

Chương I

TIN TỨC VÀ HỆ THỐNG THÔNG TIN

- LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ VIỄN THÔNG ĐIỆN TỬ.
- PHÂN LOẠI CÁC NGUỒN TIN TỨC VÀ CÁC HỆ THỐNG THÔNG TIN.
- SỐ NG XÁC ĐỊNH VÀ SỐNG NGẪU NHIÊN.
- SƠ ĐỒ KHỐI MỘT HỆ VIỄN THÔNG.
- SỰ PHÂN CHIA CÁC VÙNG TẦN SỐ (FREQUENCY ALLOCATIONS).
- SỰ TRUYỀN SỐNG ĐIỆN TỬ.
- SỰ ĐO TIN TỨC.
- CÁC HỆ THỐNG TIN LÝ TƯỞNG.
- MÃ HÓA (CODING).

LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ VIỄN THÔNG ĐIỆN TỬ.

- Từ cuối thế kỷ 18 đầu thế kỷ 19, công nghệ phát thanh và truyền thông bằng điện đã được phát triển.
- Năm 1820, George Ohm đã đưa ra công thức phương trình toán học để giải thích các tín hiệu điện chạy qua một dây dẫn rất thành công.
- Năm 1830 Michall Faraday đã tìm ra định luật dẫn điện từ trường.
- Có thể coi lịch sử thông tin dữ liệu được bắt đầu vào năm 1937 với sự phát minh điện tín Samuel F. B.Morse. Đó là hệ thống truyền các xung điện biểu diễn cho các dấu chấm và vạch (trương đương với các số nhị phân 1, 0) trên các đường dây đồng nhờ các máy cơ điện. Các tổ hợp khác nhau của các mã này thay cho các chữ, số, dấu,...được gọi là mã Morse.
- Năm 1840, Morse đăng ký sáng kiến về điện tín ở Mỹ.
- Năm 1844 đường dây điện tín đầu tiên được thiết lập giữa Baltimore và Washington DC.
- Năm 1849, bản tin đầu tiên được in ra nhưng với vận tốc rất chậm nhưng đến năm 1860 vận tốc in đạt 15 bps.
- Năm 1850, đại số Boole của George Boole tạo ra nền móng cho logic học và phát triển rờ le điện. Trong khoảng thời gian gian này, các đường cáp đầu tiên xuyên qua đại tây dương để lắp đặt hệ thống điện tín.
- James Clerk Maxwell đã đưa ra học thuyết điện từ trường bằng các công thức toán học vào năm 1980. Căn cứ vào các học thuyết này Henrich Hertz đã truyền đi và nhận được sóng vô tuyến thành công bằng cách dùng điện trường lần đầu tiên trong lịch sử.
- Tổng đài điện thoại đầu tiên được thiết lập vào năm 1876 (ngay sau khi Alexander Grähm Bell đã phát minh ra điện thoại). Năm năm sau Bell bắt đầu dịch vụ gọi đường dài giữa New York và Chocago. Cùng khoảng thời gian đó, Guglieno Marconi của Italia đã lắp đặt một trạm phát sóng vô tuyến để phát các tín hiệu điện tín.
- Năm 1900, Einstein, một nhà vật lý nổi tiếng về học thuyết tương đối đã viết rất nhiều tài liệu quan trọng về vật lý chất rắn, thống kê học, điện từ trường và cơ học lượng tử. Vào khoảng thờigian này, phòng thí nghiệm Bell của Mỹ đã phát minh và sáng chế ra ống phóng điện cực cho các kính thiên văn xoay được. Tiếp theo đó, Le De Forest trở thành người khởi xướng trong lĩnh vực vi mạch điện tử thông qua phát minh của ông về một ống chân không ba cực. Lúc này, hệ thống tổng đài tương tự tự động có khả năng hoạt động không cần bằng chuyển mạch.
- Năm 1910, Erwin Schrodinger đã thiết lập nền tảng cho cơ học lượng tử thông qua công bố của ông về cân bằng sóng để giải thích cấu tạo nguyên tử và các đặc điểm của chúng. Vào kháng thời gian này, phát thanh công cộng được bắt đầu bằng cách phát sóng.
- Năm 1920, Harold .S. Black của phòng thí nghiệm Bell đã phát minh ra một máy khuếch đại phản hồi âm bản mà ngày nay vẫn còn dùng trong lĩnh vực viễn thông và công nghệ máy điện đàm.
- V.K.Zworykin (Mỹ) đã phát minh ra đèn hình cho vô tuyến truyền hình và cáp đồng trục (phương tiện truyền dẫn hiệu quả hơn các dây đồng bình thường).
- Cuối những năm 1940, phòng thí nghiệm Bell đã đặt ra nền móng cho cho các chất bán dẫn có độ tích hợp cao. Howard Aiken của đại học Harward cộng tác với IBM đã thành công trong việc lắp đặt một máy điện toán đầu tiên có kích thước 50 feet và 8 feet. Và sau đó, J.Presper Ecker với Jonh Mauchly của đại chọc Pénnylvania đã phát triển máy điện toán lên một bậc gọi là máy điện toán ENIAC. Von Neuman dựa vào đây để phát triển máy điện toán có lưu giữ chương trình.
- Vào những năm 1960, các loại LSI (Large Scale Interated), các máy điện toán mini, cáp quang và máy phân chia thời gian được phát triển và thương mại hoá thành công.
- Vào những năm 1970, truyền hình ảnh qua vệ tinh, các hệ thống tổng đài điện tử cũng lần lượt ra đời.

