

Липецкий государственный технический университет

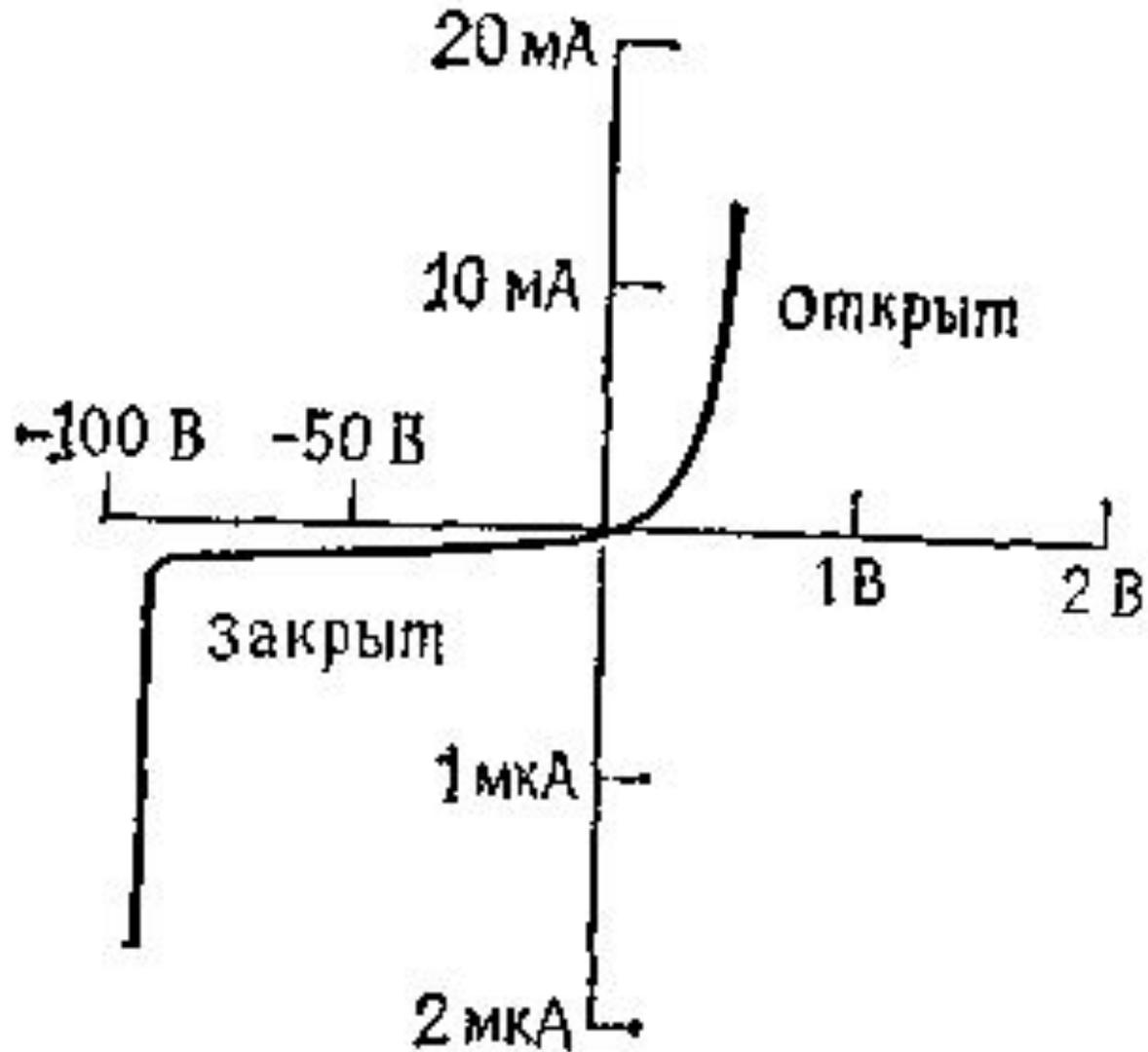
Кафедра автоматизированных систем управления

О. В. Болдырихин

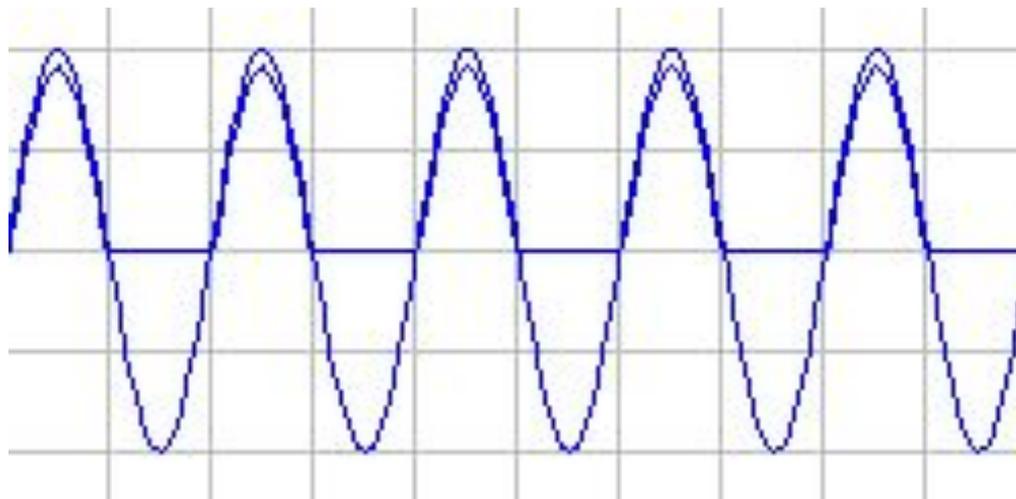
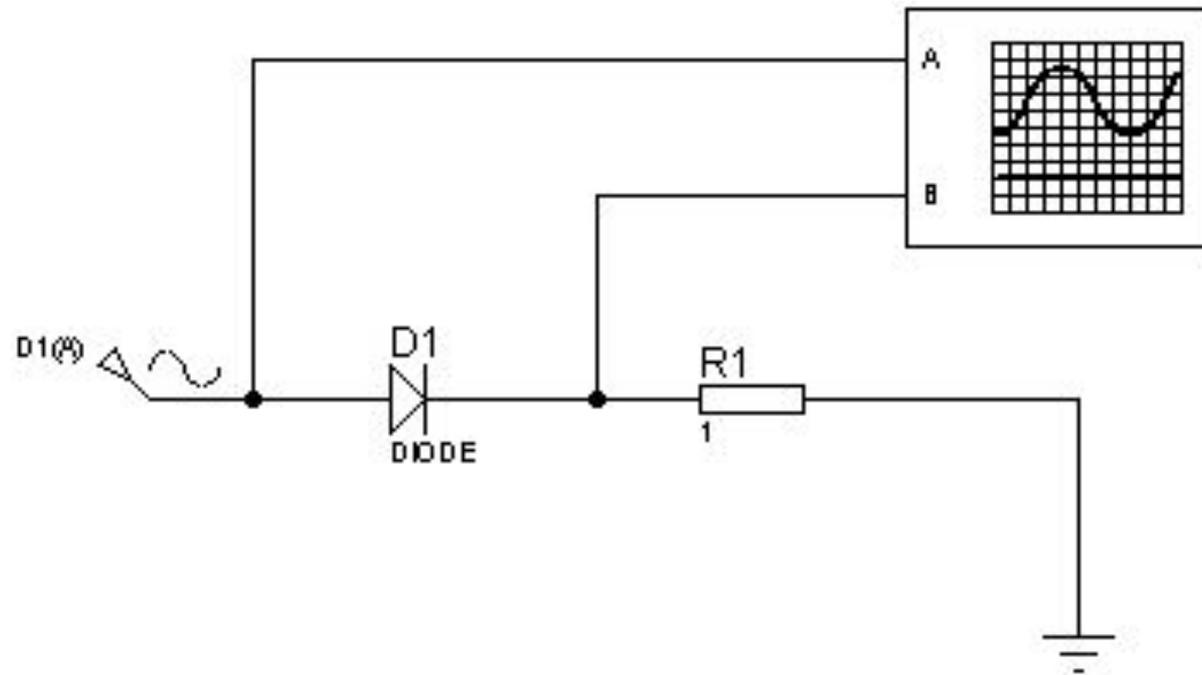
# Основы электроники и схемотехники

