A close-up photograph of a blue printed circuit board (PCB) used in electronics. The board features various components, including a black integrated circuit (IC) in the bottom left corner, several gold-plated pins, and a small surface-mount component. Labels on the board include 'COMMUNICATION', 'TX0', 'RX0', 'TX1', 'RX1', 'TX2', 'RX2', 'TX3', 'RX3', and 'TX4'. A blue curved graphic element separates the image from the text on the right.

Работни режими на биполярни транзистори

Работна област. Товарна права, Практически
схеми с биполярни транзистори.

I. Работен обхват

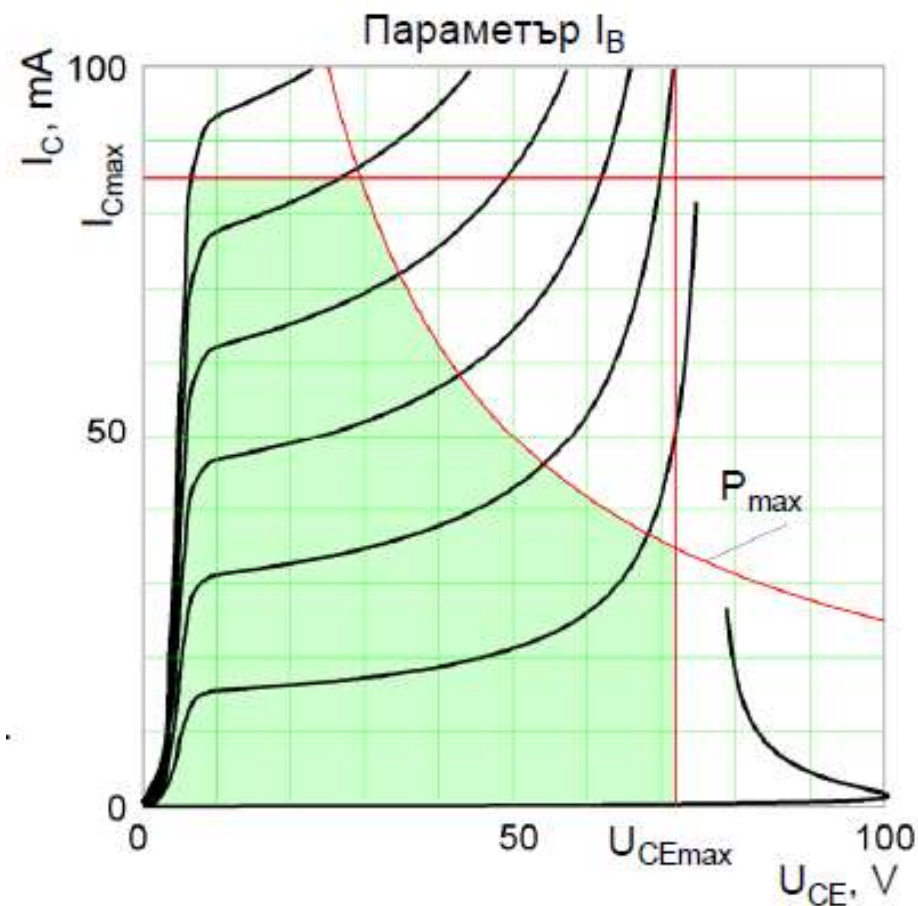
Максималните стойности в изходната VA х-ка са ограничени:

Тока **$I_{C\ max}$** - от дебелината на проводника за бондиране

Напрежението **$U_{CE\ max}$** от пробивното напрежение на полупроводниковия материал

Мощността **P_{max}** от отделената топлина

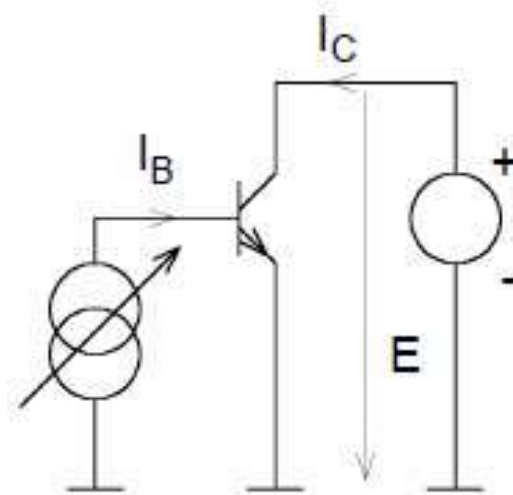
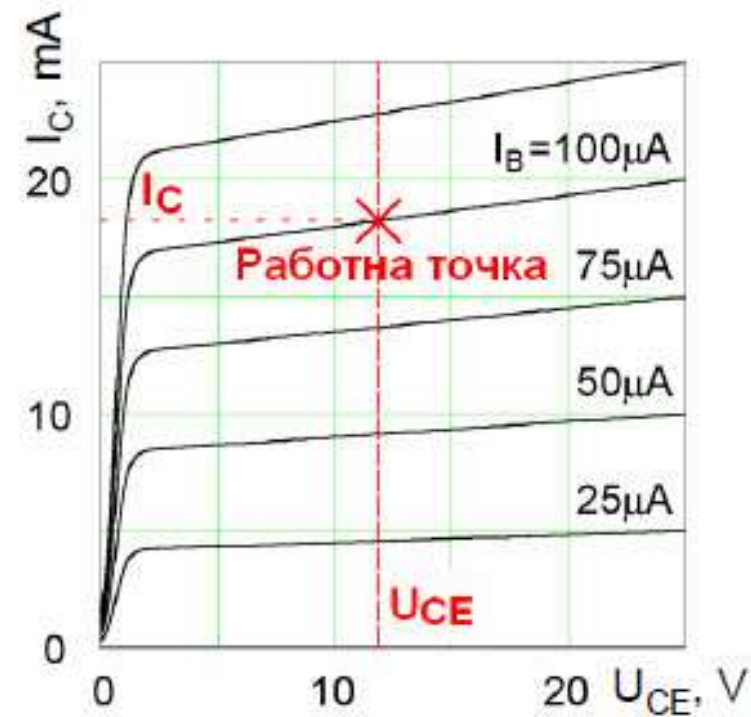
Оградената в зелено работна зона е известна като **SOA (Safe Operating Area)**



