ИЗУЧЕНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ПОСРЕДСТВОМ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Лекция 2

Лектор: Нұрғалиев М.К.

Цель и результаты лабораторной работы

Что должен освоить студент

Цель работы

Научиться моделировать и разрабатывать электронные схемы на основе логических элементов, реализующие различные логические функции.

Знать

Принцип действия логических элементов, их условные обозначения и таблицы истинности.

Уметь

Собирать логические схемы в MultiSim, получать экспериментальные значения и сравнивать их с расчётными.

План лекции

Последовательность изучения материала

01	**Понятие логического элемента**	Логические уровни, входы и выходы
02	**Базовые логические операции**	И, ИЛИ, НЕ и их таблицы истинности
03	**Инвертирующие и специальные элементы**	И-НЕ, ИЛИ-НЕ, XOR, XNOR
04	**Комбинационные логические схемы**	Реализация составных логических функций
05	**Контрольные вопросы**	Проверка результатов и контрольные вопросы

1. Понятие логического элемента

Электронная схема, выполняющая логическую операцию

Логический элемент — электрическая схема, которая выполняет одну или несколько логических операций над входными данными и формирует результат в виде выходного уровня напряжения.

Входы

Логические переменные задаются низким или высоким уровнем напряжения.

Обработка

Схема выполняет логическую операцию над входными значениями.

Выход

Результат операции представляется логическим уровнем 0 или 1.

Обычно логические элементы реализуются в виде интегральных микросхем.

Логические уровни напряжения

Как физический сигнал интерпретируется как 0 или 1

Логический 0

Низкий уровень напряжения. Соответствует ложному значению логической переменной.

Логическая 1

Высокий уровень напряжения. Соответствует истинному значению логической переменной.

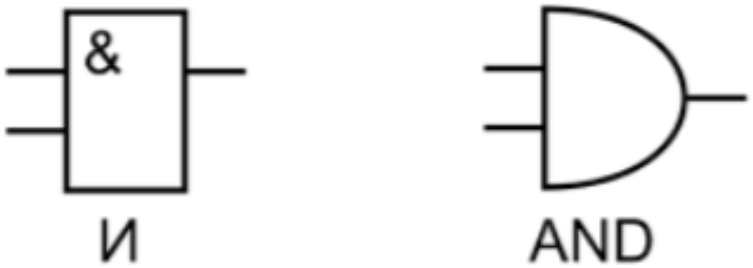
Конкретные диапазоны напряжений определяются электрическими параметрами используемой логической микросхемы.

2. Элемент И (AND)

Логическое умножение — конъюнкция

Выход Y равен 1 только тогда, когда все входы равны 1.

Функция: $Y = A \cdot B$



A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

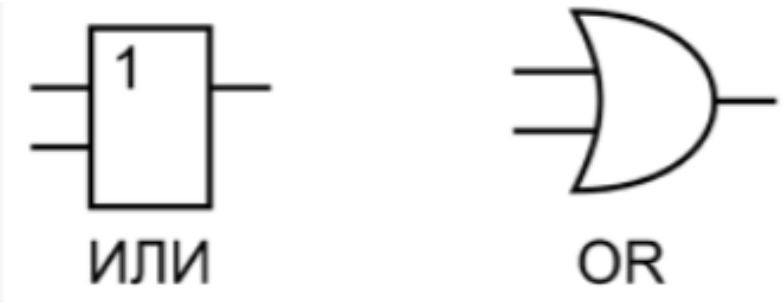
Пример: разрешение работы устройства только при одновременном выполнении двух условий.

Элемент ИЛИ (OR)

Логическое сложение — дизъюнкция

Выход Y равен 1, если хотя бы один вход равен 1.

Функция: Y = A + B



A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

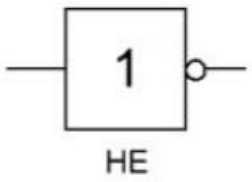
Пример: сигнал тревоги включается при срабатывании хотя бы одного из нескольких датчиков.

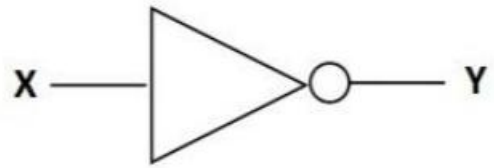
Элемент НЕ (NOT) — инвертор

Логическое отрицание

Инвертор имеет один вход и один выход. Он меняет логическое значение входного сигнала на противоположное.

Функция: $Y = \overline{A}$





A	Y
0	1
1	0

Инвертор часто используется для получения противоположного управляющего сигнала.

Инвертирующие элементы И-НЕ и ИЛИ-НЕ

Сочетание базовой операции и инверсии

И-НЕ (NAND)

Сначала выполняет И, затем инвертирует результат.

