جامعة المنارة الخاصة
كلـــــية الهندســـــة
هندسة ميـــكاترونيك

# الشبكات الصناعية

# Industrial Networks CEMC606

مدرس المقرر
د. بسام حسن

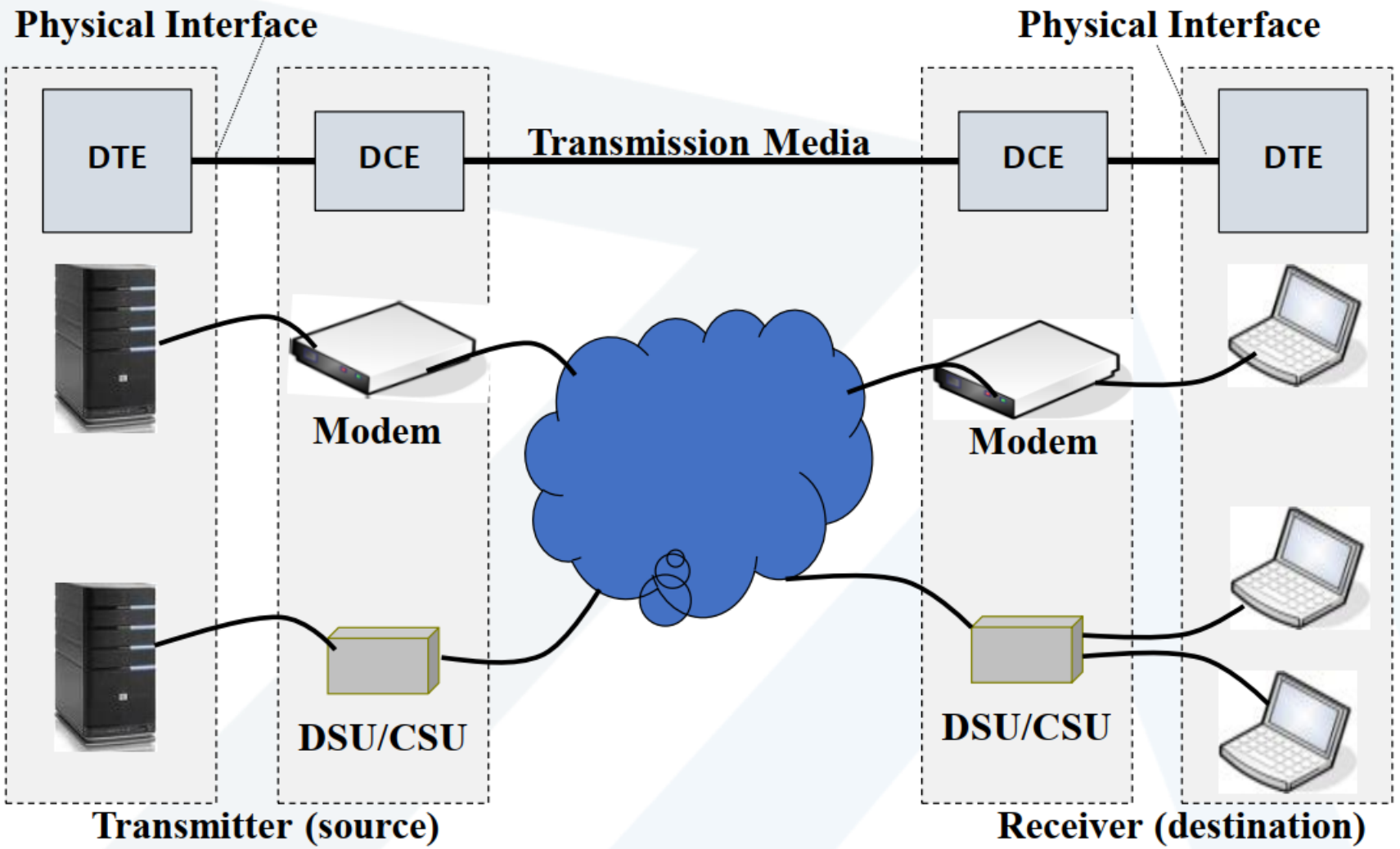
## مفردات من المحاضرة الخامسة :

