

Лекция 5. Базовые логические вентили (ЛЭ)

Введение

5 мин

Учебные вопросы (основная часть)

1. Основные параметры и характеристики ЛЭ

30мин

2. Схемы базовых ЛЭ

25 мин

3. Тристабильная логика

25 мин

Заключение

5 мин

Литература

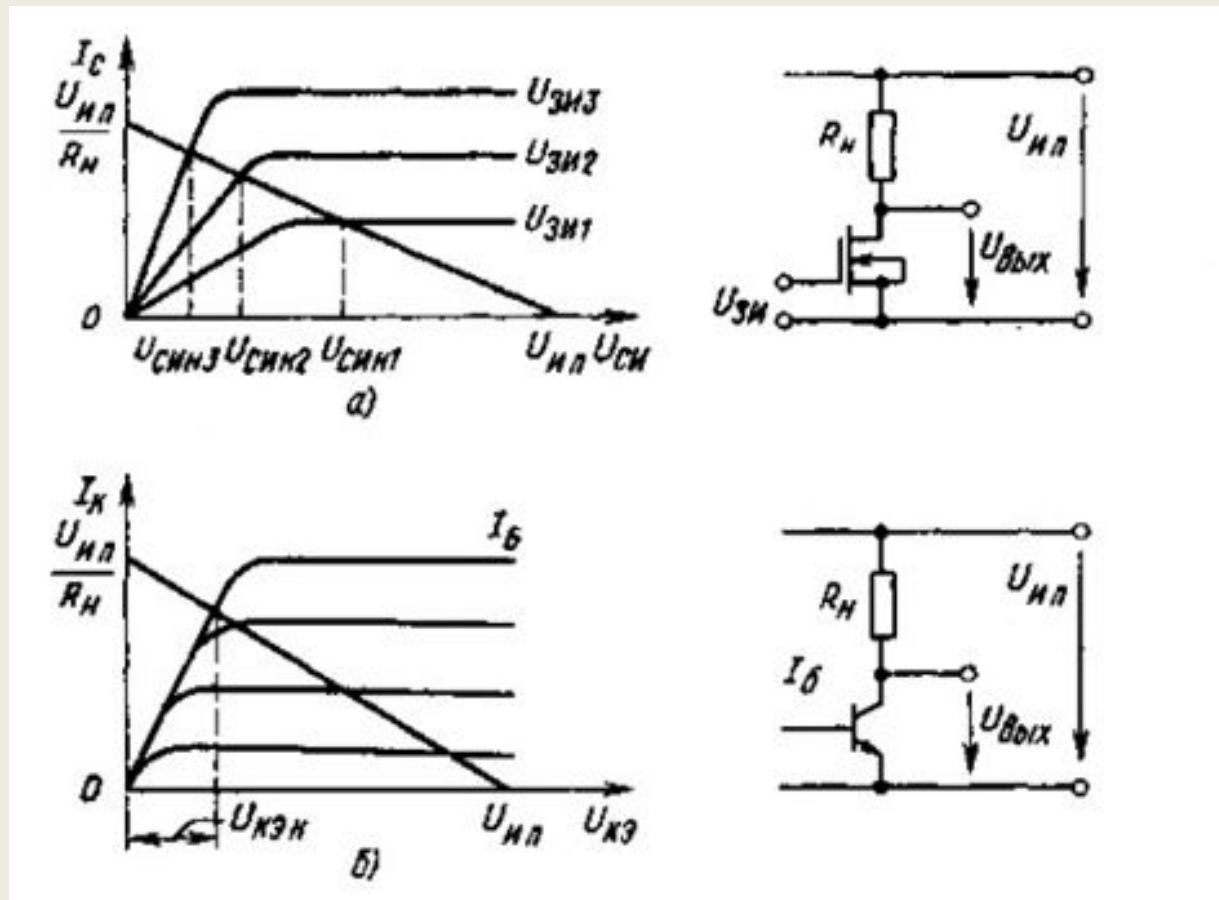
1. Фрике К. Вводный курс цифровой электроники. – М.: Техносфера, 2003. - 432с.

2. Уэйкерли Д.Ф. Проектирование цифровых устройств. Т.1,2. – М.: Постмаркет, 2002. – 1088 с.

3. Бунтов В.Д., Макаров С.Б. Микропроцессорные системы. Часть I. Цифровые устройства. Учебное пособие. – СПб.: СПбГПТУ, 2008. – 240 с..

1. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЭ

1. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЭ ИНВЕРТОР С ЛИНЕЙНОЙ НАГРУЗКОЙ

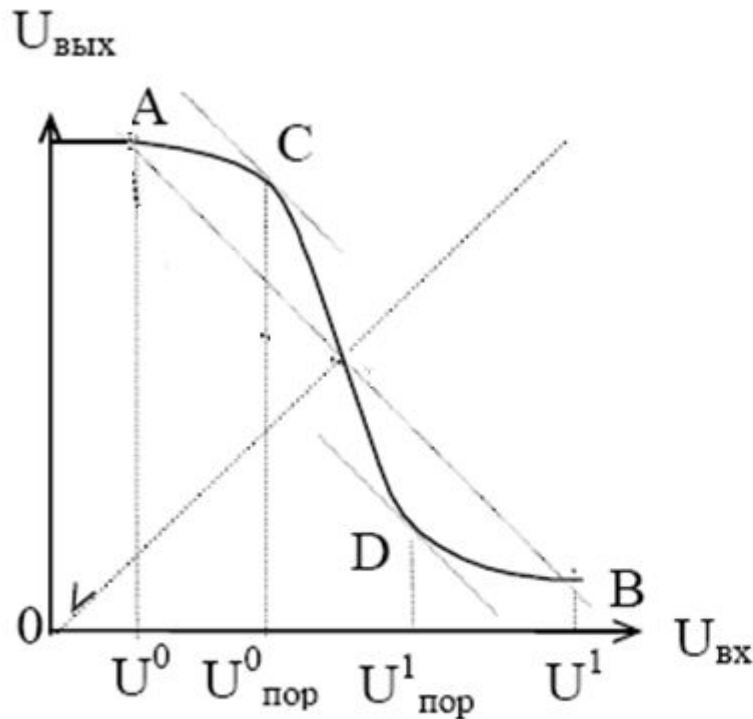


Основные параметры и характеристики

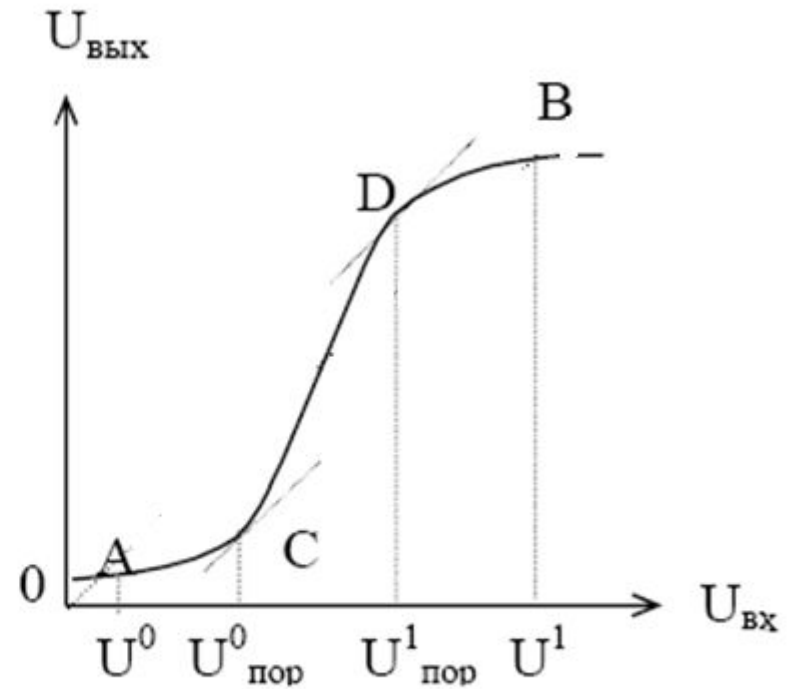
Статическая передаточная характеристика (амплитудная ПХ)

