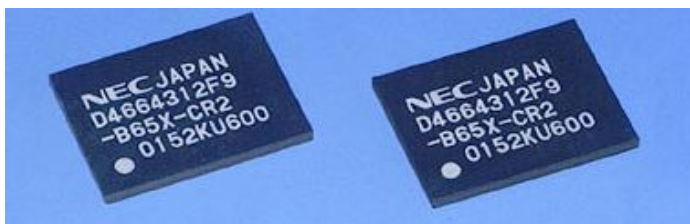




Импульсные и цифровые устройства



Импульсные устройства

Общие сведения

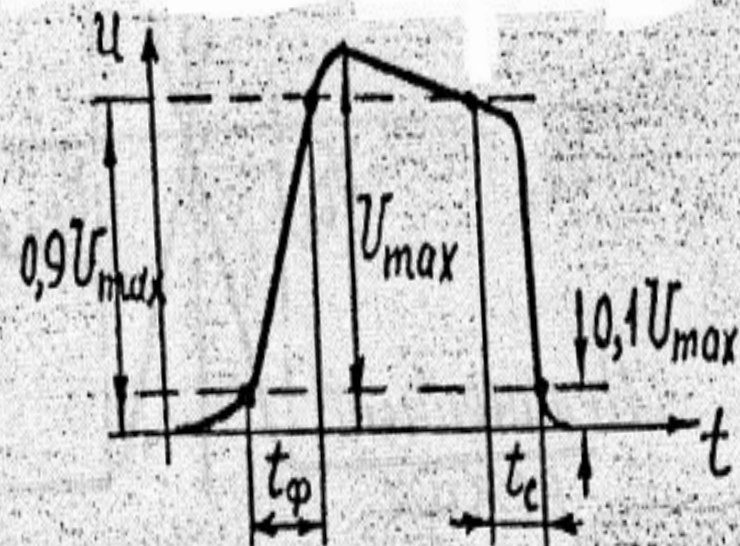
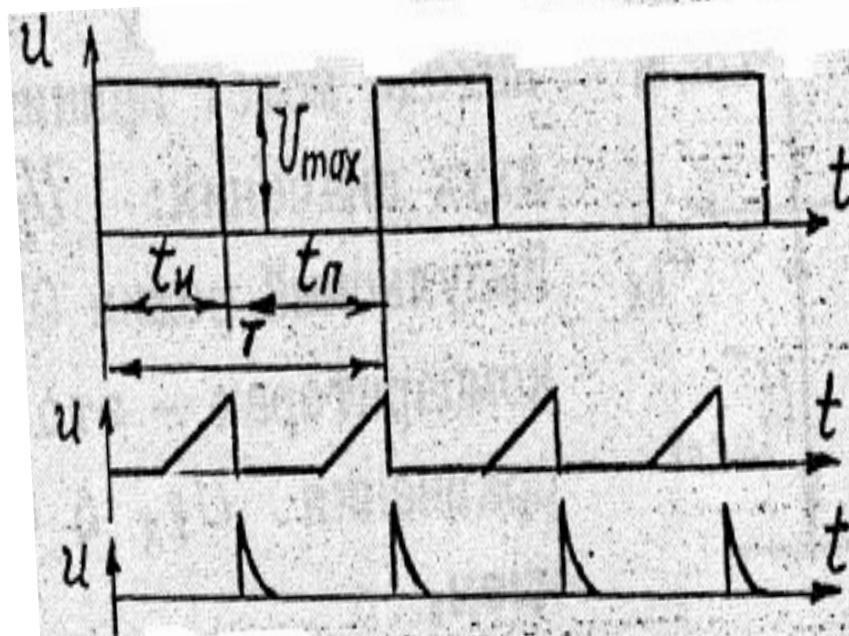
Кроме напряжения синусоидальной формы в практике электротехники и электроники применяются напряжения других форм. Наиболее широко применяется **импульсное напряжение**.

Импульсным называется прерывистое во времени напряжение (сигнал) любой формы.

Под формой сигнала понимается закон изменения во времени напряжения или тока.

Широкое применение импульсных сигналов обусловлено рядом причин:

- сочетанием импульсов и пауз легко передавать дискретную информацию;
- импульсный сигнал оказался единственно приемлемой формой при создании радиолокации;
- необходим для работы систем синхронизации;
- удобен для управления многими производственными процессами;
- наличие пауз между импульсами позволяет уменьшить мощность, потребляемую от источника питания;
- во время паузы можно передавать информацию от других.



Наиболее широко применяются импульсы прямоугольной, пилообразной экспоненциальной и колокольной формы. Импульсы характеризуются:

- амплитудой U_{max} ,
- длительностью t_u ,
- длительностью паузы t_n ,
- периодом повторения $T = t_u + t_n$,
- частотой повторения $F = 1/T$,
- скважностью $Q_u = T/t_u$.

