

به نام خدا

کاربرد های فرامواد با ضریب شکست صفر در آنتن ها

مقطع کارشناسی

گرایش مخابرات

دانشگاه صنعتی شاهرود، دانشکده مهندسی برق و رباتیک

ارائه دهنده: شیوا حسنی

Email: hasani.work@yahoo.com

فهرست مطالب: □

بخش اول: معرفی فرامواد با ضریب شکست صفر

بخش دوم: محاسبه ϵ ، μ و n در ساختار فرامواد معرفی شده

بخش سوم: مروری بر مقالات و پایان نامه ها

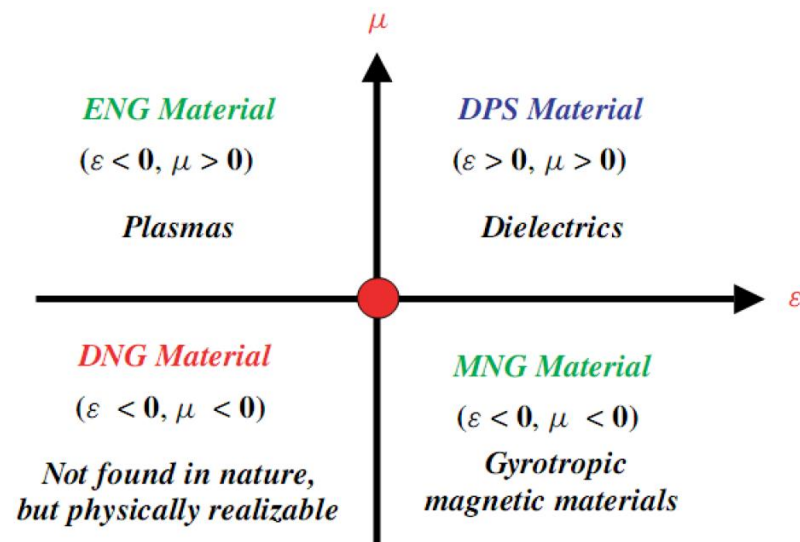
بخش چهارم: مراجع

بخش اول: معرفی فرامواد با ضریب شکست صفر

۲

ضریب شکست ساختارهای فرامواد به صورت زیر تعریف میشود:

$$n = \sqrt{\epsilon} \sqrt{\mu}$$



جایگاه ساختارهای فرامواد با ضریب شکست صفر

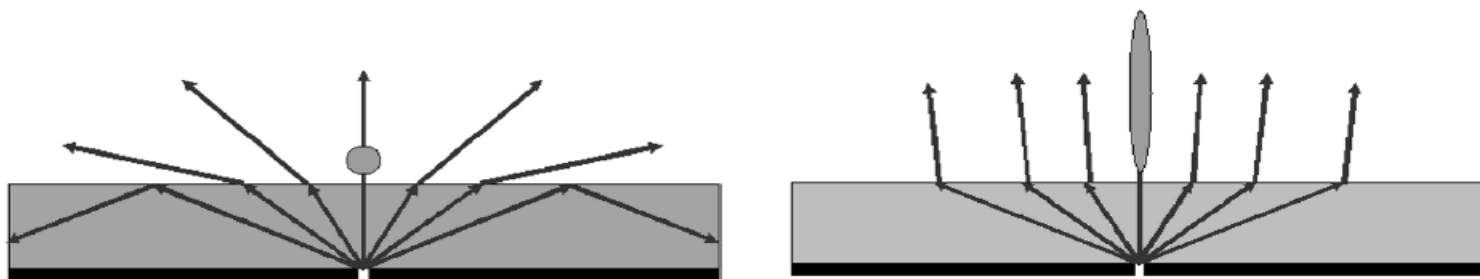
بخش اول: معرفی فرامواد با ضریب شکست صفر

۳

طبق قانون اسنل:

$$\theta_{\text{exterior}} = \sin^{-1} \left(\frac{n_{\text{interior}}}{n_{\text{exterior}}} \sin \theta_{\text{interior}} \right) = 0 \quad n_{\text{interior}} = 0$$

ضریب شکست در محل تشعشع n_{interior} و ضریب شکست فضای آزاد n_{exterior} است. [1]



تشعشع از روزنه با پوشش فرامواد

بخش دوم: محاسبه μ ، ϵ و در ساختار فرامواد معرفی شده

۴

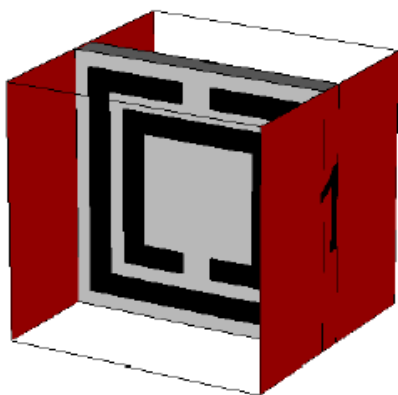
برای بدست آوردن پارامترها μ ، ϵ و n از ضرایب پراکندگی استفاده می شود. [2]

$$n = \frac{1}{kd} \cos^{-1} \left[\frac{1}{2S_{21}} (1 - S_{11}^2 + S_{21}^2) \right]$$

