

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ГЕНЕРАТОР ПИЛООБРАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ В МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ PIC

КРИСТИНА АНЖЕЛИКА СУМАГ (KRISTINE ANGELICA SUMAGUE), Microchip Technology

В статье рассматривается генератор пилообразного напряжения, входящий в состав периферийных модулей микроконтроллеров PIC. Описывается его принцип действия, и приводятся практические примеры использования в схемах.

Пилообразный сигнал напряжения широко используется в ряде схем, например в генераторе развертки, при формировании опорного напряжения, для компенсации наклона выходной характеристики DC/DC-преобразователей, работающих в токовом режиме. Затухающий пилообразный сигнал поможет предотвратить субгармонические колебания и колебания, возникающие в DC/DC-преобразователе при коэффициенте заполнения около 50%.

Компания Microchip ввела периферийный модуль программируемого генератора (PRG) в свои микроконтрол-

леры семейства PIC. Генератор PRG работает автономно, не используя ресурсы ядра МК; при этом он формирует нарастающее или спадающее пилообразное напряжение, а также напряжение треугольной формы. Запуск PRG формируется по многим событиям, в т. ч. по сигналам, подаваемым на внешние выводы МК.

На рисунке 1 приведен принцип работы генератора PRG. Он регулирует заряд конденсатора. Ключ SW2 замыкается, а ключ SW3 размыкается при заряде конденсатора. При разряде конденсатора ключ SW2 разомкнут, а ключ SW3 замкнут.

ТАКТИРОВАНИЕ PRG

Если тактовая частота генератора формируется внешним источником, тактовая последовательность подается на выводы PRGxR и F микроконтроллера. Генератор также тактируется от любого периферийного модуля МК. Установки генератора при нарастающем/линейном напряжении осуществляются в регистре RTSS, а установки при спадающем/линейном напряжении записываются в регистр FTSS. Выбор полярности импульса синхронизации – отрицательная (FPOL) или положительная (RPOL) полярность осуществляется в регистре CON1.

