TẠP CHÍ KHOA HỌC ĐẠI HỌC KHÁNH HÒA
tapchikhoahoc@ukh.edu.vn

ĐỀ XUẤT ANTEN DẢI SIÊU RỘNG CHO CÁC THIẾT BỊ CẦM TAY

Lê Trọng Trung, Ngô Thanh Tùng, Vũ Anh Tuấn, Dương Mạnh Thành

Trường sĩ quan Thông tin

Tóm tắt: *Ngày nay, nhằm đáp ứng nhu cầu thông tin tốc độ cao và nâng cao chất lượng trong các hệ thống truyền thông vô tuyến thì hàng loạt các công nghệ đã và đang được phát triển, ứng dụng. Đặc biệt phải kể đến sự kết hợp của truyền thông băng siêu rộng với kỹ thuật MIMO. Trong bài báo này, nhóm nghiên cứu đề xuất một cấu trúc anten băng siêu rộng mới có kích thước 32 mm × 32 mm × 1,6 mm cho các ứng dụng băng thông siêu rộng (UWB). Anten UWB đơn cực dạng tấm hoạt động trong dải tần từ 3,1 GHz đến 10,6 GHz với hệ số sóng đứng điện áp (VSWR) nhỏ hơn 2. Từ đó tính toán các tham số như đồ thị bức xạ, hệ số tăng ích cực đại của anten đề xuất. Thực hiện chế thử, đo kiểm và so sánh các tham số kỹ thuật của anten với kết quả mô phỏng.*

Từ khóa*: anten mạch dải, anten dải siêu rộng, anten UWB.*

1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, truyền thông vô tuyến đã có những bước phát triển nhanh chóng, trong đó có các thiết bị cầm tay với kết cấu ngày càng nhỏ gọn hơn. Để thỏa mãn nhu cầu thu nhỏ các thiết bị, các anten gắn trên các thiết bị cầm tay cũng phải có kích thước nhỏ gọn. Các anten mạch dải sẽ là lựa chọn thích hợp với các yêu cầu thiết kế này. Mặt khác, để truyền tốc độ cao thì việc mở rộng băng thông là một yêu cầu hết sức quan trọng đối với các ứng dụng trong thực tế hiện nay. Do đó, việc giảm kích thước anten đi đôi với việc mở rộng băng thông đã và đang là xu hướng thiết kế anten cho các ứng dụng thực tế hiện nay cũng như trong tương lai. Cũng bởi lý do này, kỹ thuật thiết kế anten UWB có kích thước nhỏ còn hướng tới để kết hợp với kỹ thuật MIMO nhằm nâng cao tốc độ và chất lượng truyền dẫn dữ liệu để thỏa mãn yêu cầu thực tiễn đặt ra.

Trong thời gian gần đây đã có rất nhiều thiết kế anten băng siêu rộng. Các thiết kế có các hình dạng, kích thước và vật liệu khác nhau nhưng đều hướng tới mục tiêu nhỏ, gọn, dễ chế tạo và đảm bảo giá thành thấp. Một số dạng cấu trúc như xẻ khe mặt phẳng bức xạ [1], khoét mặt phẳng bức xạ thành dạng nửa hình tròn [2], cắt các góc khác nhau đối với tấm bức xạ [3], khoét mặt phẳng đất [4], tạo ra từ các anten chấn tử [5], [6], anten phẳng trên mạch in [7], anten phẳng có xẻ khe [8], anten khe [9]. Các phương pháp này đều có thể cho ta những anten dải siêu rộng.

Trước hết ta xem xét một số thiết kế anten dải tần siêu rộng. Thiết kế của nhóm Antoine Diet, Alain Azoulay, Alain Joisel, Bernard Duchene dùng chất điện môi là RT5880 có ε = 2,2 và kích thước 60 × 80 ×1,575 mm^3, anten và mặt phẳng đất bằng đồng với bề dày 70µm [10]. Thiết kế của nhóm Mai A. R. Osman, M. K. A. Rahim, M. Azfar. A.K. Kamardin, F. Zubir and N. A. Samsuri sử dụng chất điện môi với ε = 1,7, kích thước anten 60 × 60 ×1 mm^3, anten và mặt phẳng đất bằng đồng với bề dày 30µm [11]. Thiết kế của nhóm Khalil H. Sayidmarie, Yasser A. Fadhel sử dụng chất điện môi FR4 với ε = 4,3, hệ số tổn hao tanδ = 0,025 và kích thước anten là 46 × 44 × 1,6 mm^3; anten và mặt phẳng đất bằng đồng với bề dày 35µm [12]. Các thiết kế trên điều đạt được các yêu cầu kỹ thuật của các anten dải siêu rộng tuy nhiên kích thước anten vẫn còn lớn, chưa thực sự phù hợp với cấu trúc chung của các thiết bị UWB. Ngoài ra trong các thiết kế [13-16] trên các vật liệu khác nhau và có hình dạng, kích

thước khác nhau song đều cho các anten dải siêu rộng.

