



دانشگاه صنعتی همدان



# شبکه‌های کامپیوتری - مخابراتی

دکتر رجبی

نیمسال دوم سال تحصیلی ۹۸-۹۹

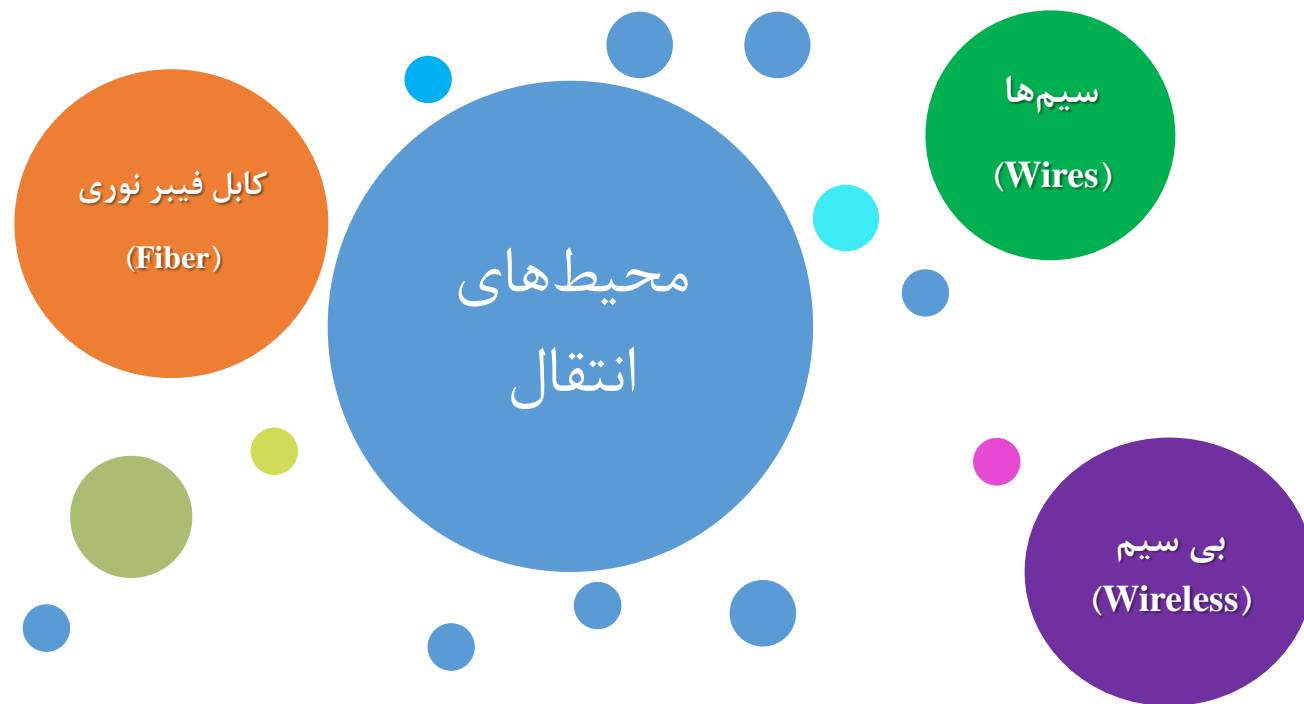
دانشگاه صنعتی همدان

گروه مهندسی برق

# محیط‌های انتقال

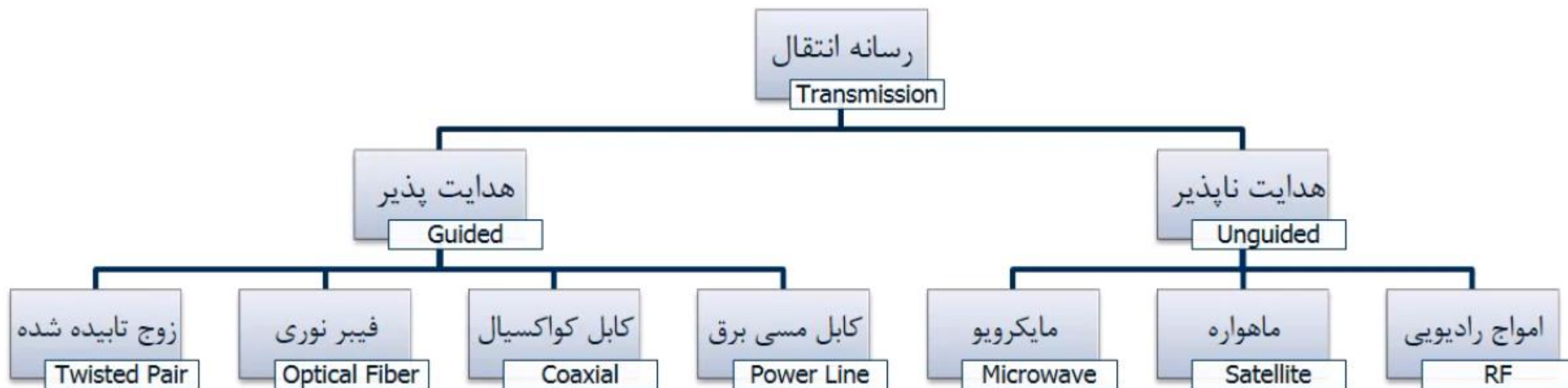
# انواع محیط‌های انتقال

- محیط‌های انتقال، سیگنال‌های حاوی بیت‌های اطلاعاتی را منتشر می‌کنند.
- در ادامه به بررسی چند محیط انتقال متداول می‌پردازیم:



# انواع محیط‌های انتقال

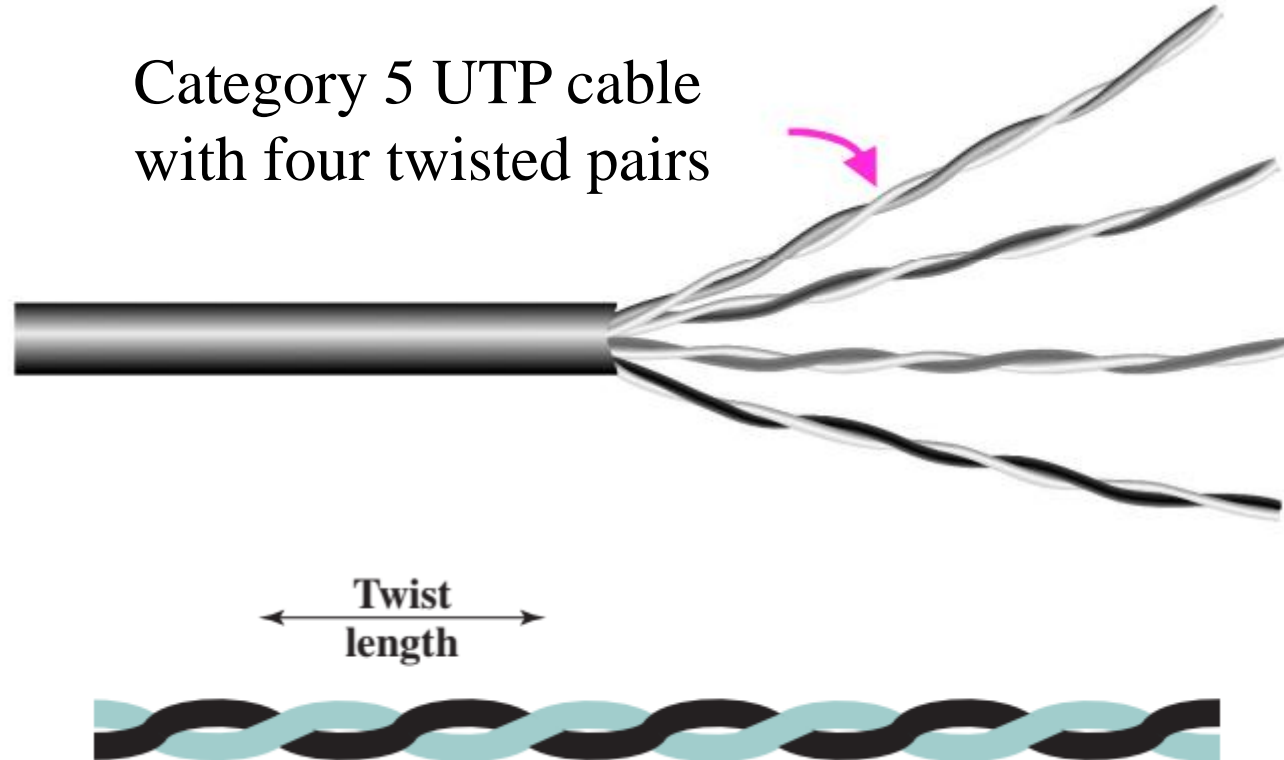
- هدایت پذیر Guided
- هدایت ناپذیر Unguided



# سیم‌ها: زوج‌های به هم تابیده

- زوج سیم به هم تابیده، شامل دو سیم مسی با ضخامت حدودی ۱ میلی‌متر است.

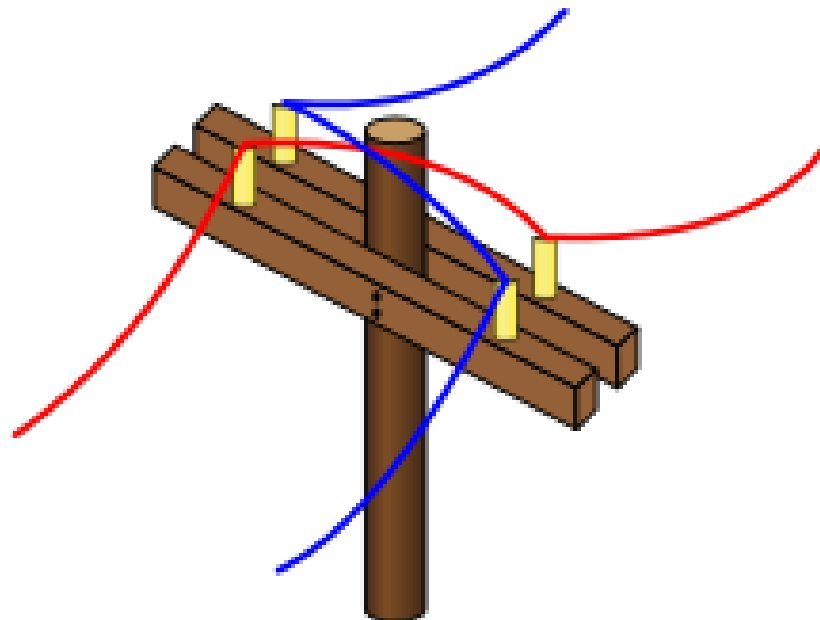
Category 5 UTP cable  
with four twisted pairs



## سیم‌ها: زوج‌های به هم تابیده

- RJ45 Connector (Registered Jack - 45)
- 8P8C – (8 Position 8 Contact) – Ethernet over twisted pair

# دلیل تابیده شدن - خطوط تلگراف



# سیم‌ها: زوج‌های به هم تابیده

- چگونه زوج سیم بودن سبب کاهش تداخل سیگنال‌ها می‌شود؟
- دو سیم مسی موازی به عنوان یک آنتن خوب عمل می‌کنند. هنگامی که به هم تابیده می‌شوند، میدان‌های همدیگر را خنثی کرده و باعث می‌شوند که تابش خیلی کمی صورت گیرد.
- سیگنال مد نظر، اختلاف پتانسیل دو سر سیم مسی در نظر گرفته می‌شود. این کار باعث می‌شود که سیگنال نسبت به نویز خارجی مقاوم باشد. زیرا نویز خارجی به یک اندازه هر دو سیم را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین با در نظر گرفتن اختلاف پتانسیل دو سر سیم، به نوعی اثر حذف نویز را شاهد خواهیم بود.



