

УДК 004.272.42

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ МАТРИЧНЫЕ СТРУКТУРЫ

Шахватова Анастасия Сергеевна

студент

научный руководитель: Орлов Алексей Вениаминович

к.т.н, доцент

Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета, г. Стерлитамак

Аннотация. Программируемые логические матрицы — наиболее традиционный тип ПЛИС, имеющий программируемые матрицы «И» и «ИЛИ».

В данной статье подробно рассматриваются функции матрицы и значение программируемых логических матричных структур для современной науки.

Ключевые слова: программируемые логические матрицы, функции ПЛИС, Булева функция, интегральные технологии.

PROGRAMMABLE LOGIC MATRIX STRUCTURES

¹ Shakhvatova Anastasia

² Orlov Alexey Veniaminovich

¹Student, Sterlitamak branch of Bashkir state University, Sterlitamak.

² Scientific supervisor, Ph.D., associate professor,

Sterlitamak branch of Bashkir State University, Sterlitamak

Annotation: Programmable logic arrays are the most traditional type of FPGA with programmable "And" and "OR" matrices.

This article discusses in detail the functions of the matrix and the value of programmable logical matrix structures for modern science.

Key words: programmable logic matrices, PLM functions, Boolean function, integral technologies.

Программируемая логическая матрица (ПЛИС) представляет собой универсальную структуру, с помощью которой программируется система булевых функций способом выстраивания связи шин — горизонтальных и вертикальных. В результате программирования такой связи реализуется заданная система выражений. Настройкой этой матрицы можно выполнить любые логические функции заданной сложности. Осуществляется ПЛИС на заводе —

изготовителе микросхем при формировании элементов в матричных узлах. Также программирование может осуществить сам пользователь.

Таким образом, матричная схема — набор узлов и элементов, не имеющих связи между собой. Чтобы создать конкретное устройство, их соединяют на конечном этапе изготовления. При соединении фрагментов создаются или устраняются перемычки ПЛМ реализует различные логические функции. Матрица представляет собой сетку перпендикулярных проводников, в точках пересечения их располагаются полупроводники в виде диодов либо транзисторов, которые через легкоплавкие перемычки подключаются к матричным проводникам. Во время программирования импульсы тока пережигают перемычки, оказавшиеся ненужными.

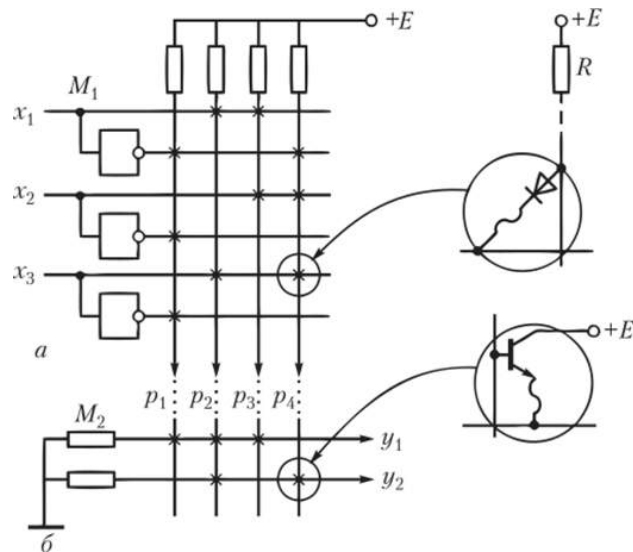


Рисунок: а - матрица И; б - матрица ИЛИ.

Функции матрицы

Матрица M_x реализует ряд функций. Когда на горизонтальную шину подается лог 1. (высокий потенциал), то диод запирается и течение тока через R прекращается. Напряжение на R не падает, и, таким образом, на вертикальной шине, которая соединена с анодом запертого диода, сохраняется высокий потенциал, который соответствует лог 1. Когда же на горизонтальной шине потенциал низкий (лог. 0), то ток, текущий сквозь R и открытый диод, провоцирует падение напряжения на R, а на вертикальной шине создается лог. 0. Чтобы сохранить на вертикальной шине матрицы M_x высокий потенциал, нужно запереть все диоды этой шины, а именно на каждом выходе сделать лог. 1. В результате на вертикальных шинах создается операция "И" от аргументов, которые помечены крестиками, и матрицу 1 называют "матрицей И". На выходах R осуществляются функции:

$$P_1 = \underline{x_1} \underline{x_2} \underline{x_3}; P_2 = x_1 x_3; P_3 = x_1 x_2; P_4 = \underline{x_1} x_2 x_3.$$

Конъюнкции, которые образуются на выходах "матрицы И", носят название термов.