Trong bài báo này, tác giả đề xuất một anten dải siêu rộng mới có hình dạng là một hình chữ nhật, đồng thời sử dụng thêm các tấm bức xạ phụ tạo ra đa cộng hưởng phẳng để mở rộng dải thông của anten. Thiết kế anten này không chỉ cho kích thước nhỏ gọn hơn rất nhiều so với các anten đã công bố mà còn có hình dạng đơn giản, dễ chế tạo. Từ cấu trúc anten đề xuất, sử dụng phần mềm mô phỏng HFSS để khảo sát và tính toán các tham số: hệ số sóng đứng, đồ thị bức xạ, hệ số tăng ích cực đại của anten. Trên cơ sở kết quả mô phỏng, tiến hành chế thử và đo kiểm các tham số của anten.

2. Yêu cầu đối với thiết kế anten dải siêu rộng

Từ việc phân tích các mô hình tương đương và nguyên lý chung của anten UWB tiến hành thiết kế anten UWB đơn cực dạng tấm kích thước nhỏ. Phải lựa chọn cấu trúc anten phù hợp để hướng tới thiết kế anten MIMO UWB có cấu trúc tiểu hình và độ tương hỗ nhỏ. Anten UWB lựa chọn phải có cấu trúc hợp lý, kích thước nhỏ gọn, đồng phẳng, phù hợp với cấu trúc chung của thiết bị. Chính vì vậy anten phải đặt trên một tấm điện môi để vừa có tác dụng giảm hệ số sóng đứng điện áp, mở rộng dải thông, vừa có tác dụng nâng đỡ anten, cả phần bức xạ và mặt phản xạ đều có cấu trúc phẳng, đồng thời cũng thuận tiện khi chế tạo dựa trên công nghệ mạch in tại Việt Nam.

Để anten thiết kế vừa đảm bảo yêu cầu về mặt kỹ thuật của một anten UWB nhưng đồng thời phải thuận tiện cho việc gia công chế tạo và giá thành phải hợp lý nên đã lựa chọn vật liệu làm anten và mặt phẳng đất là đồng, chất điện môi là FR4 không phải là vật liệu có chất lượng cao với hệ số tổn hao *tanδ* = 0,02, đây là vật liệu phổ biến tại Việt Nam. Khi ta tiến hành thiết kế trên các vật liệu chất lượng cao hơn sẽ cho các anten có chất lượng tốt hơn. Mục tiêu của thiết kế là đưa ra được một anten UWB chấn tử điện có cấu trúc đơn giản, đồng phẳng, kích thước nhỏ, gọn, hoạt động trong toàn bộ dải tần từ 3,1 GHz đến 10,6 GHz với VSWR ≤ 2.

3. Thiết kế anten dải siêu rộng đơn cực dạng tấm

3.1 Cấu trúc mô hình anten thiết kế

Đối với anten mạch dải hình chữ nhật dải hẹp có công thức tính toán sơ bộ ban đầu kích thước của tấm bức xạ như sau [17]:

Chiều rộng của tấm bức xạ:

$$\mathrm{W} = \frac{c}{2f_0}\sqrt{\frac{2}{\varepsilon_r + 1}} \quad (1)$$

trong đó: f_0 là tần số cộng hưởng của anten;

ε hằng số điện môi của anten.

Chiều dài của tấm bức xạ:

$$L = l_{eff} - 2\Delta l \quad (2)$$

Trong đó:

$$\Delta l = 0,412h\frac{\left(\varepsilon_{eff} + 0,3\right)\left(\frac{\mathrm{W}}{h} + 0,264\right)}{\left(\varepsilon_{eff} - 0,258\right)\left(\frac{\mathrm{W}}{h} + 0,8\right)} \quad 3)$$

Với h là độ dày của tấm điện môi

$$l_{eff} = \frac{c}{2f_0\sqrt{\varepsilon_{eff}}} \quad (4)$$

$$\varepsilon_{eff} = \frac{\varepsilon + 1}{2} + \frac{\varepsilon - 1}{2}\left[1 + \frac{10h}{\mathrm{W}}\right]^{-\frac{1}{2}} \quad (5)$$

Đây là các tham số cơ bản của tấm bức xạ của anten mạch dải trong trường hợp là anten dải hẹp. Đối với anten UWB thì kích thước phải thay đổi, cụ thể là ta phải kích thước anten, do vậy tham số này chỉ là cơ sở để thực hiện thiết kế ban đầu và cần phải điều chỉnh kích thước để đạt được các tham số kỹ thuật theo yêu cầu đặt ra, đặc biệt là về dải tần công tác của anten UWB.

