



شبکه های مخابراتی

سید حمید صفوی

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه محقق اردبیلی

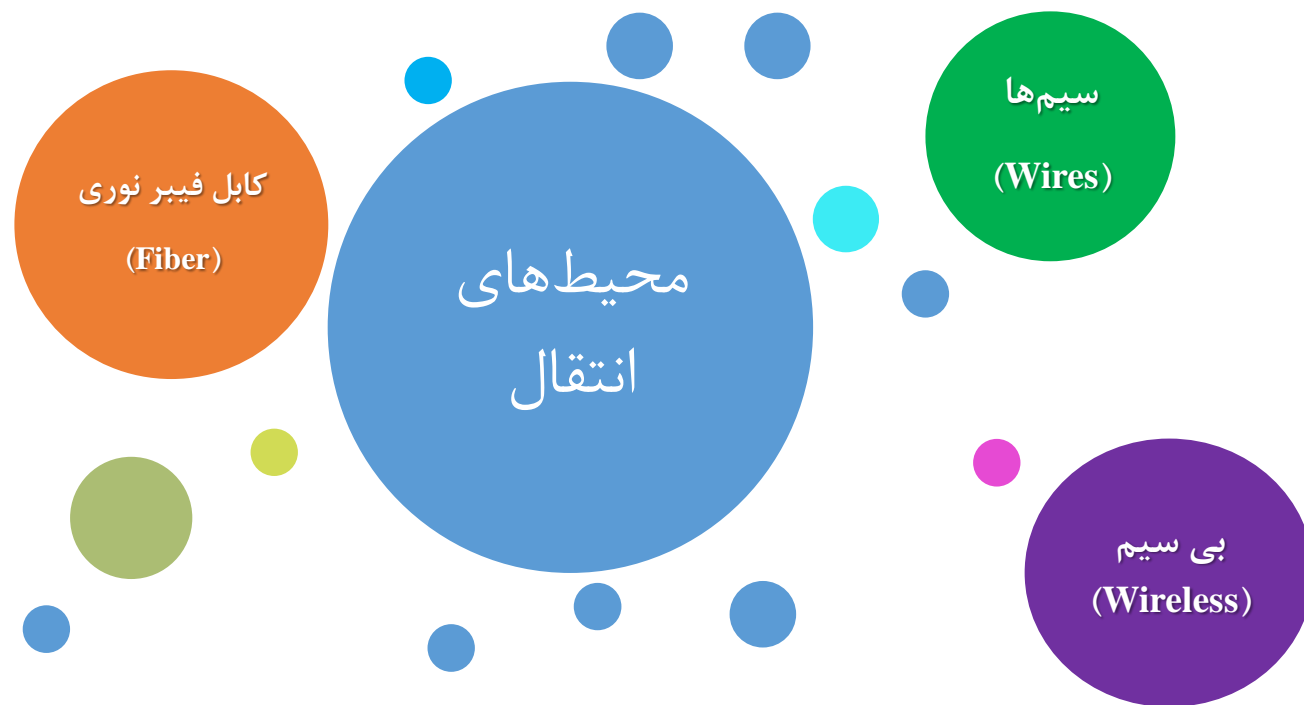
نیمسال دوم ۹۷-۹۸

محیط‌های انتقال



انواع محیط‌های انتقال

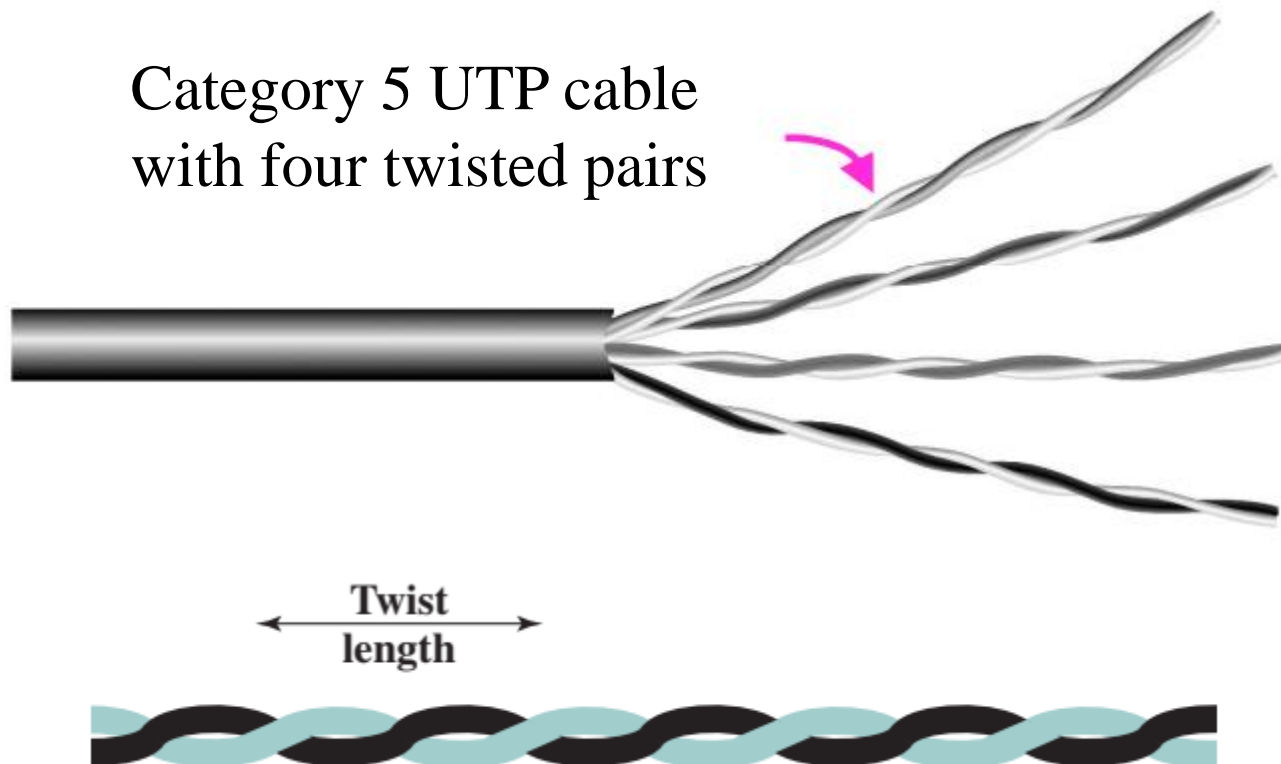
- محیط‌های انتقال، سیگنال‌های حاوی بیت‌های اطلاعاتی را منتشر می‌کنند.
- در ادامه به بررسی چند محیط انتقال متداول می‌پردازیم:



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



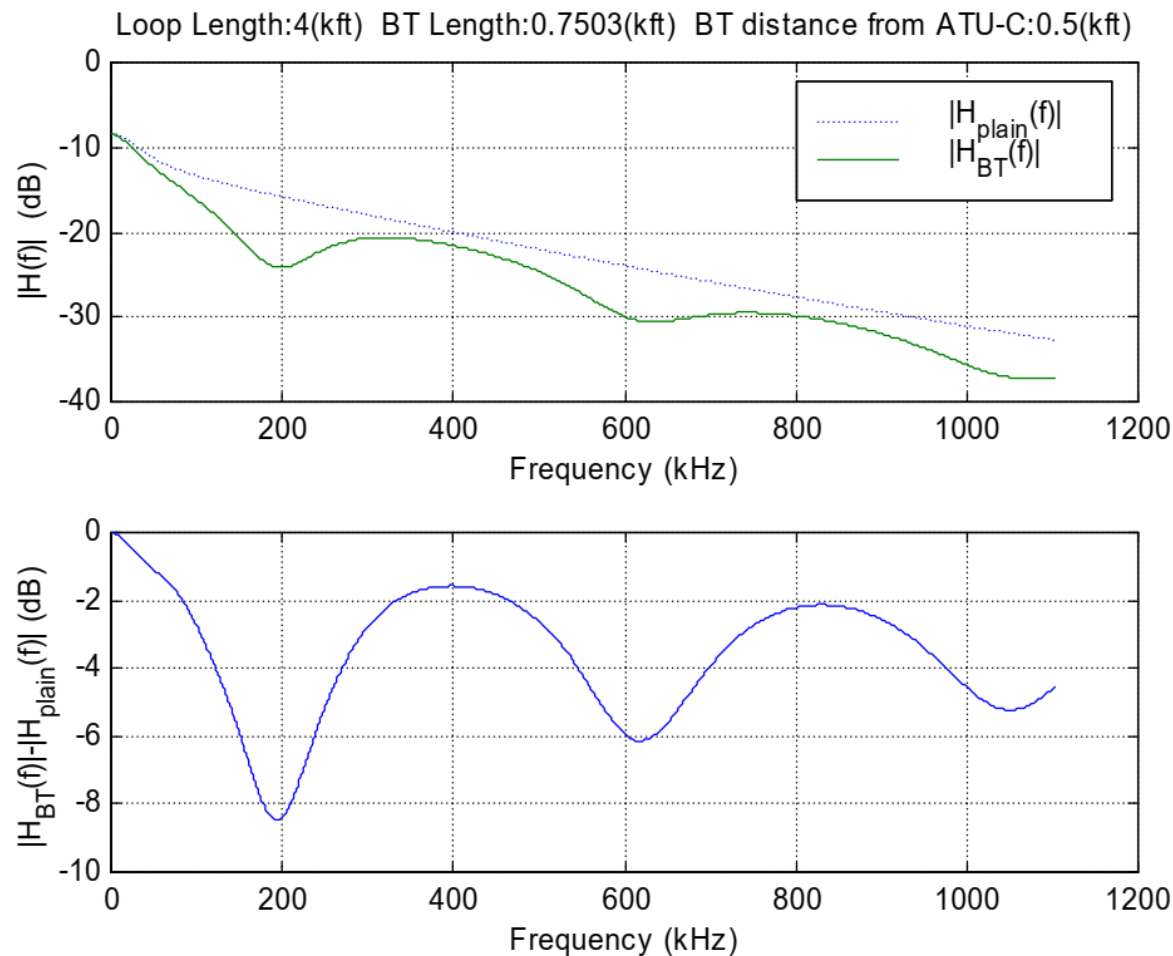
سیم‌ها: زوج‌های به هم تابیده

- 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.



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)

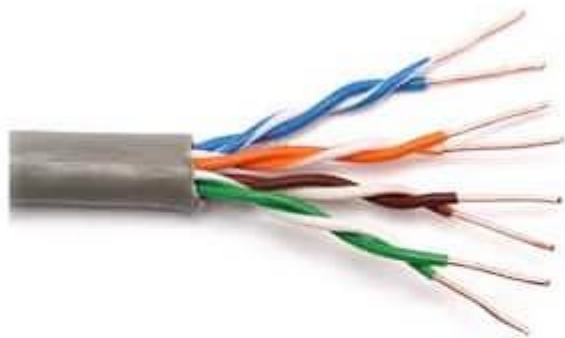
CAT6:

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: زوج‌های به هم تابیده



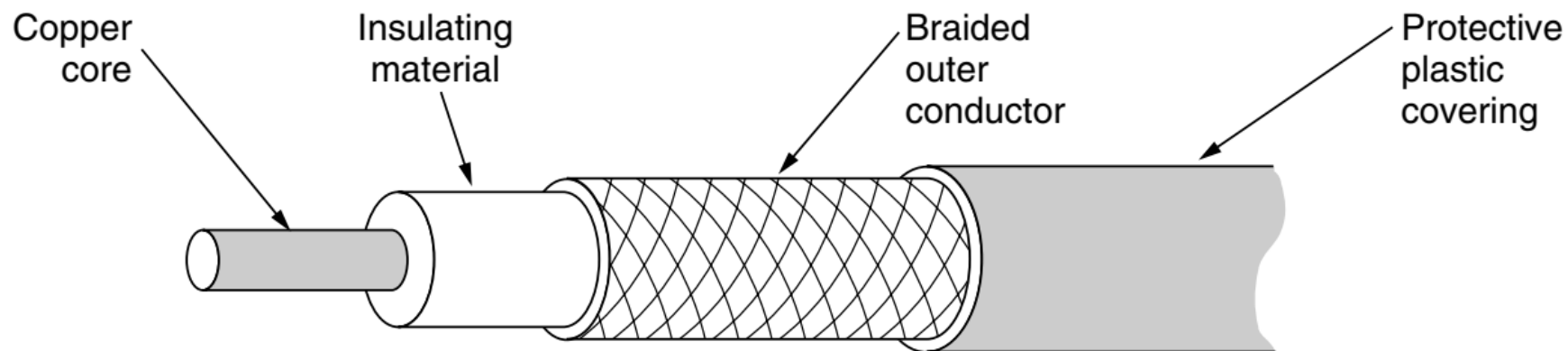
Unshielded Twisted Pair (UTP)



Shielded Twisted Pair (STP)

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



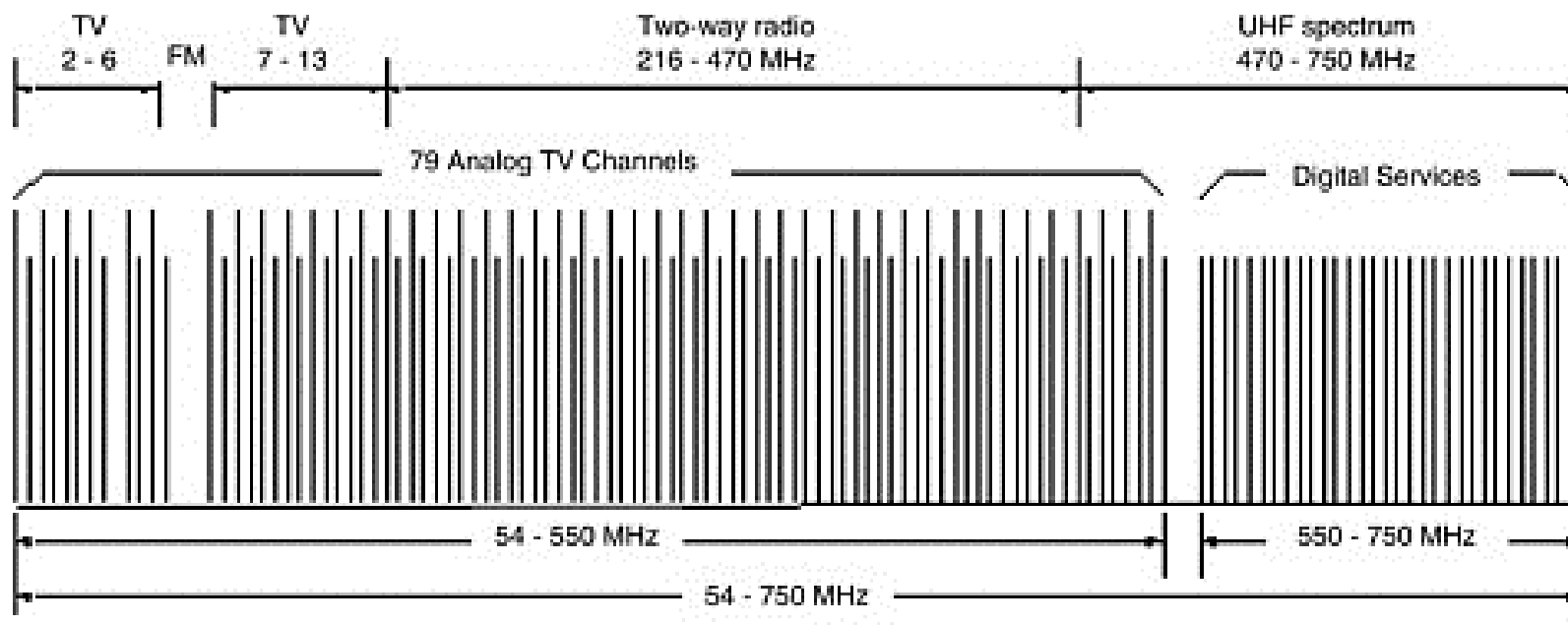
سیم‌ها: کابل هم‌محور (Coaxial)

