

## Tóm tắt lý thuyết môn anten và truyền sóng

## Mục Lục

Tóm tắt lý thuyết môn anten và truyền sóng.....	1
CHƯƠNG 1 : CƠ SỞ LÝ THUYẾT ANTEN.....	3
CHƯƠNG 3: HỆ THỐNG BỨC XẠ.....	6
CHƯƠNG 4: GIỚI THIỆU CHUNG VỀ TRUYỀN SÓNG .....	9
CHƯƠNG 5: ẢNH HƯỞNG CỦA MẶT ĐẤT ĐẾN TRUYỀN SÓNG VÔ TUYẾN.....	12
CHƯƠNG 6: ẢNH HƯỞNG CỦA TẦN ĐỐI LƯU VỚI TRUYỀN SÓNG .....	14
CHƯƠNG 7: ẢNH HƯỞNG CỦA TẦNG ĐIỆN LY ĐẾN TRUYỀN SÓNG VÔ TUYẾN.....	16
CHƯƠNG 8: TRUYỀN SÓNG TRONG THÔNG TIN VỆ TINH .....	19

## CHƯƠNG 1 : CƠ SỞ LÝ THUYẾT ANTEN

### 1.1. Cơ sở bức xạ điện từ

- Cơ sở bức xạ điện từ dựa vào phương trình maxwel

$$\text{Div } \mathbf{V} \cdot \epsilon \vec{E} = p$$

$$\text{Rot } \mathbf{V} \cdot \vec{E} = -\mu \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}$$

$$\text{Div } \mathbf{V} \cdot \mu \vec{H} = 0$$

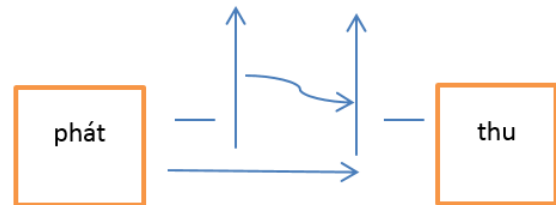
$$\text{Rot } \mathbf{V} \cdot \vec{H} = \vec{J} + \epsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

- Sự biến đổi của  $E$  theo  $t$  tạo ra  $H$  xoáy và ngược lại ( là cơ sở tạo sóng điện từ )

### 1.2. Vai trò và nhiệm vụ của anten

#### 1.2.1. Nhiệm vụ

- Bức xạ điện từ từ anten phát
- Điện từ ở anten thu



Anten là thiết bị đầu ra của máy phát thanh hoặc ở đầu vào của máy thu sóng điện từ, làm nhiệm vụ chuyển đổi tín hiệu. Anten bao gồm nhiều phần tử. Tín hiệu đến các phần tử này được tính toán và xử lý giúp Anten xác định được hướng của nguồn tín hiệu, tập trung bức xạ theo hướng mong muốn và điều chỉnh theo sự thay đổi của môi trường tín hiệu. Công việc tính toán này đòi hỏi thực hiện theo thời gian thực ( realtime ) để Anten có thể thu hay phát nguồn tín hiệu. Với tính chất như vậy, Anten phải đảm bảo có khả năng giảm thiểu ảnh hưởng của hiện tượng đa đường và can nhiễu.

#### 1.2.2. Vai trò

- + Anten phát : Biến đổi tín hiệu điện cao tần từ máy phát thành sóng điện từ tự do lan truyền trong không gian.
- + Anten thu : Tập trung năng lượng sóng điện từ trong không gian thành tín hiệu điện cao tần đưa đến máy thu

### 1.3. Khảo sát bức xạ của dòng điện và dòng từ trong không gian tự do

- Mục đích xác định  $E$  và  $H$
- Cách làm là giải hệ phương trình Maxwell

Tính chất tổng quát trường ở khu xa, trong không gian tự do của một hệ thống nguồn hỗn hợp :

- + Trường bức xạ có dạng sóng chạy ( biểu thị bởi hàm  $e^{-ikR}$  ), lan truyền từ nguồn ra xa vô tận. Biên độ cường độ trường suy giảm tỷ lệ nghịch với khoảng cách.
- + Véc tơ mật độ công suất có hướng phù hợp với hướng bán kính của hệ tọa độ cầu và phân bố trong không gian theo hàm số

$$|WG(e, \theta) + G(m, \phi)|^2 + |WG(e, \phi) - G(m, \theta)|^2$$

Do đó hướng truyền lan của sóng bức xạ sẽ được xác định bởi hướng véc tơ  $\vec{r}$  + Vectơ điện trường và từ trường có hướng vuông góc nhau và cả hai đều vuông góc với hướng truyền lan. Sóng bức xạ thuộc loại sóng điện – từ ngang + Sự biến đổi của cường độ điện trường và từ trường trong không gian (khi R không đổi) được xác định bởi tổ hợp các hàm bức xạ  $G_e(\theta, \phi)$  và  $G_m(\theta, \phi)$ . Các hàm số này phụ thuộc vào phân bố dòng điện và dòng từ trong không gian của hệ thống bức xạ. Trong trường hợp tổng quát chúng là các hàm vectơ phức số.

