

NÂNG CAO ĐỘ CÁCH LY CHO ANTEN MIMO HAI BĂNG, BĂNG TẦN MILIMET SỬ DỤNG VẬT LIỆU CÓ CẤU TRÚC DGS/ SMLR

Dương Thị Thanh Tú*, Nguyễn Văn Minh*, Trần Hùng Anh Quân* và Dương Thị Thanh Hiền*

*Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

+Đại học Thủy Lợi

Tóm tắt—Nội dung bài báo đề xuất một cấu trúc anten MIMO hai băng hoạt động tại hai băng tần 28GHz và 60GHz cho truyền thông di động 5G băng tần milimet và IEEE 802.11ad. Sử dụng cấu trúc bức xạ tròn trên vật liệu RO5880 có chiều dày 0.79mm, anten đạt kích thước nhỏ gọn $15.19 \times 10 \text{ mm}^2$ với băng thông khá rộng 5.7% và 10.1% tương ứng với băng tần 28GHz và 60GHz. Bên cạnh đó, anten MIMO đạt độ cách ly rất cao, lên đến 45 dB tại băng tần 28GHz và 67dB tại băng tần 60GHz nhờ sử dụng cấu trúc kết hợp DGS/SMLR đặt giữa hai phần tử bức xạ. Cấu trúc đề xuất này đã làm giảm mạnh ảnh hưởng tương hỗ giữa hai anten với hệ số tương quan đạt tới $3e-010$ tại tần số cộng hưởng 60GHz. Kết quả này có thể coi như triệt bỏ toàn bộ tương hỗ giữa hai phần tử bức xạ đặt cạnh nhau trong anten MIMO.

Từ khóa—MIMO, băng tần milimet, DGS, SMLR.

I. GIỚI THIỆU

Anten MIMO (Multiple Input Multiple Output) hiện được khuyến nghị sử dụng trong phần lớn các chuẩn công nghệ truyền thông vô tuyến tiên tiến gần đây như IEEE 802.11n, ac, ad, LTE-A (Long Term Evolution – Advanced), 5G (Fifth Generation) và là điều kiện tiên quyết cho truyền thông tương lai 6G [1]. Các giải pháp giảm tác động tương hỗ cho anten MIMO đa băng, băng tần GHz đã được khá nhiều nhà khoa học trong và ngoài nước nghiên cứu và đề xuất. Tuy nhiên các giải pháp này tập trung chủ yếu cho anten băng rộng, băng siêu rộng hay đa băng hoạt động ở băng tần dưới 10GHz [2]. Các đề xuất này hoặc tạo ra duy nhất một dải chắn băng rộng/ băng siêu rộng cỡ GHz đến chục GHz [3]-[6] hoặc đa dải chắn nhưng độ rộng mỗi dải chắn chỉ đạt cỡ vài chục MHz đến vài trăm MHz hay hiệu quả giảm tương hỗ không cao [7]-[10]. Tại băng tần milimet, yêu cầu băng thông hoạt động của anten khá rộng, thường cỡ vài GHz, khoảng cách băng tần giữa các tần số hoạt động của anten đa băng cách xa nhau, cỡ chục đến vài chục GHz [11] nên phần lớn các giải pháp giảm tác động tương hỗ mang lại hiệu quả cách ly cao cho anten MIMO trước đây không thể áp dụng. Chính vì thế, nghiên cứu giải pháp giảm tác động tương hỗ cho các thiết

kế anten MIMO hoạt động ở băng tần milimet, đặc biệt trong truyền thông 5G hiện tại và 6G tương lai đang rất được quan tâm [12]-[15].

Daniyal Ali Sehrai và các cộng sự [2020] đã nâng cao độ cách ly trong thiết anten MIMO băng tần milimet của họ bởi kiến trúc phân cực nhằm gia tăng khoảng cách giữa cổng điệm tiếp điện [12] tuy nhiên giải pháp này tương đương như anten băng siêu rộng với độ tương hỗ của hai anten kề nhau chỉ đạt mức tiêu chuẩn. Gia tăng cách khoảng cách giữa các cổng tiếp điện cũng là cách thức được Syeda I _at Naqvi [13] và Md Nazmul Hasan [14] sử dụng. Giống như Daniyal Ali Sehrai và các cộng sự, độ cách ly trong các đề xuất này cũng đạt mức tiêu chuẩn, 20 +30dB cho các phần tử bức xạ đặt kề nhau. Fei Wang và các cộng sự [15] với kiến trúc thiết kế anten độc đáo và không sử dụng bất kỳ cấu trúc giảm tương hỗ nào vẫn mang được độ cách ly khả quan. Tuy nhiên, tại một vài dải tần, độ cách ly giảm xuống dưới 20dB. Việc giảm sâu tương hỗ trên băng tần rộng và khoảng cách lớn giữa các băng lớn trong truyền thông băng tần milimet vẫn là cơ hội và thách thức cho các nhà nghiên cứu.

