БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ГЕНЕРАТОР ФУНКЦИЙ УОЛША

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Будько А.А., Андрюк К.Д.

Будько А.А. – к.т.н.,доцент

В работе описывается способ генерирования функций, основанный на связи одномерных и многомерных функций Уолша. С задачей генерирования многомерной функции можно легко справиться и без использования каких-то дополнительных методов. Однако узуальное генерирование многомерных функций не является максимально рациональным с точки зрения экономии элементов. Метод, предложенный в статье, позволяет использовать значительно меньшее количество регистров, за счёт последовательного разложения многомерной функции на одномерные, и генерирования и последующего сложения уже функций с меньшим интервалом определения.

Если значения двумерной функции Уолша записать последовательно, получится одномерная функция $W(k,x)$ с тем же интервалом изменения аргумента и интервалом определения функции, равным произведению интервалов определения функций $W(k_1, x_1)$ и $W(k_2, x_2)$. При этом, если последовательная запись проходила по координате x_1, то полученная одномерная функция будет состоять из 2^{P_2} функций $W(k_1, x_1)$, взятых со знаками, определяемыми функцией $W(k_2, x_2)$ и, если последовательная запись проходила по координате x_2, то полученная функция будет состоять из 2^{P_1} функций $W(k_2, x_2)$, взятых со знаками, определяемыми функцией $W(k_1, x_1)$, т.е. получаем:

$W\left(k^{/},x\right) = W(2^{P_1}\cdot k_2 + k_1, x_1x_2)$ и $W\left(k^{//},x\right) = W(2^{P_2}\cdot k_1 + k_2, x_2x_1)$.

При последовательной записи трёхмерной функции получится одномерная функция, которая будет состоять из 2^{P_3} одномерных функций, соответствующих двумерной функции в плоскости x_1x_2, взятых со знаками, определяемыми функцией $W(k_3, x_3)$ или из $2^{P_1P_2}$ функций $W(k_3, x_3)$, взятых со знаками, определяемыми одномерной функцией, полученной из двумерной в плоскости x_1x_2, т.е. $W(k,x)$ получается по аналогичным формулам.

В общем случае в результате последовательной записи значений многомерной функции Уолша получается одномерная функция.

Из этой связи между многомерными и одномерными функциями видно, что функции Уолша с большим интервалом определения могут быть получены из функций с меньшими интервалами определений. Генераторы функций Уолша, использующие эту связь, легко моделируются и аппаратурно реализуются.

На рис. 1 показана схема программированного генератора Функций Уолша, использующего связь между двумерными и одномерными функциями. Генератор содержит входной регистр *i*, два сдвигающих регистра R_1 и R_2 , два *j-k* триггера T_1 и T_2 и сумматор по модулю 2. Выходы разрядов входного регистра соединены с установочными входами разрядов сдвигающих регистров, за исключением последних разрядов, которые соединены по установочным входам с начальной установкой в них нулевого состояния. Выходы сдвигающих регистров соединяются с *j-k* входами триггеров. По установочным входам триггеры T_1 и T_2 перед началом генерирования устанавливаются в единичное и нулевое состояния соответственно. Номер генерируемой функции в двоичном виде записывается во входной регистр так, что старшие разряды располагаются в первых ячейках регистра, а младшие в последних.

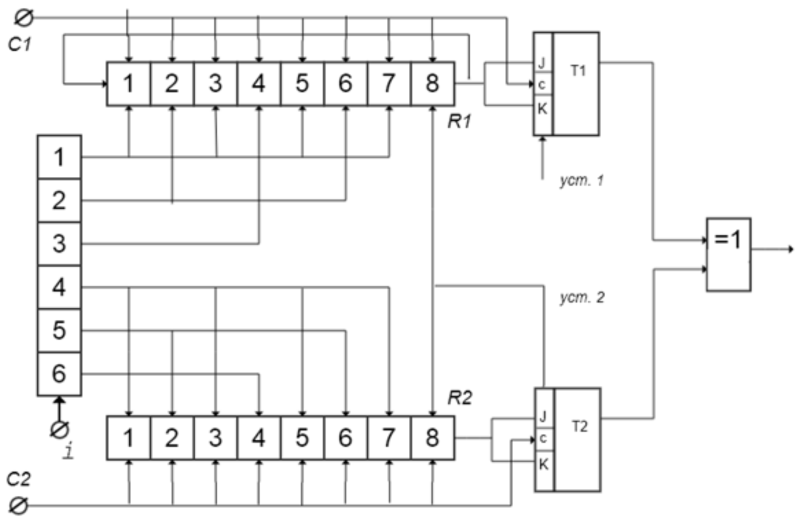

Рис. 1. Программированный генератор функций Уолша (*i*—входной регистр, R_1 и R_2 –сдвигающие регистры, T_1 и T_2 –*j-k* триггеры, =1 –сумматор по модулю 2)

При построении программированных генераторов функций Уолша можно использовать связь одномерных и не только двумерных функций Уолша. На рис. 2 показан пример генератора, использующего взаимосвязь одномерных и трехмерных функций Уолша для генерирования функций порядка 64.