Phân loại các nguồn tin tức và các hệ thống thông tin.

- Một nguồn tin digital (digital information source) tạo ra 1 tập hợp hữu hạn các bản tin (Message) có thể.

Ví dụ : Máy đánh chữ ; có một số hữu hạn các ký tự (bản tin) được phát ra từ nguồn này.

- Một nguồn tin tức analog tạo ra các bản tin được xác định liên tục.

Ví dụ một micro: Điện thế ra diễn tả tin tức về âm thanh và nó được phân bố trên một dây liên tục nhiều trị giá.

- Hệ thống thông tin digital chuyển tin tức từ một nguồn digital đến thiết bị thu (Sink).

- Hệ thống thông tin analog chuyển tin tức từ một nguồn analog đến Sink.

Nói một cách chặt chẽ, sóng digital được định nghĩa như là một hàm theo thời gian và chỉ có một tập hợp các trị giá rời rạc. Nếu dạng sóng digital là dạng sóng nhị phân, thì chỉ có hai trị giá. Dạng sóng analog là một hàm theo thời gian có khoảng các trị giá liên tục.

Một hệ thống thông tin digital điện tử thường có các điện thế và dòng điện với dạng sóng digital. Tuy nhiên, nó vẫn có thể có các dạng sóng analog. Thí dụ, tin tức từ một nguồn nhị phân có thể phát đến sink bằng cách dùng một sóng sin 1000Hz để diễn tả bit 1 và một sóng sin 500Hz để diễn tả bit 0. Ở đây nguồn tin tức digital được phát đến sink bằng cách dùng các sóng analog, nhưng vẫn cứ gọi là hệ thống viễn thông digital.

Xa hơn nữa, sóng analog này được gọi là tín hiệu digital vì nó mô tả 1 nguồn tin digital. Tương tự, một tín hiệu analog mô tả một nguồn tin analog . Từ quan điểm đó ta thấy một kỹ sư Viễn thông digital cần hiểu làm sao để phân tích các mạch analog cũng như các mạch digital.

Viễn thông digital có những lợi điểm:

- Các mạch digital tương đối rẻ có thể được dùng.
- Khoảng tác động lớn hơn. (Khoảng giữa các trị lớn nhất và nhỏ nhất).
- Dữ liệu từ tiếng nói, hình và các nguồn dữ liệu khác có thể được trộn lẫn và truyền đi trên cùng một hệ truyền digital.
- Trong các hệ truyền với khoảng cách xa, nhiều không chòng chát từ repeater đến repeater. (Trạm phát lại).
- Sai số trong dữ liệu được phân tích thì nhỏ, dù khi có một lượng nhiễu lớn trên tín hiệu thu được.
- Nhiễu có thể được sửa chữa (corrected) bằng cách dùng sự mã hóa.

Nhưng nó cũng có những bất lợi:

- Thông thường, nó cần một hệ rộng dây tần (Band width) lớn hơn hệ analog.
 - Cần đến sự đồng bộ hóa.
- Với nhiều ưu điểm, các hệ digital trở nên ngày càng phổ biến.
- Sóng xác định và sóng ngẫu nhiên.
- Trong các hệ Viễn thông, ta phân các dạng sóng làm hai loại lớn: Xác định và Ngẫu nhiên.
- Định nghĩa: Một dạng sóng xác định có thể được mô hình hóa như một hàm hoàn toàn riêng biệt của thời gian.
- Thí dụ: Nếu

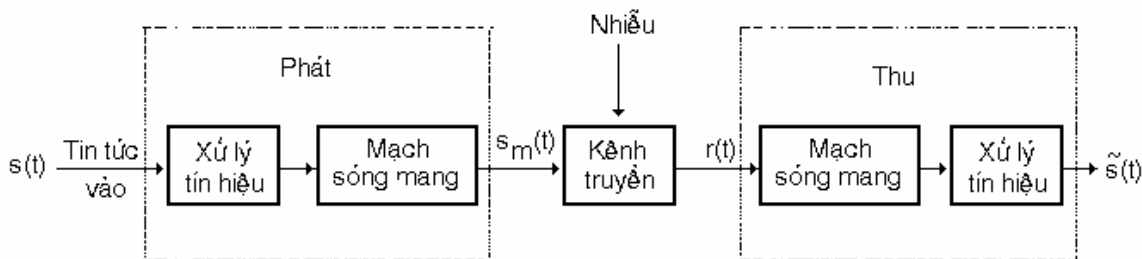
$$w(t) = A \cos (\omega_0 t + \varphi_0)$$

Diễn tả một dạng sóng , với A, ω_0 , φ_0 là các hằng đã biết. Thì dạng sóng w(t) được nói là được xác định.

