

Laboratorinis darbas Nr. 2

Matavimai bangolaidinėje linijoje

Darbo tikslas

Susipažinti su matavimais bangolaidinėje linijoje ir išsiaiškinti įvairių bangolaidinio trakto elementų veikimo principus.

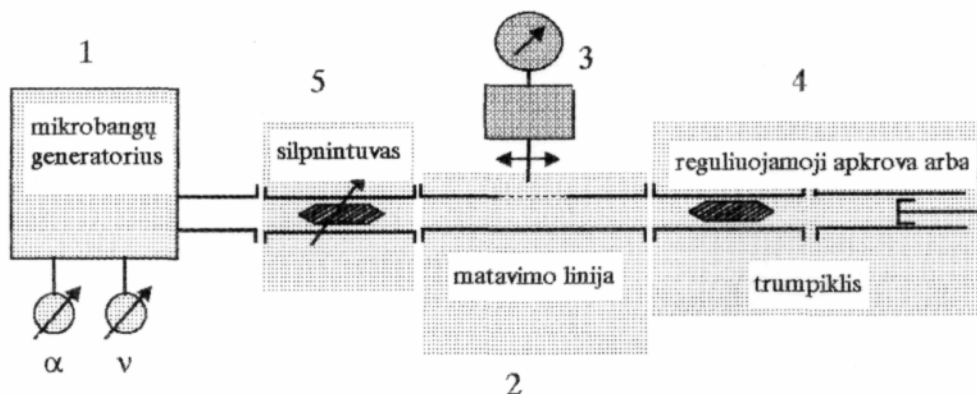
Darbo užduotis

1. Ištirti elektrinio lauko stiprio pasiskirstymą išilgai matavimo linijos. Rasti bangos ilgį.
2. Ištirti bangos ilgio bangolaidyje priklausomybę nuo dažnio. Palyginti su apskaičiuotąja priklausomybe.
3. Sugraduoti matavimo linijos detektorių.
4. Sugraduoti kintamąjį silpnintuvą.
5. Išmatuoti pilnutinę apkrovos varžą.

Literatūra

1. Специальный физический практикум, ч. 3, под ред. А.А. Харламова. Москва: Моск. Универ. 1974, с. 62-77.
2. S. Mickūnas. Elektrodinamikos pagrindai. Vilnius: Mintis, 1975.
3. V. Kybartas, V. Šugurovas. Elektrodinamika. Vilnius: Mokslas, 1977, p. 226-268.
4. K. Paulauskas. Antenos ir mikrobangų įtaisai. Vilnius: Mokslas, 1985, p. 250-363.
5. Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ. Москва, Высшая школа, 1970.

Metodiniai nurodymai



Eksperimentinio įrenginio struktūrinė schema

Naudodamiesi struktūrine darbo maketo ir generatoriaus shemomis išsiaiškinkite visų trakto elementų paskirtį ir veikimo principus.

Generatoriaus derinimas. Sukalibruokite vidinį generatoriaus galios matuoklį: nepadavę signalo į galios matuoklį nustatykite "0", o po to rankenėle "Калибровка" nustatykite (jeigu reikia) atitinkamus galvanometro parodymus (paprastai jie nurodomi prietaiso aprašyme). Perjunkite galios matuoklį matavimams. Jeigu reikia, rankenėle "Ослабление" sumažinkite signalo silpninimą. Rankenėlėmis "Установка частоты" ir "Отражатель" generatoriams Г4-108, Г4-109, rankenėlėmis "Перестройка клистрона" ir "Подстройка частоты" generatoriui Г4-56 ir rankenėle "MHz" generatoriui Г4-83 nustatykite maksimalią generatoriaus signalo galią. Vidinį generatoriaus bangomatį paruoškite matavimams ir, keisdami rezonatoriaus tūrį, suderinkite jį rezonansiniam dažniui (Г4-83 generatoriui to daryti nereikia). Dažnio atskaitymas susietas su rezonatoriaus derinimo mechanizmu.

Matavimo linijos derinimas. Sujunkite matavimo linijos detektorių su santykio matuokliu (arba galvanometru). Pamažu didindami matuoklio jautrumą stenkitės užregistruoti signalą. Jei tai nepavyksta, pakeiskite linijos zondo padėtį ir padidinkite zondo įleidimo gylį. Aptikę signalą, suderinkite linijos zondo ir detektoriaus rezonatorius rezonansui, t.y. nustatykite didžiausią detektuojamą signalą. Signalą galima sumažinti, ištraukus zondą. (Zondo įleidimo gylį reikia kiek įmanoma sumažinti, nes jis taip pat atspindi bangą ir šiek tiek iškraipo laukų pasiskirtymą matavimo linijoje).

Matavimai

1. Elektrinio lauko stiprio bangolaidyje matavimas. Užtrumpinkite matavimo liniją trumpinančiąja plokštele arba stūmokliu. Generatoriaus atsiejimui nuo apkrovos naudokite vidinį arba išorinį silpnintuvą (jo parodymai turi būti ne mažesnis kaip 10 dB). Užtrumpintoje linijoje susidaro stovinčioji banga. Slinkdami matavimo linijos karietėlę išilgai linijos, išmatuokite lauko stiprio priklausomybę nuo išilginės koordinatės. (Išmatuotų taškų skaičius turi būti toks, kad priklausomybėje būtų gerai matomi du mazgai ir vienas pūpsnis).

