Лабораторная работа № 3 **«Multisim Logic Converter: синтез логических элементов»**

Цель работы – используя инструментарий программного пакета Multisim получить навыки синтеза логических элементов в зависимости от различных исходных данных.

**Теоретические сведения.**

Логические выражения на основе таблицы истинности можно получить двумя способами:

* в виде совершенной дизъюнктивной нормальной формы (СДНФ);
* в виде совершенной конъюнктивной нормальной формы (СКНФ).

СДНФ представляет собой логическую сумму элементарных логических произведений (минтермов), каждое из которых состоит из произведения, включающего все переменные (аргумент или его отрицание) не более одного раза.

СКНФ представляет собой логическое произведение элементарных логических сумм (макстермов), каждая из которых состоит из суммы, включающей все переменные (аргумент или его отрицание) не более одного раза.

СДНФ составляется на основе таблицы истинности по следующему правилу: для каждого набора входных переменных, при котором функция равна 1, записывается произведение этих переменных (минтерм), в котором с отрицанием берутся переменные, имеющие значение «О», данные произведения, после чего минтермы объединяются операцией дизъюнкции.

СКНФ составляется на основе таблицы истинности по правилу: для каждого набора входных переменных, при котором функция равна О, записывается сумма этих переменных (макстерм), в которой с отрицанием берутся переменные, имеющие значение «1», после чего макстермы объединяются операцией конъюнкции.

Альтернативным способом минимизации функций является графический способ минимизации с использованием карт Карно. Карта Карно представляет собой некоторую модификацию таблицы истинности без изменения логики функционирования схемы. Входные переменные в картах Карно представлены в виде кода Грея (соседние кодовые комбинации отличаются только одним разрядом). Верхняя и нижняя строки, а также правый и левый столбец являются соседними.

Минимизация осуществляется за счет операций неполного склеивания и поглощения.

Склеивание происходит в соответствии со следующими правилами:

* склейку клеток можно осуществлять по единицам (для ДНФ) или по нулям (для КНФ). Причем склеиваемые области (импликаты) должны содержать только единицы (или только нули);
* объединяются только прямоугольные области с числом единиц (нулей) 211, где п- целое число;
* объединяются только соседние по горизонтали или вертикали клетки (крайние клетки каждой строки и каждого столбца граничат между собой);
* для получения оптимального результата число контуров (импликат) должно быть как можно меньше, а число клеток в контуре должно быть как можно больше;
* одна ячейка может входить сразу в несколько контуров.

С учетом этих правил сам процесс минимизации можно описать следующим образом: после составления карты Карно и выделения контуров необходимо внутри каждого контура исключить переменные, дополняющие друг друга, а оставшиеся члены объединить функцией ИЛИ.

Следует отметить, что результатом минимизации могут быть эквивалентные друг другу формы, которые соответствуют разным способам покрытия карты Карно контурами.

Минимизация осуществляется за счет операций неполного склеивания и поглощения.

Склеивание происходит в соответствии со следующими правилами: склейку клеток можно осуществлять по единицам (для ДНФ) или по нулям (для КНФ). Причем склеиваемые области (импликаты) должны содержать только единицы (или только нули); объединяются только прямоугольные области с числом единиц (нулей) 211, где п- целое число; объединяются только соседние по горизонтали или вертикали клетки (крайние клетки каждой строки и каждого столбца граничат между собой); для получения оптимального результата число контуров (импликат) должно быть как можно меньше, а число клеток в контуре должно быть как можно больше; одна ячейка может входить сразу в несколько контуров.

С учетом этих правил сам процесс минимизации можно описать следующим образом: после составления карты Карно и выделения контуров необходимо внутри каждого контура исключить переменные, дополняющие друг друга, а оставшиеся члены объединить функцией ИЛИ.

Следует отметить, что результатом минимизации могут быть эквивалентные друг другу формы, которые соответствуют разным способам покрытия карты Карно контурами.

**Содержание работы.**

Используя инструмент Logic Converter получить таблицы истинности. Пример сгенерированной таблицы истинности с открытыми входами представлен на рис. 1

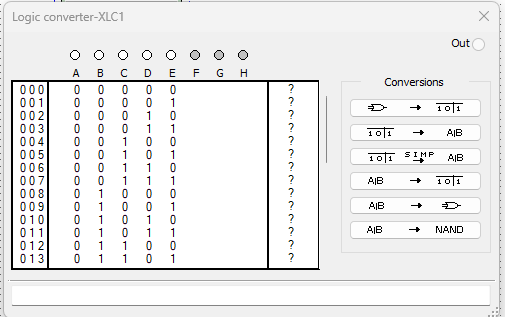


Рисунок 1 – Пример сгенерированной таблицы истинности с открытыми входами

В соответствии с заданными в таблице 1 выходными логическими элементами заполнить столбец «**?»** заменив его на логический нуль или логическую единицу.