Trong bài báo này, nhóm tác giả đề xuất giải pháp sử dụng cấu trúc kết hợp DGS/ SMLR (Defected Ground Structure/ Slotted Mender Line Resonator) cho hiệu quả giảm sâu tương hỗ đồng thời trên cả hai trên băng tần rộng với khoảng cách giữa hai băng tần lớn: 28GHz và 60GHz của anten MIMO băng tần milimet. Đặc biệt độ cách ly lên đến 45dB tại tần số 28GHz và 67dB tại tần số 60GHz. Kết quả này không chỉ khó đạt được với các đề xuất anten băng tần milimet mà cả các đề xuất anten băng tần dưới 10GHz trước đây, tạo tiền đề cho các nghiên cứu khác về anten MIMO, anten mảng không chịu tác động tương hỗ.

Tiếp theo, kiến trúc anten hai băng cũng như cấu trúc kết hợp DGS/ SMLR đề xuất sẽ được giới thiệu trong phần II của bài báo. Phần III sẽ phân tích và đánh giá kết quả đạt được trên công cụ mô phỏng đã được thương mại hóa CST (Computer Simulation Technology).

Tác giả liên lạc: Dương Thị Thanh Tú,

Email: tudtt@ptit.edu.vn

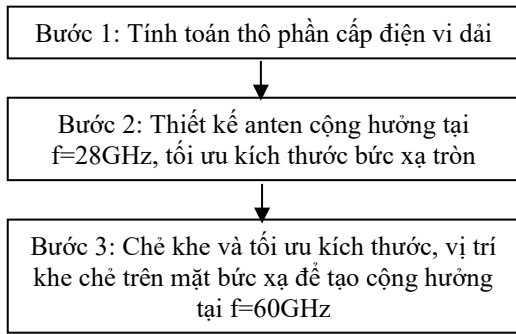
Đến tòa soạn: 2/2021, chỉnh sửa: 3/2021, chấp nhận đăng: 4/2021

II. CẤU TRÚC ANTEN ĐỀ XUẤT

Nội dung phần này sẽ bao gồm hai phần nhỏ: thiết kế antenna đơn hai băng hoạt động tại băng tần milimet và antenna MIMO với cấu trúc giảm tương hỗ DGS/ SMLR.

A. Anten đơn hai băng

Với mục đích tạo antenna băng tần milimet hoạt động tại hai băng 28GHz cho truyền thông di động 5G và 60GHz cho truyền thông IEEE 802.11ad, antenna đề xuất được thiết kế với tiến trình được chỉ ra trong hình 1.



Hình 1. Tiến trình thiết kế antenna đa băng

Anten sử dụng vật liệu RT5880 với hằng số điện môi $\epsilon_r=2.2$, độ tổn hao $\delta=0.0001$ và chiều dày $h=0.79\text{mm}$. Đầu tiên, mạch vi dải được tính toán theo lý thuyết đường truyền vi dải với trở kháng đường truyền được chọn là 50 Ω theo công thức 1 [16]:

$$Z_0 = \frac{120\pi}{\sqrt{\epsilon_{eff}} \ln \left[\frac{W}{h} + 1.393 + \frac{2}{3} \ln \left(\frac{W}{h} + 1.444 \right) \right]} \quad (1)$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Trong đó, ϵ_{eff} là hằng số điện môi hiệu dụng, W là chiều rộng của đường tiếp điện vi dải.

Tiếp theo đó, phần tử bức xạ của antenna được thiết kế với tần số hoạt động trung tâm 28GHz. Để đảm bảo băng thông rộng cho truyền thông di động 5G, nhóm tác giả đã lựa chọn patch bức xạ hình tròn với kích thước được tính toán dựa trên Hàm Bessel bậc n cho antenna có bức xạ tròn kết hợp tối ưu hóa bằng phần mềm CST. Ở chế độ TM_{nm} , tần số cộng hưởng của antenna được xác định theo công thức:

$$f_{nm} = \frac{X_{nm}c}{2\pi a_e \sqrt{\epsilon_r}} \quad (3)$$

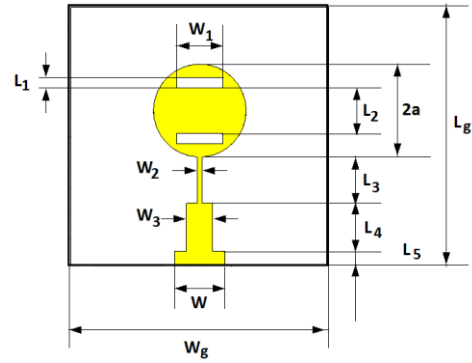
Để antenna đạt kích thước nhỏ nhất, chế độ $n=1, m=1$ được lựa chọn với $X_{11}=1.84118$ [16], c là tốc độ ánh sáng trong không gian tự do, ϵ_r là hằng số điện môi của chất nền, a_e là bán kính hiệu quả của patch tròn được xác định theo:

$$a_e = a \left\{ 1 + \frac{2h}{\pi a \epsilon_r} \left(\ln \frac{\pi a}{2h} + 1.7726 \right) \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Trong đó, a là bán kính patch tròn. Biểu thức này cho kết quả tương đối chính xác với xác suất lỗi nhỏ hơn 2.5% khi $\frac{a}{h} \gg 1$.