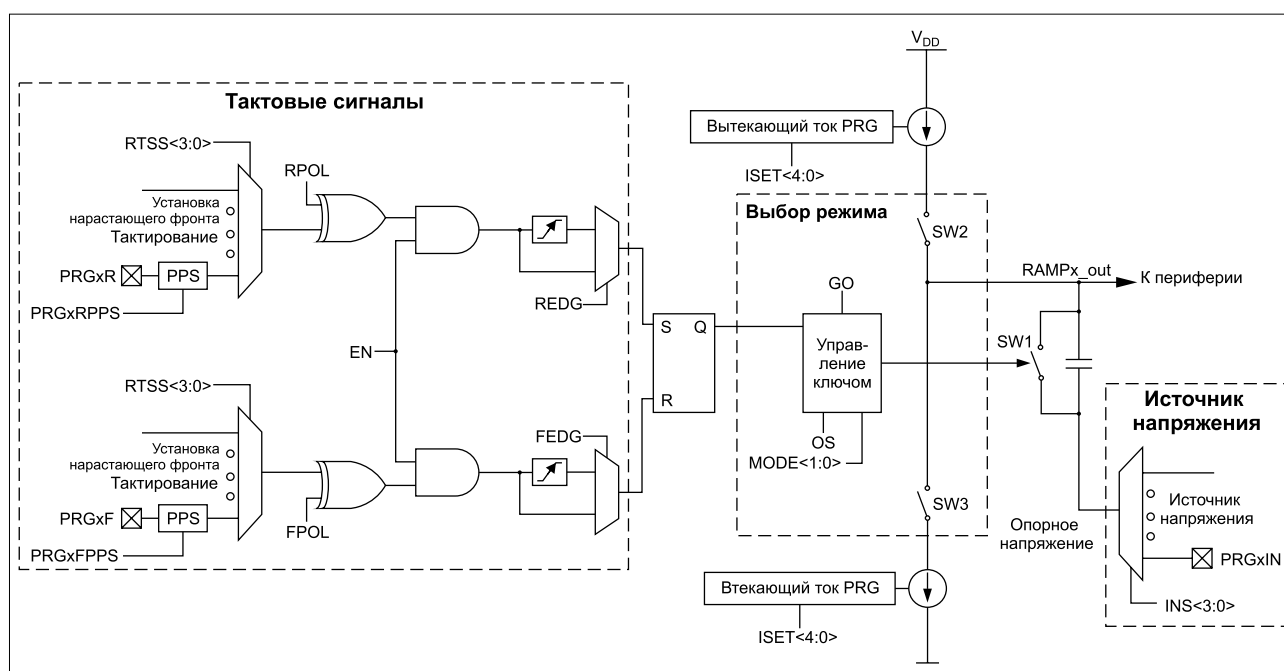


Рис. 1. Принцип работы генератора PRG

Кроме того, выбирается фронт тактового импульса, на который реагирует генератор: передний (REDG) или задний (FEDG) фронт; выбирается не только фронт, но и уровень. Выбор прописывается в регистре CON0. В общем случае фронт импульса используется, когда тактирование осуществляется от источника периодического сигнала, а реакция на уровень обычно устанавливается, когда источником тактирования служит пороговое устройство, например компаратор. В качестве источников тактирования выбираются следующие периферийные модули МК: ШИМ; ШИМ с захватом/сравнением, компаратор. Выбранный модуль должен быть предварительно сконфигурирован как источник тактовой последовательности.

ИСТОЧНИКИ ВХОДНОГО НАПЯЖЕНИЯ И ВЫХОДНЫХ ТОКОВ

Входное напряжение генератора PRG играет роль источника опорного напряжения. Источником входного напряжения может быть внешний источник сигнала. В этом случае напряжение подается на выводы IN0 или IN1 микроконтроллера или внутренний периферийный модуль. В таком случае источником напряжения служит буферизированный выход внутреннего ИОН одного из ЦАП. Входы встроенного операционного усилителя могут подключаться к выводам IN0 или IN. Таким образом, он может служить буфером для внешнего источника опорного напряжения. Выбор источника опорного напряжения осуществляется в регистре INS.

Выходной ток PRG программируется в широких пределах: можно выбрать достаточно большое число источников тока, чтобы удовлетворить требованиям к величине и скорости нарастания. Все параметры токового выхода программируются записью соответствующих бит в регистр CON2.

ВЫБОР РЕЖИМА

Возможны три режима работы генератора PRG.

1. Формирование пилообразного спадающего напряжения.
2. Формирование пилообразного нарастающего напряжения.
3. Генерирование напряжения треугольной формы – и нарастание, и спад имеют пологую форму.

Режимы программируются записью соответствующих битов в регистр CON0. Во всех режимах управление выходным сигналом осуществляется встроенными аналоговыми ключами SW1, SW2 и SW3. Ключ SW1 служит для быстрого разря-

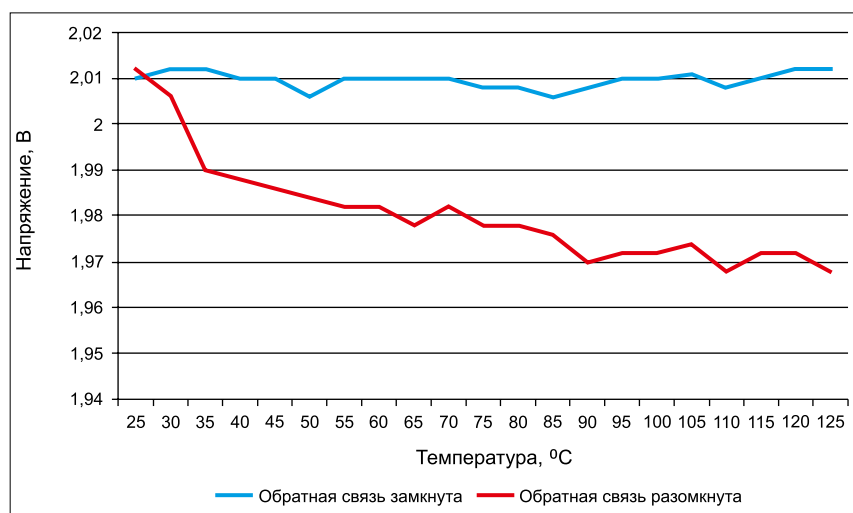


Рис. 2. Среднее выходное напряжение без обратной связи (линия красного цвета) и с обратной связью (синего цвета)

да встроенного конденсатора, а ключи SW2 и SW3 подключают противоположные обкладки конденсатора к источникам вытекающего или втекающего тока. Таким образом, ключи SW2 и SW3 заряжают или разряжают встроенный конденсатор и формируют наклон выходного напряжения. Длительность замыкания ключей зависит от параметров выбранного режима.

Начальный заряд конденсатора устанавливается равным входному опорному напряжению (см. выше), уровень которого определяет положение изолинии выходного пилообразного напряжения PRG. В режиме нарастающего пилообразного напряжения замкнут ключ SW2, а ключ SW3 разомкнут. После того как напряжение на встроенном конденсаторе достигнет заданного значения, ключ SW2 размыкается, и замыкается ключ SW1, быстро разряжая конденсатор. По аналогичному принципу происходит формирование спадающего пилообразного напряжения, но в этом случае разомкнут ключ SW2, а замкнут ключ SW3. В режиме формирования треугольного напряжения, когда чередуются линейные спады и нарастания напряжения, ключ SW1 постоянно разомкнут, а ключи SW2 и SW3 попеременно замыкаются и размыкаются.

