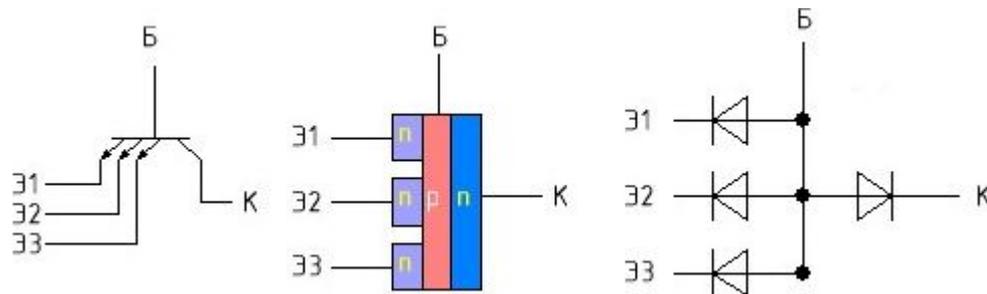


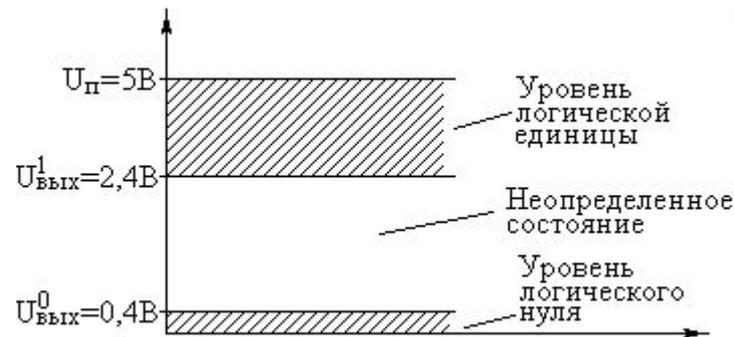
Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ)

Многоэмиттерные транзисторы

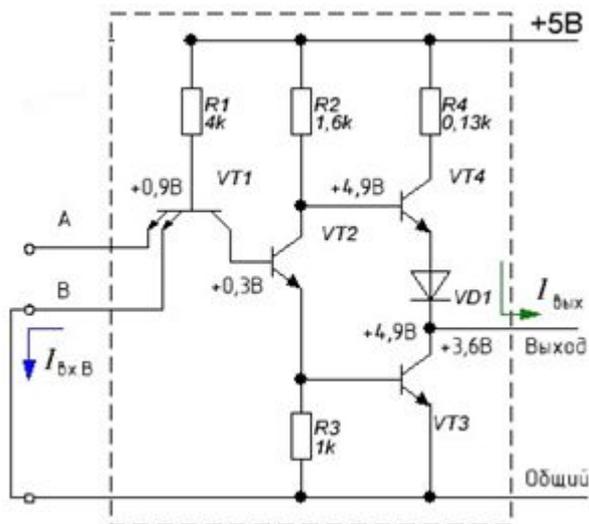
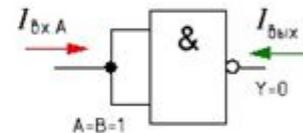
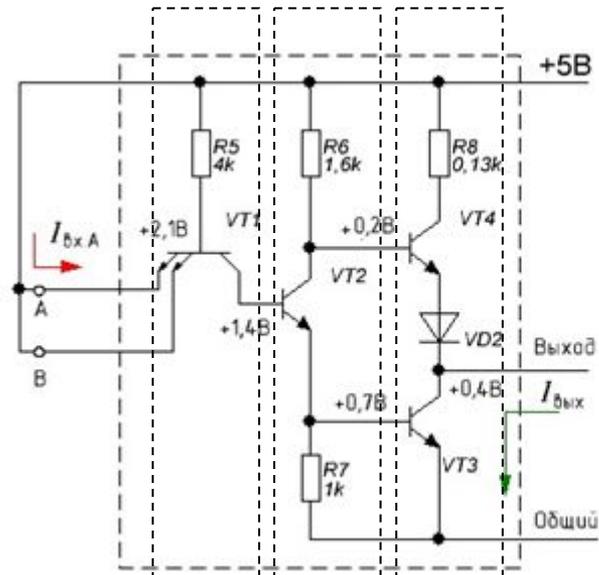
Биполярный транзистор, который имеет несколько эмиттерных областей. называют **многоэмиттерным транзистором**



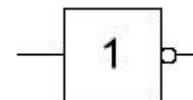
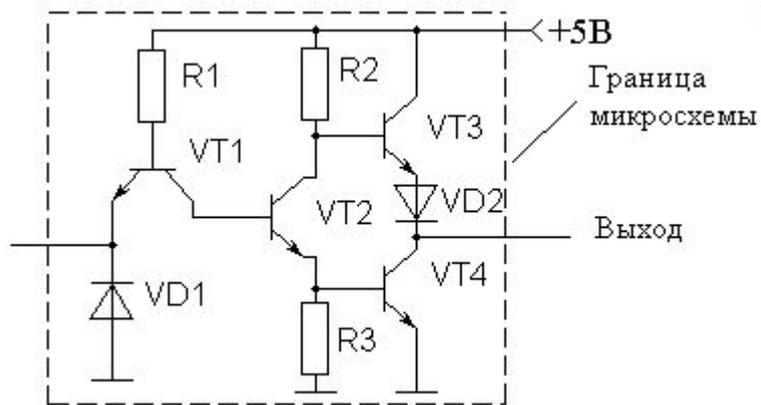
Многоэмиттерные транзисторы, в которых каждая эмиттерная область имеет отдельный внешний вывод, используются в транзисторно-транзисторной логике в качестве логического элемента «И».