- Communication Systems
- Transmission Medium
- Guided Transmission Media
- UnGuided Transmission Media

# مقدمة في أنظمة الإرسال

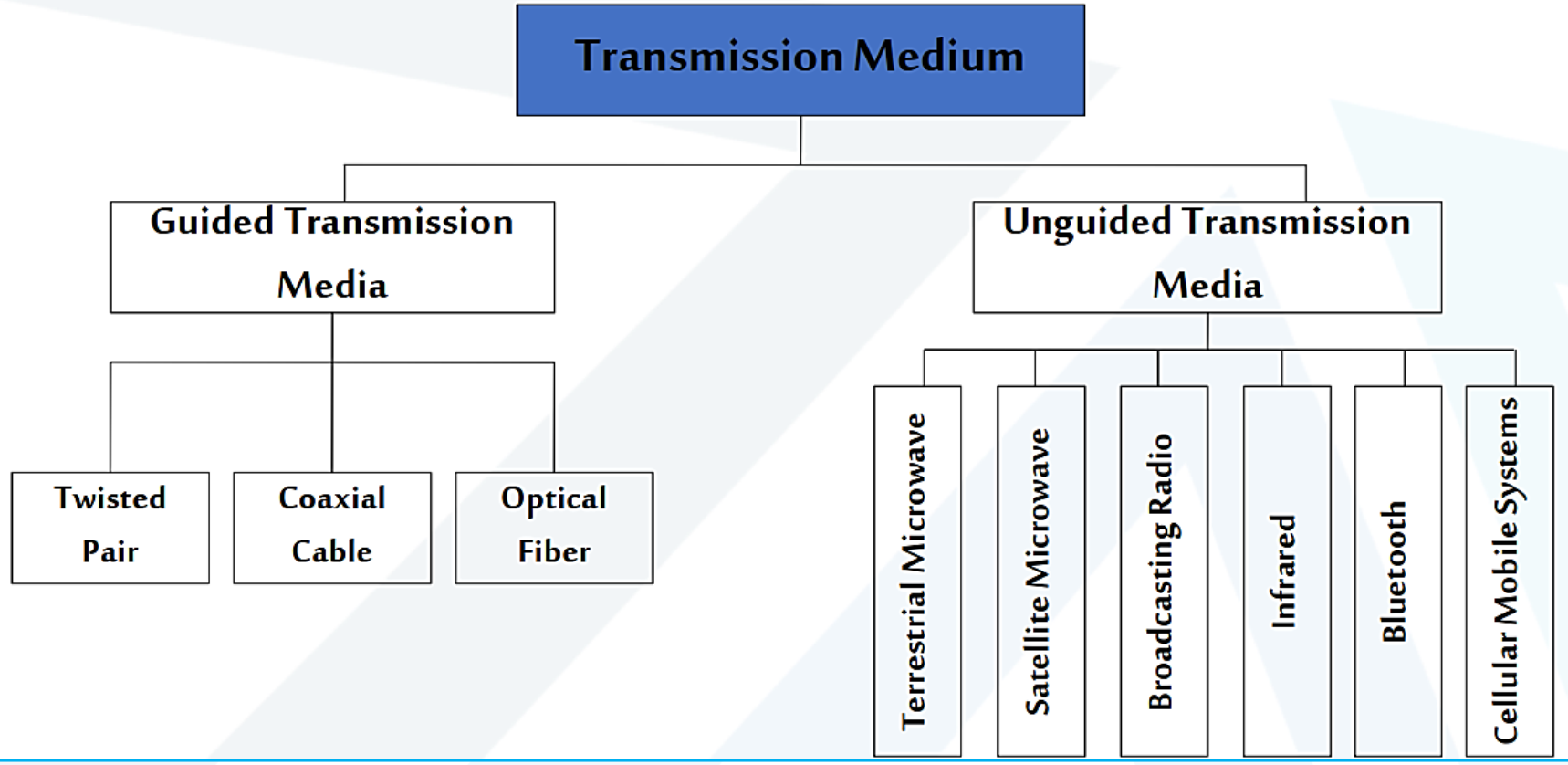
- يتم تمييز كل نظام اتصال من خلال خصائصه الفريدة، وقيوده، والتطبيقات التي يدعمها
- **التطبيق** الذي سيدعمه نظام الاتصال، يجب أن يكون هو الأساس في تصميم الشبكة وفي اختيار وسط النقل
- بما أن التطبيق يجب أن يدعم المستخدمين بشكل فعال، فإنه يضع بعض الطلبات على مكونات عناصر الإرسال