II. Работна точка

Работната точка е произволна комбинация от напрежението колектор-емитер (U_{CE}) и колекторен ток (I_C) в разрешения работен обхват на транзистора, при определен входен ток (I_B).

Положението на точката се определя чрез задаване на базовия ток I_B .

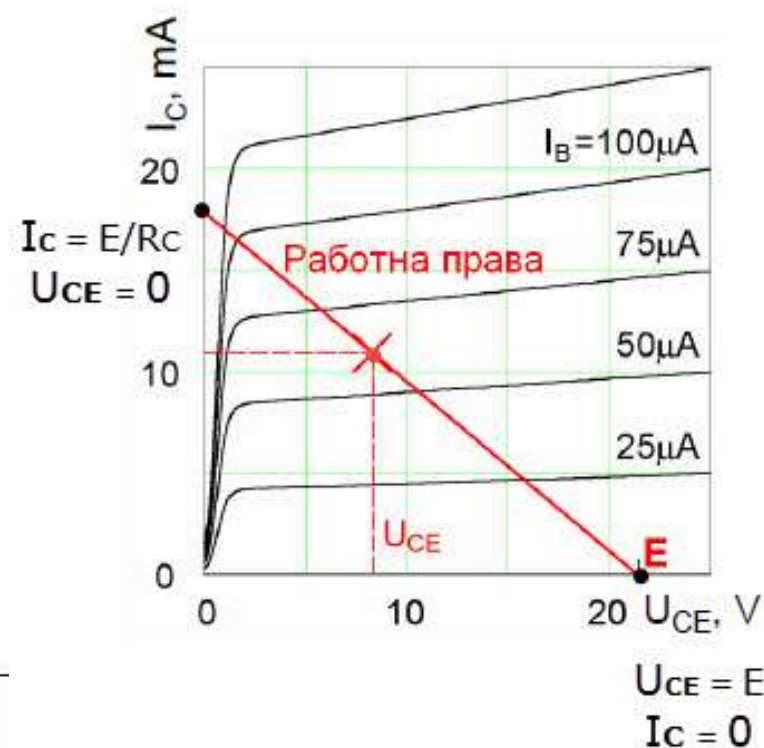
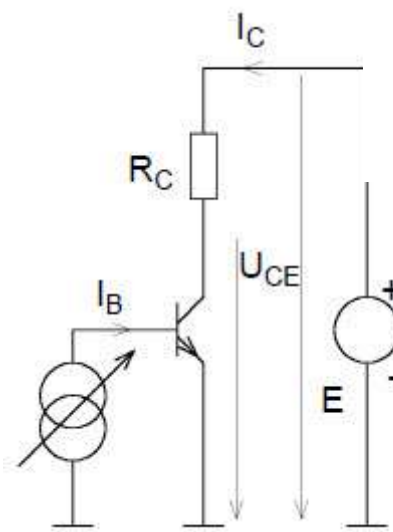


III. Работна (товарна) права

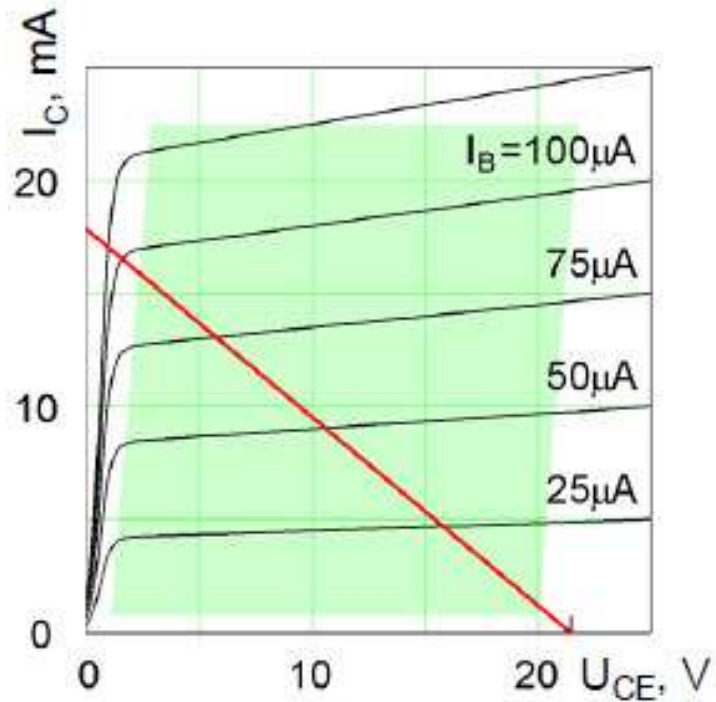
Колекторният ток I_c създава пад на напрежение върху резистора R_c .
Вследствие на това се изменя напрежението колектор-емитер U_{CE} .