#### 1.4. Các đặc trưng thông số cơ bản của anten

- |       |   |     |   |
|-------|---|-----|---|
| 4.1   | Đặc tính phương hướng                                 | 4.2 | Hệ số định hướng của anten              |
| 4.1.1 | Hàm phương hướng bức xạ $f(\theta, \phi)$             |     | $D(\theta, \phi)$                       |
| 4.1.2 | Hàm phương hướng biên độ $f_m(\theta, \phi)$          | 4.3 | Hiệu suất cơ bản của anten $(\eta < 1)$ |
| 4.1.3 | Hàm phương hướng biên độ chuẩn hóa $FM(\theta, \phi)$ | 4.4 | Hệ số tăng tích                         |
| 4.1.4 | Đồ thị phương hướng bức xạ của anten                  | 4.5 | Điện trở bức xạ $R_\Sigma$              |
|       |   | 4.6 | Trở kháng vào của anten $(Z_v)$         |
|       |   | 4.7 | Dải tần làm việc của anten              |

#### 1.5. Các nguồn bức xạ nguyên tố

##### 1.5.1. Đipol điện

- + Trường bức xạ của dipol điện là trường phân cực đường thẳng, điện trường chỉ có thành phần  $E_\theta$  và từ trường chỉ có thành phần  $H_\phi$
- + Mặt phẳng  $E$  trùng với mặt phẳng kinh tuyến chứa trục chấn tử, mặt phẳng  $H$  trùng với mặt phẳng vĩ tuyến vuông với trục chấn tử
- + Tại mỗi điểm vectơ  $E$  và  $H$  có pha giống nhau nên năng lượng bức xạ là năng lượng thực.

##### 1.5.2. Đipol từ

- + Trường bức xạ của dipol từ là trường phân cực đường thẳng, điện trường chỉ có thành phần  $E_\phi$  và từ trường chỉ có thành phần  $H_\theta$
- + Mặt phẳng  $H$  trùng với mặt phẳng kinh tuyến chứa trục chấn tử, mặt phẳng  $E$  trùng với mặt phẳng vĩ tuyến vuông góc với trục chấn tử.

##### 1.5.3. Vòng điện nguyên tố

- + Là một vòng dây dẫn điện có kích thước rất nhỏ so với bước sóng, trên đó có dòng điện mà biên độ và pha ở mọi điểm đều như nhau

##### 1.5.4. Vòng từ nguyên tố

- + Là một vòng dây dẫn từ có kích thước rất nhỏ so với bước sóng, trên đó có dòng từ mà biên độ và pha ở mọi điểm đều như nhau

**1.5.5. Nguyên tố bức xạ hỗn hợp**

+ Là phần tử bức xạ bao gồm một dipol điện và một dipol từ đặt vuông góc với nhau

**1.5.6. Cặp dipol vuông góc**

+ Nguyên tố Tuanike là một tổ hợp của hai dipol (điện hoặc từ) đặt vuông góc nhau trong không gian, và được tiếp điện sao cho dòng điện hay dòng từ chảy trong cặp dipol ấy có biên độ bằng nhau, còn góc pha lệch nhau  $90^\circ$ . S

## CHƯƠNG 3: HỆ THỐNG BỨC XẠ

### 3.1. Giới thiệu

- Để có được đồ thị phương hướng, người ta chế tạo anten gồm nhiều anten bức xạ tạo nên 1 hệ thống bức xạ.
- Nếu các phần tử bức xạ sắp xếp trên 1 đường thẳng ta có hệ thống bức xạ thẳng.
- Xếp các phần tử trong 1 mặt phẳng ta có hệ thống bức xạ mặt phẳng.
- Hay đặt các phần tử trong 1 khối ta có hệ thống bức xạ khối.

### 3.2. Hệ thống bức xạ thẳng, mặt phẳng, khối

#### 3.2.1. Hệ thống bức xạ thẳng

Cơ sở: dựa trên lý thuyết nhân đồ thị phương hướng.

Lý thuyết nhân đồ thị phương hướng: Nếu hệ thống bức xạ thẳng có N phần tử giống hệt nhau đặt thẳng hàng cách đều nhau, dòng điện trên các phần tử thỏa mãn.

$$\frac{I_n}{I_1} = a_n * e^{i\varphi}$$

Trong đó:  $a_n$ : là tỷ số biên độ 2 dòng điện  $I_n$  và  $I_1$ .

$\varphi$  là góc sai pha 2 dòng điện  $I_n$  và  $I_1$ .

Trường bức xạ của hệ thống được xác định:

$$E_M = E_1 + E_2 + \dots + E_N = -\frac{ik}{4\pi R} e^{-ikR} f_N(\theta, \varphi)$$

Với  $f_N(\theta, \varphi) = f_1(\theta, \varphi) * f_{Nk}(\theta, \varphi)$ .

Trong đó:  $f_1(\theta, \varphi)$  là hàm phương hướng bức xạ của phần tử thứ 1

$f_{Nk}(\theta, \varphi)$  là hàm phương hướng bức xạ của N phần tử.

#### 3.2.2. Mặt phẳng và khối

Coi N phần tử của hàng trên cùng là 1 bức xạ mới khi đó hệ thống bức xạ phẳng được coi như hệ thống bức xạ thẳng gồm M phần tử.

