

CHƯƠNG 2

MÔI TRƯỜNG TRUYỀN DẪN

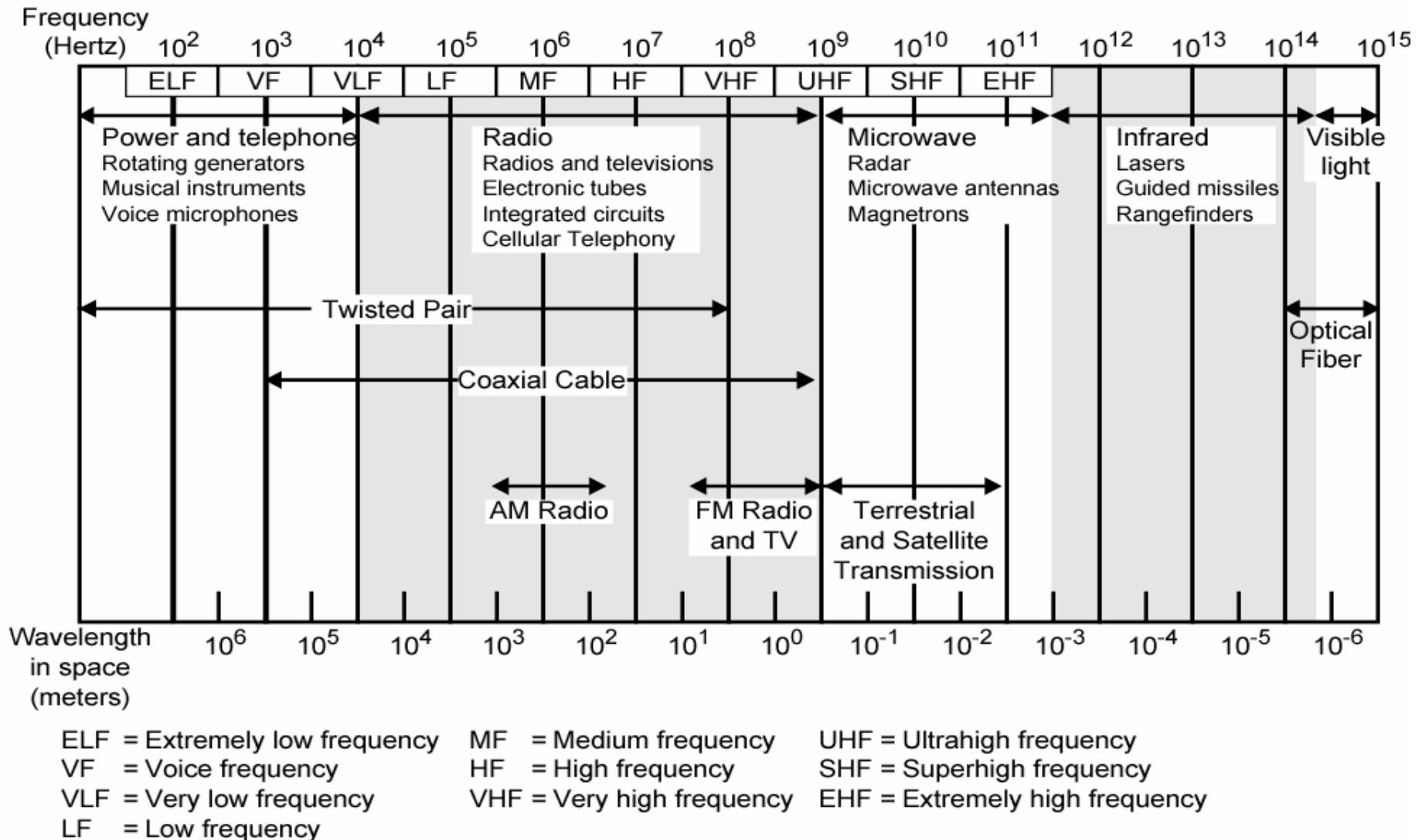
Môi trường truyền dẫn

- Hữu tuyến (guided media – wire)
 - Cáp đồng
 - Cáp quang
- Vô tuyến (unguided media – wireless)
 - Vệ tinh
 - Hệ thống sóng radio: troposcatter, microwave, ...
- Đặc tính và chất lượng được xác định bởi môi trường và tín hiệu
 - Đối với hữu tuyến, môi trường ảnh hưởng lớn hơn
 - Đối với vô tuyến, băng thông tạo ra bởi anten ảnh hưởng lớn hơn
- Yếu tố ảnh hưởng trong việc thiết kế: tốc độ dữ liệu và khoảng cách

Những thành phần cần quan tâm khi thiết kế

- Bảng thông
 - Bảng thông cao thì tốc độ dữ liệu cao
- Suy yếu truyền dẫn
- Nhiều (nhiều nhiệt, nhiều điều chế, nhiều xuyên kênh, nhiều xung)
- Số lượng thiết bị nhận (receiver)
 - Môi trường hữu tuyến
 - Càng nhiều thiết bị nhận, tín hiệu truyền càng mau suy giảm

Môi trường truyền dẫn



Đường truyền hữu tuyến

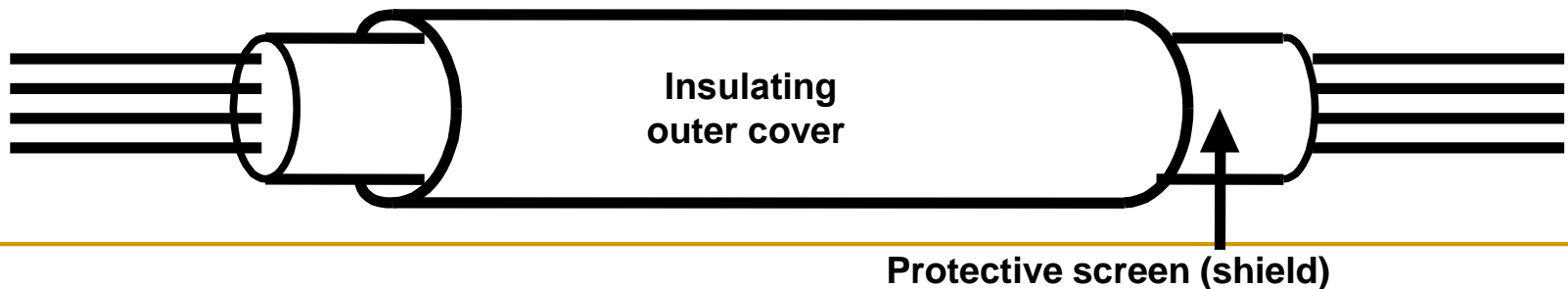
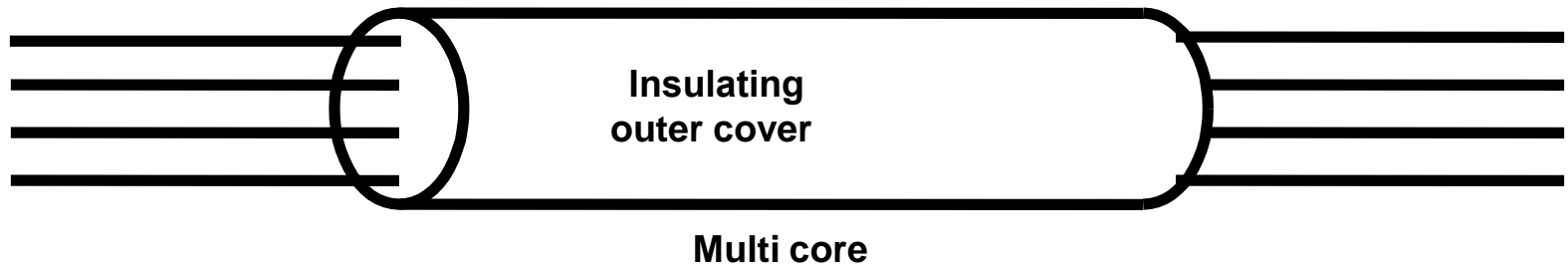
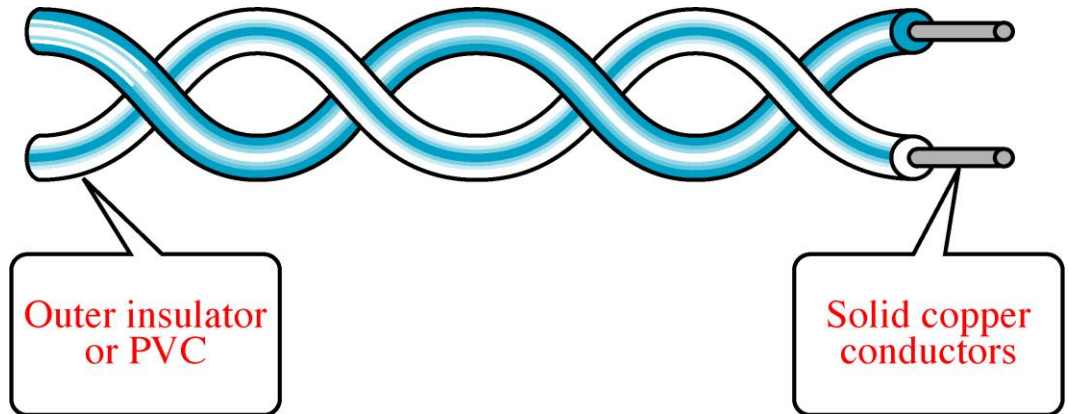
- Cáp xoắn cặp
- Cáp đồng trục
- Cáp quang