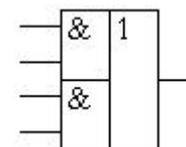
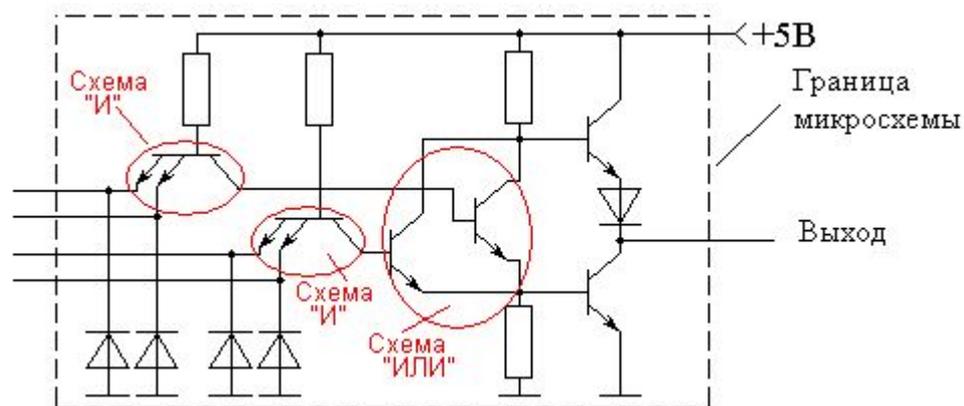
Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ)



Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ)



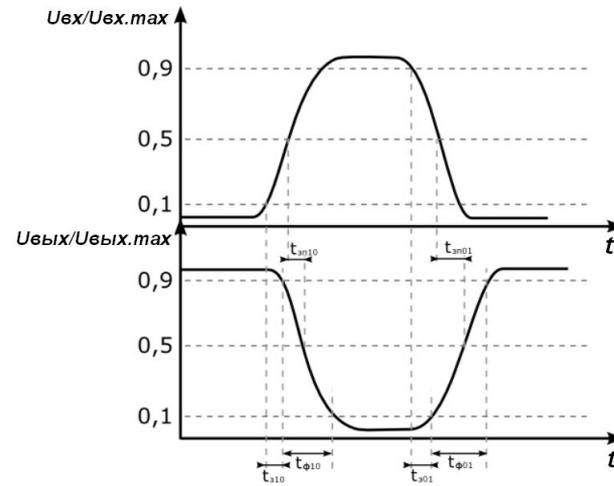
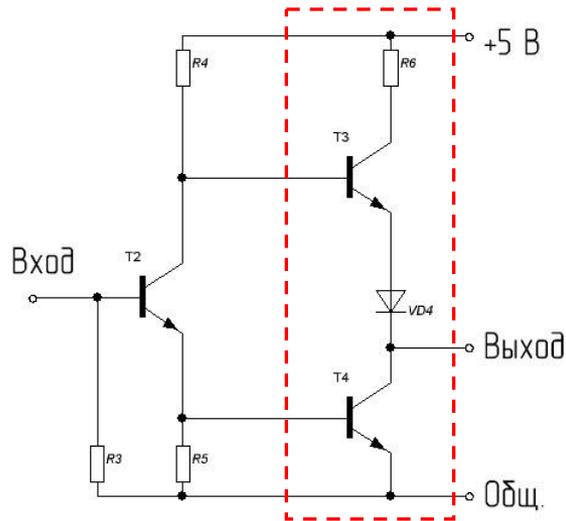
Принципиальная схема ТТЛ микросхемы "НЕ"



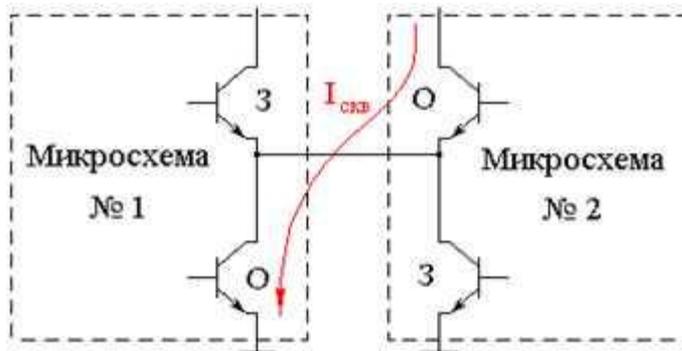
Принципиальная схема ТТЛ микросхемы "2И-ИЛИ-НЕ"

Выходные каскады ТТЛ

Двухтактный (сложный) выходной каскад

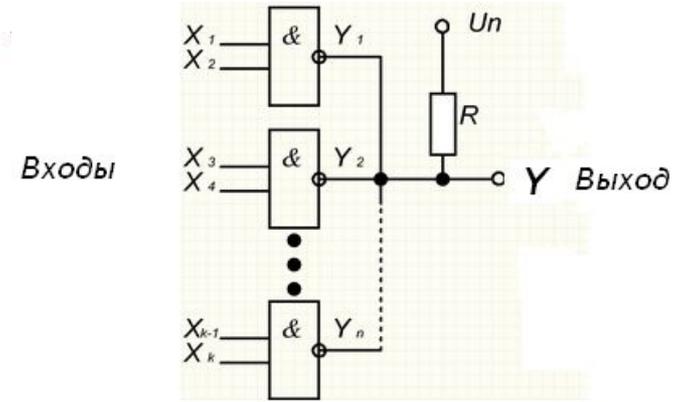
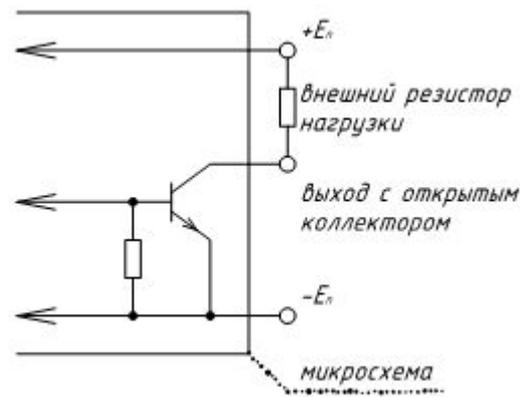
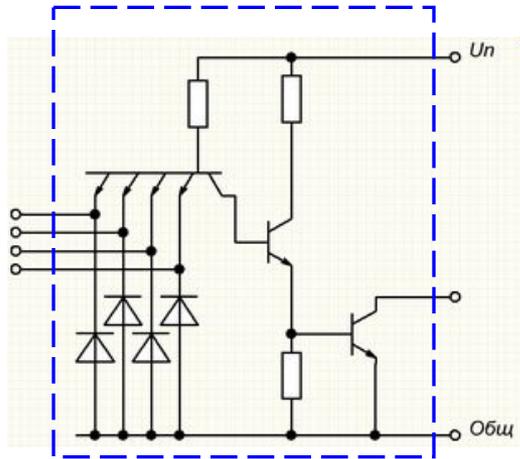


