

# ĐỀ XUẤT ĂNG-TEN XOẮN NHỎ VỚI PHẦN TỬ THỤ ĐỘNG VÀ ỨNG DỤNG

*Hoàng Đình Thuyên\**, *Nguyễn Mạnh Hùng†*,  
*Hoàng Trọng Nghĩa‡*, *Phạm Thị Loan§*

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 02/12/2022  
Ngày nhận kết quả phản biện đánh giá: 02/06/2023  
Ngày bài báo được duyệt đăng: 29/06/2023

DOI: 10.59266/houjs.2023.278

**Tóm tắt:** Ăng ten xoắn trụ nhỏ là rất phù hợp cho cấy ghép thông minh. Tuy nhiên, ăng-ten xoắn trụ nhỏ khi cộng hưởng có trở kháng vào rất nhỏ (khoảng vài  $\Omega$ ), nên đòi hỏi một giải pháp phối hợp trở kháng cho ăng-ten. Trong bài báo này, tác giả đề xuất cấu trúc ăng-ten xoắn trụ nhỏ kết hợp với phần tử thụ động cũng là một ăng-ten xoắn trụ để phối hợp trở kháng với đường truyền 50  $\Omega$  mà không cần các mạch phối hợp trở kháng, dây dẫn làm ăng-ten không phải ở dạng hình trụ mà ở dạng mạch dải. Với cấu trúc này, kích thước chung của ăng-ten vẫn nhỏ gọn và có thể sử dụng trong các ứng dụng cấy ghép thông minh.

**Từ khóa:** Ăng-ten xoắn trụ nhỏ (NMHA), phần tử thụ động, phối hợp trở kháng, hệ số sóng đứng điện áp (VSWR), cấy ghép thông minh.

## I. Đặt vấn đề

Các thiết bị y tế đã có một bước tiến lớn trong những thập kỷ qua. Một trong những sự kiện y tế đáng chú ý nhất của thế kỷ 20 là sự phát triển của các thiết bị cấy ghép điện tử không dây như thẻ nhận dạng, máy tạo nhịp tim và máy kích thích thần kinh.

Cấy ghép thông minh được hình dung sẽ cách mạng hóa việc chăm sóc sức khỏe cá nhân bằng cách đánh giá các quá trình sinh lý, chẳng hạn như khi chữa lành vết thương và truyền đạt những dữ liệu

này cho bệnh nhân hoặc bác sĩ y khoa. Sự nhỏ gọn của cấy ghép là rất quan trọng đối với giảm thiểu cảm giác khó chịu trong và sau khi cấy ghép. Thách thức chính trong việc hiện thực hóa cấy ghép thông minh kích thước nhỏ là cần chế tạo một ăng-ten nhỏ gọn nhưng hiệu quả, có trở kháng phù hợp với 50  $\Omega$ , như được áp đặt bởi yêu cầu của thiết bị điện tử hiện đại.

Ăng-ten nhỏ đã là một chủ đề nghiên cứu quan trọng trong nhiều thập kỷ và sự quan tâm ngày càng tăng với sự

\* Khoa Vô tuyến Điện tử, Đại học Kỹ thuật Lê Quý Đôn Hà Nội

† Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Mở Hà Nội

‡ Viện Nghiên cứu Điện tử, Tin học, Tự động hóa

§ Trường Đại học Tài chính - Quản trị kinh doanh

phát triển của các hệ thống thông tin mới đòi hỏi ăng-ten có băng thông rộng, kích thước đủ nhỏ.

Bất kỳ ăng-ten xoắn nhỏ nào cũng có thể được phối hợp trở kháng để đạt được VSWR thấp ở bất kỳ tần số nào sử dụng mạch phối hợp trở kháng bên ngoài bao gồm các phần tử điện cảm và điện dung. Nhưng một thách thức trong việc sử dụng mạch phối hợp bên ngoài là các điện trở tổn hao của các phần tử điện cảm, điện dung thường vượt quá trở kháng bức xạ của các ăng-ten nhỏ, dẫn đến hiệu suất tổng thể thấp. Vì vậy, thay vì sử dụng mạch phối hợp bên ngoài, chúng ta cố gắng sửa đổi cấu trúc của chính ăng-ten để đạt được hiệu suất mong muốn. Các cách tiếp cận cơ bản trong sửa đổi cấu trúc của ăng-ten xoắn nhỏ điển hình là sử dụng ăng-ten xoắn cầu folder và ăng-ten xoắn trụ folder [1].