В реальных устройствах прямоугольные импульсы характеризуются также длительностью фронта t_ϕ и среза t_c . Фронт и срез определяют в течение нарастания или спада напряжения от $0,1 U_{max}$ до $0,9 U_{min}$.

Электронные ключи

Устройства, выполняющие обработку импульсных сигналов, называются импульсными устройствами.

Среди различных импульсных устройств видное место занимают электронные ключи.

Через идеальный разомкнутый ключ ток не протекает.

Напряжение на идеальном замкнутом ключе равно нулю.

Смена состояния ключа происходит под действием сигналов, подаваемых на один или нескольких входов.

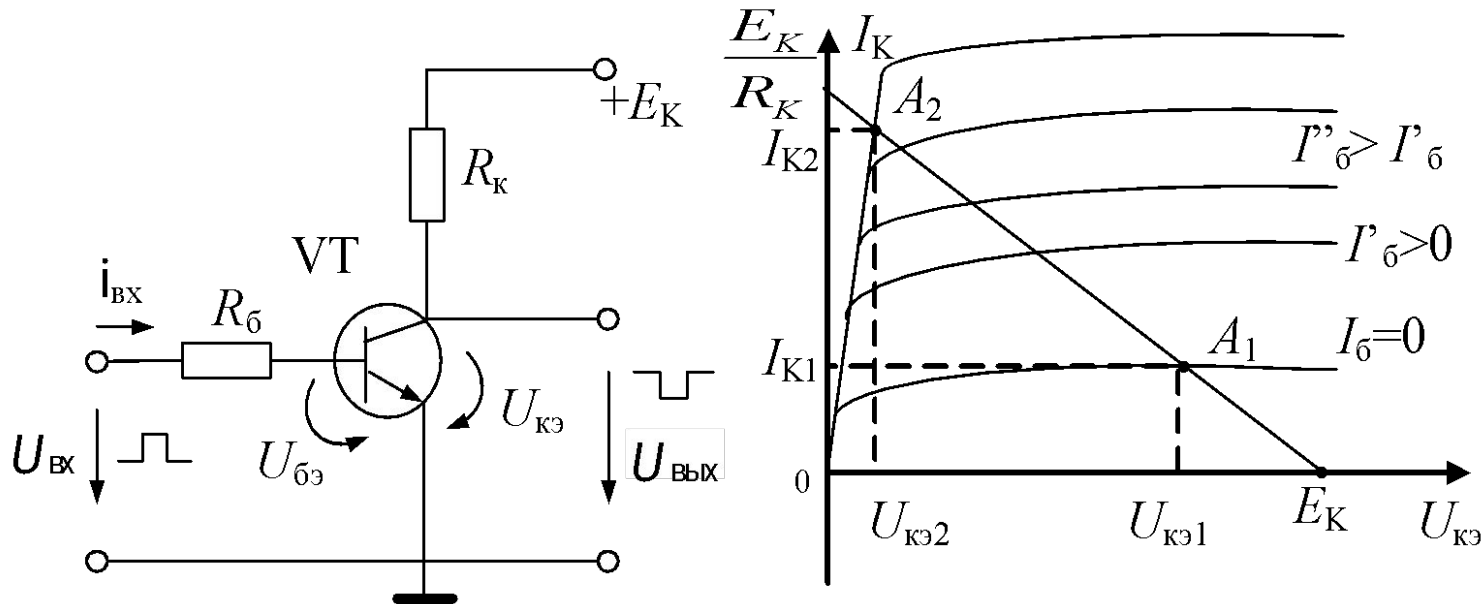
Наиболее широкое применение в качестве электронных ключей нашел транзисторный каскад по схеме с ОЭ в ключевом режиме.

Ключевой режим транзистора

В семействе выходных характеристик проводим ВАХ резистора R_K , удовлетворяющую уравнению:

$$U_{KЭ} \approx E_K - R_K \cdot I_K$$

. Этот график называют статической линией нагрузки и строят по двум точкам.



1) Режим отсечки (точка A_1) Этот режим реализуется при отрицательном смещении базы $U_{БЭ} < 0$, $I_B = 0$ (транзистор закрыт);

2) режим насыщения (точка A_2), когда транзистор открыт:

Переход из режима отсечки в режим насыщения осуществляется подачей $U_{BX} > 0$. При этом повышению U_{BX} соответствует понижение $U_{BЫX}$. Поэтому ключ называют инвертирующим.

ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ



Основой построения любого устройства, использующего цифровую информацию, являются элементы двух типов: **логические и запоминающие**. Логические элементы выполняют простейшие логические операции над цифровыми сигналами. Запоминающие элементы служат для хранения цифровой информации (состояния разрядов кодовой комбинации).

