

ОДНОРОДНАЯ МАТРИЦА С КОММУТИРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ДЛЯ УПРАВЛЯЮЩЕГО ЛОГИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА

А.В. Вейц

(Москва).

Одной из ведущих проблем, возникающих при проектировании однородных микроэлектронных структур (ОС), является проблема программирования, заключающаяся, с одной стороны, в решении задачи алгоритмизации размещения заданной логической сети в данной структуре, и, с другой стороны, в создании физических устройств, реализующих это размещение с минимальной затратой необходимого оборудования.

Исследования, ведущиеся в области использования существующих методов структурного синтеза логических устройств для минимизации (по числу элементов ОС) размещения заданной сети, ограничены пока небольшим числом переменных, порядка 5-6.

При большом числе переменных возникают значительные трудности, связанные с возрастающим объемом и сложностью применяемых алгоритмов.

Кроме того, необходимо отметить, что реализация программы, заключающаяся в задании настроечной информации элементам ОС, требует дополнительного устройства управления, обеспечивающего как введение начальной программы, так и перестройку ОС при отказе элементов и переходе к другим программам.

Поэтому в настоящее время существует другой подход к проблеме программирования ОС, в котором поиск оптимальных и близких к ним алгоритмов заменяется построением простых алгоритмов, обеспечивающих вместе с тем разумные пределы избыточности. При этом оказывается возможным, не прибегая к существенным усложнениям, совместить на одной и той же ОС управляющее

и логическое устройство.

Ниже рассматривается один из вариантов такой ОС, представляющей собой матрицу, в узлах которой находятся коммутирующие элементы (КЭ), обеспечивающие соединение (прямое или инверсное) соответствующих столбцов и строк матрицы. В начальный момент проводимость между любыми строками и столбцами равна нулю.

Покажем работу такой матрицы на примере решения комбинационных логических функций. Те же принципы могут быть применены и для временных функций.

На рис. 1 дана реализация простой функции, записанной в Д.Н.Ф.

$$\{x_3\} \equiv \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 x_4 \bar{x}_5 + \bar{x}_2 \bar{x}_3 x_5 + x_1$$

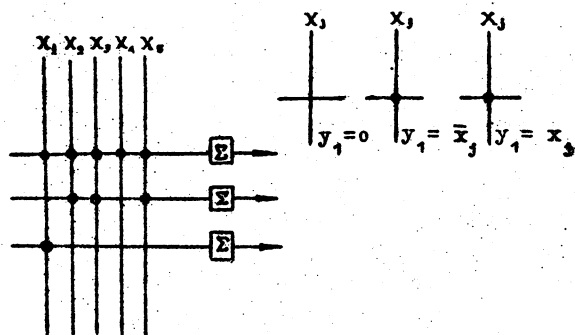


Рис. 1

По столбцам матрицы поступает информация, представляющая собой двоичные значения входных переменных. Каждая строка настраивается на выполнение операции логической равнозначности при заданной комбинации переменных. Хотя в описываемом случае число настраиваемых строк соответствует числу термов функции, для некоторых модификаций матрицы, состоящей из многостабильных КЭ, возможна запись на одной строке ряда термов, что позволяет в несколько раз уменьшить общее количество строк.

На строках матрицы происходит суммирование сигналов. Принимая, что единичный сигнал образуется на "активных" коммутациях, т.е. коммутациях, вид которых совпадает с фазой перемен-

ной, максимально возможный суммарный сигнал первой строки (рис. 1) будет равен пяти, что соответствует первому терму реализуемой функции. Для выделения этого сигнала на строке ставится либо выходной элемент, порог срабатывания которого (θ) пропорционален числу переменных n (для рис. 1 $\theta = 5$), либо схема "И" на n выходов. При реализации сокращенных термов для получения максимального суммарного сигнала необходимо в процессе настройки организовать постоянное подключение КЭ, связанных с отсутствующими переменными, непосредственно к выходному элементу.

Принципиальная схема матрицы для случая раздельного ввода переменных показана на рис. 2. Возможны несколько типов коммутационных механизмов. В работе [1] предложен электрохимический способ формирования соединений, причём управляющие сигналы подаются последовательно по образующим матрицы. Существенным недостатком этого метода являются его технологические трудности и инерционный характер. Простой координатный метод включения неудобён из-за большого числа дополнительных выводов. Представляется, что наиболее пригодным является способ управления коммутациями с помощью сетки, связанной со всеми КЭ матрицы. При этом коммутации осуществляются одновременно по всем столбцам.

Каждый такт настройки начинается с ввода комбинации переменных $\{x_j\}_1$ по столбцам матрицы. При этом от генератора тактовых импульсов с помощью кольцевого счетчика возбуждается 1-тая строка и подается общий сигнал управления. В результате этого такта на 1-той строке автоматически устанавливаются такие положения КЭ, которые соответствуют комбинации $\{x_j\}_1$. Например, третий терм функции рис. 1 записывается следующим образом. При возбуждении столбца \bar{x}_1 и третьей строки с одновременной подачей управляющего сигнала включается КЭ₃₁, который образует соединение с третьей строкой. На всех остальных столбцах сигналы отсутствуют, что автоматически подключает КЭ₃₂ ... КЭ₃₅ к выходному элементу строки. Последний столбец КЭ₀, во избежание ложных срабатываний выходных элементов, обеспечивает подключение остальных КЭ только при возбуждении соответствующей строки.

