

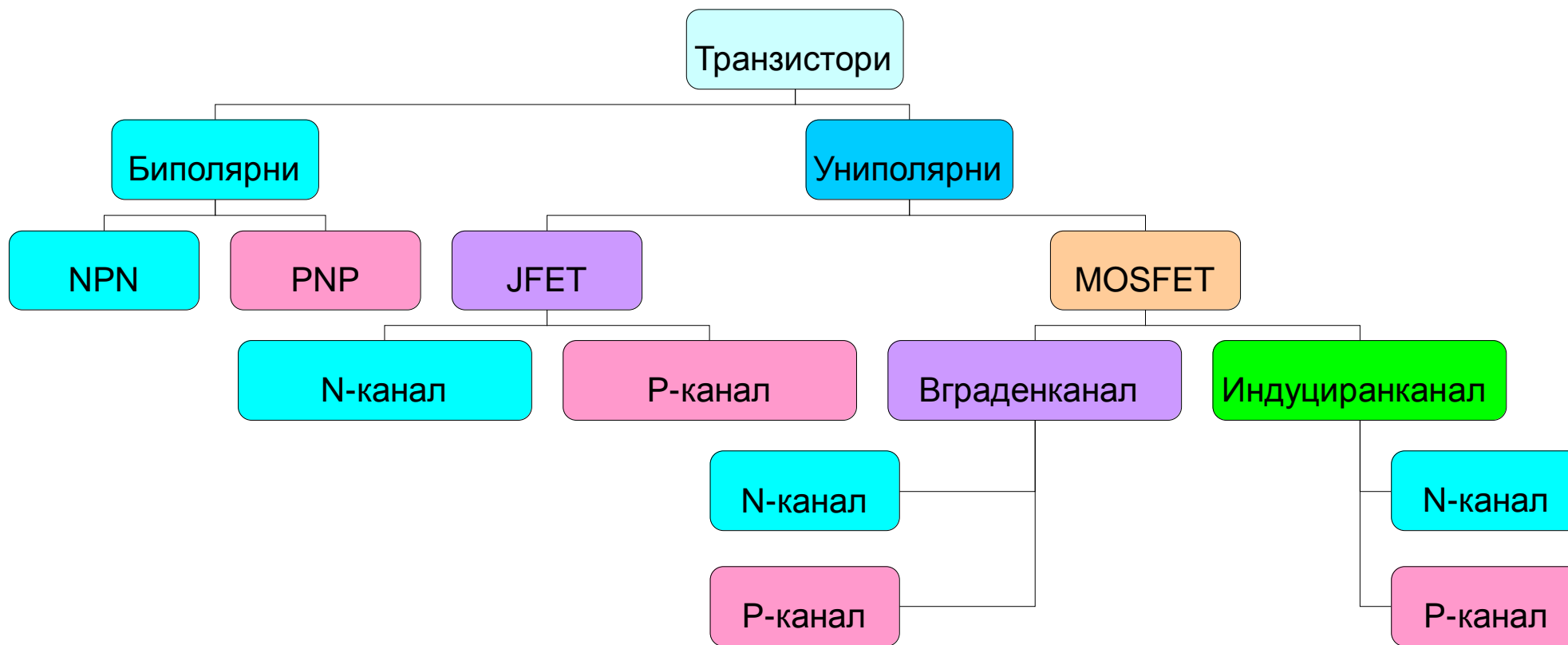


# Биполярни транзистори

Видове биполярни транзистори. Принцип и режими на работа. Статични характеристики.



# Видове транзистори

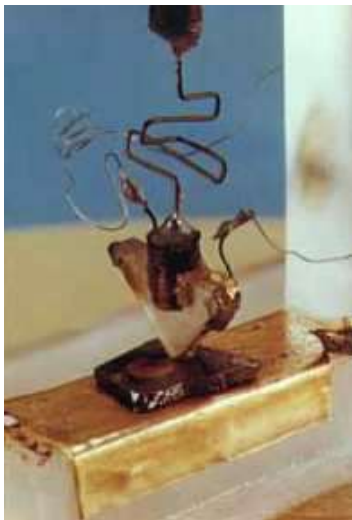


- 



# I. Биполярен транзистор

- ✓ В лабораториите на Bell (Bell labs) Уилям Шотки, Уолтър Братейн и Джон Бардин създават първия биполярен транзистор през 1947г.
- ✓ През 1956г. те получават Нобелова награда за физика за изследванията си с полупроводници и „откриването“ на транзистора.



