

ĐẶC TÍNH CỦA ANTEN CHẤN TỬ LÀM VIỆC CHẾ ĐỘ THU

CHARACTERS OF DIPOLE ANTENNA IN RECEIVER MODE

PGS. TS. TRẦN XUÂN VIỆT

Khoa Điện-Điện tử, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Anten chấn tử là một trong các loại anten được sử dụng phổ biến nhất trong các hệ thống thông tin VTĐ. Anten chấn tử làm việc ở chế độ thu có tính phương hướng tương tự anten chấn tử bức xạ. Ngoài ra kết quả nghiên cứu của bài báo còn cho thấy anten chấn tử làm việc chế độ thu có một số đặc tính riêng, đặc biệt trong các điều kiện được ứng dụng nhiều trong thực tế.

Abstract

Dipole are typical antennas in Radio engineering. Dipole in receiver mode has pattern as same in emission mode. The result of the paper shows the dipole in receiver mode has other characters with real used.

Key words: Dipole antennas, pattern of antennas.

1. Đặc tính hướng của anten chấn tử

Mô hình toán khảo sát Anten chấn tử được trình bày trên hình 1 [1]. Giảm đồ hướng của nguyên tố bức xạ điện như trên hình 2a, đẳng hướng đối với φ (giản đồ hướng hình tròn), và có dạng \sin đối với θ (giản đồ hướng hình số 8).

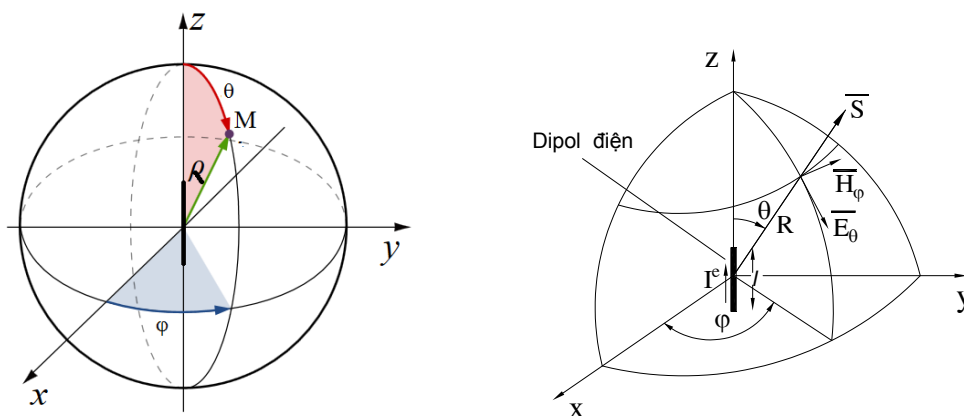
Tuy nhiên đặc tính hướng của anten chấn tử không chỉ phụ thuộc vào hướng khảo sát mà còn phụ thuộc vào độ dài chấn tử, như thể hiện trên hình từ 2b đến 2d.

Hàm phương hướng của anten chấn tử được biểu diễn [1] :

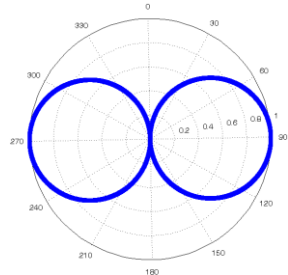
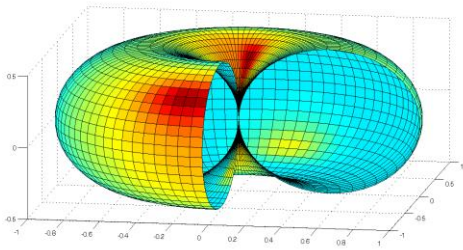
$$f(\theta, \varphi) = \frac{\cos\left(\frac{kl}{2} \cos\theta\right) - \cos\frac{kl}{2}}{\sin\theta} \quad (1)$$

Trong thực tế thường gặp anten chấn tử có độ dài ngắn so với bước sóng, và thường nhỏ hơn $\lambda/2$. Theo [2], khi độ dài chấn tử so với bước sóng nhỏ hơn 1,44 ($\frac{l}{\lambda} \leq 1.44$) thì hàm phương hướng đạt cực đại ở hướng mạn (Broadside, $\theta = \pm\pi/2$) và bằng :

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

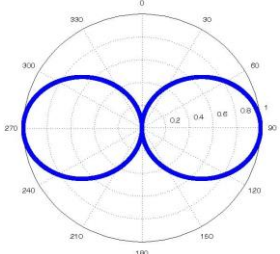
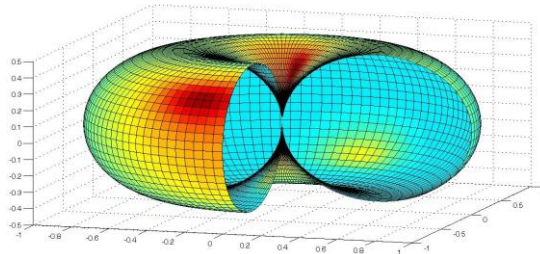