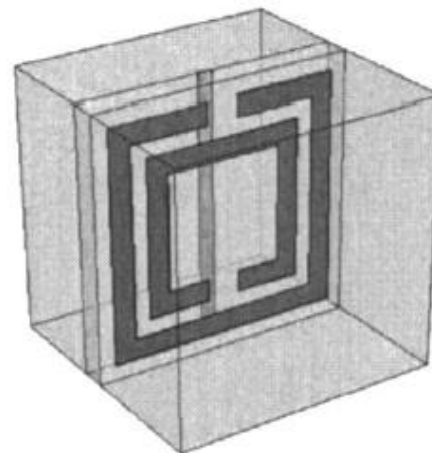
$$z = \sqrt{\frac{(1 + S_{11})^2 - S_{21}^2}{(1 - S_{11})^2 - S_{21}^2}}$$

$$\mu = nz$$

$$\epsilon = n/z$$



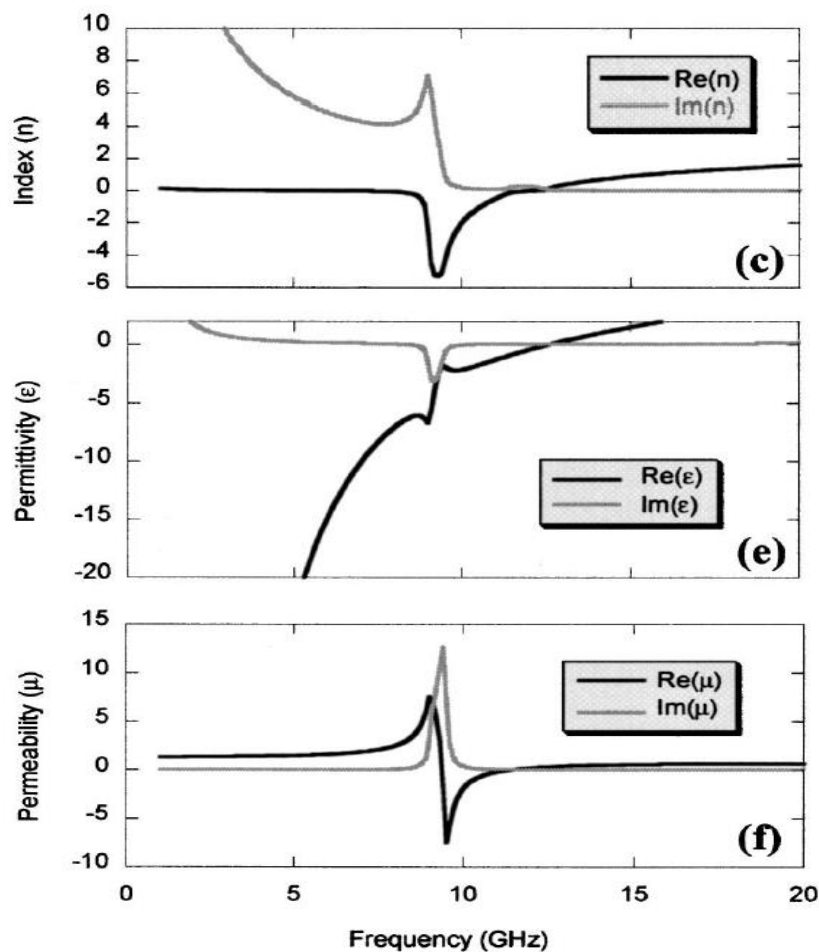
نمایی از سلول واحد اسمیت در نرم افزار



سلول واحد پیشنهادی آقای اسمیت

بخش دوم: محاسبه ϵ ، μ و n در ساختار فرامواد معرفی شده

۵

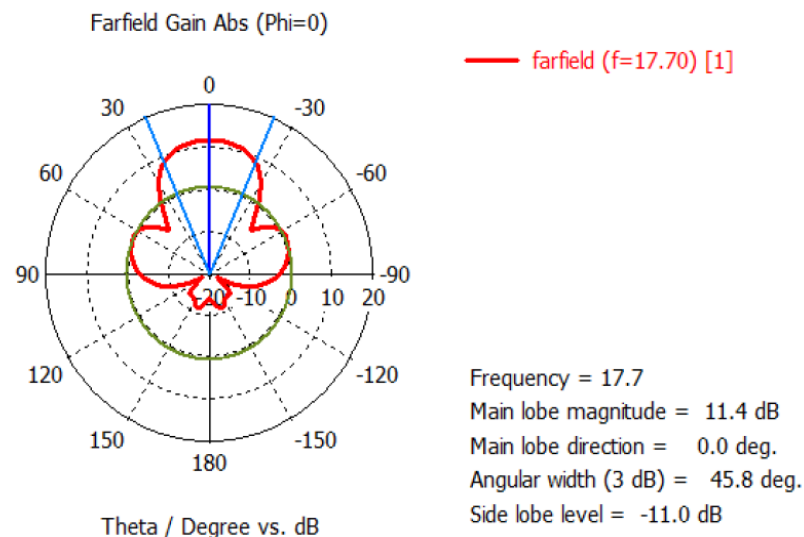
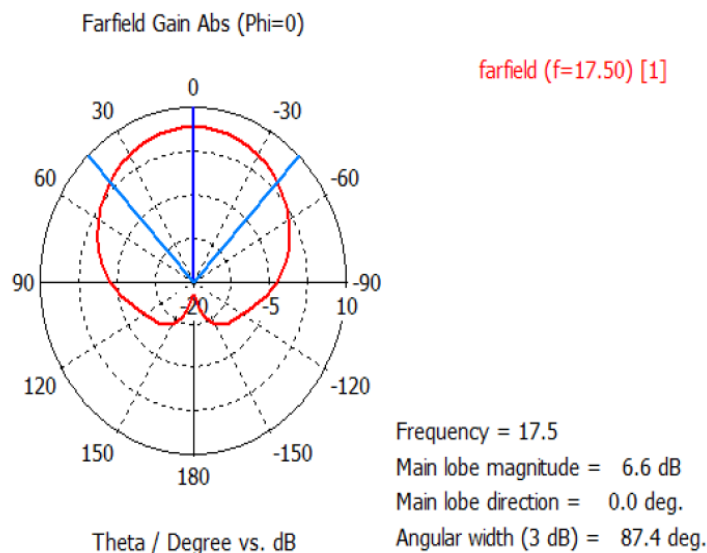
