6.15 PUSLAIDININKINIO DIODO IR TRANZISTORIAUS TYRIMAS

Darbo užduotys

- Ištirti puslaidininkinio diodo voltamperinę charakteristiką.
- Remiantis bendro emiterio schema, ištirti tranzistoriaus voltamperines charakteristikas, nustatyti parametrus:
    - Ištirti įėjimo voltamperinę charakteristiką ir nustatyti diferencinę tranzistopriaus įėjimo varžą R_i,
    - Ištirti išėjimo charakteristikas ir nustatyti statinį bazinės srovės stiprinimo koeficientą β, tranzistoriaus išėjimo varžą $R_{iš}$.

Teorinės temos

- Puslaidininkių apibūdinimas.
- Savasis puslaidininkių elektros laidumas.
- Priemaišinis puslaidininkių elektros laidumas.
- Energinis krūvininkų pasiskirstymas puslaidininkiuose.
- Pn sandūra.
- Puslaidininkinis diodas ir jo voltamperinė charakteristika.
- Dvipolis tranzistorius, jo voltamperinės charakteristikos ir parametrai.

Darbo priemonės ir prietaisai

Srovės šaltiniai, rezistorius, voltmetrai, miliampermetrai, puslaidininkinis diodas, tranzistorius, jungiamieji laidai.

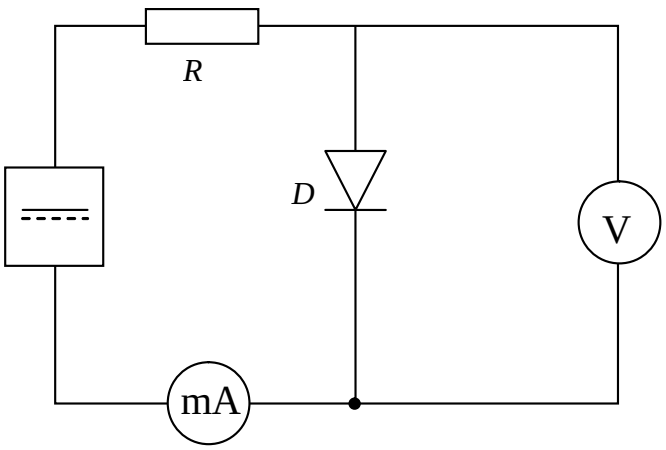
Darbo metodika

1. Diodo voltamperinės charakteristikos tyrimas

Darbe tiriamas mažos galios lygintuvinis diodas. Tam sujungiama grandine pagal 6.15.1 pav. Pavaizduotą schemą. Ištiriama per diodą tekančios srovės stiprio I_t priklausomė nuo tiesioginės įtampos U_t. Matavimai atliekami miliampermetru su 50 mA skale, 12 V voltmetru ir 4 V įtampos šaltiniu. Po to, pakeitus šaltinio poliarumą, ištiriama Iatg priklausomybė nuo Uatg. Šiuo atveju naudojamas 5 mA miliampermetras, 12 V voltmetras bei 12 V įtampos šaltinį U_2 ir voltmetras jungiamas taip, kad jis matuotų diodo ir miliampermetro įtampų sumą. Tada miliampermetras matuos per diodą tekančios srovės stiprį, o voltmetras dėl mažo įtampos kritimo miliampermetre (mažas varžas) matuos praktiškai diodo įtampą. Pagal matavimo duomenis nubrėžiame ištirto diodo voltamperinę charakteristiką.

