

Г. Н. АБРАМОВ
(Тольятти)

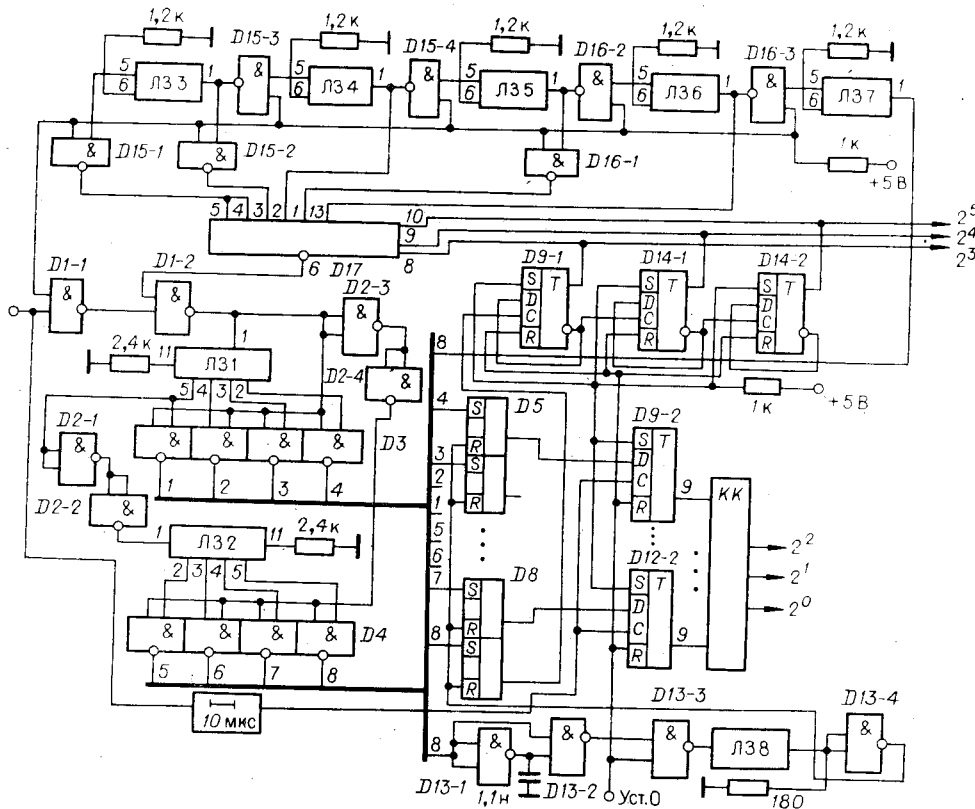
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ОДИНОЧНЫХ ИМПУЛЬСОВ РЕЦИРКУЛЯЦИОННОГО ТИПА

В настоящее время при преобразовании длительности одиночных импульсов в код широкое распространение находят преобразователи рециркуляционного типа [1, 2], обладающие простой аппаратной реализацией. Однако преобразователи, выполненные на основе указанного способа, имеют низкое быстродействие.

В [3] предложен преобразователь, в котором повышение быстродействия достигается за счет введения набора дополнительных элементов задержки. Время задержки этих элементов определяется как $\Delta t_n = n t_a$, где $n = 1, 2, 3, \dots$, η — порядковый номер и одновременно вес дополнительных элементов задержки; t_a — дискретность преобразования. При этом время задержки основного элемента $\Delta t_{n+1} = (\eta + 1) t_a$, а время преобразования $T = 2^{S_{CT}} t_{\text{ц}} + \Delta t_{n+1}$ (S_{CT} — число разрядов счетчика (CT); $t_{\text{ц}}$ — период циркуляции преобразуемого сигнала по контуру циркуляции).

В ходе макетирования и отладки преобразователя [3] автором был предложен способ дальнейшего повышения быстродействия. Этот способ заключается в том, что одновременно с уменьшением длительности преобразуемого импульса на образцовую величину в каждой из циркуляций происходит и уменьшение периода циркуляции на эту же образцовую величину.

На рисунке приведена принципиальная схема преобразователя длительности одиночных импульсов рециркуляционного типа, в котором реализован рассмотренный способ. Преобразователь содержит схемы совпадения (D2—D4); фиксирующие триггеры (D5—D8); регистр памяти (D9—2—D12—2); счетчик импульсов (D9—1—D14); кодирующий каскад (КК); устройство управления (D13—Л38); устройство задержки на 10 мкс; контур циркуляции (D1, D4—4, Л37—Л33, D15—D17). Основным элементом задержки и набор дополнительных элементов задержки выполнены на многоотводной линии задержки, представляющей собой последовательное соедине-



Преобразователь длительности одиночных импульсов рециркуляционного типа:
D1 — D8, D13 — D16 — 130 ЛАЗ; D7 — 155КП5; Л31, Л32 — ЛЭТ — 0,5 — 2400; Л33 — ЛЭТ — 0,5 — 1200; Л38 — ВЛМ — 2 — 180 — 85 — 20.

