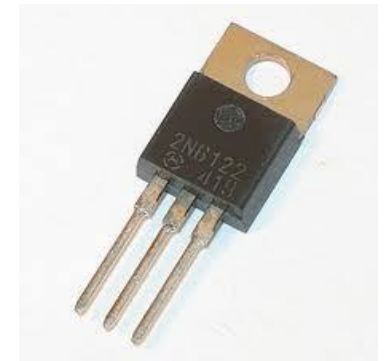
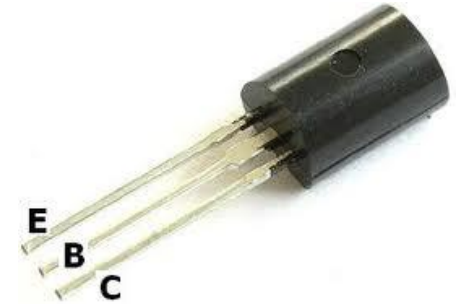


Биполяр транзистор

Абдурахманов Бахром

Биполяр транзистор нима?

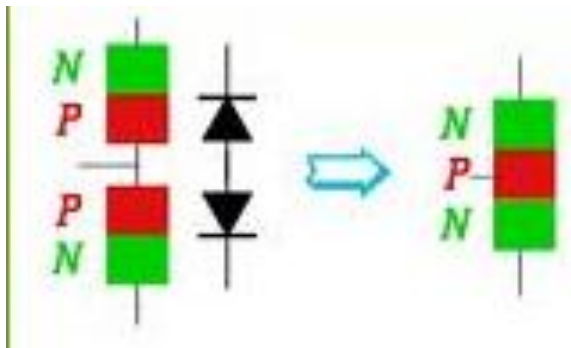
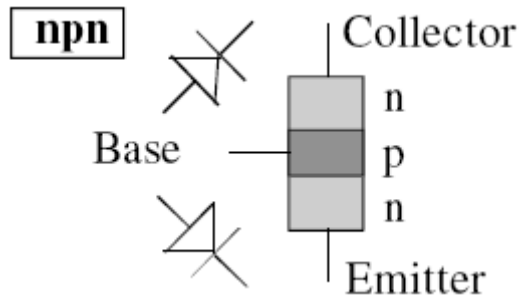
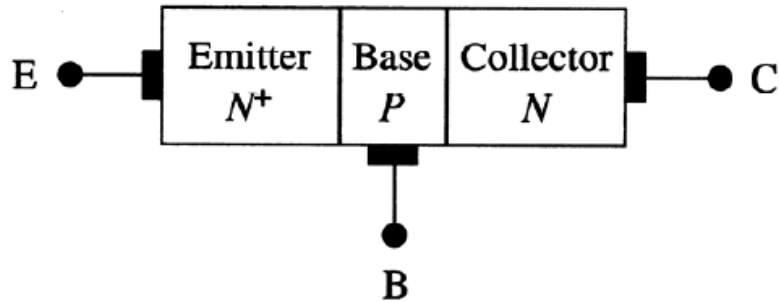
- Транзистор яримўтказгичли асбоб бўлиб электрон сигналларни **кучайтириш** ва **улаш** **учун** **ишлатилади**.
- Транзистор номи **transfer** (кўчиш) ва **resistor** (қаршилиқ) сўзларнинг бирикмаси – кўчадиган қаршилиқ.
- This is because it can amplify electrical signals by transferring a current I from a low to a high-resistance circuit.
- **Биполяр транзистор** энг тарқалган транзистор турларидан бири.
 - **Биполяр:** ток икки турдаги ташувчилар томонидан ташилади (электронлар ва коваклар).
 - **Ўтиш:** ток рп-ўтиш орқали ўтади.
- Биполяр транзистор учта чиқишга эган бўлган қурилма.



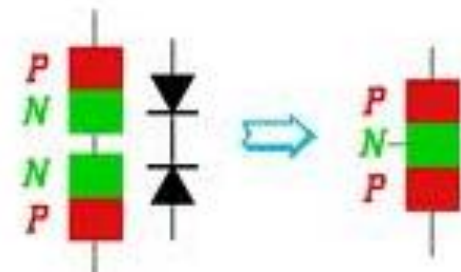
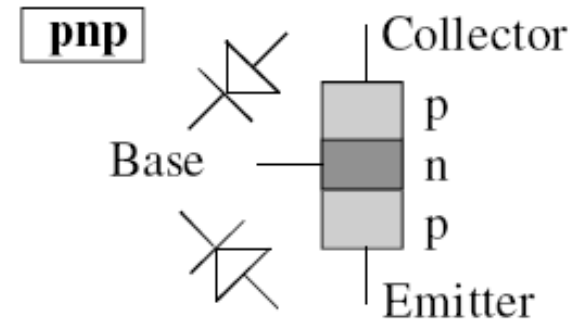
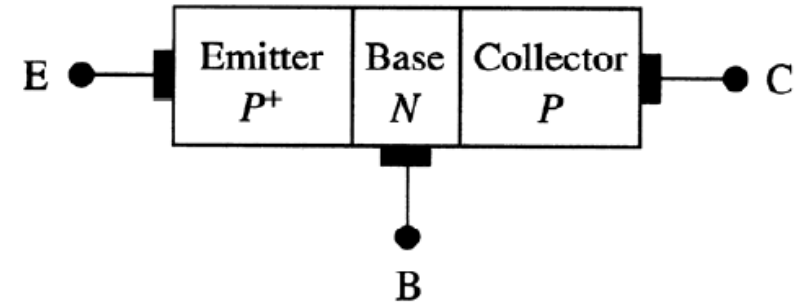
Конструкцияси ва белгиланиши

- Биполяр транзисторнинг иккита асосий тури мавжуд:

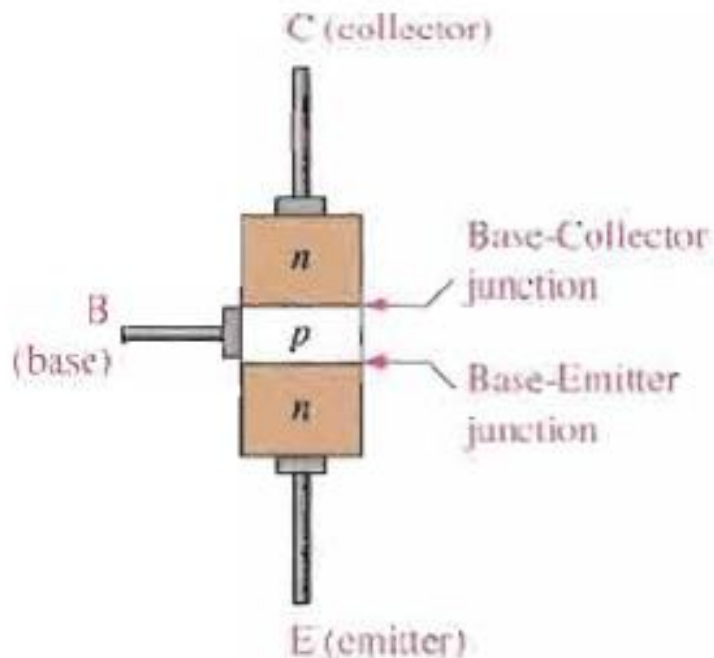
1. npn транзистор



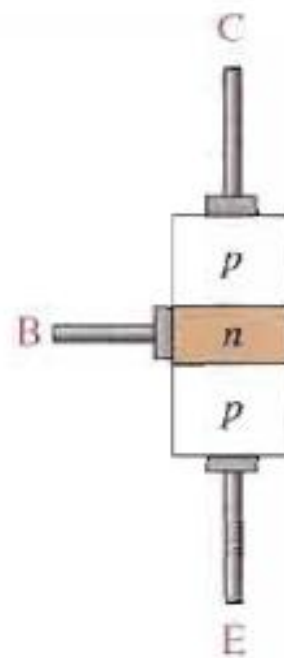
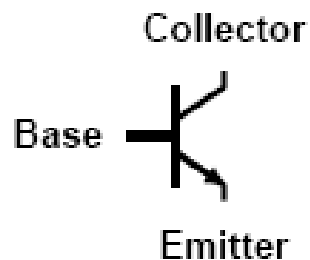
2. pnp транзистор



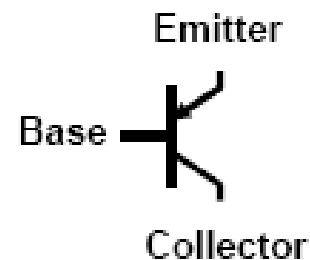
Конструкция ва белгиланиши



NPN BJT



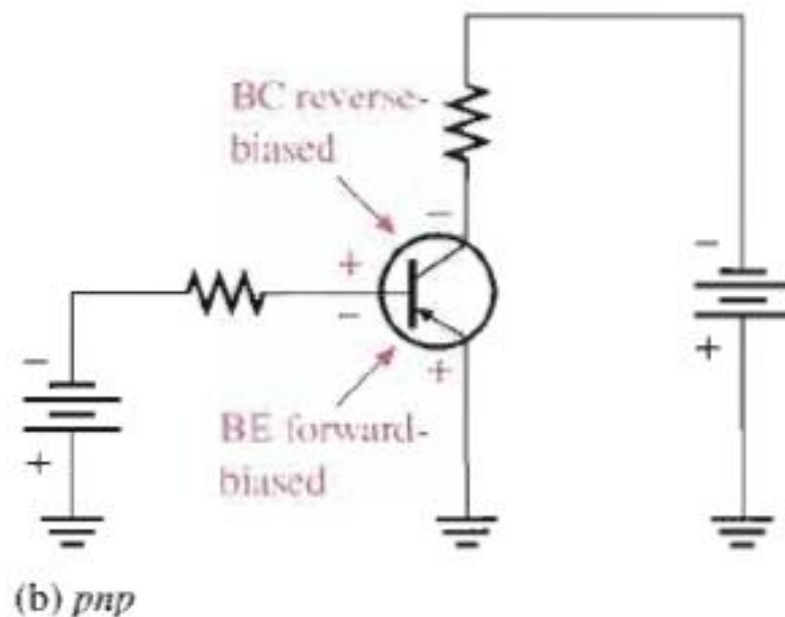
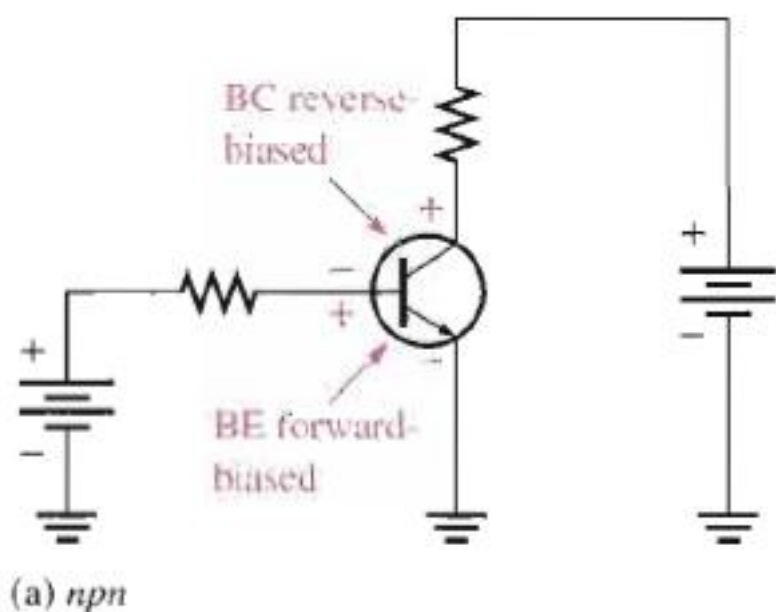
PNP BJT



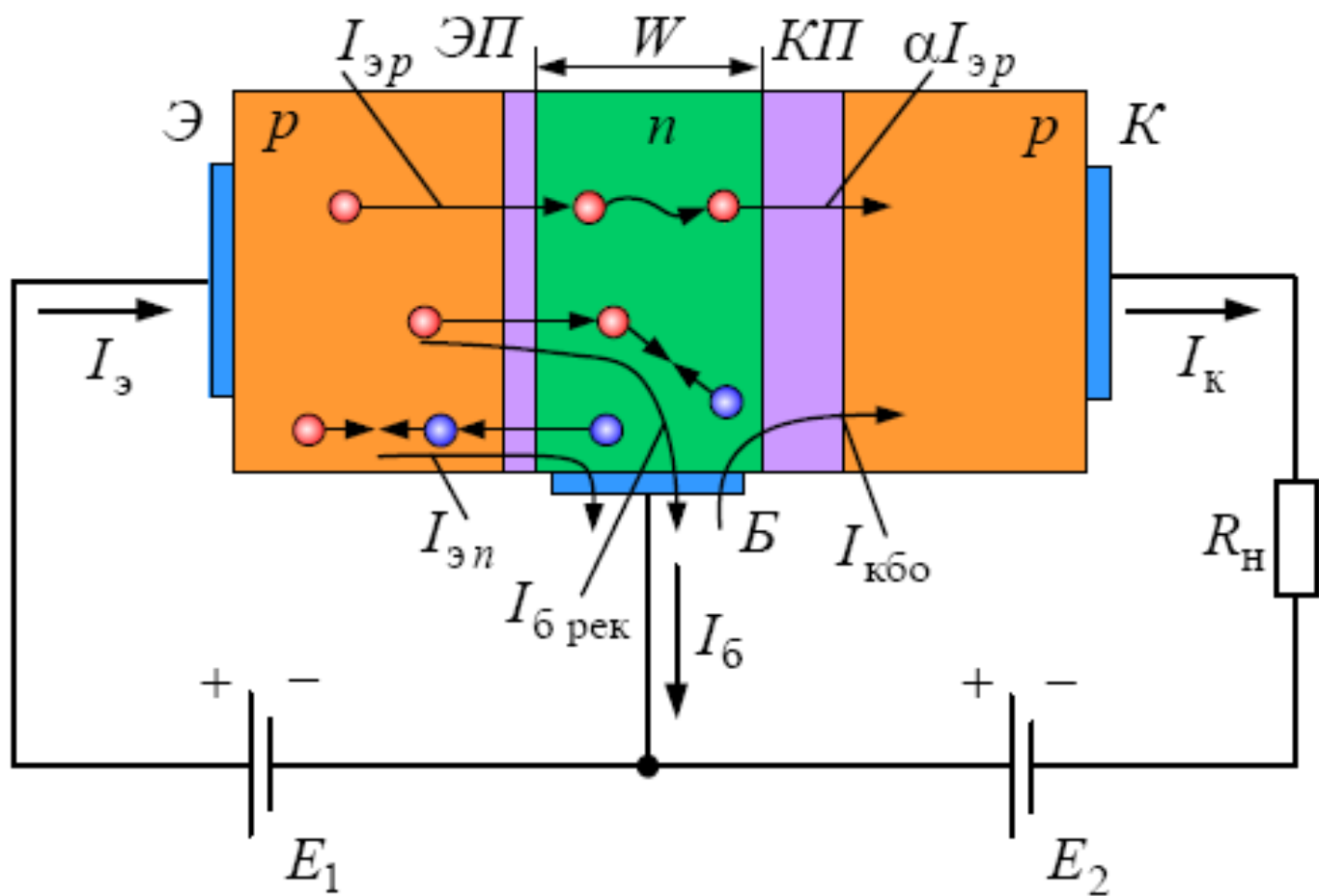
- Эмиттердаги мил p дан n томон йўналишида бўлади.

Фаол ишлаш режими

Транзистор нормал ишлаганда (кучайтиргич сифатида ишлатилганда), Эмиттер-база тиши **(BE) тўри силжиган** ва база-коллектор ўтиши **(BC) тескари силжиган бўлади**.



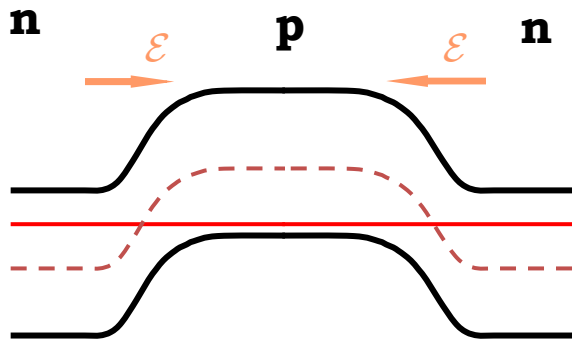
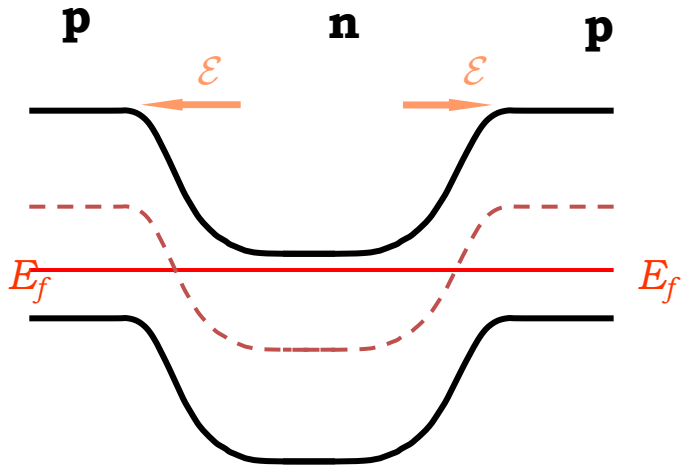
Транзистордаги физик жараёнлар



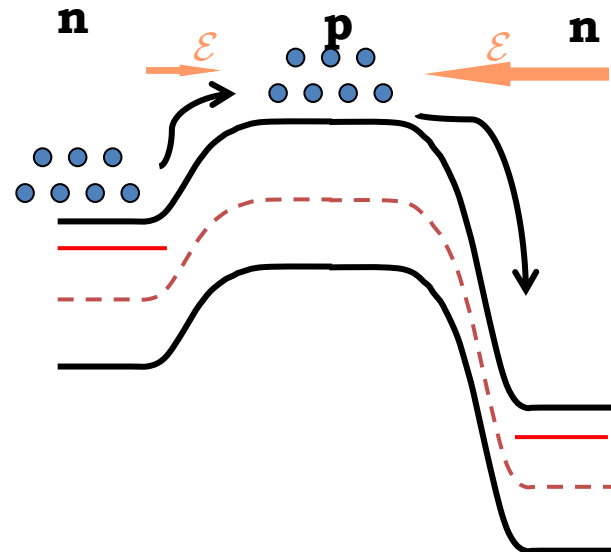
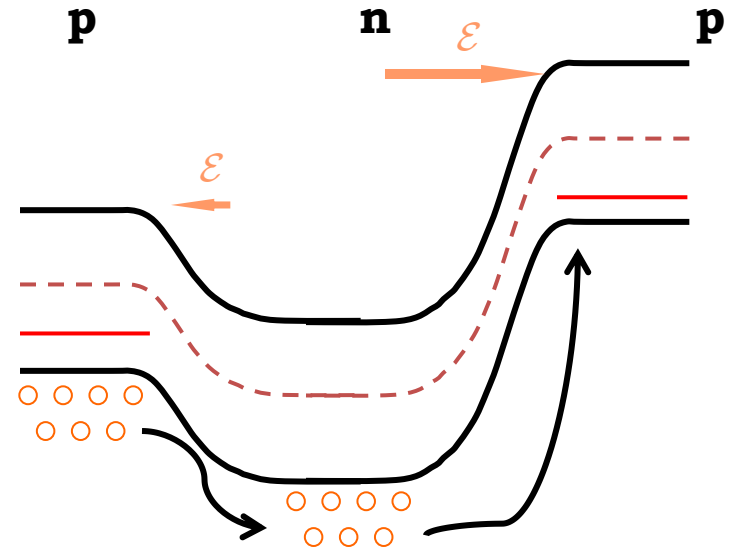
Биполяр транзистор фаол режимда ишлаганда заряд ташувчилар ва тоқларнинг ҳаракатланиши

Фаол ишлаш режими

мувозанатда



БЭ тўғри ва БК тескари силжиган



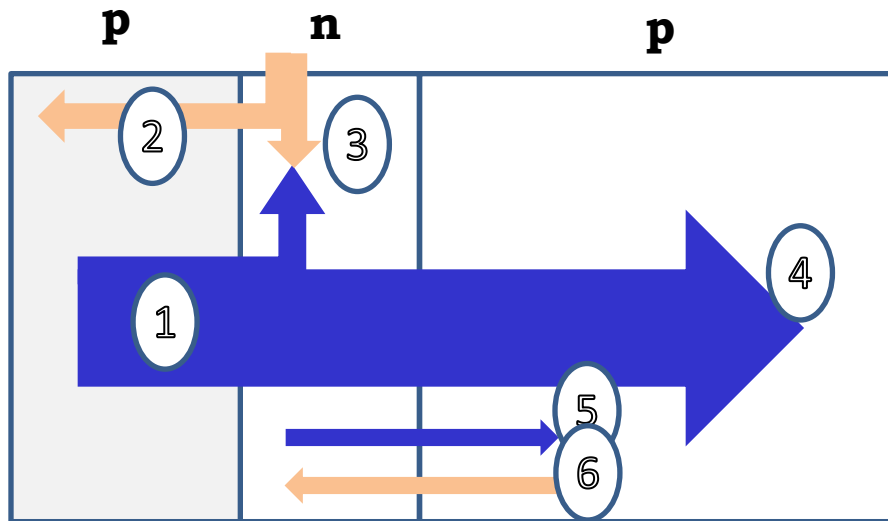
Фаол ишлаш режими

- **Эмиттер** кўп миқдорда ташувчиларни базага чиқариш учун **кучли легирланган** бўлади.
- **База** эмиттердан инжекцияланган ташувчиларнинг кам миқдори коллекторга етиб боргунича рекомбинацияда йўқотилиши учун **жуда кичик** қилиб тайёрланади.
- **Коллектор** эмиттердан чиқиб база орқали ўтган ноасосий ташувчиларни жамлайди. The collector usually has the lightest doping concentrations of the three regions.
- Коллекторда йиғилаётган токнинг асосий манбаси эмиттердан юборилган ток ҳисобланади. **Коллекторнинг ўз токи жуда кичик бўлади** (ўтиш тескари силжиган).
- **Коллектор токи занжирдаги кучланиш билан бошқарилади** (V_{BE}). V_{BE} ни салгина ўзгариши коллектор токини (I_C) катта миқдорда ўзгаришига олиб келади.

Фаол ишлаш режими

Транзистор токлари:

1. Тўғри силжиган БЭ ўтиш орқали ковакларнинг диффузияси.
2. Тўғри силжиган БЭ ўтиш орқали электронлар диффузияси (ковакларнинг диффузиясига қараганда кичик бўлади, чунки база кучли легирланган эмиттерга қараганда кучсиз легирланган бўлади).



3. Эмиттердан инжекцияланган айрим коваклар базадан диффузияланаётган электронлар билан рекомбинацияга учрайди.
- 4. Эмиттердан инжекцияланган кўплаб коваклар коллектор томонидан жамланади.**
5. Тескари силжиган БК ўтиш майдони томонидан тортиб олинadиган ноасосий коваклар дрейфи.
6. Тескари силжиган БК ўтиш майдони томонидан тортиб олинadиган ноасосий электронлар дрейфи.

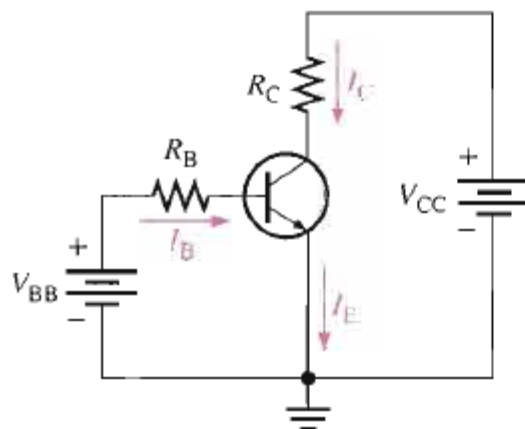
Фаол ишлаш режими

Фаол режимда транзистор тенгламаси:

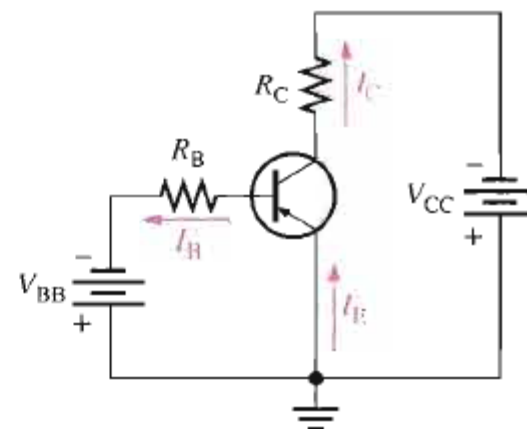
- УБ схемаси учун ток кучайтириш коэф. a_{DC} : $a_{DC} < 1$
- УЭ схемаси учун ток кучайтириш коэф. β_{DC} : $\beta_{DC} \gg 1$
- $I_E = I_C + I_B$

$$I_C = \beta_{DC} I_B$$

$$I_E = (1 + \beta_{DC}) I_B$$



(a) npn



(b) pnp

$$V_{BE} = V_{BC} + V_{CE}$$

- Тўғри силжиган Si p-n ўтиш, $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$
- Юқоридаги ифодалар **фаол режим** учун ўринлидир

Фаол ишлаш режими

МИСОЛ

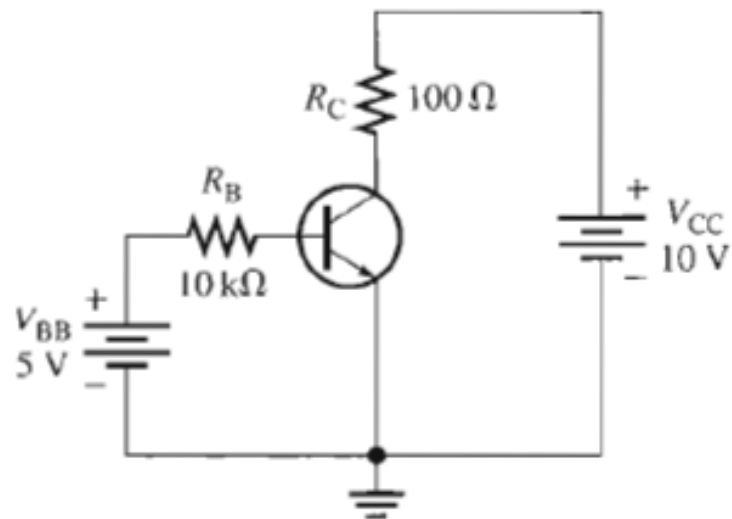
Кўрсатилган занжирдаги барча ток ва кучланишларни аниқлаш.
 $\beta_{DC} = 150$

ЕЧИШ

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} = \frac{5 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{10 \text{ k}\Omega} = 430 \mu\text{A}$$

$$I_C = \beta_{DC} I_B = (150)(430 \mu\text{A}) = 64.5 \text{ mA}$$

$$I_E = I_C + I_B = 64.5 \text{ mA} + 430 \mu\text{A} = 64.9 \text{ mA}$$



$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = 10 \text{ V} - (64.5 \text{ mA})(100 \Omega) = 10 \text{ V} - 6.45 \text{ V} = 3.55 \text{ V}$$

$$V_{CB} = V_{CE} - V_{BE} = 3.55 \text{ V} - 0.7 \text{ V} = 2.85 \text{ V}$$

Узилиш ва тўйиниш режимлари

Узилиш режимлари:

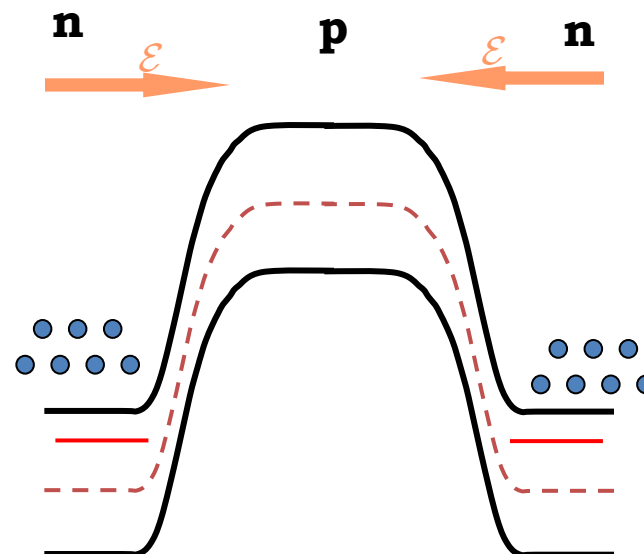
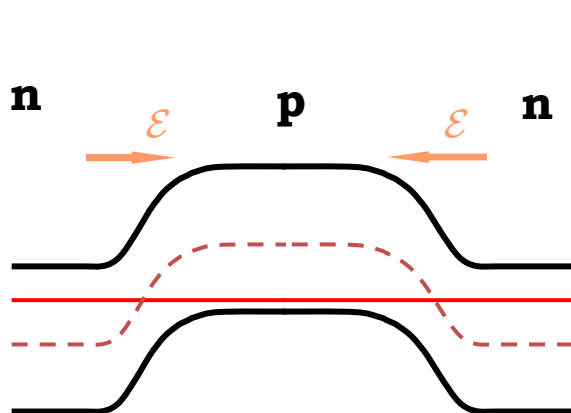
БЭ тескари силжиган ва БК ҳам тескари силжиган бўлади.

- No current will be in both circuits except the reverse saturation currents (can be neglected).

$$I_B = 0,$$

$$I_C = 0,$$

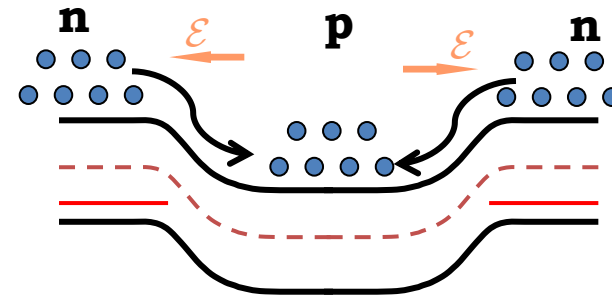
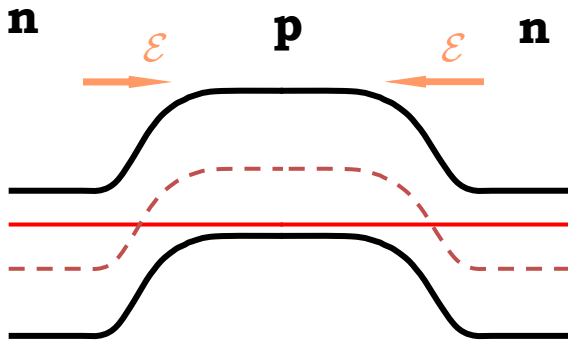
$$I_E = 0$$



Узилиш ва тўйиниш режимлари

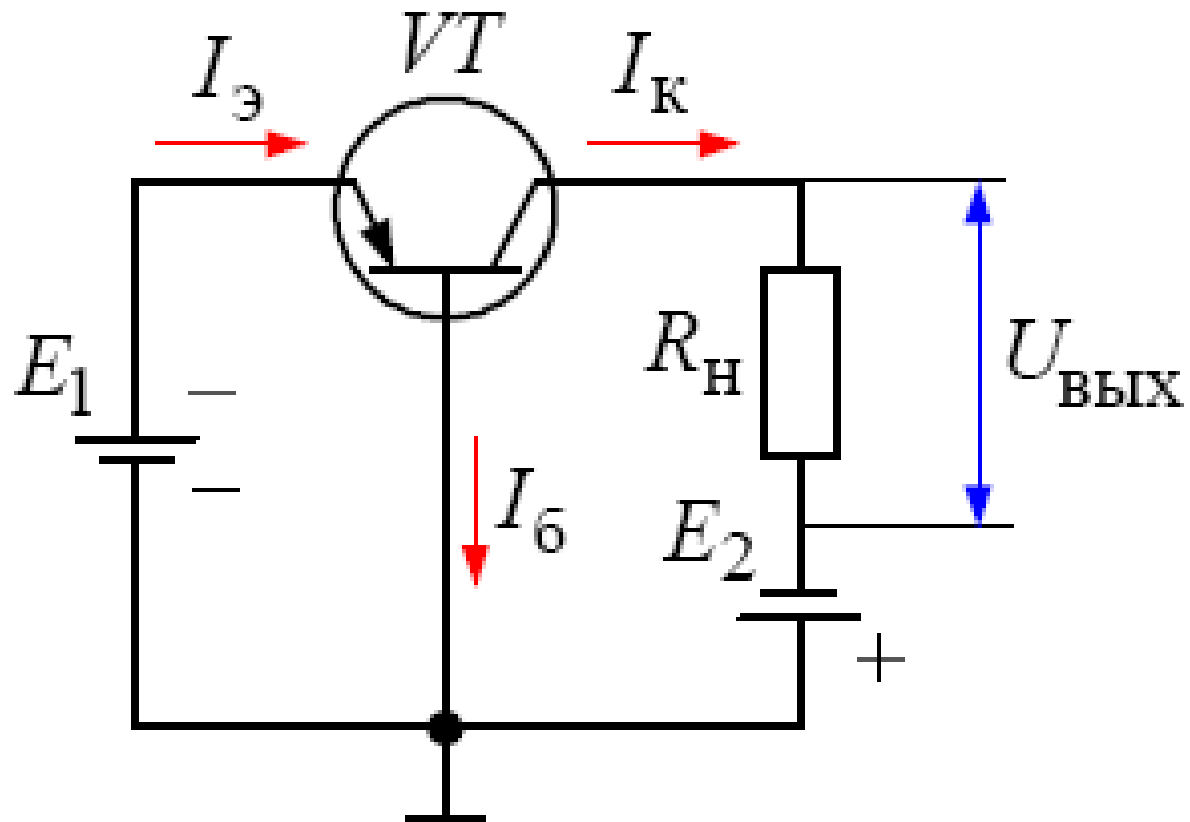
Тўйиниш режимлари:

БЭ тўғри силжиган ва БК ҳам тўғри силжиган бўлади.



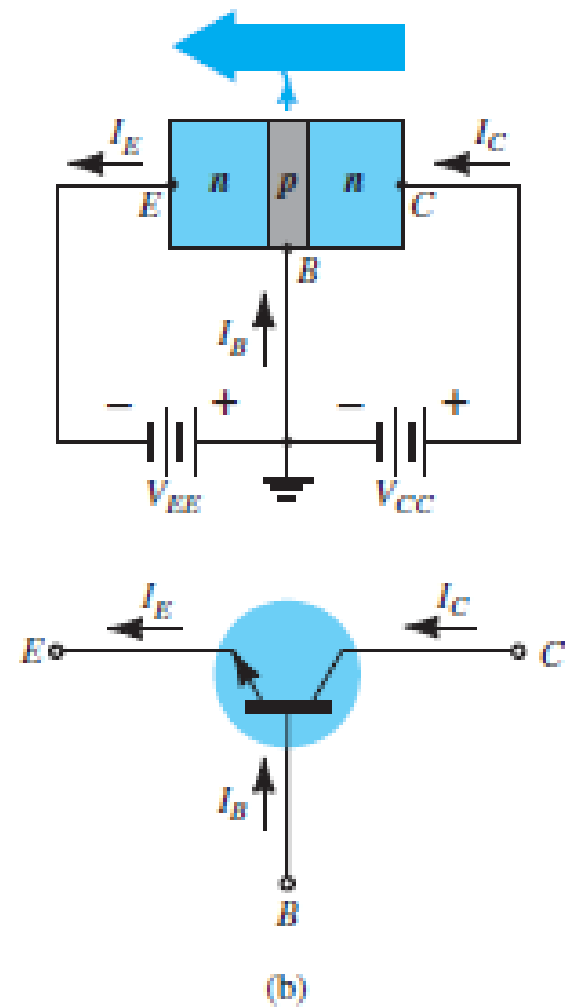
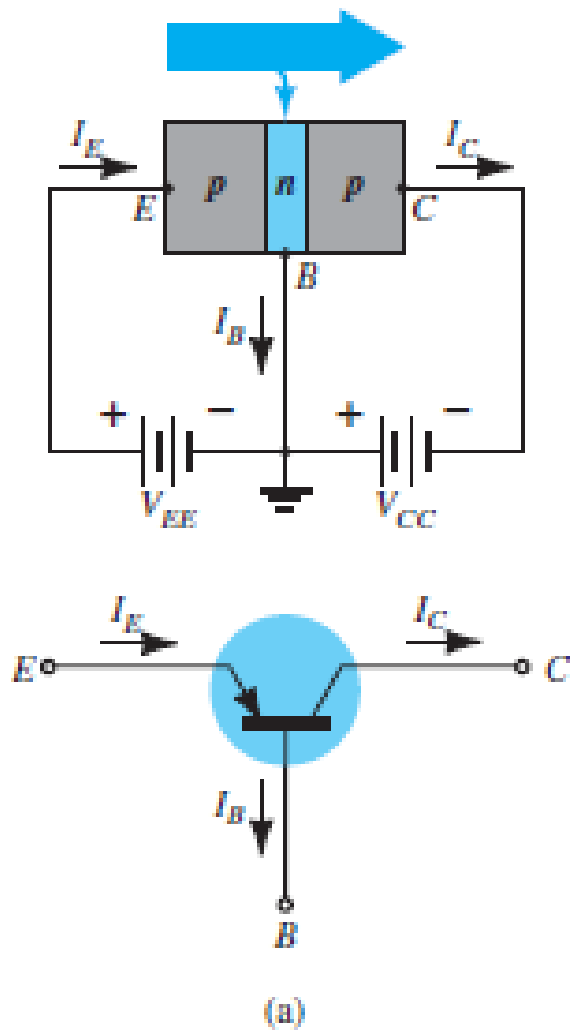
- The field in the BC junction is no longer sufficient to collect all the current injected by the emitter.
- In this case, increasing the base current will not result in an increase in the collector current. We say that the current is saturated. In this case $I_C < \beta_{DC} I_B$.
- Saturation starts before the BC junction is completely forward-biased ($V_{BC} \ 0.5 \sim 0.7 \text{ V}$, $V_{CE(sat)} \ 0 \sim 0.2 \text{ V}$).

Уланиш схемалари

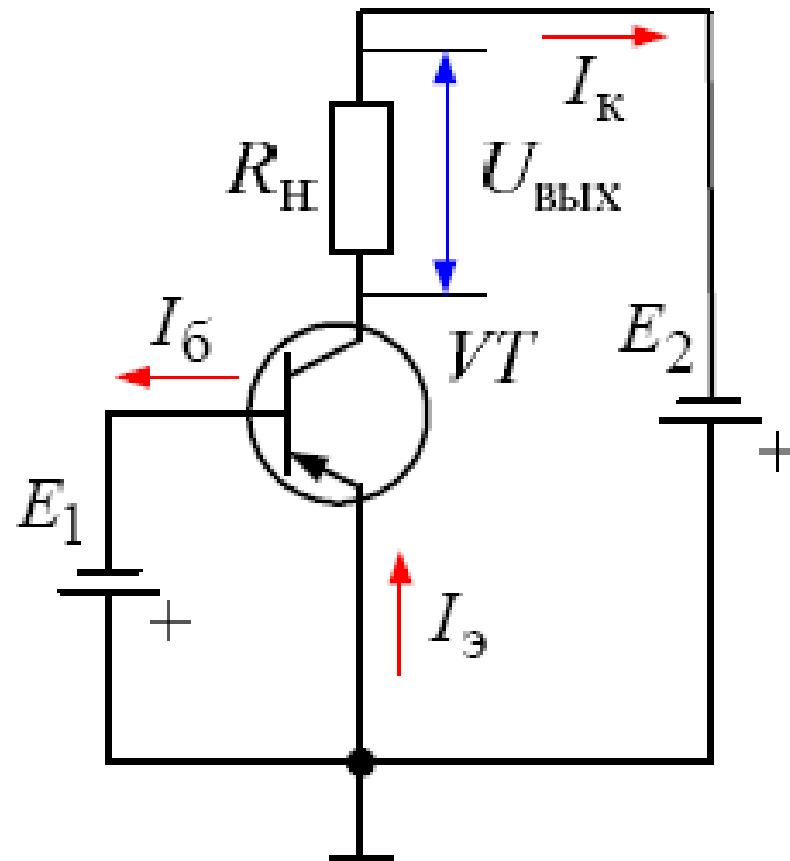


Транзисторни умумий база схемаси бўйича уланиши

Уланиш схемалари

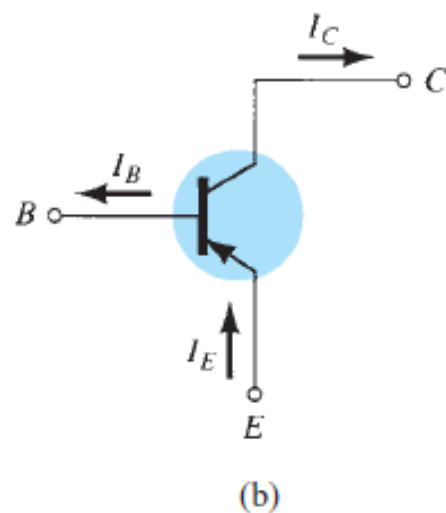
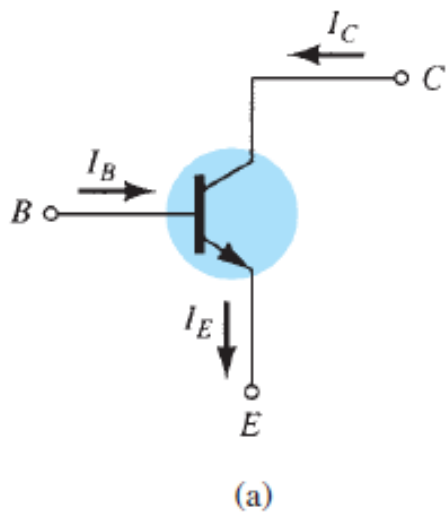
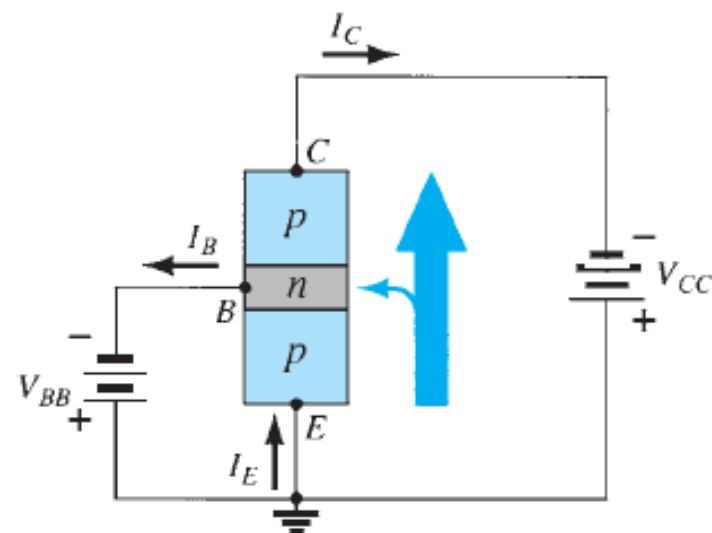
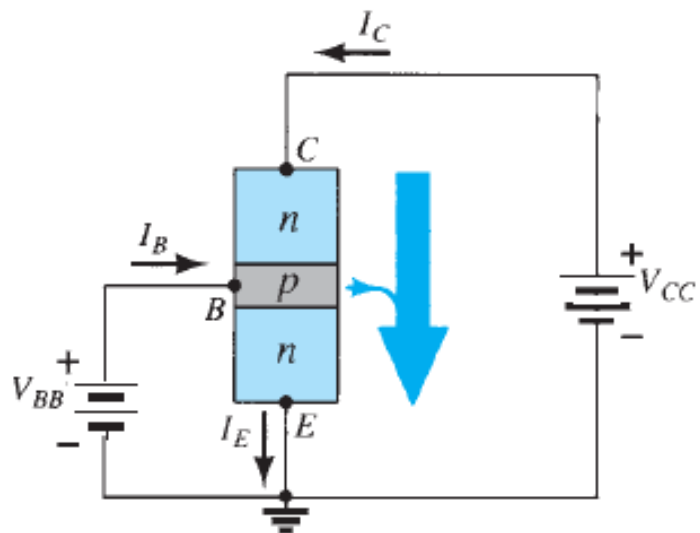


Уланиш схемалари

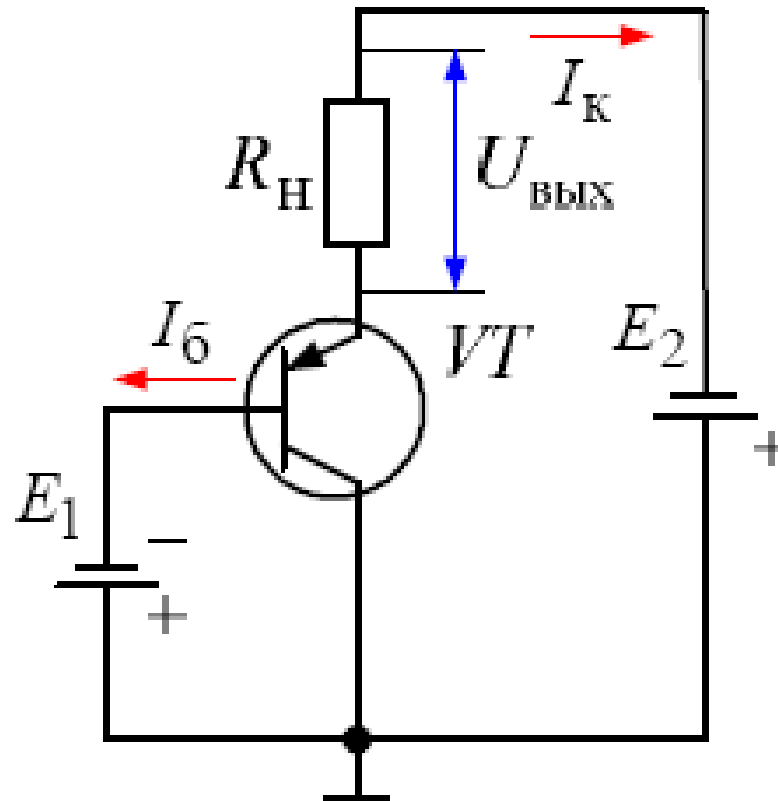


Транзисторни умумий эмиттер схемаси бўйича уланиши

Уланиш схемалари

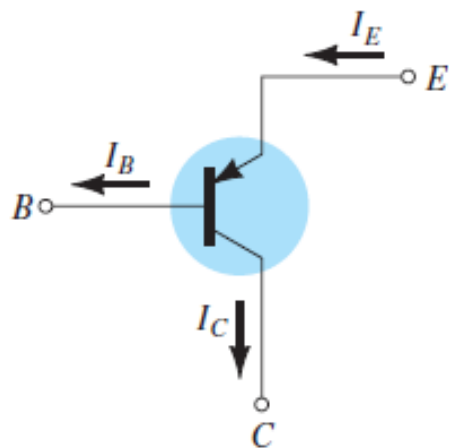
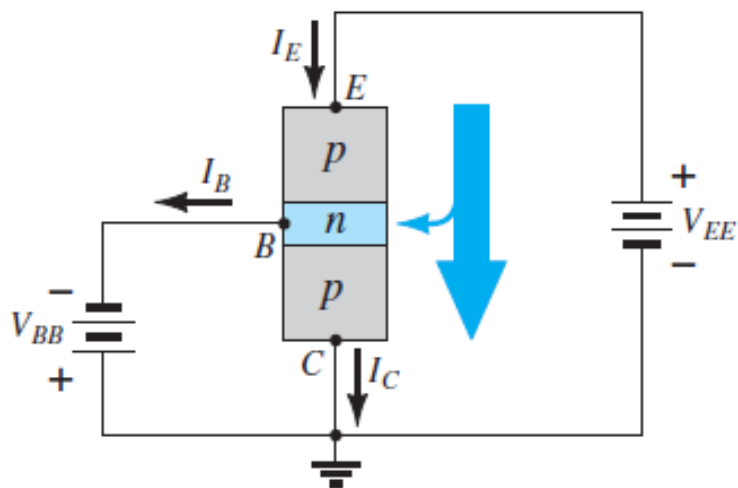


Уланиш схемалари

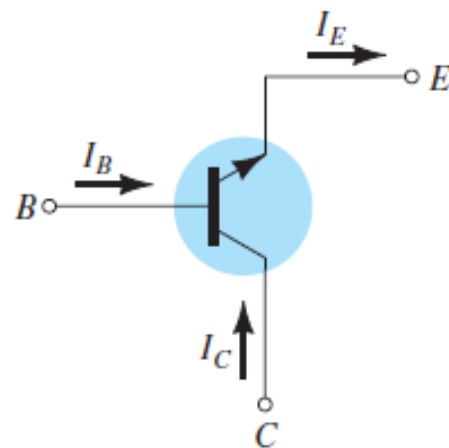
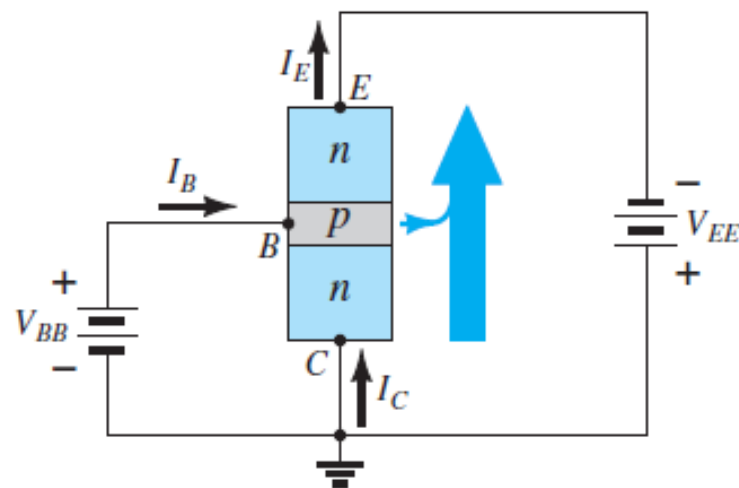


Транзисторни умумий коллектор схемаси бўйича уланиши

Уланиш схемалари

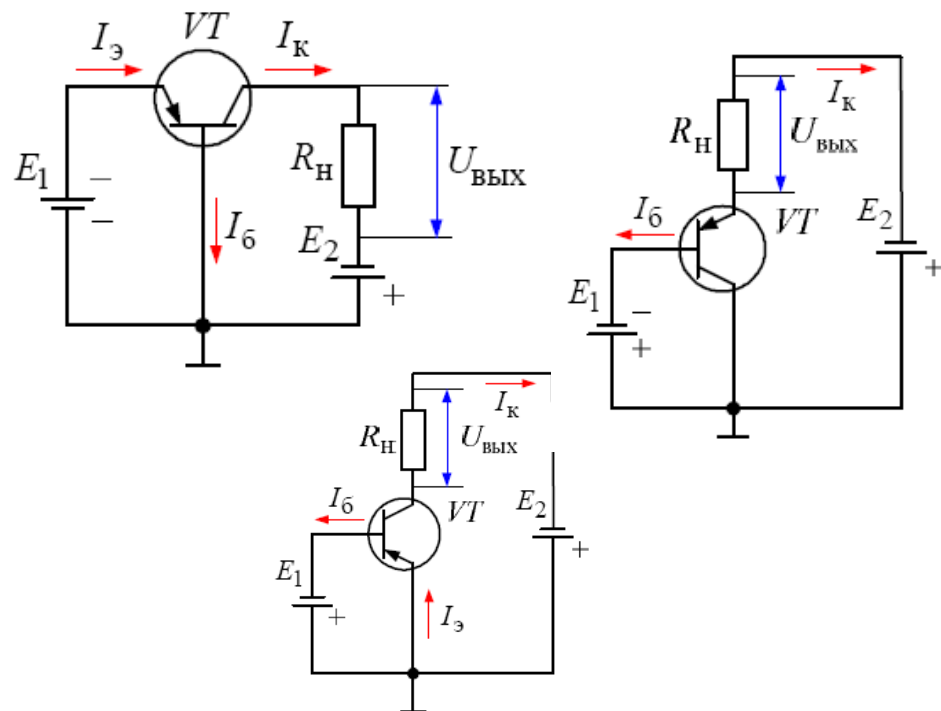


(a)



(b)

Уланиш схемалари



Транзисторнинг қайси электроди кириш ва чиқиш занжири учун умумий бўлишига боғлиқ равишда транзисторларнинг учта уланиш схемаси мавжуддир: умумий база, умумий эмиттер ва умумий коллектор. Энг кўп УЭ схемаси қўлланилади, чунки у қувват бўйича энг катта кучайтириш коэффициентини, кучланиш бўйича юқори кучайтириш коэффициентини (кириш кучланишининг фазасини 180° ўзгартирган ҳолда), ток бўйича юқори кучайтириш коэффициентини ва нисбатан катта кириш қаршилигини олиш имконини беради.

УК схемасини эмиттер қайтаргич деб аташади, чунки эмиттердаги кучланиш кутби ва катталиқ бўйича киришдаги кучланиш билан мос келади ва қиймат бўйича унга яқин бўлади. Мазкур схема ток ва қувват кучайтиради, бироқ кучланишни кучайтирмайди ($K_i < 1$). Бироқ энг кичик кириш қаршилигига ва энг катта чиқиш қаршилигига эга бўлади. Шунинг учун у юқламанинг кичик қаршилигини каскаднинг юқори чиқиш қаршилиги билан мослаштириш учун буфер кучайтиргич сифатида ишлатилиши мумкин.

УБ схемаси кучланишни ва қувватни кучайтирилишини таъминлайди, бироқ токни кучайтирмайди ($K_i < 1$). УЭ схемаси каби катта чиқиш қаршилигига эгадир. УЭ схемасидан фарқли равишда мазкур схеманинг кириш қаршилиги кичикдир.

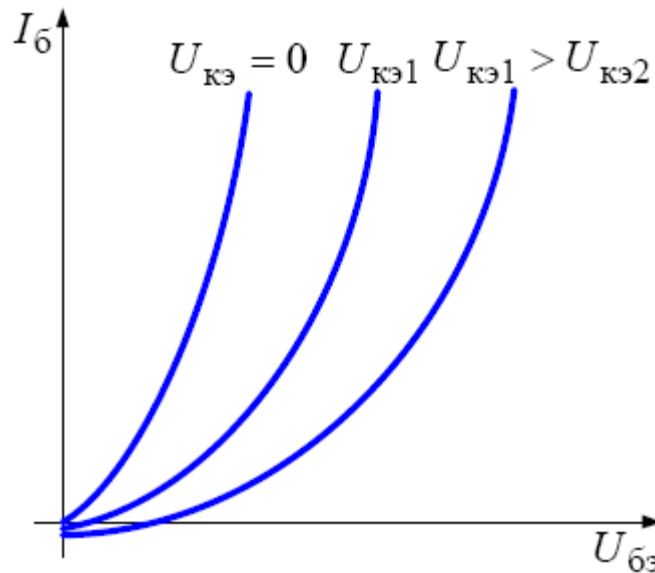
ПАРАМЕТР	ОБ	ОЭ	ОК
Коэффициент Передачи тока K_I	< 1	$10 \dots 100$	$10 \dots 100$
Коэффициент передачи напряжения K_U	$10 \dots 1000$	$10 \dots 1000$	< 1
Коэффициент усиления по мощности K_P	$10 \dots 1000$	$10^3 \dots 10^4$	$10 \dots 100$
Входное сопротивление R_{BX}	$10 \dots 100 \text{ Ом}$	$> 100 \text{ Ом}$	$> 10^4 \text{ Ом}$
Выходное сопротивление R_{BXX}	$> 100 \text{ кОм}$	$> 10 \text{ кОм}$	$0 \dots 100 \text{ Ом}$

Волт ампер тавсифи

Транзисторнинг ВАТ – токни кучланишга боғлиқлигидир

Кириш учун:

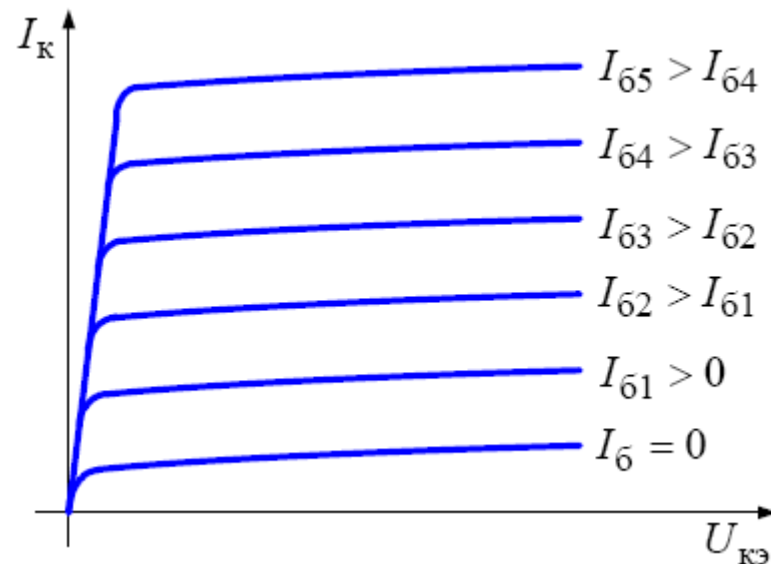
$$I_{\bar{6}} = f(U_{\bar{6}\bar{3}}) \Big|_{U_{\bar{K}\bar{3}} = \text{const}}$$



УЭ схемаси бўйича уланган транзисторнинг кириш ВАТ

Чиқиш учун:

$$I_{\bar{K}} = f(U_{\bar{K}\bar{3}}) \Big|_{I_{\bar{6}} = \text{const}}$$



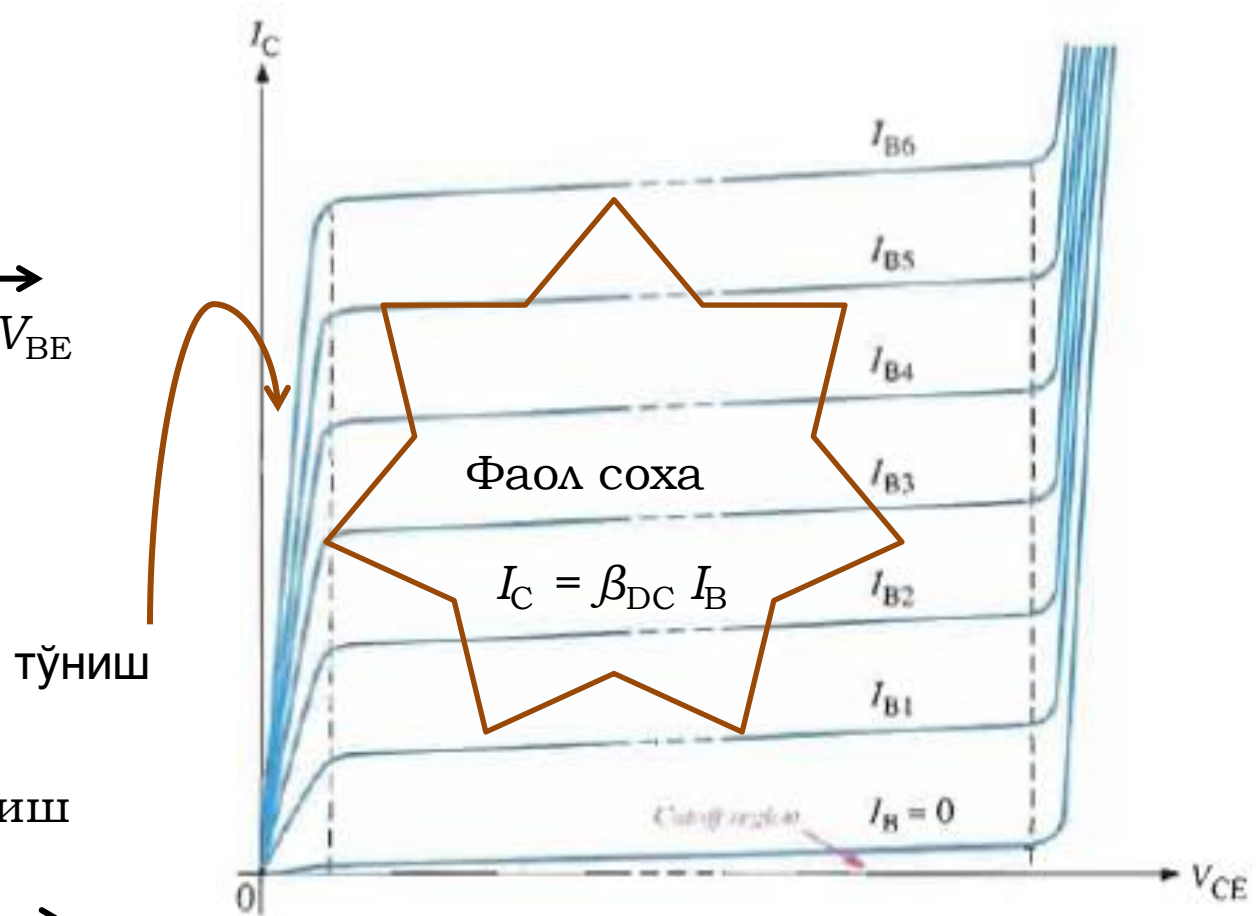
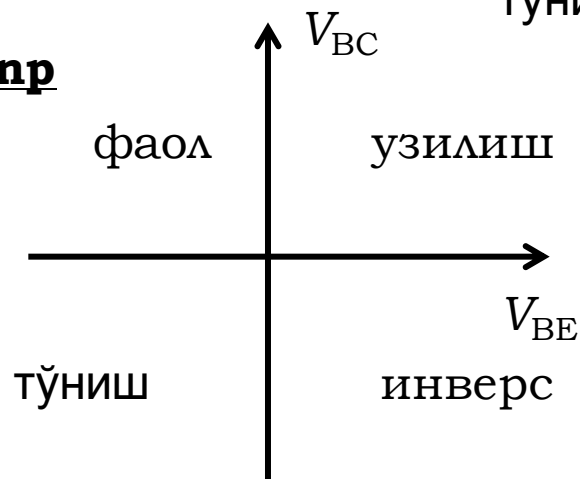
УЭ схемаси бўйича уланган транзисторнинг чиқиш ВАТ

Волт ампер тавсифи

npn



ppn



As long as BC junction is reverse biased ($V_{CE} > V_{CE(sat)}$), the collector is able to withdraw $a_{DC} I_E$ ($\beta_{DC} I_B$) and the current will depend only on I_B and not on V_{CE} .

Эрли эффеќти



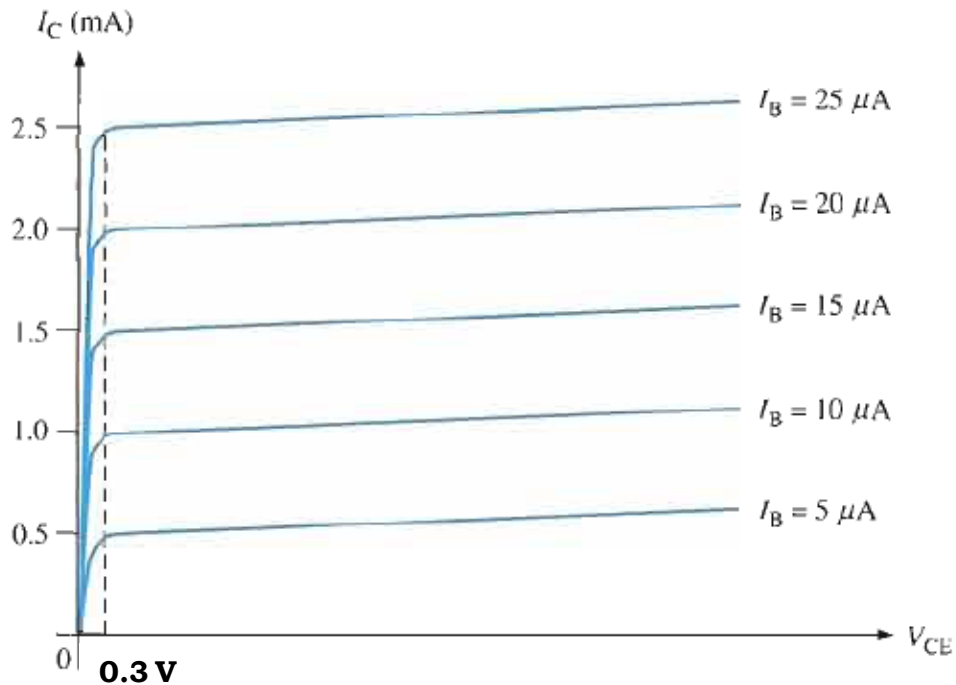
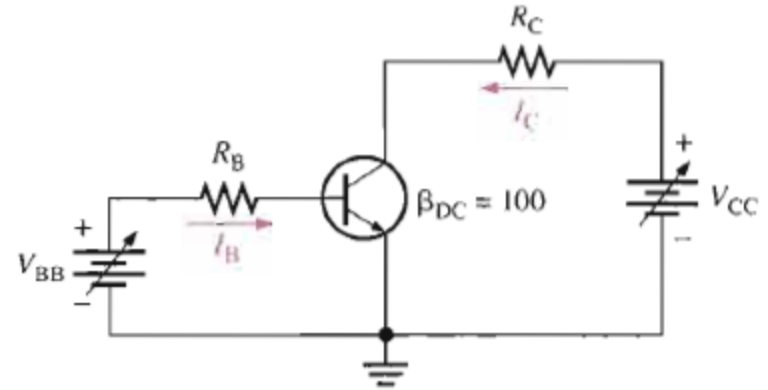
База модуляция эффеќти $U_{КВ}$ кучланишини ошиши туфайли коллектор ўтишида ҳажмий зарядни ошиши ҳисобига коллектор ўтишини кенгайиши билан боғлангандир. Ўтишини кенгайиши юқори омли бўлган база қатлами ҳисобига юз бергани учун $U_{КВ}$ кучланишини ошиши база қатламини қалинлигини камайишига олиб келади. Мос равишда базада ковакларни электронлар билан рекомбинациялар сони камайишига, α коэффеќиенти ва I_K токни ошишига олиб келади.

BJT characteristics

EXAMPLE

Sketch an ideal family of collector curves for the circuit shown for $I_B = 5 \mu\text{A}$ to $25 \mu\text{A}$ in $5 \mu\text{A}$ increments. $\beta_{DC} = 100$

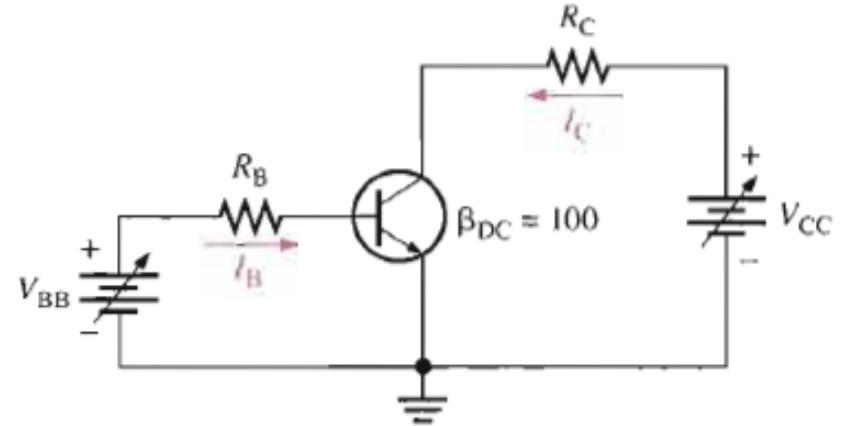
SOLUTION



Ишчи нуқта ва юклама чизиғи

Юклама чизиғини таҳлили:

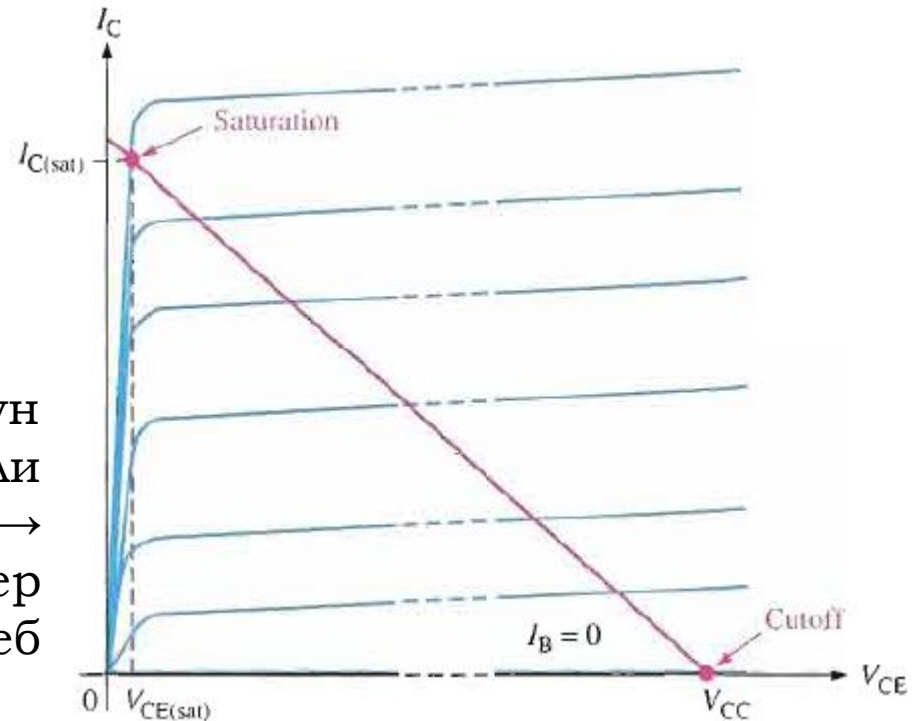
- Кириш занжири учун I_B аниқланг. (Тўғри силжиган БЭ ўтиш учун $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ бўлишидан фойдаланинг).
- Юклама чизиғини чизинг ва ишси нуқтани аниқланг.



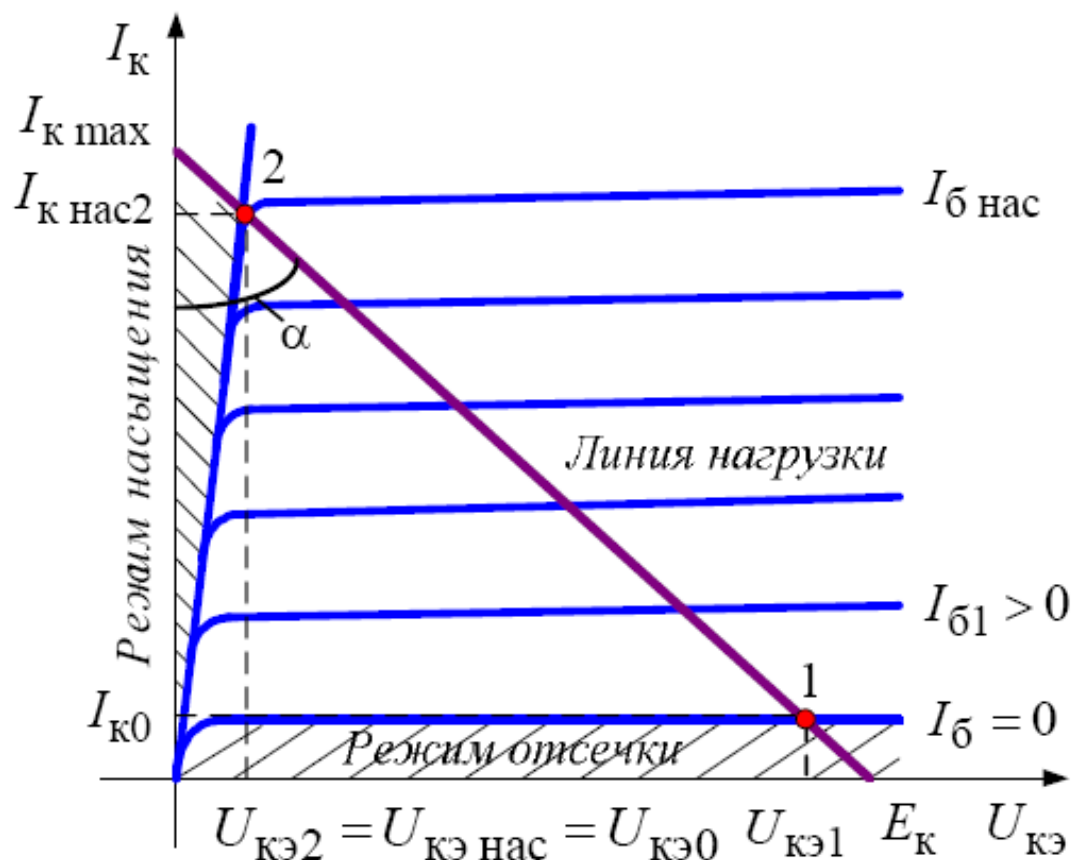
$$I_C = \beta_{DC} I_B$$

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE}$$

- Барча база токлари учун тўйинишни бошланишидеярли бир хил. Бу қиймат $V_{CE(sat)} \sim 0 \rightarrow 0.2 \text{ V}$ коллектор эмиттер тўйиниш кучланиши деб аталади.



Ишчи нукта ва юклама чизиғи



Коллектор токини ўзгариши транзисторнинг чиқиш тавсифи бўйича кўриш мумкин.

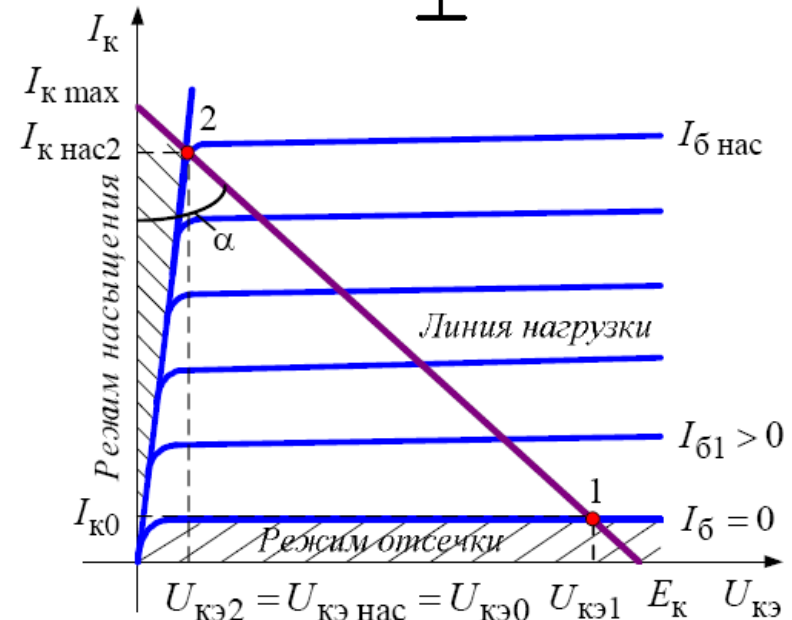
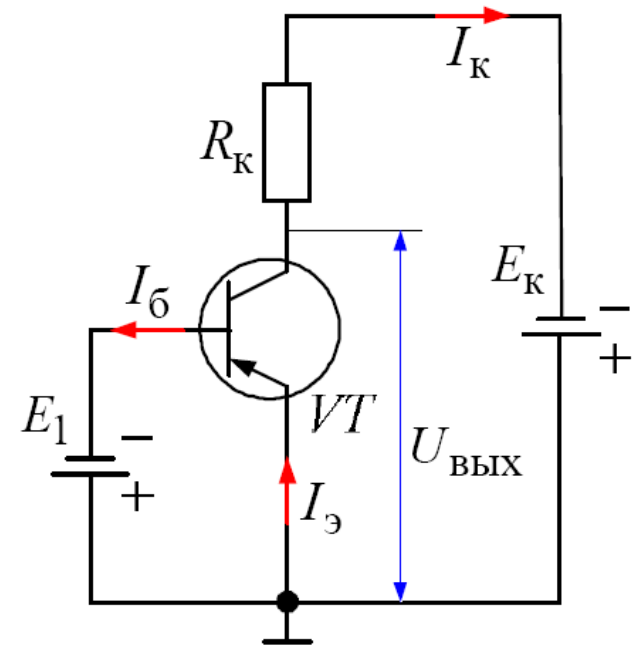
Ишчи нукта ва юклама чизиғи

Юклама чизиғи қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$I_K = \frac{E_K - U_{KЭ}}{R_K}$$

Юклама чизиғи оғиши R_K қаршилиқ билан аниқланади:

$$R_K = \frac{E_K}{I_{K \max}} = \operatorname{tg} \alpha .$$



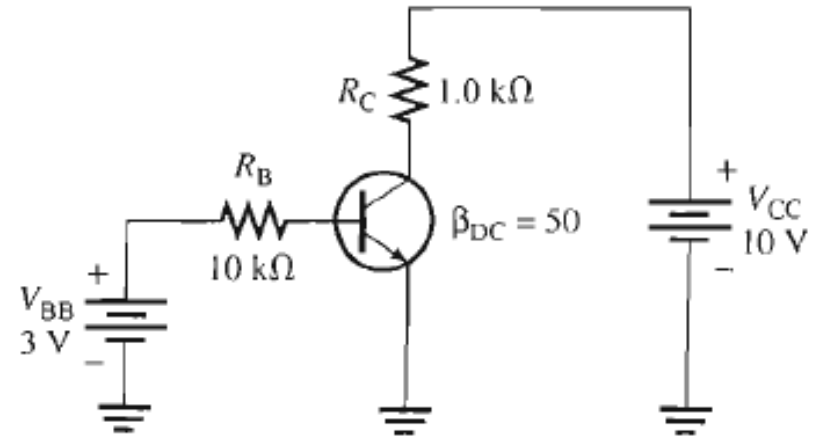
Operating point and load line

EXAMPLE

Determine the mode of operation of the transistor of the circuit shown. Assume $V_{CE(sat)} = 0.2 \text{ V}$, $\beta_{DC} = 50$

SOLUTION

There are three methods to solve this problem:



1. Draw the collector characteristics and the load line. Then determine the Q-point.
2. Assume the transistor is in the active mode ($I_C = \beta_{DC} I_B$), then find V_{CE} . If $V_{CE} > V_{CE(sat)}$, then the transistor is really in active mode. Otherwise, it is saturation.
3. Assume the transistor is in the saturation mode ($V_{CE} = V_{CE(sat)}$), then find I_C . If $I_C < \beta_{DC} I_B$, then the transistor is really in saturation mode. Otherwise, it is active.