- تشمل أنظمة الاتصالات التقليدية المكونات الأساسية الآتية:
  - ✓ التجهيزات الطرفية للمعطيات Data Terminal Equipments (DTE)
  - ✓ الربط البيني الفيزيائي Physical Interface
  - ✓ تجهيزات معطيات الاتصالات Data Communication Equipments (DCE)
  - ✓ وسط الانتقال Transmission Medium

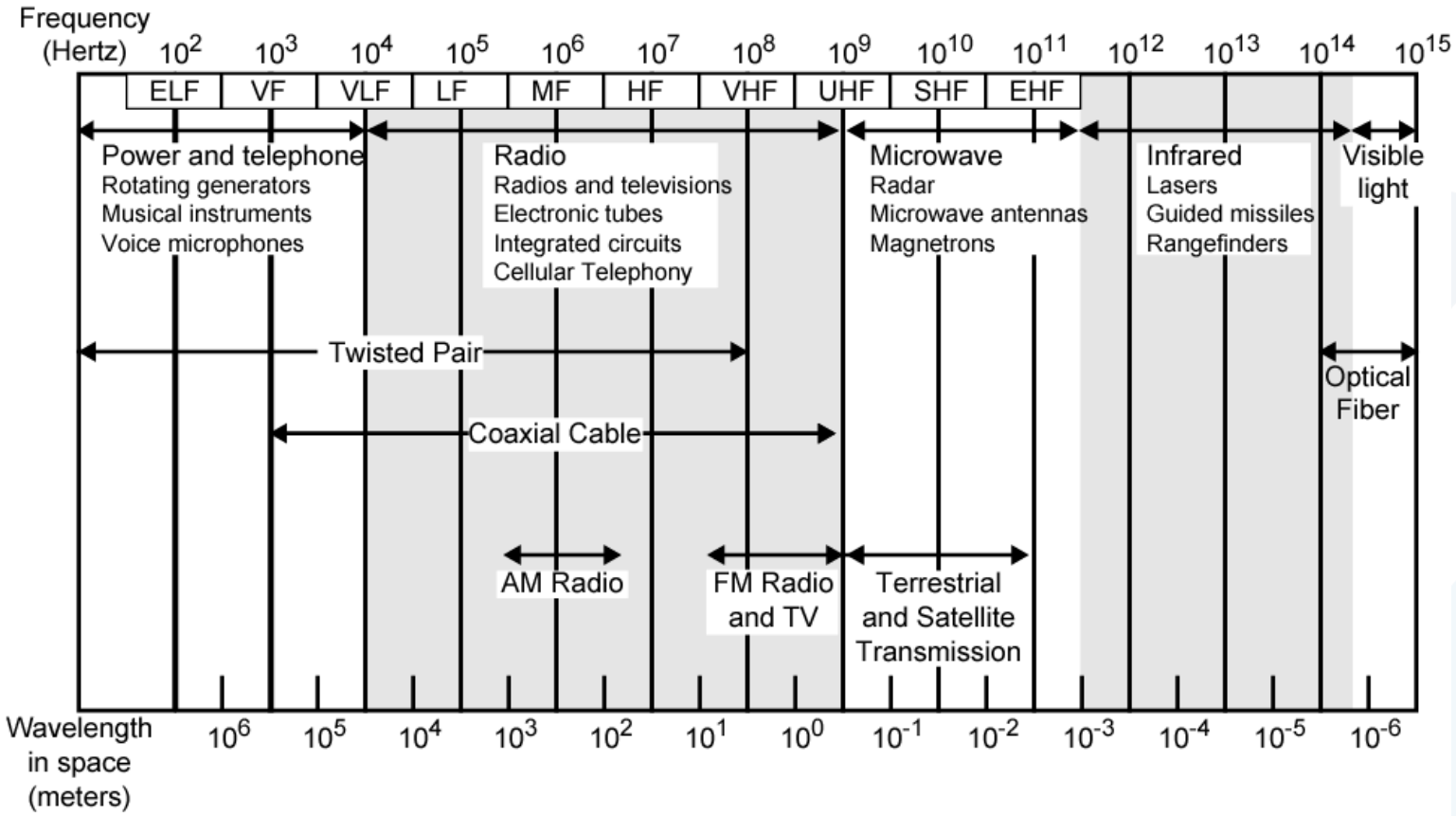

Physical Interface
Physical Interface
DTE
DCE
Transmission Media
DCE
DTE
Modem
Modem
DSU/CSU
DSU/CSU
Transmitter (source)
Receiver (destination)

## Transmission Medium Classification and Characteristics

- يمكن تقسيم أوساط النقل إلى أوساط موجهة/مقادة وأخرى غير مقادة



# Electromagnetic Spectrum




ELF = Extremely low frequency
VF = Voice frequency
VLF = Very low frequency
