

طراحی، شبیه سازی و ساخت آنتن مونوپل مربعی فوق باند وسیع دارای تغذیه سه گانه و دو باند حذف فرکانسی

سلماسادات میرهادی^۱، محمد سلیمانی^۲ و علی عبدالعالی^۳
^۱دانشگاه علم و صنعت ایران، s_mirhadi@iust.ac.ir
^۲دانشگاه علم و صنعت ایران، soleimani@iust.ac.ir
^۳دانشگاه علم و صنعت ایران، abdolali@iust.ac.ir

چکیده - در این مقاله، یک آنتن مونوپل مربعی فوق باند وسیع دارای تغذیه سه گانه و دو باند حذف فرکانسی در باندهای *WLAN* و *WiMAX* طراحی و شبیه سازی و ساخته شده است. تغذیه سه گانه توزیع جریان یکنواخت تری را نسبت به تغذیه ساده برای آنتن فراهم کرده و باعث افزایش پهنای باند آنتن می شود. در نتایج اندازه گیری پهنای باند امیدانسی بیشتر از ۱۴۰٪ (۲.۴-۱۵.۴۵ GHz) به دست آمده است. برای ایجاد دو باند حذف فرکانسی از شکافهای *U* شکل استفاده شده است که در هر کدام از باندهای حذف محل سه تغذیه آنتن به صورت امیدانس بالا یا کم تبدیل می شود و عدم تطبیق امیدانس را فراهم می کند. کلید واژه- آنتن فوق باند وسیع، باند حذف فرکانسی، تغذیه سه گانه، مونوپل مربعی.

منظور حذف باندهای فرکانسی (5.15-5.85 GHz) *WLAN* و (3.3-3.7 GHz) *WiMAX* برای آنتن مونوپل مربعی با تغذیه سه گانه است. در بخش دوم و سوم مقاله طراحی آنتن و شکافهای ایجاد شده بر روی آن را مورد بررسی قرار می دهیم. اثر ایجاد شکاف در محل تغذیه به صورت کیفی در بخش سوم نشان داده می شود. در آخر نیز نتایج اندازه گیری و شبیه سازی مقایسه شده است.

۱- مقدمه

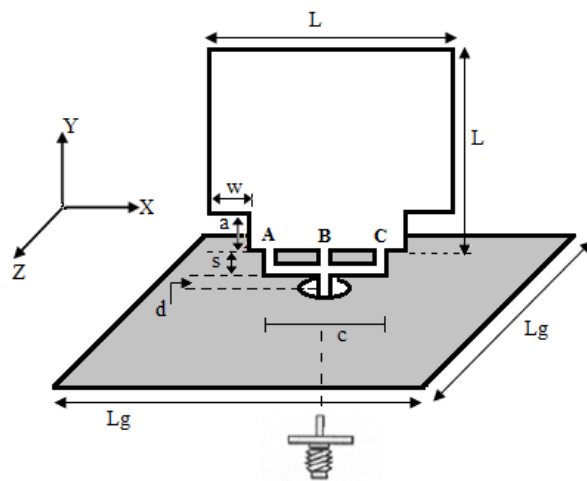
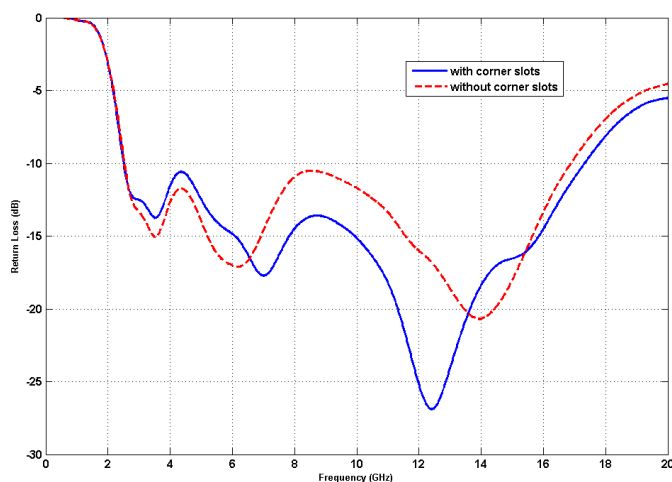
آنتن مونوپل مربعی به دلیل سادگی ساخت و پایداری پترن تشعشی در پهنای باند بسیار مورد توجه قرار گرفته است. این آنتن با تغذیه ساده و تک پهنای باند چندانی را فراهم نمی کند از اینرو تکنیکهای مختلفی برای افزایش پهنای باند برای این نوع آنتن ارائه شده است که می توان به مواردی همچون ایجاد اتصال کوتاه با صفحهی زمین در یک طرف آنتن [1]، برش لبه های پائینی آنتن [2, 3]، بارگذاری صفحات کوچک به صورت عمود در لبه های کناری آنتن [4] و استفاده از تغذیه چندگانه برای آنتن [5, 6] اشاره نمود. از میان این روشها استفاده از تغذیه چندگانه و ایجاد برش در لبه های پائینی سادگی ساخت را به همراه دارد. تغذیه سه گانه نیز نسبت به تغذیه دوگانه پهنای باند بهتری را برای آنتن فراهم می کند. اساس این تکنیک بر این پایه است که تغذیه سه گانه منجر به توزیع جریان یکنواخت تری نسبت به تغذیه دو گانه و تغذیه ساده می شود و جریانهای افقی را که تشعشی نیستند کاهش می دهد. اما از طرفی طراحی شکاف برای ایجاد باند حذف در آنتن با تغذیه سه گانه بسیار مشکل تر از طراحی تغذیه ساده است. زیرا آنتن از سه محل تغذیه شده و می بایست شکاف طراحی شده هر سه محل را به گونه ای تحت تاثیر قرار دهد. هدف این مقاله هم بررسی طراحی شکاف به

