

15 laboratorinis darbas

MIKROBANGŲ GALIOS MATAVIMAS

Darbo tikslas

Susipažinti su mikrobangų galios matavimo metodais ir įgyti praktinių matavimo įgūdžių.

Užduotis

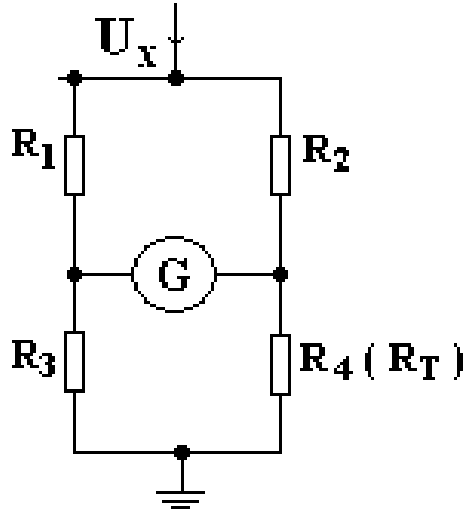
1. Susipažinti su mikrobangų galios jutikliais (termistoriniais, termoporiniais, diodiniais).
2. Ištirti termistoriaus varžos priklausomybę nuo jį veikiančios nuolatinės elektros galios. Tyrimus atliekame naudodami Witstono tiltą. Paaiškiname matavimo esmę remiantis Witstono tilto balanso sąlyga.
3. Išmatuoti duotojo mikrobangų šaltinio galią naudojant Witstono tiltą ir termistorinę galvutę. Matavimus atliekame 0,1 – 10 mW mikrobangų galių srityje. Mikrobangų galią keičiame kas 3dB.
4. Įjungus matavimo liniją tarp mikrobangų šaltinio ir termistorinės galvutės išmatuoti stovinčiosios bangos koeficientą šiame trakte.
5. Patikslinti 3-e punkte atliktus matavimus naudojantis 4-e punkte išmatuotu stovinčiosios bangos koeficientu.
6. Analogiškus mikrobangų galios matavimus atlikti su Agilent firmos galios matuokliu ir juos palyginti su 5-e punkte gautais rezultatais.

Literatūra

1. Fundamentals of RF and Microwave Power Measurements, Application Note 64 – 1B, Copyright © 2000 Agilent Technologies, Printed in USA 04/2000.
2. M3-10A absorbuojamos galios termistorinis vatmetras. Aprašas ir vartojimo instrukcija.
3. M5-31 ir M5-32 termistorinės galvutės. Aprašas ir vartojimo instrukcija (2,3-rusų kalba).
4. EPM-P Series Peak and Average Power Meters. User-s Guide, Agilent Technologies.
5. Agilent 8480 Series Coaxial Power Sensors Operating and Service Manual, Agilent Technologies.

Metodiniai nurodymai

Mikrobangų energijai veikiant termistorių, jo varža mažėja. Tikslus varžos kitimas yra matuojamas Witstono tiltu (1pav.).



1pav. Witstono tiltas

Mikrobangų galios matavimas su įjungtu į Witstono tiltą R_T termistoriumi yra paremtas ekvivalentiškumo principu: laikoma, kad tokia pat mikrobangų galia, kaip ir nuolatinės srovės galia, pašildo termistorių (ir pakeičia jo varžą) tuo pačiu dydžiu. Todėl yra matuojama nuolatinės srovės galia, kurią nesunku apskaičiuoti, ir lyginama su tokiu pat mikrobangų poveikiu.

Panagrinėkime Witstono tiltą (1pav.). Jo balanso sąlyga:

$$R_1/R_3 = R_2/R_4. \quad (1)$$

Tilte išsiskirianti nuolatinės srovės galia

$$P_0 = (U_{x0})^2 / R_b, \quad (2)$$

čia U_{x0} – veikianti tiltą nuolatinė įtampa (be mikrobangų poveikio), R_b - tilto visa varža.

$$R_b = (R_1 + R_3) * (R_2 + R_4) / (R_1 + R_2 + R_3 + R_4). \quad (3)$$

(Galvanometro varža būna daug didesnė už tilto varžas ir, todėl, jos neįskaitome).

