

**SỰ PHỤ THUỘC CỦA ĐẶC TÍNH PHƯƠNG HƯỚNG  
VÀO THÔNG SỐ ĐỘ DÀI CỦA ANTEN CHẤN TỬ ĐỐI XỨNG  
DIRECTIVITY PATTERN DEPENDENCE ON DIPOLE ANTENNA  
LENGTH PARAMETERS**

**TS. TRẦN XUÂN VIỆT**  
*Khoa Điện - ĐTTB, Trường ĐHHH*  
**SV. ĐỖ MẠNH HÙNG, SV. LÊ THỊ XEN**  
*Lớp ĐTV47 - ĐH, Trường ĐHHH*

**Tóm tắt:**

*Anten chấn tử đối xứng là một trong những nguồn bức xạ được sử dụng khá phổ biến. Đặc tính phương hướng phụ thuộc nhiều vào thông số độ dài chấn tử. Bài báo này đưa ra những kết quả nghiên cứu đáng chú ý khi quan tâm chi tiết đến sự phụ thuộc của đặc tính phương hướng vào độ dài của anten chấn tử đối xứng, đó là giá trị giới hạn của  $(l/\lambda)$  để hàm phương hướng cực đại ở  $\theta = \pm 90^\circ$  và đồ thị biến đổi sự phụ thuộc của  $2\theta_{1/2}$  vào  $(l/\lambda)$ .*

**Abstract:**

*Dipole antenna is a radiated source – widely popular. The pattern is influenced by the structure parameters. This article presents the remarkable result when considering the directivity pattern dependence on its length. That is the value of  $(l/\lambda)_{gh}$  for the pattern to be maximum at  $\theta = \pm 90^\circ$  as well as the graph  $2\theta_{1/2} = f(l/\lambda)$*

**1. Giới thiệu**

Anten là bộ phận quan trọng không thể thiếu được của bất kỳ hệ thống vô tuyến điện nào, bởi vì đã là hệ thống vô tuyến nghĩa là hệ thống trong đó có sử dụng sóng điện từ, thì không thể không dùng đến thiết bị để bức xạ hoặc thu sóng điện từ (thiết bị anten).

Trong thực tế có không ít các dạng anten có kết cấu và ứng dụng khác nhau: anten chấn tử, anten sóng chạy, anten khe, anten mạch dài, anten gương... Với kết cấu đơn giản, đặc tính kỹ thuật dễ điều chỉnh, chấn tử đối xứng là một trong những nguồn bức xạ được sử dụng khá phổ biến, nhất là đối với dải sóng ngắn và cực ngắn. Trong các dải sóng này chấn tử đối xứng có thể làm việc một cách độc lập, hoặc phối hợp. Ngoài ra nó còn được sử dụng làm bộ chiếu xạ cho các anten phức tạp khác.

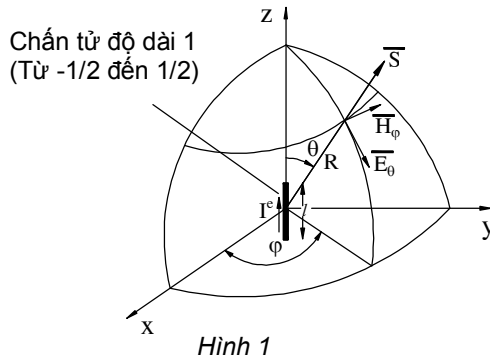
Chấn tử đối xứng là một cấu trúc gồm hai đoạn vật dẫn có hình dạng tùy ý (hình trụ, hình chóp, elipsoit...) có kích thước giống nhau, đặt thẳng hàng trong không gian, và ở giữa được nối với nguồn dao động cao tần.

Các đặc tính của anten chấn tử, như: trở kháng sóng, trở kháng vào, công suất bức xạ và điện trở bức xạ, ... và đặc biệt là đặc tính phương hướng, phụ thuộc rất nhiều vào các thông số kết cấu của anten, mà đáng chú ý nhất là thông số độ dài chấn tử.

Bài báo này đưa ra một vài kết quả nghiên cứu đáng chú ý khi quan tâm chi tiết đến sự phụ thuộc của đặc tính phương hướng vào thông số độ dài của anten chấn tử đối xứng.