LF = Low frequency
MF = Medium frequency
HF = High frequency
VHF = Very high frequency
UHF = Ultrahigh frequency
SHF = Superhigh frequency
EHF = Extremely high frequency

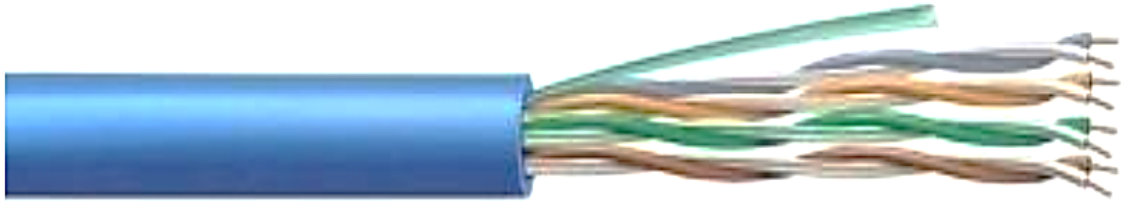
- تكون مجالات الطيف الكهرومغناطيسي من الأمواج الراديوية ذات التردد بالغ الانخفاض30 Hz ، مع أطوال موجة قريبة من ضعف قطر الأرض، إلى الإشعاعات الكونية ذات الترددات بالغة العلو بأكثر من 10 million trillion Hz، مع أطوال موجة أقصر من نواة الذرة

- Twisted Pair الأزواج المجدولة
- Coaxial cable الكبل المحوري
- Optical fiber الليف الضوئي

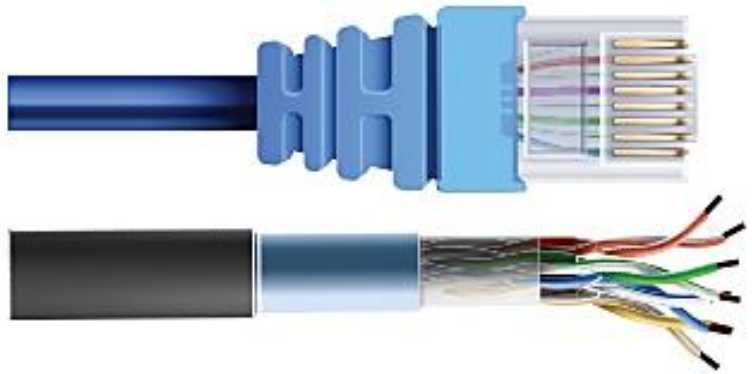
# Twisted Pair

- يتألف الزوج المجدول من سلكين نحاسيين معزولين، عادةً ما يكونا بثخانة 1 mm
- يتم جدل السلكين حول بعضهما بشكل لولبي

