

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

УДК 621.373.4 (088.8)

© В. В. Наумов, О. А. Гребенщиков

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНЫЙ
ФОРМИРОВАТЕЛЬ

Описан широтно-импульсный формирователь на базе микроконтроллера K1816BE31. Возможно программирование формирования длительности и периода повторения импульсной последовательности в соответствии с функциями различного вида: ступенчатой, линейной, параболической, обратной, экстремальной (функцией показателя качества), синусоидальной, случайной типа "дробовой эффект". Формирователь может быть использован в кодирующих устройствах, широтно-импульсных модуляторах, тиристорных регуляторах, синхронных и фазовых детекторах. Диапазон формируемых длительностей и периодов повторения импульсов 5 мкс – 5 с дискретностью 5, 10, 40, 400 мкс, 4 и 20 мс. Значения времени реализации функции (посылки): 1.28, 2.56, 10.2, 102.4 мс, 1.02 и 5.12 с.

ВВЕДЕНИЕ

Преобразователи код-длительность импульса находят широкое применение в широтно-импульсных модуляторах (ШИМ) и кодирующих устройствах [1, 2], в тиристорных регуляторах [3], программируемых формирователях импульсов с изменением по коду как длительности, так и периода повторения импульсов [4], а также в синхронных и фазовых детекторах для задания фазы управления.

С целью расширения функциональных возможностей авторами разработан широтно-импульсный формирователь на базе микроконтроллера (МК) K1816BE31. Основу разработки составляет техническое решение, согласно [5], с простым алгоритмом, заключающимся в задании кодов длительности и периода повторения импульсов, соответствующих амплитуде функции управления, и в формировании по кодам импульсов модуляции различной длительности.

Формирование длительности и периода повторения импульсной последовательности может осуществляться в соответствии с функциями различного вида: ступенчатой, линейной, параболической, обратной, экстремальной — функцией показателя качества (ФПК), синусоидальной, случайной типа "дробовой эффект" и т.п. В таблице приведен перечень запрограммированных в постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ) формирователя функций управления.

Кроме перечисленных в таблице функций имеется возможность программирования более сложных функций, в том числе сочетаний $F1...F7$ для конкретных устройств. Например, функции $F1...F3$ могут применяться для тиристорных регуляторов, используемых в устройствах питания инфракрасных излучателей, программируемых тер-

мостатах и термокамерах; $F3, F4$ — для плавного включения и выключения приводов; $F5$ — в импульсных нагревателях; $F6, F7$ — в приводах экспериментальных стендов для имитации переменных и случайных воздействий. Функция $F7$ может быть запрограммирована в кодирующем устройстве высокой степени защиты.

АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

На рис. 1 представлена функциональная схема широтно-импульсного формирователя, на рис. 2 — временные диаграммы работы при использовании экстремальной функции (ФПК) — $F5$.

Формирователь содержит МК на микросхеме K1816BE31 с кварцевым резонатором частотой 1.2 МГц. Частота машинного цикла — 100 кГц (период повторения 10 мкс), частота сигналов ALE , $PSEN$ — 200 кГц (период повторения 5 мкс). Имеется программируемый делитель частоты (ПДЧ) на МС K1533IE8 с каскадным включением и управляемыми от МК (сигнал УПР) коэффициентами пересчета: 1, 2, 8, 80, 800, 4000 — для формирования из сигналов ALE тактовых импульсов (ТИ) с различными периодами повторения (5, 10, 40, 400 мкс и 4, 20 мс) и расширения циклов строба адреса ALE и сигналов чтения данных $PSEN$. 8-битовый буферный регистр адреса (PгA) на МС K588 IP1 предназначен для промежуточного хранения адресов, принимаемых из порта P0 МК и подаваемых на ПЗУ с периодами повторения, аналогичными периодам ТИ. В ПЗУ на семи МС типа K573PФ33, имеющих 16-битовые совмещенные шины адреса—данных, в каждой МС запрограммирована одна из функций $F1...F7$, содержащая 256 слов, причем 8 бит, соответствующих дискретному значению функции, являются кодом