**2. Mô hình số liệu**

Giả thiết có một anten chấn tử độ dài  $l$ , được đặt dọc theo trục  $Oz$ , tâm pha trùng với gốc tọa độ. Tọa độ điểm khảo sát là  $(R, \theta, \varphi)$ . Khi khảo sát trường vùng xa ta luôn có  $R \gg \lambda$ . Theo quy ước trên hình 1, góc  $\varphi$  được xác định bởi hình chiếu của  $\vec{R}$  trên mặt phẳng  $xOy$  và  $\vec{Ox}$ , còn góc



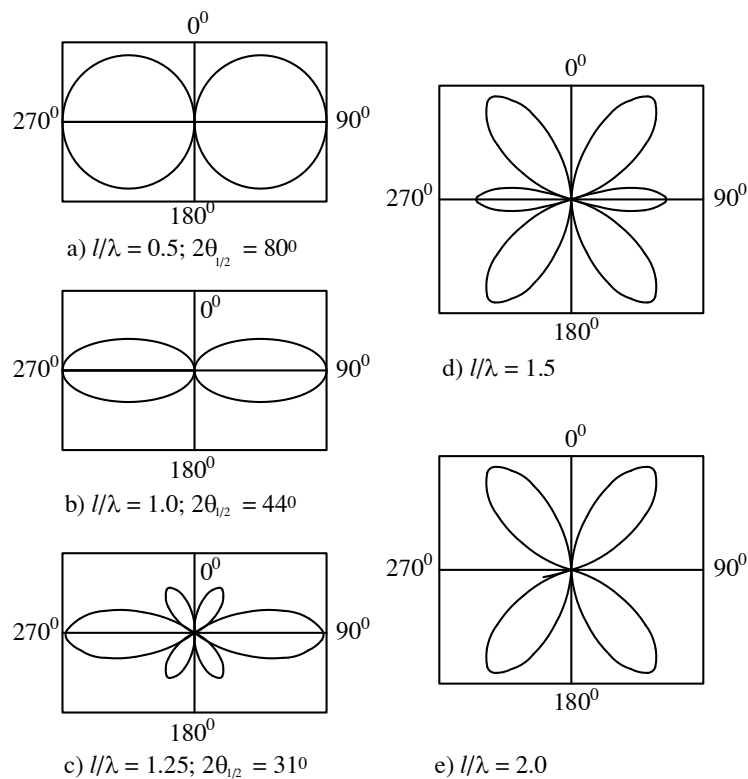
$\theta$  được xác định bởi góc giữa  $\vec{R}$  và  $\vec{Oz}$ , tức là mặt phẳng xOy có  $\theta = \pm 90^\circ$ . Theo [2], hàm phương hướng của anten chấn tử được xác định bởi :

$$f(\theta, \varphi) = \frac{\cos\left(\frac{kl}{2} \cos\theta\right) - \cos\frac{kl}{2}}{\sin\theta} \quad (1)$$

Từ (1), thấy rằng :

- Hàm phương hướng của anten chấn tử không phụ thuộc vào góc  $\varphi$ , tức là anten chấn tử có tính đẳng hướng trong mặt phẳng vuông góc với trục chấn tử.
- Tính định hướng của anten chấn tử chỉ xác định trong mặt phẳng chứa trục chấn tử, và phụ thuộc vào độ dài l.

Với một số giá trị của l, đồ thị phương hướng trong mặt phẳng chứa trục chấn tử (dưới đây gọi là mặt phẳng  $\varphi$ , vì có  $\varphi = \text{const}$ ) được trình bày trong hình 2 [1].



Hình 2

Khi khảo sát sự phụ thuộc của các đặc tính của anten chấn tử vào độ dài chấn tử, người ta thường sử dụng thông số độ dài tương đối, đó là tỷ số giữa độ dài thực l và bước sóng  $\lambda$ . Một thông số rất được quan tâm khi đánh giá tính định hướng của một loại anten là độ rộng búp sóng chính. Đó chính là góc tạo bởi hai hướng mà tại đó công suất bức xạ suy giảm một nửa so với hướng bức xạ cực đại. Ở đây ký hiệu thông số đó là  $2\theta_{1/2}$ .

### 3. Nêu vấn đề nghiên cứu

Từ đồ thị phương hướng của anten chấn tử với các giá trị  $(l/\lambda)$  khác nhau (hình 2), dễ dàng đưa ra nhận xét : khi giá trị  $(l/\lambda)$  biến đổi, tăng từ giá trị rất nhỏ (tương đương với một dipol Hertzian) đến một giới hạn nhất định thì anten chấn tử càng tăng độ định hướng ở góc  $\theta = \pm 90^\circ$ ,

tức là hàm phương hướng đạt cực đại ở  $\theta = \pm 90^\circ$ , và giá trị  $2\theta_{1/2}$  càng nhỏ, búp sóng chính càng hẹp. Nhận xét đó thể hiện rất trực quan khi quan sát các hình 2a, 2b và 2c.

