

АЛГОРИТМ И ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ СИГНАЛОВ

канд. техн. наук, доцент С.Г. Шматин¹, преподаватель
А.С. Шматин², студентка гр.113323 С.В. Лобазина¹, студентка
гр.113323 О.В. Логвенкова¹

¹ Белорусский национальный технический университет

² Белорусский государственный университет

Основные методы построения генераторов основаны либо на использовании функциональных схем последовательного действия (счетчики), либо на применении времязадающих элементов.

Любой счетчик можно рассматривать как генератор определенной последовательности чисел, имеющий длину последовательности чисел L_{Π} , равную модулю счета K_C . Например, счетчик с модулем счета $K_C = 8$ (рис.1) является генератором последовательности чисел $0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7$. Аналогичным образом можно получить структуры генераторов любой последовательности чисел. При этом требуемое количество разрядов (триггеров) равно количеству двоичных разрядов m в генерируемых числах. Если $m > \log_2 L_{\Pi}$, то для уменьшения числа используемых триггеров структура генераторов несколько изменяется. В этом случае генератор целесообразно строить в виде соединения счетчика с модулем счета $K_C = L_{\Pi}$ и подключенного к его выходам комбинационного преобразователя кодов, реализующего на выходе требуемые значения двоичных чисел.

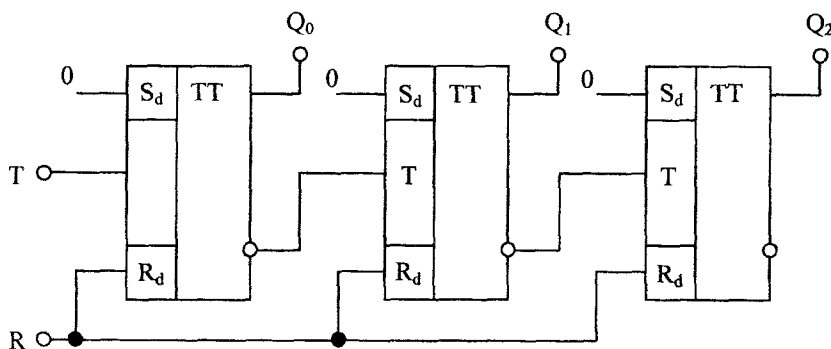


Рис.1. Функциональная схема генератора на основе счетчиков

Использование постоянного программируемого запоминающего устройства (ППЗУ) в качестве преобразователя кода позволяет реализовать на его основе также генератор последовательности импульсов с управлением от двоичного счетчика.

Содержимое постоянного запоминающего устройства (ПЗУ) при этом можно рассматривать как рабочую программу.

Используя устройства, меняющие состояния счетчика в зависимости от результатов операций, выполненных в соответствии с программой, записанной в ППЗУ, можно обеспечить автоматический процесс управления с учетом промежуточных результатов.

Пример простого генератора последовательности импульсов, в котором используется ППЗУ, приведен на рис.2.

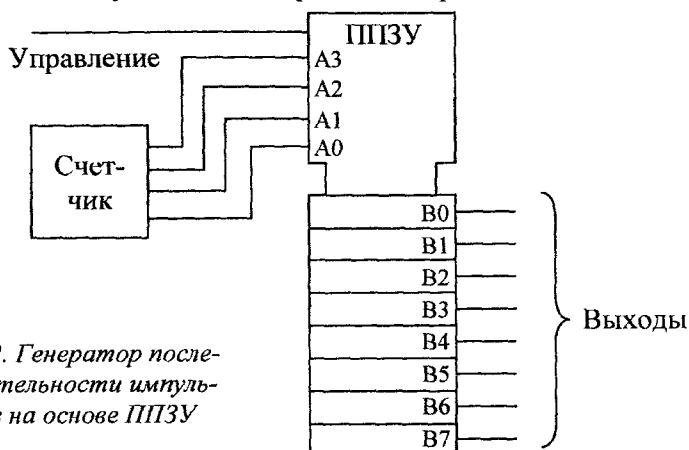


Рис.2. Генератор последовательности импульсов на основе ППЗУ

Управление	Код счета				Выходы							
	A3	A2	A1	A0	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0

На адресные входы A_0 , A_1 и A_2 поступают выходные сигналы двоичного счетчика, A_3 служит входом для подачи управляющего импульса. Если на этом входе появляется нуль, то происходит последовательная генерация кодов на выходах $B_0 - B_7$. При соответствующем программировании ППЗУ можно формировать самые разнообразные и сложные наборы кодов.

В данном примере с помощью адресного входа A_3 в ПЗУ можно выбрать две последовательности временных сигналов. Очевидно, что число этих последовательностей на самом деле не ограничивается двумя. Используя большое число управляющих сигналов совместно с ППЗУ большой емкости, можно получить большое число разнообразных кодов, обращаясь к различным частям матрицы с помощью управляющих адресных переменных. Число последовательных шагов (команд) в программе также не ограничено восемью, поскольку длина выходной последовательности не ограничивается восемью словами.

Особый интерес представляет генератор сигналов ступенчатой формы на операционных усилителях (ОУ), принципиальная схема которого представлена на рис.3.