Thay số với hằng số điện môi ε = 4,4 và tần số f_0 = 7 GHz, độ dày tấm điện môi h = 1,6 mm, ta có chiều dài tấm bức xạ l_1 = 11,5 mm và chiều rộng tấm bức xạ w_3 = 13,4 mm. Đây là kích thước sơ bộ ban đầu đối với anten mạch dải băng hẹp. Trong anten mạch dải, nếu chiều rộng của tấm bức xạ lớn hơn thì dải tần sẽ tăng do tăng trường phát xạ và hệ số khuếch đại cũng tăng do tăng diện tích khe phát xạ… Vì vậy đối với anten UWB, cần tăng chiều rộng của tấm bức xạ để đạt được độ rộng dải tần. Khi tăng chiều rộng của tấm bức xạ thì chiều dài của tấm bức xạ cũng tăng theo. Thực hiện chọn điều chỉnh kích thước với tần số thấp f = 3,1 GHz ta có được kích thước l_1 = 13,4 mm và chiều rộng tấm bức xạ w_3 = 14 mm. Việc tính độ rộng mạch dải tiếp

điện của anten w_1 căn cứ vào công thức tính trở kháng của mạch dải 0, 0:

$$Z_0 = \frac{87}{\sqrt{\varepsilon + 1,41}} \ln\left(\frac{5,98h}{0,8w_1 + t}\right) \quad (6)$$

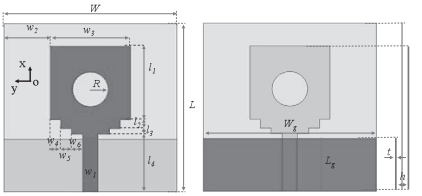
trong đó: Z_0 là trở kháng của đường truyền, chọn $Z_0 = 50\Omega$

ε là hằng số điện môi;

h là độ dày của tấm điện môi;

t là độ dày của lớp đồng.

Ta tính được độ rộng của đường truyền mạch dải $w_1 \approx 3$mm.



a) b) c)

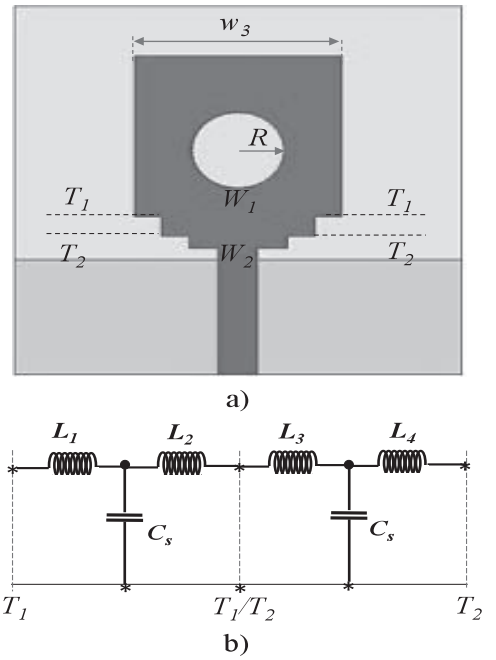
Hình 1. Cấu trúc của anten.
a) Mặt trên, b) Mặt dưới, (c) Mặt bên.

Bảng 1. Tham số kích thước của anten (mm).

Tham số	Giá trị	Tham số	Giá trị	Tham số	Giá trị
L	32	R	3,3	w_6	2
W	32	w_1	3	l_1	14
L_g	10	w_2	8,8	l_2	2
W_g	32	w_3	14,4	l_3	1
h	1,6	w_4	1,7	l_4	11
t	0,035	w_5	2		

Anten ban đầu tính toán thiết kế theo công thức băng hẹp ta có kết quả sơ bộ của tấm bức xạ. Để giảm tần số cộng hưởng của anten bằng cách tăng chiều rộng và chiều dài của tấm bức xạ có kích thước: 13,4mm × 14 mm lúc này ta xác định được tần số cộng hưởng của tấm bức xạ là $f_1 = 3,6$ GHz và hài bậc hai là $f_2 = 2f_1 \approx 7,1$ GHz. Tần số $f_3 = 8,6$ GHz là tần số cộng hưởng của mặt phẳng đất. Dải tần công tác chưa đảm bảo, sử dụng đa cộng hưởng phẳng kết hợp với phối hợp trở kháng để mở rộng dải tần cộng tác. Sử dụng hai tấm phụ bức xạ phụ có chiều dài $W_1 = 11$ mm khi đó tạo ra tần số cộng hưởng tại $f_4 = 10,5$ GHz và tấm có chiều dài $W_2 = 7$ mm ứng với tần số cộng hưởng $f_5 = 11,5$ GHz. Sự thay đổi phân bố điện trường và từ trường dẫn đến sự thay đổi điện dung và điện cảm tương đương.

Như vậy sự gián đoạn trong cấu trúc anten cho ta sơ đồ mạch như Hình 2:



Hình 2. Cấu trúc anten: a) Cấu trúc hai bước;
b) mạch tương đương.