Trong một số ứng dụng yêu cầu ăng-ten có kích thước hình học siêu nhỏ như ăng-ten cấy ghép trong cơ thể con người, việc sử dụng ăng-ten xoắn trụ siêu nhỏ là rất hợp lý, tuy nhiên khi sử dụng các mạch phối hợp trở kháng bằng các phần tử điện cảm, điện dung sẽ làm tăng kích thước chung của ăng-ten. Thách thức chủ yếu để thực hiện cấy ghép trong cơ thể là sự tối thiểu hóa kích thước của ăng-ten. Đối với việc cấy ghép thông minh, các ăng-ten nên hoạt động trong băng tần ISM (băng tần công nghiệp, khoa học, và y tế). ISM tần số 2,4 GHz hoặc thậm chí 5,8 GHz thường được chọn cho cấy ghép trong cơ thể như là một sự thỏa hiệp giữa kích thước ăng-ten nhỏ (tần số cao) và sự tổn hao chấp nhận được thông qua các mô của cơ thể con người (tần số thấp hơn thì tổn hao ít hơn).

Các ăng-ten xoắn trụ nhỏ và siêu nhỏ có chu vi vòng dây rất nhỏ so với bước sóng nên ăng-ten làm việc ở chế độ có hướng bức xạ cực đại vuông góc với trục của ăng-ten (bức xạ ngang) hay còn

gọi là NMHA. Các công trình nghiên cứu về phối hợp trở kháng cho ăng-ten xoắn siêu nhỏ đã được đề cập trong các công trình của Y. Yamada, K. Nakatani và N. Q. Dinh [2]-[4], đã được đề xuất ứng dụng trong hệ thống tự động giám sát áp suất hơi trong lốp ô tô (TPMS) và thẻ nhận dạng tần số vô tuyến (RFID).

Trong bài báo này, tác giả đề xuất giải pháp sử dụng phần tử thụ động để phối hợp trở kháng cho ăng-ten xoắn nhỏ với dây dẫn làm ăng-ten có dạng mạch dải. Ăng-ten đề xuất có kích thước nhỏ gọn và có thể cộng hưởng và phối hợp trở kháng với đường truyền  $50 \Omega$  ở tần số 2.4 GHz.

## II. Phương pháp nghiên cứu

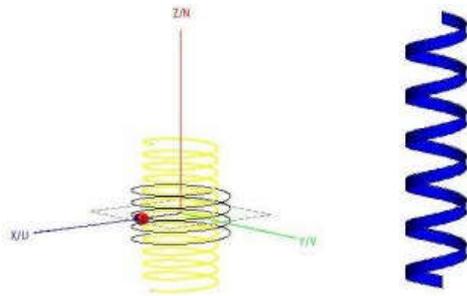
Đề xuất giải pháp phối hợp trở kháng cho NMHA

Ăng-ten xoắn có sử dụng phần tử thụ động để phối hợp trở kháng đã được một số nhà khoa học nghiên cứu. Công trình nghiên cứu của H. Nakano [5] đã đề xuất ăng-ten xoắn trụ với việc sử dụng thêm phần tử thụ động là chấn tử đơn cực và ăng-ten dạng chữ F ngược với phần tử thụ động cũng là F ngược để tạo ra các ăng-ten 2 băng tần và ăng-ten băng rộng. Nghiên cứu của Y. W. Chow [6] đã đề xuất mẫu ăng-ten chấn tử đơn cực và ăng-ten xoắn, có sử dụng phần tử thụ động cũng là ăng-ten xoắn để tạo ra ăng-ten 2 băng tần dùng cho điện thoại di động.

Các kết quả nghiên cứu trên [2] - [6] là căn cứ để tác giả đề xuất mẫu ăng-ten mới, ăng-ten xoắn với phần tử thụ động để phối hợp trở kháng và nâng cao các chỉ tiêu chất lượng của ăng-ten.

