

PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ CÁC KỸ THUẬT giảm nhỏ kích thước, tăng độ rộng băng thông cho anten trong thiết bị đầu cuối di động

Dương Thị Thanh Tú, Nguyễn Thị Bích Phượng,
Nguyễn Quang Huy, Đỗ Thị Thu Thủy

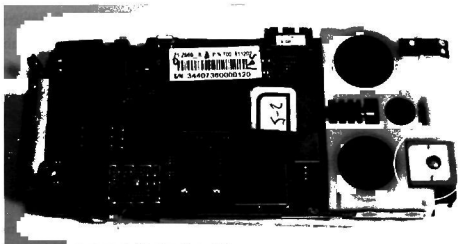
Nội dung của bài báo phân tích một số kỹ thuật hiện đang thu hút sự quan tâm của rất nhiều các nhà nghiên cứu, khoa học trong và ngoài nước nhằm thu nhỏ kích thước của anten cũng như tăng độ rộng băng thông trong các thiết bị đầu cuối di động, đồng thời qua đó đưa ra đánh giá và khả năng áp dụng các kỹ thuật này trong truyền thông vô tuyến thế hệ mới.

GIỚI THIỆU CHUNG

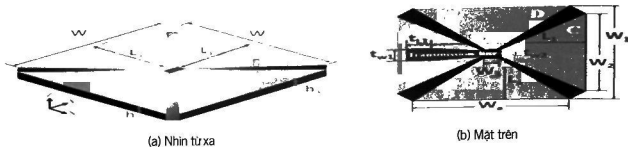
Ngày nay, anten vi dải thường được sử dụng trong hầu hết các đầu cuối di động hiện đại bởi cấu hình có thể thiết kế được trên board mạch thiết bị, chi phí thấp và dễ sản xuất. Tuy nhiên, băng thông thấp là một thách thức lớn đối với loại hình anten này. Vì vậy tăng băng thông với các kỹ thuật khác nhau là một xu thế nghiên cứu tất yếu trong khi vẫn phải đảm bảo kích thước của anten nhỏ gọn để phù hợp với các ứng

dung đầu cuối di động. Chính vì lý do này mà nhiều nghiên cứu về vấn đề này đã, đang và vẫn sẽ được thực hiện khắp nơi trên thế giới.

Hiện nay, yêu cầu băng thông cho các ứng dụng đối với hệ thống thông tin di động GSM (890-960MHz) là khoảng 7,6%, cho một hệ thống truyền thông kỹ thuật số DCS (1.710 - 1.880 MHz) là 9,5%, cho hệ thống thông tin liên lạc cá nhân PCS (1850 - 1.990 MHz) là 7,5%, cho hệ thống viễn thông di động toàn cầu UMTS (1.920 - 2.170 MHz) là 12,2% và tiếp tục gia tăng cho các hệ thống truyền thông tiên tiến. [1]



Hình 1: Thiết bị điện thoại di động với anten vi dải cho ứng dụng GPS được đặt ở rìa của board mạch.



Hình 2: Anten hình nơ với bốn miếng patches khuyết hình thang.

Để đạt được những yêu cầu về băng thông, nhiều kĩ thuật đã được sử dụng. Nội dung tiếp theo sẽ phân tích một số kỹ thuật được nghiên cứu trong thời gian gần đây với khả năng mở rộng đáng kể băng thông hoạt động đồng thời giảm nhỏ được kích thước anten so với lý thuyết, được nhiều nhà nghiên cứu, khoa học áp dụng trong thiết kế anten của họ. Đó là kỹ thuật: miếng patch khuyết, xếp chồng patch khuyết, chèn khe trên miếng patch và chèn khe trên mặt phẳng đất.

KỸ THUẬT GIẢM NHỎ KÍCH THƯỚC, TĂNG ĐỘ RỘNG BĂNG THÔNG CỦA ANTEN

1. Kỹ thuật miếng patch khuyết

Kỹ thuật này sử dụng miếng patch thiếu một phần. Mạch thiếu này có thể được hoán chỉnh bằng cách bóc một dải đồng quanh cạnh của anten hay có thể tạo bởi phần tử ngắn mạch, nối từ miếng patch xuyên qua lớp điện môi đến mặt phẳng đất.

Sử dụng kỹ thuật này trên anten GPS hoạt động ở tần số 1,575 GHz [1] cho kích cỡ giảm 24,6% so với anten vi dải thông thường. Thiết kế khác cho điện thoại IMT 2000 với phần tử ngắn mạch đơn đạt băng thông 17,8% (1,862 – 2,225 GHz) trong khi kích thước anten nhỏ gọn phù hợp với điện thoại [1].