Để tạo antenna đa băng, giải pháp chẻ khe trên bề mặt bức xạ được nhóm tác giả sử dụng. Nhằm giảm thiểu thời gian tối ưu và tính toán thô, nhóm tác giả lựa chọn khe chẻ hình

chữ nhật với số lượng khe chẻ, vị trí và kích thước được tối ưu thông qua phần mềm đã được thương mại hóa CST. Thiết kế antenna được thể hiện trên hình 2 với các tham số kích thước tối ưu được chỉ ra trong Bảng 1.



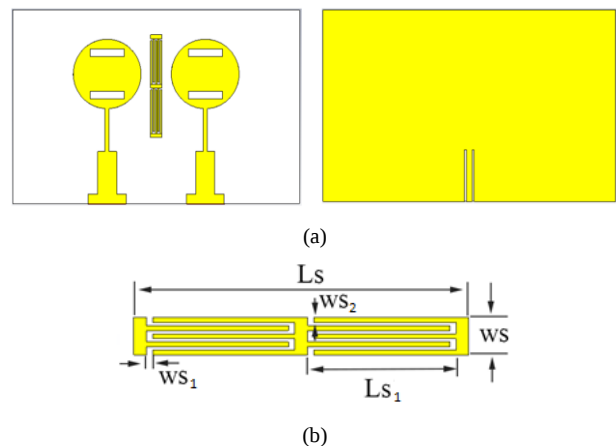
Hình 2. Thiết kế antenna đơn đa băng

Bảng 1. Các tham số thiết kế của antenna đơn đa băng

Tham số	Kích thước (mm)	Tham số	Kích thước (mm)
L_g	10	W_g	10
L_1	0.4	W	1.9
L_2	2.1	W_1	1.8
L_3	2.2	W_2	0.22
L_4	2.2	W_3	1
L_5	0.5	a	3.6

B. Anten MIMO với cấu trúc DGS/SMLR

Anten MIMO được thiết kế bằng cách đặt hai antenna đơn sát cạnh nhau. Tuy nhiên, để đảm bảo đặc tính phân tập cũng như giới hạn về kích thước tổng thể cho antenna trong thiết bị đầu cuối, phần tử bức xạ tròn của antenna buộc sát gần nhau, gây ra ảnh hưởng tương hỗ, làm suy giảm hiệu năng của antenna. Để giải quyết vấn đề này, cấu trúc kết hợp DGS/ SMLR được đặt giữa hai phần tử bức xạ như chỉ ra trong hình 3 với các thông số kích thước được thể hiện trong Bảng 2.



Hình 3. Anten MIMO với cấu trúc giảm tương hỗ (a) Mặt trên và dưới của antenna (b) Cấu trúc SMLR

Bảng 2. Các tham số thiết kế của cấu trúc SMLR

Tham số	L_s	L_{s1}	W_s	W_{s1}	W_{s2}
Kích thước (mm)	5.31	2.25	0.6	0.1	0.08

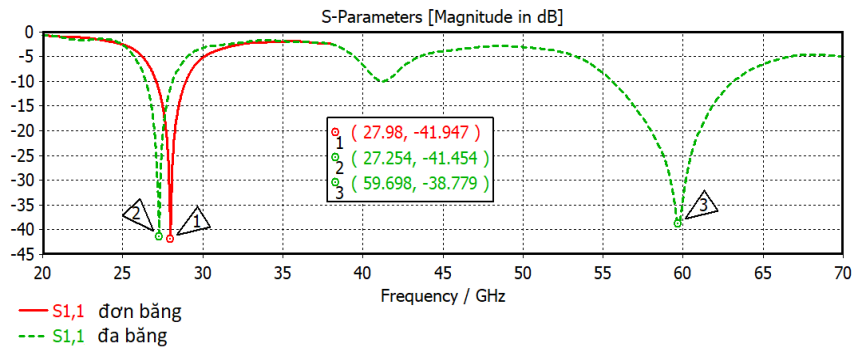
Ở đây, khoảng cách giữa hai Anten đơn tính từ rìa đến rìa nhỏ hơn 0 (không có kháng cách). Khoảng từ điểm tiếp điện đến điểm tiếp điện $d=3.35\text{mm}$, tương đương với 0.5λ tại tần số cộng hưởng 28GHz. Khoảng cách từ rìa bức xạ đến rìa bức xạ $ds=18\text{mm}$, tương ứng với 0.168λ tại tần số cộng hưởng 28GHz. Kích thước tổng thể của Anten là $15.19 \times 10 \times 0.79\text{mm}^3$. Cấu trúc đường uốn khúc có rãnh SMLR (Slotted Mender Line Resonator) là một bộ cộng hưởng điện do sự dao động của các dòng điện được tạo ra trong khe. SMLR được xây dựng bằng cách tạo ra các khiếm khuyết trong cấu trúc vi dải thông thường. Nhờ cấu tạo của các khe gấp nên hệ số sóng chậm qua cấu trúc vi dải gia tăng, do đó làm nhiễu loạn dòng điện chạy qua cấu trúc microstrip. Điều này tạo ra một khoảng chắn dải (stop-band), ngăn chặn dòng điện bề mặt ở tần số cộng hưởng. Cấu trúc này khi được sử dụng như thiết bị độc lập sẽ hoạt động giống như bộ chắn, loại bỏ dải tần có tần số cộng hưởng trung tâm được điều khiển bởi độ dài của rãnh khe. Tuy nhiên, cũng giống như phần lớn các giải pháp trước đây, giải pháp này chỉ có thể giảm sâu ảnh hưởng tương hỗ