Сложный инвертор благодаря малым выходным сопротивлениям в обоих выходных состояниях обладает хорошими динамическими качествами в высокой нагрузочной способности



Опасное объединение выходных каскадов логических элементов ТТЛ

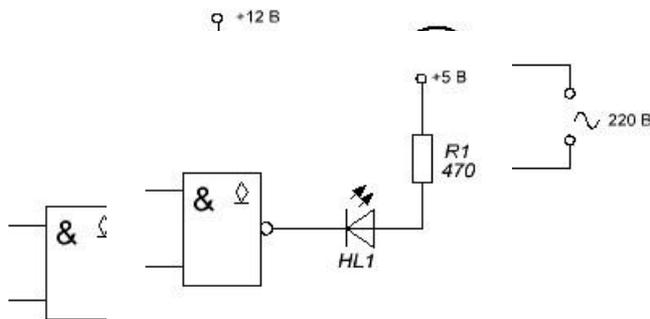
Выходной каскад с открытым коллектором



Элементы допускают параллельное подключения нескольких выходов к общей нагрузке. Такое объединение называют монтажной или проводной логикой.

Элементы с ОК используются для:

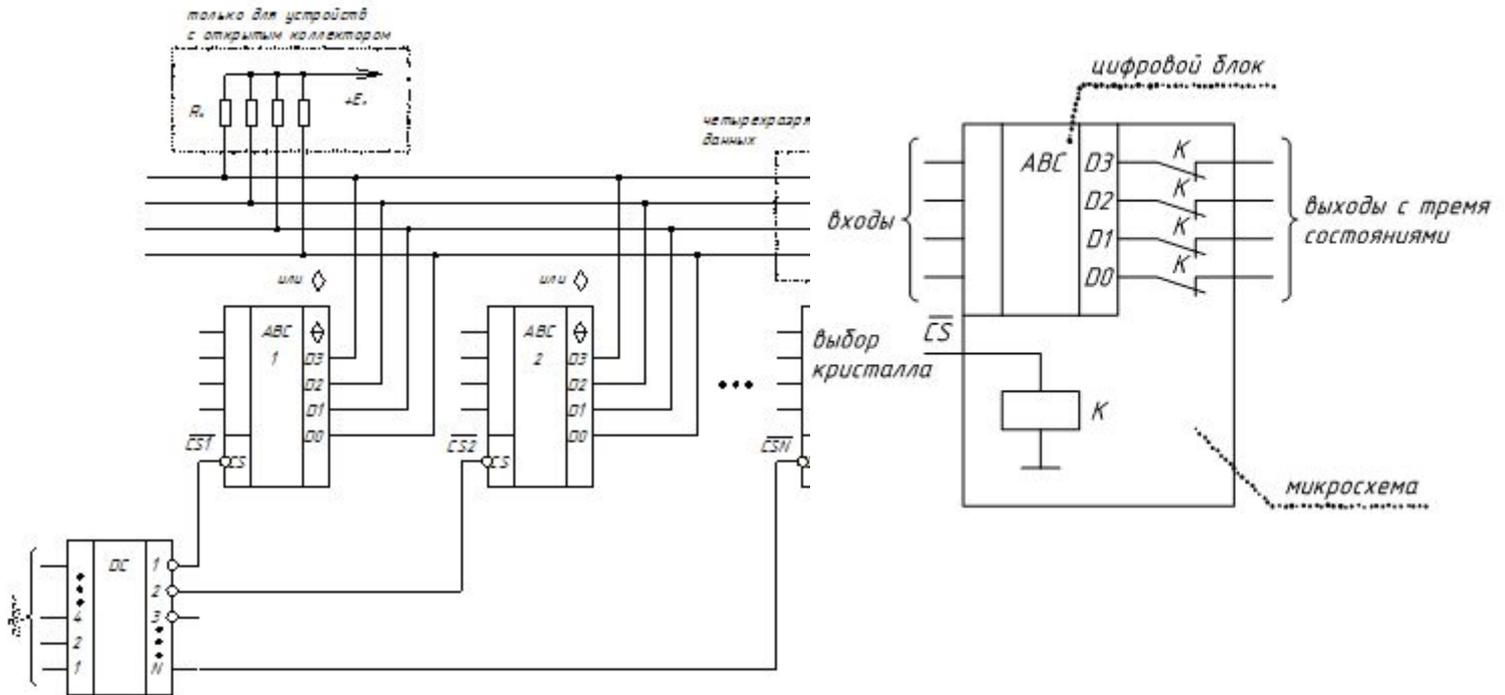
- Расширения логических возможностей базового набора элементов.
- Для согласования логических уровней, например с КМОП ($U_n = +15В$).
- Управления внешними устройствами (индикаторы, реле, интерфейсы).



