

Генераторы на основе цифровых микросхем

(часть 1)

Сергей Копылов, Дмитрий Николаев,
Геннадий Шишкин (Нижегородская обл.)

Выполнен сравнительный анализ возможных схемотехнических решений генераторов прямоугольных импульсов на основе RS-триггеров, позволяющих улучшить параметры сигналов. Приведены формулы для расчёта периода повторения импульсов.

Структурная схема генератора прямоугольных импульсов в общем случае содержит времязадающие, пороговые и усилительные элементы [1]. При построении генераторов на основе логических элементов КМОП, отличающихся высокими порогами переключения, логические элементы выполняют функции и усилительных, и пороговых элементов. Возможные варианты времязадающих элементов могут быть синтезированы в виде различного рода интегрирующих, дифференцирующих или интегродифференцирующих цепей.

При использовании в качестве усилительного элемента RS-триггера на основе логических элементов ИЛИ-НЕ необходимо подавать задержанные сигналы лог. 1 поочередно на оба входа триггера, чтобы обеспечить переключение генератора. Для надёжной работы генератора переключающий сигнал лог. 1 должен формироваться логическим элементом триггера, находящимся в состоянии лог. 0, поэтому необходимо установить допол-

нительные инверторы на обоих выходах триггера. Однако такая структура имеет запрещённое устойчивое состояние, когда на обоих выходах триггера устанавливается уровень лог. 0, что создаёт возможность срыва колебаний генератора.

Кроме того, при использовании в качестве времязадающих элементов интегрирующих цепей возможно «зависание» логических элементов в линейном режиме вследствие неравенства их порогов переключения, особенно при большом периоде повторения импульсов.

Для исключения зависания логических элементов необходимо обеспечить скачкообразное увеличение напряжения на выходе времязадающего элемента, формирующего сигнал лог. 1 при переключении генератора, при помощи соответствующей цепи положительной обратной связи.

Установка триггера в запрещённое состояние может быть исключена при использовании в качестве усилительного элемента RS-триггера E-типа (RS_E-триггера) [1, 2] или при построении генератора по схеме, приведённой на рисунке 1, на основе усилительного элемента, который мы назовём RS_И-триггером.

В этой схеме (см. рис. 1) использованы времязадающие элементы интегродифференцирующего типа, обеспечивающие максимальную задержку сигналов лог. 1 и быстрое восстановление состояния лог. 0. Каждый времязадающий элемент определяет длительность одного из полупериодов.

Цепи внешней положительной обратной связи (по переменной составляющей) через конденсаторы времязадающих элементов исключают возможность зависания логических элементов в линейном режиме. Исключение установки триггера в запрещённое состояние обеспечивается подключением входов обоих времязадающих элементов к одному выходу RS-триггера через необходимое количество инверторов. Поскольку RS_И-триггер проще RS_E-триггера, использование схемы рис. 1 является предпочтительным.

Сопротивление R_0 (для уменьшения необходимой ёмкости конденсаторов) целесообразно выбирать как можно больше, однако его значение ограничено сверху, чтобы исключить влияние входного тока логических элементов на частоту генерируемых импульсов. Для более полного восстановления состояния конденсаторов сопротивление R_B должно быть как можно меньше, однако его значение ограничено снизу допустимыми выходными токами логических элементов: выходного вытекающего тока $I_{\text{доп}}^1$ и выходного втекающего тока $I_{\text{доп}}^0$. Коэффициент d выбирается из условия максимизации периода повторения импульсов.

В представленной схеме (см. рис. 1) напряжение на конденсаторе в момент окончания задержки $U_k = (1+d)U_{n1(2)} - dE$, где E – напряжение питания, $U_{n1(2)}$ – порог переключения соответствующего логического элемента. При этом

$$R_B \geq \frac{(1-d)E + (1+d)U_{n\max}}{\min\{I_{\text{доп}}^0, I_{\text{доп}}^1\}},$$

где $U_{n\max}$ – максимальное значение порога переключения логических элементов. Напряжение на конденсаторе в момент начала задержки

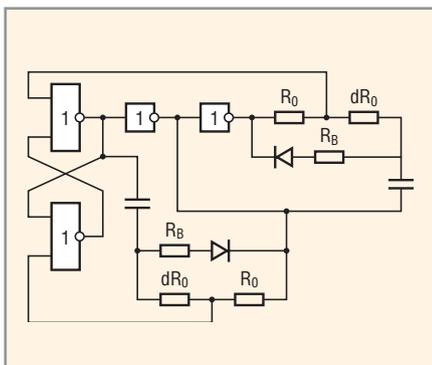


Рис. 1. Генератор импульсов на основе RS_И-триггера

зависит от сопротивления R_B и равно U_H .