✓ الهدف من الجدل يعود إلى أن السلكين المتوازيين يشكلان هوائياً جيداً، فإذا ما تم جدل السلكين معاً، فإن الموجات الصادرة عن الجدلات المختلفة تلغي بعضها، وهذا ما يؤدي إلى تخفيض ما يشعه السلك إلى حدود قياسية (تخفيض التشويش الكهرطيسي)



# Guided Transmission Media



- الكيبل المزدوج Twisted Pair Cable
الكيبل الشائع والاكثر استخداما وهو نوعين :

- ( STP ) نوع مغلف ومحمي Shielded Twisted-Pair
- ( UTP ) نوع آخر غير مغلف وغير محمي Unshielded Twisted-Pair
مثل (cat5 - cat5e - cat6)
- قد تجد مكتوب 10 base-T على cat6 أو غيره .

| النوع type | السرعة speed |
|---|---|
| ethernet | 10 Mbps |
| Fast ethernet | 10 / 100 Mbps |
| Gigabit ethernet | 10 / 100 / 1000 Mbps |

## 10 base-T

كيبل مزدوج أو ملفوف
Twisted Pair
إذا وجدت tx فإن الـ x معناه يدعم
full duplex - half-duplex

bandwidth
هي سعة نقل البيانات في الثانية الواحدة.
مثلا
10 Mbps
10 ميقا بت في الثانية
100 Mbps
100 ميقا بت في الثانية

# Twisted Pair

- يتم استخدام عدة موصلات RJ: Registered Jack من أجل أسلاك الأزواج المجدولة
  - ✓ RJ-11: هو موصل نموذج تلفوني 4-wire و 6-wire التي تصل الهواتف
  - ✓ RJ-45: هو موصل نموذج تلفوني 8-wire يستعمل مع الأزواج المجدولة لوصل الحواسيب، نقط الجدران، لوحات التوصيل وأجهزة الشبكة الأخرى
  - ✓ RJ-48: هو موصل نموذج تلفوني 8-wire يستعمل مع كبلات الأزواج المجدولة لوصل خطوط خدمة المعطيات الرقمية 56 KB و الخطوط T1

RJ-45

# Category of Twisted Pair

- تقسم الأزواج المجدولة إلى عدة أصناف والتي تتنوع من حيث عدد الأزواج في القدم والجودة بحيث تسمح بإرسال المعطيات بسرعات أعلى
  - ✓ مثلاً الكبل Cat 3 يحوي ٤ أزواج من الأسلاك، كل زوج عبارة عن سلكين معزولين ومجدولين مع بعضهما جيداً. بينما Cat 5 فيحوي أيضا ٤ أزواج لكن مع جدلات أكثر في كل سنتيمتر

