



**HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG**  
 Posts & Telecommunications Institute of Technology




**BÀI GIẢNG**

# TRUYỀN SÓNG VÀ ANTEN

---

Giảng viên:	Nguyễn Việt Hưng
Email:	nvhung_vt1@ptit.edu.vn
Tel:	***
Bộ môn:	Vô tuyến
Khoa:	Viễn Thông 1
Học kỳ/Năm biên soạn:	II/2014


[www.ptit.edu.vn](http://www.ptit.edu.vn)


CHƯƠNG 5:

## ANTEN CHẮN TỬ

---

**2**

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
 Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

www.ptit.edu.vn


TRUYỀN SÓNG & ANTEN

---

## Nội dung

- 5.1 Giới thiệu chung
- 5.2 Anten chấn tử đối xứng
- 5.3 Anten chấn tử đơn
- 5.4 Anten nhiều chấn tử
- 5.5 Câu hỏi và bài tập

3Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

www.ptit.edu.vn

TRUYỀN SÓNG & ANTEN

---

## Nội dung

- 5.1 Giới thiệu chung
- 5.2 Anten chấn tử đối xứng
- 5.3 Anten chấn tử đơn
- 5.4 Anten nhiều chấn tử
- 5.5 Câu hỏi và bài tập

4Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



## 5.1 – Giới thiệu chung

- Anten chấn tử, còn được gọi là anten dipol (ngẫu cực), sử dụng chấn tử làm phần tử bức xạ sóng điện từ.
- Kết cấu đơn giản, tương tự như đường dây dẫn song song hở mạch ở một đầu.
- Các loại anten chấn tử điển hình:
  - Anten chấn tử đối xứng
  - Anten chấn tử đơn
  - Anten nhiều chấn tử



5

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



## Nội dung

- 5.1 Giới thiệu chung
- 5.2 Anten chấn tử đối xứng
- 5.3 Anten chấn tử đơn
- 5.4 Anten nhiều chấn tử
- 5.5 Câu hỏi và bài tập

6

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

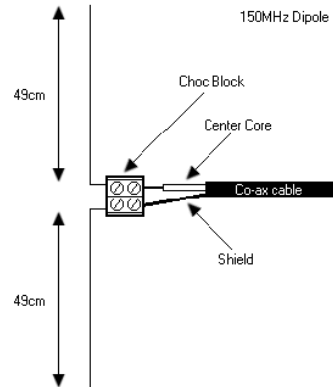


## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Khái niệm

- Là cấu trúc gồm hai vật dẫn hình dạng tùy ý:

- Kích thước giống nhau, đặt thẳng hàng trong không gian
- Điểm giữa (đối xứng) nối với nguồn tín hiệu cao tần.
- Có thể kết hợp nhiều chấn tử để tăng tính hướng



Hình 5.1: Anten chấn tử đối xứng

7

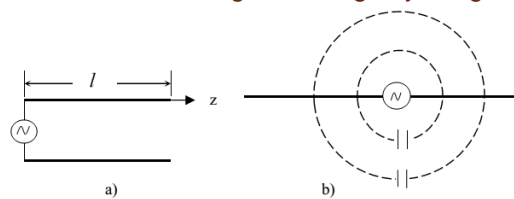
Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Phân bố dòng điện:

- Tương quan chấn tử đối xứng và đường dây song hành



Hình 5.2: Tương quan giữa anten chấn tử đối xứng và đường dây song hành

- Với chấn tử mảnh ( $d \ll 0,01 \lambda$ ), điểm khảo sát ở xa ( $r \gg \lambda$ ): Coi là tương quan. Phân bố dòng điện trên chấn tử đối xứng có dạng sóng đứng:

$$I_z(z) = I_b \sin \{k(l - |z|)\} \quad (5.1)$$

$I_b$  : Biên độ dòng điện ở điểm bụng sóng  
 $l$ : độ dài của một nhánh chấn tử

8

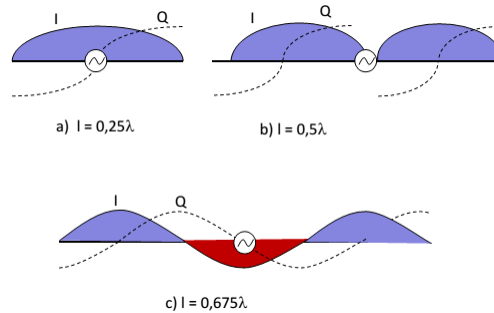
Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Phân bố điện tích

$$Q = \begin{cases} \frac{kI_b}{i\omega} \cos\{k(l-z)\} & z > 0 \\ -\frac{kI_b}{i\omega} \cos\{k(l+z)\} & z < 0 \end{cases} \quad (5.2)$$



Hình 5.3: Phân bố dòng điện và điện tích trên anten chấn tử đối xứng

9

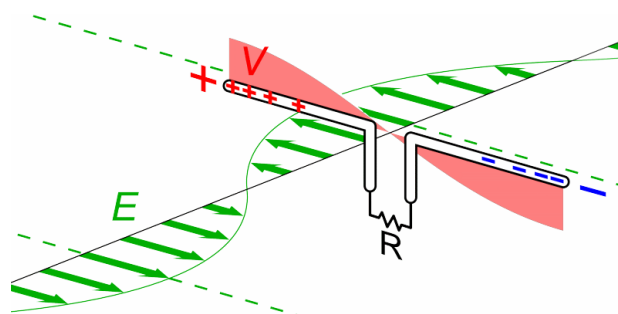
Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Phân bố điện tích

$$Q = \begin{cases} \frac{kI_b}{i\omega} \cos\{k(l-z)\} & z > 0 \\ -\frac{kI_b}{i\omega} \cos\{k(l+z)\} & z < 0 \end{cases} \quad (5.2)$$



Hình 5.3: Phân bố dòng điện và điện tích trên anten chấn tử đối xứng

10

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Bức xạ của chấn tử đối xứng trong không gian tự do

#### • Bài toán:

- Chấn tử đối xứng chiều dài  $2l$  đặt trong không gian tự do
- Khảo sát trường tại điểm M cách chấn tử  $r_0 \gg \lambda$ , tạo với phương của chấn tử một góc  $\theta$

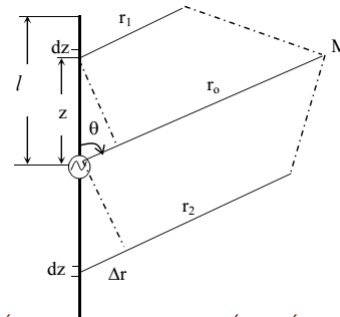
#### • Xác định cường độ trường:

- Chia chấn tử thành các phần tử nhỏ  $dz \ll \lambda$ .
- Mỗi phần tử tương đương với 1 chấn tử điện:
  - Chiều dài  $dz$
  - Khoảng cách  $r$
  - Mật độ dòng không đổi  $I_z$

$$\text{do } r \gg \lambda$$

$$r_1 = r_0 - z \cos \theta$$

$$r_2 = r_0 + z \cos \theta$$



Hình 5.4: Các tham số tính trường bức xạ của chấn tử đối xứng

11

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Xác định cường độ trường

- Trường do phần tử  $dz$  tại nhánh 1 và nhánh 2 gây ra:

$$d\vec{E}_1 = i \frac{60\pi I_z dz}{r_1 \lambda} \sin \theta e^{-ikr_1} \vec{i}_\theta \quad (5.2)$$

$$d\vec{E}_2 = i \frac{60\pi I_z dz}{r_2 \lambda} \sin \theta e^{-ikr_2} \vec{i}_\theta$$