Các giá trị được tính [20]:

$$C_s = 0,00137\frac{\sqrt{\varepsilon_{re}}}{Z_{om1}}\left(1 - \frac{W_2}{W_1}\right)h\left[\frac{\varepsilon_{re1} + 0,3}{\varepsilon_{re1} - 0,258}\right]\left[\frac{\frac{W_1}{h} + 0,264}{\frac{W_1}{h} + 0,8}\right](pF) \quad (7)$$

$$L_1 = \frac{L_{w1}}{L_{w1} + L_{w2}}L_s \text{ và } L_2 = \frac{L_{w2}}{L_{w1} + L_{w2}}L_s .$$

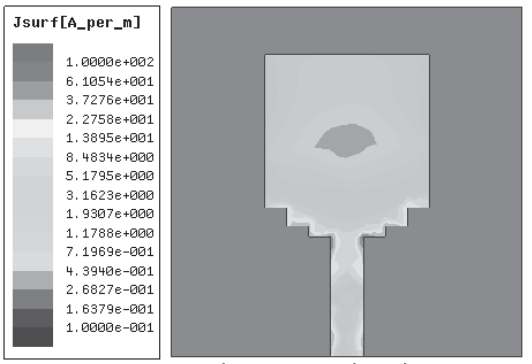
L_{w1}, L_{w2} là giá trị điện cảm tính trên một đơn vị dài ứng với các độ rộng của mạch dải tương ứng.

$$L_{wi} = \frac{z_{om}\sqrt{\varepsilon_{re}}}{c} \quad (H/m) \quad . \text{ Với } \frac{W}{h} \succ 2$$

ta có

$$L_s = 0,000987h\left(1 - \frac{z_{om1}}{z_{om2}}\sqrt{\frac{\varepsilon_{re1}}{\varepsilon_{re2}}}\right)^2 (nH) \quad (8)$$

Với z_{om} là trở kháng đặc tính của đường truyền; ε_{re} là hằng số điện môi hiệu dụng, h là độ dày của tấm điện môi tính bằng micrometer



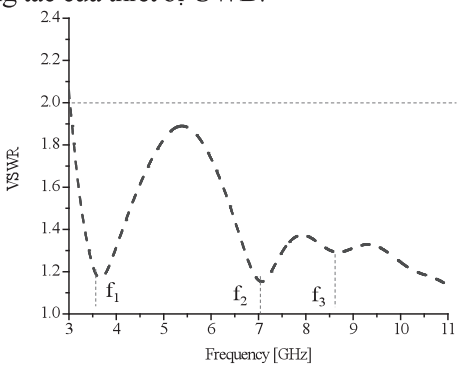
Hình 3. Phân bố dòng tại tần số 7 GHz

Tiến hành mô phỏng ta thu được thị phân bố dòng của anten như hình 3, ta nhận thấy tại tâm của anten có biên độ dòng nhỏ do vậy có thể cắt phần tâm của tấm bức xạ mà không làm ảnh hưởng nhiều tới sự hoạt động của anten. Việc thực hiện khoét cắt tấm bức xạ thì chiều đi của dòng cao tần kích thích cho anten sẽ dài hơn, điều này tương đương với tăng giá trị cuộn cảm nối tiếp của anten nên sẽ góp phần giảm nhỏ kích thước của anten. Mặt khác, khi khoét tròn có kích thước R = 3,3 mm sẽ cho tần số cộng hưởng tại tần số f_6 = 16 GHz. Tần số này nằm ngoài dải tần khảo sát từ 3 GHz đến 11GHz, tuy nhiên cũng góp phần vào phối hợp trở kháng cho anten tốt hơn nên làm hệ số VSWR giảm xuống.

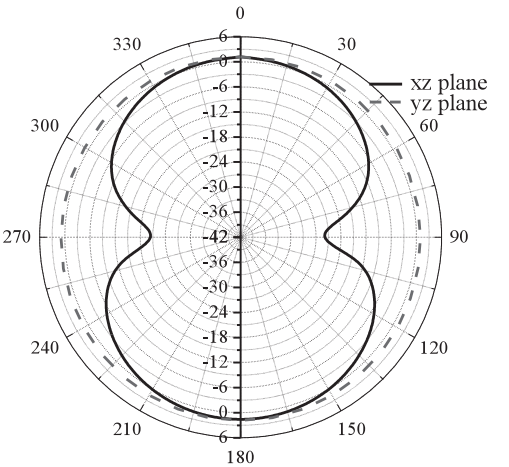
3.2 Kết quả mô phỏng các tham số của anten

Từ cấu trúc anten trên Hình 1, sử dụng phần mềm mô phỏng Ansoft HFSS để tính toán và khảo sát các tham số của anten trong dải tần số từ 3,0 GHz đến 11,0 GHz.

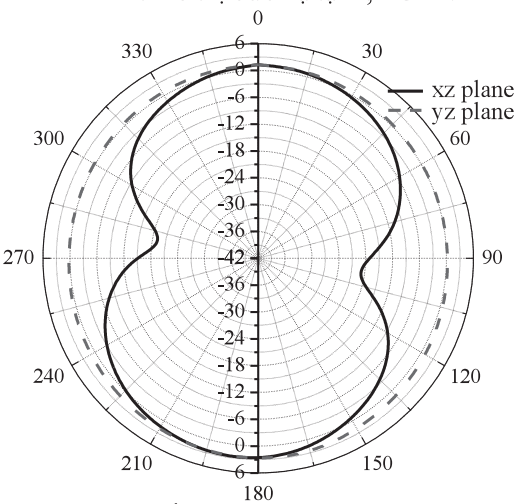
Kết quả mô phỏng có hệ số sóng đứng điện áp của anten đề xuất được biểu diễn như trên Hình 4. Từ Hình 4, hệ số sóng đứng điện áp của anten đạt được nhỏ hơn 2 trong khoảng tần số từ 3,0 GHz đến 11,0 GHz. Như vậy, anten có dải tần công tác của thiết bị UWB.