Логическая операция состоит в преобразовании по определенным правилам входных цифровых сигналов в выходные. Математически цифровые сигналы обозначают поразрядно символами, например, x_1, x_2, x_3, x_4 . Их называют **переменными**. Каждая переменная может принимать значение "0" или "1". Результат логической операции часто обозначают F или Q . Он также может иметь значение "0" или "1".

Взаимосвязь переменных образуют логическую функцию $F = f(x)$. Так как аргумент принимает конечное значение, а именно (1 или 0), то число возможных логических функций всегда конечно и равно: $N = 2^m$

где – $m = 2^n$ число наборов логических переменных, n – число независимых переменных.

Для функции одной переменной $F = f(x)$ $n = 1$; $m = 2$; $N = 4$, т. е. существуют четыре варианта функции:

x	F_I	F_{II}	F_{III}	F_{IV}
0	0	0	1	1
1	0	1	0	1

F_I - нулевая функция; F_{II} – функция повторения; F_{III} - инверсия; F_{IV} – единичная функция.

Математическим аппаратом логики является **алгебра Буля**. В булевой алгебре над переменными "0" или "1" могут выполняться три основных действия:

логическое сложение, логическое умножение и логическое отрицание

Логические элементы — устройства, предназначенные для обработки информации в цифровой форме (последовательности сигналов высокого — «1» и низкого — «0» уровней в двоичной логике)



**типы логических
схем**

```
graph TD; A[типы логических схем] --> B[Логические схемы принятия решений]; A --> C[Логические схемы памяти]; B --> D[контролируют двоичные сигналы на входах и выдают выходные сигналы]; C --> E[используются для хранения двоичных данных];
```

*Логические
схемы
принятия
решений*

**контролируют
двоичные сигналы
на входах и
выдают выходные
сигналы**

*Логические
схемы памяти*

**используются для
хранения
двоичных данных**

Элемент
И

Элемент
ИЛИ

Элемент
НЕ

Существуют следующие основные
логические элементы

Элемент
НЕ-И

Элемент
ИЛИ-НЕ

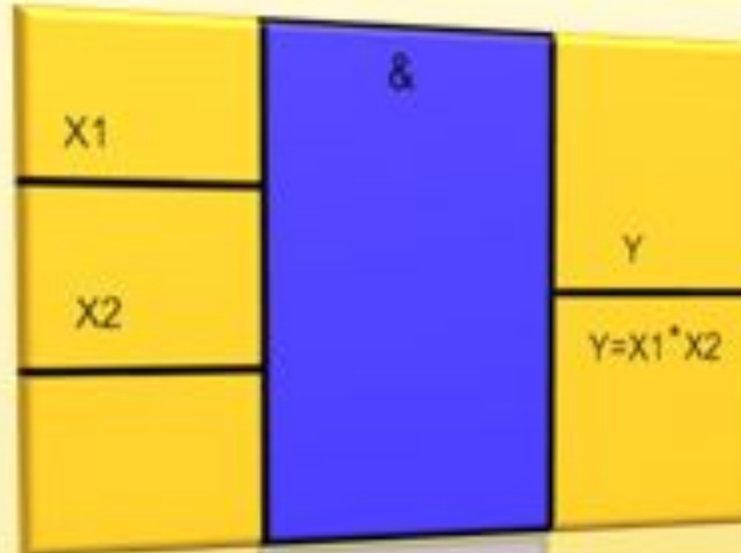
Элемент
исключающие
ИЛИ

ЭЛЕМЕНТ И



Элемент И – это логическая схема, имеющая два или более входа и один выход.

Выполняет операцию умножения



Элемент И с двумя входами

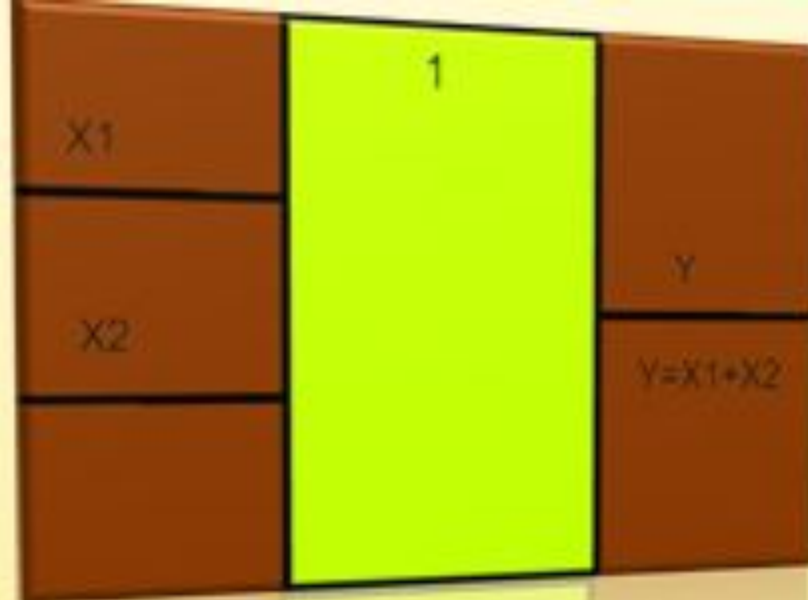
Если на все входы поступают сигналы 1, то на выходе 1.