- Cường độ trường tổng hợp của 2 phần tử

$$d\vec{E} = d\vec{E}_1 + d\vec{E}_2 \quad I_z = I_b \cdot \sin \{k(l - |z|)\} \quad (5.3)$$

$$d\vec{E} = i \frac{60\pi I_b dz}{r_0 \lambda} \sin \theta \sin \{k(l - z)\} e^{-ikr_0} (e^{ikz \cos \theta} + e^{-ikz \cos \theta}) \vec{i}_\theta$$

$$d\vec{E} = i \frac{60\pi I_b dz}{r_2 \lambda} \sin \theta \sin \{k(l - z)\} e^{-ikr_0} \cdot 2(\cos(kz \cos \theta)) \vec{i}_\theta \quad (5.4)$$

12

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

www.ptit.edu.vn TRUYỀN SÓNG & ANTEN

## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

- Điện trường do toàn bộ chấn tử gây ra tại M:

$$\begin{aligned}\vec{E} &= \int_0^l d\vec{E} \\ &= i \frac{60I_b}{r_0} \frac{\cos(kl\cos\theta) - \cos kl}{\sin\theta} e^{-ikr_0} \vec{i}_\theta \\ &= i \frac{60I_b}{r_0} e^{-ikr_0} f(\theta, \varphi) \vec{i}_\theta\end{aligned}\quad (5.5)$$

$$|\vec{E}| = \frac{60I_b}{r_0} |f(\theta, \varphi)| \quad \text{Không phụ thuộc } \varphi \quad (5.6)$$

13 Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

www.ptit.edu.vn TRUYỀN SÓNG & ANTEN

## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

- Tham số của chấn tử đối xứng
  - Hàm tính hướng và đồ thị tính hướng
    - Hàm tính hướng biên độ:

$$|f(\theta, \varphi)| = |f(\theta)| = \left| \frac{\cos(kl\cos\theta) - \cos(kl)}{\sin\theta} \right| \quad (5.7)$$

Trong mặt phẳng H vuông góc với trục của chấn tử, có  $\theta$  là hằng số, hàm tính hướng chỉ phụ thuộc vào ' $kl$ ' hay độ dài tương đối ( $l/\lambda$ )

- Trường hợp chấn tử ngắn,  $l \ll \lambda$  (hoặc  $l < \lambda/4$ )

(x nhỏ)  $\cos x \approx 1 - \frac{x^2}{2} \implies |f(\theta)| = \frac{(kl)^2}{2} |\sin\theta| \quad (5.8)$

$$|F(\theta)| = |\sin\theta| \quad (5.9)$$

➡ Tương tự chấn tử điện: có hướng ở mặt phẳng E chứa trục chấn tử, vô hướng ở mặt phẳng H vuông góc với trục chấn tử, cực đại ở hướng vuông với trục

14 Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Tham số của chấn tử đối xứng

#### • Hàm tính hướng và đồ thị tính hướng

##### • Hàm tính hướng biên độ:

- Chấn tử nửa sóng,  $l = \lambda/4$

$$kl = \frac{\pi}{2} \Rightarrow |f(\theta)| = \left| \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2}\cos\theta\right) - \cos\left(\frac{\pi}{2}\right)}{\sin\theta} \right| = \left| \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2}\cos\theta\right)}{\sin\theta} \right| \quad (5.10)$$

- Chấn tử toàn sóng,  $l = \lambda/2$

$$kl = \pi \Rightarrow |f(\theta)| = \left| \frac{\cos(\pi\cos\theta) - \cos(\pi)}{\sin\theta} \right| = \left| \frac{2\cos^2\left(\frac{\pi}{2}\cos\theta\right)}{\sin\theta} \right| \quad (5.11)$$

Đồ thị phương hướng hẹp hơn



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Tham số của chấn tử đối xứng

#### • Hàm tính hướng và đồ thị tính hướng

##### • Hàm tính hướng biên độ:

- Chấn tử dài,  $l > \lambda/2$ :

- Trên mỗi nhánh xuất hiện dòng điện ngược pha
- Tại hướng vuông góc, không có sai pha về đường đi, nhưng do có dòng ngược pha nên cường độ trường tổng giảm (búp chính thu hẹp lại)
- Tại các hướng khác (có sai pha về đường đi), sai pha được bù trừ bởi sai pha về dòng điện nên xuất hiện các búp sóng phụ. Khi  $l = \lambda$ , bốn búp phụ trở thành 4 búp sóng chính.

➡ Tính hướng của chấn tử đối xứng phụ thuộc vào chiều dài điện:  $l/\lambda$

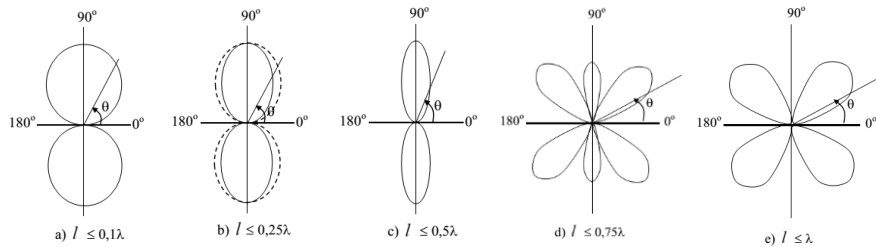




## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Tham số của chấn tử đối xứng

- Đồ thị tính hướng của chấn tử đối xứng trong mặt phẳng E (Vuông góc)



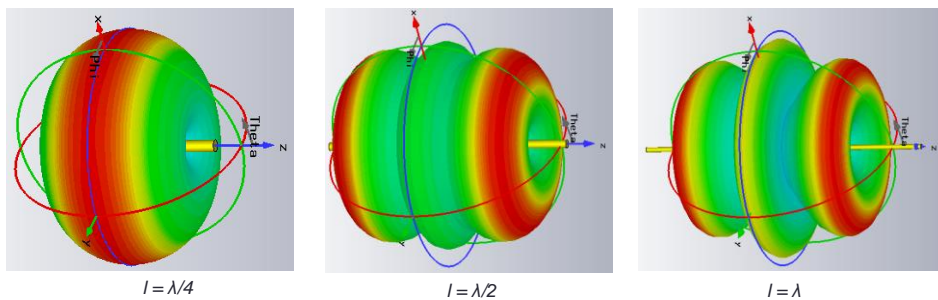
Hình 5.5: Đồ thị phương hướng của chấn tử đối xứng trong mặt phẳng E



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Tham số của chấn tử đối xứng

- Đồ thị tính hướng của chấn tử đối xứng

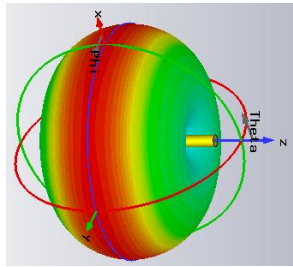
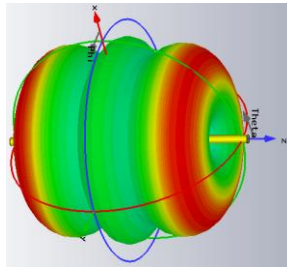
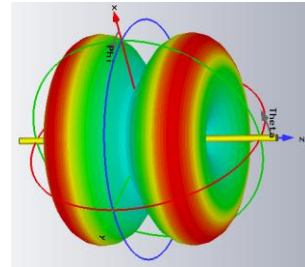


Hình 5.6: Đồ thị phương hướng của chấn tử đối xứng trong không gian 3D



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

- Tham số của chấn tử đối xứng
  - Đồ thị tính hướng của chấn tử đối xứng

 $l = \lambda/4$  $l = \lambda/2$  $l = 1,5\lambda$ 

Hình 5.6: Đồ thị phương hướng của chấn tử đối xứng trong không gian 3D

19

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



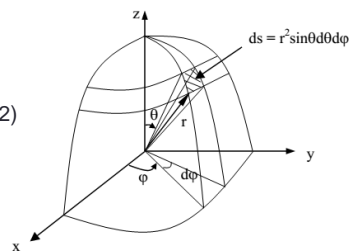
## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