β	$\Delta t_{x\beta}$, мкс	$t_{ц\beta}$, мкс
1	2,06	2,64
2	1,52	2,2
3	1,08	1,76
4	0,64	1,32
5	0,2	0,88

ние Л31, Л32 и элементов D2—1—D2—2. При этом основной элемент задержки собран на Л31 и Л32, а набор дополнительных элементов задержки — на Л31 и трех отводах Л32.

Преобразователь работает следующим образом. Импульсный сигнал, длительность t_x которого подлежит преобразованию, поступает через элементы D1—1 и D1—2 в контур циркуляции. Одновременно с выхода элемента D1—2 импульс t_x подается на вход многоотводной линии задержки, с восьми отводов которой снимаются импульсы, задержанные относительно друг друга на время t_3 . На элементе D2 выполнен усилитель-формирователь импульсов с достаточно короткими фронтами. На выходах схем совпадают

ния D3—D4 выделяются импульсы длительностью соответственно $\Delta t_{3-1} = t_x - t_3$; $\Delta t_{3-2} = t_x - 2t_3$; ...; $\Delta t_{4-4} = \Delta t_{x1} = t_x - 8t_3$, которые фиксируются по задним фронтам фиксирующими триггерами D5—D8, выполненными на элементах Л30ЛАЗ. Вырабатываемый на выходе контура циркуляции импульс длительностью Δt_{x1} регистрируется в счетчике импульсов и одновременно подается на вход линии задержки Л37. Линии задержки Л37—Л33 и элементы D15, D16 образуют пятиотводный элемент задержки с шагом задержки, равным 0,44 мкс при полном времени задержки $t_0 = 2,2$ мкс. Счетчик импульсов управляет работой селектора-мультиплексора D17, который соединяет соответствующий отвод элемента задержки через элемент D1—2 с контуром циркуляции. Например, после первой циркуляции в счетчике импульсов зафиксировано число, равное единице, которое посредством селектора-мультиплексора соединяет пятый отвод элемента задержки (выход элемента D15—1) с контуром циркуляции. Поэтому импульс длительностью Δt_{x1} задерживается в контуре цирку-

ляции на время $t_{ц1} = 2,64$ мкс. После второй циркуляции импульс длительностью $\Delta t_{x2} = t_x - 16t_3$ задерживается в контуре циркуляции уже на время $t_{ц2} = 2,2$ мкс.

В общем случае длительность импульсов на выходе контура циркуляции описывается выражением $\Delta t_{x\beta} = t_x - (\eta + 1)\beta t_3$, где порядковый номер циркуляции $\beta = 1, 2, 3, \dots, m$. Одновременно период циркуляции имеет вид $t_{ц\beta} = t_{ц0} - (\eta + 1)\beta t_3$, где $t_{ц0} = t_0 + (\eta + 1)t_3$, t_0 — полное время задержки многоотводного элемента задержки, причем необходимо выполнение условия $t_0 > t_{x\max} - (\eta + 1)t_3$; $t_{x\max}$ — наибольшее значение длительности преобразуемого сигнала. В таблице для наглядности приводятся значения $\Delta t_{x\beta}$ и $t_{ц\beta}$ при $t_{x\max} = 2,5$ мкс и $t_{ц0} = 2,64$ мкс.

Устройство управления (D13, Л38) из заднего фронта импульсов $\Delta t_{x\beta}$ формирует импульс длительностью 0,1 мкс, задержанный на время 0,1 мкс. Этим импульсом фиксирующие триггеры D5—D8 устанавливаются в нуль.

При $\Delta t_{x\beta} < 8t_3$ процесс циркуляции прекращается. Устройство управления не вырабатывает сигнал для обнуления фиксирующих триггеров. В результате в них остается зафиксированным число $N_{ФТ}$, которое, будучи сложением с числом, зарегистрированным в счетчике импульсов, дает цифровой результат преобразования, т. е. $t_x = N_{ФТ} + N_{ст}$.

