BOR

Под понятием brown out или потерей напряжения питания (рис. 2) подразумевают различные случаи колебания, «провисания» или превышения напряжением безопасного порогового уровня.

Такие колебания, вызванные различными причинами, могут привести к некорректной работе контроллера, сохранению неверных данных в памяти и, как следствие, к неправильному функционированию системы в целом.

К сожалению, не всегда на этапе проектирования и разработки системы предусмат-

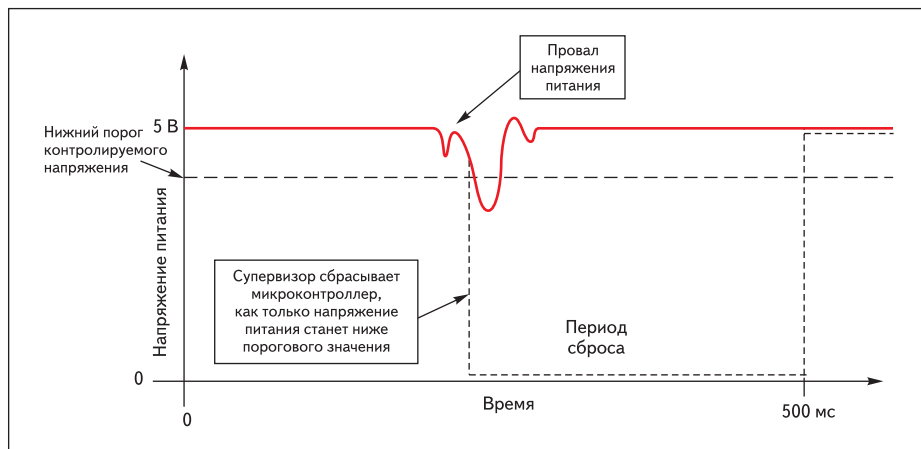


Рис. 2. Сброс контроллера при снижении напряжения питания ниже заданного уровня

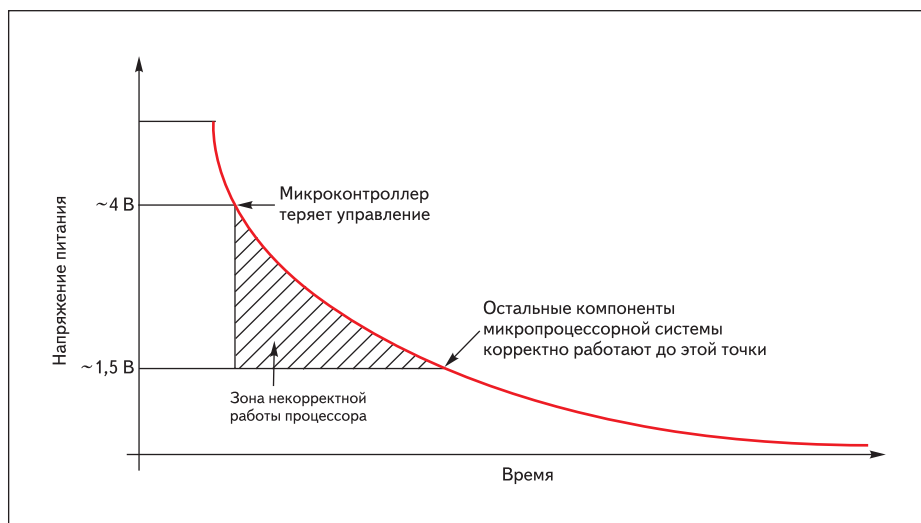


Рис. 3. Постепенное снижение напряжения питания

риваются подобные случаи потери напряжения, и проблемы обнаруживаются уже потом, когда изделие запущено в массовое производство.

Постепенное снижение напряжения

Помимо колебаний и резких провалов напряжения, типичным является постепенное медленное снижение питания (рис. 3). Речь, в первую очередь, идет о приложениях с батарейным питанием, где такая ситуация возможна при разряде батареек.

Подобные ситуации могут, в частности, приводить к тому, что собьется счетчик команд, и программа начнет работать неправильно.

Если в системе используется внешняя энергонезависимая память EEPROM, которая работает при напряжениях питания от 1,2 В, то возможна ситуация, когда микроконтроллер будет работать неправильно и запишет случайные данные в EEPROM, что может быть обнаружено (или нет) при последующей перезагрузке.

Как подобрать супервизор?

