مطالعه‌ی فرایندهای بازتاب و عبور موج در فراموادِ چند لایه‌ای

خیراندیش، فردین ؛اورعی، محمدرضا

گروه فیزیک دانشگاه اصفهان ، خیابان هزار جریب ، اصفهان

چکیده

ابتدا فرایندهای بازتاب و عبور در فراموادِ چند لایه‌ای را مرور می‌کنیم. سپس، چند ساختار ممکن را ارائه می‌دهیم و اهمیت فیزیکی آنها را از طریق محاسبه‌ی ضرایب بازتاب و عبور تحلیل می‌کنیم.

Study of Reflection and Transmission Processes in Stratified Metamaterials

Kheirandish, Fardin; Oraie, Mohammadreza

Department of Physics, University of Isfahan, Isfahan,

Abstract

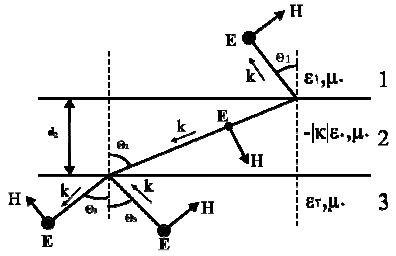
Here, a general formulation for the propagation of electromagnetic waves in stratified Metamaterials is provided. Then, the physical importance of these structures is highlighted by means of computing their total reflection and transmission coefficients.

مقدمه

فراموادِ، ساختارهایی مصنوعی هستند که بشر برای دست یافتن به یک ویژگی خاص آنها را طراحی و تولید می‌کند. این ویژگی‌ها توسط قوانین فیزیک ممنوع نشده‌اند، اما به طور طبیعی نیز یافت نمی‌گردند[۱]. از جمله ویژگی‌های منحصر بفرد این نوع مواد، می‌توان به ضریب شکست منفی اشاره کرد. در اینجا با توجه به این ویژگی، ساختارهای چند لایه‌ای را ارائه می‌دهیم که ضرایب عبور و بازتاب آنها قابل توجه است. در اینجا فرض می‌کنیم که در این لایه‌ها اتلاف وجود ندارد و پاشندگی آنها بسیار پائین است به طوری که می‌توان برای گذردهی الکتریکی و نفوذپذیری مغناطیسی از یک عدد حقیقی استفاده کرد.

انتشار امواج الکترومغناطیسی در فراموادِ چندلایه

برای بررسی ساختارهای چند لایه، ابتدا انتشار امواج الکترومغناطیسی در یک تک لایه را بررسی می‌کنیم[۲]. همانطور که در شکل ۱ می‌بینید، به راحتی و با استفاده از تکنیک‌های معمول الکترومغناطیس و تنها با در نظر گرفتن اینکه رابطه‌ی بین $\vec{K},\vec{E},\vec{H}$ در فراموادِ، یک رابطه‌ی چپگرد می‌باشد [۳]، می‌توان ضرایب بازتاب و عبور را یافت.



شکل ۱: نمایش میدان‌ها در برهمکنش با تک لایه فراماده، برگرفته شده از [۲]

بدین‌ترتیب که ابتدا مولفه‌های میدان الکتریکی و مغناطیسی را در هر سه ناحیه می‌نویسیم و با اعمال شرایط مرزی و بدست آوردن رابطه‌ی میان این مولفه‌ها، برای هر دو نوع قطبش ضرایب عبور و بازتاب را خواهیم داشت:

$$R_{۲}^{s,p}=\frac{r_{۳۲}^{s,p}+r_{۲۱}^{s,p}e^{+j۲\varphi_{۲}}}{۱+r_{۳۲}^{s,p}r_{۲۱}^{s,p}e^{+j۲\varphi_{۲}}} \qquad (۱)$$

$$T_{۲}^{s,p}=\frac{t_{۳۲}^{s,p}+t_{۲۱}^{s,p}e^{+j\varphi_{۲}}}{۱+t_{۳۲}^{s,p}t_{۲۱}^{s,p}e^{+j۲\varphi_{۲}}} \qquad (۲)$$