Các đặc tính của đường truyền hữu tuyến

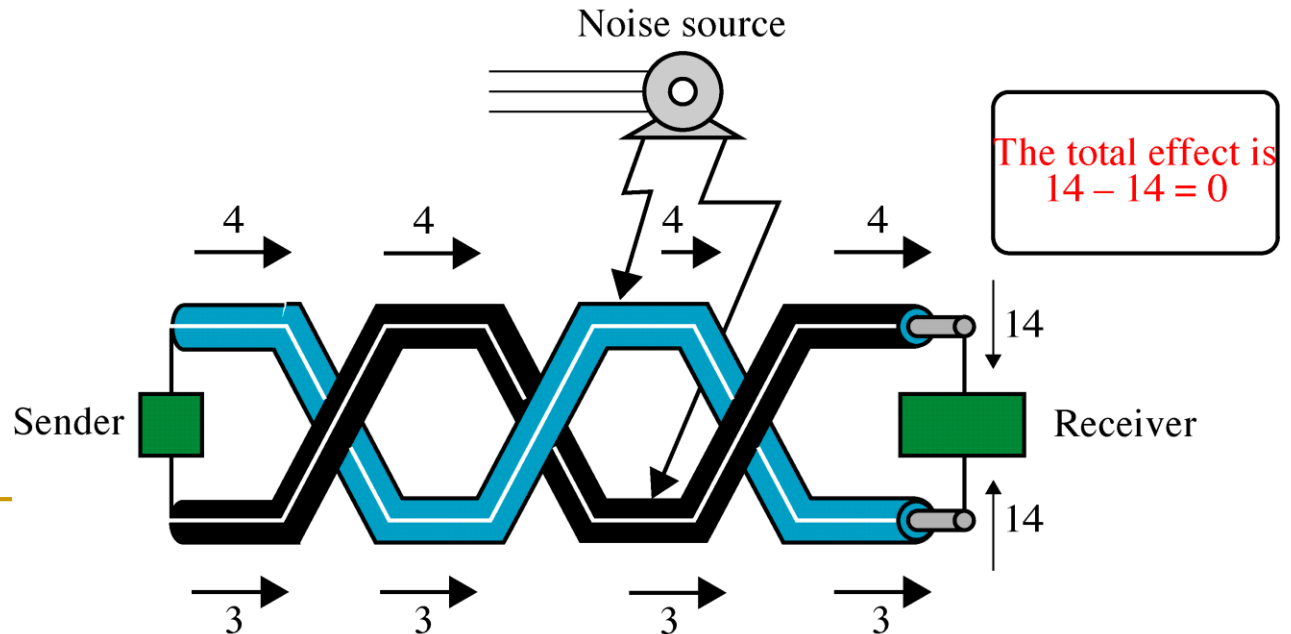
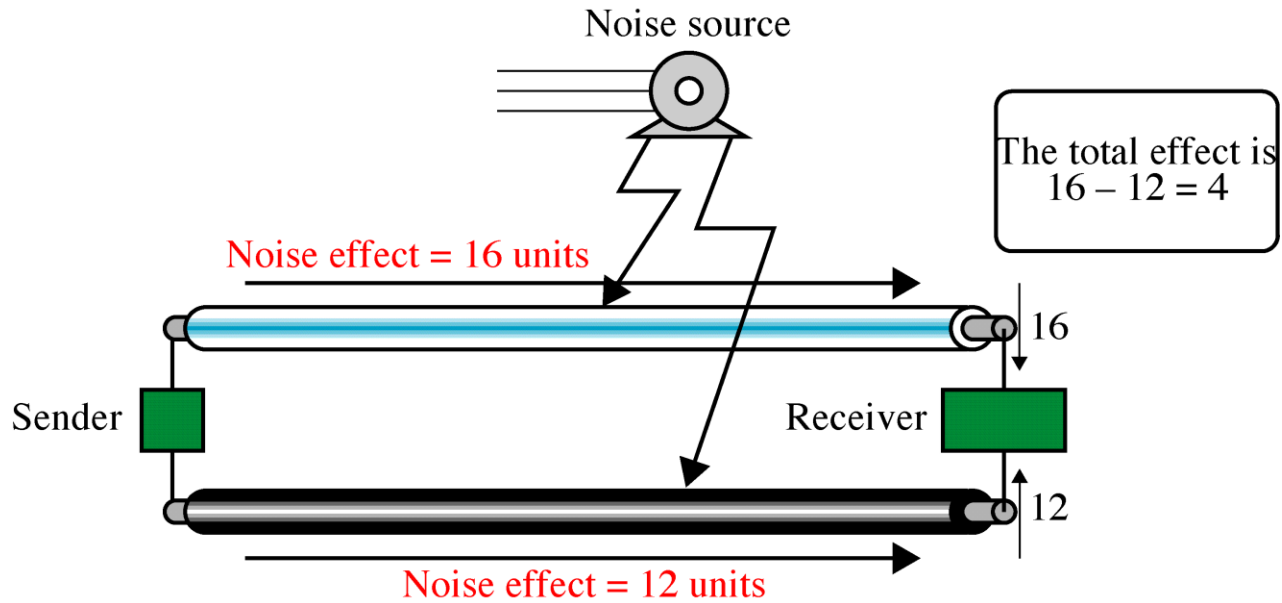
	Frequency Range	Typical Attenuation	Typical Delay	Repeater Spacing
Twisted pair (with loading)	0 to 3.5 kHz	0.2 dB/km @ 1 kHz	50 μ s/km	2 km
Twisted pairs (multi-pair cables)	0 to 1 MHz	0.7 dB/km @ 1 kHz	5 μ s/km	2 km
Coaxial cable	0 to 500 MHz	7 dB/km @ 10 MHz	4 μ s/km	1 to 9 km
Optical fiber	186 to 370 THz	0.2 to 0.5 dB/km	5 μ s/km	40 km

Cáp đồng xoắn cặp: twisted-pair

- Tách rời
- Xoắn lại với nhau
- Thường được bó lại



Khử nhiễu với dây xoắn cặp



Ứng dụng cáp xoắn cặp

- Môi trường truyền dẫn thông dụng nhất
- Mạng điện thoại
 - Giữa các thuê bao và hộp cáp (subscriber loop)
- Kết nối các tòa nhà
 - Tổng đài nội bộ (Private Branch eXchange – PBX)
- Mạng cục bộ (LAN)
 - 10Mbps hoặc 100Mbps
 - Tầm ngắn

Ưu – nhược điểm của cáp xoắn cặp

- Rẻ
- Dễ dàng khi thao tác làm việc
- Tốc độ dữ liệu thấp
- Tầm ngắn

Đặc tính truyền dẫn của cáp xoắn cặp

- Analog
 - Cần bộ khuếch đại mỗi 5km tới 6km
- Digital
 - Dùng tín hiệu tương tự hoặc tín hiệu số
 - Cần bộ lặp (repeater) mỗi 2km hoặc 3km
- Khoảng cách giới hạn
- Băng thông giới hạn (1MHz)
- Tốc độ dữ liệu giới hạn (100Mbps)
- Dễ bị nhiễu và tác động của môi trường ngoài

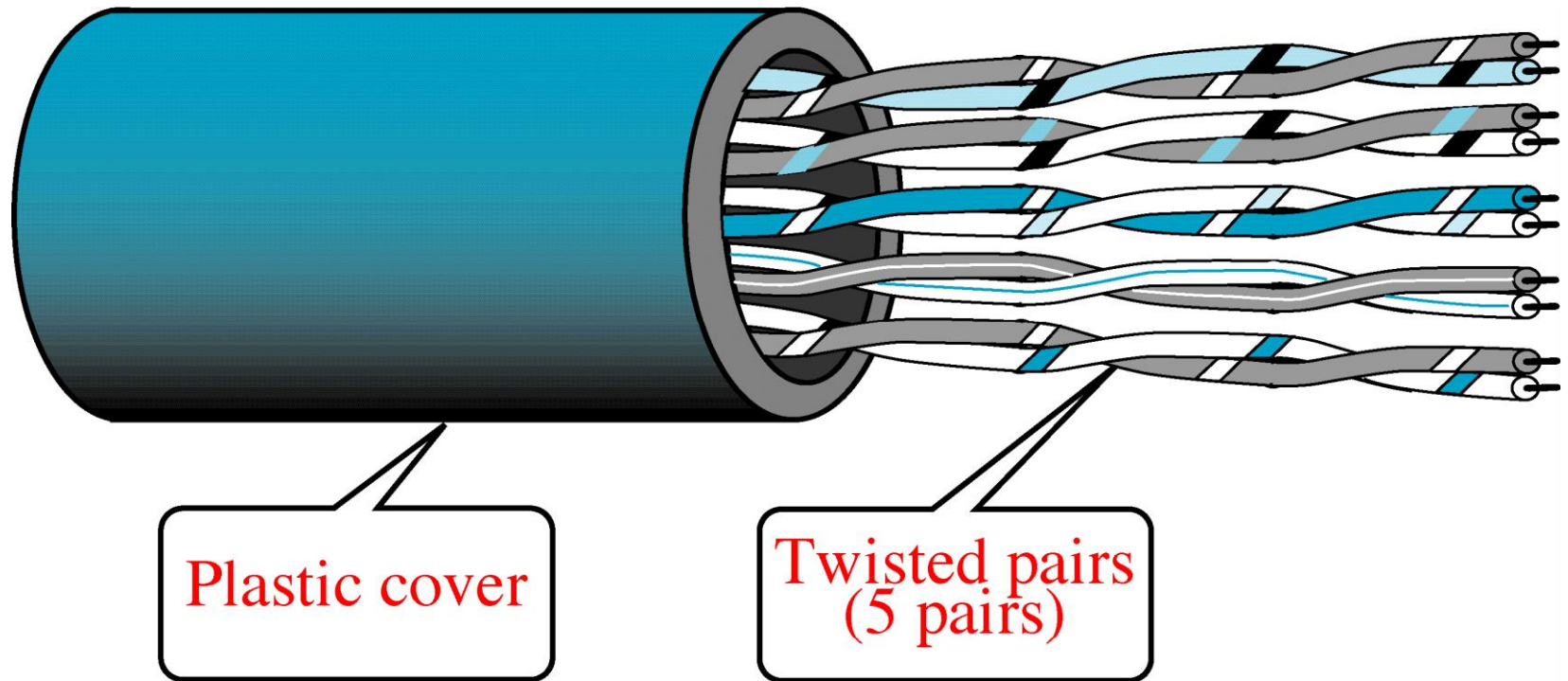
Nhiều xuyên kênh đầu cuối

- Nhiều tín hiệu từ một đôi dây này với đôi dây khác
- Nhiều xuyên kênh xuất hiện khi tín hiệu được truyền lên đường dây nhiều trở lại cặp dây nhận tín hiệu
 - Ví dụ: tín hiệu vừa truyền ảnh hưởng đến cặp dây nhận tín hiệu

Cáp đồng có bọc và không bọc giáp

- Không vỏ bọc giáp – Unshielded Twisted Pair (UTP)
 - ❑ Dây ĐT bình thường
 - ❑ Rẻ nhất
 - ❑ Dễ lắp đặt
 - ❑ Dễ bị nhiễu trường điện từ bên ngoài
- Vỏ bọc giáp – Shielded Twisted Pair (STP)
 - ❑ Vỏ giáp bên giúp giảm nhiễu và tác động bên ngoài
 - ❑ Đắt hơn
 - ❑ Khó lắp đặt (cứng, nặng)

Unshielded Twisted-Pair

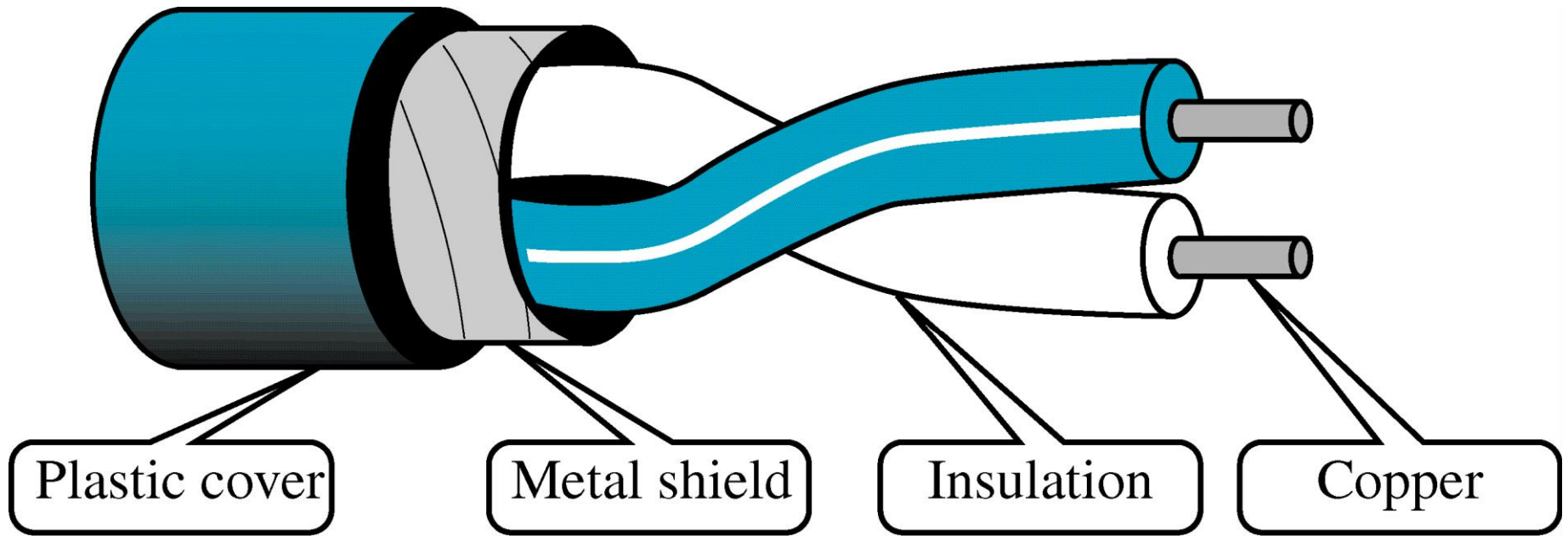


Cáp không vỏ bọc giáp (UTP)

- UTP Cat 3
 - Lên đến 16MHz
 - Được dùng trong liên lạc thoại ở hầu hết các văn phòng
 - Chiều dài xoắn (twist length): 7.5cm tới 10cm
- UTP Cat 4
 - Lên đến 20 MHz
- UTP Cat 5
 - Lên đến 100MHz
 - Được dùng phổ biến hiện nay trong các văn phòng
 - Chiều dài xoắn: 0.6cm đến 0.85cm
 - Thích hợp cho tốc độ truyền lên đến 100.106 bits/second