При построении генераторов на основе логических элементов КМОП, обладающих большим входным сопротивлением и достаточно большой нагрузочной способностью, как правило, $R_B \ll R_0$ и $U_H \approx -E$.

В рассматриваемой схеме в начале формирования задержки происходит частичный ускоренный разряд конденсатора с участием диода входной защитной цепи соответствующего логического элемента [3]. Напряжение на конденсаторе в момент окончания ускоренного разряда равно $-dE$.

Длительность ускоренного разряда конденсатора любого времязадающего элемента не зависит от параметров логических элементов и равна:

$$t_y = dR_0 C \ln \frac{E}{dE} = dR_0 C \ln \frac{1}{d}.$$

Длительность дальнейшего перезаряда каждого конденсатора опреде-

ляется порогом срабатывания логического элемента нагрузки и равна:

$$t_{\partial 1(2)} = (1+d)R_0 C \ln \frac{E}{E-U_{n1(2)}}.$$

Выражение для периода повторения импульсов можно представить в виде:

$$T = R_0 C \left[2d \ln \frac{1}{d} + (1+d) \ln \frac{E^2}{(E-U_{n1})(E-U_{n2})} \right].$$

Если используются логические элементы из одного корпуса микросхемы,

$$U_{n1} = U_{n2} = U_n,$$

тогда

$$T = 2R_0 C \left[d \ln \frac{1}{d} + (1+d) \ln \frac{E}{E-U_n} \right].$$

Характерной особенностью логических элементов КМОП является

большой технологический разброс порогов срабатывания, которые могут изменяться в диапазоне $(0,3...0,7)E$, где E – напряжение питания [3].

Анализ полученного выражения показывает, что при

$$U'_n = \frac{U_n}{E} = 0,3$$

максимальное относительное значение периода

$$T_{\text{отп}} = \frac{T}{R_0 C} = 1,76$$

достигается при оптимальном значении $d_{\text{отп}} = 0,53$. При $U_n = 0,7$ максимальное относительное значение периода $T_{\text{отп}} = 4,86$ достигается при $d_{\text{отп}} = 1,23$. Следовательно, при увеличении порога переключения логических элементов в диапазоне $U_n = 0,3...0,7$ период повторения импульсов увеличивается в 2,76 раза, а оптимальное значение d увеличивается в 2,32 раза. Существенным недостатком схемы (рис. 1) является сильная зависимость периода повторения

импульсов от порогов переключения логических элементов КМОП, которые могут находиться в диапазоне $(0,3...0,7)E$.

Указанная зависимость ослабляется при построении схемы генератора [4] в соответствии с рисунком 2 на основе усилительного элемента, который мы назовём триггером RS_M -типа. Одновременно достигается некоторое уменьшение схемных затрат за счёт совмещения времязадающих элементов.

Совмещённый времязадающий элемент (обведён пунктиром) обеспечивает задержку сигналов лог. 1 и быстрое восстановление состояния лог. 0 на одном выходе и задержку сигналов лог. 0 и быстрое восстановление состояния лог. 1 на другом выходе. В связи с этим выражение для периода повторения импульсов принимает следующий вид:

$$T = R_0 C \left[2d \ln \frac{1}{d} + (1+d) \ln \frac{E^2}{U_{n1}(E-U_{n2})} \right]$$

При условии $U_{n1} = U_{n2} = U_n$

$$T = R_0 C \left[2d \ln \frac{1}{d} + (1+d) \ln \frac{E^2}{U_n(E-U_n)} \right]$$

Анализ данного выражения показывает, что при $U'_n = 0,5$ максимальное значение $T_{отн} = 2,86$ достигается при $d_{опт} = 0,74$. При $U_n = 0,3$ или $U_n = 0,7$ максимальное значение $T_{отн} = 3,17$ достигается при $d_{опт} = 0,80$ и практически сохраняется на этом уровне при $d = 0,74$. Следовательно, при отклонении порога переключения от значения $U_n = 0,5$ период повторения увеличивается на 11%, а оптимальное значение d – на 9%.

Дальнейшее уменьшение количества элементов схемы достигается при выполнении RS_M -триггера на основе мажоритарного элемента [5, 6] и построении схемы генератора в соответствии с рисунком 3, где

$$R1 = \frac{R_0}{1+k}$$

Усилительный и времязадающий элементы в схемах рисунках 2 и 3 взаимозаменяемы.