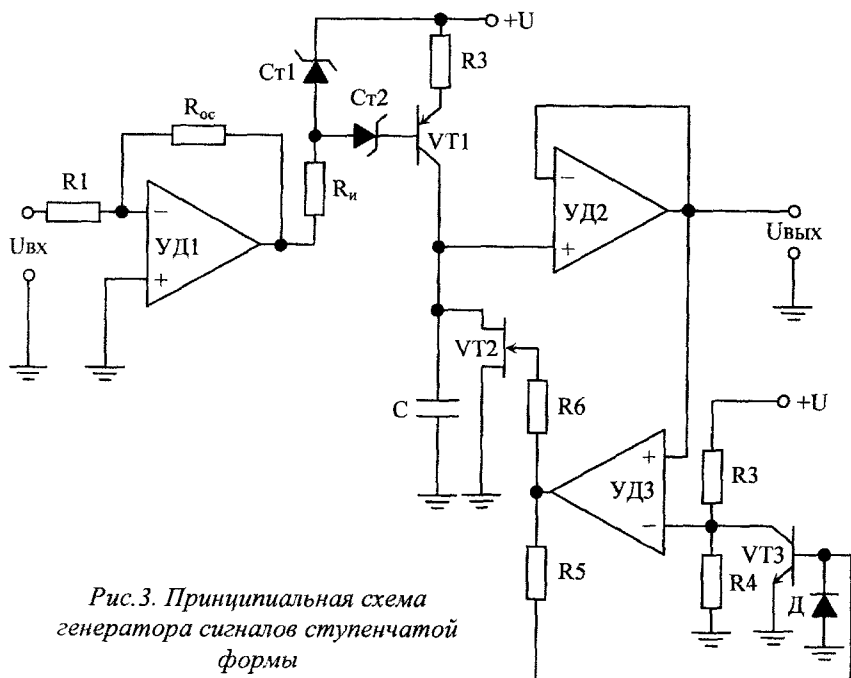


Рис.3. Принципиальная схема генератора сигналов ступенчатой формы

Простой генератор сигналов ступенчатой формы может быть построен, как показано на рисунке 3. Этот генератор приводится в действие последовательностью импульсов напряжения. Цепь, состоящая из транзисторов VT1 и VT2, реализует один из способов получения таких импульсов. Схема состоит из источника тока (УД1), пикового детектора и буферного усилителя с полевыми транзисторами на входе (УД2) и усилителя возврата в исходное состояние (УД3). Источник тока быстро заряжает конденсатор С. Когда VT1 включен, источник тока быстро заряжает конденсатор С линейно по времени до очередной ступени напряжения. После отключения транзистора VT1 конденсатор удерживает напряжение ступени до прихода нового импульса напряжения. Когда достигается последняя ступень напряжения, выход усилителя УД3 становится положительным, транзистор VT3 включается, удерживая выходное напряжение усилителя УД3 положительным до тех пор, пока конденсатор не разрядится до нуля. После этого выходное напряжение усилителя УД3 становится отрицательным, отключая тем самым транзисторы VT2 и VT3. Напряжение на неинвертирующем входе возрастает опять до напряжения возврата, и процесс повторяется. Диод предназначен для того, чтобы при отрицательном выходном напряжении усилителя УД3 не возник пробой эмиттерного перехода VT3. Форма напряжений показана на рис.4. Усилитель УД1 должен быть операционным усилителем с большой скоростью нарастания выходного напряжения.

Рассмотрим пример построения генератора напряжения ступенчатой формы.

Необходимо построить генератор напряжения ступенчатой формы по схеме, представленной на рисунке 3. Транзистор VT1 КТ342 – это кремниевый *p-n-p*-транзистор с $h_{21Эмин} = 200$, VT2 КП315 – полевой транзистор с $U_{зиотс} = 3$ В, $I_{снас} = 20$ мА и VT3 КТ315 – ключевой *n-p-n*-транзистор с $U_{кэнас} = 0,2$ В, $U_{бэнас} = 0,7$ В, $h_{21Эмин} = 30$. Генератор напряжения ступенчатой формы должен иметь выход, состоящий из 10 ступеней, каждая равна 1 В, и длительностью 10 мс со временем нарастания ступени, равным 20 мкс. Токи утечки биполярного транзистора VT1 и полевого транзистора VT2 соответственно 100 пА и 50 пА. Ток смещения усилителя УД2 составляет 200 пА.

Емкость конденсатора С находится, исходя из заданного максимально допустимого изменения напряжения ступеньки при заданных длительности ступени и значении суммарного тока утечки из выражения

$$C = I \cdot t / U,$$

где I – общий ток утечки;

t – длительность ступени;

U – максимально допустимое изменение напряжения ступени.