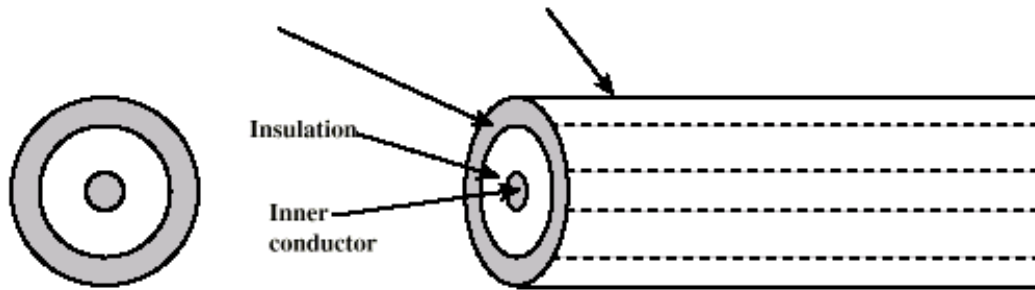
Shielded Twisted-Pair



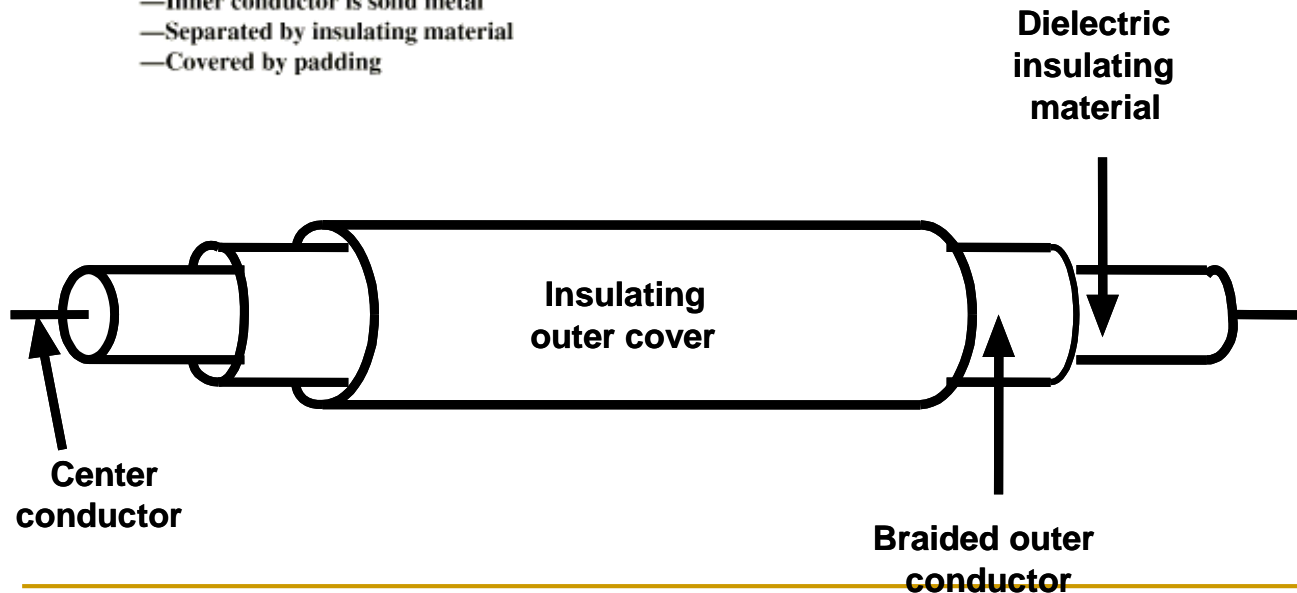
So sánh cáp có bọc và không bọc

	Attenuation (dB per 100 m)			Near-end Crosstalk (dB)		
Frequency (MHz)	Category 3 UTP	Category 5 UTP	150-ohm STP	Category 3 UTP	Category 5 UTP	150-ohm STP
1	2.6	2.0	1.1	41	62	58
4	5.6	4.1	2.2	32	53	58
16	13.1	8.2	4.4	23	44	50.4
25	—	10.4	6.2	—	41	47.5
100	—	22.0	12.3	—	32	38.5
300	—	—	21.4	—	—	31.3

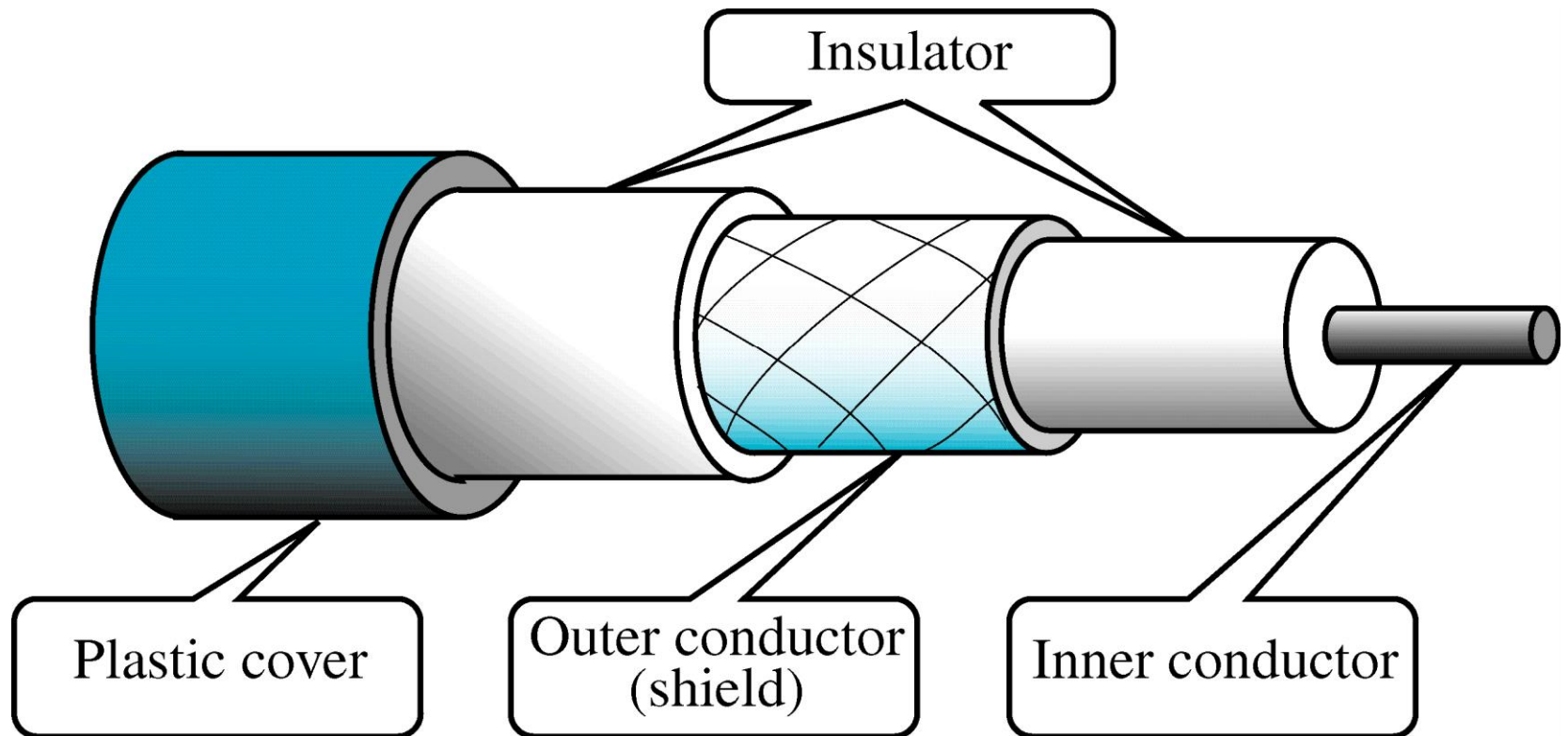
Cáp đồng trục (Coaxial Cable)



- Outer conductor is braided shield
- Inner conductor is solid metal
- Separated by insulating material
- Covered by padding



Cáp đồng trục (Coaxial Cable)



Ứng dụng cáp đồng trục

- Môi trường truyền linh hoạt nhất
- Cáp truyền hình (dây anten và truyền hình cáp)
- Truyền dẫn ĐT khoảng cách xa
 - FDM
 - Có thể mang đồng thời 10.000 cuộc gọi
 - Sẽ bị thay thế bởi cáp quang
- Kết nối các thiết bị khoảng cách gần
- Mạng cục bộ

Đặc tính truyền dẫn của cáp đồng trục

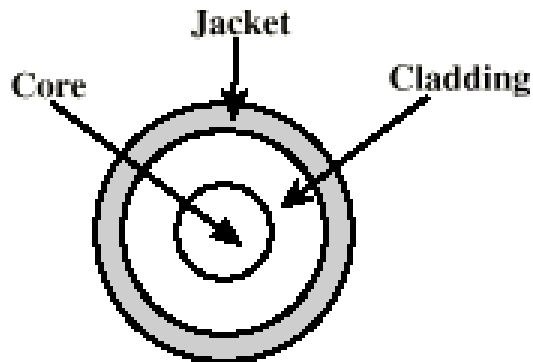
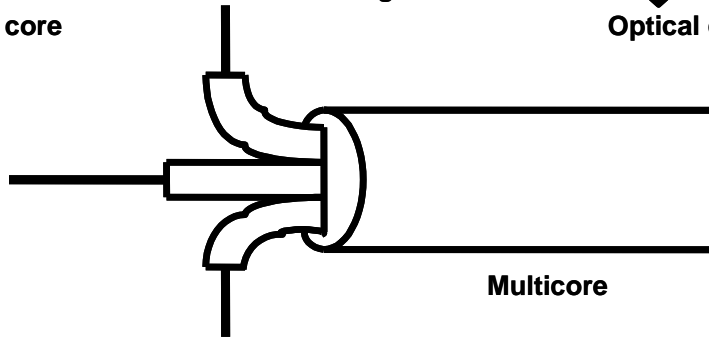
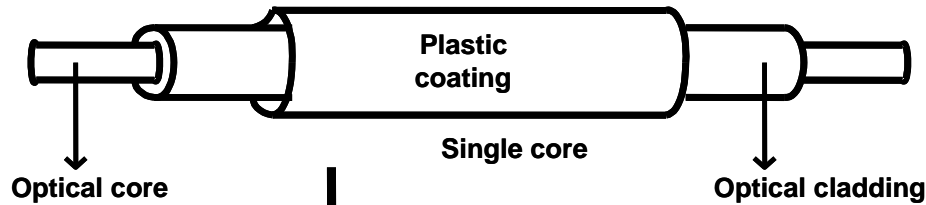
■ Analog

- ❑ Cần bộ khuếch đại mỗi vài km
- ❑ Khoảng cách càng ngắn nếu tần số càng cao
- ❑ Lên đến 500MHz

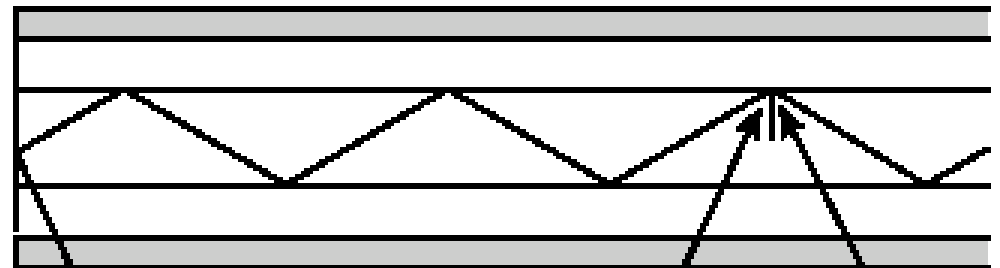
■ Digital

- ❑ Cần bộ lặp (repeater) mỗi km
- ❑ Khoảng cách càng ngắn nếu tốc độ dữ liệu càng tăng