Перечень запрограммированных функций управления

№№ функции	Выражение функции	Графическое представление функции
1	$F1 = a \cdot \text{Sgn}(t/b) + a$ — ступенчатая	
2	$F2 = a \cdot t$ — линейная	
3	$F3 = \sqrt{a \cdot t}$ — параболическая	
4	$F4 = 1/t$ — обратная	
5	$F5 = b - (t - a)^2$ — экстремальная (ФПК)	
6	$F6 = \sin t$ — синусоидальная	
7	$F = \sum_{k=1}^{256} a_k v(t - t_k)$ — случайная, ("дробовой эффект"), где a_k — амплитуда импульса, v — форма импульса, t_k — случайные моменты	

длительности импульса (КодД), а 8 бит — кодом досчета (КодП) до периода повторения импульсов. В устройство входят 8-битовые счетчики длительности импульса (СчД) и досчета до периода (СчП) на МС K1533IE7 с каскадным включением (по две МС); триггер импульса (ТгИ) на МС K1533TM2, на вход сброса которого подается низкий уровень с выхода заема СчД, а на вход усилители — низкий уровень с выхода заема СчП; усилитель мощности (УМ) на транзисторах КТ814Б и КТ815Б; пульт управления (ПУ) с кнопкой СБРОС, клавишей ПУСК, с семью клавишами ФУНКЦИЯ (для выбора функций $F1 \dots F7$ из ПЗУ) и с шестью клавишами ЦИКЛ (для выбора подпрограммы управления коэффициентами пересчета ПДЧ).

В начальном состоянии для выбора функции управления, например $F5$, нажатием клавиши № 5 ФУНКЦИЯ низкий уровень подается на вход $\overline{CS}$ МС K573РФ33; нажатием одной из клавиш ЦИКЛ, например № 3 (цикл 40 мкс), производится выбор циклов расширения ALE , $\overline{PSEN}$ и периода повторения ТИ. При этом низкий уровень подается на один из входов порта P1, который считывается командой **ORL P1, A** [6]. При нажатии кнопки СБРОС высоким уровнем сбрасываются узлы МК, а низким уровнем сбрасываются РгА, СчП, СчД и устанавливается ТгИ. Запуск программы осуществ-

ляется нажатием клавиши ПУСК, при этом низкий уровень подается на вход $\overline{INT}$ МК.

Подпрограмма цикла № 3 (40 мкс) вырабатывает 6-разрядные коды, которые с выхода порта P2 подаются на входы ПДЧ для установки соответствующего коэффициента деления — 8. Поскольку период повторения сигнала ALE с выхода МК составляет 5 мкс, с выхода ПДЧ сигналы ALE , $\overline{PSEN}$ и ТИ будут выдаваться с периодом повторения $5 \text{ мкс} \cdot 8 = 40 \text{ мкс}$.

После формирования первого адреса с порта P0 МК на информационные входы РгА подается 8-битовый код, который заносится сигналом стро-ба адреса ALE с выхода ПДЧ в РгА. Перепись адреса из РгА в ПЗУ осуществляется высоким уровнем сигнала $\overline{PSEN}$ с выхода ПДЧ, а чтение первого слова (из 256) дискретного значения функции $F5$ — низким уровнем.

Первые 8 бит (из 16) являются кодом длительности импульса и подаются с выхода ПЗУ на информационные входы СчД, вторые 8 бит являются кодом досчета до периода повторения и подаются на информационные входы СчП. Запись кодов длительности и досчета осуществляется сигналом ответа $\overline{RPLY}$ МС K573РФ33, подаваемым на вход разрешения записи $\overline{PE}$ СчД и СчП. После записи кодов в счетчики ТИ поступают на вход вычитания СчД.