Полупроводниковые элементы.  
Диод. Транзистор

# Диод. Вольтамперная характеристика



# Односторонняя проводимость диода



# Статическое и динамическое сопротивление

Для резистора:  $R = \frac{U}{I} = \frac{dU}{dI}$ .

Для элементов с нелинейной вольтамперной характеристикой:

$$\frac{U}{I} \neq \frac{dU}{dI}.$$

Статическое сопротивление:

$$R_s = \frac{U}{I}.$$

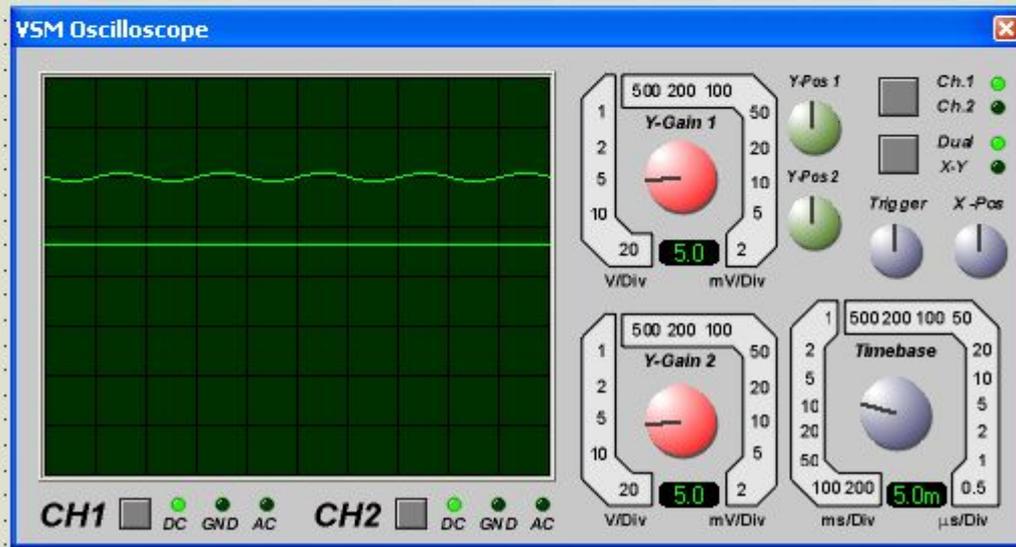
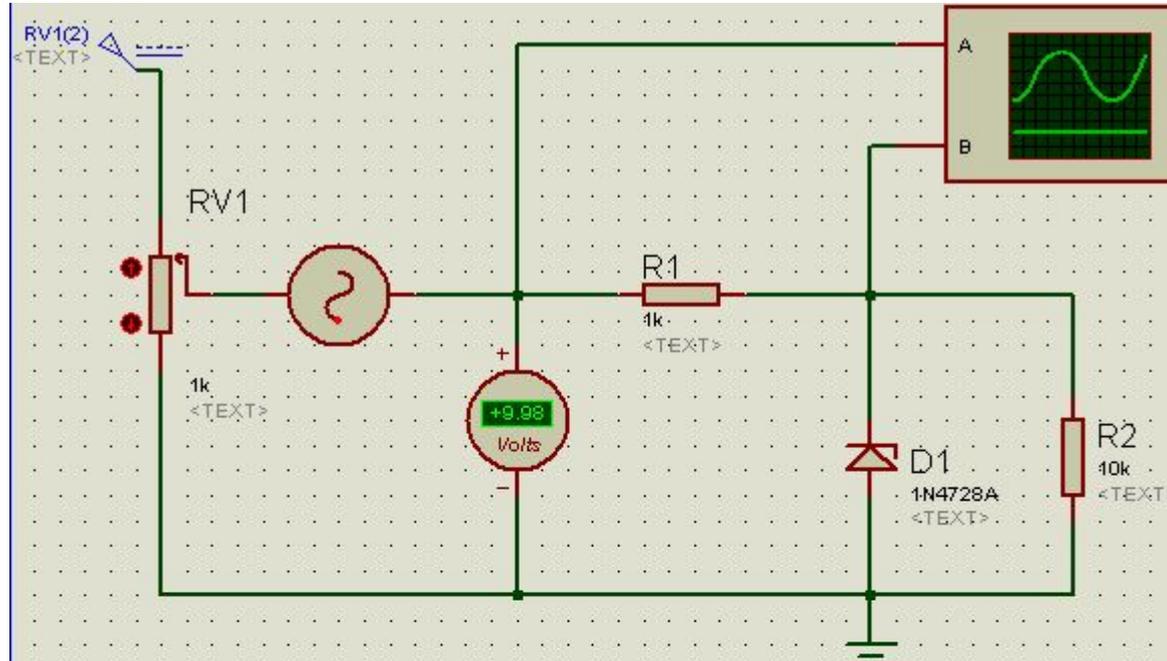
Динамическое сопротивление:

$$R_d = \frac{dU}{dI}.$$

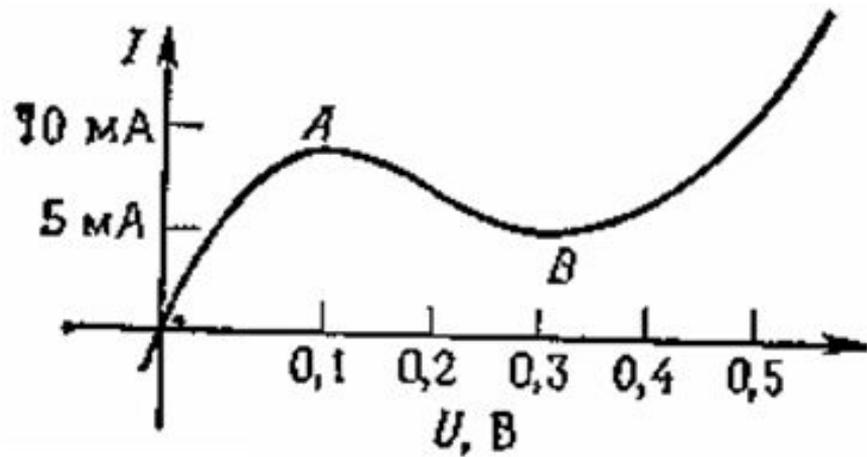
# Виды диодов

- **выпрямительные диоды**, предназначены для выпрямления переменного тока;
- **варикапы** (vari(able) cap(acity)), их работа основана на зависимости емкости р-п перехода от обратного напряжения, применяются в качестве элементов с электрически управляемой емкостью в схемах перестройки частоты колебательного контура, деления и умножения частоты, частотной модуляции и т. п.;
- **стабилитроны**, предназначены для стабилизации напряжения;
- **светодиоды** (излучающие диоды), предназначены для преобразования электрической энергии в световую;
- **фотодиоды**, предназначены для преобразования световой энергии в электрическую;
- **туннельные диоды**, используются для усиления сигналов и генерации электромагнитных колебаний.

# Стабилитрон



# Туннельный диод

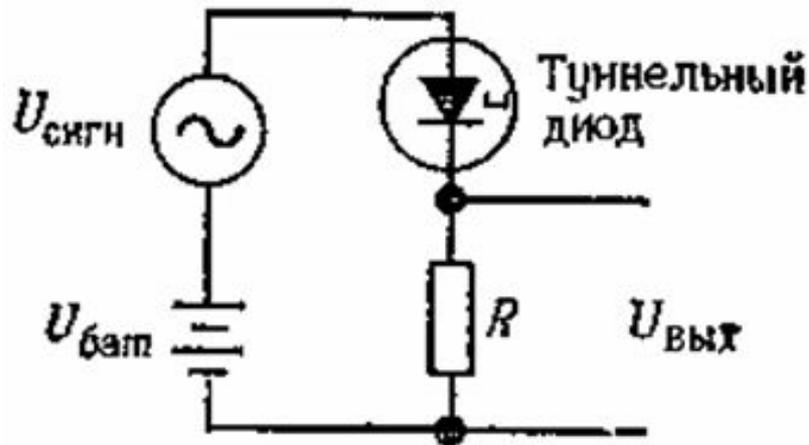


$$U_{ex} = U_{бат} + U_{сигн} = U_{td} + U_R.$$

$$\frac{dU_{ex}}{dI} = \frac{dU_{сигн}}{dI} = \frac{dU_{td}}{dI} + \frac{dU_R}{dI} = r_{td} + R.$$

$$\frac{dU_{вых}}{dI} = R.$$

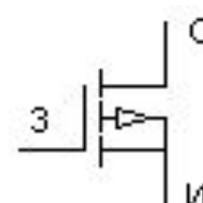
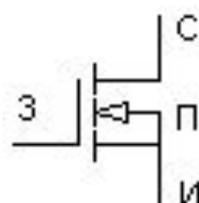
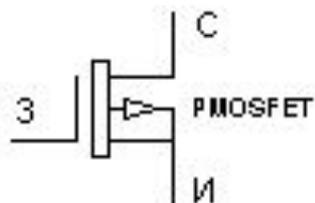
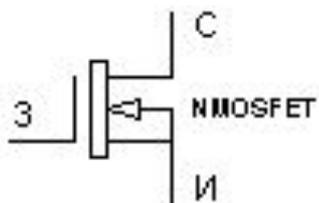
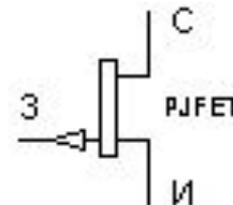
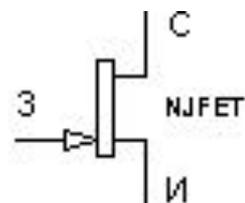
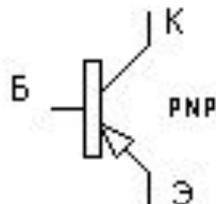
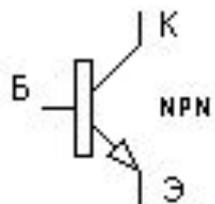
$$\frac{dU_{вых}}{dU_{ex}} = \frac{R}{r_{td} + R}.$$