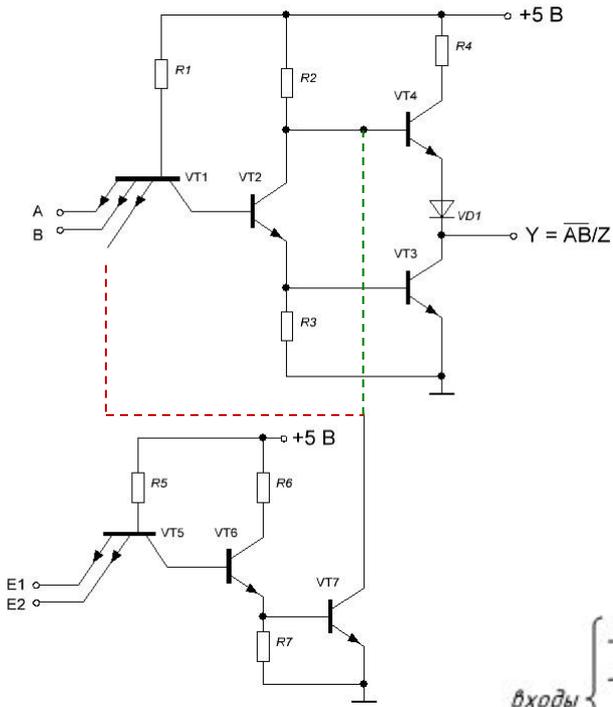
$$R_{огр} = \frac{U_R}{I_D} = \frac{U_{П} - U_D}{I_D} = \frac{5В - 1,1В}{10мА} = 0,489 \cdot 10^3 \text{ Ом}$$

Выходной каскад с третьим состоянием (Z-состоянием)

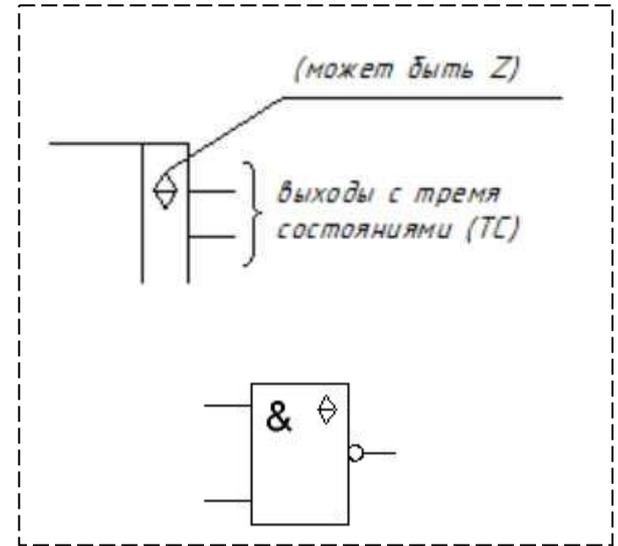
Z-состояние необходимо когда выходы нескольких логических элементов подключены к одной точке (информационной шине) и эти логические элементы работают поочередно.



Чтобы получить состояние Z достаточно закрыть оба выходных транзистора логического элемента.



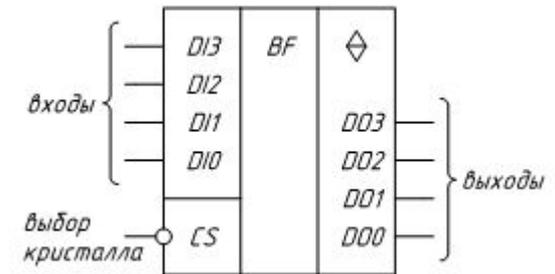
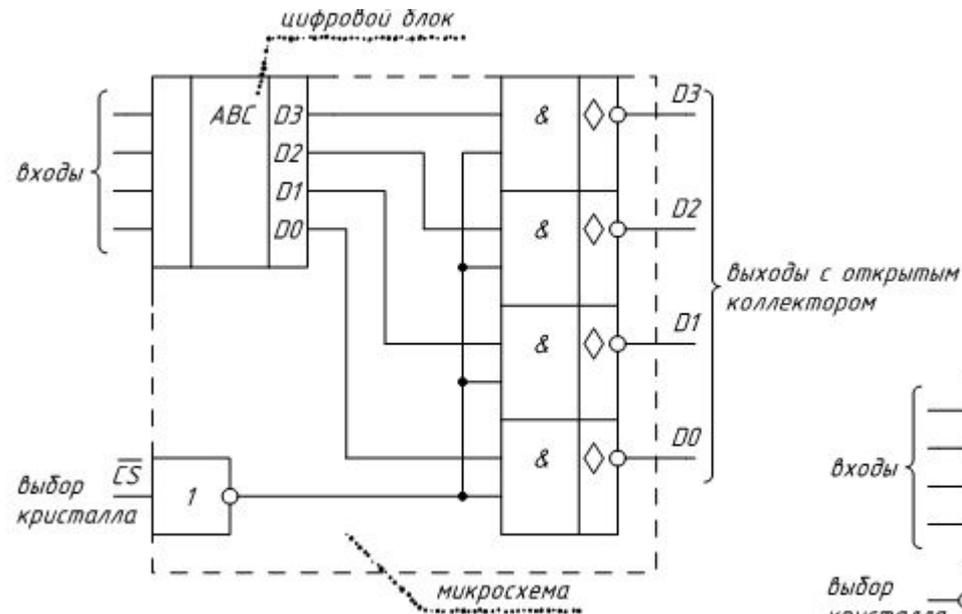
E1	E2	A	B	Y
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	X	X	Z
1	0	X	X	Z
1	1	X	X	Z



Входы E1 и E2 могут выполнять две функции

Разрешение выхода (EO – сокращение ENABLE OUTPUT)

