

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
ВОПРОСЫ
КИБЕРНЕТИКИ**

10

Ю. А. Виноградов

**К синтезу
четырехзначных
КМОП-автоматов**

Рекомендуемая форма библиографической ссылки:
Виноградов Ю. А. К синтезу четырехзначных КМОП-автоматов // Математические вопросы кибернетики. Вып. 10. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. — С. 245–246. URL: <http://library.keldysh.ru/mvk.asp?id=2001-245>

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

К СИНТЕЗУ ЧЕТЫРЕХЗНАЧНЫХ КМОП-АВТОМАТОВ*)

Ю. А. ВИНОГРАДОВ

(МОСКВА)

В число базисных элементов, описанных в [1], входит и простейшая КМОП структура (рис. 1), четырехзначная модель которой представлена нижеследующей таблицей.

Таблица

x	1	2	3	0	1	2	3	0	2	3	0	3	0	2	3	0	1	3	0	1	3	0	1	2	3	0	1	2
y	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3	3	1	1	1	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3
$K(x, y, z)$	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	3	0	1	1	1	2	2	1	1	3	3	1	2	2	2	3	3	3

Примечание:

- 1) наборы $\{x, y, z\}$, не указанные в таблице, недопустимы;
- 2) $y, z \in \{0, 1, 2, 3\}$, K — истоки КМОП-пар — могут быть соединены лишь с генераторами констант и выходами (объединенными стоками) КМОП-пар.

Как известно, во избежание возможных некорректностей циклическое включение функциональных элементов в классическом синтезе запрещено аксиоматически. Однако некорректности возникают не всегда, а безусловный отказ от циклов определенно ограничивает возможности синтеза. Во всяком случае — синтеза автоматов с их обязательными обратными связями.

Разрешив циклы, попробуем построить автомат — четырехзначный элемент памяти — в строгой КМОП-технике.

Найдем, если она есть (сомнения естественны, поскольку синтез ведется в неполном в P_4 базисе), K -суперпозицию, реализующую функцию

$$f(x_0, x_1, x_2) = \begin{cases} x_0, & \text{если } x_2 = 3, \\ x_1, & \text{если } x_2 = 0, \end{cases}$$

где $x_0, x_1, f \in \{0, 1, 2, 3\}$, $x_2 \in \{0, 3\}$.

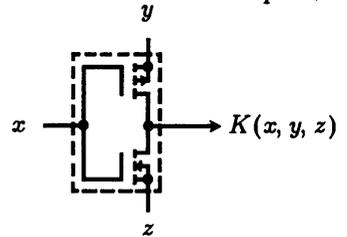


Рис. 1

*) Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекта 99-01-01111).

Таким образом функционирующие K -суперпозиции обнаруживаются в довольно коротких компьютерных переборах (если не искать суперпозиции минимальной сложности). Одна из них показана на рис. 2.

Организуем цикл так, как показано на рис. 3. Эта структура — «зацикленная функция» — поведет себя как элемент памяти, который способен находиться в одном из четырех состояний:

при $x_2 = 3$ на его выходе формируется сигнал $f(x_0, x_1, x_2) = x_0$ — это режим записи, а при $x_2 = 0$ сохраняется то состояние элемента, в которое он был введен при записи.

Однако определенное сомнение оставляет процесс перехода от $x_2 = 3$ к $x_2 = 0$, поскольку на время переходного процесса $t_{пер}$ должно быть сохранено требование $f(x_0, x_1) = x_1$. Хотя для этого можно принять специальные меры — можно, например, ввести инерционный элемент ИЭ того или иного типа (на рис. 3 он показан пунктиром), сохраняющий выходной сигнал неизменным на время $t_{из} > t_{пер}$, — но обычно вполне

хватает естественной инерционности самого элемента, являющейся первопричиной самих переходных процессов, а потому «автоматически» с ними связанной.

Функция $f(x_0, x_1, x_2)$ может быть реализована и в других K -суперпозициях. Можно лишь утверждать, что минимальный цикл построенного на их основе автомата не может быть меньше 4. Хотя функционально все эти реализации эквивалентны, они могут различаться сложностью — числом задействованных в них базисных элементов.

Но теоретикосинтезный идеал — структура минимальной сложности — может оказаться далеко не лучшей в других отношениях. Так, схема, показанная на рис. 4, имеющая по сравнению с изображенной на рис. 2 четыре «лишних» K -элемента, предъявляет значительно менее жесткие требования к источникам сигналов (x_0, x_1 и x_2 подключены только к высокоимпедансным X -входам K -элементов), что в схемотехническом плане может быть важнее завышенной сложности. По-разному K -суперпозиции могут повести себя и в части поддержки состояния $f(x_0, x_1) = x_1$. Возможно, совсем другой выбор сделает технолог, «укладывающий» схему на кристалл, — для него важнее технологические ограничения и удобства трассировки... Все это к тому, что на этом этапе выбор лучшей K -суперпозиции большого смысла не имеет. Удовлетворимся пока тем, что четырехзначный элемент памяти может быть реализован в электронной структуре, замечательной своим почти нулевым энергопотреблением в режиме хранения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов Ю. А. О синтезе четырехзначных квазикомплементарных МДП-схем // Математические вопросы кибернетики. Вып. 8. — М.: Наука, 1999. — С. 298–300.

Поступило в редакцию 25 XI 2001

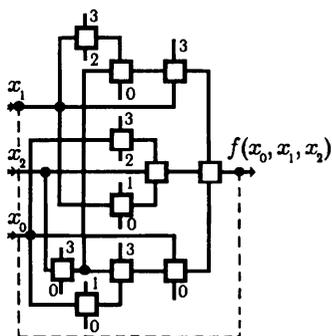


Рис. 2

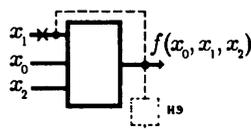


Рис. 3

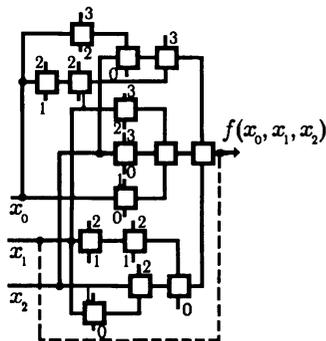


Рис. 4