

## Формирователь одиночных импульсов с перестраиваемой длительностью в заданном временном интервале

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

**Постановка проблемы.** В известных формирователях одиночных импульсов (таймерах) длительность выходного импульса и временной интервал, в котором он формируется, совпадают. При перестройке формирователя на другую длительность одиночного импульса соответственно меняется и длительность временного интервала.

Если за исходное выбрать некоторое состояние  $A$ , то автомат находится в этом состоянии, пока не поступит стартовой импульс  $ST$ , который обеспечит переход автомата в состояние начала формирования выходного импульса. По окончании формирования автомат переходит в исходное состояние. С приходом следующего стартового импульса все процессы повторяются.

При построении устройств управления часто возникает необходимость формирования одиночных импульсов с перестраиваемой длительностью в заданном фиксированном интервале времени, длительность которого может быть равна или больше максимальной длительности формируемого одиночного импульса.

При этом, основной проблемой является не собственно синтез формирователя как такового, а нахождение оптимального по сложности представления функций выхода автомата.

**Анализ исследований и публикаций.** Анализ исследований и публикаций показал, что при проектировании формирователей одиночных импульсов с перестраиваемой длительностью, формирователей одиночных пачек и последовательности пачек импульсов с перестраиваемым числом пачек и числом импульсов в пачке собственно схема формирователя как такового может быть выполнена на двоичных или двоично-десятичных счётчиках, а также на сдвигающих регистрах с кольцевой обратной связью [1].

Суть разрешения проблемы состоит в получении минимально возможного представления функции выхода, которая зависит как от сигналов, определяющих настройку автомата на выбранный режим  $(a_{i-1}, a_{i-2}, \dots, a_0)$ , так и от выбора состояний автомата, определяющих единичные значения функции выхода. В первую очередь, сложность представления функции выхода зависит от размещения вариантов настройки на оси автоматного времени или, другими словами, от привязки начала формирования выходного импульса для каждого варианта настройки к состояниям счётчика.

Существующие методы основаны на переборе и анализе возможных вариантов, различающихся привязкой режимов настройки к состояниям автомата во всех их сочетаниях. Число вариантов, зависящее от числа состояний автомата  $k$ , числа режимов настройки  $R$ , определяемого настроечными переменными  $a_{r-1}, \dots, a_0$ , довольно велико даже при относительно небольших значениях  $k$  и  $R$ . В частности, для циклических формирователей временных интервалов с перестраиваемой длительностью в диапазоне от  $T$  до  $R \cdot T$  это число равно  $k^R$ , для формирователей одиночных импульсов с тем же самым диапазоном перестройки

это число равно  $k!/(k - R)!$ . Представление функции выхода в форме обобщённой логической функции позволяет обеспечить выбор оптимального по сложности варианта схемной реализации функции выхода из значительно меньшего их числа.

**Суть предлагаемого метода.** Точки области определения функции выхода автомата отождествляются с его состояниями, а значение функции в каждой точке отмечается минтермом, образуемым литералами настроечных переменных ( $m_i = \tilde{a}_{r-1}, \dots, \tilde{a}_0$ ), если эта точка входит во множество состояний автомата, определяющих единичные значения функции выхода для варианта настройки, определяемого этим минтермом.

Такой подход позволяет режимы настройки, исходно заданные в виде формируемых временных интервалов, оптимальным образом разместить в точках области определения функции выхода (привязать к состояниям автомата).

На первом этапе размещение минтермов, определяющих режимы настройки, в точках области определения функции выхода выполняется без их конкретизации, а только лишь исходя из условия образования групп смежных минтермов с максимально возможным их числом в каждой группе, кратным степени двойки, покрываемых минимально возможным числом простых импликант, которые образуются переменными  $Q_{n-1} \dots Q_0$ , определяющими состояния автомата, с представлением минимальной ДНФ функции выхода в символьной форме для каждого варианта привязки. Затем анализируют полученные варианты размещения и выбирают из них оптимальный по сложности вариант с последующей конкретизацией (кодированием) минтермов.

**Цель статьи.** Цель статьи состоит в разработке и оптимизации схемы, отличительной особенностью которой является то, что в заданном временном интервале, равном  $kT$  ( $k$  – целое,  $T$  – период тактирующих импульсов), возможно формирование одиночных импульсов с перестраиваемой длительностью в диапазоне от  $T$  до  $kT$ . Схема довольно просто может быть построена на основании суммирующего или вычитающего счётчика, находящегося в “заторможенном” состоянии, пока внешний стартовый импульс не обеспечит возможность перехода её в состояние формирования заданного временного интервала длительностью, равной или большей максимальной длительности формируемого выходного импульса с перестраиваемой длительностью в заданном диапазоне перестройки. Если остановиться на варианте схемы, когда длительность фиксированного интервала времени, в котором формируются выходные импульсы, равна  $kT$ , а максимальная длительность формируемого импульса совпадает с длительностью интервала (т.е. число режимов настройки равно  $k$ ), то общее число возможных вариантов привязки начала формирования выходного импульса (число возможных вариантов схемной реализации функции выхода) равно  $k!$ . Даже при небольшом диапазоне перестройки число вариантов довольно велико (например, при  $k=8$  это число равно  $8! = 40320$ ), и выбор оптимального варианта реализации функции выхода из полного их числа представляет собой довольно сложную задачу.