Регистр памяти D9—2—D12—2, выполненный на D-триггерах, осуществляет операцию хранения с защелкой [4]. Запись числа в регистр памяти происходит при поступлении импульса считывания на C-выходы триггеров D9—2—D12—2 от устройства задержки, осуществляющего формирование импульса длительностью 0,1 мкс и задержанного относительно переднего фронта импульса t_x на время 10 мкс. При этом время преобразования определяется как

$$T_{пр} = \Delta t_{n+1} + t_{ц1} + t_{ц2} + \dots + t_{цm} = (\eta + 1)t_3 + \sum_{\beta=1}^m t_{ц\beta}.$$

При произвольном числе циркуляций это выражение принимает вид

$$T_{проб} = (\eta + 1)t_3 + \sum_{\beta=1}^m t_{ц\beta} = (\eta + 1)t_3 + m \left[t_{ц0} - \frac{m-1}{2}(\eta + 1)t_3 \right]. \quad (1)$$

Кодированный каскад, выполненный на микросхемах серии 155, осуществляет операцию преобразования параллельного единичного кода на выходе регистра памяти в параллельный позиционный двоичный код. Сигнал «Установка 0» посредством обнуления счетчика импульсов и регистра памяти производит установку в нуль преобразователя перед началом преобразования. Цифровой результат преобразования снимается с выходов счетчика импульсов (старшие разряды) и с выходов кодирующего каскада (младшие разряды).

Изготовленный преобразователь имеет следующие характеристики: длительность преобразуемых сигналов (импульсов) $t_x = (0,08-2,5)$ мкс; число разрядов выходного кода 6; дискретность преобразования 55 нс; время преобразования 10 мкс; абсолютная погрешность $\leq 0,01 t_x$.

Систематическая погрешность, обусловленная наличием разрешающей способности используемых элементов D1, D3—D8, составляет 20 нс.

Преобразователь выполнен на трех платах печатного и объемного монтажа. На первой плате размером 70×100 мм² размещены линии задержки (ЛЗ1, ЛЗ2 и элемент D2); на второй плате размером 80×100 мм² — линии задержки ЛЗ3—ЛЗ7; на третьей плате размером 110×130 мм² — цифровая часть преобразователя.

При отключении выхода селектора-мультиплексора от входа контура циркуляции и подключения пятого отвода пятиотводного элемента задержки непосредственно на вход контура циркуляции время преобразования возрастает и описывается выражением

$$T = (\eta + 1) t_3 + m t_{ц_0}. \quad (2)$$

Из сравнения выражений (1) и (2) определяем выигрыш во времени преобразования предложенного способа:

$$k = \frac{T}{T_{проб}} = \frac{(\eta + 1) t_3 + m t_{ц_0}}{(\eta + 1) t_3 + m \left[t_{ц_0} - \frac{m-1}{2} (\eta + 1) t_3 \right]}.$$

Так как $m t_{ц_0} \gg (\eta + 1) t_3$ и $m \left[t_{ц_0} - \frac{m-1}{2} (\eta + 1) t_3 \right] \gg (\eta + 1) t_3$, то $k \approx t_{ц_0} / \left[t_{ц_0} - \frac{m-1}{2} (\eta + 1) t_3 \right]$.

В нашем случае $k \approx 1,5$, следовательно, время преобразования уменьшается в 1,5 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. 708293 (СССР). Измеритель длительности временных интервалов/Н. Р. Карпов и др.—ОИПОТЗ, 1980, № 1.
2. Карпов Н. Р. Рециркуляционный измерительный преобразователь коротких временных интервалов в код.—ПТЭ, 1980, № 2, с. 101.
3. А. с. 954918 (СССР). Измеритель длительности временных интервалов/Г. Н. Абрамов.—ОИПОТЗ, 1982, № 32.
4. Аналого-цифровые преобразователи/Под ред. Г. Ф. Бахтиярова.—М.: Сов. радио, 1980.

Поступило в редакцию 12 ноября 1984 г.

УДК 681.335

В. П. ДОРОШЕВ, В. Е. ЯМНЫЙ
(Минск)

ЧАСТОТНЫЙ ДИАПАЗОН ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Как известно [1, 2], для расширения динамического диапазона (ДД) входных сигналов аналого-цифровых преобразователей (АЦП) используется аналоговое компрессирование уровней измеряемых сигналов X до значений Y . Однако процесс компрессирования сопряжен, как правило, с увеличением полосы занимаемых сигналом частот, что приводит к появлению динамической погрешности за счет ограничения спектра узлами преобразователя, следующими за компрессором и, прежде всего, дискретизатором. Это обстоятельство в конечном итоге приводит к сужению частотного диапазона (ЧД) входных сигналов широкодиапазонных функциональных АЦП. До настоящего времени отсутствует анализ ЧД и величины допустимых динамических искажений этого вида для различных функций компрессирования, которые, как известно, полностью определяют закон изменения уровней квантования (шкалу) АЦП.

Цель работы — получение связи достижимого ЧД с заданной динамической погрешностью преобразования гармонического сигнала K_d для наиболее распространенных на практике компрессоров функциональных АЦП: линейно-логарифмического, смещенно-логарифмического, дробно-степенного (рис. 1, а, кривые 1—3 соответственно), квазилогарифмического (рис. 1, б, кривая 4), а также сверточных: первого порядка — выпрямительного (рис. 1, а, кривая 5) и третьего порядка (рис. 1, б, кривая 6).