

NISKOFREKVENTNA DIFRAKCIJA TE POLARIZOVANOG RAVANSKOG TALASA NA DVOSLOJNOJ REŠETKI SA DVIJE JEDNAKE TRAKE PO PERIODI

Dragan Filipović, Elektrotehnički fakultet u Podgorici
 Tatijana Dlabač, Fakultet za pomorstvo u Kotoru

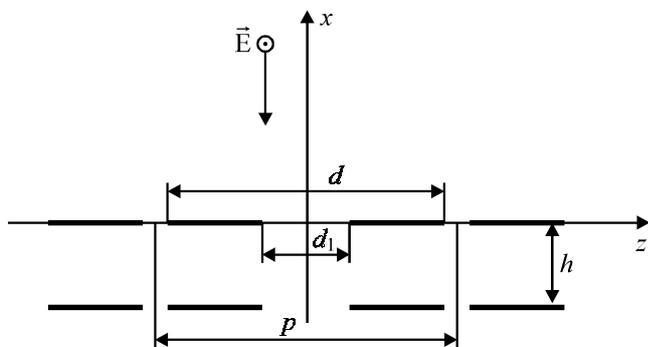
Sadržaj – U radu je razmotren problem niskofrekventne difrakcije TE polarizovanog ravanskog talasa na dvoslojnoj rešetki sa dvije jednake trake po periodu. Problem je riješen korišćenjem mrežnog modela. Dati su numerički rezultati za koeficijent prenosa nultog (osnovnog) moda u funkciji učestanosti.

1. UVOD

Problem difrakcije ravanskog talasa na jednoslojnim i višeslojnim rešetkama odavno privlači pažnju istraživača i ne prestaje da bude aktuelan u današnje vrijeme. Jedan od najmoćnijih alata za analizu ovog problema je Riman-Hilbertov metod, koji je detaljno izložen u monografiji [1]. U radu [2] je izložen tzv. mrežni model za difrakciju ravanskog talasa na prostoj (jedna traka po periodu) jednoslojnoj rešetki, a u radu [3] dobijene su prilično složene formule za elemente tog modela, koje zahtijevaju numeričko izračunavanje određenih dvojnih integrala. U radu [4] nađene su proste analitičke formule za elemente mrežnog modela. Te formule su primijenjene u [5] za analizu difrakcije ravanskog talasa na dvoslojnoj prostoj rešetki u niskofrekventnom slučaju (period rešetke $\ll \lambda$). Mrežni model se u ovom slučaju znatno uprošćava jer ne uzima u obzir više harmonike. U ovom radu je razmatrana primjena mrežnog modela za niskofrekventnu analizu difrakcije TE polarizovanog ravanskog talasa na dvoslojnoj složenoj rešetki sa dvije jednake trake po periodu. Elementi uprošćenog mrežnog modela su izračunati na osnovu prostih analitičkih formula dobijenih u [6] za slučaj jednoslojne složene rešetke sa dvije jednake trake po periodu.

2. MREŽNI MODEL PROBLEMA

Geometrija simetrične dvoslojne rešetke sa dvije jednake trake po periodu prikazana je na sl. 1.



Sl. 1. Geometrija problema.

Rešetke su identične, a postavljene su tako da se translacijom duž z-ose poklapaju. Rastojanje između traka uočene jedinične ćelije rešetke je d_1 , širina traka je $(d-d_1)/2$, period

rešetki je p , rastojanje između njih h . Ravanski TE polarizovani talas upada normalno na rešetku. Mrežni model [2] koji uzima u obzir samo nulti harmonik prikazan je na sl. 2.

Na sl. 2 je [6]:

$$Y_{00} = j \frac{2Y_0}{\frac{p}{\lambda} \ln \frac{v-u}{2}} \quad (1)$$

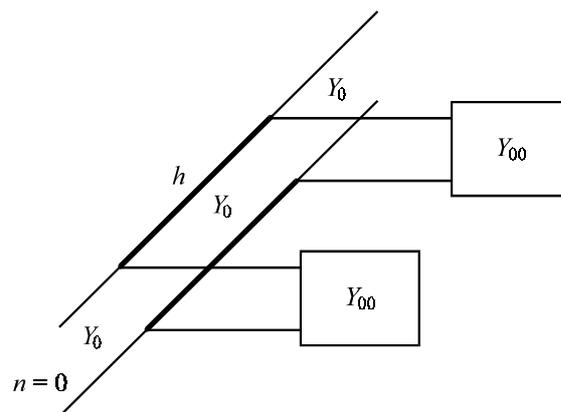
gdje je

$$u = \cos A, \quad A = \frac{\pi d}{p} \quad (2)$$

i

$$v = \cos a, \quad a = \frac{\pi d_1}{p} \quad (3)$$

dok je $Y_0 = 1/120\pi$ talasna admitansa slobodnog prostiranja.