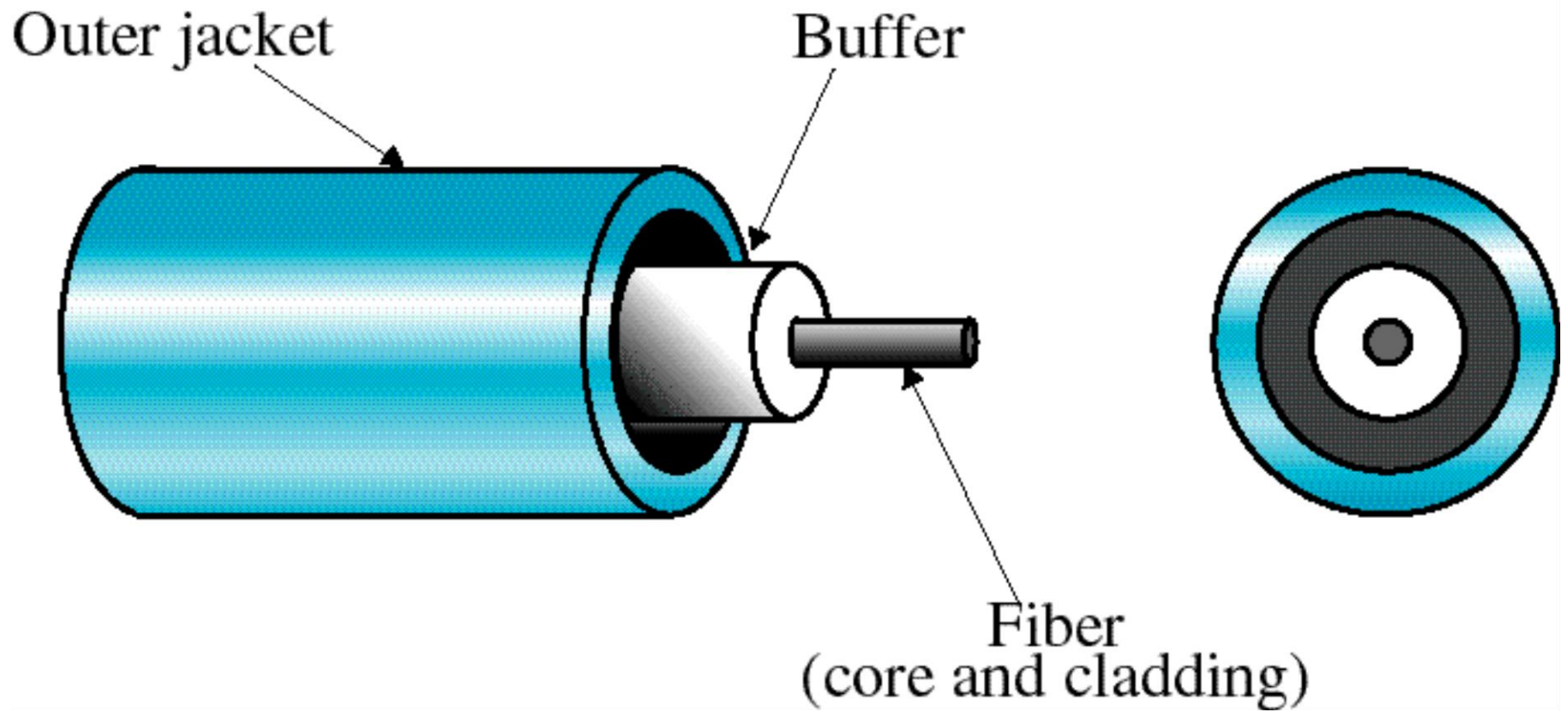
Cáp quang



- Glass or plastic core
- Laser or light emitting diode
- Specially designed jacket
- Small size and weight



Cáp quang



Cáp quang: lợi ích

- Dung lượng cao
 - Tốc độ dữ liệu hàng trăm Gbps (so với 100Mbps trên 1km coaxial cable và thấp hơn của twisted-pair cable)
- Kích thước và trọng lượng nhỏ
- Độ suy hao của tín hiệu trên đường truyền thấp.
- Cách ly trường điện từ (ít bị ảnh hưởng của nhiễu và môi trường xung quanh)
- Khoảng cách giữa các bộ lặp xa
- Tỷ lệ bit lỗi trên đường truyền vào khoảng $10^{-9} \rightarrow 10^{-12}$

Cáp quang: ứng dụng

- Phạm vi triển khai rất đa dạng: LAN (vài km), WAN (hàng chục km).
- Môi trường truyền thích hợp để triển khai các ứng dụng mạng số đa dịch vụ tích hợp băng rộng (Broadband Integrated Services Digital Networks)
- Đường trung kế khoảng cách xa
- Trung kế đô thị
- Trung kế tổng đài nông thôn
- Thuê bao

Cáp quang: đặc tính truyền dẫn

- Sóng lan truyền có hướng 10^{14} đến 10^{15} Hz
 - Một phần phổ hồng ngoại và phổ nhìn thấy được
- Light Emitting Diode (LED)
 - Rẻ
 - Tầm nhiệt độ hoạt động rộng
 - Tuổi thọ cao
- Injection Laser Diode (ILD)
 - Hiệu quả hơn
 - Tốc độ dữ liệu cao hơn
- Wavelength Division Multiplexing

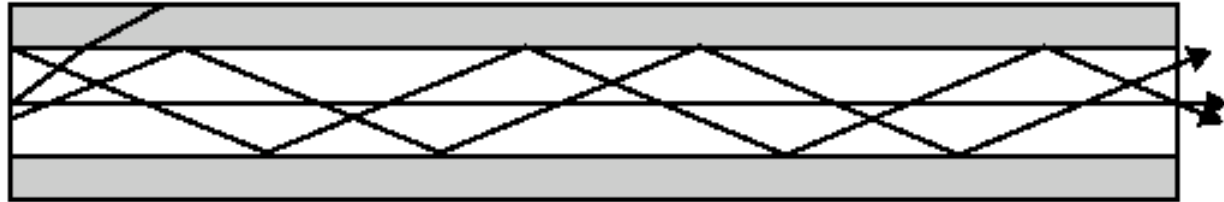
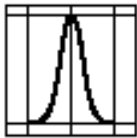
Nguồn phát sáng

Nguồn sáng	LED/ ILD	LED/ ILD	ILD
Băng thông	20MHz/km	1GHz/km	Lên đến 1000GHz/km
Ứng dụng	LAN, computer data links	Mod length phone lines	Long haul telecom. lines
Đường kính lõi (μm)	> 80	50 – 60	1.5 – 5
Độ suy giảm t/h (dB/km)	0.5 – 2.0	0.5 – 2.0	0.15

Cáp quang: chế độ truyền tải

multimode: several paths/time delays

Input pulse

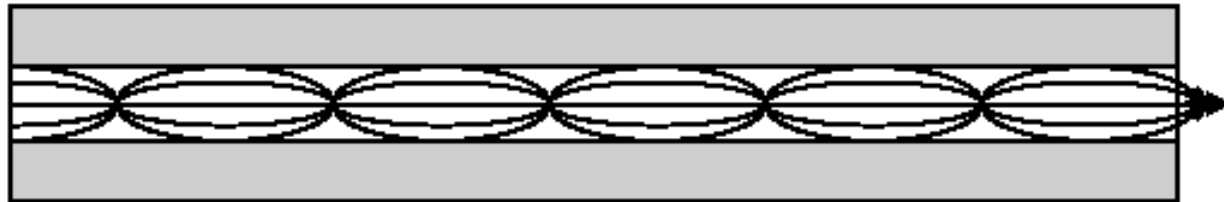


Output pulse

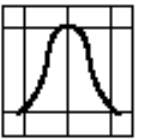


(a) Step-index multimode

Input pulse



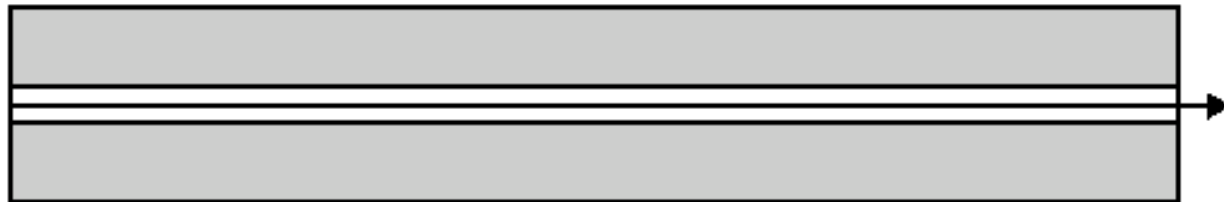
Output pulse



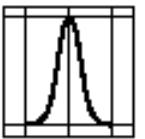
(b) Graded-index multimode

narrow: 1 wavelength no time delays

Input pulse



Output pulse



(c) Single mode

Sử dụng tần số với cáp quang

Wavelength (in vacuum) range (nm)	Frequency range (THz)	Band label	Fiber type	Application
820 to 900	366 to 333		Multimode	LAN
1280 to 1350	234 to 222	S	Single mode	Various
1528 to 1561	196 to 192	C	Single mode	WDM
1561 to 1620	185 to 192	L	Single mode	WDM

Cáp quang

Optical Dielectric SLT Cable, 72-Fiber, Composite (24 SM/48MM)



Truyền tải bằng sóng vô tuyến

- Truyền và nhận bởi sóng vô tuyến trong không gian thông qua anten
- Có hướng
 - Chùm định hướng (focused beam)
 - Đòi hỏi sự canh chỉnh hướng cẩn thận
- Vô hướng
 - Tín hiệu lan truyền theo mọi hướng
 - Có thể được nhận bởi nhiều anten

Các tần số vô tuyến

- 2GHz đến 40GHz
 - Sóng viba (microwave)
 - Định hướng cao
 - Điểm-điểm
 - Vệ tinh
- 30MHz đến 1GHz
 - Vô hướng
 - radio
- 3×10^11 đến 2×10^{14}
 - Hồng ngoại
 - Cục bộ

Đường truyền vô tuyến

- Khắc phục những khó khăn về địa lý khi triển khai hệ thống
- Tỷ lệ bit lỗi trên đường truyền (BER) thay đổi tùy theo hệ thống được triển khai. Ví dụ: BER của vệ tinh $\sim 10^{-10}$
- Tốc độ truyền thông tin đạt được thay đổi, từ vài Mbps đến hàng trăm Mbps
- Phạm vi triển khai đa dạng: LAN (vài km), WAN (hàng chục km)
- Chi phí để triển khai hệ thống ban đầu rất cao

Vô tuyến: các băng tần truyền dẫn

Frequency band	Name	Analog data		Digital data		Principal applications
		Modulation	Bandwidth	Modulation	Data rate	
30–300 kHz	LF (low frequency)	Generally not practical		ASK, FSK, MSK	0.1 to 100 bps	Navigation
300–3000 kHz	MF (medium frequency)	AM	To 4 kHz	ASK, FSK, MSK	10 to 1000 bps	Commercial AM radio
3–30 MHz	HF (high frequency)	AM, SSB	To 4 kHz	ASK, FSK, MSK	10 to 3000 bps	Shortwave radio
30–300 MHz	VHF (very high frequency)	AM, SSB; FM	5 kHz to 5 MHz	FSK, PSK	To 100 kbps	VHF television, FM radio
300–3000 MHz	UHF (ultra high frequency)	FM, SSB	To 20 MHz	PSK	To 10 Mbps	UHF television, Terrestrial microwave
3–30 GHz	SHF (super high frequency)	FM	To 500 MHz	PSK	To 100 Mbps	Terrestrial microwave, Satellite microwave
30–300 GHz	EHF (extremely high frequency)	FM	To 1 GHz	PSK	To 750 Mbps	Experimental short point-to-point