После окончания настройки сигнал на выходе матрицы будет определяться наличием на любой строке максимального суммарного сигнала, пропорционального числу входных переменных n , что соответствует реализации заданной функции.

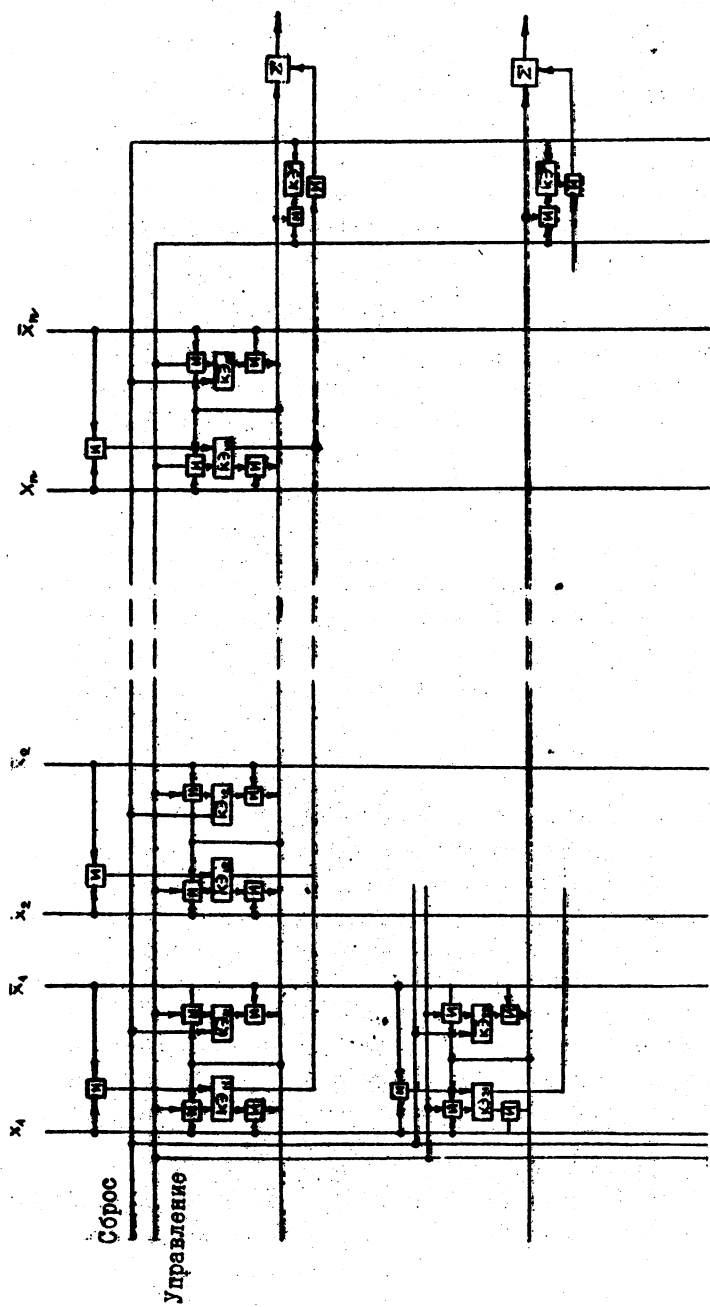


Рис. 2.

При построении такой матрицы методами интегральной технологии в качестве КЭ могут быть использованы любые двустабильные переключательные схемы. Особый интерес представляют полевые МОП транзисторы [2], отличающиеся от обычных МОП приборов тем, что диэлектрик, используемый при их изготовлении, обладает термическим или фотоэлектрическим электретным эффектом. Приложение к таким транзисторам, находящимся под влиянием внешнего электрического поля, теплового или светового воздействия изменяет их характеристики в требуемом диапазоне и обеспечивает сохранение последних в течение длительного времени. Благодаря этому оказывается возможным построение интегральной матрицы с многостабильными КЭ.

Недостаток места не позволяет более подробно рассмотреть различные модификации предлагаемой матрицы и показать реализацию в них последовательностных функций.

Необходимо отметить, что при наличии резервных строк, надежность матрицы может быть повышена путем автоматической "перезаписи", задаваемой кольцевым счетчиком, термов отказавших строк на свободные.

Принципиально, используя описанный алгоритм настройки однородной матрицы из КЭ, можно построить универсальное логическое устройство, в котором число строк должно быть равно $2^{(n-1)}$ где n - число переменных. При этом число КЭ может быть сведено к $n \cdot 2^{(n-1)}$, а количество внешних выводов равно $(n + 3)$. Однако при большом n из-за значительного возрастания числа строк создание универсального устройства представляется нецелесообразным.

В настоящее время для некоторых частных задач, связанных с созданием управляющего логического устройства на основе интегральной технологии, рассматриваются отдельные аспекты применения описанной матрицы на 10-12 входов с числом реализуемых термов порядка 30-40. Предполагается, что логическая часть такого устройства будет представлять собой набор однотипных матриц, соединенных определенным образом.

ЛИТЕРАТУРА

1. К. Штайнфух. Обучаемая матрица. Зарубежная радиоэлектроника. № 1, 1962 г.
2. Дж. Мак Коннел, Р.А. Инддоуз. Адаптивные элементы памяти со структурой МОП. - IEEE Trans., vol. SC-1, № 2, Dec. 1966, p. 94-99.