Darbo eiga

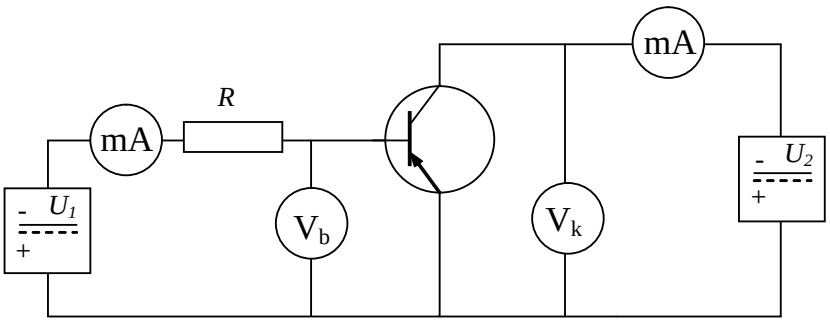
1. Sujungiama 6.15.1 pav. pavaizduota elektrinė grandinė.
2. Grandine tekančios srovės stipris keičiamas reostatu *R* (makete rankenėle U_1). Užrašomi ampermetro I_t (mA) bei voltmetro U_t (V) rodmenys per visą skalę (ne mažiau 10 verčių).
3. Pakeičiamas šaltinio (U_1) ir matavimo prietaisų (miliampermetro ir voltmetro) poliarumas.
4. Grandine tekančios srovės stipris keičiamas reostatu R (makete rankenėlė U_1). Užrašomi ampermetro I_{atg} (mA) bei voltmetro U_{atg} (mV) parodymai per visą skalę (ne mažiau 5 verčių).
5. Iš gautų duomenų braižomas grafikas *I*(A) = *f(U*(V)).



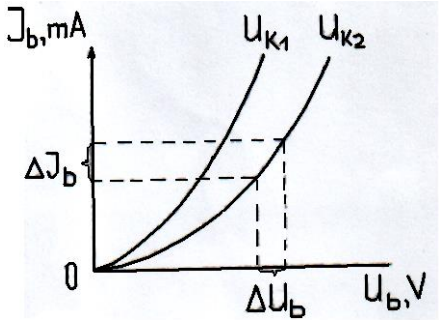
6.15.1 pav. Puslaidininkinio diodo voltamperinės charakteristikos tyrimo grandinės schema.

2. Tranzistoriaus voltamperinių charakteristikų tyrimas
2.1. Tranzistoriaus įėjimo charakteriska

Pirmiausia tiriama tranzistoriaus įėjimo charakteristika, t.y. bazės srovės stiprio It priklausomybė nuo bazės įtampos Ub, kai kolektoriaus įtampa U_k = *const*. Tam sujungiama grandinėpagal 6.15.2 pav. pavaizduotą schemą. Nustatoma pastovi kolektoriaus įtampa (pvz. 1 V) ir, keičiant bazės įtampą, tiriama bazės srovės priklausomybė nuo bazės įtampos. Po to padidinama kolektoriaus įtampa (pvz. 10 V) ir vėl ištiriama Ib priklausomybė nuo U_b. Iš matavimo duomenų nubrėžiama tranzistoriaus įėjimo charakteristika $I_b = f(U_b)$ abiem skirtingoms U_k įtampoms. Pagal vieną iš charakteristikų, remiantis Omo dėsniu, nustatoma diferencinė įėjimo varža $R_i = \Delta U_b/\Delta I_b$ (6.15.3 pav.).



6.15.2 pav. Tranzistoriaus voltamperinių charakteristikų tyrimo grandinės schema.