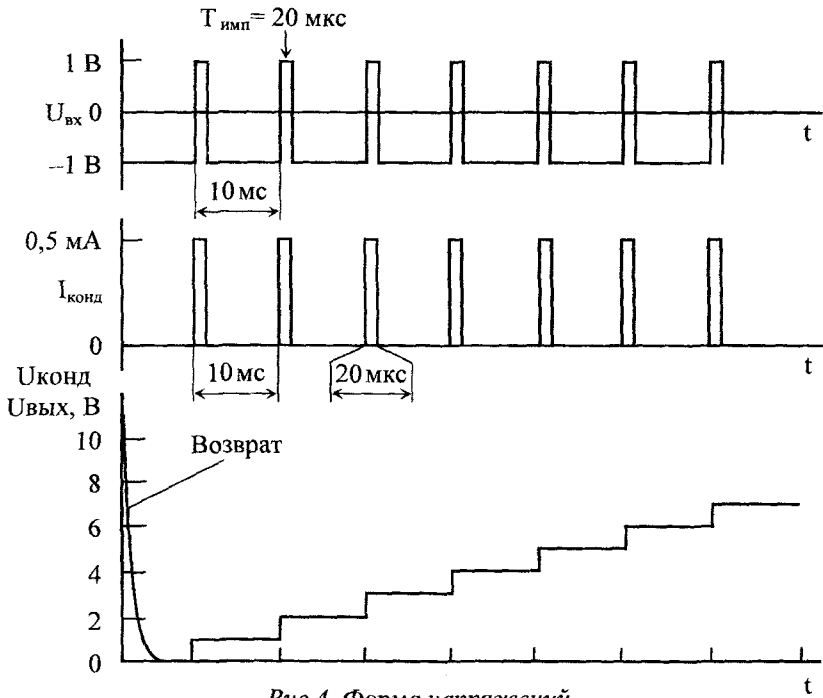


Рис.4. Форма напряжений

Если при длительности ступени 10 мс допустимое изменение напряжения ступени из-за разряда конденсатора составляет 10 мВ , то

$$C = (350\text{ нА} \cdot 10\text{ мс}) / 10\text{ мВ} = 350\text{ пФ}.$$

Используем для перестраховки конденсатор емкостью $0,01\text{ мкФ}$. Конденсатор должен быть заряжен до напряжения ступени в течение 20 мкс . Проверим выполнение этого условия. Имеем

$$I = CU / t,$$

где I – ток источника неизменного тока;

U – напряжение ступени;

t – время заряда конденсатора до напряжения ступени, следовательно,

$$I = (0,01 \text{ мкФ} \cdot 1 \text{ В}) / 20 \text{ мкс} = 0,5 \text{ мА} .$$

Положим $I_{cm} = I_{R1} = 1 \text{ мА}$. Поэтому если $\pm U = \pm 15 \text{ В}$, то $\pm U_{\text{вых. макс}} = 12 \text{ В}$ и

$$R_{\text{н}} = [+U_{\text{вых. макс}} + |-U_{\text{вых. макс}}| - U_{\text{ст1}}] / I_{\text{ст}} = (24 \text{ В} - 10 \text{ В}) / 1 \text{ мА} = 14 \text{ кОм}$$

Если $+U_{\text{вх}} = 1 \text{ В}$ и $-U_{\text{вх}} = -1 \text{ В}$, то для получения максимального перепада напряжения на выходе усилителя УД1 коэффициент его усиления с обратной связью должен быть по крайней мере равным 15. Если $R_{\text{ос}}$ выбирается равным 470 кОм, тогда для инвертирующего усилителя справедливо

$$R1 = R_{\text{ос}} / K_{\text{ос}} = 470 \text{ кОм} / 15 = 31,3 \text{ кОм} .$$

Значение сопротивлений резисторов R3 и R4 выбирается исходя из того, чтобы выходное напряжение усилителя УД3 не получало положительного отклонения до тех пор, пока выходное напряжение буферного усилителя не станет больше, чем напряжение десятой ступени. Таким образом, U_{R4} при отключенном транзисторе VT3 устанавливается равным 10,5 В.

Ток через R3 и R4 должен быть намного больше, чем ток смещения. Полагая $I_{R3} = I_{R4} = 1 \text{ мА}$, находим сопротивления делителя напряжения:

$$R3 = (+U - 10,5 \text{ В}) / 1 \text{ мА} = 4,5 \text{ кОм}, R4 = 10,5 \text{ В} / 1 \text{ мА} = 10,5 \text{ кОм} .$$

Когда транзистор VT3 включен,

$$I_{\text{КVT3}} = +U / R3 = 3,33 \text{ мА} .$$

Резистор $R5$ должен обеспечить ток базы VT3, а также напряжение для VT2 при возврате в исходное состояние, когда выходное напряжение усилителя УД3 положительно:

$$R5 = (+U_{\text{вых. макс}} - U_{\text{БЭнасVT3}}) / I_{\text{КVT3}} / h_{21\text{эмин. VT3}} ;$$

$$R5 = (12 \text{ В} - 0,7 \text{ В}) / (3,33 \text{ мА} / 30) \approx 100 \text{ кОм} .$$

Использованные источники

1. Янсен, Й. Курс цифровой электроники. – М.: Мир, 1987. – 416 с.
2. Алексеенко, А.Г., Шагурин, И.И. Микросхемотехника. – М.: Радио и связь, 1982. – 416 с.