**Решение задачи.** Алгоритм оптимизации функции выхода рассмотрим на примере автомата с перестраиваемой длительностью выходного одиночного импульса в диапазоне перестройки от  $T$  до  $8T$ .

Схема формирователя показана на рис. 1. Схема содержит: четырёхрядный вычитающий счётчик с синхронной установкой в нулевое состояние и синхронной установкой в состояние, определяемое значением четырёхрядного двоичного слова  $D = D_3 D_2 D_1 D_0$ ; схему формирования сигнала ( $\bar{Q} = \bar{L}$ ), обеспечи-



дит в единичное состояние ( $\bar{Q} = 0$ ), обеспечивая разрешение режима параллельной записи. Поскольку стартовый импульс в общем случае асинхронен по отношению к тактирующим импульсам, то стартовый импульс только подготовит схему счётчика к переходу в состояние  $D = D_3 D_2 D_1 D_0$ , а собственно переход произойдёт только лишь по фронту первого (после начала стартового) тактирующего импульса, поступившего на синхровход счётчика.

При переходе счётчика в отличное от нуля состояние  $D_3 D_2 D_1 D_0$  сигнал на его выходе переноса становится неактивным ( $P_4 = 0$ ), что вызывает переход D-триггера в исходное нулевое состояние, запрет режима параллельной записи ( $\bar{Q} = \bar{L} = 1$ ) и разрешение режима счёта ( $P_0 = \bar{P}_4 = 1$ ).

Если значения  $D_3 D_2 D_1 D_0$  трактовать как первое рабочее состояние счётчика  $i$ , то с приходом следующего импульса счётчик переходит в состояние  $i - 1$ , затем в состояние  $i - 2$  и т.д. вплоть до состояния  $i - (k - 1)$ ; в нашем примере – до состояния  $i - 7$ . Состояние  $i - 7$  – это последнее состояние формирования временного интервала. С приходом следующего синхроимпульса счётчик должен перейти в исходное (в нашем случае нулевое) состояние. Следовательно, ( $i - 7$ )-е состояние счётчика должно обеспечить на выходе схемы формирования сигнала перевода счётчика в нулевое состояние активный сигнал. Поскольку режим перевода счётчика в нулевое состояние синхронный, то сигнал разрешения перевода ( $\bar{R} = 0$ ) только подготовит схему к переходу в нулевое состояние, а сам переход произойдёт по фронту очередного синхроимпульса.

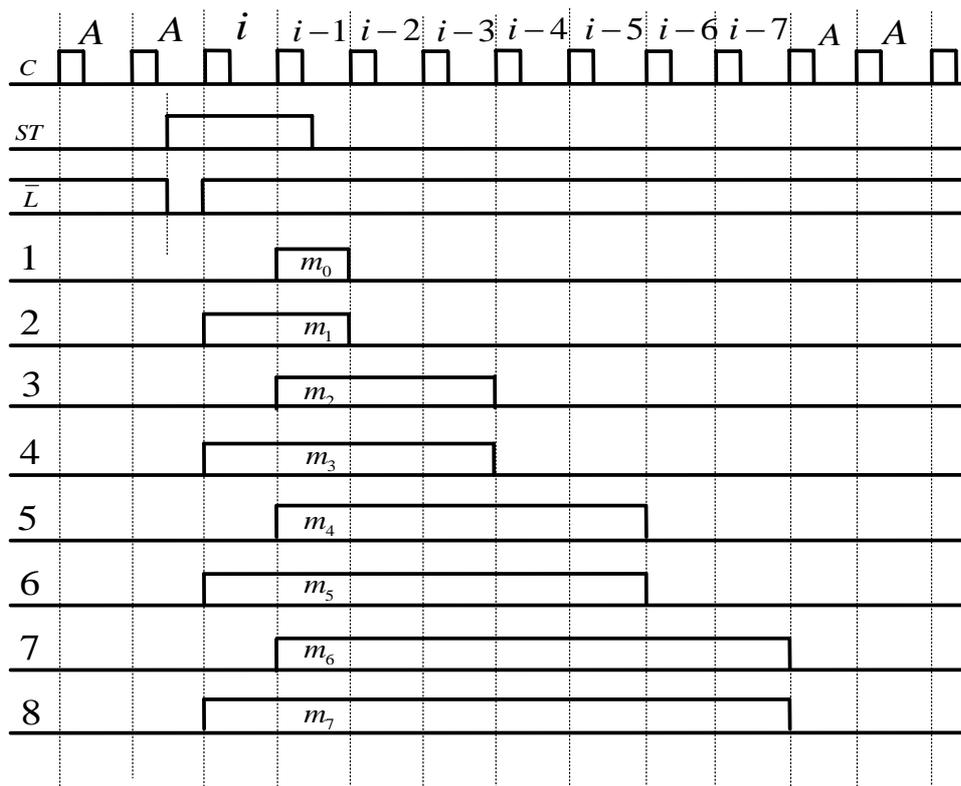
Исходя из принципа соседства минтермов, определяющих режимы настройки формирователя, начало импульсов чётной кратности привязывается к нечётному состоянию счётчика, импульсы нечётной кратности – к чётному состоянию счётчика. В нашем примере число вариантов привязки будет равно четырём, начиная с  $i = 15$  и заканчивая  $i = 9$ .

На рис. 2 показаны эпюры выходных импульсов для всех вариантов настройки, (от длительности импульса, равной периоду тактирующих импульсов  $T$  до  $8T$ ).