$$U_{CE} = E - R_c \cdot I_c$$

Уравнение на товарната права

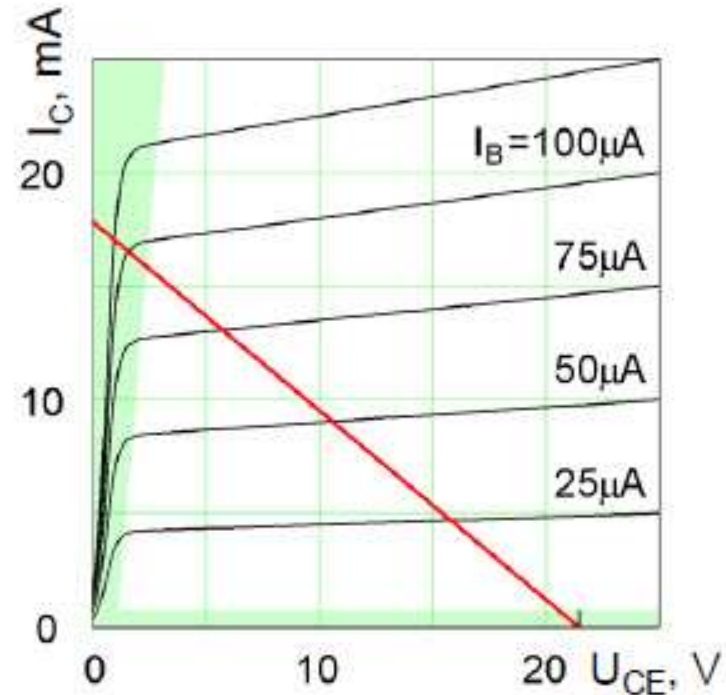


IV. Работни режими



Линеен режим:

Изходният сигнал зависи линейно от входния (зелената област) – активен (усилвателен) режим).

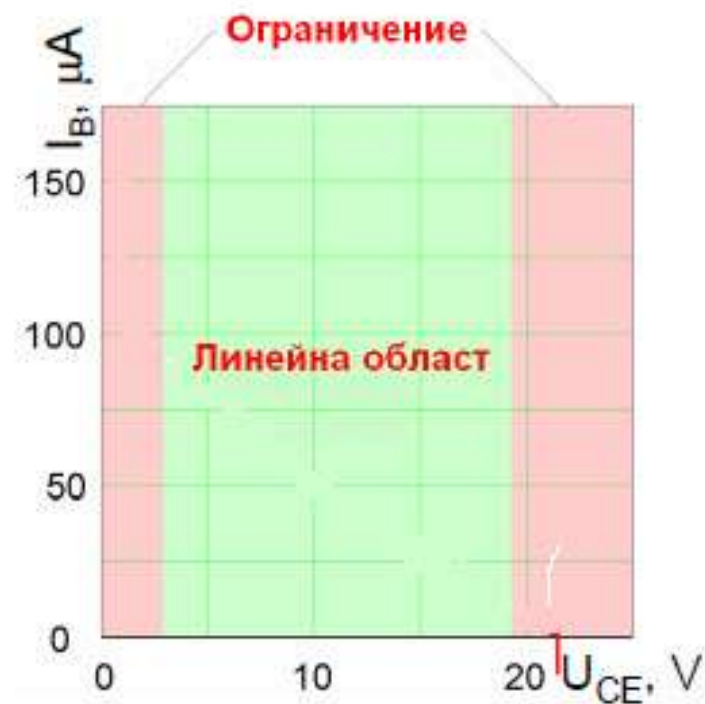
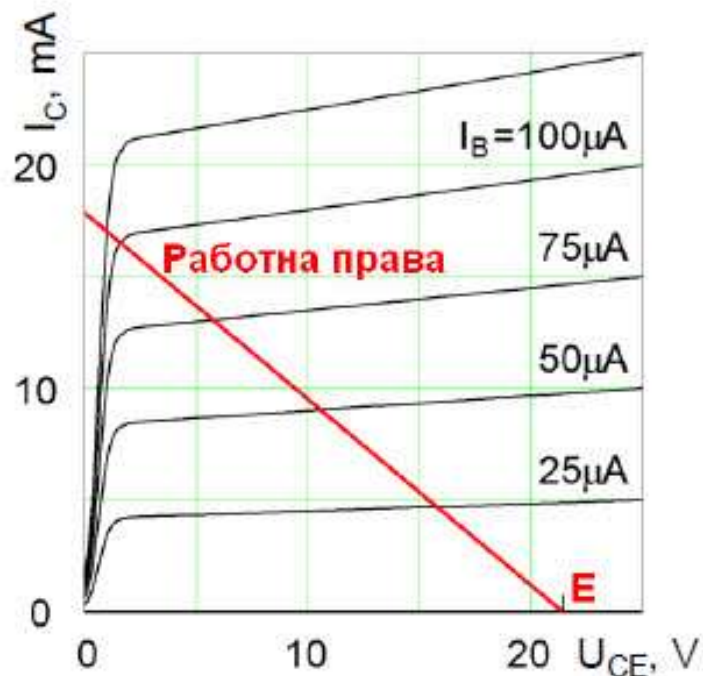