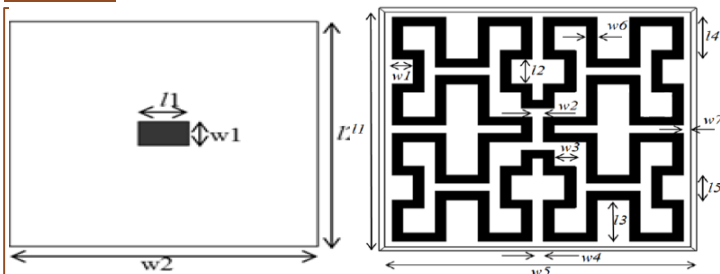


نتایج تحلیل سلول واحد فرامواد اسمیت

بخش سوم: مروری بر مقالات و پایان نامه ها

۶

□ کاربرد سلول واحد فرامواد برای افزایش بهره [3]

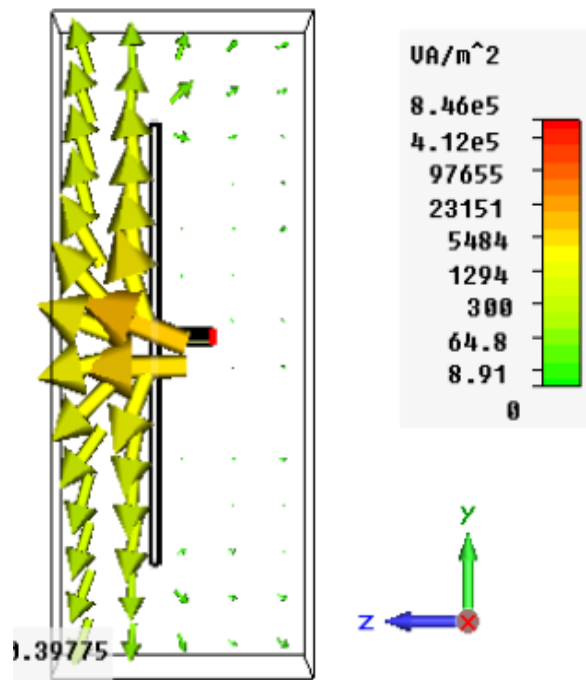


الگو تشعشی E-plane برای آنتن مایکرواستریپ

الگو تشعشی E-plane برای آنتن مایکرواستریپ با سلول واحد فرامواد

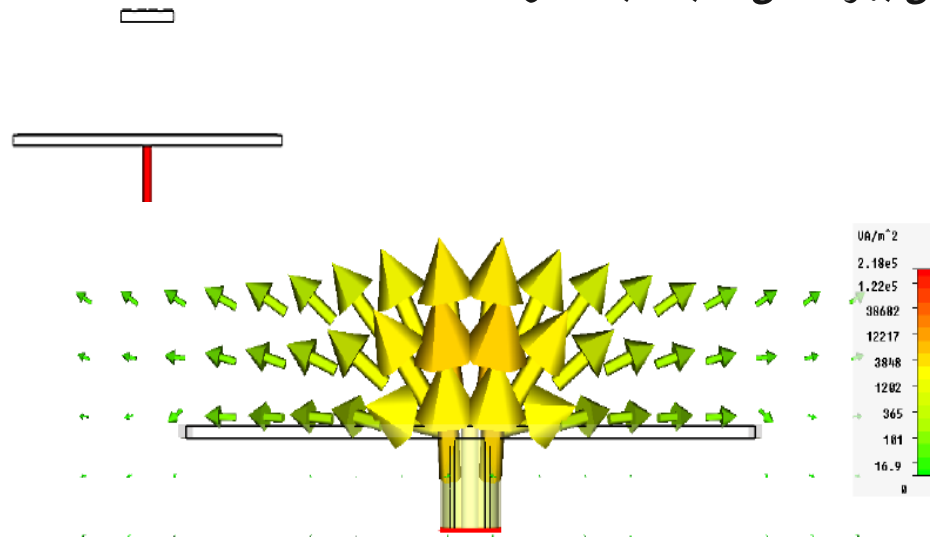
بخش سوم: مروری بر مقالات و پایان نامه ها

