

## Лабораторная работа №14

### Исследование логических элементов

#### Цель работы

Цель работы — изучить принципы функционирования основных логических элементов цифровой электроники, исследовать их характеристики, временные параметры, таблицы истинности и работу в простейших логических схемах.

#### Оборудование

- Макетная плата
- Набор логических интегральных микросхем (К155ЛА3, К155ЛИ1, К155ЛН1 и др.)
- Блок питания 5 В
- Осциллограф
- Логический анализатор
- Мультиметр

#### Краткие теоретические сведения

Логические элементы — это основные функциональные блоки цифровых устройств, выполняющие операции булевой алгебры: И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ, исключающее ИЛИ и др. Они формируют основу для построения цифровых схем, микропроцессоров, контроллеров и вычислительных систем.

Логический элемент И (AND) формирует на выходе логическую «1» только при условии, что все входы также равны «1». Таблица истинности соответствует операции конъюнкции.

Логический элемент ИЛИ (OR) выдаёт логическую «1», если хотя бы один вход равен «1». Операция дизъюнкции применяется для суммирования логических событий.

Логический элемент НЕ (NOT) инвертирует входной сигнал: логическая «1» преобразуется в «0», и наоборот.

Элементы И-НЕ (NAND) и ИЛИ-НЕ (NOR) являются универсальными, то есть на их основе можно реализовать любую логическую функцию.

Основные параметры логических элементов:

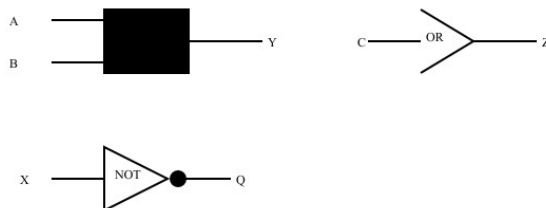
- логические уровни входа и выхода;
- задержка распространения (propagation delay);
- помехоустойчивость;
- токи входов и выходов;
- фан-аут (количество подключаемых элементов).

Временные параметры логического элемента определяются скоростью переключения и зависят от внутренней структуры, емкостей и сопротивлений, а также от технологии изготовления (ТТЛ, КМОП).

Логические элементы ТТЛ характеризуются малой задержкой, но высоким потреблением, тогда как КМОП-логика обладает низким энергопотреблением и высокой помехоустойчивостью.

Исследование логических элементов предполагает снятие временных диаграмм, построение таблиц истинности и анализ характеристик переключения.

### Принципиальные схемы логических элементов



### **Ход работы**

1. Подключить логические элементы к источнику питания.
2. Определить таблицы истинности элементов AND, OR и NOT.
3. Снять временные диаграммы переключений для каждого элемента.
4. Оценить задержку распространения сигналов.
5. Смоделировать работу логических элементов в LTspice и сравнить результаты с экспериментальными данными.

### **Контрольные вопросы**

1. В чём заключается отличие элементов AND и OR?
2. Как работает элемент NOT?
3. Что такое универсальные логические элементы?
4. Какие параметры влияют на скорость работы логического элемента?
5. Чем отличаются логические технологии ТТЛ и КМОП?

### **Литература**

- Кузнецов В.Г. — Цифровая схемотехника. — М.: Академия, 2021. — 320 с.
- Поляков А.П. — Основы цифровой электроники. — СПб.: Лань, 2020. — 280 с.
- Громов И.С. — Основы схемотехники. — М.: ИНФРА-М, 2019. — 350 с.