Режим на ограничение:

Изходният сигнал не следва изменението на входния (двете зелени области) – транзистора е или наситен или запушен



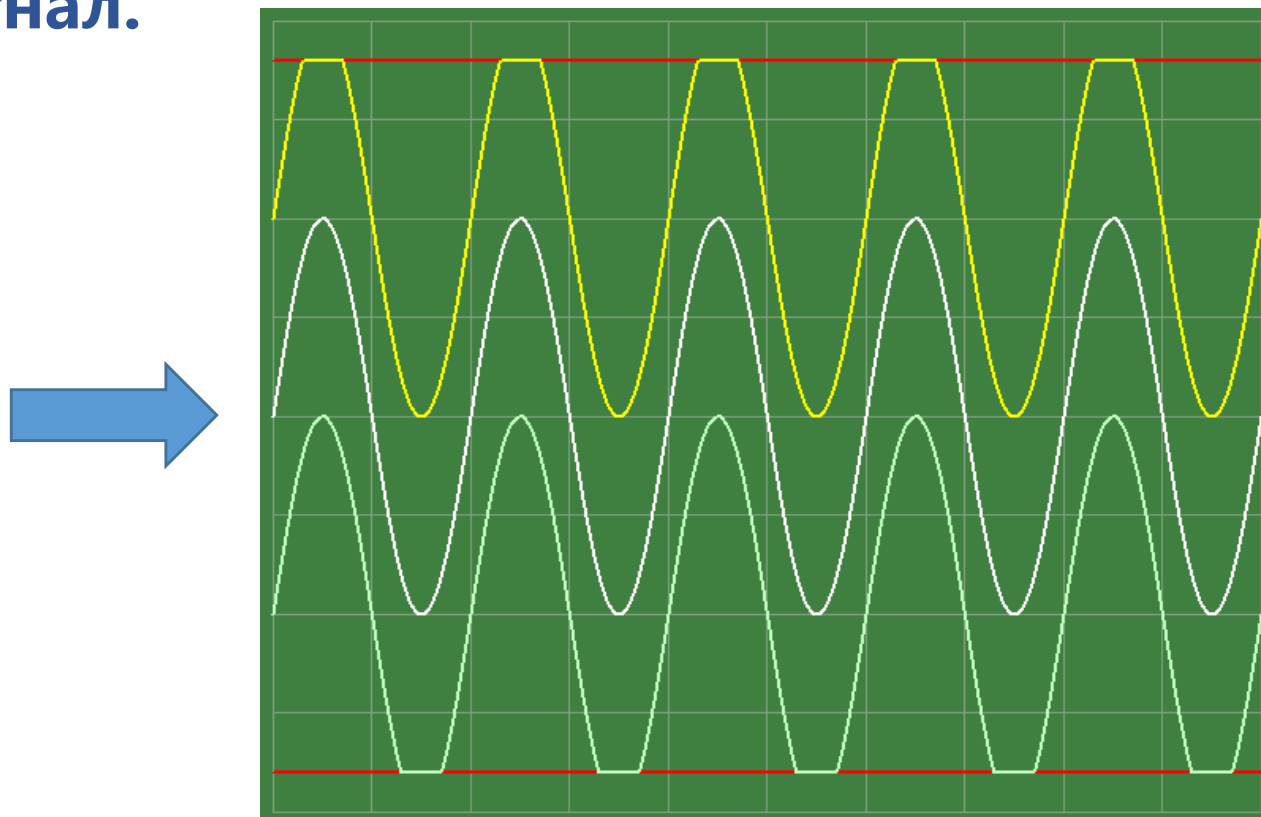
IV. Работни режими



С нарастване на базовия ток I_B работната точка се премества по работната права от
запушено състояние на транзистора (дясна зона на ограничение)
през **активен режим** (линейната област)
до наситено състояние (лява зона)

IV. Работни режими

Транзисторът работи в **линеен** (активен режим като усилвател), ако при осигурен подходящ постоянно токов режим, към входа му е свързан източник на променлив сигнал, а в изхода – товар, върху който се получава **усиленият променлив сигнал**.