۷



انتشار توان الکترومغناطیسی به صورت برداری

امواج الکترومغناطیسی در حضور سلول واحد فرامواد در راستای بردار نرمال تغییر جهت می دهند و به سمت بردار نرمال متمایل می گردند و این افزایش بهره آنتن را به دنبال خواهد داشت.

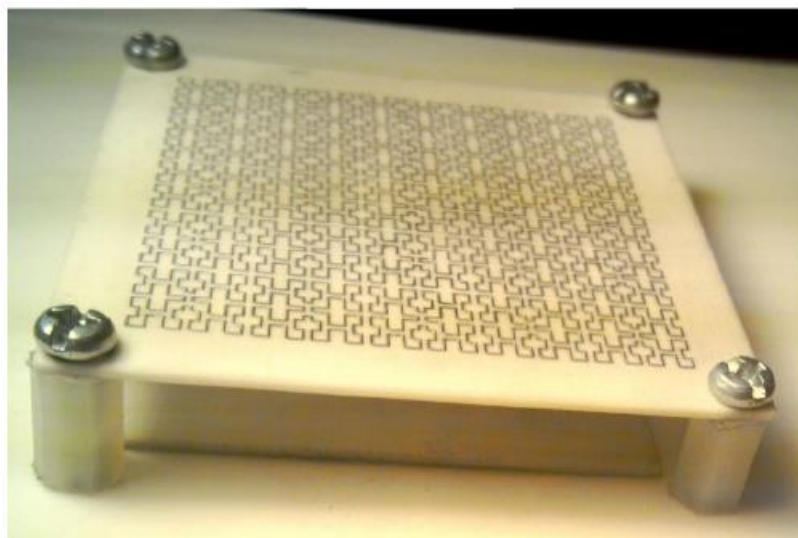
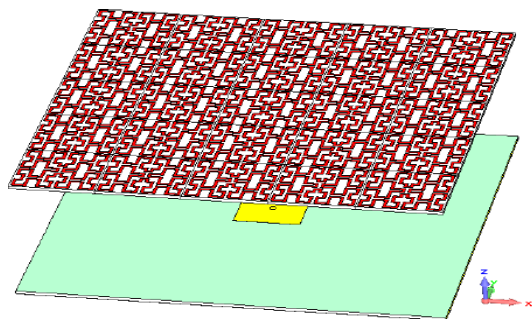


انتشار توان الکترومغناطیسی به صورت برداری با سلول فرامواد

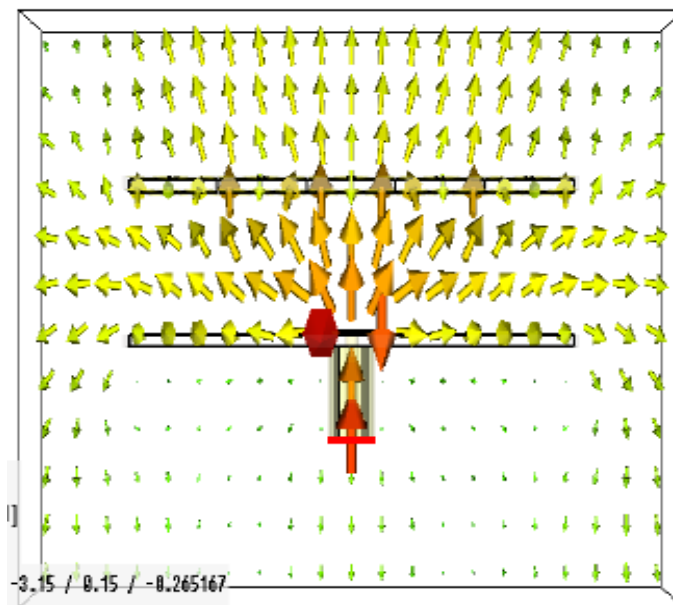
بخش سوم:

۸

سلول پیشنهادی مورد نظر را به صورت یک آرایه 5×5 در نظر می گیریم.