- Tham số của chấn tử đối xứng

- Công suất bức xạ
  - Công suất bức xạ qua diện tích ds

$$dP_{\Sigma} = S_{tb} ds = E_h \cdot H_h ds = \frac{E^2}{2Z} ds \quad (5.12)$$

- Công suất bức xạ của chấn tử
- Thay E từ (5.5) và  $S_{tb} = E_0^2 / 120\pi$



$$\begin{aligned}
 P_{\Sigma} &= \frac{ZI_b^2}{8\pi^2 r^2} \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi} \left[ \frac{\cos(kl \cos \theta) - \cos(kl)}{\sin \theta} \right]^2 r^2 \sin \theta d\theta d\varphi \\
 &= 30 I_b^2 \int_0^{\pi} \frac{[\cos(kl \cos \theta) - \cos(kl)]^2}{\sin \theta} d\theta \quad \text{Không phụ thuộc } \varphi \quad (5.13)
 \end{aligned}$$

20

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

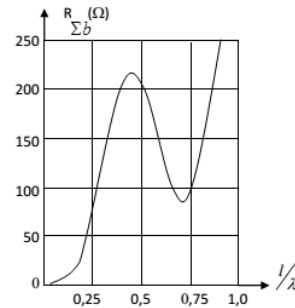
### • Tham số của chấn tử đối xứng

#### • Điện trở bức xạ

- Tại điểm bụng

$$P_{\Sigma} = \frac{1}{2} I_b^2 R_{\Sigma b}$$

$$R_{\Sigma b} = 60 \int_0^{\pi} \frac{[\cos(kl \cos \theta) - \cos(kl)]^2}{\sin \theta} d\theta \quad (5.14)$$



Hình 5.7: Điện trở bức xạ vs độ dài tương đối

Nhận xét:

- Khi  $l/\lambda$  nhỏ, giống dipol điện, tăng  $l$  cho dòng đồng pha tăng  $\Rightarrow$  tăng  $R_{\Sigma}$
- Khi  $l > \lambda/2$ , xuất hiện dòng ngược pha,  $\Rightarrow$  giảm  $R_{\Sigma}$
- Điện trở bức xạ dao động với cực đại ở độ dài là bội số chẵn của  $\lambda/4$  và cực tiểu ở độ dài là bội số lẻ của  $\lambda/4$



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Tham số của chấn tử đối xứng


#### • Hệ số tính hướng

$$D(\theta, \varphi) = \frac{|E(\theta, \varphi)|^2 \cdot 2\pi r^2}{Z P_{\Sigma}}$$

$$D_{\max} = D\left(\frac{\pi}{2}\right) = \frac{Z}{\pi R_{\Sigma b}} (1 - \cos(kl))^2 \quad (5.15)$$

Nhận xét:

- Khi  $l/\lambda \leq 0,675$ : Bức xạ của anten đạt cực đại ở hướng  $\theta = \pm \frac{\pi}{2}$ ,  
Tăng  $l \Rightarrow D$  tăng
- Khi  $l/\lambda > 0,675$ : Tăng  $l \Rightarrow D$  giảm do bức xạ chính giảm


www.ptit.edu.vn
TRUYỀN SÓNG & ANTEN

## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

---

- **Tham số của chấn tử đối xứng**
  - **Trở kháng sóng**
    - Trở kháng sóng dây sóng hành

$$Z_A = \frac{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}{C} = 276 \cdot \lg\left(\frac{D}{r}\right) \quad (\Omega) \quad (5.16)$$

C: điện dung phân bố của đường dây  
D: Khoảng cách tâm hai dây dẫn  
r: bán kính dây dẫn

- Chấn tử đối xứng với điện dung phân bố thay đổi:
  - Với  $l < \lambda$

$$Z_A = 120 \left[ \ln\left(\frac{2l}{r}\right) - 1 \right] \quad (\Omega) \quad (5.17)$$


- Với  $l > \lambda$  (Công thức Kesenich)

$$Z_A = 120 \left[ \ln\left(\frac{\lambda}{\pi r}\right) - E \right] \quad (\Omega) \quad (5.18)$$

E: hằng số Euler  
E  $\approx 0,577$

23

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
 Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1


www.ptit.edu.vn
TRUYỀN SÓNG & ANTEN

## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

---

- **Tham số của chấn tử đối xứng**
  - **Trở kháng vào**
    - Đường dây sóng hành hở mạch đầu cuối có trở kháng vào:

$$X_{in} = -iZ_A \cotg(kl) \quad (5.19)$$

- Chấn tử đối xứng năng lượng bức xạ ra không gian sinh công nên có thành phần điện trở bức xạ đầu vào đóng vai trò thuần trở

$$R_{in} = \frac{R_\Sigma}{\sin^2(kl)} \quad (5.20)$$

- Trở kháng vào của chấn tử:

$$Z_{in} = R_{in} + jX_{in} = \frac{R_\Sigma}{\sin^2(kl)} - iZ_A \cotg(kl) \quad (5.21)$$

Với  $l < 0,75 \lambda$

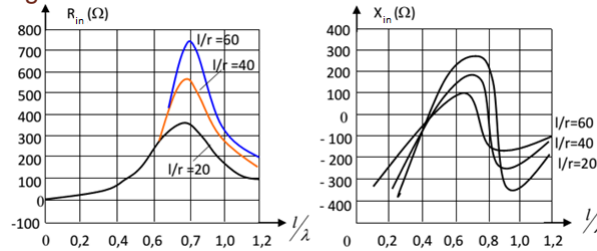
24

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
 Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

## 5.2 – Anten chẵn tử đối xứng

### • Tham số của chẵn tử đối xứng

#### • Trở kháng vào



Hình 5.8: Sự phụ thuộc của  $Z_{in}$  vào tỉ lệ  $l/\lambda$

#### • Nhận xét:

- Chắn tử ngắn ( $l < \lambda/4$ ):  $\cotg > 0$  nên  $X_{in} < 0$ , trở kháng mang tính dung
- Chắn tử nửa sóng ( $l = \lambda/4$ ):  $\cotg = 0$ ,  $Z_{in} = R_{in} = 73,1\Omega$ , Cộng hưởng nối tiếp
- ( $\lambda/4 < l < \lambda/2$ ):  $\cotg < 0$  nên  $X_{in} > 0$ , trở kháng mang tính cảm
- Chắn tử toàn sóng ( $l = \lambda/2$ ):  $\cotg = 0$ ,  $Z_{in} = R_{in} = \infty$ , Cộng hưởng song song

25

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

## 5.2 – Anten chẵn tử đối xứng

### • Tham số của chẵn tử đối xứng

#### • Chiều dài hiệu dụng

- Khái niệm: là chiều dài tương đương của một chẵn tử có dòng điện phân bố đồng đều và bằng dòng điện đầu vào của chẵn tử thật, với diện tích phân bố dòng điện tương đương

$$I_{hd} = \frac{1}{I_0} \int_{-l}^l I(z) dz$$

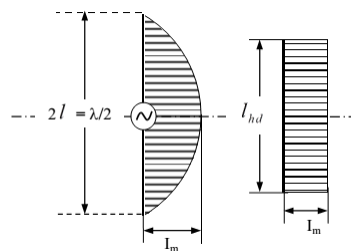
$$I_{hd} = \frac{\lambda}{\pi} \frac{1 - \cos(kl)}{\sin(kl)} \quad (5.22)$$

Nhận xét:

- Chắn tử ngắn  $I_{hd} \rightarrow \frac{\lambda}{\pi} \tan\left(\frac{kl}{2}\right) \rightarrow l$

