

Использование внешних мониторов питания для AVR.

В этой статье рассматриваются методы, позволяющие избежать нарушения функционирования системы при падении напряжения питания. Рассмотренная техника с помощью внешней схемы монитора питания запрещает процессору исполнять команды в то время, когда напряжение питания недостаточно. Событие, когда напряжение питания падает ниже минимально допустимого уровня, часто называют «Brown-Out», а когда напряжение питания полностью исчезает на некоторый период, называют «Black-Out».

В статье подробно рассмотрены две реализации монитора питания на дискретных элементах, которые пользователь может выбирать под потребности системы. Рассмотрены также примеры интегральной реализации.

При использовании данной техники в ситуациях, описанных выше, можно избежать следующих вещей:

- Искажения содержимого регистров процессора
- Искажения содержимого регистров ввода/вывода
- Случайного изменения состояния выводов
- Искажения содержимого SRAM
- Искажения содержимого EEPROM
- Искажения содержимого внешней энергонезависимой памяти

Необходимо заметить, что содержимое внутренней Flash-памяти программ AVR в результате падения напряжения питания не повреждается¹.

Принцип действия

Для того чтобы процессор безошибочно декодировал и выполнял команды, необходимо чтобы напряжение питания всегда оставалось выше минимально допустимого уровня, который определяется, в том числе, и выбранной тактовой частотой. Когда напряжение питания падает ниже этого уровня, процессор может начать выполнять какие-то команды неправильно. В результате возможно непредвиденное изменение внутренних данных и состояния линий управления. Такие действия могут коснуться регистров процессора, регистров ввода/вывода, памяти данных и вызвать искажения их содержимого.

Для предотвращения этих проблем нужно запретить процессору выполнять команды в то время, когда напряжение питания недостаточно. Наилучшим образом это обеспечивается с помощью использования внешнего монитора напряжения питания. Ниже определенного порогового напряжения V_T монитор устанавливает низкий (активный) уровень на входе RESET. Это немедленно вызывает прекращение выполнения процессором программы. В то время, когда напряжение питания находится ниже порога V_T , микроконтроллер (МК) остановлен, что позволяет быть уверенным, что система находится в определенном состоянии. Когда напряжение питания становится выше этого порога, сигнал сброса снимается, и МК начинает выполнение программы с вектора сброса (0x0000).

¹ Повреждение содержимого внутренней Flash-памяти программ в некоторых условиях возможно, однако простое падение напряжения питания к этому не приводит (прим. перев.).

Пороговое напряжение

Рекомендуется устанавливать пороговое напряжение на 5-15% ниже типового V_{CC} , чтобы сделать допустимыми небольшие флуктуации напряжения питания. Пороговое напряжение всегда должно выбираться так, чтобы монитор питания удерживал сброс активным в то время, когда напряжение питания ниже критического для процессора значения. Необходимо убедиться, что пороговое напряжение монитора питания является достаточно высоким даже для наихудшего случая.

Предотвращение искажения содержимого регистров процессора

Когда монитор питания удерживает активным сигнал сброса, любая работа процессора остановлена. Когда сигнал сброса снимается, регистры будут находиться в состоянии по умолчанию. Во время действия сигнала сброса содержимое регистров сохраняется.

Без монитора питания случайные действия процессора могут исказить содержимое регистров.

Предотвращение искажения содержимого регистров ввода/вывода

Когда монитор питания удерживает МК в состоянии сброса, все регистры ввода/вывода сохраняют свое состояние по умолчанию. Следовательно, вся встроенная периферия будет оставаться в состоянии сброса.

Без монитора питания случайные действия процессора могут стать причиной записи неопределенного значения в любой из регистров ввода/вывода. Это может вызвать непредвиденное поведение встроенной периферии.

Предотвращение случайного изменения состояния выводов

Когда монитор питания удерживает активным сброс МК, все выводы портов сохраняют свое состояние по умолчанию.

Без монитора питания случайные действия процессора могут стать причиной записи неопределенного значения в любой из регистров ввода/вывода. Это может вызвать случайное изменение состояния выводов.

Предотвращение искажения содержимого SRAM

Когда монитор питания удерживает активным сброс МК, не происходит никаких обращений к внутренней SRAM. Содержимое памяти во время действия сигнала сброса сохраняется².

Без монитора питания случайные действия процессора могут стать причиной записи неопределенного значения по любому из адресов SRAM.