شکل نهایی ساخته شده



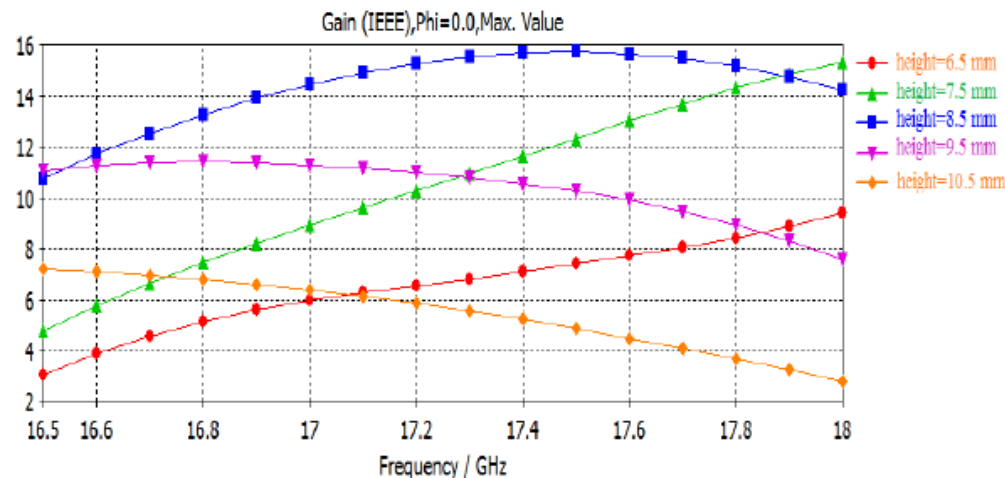
انتشار توان الکترومغناطیسی به صورت برداری

بخش سوم: مروری بر مقالات و پایان نامه ها

تنظیم فاصله صفحه فرامواد مورد نظر از آنتن:

اگر فاصله زیاد باشد ← امواج الکترومغناطیسی ناشی از تشعشع آنتن به خوبی متمرکز نمی شود.

اگر فاصله کم باشد ← تاثیر صفحه بر روی آنتن و جریان های روی پیچ محسوس تر خواهد بود.

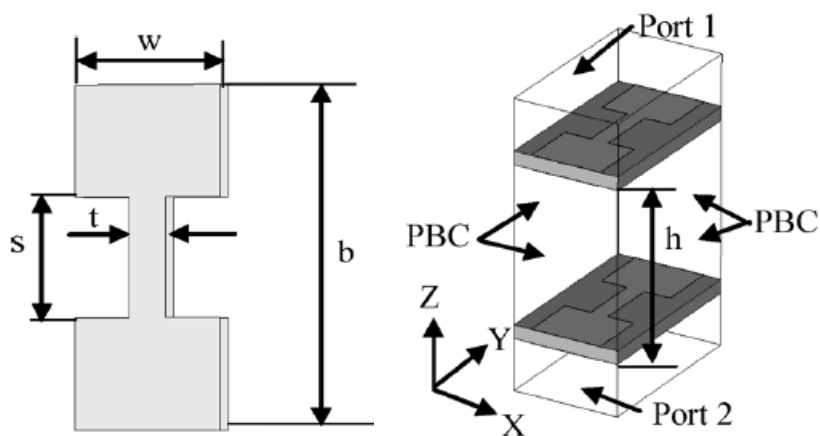


بهره آنتن ماکرواستریپ به ازای تغییرات فاصله

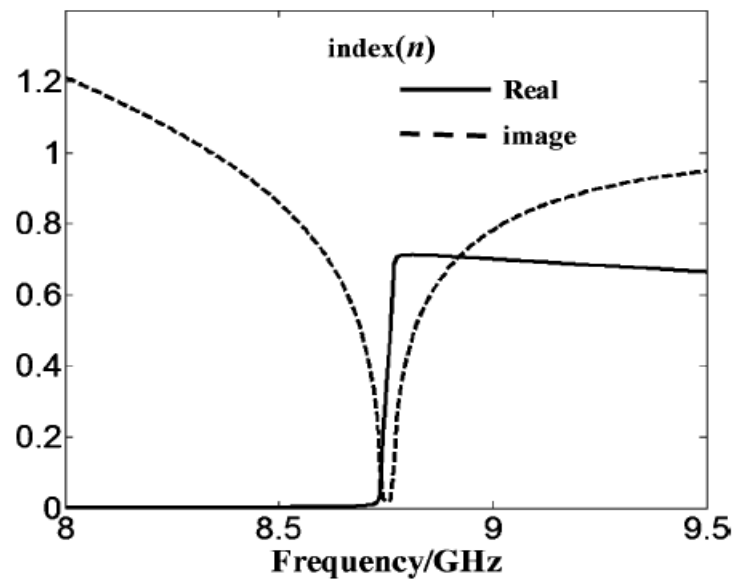
بخش سوم: مروری بر مقالات و پایان نامه ها

۱۰

افزایش بهره آنتن ماکرواستریپ دایروی با لایه فرامواد [4]

