# ШИФРАТОР И ДЕШИФРАТОР

Лекция 6

Лектор: Нұрғалиев М.К.

# Цель и результаты обучения

Что необходимо освоить перед выполнением лабораторной работы

### Цель

Изучить принципы работы шифратора и дешифратора, составлять их логические уравнения и проверять схемы.

### Знать

Назначение кодера и декодера, позиционный и двоичный коды, семисегментное отображение.

### Уметь

Строить схемы, проверять таблицы истинности и реализовывать заданные цифровые функции.

**Ключевая идея: шифратор преобразует позиционный код в двоичный, дешифратор выполняет обратное преобразование.**

# План лекции

Структура изучения темы

| | | |
|---|---|---|
| 01 | **Понятие и назначение шифратора** | Позиционный код и преобразование в двоичный |
| 02 | **Принцип работы шифратора** | Таблица соответствия и логические уравнения |
| 03 | **Понятие и принцип работы дешифратора** | Преобразование двоичного кода в позиционный |
| 04 | **Семисегментный дешифратор** | Преобразование кода для цифрового индикатора |
| 05 | **Дешифратор на 16 выходов** | Структура и управляющие входы |

# 1. Шифратор: понятие и назначение

Кодер преобразует позиционный код в двоичный

**Шифратор (кодер) — цифровое устройство, преобразующее сигнал на одном из входов в n-разрядное двоичное число.**

### Вход

На одном из входов появляется логическая 1. Номер активного входа задаёт кодируемое число.

### Выход

На выходах формируется двоичный код номера активного входа.

# Позиционный код и двоичное представление

Пример преобразования восьми входных позиций

| Активная позиция | Двоичный код (4,2,1) |
|---|---|
| 1 | 000 |
| 2 | 001 |
| 3 | 010 |
| 4 | 011 |
| 5 | 100 |
| 6 | 101 |
| 7 | 110 |
| 8 | 111 |

# Логическая реализация шифратора

Формирование каждого выходного разряда

**Для получения выходного бита объединяют операцией ИЛИ те входные линии, для которых в соответствующем столбце таблицы стоит 1.**

### Младший разряд

Объединяются входы, соответствующие числам 2, 4, 6 и 8.

### Средний разряд

Объединяются входы, у которых второй выходной бит равен 1.

### Старший разряд

Объединяются входы, у которых старший выходной бит равен 1.

# Десятичный шифратор 10 → 4

Преобразование десятичной цифры в двоичный код

**Шифратор имеет десять входов (0–9) и четыре выхода с весами 8, 4, 2, 1. Активный вход определяет двоичный код соответствующей цифры.**