# دلیل تابیده شدن

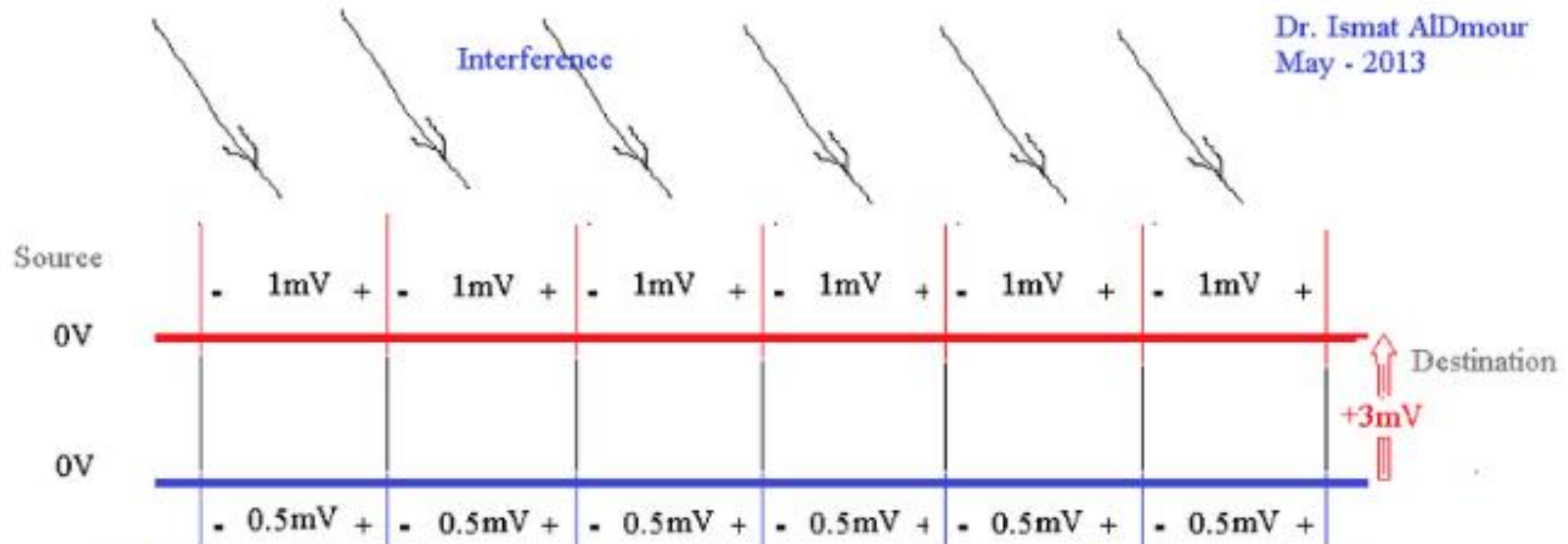


Figure 1: Parallel Pair, the interference causes higher pickup-voltages in red (closer) than blue wire.

# دلیل تابیده شدن

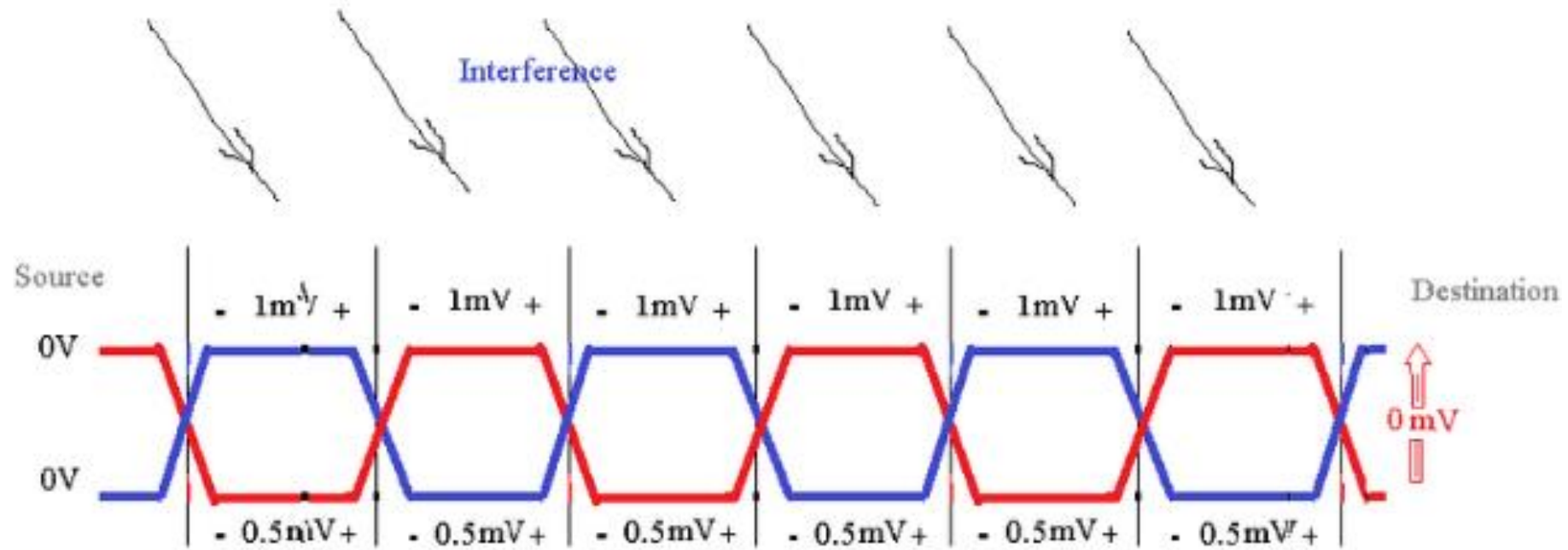
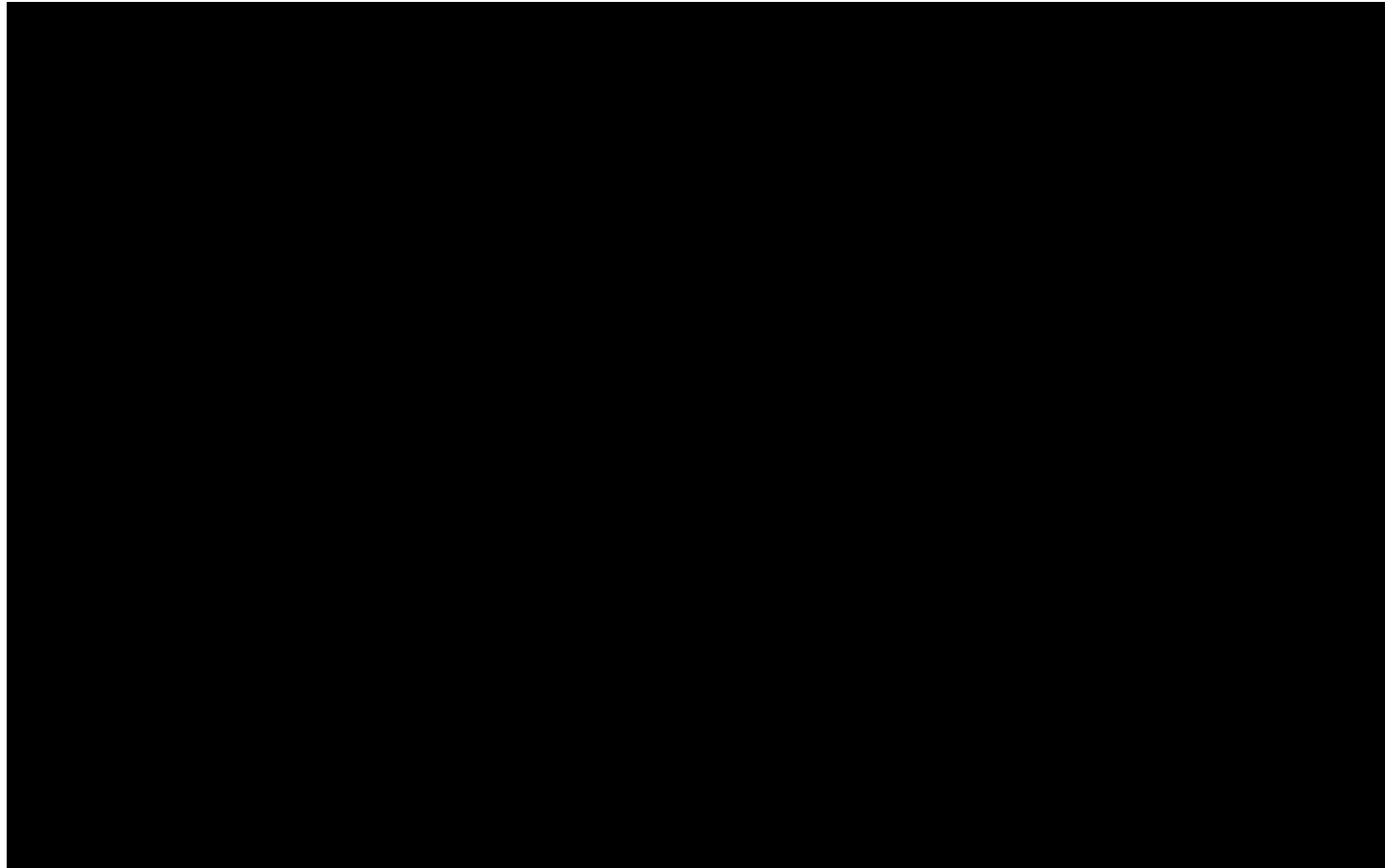
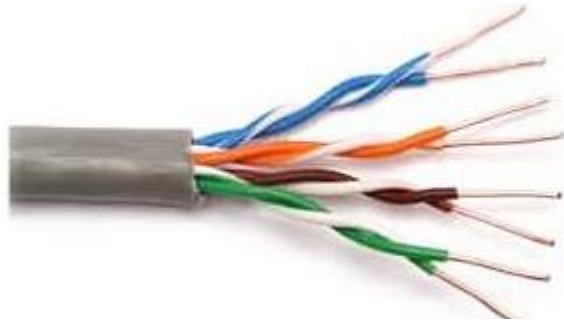


Figure 2: Twisted Pair, the interference alternatively produces high and low pickup-voltages in both wires.