Инвертирующий ЛЭ

Неинвертирующий ЛЭ



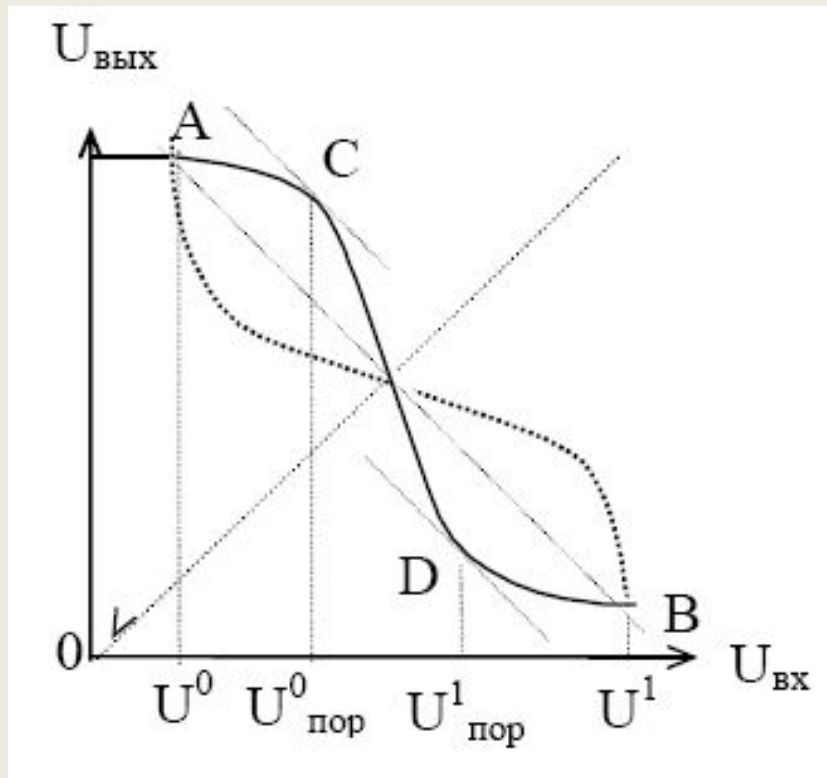
а)



б)

1. Основные параметры и характеристики ЛЭ

Статическая передаточная характеристика

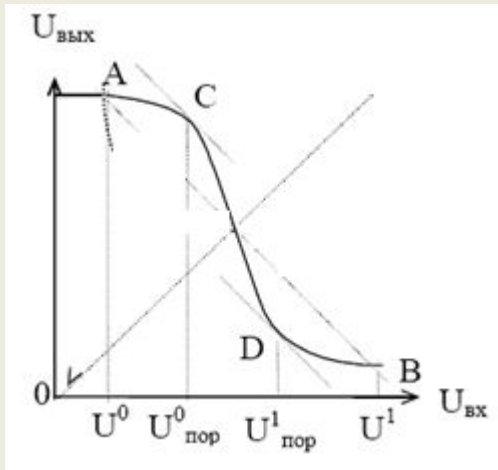


Т. А, С,
D

$$\left. \frac{dU_{\text{вых}}}{dU_{\text{вх}}} \right|_{U_{\text{вх}} = U_{\text{пор}}^0} = \left. \frac{dU_{\text{вых}}}{dU_{\text{вх}}} \right|_{U_{\text{вх}} = U'_{\text{пор}}} = 1.$$

1. Основные параметры и характеристики ЛЭ

Статическая передаточная характеристика



Запас по помехоустойчивости $(U^0_{пор}, - U^0), (U^1 - U^1_{пор})$

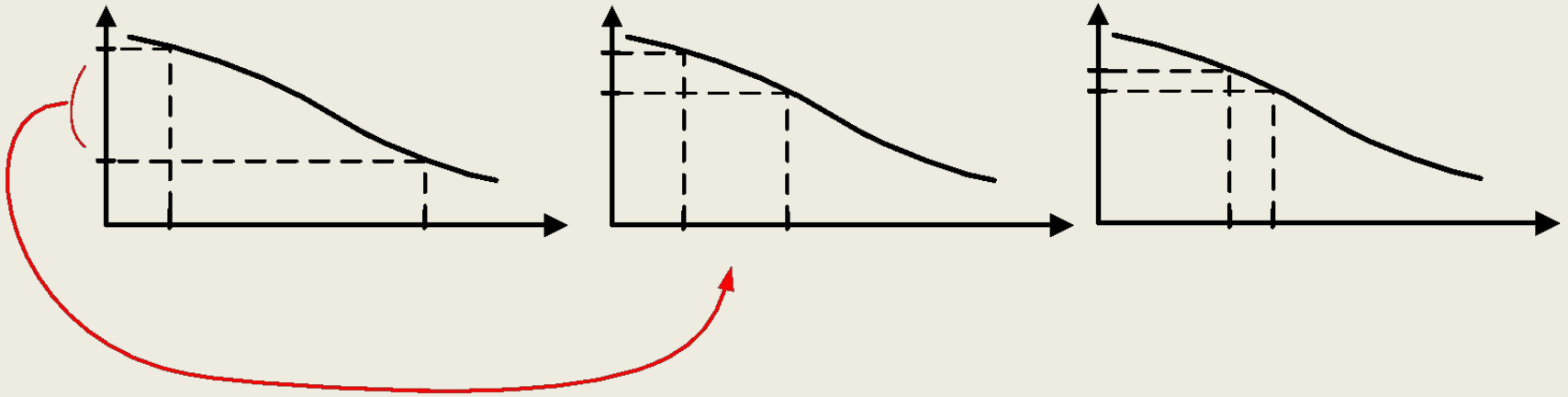
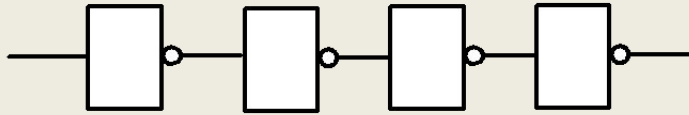
Логический размах $U^1 - U^0$

Статические параметры

- Напряжение источника питания $U_{ип}$.
- $(U^0_{ВХ}, U^0_{ВЫХ}, U^1_{ВХ}, U^1_{ВЫХ})$ и допуски на них.
- Входной ток (ток втекания) и выходной ток в состояниях 0, 1.
- Коэффициент объединения по входу $K_{ОВ}$ — число входов, по которым реализуется лог. функция.
- Коэффициент разветвления по выходу $K_{рв}$ (нагрузочная способность) — число однотипных микросхем ЛЭ, на которые можно нагрузить выход данного ЛЭ.
- Средняя потребляемая мощность.