Về cấu trúc, ăng-ten bao gồm hai ăng-ten xoắn, một ăng-ten xoắn được cấp nguồn tại điểm giữa của ăng-ten (ăng-ten chủ động), một ăng-ten xoắn đặt bên trong không được cấp nguồn (ăng-ten xoắn thụ động). Hai ăng-ten có chung trục chính

giữa là trục oz, có cùng chiều xoắn và cùng bước xoắn. Điểm giữa của hai ăng-ten cùng nằm trên trục ox.



a) Dây dẫn ăng-ten dạng trụ tròn      b) Dây dẫn ăng-ten dạng mạch dài

Hình 1. Sơ đồ cấu trúc của NMHA với phần tử thụ động

Gọi  $D_1, H_1, N_1$  là đường kính, chiều cao và số vòng của ăng-ten xoắn chủ động,  $D_2, H_2, N_2$  là đường kính, chiều cao và số vòng của ăng-ten xoắn thụ động.

Trong trường hợp dây dẫn có đường kính nhỏ hơn nhiều so với bước xoắn thì hai ăng-ten có thể có cùng đường kính để cho kích thước của ăng-ten giảm, nhưng cần đặt tâm của 2 ăng-ten lệch đi theo chiều thẳng đứng để 2 ăng-ten không chạm vào nhau.

Cơ sở lý thuyết của phương pháp sử dụng thêm phần tử thụ động để phối hợp trở kháng được trình bày như sau:

### 2.1. Sơ đồ tương đương của NMHA

Ăng-ten xoắn nhỏ và siêu nhỏ có sơ đồ tương đương được biểu diễn trên hình 2. Trở kháng vào có giá trị được tính theo biểu thức (1):

$$Z_{in} = (R_L + R_D + R_I) + j(X_L - X_D) \quad (1)$$

Trong đó, theo [2], [4] một ăng-ten NMHA có thể coi là tổ hợp của một dipole nhỏ và N khung nhỏ và:

$$R_D = 20\pi^2 \left( \frac{H}{\lambda} \right)^2 \quad (2)$$

là điện trở bức xạ của dipole nhỏ;

$$R_L = 320\pi^6 \left( \frac{D}{2\lambda} \right)^4 N^2 \quad (3)$$

là điện trở bức xạ của các ăng-ten khung nhỏ;

$$R_I = \beta \frac{L_t}{d} \sqrt{\frac{120}{\sigma\lambda}} \quad (4)$$

là điện trở tổn hao của dây dẫn ăng-ten;

$L_t$  - là chiều dài dây dẫn ăng-ten;  $\sigma$  - là độ dẫn điện riêng;  $d$  - là đường kính dây dẫn ăng-ten;

Trong biểu thức (4), tính giá trị  $R_I$  thường dựa vào theo lý thuyết và mô phỏng, hợp lý nhất thường chọn:  $\beta = 0,6$

Còn  $X_D, X_L$  là điện kháng của dipole và các ăng-ten khung nhỏ, với:

$$X_D = \frac{2}{\omega\epsilon} \times \frac{\ln\left(\frac{H}{d}\right) - 1}{\pi H} = \frac{1}{\omega C} \quad (5)$$

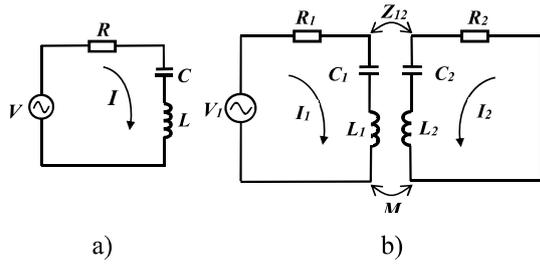
$$X_L = \frac{\omega\mu D N^2}{2} \times \left\{ \ln\left(\frac{8D}{d} - 1,75\right) \right\} = \omega L \quad (6)$$