Предотвращение искажения содержимого энергонезависимой памяти

Энергонезависимая память, такая как EPROM, EEPROM и Flash, разработана для хранения своего содержимого даже тогда, когда питание системы полностью выключено. Когда монитор питания удерживает активным сброс МК, всякая активность на линиях

² Несмотря на то, что во время действия сигнала сброса состояние SRAM сохраняется, после падения напряжения питания корректность содержимого памяти не гарантируется, так как она не является энергонезависимой (прим. перев.).

управления прекращается. Таким образом содержимое памяти защищается от непреднамеренной записи со стороны процессора.

Без монитора питания случайные действия процессора могут стать причиной записи в энергонезависимую память. Это может вызвать повреждение содержимого памяти случайного характера.

Замечание:

1. Поскольку МК семейства AVR не имеют возможности самопрограммирования³, содержимое внутренней Flash-памяти программ при сбоях питания не повреждается.
2. В процессе записи нового значения в энергонезависимую память, требуется некоторое минимальное значение напряжения питания. Если напряжение питания в какой-то момент процесса записи падает ниже этого значения, происходит сбой процесса записи, что приводит к повреждению содержимого данной ячейки.
3. В некоторых представителях семейства AVR при активизации сброса во время записи во внутреннюю EEPROM регистр адреса принимает нулевое значение (0x000). В результате может быть повреждено как содержимое той ячейки, куда производилась запись, так и нулевой ячейки.

Flash-память программ

Содержимое внутренней Flash-памяти программ не повреждается в результате сбоя питания. МК семейства AVR не имеют возможности самопрограммирования.

ОЗУ

Если даже внешний монитор питания остановил процессор, ОЗУ (или регистры) в конечном счете потеряют свои данные, если напряжение питания упадет ниже минимального значения, требуемого для каждой ячейки памяти для хранения своего содержимого. Когда процессор остановлен, минимальное напряжение для внутреннего ОЗУ AVR, которое гарантирует сохранность данных, составляет типично 2.0 В. Реальные проверки в процессе производства показывают, что AVR способны хранить содержимое ОЗУ даже при напряжении питания 0.5 – 1.0 В.

Реализация

Целый ряд интегральных микросхем доступен от разных производителей. Предлагаются приборы высокой точности при малой стоимости, типично гарантируя пороговое напряжение с точностью 1%. Несмотря на то, что доступны простейшие 3-х выводные мониторы питания с фиксированным пороговым напряжением, существует полный диапазон приборов, предоставляющих дополнительные возможности, такие как расширение импульса сброса, задержка для сброса по включению, сторожевые таймеры, стабилизаторы напряжения, устройства переключения двух источников питания для бесперебойной работы и т.д. В этой статье будут рассмотрены различные интегральные реализации. Как альтернативу, данная статья также рассматривает две дискретных реализации мониторов питания.

³ AVR Mega163 уже имеет такую возможность (прим. перев.).

- Вариант 1: минимальное потребление. Хорошо подходит для приложений с батарейным питанием, где потребление является наиболее критичным параметром.
- Вариант 2: минимальная стоимость. Это наиболее дешевая реализация для приложений, где стоимость является ключевым параметром, а потребление не является критичным.
- Вариант 3: высокая точность. Для построения точного монитора питания использована качественная интегральная схема с низким потреблением.

Указания по конструкции: фильтрация напряжения питания

Используйте конденсаторы с низким импедансом (с низким ESR и ESL) в цепях питания и многослойную плату со слоями питания и земли для увеличения подавления выбросов напряжения с источника питания.

Вариант 1: минимальное потребление

Характеристики:

- Очень низкое потребление, типовое 0.5 мкА на 3 В, 1 мкА на 5В
- Низкая стоимость
- Большой гистерезис, типично 0.3 В
- Быстрые переходы выходного напряжения
- Точность $\pm 5 - 10\%$
- Большое количество компонентов
- Большое время отклика на напряжение питания

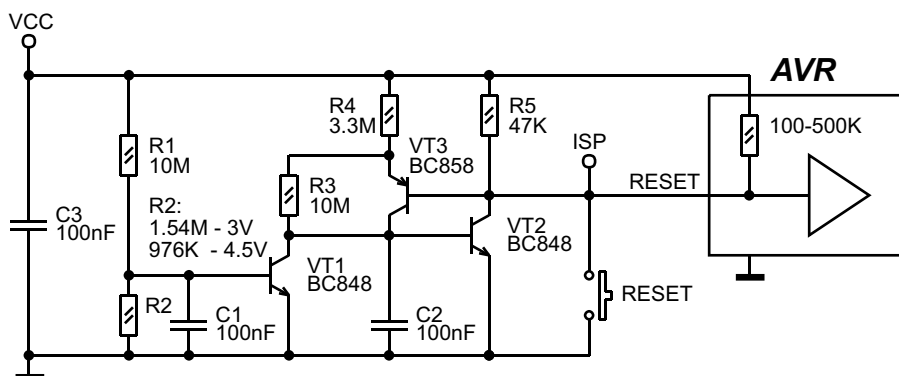


Рис. 1. Монитор питания с низким потреблением.