Основные параметры и характеристики ЛЭ

Условия передачи уровней

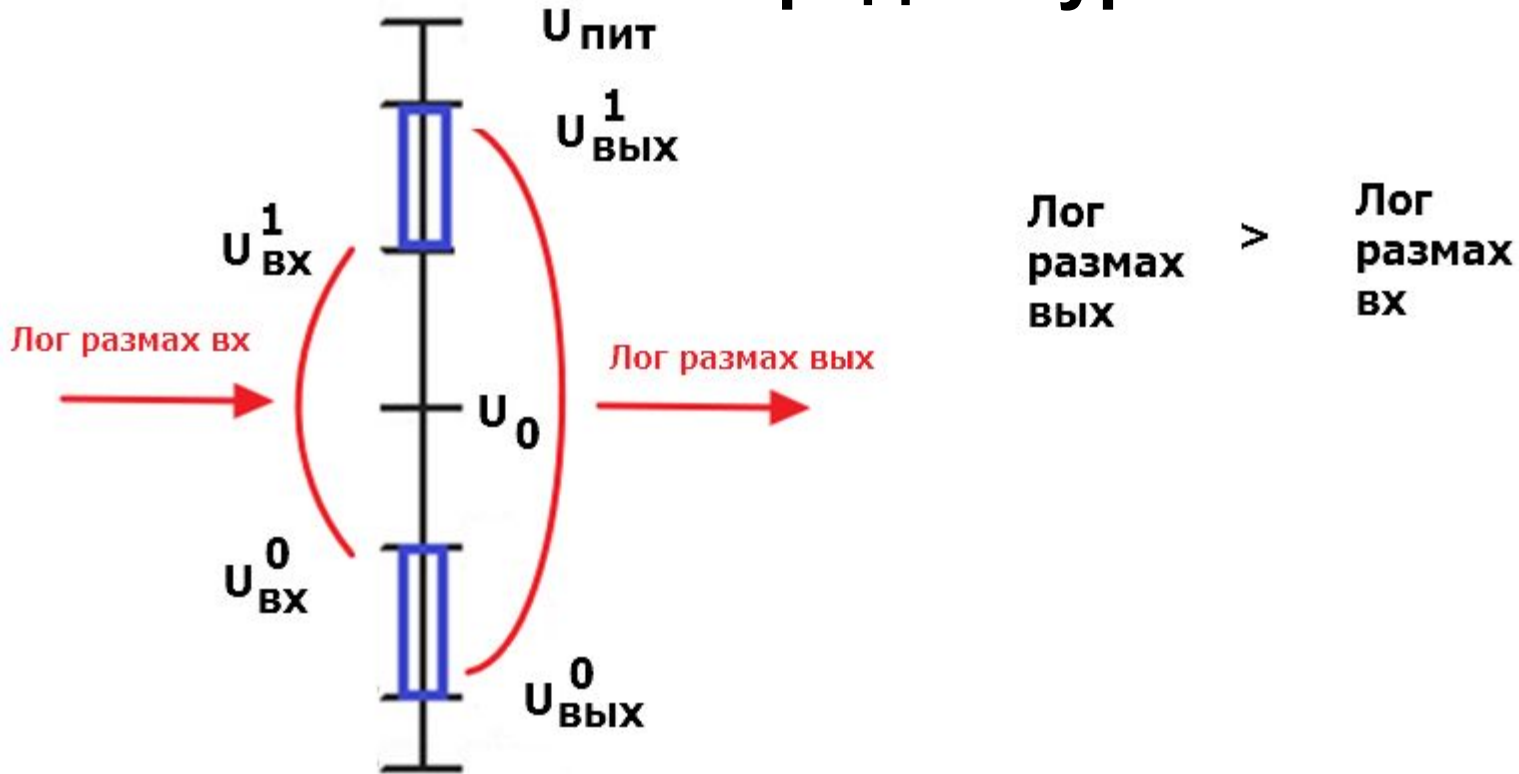


Условие передачи уровней (необх усилительные свойства):

$$U_{\text{ВЫХ}}^1 - U_{\text{ВЫХ}}^0 > U_{\text{ВХ}}^1 - U_{\text{ВХ}}^0$$

Основные параметры и характеристики ЛЭ

Условия передачи уровней

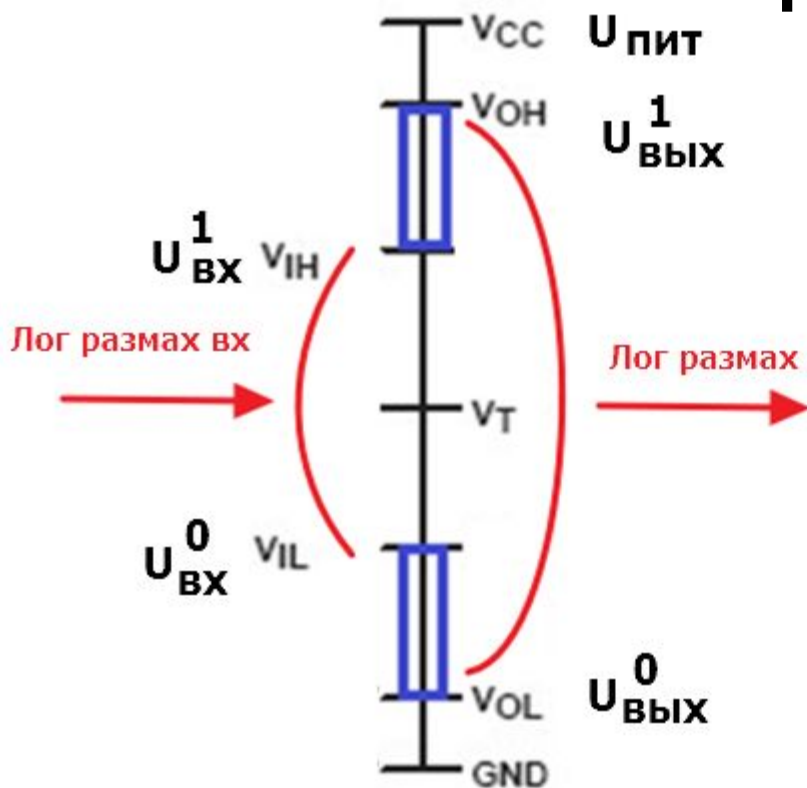


Условие передачи уровней (необх усилительные свойства):

$$U_{ВЫХ}^1 - U_{ВЫХ}^0 > U_{ВХ}^1 - U_{ВХ}^0$$

Основные параметры и характеристики ЛЭ

Условия передачи уровней



V_{CC} – напряжения питания.

V_{OH}, V_{IH} – лог уровни 1 по вых и входу.

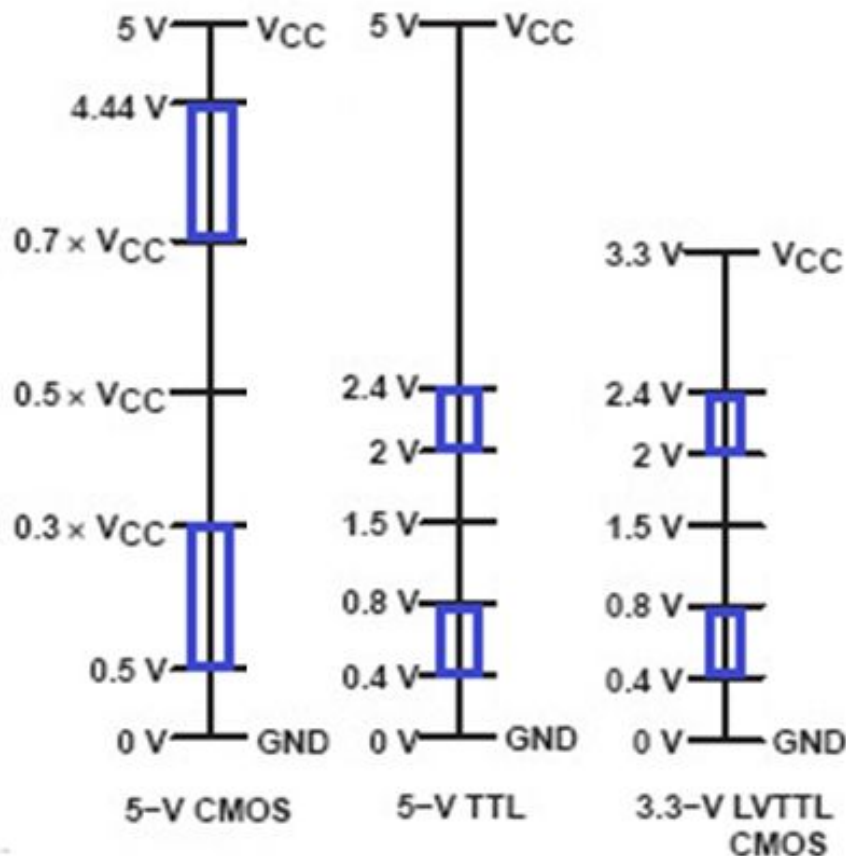
V_{OL}, V_{IL} – лог уровни 0 по вых и входу.

