

FOTO-VOLTAIK EFFEKTNING INJEKTSION-VOLTAIK EFFEKT BILAN O'XSHASHLIGI

Alimova Nodira Batirdjanovna

texnika fanlari doktori, professor I.A. Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti – TDTU, O'zbekiston, Toshkent

Gulyamova Nilufar Baxtiyorovna

ilmiy tadqiqotchi I.A. Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti – TDTU, O'zbekiston, Toshkent

ANALOGY OF THE PHOTOVOLTAIC EFFECT WITH THE INJECTION-VOLTAIC EFFECT

Nodira Alimova

Doctor of Technical Sciences, Professor, Tashkent State Technical University named after I.A. Karimov - TSTU, Uzbekistan, Tashkent

Nilufar Gulyamova

Researcher, Tashkent State Technical University named after I.A. Karimov - TSTU, Uzbekistan, Tashkent

Annotatsiya. Radiotexnik elementlar, tugunlar va qurilmalar doimiy ravishda takomillashib bormoqda, shu sababli maqolada quyosh elementlaridagi foto-voltaik effekt bilan ko'p qatlamli yarimo'tkazgichli konstruksiyalardagi injeksiya-voltaik effektlarning o'xshashligining nazariy va eksperimental tadqiqotlari natijalari keltirilgan.

Abstract. Radio engineering elements, units and devices are in the process of constant modernization. The article presents the results of theoretical and experimental study of the analogy of the photovoltaic effect in solar cells and the injection-voltaic effect in multilayer semiconductor structures.

Kalit so'zlar: quyosh elementi; yarimo'tkazgichli element; foto-voltaik effekt; injeksiya-voltaik effekt.

Keywords: solar cell; semiconductor element; photovoltaic effect; injection-voltaic effect.

Yarimo'tkazgichli quyosh elementlaridagi (QE) foto-voltaik effekt yaxshi ma'lum bo'lgan va chuqur o'rganilgan hodisadir [1-6]. Yarimo'tkazgichli diodlar, bipolyar tranzistorlar (BT) va tiristorlardagi p-n o'tishlari volt-ampere tasniflarining (VAT) noxiziqchilik xususiyatlari ham keng o'rganilgan [7-12]. Ikki yoki undan ortiq yaqin joylashgan p-n o'tishlarga ega qurilmalarda kuzatiladigan p-n o'tishning elektr maydonida zaryad tashuvchilarning ajralishi tufayli EYuK paydo bo'lishining ta'siri foto-

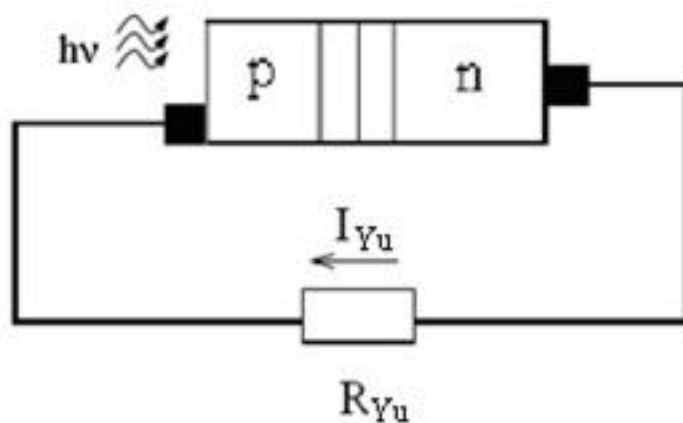
voltaik EYuK (FV EYuK) paydo bo'lish hodisasi bilan batafsil o'xshashlik nuqtai nazaridan etarlicha o'rganilmagan. BTning kollektor o'tishida EYuK paydo bo'lishining ta'sirini biz FV EYuKning generatsiyasiga o'xshash deb, injeksiya-voltaik EYuK (IV EYuK) deb nomladik.