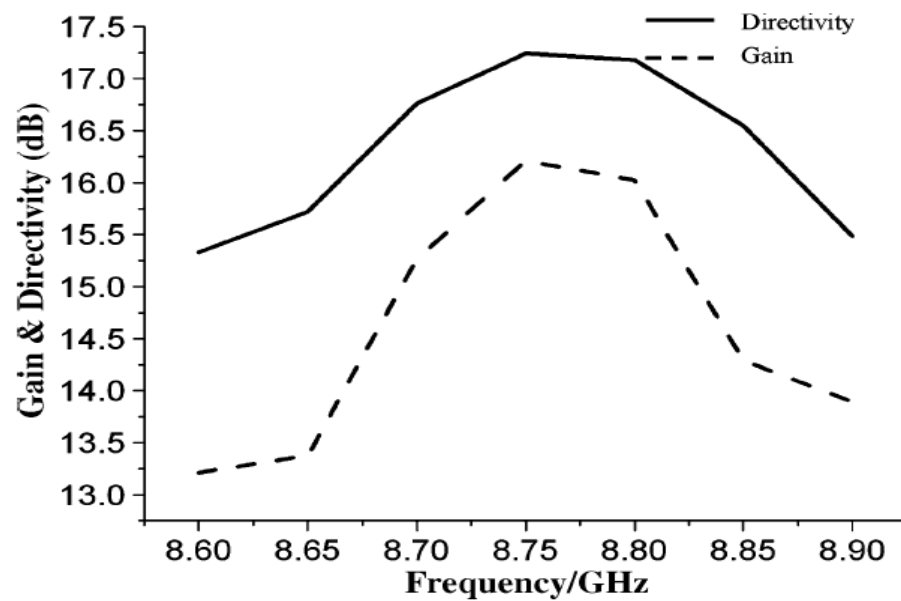
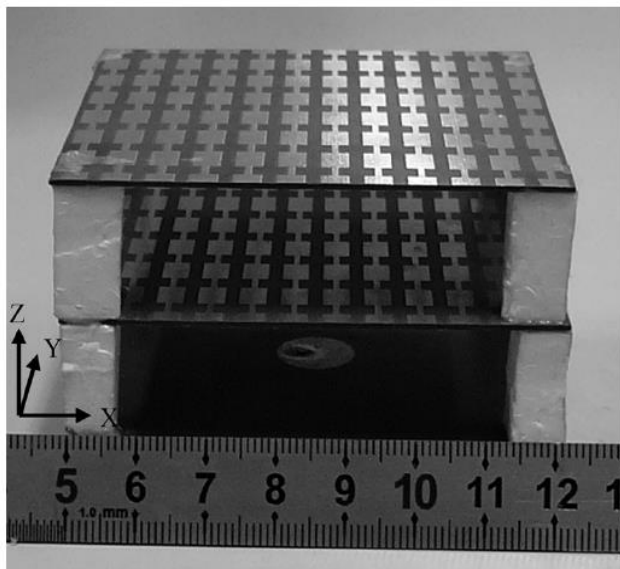


نمایی از سلول واحد و سلول واحد برای شبیه سازی



بخش سوم: مروری بر مقالات و پایان نامه ها

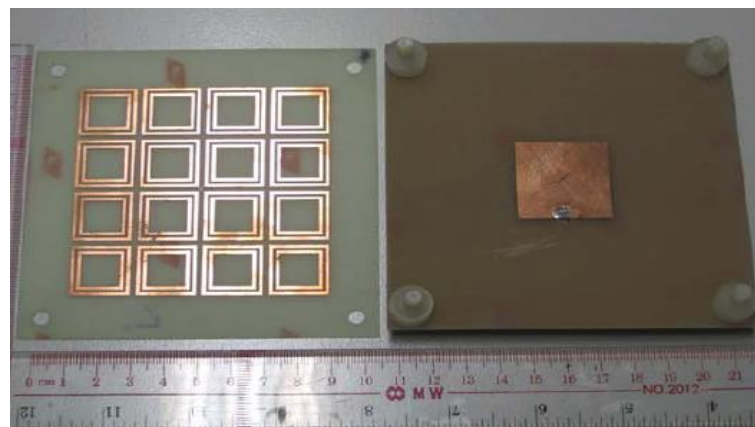
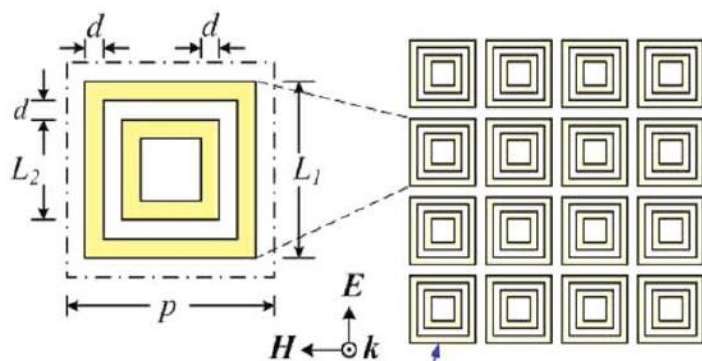
۱۱



