

# Устройства сравнения КОДОВ

---

ЦИФРОВЫЕ КОМПАРАТОРЫ

# Назначение устройств сравнения КОДОВ

---

Устройства сравнения кодов предназначены для выработки выходного сигнала в случае, когда поступающие на их входы коды двух чисел оказываются одинаковыми.

# Цифровой компаратор

---

В устройствах цифровой электроники обычно используются сигналы двух уровней — высокого и низкого. Такие сигналы называют цифровыми.

Цифровой компаратор является электронным устройством берущим два числа в двоичном виде и определяющим является ли первое число меньшим, большим или равным второму числу.

# Примеры цифровых компараторов

---

КМОП — 4063 и 4585, ТТЛ — 7485 и 74682-89.

# Применение

---

Цифровые компараторы применяются для выявления нужного числа (слова) в цифровых последовательностях, для выполнения условных переходов.

**Схемы сравнения, или компаратор,** обычно строятся как поразрядные. Они широко используются и автономно, и в составе более сложных схем, например при построении сумматоров.

# Компаратор напряжений

---

Аналоговым эквивалентом цифрового компаратора является компаратор напряжений.

Некоторые микроконтроллеры имеют аналоговые компараторы на некоторых своих входах, которые могут быть считаны или включать прерывание.

# *Цифровой компаратор*

---

предназначен для сравнения двух  $n$ -разрядных двоичных чисел  $A=\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$  и  $B=\{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ .

В результате сравнения требуется установить либо факт равенства  $A=B$  для всех  $i$  в диапазоне от 1 до  $n$ , т.е.  $a_i=b_i$ , либо факт неравенства, если хотя бы в одном разряде.

---

Цифровые компараторы ( от английского compare – сравнивать) выполняют сравнение двух чисел  $A$ ,  $B$  одинаковой разрядности, заданных в двоичном или двоично-десятичном коде.

В зависимости от схемного исполнения компараторы могут определять равенство  $A=B$  или неравенства  $A<B$ ,  $A>B$ .

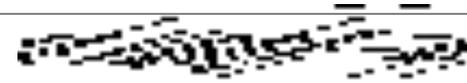
Результат сравнения отображается в виде логического сигнала на одноименных выходах, в случае выполнения условия на выходе 1.

Факт равенства отдельных разрядов определим функцией  $y_i$ , заданной следующей таблицей истинности:

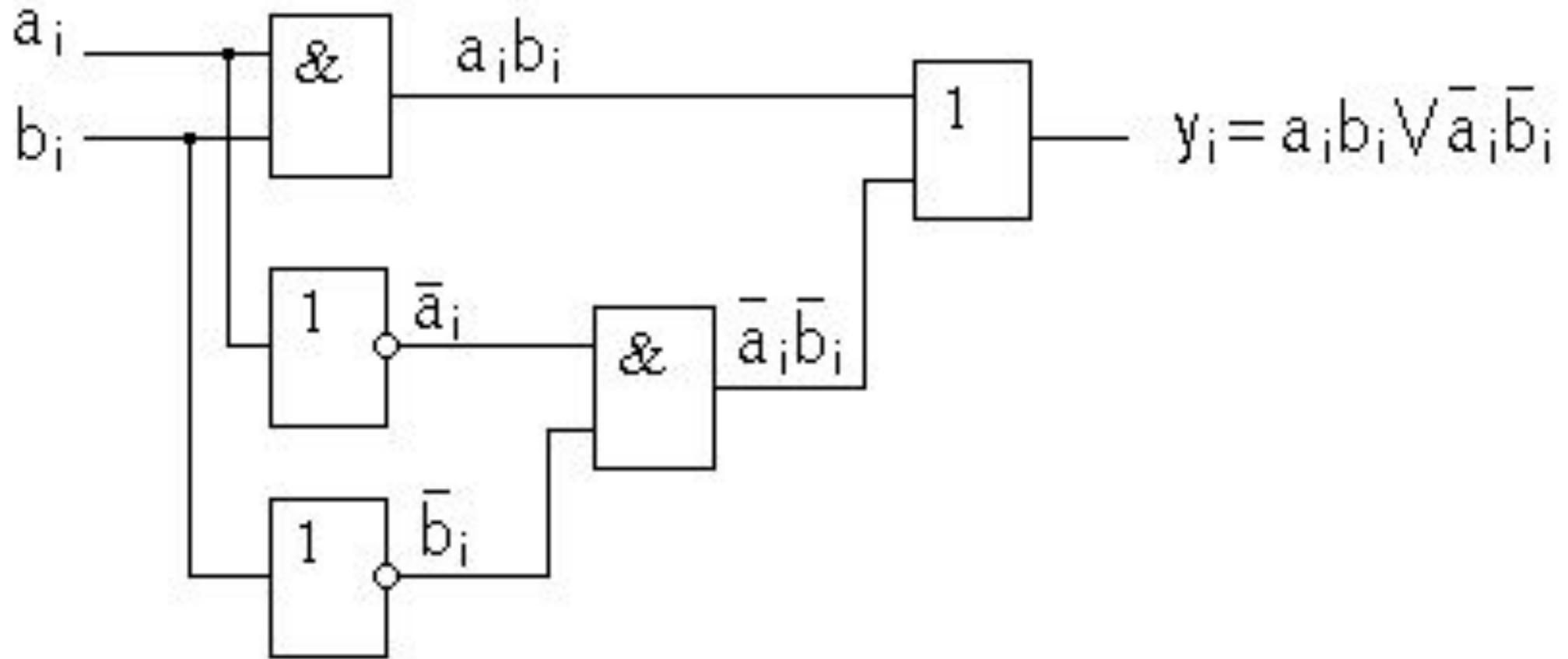
Входы		Выход
$a_i$	$b_i$	$y_i$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