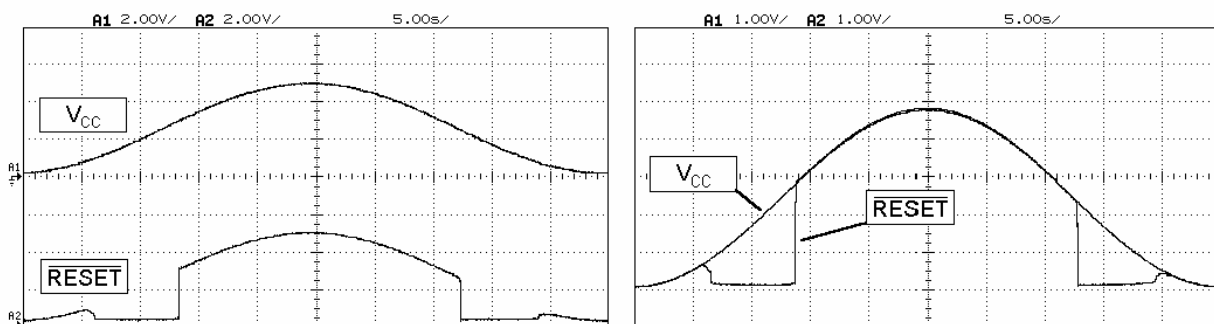


Рис. 2. Осциллограммы выходного напряжения.

Введение

Схема, показанная на рис. 1, имеет очень низкое потребление, что делает ее пригодной для приложений с батарейным питанием. Стандартные дискретные компоненты обеспечивают низкую стоимость схемы.

Переход напряжения на выводе RESET является очень резким. Вместе с большим гистерезисом, точность является высокой. С другой стороны, время отклика довольно большое, что не подходит для резко меняющегося напряжения питания.

Принцип функционирования

Этот монитор питания имеет два каскада: детектор и усилитель. В каскаде детектора пороговое напряжение установлено с помощью резисторов R1 и R2 относительно напряжения открывания транзистора VT1. В режиме нормальной работы этот транзистор открыт. Когда напряжение питания падает ниже порогового напряжения, транзистор закрывается.

Выход этого детектора подключен к входу усилителя с ультранизким потреблением. В нормальном режиме работы низкое напряжение на базе транзистора VT2 обеспечивает его закрытое состояние, что позволяет резистору R5 установить на входе RESET высокий уровень. Усилительный каскад также имеет петлю обратной связи для получения гистерезиса, для чего служит транзистор VT3, шунтирующий резистор R3 усилителя, когда на входе RESET низкий уровень.

Выбор компонентов

VT1, VT2 и VT3

Разброс коэффициента передачи тока h_{FE} для VT1 приводит к изменению порогового напряжения V_T (типично на ± 0.2 В). Может быть использовано большинство маломощных транзисторов, хотя рекомендуются транзисторы с низким разбросом параметров.

Нужно быть внимательным при замене VT1 на транзистор другого типа. Пороговое напряжение база-эмиттер VT1 влияет на константу (0.4) в выражении для порогового напряжения (приведено ниже). Как следствие, замена транзистора приведет к изменению порогового напряжения монитора питания, что потребует пересчета делителя R1, R2.

R1 и R2

R1 и R2 образуют делитель напряжения, который определяет пороговое напряжение V_T . Так как пороговое напряжение зависит от этих резисторов, рекомендуется выбирать резисторы с допуском 1% или лучше. Смотрите также «Чувствительность к шумам» ниже.

R1 обычно выбирается равным 10 Мом для получения наименьшего возможного потребления. R2 находится с помощью выражения, приведенного ниже. Константа (0.4) в выражении может немного меняться при замене транзистора VT1:

$$V_T = (R1 + R2) \cdot \left(\frac{0.4}{R2} \right), \text{ or } R2 = \frac{0.4 \cdot R1}{V_T - 0.4}$$

R3

R3 является не критичным подтягивающим резистором, который на пороговое напряжение влияет очень слабо. Он должен выбираться как можно большим для уменьшения

потребления. Номинал R3 больше 10 Мом не рекомендуется, смотрите «Чувствительность к шумам» ниже.