Coi M mặt phẳng trên cùng là 1 hàng bức xạ mới khi đó

### 3.3. Khảo sát trường bức xạ của 1 hệ thống bức xạ thẳng có N phần tử

- N phần tử giống nhau, đặt thẳng hàng cách đều nhau 1 khoảng là  $d$  sao cho thỏa mãn hệ thức:

$$\frac{I_n}{I_1} = a_n * e^{i\varphi}$$

- Giả thiết sai pha trên dòng điện kề nhau và bằng  $\varphi$ .
- Dòng điện trên phần tử bằng nhau (do không tính tổn hao) nên có  $a_n = 1$ .

Ta có:

$$f_{KN}(\theta, \varphi) = \sum 1. e^{ik(n-1)d\cos(\theta) + i(n-1)\varphi} = \sum e^{i(n-1)\alpha}, \text{ với } \alpha = kd\cos(\theta) + \varphi$$

- Hàm phương hướng biên độ chuẩn hóa.

$$F_{KN}(\theta, \varphi) = \frac{\left| \sin\left(\frac{N\alpha}{2}\right) \right|}{N \cdot \left| \sin \frac{\alpha}{2} \right|}$$

- Từ công thức trên ta có thể suy ra: hàm đạt cực đại khi  $\alpha = 0$ . Khi đó thì

$$\cos(\theta_{\max}) = -\frac{\varphi}{kd}$$

- Từ công thức ta xét các trường hợp sau:
  - + Đồng biên đồng pha.
  - + Luân phiên đảo pha
  - + Góc pha của các phần tử biến đổi theo quy luật sóng chạy.

### 3.4. Hệ thống hai chấn tử

- ❖ Trường hợp:  $|a_2| = 1, \Psi_2 = 0$

+ Hướng bức xạ cực đại được xác định từ điều kiện:

$$kd \cos \theta_{\max} = \pm 2n\pi$$

Hoặc

$$\cos \theta_{\max} = \pm n \frac{\lambda}{d}$$

Ở đây,  $n = 0, 1, 2 \dots$  với  $\frac{(2n+1)}{2} \leq \frac{d}{\lambda}$

- ❖ Trường hợp:  $|a_2| = 1, \Psi_2 = 180^\circ$  (hai chấn tử được kích thích bởi các dòng điện đồng biên, ngược pha nhau)

+ Hướng bức xạ cực đại được xác định từ điều kiện:

$$kd \cos \theta_{\max} = \pm (2n + 1)\pi$$

Hoặc

$$\cos \theta_{\max} = \pm \frac{(2n + 1) \lambda}{2d}$$

Ở đây,  $n = 0, 1, 2 \dots$  với  $\frac{(2n+1)}{2} \leq \frac{d}{\lambda}$

+ Hướng bức xạ bằng không được xác định từ điều kiện

$$kd \cos \theta_0 = \pm 2n\pi$$

Ở đây  $n = 0, 1, 2 \dots$  với  $n < \frac{d}{\lambda}$

❖ Trường hợp:  $|\dot{a}_2| = 1, \Psi = 90^\circ$

Ta có:

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

Biến đổi về dạng

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

Ta có hàm biên độ phương hướng:

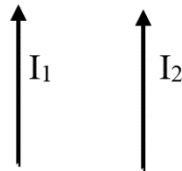
$$|f_k(\theta)| = 2 \left| \cos \left( \frac{kd}{2} \cos \theta + \frac{\pi}{4} \right) \right|$$

Khi  $d = \frac{\lambda}{4}$  khi ấy  $\frac{kd}{2} = \frac{\pi}{4}$  sẽ có:

+ Cực đại bằng 2 khi  $\theta = 180^\circ$

+ Cực tiểu bằng 0 khi  $\theta = 0^\circ$

### 3.5. Ảnh hưởng tương hỗ giữa các phần tử anten trong hệ thống bức xạ



Ta có:

$$\begin{cases} I_1 = i_{11} + i_{12} \\ I_2 = i_{21} + i_{22} \end{cases}$$

Có thể nói dòng điện trên 2 phần tử ảnh hưởng tương hỗ lẫn nhau.



## CHƯƠNG 4: GIỚI THIỆU CHUNG VỀ TRUYỀN SÓNG

### 4.1. Nhiệm vụ truyền sóng vô tuyến

- + Xác định trường tại điểm thu và tìm phương pháp để trường nhận được tại điểm thu là lớn nhất.
- + Xác định ảnh hưởng của môi trường tới truyền sóng, từ đó đưa ra các biện pháp hạn chế tối đa những ảnh hưởng xấu không mong muốn.

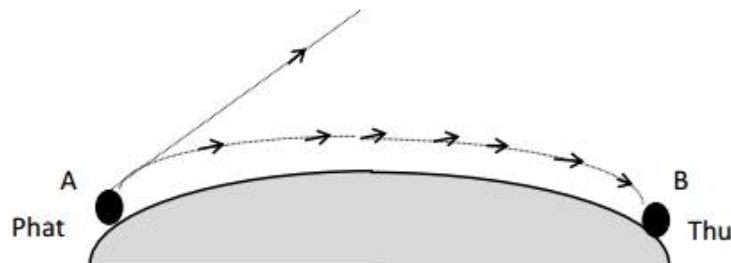
### 4.2. Phân chia dải tần vô tuyến

Loại sóng	Bước sóng ( $\lambda$ )	Tần số (f)
Cực dài	$>10000\text{m}$	$< 30\text{KHz}$
Dài	$10000 \rightarrow 1000 \text{ m}$	$30 \rightarrow 300\text{KHz}$
Trung	$1000 \rightarrow 100\text{m}$	$300 \rightarrow 30000\text{KHz}$
Ngắn	$100 \rightarrow 10\text{m}$	$3 \rightarrow 30\text{MHz}$
Cực ngắn	$10\text{m} \rightarrow 1 \text{ mm}$	$30 \text{ MHz} \rightarrow 300\text{GHz}$

### 4.3. Các phương pháp truyền

#### 4.3.1. Truyền sóng bề mặt

- Nguyên lý
  - + Bề mặt trái đất là môi trường dẫn khép kín đường sức điện trường.
  - + Nguồn bức xạ nằm thẳng đứng trên mặt đất, sóng điện từ truyền lan dọc theo mặt đất đến điểm thu.