Таблица 1 – Заданная таблица истинности

| Входы | | | | | Логический элемент на выходе | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4 НЕ | 4 И | 4 ИЛИ | 4 И-НЕ | 4 ИЛИ-НЕ |
| A | B | C | D | E |  |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |  |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |  |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |  |  |  |  |  |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |  |  |  |  |  |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |  |  |  |  |  |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |  |  |  |  |  |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |  |  |  |  |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |  |  |  |  |  |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |  |  |  |  |  |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |  |  |  |  |  |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |  |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |  |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |  |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |  |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |

Затем используя выделенную на рис. 2 команду генерации базисного высказывания по таблице истинности провести моделирование, а затем упрощение высказывания клавишей SIMP. Полученные результаты занести в таблицу 3.

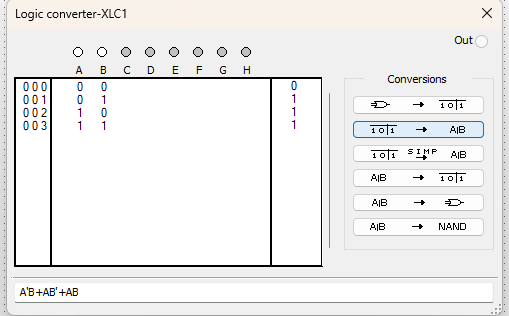


Рисунок 2 – Генерация базиса высказывания по таблице истинности

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование логического элемента | Функция базисного высказывания | Упрощённая функция базисного высказывания |
| 4 НЕ |  |  |
| 4 И |  |  |
| 4 ИЛИ |  |  |
| 4 И-НЕ |  |  |
| 4 ИЛИ-НЕ |  |  |

На рис. 3 представлен пример автоматического синтеза логического элемента инструментом Logic Converter.

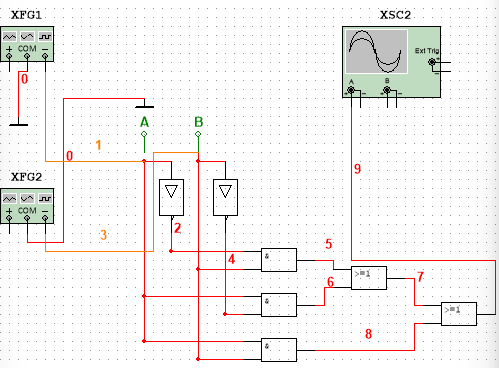
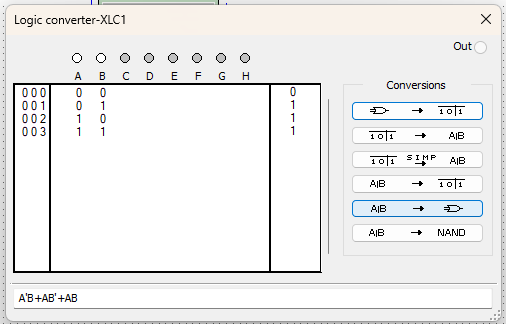
****

Рисунок 3 – Пример синтезированного логического элемента

Для того что бы получить временную диаграмму синтезированного устройства необходимо к его входам подключить генератор функций, а к выходу осциллограф. Исследование синтезированных элементов производить на частоте 500 Гц. На рис. 4 представлены рекомендуемые настройки генератора функций и осциллографа.

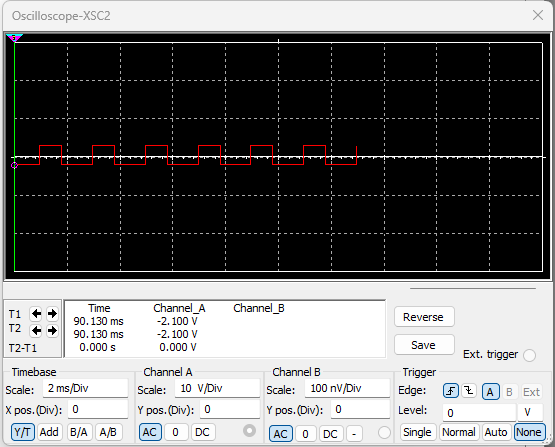
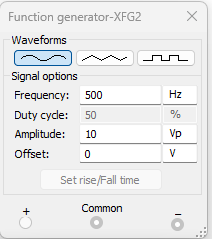


Рисунок 4 – Рекомендуемые настройки генератора функций и осциллографа

**Содержание отчёта:** цель работы, заполненная таблица 1 с выходами таблицы истинности, схемы синтезированных элементов, временные диаграммы синтезированных элементов, выводы.

**Контрольные вопросы.**

1. Перечислите функции инструмента Logic Converter.
2. Что такое СДНФ и СКНФ?
3. Как записать СДНФ, используя таблицу истинности устройства?
4. Как записать СКНФ, используя таблицу истинности устройства?
5. Как разработать схему логического устройства, используя СДНФ?
6. Как разработать логическое устройство, если оно имеет несколько выходов?
7. Что такое минимизация логического выражения?