R4

Резистор R4 определяет гистерезис. При выборе R4 равным 3.3 Мом результирующий гистерезис будет приблизительно 0.3 В. Меньший номинал R4 даст больший гистерезис, а больший номинал - меньший гистерезис. Большой номинал R4 также приведет к несколько менее резким переходам выходного напряжения. Большое отклонение от рекомендованного значения приведет к отклонению константы 0.4 в выражении для порогового напряжения, приведенном выше. Так как при изменении номинала R4 гистерезис меняется слабо, точность резистора R4 не критична.

R5

Резистор R5 обеспечивает на входе RESET высокий уровень в нормальном режиме работы. Рекомендуется номинал не больше 50 Ком. Так как в нормальном режиме работы ток через этот резистор не протекает, его номинал и точность не очень важны. Когда на входе RESET устанавливается низкий уровень, через этот резистор начинает протекать относительно большой ток.

C1 и C2

Конденсаторы C1 и C2 закорачивают высокочастотные шумы, воспринимаемые схемой и усиливаемые транзисторами. Оба конденсатора могут быть опущены, хотя рекомендуется номинал 1 нФ. Для максимальной устойчивости к шумам номинал должен быть 100 нФ. Также смотрите «Время отклика» ниже. Точность номиналов не критична, но для уверенности в эффективной развязке необходимо применять высокочастотные конденсаторы.

C3

Конденсатор C3 развязывает цепи питания. Он может быть опущен, если где-то рядом на печатной плате уже есть развязывающие конденсаторы, иначе рекомендуется номинал 1 нФ. Для максимальной устойчивости к шумам номинал должен быть 100 нФ.

Кнопка сброса / внутрисхемное программирование

Если требуется кнопка сброса и/или возможность внутрисхемного программирования, она просто подключается параллельно, как показано на рис. 1. Когда кнопка или программатор установят на входе RESET низкий уровень, потребляемая мощность станет относительно большой из-за резистора R5. Также смотрите «Потребляемая мощность» ниже.

Время отклика

Выбор больших номиналов конденсаторов C1 и C2 увеличивает время отклика схемы. Это не является проблемой для приложений с батарейным питанием, где напряжение питания уменьшается медленно. Заметьте, что время отклика относится также к процессу включения питания. Это может иметь значение, когда батареи разряжены. Если напряжение питания может падать быстро, время отклика нужно учитывать.

Чувствительность к шумам

Выбор номиналов резисторов R1 и R3 больше 10 Мом не рекомендуется, так как это сделает схему чувствительной к тепловым шумам, генерируемым резисторами. Когда шумы не критичны, номиналы R1 и R3 могут быть увеличены до 20 Мом. Выбор еще больших номиналов может привести к тому, что ток через резисторы станет недостаточным, что приведет к неработоспособности детектора. Если требуется большая устойчивость к шумам, номиналы этих резисторов должны быть выбраны меньшими, ценой повышенного потребления мощности.

Конденсаторы C1, C2 и C3 являются развязывающими конденсаторами для минимизации чувствительности к ВЧ и сетевым наводкам. Все они могут быть опущены, но устойчивость к шумам напрямую зависит от выбранных номиналов.

Точность порога

Так как пороговое напряжение определяется в основном резисторами R1 и R2, погрешность этих резисторов напрямую влияет на точность порогового напряжения. Рекомендуется выбирать резисторы с допуском $\pm 1\%$.

Потребление

Потребляемый ток в режиме нормальной работы (достаточно высокое V_{CC}) может быть найден следующим образом:

$$I \approx \left(\frac{V_{CC}}{(R1 + R2) \parallel (R3 + R4)} \right) = V_{CC} \left(\frac{1}{R1 + R2} + \frac{1}{R3 + R4} \right)$$

Когда кнопка сброса или программатор удерживает низкий уровень на входе RESET, то потребляемый ток возрастает до:

$$I \approx \frac{V_{CC}}{(R1 + R2) \parallel (R3 + R4) \parallel R5 \parallel R_{RESET}}$$

Когда напряжение питания падает до того уровня, когда срабатывает детектор, транзистор VT1 закрывается, VT2 открывается, а ток становится равным:

$$I \approx \frac{V_{CC}}{(R1 + R2) \parallel R5 \parallel R_{RESET}}$$

Так как номинал резистора R5 обычно выбирается намного меньшим, чем номиналы остальных резисторов R1-R4, два последних выражения упрощаются:

$$I \approx \frac{V_{CC}}{R5 \parallel R_{RESET}}$$

Вариант 2: минимальная стоимость

Характеристики:

- Малое количество компонентов
- Очень низкая стоимость
- Малая занимаемая площадь платы
- Малое время отклика
- Маленький гистерезис
- Малая скорость изменения выходного напряжения

- Низкая точность ($\pm 4 - 8\%$)⁴
- Высокий потребляемый ток
- Чувствительность к отклонениям параметров компонентов

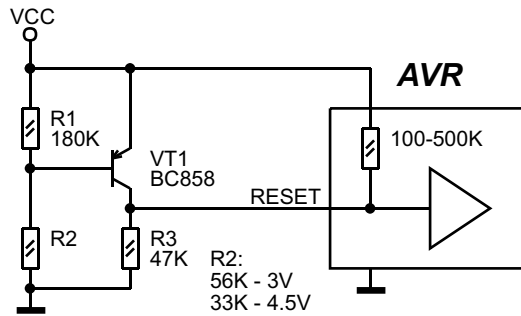


Рис. 3а. Дешевый монитор питания.

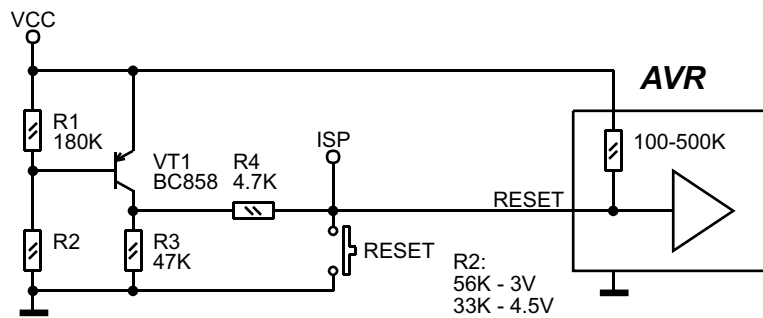


Рис. 3б. Дешевый монитор питания с кнопкой сброса.

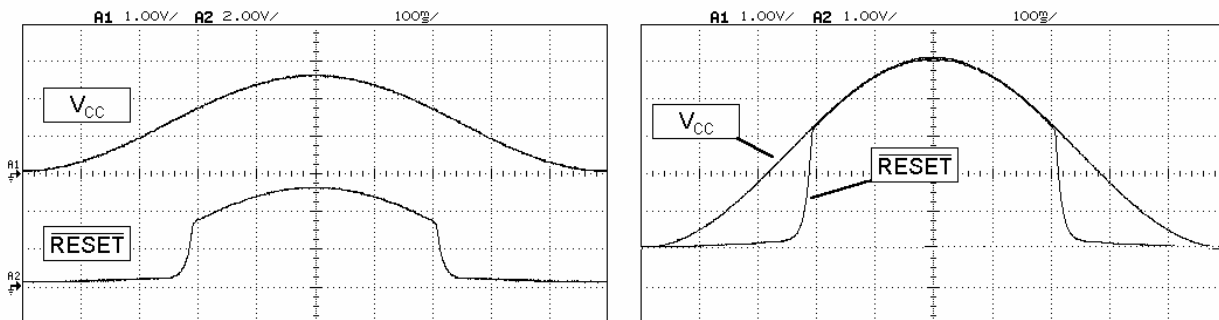


Рис. 4. Осциллограммы выходного напряжения.

Введение

На рис. 3а показана схема, которая имеет низкую стоимость и малые габариты. Однако высокое потребление делает ее непригодной для приложений с батарейным питанием. Так как во время понижения напряжения питания выходное напряжение падает довольно медленно, схема чувствительна к отклонениям номиналов компонентов. Учитывая погрешность номиналов резисторов R1 и R2, разброс параметров транзистора VT1 и отклонение порога входа RESET МК, значение порога V_T должно выбираться как минимум на 15% меньше номинального V_{CC} .

⁴ Есть возможность построить монитор питания с хорошей точностью порогового напряжения. Для этого можно применить микросхему стабилизатора TL431. Стоимость такого монитора тем не менее будет намного ниже, чем у интегрального (прим. перев.).

Принцип функционирования

В режиме нормальной работы транзистор VT1 открыт, удерживая на входе RESET высокий уровень. Когда напряжение питания V_{CC} падает ниже порогового напряжения V_T , транзистор VT1 закрывается. Это позволяет резистору R3 установить на входе RESET низкий (активный) уровень. Транзистор VT1 закрывается тогда, когда напряжение база-эмиттер падает ниже определенной величины, обычно 0.7 В для маломощных кремниевых транзисторов.