Първият транзистор(1947)



Уилям Шотки, Уолтър Братейн и Джон Бардин





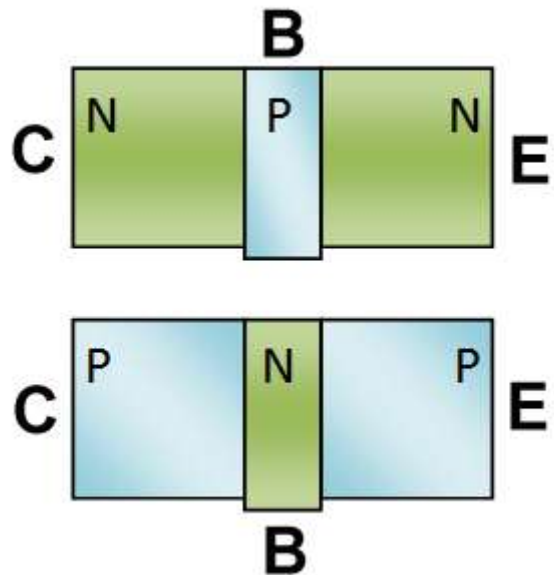
# I. Биполярен транзистор

- ✓ Транзисторите намира приложение в практически всички електронни устройства. Повечето транзистори се използват като съставна част от интегралните схеми и може да се достигне до милиарди транзистори интегрирани в един полупроводников чип.
- ✓ **Закон на Мур** (Гордън Мур, създател на [Intel](#)) – Съгласно закона, броят на транзисторите, интегрирани в полупроводниковия кристал, се удвоява средно на всеки 2 години. Правилото днес губи своето действие, поради доближаване на размера на транзистора до атомни величини.



# I. Биполярен транзистор

- ✓ Състои се от **три** полупроводникови области с два PN прехода, сглобени в **NPN** или **PNP** структура.
- ✓ Те работят с двата типа основни токоносители електрони и дупки, затова се наричат **биполярни**.



- ✓ Изводите на транзистора се наричат:

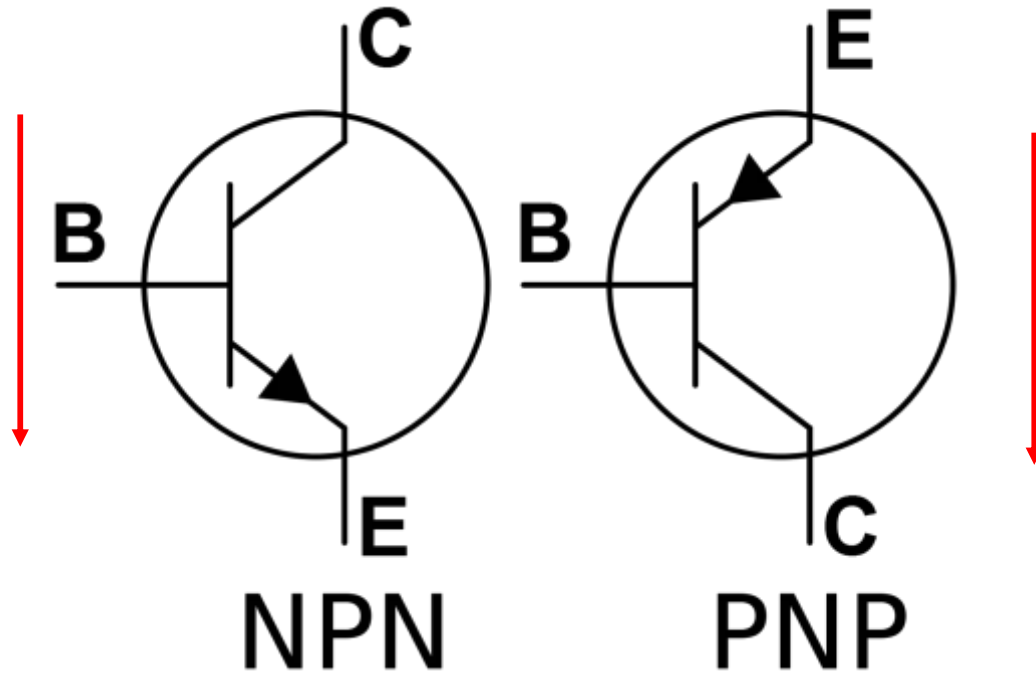
**Е** – емитер

**В** – база

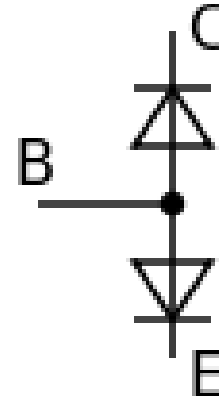
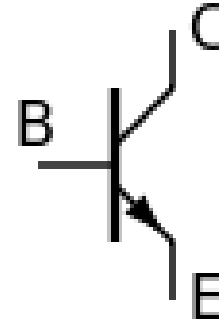
**С** – колектор

# I. Биполярен транзистор

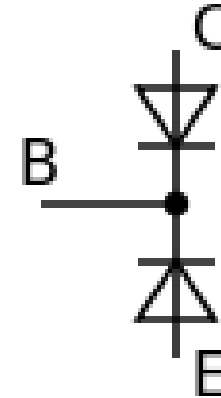
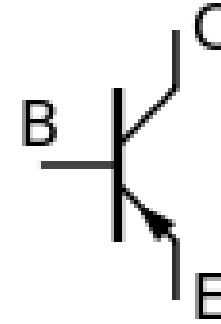
Символни означения



NPN



PNP

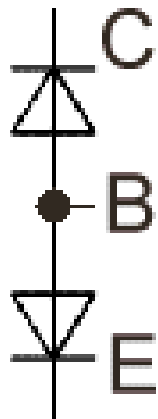
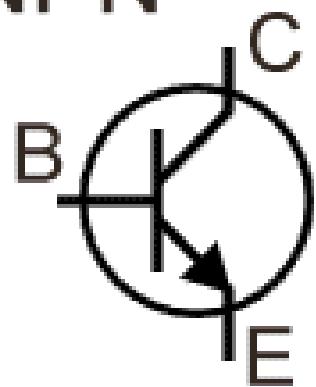


Стрелката сочи посоката на тока  
в съответния вид транзистор

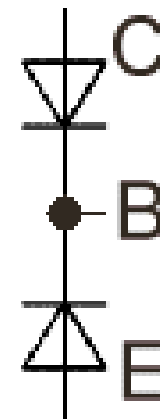
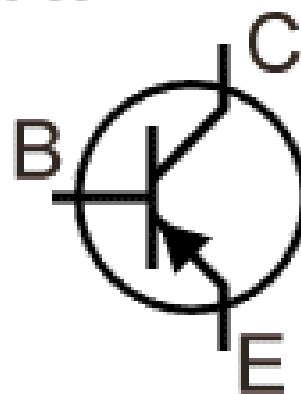
# I. Биполярен транзистор

Биполярният транзистор може да бъде представен като два последователно свързани диода, а в случая с NPN анодите са свързани помежду си, а в случая на PNP, катодите са свързани.