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



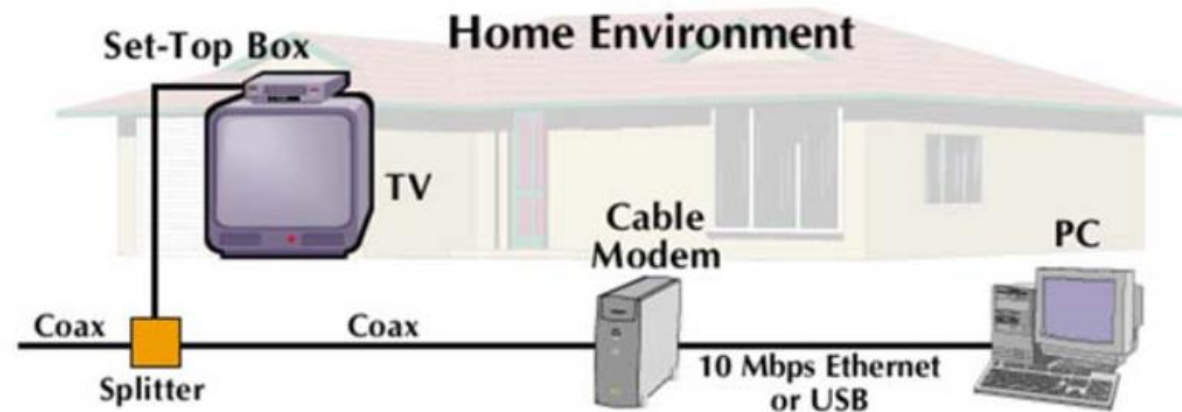
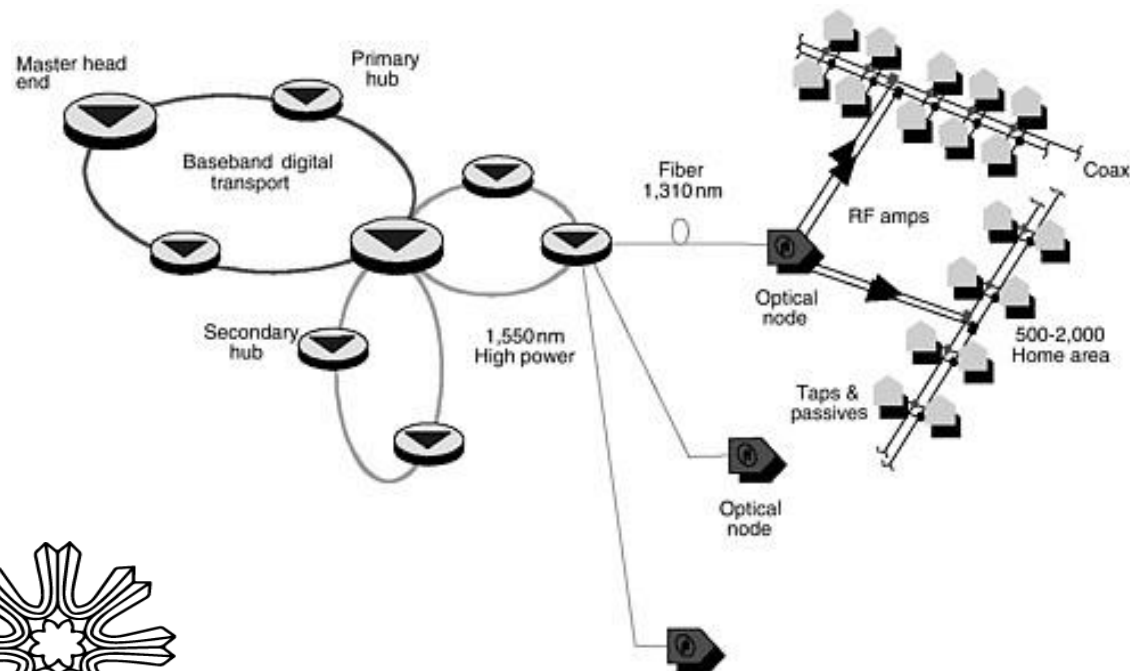
سیم‌ها: کابل هم‌محور (Coaxial)