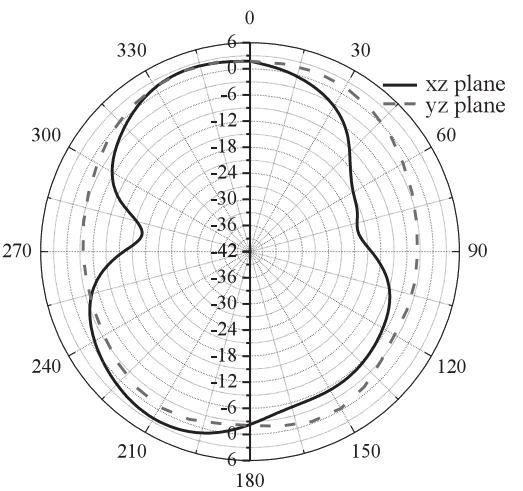
Hình 3. Kết quả mô phỏng VSWR.



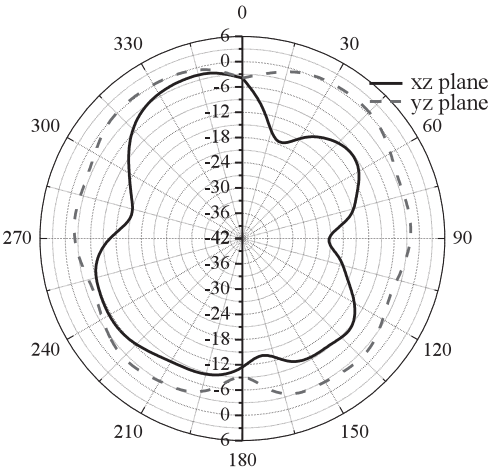
Hình 4. Đồ thị bức xạ tại 3,1 GHz.



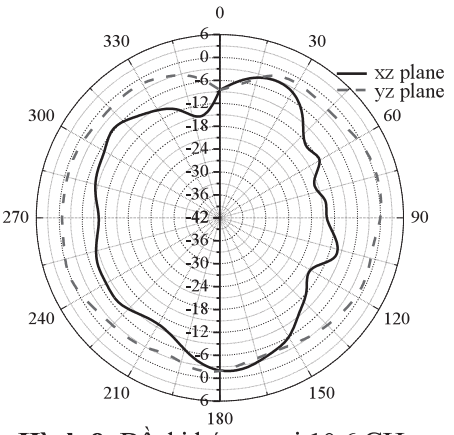
Hình 5. Đồ thị bức xạ tại 5,0 GHz.



Hình 6. Đồ thị bức xạ tại 7,0 GHz.



Hình 7. Đồ thị bức xạ tại 9,0 GHz.

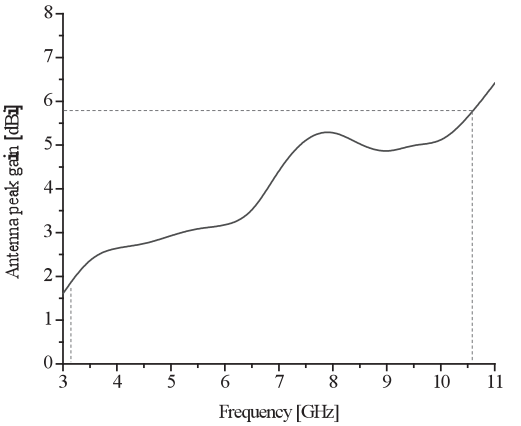


Hình 8. Đồ thị bức xạ tại 10,6 GHz.

Vì dải tần số sử dụng cho thiết bị UWB rộng, do vậy phải khảo sát đồ thị bức xạ của anten tại những tần số khác nhau trong cả dải tần. Đồ thì bức xạ của anten đề xuất được biểu diễn như từ Hình 5 đến **Error! Reference source not found.** 9 ứng với các tần số 3,1 GHz; 5,0 GHz; 7,0 GHz; 9,0 GHz và 10,6 GHz. Trong đó, nét liền là đồ thị bức xạ trong mặt phẳng xoz, nét đứt là đồ thị bức xạ trong mặt phẳng yoz.

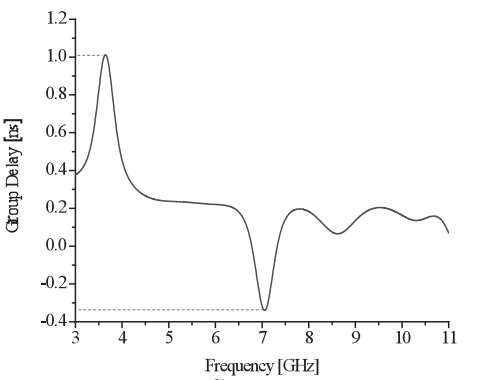
Với kết quả từ Hình 5 đến **Error! Reference source not found.** 9, đồ thị bức xạ của anten tại các tần số thấp bức xạ đẳng hướng, tại các tần số cao đồ thị bức xạ của anten có sự thay đổi, tuy nhiên vẫn đảm bảo yêu cầu đặt ra đối với anten UWB.

