

21-Tema: Bipolyar tranzistorlar (BT) (1-bòlim)

Joba:

1. Bipolyar tranzistorlar tiykargi parametrlari.
2. BTniñ statik xarakteristikalari.
3. Bipolyar tranzistordiñ jalğaniw sxemalari.

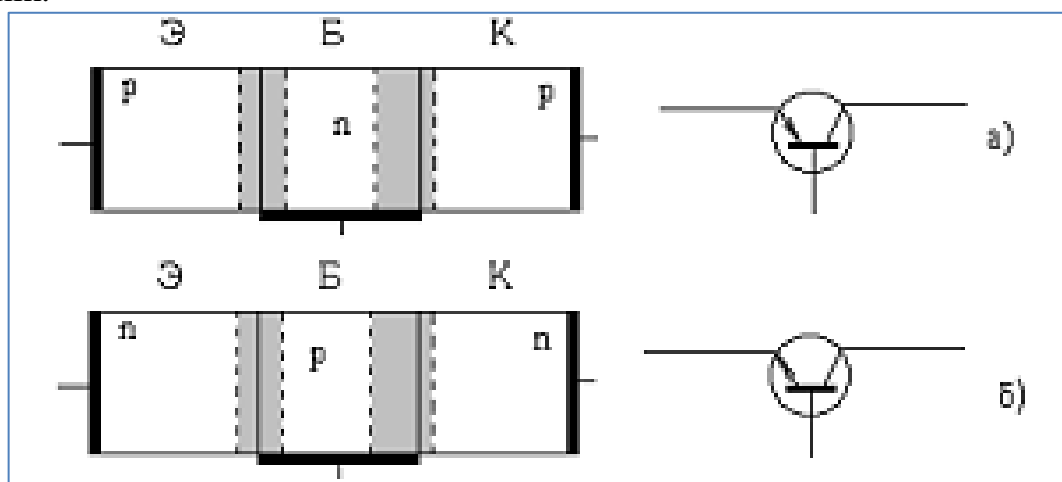
Bipolyar tranzistor dep ozara ta'sirleniwshi eki p-n òtiw ham ùsh elektrod (sirtqi shıǵıwlar)ǵa iye bolǵan yarım o'tkizgich asbabqa aytiladi. Tranzistordan tok aǵıp otiwi eki turdegi zaryad tasiwshilar - elektron – kovaklardıñ hàreketne tiykarlangan.

Bipolyar tranzistor p-n-p ham n-p-n o'tkiziwsheńlikke iye bolǵan ùsh yarım o'tkizten ibarat bolǵan (21.1 a ham b - suwret). Endilikte keñ tarqalǵan n-p-n tuzilmeli bipolyar tranzistordi ko'rib shıǵamiz.

Tranzistordiñ kushli legirlanǵan shekke baǵanasi (n^+ - baǵana) **emitter** deb ataladi hám ol zaryad tasiwshilardi **baza** dep ataliwshi orta baǵanaǵa (p - baǵana) injeksiyalaydi. Keyingi shekke baǵana (n - baǵana) **kollektor** deb ataladi. Ol emiitterge qaraǵanda kushsizrek legirlengen bolip, zaryad tasiwshilar baza baǵanasinan ekstraksiyalaw ushun xizmet qiladi. Emitter hám baza aralıǵındaǵı òtiw *emitter òtiw*, kollektor hám baza aralıǵındaǵı òtiw bolsa *kollektor otiw* dep ataladi.

Sirtqi kushleniw manbalari (U_{eb} , U_{kb}) jàrdeminde emitter o'tiw tuwri jòneliste, kollektor o'tiw bolsa – teskeri jòneliste jiljiydi. Bul halda, tranzistor **aktiv** yaki normal rejimde isleydi ham onıñ kusheytiriw xassalari màlim boladi.

Eger emitter o'tiw teskeri jòneliste, kollektor o'tiw bolsa tuwri jòneliste jiljiǵan bolsa, ol halda bul tranzistor **invers** yaki teskeri jalǵanǵan dep ataladi. Tranzistor nomerli sxemalarda qollanilganda ol **toyiniw** rejimide (eki o'tiw ham tuwri jòneliste jiljiǵan), yaki **berk** rejimde (eki o'tiw teskeri jiljiǵan) islewi mumkin.