NPN



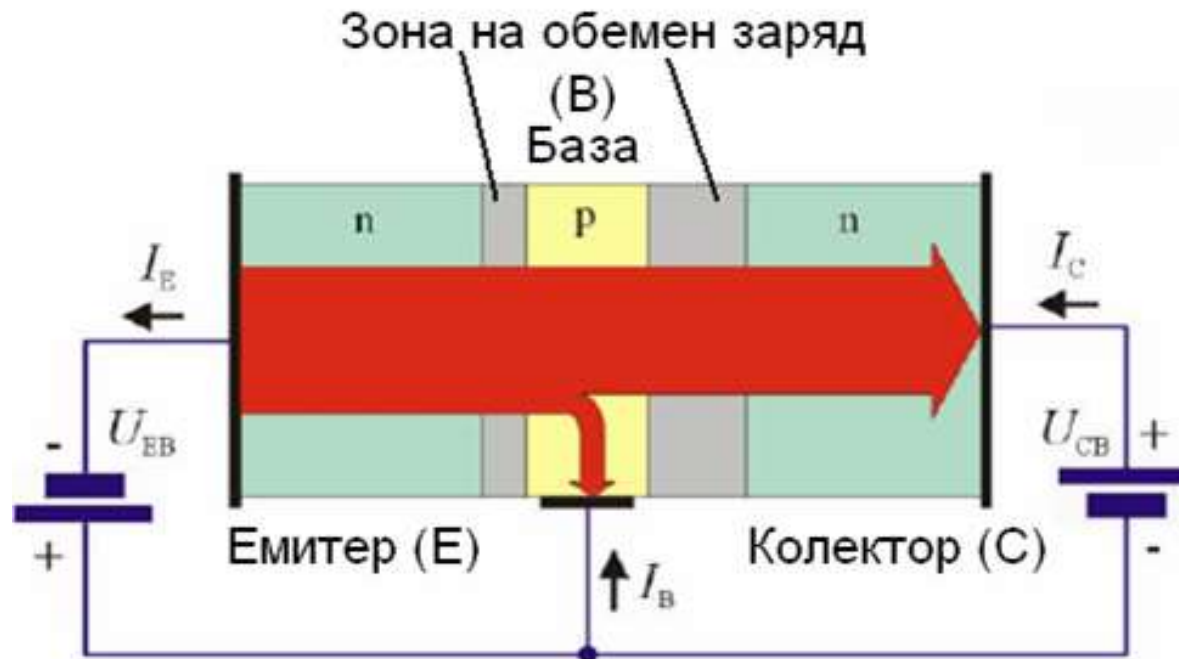
PNP





## II. Биполярен **NPN** транзистор

- ✓ Има две силно легирани (с висока концентрация на примесите) **n**-области и една нисколегирана и тънка **p**-област между тях - **база**.
- ✓ Двете **n**-области се наричат **емитер** и **колектор**
  - има две зони на обемен заряд или **два p-n прехода**.



## II. Биполярен **NPN** транзистор

✓ Всеки от р-п преходите може да бъде свързан в права или обратна посока (виж лекция „Диоди“), следователно има

4 възможни режима на работа:

1. **Нормален активен режим** -> преходът **E-V** е включен в права посока, докато преходът **C-V** е в инверсно (обратно) свързване
2. **Наситен транзистор** -> и двата прехода (**E-V** и **C-V**) са свързани в права посока
3. **Запушен транзистор** -> двата прехода (**E-V** и **C-V**) са свързани в обратна посока
4. **Инверсен активен режим** -> преходът **C-V** е включен в права посока, докато преходът **E-V** е в инверсно свързване.