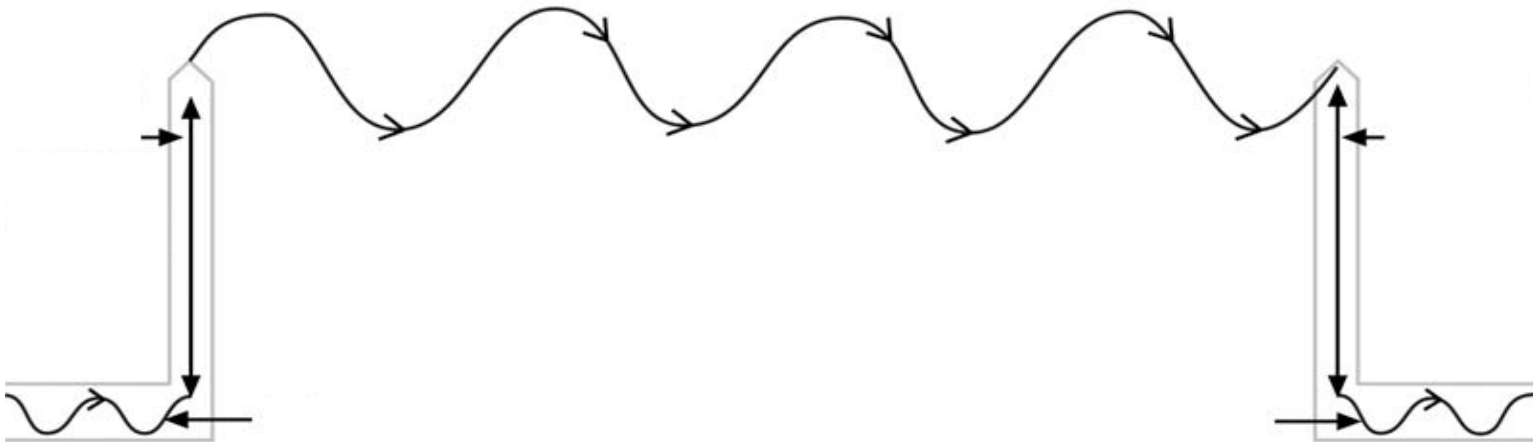
Anten

- Các thiết bị (hoặc hệ thống) điện tử trường được sử dụng để bức xạ năng lượng điện từ hoặc thu nhận năng lượng điện từ
- Truyền
 - Có năng lượng điện với tần số vô tuyến từ máy phát
 - Chuyển thành năng lượng sóng điện từ
 - Sử dụng Anten
 - Bức xạ vào môi trường xung quanh

Anten (tiếp)

- Nhận
 - Năng lượng sóng điện từ tác động vào Anten
 - Chuyển thành năng lượng điện có tần số vô tuyến
 - Chuyển tới máy thu
- Có thể dùng cùng một loại Anten

Truyền sóng vô tuyến (Radio Frequency RF)

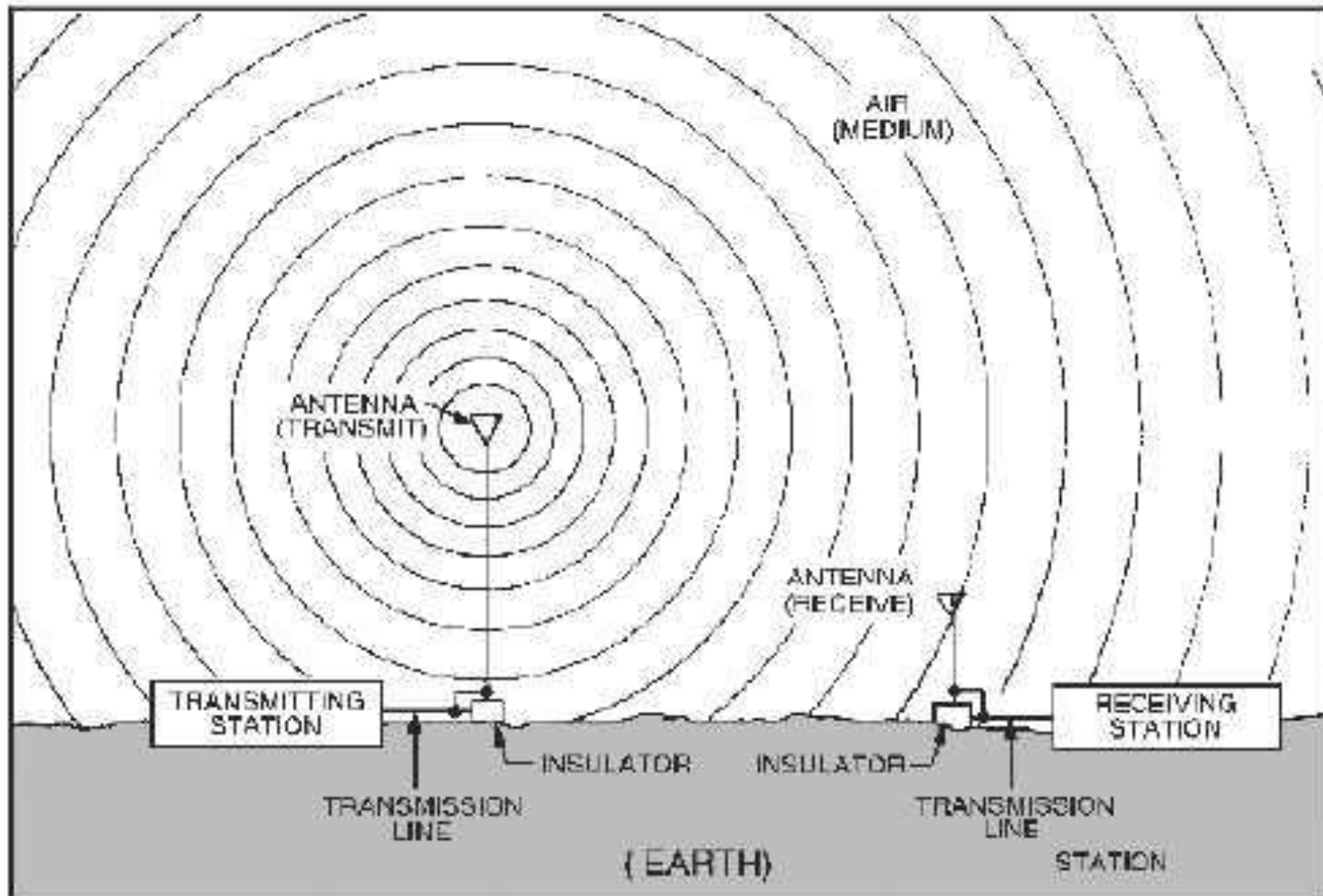


Sóng điện từ lan truyền trong không gian được sinh ra bởi điện từ trường.

Ví dụ về Anten



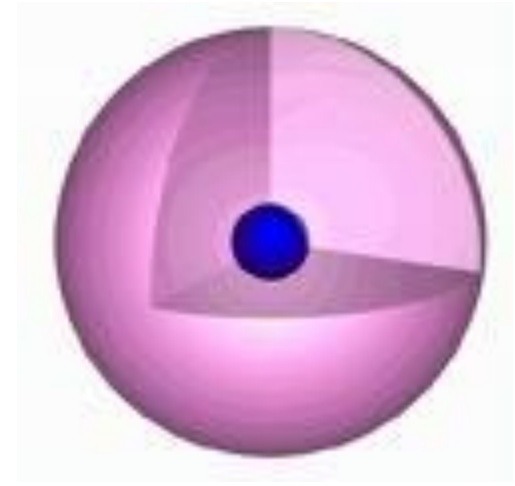
Thu phát sóng



Sự bức xạ

- Năng lượng được bức xạ trên các hướng
- Không đồng nhất trên các hướng
- Anten đẳng hướng (theo lý thuyết) là một điểm trong không gian
 - Bức xạ trên các hướng giống nhau
 - Cho ra bức xạ hình cầu

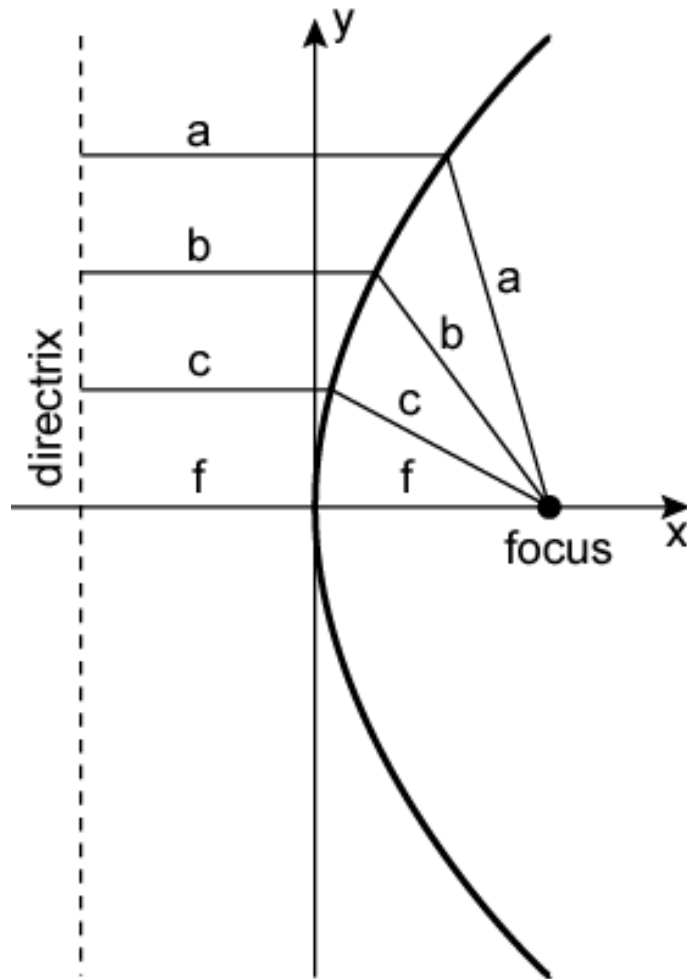
Anten đẳng hướng



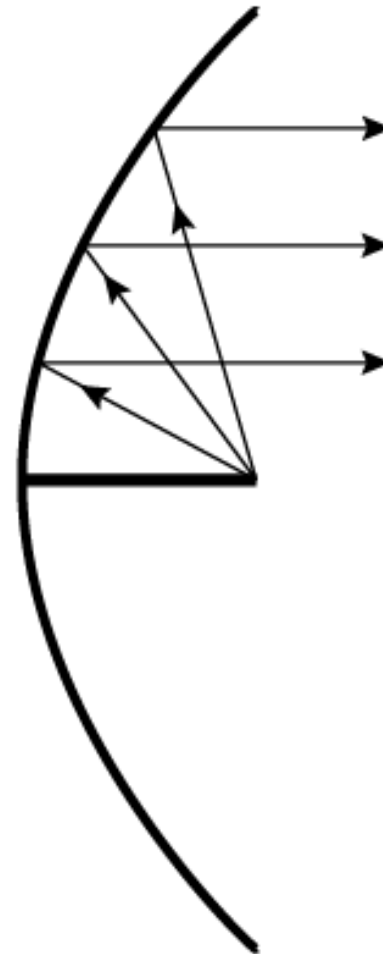
Anten Parabol

- Sử dụng trong truyền sóng vi ba và sóng vệ tinh
- Hình parabol là quỹ tích các điểm cách đều một đường thẳng và một điểm không nằm trên đường thẳng đó
- Nếu nguồn đặt tại điểm hội tụ sẽ sinh ra các sóng phản xạ lên bề mặt của anten song song với trục
- Nếu thiết bị thu đặt tại điểm hội tụ sẽ nhận được các sóng phản xạ

Phản xạ của Anten parabolic



(a) Parabola



(b) Cross-section of parabolic antenna showing reflective property

Anten Parabol



Độ lợi Anten

- Đánh giá tính định hướng của Anten
- Đánh giá bằng so sánh giữa năng lượng thụ được trên 1 hướng nhất định với một Anten đẳng hướng
- Đánh giá bằng Decibel (dB)
- Sự định hướng sẽ gây ra sự mất mát năng lượng trên các hướng khác
- Khu vực có lợi ảnh hưởng bởi kích thước và kiểu dáng Anten (tác động đến độ lợi)