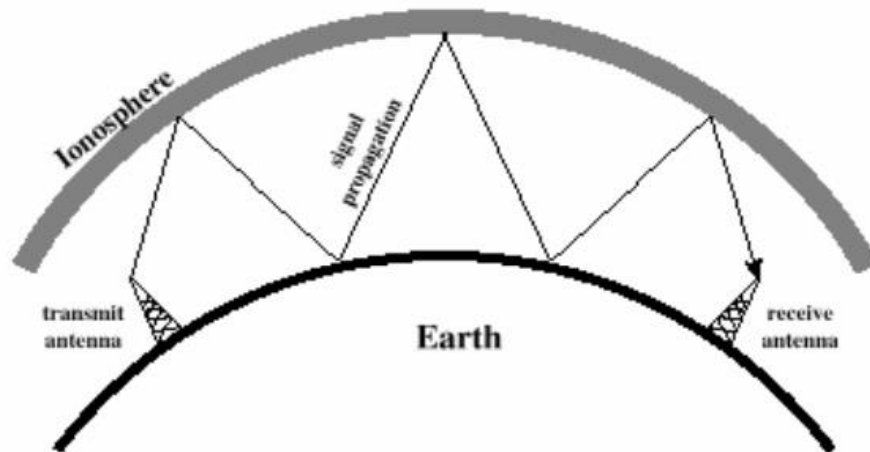


- Đặc điểm
    - + Năng lượng sóng bị hấp thụ ít đối với tần số thấp, đặc biệt với mặt đất ẩm, mặt biển (độ dẫn lớn)
    - + Khả năng nhiễu xạ mạnh, cho phép truyền lan qua các vật chắn
    - + Sử dụng cho băng sóng dài và trung với phân cực đứng
- Phù hợp với sóng cực dài, dài, và một phần sóng trung.

#### 4.3.2. Truyền sóng nhờ phản xạ tầng ion

- Nguyên lý
  - + Lợi dụng đặc tính phản xạ sóng của tầng điện ly với các băng sóng ngắn

+ Sóng điện từ phản xạ sẽ quay trở về trái đất



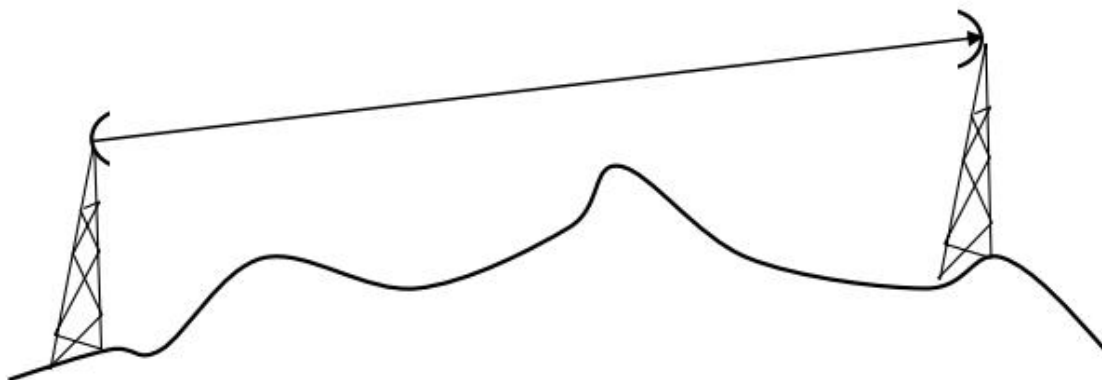
- Đặc điểm

+ Không ổn định do sự thay đổi điều kiện phản xạ của tầng điện ly.

Phù hợp với sóng ngắn

#### 4.3.3. *Truyền sóng trực tiếp trong tầm nhìn thẳng*

- Hai anten thu và phát phải được đặt cao trên mặt đất để tránh bị che chắn bởi các vật cản trên đường truyền hay độ cong của trái đất.
- Sóng truyền từ phát đến thu trong miền không gian nhìn thấy trực tiếp giữa hai anten.
- Đặc điểm: Ít phụ thuộc vào điều kiện thiên nhiên, sử dụng phổ biến.