Для реализации функций POR/BOD необходимо обратить внимание на следующие основные факторы:

1. Напряжение сброса (большинство супервизоров имеют ряд фиксированных на-

Таблица 2. Типичные номиналы напряжений на сброс супервизоров

Минимальное значение, В	Типичное значение на сброс, В	Максимальное значение, В
2,55	2,625	2,7
2,85	2,925	3,0
3,0	3,075	3,15
4,25	4,375	4,50
4,35	4,475	4,60
4,50	4,625	4,75
4,60	4,725	4,85

пряжений срабатывания для поддержки 5 и 3 В систем).

2. Тип выхода (с открытым стоком, с внутренним подтягивающим резистором или комплементарный).
3. Полярность импульса сброса (низкий/высокий уровень).

В таблице 2 приводятся типичные номиналы напряжений на сброс. Выбор номинала напряжения определяется в первую очередь напряжением питания контроллера и диапазоном напряжения питания элементов всей цепи.

К примеру, для контроллера с питанием 5 В ±10%, работающего в диапазоне 4,5–5,5 В, выбор супервизора с минимальной и максимальной точками сброса 4,5 и 4,75 В соответственно гарантирует сброс микроконтроллера до достижения нижнего порога работы процессора.

Выбор полярности импульса сброса супервизора определяется активным уровнем на входе сброса контроллера. К примеру, у супервизоров MCP100/120/130 активный уровень сброса низкий, а у MCP101 — высокий.

Помимо перечисленных свойств, супервизоры характеризуются такими параметрами, как:

- величина задержки импульса сброса (у детекторов напряжения задержки нет);
- ток потребления;
- наличие входа сторожевого таймера;
- наличие входа для подключения внешнего сброса (MR).

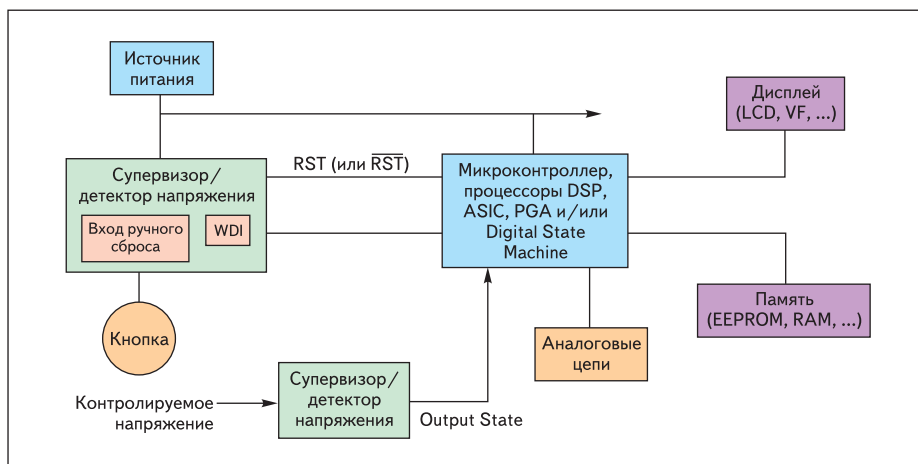


Рис. 4. Структурная схема микропроцессорной системы

Особенности супервизоров и детекторов напряжения компании Microchip

Микропотребление

Компания Microchip Technology производит ряд супервизоров питания, рекомендуемых для применения в портативных и батарейных приложениях (табл. 3). Их особенностью является сверхнизкий ток потребления — единицы и доли микроампер.

Это дает возможность интегрировать супервизоры Microchip в системы, чувствительные к току потребления, экономя мощность и одновременно повышая надежность системы.

Супервизоры со входом сторожевого таймера

Microchip производит супервизоры с функцией сторожевого таймера WDT, позволяющие контролировать (рис. 5), помимо напряжения питания, время выполнения программы микроконтроллера (табл. 4).

Если заданное гарантированное время выполнения программы оказывается больше программируемого таймута сторожевого таймера (t_{WD}), на выходе супервизора /RST устанавливается низкий уровень, и микроконтроллер сбрасывается.

Супервизоры со входом для подключения кнопки сброса

В некоторых портативных приложениях требуется иметь кнопку ручного сброса. Microchip предлагает ряд супервизоров со входом для непосредственного подключения кнопки сброса микроконтроллера (/MR) без дополнительного проектирования внешних цепей. Время $Trst$, указываемое в документации на супервизоры, определяет продолжительность импульса сброса микроконтроллера.