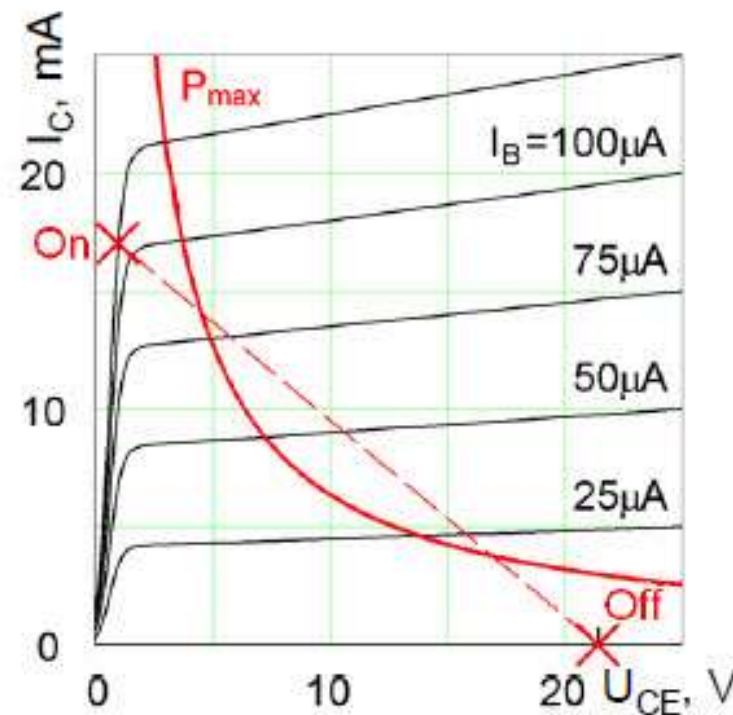
червено:ограничение
бяло: изходен неизкривен
усилен сигнал.
жълто: изходен сигнал,
ограничен отгоре, поради
запушване на транзистора.
зелено: изходен сигнал,
ограничен отдолу, поради
насищане на транзистора



IV. Работни режими

Транзисторът работи в **режим на ограничение** (като ключ)

- Запушен(Off, Изкл.)
- Наситен(On, Вкл.)
- Тези две състояния могат да представят двоичните числа в цифровата техника(1Bit)
- В двете крайни точки се отделя малко загубна мощност
- Работната точка трябва бързо да преминава през линейната област(там загубната мощност е голяма)



V. Режими на работа на Биполярен транзистор в схема ОЕ

1. Активен режим:

$$U_{BE} = 0.7V$$

$$0 < I_B < I_{B \text{ sat}}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