Gần đây, với thiết kế anten hình nơ sử dụng kỹ thuật miếng patch khuyết (Hình 2), Hau Wah Lai đã tạo ra anten có kích thước giảm 9,84% ($39 \times 39 \times 3.92 \text{ mm}^3$) và tăng băng thông từ 11,94% đến 14,28% so với anten khi không có cấu trúc miếng

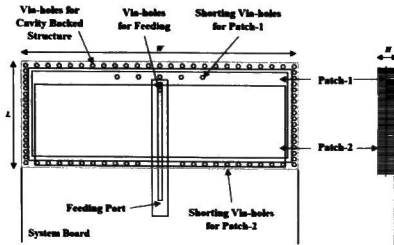
patch khuyết. [2]

Anten hình nơ này sử dụng bốn miếng patch khuyết hình thang (tương ứng bốn vị trí A,B,C,D) và một đường truyền thon nhỏ dẫn vào miếng patch. Anten hoạt động với tần số cộng hưởng ISM 5,8 GHz, có thể ứng dụng cho Wi-Fi 5,8 GHz với hiệu năng ổn định và hệ số khuếch đại hơn 5,3 dBi. Khi anten được thử nghiệm lắp trên cơ thể của con người (cổ tay, đầu,...) thì tần số cộng hưởng cũng chỉ khác đôi chút (5,85 GHz – 5,96 GHz) [2]. Ứng dụng này đặc biệt hiệu quả cho các thiết bị đo sức khỏe hay những chiếc đồng hồ thông minh khi tham gia vào kỷ nguyên IoT (Internet of Things).

2. Kỹ thuật đa lớp patch khuyết

Kĩ thuật này được tạo ra nhờ cách sử dụng hai miếng patch khuyết xếp chồng lên nhau và thiết kế hai miếng patch sao cho chúng có đặc tính bức xạ giống nhau. Bằng cách này độ rộng băng thông trở kháng tăng lên đáng kể trong khi kích thước anten vẫn không đổi.

Trong các nghiên cứu thiết kế trên anten vi dải, kỹ thuật này đã ghi nhận một số kết quả khá ấn tượng. Cụ thể với anten vi dải sử dụng kết cấu đa lớp patch hình vuông khuyết ở góc hoặc cắt khe cộng hưởng hình chữ S bên trong anten, độ rộng băng thông đạt được 118 MHz (14%). Thêm vào đó độ dày lớp nền của anten này có thể được giảm đi nhờ vào việc sử dụng đa lớp patch với điểm cấp nguồn hình chữ S hoặc cấp nguồn ở góc [1]. Một thiết kế anten khác là đa lớp patch hình vuông với các khe và hai vách ở mép tạo ra độ rộng băng thông lên đến 76,5% với



Hình 3: Cấu hình anten sử dụng hai lớp patch khuyết.

tần số từ 4,96 GHz tới 11 GHz [1].

Hình 3 minh họa một mẫu anten vi dải sử dụng kỹ thuật đa lớp patch khuyết được áp dụng cho thiết bị cảm biến hoạt động ở tần số 2,5 GHz với kích thước $26 \times 10 \text{ mm}^2$. [3]

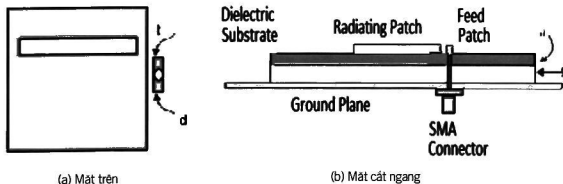
Anten có kích thước nhỏ gọn, tương ứng với chiều dài $1/8$ bước sóng và được tạo bởi hai miếng patch khuyết xếp chồng. Đường dẫn sóng đồng phẳng nằm dưới lớp ground được sử dụng cấp nguồn trong hệ thống mạch. Miếng patch thứ nhất được cấp nguồn thông qua via và nối với miếng patch thứ hai thông qua đường ghép điện gần. Nhờ cấu trúc này anten không bị tác động bởi môi trường xung quanh và sự chuyển động của cơ thể con người. Chính vì vậy nó được ứng dụng trong lĩnh vực thể thao và y tế, ví dụ như màn hình nhịp tim và đo huyết áp, phát hiện ra chứng loạn nhịp tim.

3. Kỹ thuật chế khe trên miếng patch

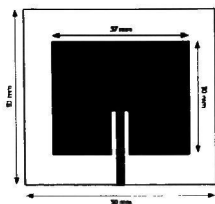
Kỹ thuật này thực hiện khắc các khe trên mặt của miếng patch. Các khe chế có nhiều hình dạng thiết kế như hình chữ nhật, tam giác, hình nhánh dẫn, ... nhằm làm tăng chiều dài điện, giúp cải thiện độ rộng băng thông và giảm kích thước của anten.