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



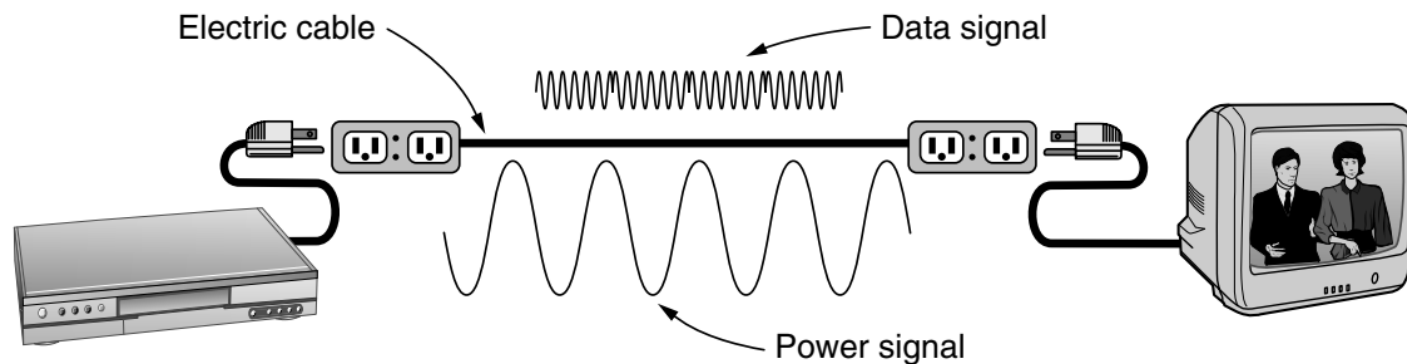
Hybrid Fiber Coax Architecture

- 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

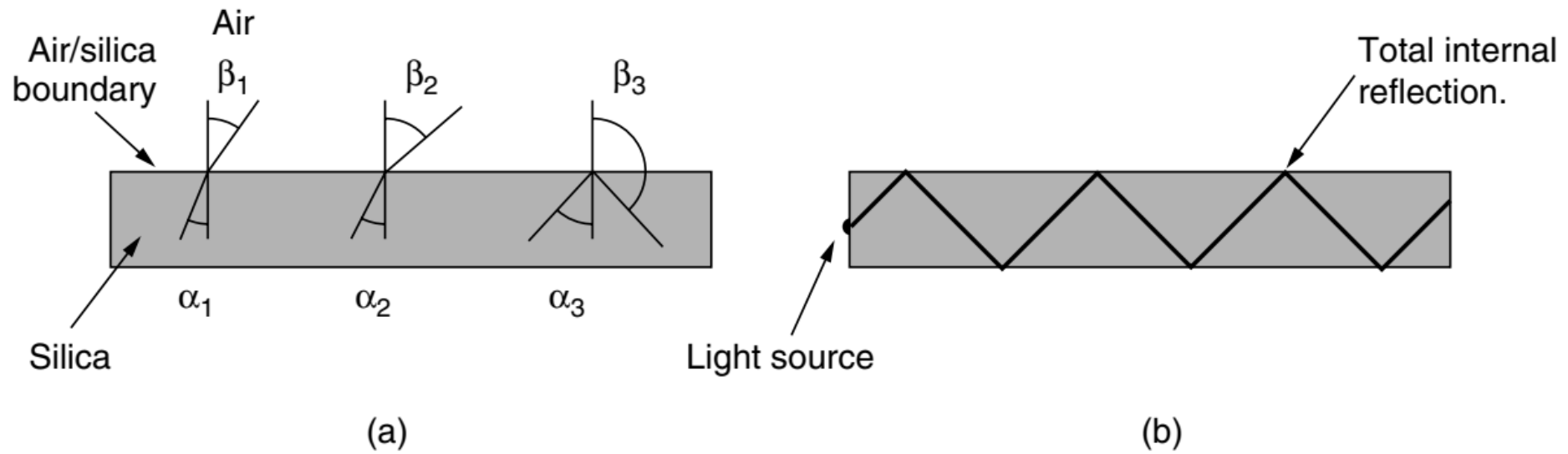


سیم‌های برق (Power Lines)

- 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.

