

Radiotechninis modelis bangos sklaidos įpjautų žiedelių gardelė

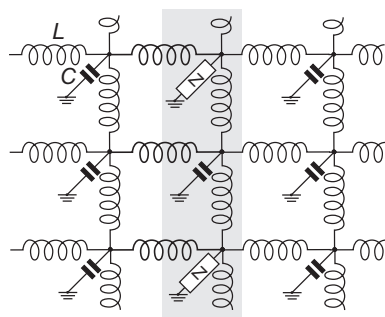
Transmission line model of the wave scattering by the lattice of split ring resonators

Algirdas Matulis, Dalius Seliuta, Gediminas Šlekas, Žilvinas Kancleris

Fizinių ir technologijų mokslo centro Puslaidininkių fizikos institutas, Saulėtekio al. 3, 10222 Vilnius
algirdas.matulis@ftmc.lt

Pradėjus sistemiskoms meta-medžiagų tyrimams buvo susidomėta įpjautų metalinių žiedelių gardelėmis, kurios demonstruoja neigiamas dielektrinės ir magnetinės skvarbos analogus ribotoje dažnių srityje. Tai stimuliuoja pačių tokių gardelių tyrimus elektrodinaminiais metodais, tame tarpe elektromagnetinės bangos sklaidos jomis [1]. Buvo nustatyta, kad bangos praėjimo pro tokias gardelės tikimybė demonstruoja įvairius rezonansinius ypatumus. Norint suprasti bei prognozuoti elektromagnetinių tyrimų rezultatus, verta išanalizuoti paprastus elektromagnetinės bangos sklaidos modelius, vienas iš kurių yra radiotechninės sutelktų parametru gardelės, dažnai naudojamos, kaip ekvivalentinės periodinių metalinių konstrukcijų schemas [2]. Beje, tokios gardelės pasitarnavo taip pat geresniam meta-medžiagų supratimui [3].

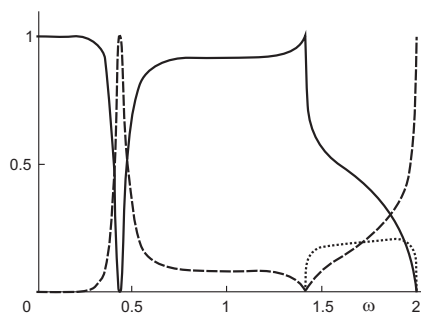
Šio tyrimo tikslas yra išanalizuoti 1 paveiksle parodyta sutelktų parametru gardelė plintančios bangos sklaidai.



1 pav. Sutelktų parametru gardelė.

dą vienmatelyje periodinė dvipolių grandinėje, įjungtų statmenai bangos kryptimui (parodyta pilku stačiakampiu), ir nustatyti tos sklaidos sąsajas su grandinės parametrais.

Sklaidos uždavinio invariantiškumo transliacijos išilgai dvipolių grandinės atžvilgiu dėka jį pasiseka reformuluoti į sklaidos uždavinį juostelėje su vienu dvipoliu ir periodine kraštine sąlyga.



2 pav. Išsklaidytų bangų energijos srautų priklausomybė nuo dažnio santykiniais vienetais.

Tipiškas rezultatas parodytas 2 paveiksle. Čia ištiesine kreive parodytas praėjusios bangos energijos srautas, brūkšniuota – atspindėtos ir taškine difragavusių bangų, kurie tokie patys tiek pirmyn, tiek atgal. Matome du praėjusios bangos energijos srauto ypatumus: neigiamą smailę (visišką energijos srauto blokavimą) prie mažų dažnių ir visišką energijos srauto praėjimą pro dvipolių grandinę esant tam tikram didesniam dažniui.

Neigiama smailė siejasi su individualia dvipolio charakteristika, nes ji yra artimoje rezonansinio dvipolio dažnio aplinkoje ir nepriklauso nuo atstumo tarp gretimų dvipolių (grandinės konstantos).

Antro charakteringo praėjimo kreivės ypatumo – maksimumo su lūžiu – padėtis sutampa su slenkstiniu difragavusios bangos (sužadintosios modos) dažniu neper-turbuotos gradelės spektre. Pastarasis yra tiesinė atvirkštinio juostelės pločio (grandinės konstantos) funkcija, kas rodo, kad tai yra ne individualaus dvipolio, bet kolektyvinė visos jų grandinės savybė.

Kai grandinėje dvipoliais yra pakeistas ne kas antras kondensatorius, bet rečiau, juostelė yra platesnė ir ji turi daugiau sužadintų modų. Visų jų slenksčius atitinka analogiškai praėjimo kreivės maksimumai, kurių dažniai (kaip ir dažniai tarp jų esančių minimumų) demonstruoja tas pačias tiesines priklausomybes nuo atvirkštinės gradelės dydžio.

Reikšminiai žodžiai: Sutelktų parametru gardelė, periodinė dvipolių grandinė, rezonansai įpjautų metalinių žiedelių gardelėse

Literatūra

- [1] D. R. Smith, W. J. Padilla, D. C. Vier, S. C. Nemat-Nasser, and S. Schultz, *Phys. Rev. Lett.* **84**, 4184 (2000).
- [2] A. Sanada, C. Caloz, and T. Itoh, *IEEE Trans. Microw. Th. and Tech.* **52**, 1252 (2004).
- [3] G. V. Eleftheriades, A. K. Balmain, *Negative-Refraction Metamaterials: Fundamental Principles and Applications* (Wiley-IEEE Press, New Jersey, USA, 2005).