- Định nghĩa: Một dạng sóng ngẫu nhiên không thể được chuyên biệt hóa hoàn toàn như là một hàm theo thời gian và phải mô hình hóa 1 cách xác suất. Các dạng sóng biểu diễn một nguồn không thể xác định được. Thí dụ, trong hệ viễn thông digital, ta có thể gửi tin tức ứng với bất kỳ một mẫu tự nào - Mỗi mẫu tự được biểu diễn bằng một dạng sóng xác định. Nhưng khi ta xét dạng sóng được phát từ nguồn ta thấy rằng đó là dạng sóng ngẫu nhiên, vì ta không biết chính xác những ký tự sẽ được phát.

Do đó, ta thực sự cần thiết kế hệ viễn thông dùng dạng sóng ngẫu nhiên và tất nhiên bất kỳ nhiễu nào được đưa vào sẽ cũng được mô tả bằng một dạng sóng ngẫu nhiên. Kỹ thuật này cần đến những khái niệm về xác suất và thống kê. (Sẽ làm việc phân tích và thiết kế phức tạp hơn). Nhưngng may thay , nếu ta trình bày tín hiệu bằng dạng sóng “ tiêu biểu “ xác định, thì ta vẫn có thể được hầu hết, nhưng không tất cả các kết quả.

Sơ ĐỒ KHỐI MỘT HỆ THỐNG VIỄN THÔNG.



Hình 1.1 Sơ đồ khối của một hệ thống viễn thông.

Chủ đích một hệ Viễn thông là truyền một tin tức từ nguồn, ký hiệu là $s(t)$, đến Sink. Tin tức lấy ra từ Sink ký hiệu là $\tilde{s}(t)$; tin tức có thể là digital hay analog, tùy vào hệ được dùng. Nó có thể là tin tức về Video, audio hay vài loại khác.

Trong các hệ multiplex (đa hợp), có thể sẽ có nhiều nguồn vào và nhiều Sink. Phổ của $s(t)$ và $\tilde{s}(t)$ tập trung quanh $f = 0$. Chúng được gọi là những tín hiệu băng gốc (base band).

Khối xử lý tín hiệu:

Ở máy phát tùy điều kiện nguồn sao cho sự truyền có hiệu quả. Thí dụ: Trong 1 hệ digital, nó là một vi xử lý. Trong hệ analog, nó không gì hơn là 1 lọc hạ thông. Trong hệ lai, nó là mạch lấy mẫu tin tức vào (analog) và digital - hóa để có một biến điệu mã xung (Pulse code modulation) PCM.

Tín hiệu ra của khối XLTH ở máy phát cũng là tín hiệu băng gốc vì các tần số tập trung gần $f = 0$.

Khối sóng mang:

Ở máy phát đổi tín hiệu băng gốc đã xử lý thành một băng tần để truyền đưa vào kênh truyền. Thí dụ: Nếu kênh gồm một cặp dây xoắn (twisted - pair) telephone, phổ của $s_m(t)$ sẽ nằm trong dây âm tần (audio), từ 300 -> 3.700Hz. Nhưng nếu kênh gồm cáp quang, phổ của $s_m(t)$ sẽ là tần số ánh sáng.

- Nếu kênh truyền đi những tín hiệu băng gốc, không cần dùng khối sóng mang và $s_m(t)$ có thể là tín hiệu ra của khối XLTH.

- Khối sóng mang thì cần khi kênh có thể chỉ truyền các tần số thuộc 1 băng xung quanh f_c , với $f_c \gg 0$. Trong trường hợp này $s_m(t)$ được gọi là tín hiệu dây thông (Band pass Signal). Vì nó được thiết kế để có những tần số thuộc 1 băng quanh f_c . Thí dụ, một đài phát biến điệu AM với một tần số kết hợp 850 KHz có sóng mang $f_c = 850$ KHz.

Sự áp tín hiệu băng gốc dạng sóng $s(t)$ thành tín hiệu dây thông $s_m(t)$ được gọi là sự biến điệu (modulation). ($s(t)$ là tín hiệu audio trong đài phát AM).

Tín hiệu dây thông bất kỳ có dạng:

$$s_m(t) = s(t) \cos [\omega_c(t) + \theta(t)]$$

Với $\omega_c = 2\pi f_c$, f_c là tần số sóng mang.

Nếu $s(t) = 1$ và $\theta(t) = 0$ thì $s_m(t)$ sẽ là một tín hiệu hình sin thuần túy với $f = f_c$ và băng tần bằng 0.

Trong sự biến điệu bởi mạch sóng mang, sóng vào $s(t)$ làm cho $R(t)$ và/hoặc $\theta(t)$ thay đổi như là một hàm của $s(t)$. Sự thay đổi trong $R(t)$ và $\theta(t)$ làm cho $s_m(t)$ có một khổ băng phụ thuộc vào những tính chất của $s(t)$ và vào hàm áp được dùng để phát ra $R(t)$ và $\theta(t)$.