В схеме, показанной на рисунке 3, в начале формирования задержки происходит полный ускоренный разряд соответствующего конденсатора. При этом длительность ускоренного разряда любого конденсатора в процессе формирования задержки составляет:

$$t_y = \frac{k}{(1+k)^2} R_0 C \ln \left(2 + \frac{1}{k} \right)$$

Длительность дальнейшего заряда одного из конденсаторов:

$$t_{д1} = \frac{1}{1+k} R_0 C \ln \frac{E}{E-U_{n1}}$$

Длительность заряда другого конденсатора:

$$t_{д2} = \frac{1}{1+k} R_0 C \ln \frac{E}{U_{n2}}$$

Период повторения импульсов определяется формулой:

$$T = \frac{1}{1+k} R_0 C \left[\frac{2k}{1+k} \ln \left(2 + \frac{1}{k} \right) + \ln \frac{E^2}{U_{n1}(E-U_{n2})} \right]$$

Если выполняется условие $U_{n1} - U_{n2} = U_n$

$$T = \frac{1}{1+k} R_0 C \left[\frac{2k}{1+k} \ln \left(2 + \frac{1}{k} \right) + \ln \frac{E^2}{U_n(E-U_n)} \right]$$

Анализ приведённого выражения показывает, что при $U_n = 0,5$ максимальное значение $T_{отн} = 1,70$ достигается при $k_{опт} = 0,18$. При отклонении порога переключения от среднего значения оптимальное значение k уменьшается на 9,7% до значения 0,16, а период повторения импульсов увеличивается на 8,1% до $T_{отн} = 1,85$ и практически сохраняется при $k = 0,18$.

Таким образом, при разработке генераторов прямоугольных импульсов на основе RS-триггеров целесообразно в качестве усилительных элементов использовать RS_M -триггеры. При этом существенно уменьшается зависимость периода

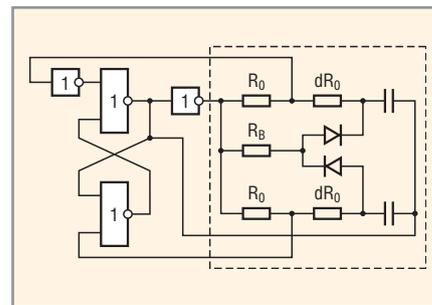


Рис. 2. Генератор импульсов на основе триггера RS_M -триггера

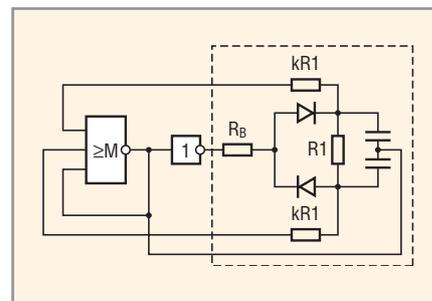


Рис. 3. Генератор импульсов на основе мажоритарного элемента

повторения импульсов от порогов переключения логических элементов, а использование времязадающего элемента по схеме рис. 2 позволяет увеличить период повторения импульсов по сравнению с времязадающим элементом по схеме рис. 3 в 1,7 раза.

Продолжение следует

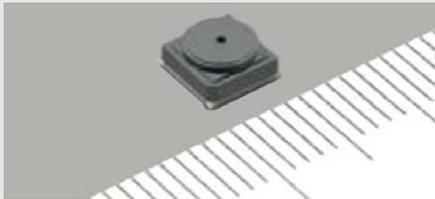
ЛИТЕРАТУРА

1. Яковлев В.Н., Воскресенский В.В., Мирошниченко С.И. и др. Справочник по микроэлектронной импульсной технике. Киев: Техника, 1983.
2. Рыжаков Е.И., Шишкин Г.И. Пат. 2236748 РФ, МКИ Н03К3/28. Мультивибратор. Изобретения, Полезные модели. 2004. № 26.
3. Зельдин Е.А. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре. Энергоатомиздат, Ленинградское отделение, 1986.
4. Крамков Г.И., Шишкин Г.И. Пат. 2231917 РФ, МКИ Н03К3/28. Генератор импульсов. Изобретения, Полезные модели. 2004. № 18.
5. Крамков Г.И., Шишкин Г.И. Пат. 2231916 РФ, МКИ Н03К3/28. Генератор импульсов. Изобретения. Полезные модели. 2004. № 18.
6. Островский О.А., Шишкин Г.И. Пат. 2234798 РФ, МКИ Н03К3/26. Генератор импульсов. Изобретения, Полезные модели. 2004. № 23.