21.1.-suwret. Bipolyar tranzistorlar

BTni tiykargi parametrlari:

Kiriw qarsiliǵı:
$$R_{KHP} = \frac{\Delta u_{KHP}}{\Delta i_{KHP}} \text{ [Om]}$$

Shig'iw qarsiligi: $R_{qHK} = \frac{\Delta u_{qHK}}{\Delta i_{qHK}}$ [OM] ;

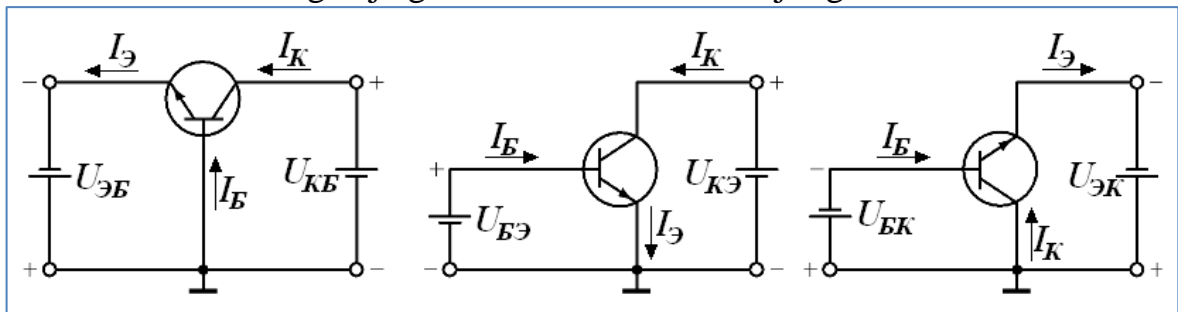
Tok boyinsha kusheytiriw koeffitsiyenti: $K_I = \frac{\Delta i_{qHK}}{\Delta i_{KHP}}$;

Kushleniw boyinsha kusheytiriw koeffitsiyenti: $K_U = \frac{\Delta u_{qHK}}{\Delta u_{KHP}}$;

Quwwat boyinsha kusheytiriw koeffitsiyenti: $K_P = K_I \cdot K_U$.

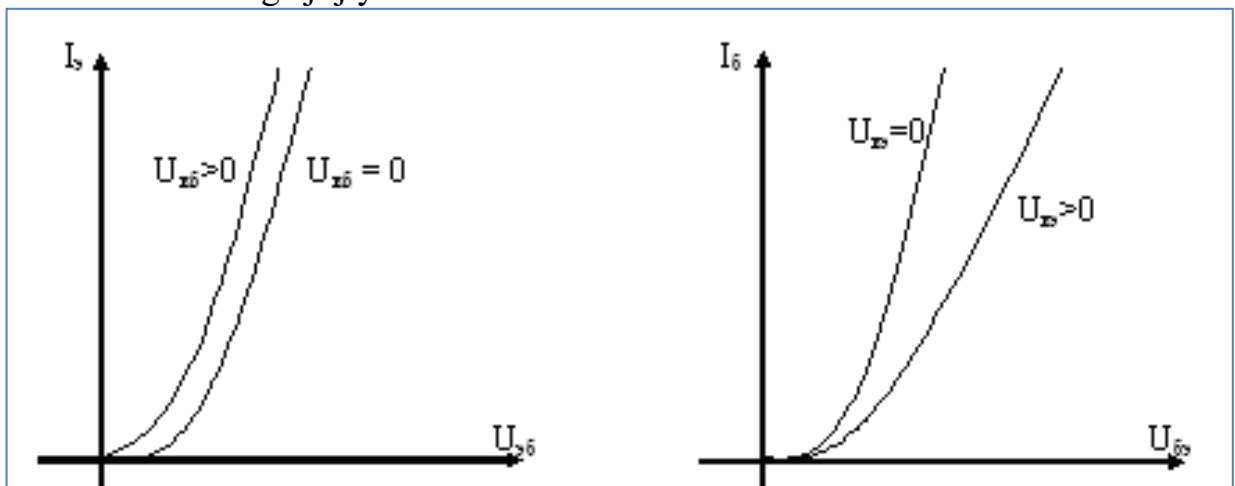
Bipolyar tranzistordıń jalǵanıw sxemalari. BTniń statik xarakteristikalari:

BTda elektrodlar ushew bolǵanı sebepli, ush turli jalǵanıw sxemalari bar: **uliwmaliq baza (UB); uliwmalıq emitter (UE); uliwmalıq kollektor (UK)**. Bunda BT elektrodlarinan biri sxemaniń kiriw ham shig'iw shinjirlari ushin uliwmalıq, onıń o'zgeriwshen tok (signal) boyinsha potentsiali bolsa nólge teń qilib alinadi. BTniń suwrette keltirilgen jalǵanıw sxemalari aktiv rejimge mas.