trên một băng tần hoạt động và ở mức đáp ứng tiêu chuẩn cho dải tần xung quanh. Để giảm sâu hơn nữa ảnh hưởng tương hỗ cho băng tần thứ hai, nhóm tác giả sử dụng thêm cặp khe chữ DGS trên mặt phẳng đất với kích thước và vị trí được tối ưu trên phần mềm mô phỏng trường điện từ đã thương mại hóa CST.

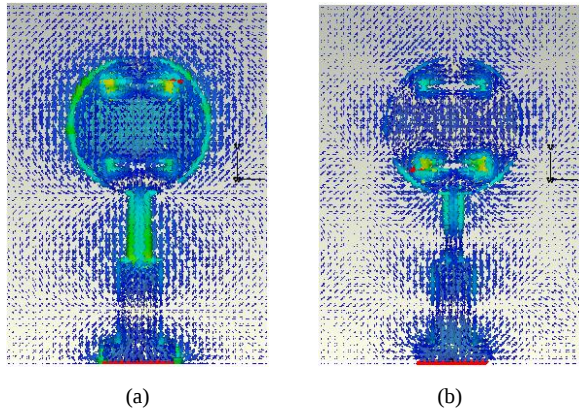
III. ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

A. Anten đơn

Dựa trên phần mềm mô phỏng CST, tham số tán xạ S_{11} của Anten đơn được thể hiện trên hình 4. Có thể thấy, sau khi thêm khe chữ nhật kép trên Anten bức xạ tròn ban đầu, Anten đã chuyển từ đơn băng tại băng tần 28GHz sang đa băng tại hai băng tần 28GHz và 60GHz mà vẫn đảm bảo được độ rộng băng thông 1.79GHz, tương ứng với 6.4% và độ sâu tán xạ dưới -40dB. Tại băng tần 60GHz, Anten đề xuất có băng thông lên đến 7.5GHz, tương ứng với 12.5%. Độ sâu tán xạ xấp xỉ -40dB, khẳng định thiết kế đường tiếp điện tốt, đảm bảo phối hợp trở kháng cho cả hai băng tần.



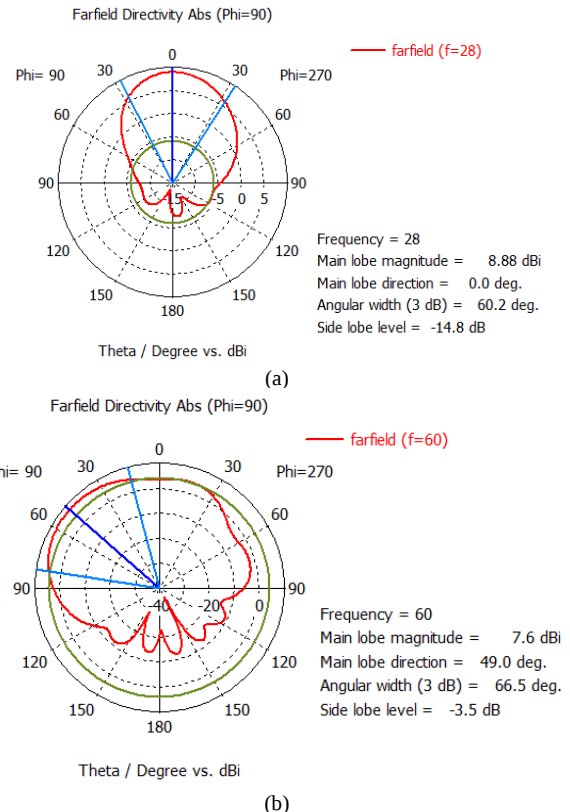
Hình 4. Tham số S_{11} của Anten đơn



Hình 5. Phân bố mật độ dòng điện trên Anten đơn (a) $f=28\text{GHz}$, (b) $f=60\text{GHz}$

Đặc tính đa băng của Anten cũng có thể chứng minh dựa trên phân bố dòng điện mật trên Anten như chỉ ra trong hình 5. Có thể thấy, tại tần số cộng hưởng 28GHz, dòng điện đi từ đường cấp điện vi dải đến phân bố chủ yếu trên vành của patch bức xạ tròn trong khi tại tần số cộng hưởng 60GHz, mật độ dòng điện chỉ tập trung chủ yếu trên hai khe hình chữ nhật.