Bằng nửa chiều dài chẵn tử thật

- Chắn tử nửa sóng ( $2l = \lambda/2$ )  $\rightarrow I_{hd} = \lambda/\pi$



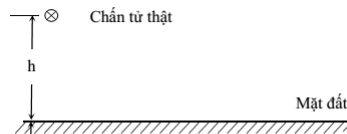
Hình 5.9: Chiều dài thực và chiều dài hiệu dụng của chẵn tử đối xứng

26

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

- Ảnh hưởng của mặt đất lên bức xạ của chấn tử đối xứng
  - Phương pháp ảnh gương
    - Bức xạ của chấn tử trong môi trường thực bị ảnh hưởng của các vật dẫn ở gần
      - Trường bức xạ của anten làm phát sinh sóng thứ cấp → Nguồn bức xạ thứ cấp
      - Cường độ trường tại điểm thu là giao thoa giữa trường sơ cấp và thứ cấp
    - Coi ảnh hưởng của nguồn thứ cấp là do chấn tử ảnh



Hình 5.9: Chấn tử thật và chấn tử ảnh

27

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

- Ảnh hưởng của mặt đất lên bức xạ của chấn tử đối xứng
  - Phương pháp ảnh gương
    - Ảnh hưởng của mặt đất được xác định bằng phương pháp ảnh gương
      - Tác dụng của dòng thứ cấp tương đương với một chấn tử ảo là ảnh của chấn tử thật qua mặt phân cách giữa hai môi trường → chấn tử ảnh
      - Dòng điện trong chấn tử ảnh có biên độ bằng biên độ của dòng điện trong chấn tử thật, pha tùy thuộc phương của chấn tử thật trên mặt đất:
        - Song song  $\Rightarrow$  ngược pha; Vuông góc  $\Rightarrow$  đồng pha
      - Bức xạ tổng hợp sẽ tương đương với hệ hai chấn tử có khoảng cách  $2h$  đặt trong không gian tự do
      - Giải quyết bài toán theo lý thuyết phản xạ sóng phẳng

Quan hệ dòng điện:

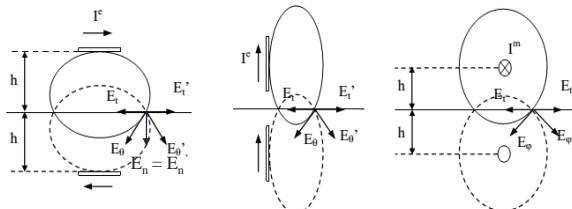
$$I_a = I_t R_{px} e^{i\varphi_{px}} \quad (5.23)$$

$I_a$ : dòng điện trên chấn tử ảnh

$I_t$ : dòng điện trên chấn tử thật

$R_{px}$ : Modul của hệ số phản xạ

$\varphi_{px}$ : Góc pha của hệ số phản xạ



Hình 5.10: Nguyên lý ảnh gương

28

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Ảnh hưởng của mặt đất lên bức xạ của chấn tử đối xứng

#### • Bức xạ của chấn tử đối xứng trên mặt đất

- Xem như 2 chấn tử đối xứng
- Cường độ trường tại điểm M tại khoảng cách xa

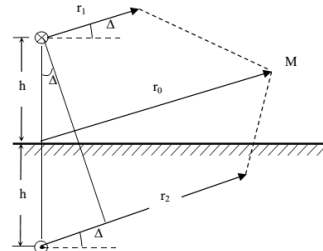
$$F_0(\Delta) = \frac{\cos(kl \sin \Delta) - \cos(kl)}{(1 - \cos(kl)) \cos \Delta} \quad (5.24)$$

$$E_1 = E_0 F_0(\Delta) \quad (5.25)$$

$$E_2 = E_1 R_{px} e^{i(\varphi_{px} - 2kh \sin \Delta)} \quad (5.26)$$

$$E = E_1 + E_2 = E_0 F_0(\Delta) \left[ 1 + R_{px} e^{i(\varphi_{px} - 2kh \sin \Delta)} \right] \quad (5.27)$$

$$|E| = E_0 F_0(\Delta) \sqrt{1 + R_{px}^2 + 2R_{px} \cos(\varphi_{px} - 2kh \sin \Delta)} \quad (5.28)$$



Hình 5.11: Chấn tử đối xứng đặt nằm ngang so với mặt đất

$E_0$ : Cường độ trường của chấn tử ở hướng bức xạ cực đại  
 $F_0(\Delta)$ : hàm tính hướng chuẩn hóa của chấn tử trong mặt phẳng khảo sát  
 $E_1$ : biên độ cường độ trường của chấn tử đối xứng trong không gian tự do  
 $E_2$ : biên độ cường độ trường của chấn tử ảnh  
 $\Delta$ : Hướng khảo sát



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Ảnh hưởng của mặt đất lên bức xạ của chấn tử đối xứng

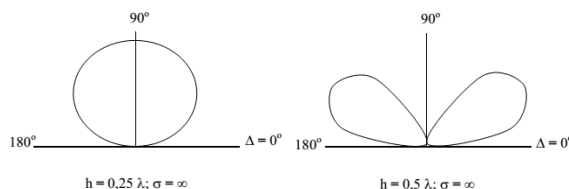
#### • Bức xạ của chấn tử đối xứng đặt nằm ngang

- Hai chấn tử có dòng điện ngược pha
- Chấn tử đặt nằm ngang nên ở mặt phẳng vuông góc với trục và đi qua tâm chấn tử có  $F_0(\Delta) = 1$
- Với mặt đất dẫn điện lý tưởng có  $R = 1$  và  $\varphi = \pi$

$$|E| = E_0 \sqrt{2[1 + \cos(\pi - 2kh \sin \Delta)]} = 2E_0 F(\Delta) \quad (5.29)$$

$$F(\Delta) = \sin(kh \sin \Delta) \quad (5.30)$$

- $F(\Delta)$  Thể hiện ảnh hưởng của mặt đất thông qua chấn tử ảnh



Hình 5.11: Đồ thị tính hướng của chấn tử đối xứng đặt nằm ngang trên mặt đất (mp H)



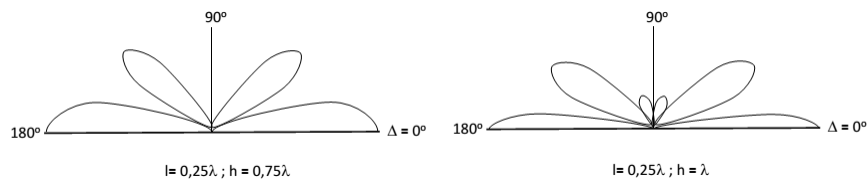
## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Ảnh hưởng của mặt đất lên bức xạ của chấn tử đối xứng

- Bức xạ của chấn tử đối xứng đặt thẳng đứng
  - Hai chấn tử có dòng đồng pha
  - Với mặt đất dẫn điện lý tưởng có  $R = 1$  và  $\varphi = \pi$

$$F(\Delta) = F_0(\Delta) \cos(kh \sin \Delta) \quad F_0(\Delta) = \frac{\cos(kl \sin \Delta) - \cos(kl)}{(1 - \cos(kl)) \cos \Delta} \quad (5.31)$$

$$E(\Delta) = 2E_0 F(\Delta) \quad (5.32)$$



Hình 5.11: Đồ thị tính hướng của chấn tử đối xứng đặt thẳng đứng trên mặt đất (mp E)

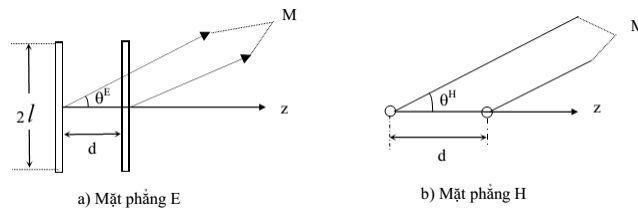


## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Hệ hai chấn tử đối xứng đặt gần nhau