Ký hiệu  $R_m$  là điện trở vào của NMHA, ta có:

$$R_m = R_D + R_L + R_I \quad (7)$$

### 2.2. Sơ đồ mạch điện tương đương của NMHA với phần tử thụ động

Sơ đồ tương đương của NMHA được biểu diễn ở hình 2a, gọi NMHA1 được cấp nguồn là ăng-ten xoắn chủ động và NMHA2 không được cấp nguồn là ăng-ten xoắn thụ động. Khi NMHA1 được nối với nguồn tín hiệu cao tần sẽ bức xạ sóng điện từ và gây ra trường cảm ứng lên NMHA2, ăng-ten xoắn thụ động sẽ bức xạ thứ cấp. Ảnh hưởng tương hỗ giữa 2 ăng-ten xoắn bao gồm sự hỗ cảm giữa các khung nhỏ và ảnh hưởng tương hỗ giữa 2 dipole của 2 ăng-ten. Do đó, sơ đồ mạch điện tương đương của NMHA với phần tử thụ động được biểu diễn trên hình 2b.



Hình 2. Sơ đồ mạch điện tương đương của NMHA với phần tử thụ động

Trong hình 2b,  $M$  là điện cảm tương hỗ giữa các khung nhỏ của NMHA1 và NMHA2 có giá trị:

$$M = k\sqrt{L_1 L_2} \quad (8)$$

Với:  $k$ - là hệ số ghép

$Z_{12}$  - là trở kháng tương hỗ giữa 2 dipole nhỏ của hai NMHA.

Theo hình 2b, ta có:

$$V_1 = \left\{ R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} + j\omega L_1 \right\} I_1 + j\omega M I_2 + I_2 Z_{12} \quad (9)$$

$$V_1 = \left( R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} + j\omega L_1 \right) I_1 - \frac{(j\omega M + Z_{12})^2}{R_2 + \frac{1}{j\omega C_2} + j\omega L_2} I_1 \quad (12)$$

Trở kháng vào của ăng-ten là:

$$Z_v = \frac{V_1}{I_1} = \left( R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} + j\omega L_1 \right) - \frac{(j\omega M + Z_{12})^2}{R_2 + \frac{1}{j\omega C_2} + j\omega L_2} \quad (13)$$

$$Z_v = R_v + jX_v \quad (14) \quad Z_{12} = R_{12} + jX_{12} \quad (15)$$

Sau khi tách phần thực và thành phần kháng của (13) ta tính được:

$$R_v = R_1 + \frac{(\omega M + X_{12})^2 R_2 - R_2 R_{12}^2 - 2R_{12}(\omega M + X_{12}) \left( \omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2} \right)}{R_2^2 + \left( \omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2} \right)^2} \quad (16)$$

$$X_v = \left( \omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1} \right) + \frac{-2R_2 R_{12}(\omega M + X_{12}) + [R_{12}^2 - (\omega M + X_{12})^2] \left( \omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2} \right)}{R_2^2 + \left( \omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2} \right)^2} \quad (17)$$

$$0 = \left\{ R_2 + \frac{1}{j\omega C_2} + j\omega L_2 \right\} I_2 + j\omega M I_1 + I_1 Z_{12} \quad (10)$$

Với:

$$Z_{11} = R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} + j\omega L_1$$

và

$$Z_{22} = R_2 + \frac{1}{j\omega C_2} + j\omega L_2$$

là trở kháng riêng của NMHA1 và NMHA2 khi đứng độc lập.

Từ (10) ta có:

$$I_2 = - \frac{(j\omega M + Z_{12}) I_1}{R_2 + \frac{1}{j\omega C_2} + j\omega L_2} \quad (11)$$

Thay (11) vào (9) ta có:

Để ăng-ten xoắn có sử dụng phần tử thụ động cộng hưởng ( $X_v = 0$ ) và phối hợp trở kháng với đường truyền ( $R_v \approx 50 \Omega$ ) ta cần tiến hành điều chỉnh các tham số kích thước ( $D, H, N$ ) hợp lý. Đối với các ăng-ten xoắn nhỏ và siêu nhỏ, các điện trở  $R_1, R_2$ , và  $R_{12}$  có giá trị rất nhỏ (cỡ một vài  $\Omega$ ), vì vậy để điện trở vào của ăng-ten có giá trị lớn ( $R_v \approx 50\Omega$ ) thì mẫu số của biểu thức (16) phải có giá trị nhỏ, hay thành phần điện kháng của xoắn thụ động (NMHA2) có giá trị nhỏ, tức là xoắn thụ động ở trạng thái cộng hưởng hoặc gần cộng hưởng. Nhìn vào biểu thức (16) ta thấy có thể đạt được  $X_v = 0$  bằng cách điều chỉnh thành phần điện kháng của xoắn chủ động (NMHA1), tức là cần điều chỉnh số vòng và độ cao của xoắn chủ động.