# سیم‌ها: زوج‌های به هم تابیده



# سیم‌ها: زوج‌های به هم تابیده



**Unshielded Twisted Pair (UTP)**



**Shielded Twisted Pair (STP)**

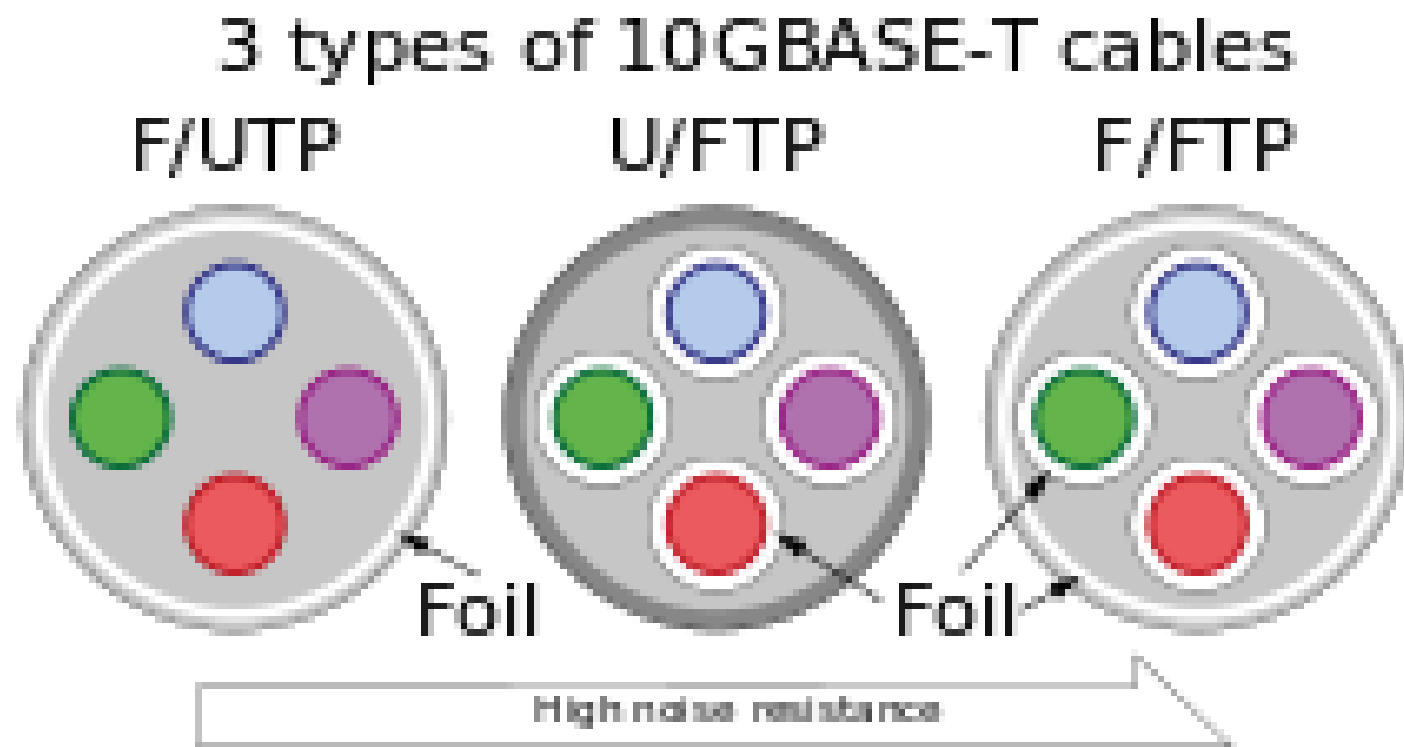


**Foil screened Twisted Pair (FTP)**

# Common industry nomenclature for cable construction types

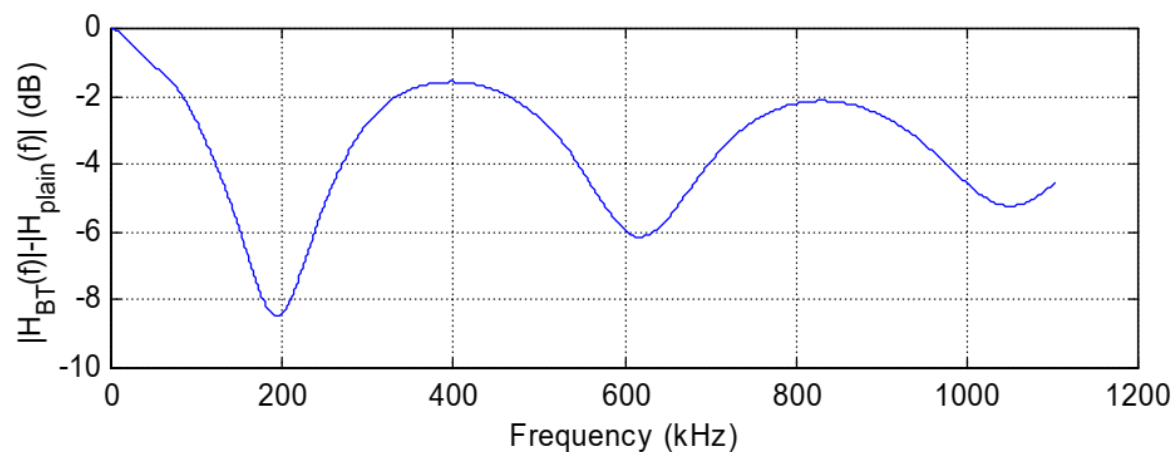
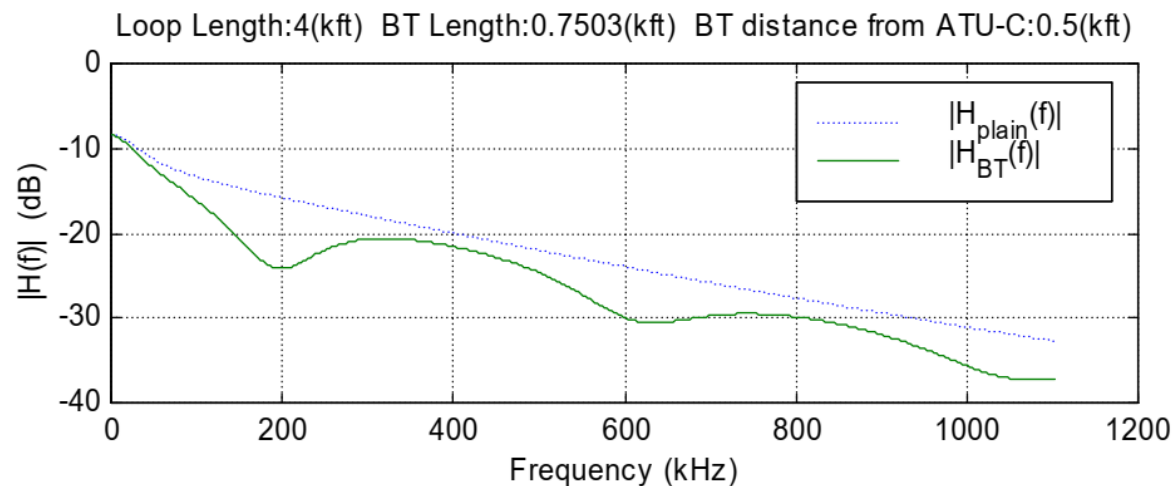
Industry abbreviations ⇄	ISO/IEC 11801 designation ⇄	Cable shielding ⇄	Pair shielding ⇄
UTP, TP	U/UTP	None	None
STP, ScTP, PiMF	U/FTP	None	Foil
FTP, STP, ScTP	F/UTP	Foil	None
STP, ScTP	S/UTP	Braiding	None
SFTP, S-FTP, STP	SF/UTP	Braiding and Foil	None
FFTP, STP	F/FTP	Foil	Foil
SSTP, SFTP, STP, STP PiMF	S/FTP	Braiding	Foil
SSTP, SFTP, STP	SF/FTP	Braiding and Foil	Foil

# Common industry nomenclature for cable construction types



# سیم‌ها: زوج‌های به هم تابیده

• پاسخ فرکانسی زوج سیم





# LAN Cables



## CAT3:

4 unshielded wire pairs supporting **10 Mbps** Ethernet (16 MHz BW)

## CAT5:

4 wire pairs, supporting **100 Mbps** Ethernet (100 MHz BW)

## CAT6:

4 pairs, supporting **1Gbps** Ethernet (250 MHz BW)  
CAT6 is referred to as UTP (Unshielded Twisted Pair)

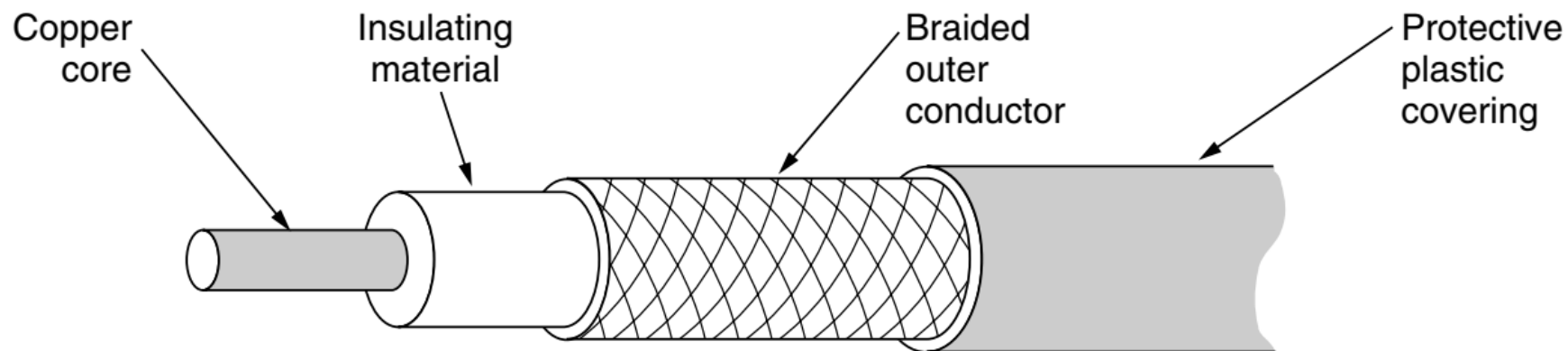
## CAT7:

Four individually shielded pairs (STP) inside an overall shield  
Supporting **10 Gbps** and above (600 MHz BW)



## سیم‌ها: کابل هم‌محور (Coaxial)

- استفاده از پوشش محافظ بهتر برای عملکرد مطلوب‌تر
- مقاوم‌تر در مقابل تداخل نسبت به زوج سیم به هم تابیده
- نمونه‌ای از مواردی که می‌شناسید: کابل کواکسیال استفاده‌شده برای آنتن تلویزیون‌های خانگی



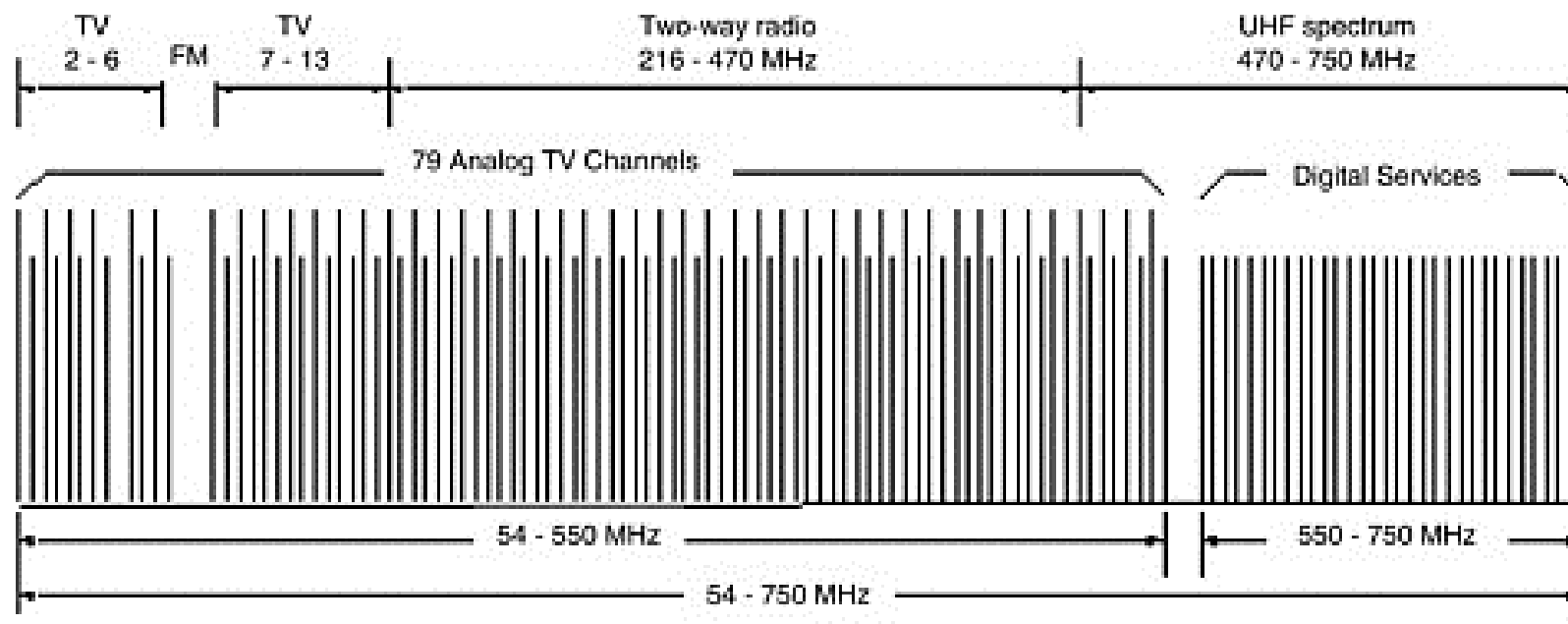
# سیم‌ها: کابل هم‌محور (Coaxial)

- کاربردهای کابل هم‌محور:
  - ✓ کاربرد گسترده برای انتقال سیگنال‌های تصویری (کاربرد تلویزیون)
  - ✓ کاربرد برای ارتباطات راه دور تلفن
  - ✓ استفاده در شبکه‌های LAN