- Bức xạ của hệ hai chấn tử đối xứng đặt gần nhau
  - Để tạo hệ anten tổng hợp có tính hướng thay đổi
  - Quan hệ dòng trong hai chấn tử

$$\frac{I_2}{I_1} = a_2 e^{j\psi_2} \quad (5.33) \quad \begin{array}{l} a_2: \text{tỷ số biên độ dòng điện của chấn tử 2 và chấn tử 1} \\ \psi_2: \text{góc sai pha của dòng điện trong chấn tử 2 so với dòng trong chấn tử 1} \end{array}$$



Hình 5.12: Hệ 2 chấn tử đối xứng đặt song song gần nhau





## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

- Hệ hai chấn tử đối xứng đặt gần nhau
  - Bức xạ của hệ hai chấn tử đối xứng đặt gần nhau
    - Cường độ trường tại điểm khảo sát

$$\vec{E}_M = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$E = -\frac{ik}{4\pi} \frac{e^{-ikr}}{r} f_1(\theta) (1 + a_2 e^{i\psi_2} e^{ikd \cos \theta}) \quad (5.34)$$

- Hàm tính hướng tổng hợp

$$f_k = 1 + a_2 e^{i\psi_2} e^{ikd \cos \theta} \quad (5.35)$$

Phụ thuộc các giá trị khác nhau của  $d/\lambda$  và  $a_2 e^{i\psi_2}$



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

- Hệ hai chấn tử đối xứng đặt gần nhau
  - Bức xạ của hệ hai chấn tử đối xứng đặt gần nhau
    - Trường hợp đồng biên, đồng pha:  $a_2=1$  và  $\psi_2=0$

$$f_k(\theta) = 1 + e^{ikd \cos \theta} = e^{\frac{ikd \cos \theta}{2}} \left( e^{\frac{ikd \cos \theta}{2}} + e^{-\frac{ikd \cos \theta}{2}} \right) \quad (5.36)$$

$$f_k(\theta) = 2 \cos \left[ \frac{kd}{2} \cos \theta \right] e^{ikd \cos \theta}$$

$$|f_k(\theta)| = 2 \cos \left[ \frac{kd}{2} \cos \theta \right] \quad (5.37)$$

- Hướng bức xạ cực đại

$$\cos \left[ \frac{kd}{2} \cos \theta \right] = \pm 1 \Leftrightarrow kd \cos \theta_{\max} = 2n\pi \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

$$\cos \theta_{\max} = \frac{2n\pi}{kd} = \frac{n\lambda}{d} \leq 1 \Leftrightarrow n \leq \frac{d}{\lambda} \quad (5.38)$$



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Hệ hai chấn tử đối xứng đặt gần nhau

- Trường hợp dòng trong hai chấn tử đồng biên, ngược pha:  $a_2=1$  và  $\psi_2=180^\circ$
- Hàm tính hướng

$$f_k(\theta) = 1 + e^{(ikd \cos \theta + \pi)} = -2 \sin\left(\frac{kd}{2} \cos \theta\right) e^{\frac{ikd \cos \theta}{2}}$$

$$|f_{km}(\theta)| = 2 \left| \sin\left(\frac{kd}{2} \cos \theta\right) \right| \quad (5.39)$$

- Hướng bức xạ cực đại

$$\sin\left(\frac{kd}{2} \cos \theta\right) = \pm 1 \Leftrightarrow kd \cos \theta_{\max} = (2n+1)\pi \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

$$\cos \theta_{\max} = \frac{(2n+1)\pi}{kd} = \frac{(2n+1)\lambda}{2d} \leq 1 \Leftrightarrow \frac{(2n+1)}{2} \leq \frac{d}{\lambda} \quad (5.40)$$



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Hệ hai chấn tử đối xứng đặt gần nhau

- Trường hợp dòng trong hai chấn tử đồng biên, ngược pha:  $a_2=1$  và  $\psi_2=180^\circ$
- Hàm tính hướng

$$f_k(\theta) = 1 + e^{(ikd \cos \theta + \pi)} = -2 \sin\left(\frac{kd}{2} \cos \theta\right) e^{\frac{ikd \cos \theta}{2}}$$

$$|f_{km}(\theta)| = 2 \left| \sin\left(\frac{kd}{2} \cos \theta\right) \right| \quad (5.39)$$

- Hướng bức xạ cực tiểu

$$\sin\left(\frac{kd}{2} \cos \theta\right) = 0 \Leftrightarrow kd \cos \theta_{\min} = 2n\pi \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

$$\cos \theta_{\min} = \frac{2n\pi}{kd} = \frac{2n\lambda}{2d} \leq 1 \Leftrightarrow n \leq \frac{d}{\lambda} \quad (5.41)$$



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Hệ hai chấn tử đối xứng đặt gần nhau

- Trường hợp dòng trong hai chấn tử đồng biên, vuông pha:  $a_2=1$  và  $\psi_2=90^\circ$
- Hàm tính hướng

$$f_k(\theta) = 1 + e^{(ikd \cos \theta + \frac{\pi}{2})} = 2 \cos \left( \frac{kd}{2} \cos \theta + \frac{\pi}{4} \right) e^{i \left( \frac{kd \cos \theta}{2} + \frac{\pi}{4} \right)}$$

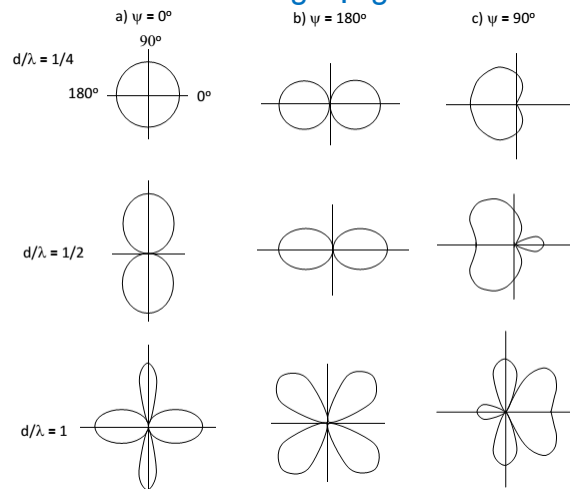
$$|f_{km}(\theta)| = 2 \left| \sin \left( \frac{kd}{2} \cos \theta + \frac{\pi}{4} \right) \right| \quad (5.42)$$

- Khi  $d = \lambda/4$   
Cực tiểu bằng 0 khi  $\theta = 0$ , Cực đại bằng 2 khi  $\theta = 180^\circ$



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Hệ hai chấn tử đối xứng đặt gần nhau



Hình 5.13: Đồ thị phương hướng của hệ hai chấn tử song song đặt gần nhau



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Hệ hai chấn tử đối xứng đặt gần nhau

#### • Trở kháng vào

- Trở kháng tương hỗ ảnh hưởng tới số đo thực tế đặt lên hai chấn tử

$$\begin{aligned} e_1 &= I_{a1}Z_{11} + I_{a2}Z_{12} \\ e_2 &= I_{a2}Z_{22} + I_{a1}Z_{21} \\ \frac{I_{a2}}{I_{a1}} &= ae^{i\psi} \end{aligned} \quad (5.43)$$