# Определим функцию алгебры логики по ТИ

---



# Изобразим структурную схему устройства



Проинвертируем функцию  $y_i$  и преобразуем ее, используя законы отрицания алгебры логики:

---

$$\overline{\overline{y_i}}$$

$$\overline{\overline{y_i}}$$

$$\overline{\overline{\overline{y_i}}}$$

$$\overline{\overline{\overline{\overline{y_i}}}}$$

---

Числа А и В считаются равными, если разрядные коэффициенты чисел А и В оказываются одинаковыми, то есть, если  $a_i = b_i = 1$  или  $a_i = b_i = 0$ . Эти равенства можно привести к одному:

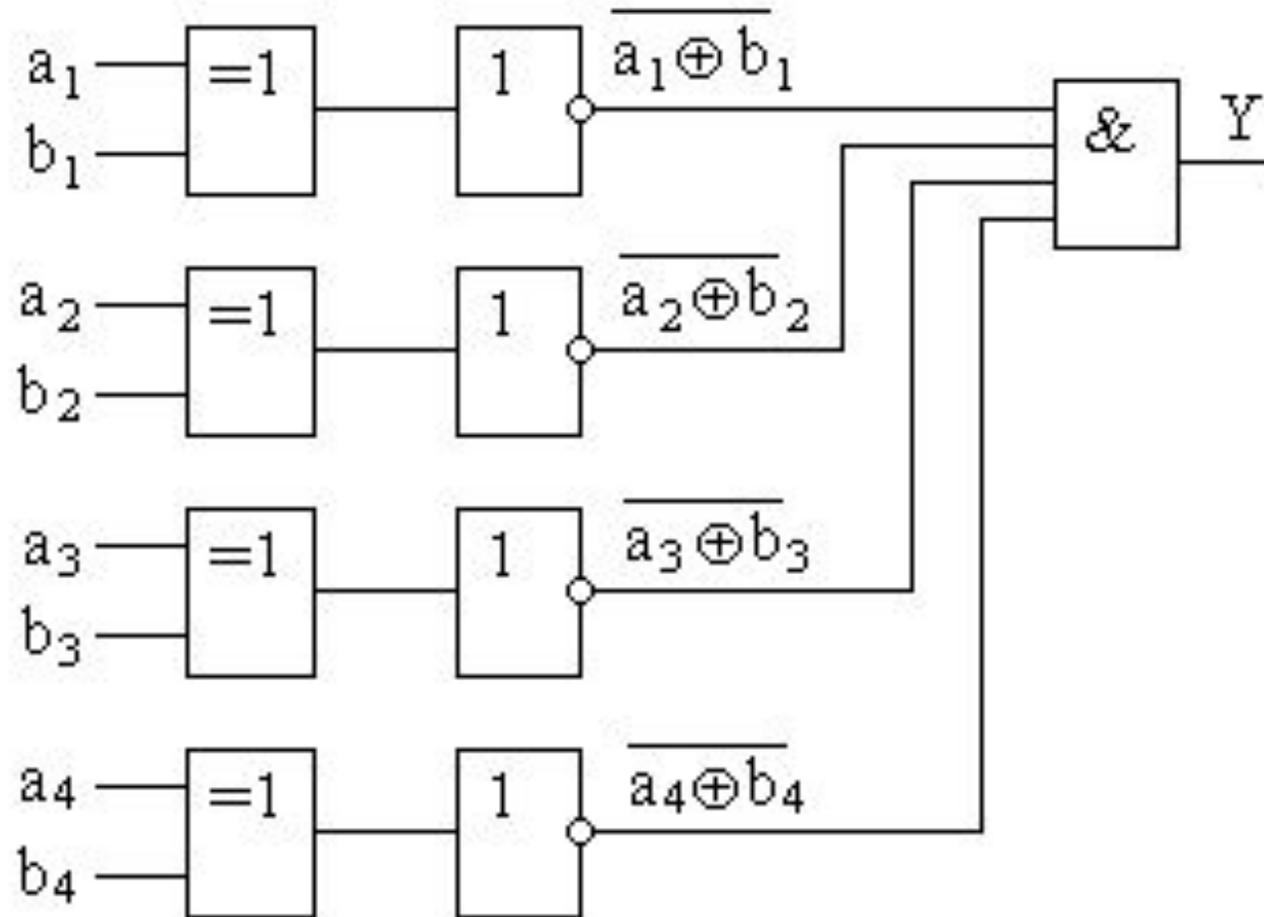
Поскольку это равенство выполняется для каждого разряда, то выходной сигнал Y можно представить в виде логической функции:

$$a_i b_i + \bar{a}_i \bar{b}_i = 1$$

где n —

$$Y = (a_1 b_1 + \bar{a}_1 \bar{b}_1) \cdot \dots \cdot (a_n b_n + \bar{a}_n \bar{b}_n) = \prod_{i=1}^n (a_i b_i + \bar{a}_i \bar{b}_i),$$

Для перехода от равенства отдельных разрядов к функции равенства  $Y$  всего кода необходимо установить факт наличия логических единиц во всех  $n$  разрядах.



# Соотношения сравнения

---

Выпускаемые промышленностью цифровые компараторы устанавливают обычно не просто факт равенства или неравенства чисел  $A$  и  $B$ , но и определяют большее из них, т.е. устанавливают следующие соотношения чисел  $A$  и  $B$ :  $A > B$ ,  $A < B$ ,  $A = B$ .

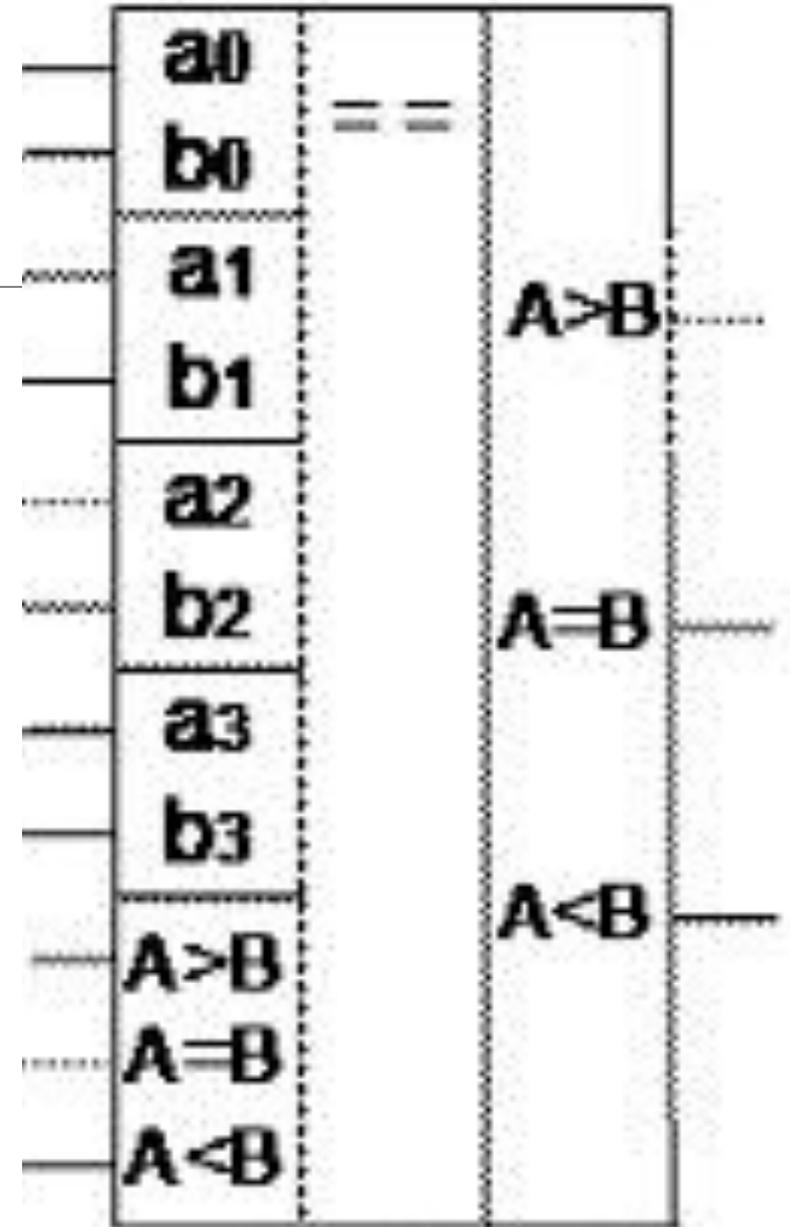
***Цифровые компараторы являются универсальными элементами сравнения, которые помимо констатации равенства двух чисел, могут установить какое из них больше.***

