

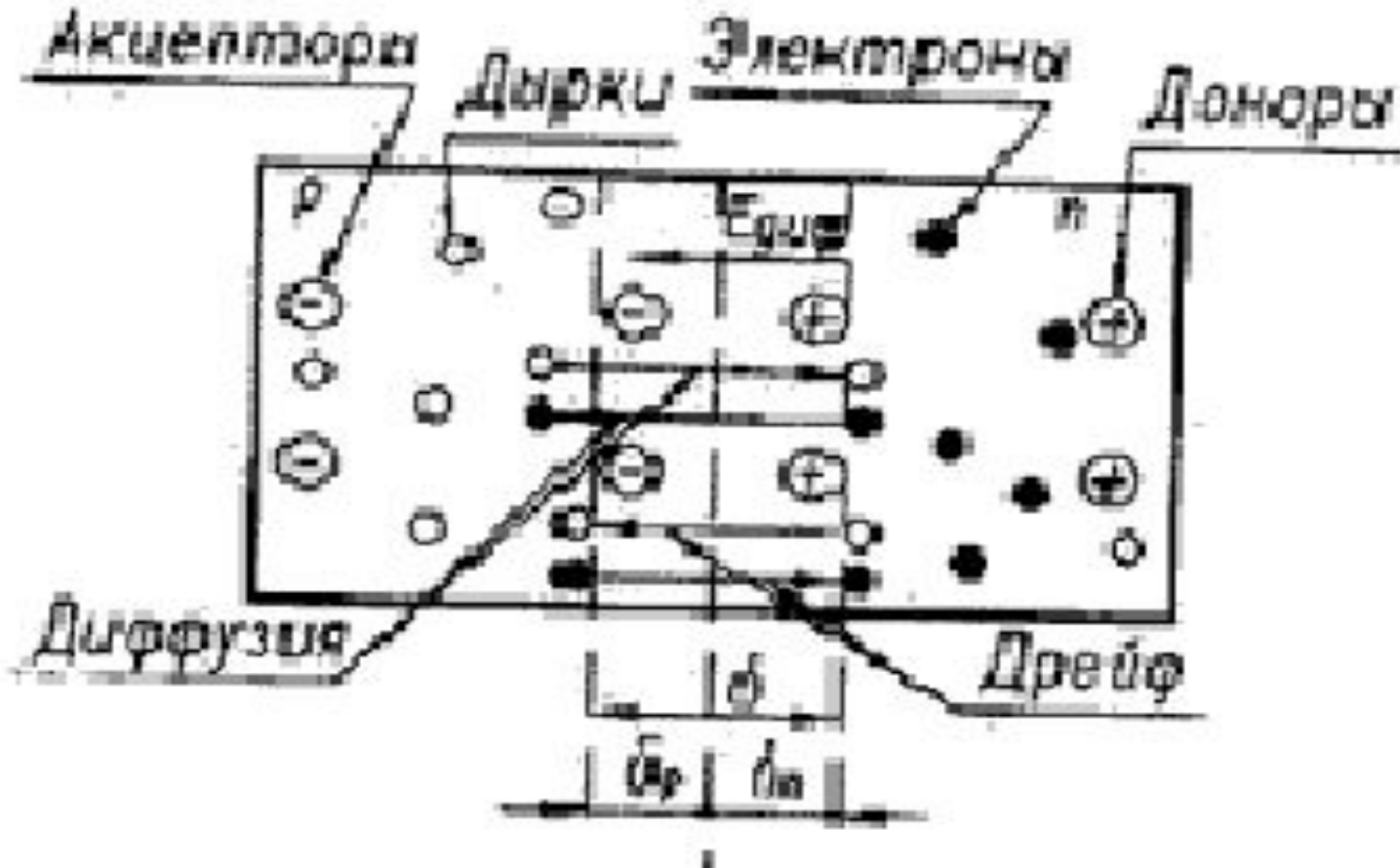
Лекция 4

Биполярные транзисторы

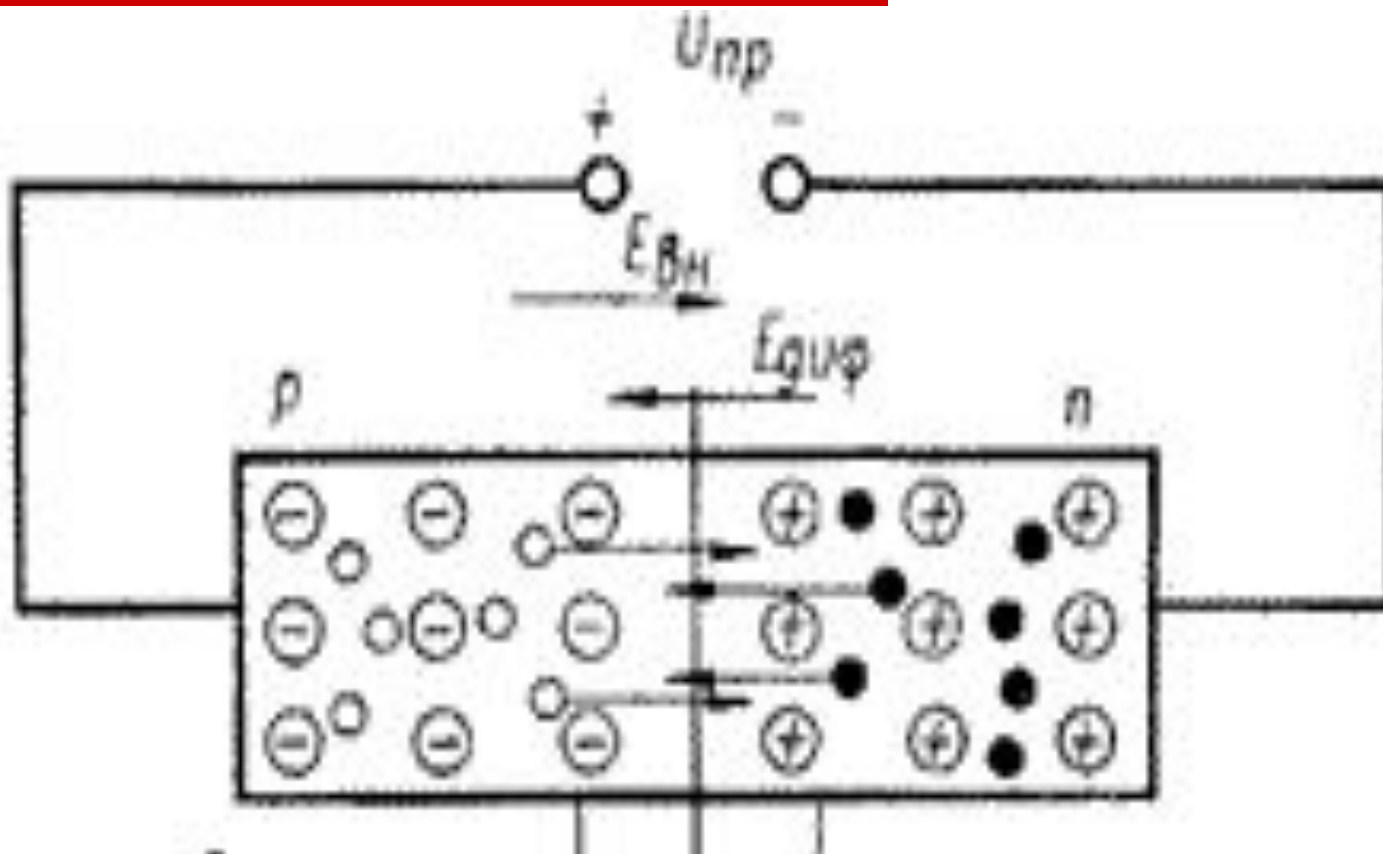
Содержание лекции

- ☐ Определение биполярного транзистора
 - ☐ Режимы работы
 - ☐ Схемы включения БТ
-