$e_1, e_2$ : Số đo đầu vào hai chấn tử khi xét đến tương hỗ  
 $Z_{11}, Z_{22}$ : Trở kháng riêng của hai chấn tử  
 $Z_{12}, Z_{21}$ : Trở kháng tương hỗ hai chấn tử  
 $Z_{12} = Z_{21}$

$$Z_{in1} = \frac{e_1}{I_{a1}} = Z_{11} + ae^{i\psi} Z_{12} \quad Z_{in2} = \frac{e_2}{I_{a2}} = Z_{22} + \frac{1}{a} e^{-i\psi} Z_{12} \quad (5.44)$$

$$Z_{11} = R_{11} + iX_{11} \quad Z_{22} = R_{22} + iX_{22} \quad Z_{12} = R_{12} + iX_{12}$$

$$Z_{in1} = R_{11} + a(R_{12} \cos \psi - X_{12} \sin \psi) + i[X_{11} + a(R_{12} \sin \psi + X_{12} \cos \psi)] \quad (5.45)$$

$$Z_{in2} = R_{22} + a(R_{12} \cos \psi - X_{12} \sin \psi) + i[X_{22} + a(R_{12} \sin \psi + X_{12} \cos \psi)]$$



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Hệ hai chấn tử đối xứng đặt gần nhau

#### • Điện trở bức xạ

$$P_{bx} = \frac{I^2 R_{bx}}{2} \quad (5.46)$$

$$P_{bx1} = \frac{I_{a1} I_{a1}^*}{2} [R_{11} + a(R_{12} \cos \psi - X_{12} \sin \psi)] \quad (5.47)$$

$$P_{bx2} = \frac{I_{a2} I_{a2}^*}{2} \left[ R_{22} + \frac{1}{a} (R_{12} \cos \psi + X_{12} \sin \psi) \right]$$

$$P_{bx} = P_{bx1} + P_{bx2} = \frac{I_{a1} I_{a1}^*}{2} [R_{11} + a^2 R_{22} + 2a R_{12} \cos \psi] \quad (5.48)$$

$$R_{bx0} = R_{11} + a^2 R_{22} + 2a R_{12} \cos \psi \quad (5.49)$$

Điện trở bức xạ của hệ không phụ thuộc vào điện kháng riêng và điện kháng tương hỗ của hai chấn tử



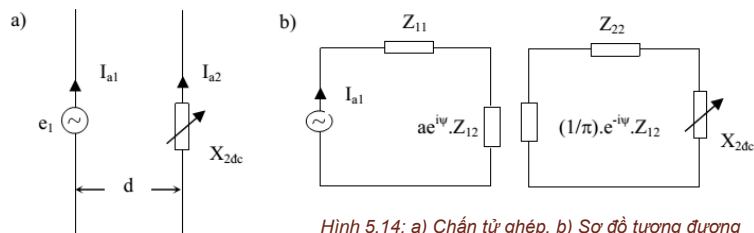
## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Hệ hai chấn tử đối xứng đặt gần nhau

#### • Chấn tử chủ động, chấn tử thụ động

- Chấn tử chủ động: được nối trực tiếp với nguồn và tự bức xạ sóng điện từ
- Chấn tử thụ động: Không được cấp nguồn, hoạt động dựa trên nguyên tắc cảm ứng điện từ => nguồn bức xạ thứ cấp.

$$? \frac{I_{a2}}{I_{a1}} = ae^{i\psi} \quad (5.50)$$



Hình 5.14: a) Chấn tử ghép, b) Sơ đồ tương đương



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

### • Hệ hai chấn tử đối xứng đặt gần nhau

#### • Chấn tử chủ động, chấn tử thụ động

- Sức điện động và dòng trong chấn tử:

$$e_1 = I_{a1}Z_{11} + I_{a2}Z_{12} \quad (5.51)$$

$$0 = I_{a2}(Z_{22} + iX_{2dc}) + I_{a1}Z_{21}$$

$$\Rightarrow \frac{I_{a2}}{I_{a1}} = -\frac{Z_{12}}{Z_{22} + iX_{2dc}} = -\frac{R_{12} + iX_{12}}{R_{22} + i(X_{22} + X_{2dc})} \quad (5.52)$$

$$a = \sqrt{\frac{R_{12}^2 + X_{12}^2}{R_{22}^2 + (X_{22} + X_{2dc})^2}} \quad (5.53)$$

$$\psi = \pi + \arctan \frac{X_{12}}{R_{12}} - \arctan \frac{X_{22} + X_{2dc}}{R_{22}}$$



## 5.2 – Anten chấn tử đối xứng

- Hệ hai chấn tử đối xứng đặt gần nhau

- Chấn tử chủ động, chấn tử thụ động

- Trở kháng vào và điện trở bức xạ:

$$Z_{in1} = Z_{11} - \frac{Z_{12}^2}{Z_{22} + iX_{2dc}}; \quad Z_{in2} = 0 \quad (e_2 = 0) \quad (5.54)$$

$$R_{bx0} = R_{11} + a^2 R_{22} - 2a R_{12} \cos \psi$$

$$a = \sqrt{\frac{R_{12}^2 + X_{12}^2}{R_{22}^2 + (X_{22} + X_{2dc})^2}}$$

$$\psi = \pi + \arctan \frac{X_{12}}{R_{12}} - \arctan \frac{X_{22} + X_{2dc}}{R_{22}}$$



## Nội dung

- 5.1 Giới thiệu chung
- 5.2 Anten chấn tử đối xứng
- 5.3 Anten chấn tử đơn
- 5.4 Anten nhiều chấn tử
- 5.5 Câu hỏi và bài tập



## 5.3 – Anten chấn tử đơn - Monopole

### • Cấu tạo:

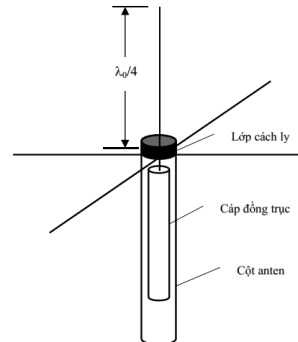
- Gồm một nhánh chấn tử đặt trên một mặt phản xạ (mặt đất), thường có độ dài  $\frac{1}{4}$  bước sóng.
- Các thanh chéo tạo nên mặt cơ sở rộng đảm bảo đồ thị bức xạ tốt.

### • Đặc điểm

- Điện trở bức xạ:  $36,56 \Omega$
- Độ dài thanh chéo khoảng  $\frac{1}{3}$  bước sóng.
- Ứng dụng phổ biến trong di động mặt đất.



Hình 5.16: VHF Monopole



Hình 5.15: Anten chấn tử đơn

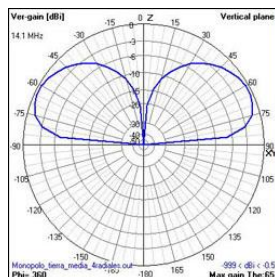
45

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

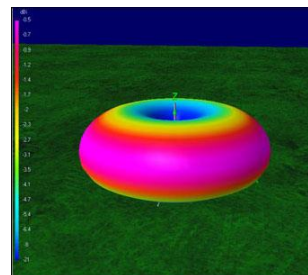


## 5.3 – Anten chấn tử đơn - Monopole

### • Đồ thị phương hướng



a) Mặt phẳng E



b) 3D

Hình 5.17:  $\frac{1}{4}$  wavelength monopole

- Đồ thị đa hướng (Omnidirectional) nhưng hướng cực đại không nằm trên mặt phẳng nằm ngang
- Hệ số khuếch đại gấp 2 lần (3dB) so với anten chấn tử đối xứng. Thường 5,19 dB
- Khi mật phản xạ càng lớn  $\Rightarrow$  hướng cực đại càng gần với mặt phẳng nằm ngang
- Độ dài điện của anten càng tăng  $\Rightarrow$  hướng cực đại càng xa mặt phẳng nằm ngang