Bức xạ 2D của Anten tại hai tần số 28GHz và 60GHz được thể hiện trên hình 6. Có thể thấy, Anten có dạng bức xạ có định hướng, độ khuếch đại tương đối tốt, đạt 8.8dBi tại tần số 28GHz và 7.6dB tại tần số 60GHz.

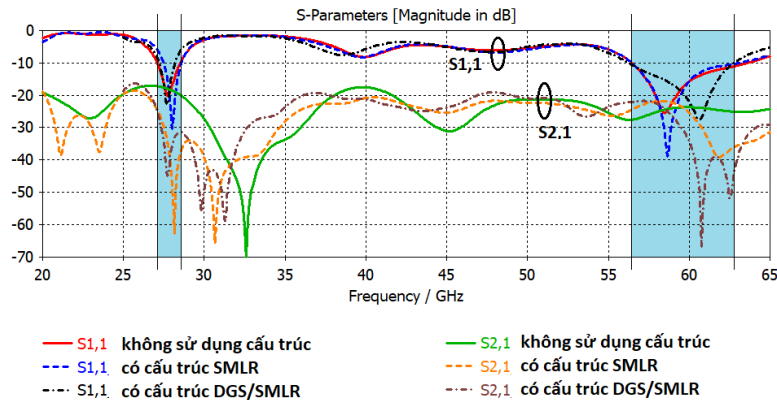


Hình 6. Bức xạ 2D của Anten đơn (a) $f=28\text{GHz}$, (b) $f=60\text{GHz}$

B. Anten MIMO

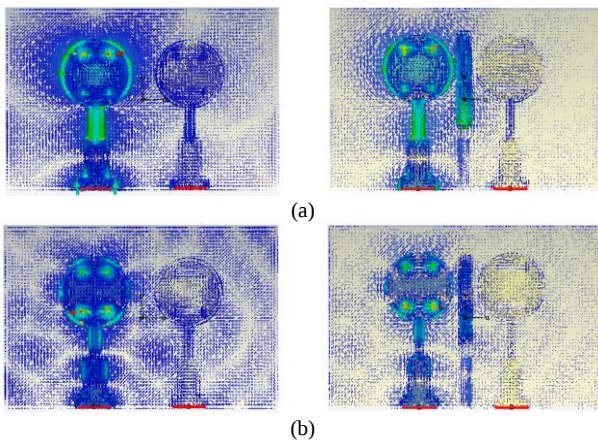
Hình 7 biểu diễn các tham số S của anten MIMO khi không sử dụng cấu trúc decoupling, khi chỉ sử dụng thêm cấu trúc SMLR và khi sử dụng cấu trúc kết hợp DGS/SMLR. Có thể thấy, trong cả ba trường hợp, anten MIMO đều hoạt động ở hai băng 28GHz và 60GHz với băng thông rộng, lần lượt là 1.6GHz, tương ứng 5.5% và 6.1GHz, tương ứng 10.1%. Có thể thấy rõ, khi không sử dụng cấu trúc giảm tương hỗ, phần băng tần 28GHz có độ cách ly nhỏ hơn 20dB trên cả băng tần, không đáp ứng được tiêu chuẩn của một anten MIMO. Khi sử dụng thêm cấu trúc SMLR, tác động tương hỗ của anten MIMO tại

băng 28GHz giảm xuống một cách rõ rệt. Giá trị này giảm đến -62dB tại tần số cộng hưởng trung tâm. Tuy nhiên, tại băng tần 60GHz, vai trò của cấu trúc SMLR gần như không có tác động. Ảnh hưởng tương hỗ ở đây vẫn như trường hợp đầu, với độ cách ly đạt mức tiêu chuẩn, xấp xỉ 20dB tại tần số cộng hưởng trung tâm. Khi sử dụng thêm cấu trúc DGS, ảnh hưởng tương hỗ tại băng tần 60GHz được giảm mạnh rõ rệt, đạt -67dB tại tần số cộng hưởng tâm. Có thể thấy, cấu trúc kết hợp DGS/SMLR đã giảm thiểu gần như hoàn toàn tác động tương hỗ trong anten MIMO hai băng, với độ cách ly cao nhất lên đến 67dB.



Hình 7. Các tham số tán xạ S của anten MIMO

Vai trò giảm thiểu tương hỗ của cấu trúc DGS/SMLR cũng có thể được phân tích trực quan thông qua phân bố mật độ dòng trên anten như chỉ ra trong hình 8.