# سیم‌ها: کابل هم‌محور (Coaxial)

- پهنای باند انتقالی بیشتر: تخصیص طیف فرکانسی در کابل‌های کواکسیال



# انواع کابل هم محور (Coaxial)

RG-58 C/U



RG-59 B/U



RG-62 A/U



RG-6/U

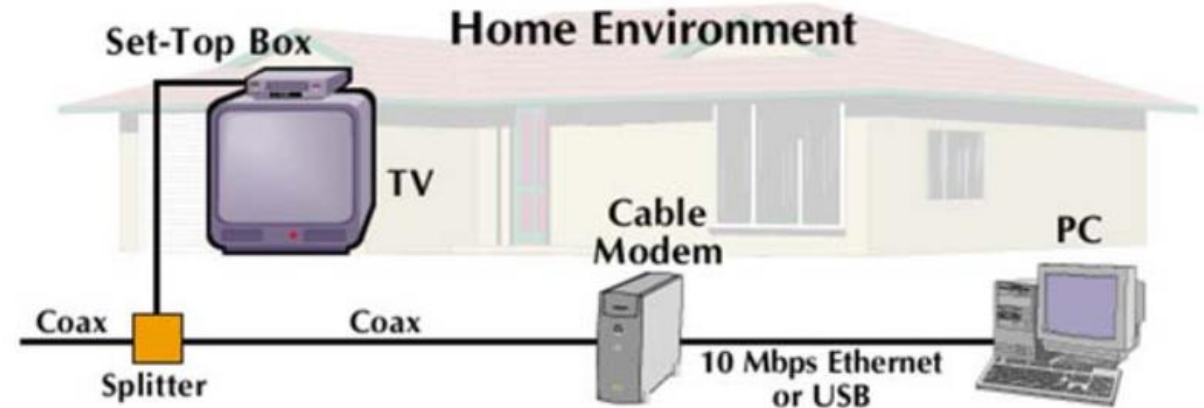
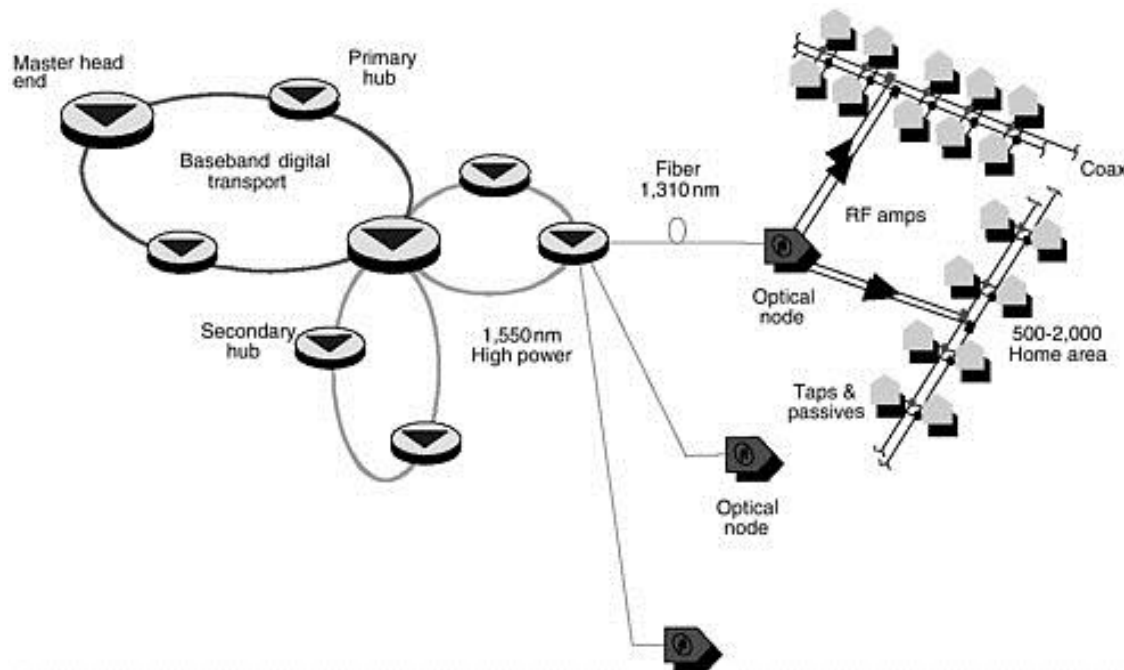


RG-11/U



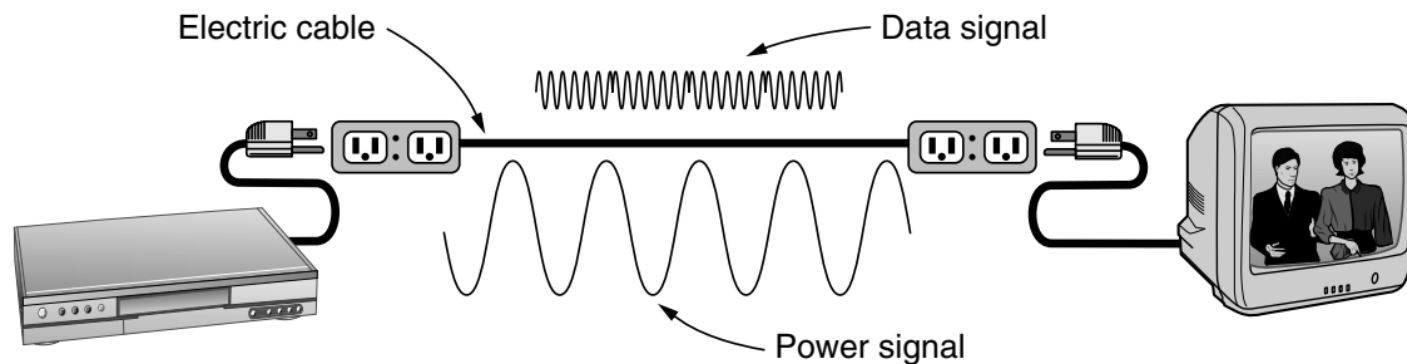
# Hybrid Fiber Coax Architecture

- کابل کواکسیال به منظور پخش تلویزیونی، یک کانال پخش (Broadcast Channel) است.
- نحوه استفاده از کابل کواکسیال برای سرویس اینترنت؟
- استاندارد Data Over Cable Service Interface Specification (DOCSIS)



# سیم‌های برق (Power Lines)

- استفاده از سیم‌های برق برای ارسال داده پیشینه قدیمی دارد.
- در حال حاضر برای ارسال سیگنال‌های کنترلی با نرخ ارسال خیلی پایین استفاده می‌شود.
- به دلیل اینکه همه خانه‌ها به سیم برق دسترسی دارند، علاقه برای استفاده از آن به منظور ارسال داده زیاد است. چه برای مصارف خانگی به عنوان LAN (به عبارت دیگر به عنوان شبکه داخلی) و چه به منظور دسترسی به اینترنت پهن‌بند
- یکی از کاربردها ارسال داده مصرف مشترکین به اداره برق به منظور کنترل توزیع بار و همچنین تعیین نرخ متغیر در ساعات اوج مصرف



# سیم‌های برق (Power Lines)

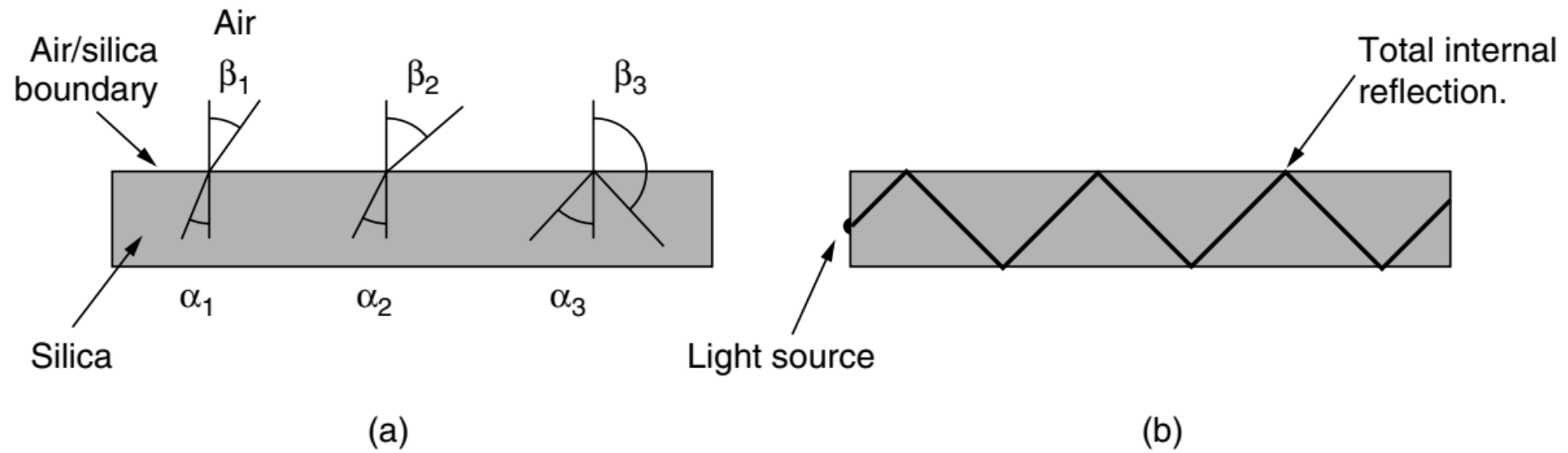
- سیم‌های برق مانند کانال پخش هستند. بنابراین مشکل **دسترسی چندگانه** در اینجا نیز وجود دارد.
- طراحی سیم‌های برق برای ارسال سیگنال الکتریکی ۵۰ هرتز است به طوری که سیگنال‌هایی با فرکانس بالا تضعیف شوند.
- روشن و خاموش کردن وسایل برقی باعث ایجاد **جرقه** می‌شود که این کار باعث اضافه شدن **نویز** در فرکانس‌های بالاتر می‌شود.
- وجود **ترانس** در مسیر سیم‌های برق، ارسال داده از طریق سیم‌های برق را دچار مشکل می‌کند. زیرا ترانس‌های موجود برای عبور سیگنال الکتریکی فرکانس ۵۰ هرتز ساخته شده‌اند. این در حالی است که سیگنال فرکانس بالای داده نمی‌تواند هم‌زمان از ترانس عبور کند.