Разрешение входа (EI – сокращение ENABLE INPUT)



Триггеры Шмитта

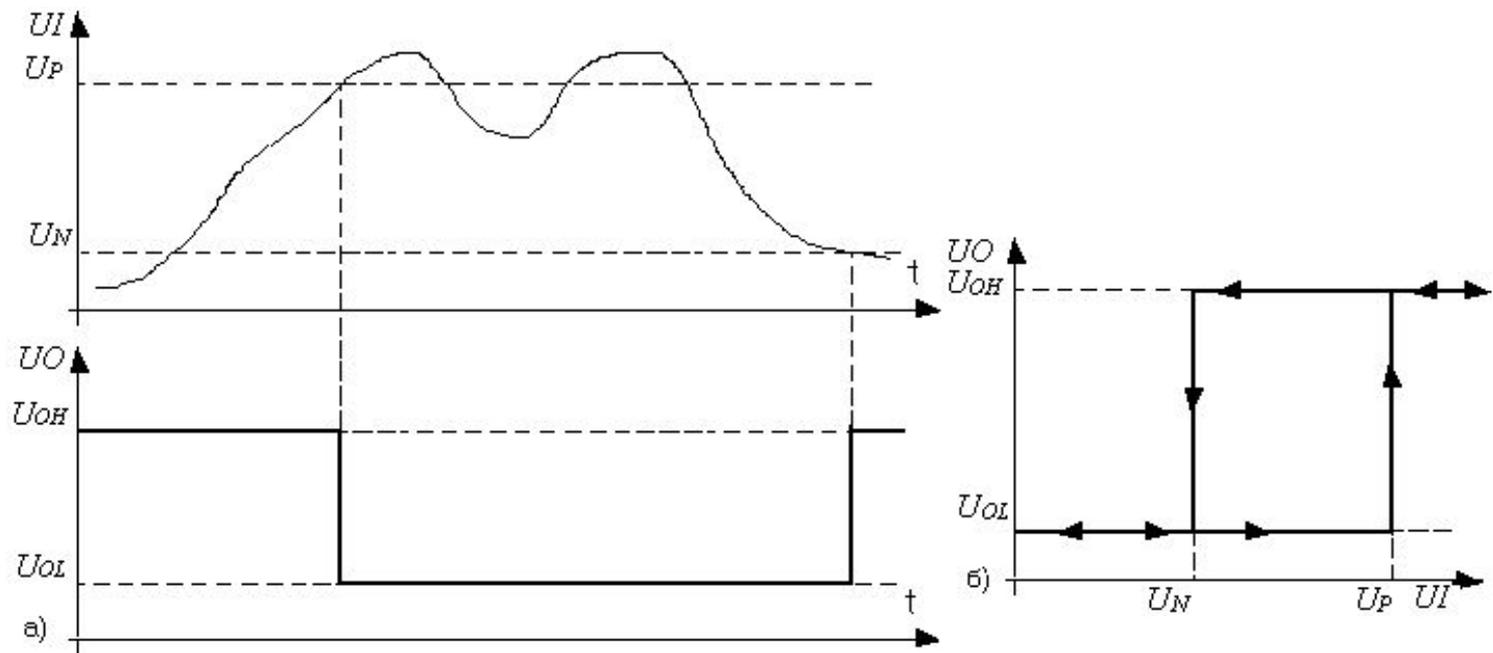
Схемы, имеющие разные **пороги срабатывания** (уровни включения и выключения), называют **триггерами Шмитта**.

Триггеры Шмитта представляют собой специфические логические элементы, специально рассчитанные на работу с входными аналоговыми сигналами.

Триггеры Шмитта предназначены для преобразования входных аналоговых сигналов в выходные цифровые сигналы.

Триггеры Шмитта используются для формирования сигналов прямоугольного напряжения (сигналов с **крутыми фронтам** и **спадом**) из аналоговых сигналов (синусоидальных, трапецеидальных, произвольной формы и т.д.).

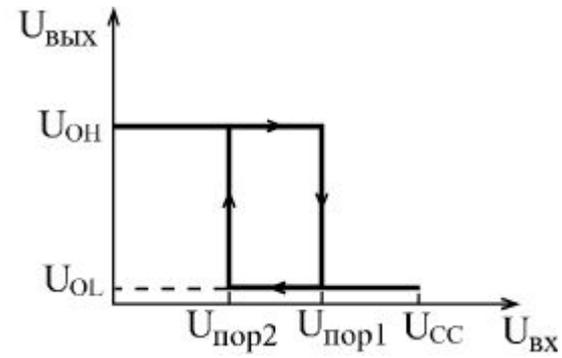
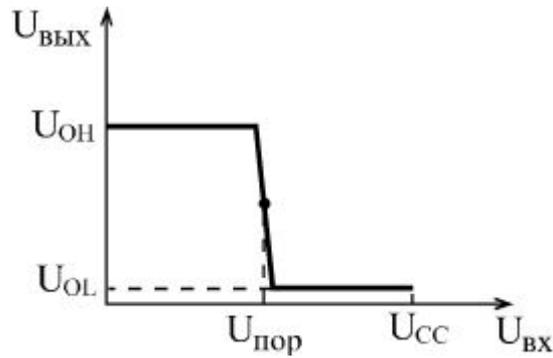
Триггеры Шмитта в зависимости от построения входа и выхода могут выполнять логические функции НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ (инвертирующие) и И, ИЛИ (неинвертирующие).