R1 и R2 образуют делитель напряжения, который формирует напряжение база-эмиттер. Пороговое напряжение V_T определяется следующим образом:

$$V_T \approx 0.7 \cdot \frac{R1 + R2}{R2}, \text{ или } \frac{R1}{R2} \approx \frac{V_T}{0.7} - 1$$

Выбор компонентов

VT1

Может быть использован практически любой маломощный PNP транзистор. Для получения быстрых переходов выходного напряжения при достижении напряжением питания порога переключения рекомендуется применять транзистор с большим коэффициентом передачи тока h_{FE} . Быстрые переходы делают схему менее чувствительной к разбросу компонентов, что исключает потребность в калибровке детектора. Смотрите также «Точность порога» ниже.

Калибровка необходима в том случае, если отличается пороговое напряжение транзистора. Это напряжение в формуле выше принимается равным 0.7 В. Данное напряжение не меняется для транзисторов одного типа, однако для другого типа может оказаться другим. Изменение этого параметра существенно влияет на пороговое напряжение детектора.

R1 и R2

Как показывает формула, пороговое напряжение V_T зависит от R1 и R2. Номинал резистора R1 должен быть 200 Ком и менее. Это гарантирует, что ток базы VT1 не исказит напряжение делителя R1, R2 (это дано для коэффициента передачи тока h_{FE} как минимум 100).

R5

У AVR вход RESET имеет внутренний подтягивающий резистор, номинал которого равен 100-500 Ком. Когда транзистор VT1 закрывается, внутренний подтягивающий резистор и резистор R3 образуют делитель. Результирующее напряжение на входе RESET должно быть достаточно низким, чтобы логический уровень воспринимался как низкий. Рекомендуется номинал резистора R3 50 Ком и меньше, что обеспечивает напряжение на входе RESET $1/3 V_{CC}$ и менее.

Кнопка сброса / внутрисхемное программирование

Если требуется кнопка сброса и/или возможность внутрисхемного программирования, последовательно с выходом должен быть включен резистор R4, как показано на рис. 3б. Этот резистор позволяет кнопке или программатору в противодействие VT1 установить на входе RESET низкий уровень. Для гарантии правильной работы монитора питания общее

сопротивление последовательно соединенных резисторов R3 и R4 не должно превышать рекомендованных 50 Ком.

Точность порога

Так как пороговое напряжение определяется в основном резисторами R1 и R2, погрешность этих резисторов напрямую влияет на точность порогового напряжения. Рекомендуется выбирать резисторы с допуском $\pm 1\%$.

Из-за медленных переходов выходного напряжения детектора отклонение порога входа RESET AVR приведет к погрешности порогового напряжения. Это отклонение типично составляет ± 0.15 В, что соответствует $\pm 3\%$ в 5-вольтовой системе ($\pm 5\%$ для 3 В). Связанная с этим погрешность может быть снижена выбором транзистора VT1 с большим h_{FE} , что приведет к увеличению скорости переходов выходного напряжения.

Потребление

Потребляемый ток в режиме нормальной работы (достаточно высокое V_{CC}) может быть найден следующим образом:

$$I \approx \left(\frac{V_{CC}}{(R1 + R2) \parallel R3} \right) = V_{CC} \left(\frac{1}{R1 + R2} + \frac{1}{R3} \right)$$

Когда кнопка сброса или программатор удерживает низкий уровень на входе RESET, то потребляемый ток возрастает до:

$$I \approx \frac{V_{CC}}{(R1 + R2) \parallel R3 \parallel R4 \parallel R_{RESET}}$$

Когда напряжение питания падает до того уровня, когда срабатывает детектор, транзистор VT1 закрывается, а ток падает до значения:

$$I \approx \frac{V_{CC}}{(R1 + R2) \parallel (R3 + R4 + R_{RESET})}$$

Вариант 3: интегральная реализация

Характеристики:

- Легкий монтаж
- Очень точное пороговое напряжение
- Низкая потребляемая мощность
- Маленькая занимаемая площадь на плате
- Малое количество компонентов
- Разнообразие дополнительных функций

Введение

От разных производителей доступен широкий выбор таких микросхем, начиная от 3-х выводных мониторов питания с фиксированным порогом, до совершенных схем, содержащих сторожевые таймеры и схемы задержки для сброса по включению питания (power on reset, POR). Поскольку МК семейства AVR имеют встроенный сторожевой таймер и схему POR, эти функции внешних схем для них не требуются.