Если на какой-либо из входов поступает 0, то на выходе 0

ВХОДЫ		ВЫХОД
X1	X2	Y
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

В элементе ИЛИ может
быть любое число входов
и один выход

Выполняет операцию сложения



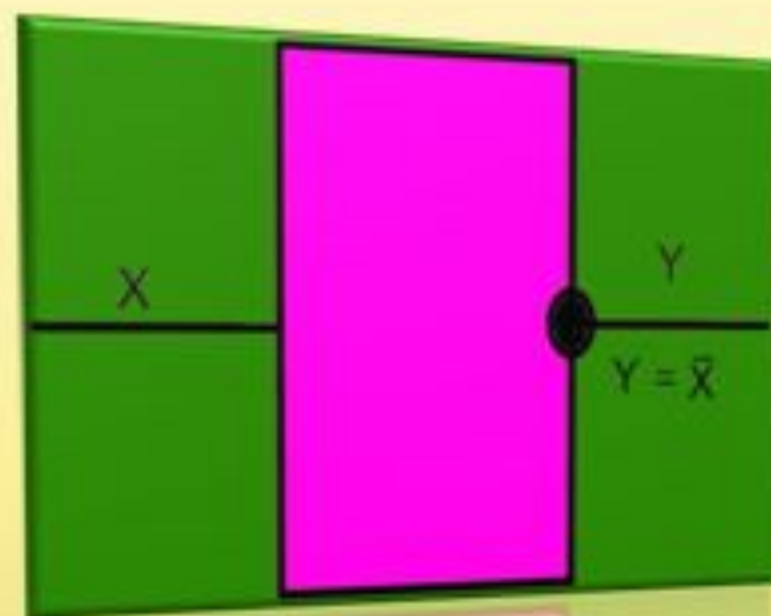
Элемент ИЛИ с двумя входами

Если хотя бы на один
вход подана 1, то на
выходе будет 1.

Если на все входы поданы
сигналы 0, то на выходе 0.

Вхо ды		Выхо д
$X1$	$X2$	Y
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

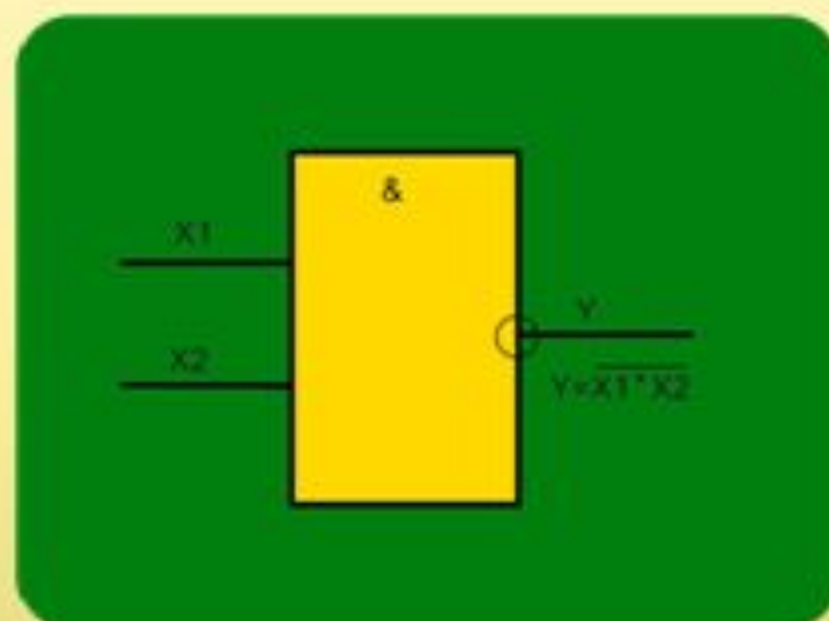
Элемент НЕ выполняет функцию, которая называется инверсией или отрицанием. Поэтому его обычно называют **инвертором**. Его цель: сделать состояние выхода противоположным состоянию входа.