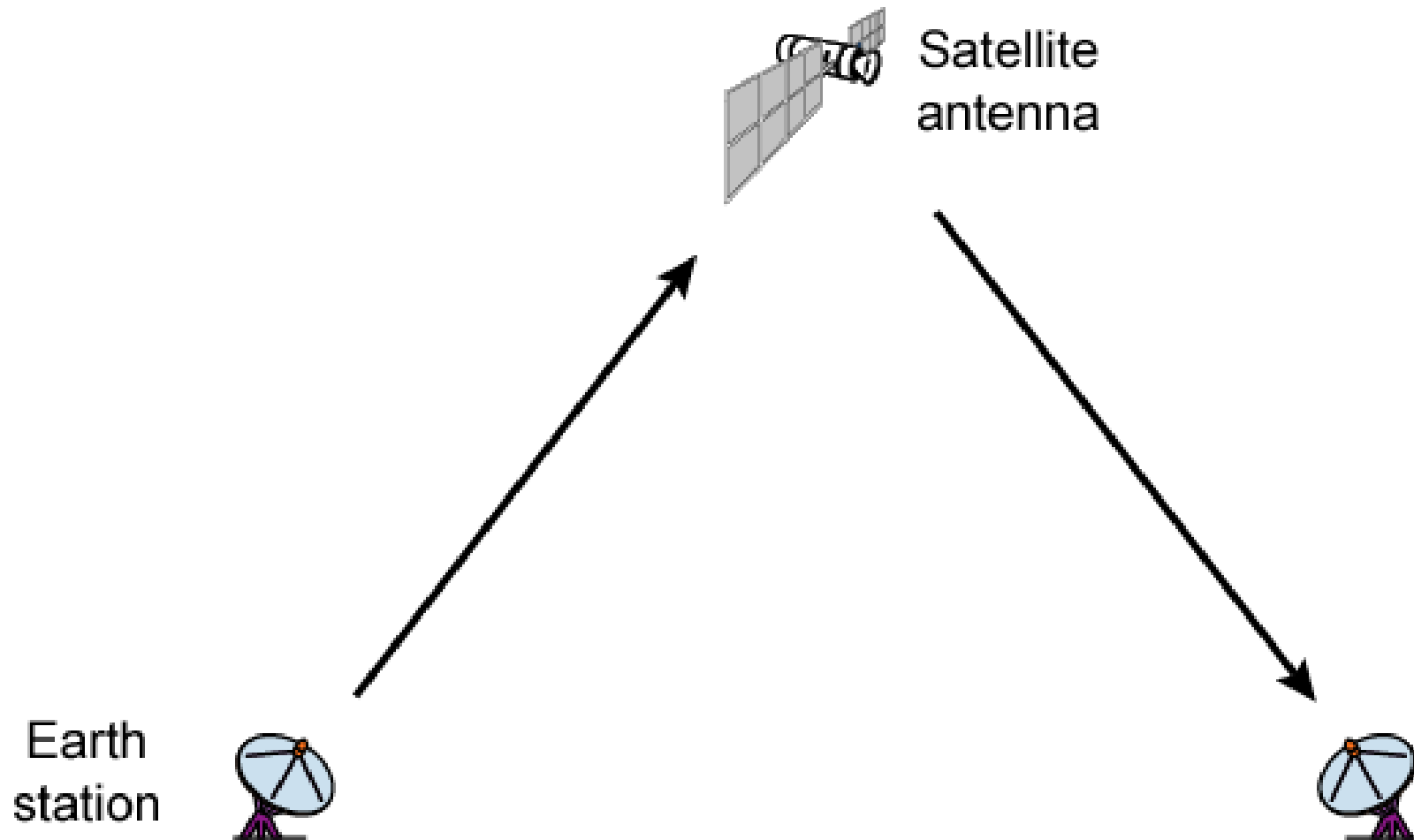
Sóng viba mặt đất

- Chảo parabol
- Chùm sóng định hướng theo đường ngắm (line of sight)
- Viễn thông khoảng cách xa
 - Thay thế cho cáp đồng trục (cần ít bộ amp/repeater, nhưng phải nằm trên đường thẳng)
- Tần số càng cao thì tốc độ dữ liệu càng cao

Vô tuyến: sóng vệ tinh

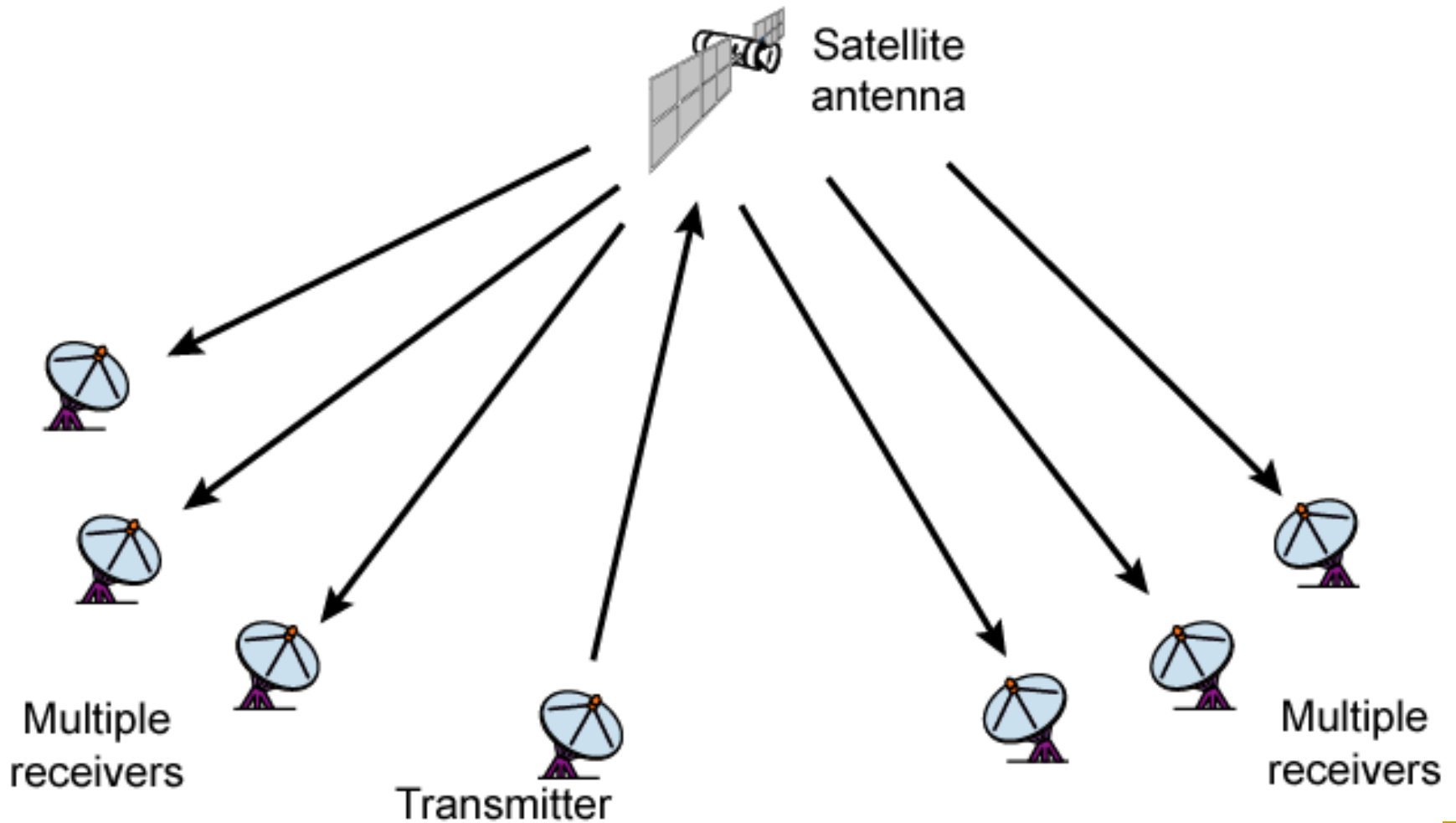
- Vệ tinh là trạm trung chuyển
- Vệ tinh nhận trên một tần số, khuếch đại (lặp lại tín hiệu) và phát trên một tần số khác
- Cần quỹ đạo địa tĩnh
 - Cao 35.784 km
- Truyền hình
- Điện thoại đường dài
- Mạng riêng

Truyền vệ tinh điểm với điểm



(a) Point-to-point link

Truyền vệ tinh đa điểm



(b) Broadcast link

Sóng radio

- Vô hướng, 30MHz – 1GHz
- Sóng FM
- Truyền hình UHF và VHF
- Truyền theo đường thẳng (line of sight)
- Bị ảnh hưởng bởi nhiễu đa kênh
 - Phản xạ

Sóng hồng ngoại

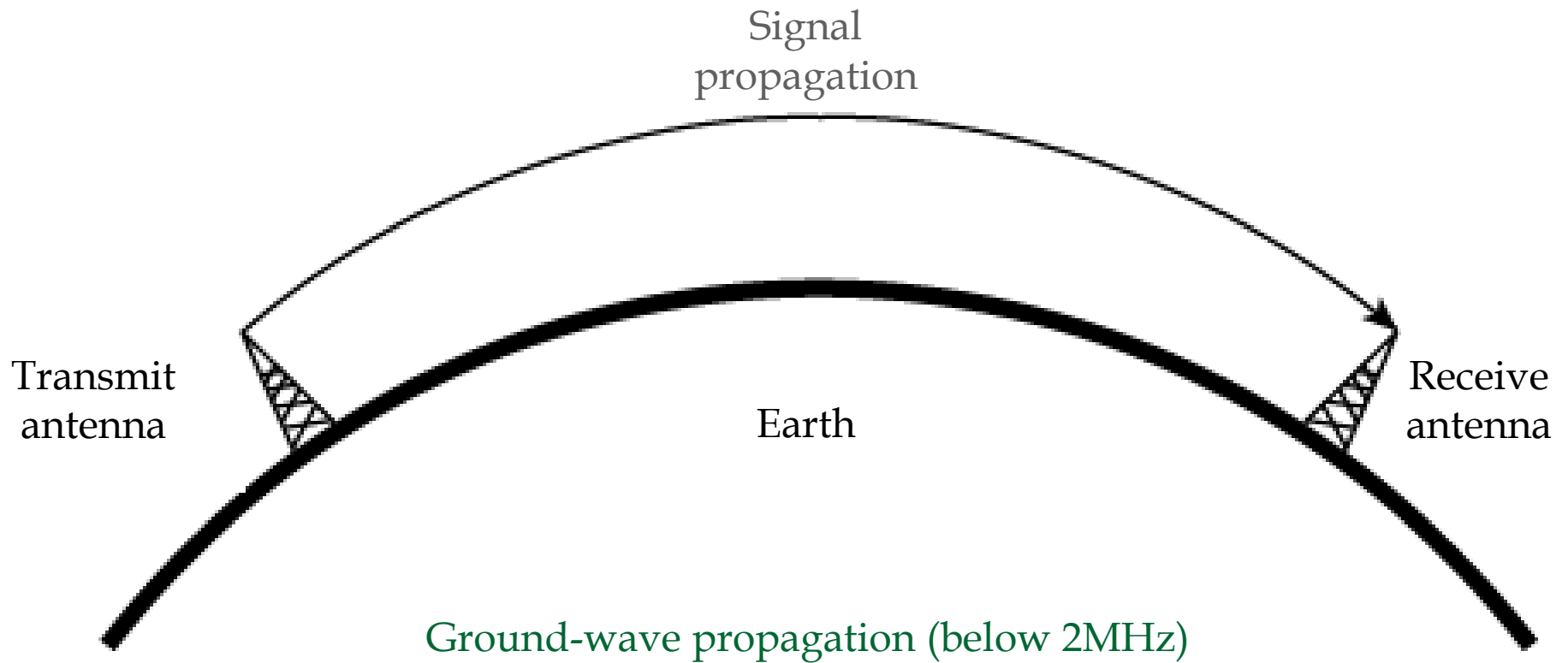
- Điều chế bằng không liên kết ánh sáng hồng ngoại
- Truyền theo đường thẳng (hoặc phản xạ)
- Cản bởi các bức tường
- Bộ điều khiển TV từ xa, cổng điều khiển bằng hồng ngoại (IRD port)