В генераторах подобного рода основная трудность заключается в несимметричности каналов. Технологически невозможно изготовить абсолютно идентичные каналы – они всегда различаются, например, сопротивлением проводников и каналов ключей. Неизбежные паразитные параметры также различны. Невозможно сформировать одинаковые источники тока – даже при использовании самой сложной технологии изготовления токи имеют небольшие различия. Все эти

факторы приводят к дрейфу среднего напряжения, а если асимметрия каналов односторонняя, то генератор входит в насыщение, из-за чего форма сигнала искажается.

В МК эта проблема решается за счет введения обратной связи. Выход генератора PRG «привязывается» к одному из входов компаратора, а выход компаратора коммутируется с одним из входов синхронизации. Таким образом, выходное напряжение PRG удерживается около изолинии, и среднее напряжение практически не изменяется.

На рисунке 2 показано среднее выходное напряжение без обратной связи (линия красного цвета) и с обратной связью (синего цвета). Генератор работает в режиме формирования треугольного выходного напряжения. Дополнительную нестабильность внесли за счет принудительного нагрева микросхемы. Как видно из рисунка, генератор с обратной связью ведет себя гораздо стабильнее – его среднее напряжение практически не меняется.

ОДНОКРАТНЫЙ ТАЙМЕР

В состав генератора PRG опционально входит однократный таймер (one-shot timer). Этот таймер задает минимальное время разряда конденсатора в режимах формирования пилообразного нарастающего или спадающего напряжения либо минимальное время нарастания или спада напряжения при генерировании напряжения треугольной формы. В первом случае однократный таймер удерживает замкнутым ключ разряда конденсатора SW1, по крайней мере, в течение однократного срабатывания – как минимум 50 нс.

При формировании треугольного напряжения и время линейно нарастающего, и время линейно спадающего напряжения также удержива-