Элемент НЕ

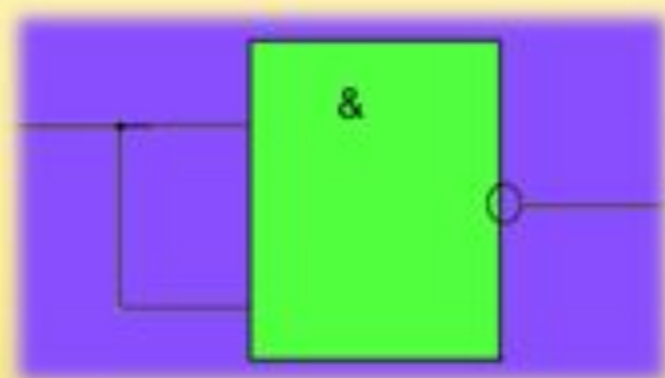
Вход	Выход
X	Y
1	0
0	1

Из элементов И, ИЛИ, НЕ можно
скомпановать следующие элементы

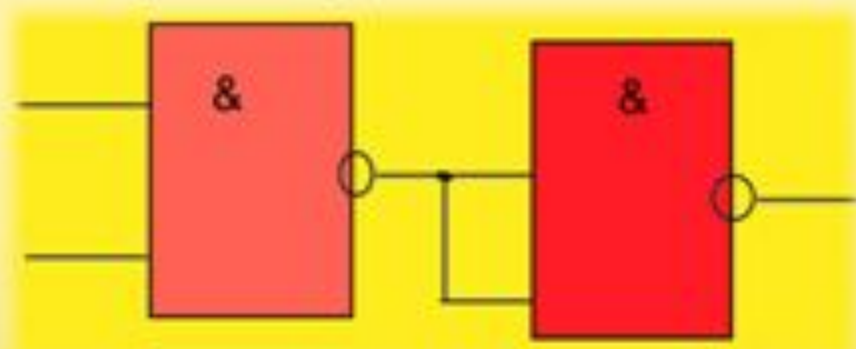


Элемент И-НЕ

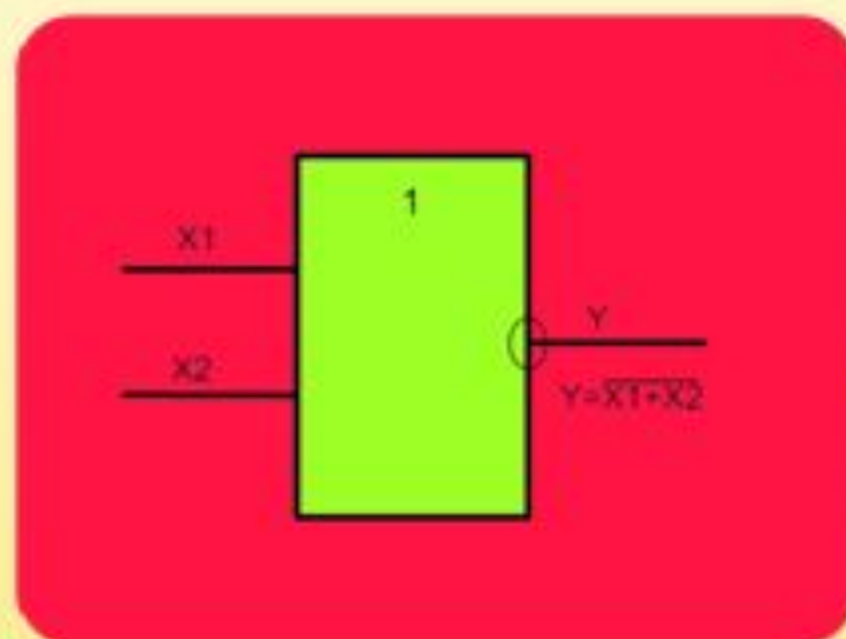
Элемент И-НЕ может использоваться для создания элемента И, элемента ИЛИ, инвертора или любой комбинации этих функций.



Инвертор из
элементов ИЛИ



Элемент И из ИЛИ

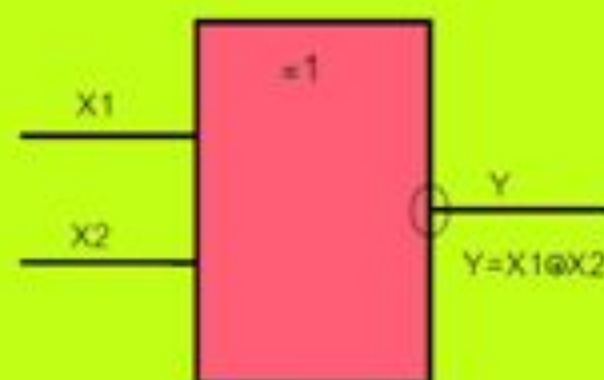


Элемент ИЛИ-НЕ

Элемент ИЛИ-НЕ является комбинацией инвертора и элемента ИЛИ. На выходе появляется 1 только тогда, когда на оба входа поданы 0. Во всех других случаях на выходе появляются 0.