۲- طراحی آنتن

ساختار آنتن مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است. این آنتن یک آنتن مونوپل مربعی به طول $L=20$ mm است که به صورت سه گانه از سه محل A، B و C تغذیه شده است. طول نوارهای تغذیه برابر مقدار ثابت 1.6 mm در نظر گرفته شده است. در ساخت این آنتن از ورق برنج با ضخامت 0.2 mm استفاده شده است. صفحه زمین نیز از جنس برنج و با ابعاد 80×80 mm² در نظر گرفته شده است. تفاوت ساختار معرفی شده در شکل ۱ با ساختار معرفی شده در مرجع [6] این است که ما در این ساختار گوشه های لبه های پائینی آنتن را حذف کرده ایم. علت این حذف در شکل ۲ با استفاده از توزیع جریان در فرکانس ۶ GHz بر روی آنتن نشان داده است.

جدول ۱: پارامترهای بهینه شده‌ی آنتن شکل ۱

پارامتر	L	c	d	s	a	w
مقدار (mm)	۲۰	۱۰	۱	۲.۸	۲	۲

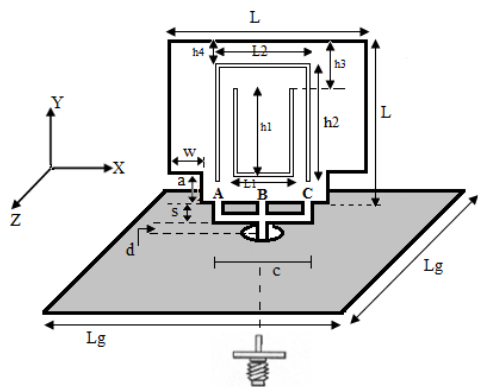


شکل ۱: ساختار معرفی شده آنتن مونوپل مربعی با تغذیه سه کانه و حذف لبه‌های کناری

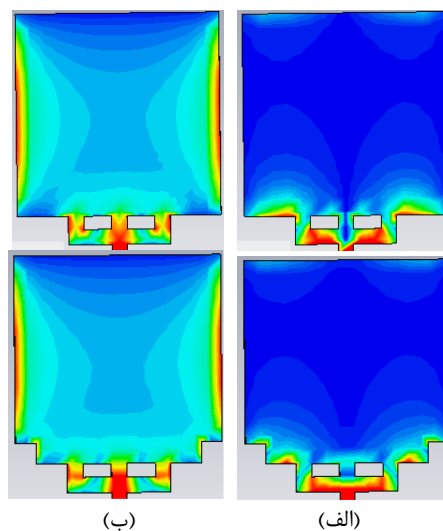
شکل ۳: نتیجه شبیه‌سازی آنتن شکل ۱ با و بدون حذف گوشه‌های پائین