بخش سوم: مروری بر مقالات و پایان نامه ها

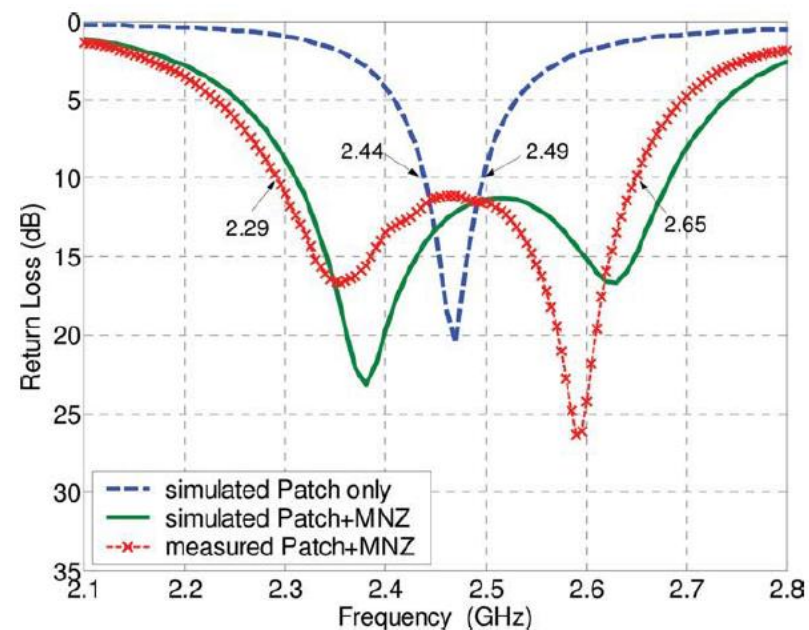
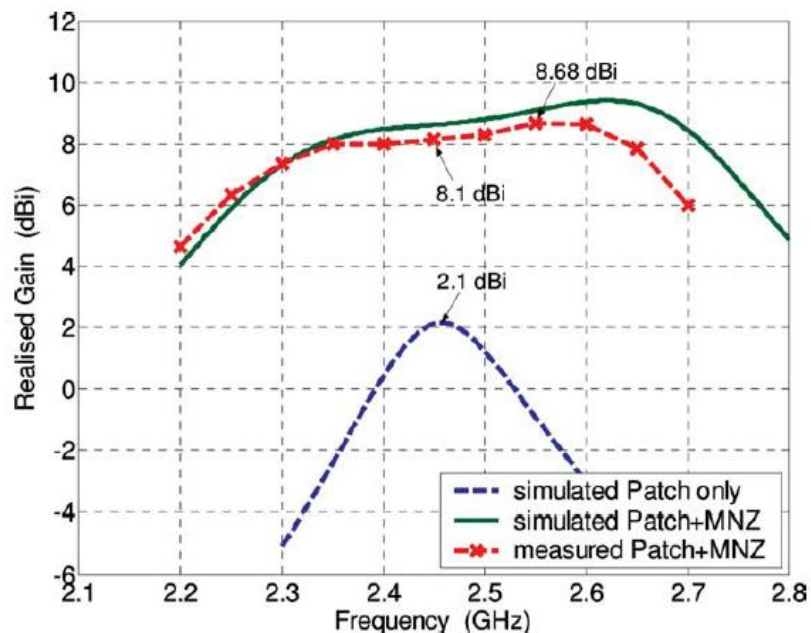
۱۲

□ افزایش بهره و پهنای باند آنتن ماکرواستریپ [5]



بخش سوم: مرور بر مقالات و پایان نامه ها

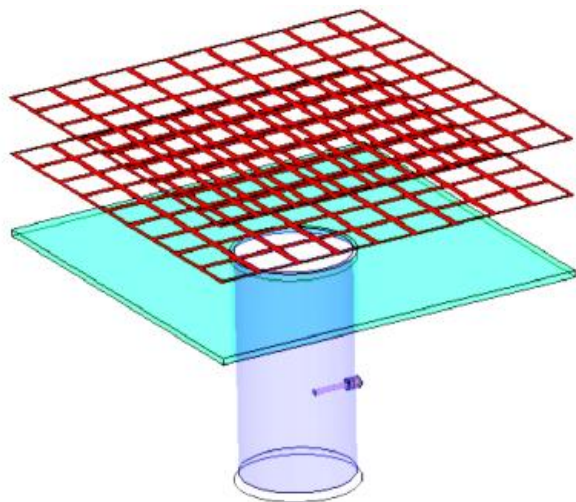
۱۳



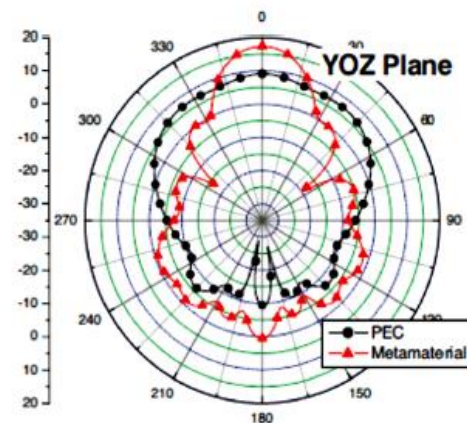
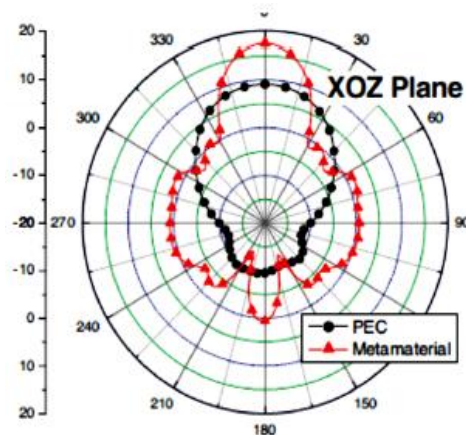
بخش سوم: مروری بر مقالات و پایان نامه ها

