Учебный курс
Принципы построения и
функционирования ЭВМ

Лекция 5

Синтез цифровых устройств

профессор ГУ-ВШЭ, доктор технических наук Геннадий Михайлович Алакоз

Роль и место булевой алгебры

Последовательность действий синтеза вычислительных устройств:

- 1. Словесное описание функции
- 2. Таблица истинности
- 3. Алгебраическое выражение
- 4. Логическая схема

Булева алгебра рассматривается как абстрактная модель аппарата, описывающая его работу.

Последовательность действий в аппаратной среде

- 1. Физико-технический процесс
- 2. Транзистор
- 3. Вентиль
- 4. Узел
- 5. Блок
- 6. Устройство

Минимизация алгебраического выражения

Минимизация алгебраического выражения проводится по двум критериям:

- 1. Минимум аппаратных затрат (вентилей)
- 2. Минимум времени задержки (в узле, блоке или устройстве)

В современной микроэлектронике доминирует второй критерий, т.е. время задержки в системе стараются снизить в ущерб количеству вентилей

Законы Булевой алгебры

Законы эквивалентности

$$X + 1 = 1$$

$$X + 0 = X$$

$$X * 1 = X$$

$$X * 0 = 0$$

$$X = \overline{X}$$

$$X * X = X$$

$$X + X = X$$

Применение и физический смысл

• Сочетательный (ассоциативный) закон:

$$X3 + (X2 + X1) = (X3 + X2) + X1$$

 $X3 * (X2 * X1) = (X3 * X2) * X1$

• Переместительный (коммутативный) закон:

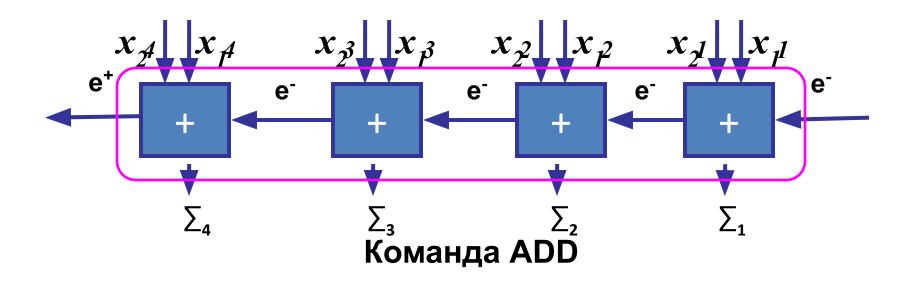
• Распределительный (дистрибутивный) закон:

Правила Де-Моргана

$$X2 * X1 = \overline{\overline{X2} + \overline{X}}1$$

$$X1 + X2 = \overline{\overline{X1}} * \overline{X2}$$

Многоразрядный сумматор



Сравнение поразрядно

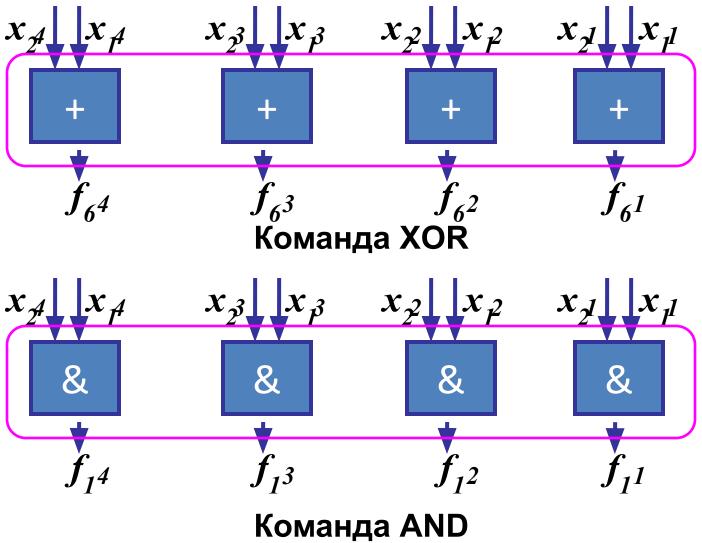
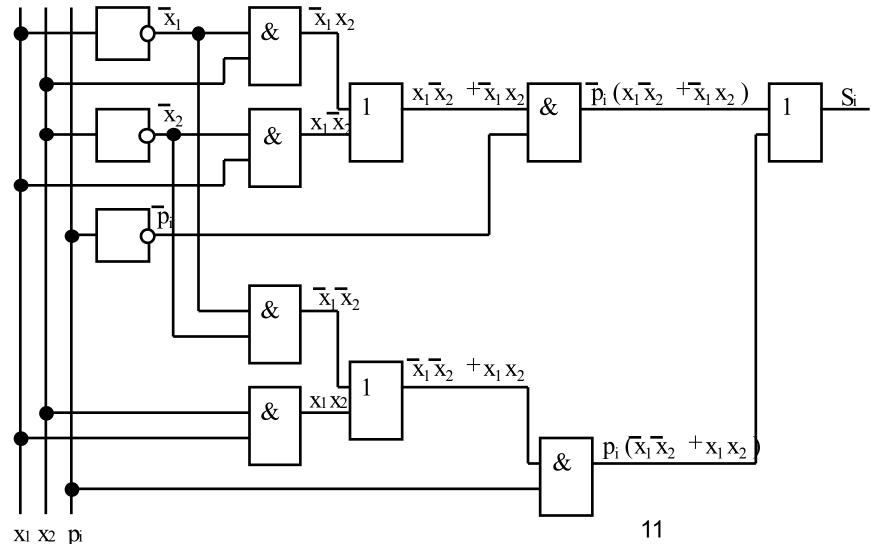