# Сравнение многоразрядных чисел

---

- Для сравнения многоразрядных чисел используется следующий алгоритм. Сначала сравниваются значения старших разрядов.
- Если они различны, то эти разряды и определяют результат сравнения.
- Если они равны, то необходимо сравнивать следующие за ними младшие разряды, и т. д.
- Цифровые компараторы выпускают в виде отдельных микросхем. Например, К561ИП2 позволяет сравнивать два 4-разрядных числа с определением знака неравенства.

УГО МС К561ИП2  
приведено на рисунке



---

Устройство обладает свойством наращиваемости разрядности сравниваемых чисел.

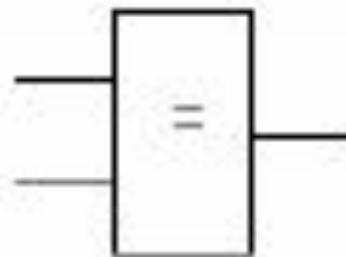
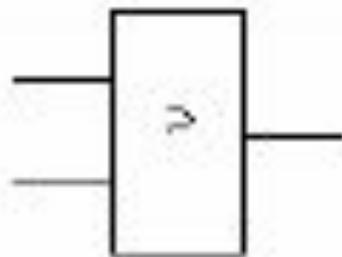
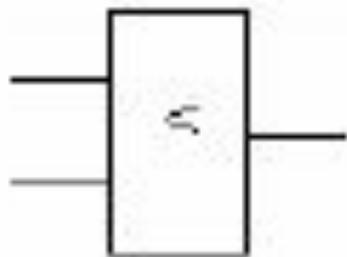
Для сравнения, например, 8-разрядных чисел можно применить две четырёхразрядные микросхемы.

Для этой цели в МС К561ИП2 предусмотрены три дополнительных входа:  $A > B$ ,  $A = B$  и  $A < B$ , к которым подводятся соответствующие выходы микросхемы, выполняющей сравнение младших разрядов.

Если используется только одна микросхема, то на вход  $A = B$  надо подать лог. «1», а на входы  $A < B$  и  $A > B$  — дог. «0».

# Логические схемы компараторов

---

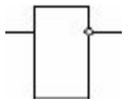
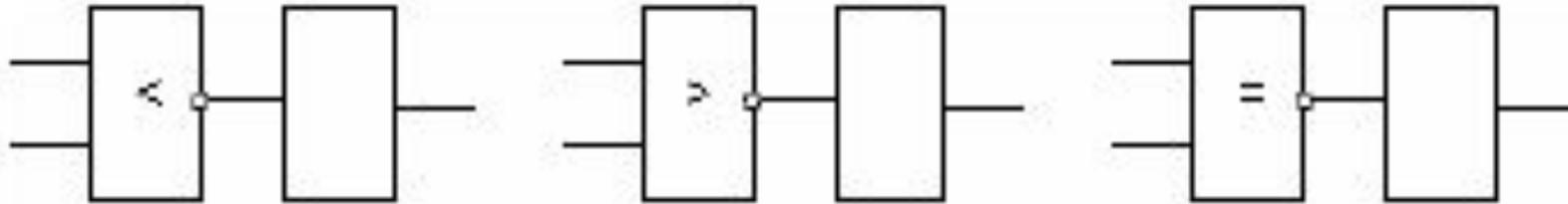


---

Операциям сравнения ( $A < B$ ,  $A = B$ ,  $A > B$ ) соответствуют структурные формулы ( $A' \cdot B$ ,  $A' \cdot B' + A \cdot B$ ,  $A \cdot B'$ ).