Một số mẫu thiết kế anten sử dụng kỹ thuật này như anten có patch tam giác chế hai khe nhánh với kết quả kích thước giảm 25% và độ rộng băng thông tăng 3 lần so với anten vi dải thông thường. Với anten có khe chế hình chữ nhật và hình chữ V trên miếng patch, kích thước giảm đi lần lượt là 65% và 60%, tuy nhiên độ rộng băng thông của anten có khe chế chữ V cao hơn hình chữ nhật [1].

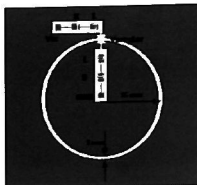
Hình 4 giới thiệu một mẫu anten với khe chế hình chữ I đơn giản, dễ thực hiện nhưng đạt hiệu quả cao và đáp ứng được các yêu cầu thiết kế. Anten hoạt



Hình 4: Anten chế khe hình chữ I.



(a)



(b)

Hình 5: Cấu trúc Anten đề xuất (a) Mặt trên, (b) Mặt dưới.

động với dải tần số từ 3,9 GHz đến 7,14 GHz. Tại tần số trung tâm 5,52 GHz băng thông trở kháng đạt 58% [4].

Anten này có khe chữ I chiều dài 12 mm, chiều rộng 1 mm trên bề mặt miếng patch hình chữ nhật và một khe tiếp điện được đặt trên chất nền. Ngoài ứng dụng cho hệ thống thông tin liên lạc không dây, Anten hoạt động ở tần số 5 GHz nên còn có thể sử dụng cho mạng WLAN, thông tin vệ tinh, thông tin liên lạc hàng hải và các tuyến vi ba mặt đất.

4. Kỹ thuật chế khe trên mặt phẳng đất

Bản chất của kỹ thuật này là thiết kế các khe trên mặt phẳng đất của Anten (ground plane) với số lượng và hình dạng khác nhau tùy từng ứng

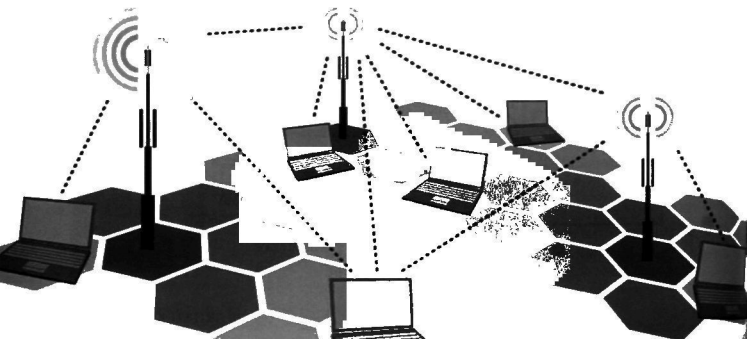
dụng cụ thể nhưng đều có mục đích chung là tạo ra Anten vi dải có kích thước nhỏ và băng thông rộng. Bằng cách tăng chiều dài của khe, độ rộng băng thông trở kháng có thể tăng lên. Giống như chế khe trên miếng patch làm tăng chiều dài đường dẫn, điều này cũng được áp dụng cho ground plane.

Với kỹ thuật này, J. S. Kuo đề xuất một thiết kế với ba khe chế giống nhau và cách đều nhau trên ground

plane giúp cho kích thước Anten giảm đi 56% và độ rộng băng thông tăng lên. Một thiết kế khác sử dụng một cặp khe chế hẹp trên mặt phẳng đất [1] tạo ra băng thông rộng hơn 3 lần so với Anten thông thường và kích thước giảm đi 60%.

Hình 5 giới thiệu một mẫu Anten tái cấu trúc chế khe hình tròn trên mặt phẳng đất [5]. Anten được thiết kế trên chất nền FR4 với độ dày là 0,8 mm, kích thước $50 \times 50 \text{ mm}^2$, hằng số điện môi $\epsilon = 4,4$, kích thước miếng patch đạt $30 \times 37 \text{ mm}^2$. Anten cộng hưởng ở tần số 2,5 GHz.

Với việc sử dụng khe chế hình tròn bán kính 15 mm, độ rộng 1 mm, tần số cộng hưởng của Anten giảm xuống 1,75 GHz tương đương với giảm nhỏ 52% diện tích bề mặt miếng patch.