Các kênh truyền:

Có thể phân chia làm 2 loại: dây mềm (software) và dây cứng (hardware). Vài loại kênh dây mềm tiêu biểu như: Không khí, chân không và nước biển. Vài loại kênh truyền dây cứng: Cáp dây xoắn telephone, cáp đồng trục, ống dẫn sóng và cáp quang.

Một cách tổng quát, kênh truyền làm giảm tín hiệu, nhiễu của kênh truyền và / hoặc nhiễu do máy thu khiến cho $\tilde{s}(t)$ bị xấu đi so với nguồn. Nhiễu của kênh có sự gia tăng từ nguồn điện, dây cao thế, sự đánh lửa hoặc nhiễu do sự đóng ngắt của một computer.

Kênh có thể chứa bộ phận khuếch đại tác động, thí dụ: Hệ thống repeater trong telephone hoặc như vệ tinh tiếp chuyển trong hệ thống viễn thông trong không gian. Dĩ nhiên, các bộ phận này cần thiết để giữ cho tín hiệu lớn hơn nhiễu.

Kênh cũng có thể có nhiều đường (multiple paths) giữa input và output và chúng có thời gian trễ (time delay), tính chất giảm biên (attenuation) khác nhau. Những tính chất này có thể thay đổi theo thời gian. Sự thay đổi này làm thay đổi bất thường (fading) tín hiệu ở ngõ ra của kênh. (Ta có thể quan sát sự fading khi nghe khi nghe 1 đài sóng ngắn ở xa).

Máy thu nhận tín hiệu ở ngõ ra của kênh và đổi nó thành tín hiệu băng gốc.

SỰ phân chia các vùng TẦN SỐ (Frequency Allocations).

Trong các hệ thống tin dùng không khí làm kênh truyền, các điều kiện về giao thoa và truyền sóng thì phụ thuộc chặt chẽ vào tần số truyền.

Về mặt lý thuyết, bất kỳ một kiểu biến điệu nào (Am, Fm, một băng cạnh - single sideband, phase shift keying, frequency shift keying...) đều có thể được dùng cho bất kỳ tần số truyền nào. Tuy nhiên, theo những qui ước quốc tế, kiểu biến điệu độ rộng băng, loại tin được truyền cần được xếp đặt cho từng băng tần.

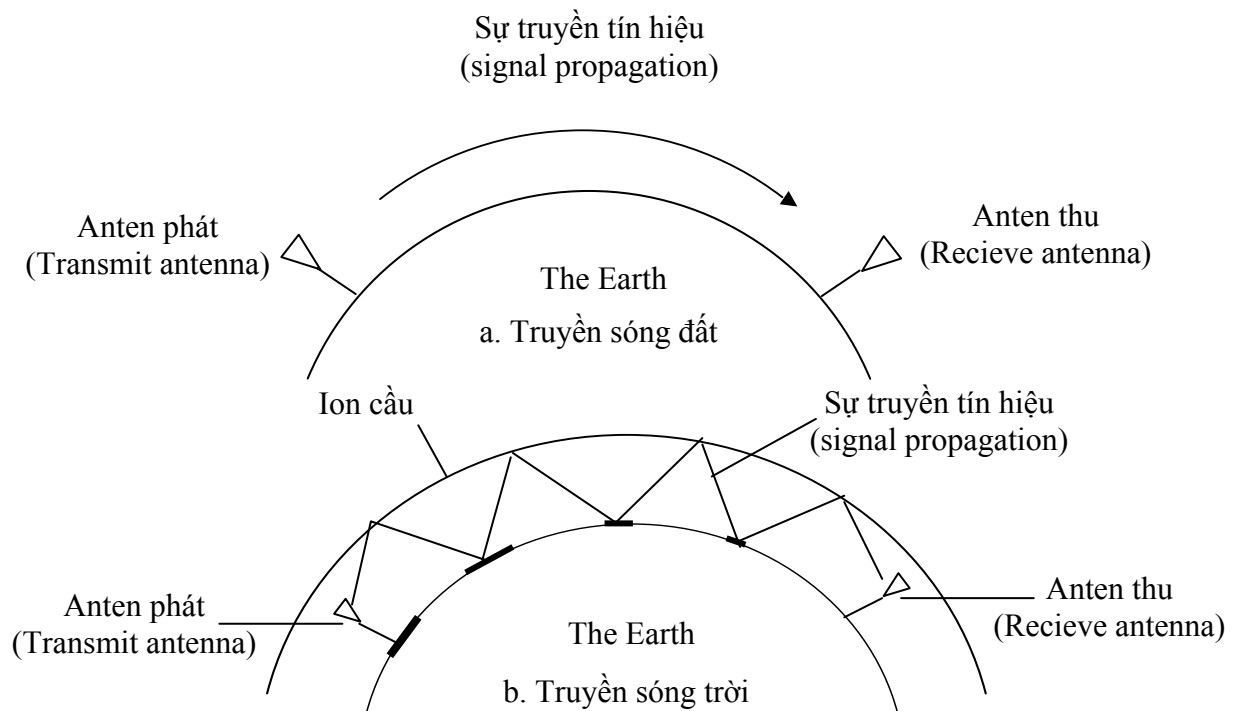
Bảng sau đây cho danh sách các băng tần, ký hiệu, điều kiện truyền và công dụng tiêu biểu của chúng.