Входы		Выход
X1	X2	Y
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

Существуют элементы ИЛИ-НЕ с двумя, тремя, четырьмя и восемью входами.



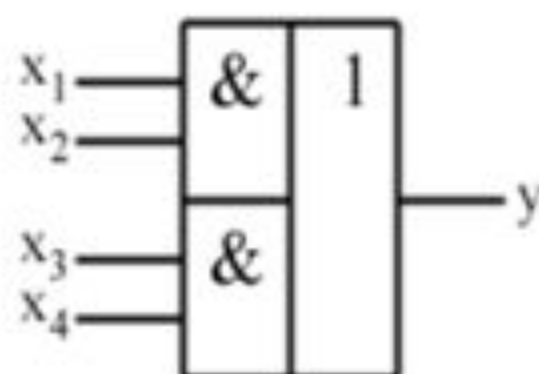
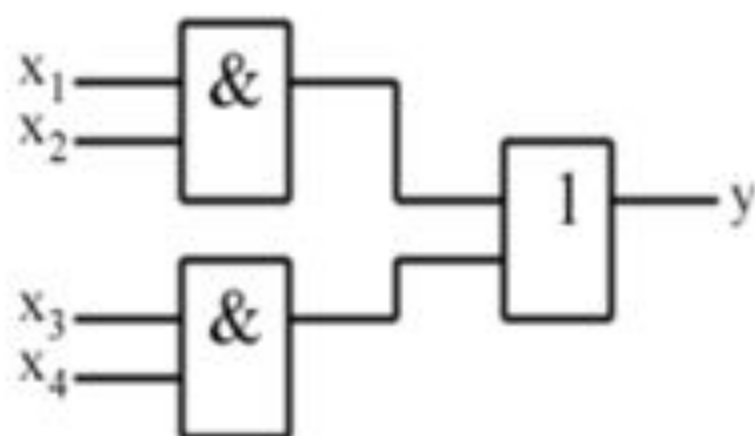
Элемент исключающий ИЛИ

Элемент, исключаящий ИЛИ имеет только два входа.
Если на каком-либо входе 1, то на выходе будет 1. Когда же на оба входа подаётся 1 или 0, на выходе элемента будет 0.

Вхо ды		Выхо д
X2	X1	Y
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Существуют и более сложные логические элементы, выполняющие несколько логических операций над своими входными данными.

Элемент
2И-ИЛИ

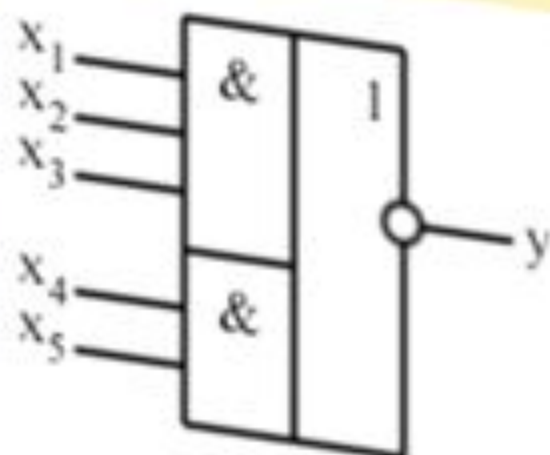


2И-ИЛИ

3И-ИЛИ

сначала выполняет операцию логического умножения над парами операндов x_1, x_2 и x_3, x_4 , а затем выполняет операцию логического сложения над полученными результатами, т.е. $y = x_1x_2 + x_3x_4$