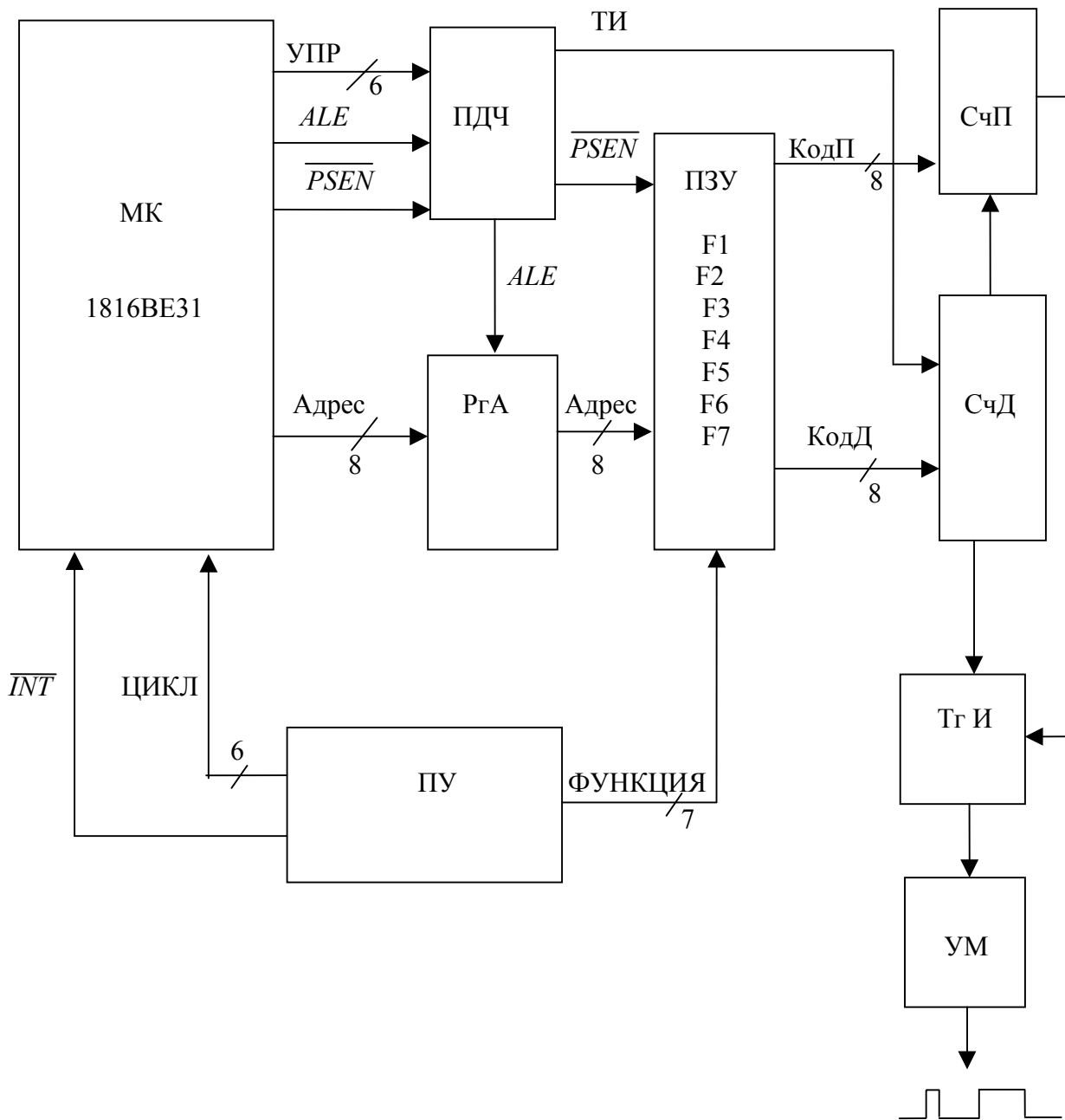


Рис. 1. Функциональная схема широтно-импульсного формирователя. МК — микроконтроллер К1816ВЕ31, ПДУ — программируемый делитель частоты, РгА — буферный регистр частоты, ПЗУ — постоянное запоминающее устройство на МС К573РФ33 с функциями $F1...F7$, ПУ — пульт управления, СчП — счетчик досчета до периода повторения импульсов, СчД — счетчик длительности импульсов, ТгИ — триггер импульса, УМ — усилитель мощности

После вычитания и обработки кода, соответствующего длительности импульса, с выхода заема СчД низкий уровень сбрасывает ТгИ и поступает на вход вычитания СчП.