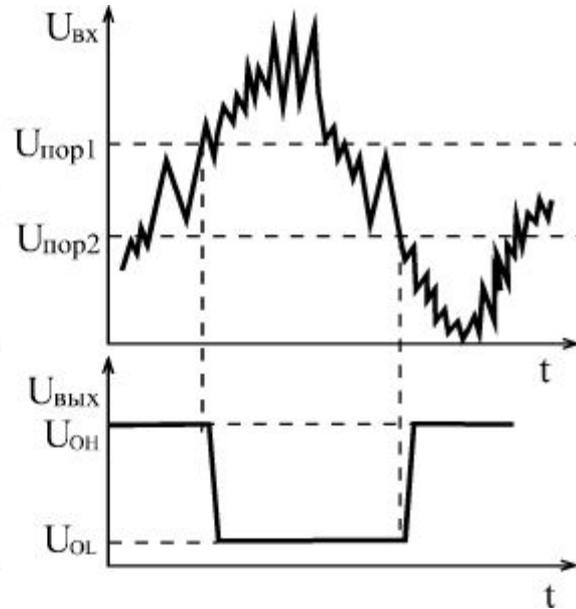
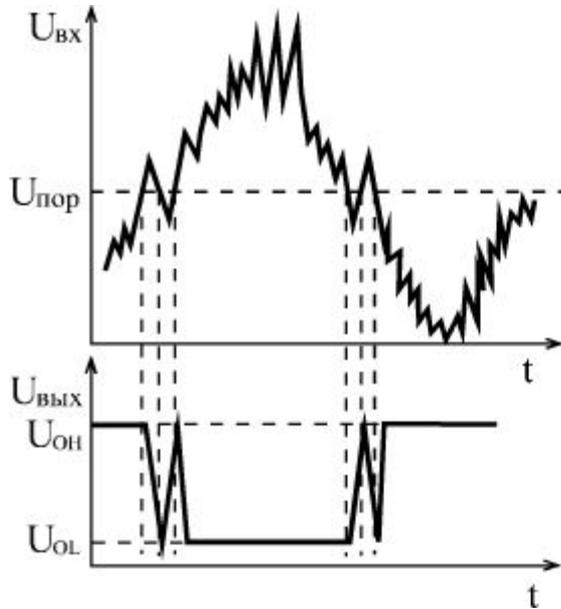
Временная диаграмма формирования выходного инвертированного сигнала

Разность напряжений $\Delta U = U_P - U_N$ называется **шириной петли гистерезиса**.
 U_P и U_N – пороги срабатывания.

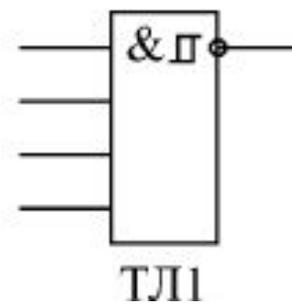
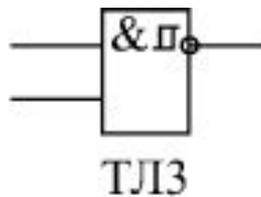
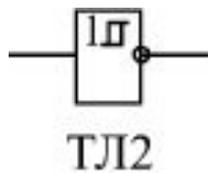
В зоне между порогами срабатывания ΔU триггер Шмитта не чувствителен к изменениям входного напряжения U_I .



Передаточные характеристики обычного инвертора и триггера Шмитта с инверсией



Реакция на искаженный входной сигнал инвертора (слева) и триггера Шмитта с инверсией (справа)



Условные графические обозначения триггеров Шмитта (серия ТЛ)

Триггер Шмитта на входе или выходе данных обозначается знаком: 

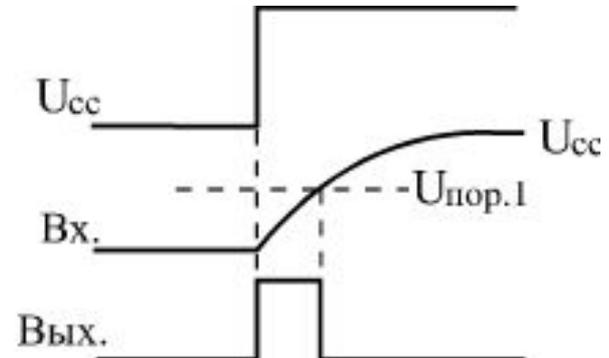
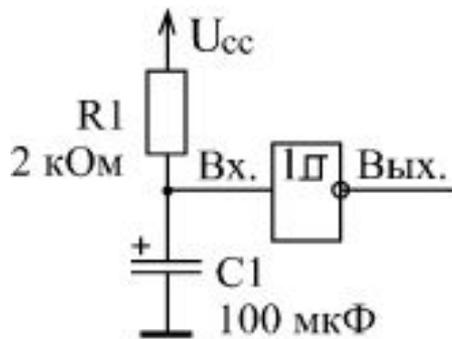
Основные параметры некоторых триггеров Шмитта реализованных по ТТЛ и ТТЛШ технологиям.

Зарубежные	Отечественные	Уровни срабатывания, В		t_{pd} , нс	I_{CCL}/I_{CCH} , мА	Функция
		U_N	U_P			
SN7413	155ТЛ1	1,1	1,5	27	32/23	4И-ТШ-НЕ*2
SN7414	155ТЛ2	1,1	1,5	28	60/36	ТШ-НЕ*6
SN74LS14	555ТЛ2	0,86	1,66	27	6/3,5	ТШ-НЕ*6
SN74132	155ТЛ3	1,1	1,5	28	40/24	2И-ТШ-НЕ*4
SN74S132	531ТЛ3	1,22	1,77	13	68/44	2И-ТШ-НЕ*4