p-n переход без внешнего напряжения

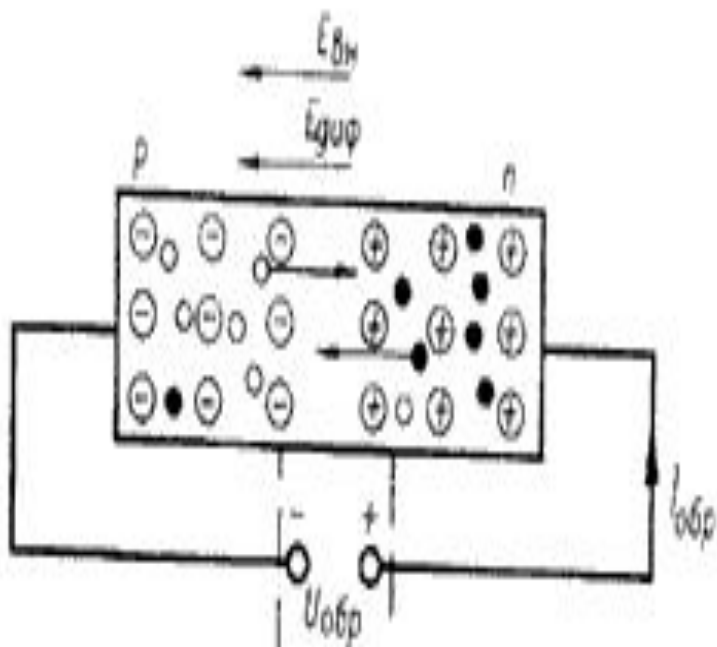


Прямое включение р-п перехода



Обратное включение р-п перехода

- При включении р-п перехода в обратном направлении внешнее обратное напряжение $U_{обр}$ создает электрическое поле, совпадающее по направлению диффузионным, что приводит к росту потенциального барьера на величину $U_{обр}$. Это сопровождается увеличением ширины запирающего слоя,



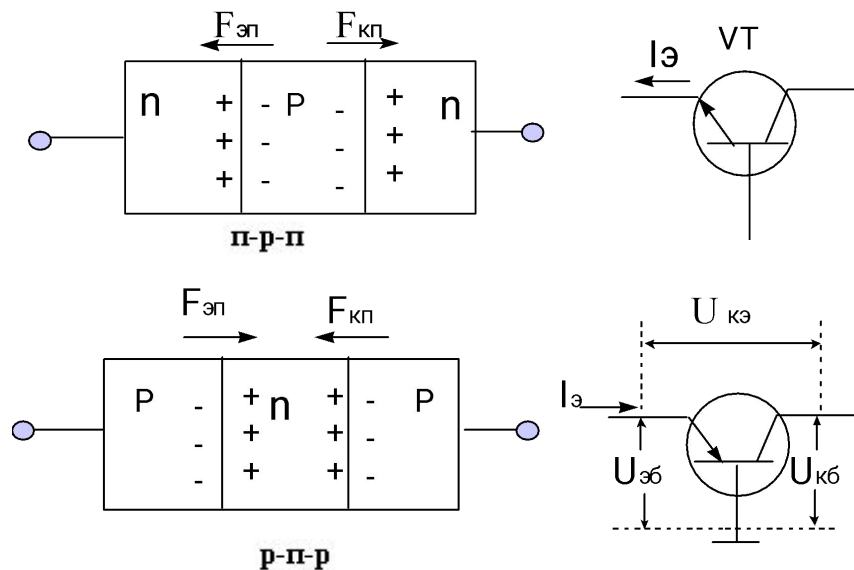
Инжекция и экстракция

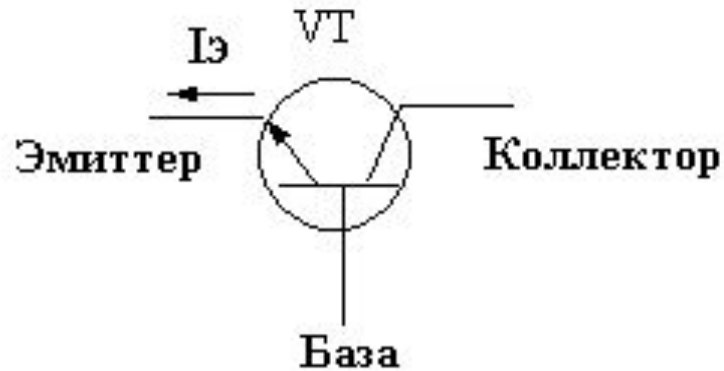
☐ *Процесс введения носителей зарядов через р-п переход при понижении потенциального барьера в область, где эти носители являются неосновными называется инжекцией*

☐ *Процесс отвода неосновных носителей заряда в смежную область через р-п переход, когда на него подано обратное напряжение, называется экстракцией.*

Биполярные транзисторы

Биполярный транзистор представляет собой полупроводниковый прибор с двумя p - n переходами и тремя выводами, усилительные свойства которого обусловлены явлениями инжекции и экстракции неосновных носителей заряда.