Условие передачи уровней (необх усилительные свойства):

$$U_{ВЫХ}^1 - U_{ВЫХ}^0 > U_{ВХ}^1 - U_{ВХ}^0$$

Основные параметры и характеристики ЛЭ

Логические уровни и допуски

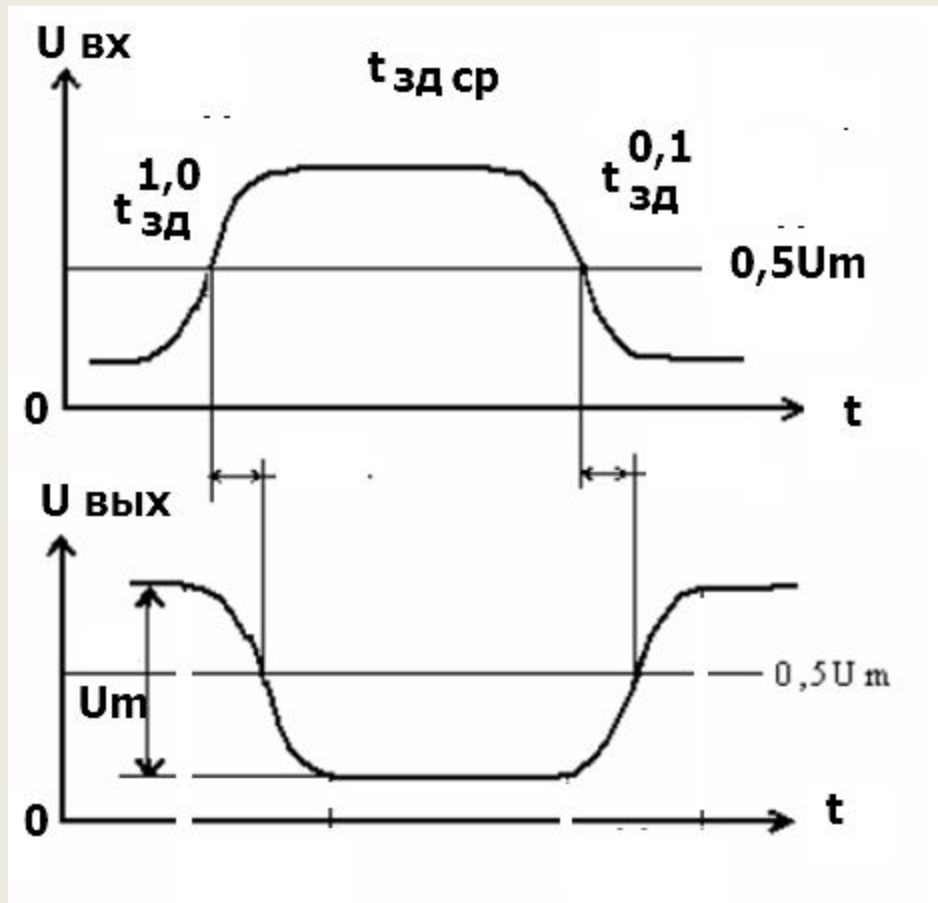


V_{CC} – напряжения питания.
 V_{OH} , V_{IH} – лог уровни 1 по ВЫХ и ВХОДУ.
 V_{OL} , V_{IL} – лог уровни 0 по ВЫХ и ВХОДУ.

2.5-V CMOS 1.8-V CMOS 1.5-V CMOS 1.2-V CMOS

Основные параметры и характеристики ЛЭ

Динамические параметры



Динамические параметры

- Ср. время задержки распространения $t_{зд.ср}$
- Ср. энергия переключения.

Основные параметры и характеристики ЛЭ

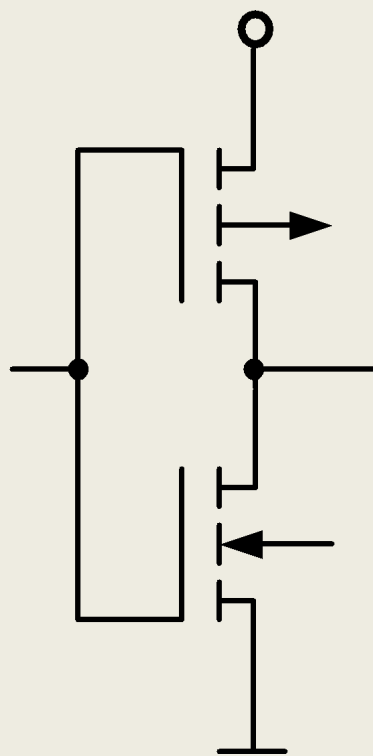
Условия взаимодействия ЛЭ

- совместимость уровней входных и выходных сигналов;
- Помехоустойчивость;
- усилительное свойство – нагрузочная способность и условие передачи уровней;
- динамические свойства.

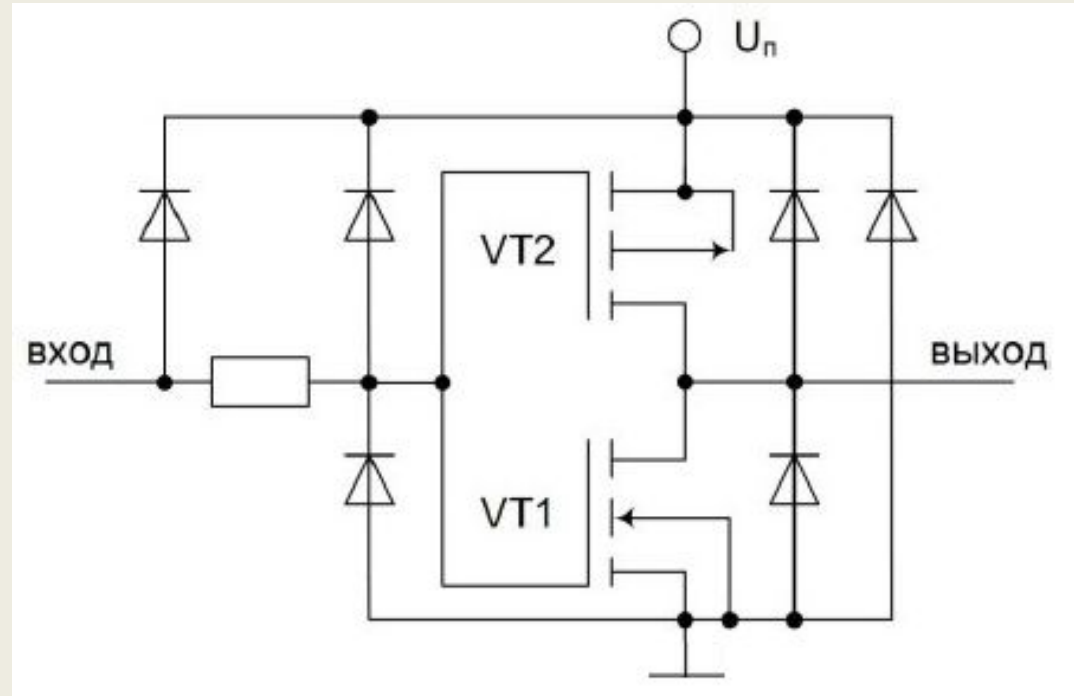
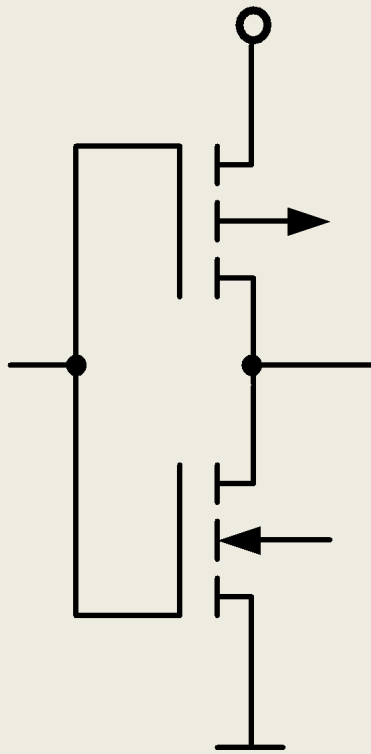
2. СХЕМЫ БАЗОВЫХ ВЕНТИЛЕЙ