Tổng hợp các giá trị hệ số tăng ích cực đại tại các tần số của anten trong cả dải tần khảo sát và được biểu diễn như trên Hình 10. Hệ số tăng ích cực đại của anten tại các tần số thấp thì nhỏ và tăng dần theo tần số, đạt giá trị nhỏ nhất 1,8 dBi tại tần số 3,1 GHz và lớn nhất 6,8 dBi tại tần số 10,6 GHz. Trong dải tần từ 3,1 GHz đến 10,6 GHz hệ số tăng ích cực đại vẫn đảm bảo lớn hơn 1,8 dBi.



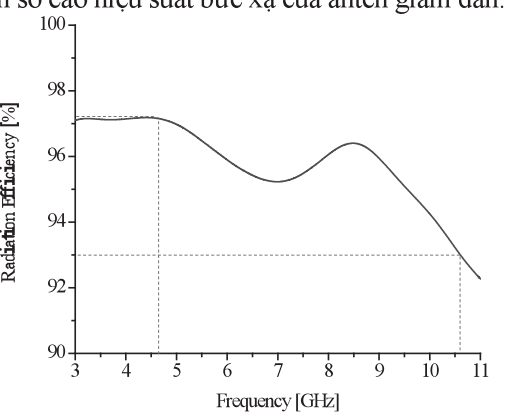
Hình 9. Hệ số tăng ích cực đại của anten.

Hình 11 biểu diễn độ trễ nhóm của anten thiết kế. Từ Hình 11 ta có độ trễ nhóm của anten thiết kế có giá trị khá nhỏ, luôn bé hơn 1 ns, đảm bảo yêu cầu đặt ra bằng cỡ độ rộng của xung tín hiệu, độ trễ nhóm không đồng đều trong toàn dải tần mà phụ thuộc vào tần số.



Hình 10. Độ trễ nhóm của anten.

Hình 12 biểu diễn hiệu suất bức xạ của anten. Hiệu suất bức xạ của anten khá lớn, đạt được trong khoảng từ 93% đến 97,2%. Tuy nhiên hiệu suất bức xạ không đồng đều trong cả dải tần, khi tần số cao hiệu suất bức xạ của anten giảm dần.

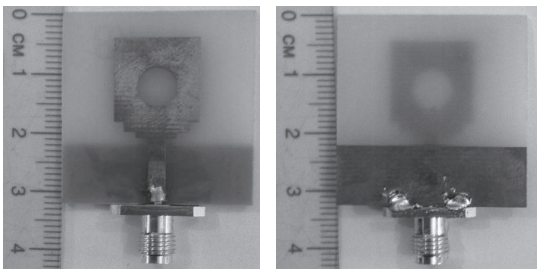


Hình 11. Hiệu suất bức xạ của anten

Anten UWB đề xuất có băng thông bao trùm cả dải tần từ 3,1 GHz đến 10,6 GHz, kích thước là 32 × 32 × 1,6 mm^3. Anten này đáp ứng được các yêu cầu đặt ra khi ứng dụng trong các thiết bị cầm tay sử dụng công nghệ UWB. Mặt khác anten có cấu trúc đồng phẳng, đơn giản, nhỏ gọn, dễ chế tạo, do vậy anten này là cơ sở để thiết kế các anten MIMO UWB có cấu trúc tiểu hình và độ tương hỗ nhỏ.

4. Chế thử và đo kiểm anten

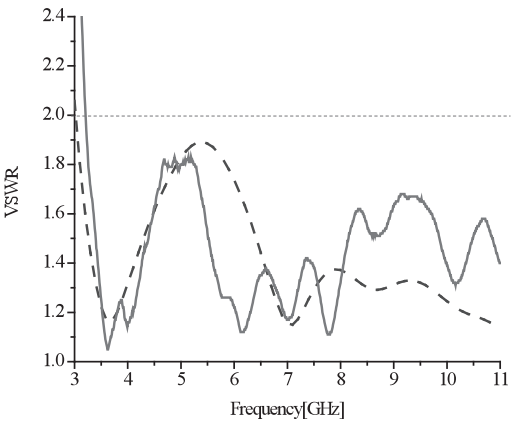
Từ kết quả tính toán qua mô phỏng, tiến hành chế thử anten UWB đề xuất. Anten UWB sau khi chế thử như ở Hình 13.



a) b)

Hình 12. Anten chế thử: a) Mặt trên; b) Mặt dưới.