# (استاندارد X10)



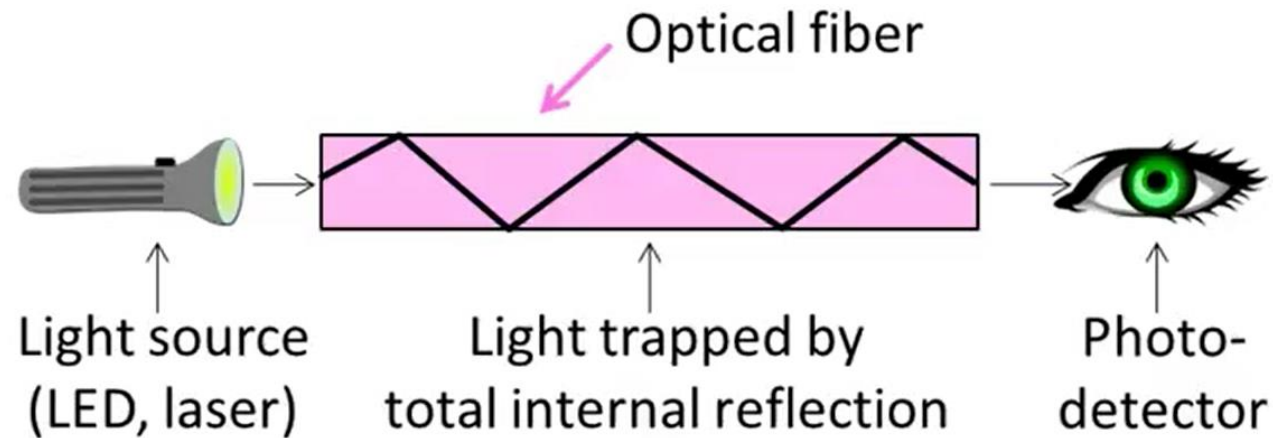


# فیبر نوری

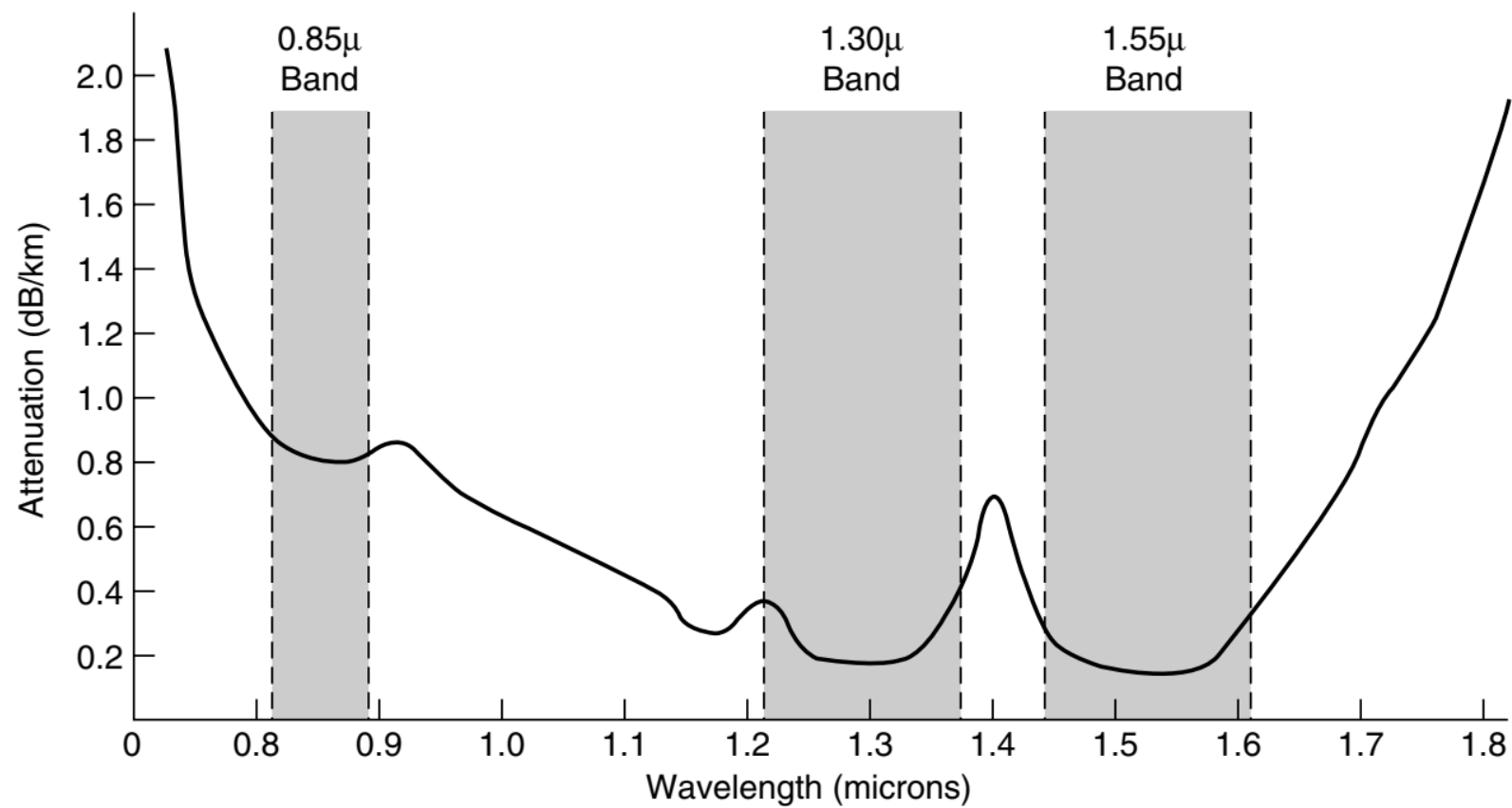


## فیبر نوری (۲)

- طویل، باریک، از جنس رشته‌های خالص شیشه
- پهنای باند بسیار زیاد، انتقال با سرعت بالا در فواصل طولانی، تلفات کمتر



## فیبر نوری (۳)



## فیبر نوری (۴)

**EXAMPLE** For a wavelength in vacuum of 1550 nm, the corresponding frequency is  $f = c/\lambda = (3 \times 10^8)/(1550 \times 10^{-9}) = 193.4 \times 10^{12} = 193.4 \text{ THz}$ . For a typical single-mode fiber, the velocity of propagation is approximately  $v = 2.04 \times 10^8$ . In this case, a frequency of 193.4 THz corresponds to a wavelength of  $\lambda = v/f = (2.04 \times 10^8)/(193.4 \times 10^{12}) = 1055 \text{ nm}$ . Therefore, on this fiber, when a wavelength of 1550 nm is cited, the actual wavelength on the fiber is 1055 nm.

Source: William Stallings, "Data and Computer Communications." *Pearson Education, Inc.*, 10<sup>th</sup> ed., (2014).

## فیبر نوری (۵)

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	192 to 185	L	Single mode	WDM

WDM = wavelength division multiplexing

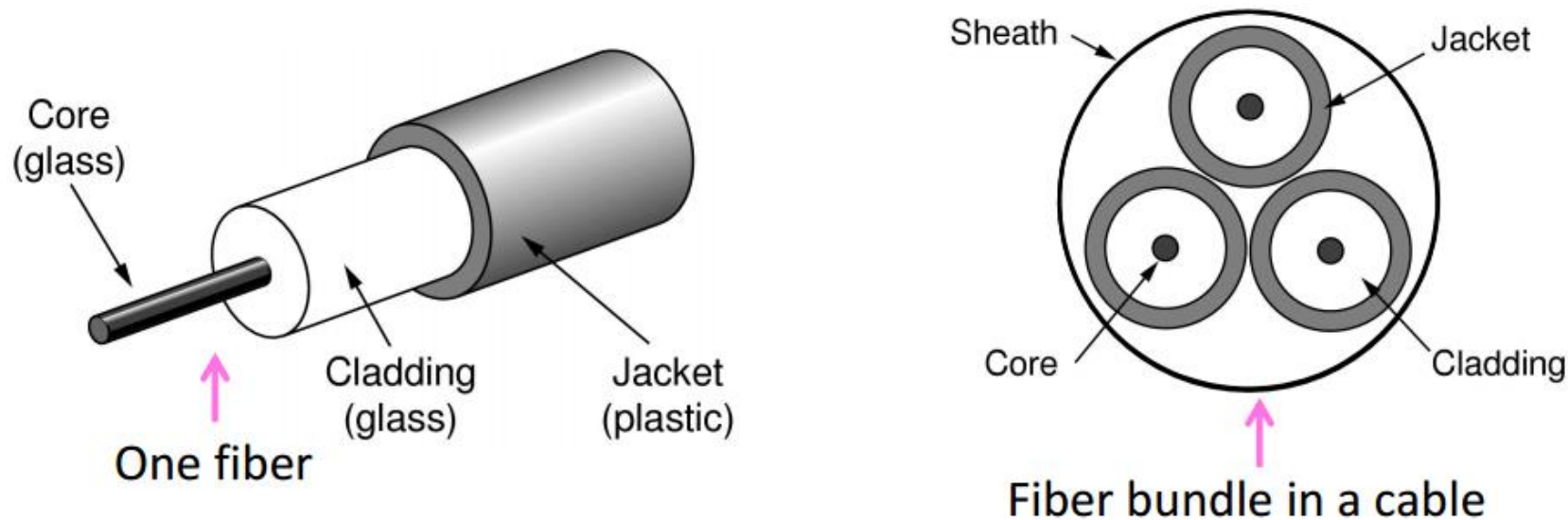
Source: William Stallings, "Data and Computer Communications." *Pearson Education, Inc.*, 10<sup>th</sup> ed., (2014).

## فیبر نوری (۶)

- ۲ نوع متفاوت:

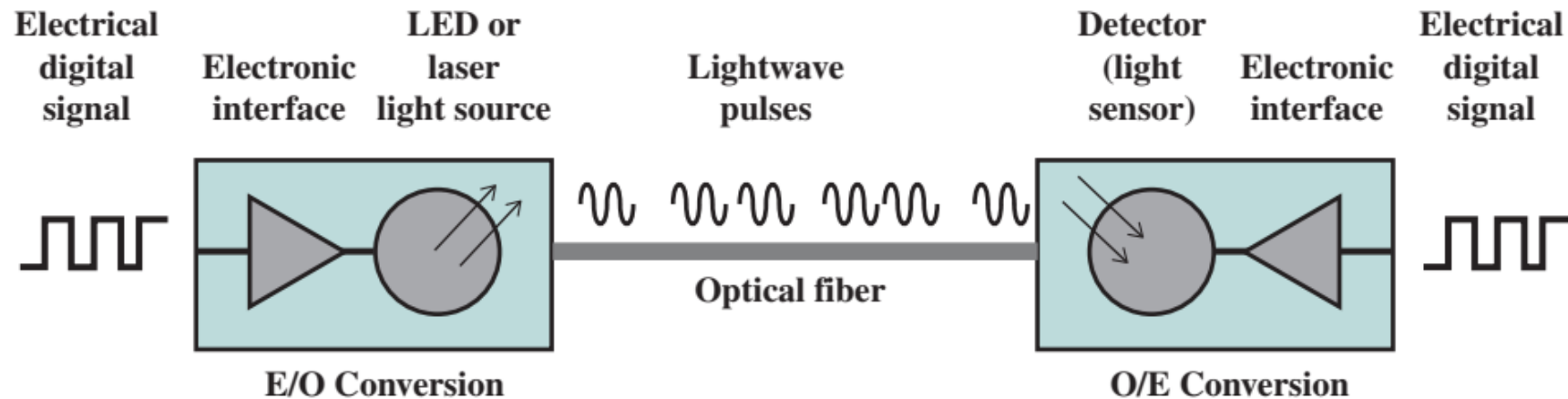
- Multi Mode: منتشر کردن چند مد، ارزان تر، ضخامت حدود ۵۰ میکرون، طول کوتاه تر

- Single Mode: منتشر کردن یک مد، قیمت بیشتر، ضخامت حدود ۸ تا ۱۰ میکرون، طول بلندتر (~100km)، نرخ 100 Gbps



## فیبر نوری (۷)

Item	LED	Semiconductor laser
Data rate	Low	High
Fiber type	Multi-mode	Multi-mode or single-mode
Distance	Short	Long
Lifetime	Long life	Short life
Temperature sensitivity	Minor	Substantial
Cost	Low cost	Expensive

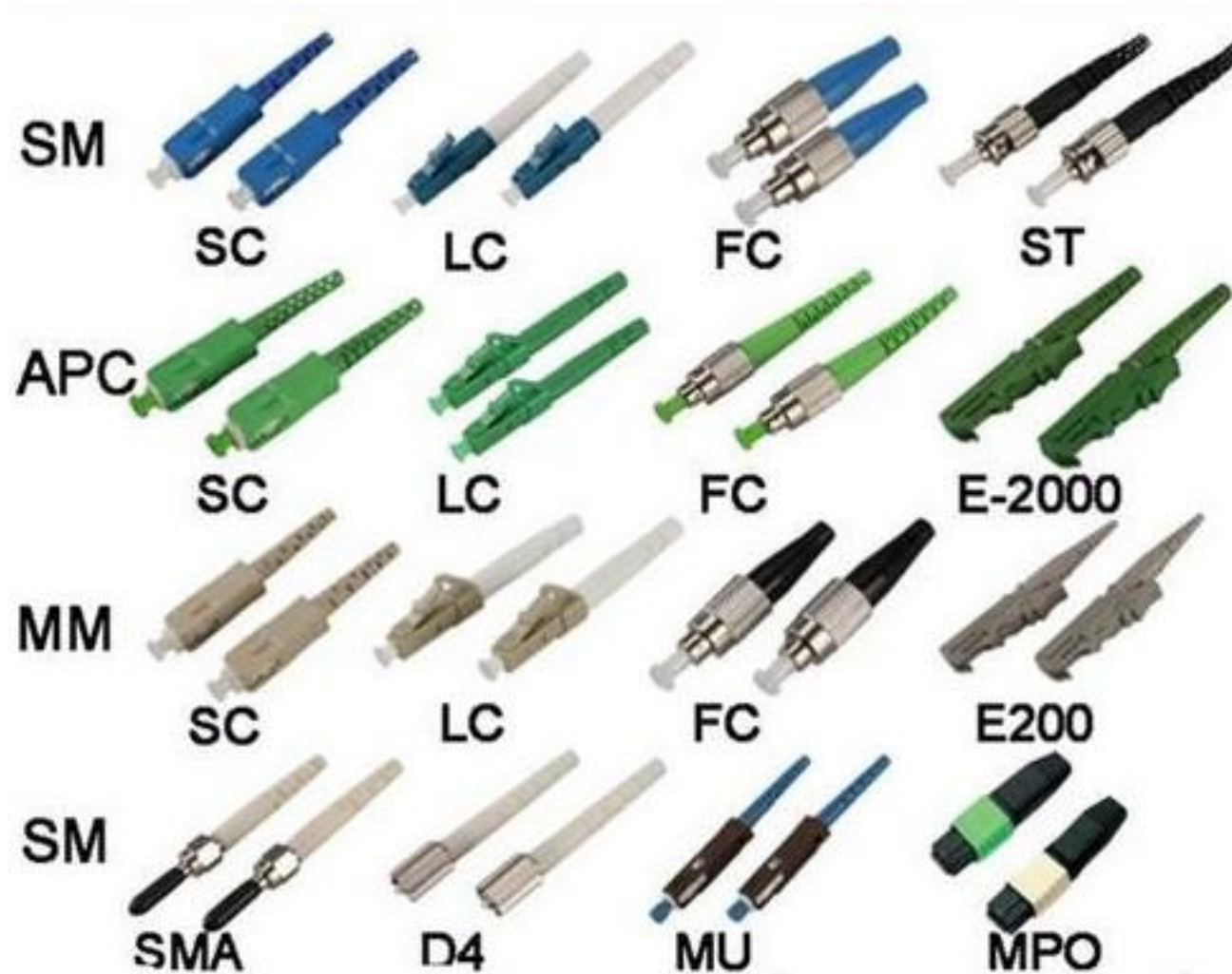


# Laser در مقایسه با LED

مورد	LED	LASER
نرخ داده	کم	زیاد
نوع فیبر نوری	Multimode	Multimode or Single
فاصله	کوتاه	بلند
طول عمر	عمر طولانی	عمر کوتاه
حساسیت دمایی	کم	قابل توجه
هزینه	بسیار کم هزینه	گران قیمت