В большинстве интегральных схем точность порога лучше 1%. Потребление лежит в микроамперном диапазоне. Требуется только убедиться, что выбранная микросхема имеет низкий активный уровень сброса. Доступны разнообразные корпуса таких микросхем, начиная с миниатюрного SOT-23, заканчивая корпусами с большим количеством выводов.

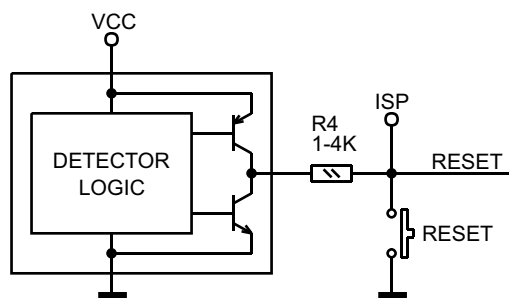


Рис. 5а. Монитор питания с двухтактным выходом.

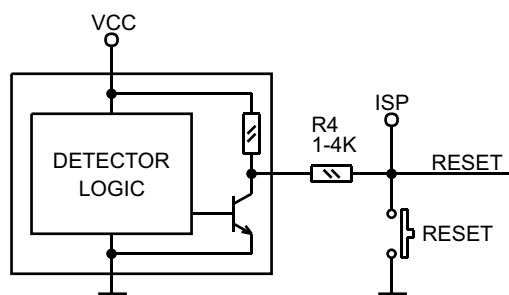


Рис. 5б. Монитор питания с открытым стоком.

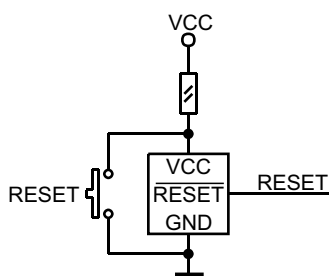


Рис. 5в. Альтернативное подключение кнопки сброса.

Выходной каскад

Выходной каскад микросхемы монитора питания может быть двухтактным или с открытым стоком (открытым коллектором), для КМОП или ТТЛ выходных уровней. Открытый сток позволяет наиболее просто подключить кнопку сброса или внутрисхемный программатор. Эта возможность может быть реализована и с двухтактным каскадом, только в этом случае потребуется дополнительный резистор последовательно с выходом. Кнопка сброса или внутрисхемный программатор подключается между резистором и входом RESET AVR (рис. 5а и 5б).

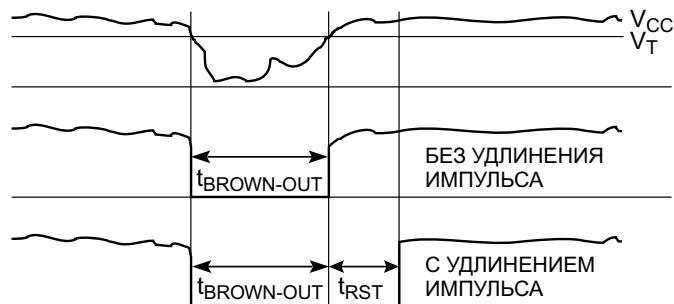


Рис. 6. Удлинение импульса сброса.

Удлинение импульса сброса

Дополнительной функцией, которую имеют некоторые такие микросхемы, является удлинение импульса сброса (рис. 6). Сброс удерживается активным на протяжении некоторого промежутка времени после того, как было выполнено условие перехода в нормальный режим работы (сброс по включению питания, сброс по падению напряжения питания и т.д.). Некоторые из микросхем обеспечивают эту возможность и для ручного сброса. Для этого проверяется состояние выхода для определения замыкания и размыкания кнопки сброса. Когда кнопка отпускается, микросхема сохраняет уровень сброса активным на протяжении некоторого промежутка времени. **ВНИМАНИЕ!** Эта возможность может оказаться помехой для внутрисхемного программатора, который активно пользуется входом RESET.

Стабилизаторы напряжения

Некоторые интегральные стабилизаторы напряжения содержат детектор падения напряжения, сочетая две функции в одной микросхеме. Это уменьшает общее количество компонентов и увеличивает функциональность, порой без увеличения стоимости.