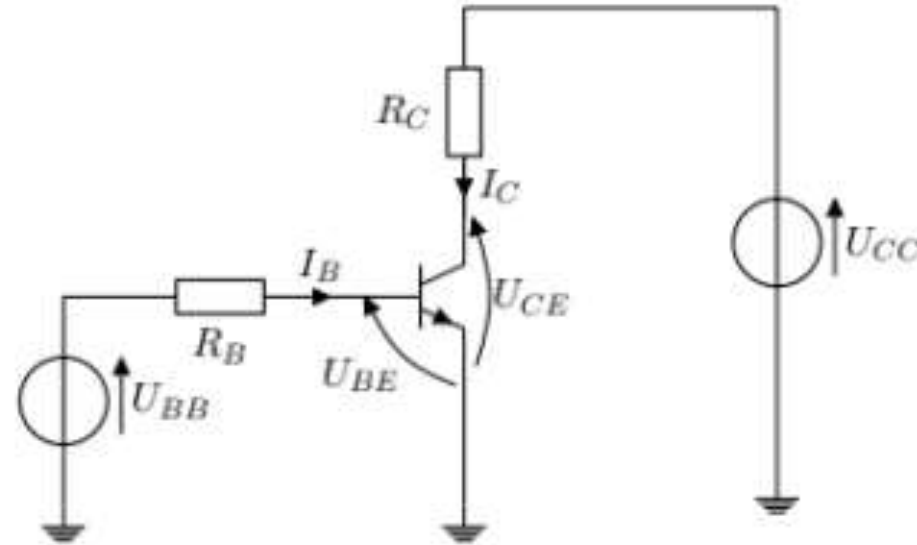


Схема ОЕ на NPN транзистор

V. Режими на работа на Биполярен транзистор в схема ОЕ

2. Режим на насищане

$$U_{BE} = 0.7V$$

$$I_B > I_{B \text{ sat}}$$

$$I_C = I_{C \text{ sat}}$$

2. Режим на отсечка

$$U_{BE} < 0.7V$$

$$I_B = 0$$

$$I_C = 0$$

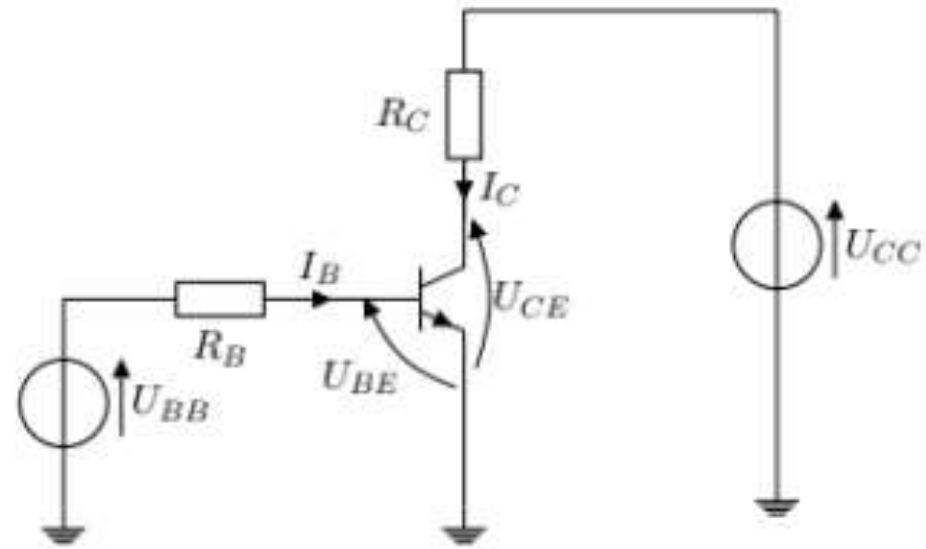
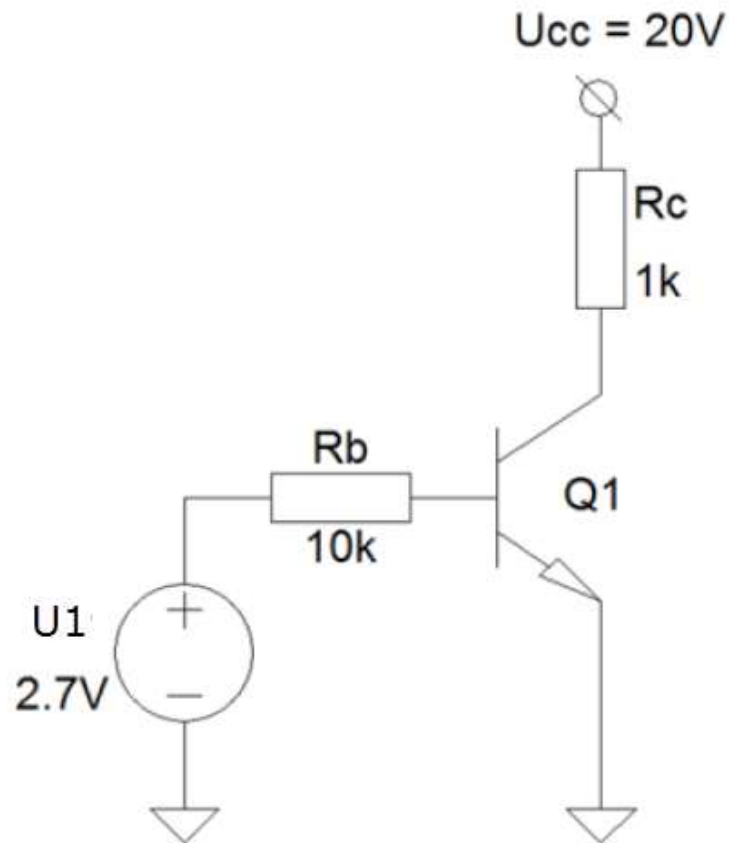


Схема ОЕ на NPN транзистор

VI. Практически схеми - задачи

Задача 1.

1. Определете I_C и U_{CE} за схемата от фигурата, ако $\beta = 50$.



Задача 1.

Решение

$$\beta = I_C / I_B$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 50 \cdot I_B$$

$$I_B = ?$$

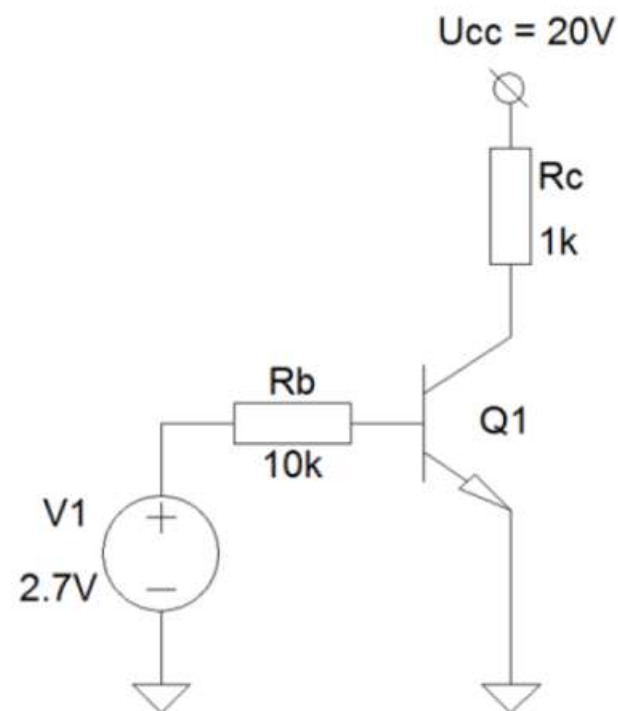
$$U_1 = I_B \cdot R_B + U_{BE} \text{ (от входная контур)}$$

$$I_B = (U_1 - U_{BE}) / R_B = (2.7 - 0.7) / 10 \cdot 10^3 = \mathbf{0.2 \text{ mA}}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 50 \cdot I_B = 50 \cdot 0.2 = \mathbf{10 \text{ mA}}$$