Với anten UWB chế thử, tiến hành đo kiểm tham số cơ bản VSWR của anten. Kết quả đo hệ số sóng đứng điện áp được so sánh với kết mô phỏng như trên Hình 14. Từ Hình 14 ta có VSWR của anten có dạng như mô phỏng và đảm bảo nhỏ hơn 2 trong cả dải tần công tác, đáp ứng yêu cầu đặt ra đối với anten UWB. Ở khu vực tần số cao ảnh hưởng của sự thay đổi hằng số điện môi theo tần số, chế tạo và hàn nối nên kết quả đo kiểm có sự thay đổi so với kết quả mô phỏng, anten làm việc từ 3,2 GHz đến 11 GHz vì có hệ số VSWR < 2



Hình 13. So sánh hệ số sóng đứng điện áp của anten.

5. Kết luận

Nội dung cơ bản của bài báo là đã đề xuất một thiết kế anten UWB mới và đã đạt được một số kết quả cụ thể là: cấu trúc đơn giản, nhỏ, gọn, đồng phẳng, sử dụng các vật liệu phổ biến, nên thuận tiện cho chế tạo theo công nghệ mạch in và làm giảm giá thành. Anten có VSWR ≤ 2 từ 3,0 GHz, bao trùm toàn bộ dải tần của thiết bị UWB. Mặc dù với dải tần siêu rộng nhưng đồ thị bức xạ trong toàn bộ dải tần đảm bảo tính bức xạ gần như đẳng hướng theo đúng yêu cầu đặt ra đối với anten sử dụng cho thiết bị UWB. Hệ số tăng ích cực đại mà anten đạt được trong cả dải tần sử dụng cho UWB trong khoảng từ 1,8 dBi đến 6,8 dBi. Kết quả đo kiểm và mô phỏng về VSWR rất tương đồng với kết quả mô phỏng và đáp ứng yêu cầu kỹ thuật đặt ra đối với một anten UWB.

Để rõ hơn ta tiến hành so sánh anten UWB đề xuất với một số công trình nghiên cứu về anten UWB công bố gần đây về kích thước, dải tần công tác của anten trong điều kiện VSWR ≤ 2 và vật liệu chất điện môi như trong Bảng 2.

Từ bảng so sánh trên ta thấy anten UWB đề xuất có ưu điểm hơn hẳn so với anten UWB đề xuất trong các công trình trên, đặc biệt là kích thước nhỏ khá nhiều so với các anten trong các công trình nghiên cứu này bởi vì anten làm cùng vật liệu FR4 với cùng tham số [17] nhưng do cấu trúc tối ưu. Chính vì vậy anten UWB đề xuất là cơ sở để tiến hành thiết kế anten MIMO UWB có cấu trúc tiểu hình và độ tương hỗ nhỏ sử dụng cho các thiết bị băng thông siêu rộng cầm tay trong tương lai.

Bảng 2. So sánh anten đề xuất với các công trình đã công bố.

Công trình	Kích thước (mm^3)	Dải tần (GHz)	Vật Liệu
Error! Reference source not found.	60 × 80 ×1,575	3,1÷10,6 GHz	RT5880 có ε = 2,2
Error! Reference source not	60 × 60 ×1	3,1÷10,6 GHz	ε = 1,7

found.			
Error! Reference source not found.	46 × 44 × 1,6	3,1÷10,6 GHz	FR4; ε = 4,3;tanδ = 0,025
0	60 × 45 × 1,6	3,1÷10,6 GHz	FR4; ε = 4,3;tanδ = 0,02
0	44 × 44 ×1,6	3,0÷10,6 GHz	FR4; ε = 4,4;tanδ = 0,02
0	60 × 70 × 0,79	3,1÷10,6 GHz	RT5880; ε = 2,33; tanδ = 0,0009
0	36 × 68 ×0,8	3,1÷10,6 GHz	ε = 4,5; tanδ = 0,0197
Error! Reference source not found.	130 × 130 × 1,6	3,1÷10,6 GHz	FR4; ε = 4,4;tanδ = 0,02
Anten đề xuất	32 × 32 × 1,6	3,0÷11,0 GHz	FR4; ε = 4,4;tanδ = 0,02

Tài liệu tham khảo

1. T. A. Rahman, "*Reconfigurable ultra wideband antenna and development for wireless communication*," Research Project Vot No 79028, Wireless Communication Centre Faculty of Electrical Engineering University Teknology Malaysia, 2008.

2. M. E. Bialkowsk and A. M. Abbosh, "*Design of UWB Planar Antenna With Improved Cut-Off at the Out-of-Band Frequencies*," IEEE Antennas and Wireless Propagation Lettrers, vol.7, no.4, pp. 408-401, April 2008.

3. R. Eshtiaghi, J. Nourinia and C. Ghobadi, *"Electromanatically Coupled Band Notched Elleptcal monopole antennas for UWB application,"* IEEE Trans. on Antennas and Propagation, vol.58, no.4, pp. 1397-1402, April 2010.

4. Z. A. Zheng, Q. X. Chu and Z. H. Tu, "*Compact Band-Rejected Ultrawideband slot antennas inserting with λ/2 and λ/4 resonation,"* IEEE Trans. on Antennas and propagation, vol.52, no.2, pp.390- 397, Feb. 2011.