Phù hợp với sóng cực ngắn

#### 4.4. Công thức truyền sóng lí tưởng

$$E = \frac{173\sqrt{P[kw].D}}{r[km]} \text{ mV/m}$$

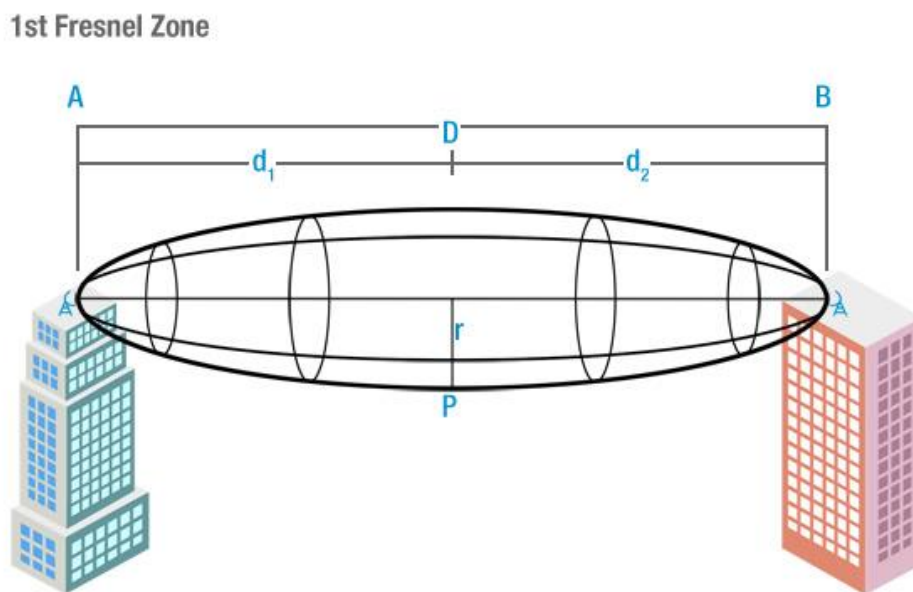
P : công suất phát

R : khoảng cách từ điểm khảo sát tới nguồn phát

D : hệ số định hướng.

#### 4.5. Miền Fresned

Miền Fresned là miền elipsoit tròn xoay nhận điểm thu phát làm tiêu điểm. Hầu như năng lượng tại điểm thu và phát tập trung trong miền Fresned thứ nhất



##### ❖ Bán kính miền Fresned thứ nhất

$$F1 = \frac{\sqrt{l1.l2.\lambda}}{\sqrt{l1+l2}} \text{ (m)}$$

Trong đó l1, l2 đo bằng m.

$l1+l2 = AB$  ( A phát, B thu)

##### ❖ Khoảng hở Fresned Δh

$$\Delta h \geq 0,6F1$$

## CHƯƠNG 5: ẢNH HƯỞNG CỦA MẶT ĐẤT ĐẾN TRUYỀN SÓNG VÔ TUYẾN

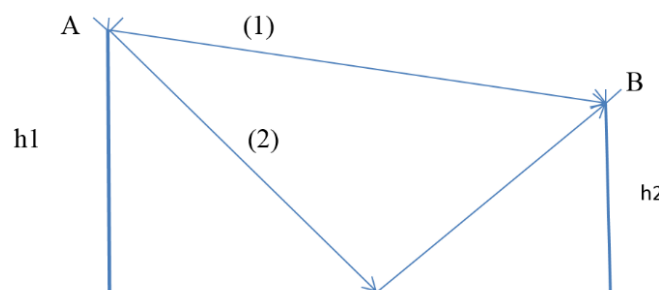
### 5.1. Các đặc điểm gây ảnh hưởng

- Mặt đất không bằng phẳng (chỉ coi là phẳng với cự li nhỏ và  $\lambda$  lớn).
- Thông số điện của mặt đất thay đổi theo độ sâu và khoảng cách truyền lan (trong nghiên cứu lấy thông số điện tương đương)

### 5.2. Các đặc điểm của mặt đất đến truyền sóng

Phương pháp truyền sóng bề mặt : phù hợp với sóng dài, sóng cực dài và 1 phần sóng trung.

#### 5.2.1. Ảnh hưởng của mặt đất đến anten đặt cao ( $h \gg \lambda$ )



Trường tại điểm thu:

$$\vec{E}_{bthu} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

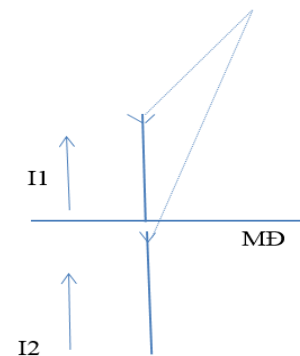
$E_{bthu}$  max khi  $E_1$  và  $E_2$  cùng pha

Công thức vedenski: 
$$E_h = \frac{2,18\sqrt{P[km]D}}{r^2[km]\lambda[m]} h_1[m]h_2[m] \quad (\text{mV/m})$$

#### 5.2.2. Ảnh hưởng của mặt đất đến anten đặt thấp

❖ Anten đặt vuông góc mặt đất

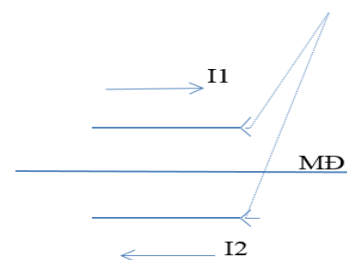
$$E_h = 245 \frac{\sqrt{P[km].D}}{r[km]} \quad (\text{mV/m})$$