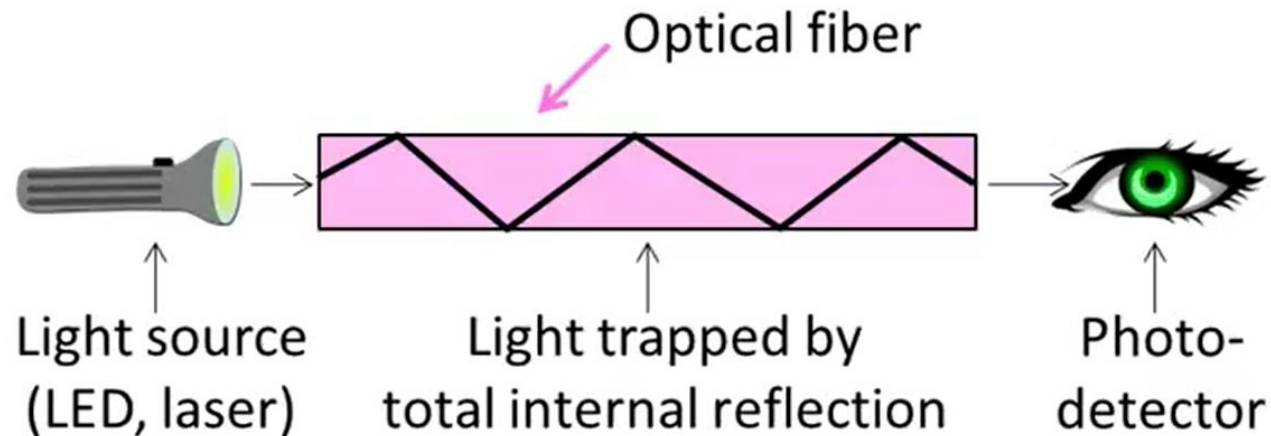


فیبر نوری

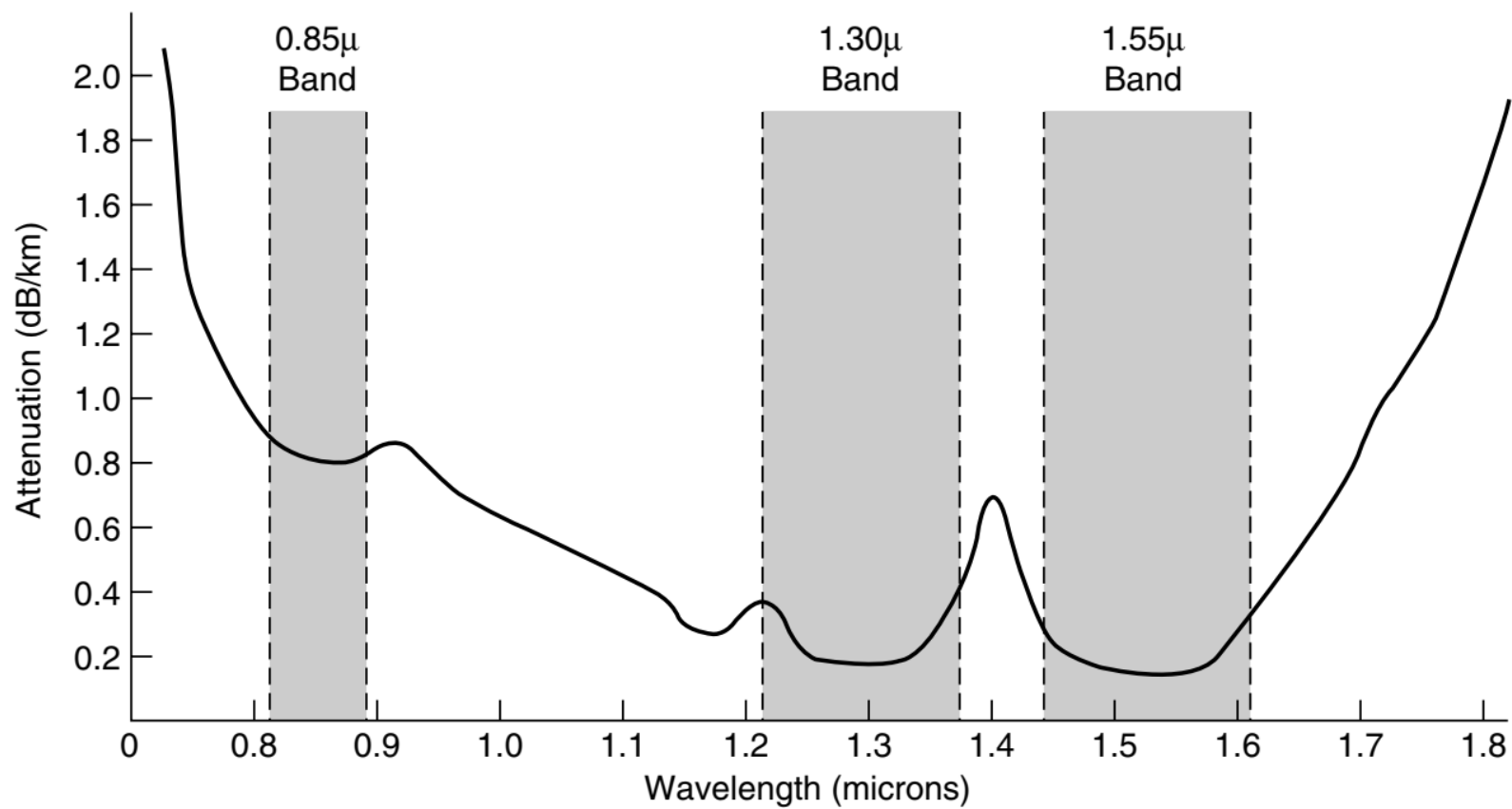


فیبر نوری (۲)

- 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.*, 10th 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.*, 10th ed., (2014).

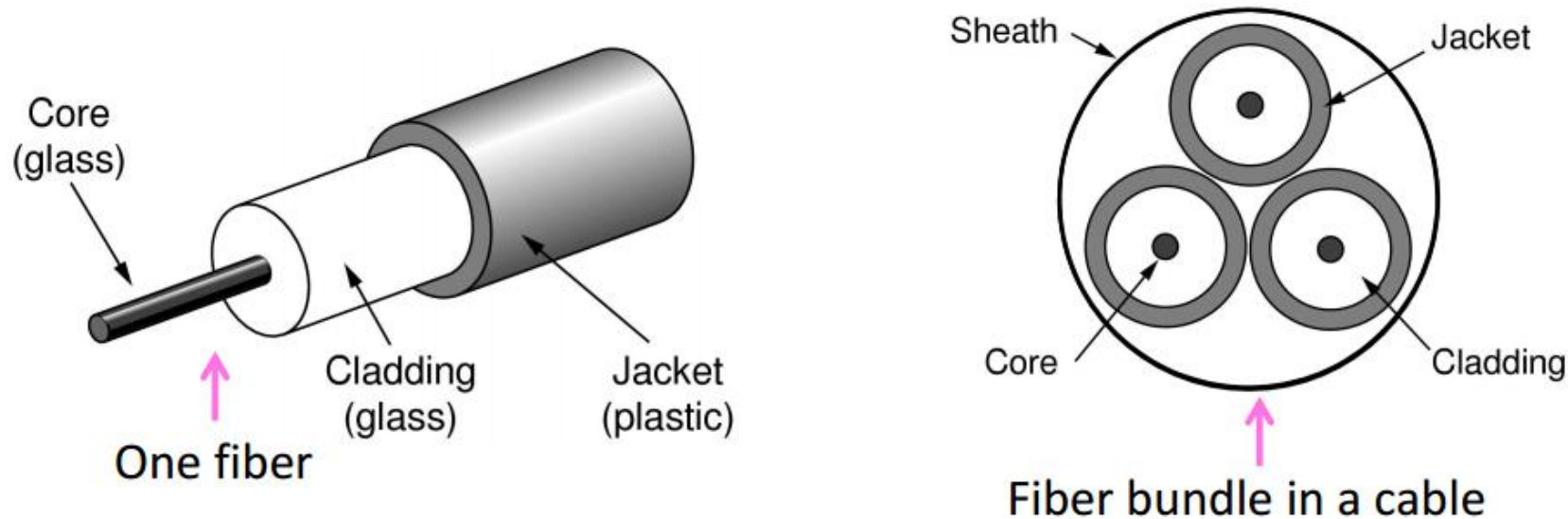


فیبر نوری (۶)

- ۲ نوع متفاوت:

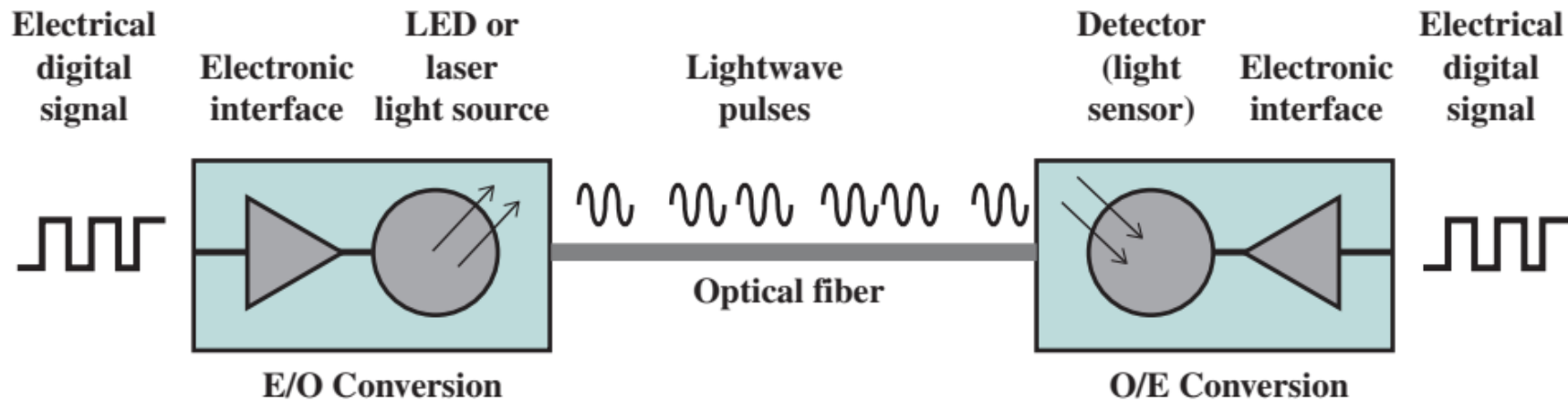
- Multi Mode: منتشر کردن چند مد، ارزان تر، ضخامت حدود ۵۰ میکرون، طول کوتاه تر