Новости мира News of the World Новости мира

1/10-дюймовый модуль VGA-камеры



Фирма Alps предлагает FPDJ8, серию 1/10-дюймовых (1,8 мм) модулей VGA-камер для использования в мобильных телефонах, наладонных игровых консолях и т.п. Они имеют корпус размером 5,0 × 5,0 × 2,2 мм и показатель диафрагмы 2,8. При двух линзах и датчике изображения размером 1/10 дюйма модули достигают VGA-разрешения до 640 × 480 точек изображения. Диапазон фокусировки от 20 см до бесконечности. Другими техническими параметрами являются искажение изображения менее одного процента и угол обзора по горизонтали 54,2 градуса, по вертикали 42,0 градуса и по диагонали 65,4 градуса. Камеры способны представлять при VGA-разрешении 30 кадров в секунду.

www3.alps.com

TSMC присматривается к рынку чипов для автомобилей

Крупный тайваньский производитель интегральных микросхем, компания Taiwan Semiconductor Manufacturing (TSMC), начала говорить о возможности своего выхода на рынок чипов, применяемых в критически важных узлах систем бортовой автомобильной электроники. Уточнение по поводу области использования весьма существенно, поскольку количество производителей компонентов автомобильной электроники вообще достаточно велико, однако большинство из них предлагает комплектующие для систем, напрямую не связанных с основными системами автомобиля (приложения развлекательно-информационного характера), либо для вспомогательных систем (например, контроллеры электропитания приводов стеклоподъемников).

Для критических узлов автомобильной электроники, таких как блоки управления двигателем или тормозной системой, требования к надёжности работы существенно выше, чем к полупроводниковым компонентам для широкого применения, а от соответствующего производства требуется соответствие спецификации «нулевого

количества дефектов» (zero-defect) и наличия длительной программы поддержки. В настоящее время у TSMC нет производства, соответствующего этим требованиям, но компания считает, что вполне может овладеть необходимой методологией.

Автомобильные приложения могут стать частью объявленной компанией новой стратегии, ориентированной на предложение заказчикам скорее не отдельных компонентов, а платформенно-ориентированных решений, возможно, даже включающих не только аппаратные, но и программные компоненты. Типичный состав платформы может состоять из процессора, логики, блоков ввода-вывода и прошивки. С точки зрения места производства для выпуска «автомобильных» чипов, могут использоваться относительно старые заводы TSMC. Не так давно компания выделила в отдельные подразделения «передовое производство», оснащённое согласно новейшим технологиям чипов, и «массовое производство», основывающееся на технологиях предыдущих поколений.

3dnews

Sharp превратит береговую линию Японии в огромную солнечную электростанцию

Kansai Electric Power и Sharp представили крупномасштабный проект выработки энергии солнца с постройкой объектов генерации солнечной энергии мощностью 10 МВт в пределах береговой линии Сакаи-сити, префектура Осака, Япония.

По этому плану генерирующие мощности будут располагаться в двух районах. В одном из них построят солнечную электростанцию, рассчитанную на 10 МВт. На этом месте производилась свалка производственных отходов. На втором участке появятся силовые установки для производства энергии суммарной мощностью 18 МВт. Сразу после запуска солнечной



электростанции в 2010 г. выходная мощность будет составлять около 9 МВт.

Солнечные батареи будут установлены на крышах зданий комплекса. Для солнечных батарей будут использоваться кремниевые тонкоплёночные модули производства Sharp, которые начнут массово производить в марте 2010 г. Все потребности в электроэнергии для функционирования и нормальной работы промышленной зоны будут покрываться собственной выработанной энергией.

3dnews

Philips Power2Charge – альтернатива розетке всегда и везде



Для тех, кто не представляет своей жизни без электронных развлечений в поездках, компания Philips анонсировала аккумуляторные блоки новой серии Power2Charge, которые позволяют использовать привычные электронные устройства в любом месте без необходимости «привязки» к электророзеткам.

Аккумуляторные блоки SCE4420 и SCE4430 удобны благодаря наличию в комплекте штекеров для устройств большинства марок мобильных телефонов и коммуникаторов, bluetooth-гарнитур, плееров, фотоаппаратов, GPS-навигаторов, а также для игровых приставок Xbox.

Батареи позволяют зарядить мобильный телефон приблизительно на 7 ч разговора, а MP3-плеер – на 15 ч прослушивания музыки. Модели снабжены световым индикатором, который указывает оставшуюся ёмкость аккумулятора и напоминает, когда необходимо выполнить подзарядку. Время зарядки составляет от 4,5 до 6,5 ч. Блоки питания обеспечены встроенной защитой от перезарядки.

Разница между моделями заключается в комплектации: SCE4430 поставляется в комплекте с адаптером SCM2280, с помощью которого можно заряжать аккумуляторный блок из розетки. При этом оба устройства можно заряжать через USB-порт. Адаптер можно также приобрести отдельно.

3dnews