21.2.-suwret. BT jalǵanıw sxemalari (izbe-izligi: UB, UE, UK)

UB sxemasi ushin kiriw statik xarakteristikasi bolip $U_{KB} = const$ bolǵandagi $I_E = f(U_{EB})$ bog'liqliq, UE sxemasi ushin bolsa $U_{KE} = const$ bolǵandagi $I_B = f(U_{BE})$ bog'liqliq esaplanadi. Kiriw xarakteristika-lariniń uliwma xakteri adette tuwri jóneliste jalǵanǵan $p-n$ menen aniqlanadi. Sol sebepli sirtqi koriniske ko're kiriw xarakteristiklari eksponensial xarakterge iye (21.3- suwret). Kollektor o'tiwdegi teskeri kushleniwdiń artiwi menen UB sxemadagi kiriw xarakteristika shepke, UE sxemada bolsa ońǵa jiljiydi.

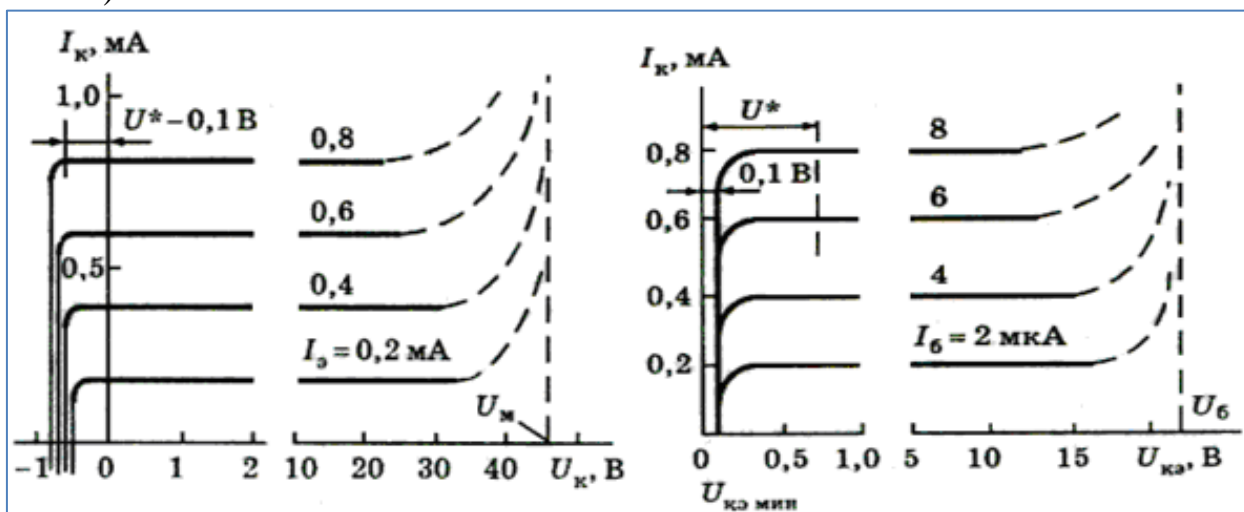


21.3.—suwret. Kiriw xarakteristiklari

UB sxemadagi tranzistordın shigiw xarakteristiklari shańaragi bolip $I_E = \text{const}$ bolǵandaǵı $I_K = f(U_{KB})$ bag'liqliq, UE sxemada bolsa $I_B = \text{const}$ bolǵandaǵı $I_K = f(U_{KE})$ bog'liqlik esaplanadi (21.3 a-suwret).

Shigiw xarakteristiklari ko'rinsine ko're teskeri jalǵanǵan diod VAX sine qusaydi, sebebi kollektor o'tiw teskeri jalǵanǵan. Xarakteristikalardi quriwda kollektor o'tiwiniń teskeri kushleniwin onǵa o'rnatıw qabil qilingan (21.4 a – suwret).

UE sxemasında jalǵanǵan tranzistordın shigiw xarakteristikasi UB sxemada jalǵanǵan tranzistordın shigiw xarakteristikasına kore ulken qiyaliqqa iye (21.4 b - suwret).