6.15.3 pav. Tranzistoriaus įėjimo voltamperinė charakteristika

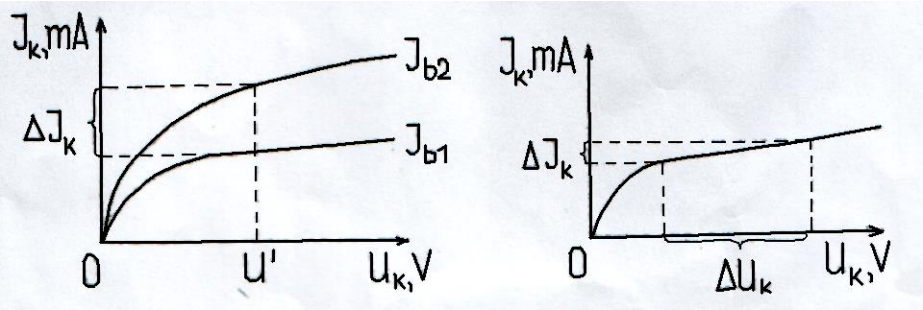
Darbo eiga

1. Sujungiama 6.15.2 pav. pavaizduota elektrinė grandinė.
2. Kolektoriaus įtampą keičiant potenciometru *R* (makete rankenėlė U_2) nustaotma pastovi įtampa, pavyzdžiui 0,1 V.
3. Grandinėje keičiant bazės įtampą potenciometru *R* (makete rankenėlė U_1) užrašomi ampermetro I_b (mA) bei voltmetro U_b (V) (makete voltmetras 2) rodmenys per visą skalę (ne mažiau 10 verčių).
4. Kolektoriaus įtampą keičiant keičiant potenciometru *R* (makete rankenėlė U_2) nustatoma pastovi įtampa įtampa, pavyzdžiui 0,6 V.
5. Grandinėje keičiant bazės įtampą potenciometru *R* (makete rankenėlė U_1) užrašomi ampermetro I_b (mA) bei voltmetro U_b (V) rodmenys per visą skalę (ne mažiau 10 verčių).
6. Iš gautų duomenų braižomi grafikai I_b (mA) $= f(U_b(\mathrm{V}))$.
7. Iš grafiko dalies nustatoma diferencinė tranzistoriaus įėjimo varža $R_i = \Delta U_b/\Delta I_b$.

2.2. Tranzistoriaus išėjimo charakteriska

Toliau tiriama tranzistoriaus išėjimo charakteristika, t.y. kolektoriaus srovės stiprio I_k priklausomybė nuo kolektoriaus įtampos U_k, kai bazės srovė I_b = const. Šiuo tikslu nustatoma pastovi I_b vertė (pvz. 20 µA) ir ištiriama *Ik* priklausomybė nuo U_k. Analogiški matavimai atliekami, kai I_b 40 µA arba 60 µA. Iš gautų matavimo duomenų nubrėžiama tranzistoriaus išėjimo charakteristika $I_k = f(U_k)$ ir apskaičiuojamas statinis bazės srovės stiprinimo koeficientas $\beta = \Delta I_k/\Delta I_b$, esant tai pačiai $U_k = U'$ vertei (6.15.4. pav., a). Be to, pagal vienos iš išėjimo charakteristikų tiesinę dalį, remiantis Omo dėsniu nustatoma tranzistoriaus išėjimo varža $R_{iš} = \Delta U_k/\Delta I_k$ (6.15.4 pav., b).

Apskaičiavus statinį bazės srovės stiprinimo koeficientą β galima nustatyti ir tranzistoriaus emiterio srovės bendros bazės schemoje statinį perdavimo koeficientą α. Pasinaudojus β ir α išraiškomis $\beta = I_k/I_b$; $\alpha = I_{kp}/I_e \approx I_{kp}/I_b$, gaunamas toks šių koeficientų sąryšis: $\alpha = \beta/(\beta+1)$.



a b

6.15.4 pav. Tranzistoriaus išėjimo voltamperinė charakteristika

Darbo eiga

1. Sujungiama 6.15.2 pav. pavaizduota elektrinė grandinė.
2. Keičiant potenciometro rankenėle *R* (makete rankenėlė U_1) nustatoma pastovi bazės srovės stiprio vertė pavyzdžiui 1 mA.
3. Grandine keičiant kolektoriaus įtampos U_k vertę potenciometru *R* (makete rankenėlė U_2) užrašomi ampermetro I_k (mA)bei voltmetro U_k (V) (makete voltmetras 2) rodmenys per visą skalę (ne mažiau 10 verčių).
4. Analogiški matavimai atliekami kai keičiant potenciometro rankenėle *R* (makete rankenėle U_1) nustatoma pastovi bazės srovės stiprio vertė, pavyzdžiui 2 mA.
5. Grandine keičiant kolektoriaus įtampos U_k vertę potenciometru (makete rankenėlė U_2) užrašomi ampermetro I_k (mA) bei voltmetro U_k (V) (makete voltmetras 2) rodmenys per visą skalę (ne mažiau 10 verčių).
6. Iš gautų duomenų braižomi grafikai I_k(mA) = $f(U_k(\mathrm{V}))$.
7. Iš grafiko dalies nustatoma diferencinė tranzistoriaus išėjimo varža $R_{iš} = \Delta U_k/\Delta I_k$.