Sl. 2. Ekvivalentni mrežni model

Koeficijent refleksije (za nulti mod) se može dobiti sa sl. 2.

$$S_{11} = \frac{-\hat{Y}_{00}(2 + j\hat{Y}_{00} \operatorname{tg} \beta h)}{2 + 2j \operatorname{tg} \beta h + 2\hat{Y}_{00} + 2j\hat{Y}_{00} \operatorname{tg} \beta h + j\hat{Y}_{00}^2 \operatorname{tg} \beta h} \quad (4)$$

a moduo koeficijenta prenosa je

$$|S_{21}| = \sqrt{1 - |S_{11}|^2} \quad (5)$$

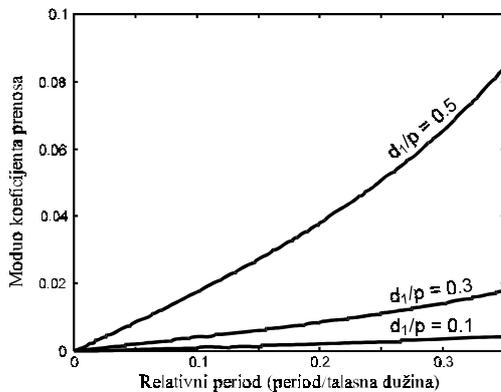
gdje je

$$\hat{Y}_{00} = \frac{Y_{00}}{Y_0} = 120\pi \cdot Y_{00} \quad (6)$$

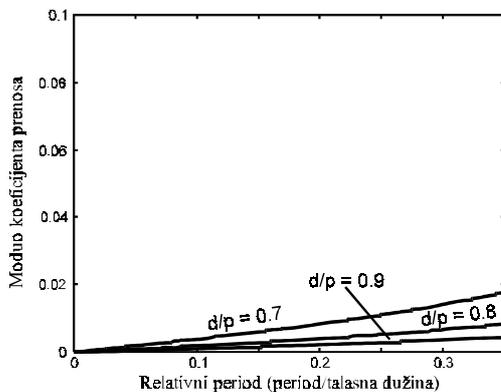
$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (7)$$

3. NUMERIČKI REZULTATI

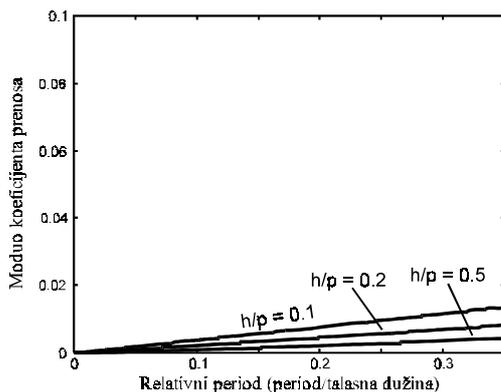
Na sl. 3–5. prikazani su grafici modula koeficijenta prenosa nultog (osnovnog) moda u funkciji učestanosti, odnosno relativnog perioda p/λ za različite vrijednosti dimenzija rešetke.



Sl. 3. Moduo koeficijenta prenosa nultog moda za $d/p=0.7$ i $h/p=0.5$



Sl. 4. Moduo koeficijenta prenosa nultog moda za $d_1/p=0.3$ i $h/p=0.5$



Sl. 5. Moduo koeficijenta prenosa nultog moda za $d_1/p=0.1$ i $d/p=0.7$

Kao djelimična provjera rezultata može da posluži sljedeća činjenica. Kada je

$$\frac{d_1}{p} = 1 - \frac{d}{p} \quad (8)$$

složena dvojna rešetka sa sl. 1. postaje prosta dvojna rešetka čiji je period dva puta manji od početnog (polaznog) perioda

tako da rezultati u ovom slučaju treba da se poklapaju sa rezultatima iz [5], što se može provjeriti analitički, upoređivanjem jednačine (1), gdje je d_1 dato sa (8), sa jednačinom (1) iz [5], gdje je p zamijenjeno sa $p/2$, a širina procjepa a je

$$a = \frac{p-d}{2} \quad (9)$$

4. ZAKLJUČAK

U radu je razmatran problem difrakcije TE polarizovanog ravanskog talasa na dvoslojnoj složenoj rešetki sa dvije jednake trake po periodu pri normalnoj incidenciji i za niskofrekventni slučaj ($p \ll \lambda$). Problem je riješen upotrebom mrežnog modela koji ne uzima u obzir više harmonike. Računat je moduo koeficijenta prenosa u funkciji učestanosti (tačnije u funkciji relativnog perioda p/λ). Za slučaj kada je rešetka prosta, rezultati se poklapaju sa rezultatima iz [5].

LITERATURA

- [1] В. П. Шестопалов, "Метод задачи Римана-Гилберта в теории дифракции и распространения электромагнитных волн", Харьков, 1971.
- [2] M. Guglielmi and A.A.Oliner, "Multimode network description of a planar periodic metal-strip grating at a dielectric interface – Part I", *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, vol 37, pp 534-541, March 1989.
- [3] M. Guglielmi and H. Hochstadt, "Multimode network description of a planar periodic metal-strip grating at a dielectric interface – Part III: Rigorous solution", *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, vol 37, pp 902-909, May 1989.
- [4] D. Filipovic, "New explicit expressions for the coupling matrix elements related to scattering from a planar periodic single-strip grating", *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, vol. 43, pp. 1540-1544, 1995.
- [5] T. Dlabac, D. Filipović, "Low-frequency plane wave diffraction on a two-layer grating", *Serbian Journal of Electrical Engineering*, vol. 1, no. 3, pp 1-6, November 2004.
- [6] D. Filipovic, "A new solution for TE plane-wave scattering from a symmetric double-strip grating composed of equal strips", *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, vol. 44, pp. 1990-1996, November 1996.

Abstract –This paper treats low-frequency TE plane-wave diffraction from a two-layer grating with two equal strips per period. The problem is solved by using the network model. Numerical results are given for the transmission coefficient of the basic ($n=0$) mode, as a function of frequency.

LOW-FREQUENCY TE PLANE WAVE DIFFRACTION FROM A TWO-LAYER GRATING WITH TWO EQUAL STRIPS PER PERIOD

Dragan Filipovic, Tatijana Dlabac