Комплементарные МОП транзисторы КМОП (CMOS) инвертор

1



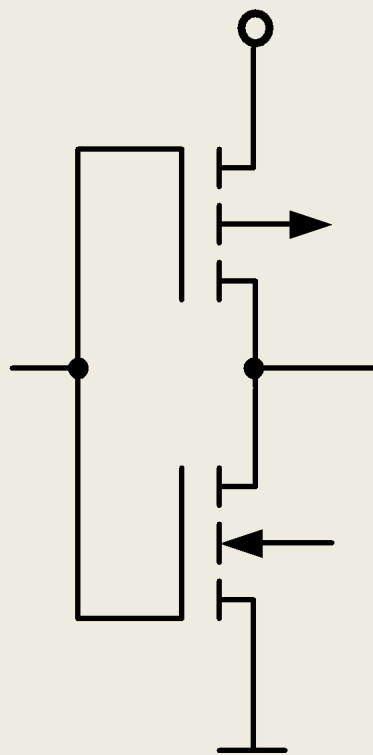
Комплементарные МОП вентиля Защита



КМОП схемы чувствительны
к статическому
электричеству

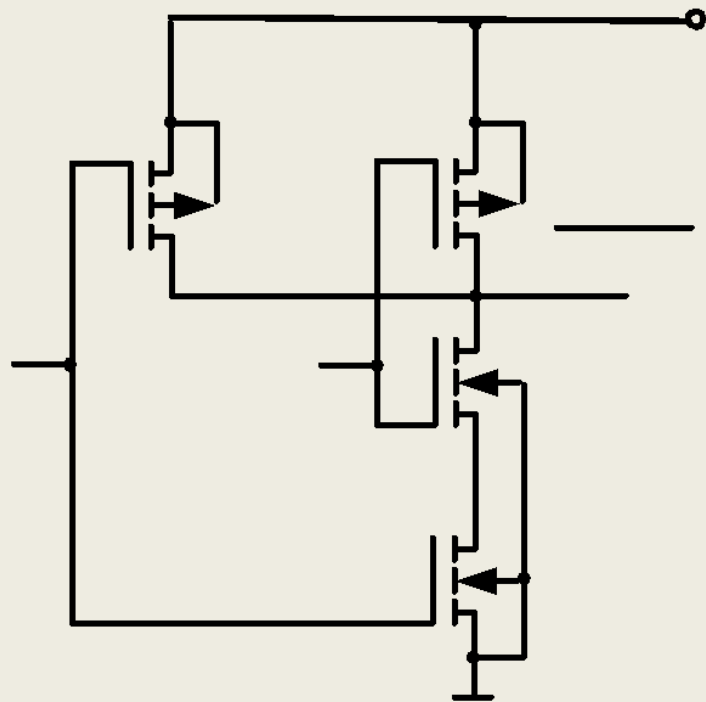
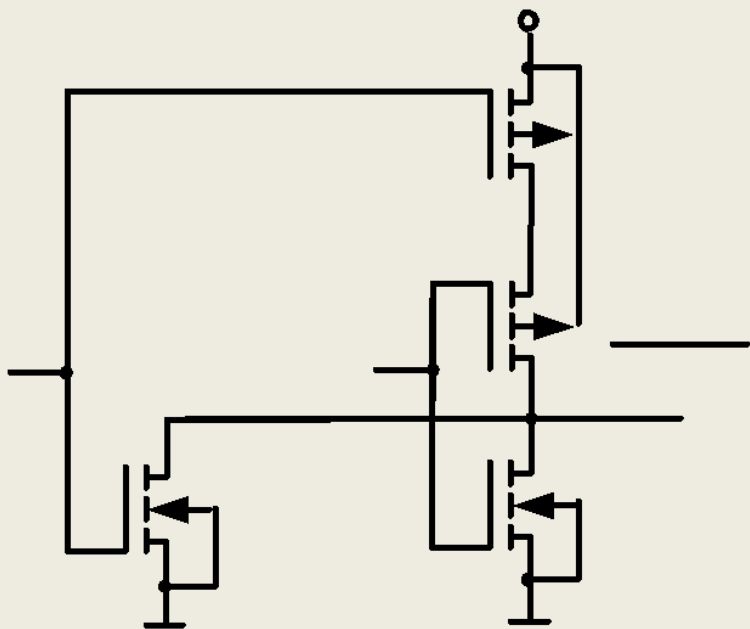
Комплементарные МОП транзисторы КМОП (CMOS) инвертор

1



ФПН - ?

Комплементарные МОП вентиля Элементы Пирса и Шеффера



2. Биполярные вентили

Транзисторно-транзисторная логика

С простым инвертором (ТТЛ-1)
инвертором

Со сложным

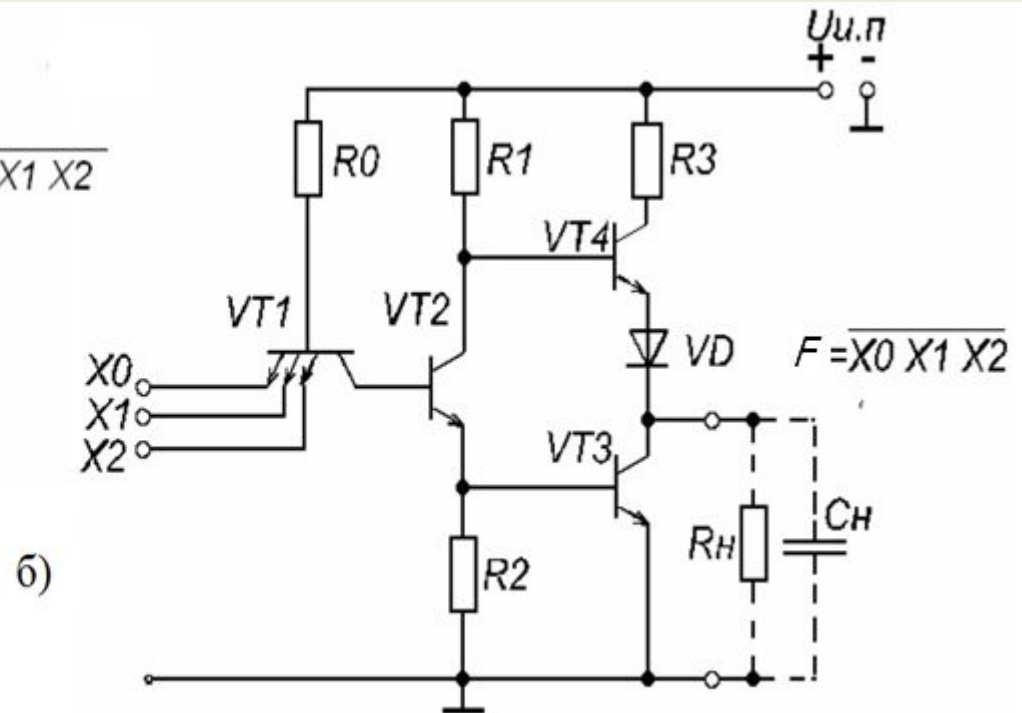
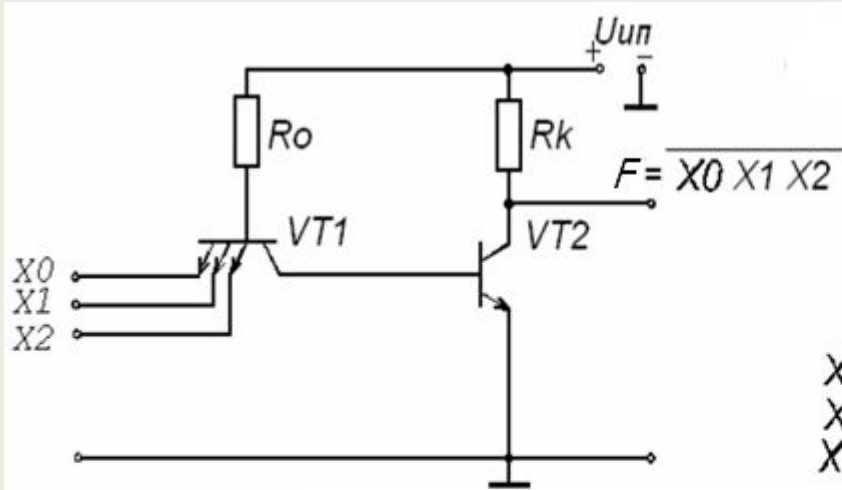