ĐÁNH GIÁ CÁC GIẢI PHÁP GIẢM NHỎ KÍCH THƯỚC VÀ TĂNG ĐỘ RỘNG BĂNG THÔNG

Phần trên đã phân tích một số kỹ thuật giảm nhỏ kích thước và tăng độ rộng băng thông của anten vi dải. Các kỹ thuật này có thể áp dụng cho thiết kế anten trong các ứng dụng đầu cuối di động khác nhau với sự đa dạng về kích thước, kiểu dáng và

mục đích sử dụng. Trong đó, thiết kế đa lớp patch khuyết hình vuông nâng độ rộng băng thông lên lớn nhất khoảng 76% trong khi thiết kế chẻ khe trên mặt phẳng đất lại đạt hiệu quả giảm nhỏ kích thước, lên đến 65% cho trường hợp chẻ khe hình chữ nhật. Bảng 1 tổng hợp hiệu quả giảm nhỏ kích thước cũng như mở rộng băng thông với từng kỹ thuật thiết kế anten.

Bảng 1 - So sánh hiệu quả giảm nhỏ kích thước và mở rộng băng thông của một số kỹ thuật sử dụng trên anten vi dải

STT	Kỹ thuật sử dụng	Cấu hình	Chú thích
1	Kỹ thuật miếng patch khuyết	Anten GPS	Kích thước giảm 24,6% so với anten thông thường
		Điện thoại di động IMT 2000	Băng thông đạt được 17,8% với tần số 1,862 - 2,225 GHz
		Patch khuyết hình chữ nhật	Độ rộng băng thông 17,4% ở tần số 1,8 GHz và 3% ở tần số 2,4 GHz
		Anten hình nơ với bốn patch khuyết hình thang	Kích thước giảm 9,84% và tăng băng thông từ 11,94% đến 14,28% so với anten thường
2	Kỹ thuật đa lớp xếp chồng	Patch xếp chồng hình S	Độ rộng băng thông mô phỏng là 12,7% và thực tế đo được 14%
		Patch xếp chồng hình vuông	Độ rộng băng thông tăng 76,25% ở tần số 4,95 GHz đến 11,05 GHz. VSWR đầu vào là <2. Hệ số phản xạ IS- 14dB
3	Kỹ thuật chẻ khe trên miếng patch	Chẻ khe trên patch hình tam giác	Độ rộng băng thông trở kháng cao gấp 3 lần so với chẻ khe trên anten vi dải patch hình chữ nhật. Kích thước giảm khoảng 25%
		Khe chẻ hình chữ nhật	Kích thước giảm 65% và độ rộng băng thông trở kháng nhỏ hơn so với khe hình chữ V
		Khe chẻ hình V	Kích thước giảm 60%. Độ rộng băng thông trở kháng cao hơn so với patch hình chữ nhật
		Khe chẻ hình chữ I	Độ rộng băng 3,24 GHz (từ 3,9 GHz - 7,14 GHz). Tại tần số trung tâm 5,52 GHz, băng thông của trở kháng đạt 58%

4	Kỹ thuật chẻ khe trên mặt phẳng đất	Anten với khe uốn	Kích thước giảm 56% và làm tăng độ rộng băng thông
		Anten với hai khe chẻ hẹp	Kích thước giảm 39%
		Cấu hình 4 khe trên patch	Độ rộng băng thông lớn hơn 3 lần so với Anten thông thường và kích thước giảm 60%
		Khe hình vòng được in trên ground plane	Làm giảm 52% diện tích bề mặt miếng patch

KẾT LUẬN

Nội dung bài báo đã khảo sát, phân tích và đánh giá một số kỹ thuật tăng băng thông và giảm kích thước Anten cho các ứng dụng đầu cuối di động, đáp ứng xu hướng phát triển chính cho các thiết kế Anten hiện tại và tương lai.

Tài liệu tham khảo

- [1]. PRIYANKA KAKARIA, RAJESH NEMA, *Review and Survey of Compact and Broadband Microstrip Patch Antenna*, IEEE, 2014.
- [2]. HAU WAH LAI, KA MING MAK, AND KWAI MAN LUK, *Shorted*

Bowtie Patch Antenna With Less Susceptibility to Surface Condition, IEEE, 2015.

[3]. SEHWAN CHOI, HOJUN LEE, *Dual Shorted Microstrip Patch Antenna for On-body Systems*, IEEE, 2015.

[4]. RATNESH DWIVEDI, PRASHANT PUROHIT, *Broadband Capacitive Coupled Microstrip Antenna with I-shape Slot for Wireless Communication System*, IEEE, 2014.

[5]. MUHAMMAD U KHAN, RIFAQAT HUSSAIN AND MOHAMMAD S. SHARAWI, *A compact reconfigurable and Miniaturized patch antenna*, IEEE, 2015.