Bunday o'xshashlik va shunga ko'ra, p-n o'tishlarning noxiziqli tasniflarining batafsil modeli ko'rinishlaridan foydalanish istiqboli BTdan foydalanishni yanada chuqurroq ilmiy asoslash imkoniyatini beradi. 1, a va b - rasmda mos ravishda QE va R_{Yu} yuklamali BTning ulanishi ko'rsatilgan. Dastlab QE va R_{Yu} yuklamali BTning ikkita chekka holatini ko'rib chiqamiz: $R_{Yu}=0$ (qisqa tutashuv rejimi) va $R_{Yu}=\infty$ (salt yurish rejimi).

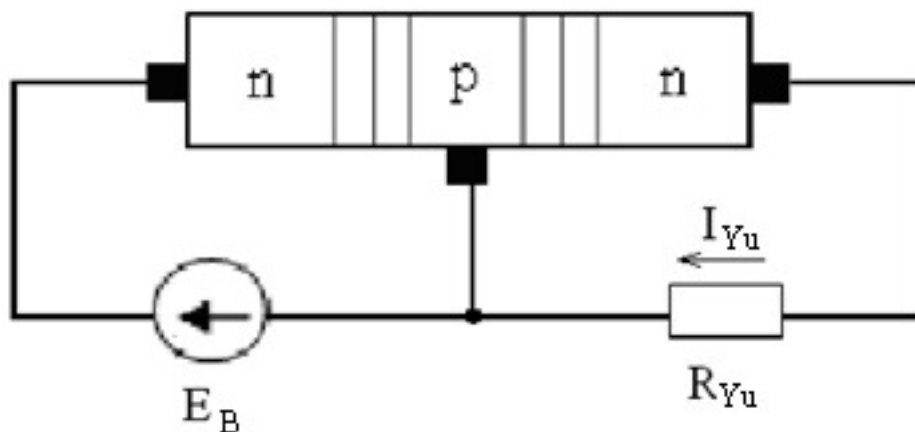
2, a va b - rasmda mos ravishda QEning ekvivalent sxemalari va BT uchun Ebers-Moll modeli ko'rsatilgan, ular foto- va injeksiya-voltaik effektlarning o'xshashligi tufayli aynan o'xshashdir. Kollektor o'tishdagi injeksiya toki quyidagicha aniqlanadi (2, b-rasm)

$$I_I = \alpha_N I_{ED}$$

a)

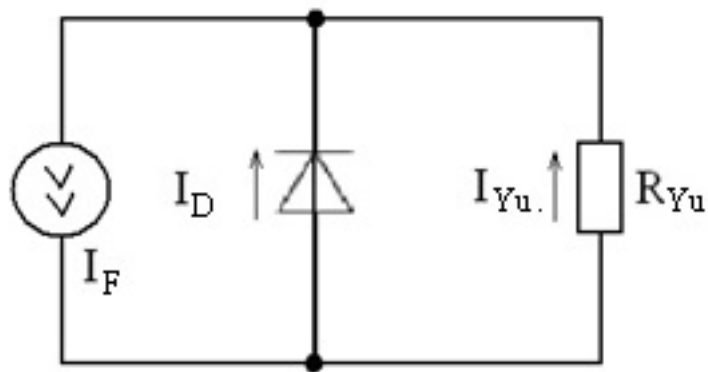


b)