На выходе ТгИ вырабатывается импульс, длительность которого эквивалентна величине дискретного значения функции $F5$. После вычитания

и обработки кода периода повторения, который равен сумме кодов длительности импульса и досчета, с выхода заема СчП низкий уровень устанавливает в единичное состояние ТгИ, подготавливая его к новому циклу формирования длительности импульса в соответствии со следующим значением функции $F5$. Поскольку РгА, СчД, СчП имеют

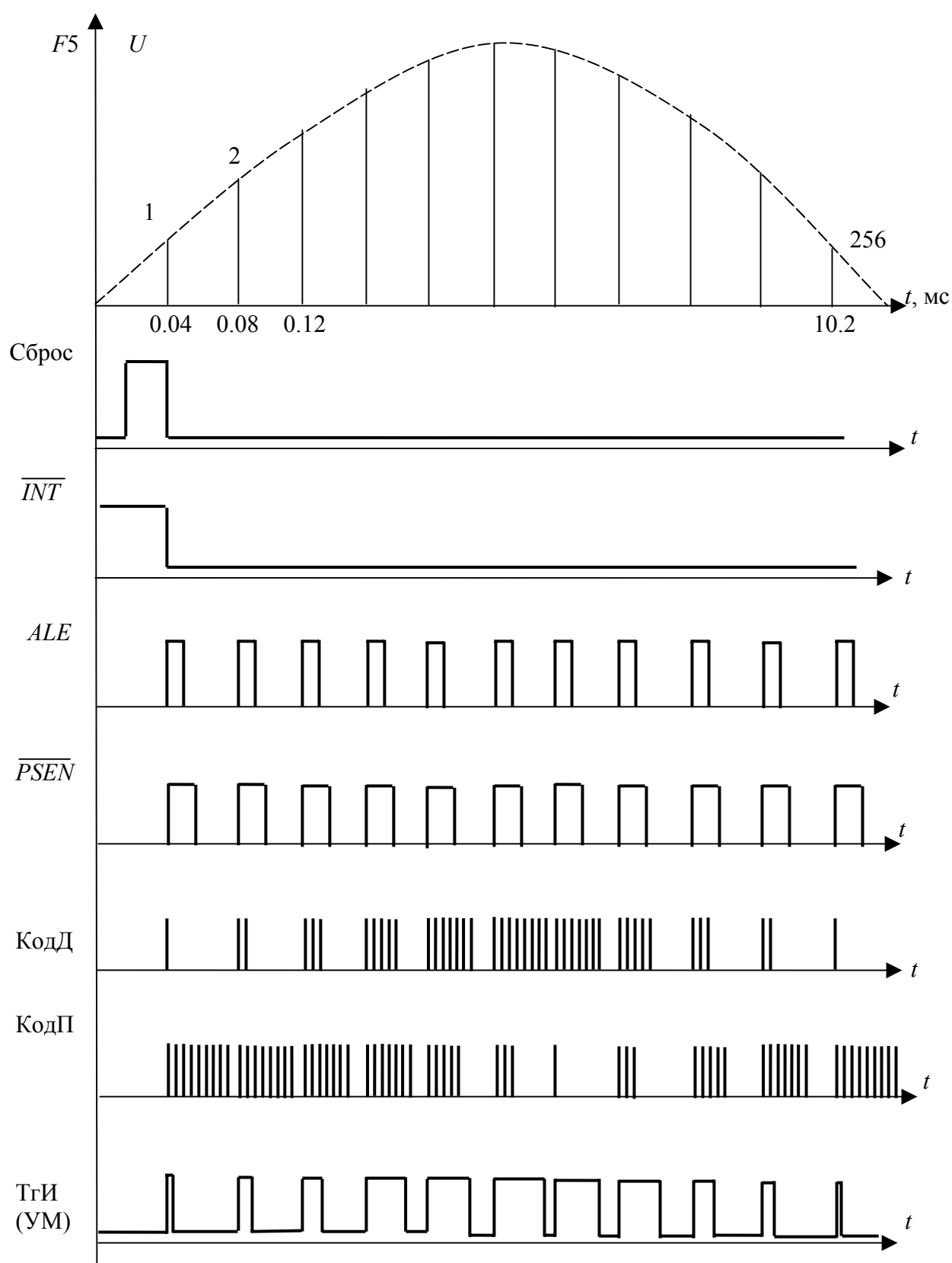


Рис. 2. Временные диаграммы широтно-импульсного формирователя при использовании экстремальной функции управления ($F5$)

разрядность 8 бит, максимальная длительность импульса, период повторения, время выборки 256 слов из ПЗУ и время реализации функции $F5$ в третьем цикле составляет $40 \text{ мкс} \cdot 2^8 = 10.2 \text{ мс}$. Для циклов 1, 2, 4, 5, 6 это время составляет соответственно 5, 10, 400 мкс, 4, 20 мс, умноженные на 2^8 , т.е. 1.28, 2.56, 102.4 мс и 1.02, 5.12 с.

После формирования второго и последующих адресов чтения кодов функции из ПЗУ описанные выше процессы формирования длительности импульсов повторяются до выборки 256 слов из ПЗУ и полной реализации функции $F5$ (рис. 2, эпюра $F5$).

После формирования 256-го адреса программой предусмотрено повторение реализации текущей функции многократно. Останов программы производится отжатием клавиши ПУСК и подачей высокого уровня на вход $\overline{INT}$ МК или нажатием кнопки СБРОС.

ВЫВОДЫ

Предлагаемый широтно-импульсный формирователь позволяет формировать по коду импульсные последовательности в диапазоне 5 мкс – 5.12 с с дискретностью 5, 10, 40, 400 мкс, 4 и 20 мс. Значения времени реализации функции или посылки