Hình 1. Mô hình toán khảo sát anten chấn tử



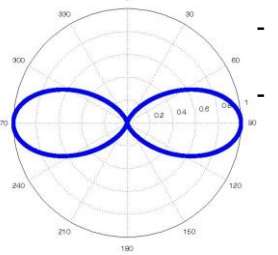
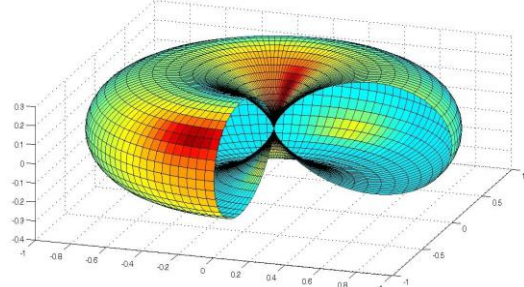
- $f(\theta, \varphi) = \sin \theta$
 - $\theta_3 = 90^0$

a) $\frac{l}{\lambda} \approx 0$ (dipol)



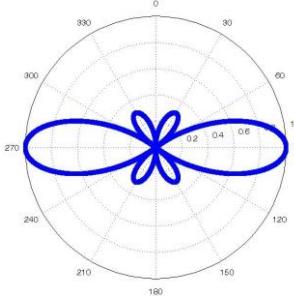
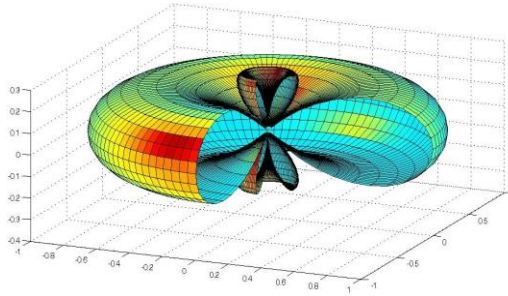
- $f(\theta, \varphi) = \frac{\cos(\frac{\pi}{2} \cos \theta)}{\sin \theta}$
 - $\theta_3 = 80^0$

b) $\frac{l}{\lambda} = 0.5$ (chấn tử nửa sóng)



- $f(\theta, \varphi) = \frac{1 + \cos(\pi \cos \theta)}{\sin \theta}$
 - $\theta_3 = 44^0$

c) $\frac{l}{\lambda} = 1$ (chấn tử toàn sóng)



- $f(\theta, \varphi) = \frac{\cos(\frac{kl}{2} \cos \theta) - \cos \frac{kl}{2}}{\sin \theta}$
 - $\theta_3 = 31^0$

d) $\frac{l}{\lambda} = 1.25$ (chấn tử dài)

Hình 2. Đồ thị phương hướng tổng hợp của anten chấn tử [3]

Khi đó hàm phương hướng chuẩn hóa có dạng [1] :

$$F(\theta, \varphi) = \left| \frac{\cos\left(\frac{kl}{2} \cos\theta\right) - \cos\frac{kl}{2}}{\sin\theta\left(1 - \cos\frac{kl}{2}\right)} \right| \quad (3)$$

Giản đồ hướng vẽ theo (3) đẳng hướng so với φ và không chỉ phụ thuộc vào θ mà còn phụ thuộc vào độ dài chấn tử l , như biểu diễn trên hình 2 [3]. Hình 2b vẽ giản đồ hướng của anten chấn tử nửa sóng ($l = \lambda/2, \theta_3 = 80^\circ$) và hình 2a là giản đồ hướng của nguyên tố bức xạ ($l \ll \lambda, \theta_3 = 90^\circ$). Còn trên hình 2d vẽ giản đồ hướng của anten chấn tử dài ($l = 1.25\lambda$), giản đồ hình số '8' không chỉ dẹt hơn nhiều ($\theta_3 = 31^\circ$) mà còn xuất hiện cực đại phụ. Qua so sánh giản đồ hướng anten chấn tử với các độ dài chấn tử khác nhau, có thể thấy khi độ dài chấn tử nhỏ hơn (hoặc bằng) chấn tử nửa sóng (và thường gặp trong thực tế) thì đặc tính hướng ít thay đổi và gần như không phụ thuộc độ dài chấn tử ($\theta_3 = 80^\circ..90^\circ$), và có dạng của đặc tính phương hướng của nguyên tố bức xạ [1]:

$$F(\theta, \varphi) = |\sin\theta| \quad (4)$$

2. Anten chấn tử làm việc chế độ thu

Khi anten chấn tử làm việc chế độ thu suất điện động cảm ứng ở đầu vào máy thu được tính theo công thức [1]:

$$e_0 = -E_0 \cdot \frac{\lambda}{\pi} \cdot \frac{1}{\sin\frac{kl}{2}} \cdot \frac{\cos\left(\frac{kl}{2} \cos\theta\right) - \cos\frac{kl}{2}}{\sin\theta} \quad (5)$$

Đổi chiều (5) và (1) sẽ thấy anten chấn tử làm việc chế độ thu có đặc tính phương hướng giống như làm việc chế độ phát.