46

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



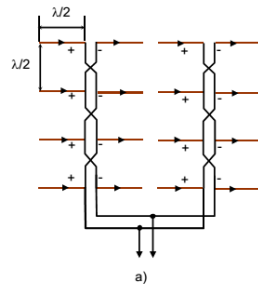
## Nội dung

- 5.1 Giới thiệu chung
- 5.2 Anten chấn tử đối xứng
- 5.3 Anten chấn tử đơn
- **5.4 Anten nhiều chấn tử**
- 5.5 Câu hỏi và bài tập

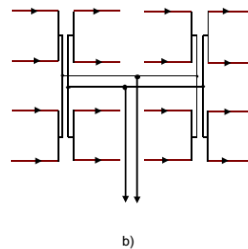


## 5.4 – Anten nhiều chấn tử

- **Dàn chấn tử đồng pha**
  - **Cấu tạo:**
    - Các chấn tử đối xứng toàn sóng:  $l = \lambda/2$
    - Sắp xếp trên một mặt phẳng theo hàng và cột
    - Khoảng cách giữa các chấn tử là  $\lambda/2$
  - **Tiếp điện (Feed): Tiếp điện đồng pha**



Kiểu đầu chéo



Kiểu song song

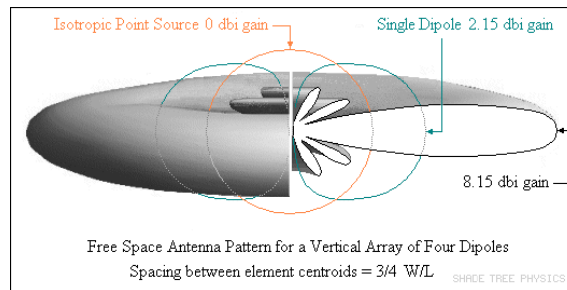


## 5.4 – Anten nhiều chấn tử

### • Dàn chấn tử đồng pha

#### • Đặc điểm làm việc:

- Đồ thị tính hướng giống chấn tử đối xứng nhưng có tính hướng cao hơn.
- Hướng bức xạ cực đại  $\Delta = 0$  và  $\Delta = \pi$
- Để bức xạ đơn hướng, kết hợp với mặt phản xạ (Mặt kim loại hoặc lưới dây dẫn), khoảng cách đến dàn chấn tử  $d = (0,2 \div 0,25 \lambda)$



Hình 5.16: Đồ thị phương hướng của dàn 4 chấn tử đồng pha đặt thẳng đứng

49

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

## 5.4 – Anten nhiều chấn tử

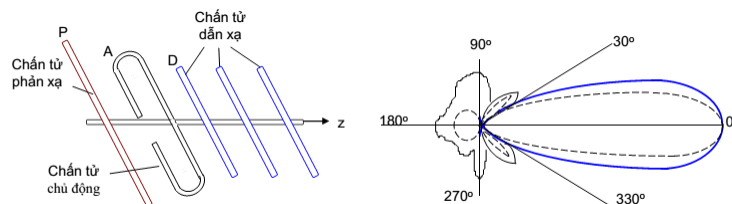
### • Anten Yagi

#### • Cấu tạo

- Một chấn tử chủ động: Anten chấn tử đối xứng nửa sóng (thẳng hoặc vòng dẹt),  $l = \lambda/2$ , (Với trường hợp vòng dẹt  $Z_v = 300 \Omega$ )
- Các chấn tử thụ động đóng vai trò phản xạ và dẫn xạ
- Đặt song song với nhau trên một mặt phẳng

#### • Tiếp điện cho chấn tử chủ động:

- Sử dụng cáp đồng trục hoặc dây song hành



Hình 5.18: Anten Yagi và đồ thị phương hướng

50

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



## 5.4 – Anten nhiều chấn tử

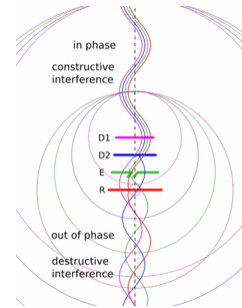
### • Anten Yagi

- Nguyên lý hoạt động:

$$\frac{I_2}{I_1} = ae^{i\psi}$$

$$a = \sqrt{\frac{R_{12}^2 + X_{12}^2}{R_{22}^2 + X_{22}^2}}$$

$$\psi = \pi + \arctan \frac{X_{12}}{R_{12}} - \arctan \frac{X_{22}}{R_{22}}$$



(5.55)

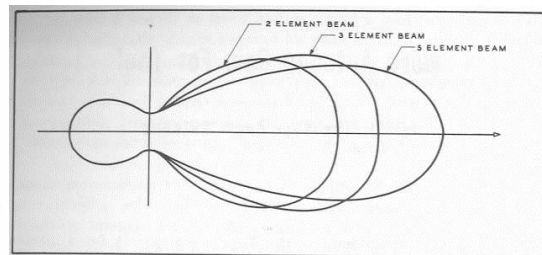
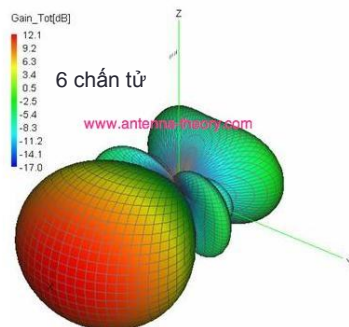
- $d = 0,15 \div 0,25 \lambda$   
 $2l > \lambda/2$ :  $X_{22} < 0$ , tính cảm,  $I_2$  sớm pha hơn  $I_1 \Rightarrow$  Chấn tử phản xạ
- $d = 0,1 \div 0,35 \lambda$   
 $2l < \lambda/2$ :  $X_{22} > 0$ , tính dung,  $I_2$  chậm pha hơn  $I_1 \Rightarrow$  Chấn tử dẫn xạ



## 5.4 – Anten nhiều chấn tử

### • Anten Yagi

- Đồ thị phương hướng
  - Số chấn tử tăng  $\Rightarrow$  tính hướng tăng, đồ thị phương hướng hẹp dần
  - Hệ số hướng tính từ 5 – 15 dB



Hình 5.19: Đồ thị phương hướng của anten Yagi



## 5.4 – Anten nhiều chấn tử

### • Anten Logarit – Chu kì

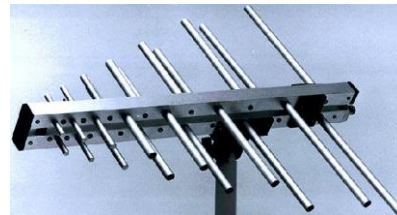
#### • Cấu tạo:

- Nhiều chấn tử có độ dài khác nhau đặt ở các khoảng cách khác nhau.
- Đặt song song trong một mặt phẳng
- Kích thước và khoảng cách của các chấn tử thay đổi theo một tỉ lệ nhất định gọi là chu kì của anten

$$\tau = \frac{d_1}{d_2} = \frac{d_2}{d_3} = \dots = \frac{d_{n-1}}{d_n} = \frac{l_1}{l_2} = \frac{l_2}{l_3} = \dots = \frac{l_{n-1}}{l_n} \quad (5.56)$$

#### • Tiếp điện cho các chấn tử:

- Tiếp điện đồng pha, so le



Hình 5.19: Anten Logarit - Chu kì

53

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



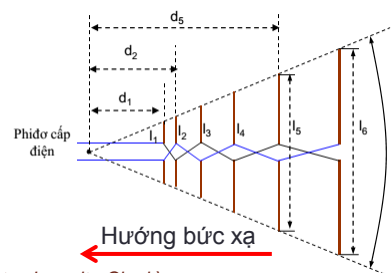
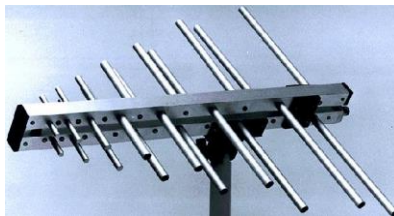
## 5.4 – Anten nhiều chấn tử