❖ Anten đặt song song mặt đất

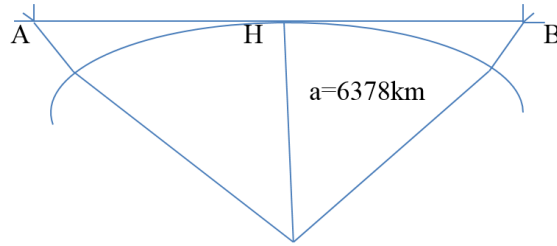
$$E_{//} = 0$$

Dòng điện trong anten ảnh cùng biên độ nhưng ngược chiều anten thật



#### 5.2.3. Ảnh hưởng của mặt đất đến cự li thông tin cực đại trong tầm nhìn thẳng

$$AB_{\text{max}} = 3,57(\sqrt{h_1[m]} + \sqrt{h_2[m]})$$



#### 5.2.4. Ảnh hưởng của mặt đất đến hấp thụ sóng truyền

$$Eh = 245 \frac{\sqrt{P[km]D}}{r[km]} F \quad (\text{mV/m})$$

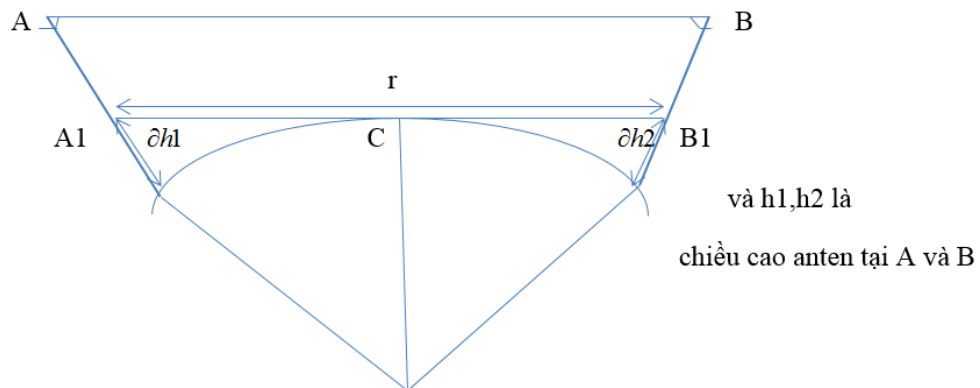
F: ảnh hưởng của mặt đất làm suy hao sóng lan truyền ( $0 \leq F \leq 1$ )

#### 5.2.5. Ảnh hưởng của mặt đất làm lệch đường đi của sóng

Sóng truyền theo phương pháp bề mặt khi đi qua những miền đất có thông số điện khác nhau thì bị đổi hướng

#### 5.2.6. Nhiễu xạ sóng quanh mặt đất cầu

- Hiện tượng nhiễu xạ: quỹ đạo sóng bị uốn cong đi quanh vật trên đường truyền ( thấy rõ khi kích thước vật  $\approx \lambda$  ).
- Mặt đất hình cầu cũng là chướng ngại với sự truyền sóng.



$$Eh = \frac{\sqrt{P[km]D}}{r^2[km]\lambda[m]} h1'[m]h2'[m] \quad (\text{mV/m})$$

Trong đó :  $h1' = h1 - \partial h1$      $h2' = h2 - \partial h2$

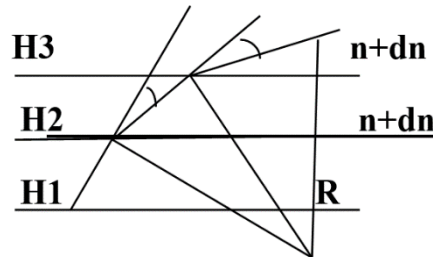
$$\partial h1 = \frac{(A1C)^2}{2a} \quad \partial h2 = \frac{(B1C)^2}{2a}$$

$$A1C = r \frac{h1}{h1 + h2} \quad B1C = r \frac{h2}{h1 + h2}$$

## CHƯƠNG 6: ẢNH HƯỞNG CỦA TẦN ĐỔI LƯU VỚI TRUYỀN SÓNG

### 6.1. Đặc điểm tầng đối lưu với truyền sóng

Do chiết suất khí quyển thay đổi theo độ cao nên sóng truyền trong tầng đối lưu bị khúc xạ liên tục (uốn cong).



$$\rightarrow R = \frac{1}{\frac{dn}{dh}} = 25000 \text{ km (khí quyển thường)}$$

Thay  $a = atd$  ( $atd = 8500 \text{ km}$ ) đúng với các công thức truyền sóng thẳng

### 6.2. Hiện tượng phadinh

- **Khái niệm:** là hiện tượng trường điện từ ở điểm thu thay đổi theo thời gian

- **Nguyên nhân xảy ra:** do thay đổi chiết suất dẫn đến thay đổi khúc xạ  $\Rightarrow$  thay đổi đường đi  $\Rightarrow$  gây ra phadinh

- **Khắc phục:**

- *Phân tập không gian:* sử dụng 2 hay nhiều anten phát hoặc thu để thu phát đồng thời 1 tín hiệu trên cùng 1 tần số. do đường đi tia sóng khác nhau nên ít bị phadinh 1 cách đồng thời
- *Phân tập tần số:* 1 anten phát—1 anten thu thu phát 1 tín hiệu trên nhiều tần số khác nhau nhờ vậy làm giảm ảnh hưởng của đài phát lân cận
- *Đưa ảnh hưởng của phadinh vào trong tính toán đường truyền*

$$P_{thu}[\text{dB}] = P_{phat} + G_{phat} + G_{thu} - \alpha_{\Sigma}$$

$G$  : tăng ích

$\alpha_{\Sigma}$ : tổng suy hao

### 6.3. Ảnh hưởng của mưa

- Mưa ảnh hưởng đến truyền sóng, đặc biệt  $\lambda < 10 \text{ m}$
- Đối với mưa to mức suy hao công suất 0.22-0.4 dB
- Đối với mưa rất to mức suy hao công suất 1-1.2 dB