Биполяр транзистор параметрлари

Транзисторлар uchun chegaraviy ekspluatatsion parametrlar ma'lumotnomalarda keltiriladi:

- Maksimal ruxsat berilgan o'zgarmas kollektor-emitter kuchlanishi U_{kemax} ;
- Maksimal ruxsat berilgan o'zgarmas kollektor-emitter kuchlanish impulsi $U_{ke.i.max}$;
- Kollektorning o'zgarmas yoki impulsli toki $I_{k.max}$, $I_{k.i.max}$;
- Kollektorning o'zgarmas yoki impulsli sochuvchi quvvati $P_{k.max}$, $P_{k.i.max}$;
- O'tishlarning chegaraviy harorati $T_{k.max}$ yoki asbob qobig'ining harorati $T_{q.max}$.

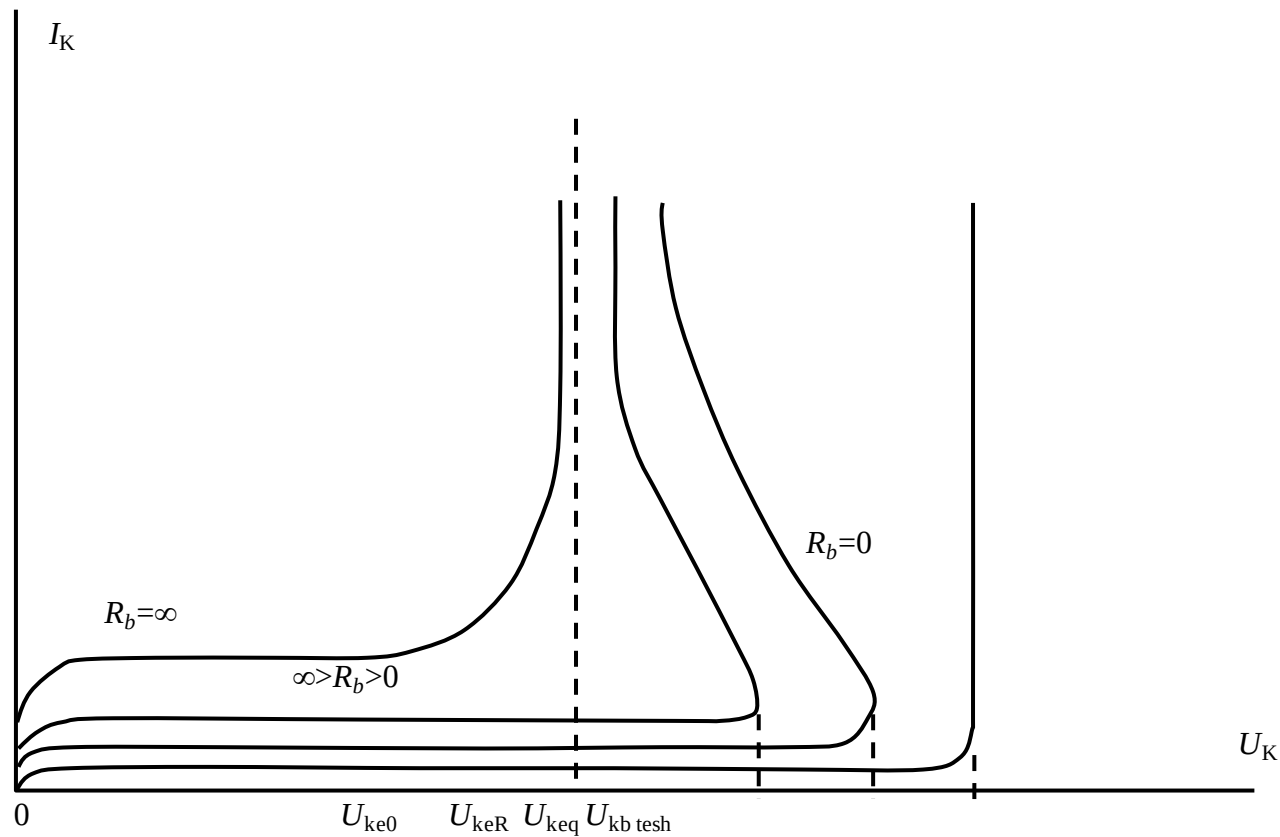
Teshilish turlari. Tranzistorlarda teshilishlarni rivojlanish mexanizmlari turlicha bo'lishi mumkin. Biroq bunga bog'liq bo'lmagan holda ularni shartli ravishda birlamchi va ikkilamchi teshilishlarga ajratish mumkin. Tranzistorlardagi birlamchi teshilishlar qaytaruvchanligi bilan farqlanadi. Tranzistor birlamchi teshilish rejimiga tushsa, ularning normal ishlashi buziladi. Biroq tranzistorlar teshilish rejimidan chiqqandan so'ng esa ular o'zlarining ishlash qobiliyatini qayta tiklaydi. Istalgan ikkilamchi teshilishlar qaytarilmaydigan bo'ladi. Bunga sabab o'tishni buzilishi tufayli tranzistorning degradatsiyasi yuz beradi. Birlamchi teshilishlarning asosiy turlari: ko'chkili, issiqli va toklidir.

Биполяр транзисторни тешилиши

Ko'p holatlarda baza va emitter orasiga R_b qarshilikni ulash tavsiya qilinadi. Bu holda ko'chkili teshilish kuchlanishi

- U_{ke0} kuchlanish – baza uzilgandagi ($I_b=0$) teshilish kuchlanishi;
- $U_{keR} > U_{ke0}$ kuchlanish – baza va emitter orasiga R_b qarshilik ulangandagi teshilish ($R_e=0$ da);
- $U_{ke.q}$ kuchlanish – bazani emitter bilan tutashtirilgandagi ($R_b=0$) teshilish kuchlanishi. Bu barcha kuchlanishlar kollektor-baza o'tishining teshilish $U_{kbtresh}$ kuchlanishidan kichik bo'ladi, ya'ni

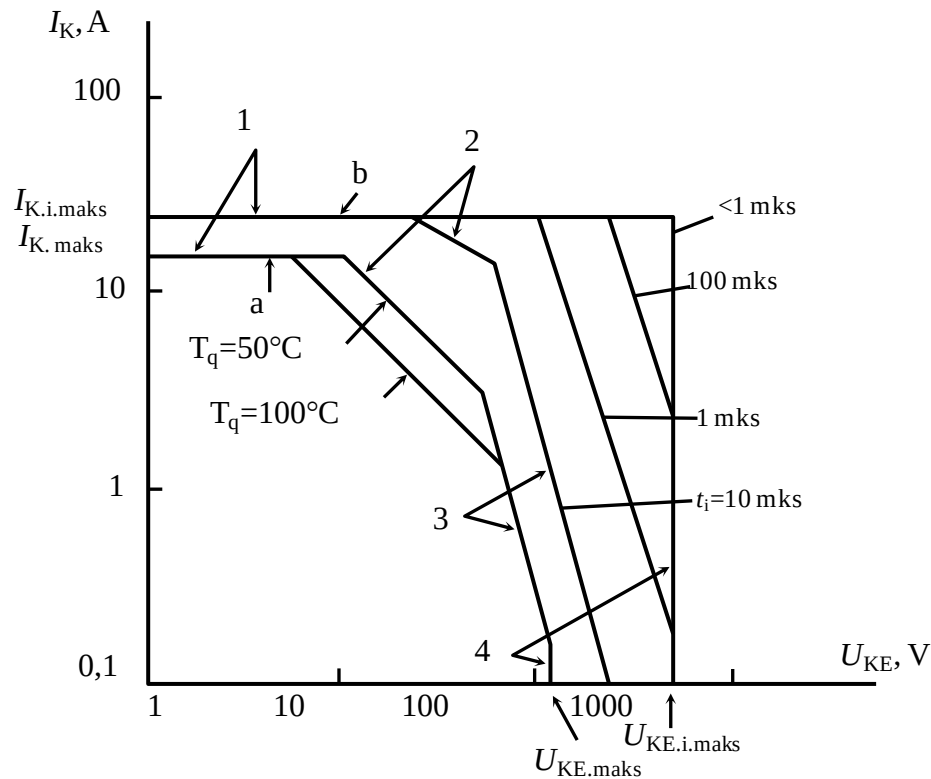
Биполяр транзисторни тешилиши



**Bazasida turli xil qarshiliklar bo'lgandagi
tranzistorning ko'chkili teshilish rejimidagi volt-
amper tavsifi**

Транзисторlarning ikkilamchi teshilishi birlamchi teshilishlarning birini rivojlanishidan soʻng yoki birlamchi teshilishning rivojlanishi boʻlmagan holda bevosita yuz berishi mumkin. Ikkilamchi teshilishning bevosita rivojlanishi kollektorda nisbatan katta kuchlanishlar boʻlgan soha yuz beradi va «tok ipi» nomlanuvchi jarayonning rivojlanishi bilan bogʻlangandir. Bunda kollektor toki kollektorning kichik sohasida markazlashadi. Natijada mazkur soha erib kyetadi va kollektorning baza bilan tutashuvi yuz beradi. Ikkilamchi teshilishlar maksimal quvvatlar giperbolasidan kichik kuchlanish va tok qiymatlarida boʻladi.

Биполяр транзистор калит сифатида



Statik XIS quyidagi sohalar bilan chegaralanadi: tokli teshilish (1), issiqli teshilish (2), ikkilamchi teshilish (3) va ko'chkili teshilish (4).

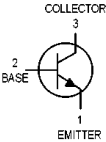
Биполяр транзисторнинг статик (a) va kollektor toki impulsining turli davomiyligidagi impuls rejimidagi xavfsiz ishlash sohasi

BJT data sheet:

MOTOROLA SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
by 2N3903/D

General Purpose Transistors NPN Silicon



2N3903 2N3904*

*Motorola Preferred Device



CASE 29-04, STYLE 1
TO-18 (TO-226AA)

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	40	Vdc
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	60	Vdc
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	6.0	Vdc
Collector Current — Continuous	I_C	200	mA
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	625 5.0	mW mW/ $^\circ\text{C}$
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	1.5 12	Watts mW/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

THERMAL CHARACTERISTICS*

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	200	$^\circ\text{C/W}$
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	$^\circ\text{C/W}$

* Indicates Data in addition to JEDEC Requirements.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
OFF CHARACTERISTICS				
Collector-Emitter Breakdown Voltage (1) ($I_C = 1.0\text{ mA}$, $I_E = 0$)	$V_{(BR)CEO}$	40	—	Vdc
Collector-Base Breakdown Voltage ($I_C = 10\text{ }\mu\text{A}$, $I_E = 0$)	$V_{(BR)CBO}$	60	—	Vdc
Emitter-Base Breakdown Voltage ($I_E = 10\text{ }\mu\text{A}$, $I_C = 0$)	$V_{(BR)EBO}$	6.0	—	Vdc
Base Cutoff Current ($V_{CE} = 30\text{ Vdc}$, $V_{EB} = 3.0\text{ Vdc}$)	I_{BL}	—	50	nA
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 30\text{ Vdc}$, $V_{EB} = 3.0\text{ Vdc}$)	I_{CEX}	—	50	nA

1. Pulse Test: Pulse Width $\leq 300\text{ }\mu\text{s}$; Duty Cycle $\leq 2.0\%$.

Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value.