- **Эмиттер** – область, сильно легированная носителями, из этой области носители должны быть инжектированы в соседнюю область – базу.
- **База** – область в поперечном сечении, гораздо меньшая, чем две другие и, кроме того, очень слабо легированная носителями.
- **Коллектор** – область, куда должны быть втянуты носители из базы, впрыснутые туда из эмиттера (явление экстракции). Коллектор легируется носителями гораздо слабее, чем эмиттер.
- **Переход между базой и эмиттером называется эмиттерным (ЭП), а между базой и коллектором – коллекторным (КП). Каждый из переходов может быть включен либо в прямом, либо в обратном направлении, то есть переходы равноправны и режим работы транзистора будет зависеть от способа его включения. В соответствии с этим различают четыре способа включения или четыре режима работы транзистора.**

*Режимы
биполярного
транзистора*

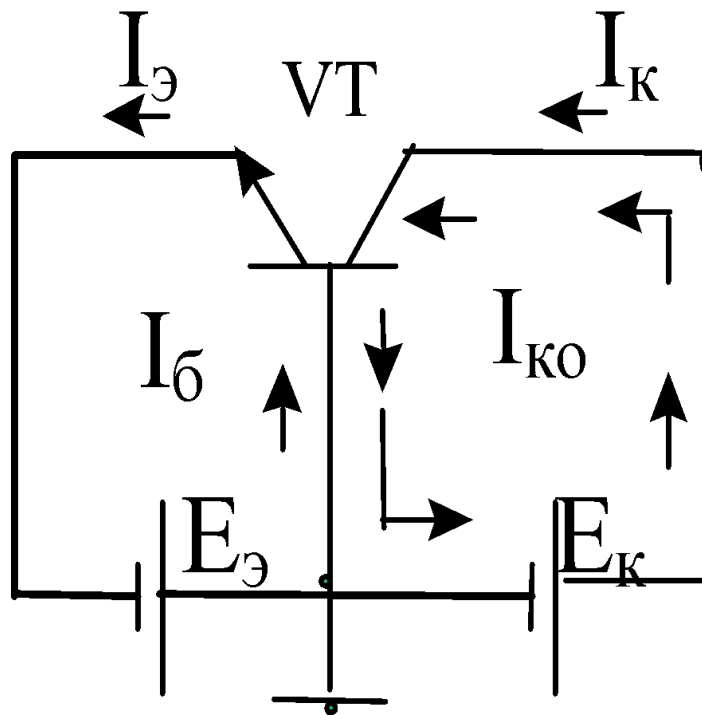
*Активный
режим*

*Инверсный
режим*

*Режим
насыщения*

*Режим
отсечки*

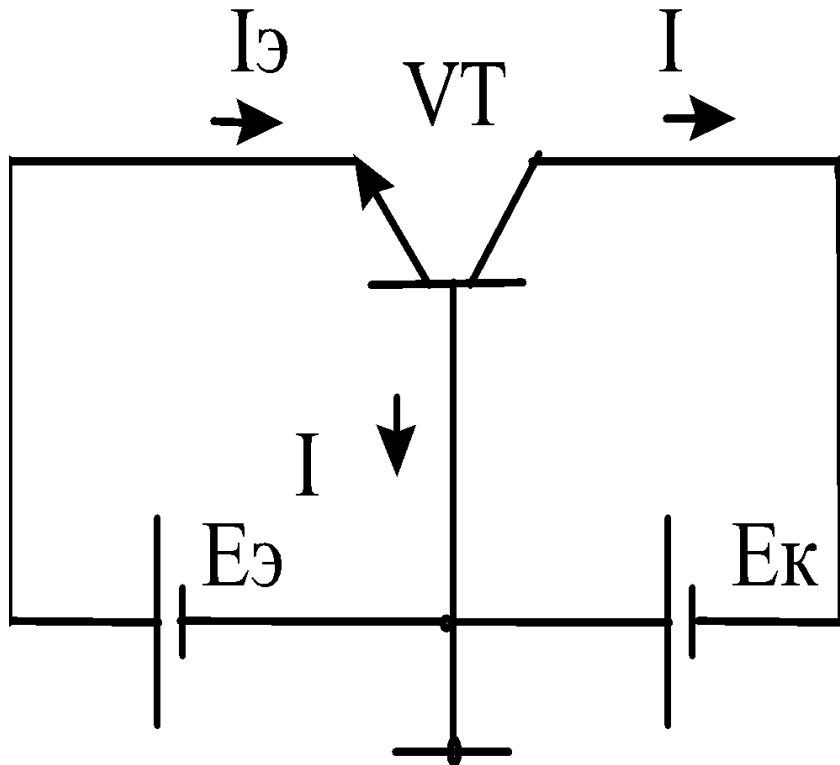
Активный режим



□ . **Активный (или режим усиления) – нормальное включение, при котором на эмиттерный переход подается прямое напряжение, а на коллекторный – обратное. В активном режиме коэффициент передачи тока эмиттера .**

$$\alpha_n = 0,98 - 0,99$$

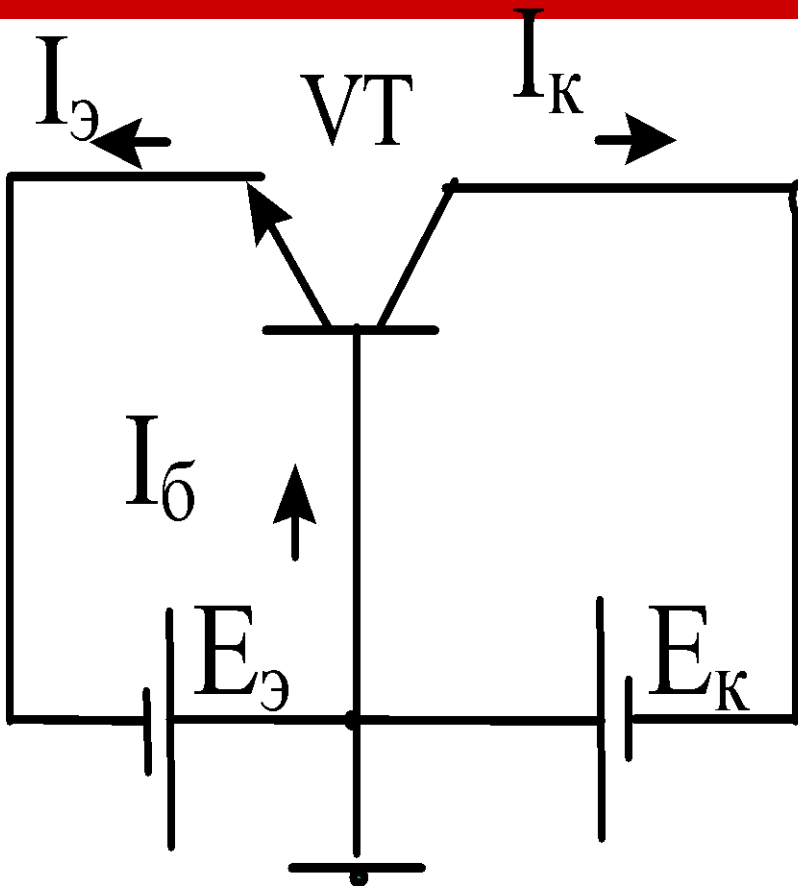
Инверсный режим



- 2. Инверсный (На эмиттерный переход подается обратное напряжение, а на коллекторный – прямое. В этом режиме коэффициент передачи тока коллектора заметно меньше коэффициента передачи тока эмиттера при нормальном включении