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



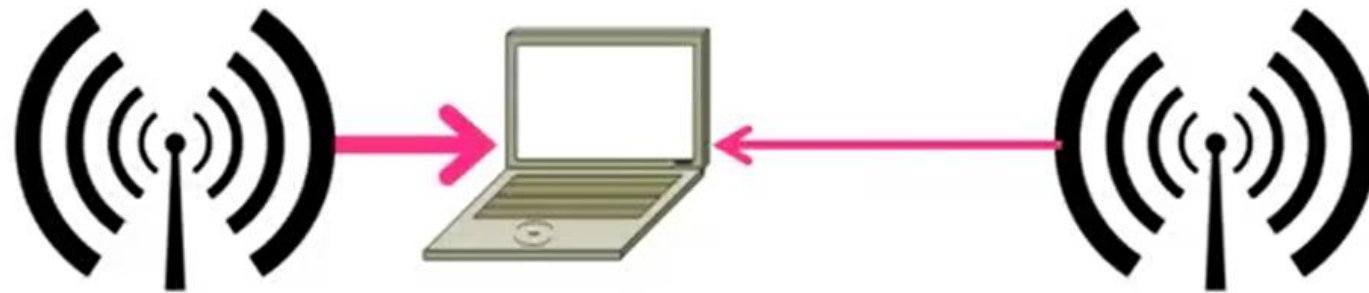
فیبر نوری (۷)

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

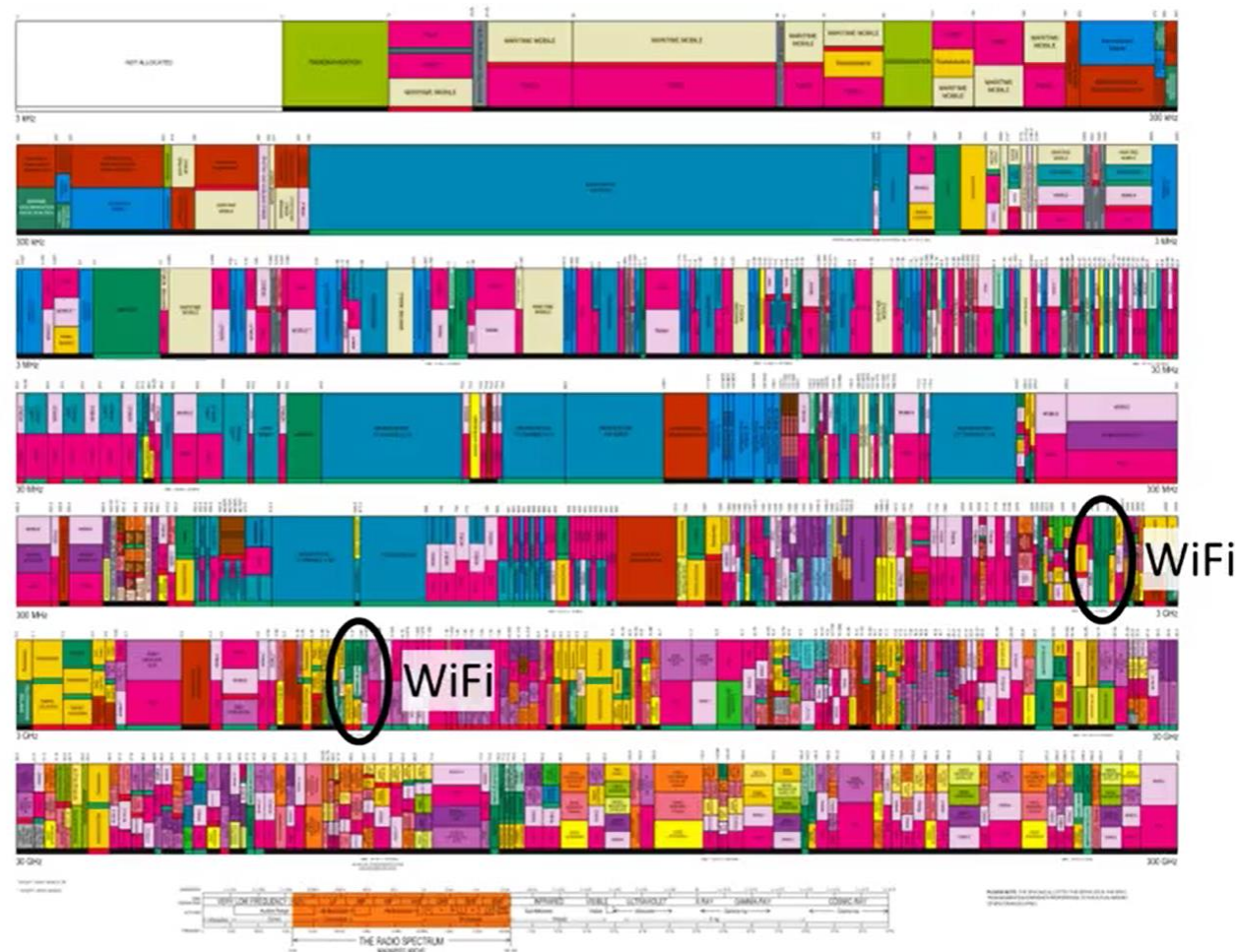


بی سیم

- 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.