Tuy nhiên, khi giá trị  $(l/\lambda)$  khá lớn, ví dụ như trên hình 2d,  $(l/\lambda)=1.5$ , hàm phương hướng không còn có cực đại chính ở  $\theta = \pm 90^\circ$ . Thậm chí khi  $(l/\lambda)=2.0$ , hình 2e, hàm phương hướng còn triệt tiêu ở  $\theta = \pm 90^\circ$ .

Cần lưu ý rằng khi sử dụng anten chấn tử, người ta rất quan tâm đến hướng  $\theta = \pm 90^\circ$ , chẳng hạn một anten không đối xứng (monopole) đặt thẳng đứng trên mặt đất, khi coi gần đúng mặt đất là mặt dẫn điện thì hệ thống gồm anten không đối xứng và ảnh của nó được xem là một chấn tử đối xứng sẽ cho bức xạ cực đại ở hướng  $\theta = \pm 90^\circ$ , tức là bức xạ cực đại trong mặt phẳng nằm ngang, phù hợp với các ứng dụng lan truyền sóng đất ở các dải sóng dài và sóng trung.

Rõ ràng là tồn tại một giá trị giới hạn của thông số  $(l/\lambda)$ , đặt là  $(l/\lambda)_{gh}$ , mà khi  $(l/\lambda) < (l/\lambda)_{gh}$  hàm phương hướng của anten chấn tử đạt cực đại ở  $\theta = \pm 90^\circ$ , và khi  $(l/\lambda) > (l/\lambda)_{gh}$  thì hàm phương hướng ở  $\theta = \pm 90^\circ$  bị suy giảm so với các hướng khác! Nhận xét gần đúng sơ bộ, theo quan sát trực quan trên hình 2c và hình 2d, giá trị giới hạn này nằm trong khoảng từ 1.25 đến 1.50. Vậy, giá trị cụ thể  $(l/\lambda)_{gh}$  là bao nhiêu?

Một yêu cầu nữa được đặt ra là, trong khoảng biến đổi của  $(l/\lambda)$ , từ rất nhỏ ( $\approx 0$ ) đến  $(l/\lambda)_{gh}$ , quy luật biến đổi của độ rộng búp sóng chính ( $2\theta_{1/2}$ ) là thế nào?

Tóm lại, hai nội dung được đặt ra để giải quyết trong bài báo này là :

- Tính  $(l/\lambda)_{gh}$ .
- Tìm hàm  $2\theta_{1/2} = f(l/\lambda)$  trong khoảng  $(l/\lambda) = 0..(l/\lambda)_{gh}$ .

### GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

1. Tính  $(l/\lambda)_{gh}$ .

Để tính giá trị  $(l/\lambda)_{gh}$  có thể :

- Áp dụng phương pháp tính số, với sự trợ giúp của một phần mềm tính toán trên máy tính PC.
- Sử dụng vòng lặp có điều kiện, cho chương trình tính lặp nhiều lần với sự thay đổi của thông số  $(l/\lambda)$  từ giá trị  $(l/\lambda) = 1.25$
- Điều kiện của vòng lặp là giá trị hàm f trong (1) đạt cực đại ở  $\theta = \pm 90^\circ$ .

Sử dụng Matlab với bước tính  $\Delta(l/\lambda) = 0.01$ , với một số cú pháp đơn giản có được kết quả :

$$(l/\lambda)_{gh} = 1.44 \tag{2}$$

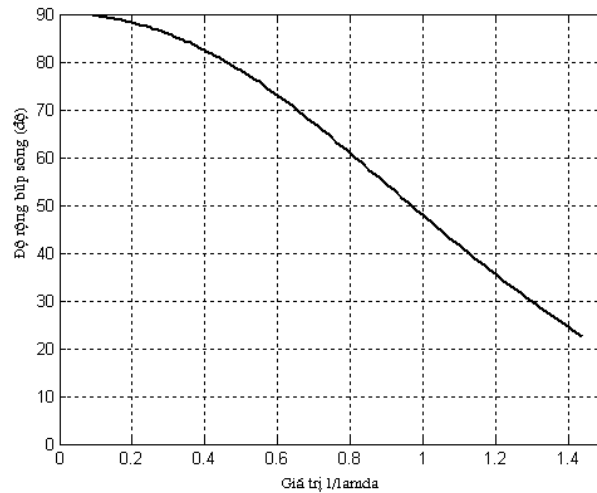
2. Vẽ đồ thị biểu diễn hàm  $2\theta_{1/2} = f(l/\lambda)$ .