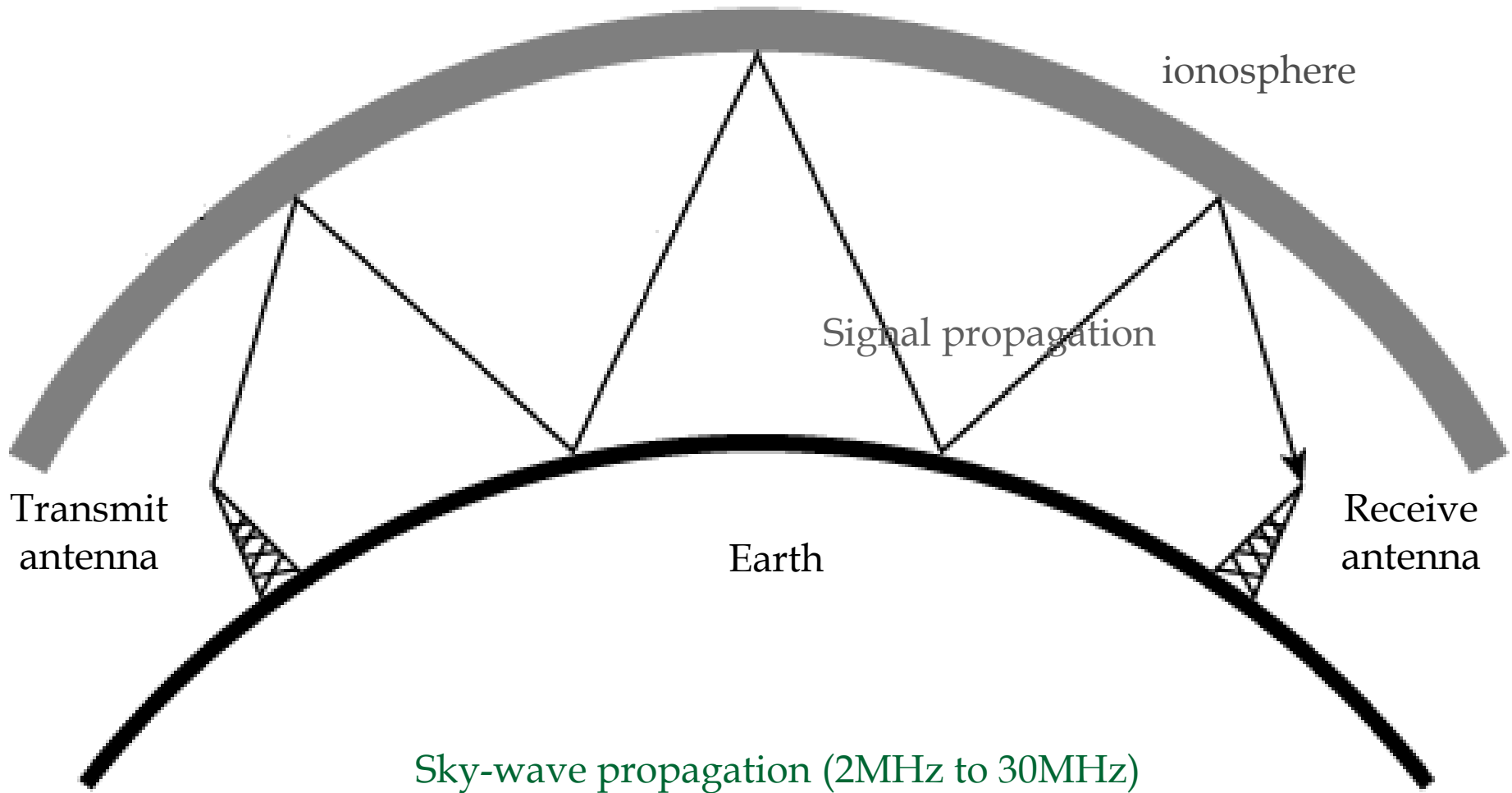
Lan truyền vô tuyến

- Tín hiệu lan truyền theo 3 đường
 - Sóng mặt đất
 - Dọc theo đường bao trái đất
 - $< 2\text{MHz}$
 - AM radio
 - Sóng bầu trời
 - Radio nghiệp dư, dịch vụ toàn cầu BBC, VOA
 - Tín hiệu phản xạ từ tầng điện ly
 - Đường thẳng
 - Khoảng trên 30MHz
 - Có thể xa hơn đường thẳng quang học do có phản xạ