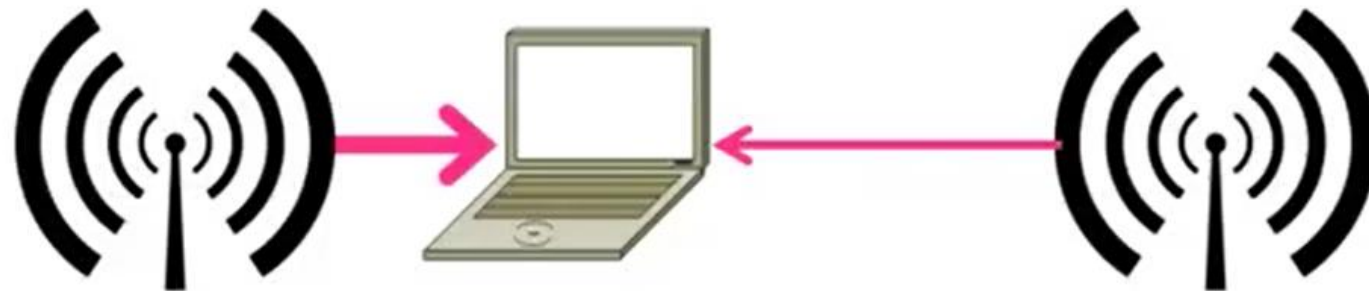


# Fiber Optic Connectors

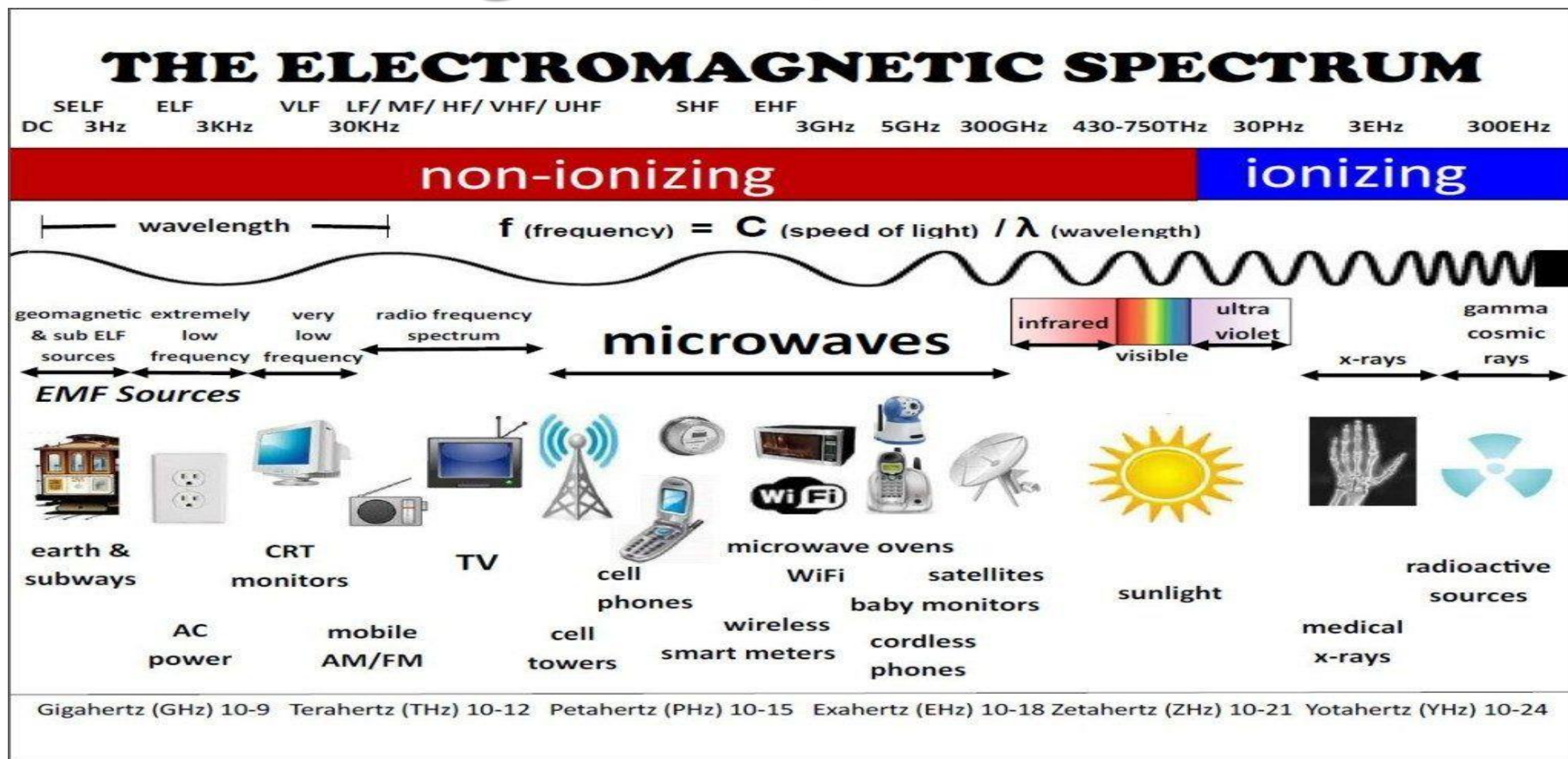


## بی سیم

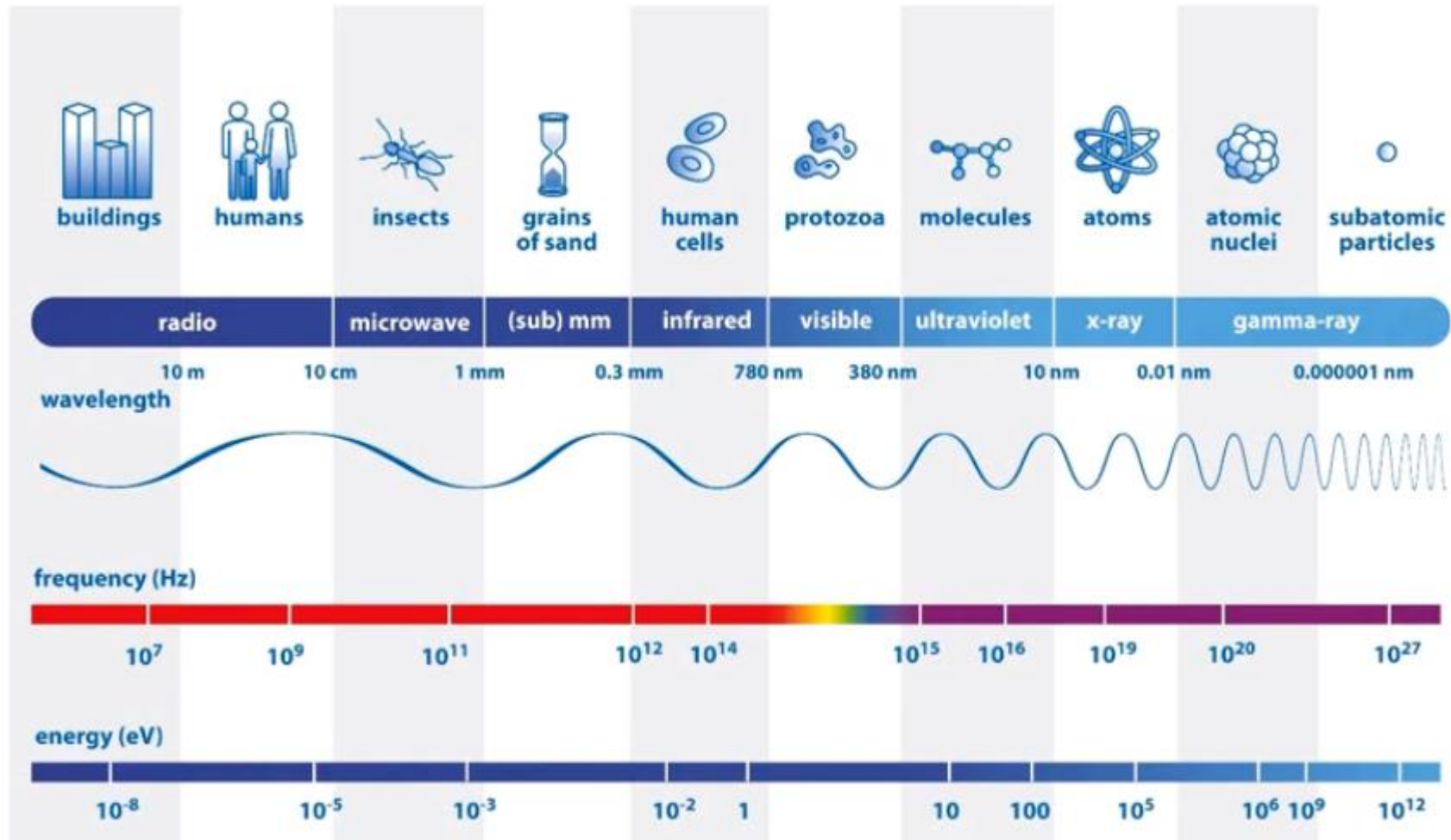
- فرستنده سیگنال را روی یک منطقه منتشر می کند.
- در بسیاری از جهت ها، برای بسیاری از گیرنده ها، متفاوت با نوع انتقال سیمی
- سیگنال های نزدیک (با فرکانس مشابه) در یک گیرنده دچار تداخل می شوند.
- برای استفاده کردن نیاز به هماهنگی و متناسب سازی دارد.