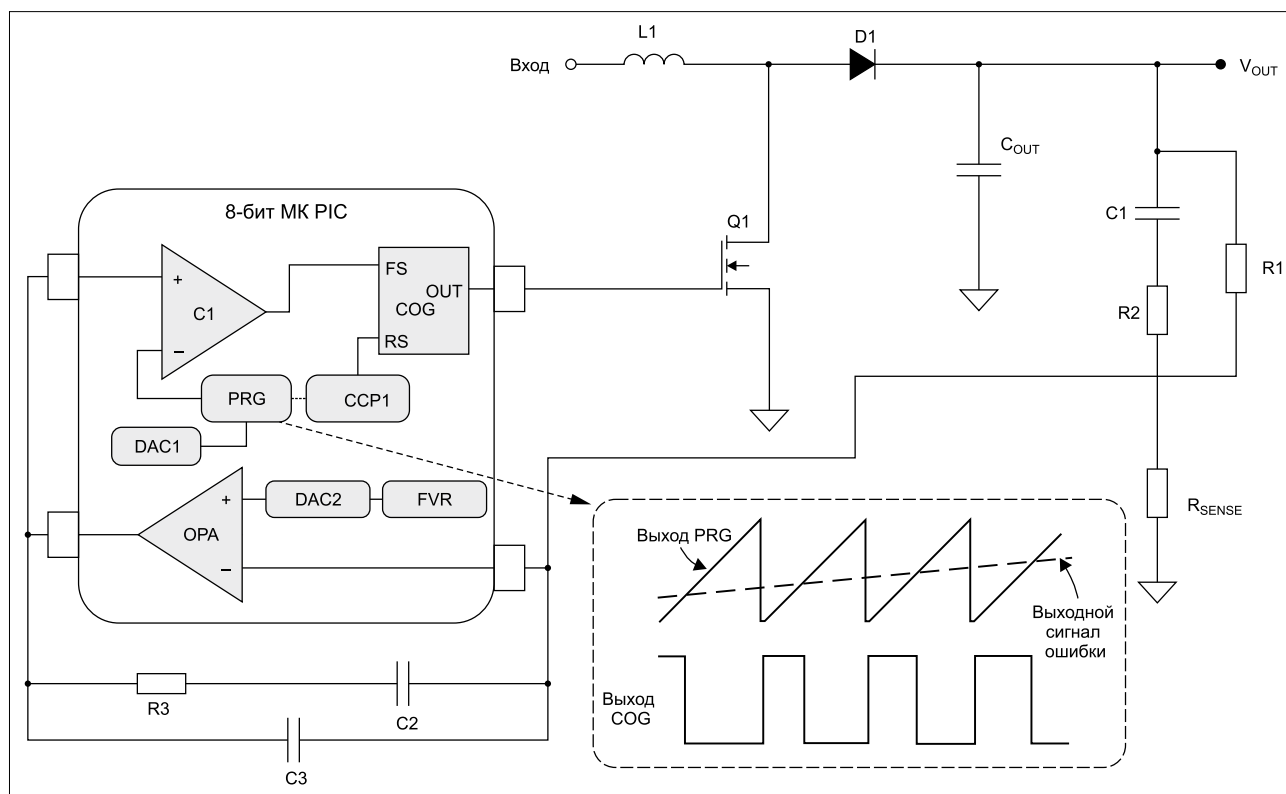


Рис. 3. Схема применения генератора PRG

ются минимальными, по крайней мере, в течение одного периода. Во время действия однократного таймера входы синхронизации, чувствительные к фронтам тактовых импульсов, игнорируются, а реакция на уровни сигналов синхронизации приостанавливается до конца действия однократного таймера. Однократный таймер инициализируется путем установки бита OS в регистре CON0.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Генератор PRG можно также использовать для управления режимом работы DC/DC-преобразователя. Схема его применения показана на рисунке 3. Подобно тому, как при управлении преобразователем в режиме

максимального тока используется производная тока нарастания дросселя, в данной схеме для управления применяется сигнал нарастания напряжения. Сигнал ошибки регулирования по-прежнему формируется усилителем ошибки OPA. Однако если он меньше нарастающего сигнала с выхода PRG, компаратор C1 не переключается, и силовой ключ Q1 остается открытым. Однако как только сигнал ошибки превысит величину пилообразного напряжения, компаратор переключается, и силовой ключ Q1 DC/DC-преобразователя закрывается. Таким образом, в контур регулирования добавляется корректирующая гибкая обратная связь по производной регулируемой величины. Частота сиг-

нала ШИМ формируется генератором COG (см. рис. 3).

Еще один пример использования генератора PRG показан на рисунке 4. На этот раз треугольный сигнал напряжения применяется для управления средним напряжением мостовой схемы. С помощью компаратора C1 аудиосигнал сравнивается с выходным напряжением треугольной формы PRG. При этом на выходе компаратора формируются импульсы, длительность которых пропорциональна амплитуде аудиосигнала. В зависимости от полярности сигнала открываются ключи Q1 и Q4 или Q3 и Q2 диагонали моста. Фильтры нижних частот L1-C3 и L2-C4 используются для удаления несущей частоты. ■

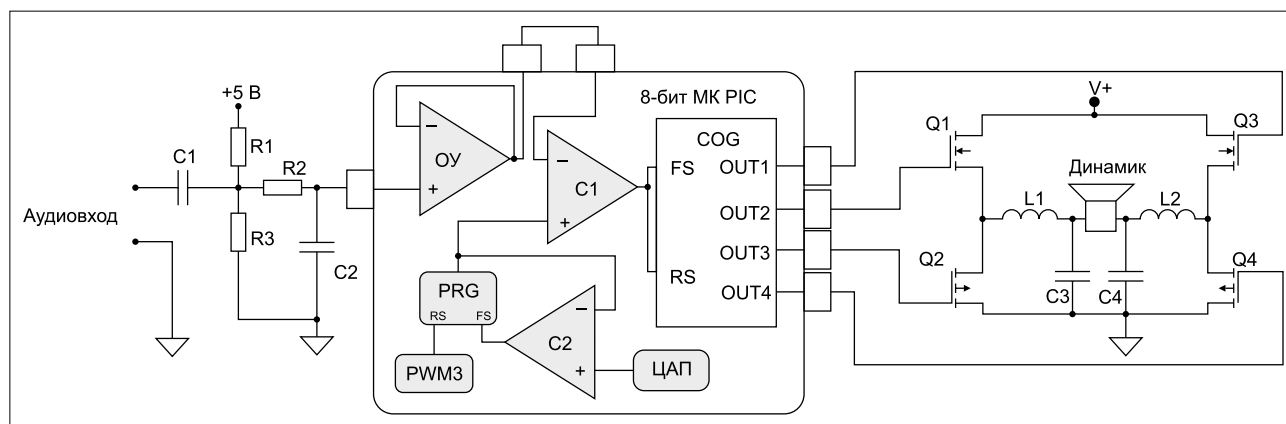


Рис. 4. Еще один пример использования генератора PRG