Trong bài báo này, để xác định quy luật biến đổi độ rộng búp sóng chính ( $2\theta_{1/2}$ ) theo thông số độ dài  $(l/\lambda)$ , xây dựng hai công cụ là đồ thị biểu diễn hàm  $2\theta_{1/2} = f(l/\lambda)$ , và bảng tra cứu giá trị  $2\theta_{1/2}$  theo  $(l/\lambda)$  với các giá trị từ 0.01 đến 1.43.

Sử dụng công cụ tính toán và đồ họa Matlab, cũng áp dụng phương pháp tính số, sử dụng vòng lặp cố định cho mỗi lần tính với bước nhảy của thông số  $(l/\lambda)$  là 0.01 (cho đủ chính xác và đồ thị đủ trơn).

Mỗi vòng lặp cố định lại sử dụng vòng lặp có điều kiện, cho chương trình tính lặp nhiều lần với sự thay đổi của giá trị  $\theta$  từ  $90^0$  (bước tính 0.1 độ) đến khi đạt điều kiện giá trị hàm phương hướng (chuẩn hóa) nhỏ hơn 0.707 (-3 dB).

Kết quả nhận được sau khi sử dụng công cụ Matlab thực hiện thuật toán được trình bày ngắn gọn như trên được biểu diễn trên hình 3 và bảng 1.



Hình 3

Bảng 1 : Sự phụ thuộc của giá trị  $2\theta_{1/2}$  vào thông số  $(l/\lambda)$

$l/\lambda$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
$2\theta_{1/2}(^0)$	89.6	88.2	85.8	82.4	78.2	73	67.2	61	54.4	48	41.6	35.6	30	24.6

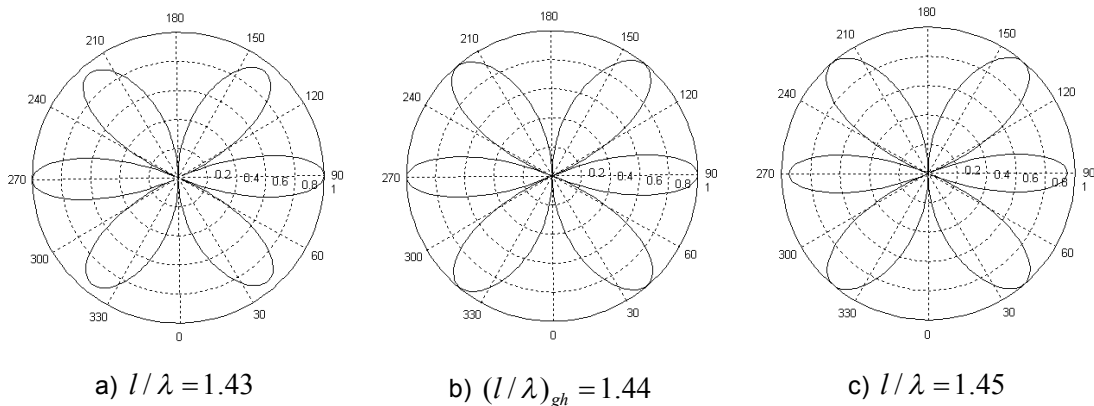
#### 4. Biện luận kết quả

Với kết quả tính được  $(l/\lambda)_{gh} = 1.44$ , vẽ đồ thị phương hướng của anten chẵn tử đối xứng với các trường hợp  $(l/\lambda)$  nhận các giá trị lần lượt là 1.43, 1.44 và 1.45 (hình 4), sẽ thấy ý nghĩa rất trực quan của giá trị  $(l/\lambda)_{gh}$ .

Hình 4a ứng với  $(l/\lambda) = 1.43$ , đồ thị phương hướng có cực đại chính ở  $\theta = \pm 90^0$ .

Hình 4b ứng với  $(l/\lambda)_{gh} = 1.44$ , đồ thị phương hướng đạt cực đại ở nhiều hướng trong đó có cả  $\theta = \pm 90^0$ .

Hình 4c ứng với  $(l/\lambda) = 1.45$ , đồ thị phương hướng đạt có cực đại chính ở hướng  $\theta \neq \pm 90^0$ .



Hình 4

Kết luận: Đồ thị phương hướng của anten chấn tử đối xứng chỉ có cực đại chính ở hướng  $\theta = \pm 90^\circ$  đối với độ dài chấn tử  $(l/\lambda) \leq (l/\lambda)_{gh} = 1.44$ , và khi đó độ rộng búp sóng chính có thể tính theo đồ thị hình 3.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Phan Anh, *Lý thuyết và Kỹ thuật anten*, Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật Hà nội, 2007.
- [2]. Sophocles J. Orfanidis, *Electromagnetic Waves and Antennas*, www. ece. rutgers. edu/~ orfanidi/ ewa, 2004.

**Người phản biện: ThS. Ngô Xuân Hoàng**