۳- طراحی شکاف روی آنتن

بر روی آنتن طراحی شده در بخش قبل برای حذف دو باند فرکانسی WiMAX و WLAN دو شکاف به صورت شکل ۴ ایجاد شده است. برای ایجاد باند حذف در باند فرکانسی WiMAX (3.3-3.7 GHz) از شکافی به شکل \cap استفاده شده است. طول کلی این شکاف برابر $L_2 + 2h_2 = 41mm$ در نظر گرفته شده است. برای ایجاد باند حذف در WLAN (5.15-5.85 GHz) از شکاف \cup استفاده شده است که طول کلی آن $L_1 + 2h_1 = 29.5mm$ است. ضخامت هر دو شکاف 0.5 mm است. ابعاد بهینه شده‌ی شکافها در جدول ۲ آورده شده است. مابقی ابعاد آنتن بدون تغییر است.



شکل ۴: ساختار آنتن به همراه شکافهای ایجاد شده برای حذف دو باند فرکانسی

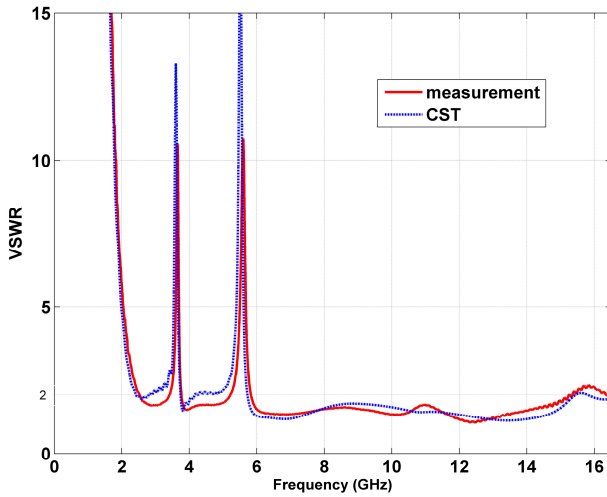


شکل ۲: مقایسه دامنه‌ی توزیع جریان افقی (الف) J_x و عمودی (ب) J_y بر روی آنتن دارای تغذیه سه گانه معمولی و آنتن با حذف گوشه‌های پائینی

همانگونه که از شکل ۲ مشخص است در گوشه‌های لبه‌ی پائینی جریان‌های افقی شدیدی وجود دارد که نقشی در تشعشع ندارند. با ایجاد برش در این لبه‌ها می‌توان این جریان‌ها را تا حدی کاهش داد که منجر به ایجاد تطبیق امپدانس بهتری برای آنتن می‌شود. ابعاد بهینه شده برای آنتن در جدول ۱ آورده شده است. آنتن شکل ۱ با و بدون حذف گوشه‌های لبه‌های پائینی با استفاده از نرم‌افزار CST Microwave Studio شبیه‌سازی شده است که در شکل ۳ نشان داده است. همانگونه که از شکل مشخص است با حذف گوشه‌ی لبه‌های پائینی تلفات بازگشتی بهتری برای آنتن به دست می‌آید.

جدول ۲: پارامترهای بهینه شده‌ی شکافهای بر روی آنتن شکل ۴

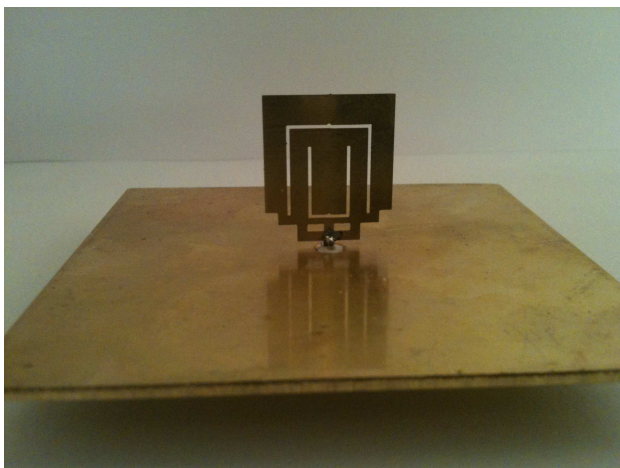
L_1	L_2	h_1	h_2	h_3	h_4	پارامتر
۶.۵	۱۳	۱۱.۵	۱۴	۷.۵	۴.۵	مقدار (mm)