Использование триггеров Шмитта

Формирователь импульса начальной установки (Reset – сброс) по включению питания

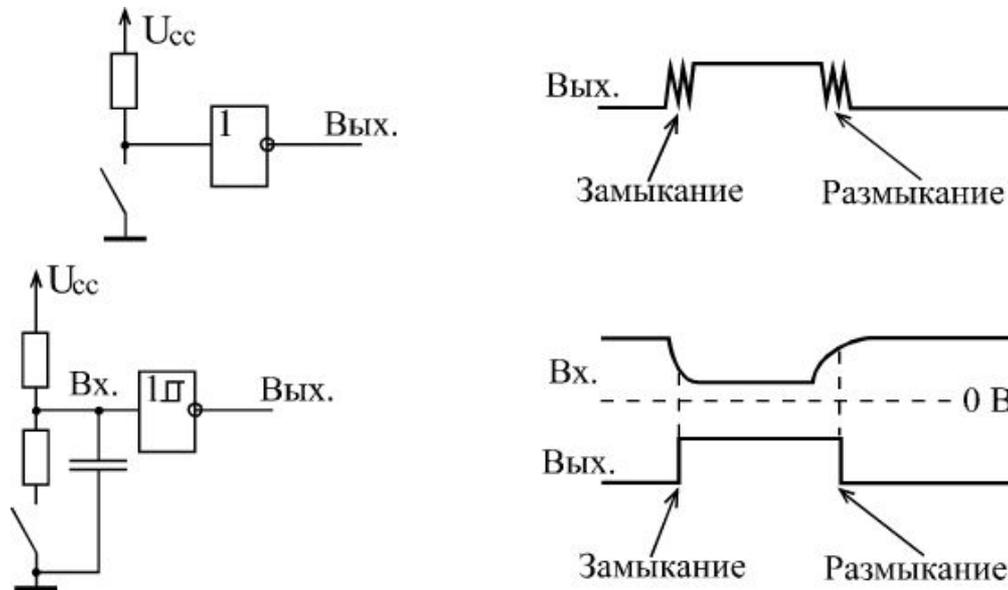
Триггеры Шмитта рекомендуется применять во всех случаях, когда с помощью емкости формируется сигнал с пологими, затянутыми фронтами. В отличие от обычных логических элементов, триггеры Шмитта всегда обеспечивают надежную и стабильную работу для формирования выходного сигнала.



Формирователь импульса запуска

Напряжение на конденсаторе при включении питания нарастает медленно, в результате чего на выходе триггера Шмитта формируется положительный импульс.

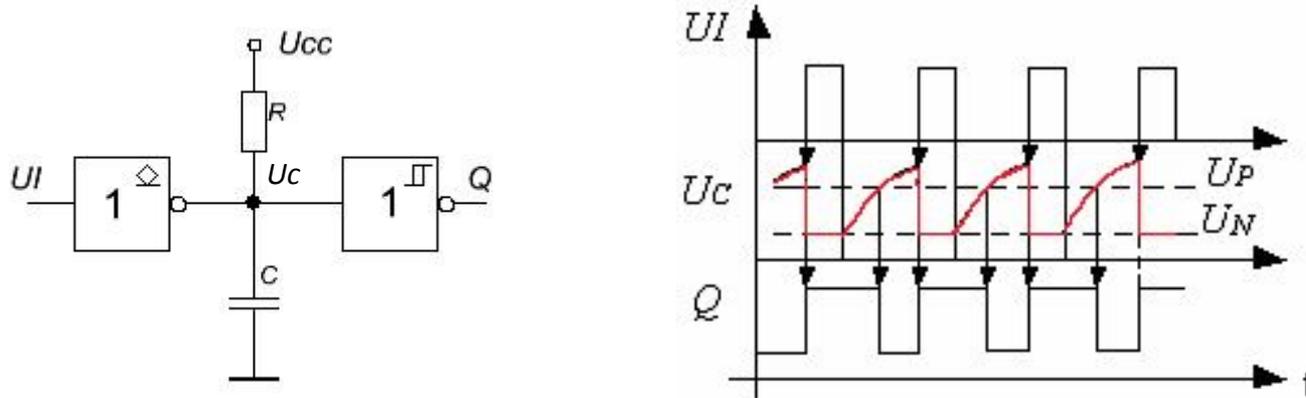
Подавление дребезга контактов



В любом устройстве, где используется механический контакт (в кнопках, тумблерах, переключателях и т.д.) **процесс замыкания/размыкания происходит не сразу** (мгновенно), а **сопровождается колебательными процессами** – несколькими быстрыми замыканиями и размыканиями, приводящими к появлению **паразитных коротких импульсов**, которые **могут нарушить работу дальнейшей цифровой схемы**.

Триггер Шмитта с RC -цепочкой на входе **позволяет устранить этот эффект**. Сопротивления резисторов должны быть порядка сотен Ом ÷ единиц килоОм. Ёмкость конденсатора **C** может выбираться в широком диапазоне и зависит от того, какова продолжительность дребезга контактов конкретного тумблера.

Расширитель длительности импульса



Расширитель импульса и его временная диаграмма

При входном сигнале $UI = 1$ конденсатор C быстро разряжается через открывшийся транзистор **элемента НЕ** с открытым коллекторным выходом, что устанавливает значение выходного сигнала Q триггера Шмитта в 1.

На интервале значения входного сигнала $UI = 0$ происходит заряд конденсатора C через сопротивление R от источника питания U_{CC} . Как только напряжение U_C достигнет U_P , триггер Шмитта срабатывает и сигнал Q на его выходе изменяется от 1 до 0.

Длительность сигнала $Q = 1$ определяется постоянной времени RC -цепи.