$$\alpha_i = 0,5 - 0,7.$$

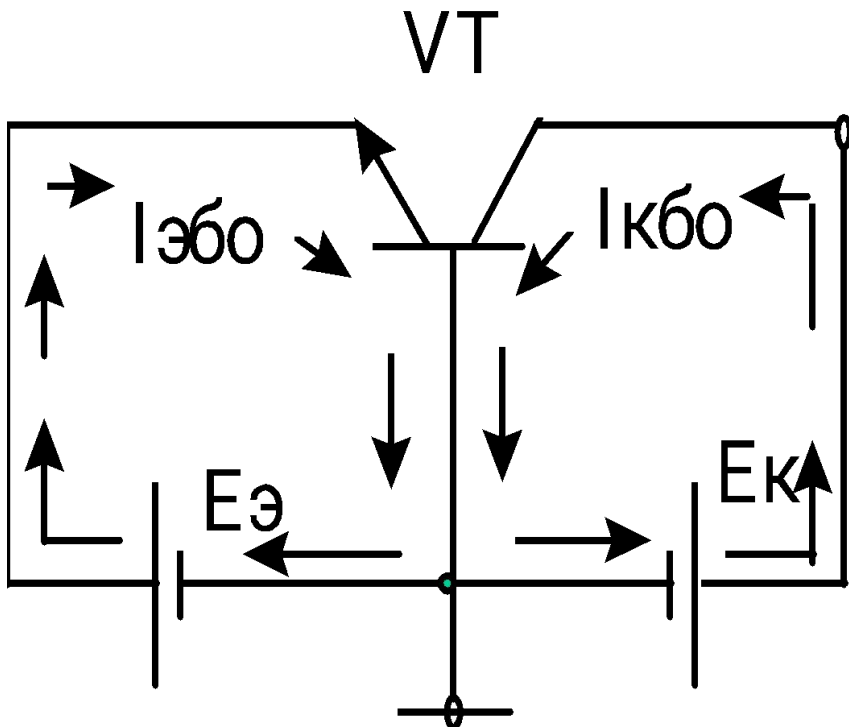
Режим насыщения



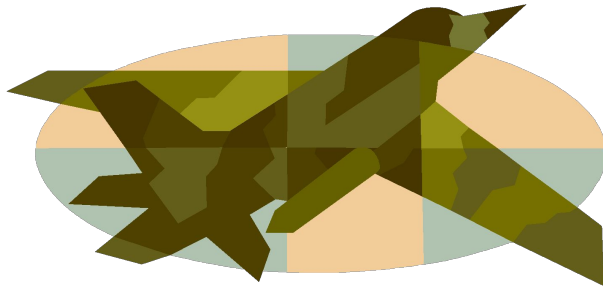
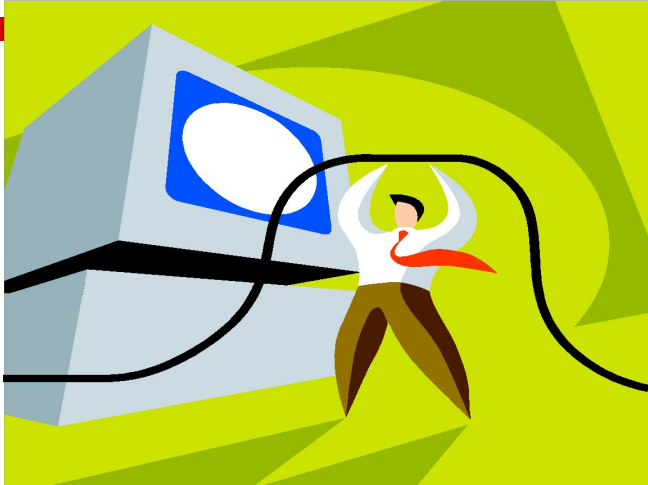
□ Режим насыщения На обоих переходах действуют прямые напряжения, и таким образом транзистор работает в режиме двойной инжекции (в базу поступают носители и из эмиттера, и из коллектора).

Режим отсечки

- **Режим отсечки**
На обоих переходах действуют обратные напряжения, транзистор заперт и через переходы текут лишь токи неосновных носителей.