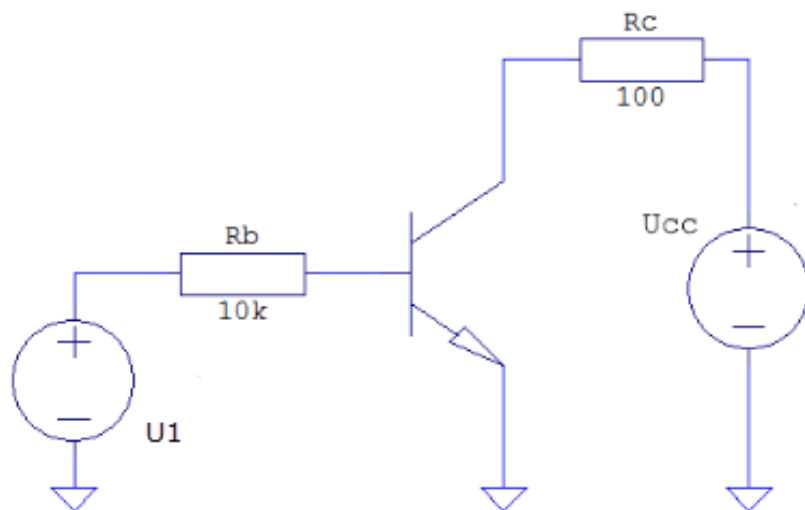
$$U_{CC} = I_C \cdot R_C + U_{CE} \text{ (от выходная контур)}$$

$$U_{CE} = U_{CC} - I_C \cdot R_C = 20 - 10 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^3 = \mathbf{10V}$$



Задача 2.

Определете I_c и U_{ce} за схемата дадена по-долу при различни стойности на U_1 . Транзисторът има коефициен на усилване по ток $\beta = 300$. $U_{CC} = 9V$. В какъв режим (активен или насищане) работи транзисторът?



	U_1	режим	I_c	U_{CE}
a)	6 V			
б)	3 V			
в)	300 mV			



Задача 2. Указание

Определете I_C и U_{CE} за схемата дадена по-долу при различни стойности на U_1 . Транзисторът има коефициен на усилване по ток $\beta = 300$. $U_{CC} = 9V$. В какъв режим (активен или насищане) работи транзисторът?

Указание:

1.Изчисляваме базовият ток на насищане:

$$I_{Bsat} = I_{Csat} / \beta, I_{Csat} = U_{CC} / R_C$$

2.Изчисляваме базовият ток:

$$I_B = (U_1 - U_{BE}) / R_B, \text{ където } U_{BE}=0,7V \text{ (} U_F \text{ на прехода В-Е)}$$

3.Определяме режима на работа на транзистора и колекторния ток:

Ако $I_B > I_{Bsat}$ имаме режим на насищане.

Следователно $I_C = I_{Csat}$

Ако $I_B \leq I_{Bsat}$ имаме активен режим.

Следователно $I_C = \beta \cdot I_B$

4.Изчисляваме U_{CE} , като използваме законите на Ом и Кирхоф.



Зад.2 а) Решение

Определете I_C и U_{CE} за схемата дадена по-долу при $U_1=6V$. Транзисторът има коефициент на усилване по ток $\beta = 300$. $U_{CC} = 9V$. В какъв режим (активен или насищане) работи транзист

$$U_1 = 6V$$

$$I_{C_{sat}} = U_{CC} / R_C = 9/100 = 0.09A = 90mA$$

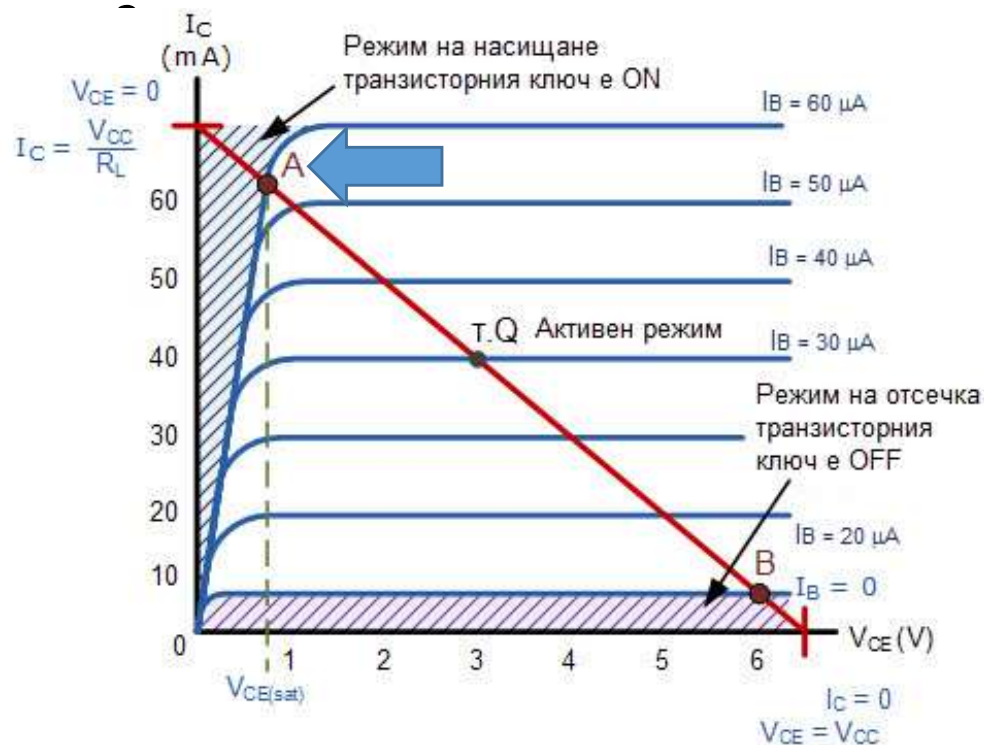
$$I_{B_{sat}} = I_{C_{sat}} / \beta = 90/300 = 0.3mA$$