(для ШИМ) составляют 1.28, 2.56, 10.2, 102.4 мс и 1.02, 5.12 с.

Для повышения точности реализации функций $F1 \dots F7$ и диапазона длительности импульсов достаточно увеличить разрядность СчД и СчП, а также число слов в ПЗУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апорович А.Ф., Чердынцев В.А. Радиотехнические системы передачи информации. Минск: Вышш. шк., 1985. 314 с.
2. Кларк Дж. мл., Кейн Дж. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи (пер. с англ.). М.: Радио и связь, 1984. 392 с.
3. Наумов В.В. // ПТЭ. 2000. № 5. С. 156.
4. Наумов В.В., Пихун В.Н., Шелешкевич В.И. // ПТЭ. 1994. № 3. С. 209.
5. Наумов В.В., Пихун В.Н., Шелешкевич В.И. Формирователь импульсов. А.с. СССР № 1162025 (1984) // Б.И. 1985. № 22. С. 228.
6. Сташин В.В. и др. Проектирование цифровых устройств на однокристальных микроконтроллерах. М.: Энергоатомиздат, 1990. 224 с.

Институт электроники НАН Беларуси, Минск

Материал поступил в редакцию 8.08.2001.

MICROPROCESSOR-BASED PULSE-WIDTH SHAPER

V. V. Naumov, O.A.Grebenshchikov

The Institute of Electronics, National Academy of Science of Belarus. Minsk

The paper describes a pulse-width shaper based on the microprocessor K1816BE31 with programmed control of pulse sequence duration and repetition period for various functions: step, linear, parabolic, inverse, extremum (figure of merit function), sine and random ("shot effect" like). The shaper can be used in encoders, pulse-width modulators, thyristor regulators, synchronous and phase detectors. The range of formed pulse durations and recurrence periods is 5 μ s to 5 s in steps of 5, 10, 40, 400 μ s, 4 and 20 ms. The times of function realization (generation) are 1.28, 2.56, 10.2, 102.4 ms, 1.02 and 5.12 s.