# Category of Twisted Pair



جَـامعة
المَـنارة

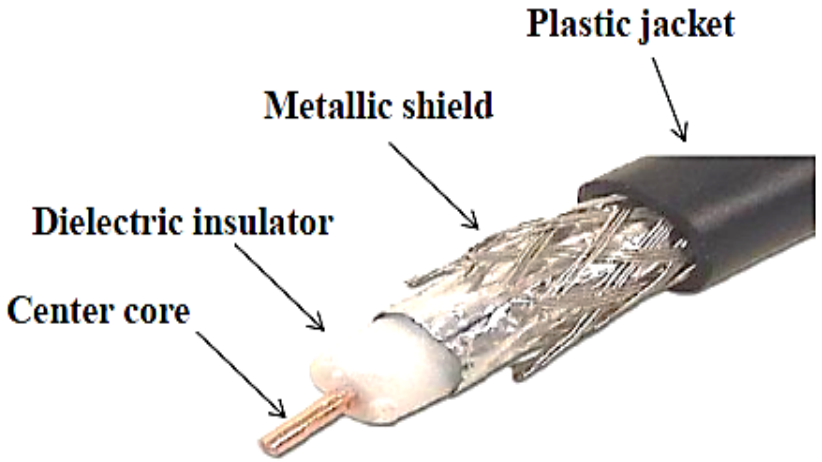
| Usual Application | Maximum Data Rate | Category |
|---|---|---|
| الاتصالات الهاتفية، ISDN، DSL | Up to 1 Mbps (1 MHz) | CAT 1 |
| Token Ring LAN | 4 Mbps | CAT 2 |
| تطبيقات الصوت والشبكات المحلية مثل 10 Mbps Ethernet and 4 Mbps token-Ring LAN | 16 Mbps | CAT 3 |
| تستعمل في 16 Mbps Token Ring، ولاتستعمل في غير ذلك | 20 Mbps | CAT 4 |
| تطبيقات الشبكات المحلية مثل:100 Base-TX, 1000 Base-T, ATM | 100 Mbps<br>1000 Mbps (4 pair) | CAT 5 |
| تطبيقات الشبكات المحلية مثل:100 Base-TX, 1000 Base-T, ATM and Gigabit Ethernet | 1000 Mbps | CAT 5E |
| تطبيقات الحزمة العريضة عالية السرعة | Up to 400 MHz (400 Mbps) | CAT 6 |
| تدعم 10 Gigabit Ethernet (10G Base-T) | Up to 625 MHz | CAT 6E |
| ■ Ultra Fast Ethernet<br>■ Full motion video<br>■ البيئات الحكومية والصناعية وكذلك الأنظمة المغلفة | 600-700 MHz (600 Mbps)<br>1.2 GHz in pairs with special connector | CAT 7 |

# Twisted Pair - Transmission Characteristics

- **Analog**
  - Amplifiers every **5km to 6km**
- **Digital**
  - Use either analog or digital signals
  - repeater every **2km or 3km**
- Limited distance
- Limited bandwidth (1MHz)
- Limited data rate (100MHz)
- Susceptible to interference and noise

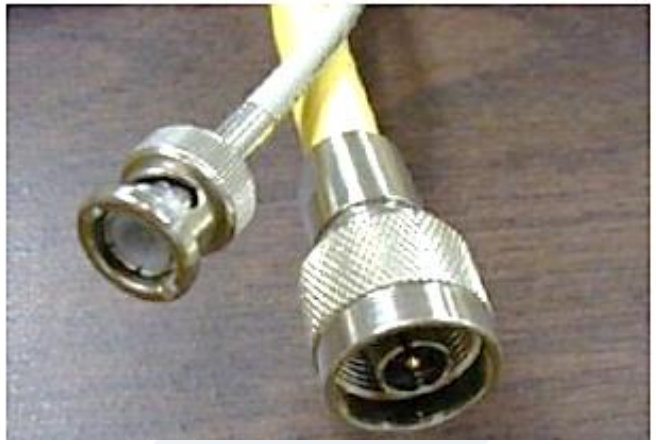
# Coaxial Cable

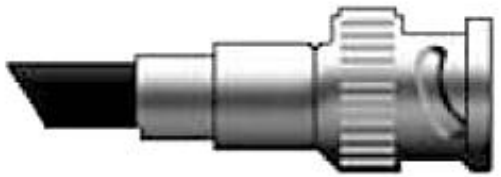
- يتمتع بتغليف أفضل من كبل الأزواج المجدولة، لذا يمكنه أن يمتد لمسافات أبعد ويؤمن نقل البيانات بسرعات أفضل
- يتألف الكبل المحوري من سلك نحاسي قاسٍ يشكل النواة، محاطاً بمادة عازلة ثم يتم تغليف هذه المادة بموصل اسطواني الشكل، غالباً ما يكون على شكل شبكة منسوجة، ثم يغطى هذا الموصل الخارجي بغلاف بلاستيكي واقي
- الموصل المستخدم عادةً لتوصيل الكبل المحوري هو Bayone-Neill-Concelman (BNC)