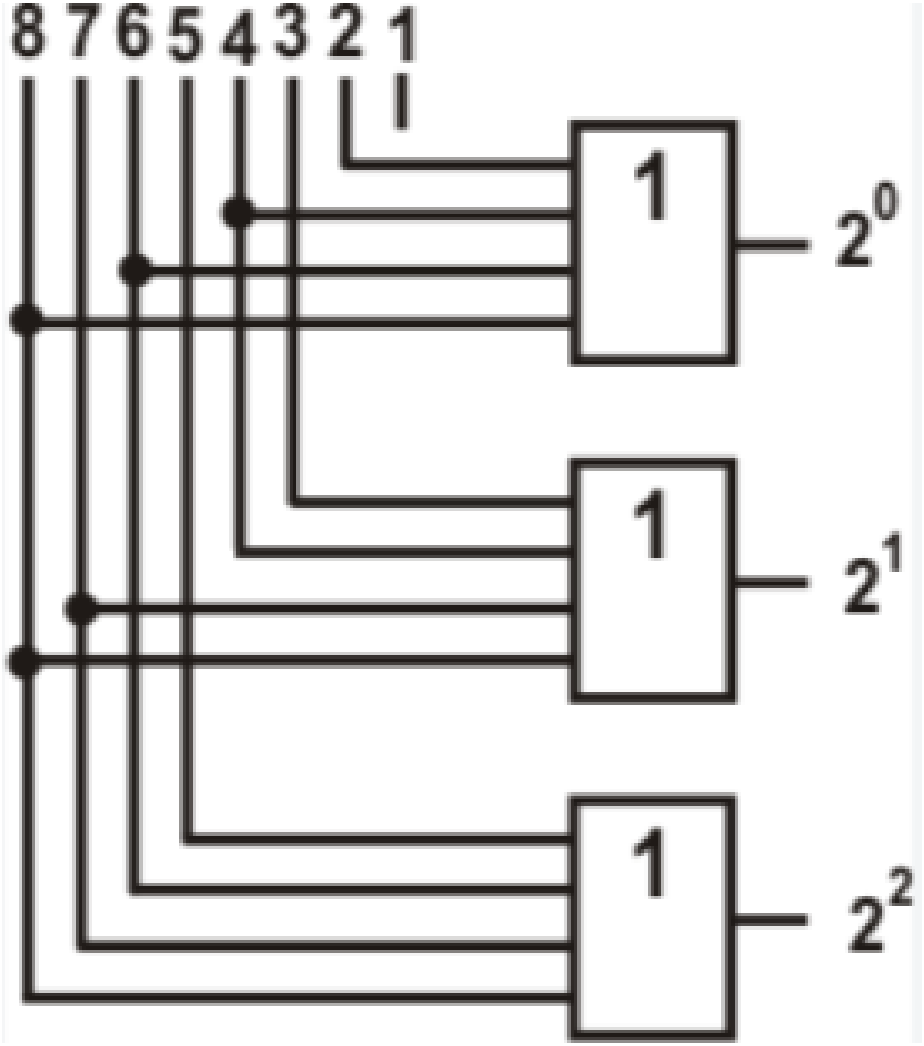
### Пример: активен вход 7

На выходах с весами 8, 4, 2, 1 формируется код 0111.

### Вход стробирования

Некоторые шифраторы имеют вход стробирования, который позволяет выделить сигнал в определённый момент времени.

# Шифратор 8-3



# 2. Дешифратор: понятие и назначение

Декодер выполняет обратное преобразование

**Дешифратор (декодер) — устройство, преобразующее двоичный код в позиционный или иной код.**

### Вход

На входы поступает двоичная комбинация из n разрядов.

### Выход

Активируется соответствующий выход, связанный с заданной двоичной комбинацией.

Для формирования выходных функций используются прямые и инверсные значения входных переменных.

# Принцип логической реализации дешифратора

Прямые и инверсные сигналы

- Каждому выходу соответствует одна входная двоичная комбинация.
- Для распознавания комбинации используются прямые и инверсные значения входных переменных.
- Инверторы формируют дополнения входных битов.
- Элементы И формируют выходные функции для заданных наборов.
- Для n-разрядного кода полная схема дешифратора имеет $2^n$ выходных комбинаций.

# Количество элементов дешифратора

Зависимость структуры от числа входных разрядов

### 3 входных разряда

$2^3 = 8$ выходных комбинаций; для формирования инверсий используются 3 инвертора.

### 4 входных разряда

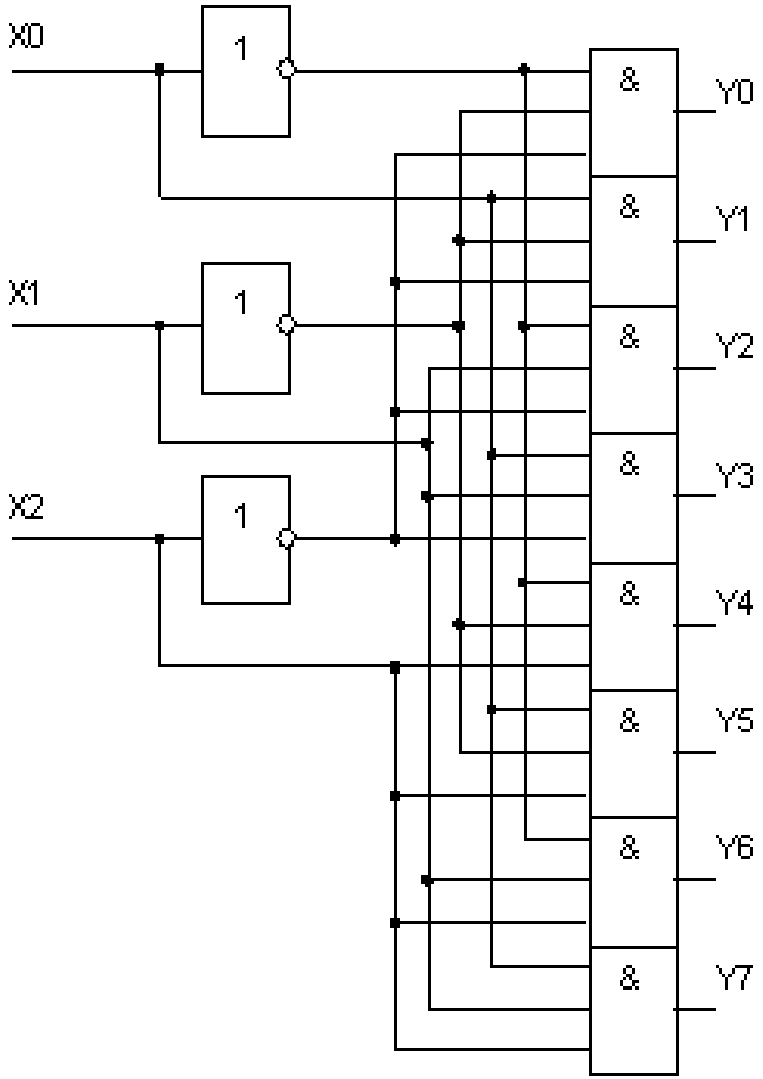
$2^4 = 16$ выходов; нужны 4 инвертора и 16 четырёхвходовых элементов И.