Hình 8. Phân bố mật độ dòng trên anten MIMO (a)28GHz, (b) 60GHz

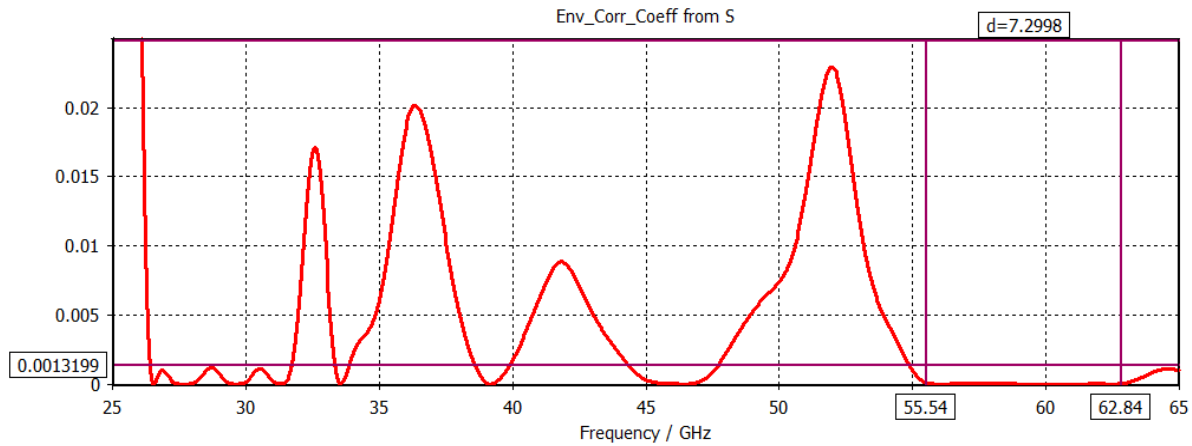
Có thể nhận thấy, tuy hoạt động ở băng tần cao 60GHz nên khoảng cách giữa hai điểm tiếp điện trên anten MIMO cũng như giữa các phần tử bức xạ trong anten khá xa khi tính theo bước sóng hoạt động nên độ cách ly của anten MIMO trong trường hợp không sử dụng cấu trúc ký sinh đạt mức tiêu chuẩn. Tuy nhiên, mật độ dòng tương hỗ trên anten trong băng tần này tuy đã giảm so với băng tần 28GHz nhưng có thể quan sát thấy vẫn còn khá lớn, được

tập trung trên rìa bức xạ tròn cũng như trên hai khe chế. Khi ký sinh thêm cấu trúc DGS/SMLR vào anten MIMO, mật độ dòng tương hỗ giờ đây đã được tập trung trên đồng thời cả hai phần của cấu trúc, giúp giảm thiểu đáng kể mật độ dòng bức xạ sang anten đơn bên cạnh. Đặc biệt, trong trường hợp $f=60\text{GHz}$, có thể quan sát thấy vùng bức xạ trên khe chế của anten không còn xuất hiện mật độ dòng tương hỗ.

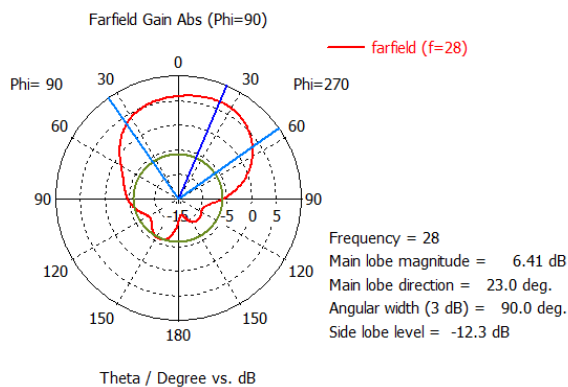
Trong anten MIMO, hệ số tương hỗ, còn có tên gọi là ECC (enveloped correlation coefficient) là một tham số có ý nghĩa để đánh giá tác động tương hỗ trên anten. Tham số này được tính toán dựa trên các tham số tán xạ và giản đồ bức xạ của anten. Đối với một anten hai cổng như đề xuất, giả thiết môi trường truyền sóng là đa hướng và đồng nhất, hệ số tương hỗ (ρ_e) hay gọi tắt là (ρ), có thể được tính theo công thức sau [17]:

$$\rho_e = \frac{|S_{11}^* S_{12} + S_{21}^* S_{22}|^2}{(1 - |S_{11}|^2 - |S_{21}|^2)(1 - |S_{22}|^2 - |S_{12}|^2)} \quad (5)$$

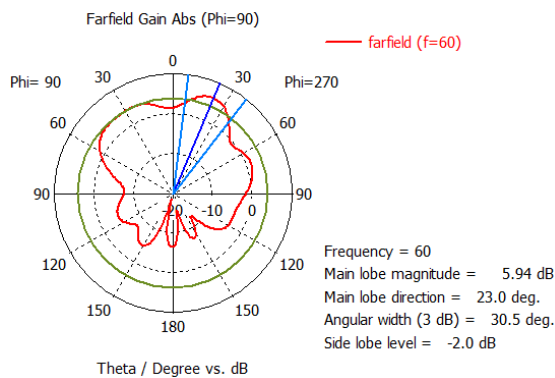
Dựa trên công cụ mô phỏng trường điện từ CST, đường cong tương hỗ của anten MIMO được thể hiện như trong hình 9. Có thể dễ dàng nhận thấy, anten đề xuất có hệ số tương quan vô cùng thấp, dưới 0.00132 trên cả hai băng tần hoạt động. Đặc biệt tại băng tần 60GHz giá trị này coi như bằng 0, với giá trị cụ thể được xác định trên toàn băng là $1e-005$ và giá trị xác định được tại tần số cộng hưởng trung tâm 60GHz là $3e-010$. Điều này có nghĩa, anten MIMO có thể đưa về trường hợp lý tưởng, không chịu tác động tương hỗ của phần tử bức xạ đặt liền kề nó.