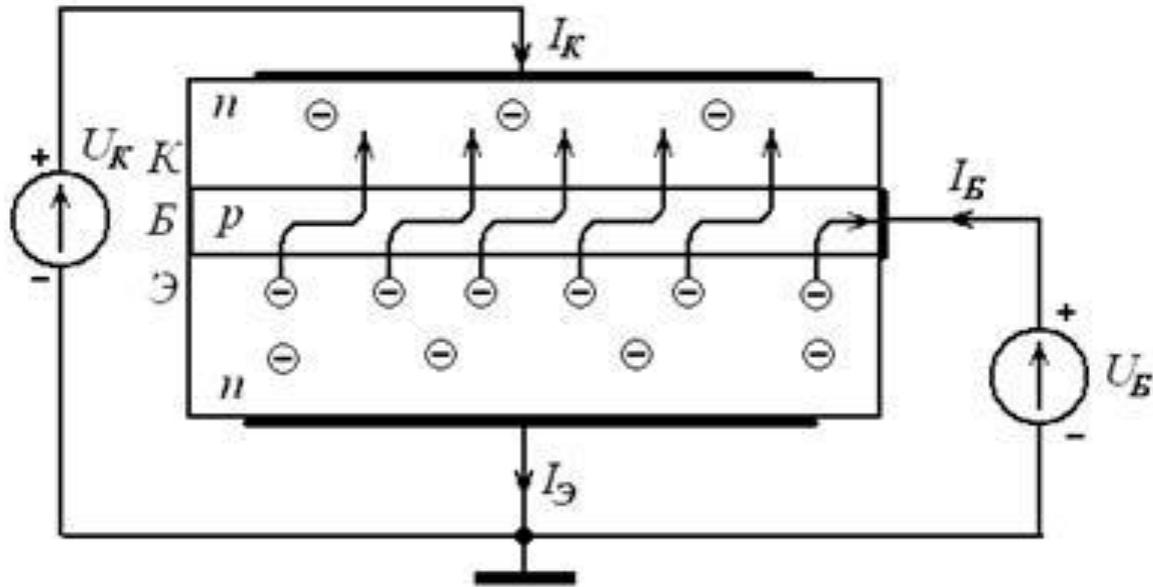
# Классификация транзисторов

- Биполярные:
  - NPN.
  - PNP.
- Униполярные (полевые):
  - С управляющим рп-переходом:
    - NJFET — с каналом n-типа.
    - PJFET — с каналом p-типа.
  - С изолированным затвором (МОП, Металл — Окисел — Полупроводник):
    - Со встроенным (обогащенным) каналом:
      - NMOSFET — полевой МОП-транзистор с каналом n-типа.
      - PMOSFET — полевой МОП-транзистор с каналом p-типа.
    - С индуцированным (обедненным) каналом:
      - n-типа.
      - p-типа.

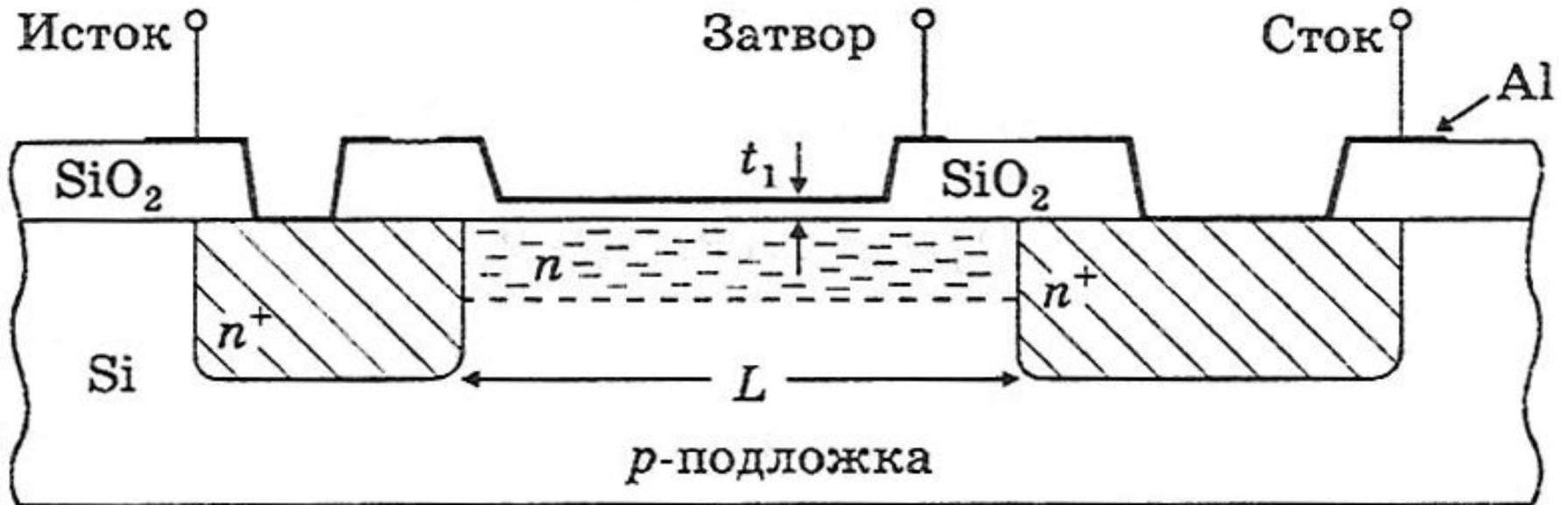
# Условные графические обозначения транзисторов



# Устройство и работа биполярного транзистора



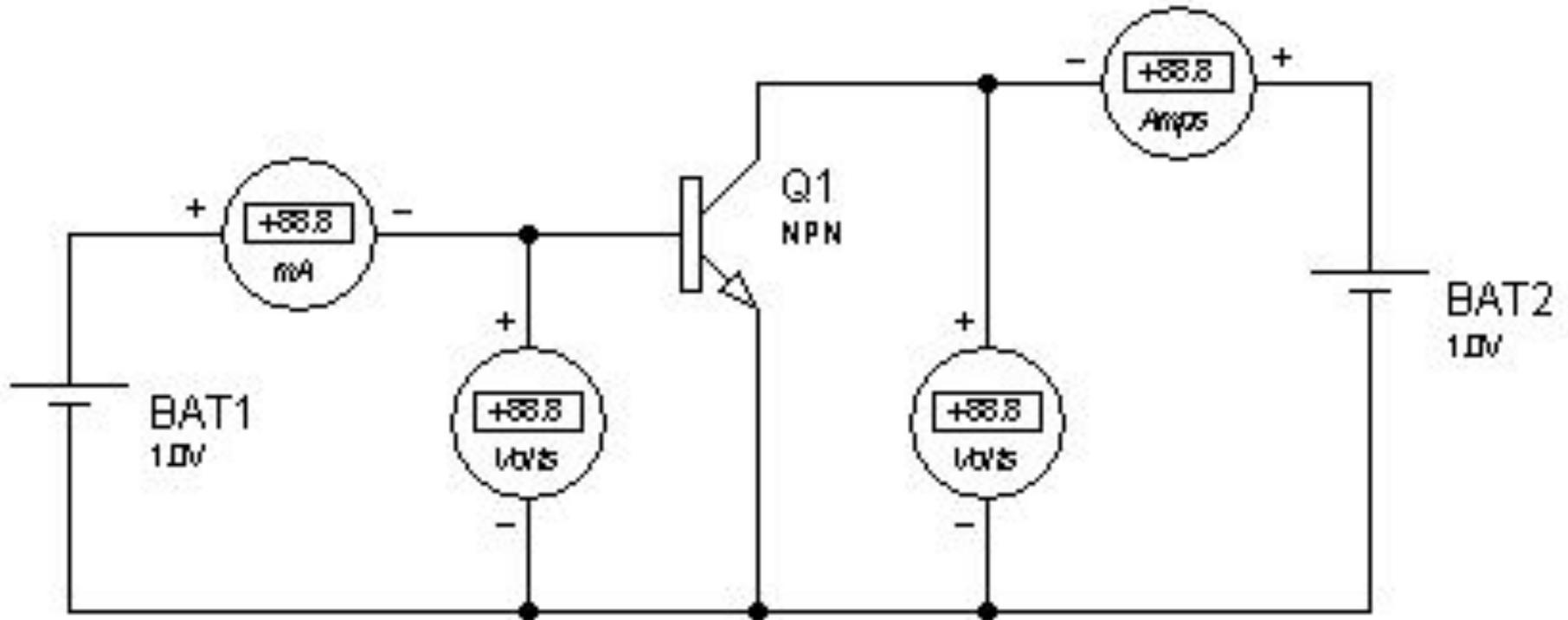
# Устройство и работа полевого транзистора с изолированным затвором