# Компараторы $\geq$ , $\leq$ , $\diamond$

---

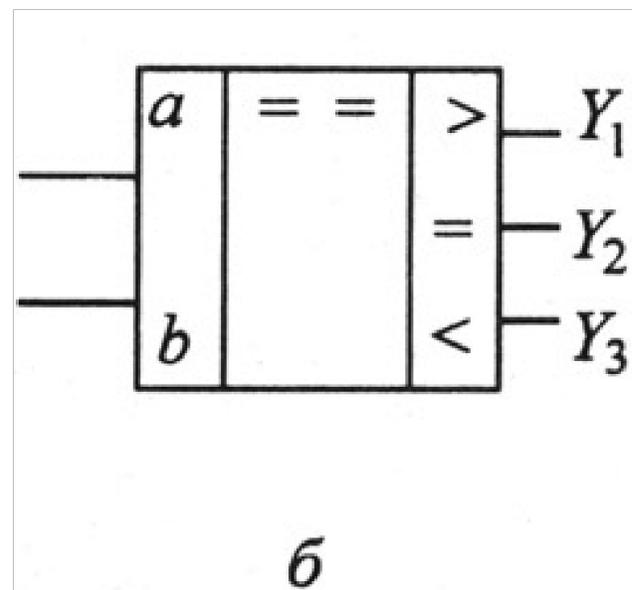
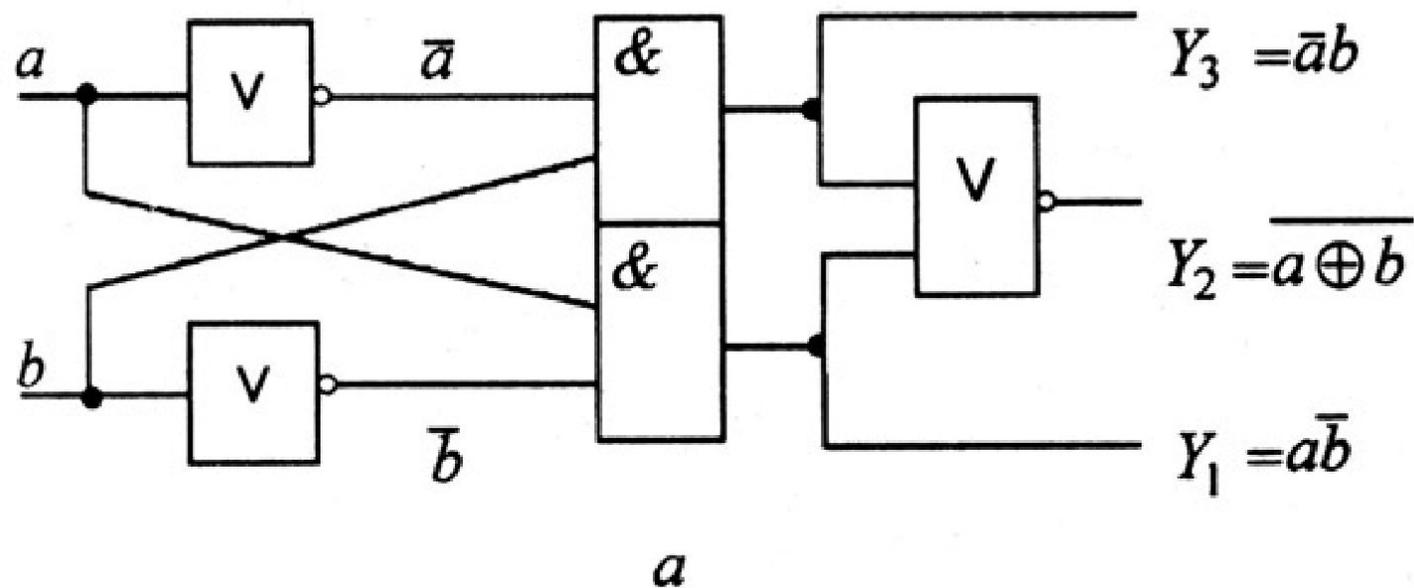


# Логические функции

---

Логические функции компараторов ( $\leq$ ,  $\geq$ ,  $\lt\gt$ ) выглядят:  $(A' \cdot B)'$ ,  $(A \cdot B)'$ ,  $(A' \cdot B' + A \cdot B)'$ .

# СХЕМЫ



# ДЗ

---

1. Какие функции выполняет цифровой компаратор, в каких устройствах он может быть использован?
2. Составьте схему устройства, объединяющую все три компаратора.
3. Исследуйте составленные схемы устройств.
4. Операция сложения по модулю 2. Таблица истинности. Обозначение на схеме