Hình 9. Đường cong tương hỗ $|\rho_{12}|$ của Anten MIMO đề xuất



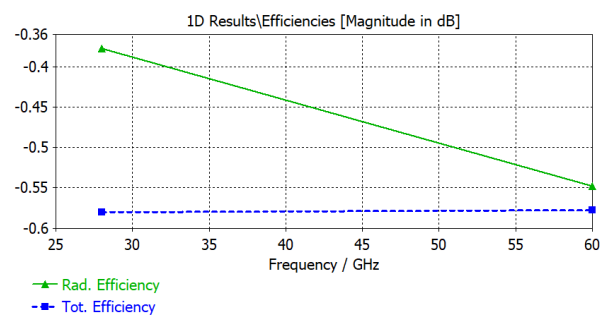
(a)



(b)

Hình 10. Bức xạ 2D của Anten MIMO (a) $f=28\text{GHz}$, (b) $f=60\text{GHz}$

Bên cạnh đó, Anten cũng có bức xạ định hướng, hệ số khuếch đại và hiệu suất bức xạ khá tốt như được chỉ ra trong hình 10 và 11, khẳng định khả năng áp dụng của Anten trong thực tế.



Hình 11. Hiệu suất bức xạ của Anten MIMO

IV. KẾT LUẬN

Với cấu trúc DGS/SMRLR đề xuất, Anten MIMO hai băng, băng tần milimet đạt độ cách ly cao. Tác động tương hỗ giữa các phần tử bức xạ trong Anten MIMO, tiệm cận về 0 với hệ số tương quan đạt giá trị $3e-010$ tại tần số cộng hưởng 60GHz trong khi Anten MIMO có kích thước vô cùng nhỏ, đạt $15.19 \times 10 \times 0.79 \text{mm}^3$ trên vật liệu điện môi RT5880. Đề xuất này không chỉ có ý nghĩa cho Anten MIMO trong thiết bị đầu cuối mà còn có thể áp dụng để phát triển hệ thống Anten lớn (masive MIMO) hay Anten mảng băng tần milimet của truyền thông 5G cũng như 6G trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Yang Zhao, Jun Zhao, Wenchao Zhai, Sumei Sun, Dusit Niyato, and Kwok-Yan Lam, "A Survey of 6G Wireless Communications: Emerging Technologies", Future of Information and Communication Conference (FICC 2021), pp.1-21, 2021.
- [2] Leeladhar malviya, Rajib kumar panigrahi and M. V. Kartikeyan, "MIMO antennas with diversity and mutual coupling reduction techniques: a review", International Journal of Microwave and Wireless Technologies, Tutorial and review paper, vol. 9, issue.8, pp.1763-1780, Nov 2017.
- [3] Oludayo Sokunbi, Hussein Attia, "Highly reduced mutual coupling between wideband patch antenna array using multiresonance EBG structure and defective ground surface", Microwave and Optical Technology Letter, Vol. 62, N0.4, pp.1620-1637, April 2020.
- [4] Rose Bruno, Vanessa P. R., Tadeu N., Leni J.Glaucio L., "Mutual Coupling Reduction in Phased Array Antennas Applying High-Impedance Surface at X Band", Journal of