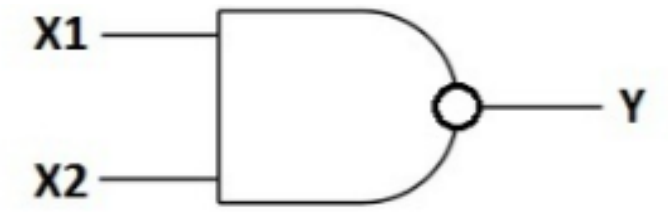
$Y = \overline{(A \cdot B)}$

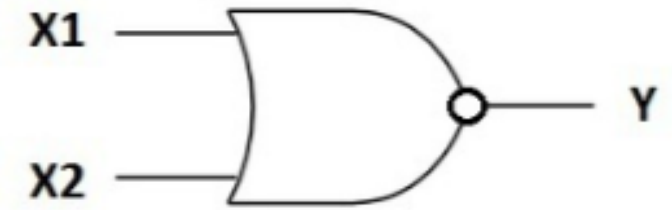
ИЛИ-НЕ (NOR)

Сначала выполняет ИЛИ, затем инвертирует результат.

$Y = \overline{(A + B)}$

NAND даёт 0 только при A=B=1. NOR даёт 1 только при A=B=0.





Таблицы истинности NAND и NOR

Сравните результаты двух инвертирующих элементов

И-НЕ

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

ИЛИ-НЕ

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Исключающее ИЛИ (XOR) и XNOR

Сравнение входных логических значений

XOR — исключающее ИЛИ

Y = 1, если входы различаются (один вход равен 1).

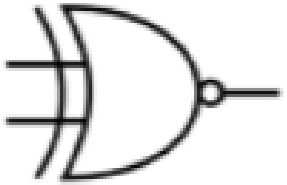
XNOR — исключающее ИЛИ-НЕ

Y = 1, если входы имеют одинаковые значения.

A	B	XOR	XNOR
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1



XOR



NXOR

3. Комбинационные логические элементы

Несколько операций в одной логической функции

Комбинационные элементы выполняют последовательность логических операций над входными переменными и формируют общий выходной результат.

Элемент 2И-ИЛИ

Сначала вычисляет A·B и C·D, затем объединяет результаты операцией ИЛИ.

$Y = A \cdot B + C \cdot D$

Элемент 3-2И-ИЛИ-НЕ

Выполняет операции И для групп входов, затем ИЛИ и инверсию результата.

Пример: $Y = \neg(A \cdot B \cdot C + D \cdot E)$

Составная функция может быть реализована соединением отдельных базовых логических элементов.

Итоги лекции

Основные выводы

Логические элементы

Преобразуют входные логические уровни в выходной сигнал по заданной операции.

Таблицы истинности

Описывают результат функции для всех возможных сочетаний входных переменных.

Условные обозначения

Обозначение логических элементов на электрических схемах

Контрольные вопросы

Понятие и базовые логические элементы

- 1. Что называется логическим элементом?
- 2. Как физически представляются логические 0 и 1?
- 3. Какую операцию выполняет элемент И?
- 4. При каком условии на выходе элемента ИЛИ появляется 1?
- 5. Как работает логический элемент НЕ?
- 6. Почему элемент НЕ называют инвертором?
- 7. Чем элемент И-НЕ отличается от элемента И?
- 8. Чем элемент ИЛИ-НЕ отличается от элемента ИЛИ?
- 9. В чём состоит принцип работы XOR?
- 10. В каком случае на выходе XNOR появляется логическая 1?

Вопросы для обсуждения и закрепления

Небольшие задания перед выполнением лабораторной работы

Задание 1

Постройте таблицу истинности для Y = A·B.

Задание 2

Постройте таблицу истинности для Y = ¬(A+B).

Задание 3

Определите выход XOR при A=1, B=0 и XNOR при A=1, B=1.

Дополнительное задание: объясните, как проверить в MultiSim составную функцию Y = A·B + C·D.

Список литературы

Основной источник и дополнительная литература

- 1. Лабораторная работа № 2. «Изучение логических функций посредством логических элементов». Учебно-методические материалы, предоставленные для занятия. (Основной источник.)
- 2. Mano M. M., Ciletti M. D. Digital Design. 6th ed. Pearson, 2018.
- 3. Tocci R. J., Widmer N. S., Moss G. L. Digital Systems: Principles and Applications. 12th ed. Pearson, 2017.
- 4. Floyd T. L. Digital Fundamentals. 11th ed. Pearson, 2015.
- 5. Harris D. M., Harris S. L. Digital Design and Computer Architecture. 2nd ed. Morgan Kaufmann, 2012.
- 6. National Instruments. Multisim documentation and getting-started resources. Официальная документация программной среды.

Дополнительные учебники расширяют теорию логических схем; порядок выполнения и форма отчёта определяются исходной лабораторной работой.