### Общее правило

Дешифратор n-разрядного двоичного числа имеет $2^n$ выходов.

**Количество выходов растёт экспоненциально с увеличением числа входных разрядов.**

# Дешифратор 3-8



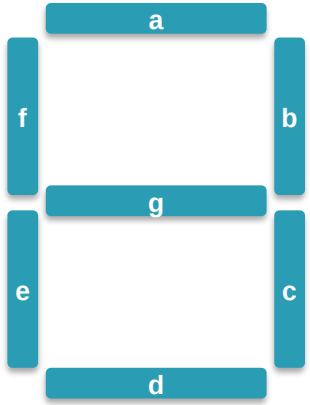
# 3. Семисегментный дешифратор

От двоичного кода — к изображению цифры на индикаторе

**Семисегментный дешифратор преобразует двоичный код цифры в сигналы управления семью сегментами цифрового индикатора.**

### Вход

Четырёхразрядный двоичный код 8-4-2-1.




### Выход

Семь управляющих сигналов a–g.

Таблица соответствия двоичного и семисегментного кодов для цифр 0–9 приведена на страницах 3–4 методички.

# Таблица семисегментного кода

Фрагмент таблицы из методических материалов

| Цифра | 8421 | a b c d e f g |
|---|---|---|
| 0 | 0000 | 1 1 1 1 1 1 0 |
| 1 | 0001 | 0 1 1 0 0 0 0 |
| 2 | 0010 | 1 1 0 1 1 0 1 |
| 3 | 0011 | 1 1 1 1 0 0 1 |
| 4 | 0100 | 0 1 1 0 0 1 1 |
| 5 | 0101 | 1 0 1 1 0 1 1 |
| 6 | 0110 | 1 0 1 1 1 1 1 |
| 7 | 0111 | 1 1 1 0 0 0 0 |
| 8 | 1000 | 1 1 1 1 1 1 1 |
| 9 | 1001 | 1 1 1 1 0 1 1 |

1 означает включённый сегмент; 0 — выключенный (согласно таблице методички).

# Контрольные вопросы

Понятия и принципы работы

- 1. Что называется шифратором (кодером)?
- 2. Какой код преобразует шифратор?
- 3. Как формируется двоичный код на выходах шифратора?
- 4. Какую функцию выполняют логические элементы ИЛИ в схеме шифратора?
- 5. Для чего предназначен вход стробирования?
- 6. Что называется дешифратором (декодером)?
- 7. Почему при построении дешифратора необходимы прямые и инверсные сигналы?
- 8. Какое число выходов имеет дешифратор с n входными разрядами?
- 9. Чем семисегментный дешифратор отличается от обычного позиционного дешифратора?
- 10. Какие сегменты используются в семисегментном индикаторе?

# Список литературы

Основной источник и дополнительная литература


- 1. Лабораторная работа № 6. «Исследование шифратора и дешифратора». Учебно-методические материалы, предоставленные для занятия.
- 2. Mano M. M., Ciletti M. D. Digital Design. 5th ed. Pearson, 2013.
- 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.