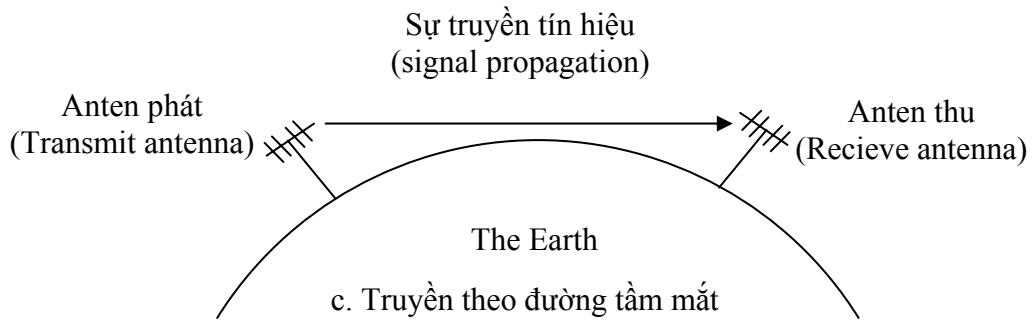
Băng tần	Ký hiệu	Đặt tính truyền	Những ứng dụng tiêu biểu
3 - 30KHz	VLF very low frequency	Sóng đất. Suy giảm ít ngày và đêm. Nhiễu không khí cao	Thông tin dưới nước
30- 300KHz	LF low frequency	Tương tự VLF. Ít tin cậy. Bị hấp thu vào ban ngày	Hướng dẫn radio cho hải hành
300- 3000KHz	MF Medium frequency	Sóng đất và sóng trời ban đêm. Suy giảm ít vào ban và nhiều vào ban ngày. Nhiễu không khí	Radio hàng hải. Tần số cấp cứu phát sóng Am
3 - 30MHz	HF Hight frequency	Sự phản xạ ở tần ion cần thay đổi theo thời gian trong ngày, theo mùa và theo tần số. Nhiễu không khí ít tại 30Mhz	radio nghiệp dư. Phát thanh quốc tế. Viễn thông quân sự. Thông tin đường dài cho không hành và hải hành. Điện thoại, điện tín, fax.
30- 300MHz	VHF Very high frequency	Gần với LOS. Sự tán xạ gây bởi những thay đổi nhiệt độ. Nhiễu không gian.	Truyền hình VHF. Radio FM stereo. Trợ giúp không hành.
0.3 - 3 GHz 1.0 - 2.0 GHz 2.0 - 4.0 GHz	UHF Ultra high frequency L S	Truyền LOS. Nhiễu không gian.	Truyền hình VHF. Radio FM Stereo. Trợ giúp không hành.
3 - 30 GHz	SHF	Truyền LOS. Suy giảm do	Viễn thông vệ tinh. Radar

Băng tần	Ký hiệu	Đặc tính truyền	Những ứng dụng tiêu biểu
2 - 4.0 4.0 - 8.0 8.0 - 12.0 12.0 - 18.0 18.0 - 27.0 27.0-40.0	Supper high frequency S C X K _U K K _a	Oxi và hơi nước trong không khí. Sự hấp thụ do hơi nước rất cao tại 22.2 GHz	microwave links.
30 - 300 GHz 26.5 - 40 33.0 - 50.0 40.0 - 75.0 75.0 - 110.0 110 - 300	EHF Extremely high frequency R Q V W Mm	Tương tự trên. Hơi nước hấp thụ rất mạnh tại 183GHz. Oxy hấp thụ tại 60 và 119 GHz .	Radar, vệ tinh, thí nghiệm.
10 ³ - 10 ⁷	IR (Hồng ngoại) ánh sáng khả kiến và UV (Tử ngoại)	Truyền LOS	Viễn thông quang

SỰ truyền sóng điện từ.

Các đặc tính truyền của sóng điện từ được truyền trong kênh truyền dây mềm thì phụ thuộc nhiều vào tần số. Điều này được thấy từ bảng kê ở trên. Phổ điện từ có thể được chia làm 3 băng lớn: Sóng mặt đất (Ground ware), sóng trời (Sky ware) và sóng truyền theo đường tầm mắt (light of sight) LOS.





Hình 1.2: sự truyền sóng điện từ.