Реализация резервного питания

Некоторые системы содержат батарею, которая обеспечивает питание при падениях напряжения основного источника питания. Стабилизатор напряжения такой системы часто вырабатывает сигнал состояния для МК, который говорит, от какого источника производится в данный момент питание. Подключение этого сигнала на RESET будет останавливать AVR во время работы от батареи, прерывая выполнение программы, но сохраняя содержимое ОЗУ. С другой стороны, если подать этот сигнал на вход порта, AVR сможет протестировать событие перехода на резервный источник питания и выполнить процедуру безопасного выключения, обесточив устройства с высоким потреблением (электродвигатель, дисплей и т.д.) перед входом в режим power-down. Дело в том, что потребление в состоянии с активным сигналом RESET такое же, как и в нормальном рабочем режиме, в то время как потребление в режиме power-down лежит в микроамперном диапазоне. Когда напряжение основного источника питания вернется к нормальному значению, AVR сможет это протестировать и продолжить выполнение программы.

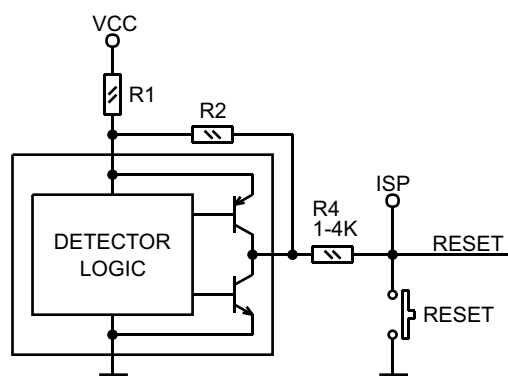


Рис. 7. Добавление гистерезиса в пороговое напряжение.

Гистерезис

Гистерезис может уже присутствовать в микросхемах мониторов питания, или он может быть добавлен с помощью внешней схемы (рис. 7). Это предотвращает дребезг на выходе микросхемы при работе в приложениях с батарейным питанием.

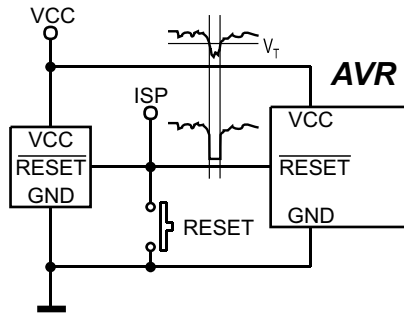


Рис. 8. Интегральная схема сброса с предустановленным пороговым напряжением.

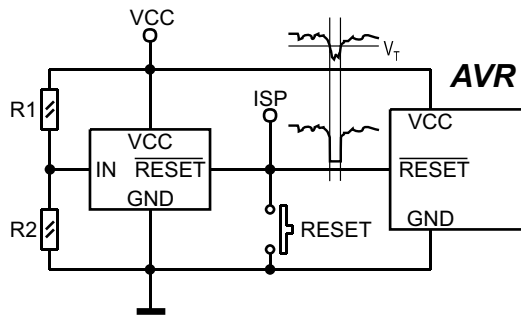


Рис. 9. Интегральная схема сброса с регулируемым пороговым напряжением.

Фиксированное/регулируемое пороговое напряжение

Некоторые микросхемы позволяют задавать пороговое напряжение V_T с помощью внешних элементов⁵, в то время как другие микросхемы имеют фиксированный порог. Использование микросхемы с фиксированным пороговым напряжением показано на рис. 8.

Типичное включение микросхемы, пороговое напряжение которой задается внешними элементами, показано на рис. 9. Эта микросхема имеет встроенный источник опорного напряжения и компаратор. Если напряжение на входном выводе становится меньше опорного напряжения, активизируется выход. Пороговое напряжение задается с помощью простого делителя на резисторах R1 и R2.

Примеры интегральных мониторов питания с фиксированным пороговым напряжением приведены в таблице:

Тип	Производитель	Возможности	Поддержка ISP
MAX809	MAXIM	Фиксированное удлинение импульса	+
MAX811	MAXIM	Фиксированное удлинение импульса, низкое потребление, ручной сброс	+
MAX821	MAXIM	Регулируемое удлинение импульса, низкое потребление	+
DS1811	MAXIM	Фиксированное удлинение импульса	+
DS1813/18	MAXIM	Фиксированное удлинение импульса, монитор состояния выхода	-
V6301	EM-Marin	Фиксированное удлинение импульса, низкое потребление, низкая стоимость	+
V6340	EM-Marin	Нет удлинения импульса, низкая стоимость	+

По материалам фирмы Atmel

Перевод Ридико Л. И. wubblick@yahoo.com

⁵ Некоторые микросхемы мониторов позволяют выбирать порог из нескольких предустановленных значений с помощью логических входов (прим. перев.).