Элемент
3-2И-ИЛИ-НЕ



$$y = \overline{x_1 x_2 x_3 + x_4 x_5}$$

3-2И-ИЛИ-НЕ

3-2И-ИЛИ-НЕ

Логические элементы используются



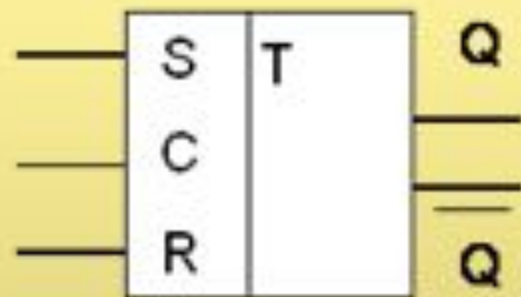
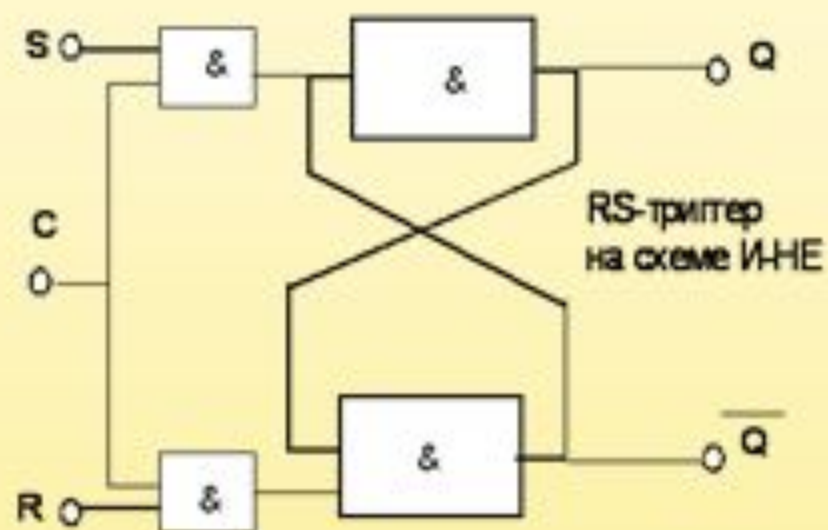
Самостоятельные
части схемы



Входить в состав более
сложной цифровой
комбинационной схемы
или схемы с памятью.

Как самостоятельные части схемы, логические элементы могут применяться в качестве управляющей логики какого-либо устройства, а также в качестве генератора прямоугольных импульсов с подключённой ёмкостью или кварцевым резонатором

В качестве комбинационных схем логические элементы используются в составе микросхем БИС и СБИС, а также в дешифраторах и шифраторах, выполненных в виде отдельных микросхем. Также, логические элементы могут входить в состав схем с памятью (триггеры, регистры, счётчики и т.д.), выполненных в виде отдельной микросхемы или в составе других микросхем.



Логические операции "ИЛИ", "И"

Логическое сложение (дизъюнкция или операция *ИЛИ*) записывается в виде

$$F = x_1 + x_2 + \dots + x_n.$$

Правила выполнения операции *ИЛИ* заключаются в следующем:

X1	X2	F
0	0	0;
0	1	1;

X1	X2	F
1	0	1;
1	1	1.

Логические схемы, реализующие операцию *ИЛИ*, называют *ячейками ИЛИ*.

Простейшая реализация логической ячейки *ИЛИ* осуществляется на диодах

Логическое умножение (конъюнкция или операция *И*) записывается в виде

$$F = x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n.$$

Правила выполнения операции *И* заключаются в следующем:

X1	X2	F
0	0	0;
0	1	0;

X1	X2	F
1	0	0;
1	1	1.

Логические схемы, реализующие операцию *И*, называются *ячейками И*.

Простейшая реализация логической ячейки *И* осуществляется на диодах.

Техническая реализация логических элементов "ИЛИ", "И"