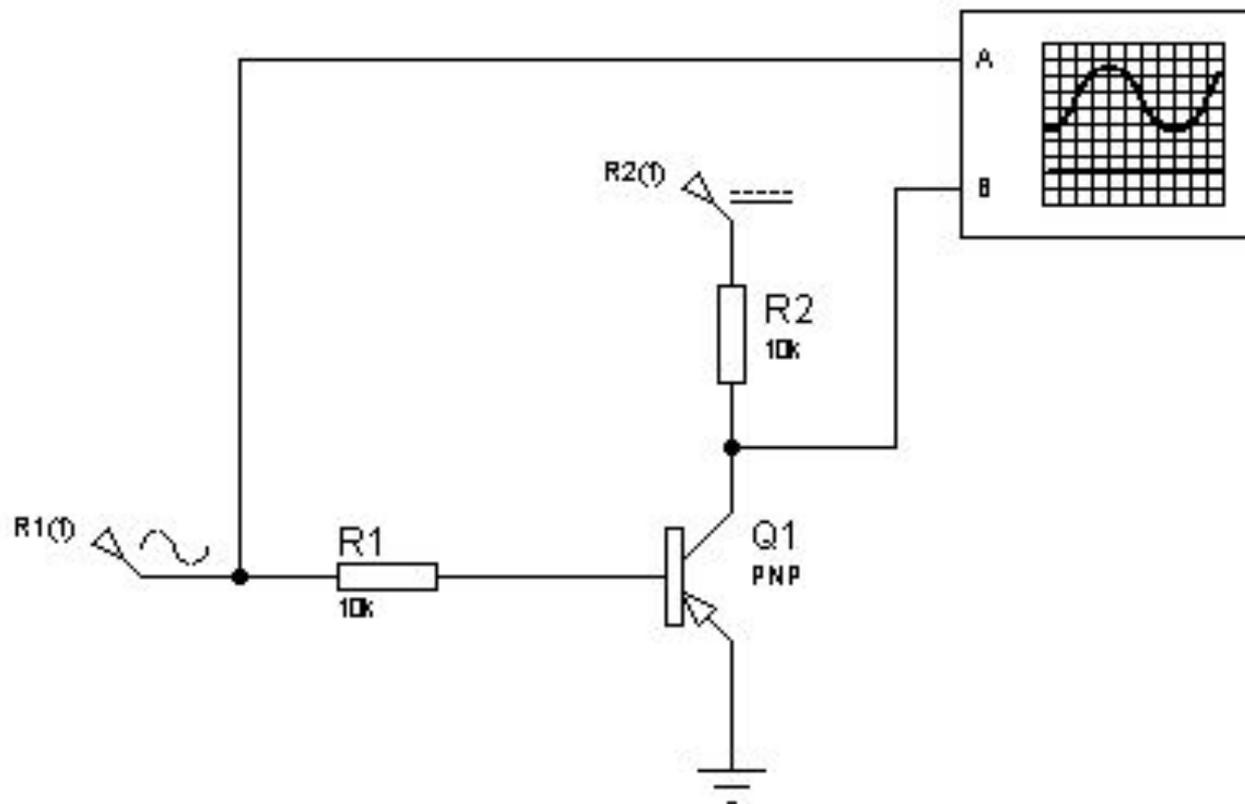
# Характеристики транзисторов

- Входная (для биполярного транзистора —  $I_B(U_{БЭ})$ ).
- Выходная (для биполярного транзистора —  $I_K(U_{КЭ})$ , полевого —  $I_C(U_{СИ})$ ).
- Передаточная (для биполярного транзистора —  $I_K(U_{БЭ})$ , полевого —  $I_C(U_{ЗИ})$ ).