1. Tần số của sóng đất nhỏ hơn 2 MHz.

Ở đây sóng điện từ có khuynh hướng truyền theo chu vi trái đất. Kiểu truyền này được dùng trong các đài AM. Ở đây sự phủ sóng địa phương theo đường cong mặt đất và tín hiệu truyền trên đường chân trời thấy được. Câu hỏi thường được đặt ra: “ Tần số thấp nhất của sóng có thể dùng là bao nhiêu ? Câu trả lời là tần số này tùy thuộc vào chiều dài của anhten phát.

Để sự bức xạ có hiệu quả, **antenna cần dài hơn 1/10 bước sóng.**

Ví dụ: Với sóng mang $f_c = 10\text{KHz}$, bước sóng là:

$$\lambda = \frac{C}{f_c}$$

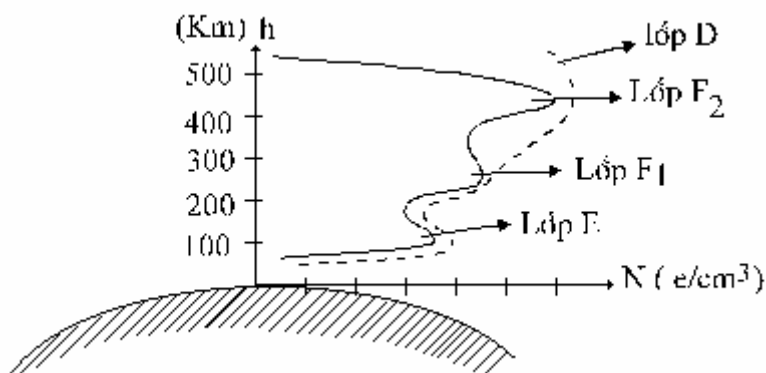
$$\lambda = (3.10^8\text{m/s})/10^4\text{Hz} = 3.10^4\text{ m}$$

Như vậy, một anten dài ít nhất 3.000m để bức xạ có hiệu quả một sóng điện từ 10KHz!

2. Khoảng tần số của sóng trời là 2 đến 30 Mhz.

Sự truyền của sóng này dựa vào sự phản xạ tầng ion (ion sphere - tầng điện ly) và mặt đất. Nhờ đó, có thể truyền một khoảng rất xa.

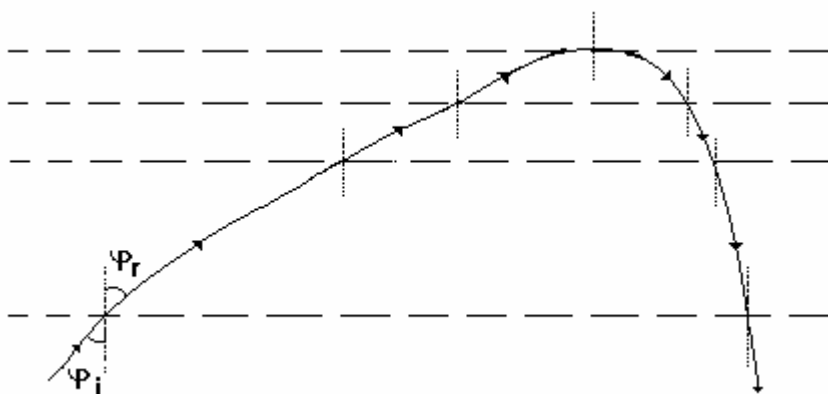
Tầng ion có biểu đồ phân bố như sau:



Hình 1.3: Biểu đồ phân bố tầng ion

Sự ion hóa xảy ra do sự kích thích các phân tử khí bởi các bức xạ vũ trụ từ mặt trời. Tầng ion gồm các lớp E, F₁, F₂, D. Lớp D chỉ hình thành vào ban ngày và là lớp chủ yếu hấp thụ sóng trời. Lớp F là lớp chính, làm phản xạ sóng trời về trái đất.

Thực tế, sự khúc xạ từng bậc qua các lớp của tầng ion khiến tầng này tác dụng như một vật phản xạ làm sóng trời bị phản xạ trở lại trái đất.



Hình 1.4: Sự phản xạ sóng trời bởi tầng ion.

Chỉ số khúc xạ n thay đổi theo độ cao của tầng ion, vì mật độ electron tự do thay đổi.

$$n = \sqrt{1 - \frac{81N}{f^2}}$$

Trong đó: N : Mật độ electron tự do (số e^-/m^3).
 f : tần số của sóng (Hz).

- Dưới vùng ion hóa, $n = 1$

- Trong vùng ion hóa, $n < 1$ (Vì $N > 0$) Sóng bị khúc xạ theo định luật Snell:

$$n \sin \varphi_r = \sin \varphi_i$$

Trong đó: φ_i : Góc đến

φ_r : Góc khúc xạ.

a. Với những sóng có tần số $f < 2\text{MHz}$:

$81N > f^2$ nên n trở nên ảo. Tầng ion sẽ làm giảm sóng đến.

b. Với những sóng có tần số từ 2 - 30 MHz (Sóng trời), sự truyền sóng, góc phản xạ và sự hao hụt tín hiệu tại một điểm phản xạ ở tầng ion tùy thuộc vào f , vào thời gian trong ngày, theo mùa và sự tác động của vết đen mặt trời.