Для большей наглядности в нижней части рисунка приведена таблица состояний счётчика, определяющих единичные значения функции выхода, при всех возможных вариантах привязки начала формируемых импульсов к конкретным состояниям счётчика ( $i = 15, 13, 11, 9$ ).

Настройка на тот или другой режим (на ту или другую длительность выходного импульса) определяется минтермом, образуемым литералами настроечных переменных ( $m_i = \tilde{a}_2 \tilde{a}_1 \tilde{a}_0$ ).

От характера кодирования минтермов (соответствия каждого из них определённой режиму настройки) зависит только лишь число инверторов, определяющих литералы настроечных переменных. Поэтому при определении сложности вариантов схемной реализации функции выхода этим различием можно пренебречь, определив соответствие минтермов каждому из режимов настройки в порядке возрастания их номеров, а именно: минтерм  $m_0 = \bar{a}_2 \bar{a}_1 \bar{a}_0$  настраивает схему на формирование импульса длительностью  $T$ , минтерм  $m_1 = \bar{a}_2 \bar{a}_1 a_0 - 2T$ , ...,  $m_7 = a_2 a_1 a_0 - 8T$ .



	A	<i>i</i>	<i>i</i> -1	<i>i</i> -2	<i>i</i> -3	<i>i</i> -4	<i>i</i> -5	<i>i</i> -6	<i>i</i> -7	A
1	0	15	14	13	12	11	10	9	8	0
2	0	13	12	11	10	9	8	7	6	0
3	0	11	10	9	8	7	6	5	4	0
4	0	9	8	7	6	5	4	3	2	0

Рис. 2. Эпюры выходных импульсов для всех вариантов настройки

Анализ вариантов привязки и размещения проведём в соответствии с методом, предложенным в [2,3], представляя каждый из них в шестнадцатиэлементной карте Карно. При представлении функции выхода в картах следует иметь в виду, что рабочими состояниями являются исходное (нулевое), в котором функция равна нулю для всех вариантов привязки, и восемь рабочих, начиная от  $i$ -го состояния и заканчивая  $(i - 7)$ -м, значения в которых определяются логической суммой соответствующих минтермов. Поскольку остальные состояния в схеме не имеют места, то значения функции в этих точках трактуем как недоопределённые, обозначая их «звёздочкой» с последующим их доопределением 0 или 1, исходя из условия получения минимально возможного представления функции выхода .

Первый вариант привязки начала формирования и размещения минтермов, определяющих режимы настройки, показан на рис. 3.

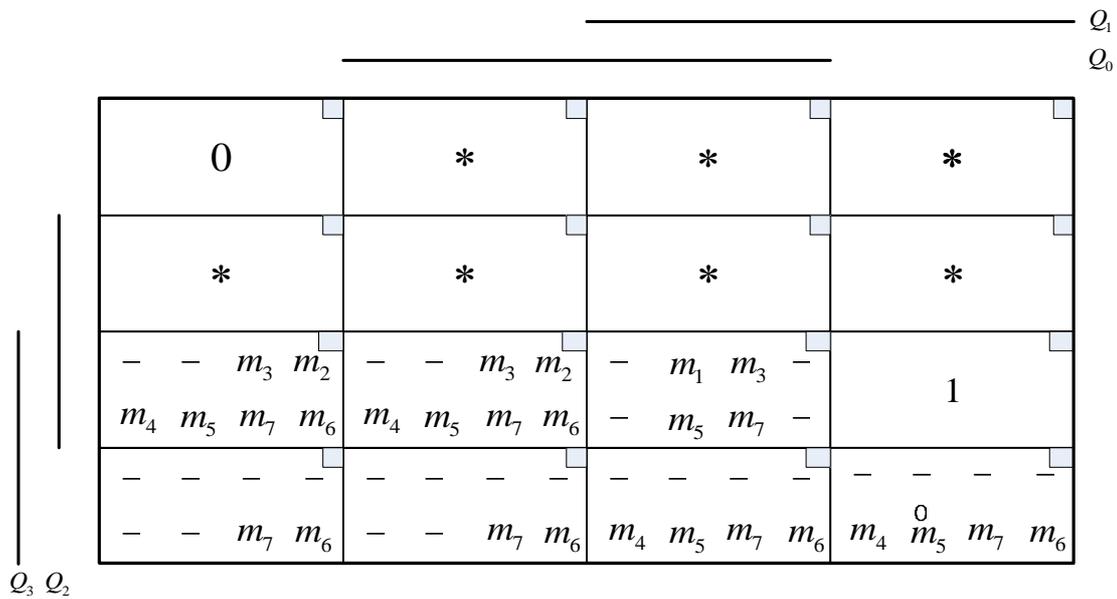


Рис. 3. Карта первого варианта привязки начала формирования импульсов

В целях упрощения процедуры выделения правильных конфигураций выполним преобразование карты, изображённой на рис.3: заменяем логические суммы смежных групп минтермов литералами соответствующих переменных и их произведениями, представляя в картах соответственно прямое  $F$  и инверсное  $\bar{F}$  значения функции выхода, как показано на рис. 4.

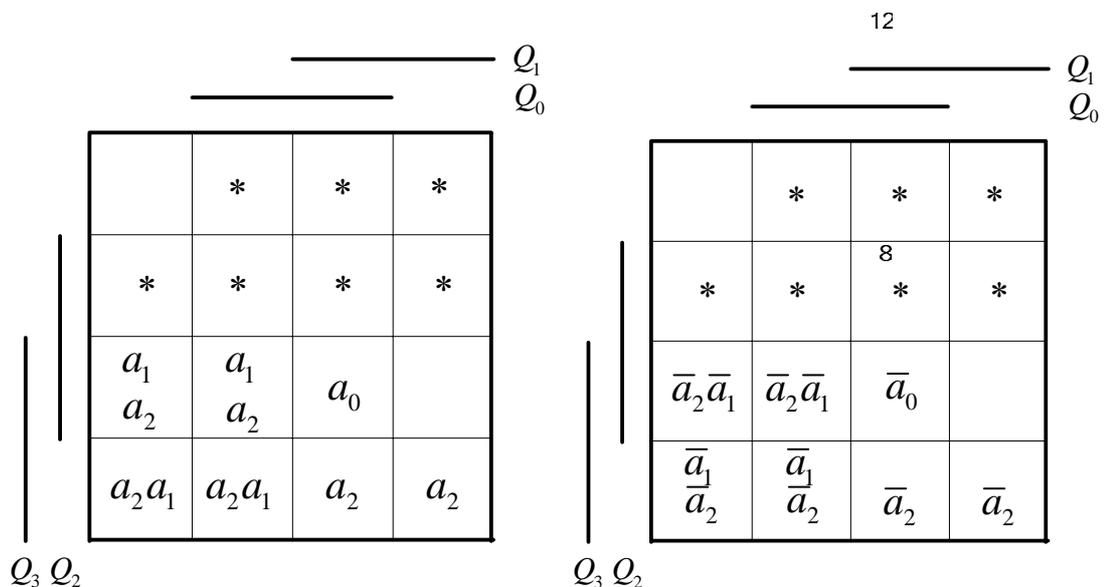


Рис. 4. Преобразованные карты первого варианта привязки

Выделяя правильные конфигурации с учётом доопределения их до максимально возможной площади клетками, соответствующими недоопределённым на-

борам, записываем номера клеток, образующих эти конфигурации, и соответствующие им простые импликанты.

Для прямого значения функции

$$\langle 15,14,6,7 \rangle - I_0 = a_0 Q_2 Q_1; \quad \langle 12,13,4,5 \rangle - I_1 = a_1 Q_2 \bar{Q}_1; \quad \langle 10,11,2,3 \rangle - I_2' = a_2 \bar{Q}_2 Q_1;$$

$$\langle 12,13,4,5 \rangle - I_2'' = a_2 Q_2 \bar{Q}_1; \quad \langle 14,6 \rangle - I_3 = Q_2 Q_1 \bar{Q}_0.$$

Произведение переменных  $a_2 a_1$ , представленных в клетках  $\langle 8,9 \rangle$ , можно покрыть двумя равноценными способами, включая их в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 8,9,10,11 \rangle$ , которым соответствует импликанта  $I_4^1 = a_2 a_1 Q_3 \bar{Q}_2$ , или в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 8,9,12,13 \rangle$ , которым соответствует простая импликанта  $I_4^2 = a_2 a_1 Q_3 \bar{Q}_1$ . Следовательно, функция выхода, соответствующая первому варианту привязки, имеет две минимальные ДНФ:

$$F_1 = I_0 \vee I_1 \vee I_2' \vee I_2'' \vee I_3 \vee I_4^1; \quad F_2 = I_0 \vee I_1 \vee I_2' \vee I_2'' \vee I_3 \vee I_4^2,$$

каждая из которых образована шестью импликантами с общим числом букв, равным 16.

Для инверсного значения функции

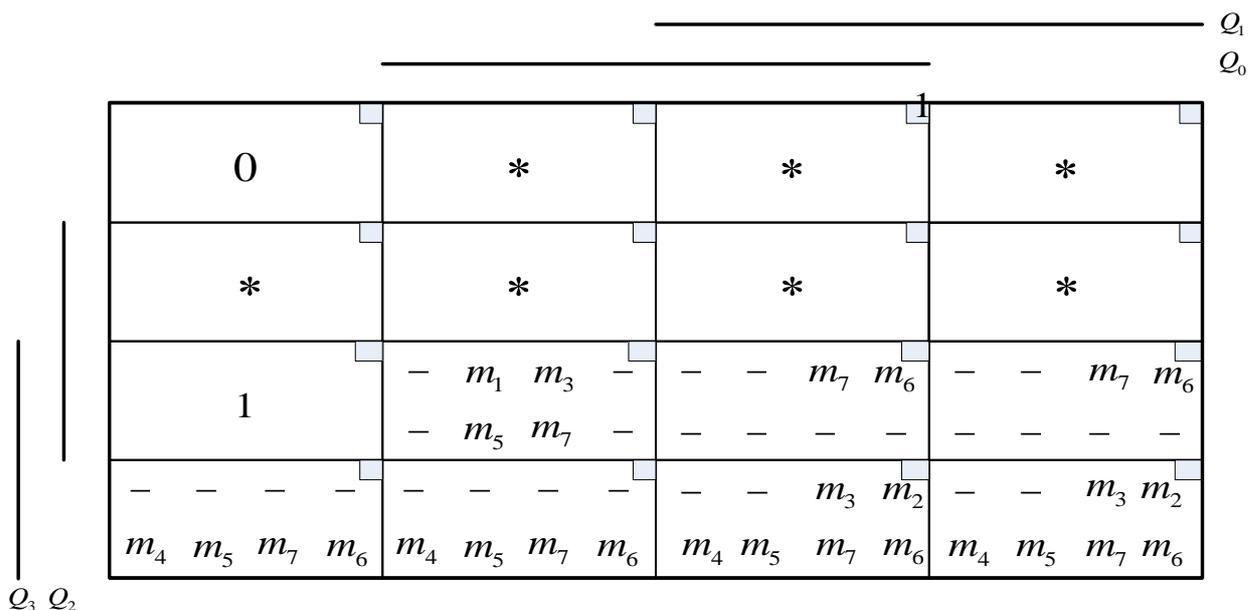
$$\langle 15, 7 \rangle - I_0 = \bar{a}_0 Q_2 Q_1 Q_0; \quad \langle 8,9,0,1 \rangle - I_1 = \bar{a}_1 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1; \quad \langle 8,9,10,11,0,1,2,3 \rangle - I_2 = \bar{a}_2 \bar{Q}_2;$$

$$\langle 0,1,2,3,4,5,6,7 \rangle - I_3 = \bar{Q}_3; \quad \langle 12,13,4,5 \rangle - I_4 = \bar{a}_2 \bar{a}_1 Q_2 \bar{Q}_1.$$

Минимальная ДНФ инверсного значения функции, соответствующая первому варианту привязки, образована пятью импликантами (одна из которых однобуквенная) с общим числом букв, равным 13:

$$F_1 = I_0 \vee I_1 \vee I_2 \vee I_3 \vee I_4.$$

Второй вариант привязки с размещением минтермов в клетках карты показан на рис. 5, преобразованные карты прямого значения функции и инверсного значения функции – на рис. 6.



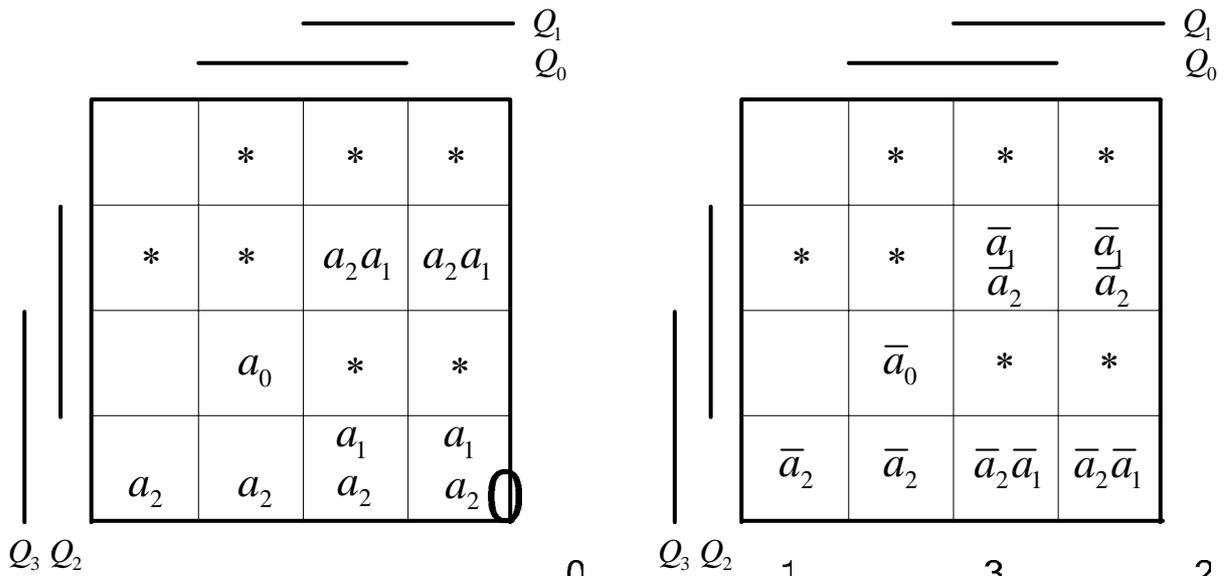


Рис. 6. Преобразованные карты второго варианта привязки

Аналогично, как и в первом варианте, выделяем правильные конфигурации максимально возможной площади, записывая номера клеток, образующих эти конфигурации, и соответствующие им простые импликанты.

Для прямого значения функции 4 5 7 6  
 $\langle 13,12,14,15 \rangle - I_0 = a_0 Q_3 Q_2$ ;  $\langle 8,9,10,11 \rangle - I_2 = a_2 Q_3 \bar{Q}_2$ ;  
 $\langle 6,7,2,3,10,11,14,15 \rangle - I_4 = a_2 a_1 Q_1$ .

Переменную  $a_1$ , представленную в клетках  $\langle 10,11 \rangle$ , можно покрыть двумя равноценными способами, включая её в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 10,11,14,15 \rangle$ , которой соответствует простая импликанта  $I_1^1 = a_1 Q_3 Q_1$ , или в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 10,11,2,3 \rangle$ , которой соответствует простая импликанта  $I_1^2 = a_1 \bar{Q}_2 Q_1$ . Единицу, представленную в клетке  $\langle 12 \rangle$ , можно покрыть двумя равноценными способами, включая её в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 12,14 \rangle$ , которой соответствует простая импликанта  $I_3^1 = Q_3 Q_2 \bar{Q}_0$ , или в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 12,4 \rangle$ , которой соответствует простая импликанта  $I_3^2 = Q_2 \bar{Q}_1 Q_0$ . Следовательно, функция выхода, соответствующая второму варианту привязки, имеет четыре минимальные ДНФ, каждая из которых образована пятью импликантами, содержащими по 15 букв.

Для инверсного значения функции  
 $\langle 6,7,4,5,0,1,2,3 \rangle - I_1 = \bar{a}_1 \bar{Q}_3$ ;  $\langle 6,7,4,5,0,1,2,3 \rangle - I_2' = \bar{a}_2 \bar{Q}_3$ ;  $\langle 8,9,0,1 \rangle - I_2'' = \bar{a}_2 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1$ .  
Переменную  $\bar{a}_0$ , представленную в клетке  $\langle 13 \rangle$ , можно покрыть двумя равноценными способами, включая её в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 13,5 \rangle$ , которой соответствует импликанта  $I_0^1 = \bar{a}_0 Q_2 \bar{Q}_1 Q_0$ , или в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 13,15 \rangle$ , которой соответствует импликанта  $I_0^2 = \bar{a}_0 Q_3 Q_2 Q_0$ . Единицу, представленную в клетке  $\langle 0 \rangle$ , можно покрыть двумя равноценными способами, включая её в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 0,1,2,3 \rangle$ , которой со-



Выделяем правильные конфигурации максимально возможной площади, записывая номера клеток, образующих эти конфигурации, и соответствующие им простые импликанты.

Для прямого значения функции

$$\langle 8,9,12,13 \rangle - I_1 = a_1 Q_3 \bar{Q}_1; \quad \langle 8,9,12,13 \rangle - I_2 = a_2 Q_3 \bar{Q}_1;$$

$$\langle 4,5,6,7,12,13,14,15 \rangle - I_4 = a_2 a_1 Q_3.$$

Переменную  $a_0$ , представленную в клетке  $\langle 11 \rangle$ , можно покрыть двумя равноценными способами, включая её в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 10,11,2,3 \rangle$ , которой соответствует простая импликанта  $I_0^1 = a_0 \bar{Q}_2 Q_1$ , или в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 10,11,14,15 \rangle$ , которой соответствует простая импликанта  $I_0^2 = a_0 Q_3 Q_1$ . Переменную  $a_2$ , представленную в клетках  $\langle 6,7 \rangle$ , можно покрыть двумя равноценными способами, включая её в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 6,7,2,3 \rangle$ , которой соответствует простая импликанта  $I_2^1 = a_2 \bar{Q}_3 Q_1$ , или в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 6,7,14,15 \rangle$ , которой соответствует простая импликанта  $I_2^2 = a_2 Q_2 Q_1$ . Единицу, представленную в клетке  $\langle 10 \rangle$ , также можно покрыть двумя равноценными способами, включая её в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 10,2 \rangle$ , которой соответствует импликанта  $I_3^1 = \bar{Q}_2 Q_1 \bar{Q}_0$ , или в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 10,14 \rangle$ , которой соответствует импликанта  $I_3^2 = Q_3 Q_1 \bar{Q}_0$ . Функция выхода, соответствующая третьему варианту привязки, имеет восемь минимальных ДНФ, каждая из которых образована шестью импликантами, с суммарным числом букв, равным 18.

Для инверсного значения функции

$$\langle 4,5,6,7,12,13,14,15 \rangle - I_2 = \bar{a}_2 Q_2; \quad \langle 0,1,2,3 \rangle - I_3 = \bar{Q}_3 \bar{Q}_2;$$

$$\langle 8,9,0,1,4,5,12,13 \rangle - I_4 = \bar{a}_2 \bar{a}_1 \bar{Q}_1.$$

Переменную  $\bar{a}_0$ , представленную в клетке  $\langle 11 \rangle$ , можно покрыть двумя равноценными способами, включая её в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 11,3 \rangle$ , которой соответствует простая импликанта  $I_0^1 = \bar{a}_0 \bar{Q}_2 \underline{Q}_1 \underline{Q}_0$ , или в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 11,15 \rangle$ , которой соответствует простая импликанта  $I_0^2 = \bar{a}_0 Q_3 \underline{Q}_2 \underline{Q}_1$ . Переменную  $\bar{a}_1$ , представленную в клетках  $\langle 4,5 \rangle$ , можно покрыть двумя равноценными способами, включая её в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 4,5,0,1 \rangle$ , которой соответствует простая импликанта  $I_1^1 = \bar{a}_1 \bar{Q}_3 \bar{Q}_1$ , или в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 4,5,12,13 \rangle$ , которой соответствует простая импликанта  $I_1^2 = \bar{a}_1 Q_2 \bar{Q}_1$ .

Функция  $\bar{F}$ , соответствующая третьему варианту привязки, имеет четыре минимальные ДНФ, каждая из которых образована пятью импликантами с общим числом букв, равным 14.

Четвёртый вариант привязки с размещением минтермов в клетках карты показан на рис. 9, преобразованные карты прямого значения функции и инверсного значения функции – на рис. 10.

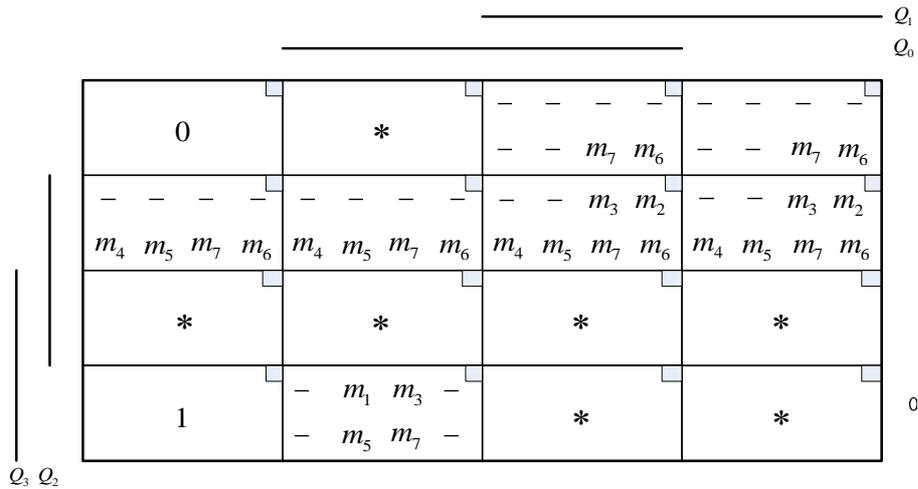


Рис. 9. Карта четвёртого варианта привязки начала формирования импульсов

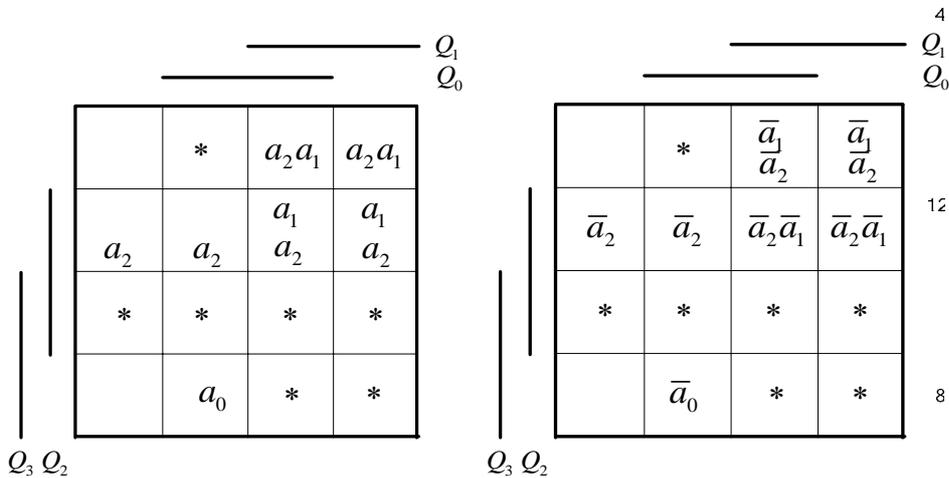


Рис. 10. Преобразованные карты четвёртого варианта привязки

Выделяем правильные конфигурации максимально возможной площади, записывая номера клеток, образующих эти конфигурации, и соответствующие им простые импликанты.

Для прямого значения функции

$$\langle 8,9,10,11,12,13,14,15 \rangle - I_0 = a_0 Q_3; \quad \langle 6,7,14,15 \rangle - I_1 = a_1 Q_2 Q_1;$$

$$\langle 4,5,6,7,12,13,14,15 \rangle - I_2 = a_2 Q_2; \quad \langle 8,10,12,14 \rangle - I_3 = Q_3 Q_0;$$

$$\langle 2,3,6,7,10,11,14,15 \rangle - I_4 = a_2 a_1 Q_1.$$

Минимальная ДНФ прямого значения функции образована пятью простыми импликантами с общим числом букв, равным 12.

Для инверсного значения функции

$$\langle 9,11,13,15 \rangle I_0 = \bar{a}_0 Q_3 Q_0; \quad \langle 0,1 \rangle - I_3 = \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1; \quad \langle 6,7,2,3,10,11,14,15 \rangle - I_4 = \bar{a}_2 \bar{a}_1 Q_1.$$

Переменную  $\bar{a}_1$ , представленную в клетках  $\langle 2,3 \rangle$ , можно покрыть двумя равноценными способами, включая её в конфигурацию, образованную клетками

0 1 3 2

$\langle 2,3,0,1 \rangle$ , которой соответствует простая импликанта  $I_1^1 = \bar{a}_1 \bar{Q}_3 \bar{Q}_2$ , или в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 2,3,10,11 \rangle$ , которой соответствует простая импликанта  $I_1^2 = \bar{a}_1 \bar{Q}_2 Q_1$ . Переменную  $\bar{a}_2$ , представленную в клетках  $\langle 4,5 \rangle$ , можно покрыть двумя равноценными способами, включая её в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 4,5,0,1 \rangle$ , которой соответствует простая импликанта  $I_2^1 = \bar{a}_2 \bar{Q}_3 \bar{Q}_1$ , или в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 4,5,12,13 \rangle$ , которой соответствует простая импликанта  $I_2^2 = \bar{a}_2 Q_2 \bar{Q}_1$ . Переменную  $\bar{a}_2$ , представленную в клетках  $\langle 2,3 \rangle$ , также можно покрыть двумя равноценными способами, включая её в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 2,3,0,1 \rangle$ , которой соответствует простая импликанта  $I_2^{1'} = \bar{a}_2 \bar{Q}_2 Q_1$ , или в конфигурацию, образованную клетками  $\langle 2,3,10,11 \rangle$ , которой соответствует простая импликанта  $I_2^{2'} = \bar{a}_2 \bar{Q}_2 Q_1$ .