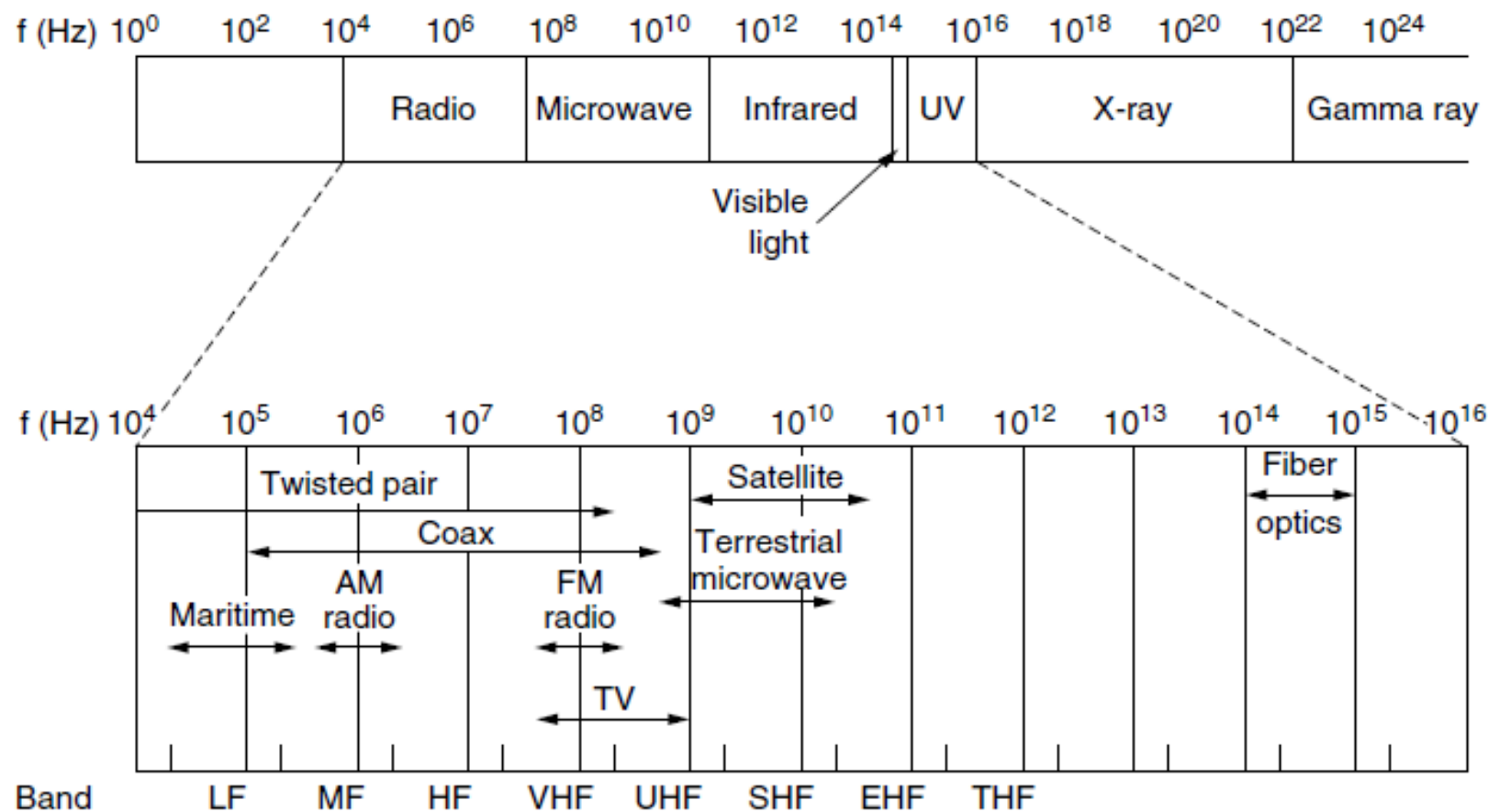
# طيف الكتر ومغناطيسي



# ابعاد طول موج الكتر ومغناطيسي



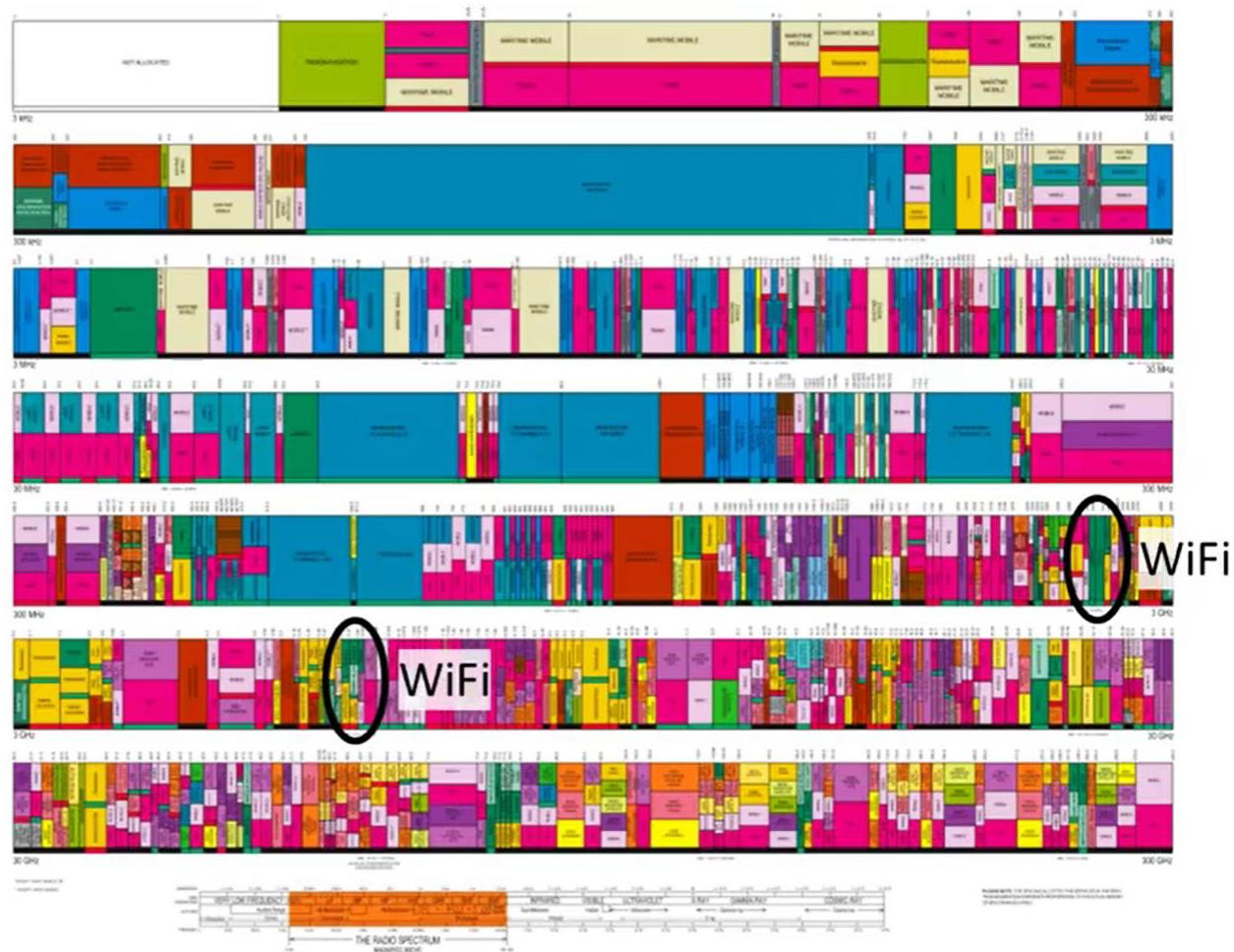
# کاربردهای امواج الکترومغناطیسی





# سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی

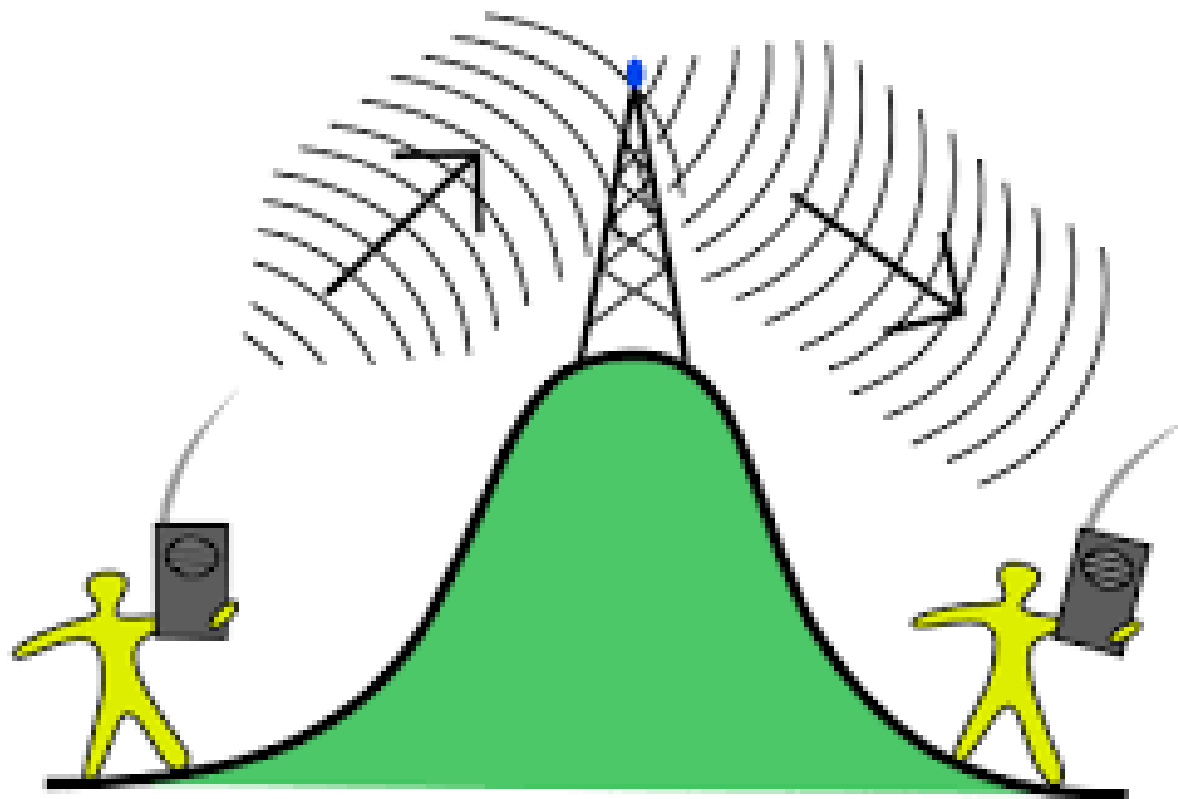
# UNITED STATES FREQUENCY ALLOCATIONS



# مودهای انتشار امواج الکترومغناطیسی

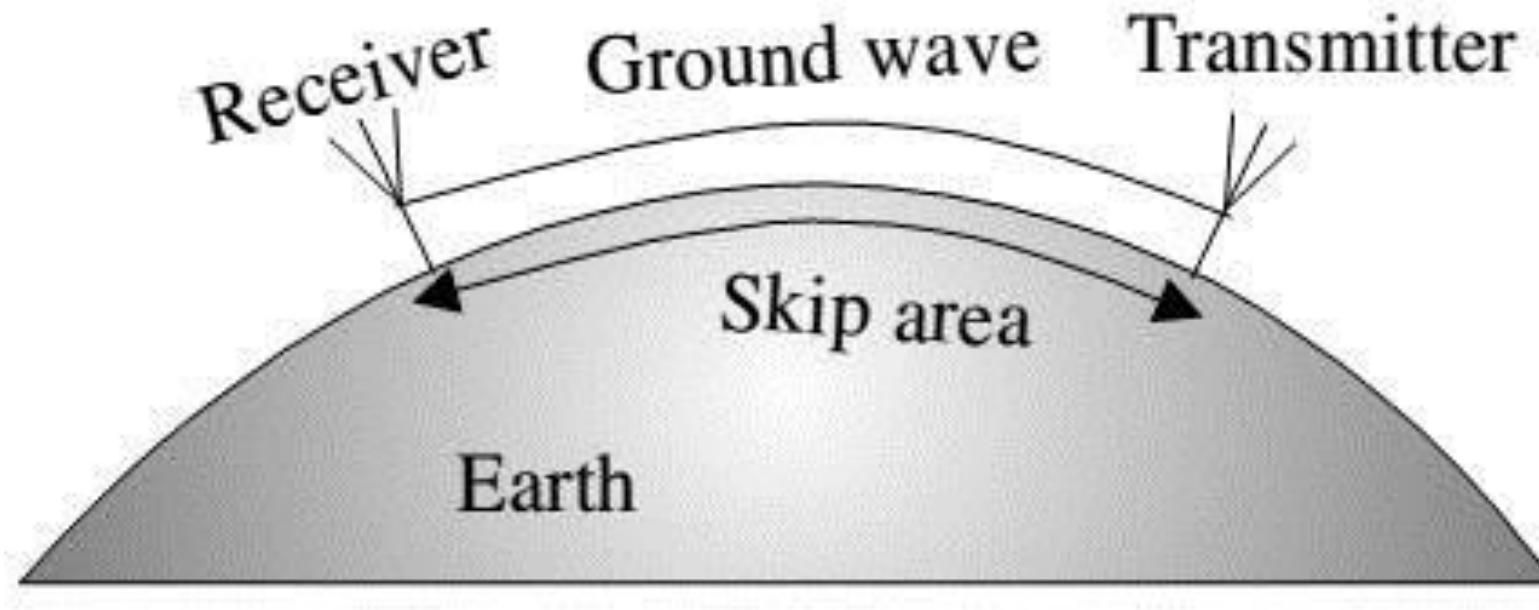
- Direct modes (line-of-sight)
- Surface modes (groundwave)
- Ionospheric modes (skywave)