Супервизоры со входом для подключения кнопки сброса отмечены в таблице 4 аббревиатурой MR в колонке «Другие особенности».

Использование супервизоров для организации «оконного» режима

В некоторых случаях перед сбросом контроллера при снижении напряжения пита-

Таблица 3. Микропотребляющие супервизоры

Тип	V _{сс} — диапазон рабочих напряжений, В	Диапазон температур, °С	Варианты напряжений для сброса, В	Уровень сигнала сброса	Выход	Типовая мин. длительность сигнала сброса, мс	Типовой потребляемый ток, мкА	Другие особенности	Корпуса
MCP102	1,0–5,5	–40...+125	1,9; 2,32; 2,63; 2,93; 3,08; 4,38; 4,63	Низкий	CMOS Push-Pull	120	1	–	3pin SOT-23B, SC-70, TO-92
MCP103	1,0–5,5	–40...+125	1,9; 2,32; 2,63; 2,93; 3,08; 4,38; 4,63	Низкий	CMOS Push-Pull	120	1	Цоколевка как у MAX809	3pin SOT-23B, SC-70, TO-92
MCP121	1,0–5,5	–40...+125	1,9; 2,32; 2,63; 2,93; 3,08; 4,38; 4,63	Низкий	Open Drain	120	1	–	3pin SOT-23B, SC-70, TO-92
MCP131	1,0–5,5	–40...+125	1,9; 2,32; 2,63; 2,93; 3,08; 4,38; 4,63	Низкий	Open Drain + внутри 100 кОм резистор на V _{сс}	120	1	–	3pin SOT-23B, SC-70, TO-92

Таблица 4. Супервизоры Microchip со встроенной функцией WDT

Тип	V _{сс} — диапазон рабочих напряжений, В	Уровень сигнала сброса	Типовая мин. длительность сигнала сброса, мс	Типовой потребляемый ток, мкА	Другие особенности	Корпуса
MCP1316	1,0–5,5	Низкий	200	5	WDT, MR	5/SOT23
MCP1316M	1,0–5,5	Низкий	200	5	WDT, MR	5/SOT23
MCP1317	1,0–5,5	Высокий	200	5	WDT, MR	5/SOT23
MCP1318	1,0–5,5	Низкий	200	5	WDT	5/SOT23
MCP1318M	1,0–5,5	Низкий	200	5	WDT	5/SOT23
MCP1320	1,0–5,5	Низкий	200	5	WDT, MR	5/SOT23
MCP1321	1,0–5,5	Низкий	200	5	WDT	5/SOT23
TC1232	4,5–5,5	Низкий/Высокий	610	50	WDT	8SOIC, 16SOIC, 8PDIP
TC32M	4,5–5,5	Низкий	700	50	WDT	3SOT23, 3TO92

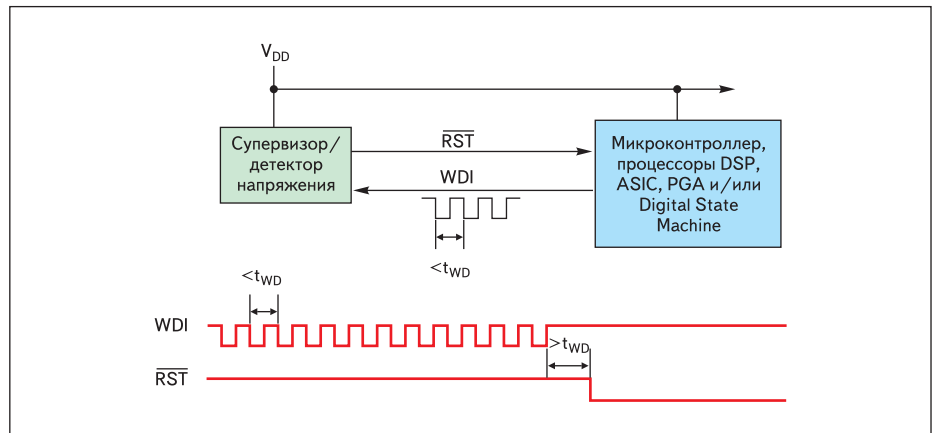


Рис. 5. Использование супервизора в качестве сторожевого таймера

ния необходимо предварительно корректно сохранить все промежуточные данные и программный контекст. Для того чтобы за вре-

мя снижения напряжения питания с уровня V1 до критического уровня сброса V2 контроллер успел соответствующим образом об-

