

فراماده

Metamaterials

مقطع درس: ؟

شماره درس: ؟

تعداد واحد: 3 (نظری)

پیش‌نیاز: میدان‌ها و امواج

هم‌نیاز: ریزموج ۱ و تئوری الکترومغناطیس پیشرفته ۱

هدف: بررسی و آشنایی با مبانی فرامواد الکترومغناطیسی و کاربردهای آنها در افزاره‌های نوین میدانی و ریزموجی.

سرفصل مطالب درس:

مقدمات و مفاهیم پایه: تعریف فراماده الکترومغناطیسی، معرفی انواع مختلف فرامواد، مقدمات مهندسی فراتم‌ها و فرامولکول‌ها با ویژگی‌ها و کاربردهای منحصریفرده الکترومغناطیسی، تحلیل و تئوری‌های امواج الکترومغناطیسی برای تحلیل فرامواد، مدل‌های الکتریکی و مغناطیسی، درود و لورنتز

مفاهیم بنیادی فراماده: انتشار امواج، بازتاب، انتقال و جذب امواج از یک ورقه تخت، ضریب شکست مثبت و منفی، شکست منفی امواج، ثابت‌های الکتریکی و مغناطیسی، تشدیدها و برهمکنش‌های الکترومغناطیسی، قانون علیت و شرط برقراری، پاشندگی، جبران-سازی فاز، اثر داپلر در فرامواد یا مواد مصنوعی، انتشار امواج در فرامواد تک، دو و سه بُعدی متشکل از فراتم‌های الکترومغناطیسی، سوپرلنرها، لنزهای کامل، امواج میرا در فرامواد، ضریب شکست صفر، گاف باند فرکانسی، پهنای باند عملکرد

طراحی و تحلیل فرامواد: تحلیل، بررسی و توسعه تقریب مدل مداری فرامواد و فراسطوح، تحقق گذردهی الکتریکی و نفوذپذیری مغناطیسی منفی، تحقق مواد ضریب شکست منفی (NIM)، آنالیز حساسیت مشخصات فرامواد به پارامترهای مختلف (تلفات، اندازه، پاشندگی، پهنای باند، شکل پالس و...)، طراحی فرامواد با قابلیت کنترل فعال مشخصات و تنظیم‌پذیری، تحلیل اثرات محیط مجاور و زیرلایه فرامواد

مشخصات الکترومغناطیسی فرامواد: بکارگیری روش‌های تحلیلی و عددی مبتنی بر بازتاب و انتقال امواج الکترومغناطیسی از فرامواد، تاثیر قطبش، تحلیل‌ها و اندازه‌گیری مرتبط با الپسومتري و روش پراکنش معکوس برای فرامواد دو و سه بُعدی، اندازه‌گیری روش موجبری و استخراج مشخصات فراماده، روش اندازه‌گیری فضای آزاد و استخراج مشخصات فراماده

کاربردها: مهندسی و تنظیم‌پذیری پیشرفته امواج الکترومغناطیسی، قطعات و افزاره‌های پیشرفته با ابعاد زیرطول‌موج (جاذب، موجبر، نوسان‌کننده، فیلتر و...)، کاربرد فرامواد و فراسطوح در آنتن‌ها، مهندسی اندازه و الگوی تشعشعی آنتن‌ها، کاربرد در تصویرگری، حسگرها و سنسورهای با حساسیت خیلی بالا، نامرئی‌سازی و فریب امواج الکترومغناطیسی

روش‌های نظری و عددی در فرامواد الکترومغناطیسی: روش تطبیق مدی، تابع گرین، معادله انتگرال حجمی، بسط چندقطبی‌ها، آشنایی با کلیات و بکارگیری روش‌های حوزه فرکانس: اجزاء محدود FEM، ممان، روش حوزه زمان: D-

FDTD

فرامواد پیشرفته: فرمودات ترهترتی، فرامواد فعال، فرامواد پهن‌بند، فرامواد قابل کنترل و منعطف، فرامواد و فراسطوح نوری، نامرئی‌سازی اشیاء و قابلیت‌های منحصربفرد الکترومغناطیسی فرامواد و فراسطوح پیشرفته

منابع:

- [1] N. Engheta and R. W. Ziolkowski, Electromagnetic Metamaterials: Physics and Engineering, John Wiley & Sons, Inc., 2006.
- [2] L. Solymar and E. Shamonina, Waves in Metamaterials, Oxford University Press, 2009.
- [3] T. Cui, D. Smith, and R. Liu, Nanophotonics Metamaterials: Theory, Design, and Applications, 2nd ed., Springer, 2010.
- [4] J. Li and Y. Huang, Time-Domain Finite Element Method for Maxwell's Equations in Metamaterials, Springer, 2013.
- [5] Recent and relevant papers in the area.