# Схема для построения характеристик транзистора



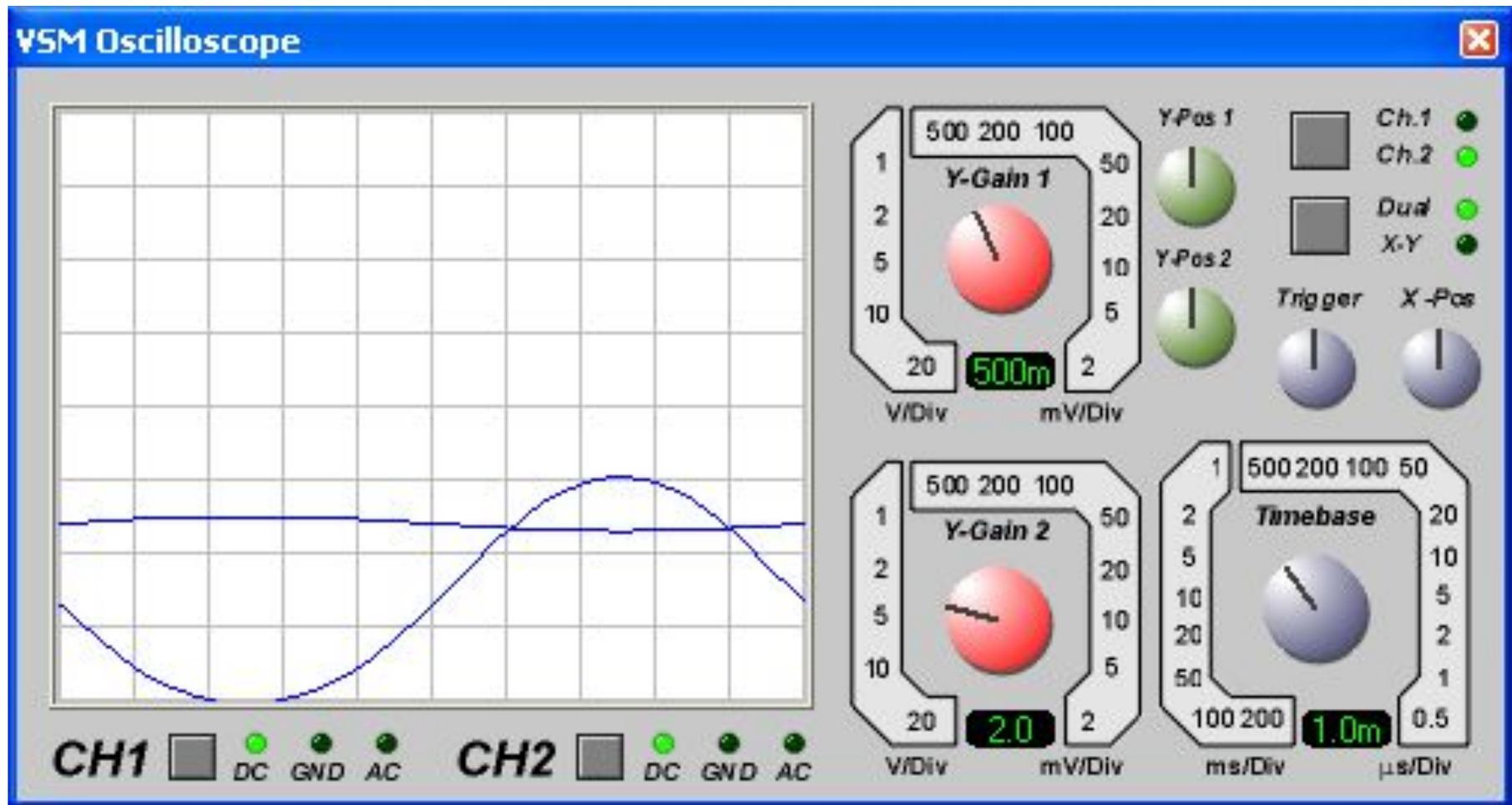
# Схема для изучения работы транзистора



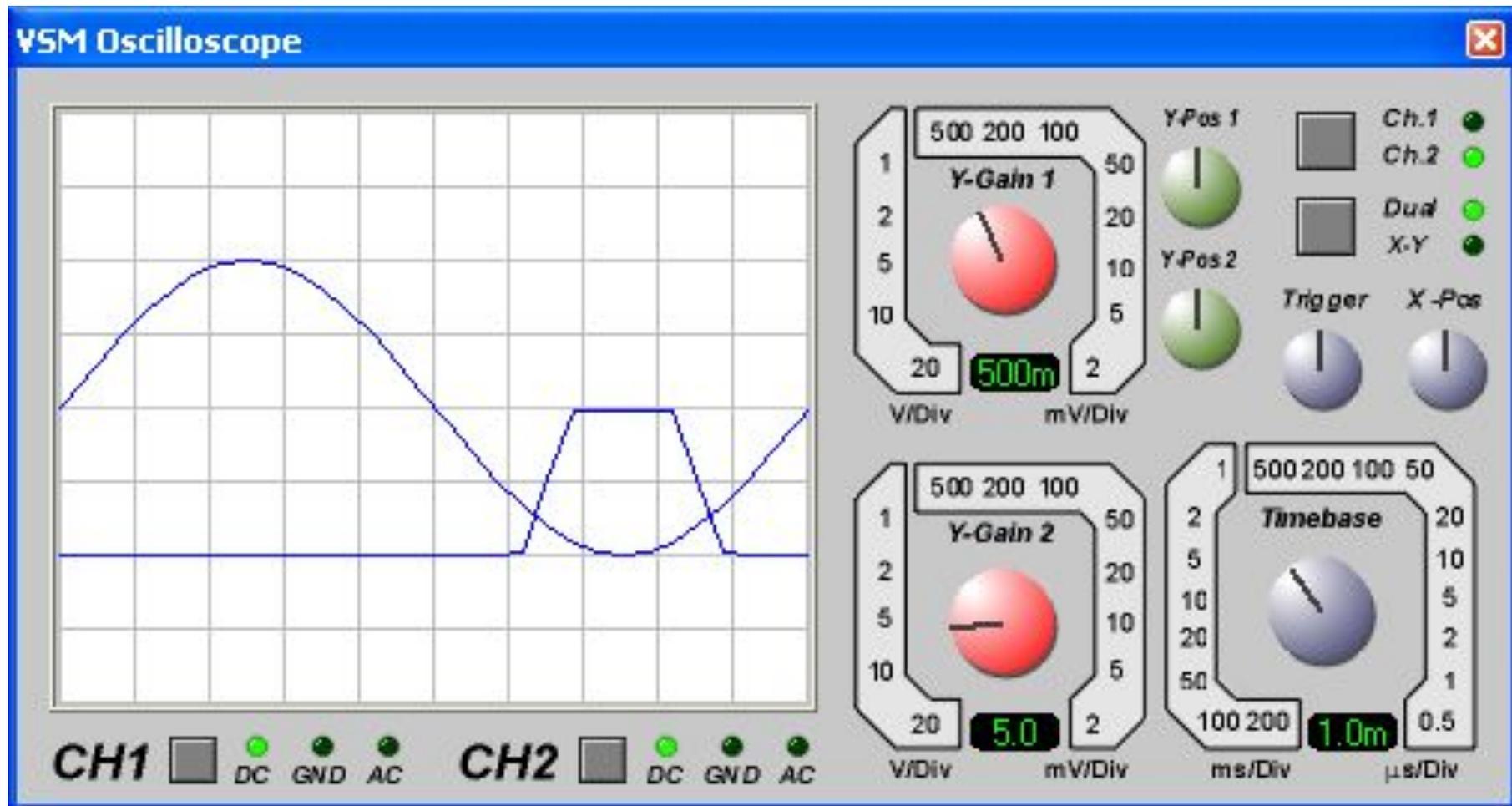
Основные режимы работы транзистора:

- Линейный.
- Насыщения.
- Отсечки.