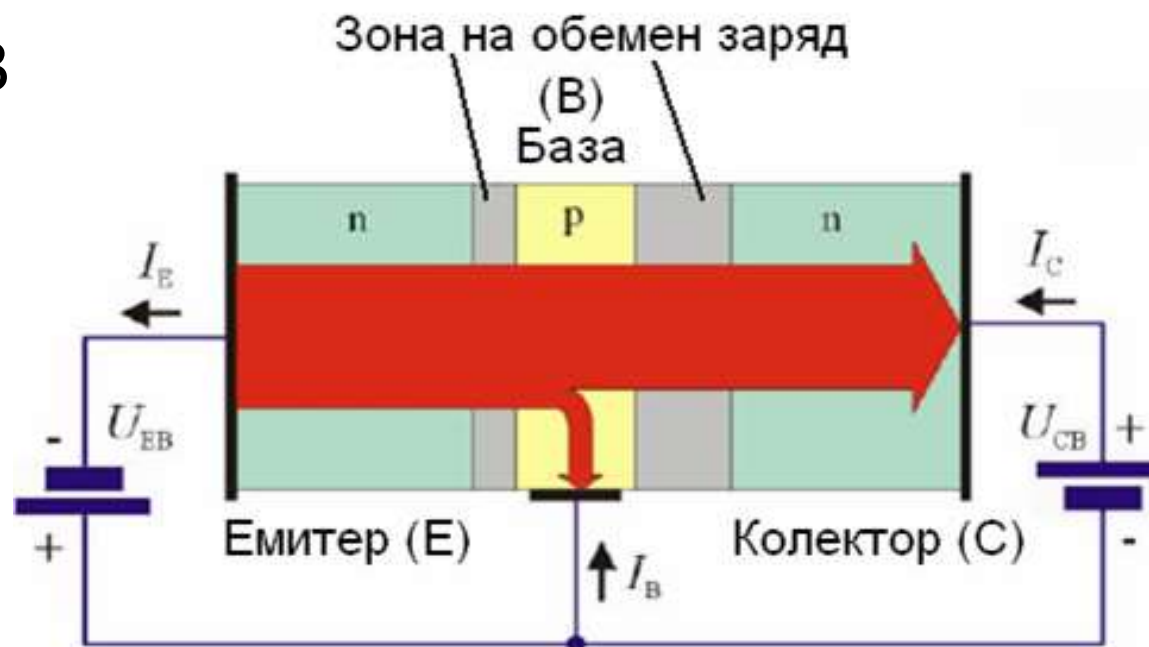


## II. Биполярен **NPN** транзистор

При нормален активен режим от Е към В се придвижват електрони. От В към Е се придвижват дупки, но те са значително по-малко, тъй като базата е слабо легирана.

- ✓ Има два типа токоносители, но свойствата на транзистора се определят от електроните.
- ✓ Повечето от тях преди да рекомбинират в базата достигат до зоната на обемен заряд на прехода С-В и се изтеглят към колектора от положителното напрежение С-В.
- ✓ Базовият ток е много по-малък както от емитерния, така и от колекторния ток:

$$I_E = I_C + I_B$$



# II. Биполярен **NPN** транзистор

## Схеми на свързване

Взависимост от това как са подадени напреженията към преходите и кой електрод е общ се различават **три схеми на свързване**:

- ☐ общ емитер(ОЕ), и
  - ☐ общ колектор(ОС),
  - ☐ обща база(ОВ),
- които имат различни свойства





# II. Биполярен **NPN** транзистор

Схема **общ емитер(ОЕ)** осъществява усилване както по ток, така и по напрежение (най-разпространената схема) Входният сигнал се подава на **В** и **Е**, а изходният се взема от **С** и **Е**

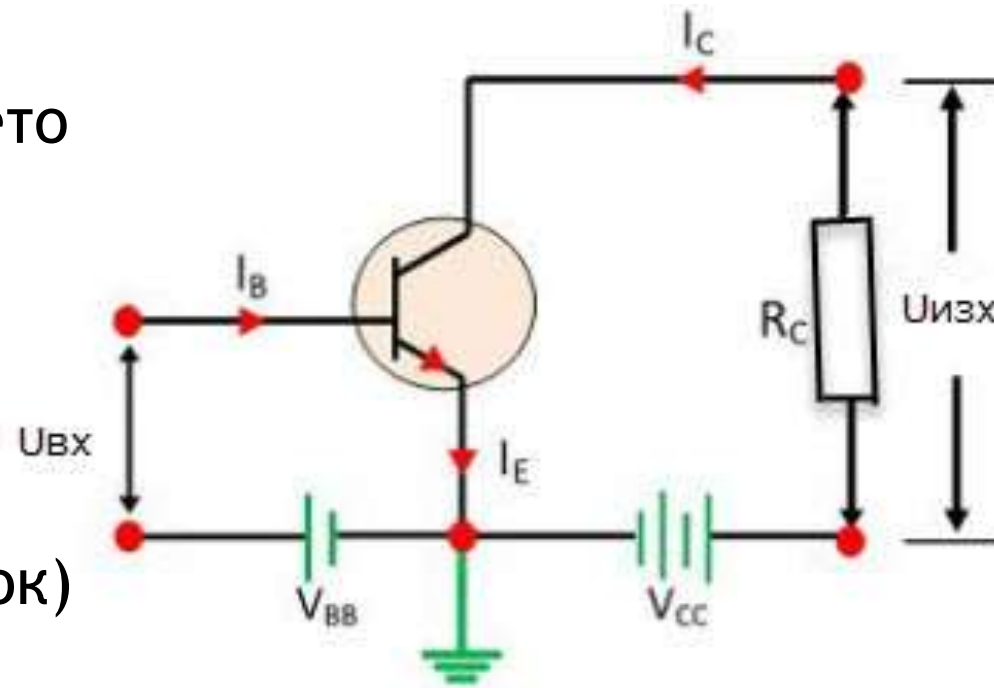
✓ Коефициент на усилване (предаване) по ток - отношението на изходния към входния ток

- Статичен (за постоянен ток)

$$\bar{\beta} = \frac{I_C}{I_B}$$

- Динамичен (за променлив ток)