شکل ۷: مقایسه نتیجه اندازه‌گیری و شبیه‌سازی آنتن شکل ۴

در شکل ۷ منحنی VSWR آنتن ساخته شده با نتیجه شبیه سازی مقایسه شده است که از تطابق بسیار خوبی برخوردار هستند. پهنای باند آنتن از فرکانس 2.4 GHz تا 15.45 GHz است که باند UWB را تحت پوشش قرار می دهد. باند حذف اول از فرکانس 3.35 GHz تا 3.7 GHz است و باند حذف دوم از فرکانس 5.2 GHz تا 5.82 GHz است. نمونه ساخته شده‌ی آنتن نیز در شکل ۸ نشان داده شده است.

پترن تشعشی اندازه‌گیری شده‌ی آنتن در صفحات x-y، x-z و x-z در فرکانسهای 3 GHz، 4.6 GHz و 6.5 GHz در شکل ۹ الی ۱۱ نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود پترن آنتن وابسته به فرکانس است.

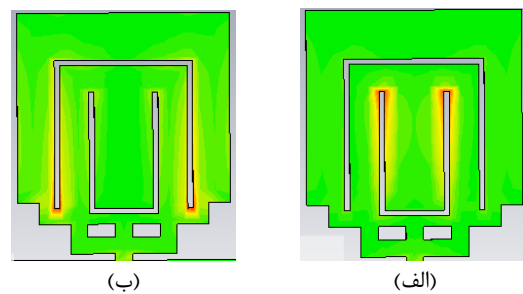


شکل ۸: نمونه‌ی ساخته شده‌ی آنتن شکل ۴

به منظور بررسی چگونگی ایجاد باند حذف توسط شکافهای طراحی شده توزیع جریان بر روی آنها را که در شکل ۵ نشان داده شده در نظر می‌گیریم. در فرکانسهای حذف جریان در قسمت انتهایی شکافها متمرکز شده است. همچنین قسمت داخلی شکاف دارای جریان خلاف جهت نسبت به قسمت خارجی است. این امر سبب می‌شود آنتن در حالت خط انتقال عمل کند. بدین معنی که از آنجایی که طول شکافها تقریباً برابر نصف طول موج فرکانس مرکزی باندهای حذف است قسمت انتهایی شکاف که به صورت اتصال کوتاه است به صورت اتصال باز در وسط خط در می‌آید. این امر سبب می‌شود که در شکاف شکل خط تغذیه در نقاط A و C امپدانس خیلی کم (تقریباً صفر) ببیند و عدم تطبیق ایجاد شود. در شکاف U شکل نیز خط تغذیه در محل B امپدانس خیلی زیاد دیده و عدم تطبیق در باند فرکانسی مورد نظر را ایجاد می نماید. نتیجه شبیه سازی تمام موج برای توزیع جریان باندهای حذف نیز در شکل ۶ نشان داده شده است.

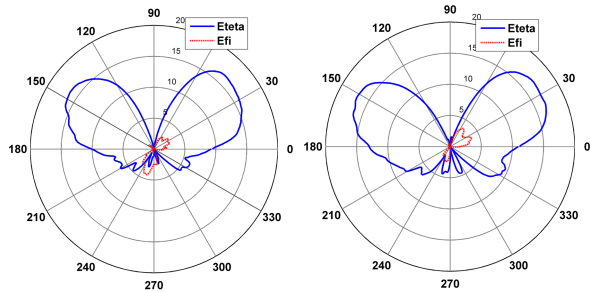


شکل ۵: نحوه‌ی توزیع جریان شکافها در الف) باند حذف WiMAX، ب) باند حذف WLAN

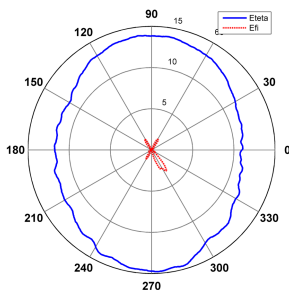


شکل ۶: دامنه‌ی توزیع جریان بر روی آنتن الف) در باند حذف WLAN و در فرکانس 5.5 GHz، ب) در باند حذف WiMAX در فرکانس 3.5 GHz

حذف باندهای WiMAX و WLAN به گونه‌ای طراحی شد که محل تغذیه‌ی آنتن تحت تاثیر قرار گرفته و عدم تطبیق ایجاد شود.