Наиболее распространенным является активный режим

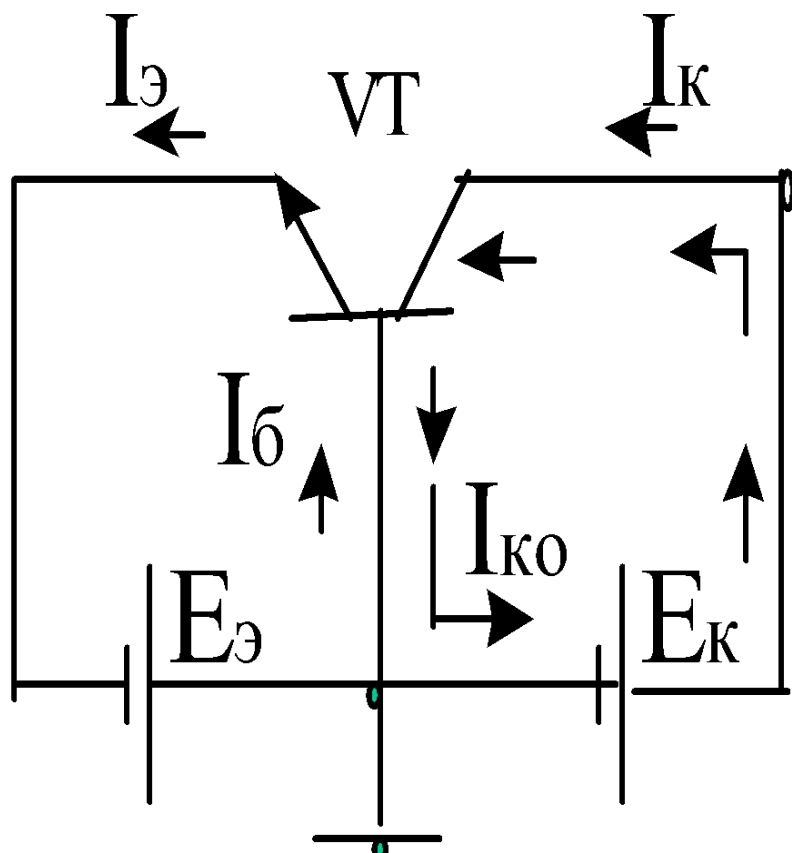


- *Наиболее распространенным является активный режим когда на эмиттерный переход подается прямое, а на коллекторный – обратное напряжения. При этом через переходы текут примерно одинаковые токи, но эмиттерный ток течет через прямосмещенный переход с малым сопротивлением и под действием малого напряжения (доли вольта),*
- *а коллекторный ток – через обратносмещенный переход с большим сопротивлением и под действием большого напряжения (десятки, сотни вольт). Этот факт и создает принципиальную возможность использования транзистора в качестве усилителя электрических колебаний (преобразователя мощности).*

Схемы включения биполярных транзисторов

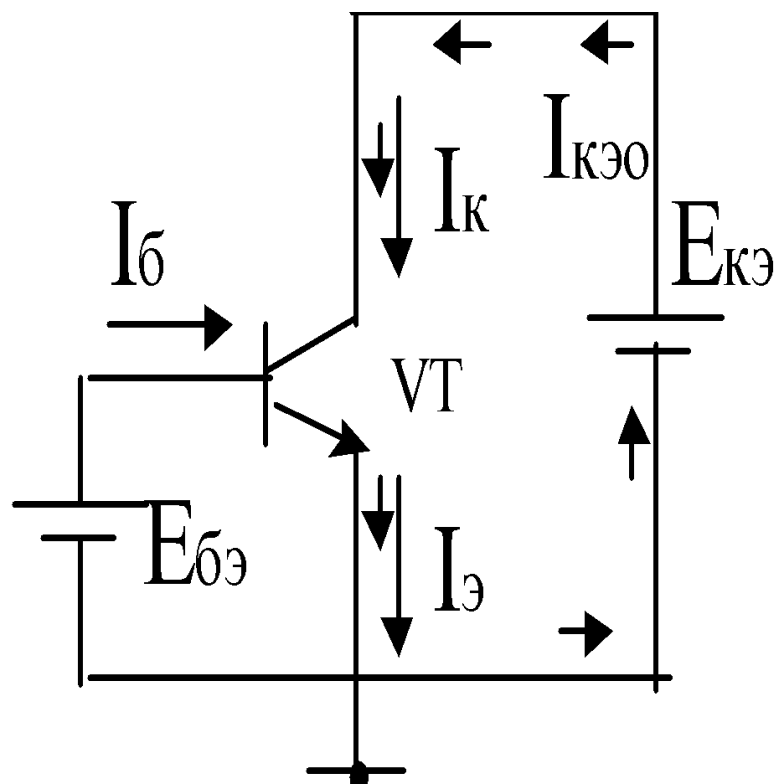
- Существует три схемы включения биполярных транзисторов:***
 - с общей базой (ОБ), с общим эмиттером (ОЭ), с общим коллектором (ОК). Электрод, который будет общим для входной и выходной цепей усилителя, определяет название схемы включения транзистора.***
 - В схеме включения транзистора с ОБ (рис. 2.4, а) входным током будет ток эмиттера, а выходным – ток коллектора, следовательно, усиления тока в такой схеме не происходит. Передача тока эмиттера в цепь коллектора оценивается статическим коэффициентом передачи тока эмиттера « α »:***
-

Схема с общей базой



- В схеме включения транзистора с ОБ входным током будет ток эмиттера, а выходным – ток коллектора, следовательно, усиления тока в такой схеме не происходит.