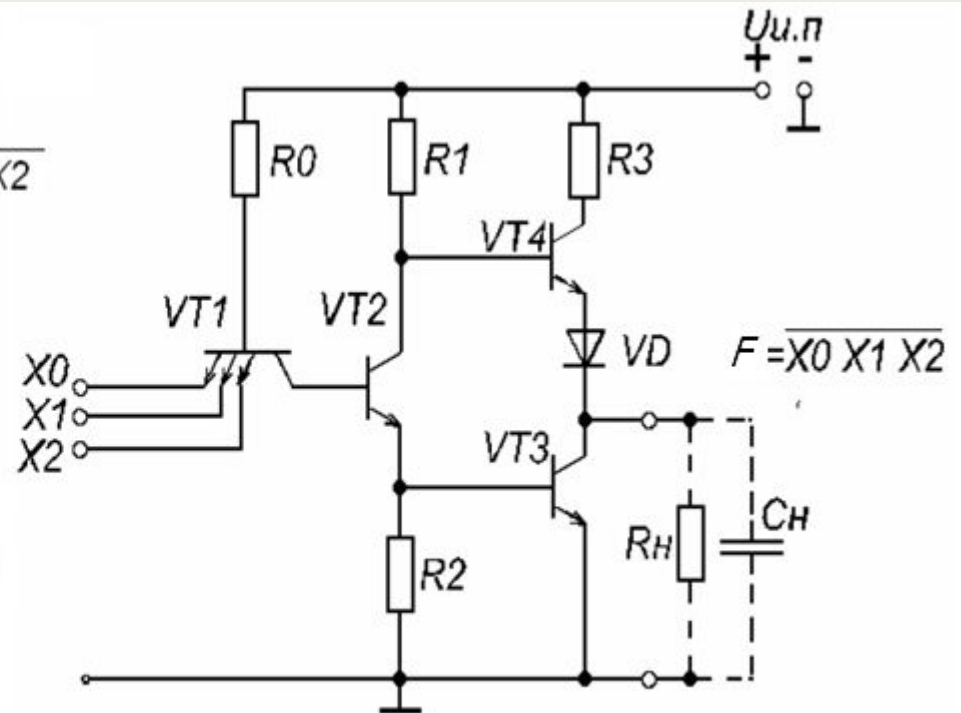
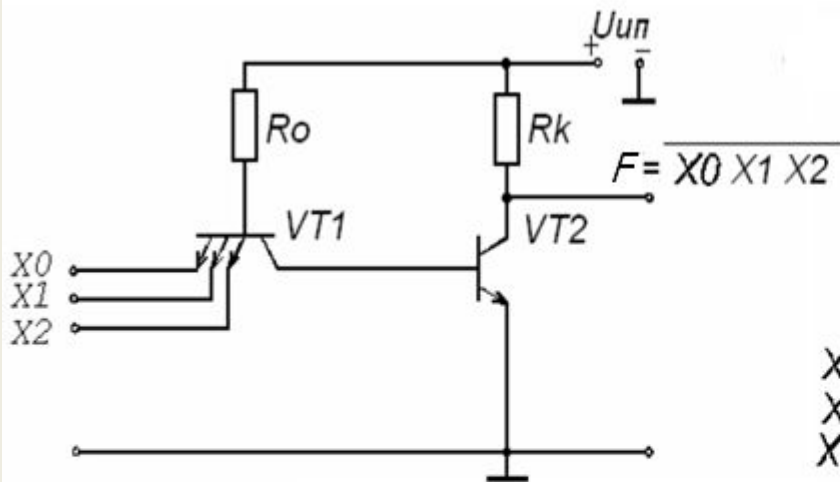
Табл истинности - ?

2. Биполярные вентили

Транзисторно-транзисторная логика

С простым инвертором (ТТЛ-1) инвертором

Со сложным



а)

б)

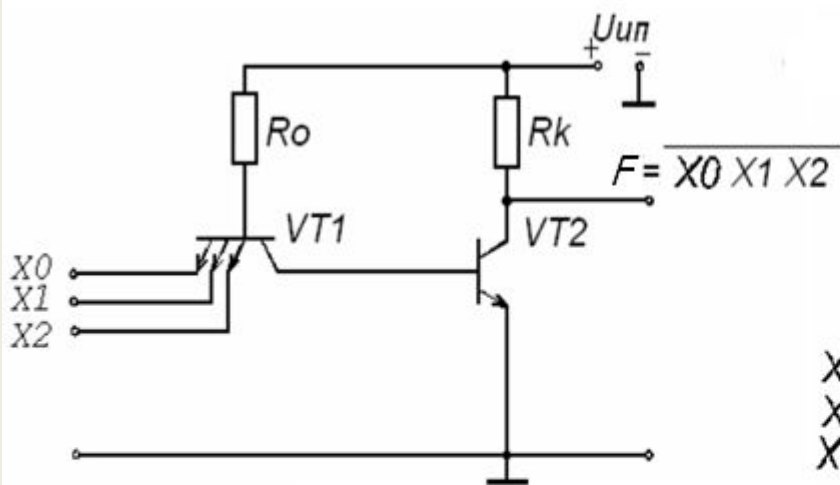
x1	x2	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

2. Биполярные вентили

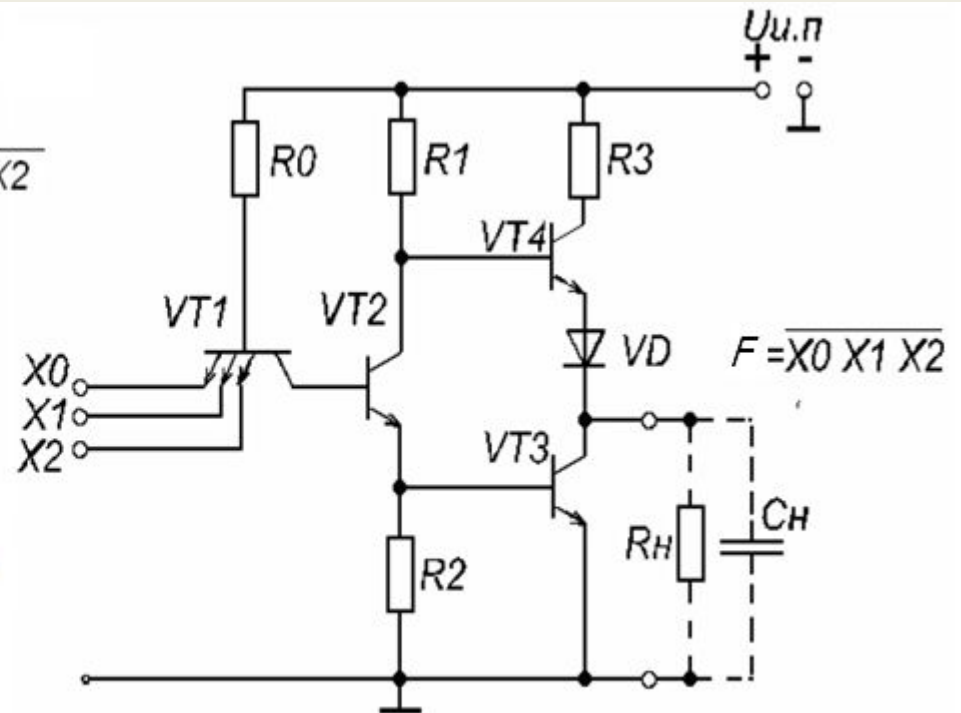
Транзисторно-транзисторная логика

С простым инвертором (ТТЛ-1)
инвертором

Со сложным



а)



б)

x1	x2	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Базис И-НЕ (NAND, элементы
Шеффера)

Сравнение полевых и биполярных ИС

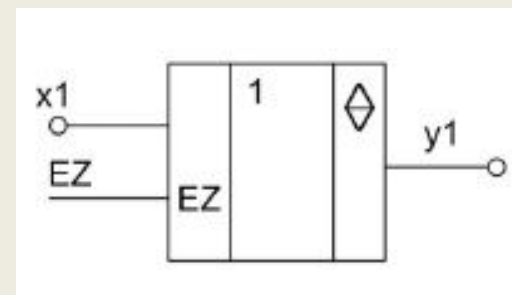
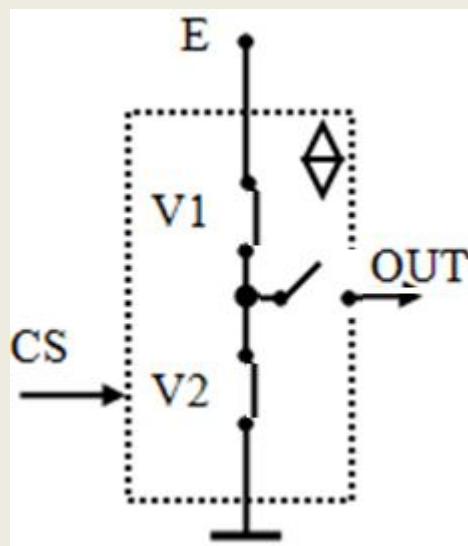
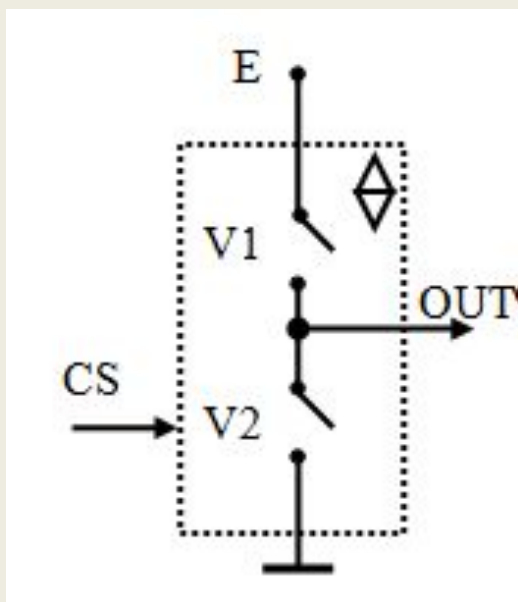
- Полевые ИС имеют меньшее энергопотребление – СБИС, УБИС.
- Биполярные имеют меньшую степень интеграции, но их выпуск продолжается.