Tuy nhiên nếu viết (5) dưới dạng:

$$e_0 = -E_0 \cdot \frac{\lambda}{\pi} \cdot g(l) \cdot f(\theta, \varphi, l) \quad (6)$$

Trong đó: $g(l) = \frac{1}{\sin\frac{kl}{2}}$ và $f(\theta, \varphi, l) = \frac{\cos\left(\frac{kl}{2} \cos\theta\right) - \cos\frac{kl}{2}}{\sin\theta}$

Nhìn vào (6), nếu coi $f(\theta, \varphi, l)$ là hàm phương hướng thì dễ nhầm tưởng $g(l)$ biểu diễn sự phụ thuộc của suất điện động cảm ứng trên anten chấn tử làm việc chế độ thu vào độ dài anten, và gặp trường hợp khi $l \rightarrow 0$, $g(l) \rightarrow \infty$, không đúng trong thực tế rằng khi độ dài anten thu càng nhỏ suất điện động đầu vào máy thu càng nhỏ.

Có thể tách biệt sự phụ thuộc của e_0 vào các thông số góc (đặc tính phương hướng độc lập) và vào độ dài l .

Có thể viết lại (5) dưới dạng:

$$e_0 = -E_0 \cdot \frac{\lambda}{\pi} \cdot \frac{1 - \cos\frac{kl}{2}}{\sin\frac{kl}{2}} \cdot \frac{\cos\left(\frac{kl}{2} \cos\theta\right) - \cos\frac{kl}{2}}{\sin\theta\left(1 - \cos\frac{kl}{2}\right)} \quad (7)$$

Thực tế thường sử dụng anten chấn tử ngắn (ngắn hơn nửa sóng) và chú ý nhận xét từ hình 2, có thể gần đúng:

$$\frac{\cos(\frac{kl}{2} \cos \theta) - \cos \frac{kl}{2}}{\sin \theta (1 - \cos \frac{kl}{2})} \approx \sin \theta \quad (8)$$

Và có thể viết được :

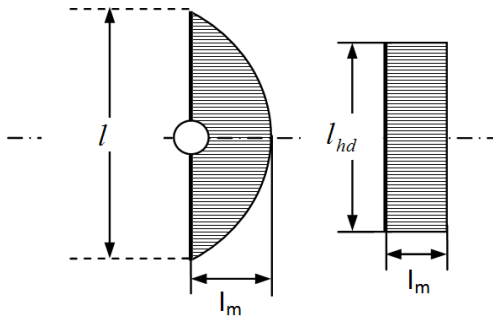
$$e_0 = -E_0 I_{hd} \cdot f(\theta, \varphi) \quad (9)$$

Trong đó :

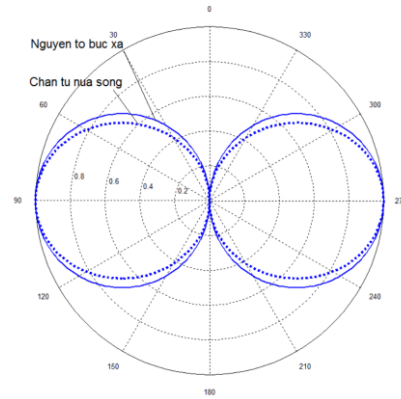
$$I_{hd} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \frac{1 - \cos \frac{kl}{2}}{\sin \frac{kl}{2}} \quad [1] \quad \text{và} \quad f(\theta, \varphi) = \sin \theta$$

3. Biện luận kết quả

Đặc tính của anten chấn tử làm việc chế độ thu xác định theo (9):



Hình 3a. Mô hình tương đương của l_{hd}



Hình 3b. Khoảng biến dạng của giản đồ hướng anten chấn tử thực tế

- Đúng với đa số các trường hợp ứng dụng trong thường gặp (anten ngắn hơn nửa sóng)
- Có ý nghĩa ứng dụng rất thực tế mà đơn giản hóa.

Rõ ràng là:

- Suất điện động cảm ứng của anten thu tỷ lệ với cường độ trường (E_0) tại điểm thu,
- Suất điện động cảm ứng của anten thu cũng tỷ lệ với độ dài hiệu dụng (l_{hd}), khi anten rất ngắn (

$l/\lambda \approx 0$) thì $l_{hd} \approx l$, còn đối với chấn tử nửa sóng $l_{hd} \approx \frac{\lambda}{\pi} = \frac{2}{\pi} l = 0,637 l$ (hình 3.a)

- Hàm phương hướng của anten có dạng gần đúng là $f(\theta, \varphi) = \sin \theta$, đẳng hướng so với φ và có dạng hình số 8 đối với θ , và khoảng biến dạng độ rộng búp sóng θ_3 từ 80° đến 90° (hình 3b).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phan Anh, *Lý thuyết và Kỹ thuật Anten*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà nội 2009.
- [2] Trần Xuân Việt, *Tính toán kích thước anten chấn tử để có bức xạ cực đại theo hướng Broadside*, Tạp chí Khoa học - Công nghệ Hàng hải số 35, tr.46-50, 8/2013.
- [3] S.J. Orfanidis, *Electromagnetic Waves and Antennas*, www.ece.rutgers.edu/~orfanidi/ewa, 2004.