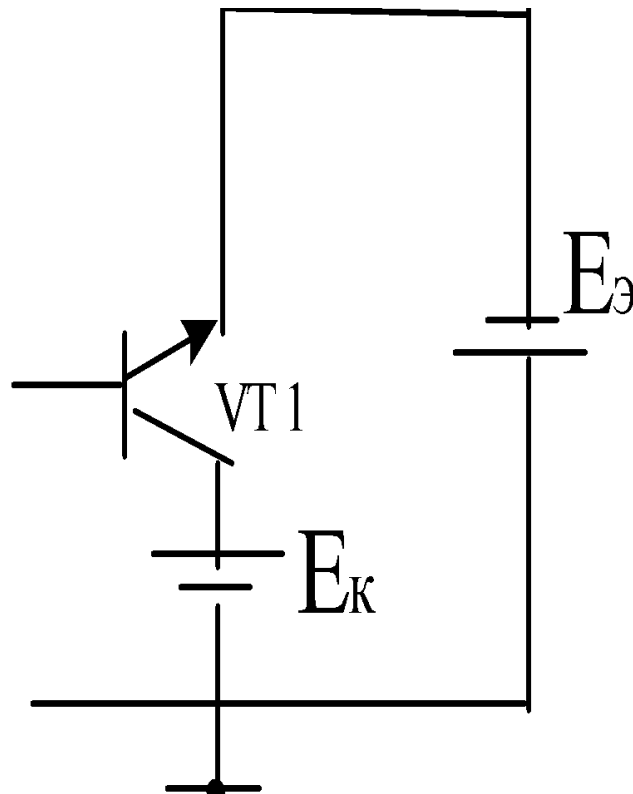
Схема с общим эмиттером



□ Схемы включения транзистора с ОЭ и с ОК – это схемы с базовым управлением: выходной ток следует за всеми изменениями входного базового тока. В схеме с ОЭ выходным током является ток коллектора, а в схеме с ОК – ток эмиттера. Во всех схемах включения (ОБ, ОЭ, ОК) источники постоянного напряжения обеспечивают режимы работы транзисторов по постоянному току, то есть необходимые начальные значения напряжений и токов.

$$\beta_{\text{ОЭ}} = \frac{I_{\text{К}}}{I_{\text{Б}}} = \frac{I_{\text{К}}}{I_{\text{Э}} - I_{\text{К}}} = \frac{\alpha}{1 - \alpha};$$

Схема с общим коллектором



- При отсутствии на входе источников переменного сигнала режим, в котором находится транзистор, принято называть режимом покоя, а токи и напряжения – параметрами покоя (токи покоя, напряжения покоя).
- Усилительные свойства транзистора по току в схемах с ОЭ и с ОК оцениваются с помощью интегрального коэффициента передачи тока базы β :

$$\beta_{ок} = \frac{I_{\text{э}}}{I_{\text{б}}} = \frac{I_{\text{э}}}{I_{\text{э}} - I_{\text{к}}} = \frac{1}{1 - \alpha} = (1 + \beta_{оэ}).$$

Подведение итогов занятия

Контрольные вопросы:

1. В каком направлении включается эмиттерный переход биполярного транзистора в усилительном режиме?

- А) эмиттерный - в обратном коллекторный - в прямом.*
- В) эмиттерный - в прямом коллекторный - в обратном.*
- С) оба перехода в прямом.*
- Д) оба перехода в обратном.*

2. Что называют эмиттером?

- А) область, основными носителями которой являются "+" ионы.*
- В) крайняя область, примыкающая к $n-p$ переходу, включаемому в прямом направлении, являющаяся источником носителей тока.*
- С) область основными носителями, которой являются "-" ионы.*
- Д) область, примыкающая к $n-p$ переходу, включаемому в обратном направлении.*

3. Какое включение $p-n$ перехода называются прямым ?

- А) «-» источника к P области, «+» - к n области*
 - В) «+» источника к P , а «-» - к n области*
 - С) «-» к P , «+» - к n области*
 - Д) «-» к P , «-» к n области*
-

Подведение итогов занятия

1. Составить краткий конспект
 2. Ответить на контрольные вопросы
 3. Выводы по новой теме
-