$$I_B = ?$$

$$U_1 = I_B \cdot R_B + U_{BE}$$

$$I_B = (U_1 - U_{BE}) / R_B = (6 - 0.7) / 10 \cdot 10^3 = 0.53mA$$

$I_B > I_{B_{sat}}$ следователно транзисторът е в режим на насищане - състояние On (т.А)



Зад.2 б) Решение

Определете I_C и U_{CE} за схемата дадена по-долу при $U_1=3V$. Транзисторът има коефициен на усилване по ток $\beta = 300$. $U_{CC} = 9V$. В какъв режим (активен или насищане) работи транзисторът?

$$U_1 = 3V$$

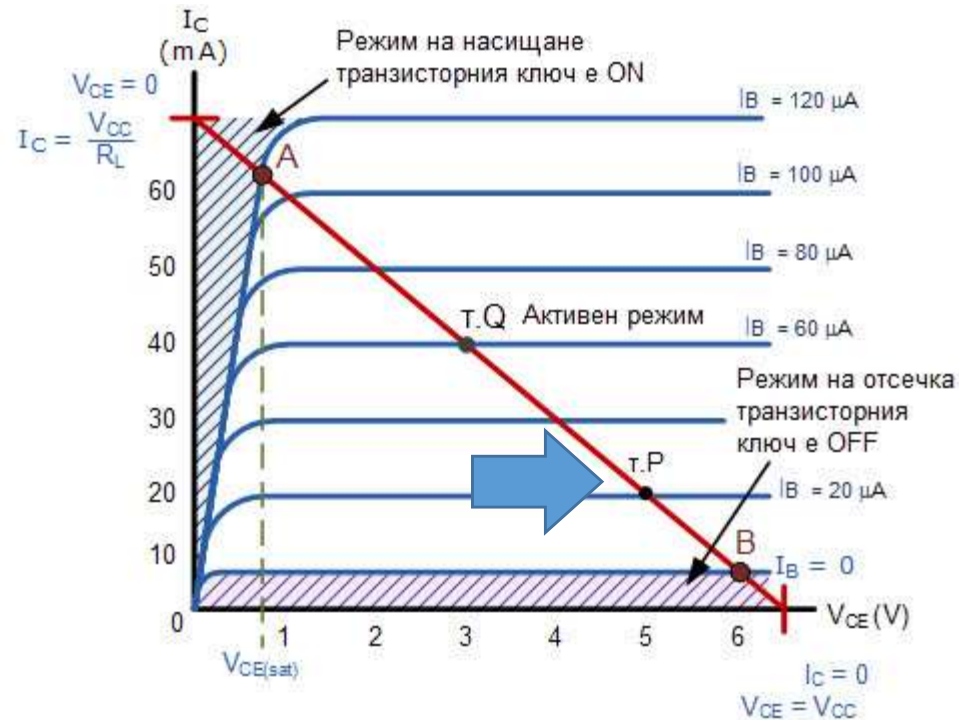
$$I_{C_{sat}} = U_{CC} / R_C = 9/100 = 0.09A = 90mA$$

$$I_{B_{sat}} = I_{C_{sat}} / \beta = 90/300 = 0.3mA$$

$$I_B = ?$$

$$U_1 = I_B \cdot R_B + U_{BE}$$

$$I_B = (U_1 - U_{BE}) / R_B = (3 - 0.7) / 10 \cdot 10^3 = 0.23mA$$



$I_B < I_{B_{sat}}$ следователно транзисторът е в
активен режим

Зад.2 в) Решение

Определете I_C и U_{CE} за схемата дадена по-долу при различни стойности на U_1 . Транзисторът има коефициен на усилване по ток $\beta = 300$. $U_{CC} = 9V$. В какъв режим (активен или насищане) работи транзисторът?

$$U_1 = 300 \text{ mV} = 0.3V$$

$$I_{C_{sat}} = U_{CC} / R_C = 9 / 100 = 0.09A = 90mA$$

$$I_{B_{sat}} = I_{C_{sat}} / \beta = 90 / 300 = 0.3mA$$

$$I_B = ?$$

$$U_1 = I_B \cdot R_B + U_{BE}$$

$$I_B = (U_1 - U_{BE}) / R_B = (0.3 - 0.7) / 10 \cdot 10^3$$

следователно транзисторът

не може да се отпусти (входното напрежение е по-малко от U_F на p-n прехода (B-E) и транзистора остава в запушен, не протича базов ток ($I_B = 0$) -

режим на отсечка - състояние OFF (т.В)