### 6.4. Ảnh hưởng của khoảng cách truyền (công thức Friss)

$$\alpha_{Fs} = 20 \log \frac{4\pi d}{\lambda} = P_{phat} - P_{thu}$$

$d$ : khoảng cách đường truyền

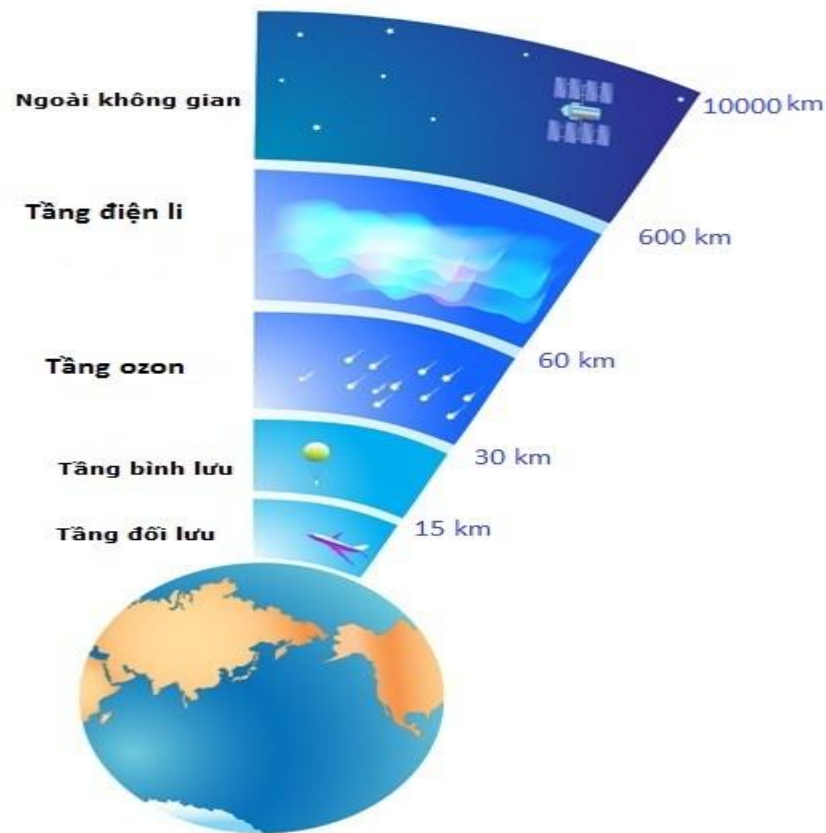
$\lambda$ : bước sóng truyền

### **6.5.Ảnh hưởng suy hao do khí quyển, do nhiệt độ**

Hấp thụ khí  $N_2$  và  $O_2 > 10GHz$

## CHƯƠNG 7: ẢNH HƯỞNG CỦA TÀNG ĐIỆN LY ĐẾN TRUYỀN SÓNG VÔ TUYẾN

### 7.1. Đặc điểm của tầng điện li



- Tầng điện li là tầng ngoài cùng của trái đất (60-600km)
- Chịu tác động trực tiếp của bức xạ mặt trời và các dòng hạt vũ trụ dẫn đến sự phân ly các phân tử thành nguyên tử:  

$$\text{N}_2 \rightarrow \text{N} + \text{N}$$

$$\text{O}_2 \rightarrow \text{O} + \text{O}$$
- Mật độ điện tích  $N = (10^2 - 10^6) \text{ dt/cm}^3$ ,  $N$  thay đổi theo độ cao, ngày đêm.

Tầng điện li được chia thành 4 lớp: D, E,  $F_1$ ,  $F_2$ . Lớp D và  $F_1$  chỉ tồn tại vào những giờ ban ngày, còn lớp E và  $F_2$  tồn tại cả ban đêm và ban ngày nhưng mật độ điện tử của ban ngày lớn hơn ban đêm.

### 7.2. Ảnh hưởng của tầng điện li đến truyền sóng vô tuyến

#### 7.2.1. Phương thức phản xạ tầng điện li không ổn định theo ngày đêm

- Truyền sóng trong một khoảng thời gian ngắn, cố định trong ngày, có thể xem trong thời gian đó, mật độ điện tích  $N$  thay đổi chưa đáng kể.
- Thay đổi bước sóng làm việc.