Генераторы импульсов на триггерах Шмитта

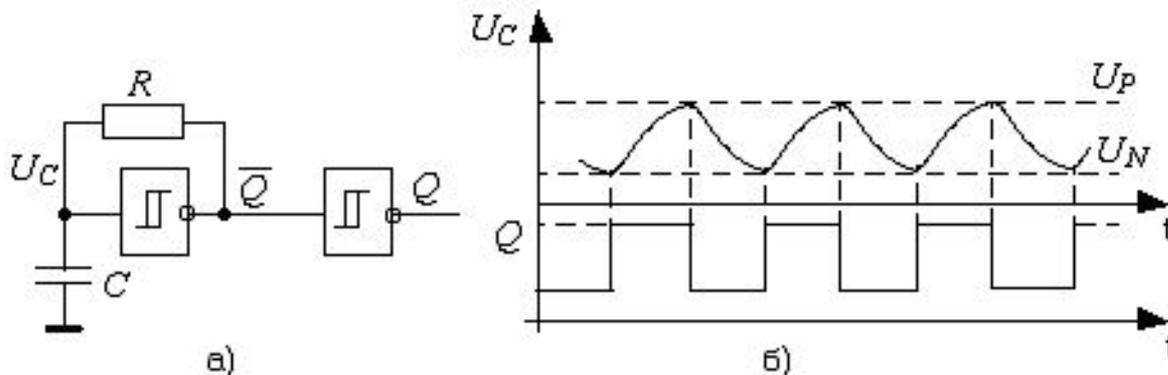


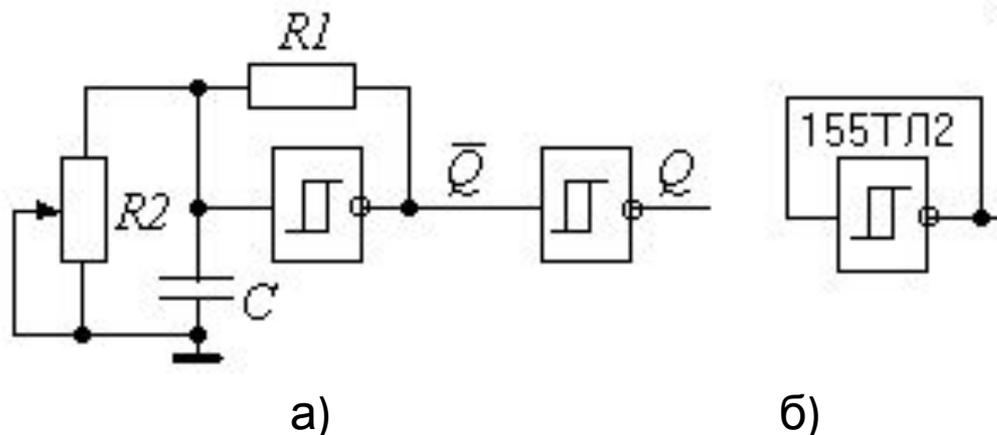
Схема генератора и его временная диаграмма

Генераторные схемы, построенные с использованием **триггеров Шмитта** отличаются **более простой схемой построения** в отличие от генераторов на обычных инверторах: достаточно всего лишь одного инвертирующего триггера Шмитта, одного резистора (порядка сотен Ом) и одного конденсатора.

Частота колебаний такого генератора определяется **постоянной времени RC-цепи**. Конденсатор C заряжается и разряжается до напряжения, определяемого U_p и U_N соответственно. Максимальное значение R зависит от входного тока $I_{\text{вх}}$ триггера Шмитта.

Обычно для триггера Шмитта ТТЛ-серий $R \leq 1\text{кОм}$, и $t \approx 0,7/RC$.

Регулируемый генератор на триггере Шмитта

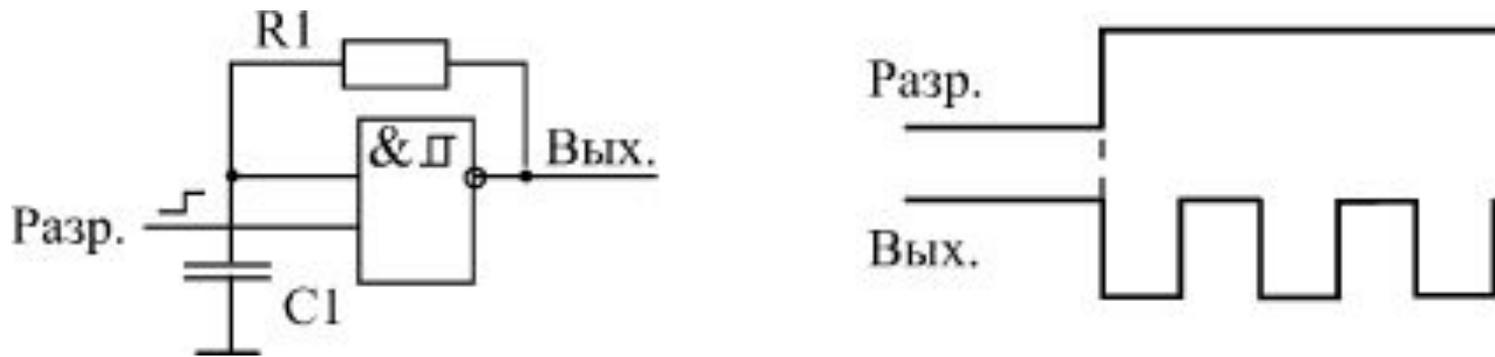


Генератор с регулируемой скважностью выходных импульсов

Путем добавления потенциометра $R2$ во времязадающую цепь можно регулировать скважность выходных импульсов (рис. а).

Если обратную связь в триггере Шмитта завести без RC -цепи, как показано (рис. б), то получится генератор с максимально возможной частотой колебаний (для схемы 155ТЛ2 ~ 36 МГц)

Управляемый внешним сигналом генератор на триггере Шмитта



Управляемый генератор на триггере Шмитта

Использование двухвходовых триггеров Шмитта дает возможность легко разрешать или запрещать генерацию с помощью **управляющего сигнала Разр.**

При уровне «логической единицы» на входе **Разр.** генерация идет, при уровне «логического нуля» генерации – нет.