۱۴

□ افزایش بهره در آنتن های موجبری دایروی [6]



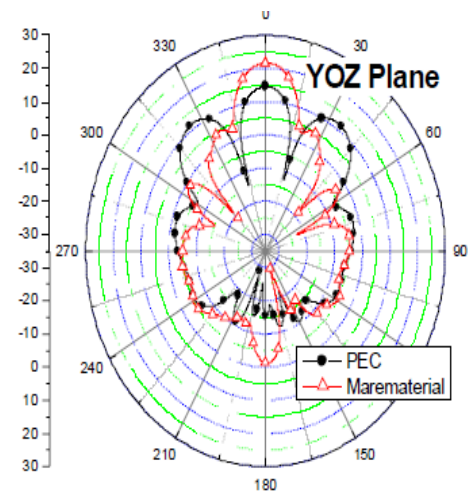
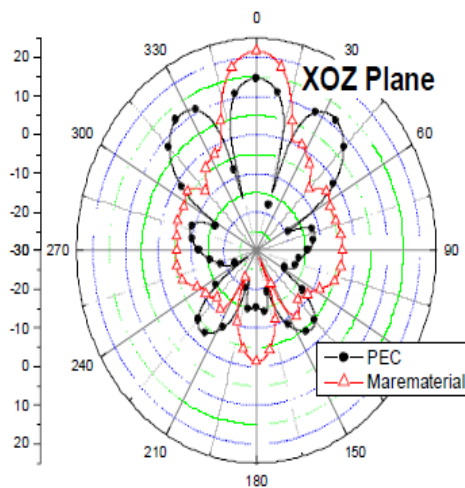
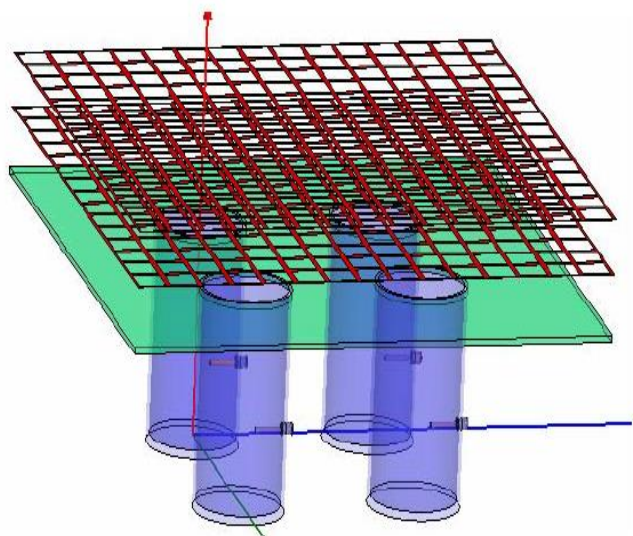
موجبر دایروی به همراه ساختار فرامواد



الگوهای تشعشی آنتن موجبر دایروی

بخش سوم: مروری بر مقالات و پایان نامه ها

۱۴



یک آرایه 2×2 از موجبر دایروی را به همراه الگوهای تشعشی آن با حضور لایه فرامواد

[1] A. Alu, F. Bilotti, N. Engheta, and L. Vengi, "Metamaterial Covers Over a small Aperture," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 54, no. 6, pp. 1632-1642, June 2006.

[2] D. R. Smith, D. C. Vier, T. Koschny, and C. M. Soukoulis, "Electromagnetic parameter retrieval from inhomogeneous metamaterials," *Physical Review E*, vol. 71, no. 3, p. 036617, 2005.

[3] پایان نامه کارشناسی ارشد. موضوع: افزایش بهره آنتن های مدار چاپی با استفاده از متامتریال ها

[4] H. Zhou, Z. Pei, S. Qu, S. Zhang, J. Wang, Z. Duan, H. Ma, and Z. Xu, "A novel high-directivity microstrip patch antenna based on zero-index metamaterial," *Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE*, vol. 8, pp. 538-541, 2009.

[5] K. L. Chung and S. Chaimool, "Broadside gain and bandwidth enhancement of microstrip patch antenna using a MNZ metasurface," *Microwave and Optical Technology Letters*, vol. 54, no. 2, pp. 529-532, 2012.

[6] B. Li, B. Wu, and C. H. Liang, "Study on high gain circular waveguide array antenna with metamaterial structure," *Progress In Electromagnetics Research*, vol. 60, pp. 207-219, 2006.