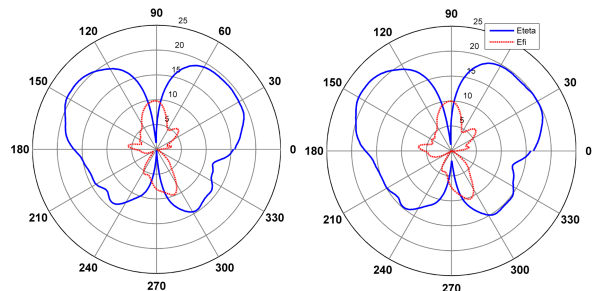


(ب) (الف)

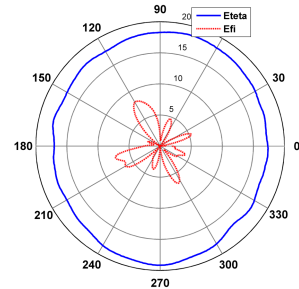


(ج)

شکل ۹: پترن تشعشی آنتن در فرکانس 3 GHz (الف x-y ب y-z ج x-z)

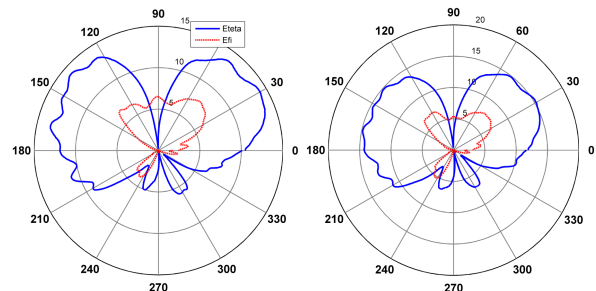


(ب) (الف)

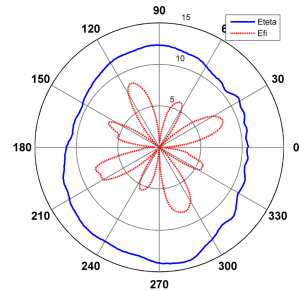


(ج)

شکل ۱۰: پترن تشعشی آنتن در فرکانس 6.5 GHz (الف x-y ب y-z ج x-z)



(ب) (الف)



(ج)

شکل ۱۱: پترن تشعشی آنتن در فرکانس 4.6 GHz (الف x-y ب y-z ج x-z)

سپاسگزاری

نویسندگان از پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات به منظور حمایت مالی قدرانی می نمایند.

مراجع

- [1] M. J. Ammann and Z. N. Chen, "A Wide-Band Shorted Planar Monopole With Bevel," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 51, no. 4, April 2003, pp. 901-903.
- [2] M. J. Ammann, "Control of the Impedance bandwidth of wideband planar antenna using a beveling technique," *Microwave and Optical Technology Letters*, Vol. 30, No. 4, August 2001, pp.229-232.
- [3] S. W. Su, K. L. Wong, and C. L. Tang, "Ultra wideband square planar monopole antenna for IEEE 802.16a operation in the 2-11 GHz band," *Microwave and Optical Technology Letters*, Vol. 42, No. 6, September 2004, pp.463-466.
- [4] S. M. Mazinani and H. R. Hassani, "A Novel Broadband Plate-Loaded Planar Monopole Antenna," *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 8, 2009, pp. 1123-1126.
- [5] E. A. Daviu, M. C. Fabres, M. F. Bataller, and A.V. Nogueira, "Wideband double-fed planar monopole antennas," *Electron. Lett.*, vol. 39, pp. 1635-1636, Nov. 2003.
- [6] K. L. Wong, C. H. Wu, and S. W. Su, "Ultrawide-Band Square Planar Metal-Plate Monopole Antenna With a Trident-Shaped Feeding Strip," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 53, no. 4, pp.1262-1269, Apr. 2005.

۴- نتیجه‌گیری

در این مقاله یک آنتن مونوپل مربعی با تغذیه سه گانه مورد مطالعه قرار گرفت. ابتدا با استفاده از حذف گوشه‌های پائینی آنتن نتیجه‌ی بهتری برای منحنی تلفات بازگشتی به دست آمد. سپس برای این آنتن دو شکاف فرکانسی U شکل به منظور