Следовательно, функция  $\bar{F}$ , соответствующая четвёртому варианту привязки, имеет восемь минимальных ДНФ, образованных шестью импликантами, с общим числом букв, равным 18.

Для сравнительной оценки сложности схемной реализации прямого и инверсного значения функции выхода представим численные значения, характеризующие минимальную ДНФ каждого из вариантов привязки, в таблице:

Номер варианта	$F$		$\bar{F}$	
	Число импликант	Число букв	Число импликант	Число букв
1	6	16	5	13
2	5	15	6	16
3	6	18	5	14
4	5	12	6	18

Для сравнительной оценки сложности схемной реализации прямого и инверсного значения функции выхода представим численные значения, характеризующие минимальную ДНФ каждого из вариантов привязки, в таблице:

Сравнивая полученные результаты, можно заключить, что оптимальным вариантом реализации прямого значения функции выхода является четвёртый вариант привязки, а для инверсного значения – первый.

Запишем представление минимальных ДНФ для этих вариантов:

$$F = a_0 Q_3 \vee a_1 Q_2 Q_1 \vee a_2 Q_2 \vee Q_3 \bar{Q}_0 \vee a_2 a_1 Q_1;$$

$$\bar{F} = \bar{a}_0 Q_2 Q_1 Q_0 \vee \bar{a}_1 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 \vee \bar{a}_2 \bar{Q}_2 \vee \bar{Q}_3 \vee \bar{a}_2 \bar{a}_1 Q_2 \bar{Q}_1.$$

Несмотря на то, что представление минимальной ДНФ инверсного значения функции содержит 13 букв, оно может найти использование, поскольку число элементов первого уровня на единицу меньше по сравнению с прямым.

Анализируя полученное представление минимальной ДНФ прямого значения функции, соответствующее привязке к состоянию «9», следует отметить, что мы отдаём ему предпочтение не только исходя из меньшего числа букв, что само по себе немаловажно, поскольку обуславливает меньшее число входов элементов первого уровня, а следовательно, и меньшее число соединений, но ещё и потому, что в полученное представление минимальной ДНФ входят только прямые значения литералов переменных и при использовании типовых счётчиков нет не-

обходимости в постановке дополнительных инверторов, которые усложнили бы схему и привели к дополнительным задержкам.

Кроме того, при использовании структуры вычитающего счётчика, выполненного на кристалле ПЛИС, появляется возможность несколько видоизменить цепь запуска автомата, как это показано на рис. 11, что позволит существенно упростить внутреннюю структуру счётчика за путём исключения канала синхронной параллельной записи и синхронной установки в нулевое состояние. Предложенная структура возможна при длине временного интервала, равной  $9T$ .

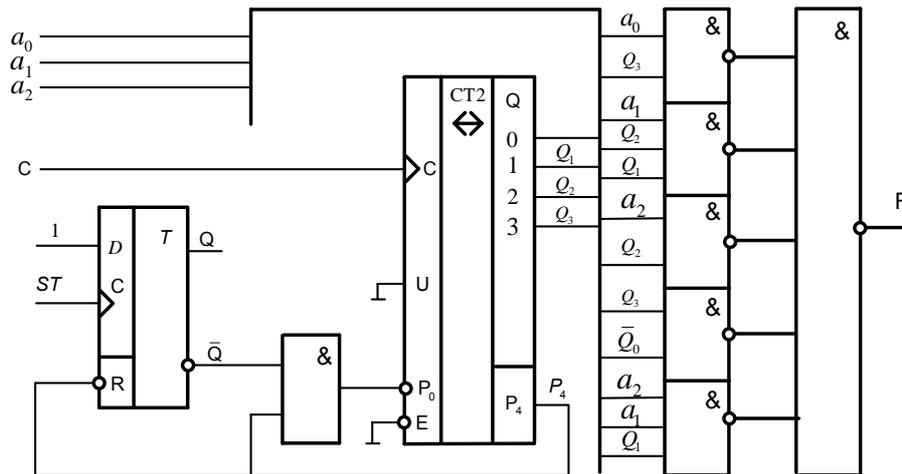


Рис. 11. Видоизменённая структура схемы формирователя

### Выводы

1. На основе метода представления логических функций в обобщённой форме проведен синтез схемы формирователя одиночных импульсов с перестраиваемой длительностью в заданном временном интервале, который позволил найти оптимальный по сложности вариант, сведя к минимуму процедуру перебора.

2. Предложенную схему можно также использовать в качестве формирователя одиночной пачки импульсов с перестраиваемым числом импульсов в пачке, совпадающих с синхроимпульсами или с паузами между ними, если ввести два дополнительных двухвходовых элемента И, что существенно расширяет область использования формирователя.

### Список литературы

1. Уэйкерли Дж.Ф. Проектирование цифровых устройств: в 2 т. / Дж.Ф.Уэйкерли. – М.: Постмаркет, 2002: Т.1 – 544 с. Т.2 – 528 с.
2. Коробкова Е.Н. Два способа сжатия области определения логических функций и их приложение к нахождению минимальной ДНФ / Е.Н. Коробкова // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Харьков: НАКУ «ХАИ». – 2003. – Вып 19. – С. 245-255.
3. Коробкова Е.Н. Графоаналитический метод минимизации полностью определенных логических функций в сжатых картах / Е.Н. Коробкова // Системы обработки информации. – Харьков: НАНУ, ХВУ. – 2002. – Вип. 6(22). – С. 288-298.

Рецензент: проф. К.К. Фурманов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.