### • Anten Logarit – Chu kì

- Hệ số tỉ lệ:  $\tau \rightarrow \tau_{\max} = 0,95$
- Hệ số góc mở:  $\alpha \rightarrow \alpha_{\min} = 10^\circ$
- Hệ số không gian:  $\sigma$

$$\sigma = \frac{d_{n+1} - d_n}{2l_{n+1}}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left[ \frac{1 - \tau}{4\sigma} \right]$$



Hình 5.19: Anten Logarit - Chu kì

54

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1

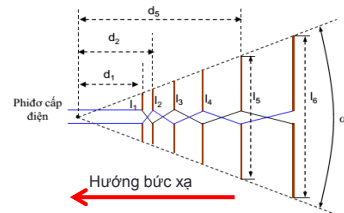


## 5.4 – Anten nhiều chấn tử

### • Anten Logarit – Chu kì

#### • Nguyên lý hoạt động

- Tần số kích thích là  $f_0$  – Chấn tử  $l_0 = \lambda/2$  đóng vai trò chấn tử chủ động – cộng hưởng (Trở kháng vào thuần trở  $73,1 \Omega$ )
- Các chấn tử khác có giá trị thành phần điện kháng phụ thuộc vào độ dài so với chấn tử chủ động
- Do qui luật chu kì về chiều dài và khoảng cách + tiếp điện so le (dòng trong 2 chấn tử gần nhau ngược pha  $180^\circ$ ) Các chấn tử phía trước ( $l < l_0$ ) thoả mãn điều kiện của chấn tử dẫn xạ, các chấn tử phía sau ( $l > l_0$ ) Thoả mãn điều kiện của chấn tử phản xạ
- Miền bức xạ chủ yếu tạo bởi chấn tử chủ động và một vài chấn tử lân cận



55

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



## 5.4 – Anten nhiều chấn tử

### • Anten Logarit – Chu kì

- Công thức xác định tần số làm việc:

$$f_n = \tau^{n-1} f_1 \quad (5.57)$$

- Độ dài của chấn tử cộng hưởng tương ứng

$$l_n = \frac{l_1}{\tau^{n-1}} \quad (5.58)$$

- Biểu thức logarit chu kì

$$\ln f_n = (n-1) \ln \tau + \ln f_1 \quad (5.59)$$

→ **Biến đổi theo chu kì logarit của  $\tau$**

56

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



## 5.4 – Anten nhiều chấn tử

- Anten Logarit – Chu kì
- Hệ số tính hướng:

TABLE 11.1 INPUT RESISTANCES ( $R_{in}$  IN OHMS) AND DIRECTIVITIES (dB ABOVE ISOTROPIC) FOR LOG-PERIODIC DIPOLE ARRAYS

$\alpha$	$\tau = 0.81$		$\tau = 0.89$		$\tau = 0.95$	
	$R_{in}(\text{ohms})$	$D_0(\text{dB})$	$R_{in}(\text{ohms})$	$D_0(\text{dB})$	$R_{in}(\text{ohms})$	$D_0(\text{dB})$
10	98	—	82	9.8	77.5	10.7
12.5	—	—	77	—	—	—
15	—	7.2	—	—	—	—
17.5	—	—	76	7.7	62	8.8
20	—	—	74	—	—	—
25	—	—	63	7.2	—	8.0
30	80	—	64	—	54	—
35	—	—	56	6.5	—	—
45	65	5.2	59	6.2	—	—

SOURCE: D. E. Isbell, "Log Periodic Dipole Arrays," *IRE Trans. Antennas Propagat.*, Vol. AP-8, pp. 260–267, May 1960. © (1960) IEEE.

Hình 5.23: Bảng hệ số tính hướng theo  $\alpha$  và  $\tau$

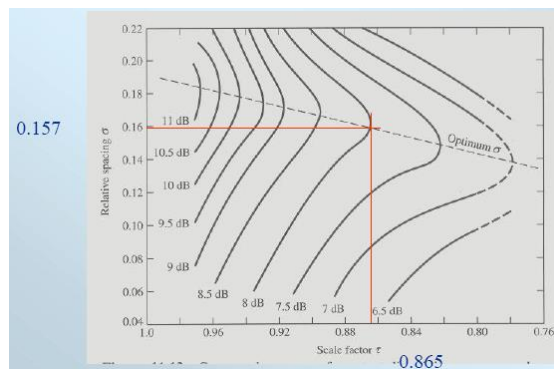
57

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



## 5.4 – Anten nhiều chấn tử

- Anten Logarit – Chu kì
- Hệ số tính hướng:



Hình 5.24: Bảng hệ số không gian tối ưu theo hệ số hướng tính

58

Giảng viên: Nguyễn Việt Hưng  
Bộ môn: Vô Tuyến – Khoa Viễn Thông 1



## 5.4 – Anten nhiều chấn tử

### • Anten Logarit – Chu kì

- Bảng thông thiết kế:

$$BW = B \left( 1.1 + 7.7(1 - \tau)^2 \cot \alpha \right) \quad (5.60)$$

$$B = \frac{f_{\max}}{f_{\min}}$$

- Chiều dài hệ thống:

$$L = \frac{\lambda}{4} \left( 1 - \frac{1}{BW} \right) \cot \alpha \quad (5.61)$$

$$\lambda_{\max} = 2l_{\max} = \frac{c}{f_{\min}}$$

- Số anten phần tử

$$N = 1 + \frac{\ln(BW)}{\ln\left(\frac{1}{\tau}\right)} \quad (5.62)$$

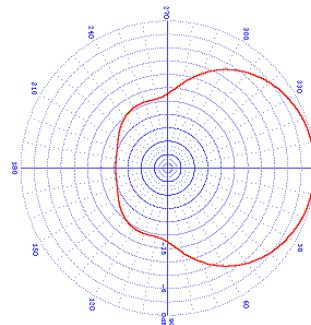
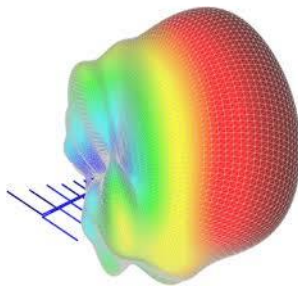


## 5.4 – Anten nhiều chấn tử

### • Anten Logarit – Chu kì

- Hệ số tính hướng:

- Từ 6 – 8 dB
- Băng thông rộng



Hình 5.22: Đồ thị phương hướng của anten Logarit - Chu kì



## 5.5 Câu hỏi và bài tập

14. Một chấn tử đối xứng có chiều dài toàn bộ 50 cm, công tác ở tần số 300 MHz. Xác định chiều dài hiệu dụng của nó?  
(a) 32 cm; (b) 35 cm; (c) 40 cm; (d) 45 cm;
15. Số liệu như bài 14, xác định điện trở bức xạ của chấn tử?  
(a) 70,1  $\Omega$ ; (b) 73,1  $\Omega$ ; (c) 80,1  $\Omega$ ; (d) 83,1  $\Omega$ ;
16. Số liệu như bài 14, xác định trở kháng vào của chấn tử?  
(a) 65,1  $\Omega$ ; (b) 70,1  $\Omega$ ; (c) 73,1  $\Omega$ ; (d) 80,1  $\Omega$ ;
17. Điện trở bức xạ của chấn tử vòng dẹt có giá trị bằng bao nhiêu?
18. Anten logarit- chu kì 5 chấn tử. Chấn tử ở giữa có chiều dài tổng cộng 30 cm. Hằng số chu kì  $\tau = 0,9$ .  
Tính độ dài của từng chấn tử và các tần số làm việc tương ứng.