2. Bangos ilgio bangolaidyje matavimas. Matavimams parenkama ne mažiau kaip 10 tolygiai išdėstytų dažnio verčių visame generatoriaus dažnių intervale. Kiekvienam dažniui atliekami tikslūs dviejų gretimų mazgų koordinatinių matavimai. Šių mazgų koordinatinių

skirtumas lygus pusei bangos ilgio bangolaidyje.

3. Matavimo linijos detektoriaus gradavimas. Čia nagrinėjamas paprastas detektoriaus gradavimo būdas, pagrįstas žinomu (pagal sinuso dėsnį) lauko stiprio pasiskirstymu užtrumpintoje linijoje. Pirmiausia nustatoma lauko mazgo padėtis (matavimai atliekami keletą kartų ir suvidurkinami). Toliau zondas paslenkamas tam tikru atstumu x nuo mazgo ir išmatuojama detektoriaus srovė. Lauko stipris šiame taške (santykiniais vienetais) yra lygus $\sin \frac{2\pi}{\lambda_b} x$. Šią operaciją kartojame keisdami zondo atstumą nuo mazgo tol, kol pasiekiamo lauko maksimumą. Pradžioje, kol detektoriaus srovės kitimas smarkus, atstumą keičiame mažesniais intervalais, arti maksimumo - didesniais. Visą laiką stebime, kad nepakistų generatoriaus galia ir dažnis. Iš gautų matavimo rezultatų brėžiame tokį grafiką:

$$\lg\left(\frac{I}{I_{\max}}\right)^{\frac{1}{n}} = \lg\left(\sin \frac{2\pi}{\lambda_b} x\right)$$

Ši priklausomybė yra artima tiesei, kurios polinkis atitinka detektoriaus laipsnio rodiklį:

$$n = \frac{\lg\left(\frac{I}{I_{\max}}\right)}{\lg\left(\sin \frac{2\pi}{\lambda_b} x\right)}$$

Graduojant detektorių šiuo būdu, reikia labai krupščiai atlikti visus matavimus. Būtina užtikrinti gerą trumpąjį jungimąsi, tiksliai nustatyti mazgo ir kitas zondo padėtis. Paklaida gerokai sumažės, jei zondo įleidimo gylis neviršys 10% plačiosios bangolaidžio sienelės dydžio. Tikslumui pagerinti patartina atlikti keletą matavimo ciklų, parenkant vis kitą mazgo padėtį matavimo linijoje (naudojantis trumpinančiuoju stūmokliu) ir po to nubrėžti tiesę per visus taškus. Svarbu pabrėžti, kad detektoriaus charakteristika priklauso nuo prijungtos grandinės varžos, todėl gradavimą reikia atlikti su prietaisu, kuris bus vėliau naudojamas matavimams. Be to, įvairių deektorių charakteristikos gali žymiai skirtis, todėl neįmanoma nubrėžti bendro grafiko visiems vieno tipo detektoriams. Jų charakteristikos taip pat kinta dėl įvairaus poveikio ir todėl turi būti reguliariai tikrinamos.

4. Silpnintuvo gradavimas. Įjunkite tiriamąjį silpnintuvą tarp generatoriaus ir matavimo linijos. Matavimo linijos zondą pastatykite į lauko maksimumą (duotajam dažniui). Tikslųjį (kalibruotą) vidinį generatoriaus silpnintuvą pastatykite maždaug ties 25 dB padala (generatoriui F4-83 ties 55 dB padala, toki, kad dar būtų įmanoma stebėti signalą). Įsidėmėkite linijos detektoriaus signalo dydį. Dabar padidinkite tiriamojo silpnintuvo silpninimą (įsidėmėkite padalas), o detektoriaus srovę atstatykite sumažindami kalibruoto silpnintuvo silpninimą. Procedūrą kartokite didindami tiriamojo silpnintuvo silpninimą. Tokiu būdu gausite tiriamojo silpnintuvo padalų sąryšį su kalibruoto silpnintuvo silpimu, išreikštu decibelais. Matavimus atlikite trims dažniams, išdėstytiems visame generatoriaus dažnių diapazone.

5. Pilnutinės apkrovos varžos matavimas, įjunkite silpnintuvą tarp matavimo linijos ir trumpinančiojo stūmoklio. Nustatykite maždaug 5 dB silpninimą. Išmatuokite kompleksinį tokio junginio atspindžio koeficientą duotajam dažniui ir apskaičiuokite pagal (2) formulę jo pilnutinę varžą. Pagal gautąją varžos vertę nustatykite koks šios varžos pobūdis - talpinis ar induktyvinis.

Atsiskaitant pateikiami šie rezultatai:

1) elektrinio lauko stiprio bangolaidyje priklausomybės nuo zondo koordinatės grafikas vienam dažniui (eksperimentiniai taškai ir teorinė aproksimacija pagal stovinčiosios bangos lygtį);

2) bangos ilgio bangolaidyje priklausomybės nuo dažnio grafikas (atvaizduoti tokią teorinę priklausomybę: $\gamma(\omega) = f(k(\omega))$ ir sudėti eksperimentinius taškus,

$$\text{kur } \gamma = \frac{2\pi}{\lambda_b}, k = \frac{2\pi}{\lambda_0}, \lambda_b = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_{kr}}\right)^2}}, \lambda_0 = \frac{c}{\nu}, \omega = 2\pi\nu);$$

- 3) matavimo linijos detektoriaus gradavimo grafikas;
- 4) kintamojo silpnintuvo gradavimo grafikas trimis dažniams;
- 5) išmatuotosios pilnutinės varžos vertė vienam dažniui.