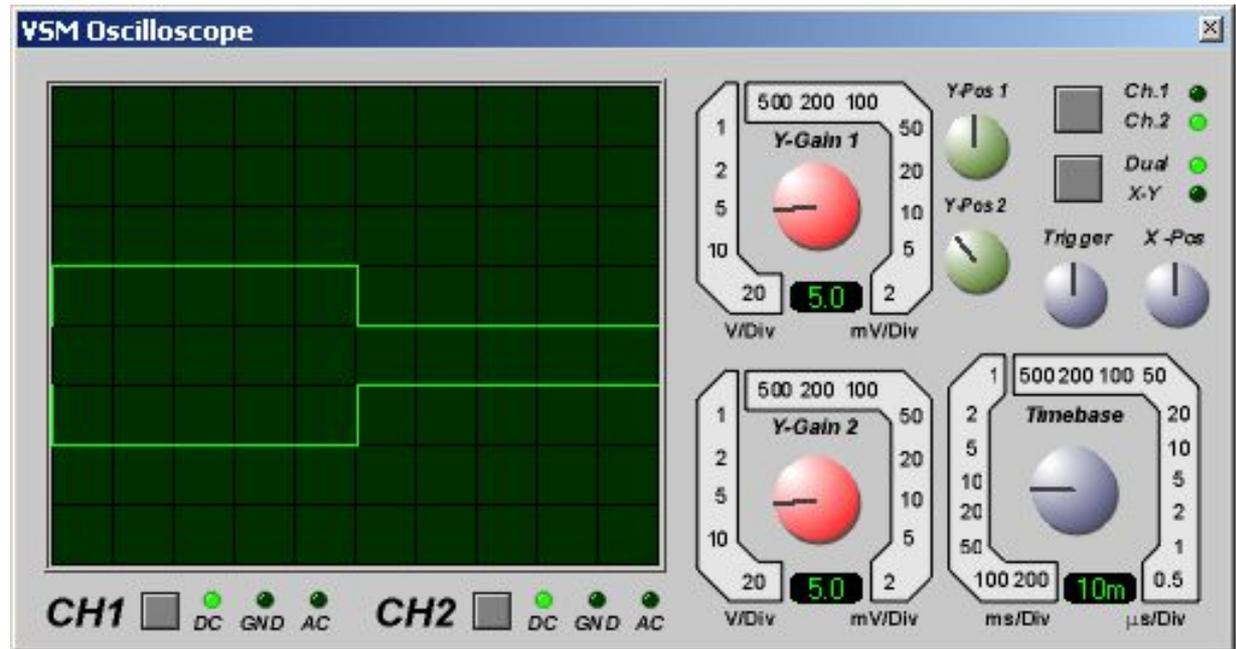
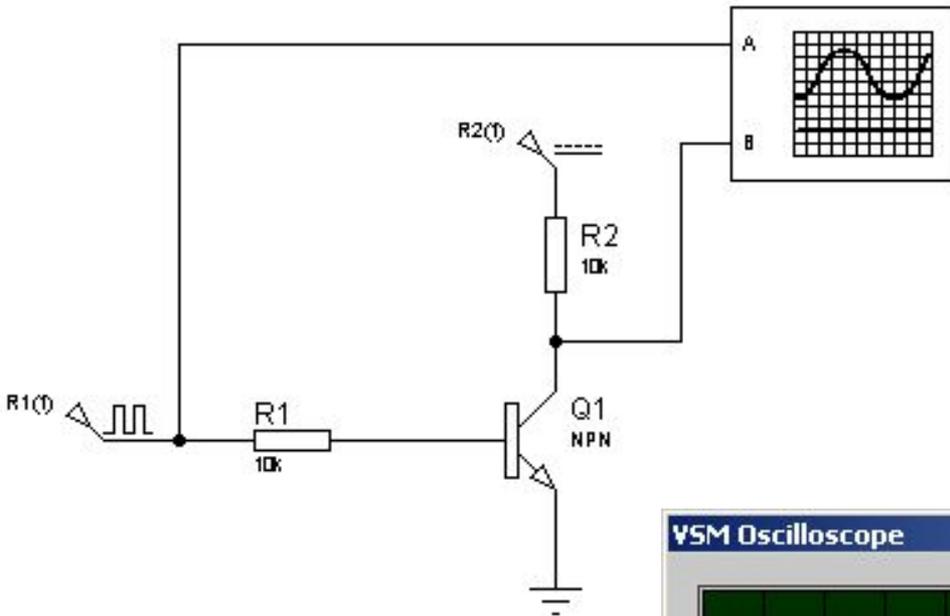
# Линейный режим работы транзистора