#### 7.2.2. Ảnh hưởng của hiện tượng pha đình đối với sóng ngắn

Pha đình là hiện tượng trường nhận được ở điểm thu thay đổi theo thời gian, lúc mạnh, lúc yếu



Khắc phục:

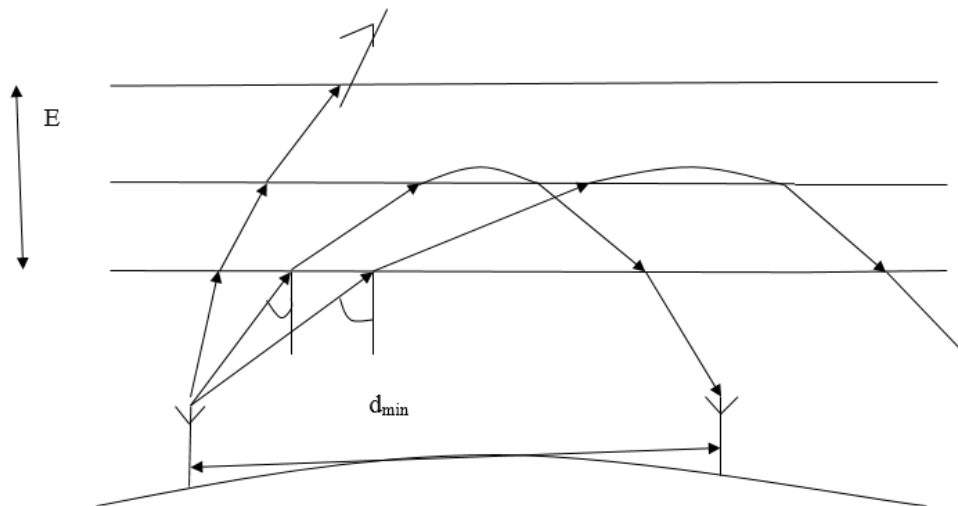
- + Phân tập không gian
- + Phân tập tần số
- + Đưa ảnh hưởng của pha đỉnh vào tính toán đường truyền sóng.

### 7.2.3. Hiện tượng hồi âm

Trong những ngày thời tiết tốt, sóng truyền theo phương thức phản xạ tầng điện li đi được rất xa nhờ tổn hao nhỏ và nhờ hiện tượng truyền sóng trong “ống dẫn sóng”. Sóng có thể đi hết một vài vòng trái đất, nếu tình cờ rơi trúng điểm thu, chúng ta nhận được hồi âm (thu được tín hiệu 2 lần).

$$\tau=0,13s$$

### 7.2.4. Hiện tượng nội phản xạ



Sóng đi đến tầng điện li, khúc xạ một vài lần, đi sâu vào lớp điện li (E), sau đó phản xạ lại mặt đất được gọi là hiện tượng nội phản xạ.

Góc tới hạn  $\theta_{th}$  : góc ứng với tia sóng phản xạ đầu tiên xuống mặt đất.

$$\sin \theta_{th} = \sqrt{1 - 80,8 \cdot \frac{Ne}{f^2}}$$

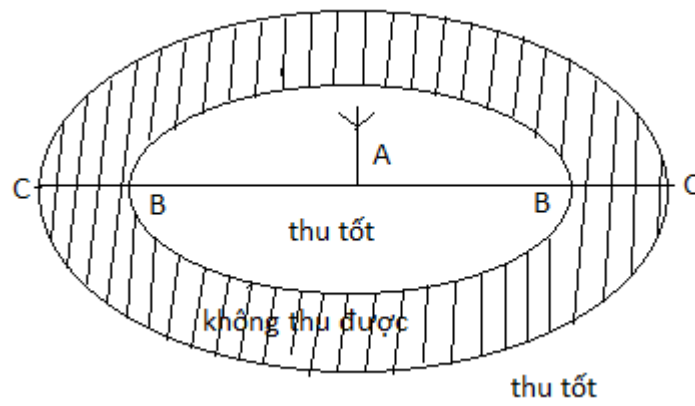
$\theta_{tới} > \theta_{th}$  : sóng luôn phản xạ xuống mặt đất

$\theta_{tới} < \theta_{th}$  : sóng đi xuyên qua tầng điện li ( dùng trong thông tin vệ tinh)

Cự li thông tin ngắn nhất,  $d_{min}$  là cự li ứng với tia xuống đầu tiên ( $\theta_{tới} = \theta_{th}$ ).

### 7.2.5. Miền im lặng

Trong thông tin sóng ngắn, sử dụng đồng thời 2 phương thức truyền sóng (bề mặt, phản xạ nhờ tầng điện li), người ta quan sát thấy hiện tượng ở gần đài phát quan sát tốt.



Hình xuyên có bán kính trong AB, bán kính ngoài AC được gọi là miền im lặng. Ở đó chúng ta không thu được tín hiệu.

## CHƯƠNG 8: TRUYỀN SÓNG TRONG THÔNG TIN VỆ TINH

### 8.1. Giới thiệu về thông tin vệ tinh

- Phương thức truyền sóng là truyền thẳng trực tiếp
- Vệ tinh có vai trò chuyển tiếp và phát thu
- Quỹ đạo vệ tinh: Quỹ đạo tròn và quỹ đạo elip

### 8.2. Đặc điểm kênh truyền sóng trong thông tin vệ tinh

- Cụ li thông tin là rất lớn với thông tin vệ tin sử dụng quỹ đạo địa tĩnh, khoảng cách mặt đất đến vệ tinh 36000 km nên tổn hao năng lượng tín hiệu trong không gian tự do là rất lớn. Độ trễ lớn 0,2s.
- Dải tần số làm việc 1 – 52 GHz khoảng mà các suy giảm do tầng khí quyển gây ra vẫn có thể chấp nhận được. Một số băng tần phổ biến: băng C, Ku.
- Sóng truyền qua 2 tầng khí quyển: tầng đối lưu và tầng điện li nên chịu ảnh hưởng của các tầng này (suy hao do mưa, hấp thụ khí quyển và quay phân cực).