- Microwaves, Optoelectronics and Electromagnetic Applications, Vol.9, no.1, Mar 2020.
- [5] Jetti, C.R. and Nandanavanam, V.R., "Trident-shape strip loaded dual band-notched UWB MIMO antenna for portable device applications," AEU-International Journal of Electronics and Communications, vol. 83, pp. 11–21, 2018.
 - [6] W. A. E. Ali and A. A. Ibrahim, "A compact double-sided MIMO antenna with an improved isolation for UWB applications," AEU - International Journal of Electronics and Communications, vol. 82, pp. 7–13, Dec. 2017.
 - [7] Jie-Huang Huang, Wen-Jiun Chang, and Christina F. Jou, "Dual-Band MIMO Antenna with High Isolation Application by Using Neutralizing Line," Progress in Electromagnetics Research Letters, Vol. 48, pp.15–19, 2014.
 - [8] Mohammad S. Sharawi, Ahmed B. Numan, Muhammad U. Khan, and Daniel N. Aloï, "A Dual-Element Dual-Band MIMO Antenna System with Enhanced Isolation for Mobile Terminals," IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters (AWPL), vol. 11, pp. 1006-1009, 2012.
 - [9] Mohammad S. Sharawi, Ahmed B. Numan, and Daniel N. Aloï, "Isolation Improvement in a Dual-Band Dual-Element MIMO Antenna System Using Capacitive Loaded Loops," Progress in Electromagnetic Research (PIER), vol.134, pp.247-266, 2013.
 - [10] Alsath, Kanagasabai, and Balasubramanian, "Implementation of slotted meander-line resonators for isolation enhancement in microstrip patch antenna arrays," 2019 IEEE Indian Conference on Antennas and Propagation (InCAP), Dec 2019.
 - [11] Shiwen He1 and Yongming Huang2, "An Introduction on MillimeterWave Communications", Wiley 5G, JohnWiley & Sons Ltd, 2019.
 - [12] Daniyal Ali Sehrai, Mujeeb Abdullah, Ahsan Altaf , Saad Hassan Kiani, Fazal Muhammad, Muhammad Tufail, Muhammad Irfan, Adam Glowacz, and Saifur Rahman, "A Novel High GainWideband MIMO Antenna for 5G MillimeterWave Applications", Electronics 2020, no 9, pp. 1031, June 2020.
 - [13] S.I.Naqvi, Niamat Hussain, Amjad Iqbal, MuhibUr Rahman, Masoud Forsat, Seyed Sajad Mirjavadi and Yasar Amin, "Integrated LTE and Millimeter-Wave 5G MIMO Antenna System for 4G/5GWireless Terminals", Sensors 2020, no 20, pp. 3926, July 2020.
 - [14] Md Nazmul Hasan a, Shahid Bashirb and Son Chuc, "Dual band omnidirectional millimeter wave antenna for 5G communications", Journal of Electromagnetic waves and Applications, 2019.
 - [15] Fei Wang , Zhaoyun Duan , Xin Wang, Qing Zhou, and Yubin Gong, "High Isolation Millimeter-Wave Wideband MIMO Antenna for 5G Communication", International Journal of Antennas and Propagation, Volume 2019, Article ID 4283010, 12 pages, May 2019.
 - [16] Ramesh Grag, Prakash Bhartia, Inder Bahl, Apisak Ittipiboon, "Microstrip Antenna Design Handbook," Artech House Antennas and Propagation Library, 2001.
 - [17] A. Lai, K.M.K.H. Leong, and T.Itoh, "Infinitive Wavelength Resonant Antennas with Monopolar Radiation Pattern Based on Periodic Structures," IEEE Trans. Antennas Propag., vol.55, no.3, pp.868-876, Mar 2007.

MUTUAL COUPLING CANCELATION FOR DUAL-BAND MILLIMETER WAVE MIMO ANTENNA USING COMBINED DGS/SMLR STRUCTURE

Abstract: In this paper, a dual-band MIMO antenna which operates at millimeter band for 5G and IEEE 802.11ad wireless technology is proposed. Based on RT5880 with height of 0.79mm, the total size of antenna get compact size of 15.19 x 10mm². The antenna gets two bands of 5.7% and 10.1% as well as good gain at 28GHz and 60GHz, respectively. Moreover, the mutual coupling decreases significantly for all operating bands by using the proposed DGS/SMLR structure while still achieve high radiation efficiency.

Keywords—MIMO, millimet wave, DGS, SMLR.

THÔNG TIN TÁC GIẢ



Dương Thị Thanh Tú tốt nghiệp đại học, thạc sĩ chuyên ngành Điện tử viễn thông tại trường Đại học Bách Khoa và đại học Quốc gia Hà nội vào năm 1999, 2005. Cô nhận bằng Tiến sĩ vào tháng 4 năm 2019 của Viện Điện tử Viễn thông trường Đại học Bách Khoa. Cô hiện tại là giảng viên chính của Khoa Viễn thông 1, Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông. Hướng nghiên cứu chuyên sâu của cô bao gồm anten và mảng anten, các cấu trúc vật liệu đặc biệt.



Nguyễn Văn Minh hiện là sinh viên ngành Điện tử Truyền thông tại Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông đồng thời là cộng tác viên tại Viện hàng không vũ trụ, thuộc tập đoàn Viễn thông quân đội Viettel. Hướng nghiên cứu chuyên sâu của anh hiện nay tập trung vào anten radar, anten mảng.



Trần Hùng Anh Quân tốt nghiệp đại học ngành Điện tử Truyền thông tại Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông vào tháng 3 năm 2020. Anh hiện là kỹ sư thiết kế anten tại Viện hàng không vũ trụ, thuộc tập đoàn Viễn thông quân đội Viettel.



Dương Thị Thanh Hiền tốt nghiệp đại học và thạc sĩ tại trường đại học Thủy lợi năm 2003 và 2005. Hiện tại, cô là giảng viên trường Đại học Thủy lợi. Một trong các hướng nghiên cứu chuyên sâu hiện nay của cô là các giải pháp thiết kế, các loại hình vật liệu có cấu trúc.