Ban ngày, N rất lớn làm n ảo. Sóng bị hấp thụ, có rất ít sóng trở lại trái đất.

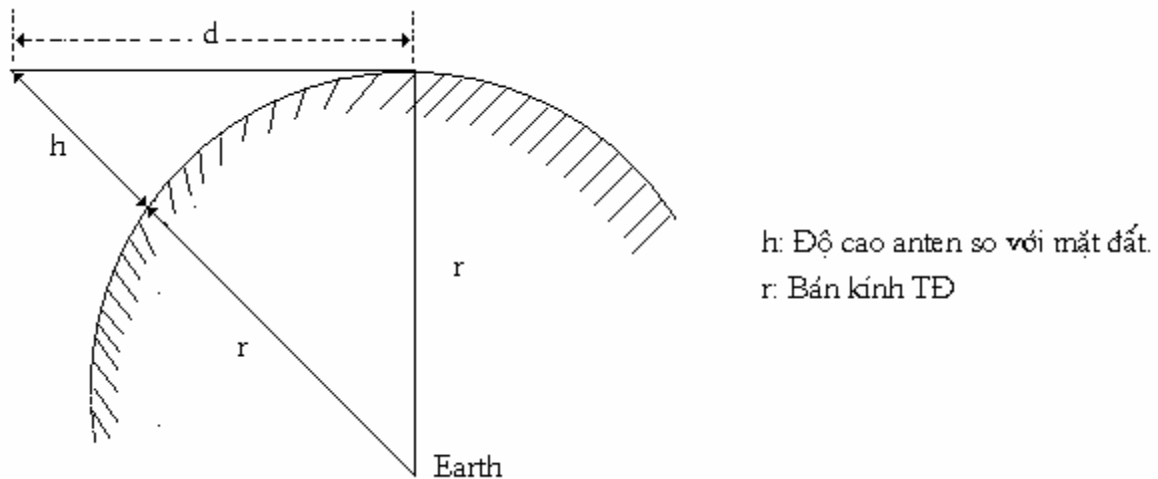
Ban đêm, N nhỏ nên $n < 1$. Khi đó, nếu sóng truyền từ trái đất lên tầng ion thì $\varphi_r > \varphi_i$. Sẽ xảy ra hiện tượng khúc xạ từng bậc. Do sự phản xạ nhiều lần giữa tầng ion và mặt đất, sóng trời truyền đi rất xa. Vì thế, có những sóng trời phát ra từ những đài xa bên kia trái đất vẫn có thể thu được trên băng sóng ngắn.

3. Sự truyền LOS là phương thức truyền cho các tần số trên 30 MHz.

Ở đó, sóng điện từ truyền theo đường thẳng.

Trong trường hợp này $f^2 \gg 81N$ làm cho $n \approx 1$ và như vậy có rất ít sóng bị khúc xạ bởi tầng ion. Sóng sẽ truyền ngang qua tầng này. Tính chất đó được dùng cho thông tin vệ tinh.

Cách truyền LOS bất lợi cho việc truyền thông tin giữa 2 trạm mặt đất, khi mà đường đi tín hiệu phải ở trên đường chân trời. Độ cong mặt đất sẽ chặn đường truyền LOS.



h: Độ cao anten so với mặt đất.
r: Bán kính ĐĐ

Hình 1.5

Anten phát cần phải đặt trên cao, sao cho anten thu phải “ thấy “ được nó.

$$d^2 + r^2 = (r + h)^2$$

$$d^2 = 2rh + h^2 \quad h^2 \ll 2rh$$

Như vậy: $d = \sqrt{2rh}$

Bán kính trái đất là 3.960 miles. Tuy nhiên, tại những tần số LOS bán kính hiệu dụng là $\frac{4}{3} \cdot 3.960$. Vậy khoảng cách $d = \sqrt{2rh}$ miles. Trong đó h tính bằng feet.

Thí dụ: Các đài truyền hình có tần số trên 30MHz trong băng VHF và UHF, vùng phủ sóng của các đài công suất lớn bị giới hạn bởi đường tầm mắt. Với một tháp anten 1000 ft $\rightarrow d = 44,7$ miles.

Nếu anten thu cao 30 feet, $d = 7,75$ miles. Vậy với chiều cao đài phát và máy thu này, đài có vùng phủ sóng có bán kính $44,7 + 7,75 = 52,5$ miles.

* Với những tần số 30 - 60 MHz, tín hiệu có thể bị tán xạ bởi tầng ozon. Sự tán xạ là do sự bất thường của n ở lớp dưới của tầng này. (≈ 50 miles trên mặt đất). Khiến cho thông tin có thể truyền đi xa hơn cả 1000 miles.

* Tương tự sự phản xạ ở tầng tropo (trong vòng 10 miles cao hơn mặt đất) có thể truyền tín hiệu (40 MHz - 4GHz) xa vài trăm miles.