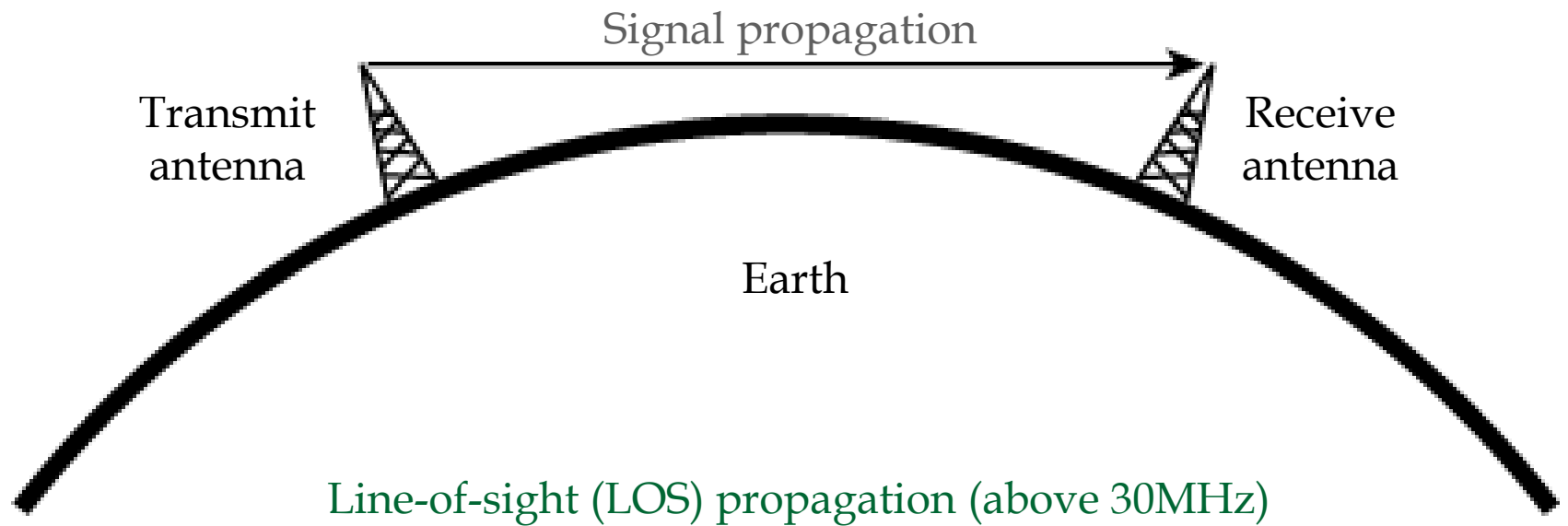
Lan truyền sóng mặt đất



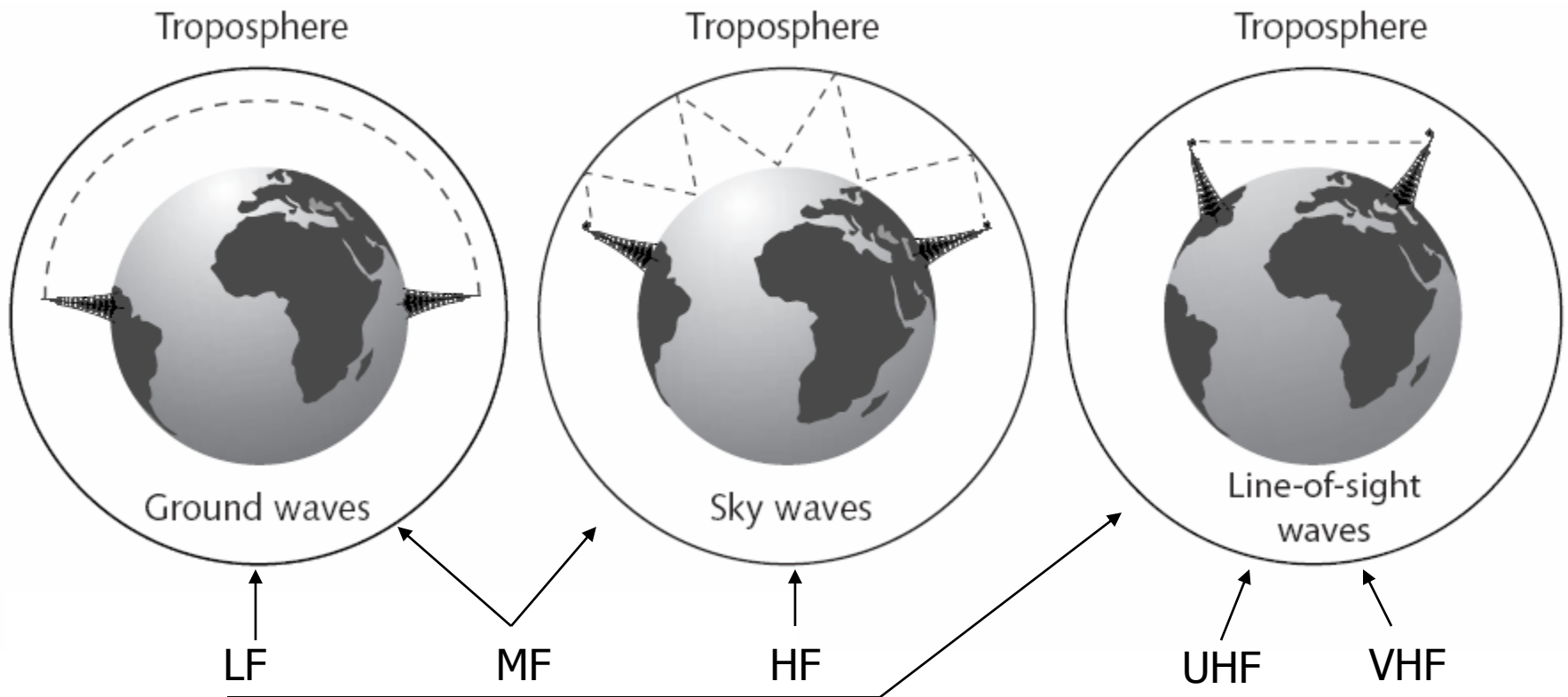
Lan truyền sóng bầu trời



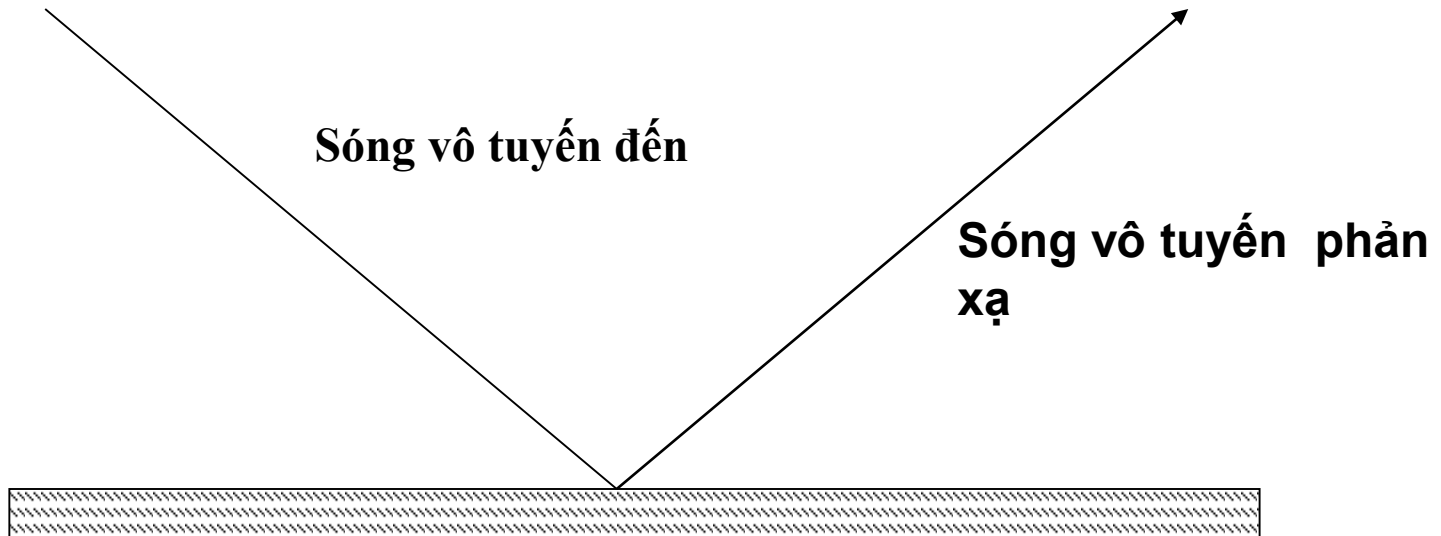
Lan truyền đường thẳng



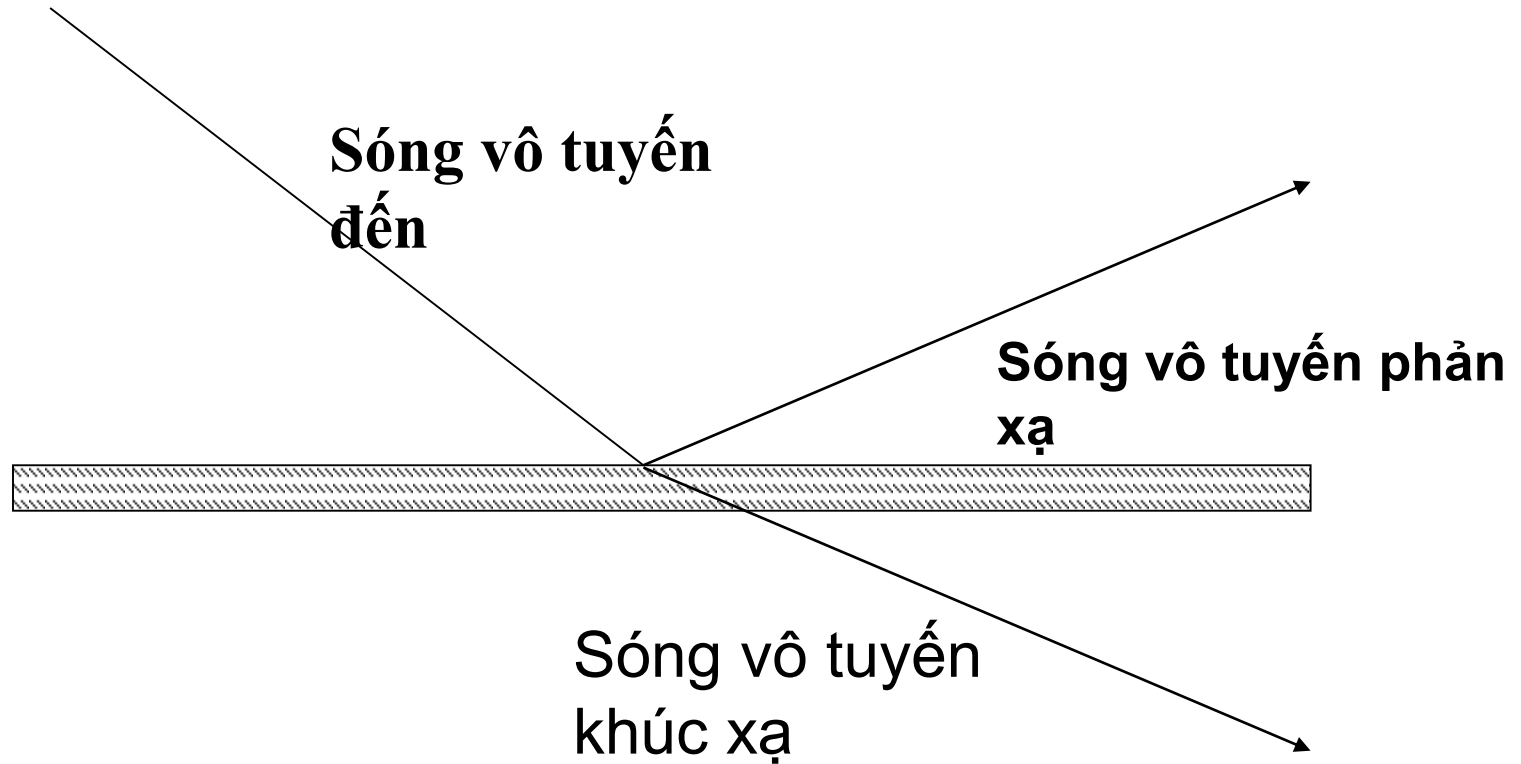
Các loại sóng lan truyền



Sự phản xạ



Sự khúc xạ

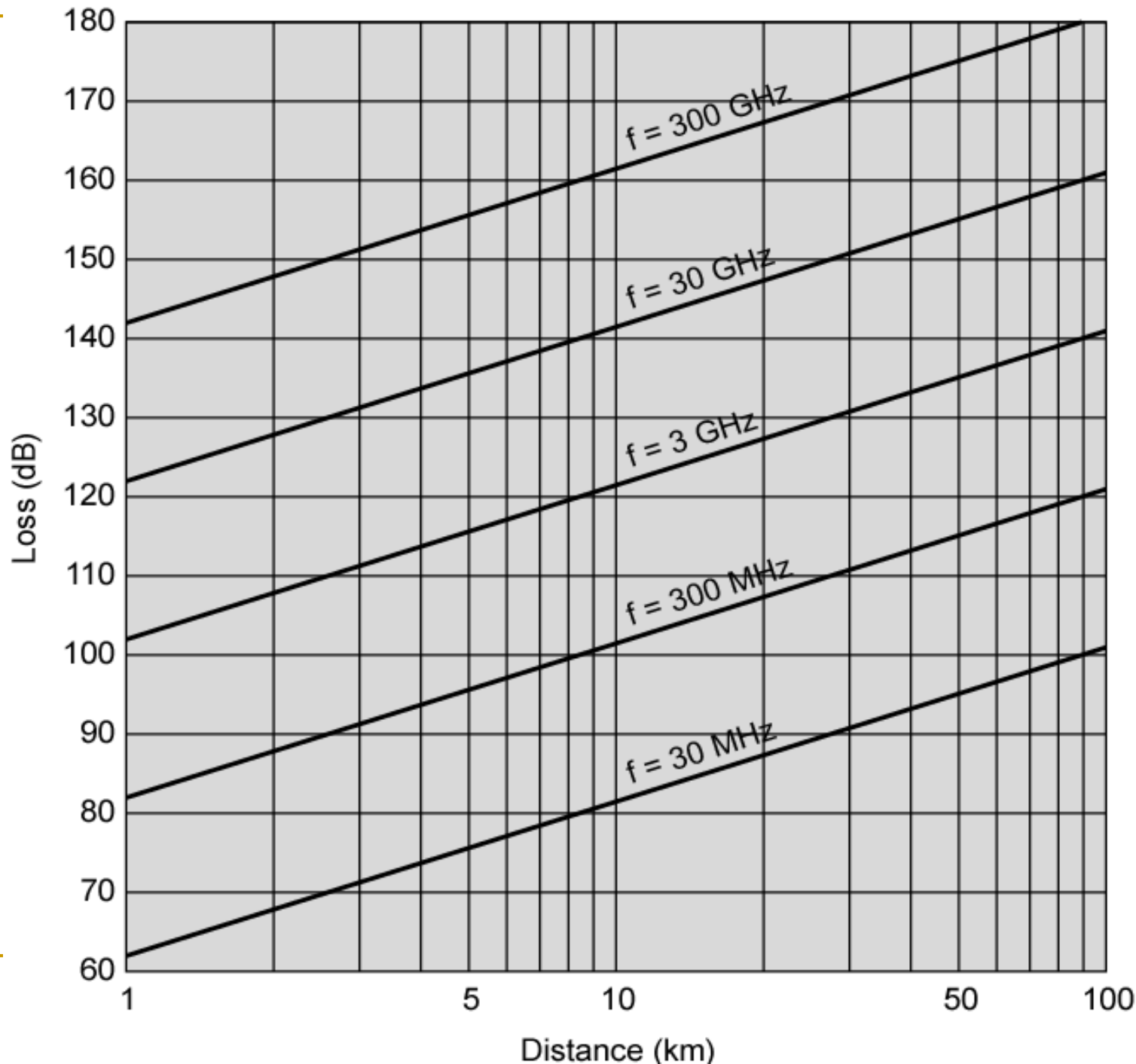


Suy hao trong không gian (Free Space Loss)

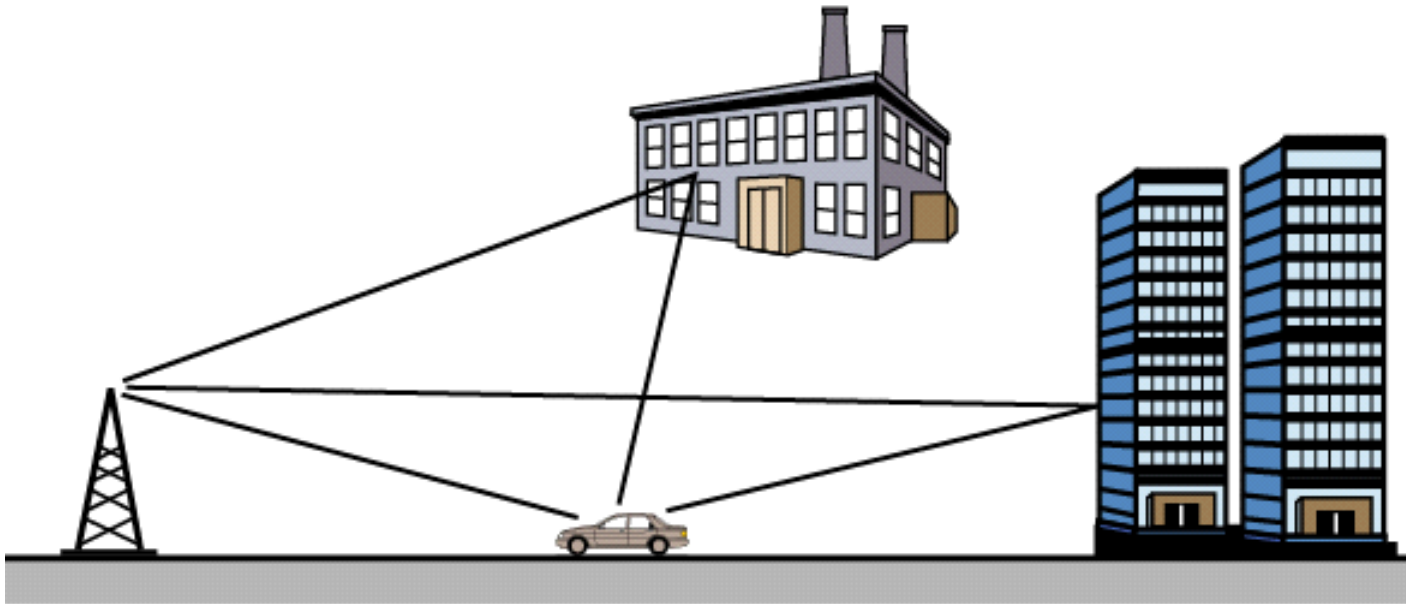
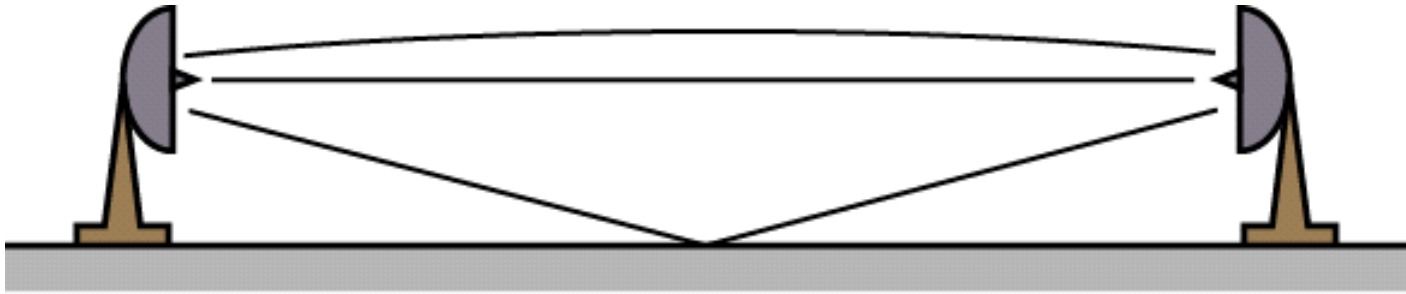
$$L = \frac{P_{transmitted}}{P_{received}} = \frac{(4\pi)^2 d^2}{G_t G_r \lambda^2}$$

- $P_{transmitted}$: Công suất phát
- $P_{received}$: Công suất thu
- G_t : Độ lợi của anten phát
- G_r : Độ lợi của anten thu
- d : Khoảng cách giữa máy phát và máy thu (m)
- λ : chiều dài bước sóng (m)

Suy hao trong không gian (Free Space Loss)



Truyền đa đường



HẾT CHƯƠNG 2