REV 2

© Motorola, Inc. 1996



2N3903 2N3904

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted) (Continued)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
ON CHARACTERISTICS				
DC Current Gain(1) ($I_C = 0.1\text{ mA}$, $V_{CE} = 1.0\text{ Vdc}$)	h_{FE}	20 40	—	—
($I_C = 1.0\text{ mA}$, $V_{CE} = 1.0\text{ Vdc}$)		35 70	—	—
($I_C = 10\text{ mA}$, $V_{CE} = 1.0\text{ Vdc}$)		50 100	150 300	
($I_C = 50\text{ mA}$, $V_{CE} = 1.0\text{ Vdc}$)		30 60	—	—
($I_C = 100\text{ mA}$, $V_{CE} = 1.0\text{ Vdc}$)		15 30	—	—
Collector-Emitter Saturation Voltage(1) ($I_C = 10\text{ mA}$, $I_B = 1.0\text{ mA}$) ($I_C = 50\text{ mA}$, $I_B = 5.0\text{ mA}$)	$V_{CE(sat)}$	— —	0.2 0.3	Vdc
Base-Emitter Saturation Voltage(1) ($I_C = 10\text{ mA}$, $I_B = 1.0\text{ mA}$) ($I_C = 50\text{ mA}$, $I_B = 5.0\text{ mA}$)	$V_{BE(sat)}$	0.65 —	0.85 0.95	Vdc

SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS

Current-Gain — Bandwidth Product ($I_C = 10\text{ mA}$, $V_{CE} = 20\text{ Vdc}$, $f = 100\text{ MHz}$)	f_T	250 300	—	—	MHz
Output Capacitance ($V_{CB} = 5.0\text{ Vdc}$, $I_E = 0$, $f = 1.0\text{ MHz}$)	C_{obo}	—	4.0	—	pF
Input Capacitance ($V_{EB} = 0.5\text{ Vdc}$, $I_C = 0$, $f = 1.0\text{ MHz}$)	C_{ibo}	—	8.0	—	pF
Input Impedance ($I_C = 1.0\text{ mA}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$)	h_{ie}	1.0 1.0	8.0 10	—	k Ω
Voltage Feedback Ratio ($I_C = 1.0\text{ mA}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$)	h_{ie}	0.1 0.5	5.0 8.0	—	X 10^{-4}
Small-Signal Current Gain ($I_C = 1.0\text{ mA}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$)	h_{fe}	50 100	200 400	—	—
Output Admittance ($I_C = 1.0\text{ mA}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$)	h_{oe}	1.0	40	—	μhos
Noise Figure ($I_C = 100\text{ }\mu\text{A}$, $V_{CE} = 5.0\text{ Vdc}$, $R_S = 1.0\text{ k}\Omega$, $f = 1.0\text{ kHz}$)	NF	—	6.0 5.0	—	dB

SWITCHING CHARACTERISTICS

Delay Time	($V_{CC} = 3.0\text{ Vdc}$, $V_{BE} = 0.5\text{ Vdc}$, $I_C = 10\text{ mA}$, $I_{B1} = 1.0\text{ mA}$)	t_d	—	35	ns
Rise Time		t_r	—	35	ns
Storage Time	($V_{CC} = 3.0\text{ Vdc}$, $I_C = 10\text{ mA}$, $I_{B1} = I_{B2} = 1.0\text{ mA}$)	t_s	—	175 200	ns
Fall Time		t_f	—	50	ns

1. Pulse Test: Pulse Width $\leq 300\text{ }\mu\text{s}$; Duty Cycle $\leq 2.0\%$.

BJT data sheet:

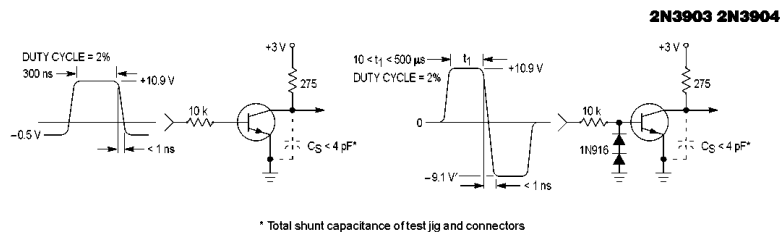


Figure 1. Delay and Rise Time Equivalent Test Circuit

Figure 2. Storage and Fall Time Equivalent Test Circuit

TYPICAL TRANSIENT CHARACTERISTICS

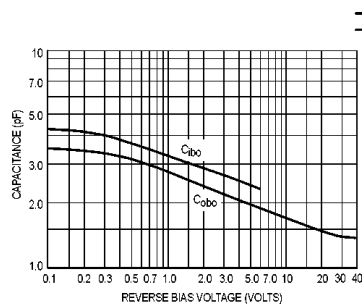


Figure 3. Capacitance

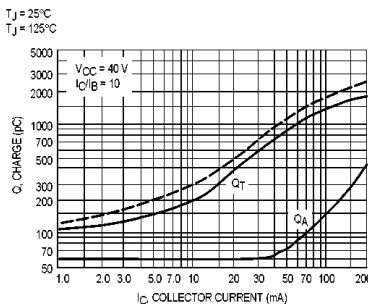


Figure 4. Charge Data

2N3903 2N3904

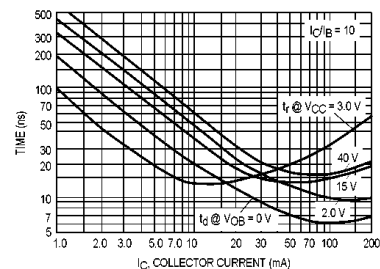


Figure 5. Turn-On Time

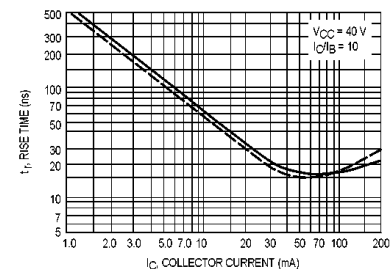


Figure 6. Rise Time

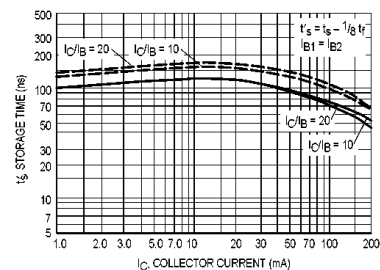


Figure 7. Storage Time

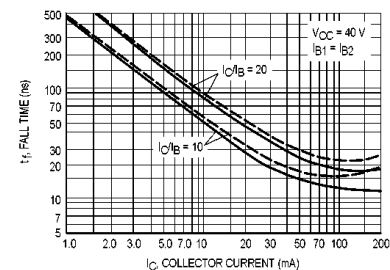


Figure 8. Fall Time

TYPICAL AUDIO SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS

NOISE FIGURE VARIATIONS
(VCE = 5.0 Vdc, TA = 25°C, Bandwidth = 1.0 Hz)

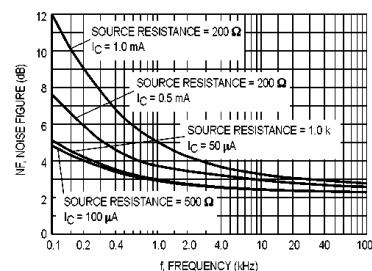


Figure 9.

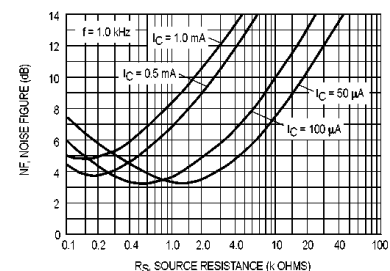
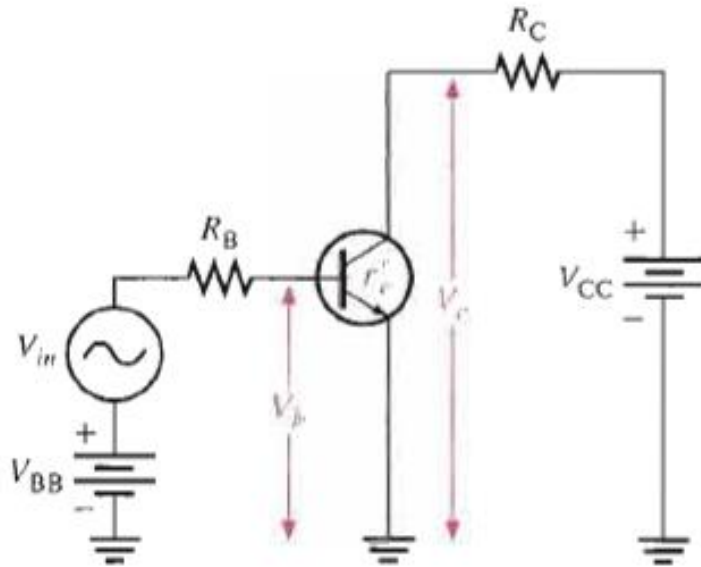
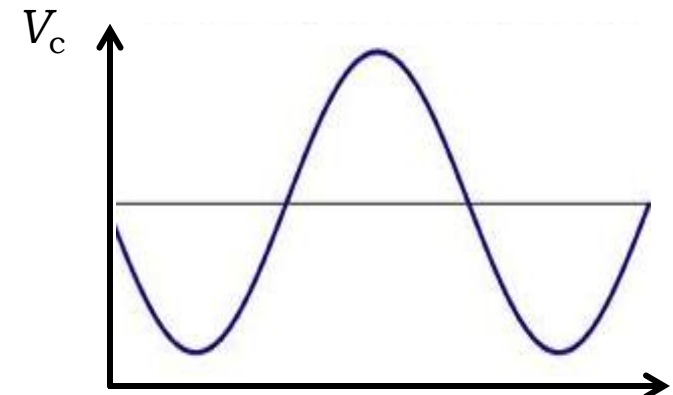
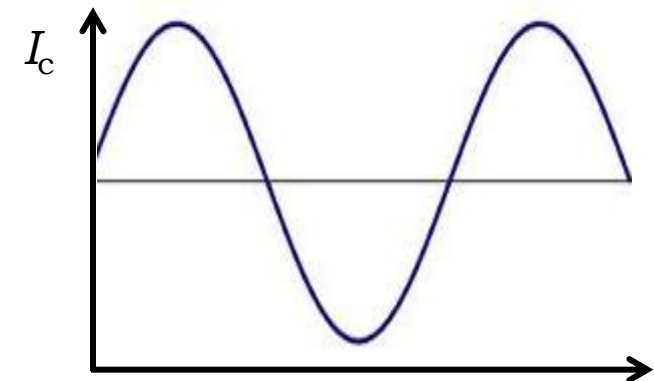
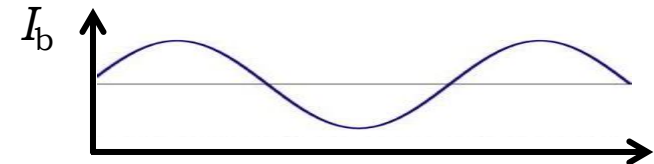
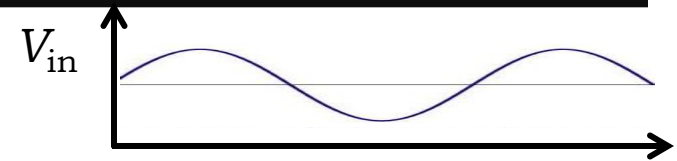


Figure 10.

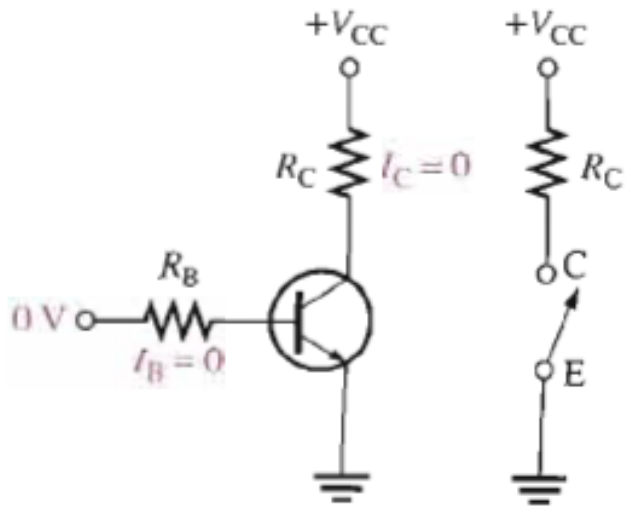
Транзистор кучайтиргич сифатида



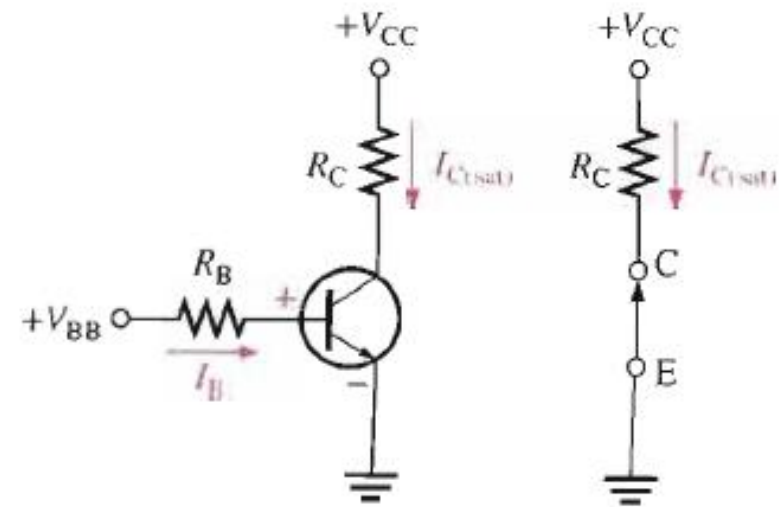
- Кучайтириш ўзгарувчан сигнал амплитудасини **чизикли** ошишириш жараёнидир.
- Транзистор фаол режимда база токини чизикли оширади ($I_c = \beta I_b$)
- Коллектор токидаги катта ўзгаришлар V_c коллектор кучланишида катта ўзгаришларга олиб келади.
- **Кучланишни кучайтириш** - V_c / V_{in} нисбат орқали аниқланади.



Биполяр транзистор калит сифатида



(a) Cutoff — open switch



(b) Saturation — closed switch

- Кириш кучланиши нол (паст).
- Транзистор узилиш режимида.
- База токи нол.
- Коллектор токи нол.
- КЭ ўтиш узилган.
- $V_{CE} = V_{CC}$ (юқори)

- Кириш кучланиши $+V_{BB}$ (юқори).
- Транзистор тўниш режимида.
- База токи юқори.
- Коллектор токи $I_{C(sat)}$ (юқори) .
- КЭ ўтиш қисқа туташган.
- $V_{CE} = V_{CE(sat)} \sim 0.2 \text{ V}$ (low)

Transistor switch is called **an inverter** because low input results in high output and vice versa.