# Coaxial Cable

- يشبه الأسلاك المستعملة مع أجهزة التلفاز والفيديو والهوائيات الخاصة بها، وفي أنظمة التلفزيون الكابلي Cable TV...
- يوجد نوعان من الكبل المحوري:
  - ✓ **السلك المحوري الرفيع** Thin Coaxial : هو سلك مرن رقيق يصل قطره إلى 0.6 cm ويستخدم عادةً في شبكات 10 Base 2 ويوصل مباشرةً إلى بطاقة الشبكة
  - ✓ **السلك المحوري الثخين** Thick Coaxial: هو سلك ثخين وغير مرن، يصل قطره إلى 1.2 cm ويستخدم عادةً في شبكات 10 Base 5، ويوصل عادةً باستخدام جهاز خاص يدعى مرسل/مستقبل transicever ولأنه أثخن من النوع الأول فإنه يستطيع الوصول إلى مسافات أبعد دون إضعاف الإشارة، فبينما لا يصل السلك الأول إلى أكثر من 185 m، يصل السلك الثخين إلى 500 m
- من أهم عيوبها هو صعوبة تمديدها وصيانتها وارتفاع سعرها





# Coaxial Cable - Transmission Characteristics

- Can transmit analog and digital signals
- Usable spectrum for analog signaling is about 400 Mhz
- **Amplifier** needed for **analog signals** for **less than 1 Km** and less distance for higher frequency
- **Repeater** needed for **digital signals every Km** or less distance for higher data rates
- Operation of 100's Mb/s over 1 Km.

# Optical Fiber

- هناك ثلاثة مكونات أساسية في نظام النقل الضوئي: المنبع الضوئي، وسط النقل والكاشف
- هنا تشير نبضة من الضوء إلى بت له القيمة 1 وغياب الضوء يشير إلى بت له القيمة 0

- وسط النقل هو ليف رفيع جداً من الزجاج. عندما يسقط الضوء على الكاشف يولد الكاشف نبضة كهربائية. الآن وبوصل منبع ضوئي بإحدى نهايتي ليف بصري ما وبوصل كاشف إلى النهاية الأخرى لنفس الليف البصري نحصل على نظام نقل بيانات وحيد الاتجاه يأخذ إشارة كهربائية يحولها إلى نبضات ضوئية ويبثها، ثم يعيد تحويلها عند الخرج إلى إشارة كهربائية

- إذاً يقوم الليف البصري بنقل إشارات المعطيات على شكل نبضات ضوئية بدلاً من النبضات الكهربائية مما يساعد على التخلص من آثار التداخل الكهرطيسي و بالتالي تؤمن نقل المعطيات عبر مسافات أكبر بكثير من المسافات التي تؤمنها الكابلات النحاسية

# Guided Transmission Media

## Optical Fiber

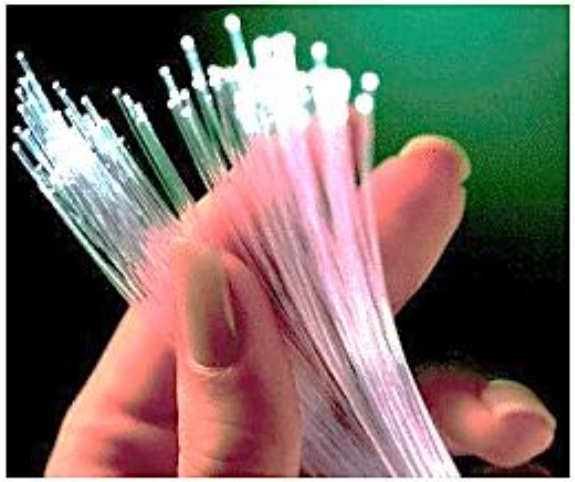
- تتكون أسلاك الألياف البصرية من أسطوانة رقيقة جداً من الزجاج أو البلاستيك بثخانة الشعرة تسمى النواة وتُكسى بطبقة من الزجاج تكون مصممة لعكس الضوء عليها، ومن ثم تغطى بطبقة مقواة Kevlar والتي بدورها تكون محمية بغطاء خارجي من البلاستيك