21.4-suwret. a - kollektor o'tiw teskeri jalǵanǵan, b - UB sxemada jalǵanǵan tranzistordın shigiw xarakteristikasi

BTniń islewi ush hadisede esabına àmelge asadi:

- emitterden tiykargı zaryad tasiwshilardıń bazaǵa injeksiyalanıswı;
- bazaga injeksiyalanǵan EZTlardıń diffuziya hám dreyf esabına KO'geshe jetip keliwi;
- bazaga injeksiyalanǵan hám KO'geshe jetip kelgen tiykarsız zaryad tasiwshilardıń ekstraksiyalanıwi.

EO' tuwri jilistirǵanda (U_{EB} tàrepinen manbesi esapqa àmelge asiriladi) onin potensial baryeri kemiyedi ham elektronlar emitterden bazaǵa injeksiyalanadi. Elektronlardıń emitterden bazaǵa hámde kovaklardıń bazadan emitterge injeksiyalanıwi esabına emitter toǵı I_E hasil boladi:

$$I_E = I_{En} + I_{Ep}$$

bul jerde: I_{En} , I_{Ep} mas rawishde elektronlar hám kovaklar injeksiya toklari.

Emitter toktıń I_{Ep} tashkil etiwshisi kollektor arqalı aqpaydi ham sonıń ushin paydasız tok esaplanadi. I_{Ep} qiymatini kemeytiriw ushin bazadaǵı akseptor kiritpeleri konsentratsiyasi qiymati emitterdegi donor kiritpeler konsentratsiyasına kòre eki tàrtip kishi qilib alinadi.

Emitter to'ginda elektronlarni injeksiya to'gi I_{En} ulesin **injeksiya koeffitsiyenti** dep ataliwshi ulkenlik esaplanadi. Ol emitter islew samadarligin belgileb, emitter to'ginda paydali tok ulesin ko'rsetedi:

$$\gamma = \frac{I_{En}}{I_E}$$

Adette $\gamma = 0,990-0,995$ di tashkil etedi. Bazağa injeksiyalangan elektronlar, bazada kollektor tarepinde diffuziyalanip KO'geshe jetip baradi. Soñ kollektorğa ekstraksiyalanadi (KO'niñ elektr maydani ta'sirinde kollektorğa tartip alinadi) hám kollektor to'gi I_{Kn} ni hasil qiladi.

Kollektorğa o'tiw dawaminda injeksiyalangan elektronlarni bir bõlegi baza sohadağı kovaklar menen ushrasip rekombinatsiyalanadi hám olarni konsentratsiyasi kemiyedi. Jetispewshi kovaklar sirtqi shinjir arqali kirib (elektr neytralliq sharti orinlaniwi ushun), baza to'giniñ rekombinatsion tashkshil etiwshisi I_{BREK} ni hasil qiladi. I_{BREK} kòlemi ulken bo'lgani uchun oni kemiytiriwge hareket qilinadi. Bunda baza keñligin kemiytiriw menen ersiledi.

Emitterden injeksiyalangan elektronlar toqtiñ baza sahasinda rekombinatsiya esapqa kemiyiwi **elektronlardi tasiw koeffitsiyenti** dep ataliwshi ulkenlik penen sawlenedi:

$$\alpha_T = \frac{I_{Kn}}{I_{En}}$$

Real tranzistorlarda $\alpha_T = 0,980 \div 0,995$.

Aktiv rejimde tranzistordiñ KO' teskeri jònelisinde jiljirilğan (U_{KB} menen àmelge asiriladi) liğı sebebli, kollektor shinjirinda **xususiy toq** I_{K0} aғadi. Ol eki turli tiykarsiz zaryad tasiwshilarni dreyf toqlarinan tashkil tapğan. Nàtiynede $p-n$ o'tiwshiniñ teskeri to'gi $I_{K0} = I_{pn} + I_{np}$ àmelde teskeri kushleniwge bag'liq bo'lmaydi hám xana temperaturasinda kremniyli o'tiwlerden $I_{K0} = 10^{-15}$ A ni tashkil etedi. Sonday qilib, emitter to'gi **basqariwshi**, kollektor to'gi bolsa **basqariliwidir**. Soniñ ushin BT **tok penen basqaliliwshi asbab** deyiledi.

Qadağalaw ushin sorawlar

1. BTniñ islew hadiseleri qaysilar?
2. Bipolyar tranzistor haqqında túsiniq beriñ.
3. BTda elektrodlar neshew hám olardi aytiñ?