Таблица истинности для функции одноразрядного сумматора

e ⁻	x ₂	x ₁	Σ	e ⁺
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

$$\sum_{=}^{-}$$
 $\begin{bmatrix} x_1 \oplus x_2, \text{ если } e^- = 0 \\ \hline x_1 \oplus x_2, \text{ если } e^- = 0 \end{bmatrix}$

Функциональная схема полного одноразрядного сумматора



Устройства коммутации

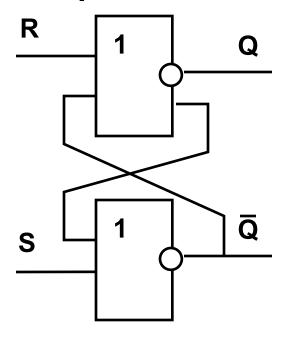


Все рассмотренные узлы являются:

- Комбинационные автоматами, если в них реакция зависит только от содержимого входных переменных.
- Конечными автоматами, если реакция зависит от содержимого входных переменных и внутреннего состояния.

Триггеры

Асинхронный R-S триггер



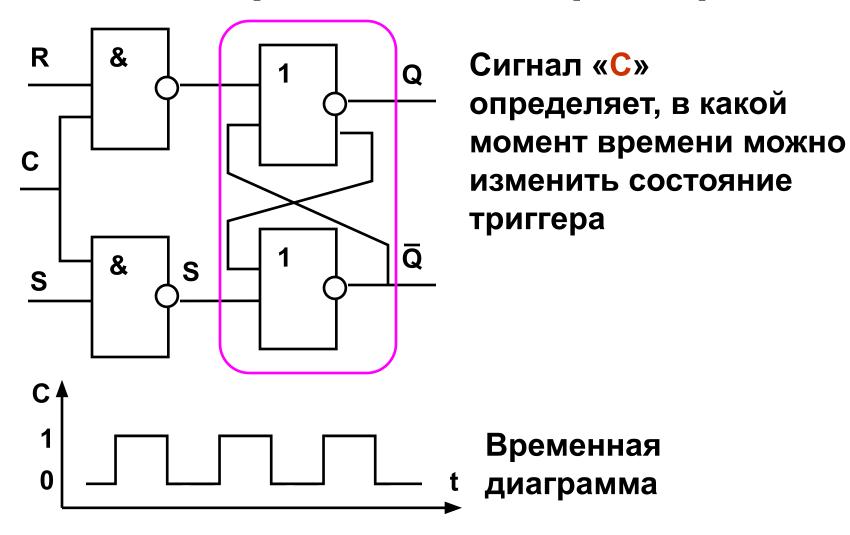
S – set (установить)

R – reset (сбросить)

Функция R-S триггера

S	R	Q(t+1)
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	*

Синхронный R-S триггер



Двухполупериодный RS-триггер