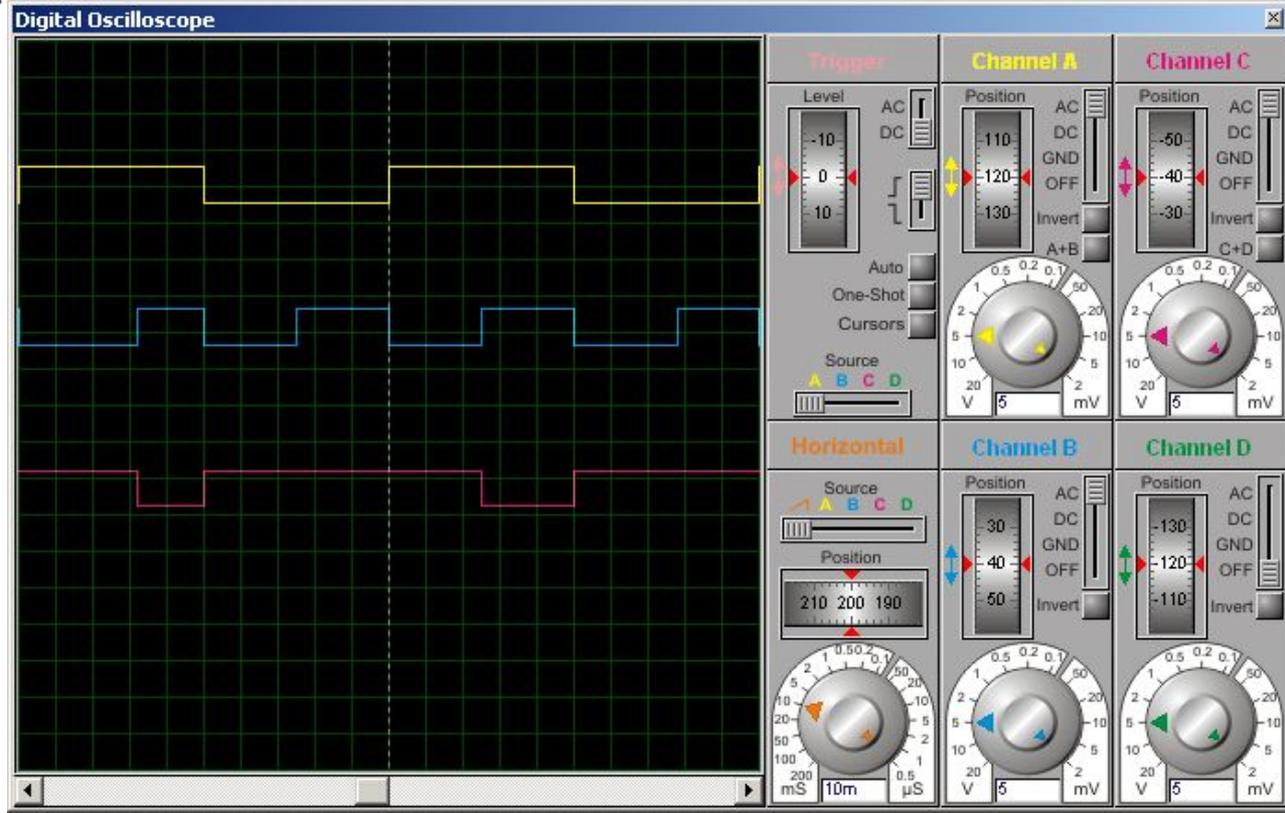
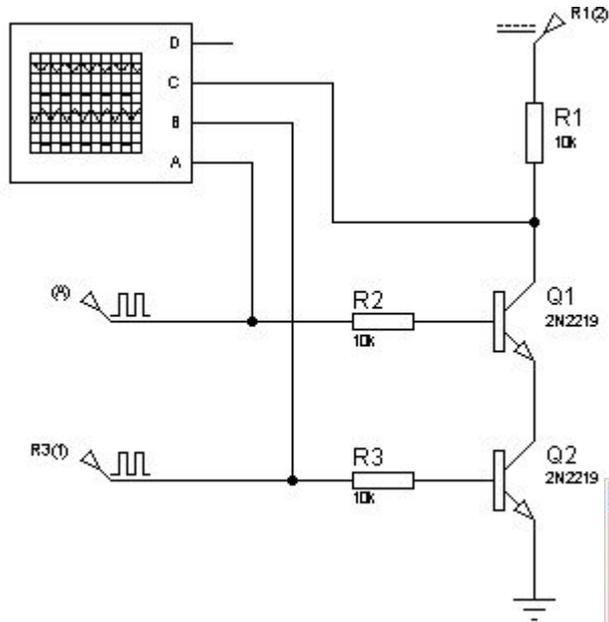
# Режимы насыщения и отсечки



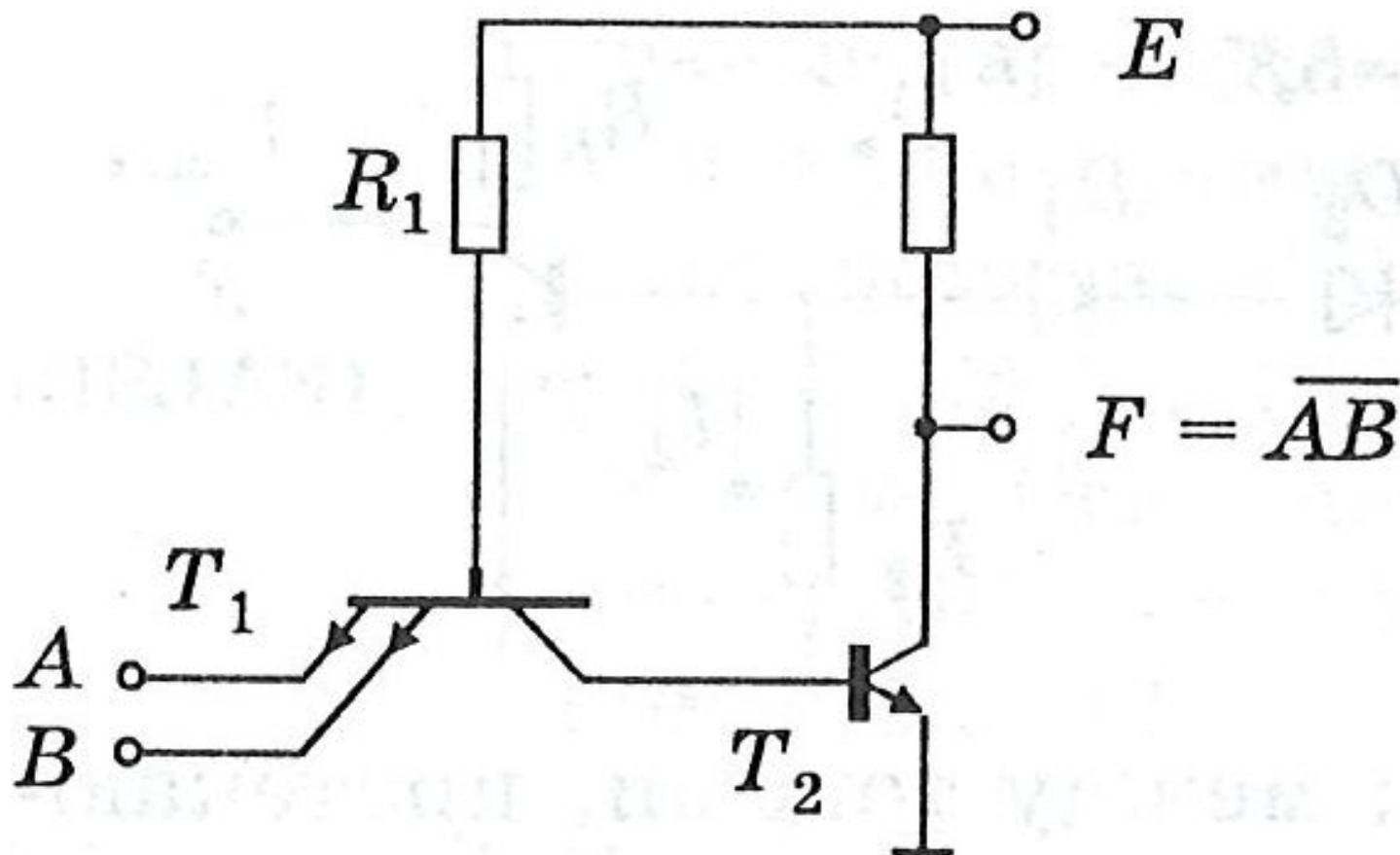
# Инвертор



# Логический элемент И-НЕ



# Реализация элемента И-НЕ в технологии ТТЛ на основе многоэмиттерных транзисторов



# Триггер