5. L. D. Thanh, Y. Karasawa, "*A novel compact Ultra-Wideband Dipole Antenna,"* EUCAP 2012, pp.2815-2818, March 2012.

6. X. N. Low, Z. N. Chen, and S. P. See Terence, "*A UWB Dipole Antenna With Enhanced Impedance and Gain Performance,"* IEEE Trans. on Antenna and Propagation, vol.57, no.10, pp. 2959-2966, Oct. 2009.

7. Z. N. Chen, S. P. See Terence, and X. Qing, "*Small Printed Ultrawideband Antenna With Reduced Ground Plane Effect,"* IEEE Trans. on Antenna and Propagation, vol.55, no.2, pp.383-388, Feb. 2007.

8. L. X. Li, S. S. Zhong, and M. H. Chen, "*Compact Band-notched Ultra-Wideband Antenna Using Defected Ground Structure,"* Microwave and Optical Tech. Letters, vol. 52, no. 5, pp.286-289, Feb. 2010.

9. M. Gopikrishna, D. D. Krishna, C. K. Aanandan, P. Mohanan, and K. Vasudevan, "*Compact Linear Tapered slot antenna for UWB applications,"* Electronics letters, 25th, vol.44, no.20, pp.1-2, Sept. 2008.

10. A. Diet, A. Azoulay, A. Joisel, and B. Duchene, "*A UWB micro-strip antenna design and simulation,"* Proceedings of the 36th European Microwave Conference, Manchester UK, pp.194-197, Sept 2006.

11. M. A. R. Osman, M. K. A. Rahim, M. Azfar, A. K. Kamardin, F. Zubir, and N. A. Samsuri, "*Design and Analysis UWB Wearable Textile Antenna,"* Proceedings of the 5th European Conference and Propagation (EUCAP), Rome, Italy, pp.530-533, 11-15 April 2011.

12. K. H. Sayidmarie, Y. A. Fadhel, "*Design Aspects of UWB Printed Elliptical Monopole Antenna with Impedance Matching*," Loughborough Antennas & Propagation Conference, Loughborough, UK, 12-13 Nov 2012.

13. V. N. L. Kumar, M. Satyanarayana, B. Pavan, K. V. Kumar, and A. V. Krishna, *"Design of printed rectangular monopole*

antennas for UWB applications," Proc. 2012 International Conference on Radar, Communication and Computing, SKP Engineering College, Tiruvannamalai, TN, India, pp.315-318. Dec. 2012.
14. H. D. Chen, *"Broadband CPW-fed square slot antennas with a widened tuning stub,"* IEEE Transactions on Antenna and Propagation, vol.51, no.8, pp.1982-1986, Aug. 2003.
15. E. G. Lim, Z. Wang, C. U. Lei, Y. Wang, and K. L. Man, *"Ultra wideband antennas-past and present,"* IAENG International Journal of Computer Science, vol.37, no.3, pp.435-438, Aug. 2010.
16. N. Fortino, J. Y. Dauvignac, G. Kossiavas, and R. Staraj, *"Design optimization of UWB printed antenna for ominidirectional pulse radiation,"* IEEE Transactions on Antenna and Propagation, vol.56, no.7, pp.1875-1881, July 2008.
17. N. N. Bao, and V. V. Yem, *"Design and simulation of an ultra wideband antenna with a loadedel ectromagnetic band gap,"* Proc. International Conferenceon Advanced Technologiesfor Communications, Hai Phong, Vietnam, pp. 104-108, Oct.2009.
18. A. Y. Modi, N. Pisharody, and J. Mehta, *"A novel design of directive ultra wide band (UWB) triangular sheet antenna,"* 2013 International Conference on Communication Systems and Network Technologies, pp.30-32.
19. H. A. Wheeler, *"The radian sphere around a small antenna,"* Proc. IRE, pp.1325-1331, Aug. 1959.
20. R. Gar, P. Bhartia, I. Bahl, A. Ittipiboon, *Microstrip antenna design handbook,* Artech House, Boston, London, UK, 2001.

UN ULTRA-WIDEBAND ANTENNA SUGGESTION FOR HANDHELD DEVICES

Le Trong Trung, Ngo Thanh Tung, Vu Anh Tuan, Duong Manh Thanh

Air Force Officers College

Abstract: *Recent years, a variety of technologies have been developed and applied in order to meet the requirement of high-speed information and improve the quality of radio communication systems. In particular, the combination of ultra-wideband communication with MIMO technology must be mentioned. In this paper, a new ultra-wideband antenna structure with dimensions of 32 mm × 32 mm × 1.6 mm for ultra-wideband (UWB) applications is proposed. The plate-type monopole UWB antenna operates in the frequency range from 3.1 GHz to 10.6 GHz with a voltage standing wave factor (VSWR) less than 2. From that structure, parameters such as radiation pattern, maximum gain of proposed antenna are calculated. The prototypes of this antenna were also built and went under testing to compare its specifications with simulation results.*

Keywords: *microstrip antenna, ultra-wideband (UWB) antenna*