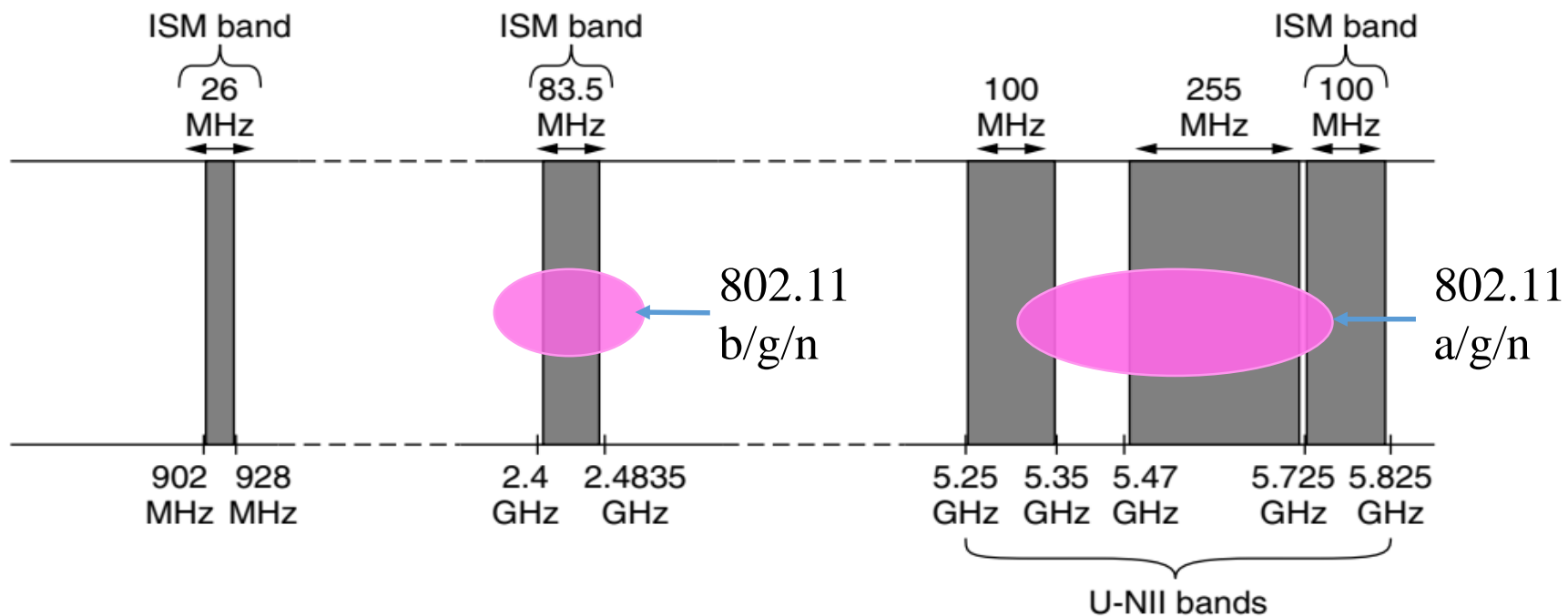


UNITED
STATES
FREQUENCY
ALLOCATIONS
THE RADIO SPECTRUM

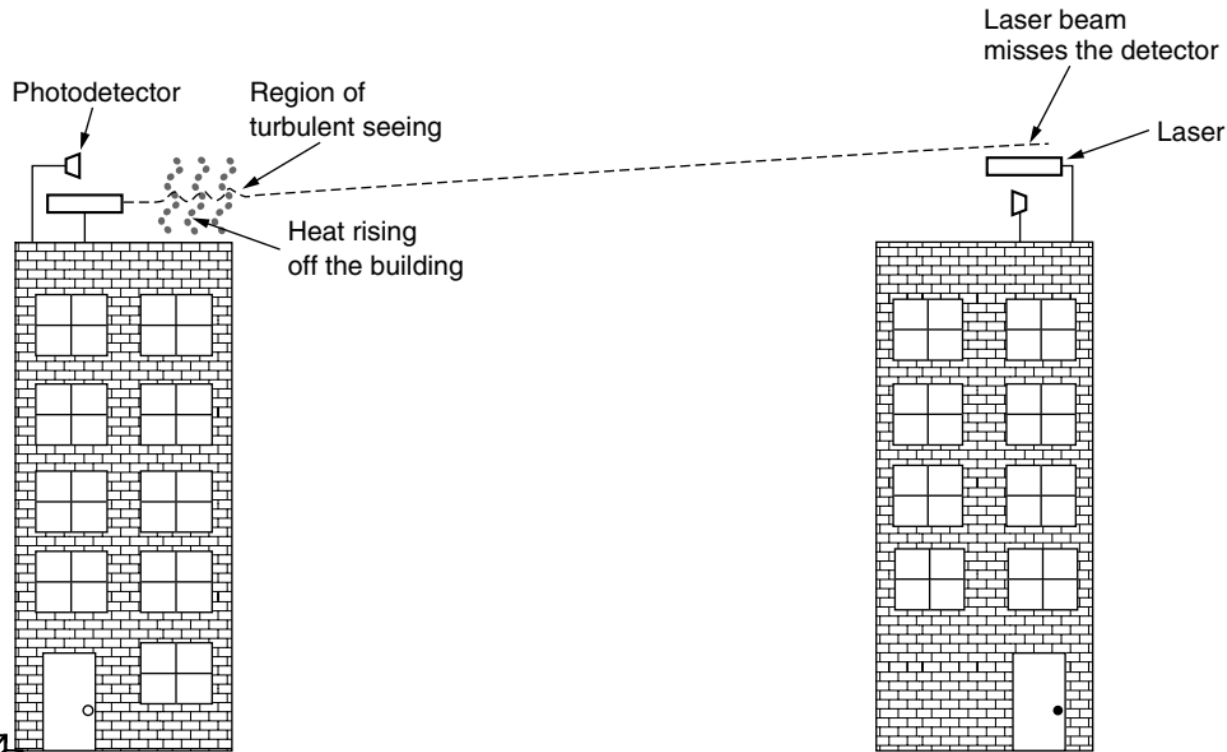


بی سیم (۲)

- مایکروویو برای مثال: 3G، فرکانس های بدون مجوز (ISM) برای مثال WiFi که به طور گسترده در شبکه های کامپیوتری استفاده می شود.



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

- درباره مخابرات ماهواره در جلسات ابتدایی مختصرا بحث شد.
- 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.
- VSATs (Very Small Aperture Terminals)



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