### III. Kết quả và thảo luận

Theo [7], tác giả đã đề xuất cấu trúc ăng-ten NMHA có sử dụng phần tử thụ động ở tần số 2.4 GHz. Ăng-ten có đường kính bằng 2 mm, sử dụng dây dẫn dạng trụ tròn có đường kính bằng 0.1 mm, với kích thước như vậy thì chưa thể cấy ghép trong cơ thể được. Để giảm nhỏ đường kính của ăng-ten, tác giả sử dụng dây dẫn kim loại ở dạng mạch dải có độ rộng bằng 0.1 mm, và như vậy có thể chế tạo ăng-ten xoắn có đường kính rất nhỏ. Dây dẫn dạng mạch dải có độ rộng bằng  $h$  tương đương với dây dẫn dạng trụ tròn có đường kính bằng  $h/2$ . Trong ví dụ thiết kế, tác giả chọn đường kính của xoắn thụ động (NMHA2) và xoắn chủ động (NMHA1) bằng nhau và bằng 1 mm, độ cao của xoắn thụ động  $H_2 = 10$  mm. Và để 2 anten không chồng lấn lên nhau, chúng ta đặt tâm của 2 anten cách nhau theo chiều thẳng đứng một khoảng 0.12 mm.

Tần số công tác 2.4 GHz, ta có bước sóng  $\lambda = 125$  mm. Với ăng-ten xoắn đơn có đường kính 1 mm sử dụng dây dẫn dạng

mạch dải như trên thì độ cao của ăng-ten khoảng 42 mm thì mới có thể phối hợp trở kháng với đường truyền có trở kháng sóng là  $50 \Omega$ .

Sử dụng chương trình mô phỏng FEKO (phương pháp mô men) để tính toán các đặc trưng và tham số của ăng-ten xoắn có sử dụng xoắn thụ động. Với đường kính của hai ăng-ten xoắn và độ cao của xoắn thụ động cho trước, vấn đề còn lại là cần tìm số vòng của hai xoắn thụ động và chủ động để ăng-ten có thể phối hợp trở kháng với đường truyền có trở kháng sóng là  $50 \Omega$ .

Trong chương trình mô phỏng FEKO có tích hợp sẵn các thuật toán tối ưu để có thể tối ưu các tham số của ăng-ten. Các thuật toán tối ưu bao gồm: thuật toán Grid search (chia lưới), thuật toán Simplex (Nelder-Mead), đây là thuật toán tối ưu cục bộ địa phương, và hai thuật toán tối ưu toàn cục là thuật toán di truyền (Genetic Algorithm) và thuật toán tối ưu hóa phân tử bầy đàn (Particle Swarm Optimisation).

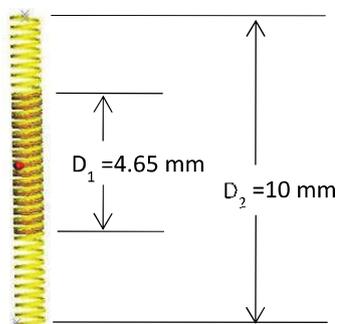
Như đã phân tích ở cuối mục 2, để ăng-ten có thể phối hợp trở kháng với đường truyền  $50 \Omega$  thì riêng xoắn thụ động phải ở trạng thái cộng hưởng hoặc gần cộng hưởng. Nên với xoắn thụ động NMHA2 có đường kính 1 mm, độ cao 10 mm, ban đầu chúng ta tìm số vòng để ăng-ten cộng hưởng, sau đó trong chương trình tối ưu sử dụng chương trình mô phỏng FEKO, chúng ta chọn khoảng biến đổi của số vòng  $N_2$  của NMHA2 gần với giá trị đó để thuật toán tối ưu dễ hội tụ và hội tụ nhanh.