Kai $R_1 = R_2$ ir $R_3 = R_4$,

$$P_0 = 2(U_{x0})^2 / (R_1 + R_3) = 2(U_{x0})^2 / (R_2 + R_4), \quad (4)$$

o R_4 rezistoriuje išsiskirianti galia

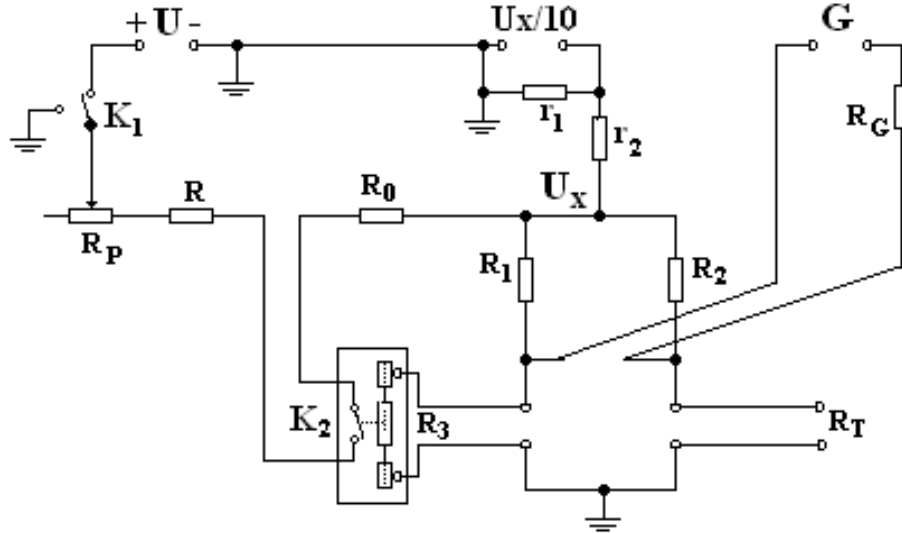
$$P_4 = R_4 * (U_{x0})^2 / (R_2 + R_4)^2. \quad (5)$$

Esant $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$,

$$P_4 = (U_{x0})^2 / 4R_4. \quad (6)$$

(Matuojant mikrobangų galią vietoj R_4 yra jungiamas R_T termistorius).

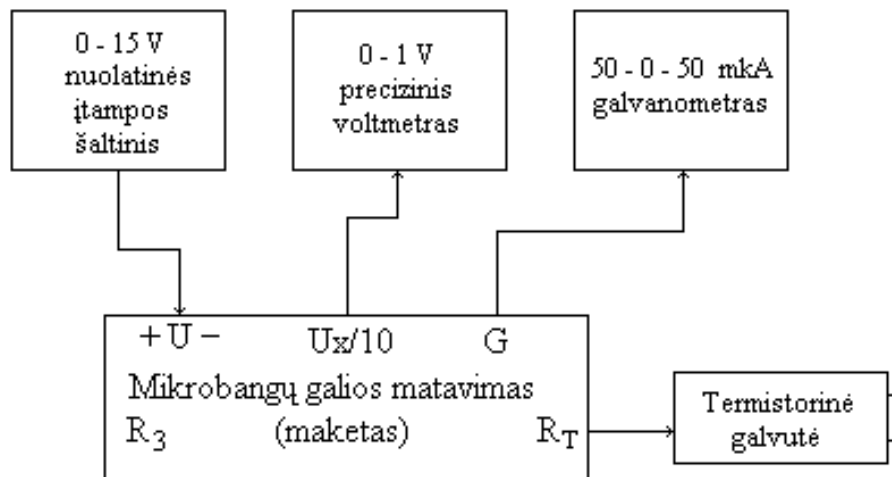
Matavimų maketo schema parodyta 2pav., o prie maketo jungiamų prietaisų **struktūrinė schema** – 3pav.



2pav. Mikrobangų galios matavimas.

Schemoje (2pav.) esamų detalių vertės ir paaiškinimai.

$R_p=1k\Omega$ (precizinis potenciometras); $R=100\Omega$ (vielinis rezistorius); $R_0=100\Omega$; $R_1=R_2=100\Omega$; R_3 – keičiami rezistoriai (100, 120, 180, 220, 330, 390 ir 470Ω); $R_G=3k\Omega$; R_T – termistorius (jis yra sumontuotas termistorinėje galvutėje); $r_1=20k\Omega$; $r_2=180k\Omega$. K_1 ir K_2 – maitinimo šaltinio jungikliai.



3pav. Prietaisų sujungimo schema.

Witsono tiltą sudaro du pastoviai įjungti R_1 ir R_2 rezistoriai, termistorinėje galvutėje esantis R_T termistorius bei keičiami R_3 rezistoriai. Tiltas yra maitinamas nuolatine įtampa per K_1 ir K_2 jungiklius bei apribojančius srovę R ir R_0 rezistorius ir R_p potenciometrą. Potenciometru

reguliuojame tiltu tekančią srovę ir R_T termistoriaus varžą. Tiltą veikianti įtampa per r_1 ir r_2 (10:1) dalytuvą patenka į precizinį voltmetrą. Tiltlo balansavimas yra stebimas G galvanometru.

Išimant R_3 rezistorių, pirmiausia K_2 jungiklis atjungia nuo tiltlo įtampą ir tuo apsaugo galvanometrą nuo didelių perkrovų.