# دید مستقیم LOS

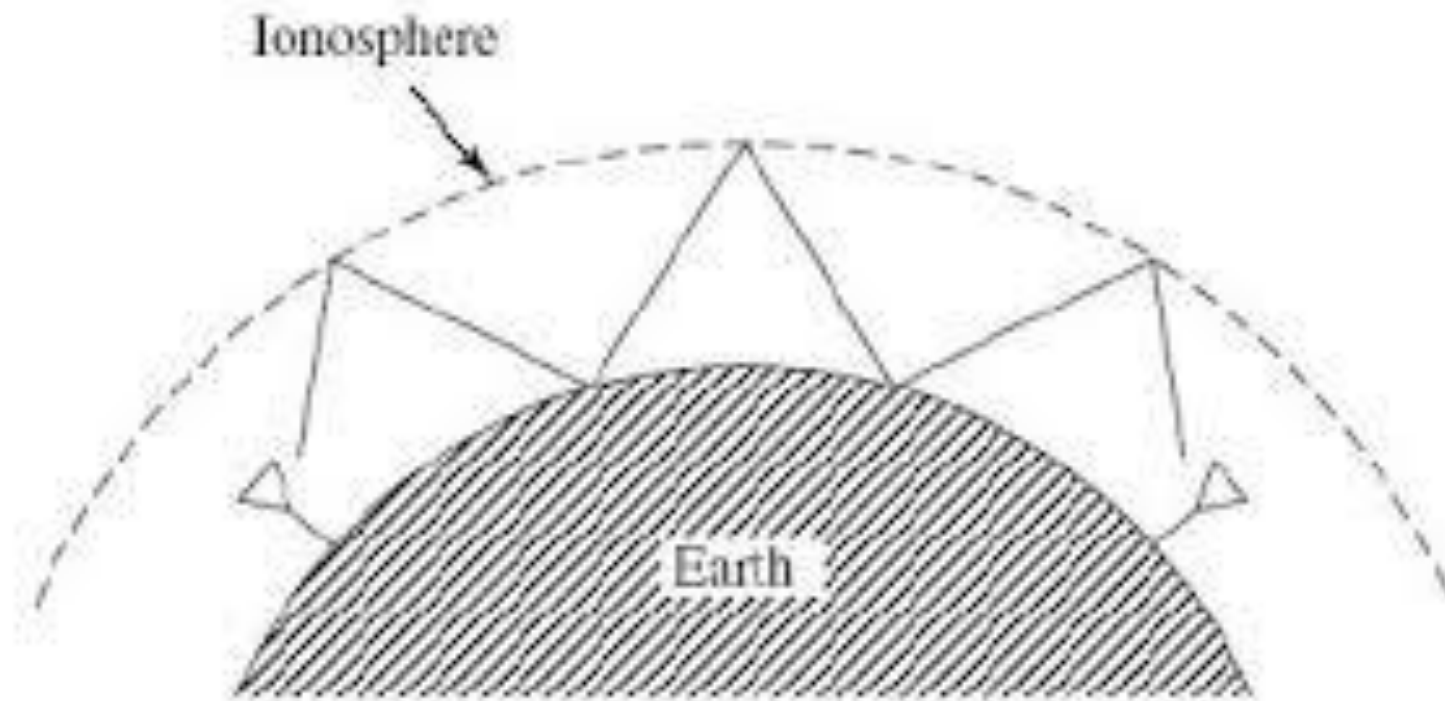




# انتشار سطح زمین Ground-Wave



# یونسفر



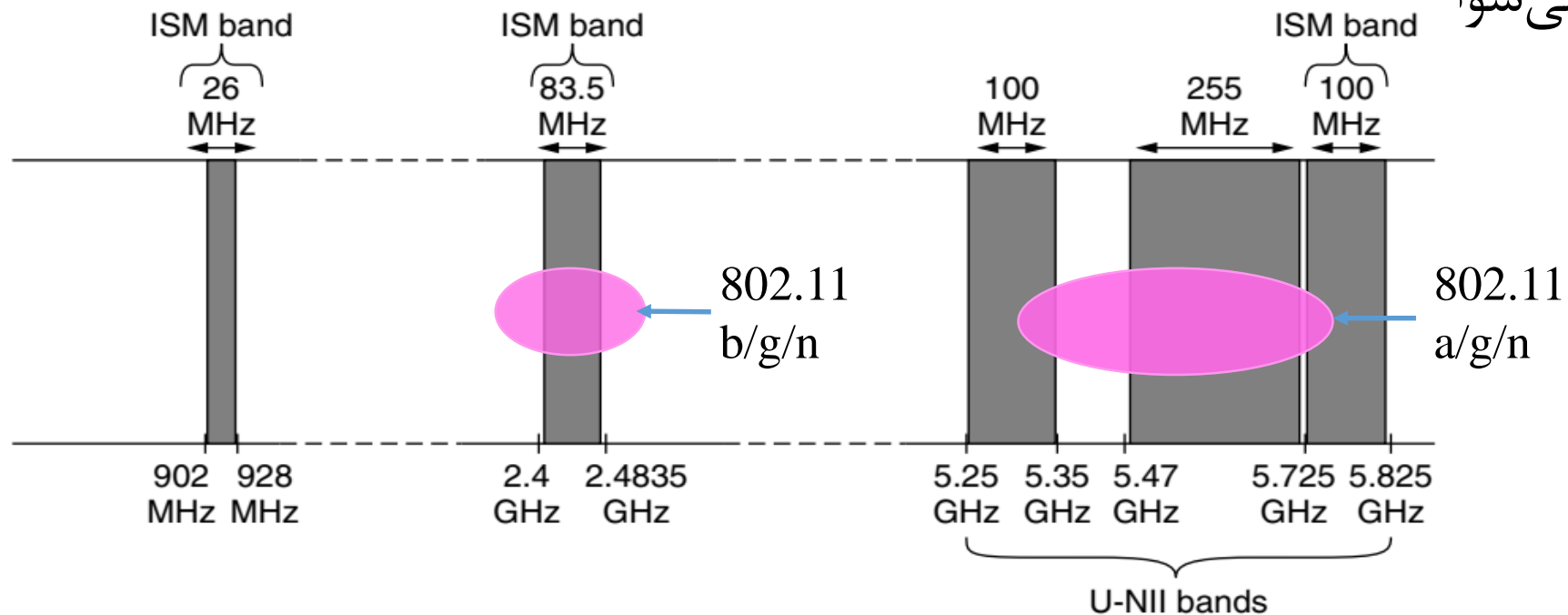
# Radio frequencies and their primary mode of propagation

[https://en.wikipedia.org/wiki/Radio\\_propagation](https://en.wikipedia.org/wiki/Radio_propagation)

# ISM

- Industrial, Scientific, Medical

- فرکانس های بدون مجوز (ISM) برای مثال WiFi که به طور گسترده در شبکه های کامپیوتری استفاده می شود



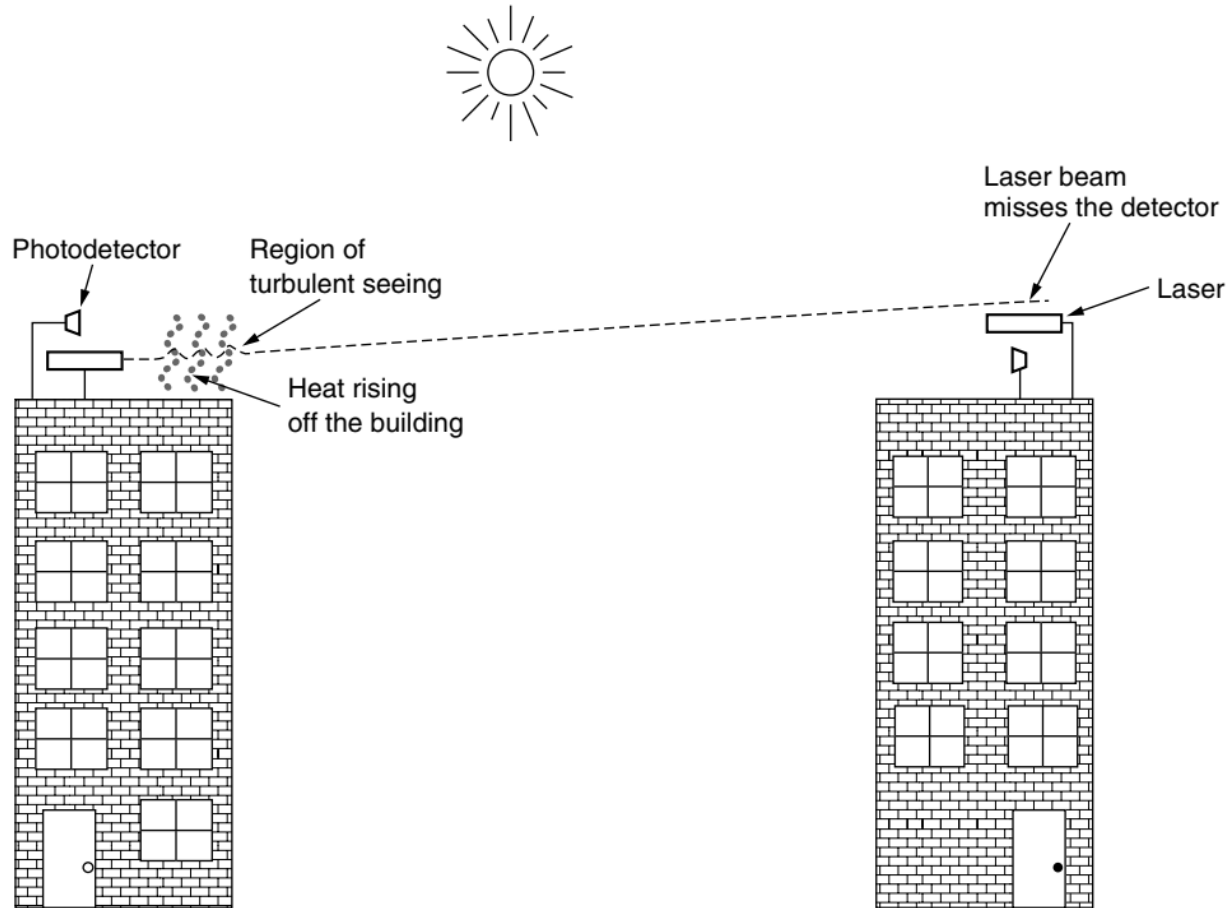
# ISM

Spectrum							
Sub 1GHz		2.4GHz to 5GHz				Satellite	
RFID NFC ISO14443A/B ISO15693		6LoWPAN W-MBus	Wireless Audio Game Controllers Mice	ZigBee® 6LoWPAN RF4CE	Bluetooth® technology Bluetooth® low energy ANT™	Wi-Fi 802.11a/b/g/n Wi-Fi + Bluetooth® technology  GPS	
Example applications							
							

# مادون قرمز

- کاربرد در کنترل از راه دور وسایل خانگی
- ارزان قیمت
- نیازی به اخذ مجوز ندارد
- عدم عبور از موانع
- عدم ایجاد تداخل

# ارسال بی سیم نوری (Wireless Optical Transmission)



- **ایده:** نور به عنوان حامل اطلاعات برای ارتباطات فضای آزاد

- **کاربرد:**

- در مصارف خانگی مانند شبکه LAN

- بی سیم و استاندارد The Infrared Data Association (IrDA)

- در مصارف خارج از خانه (outdoor):

- ارتباطات ساختمان با ساختمان

- **چالش:** غلبه بر گرد و غبار و آلودگی

- هوا (air turbulence)

# مخابرات ماهواره

- سه نوع ماهواره GEO، MEO و LEO وجود دارد.
- در ماهواره GEO، ناظر زمینی و ماهواره نسبت به هم ساکن هستند.
- قانون کپلر: دوره تناوب هر ماهواره در مدار، با شعاع مدار به توان یک و نیم متناسب است.
- برای عدم تداخل ماهواره های GEO، با تکنولوژی امروزی، فاصله این ماهواره ها نباید کمتر از ۲ درجه باشد. در نتیجه ۱۸۰ ماهواره می توان در یک مدار داشت.
- سازمانی که بر استفاده ماهواره ها نظارت می کند، ITU است.



# مخابرات ماهواره

- VSATs (Very Small Aperture Terminals):
  - ترمینال‌های VSAT دارای آنتن‌هایی به طول یک متر و یا کمتر هستند. (در مقایسه با آنتن‌های استاندارد GEO به طول ۱۰ متر)
  - به دلیل سایز کوچک ترمینال‌ها، توان کافی برای ارسال سیگنال مستقیم به ترمینال گیرنده ندارند. در نتیجه نیاز به یک ایستگاه زمینی (hub) با آنتن بزرگتر و گین بالا برای اینکه سیگنال را رله کند نیاز است
  - روستاهای دورافتاده ای که سیم‌کشی و یا فیبر برای آن‌ها به لحاظ اقتصادی به صرفه نیست.

# مخابرات ماهواره