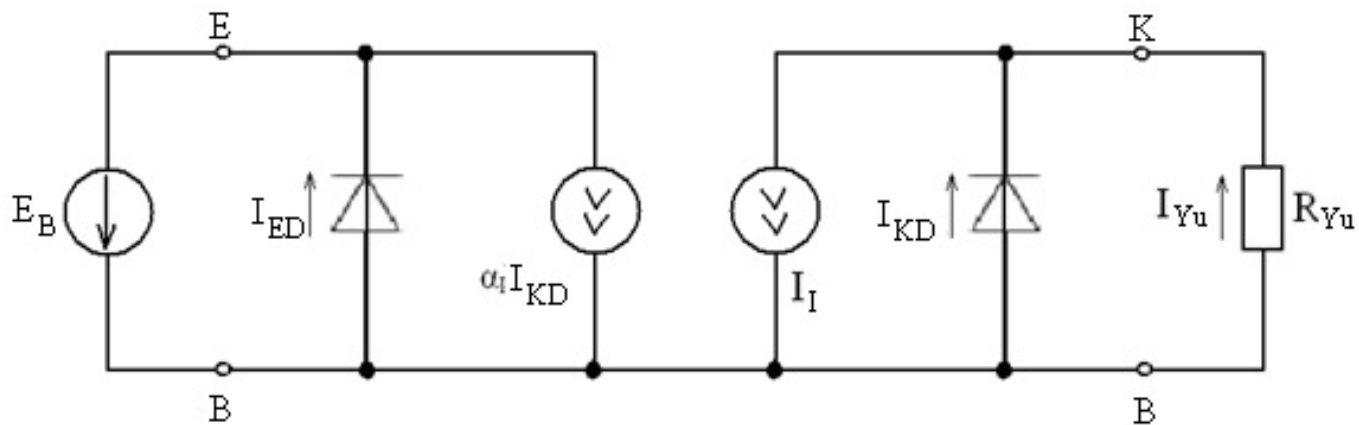


Rasm 1. Yuklamani QE (a) va BT tuzilmalariga ulash (b)

a)



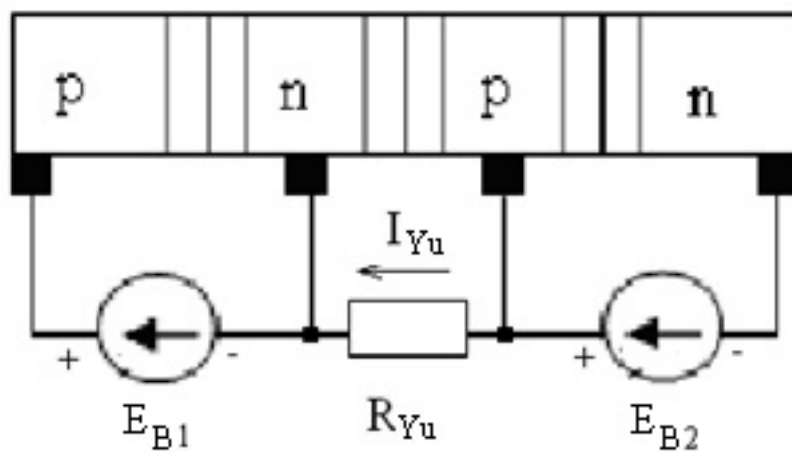
b)



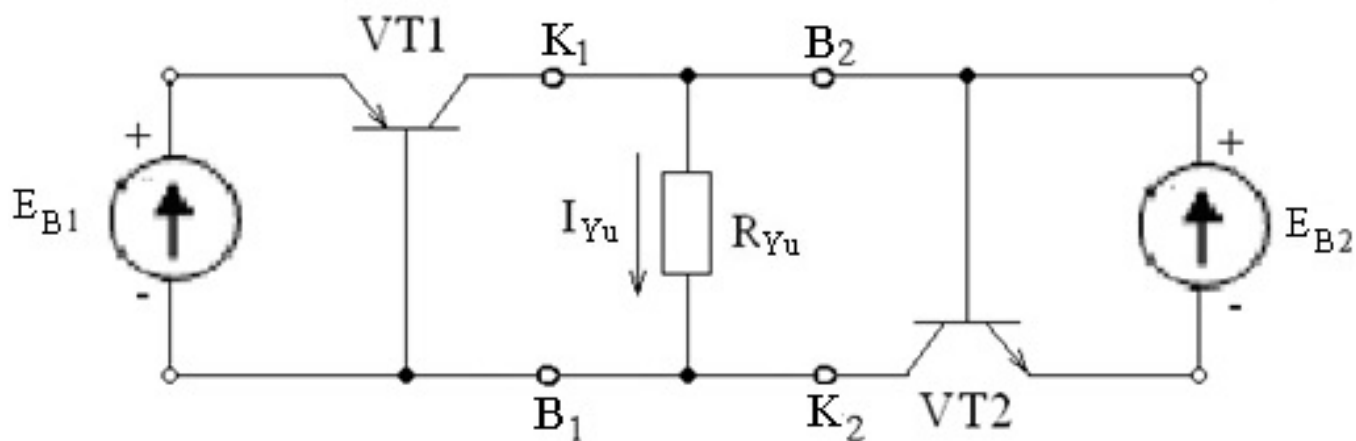
Rasm 2. QEning ekvivalent sxemasi (a) va BT uchun Ebers-Moll modeli (b)