Причины:

- 1) Бип приборы менее чувствительны к статическому электричеству и могут работать в более жестких условиях.
- 2) Бип схемы малого уровня интеграции присоединяются как буф каскады к КМОП системам на кристалле.
- 3) Выпускаются биполярные аналоговые микросхемы с цифровым управлением на этом же кристалле.

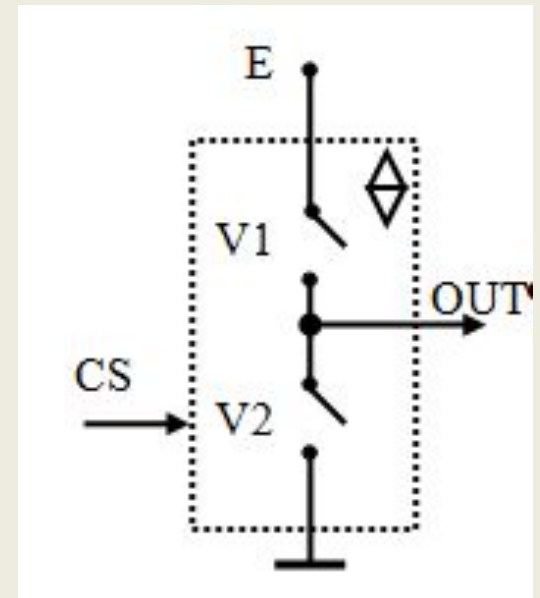
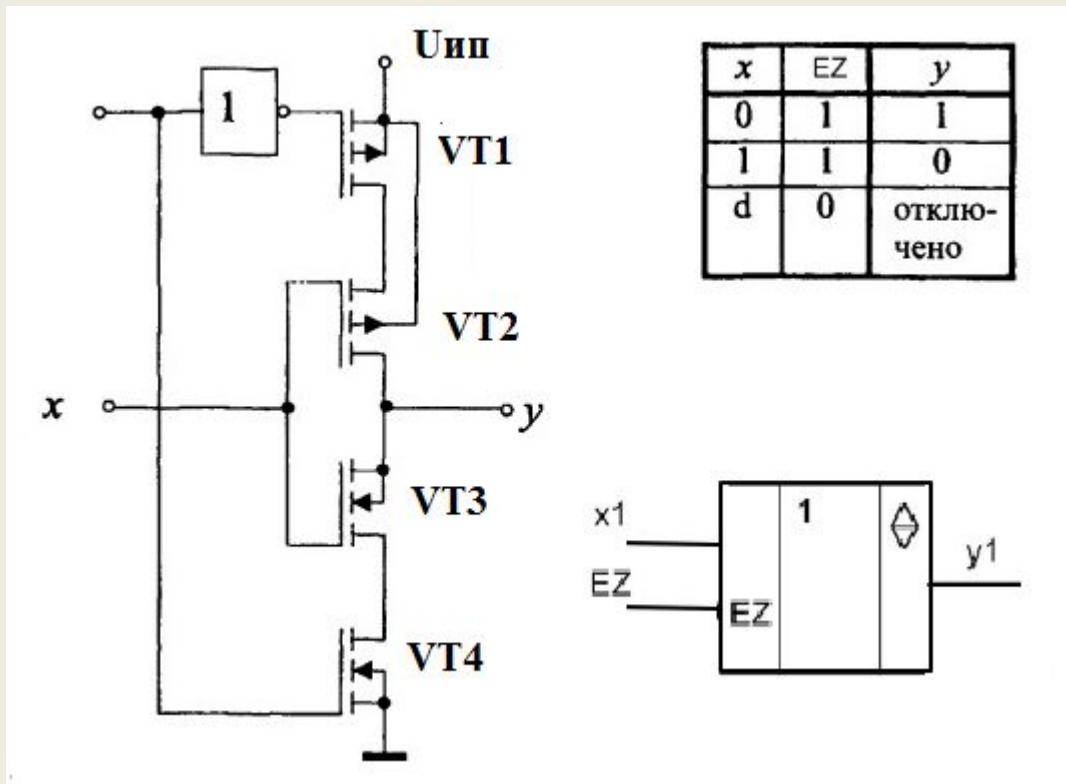
3. ТРИСТАБИЛЬНАЯ ЛОГИКА

Трестабильные вентили (ЛЭ)



**Третье состояние
(трестабильного ЛЭ)
Высокоимпедансное состояние
Z-состояние
(ТТЛ, КМОП)**

Трестабильные вентили (ЛЭ)

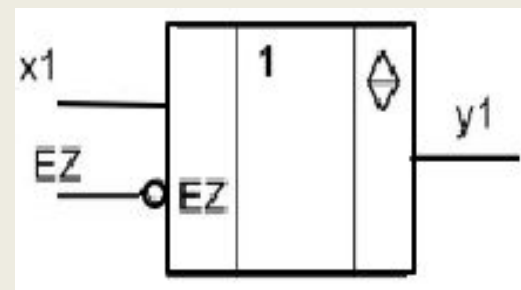
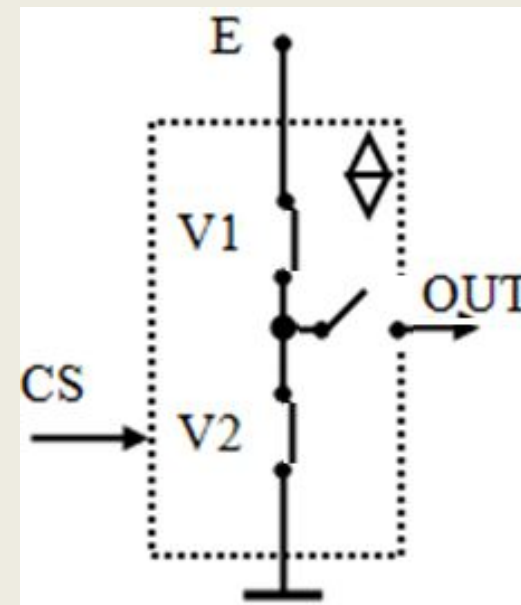
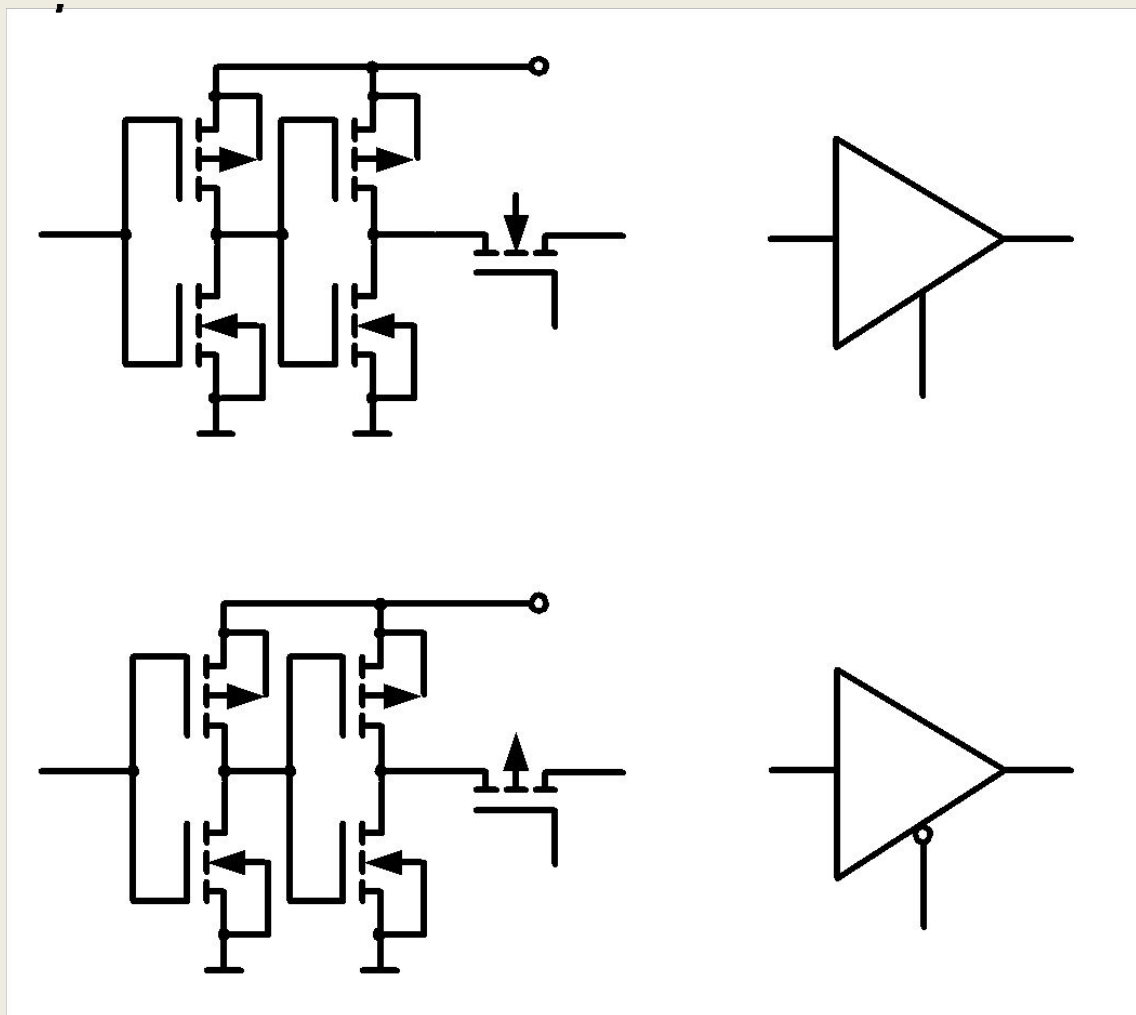