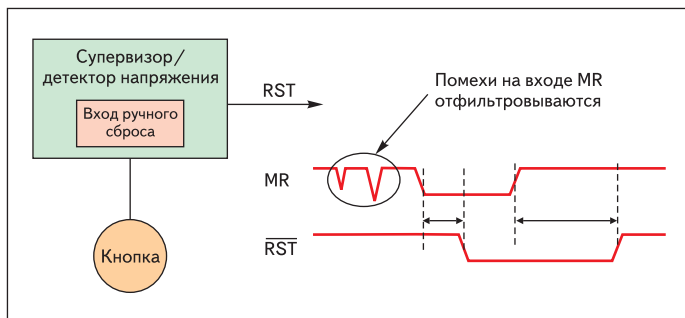


Рис. 6. Ручной сброс микроконтроллера с использованием супервизора

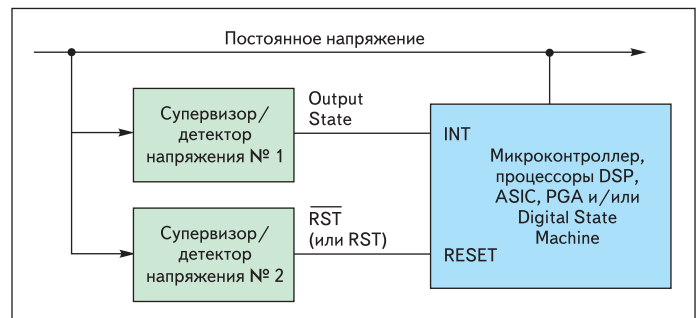


Рис. 7. Использование супервизоров для организации контроля напряжения в «оконном» режиме

Таблица 5. Микропотребляющие детекторы напряжения Microchip

Тип	Усс диапазон рабочих напряжений, В	Варианты напряжений для сброса, В	Уровень сигнала сброса	Выход	Типовой потребляемый ток, мкА	Корпуса
MCP111	1,0–5,5	1,9; 2,32; 2,63; 2,93; 3,08; 4,38; 4,63	Низкий	Open drain	1	SOT-23, SOT89, SC-70, TO-92
MCP112	1,0–5,5	1,9; 2,32; 2,63; 2,93; 3,08; 4,38; 4,63	Низкий	CMOS Push-Pull	1	SOT-23, SOT89, SC-70, TO-92, 8PDIP
TC51	0,7–10	2,2; 2,7; 3,0	Низкий	Open drain	1	3/SOT-23A
TC52	1,5–10	4,5/2,7; 3,0/2,7	Низкий	Open drain	2	5/SOT-23
TC53	1,5–10	2,9; 2,7; 2,2	Низкий	CMOS Push-Pull, Open drain	1	5/SOT-23
TC54	0,7–10	4,3; 4,2; 3,0; 2,9; 2,7; 2,1; 1,4	Низкий	CMOS Push-Pull, Open drain	1	3/SOT-23A, 3/SOT-89, 3/TO-92, 5/SOT-23

работать это событие и сохранить необходимые данные в энергонезависимой EEPROM или Flash-памяти, в системе ставят два супервизора. Один — для выявления факта снижения напряжения и информирования контроллера, а второй — непосредственно для сброса контроллера при достижении критического уровня значения напряжения питания. Такой прием позволяет повысить надежность системы за счет контроля напряжения питания МК, а также за счет своевременного оповещения о снижении напряжения до критического уровня.

Детекторы напряжения

Детекторы напряжения, как уже упоминалось ранее, отличаются от супервизоров отсутствием задержки на выходе сброса RST.

Microchip производит ряд детекторов в миниатюрных корпусах 3/SOT-23, 3/SOT-89, 3/TO-92, отличающихся сверхнизким собственным потреблением (табл. 5).

Заключение

Применение внешнего супервизора питания в микропроцессорных системах определяется двумя факторами: это малое энергопотребление (менее 1 мкА) и большее количество напряжений на сброс по сравнению со встроенными в микроконтроллер модулями POR.

Основными параметрами супервизоров, на которые следует обратить внимание при выборе супервизора питания, являются:

- пороговое напряжение;
- тип выхода;
- полярность напряжения сброса;
- величина импульса сброса;
- собственное потребление;
- температурный диапазон.

Компания Microchip производит микропотребляющие недорогие супервизоры в миниатюрных корпусах с различными номиналами напряжений на сброс, типами выхода и величиной импульса сброса. ■