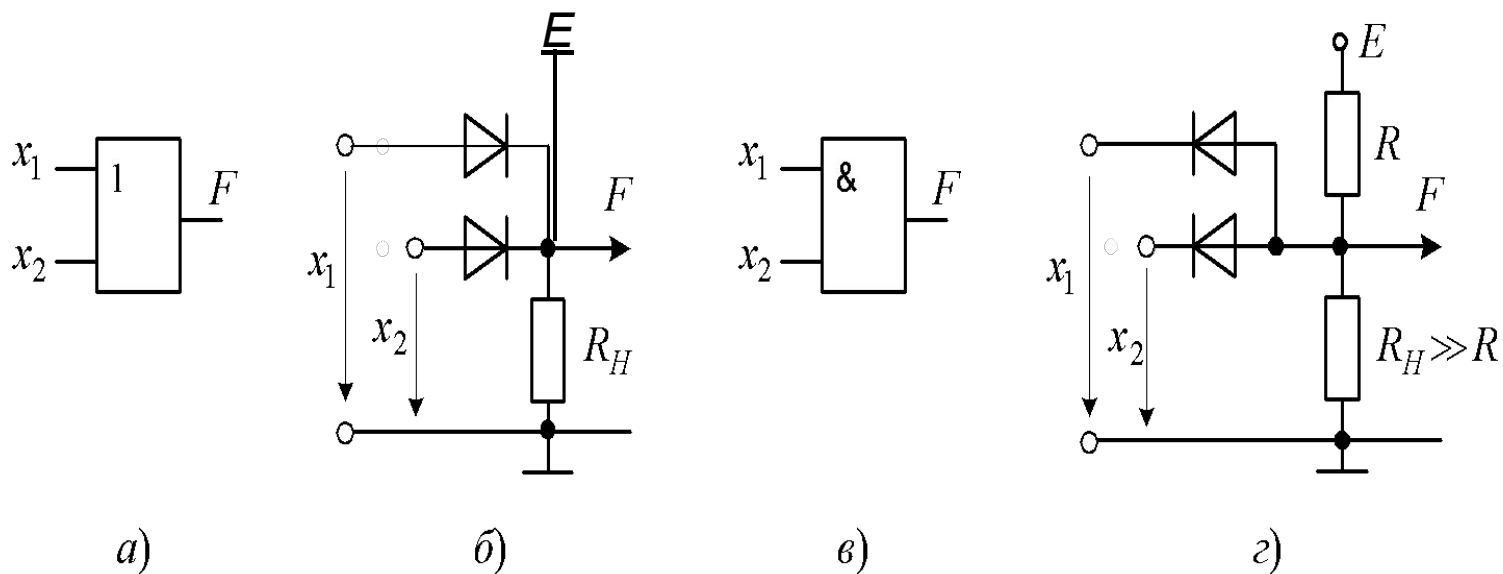


Рис. 29.1. Условное обозначение логических ячеек *ИЛИ* а), *И* б) и их простейшие схемы в) и г) соответственно

Напряжение на выходе схемы будет равно E ($F=1$), если хотя бы на один из входов будет подан единичный сигнал.

Напряжение на выходе $U_{\text{вых}} \sim E(F = 1)$ будет только в том случае, если все диоды будут закрыты, т. е. на всех входах будет потенциал E (логическая 1). В противном случае открывшийся диод шунтирует нагрузку и $U_{\text{вых}} = 0$.

Логическая операция "НЕ"

Логическое отрицание (инверсия или операция *НЕ*) записывается в виде

$$F = \bar{x}$$

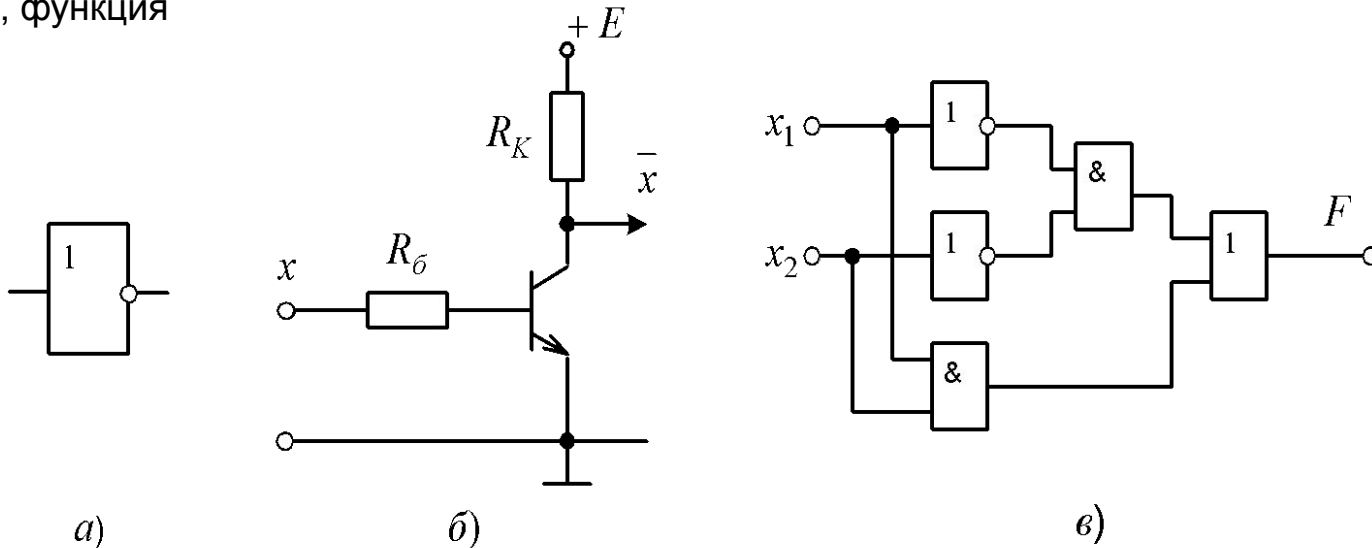
и читается: *F* равно не *x*. Правила выполнения операции *НЕ* заключаются в

следующем: $\bar{0} = 1$; $\bar{1} = 0$;

Логические схемы, реализующие операцию *НЕ* называются ячейками *НЕ*. Операция *НЕ* может быть реализована схемой

транзисторного ключа

Рассмотренные логические операции и схемы позволяют реализовать сколь угодно сложную логическую функцию. Например, функция $F = \bar{x}_1 \cdot x_2 + x_1 \cdot \bar{x}_2$ реализуется пятью логическими элементами, в том числе два элемента *И*, два элемента *НЕ* и один элемент *ИЛИ*.



Условное обозначение а), простейшая схема логической ячейки НЕ б) и пример реализации логической функции в)

Все логические элементы выпускаются в микросхемном исполнении.