- 1 miles = 1.609,31 m
- 1 feet = 0.3048 m
- sea miles = 1852 m.

SỰ đo tin tức.

Định nghĩa: Tin tức gửi từ 1 nguồn digital, khi bản tin thứ j được truyền đi là :

$$I_j = \log_2 \left(\frac{1}{P_j} \right) \text{ bits}$$

P_j : Là xác suất của việc truyền bản tin thứ J

Cơ số (base) của log xác định đơn vị được dùng để đo tin tức. Nếu log cơ số 2, thì đơn vị là bits. Với log tự nhiên đơn vị là Nats. Và với log cơ số 10 đơn vị sẽ là Hastley

Bit, đơn vị đo tin có ý nghĩa khác với bit là đơn vị của dữ liệu nhị phân. Tuy nhiên người ta vẫn hay dùng ” bit ” để ký hiệu cho cả hai loại đơn vị.

Công thức trên được viết lại với cơ số tự nhiên và cơ số 10:

$$I_j = \frac{-1}{\log_{10} 2} \log_{10} P_j = \frac{-1}{\log_n 2} \log_n P_j$$

Một cách tổng quát, nội dung tin tức sẽ thay đổi từ bản tin này đến bản tin khác, vì P_j sẽ không bằng nhau. Như vậy, ta cần đến một sự đo tin tức trung bình của nguồn.

Định nghĩa: Số đo tin tức trung bình (average information) của 1 nguồn là:

$$H = \sum_{j=1}^m P_j I_j = \sum_{j=1}^m P_j \log_2 \left(\frac{1}{P_j} \right) \quad \text{bits}$$

m: Số bản tin.

P_j : Xác suất của sự gửi bản tin thứ J

Tin tức trung bình còn gọi là entropy.

Ví dụ: Tìm information content (dung lượng tin tức) tin tức của một bản tin gồm một word digital dài 12 digit, trong đó mỗi digit có thể lấy một trong 4 mức có thể. Xác suất của sự gửi một mức bất kỳ trong 4 mức được giả sử bằng nhau và mức của một digit không tùy thuộc vào trị giá được lấy của digit trước đó.

Trong một string gồm 12 symbol (digit) mà ở đó mỗi symbol gồm một trong 4 mức đó là 4.4.....4 = 4^{12} bits, tổ hợp (word) khác nhau.

Vì mỗi mức gồm bằng nhau tất cả các word khác nhau đều bằng nhau. Vậy:

$$P_j = \frac{1}{4^{12}} = \left(\frac{1}{4} \right)^{12}$$

hoặc

$$I_j = \log_2 \left(\frac{1}{\left(\frac{1}{4} \right)^{12}} \right) = 12 \log_2 (4) = 24 \text{ bits}$$

Trong ví dụ trên ta thấy dung lượng tin (information content) trong bất kỳ một bản tin có thể nào đó đều bằng với dung tin trong bất kỳ bản tin có thể khác (24 bits). Vậy tin tức trung bình H là 24 bits.

Giả sử rằng chỉ có 2 mức (nhị phân) được cho phép cho mỗi digit và rằng tất cả các word thì gần bằng nhau. Vậy tin tức sẽ là $I_j = 12$ bits cho word nhị phân và tin tức trung bình là $H = 12$ bits.

Ở đó tất cả word 12 bits sẽ cho 12 bits tin tức vì các word gần bằng nhau. Nếu chúng không bằng nhau một vài trong các word 12 bits sẽ chứa hơn 12 bits tin tức và một vài sẽ chứa ít hơn. Và tin tức trung bình sẽ chứa ít hơn.

Định nghĩa:

Nhịp độ của nguồn (rate source) được cho bởi

$$R = \frac{H}{T} \quad \text{bits/sec}$$

H: Tin tức trung bình.

T: Thời gian cần thiết để gửi một bản tin.

Định nghĩa trên được áp dụng cho một nguồn digital.

Các hệ thống tin lý tưởng.

Có một số tiêu chuẩn được dùng để đánh giá tín hiệu quả của một hệ thống tin. Đó là giá thành, độ rộng kênh, công suất truyền, tỷ số s/n tại những điểm khác nhau của hệ, thời gian trễ ngang qua hệ thống. Và xác suất bit error của hệ digital.

Trong các hệ digital, hệ tối ưu có thể được nghĩ như là một hệ có xác suất bit error tối thiểu ở ngõ ra của hệ với sự cưỡng chế về công suất được phát và độ rộng kênh.

Điều này làm nảy ra câu hỏi: liệu có thể phát minh một hệ không có bit error ở ngõ ra dù khi có nhiễu thâm nhập vào kênh? Câu hỏi này được Claude Shannon trả lời là có thể, với vài giả thiết Shannon chứng minh rằng một dung lượng kênh C (bits/sec) sẽ được tính sao cho nếu nhịp độ tin tức R (bits/sec) nhỏ hơn C, thì xác suất của bit error tiến đến zero.

Phương trình của C là: