

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОУСТОЙЧИВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СХЕМАХ МНОГОЗНАЧНОЙ ЦИФРОВОЙ ТЕХНИКИ

Ю. А. Василенко, Н. Я. Какурин

Харьков

Одним из важных и перспективных направлений в создании устройств эффективной переработки информации является в настоящее время разработка инженерных методов проектирования многозначных элементов и систем, основанных на их использовании. Выполненные в настоящее время исследования [1] свидетельствуют о том, что использование схем с многими устойчивыми состояниями позволили снизить затраты оборудования, габариты, вес, потребление энергии, а также значительно увеличить скорость работы и надежность устройств переработки информации.

Современное состояние теории и методов построения схем на многозначных элементах, а также методов анализа и синтеза устройств на их основе позволяет считать дальнейшую разработку перечисленных вопросов весьма перспективной.

Основной задачей синтеза многозначных устройств является разработка функционально полных систем многозначных логических элементов, использующих различные физические способы представления информации и наиболее полно увеличивающих особенности функционирования физических схем.

Многозначные автоматы для переработки дискретной информации весьма широко используются в различных системах телемеханики, автоматики и вычислительной техники. Однако математический аппарат, который мог бы быть использован при логическом синтезе и анализе таких устройств, в настоящее время еще развит недостаточно. Это связано с целым рядом трудностей теоретического и практического порядка, возникающих при создании многозначного аналога булевой алгебры [2].

Для практических целей синтеза многозначных структур необходимо иметь некоторую полную систему функций k -значной логики. Для общего случая не существует теоремы, дающей критерий полноты для случая произвольной системы функций k -значной логики.

Однако рядом авторов даны полные системы функций [3]. Важнейшие из них следующие:

1. Система Поста, состоящая из дизъюнкции и цикла;
2. Система Россера и Тьюкетта, включающая характеристические функции, функции дизъюнкции, конъюнкции и функции константы;
3. Система Вебба, состоящая из одной функции Вебба, определяемой при помощи следующего выражения:

$$f(x_1, x_2) = [\max(x_1, x_2) + 1]_{\text{mod } k}.$$

Простая и надежная реализация перечисленных функций, необходимая для построения многозначных систем, получается на фазоимпульсных многоустойчивых элементах, принцип действия которых подробно рассмотрен в работе [1].

Функционально полная система функций в любой k -значной логике, предложенная Постом, реализуется на фазоимпульсных логических элементах [1] с применением некоторых двоичных логических элементов.

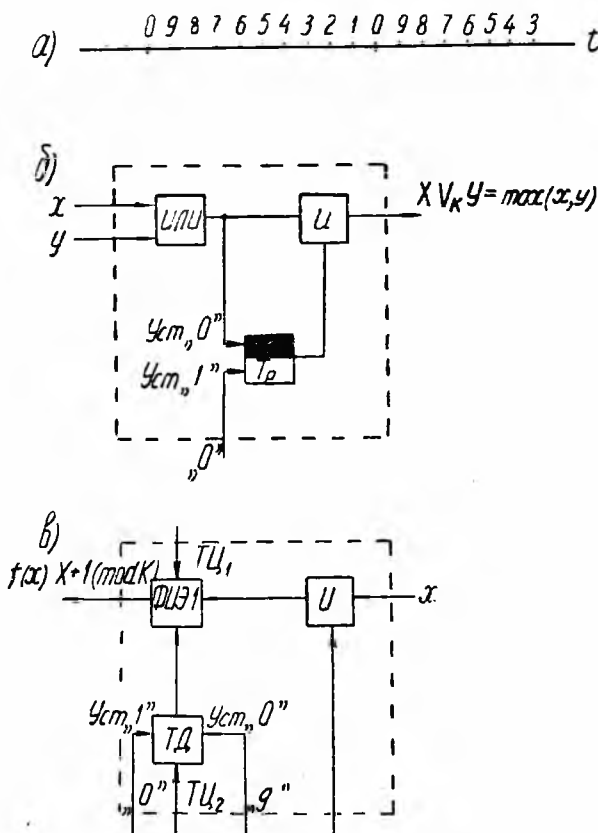


Рис. 1.

При кодировании чисел положением (фазой) импульсов относительно опорной последовательности (рис. 1, а; $k = 10$) k -значная дизъюнкция реализуется схемой (рис. 1, б). На выход схемы «ИЛИ» первым пройдет импульс, соответствующий большому числу из x, y ; он вызывает переброс триггера и закрывает схему «И» для второго импульса, соответствующего меньшему числу из x, y . Первый импульс успеет пройти на выход схемы «И» вследствие небольшой задержки, обусловленной конечным временем срабатывания триггера.

Вторая функция системы Поста, называемая циклическим отрицанием или просто циклом, может выполняться схемой (рис. 1, в). Предварительно через схему «И» x записывается в фазоимпульсный элемент ФИЭ-1. Динамический триггер необходим в схеме цикла для получения одиночного импульса с выхода ТД, временное положение которого находится между «0» и «9». Для выполнения этого требования ТД устанавливается в «1» импульсом «0» и в «0» импульсом «9», а импульсы

тактовой последовательности TH_2 несколько задержаны по отношению к импульсам тактовой последовательности TH_1 .

Реализация функций полной системы Россера и Тьюкетта не представляет принципиальных отличий от рассмотренной выше. В системе Россера и Тьюкетта имеется k функций констант, которые могут быть представлены при помощи k фазоимпульсных элементов. Фаза выходного импульса их относительно импульсов опорной последовательности соответствует определенным константам.

k характеристических функций получаем при помощи схемы (рис. 2).

В случае, когда $x = f_k$ триггер T перебрасывается, и на выходе схемы, реализующей характеристическую функцию, появляется импульс «9». В остальных случаях, когда $x \neq f_k$, на выход схемы выходит импульс «0».

k -значная дизъюнкция, как и в системе Поста, выполняется схемой (рис. 1, б).

Гораздо сложнее реализуется конъюнкция. Для реализации конъюнкций x, y необходимо вначале образовать их инверсию, а затем при помощи схемы (рис. 1, б) получить конъюнкцию x, y .

Реализация инверсии на фазоимпульсных элементах предложена в работе [4].

Полную систему для любой k -значной логики составляет k -значная функция Вебба

$$f(x_1, x_2) = [\max(x_1, x_2) + 1]_{\text{mod } k}.$$

Получение функции Вебба сводится к реализации ее при помощи схем дизъюнкции и цикла системы Поста. Вначале берется дизъюнкция x, y при помощи схемы (рис. 1, б), а затем осуществляется сложение по модулю k при помощи схемы (рис. 1, в).

Рассмотренная выше реализация основных полных систем k -значной логики обладает высокой надежностью и стабильностью параметров в большом диапазоне температур.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. П. Сигорский, Л. С. Ситников, Л. П. Утяков. Многустойчивые элементы дискретной техники. Изд-во «Энергия», 1966.
2. Д. А. Поспелов. Логические методы анализа и синтеза схем. Изд-во «Энергия», 1964.
3. Ю. А. Василенко. Об одной полной системе функций в k -значной логике. Сб. «Многозначные элементы и структуры». Изд-во «Советское радио», 1966.
4. Ю. А. Василенко, Н. Я. Какурин. Реализация функционально полных систем в десятизначной логике. Сб. «Приборы и системы автоматизации», вып. 5. Изд-во ХГУ, Харьков, 1966.

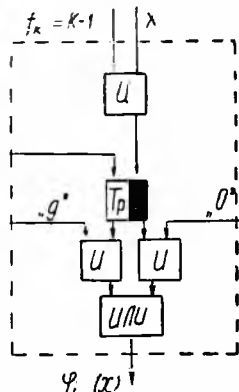


Рис. 2.