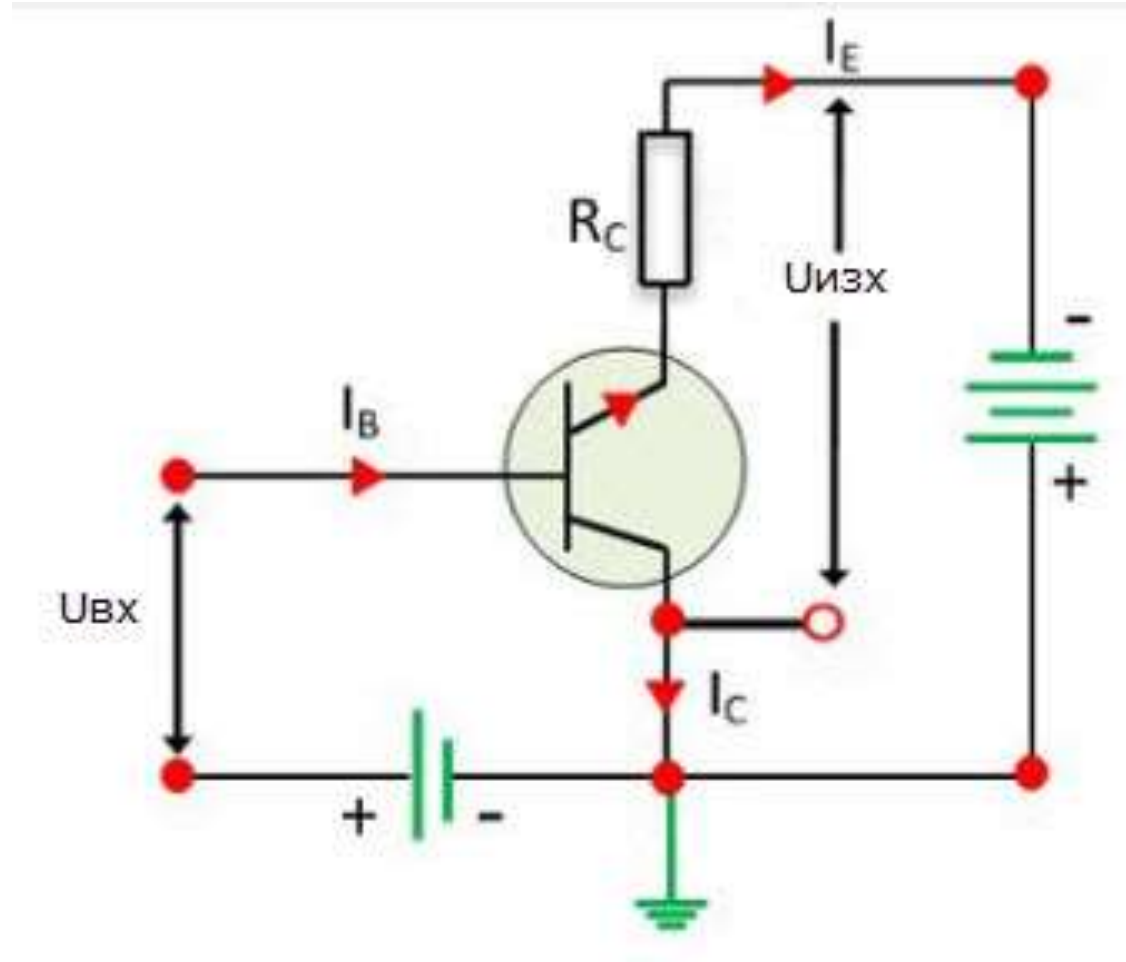
$$\beta = \frac{dI_C}{dI_B}$$





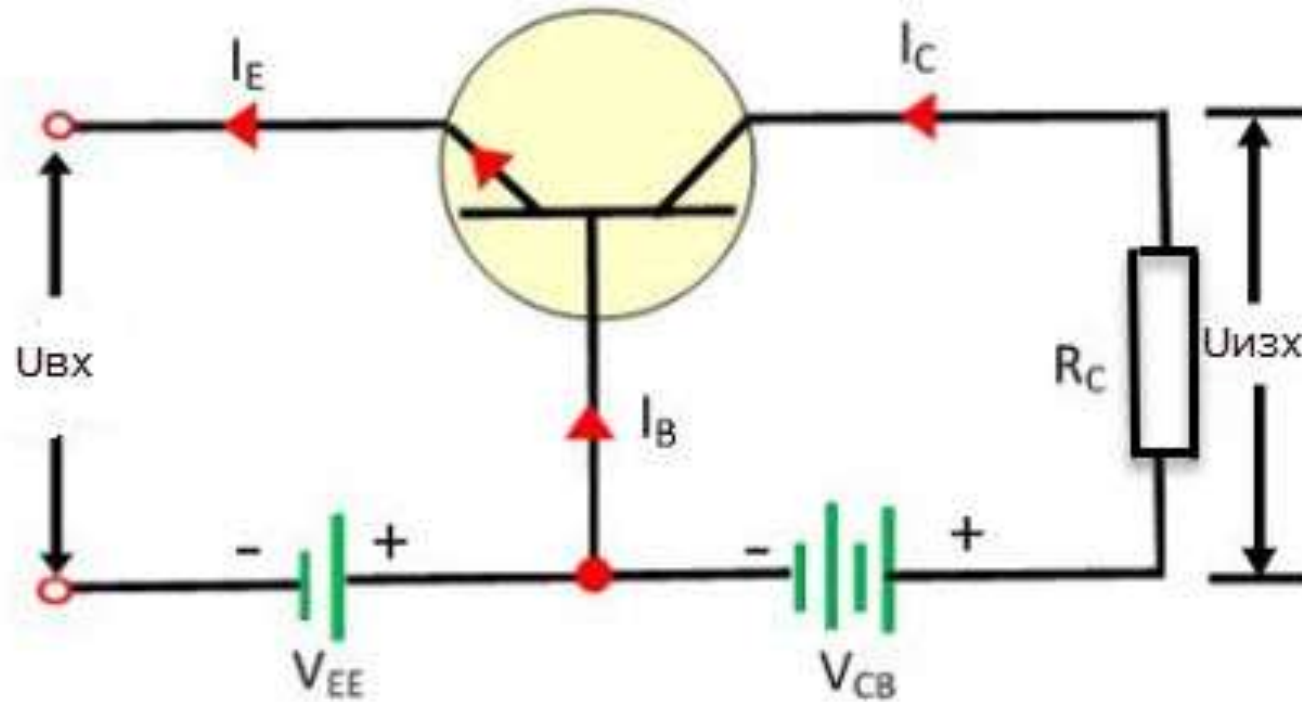
# II. Биполярен **NPN** транзистор

Схема **общ колектор (ОС)** осъществява усиление по ток



## II. Биполярен **NPN** транзистор

Схема **обща база(ОВ)** осъществява усилване по напрежение



# II. Биполярен **NPN** транзистор

## Семейство статични VA характеристики

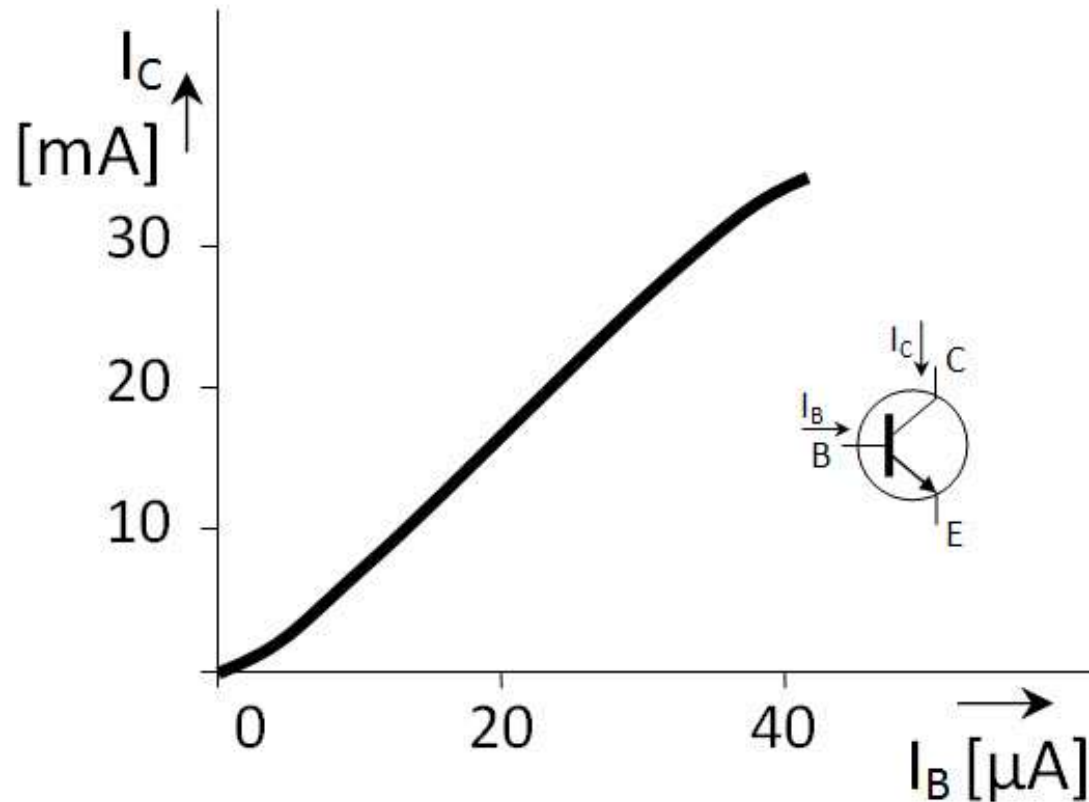
- ✓ Статичният режим на работа на транзистора се нарича режим при липса на товар в изходната верига.
- ✓ Статичните характеристики на транзисторите се наричат графично изразени зависимости на напрежението и тока на входната верига и изходната верига (връзката между входните и изходни токове и напрежения в транзистора).
- ✓ Типът на характеристиките зависи от начина на включване на транзистора (схема ОЕ, ОС, ОВ)