Матрица 2 и ее функции. Когда на вертикальной шине потенциал высокий (лог. 1), транзистор остается открытым, и, таким образом, поступление высокого потенциала +Е на горизонтальную шину г/ происходит через него и на ней будет лог. 1. Когда транзистор закрыт (лог. 0), на шине "у" создается потенциал корпуса лог. 0. Понятно, что при открытии любого транзистора на горизонтальной шине "у" появляется потенциал лог. 1 по этой причине происходит реализация функции "ИЛИ" от входных переменных Р (они помечены крестиками). Таким образом, любая из переменных Р_ј осуществляет операцию "И" над аргументами "х", и в результате на выходах "У" осуществляются следующие функции:

$$y_1 = P_1 \vee P_2 \vee P_3 = \underline{x_1 x_2 x_3} \vee x_1 x_3 \vee x_1 x_2$$

и

$$y_2 = P_2 \vee P_4 = x_1 x_3 \vee \underline{x_1 x_2 x_3}.$$

С помощью ПЛМ, таким образом, реализуется дизъюнктивная нормальная форма логических функций, которая позволяет осуществить аппаратную реализацию логических функций. Главные параметры ПМЛ: количество входов аргументов "х", количество выходов аргументов "у" и количество термов (переменных Р), входящих в выходную функцию "у".

Помимо матриц "И" и "ИЛИ" матрица ПЛМ снабжена блоками входных и выходных буферных каскадов. Они обеспечивают оптимальную мощность сигналов, чтобы питать элементы матрицы "И". Необходимая нагрузочная способность выходов также обеспечивается выходными буферами. Кроме того, осуществляется разрешение либо запрет выхода ПЛМ на внешние шины в зависимости от того, в каком состоянии находится входной сигнал разрешения.

Выполнить ПЛМ возможно как на биполярных транзисторах, так и МОП (при этом матрица М функционирует как "И-НЕ", а матрица М₂ как "ИЛИ-НЕ"). При программировании ПЛМ пережигаются перемычки, которые соединяют горизонтальные и вертикальные матричные шины. Выполняется это с помощью специальных устройств - программаторов. Изначально перемычки целы, но при вхождении в переменную Р прямого значения аргумента "х", то происходит пережигание перемычки, которая соединяет вертикальную шину Р и горизонтальную инверсную шину, а при инверсном значении аргумента - с шиной, которая передает прямое значение аргумента. При неучастии аргумента в формировании переменной происходит пережигание обеих перемычек. При вхождении переменной Р в функцию "У" перемычка не пережигается, а в противном случае - наоборот.

Значение ПЛМ для современной науки

Развитие интегральных технологий дало возможность размещения на одной БИС многих

тысяч элементов, повысило эффективность и надежность функционирования электронных устройств, позволило уменьшить потребление мощности и габариты. Однако огромное количество элементов на таких схемах затрудняет изготовление устройств для решения самых разных задач. Ведь если для решения каждой отдельной задачи изготавливать конкретные БИС, то это экономически невыгодно в силу дороговизны и трудоемкости процесса.

Поэтому программируемые схемы с матричной структурой (ПЛИМ) - настоящий выход и революция в программировании.

Список литературы:

1. О.П. Новожилов. Основы цифровой техники. – М.: РадиоСофт, 2004. – 528 с.
2. Пономарев М.Ф., Коноплев Б.Г. Базовые матричные кристаллы и программируемые логические матрицы. – М.: 1987. – 96 с.
3. О. И. Шанин, Адаптивные оптические системы коррекции наклонов. Резонансная адаптивная оптика. – Москва: Техносфера, 2013. – 296 с.