3, a-rasmda tiristor tuzilmasi, uning ikki tranzistorli sxemasi (3, b-rasm) va Ebers-Moll modeli (3, c-rasm) keltirilgan.

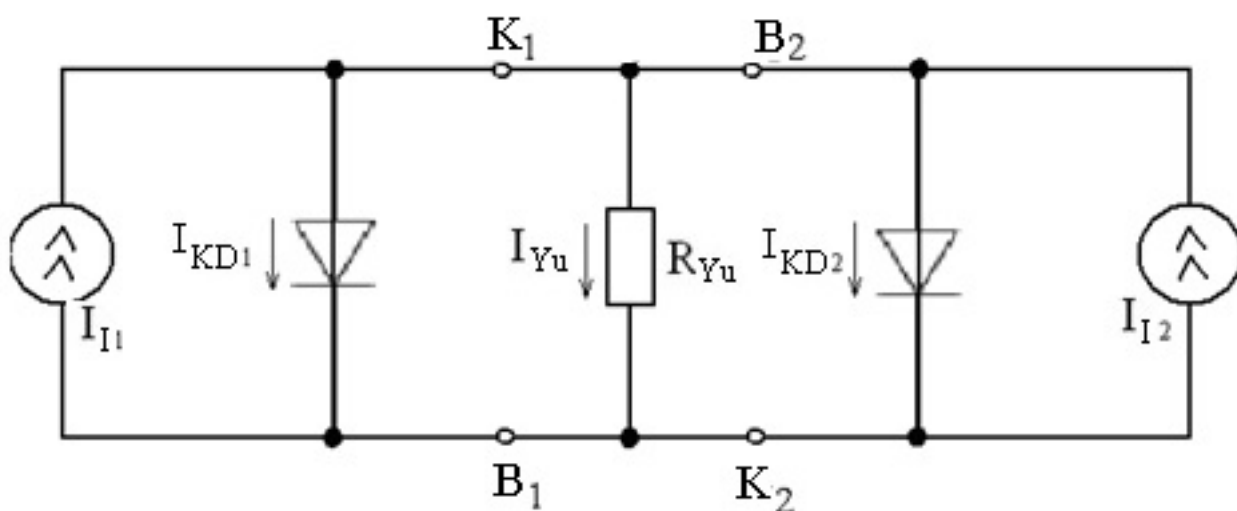
a)



b)



c)



Rasm 3. Tiristor tuzilmasi (a), uning ikki tranzistorli elektr sxemasi (b) va *Ebers-Moll modeli (c)*

VT1 va VT2 tranzistorlarining kollektorlari va bazalari o'rtasida R_{Yu} yuklamaning to'g'ridan-to'g'ri ulanishi va bu tranzistorlarning emitenert-baza ulanishlarining (E_{B1} va E_{B2}) to'g'ridan-to'g'ri elektr siljishi emitter sohalardan ko'pchilik tashuvchilarning ikki tomonlama injeksiyasini va kollektor o'tishda induksiyaviy EYuK hosil bo'lishini kafolatlaydi.