# II. Биполярен **NPN** транзистор

Семейство статични VA характеристики за схема **ОЕ**

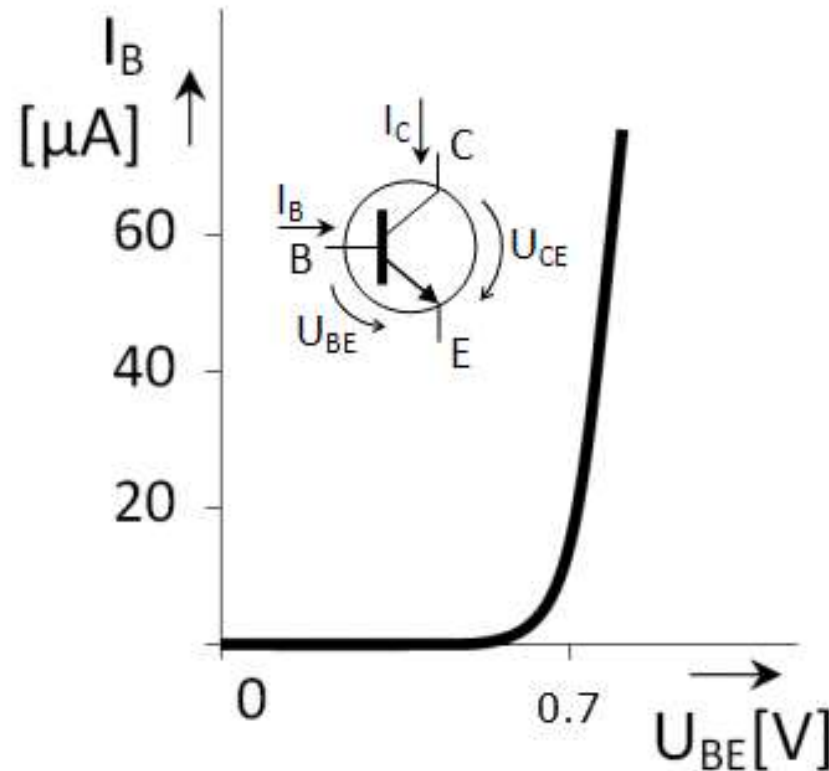
- ❑ Предавателна характеристика – зависимостта между изходния и входния ток (коефициент на усилване по ток)



# II. Биполярен **NPN** транзистор

Семейство статични VA характеристики за схема **ОЕ**

- ❑ Входна характеристика – зависимостта между входния ток и входното напрежение при постоянно изходно напрежение.





## II. Биполярен **NPN** транзистор

Семейство статични  $V_A$  характеристики за схема **ОЕ**

- Изходни характеристика – зависимостта между изходния ток от изходното напрежение при постоянен входен ток.