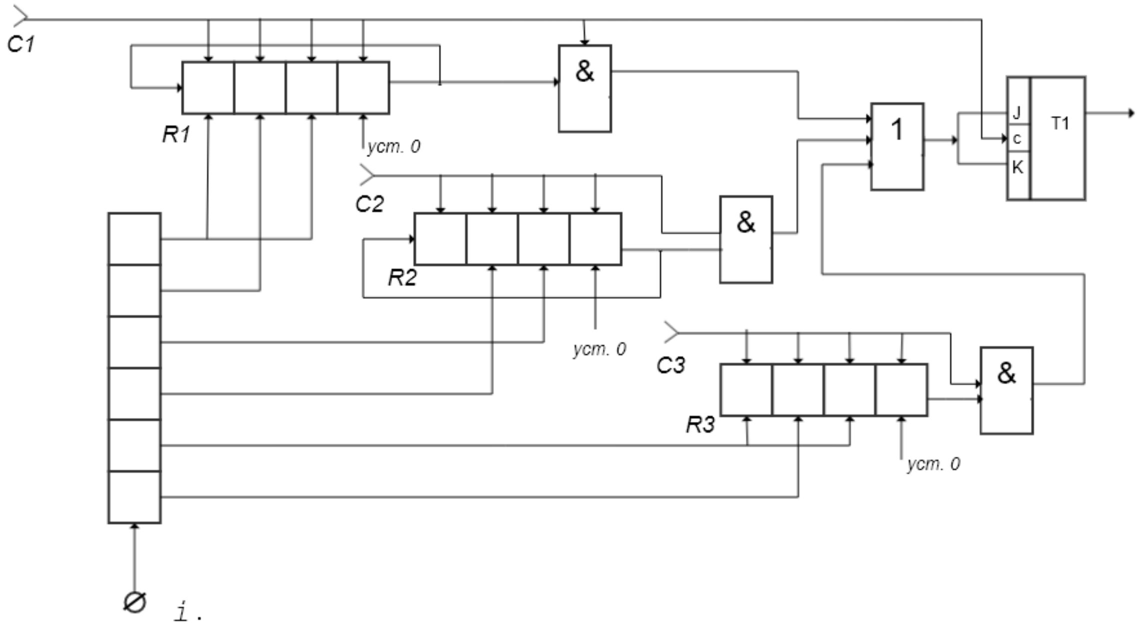

Рис. 2. Программированный генератор функций Уолша с использованием взаимосвязи одномерных и трёхмерных функций.

Сравним описанные программированные генераторы с известными при использовании связи одномерных функций с двумерными, трёхмерными и четырёхмерными. В таблице 1 показано во сколько раз количество затрачиваемого оборудования для построения рассмотренных генераторов меньше по сравнению с лучшим из известных быстродействующих программированных генераторов. Из таблицы 1 видно, что использование связи одномерных функций Уолша с многомерными открывает новые возможности для построения быстродействующих программируемых генераторов.

Таблица 1. Выигрыш по оборудованию при использовании связи одномерных и многомерных функций

Длина генерируемой функции Уолша	Выигрыш по оборудованию при построении программированных быстродействующих генераторов с использованием связи функций одномерных и:		
	двумерных	трёхмерных	четырёхмерных
$2^8 = 256$	6	8	9
$2^9 = 512$	8	14	15
$2^{10} = 1024$	13	23	26
$2^{11} = 2048$	18	37	47
$2^{12} = 4096$	28	64	83
$2^{13} = 8192$	40	100	143
$2^{14} = 16384$	60	160	240
$2^{15} = 32768$	80	270	430
$2^{16} = 65536$	120	450	780

Список использованных источников:

1. Хармут Х. Передача информации ортогональными функциями. М., «Связь», 1975.
2. Хармут Х, Эндрюс Дж., Сибага С. Двумерные фильтры последовательностей. «Зарубежная радиоэлектроника», №3, 1973.
3. Ен В. Функция Уолша и код Грея. «Зарубежная радиоэлектроника», №7, 1972.
4. Бессвеггер Х. Генерирование функций Уолша. «Зарубежная радиоэлектроника», №11, 1972