IV EYuK ning maksimal qiymati quyidagiga teng

$$U_{IV.EYuK}^{\max} = U_{S.Yu} = E_g / q, \quad (1)$$

bu yerda: E_g - ta'qiqlangan zona kengligi.

Berilgan tashqi kuchlanishlarda hosil bo'lgan injeksiya tokining qiymati quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$I_{Q.T.} = I_I = I_{I1} + I_{I2} = \alpha_1 I_{E1} + \alpha_2 I_{E2},$$

bu yerda: $I_{Q.T.}$ – qisqa tutashuv toki, I_{I1}, I_{I2} – tranzistorlarning injeksiya toklari, I_I – tiristorli

tuzilmaning R_{Yu} orqali oqib o'tayotgan natijaviy toki, α_1 va α_2 – emitter toklarining uzatish koeffitsiyentlari.

Injeksiya tokining qiymati injeksiya darajasiga va yuklamada sochilayotgan quvvatga bog'liq. R_{Yu} yuklama qiymati (3, a-rasm) u orqali o'tadigan tokni aniqlaydi. Yuklama qarshiligining qiymatiga qarab, tuzilma ikki rejimda ishlashi mumkin: tok generatori va kuchlanish generatori. Agar yuklamaning qarshiligi kritik qiymatdan katta bo'lsa ($R_{Yu} > R_{KRit}$), u holda tuzilmaning ichki qarshiligi keskin kamayadi va nolga intiladi va $0 < R_{Yu} < R_{KRit}$ da u juda katta qiymatga ega bo'ladi. Kritik qarshilik quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$R_{KRit.} = (U_{IV.EYuK} - 4AkT / q) / I_I, \quad (2.8)$$

Tiristor tuzilmasining FIK quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$\eta = [FI_I U_{IV.EYuK} / (I_{E1} E_{B1} + I_{E2} E_{B2})] \cdot 100\%, \quad (2.9)$$

bu yerda: F – yuklama VATining to'ldirish omili; $I_{E1}, I_{E2}, E_{B1}, E_{B2}$ – mos ravishda tashqi manbalarning toklari va kuchlanishlari.

Kremniy asosidagi kuchlanish generatori rejimi uchun $T=300$ K da $E_{B1}=E_{B2} \approx U_{IV.EYuK}$, $I_{E1} \approx I_{E2} = I$

$$I_I = (\alpha_1 + \alpha_2) I.$$

Kuchlanish generatori rejimi uchun tuzilmaning FIK

$$\eta = 0.5 \cdot F(\alpha_1 + \alpha_2) \cdot 100\%.$$

$F \geq 0,8$ va $\alpha_1 \approx \alpha_2 \geq 0,98$ ning odatiy qiymatlari uchun $\eta \geq 80\%$.

Xuddi shunday, tok generatori rejimi uchun

$$\eta = 0.5(F / U_{IV.EYuK}) \cdot (\alpha_1 + \alpha_2)(U_{IV.EYuK} - 4AkT / q) \cdot 100\%$$

300 Kda: $4AkT/q \approx 0,113$ B, $U_{IV.EYuK} = 0,7$ B, $\alpha_1 \approx \alpha_2 \geq 0,98$, $F \geq 0,8$, $\eta \geq 67\%$ [7].

Taklif etilayotgan ko'p qatlamli yarimo'tkazgichli konstruktsiyalarning asosiy afzalliklari quyidagilar dan iborat:

- tok yoki kuchlanish manbai sifatida ishlaydigan yarimo'tkazgichli ko'p qatlamli tuzilmaning yuqori FIKi;

- bitta yarimo'tkazgichli tuzilmada tok generatori va kuchlanish generatorini birlashtirish imkoniyati;

- barqaror yuqori katta tok generatorlari va past kuchlanish generatorlarini yaratish.