Với NMHA2 có đường kính  $D_2 = 1$  mm, độ cao  $H_2 = 10$  mm, chạy chương trình mô phỏng FEKO ta có số vòng để NMHA2 cộng hưởng là: 31.1 vòng.

Sử dụng chương trình mô phỏng FEKO để tính toán và tối ưu các tham số

của ăng-ten, các tham số mô phỏng được trình bày ở bảng 1.

Sau khi tối ưu thuật toán hội tụ, kết quả mô phỏng: số vòng của xoắn thụ động  $N_2 = 32.19$ , số vòng của xoắn chủ động  $N_1 = 15.00$ , bước xoắn  $S = 0.31$  mm, độ cao của xoắn chủ động  $D_1 = 4.65$  mm, trở vào, hiệu suất, hệ số sóng đứng, hệ số tăng ích cực đại tại tần số trung tâm 2.4 GHz tương ứng là  $Z_v = 32.73 + j12.04 \Omega$ ,  $\eta_A = 21.4\%$ ,  $VSWR = 1.67$ ,  $G_{max} = -4.92$  dB. Hình 3 mô tả cấu trúc ăng-ten đề xuất và Hình 4 chỉ ra đồ thị hệ số sóng đứng của ăng-ten sau khi tối ưu.



Hình 3. Cấu trúc ăng ten đề xuất

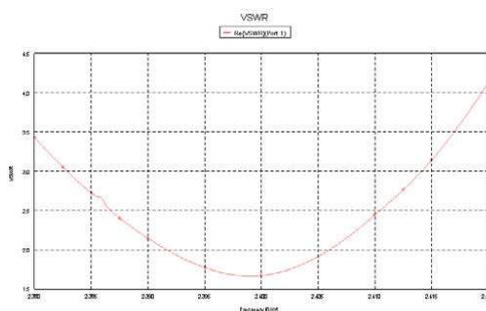
Từ kết quả mô phỏng ta thấy ăng-ten có dải thông khá rộng khoảng 14 MHz với  $VSWR \leq 2$ , chứng tỏ ăng-ten có sự phối hợp trở kháng tốt với đường truyền. Ăng-ten thiết kế có kích thước nhỏ gọn với đường kính bằng 1 mm, độ cao bằng 10 mm và các tham số điện đáp ứng được các yêu cầu của một ăng-ten trong y học ở băng tần ISM, tần số 2.4 GHz và một số hệ thống khác mà ở đó yêu cầu ăng-ten có kích thước nhỏ gọn.

#### IV. Kết luận

Trong bài báo này, tác giả đề xuất cấu trúc ăng-ten xoắn trụ nhỏ kết hợp với phần tử thụ động cũng là một ăng-ten xoắn trụ để phối hợp trở kháng với đường truyền 50  $\Omega$  mà không cần các mạch phối hợp trở kháng. Với cấu trúc này, kích thước chung của ăng-ten vẫn nhỏ gọn và có thể sử dụng trong một số ứng dụng. Kết quả của ví dụ sử dụng chương trình

Bảng 1: Các tham số mô phỏng

Phần mềm mô phỏng	FEKO 7.0 (MoM)
Tần số trung tâm $f_0$	2.4 GHz
Độ rộng đường mạch dải	0.1 mm
Kim loại	Đồng
Đường kính NMHA2	1 mm
Độ cao NMHA2	10 mm
Đường kính NMHA1	1 mm
Mesh tam giác	Bước sóng/1200
Khoảng tham số tối ưu $N_2$	28÷35
Khoảng tham số tối ưu $N_1$	14÷20
Phương pháp tối ưu	Thuật toán Simplex
Mục đích tối ưu	Hệ số sóng đứng VSWR cực tiểu



Hình 4. Đồ thị hệ số sóng đứng

mô phỏng FEKO để tính toán và tối ưu các tham số của ăng-ten cho thấy hiệu quả của giải pháp sử dụng phần tử thụ động để phối hợp trở kháng cho ăng-ten. Điểm quan trọng của giải pháp là trước khi tiến hành tối ưu để cho kết quả VSWR nhỏ nhất, cần tối ưu tìm số vòng của xoắn thụ động để xoắn thụ động cộng hưởng và để rút ngắn khoảng biến thiên số vòng của xoắn thụ động, giúp thuật toán tối ưu hội tụ, không bị tắc ở cực trị địa phương.