Третье состояние (трестабильного ЛЭ)

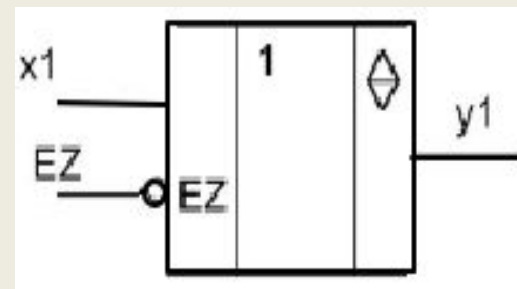
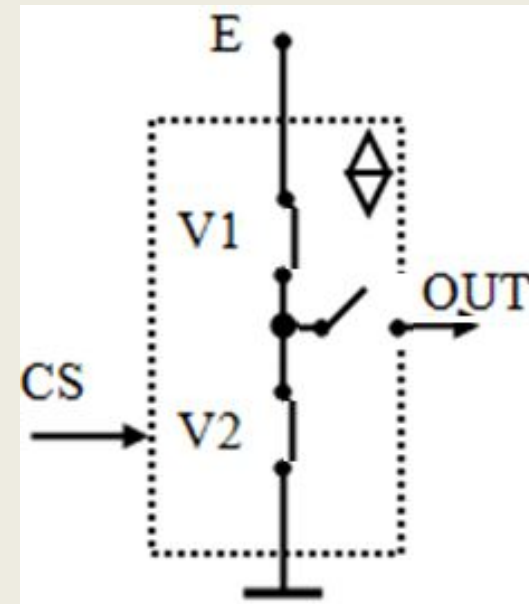
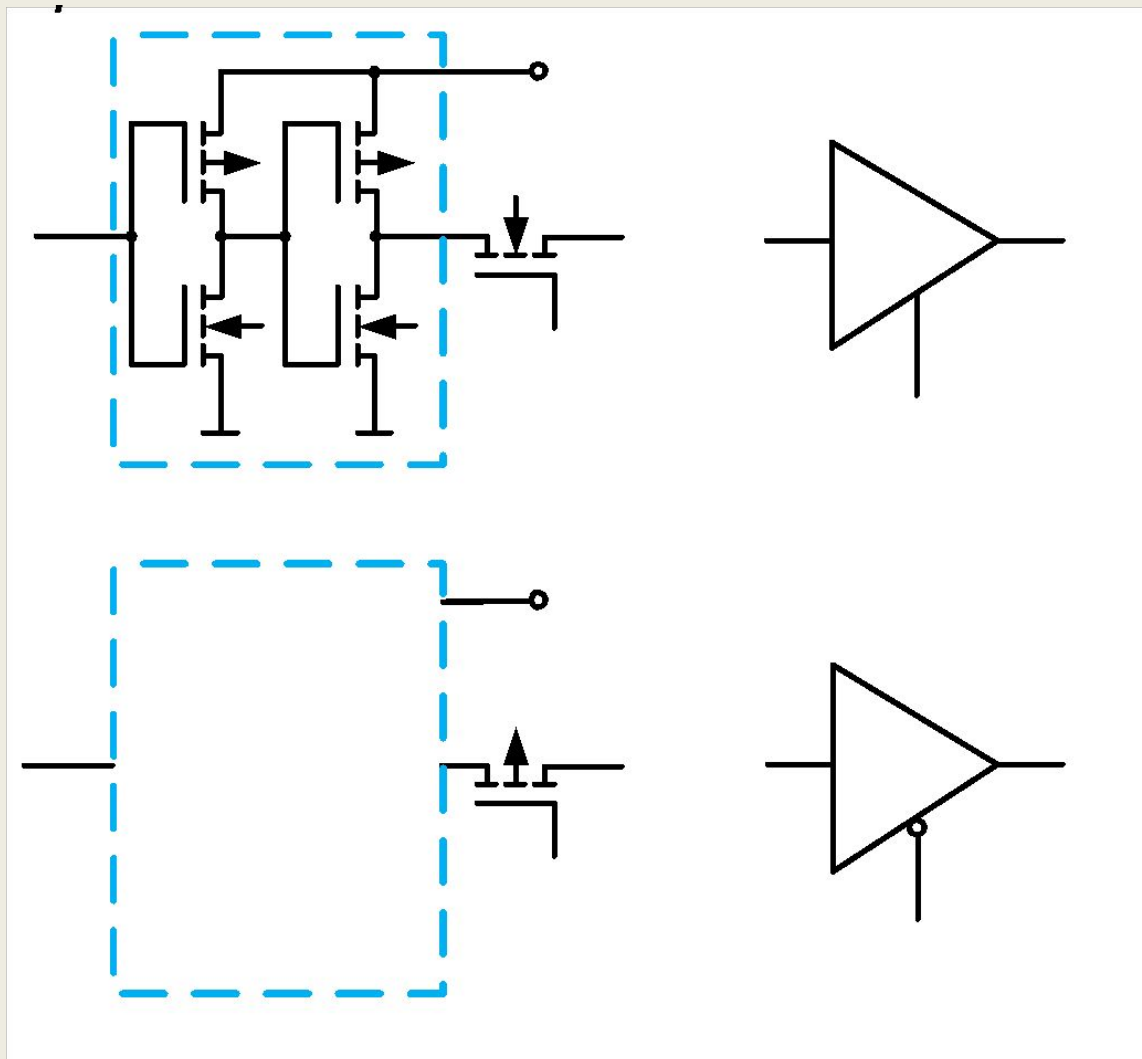
Высокоимпедансное состояние

Z-состояние

Трестабильные вентили (ЛЭ)



Трестабильные вентили (ЛЭ)



Заключение

Важнейшие параметры ЛЭ: лог уровни и допуски (помехозащищенность), лог размах, задержка переключения. Существуют тристабильные ЛЭ с Z-состоянием. На полевых КМОП ЛЭ реализуются инверторы, элементы Шеффера и Пирса. На биполярных (ТТЛ) ЛЭ реализуются элементы Шеффера.