Shunday qilib, ko'p qatlamli yarimo'tkazgichli qurilmalarda foto-voltaik va injeksiya-voltaik effektlar o'rtasidagi bog'liqlik nazariy va eksperimental jihatdan o'rganildi. Quyosh elementlaridagi foto-voltaik effekt va ko'p qatlamli yarimo'tkazgichli konstruktsiyalardagi injeksiya-voltaik effektning o'xshashligini o'rganishdan olingan natijalar barqaror va ishlash samaradorligi yuqori bo'lgan yangi radiotexnik elementlar, tugunlar va qurilmalarini yaratishga istiqbolli ilmiy yondashuv sanaladi.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Concentrator Photovoltaics. Springer Series in Optical Sciences / Edited by: A.Luque and V.Andreev. vol.130, 2007.
2. Rumyantsev V.D., Chekalin A.V., Davidyuk N.Yu., Malevskiy D.A., Pokrovskiy P.V., Sadchikov N.A., Pan'chak A.N. AIP Conf. Proc., 2013. P. 138-146.
3. Rumyantsev V.D., Andreev V.M., Chekalin A.V., Davidyuk N.Yu., Im O.A., Khazova E.V., Sadchikov N.A.. AIP Conf. Proc., 2013. P. 185-193.
4. Rumyantsev V.D., Chekalin A.V., Davidyuk N.Yu., Malevskiy D.A., Shvarts M.Z., Luque A., Andreev V.M.. AIP Conf. Proc., 2014. P.154-166.
5. Rumyantsev V.D., Chekalin A.V., Davidyuk N.Yu., Sadchikov N.A., Luque A. Prog. Photovolt.: Res. Appl., 24 (2), 2016. P. 211-216.
6. Rumyantsev V.D., Andreeva A.V., Chekalin A.V., Davidyuk N.Yu., Malevskiy D.A., Pokrovskiy P.V., Sadchikov N.A.. Proc. 31st Eur. PV Solar Energy Conf., 2015. P. 143-155.
7. Aripov X.K., Alimova N.B., Bustanov X.X., Abdullaev A.M., Obedkov E.V., Toshmatov Sh.T. "Elektronika" (darslik) // T.: "Fan va texnologiya" nashriyoti, 2011, 426 b.
8. Арипов Х.К., Насырходжаев Ф.Р. Устройства телекоммуникационных систем на основе нового инжекционно-вольтаического эффекта // Сборник трудов международной научно-технической конференции «Состояния и перспективы развития связи и информационных технологий Узбекистана», ТЭИС, г. Ташкент, 11-12 мая, 2005 г. С. 18-21
9. Арипов Х.К., Алимова Н.Б., Бустанов Х.Х., Обьедков Е.В., Тошматов Ш.Т. - Инжекционно-вольтаический эффект на основе многослойных полупроводниковых структурах // Гелиотехника №1, 2009 г. С. 15-21.
10. Алимова Н.Б., Джалилов Г.Г., Тошматов Ш.Т. Инжекционно-вольтаический эффект в многослойных р-п структурах. Теория и практическое применение // Сборник тезисов II Международного научно-технического симпозиума «Новые технологии в телекоммуникациях», Вышкив, Украина, 2009. С. 47-48.
11. Alimova N.B., Gulyamova N.B. Komplementar bipolar transistor asosidagi raqamli sxemalarni tadqiq etish va ishlab chiqish. Monografiya / T.: "Ma'rifat", 2024. 80 b.
12. Alimova N.B., Gulyamova N.B. Comparative analysis of not logic elements implemented on MOSFET transistors with their analogs implemented on bipolar transistors. Chemical Technology, Control and Management: Vol. 2024, N5-6 (119-120, Special Issue), WCIS-2024, ISSN 1815-4840, E-ISSN 2181-1105, pp. 107-112 (05.00.00, №12, ScopuS, OAK ning 04.10.24 yildagi 362/5-son Qarori).