Hạn chế của bài báo là mới chỉ đề xuất một ăng-ten xoắn nhỏ gọn có thể cộng hưởng và phối hợp trở kháng với đường truyền 50  $\Omega$  ở tần số 2.4 GHz trong không khí. Hướng nghiên cứu tiếp theo là thiết kế, mô phỏng ăng-ten khi ăng-ten được cấy ghép trong cơ thể.

#### Tài liệu tham khảo:

- [1]. S. R. Best and D. L. Hanna, *A performance comparison of*

- fundamental small antenna designs*, Antennas and Propagation Magazine, IEEE, vol. 52, no. 1, pp. 47–70, 2010.
- [2]. N. Q. Dinh, N. Michishita, Y. Yamada and K. Nakatani, *Circuit Theory Analysis of the Input Impedance in a Tap Feed Normal-Mode Helical Antenna*, ISAP'09, pp. 425-428, Oct 2009.
- [3]. N. Q. Dinh, N. Michishita, Y. Yamada, K. Nakatani, *Deterministic Equation for Self Resonant Structures of Very Small Normal-Mode Helical Antennas*, IEICE Transactions, on Communications, vol. E94-B, no.5, pp.1276-1279, 2011.
- [4]. Y. Yamada, K. Nakatani, *Design of a Very Small Antenna for Metal-Proximity Applications*, National Defence Academy, Dept. of Electronic Engineering Japan, 2011.
- [5]. H. Nakano, N. Ikeda, Y. Y. Wu, R. Suzuki, H. Mimaki, and J. Yamauchi, *Realization of dual-frequency and wide-band VSWR performances using normal-mode helical and inverted-F antennas*, IEEE Trans. Antennas Propag, vol. 46, no. 6, pp. 788-793, June 1998.
- [6]. Y. W. Chow, E. K. N. Yung, and H. T. Hui, *Dual frequency monopole-helical antenna by using a parasitic normal mode helix for mobile handset*, in 2000 Asia Pacific Microwave Conference, Sydney, Australia, pp.183–187, December 2000.
- [7]. Hoàng Đình Thuyên, Phan Trọng Đức, *Một giải pháp phối hợp trở kháng cho anten xoắn kích thước nhỏ*, Hội thảo quốc gia 2019 về Điện tử, Truyền thông và Công nghệ thông tin (REV-ECIT2019), Hà Nội, Việt Nam, trang. 232-235, Tháng 12 Năm 2019.

## THE PROPOSED SMALL HELICAL ANTENNA WITH PARASITIC ELEMENT END APPLICATION

*Hoang Dinh Thuyen<sup>¶</sup>, Nguyen Manh Hung<sup>\*\*</sup>,  
Hoang Trong Nghia<sup>††</sup>, Pham Thi Loan<sup>‡‡</sup>  
Email: hdthuyen@gmail.com*

**Abstract:** *Small cylindrical helical antennas are well-suited for smart implants. However, small cylindrical helical antennas in resonance have a very small input impedance (about a few  $\Omega$ ), so an impedance-matching solution for the antenna is required. In this paper, the author proposes a small cylindrical helical antenna structure combined with a parasitic element that is also a cylindrical helical antenna to match impedance with a 50  $\Omega$  transmission line without the need for impedance matching circuits, antenna conductors not in the form of a cylindrical but in the form of a strip line. With this structure, the overall size of the antenna remains compact and can be used in smart implant applications.*

**Keywords:** *Small cylindrical helical antenna (NMHA), passive element, impedance matching, voltage standing wave factor (VSWR), smart implant.*

---

<sup>¶</sup> Military Technical Academy

<sup>\*\*</sup> Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Hanoi Open University

<sup>††</sup> Vietnam Research Institute of Electronics, Informatics and Automation

<sup>‡‡</sup> The University Of Finance And Business Administration