Antrąją užduotį atliekame naudodami tik nuolatinės įtampos šaltinį. Termistoriaus pradinė varža yra didesnė už keičiamas R_3 varžas. Todėl, įjungus bet kurį rezistorių, ir reguliuojant U_{x0} įtampą (tai darome sukiojant R_p potenciometrą ir(arba) keičiant $U \leq 10V$), subalansuojame tiltą ($R_3=R_T$). Užsirašome U_{x0} vertę ir pagal 5-ą formulę apskaičiuojame termistoriuje susidariusią nuolatinės srovės galią. Analogiškai atliekame matavimus su visomis R_3 varžomis. Nubraižome termistoriaus varžos priklausomybės nuo jį veikiančios nuolatinės srovės galios grafiką.

Trečiąją užduotį atliekame taip. Naudojame tik $R_3=100 \Omega$ rezistorių (nes tiramojo termistoriaus darbinė varža yra 100Ω). Įjungiamo $U=10V$ įtampą. Potenciometru pasiekiamo tiltlo balanso sąlygą $R_3=R_T$. Užsirašome U_{x0} vertę.

Dabar įjungiamo mikrobangų generatorių ir įvedame į termistorinę galvutę norimą mikrobangų galią $P_{MB} \leq 10mW$. Dėl mikrobangų poveikio termistoriui jo varža sumažės ir bus sutrikdyta tiltlo balanso sąlyga. Mažindami tiltą veikiančią įtampą U_x , vėl subalansuojame tiltą. Užsirašome U_x vertę. Apskaičiuojame į termistorinę galvutę patenkančią galią P_{MB} . Akivaizdu, kad

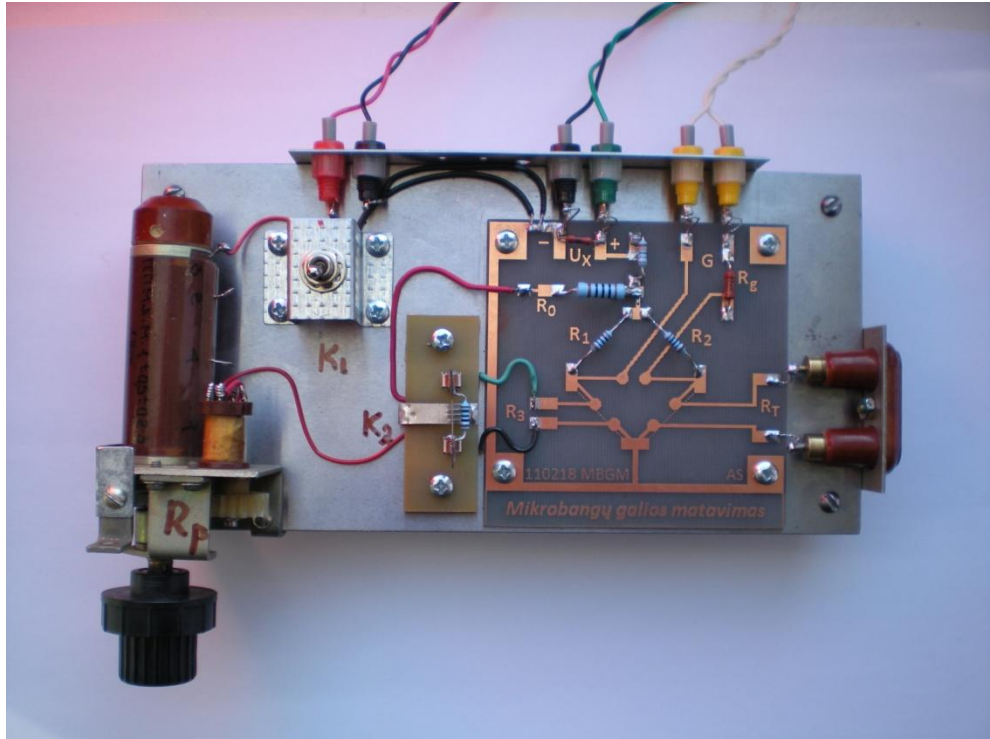
$$P_{MB} = [(U_{x0})^2 / 4R_T] - [(U_x)^2 / 4R_T]. \quad (7)$$

Taip išmatuojame mikrobangų galią $0,1 - 10 mW$ ribose. Galią keičiame kas $2 - 3 dB$.

Ketvirtosios ir penktosios užduoties esmė. Kadangi termistorinė galvutė atspindi dalį mikrobangų galios, todėl išmatuojame ne visą generatoriaus skleidžiamą galią. Su matavimo linija išmatavus stovinčiosios bangos koeficientą ρ , galime patikslinti generatoriaus skleidžiamą galią P_x pagal formulę:

$$P_x = (\rho + 1)^2 \cdot P_{MB} / 4 \rho \quad (8)$$

Šeštąją užduotį atliekame matuodami mikrobangų generatoriaus galią su Agilent firmos galios matuokliu. Jo jutiklį jungiame prie mikrobangų generatoriaus lygiagrečiai su termistorine galvute. Galią keičiame tose pačiose ribose, kaip ir trečiame punkte.



4pav. Maketo nuotrauka