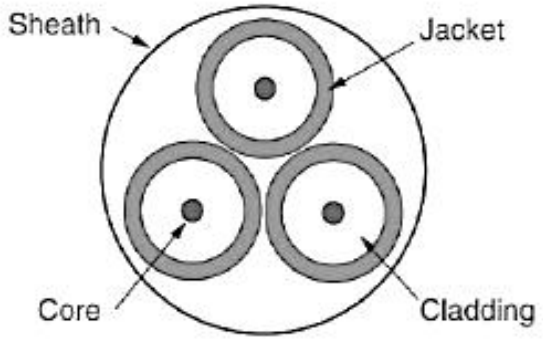
- **قطر النواة النموذجي هي 62.5 microns. وأن يكون قطر طبقة الزجاج Cladding النموذجية هي 125 microns**

- يتوافر كبل الليف البصري بعدة أحجام. يمكن أن تحوي عدة أزواج من الألياف، حيث يمكن أن يحوي أكثر من 400 أو 500 زوجاً من الألياف

# Optical Fiber

- يتم استعمال نمطين من المنابع الضوئية لتوليد الضوء المستخدم في النقل وهما الثنائيات المشعة للضوء LED(Light Emitting Diodes) وأنصاف النواقل الليزرية Semiconductor Lasers

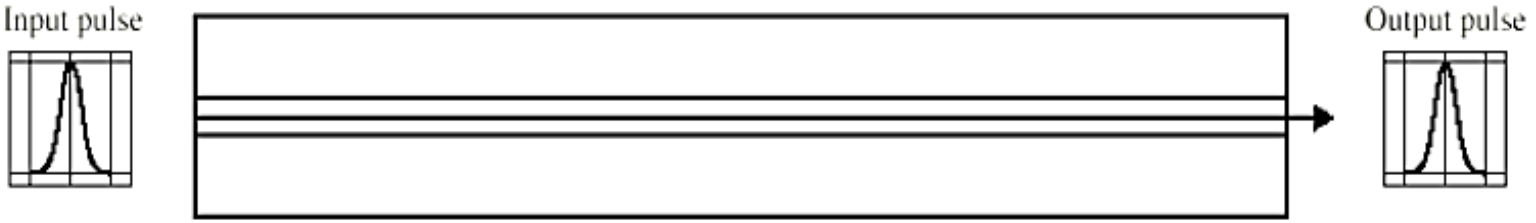





- بما أن كل نواة لا تستطيع نقل الضوء أو الإشارة إلا في اتجاه واحد فقط فإنه لا بد من استخدام سلكين من الألياف: واحد للإرسال والآخر للاستقبال

# Optical Fiber

- يوجد نوعان من الألياف البصرية:
  - ✓ الليف وحيد النمط Single-mode Fiber: يملك هذا النمط معاملات انكسار مميزة منفصلة للنواة وللطبقة الزجاجية المحيطة بالنواة
    - يمر الشعاع الضوئي عبر النواة مع عدة انعكاسات في الطبقة الزجاجية
    - يستعمل هذا النمط من أجل منبع واحد للضوء
    - يتطلب ذلك ليزر ونواة صغيرة جداً: 9 microns
    - حالياً، كبلات الليف وحيد النمط المتوفرة يمكن أن ترسل عدة Gbps من المعطيات وعلى مسافات تقدر بحوالي 30 km



# Optical Fiber

✓ الليف متعدد الأنماط Multimode Fiber: هو أثخن من الليف وحيد النمط ويمكن أن يمر أكثر من شعاع ضوئي عبره. بسبب أن الأشعة ستمر بنفس السرعة ولكن كل منها ستعبر مسافة مختلفة، ستتفرق الإشارة عبر الزمن مما سيولد أخطاء معطيات للمسافات الطويلة وهو ما يعرف بمشكلة التشتت

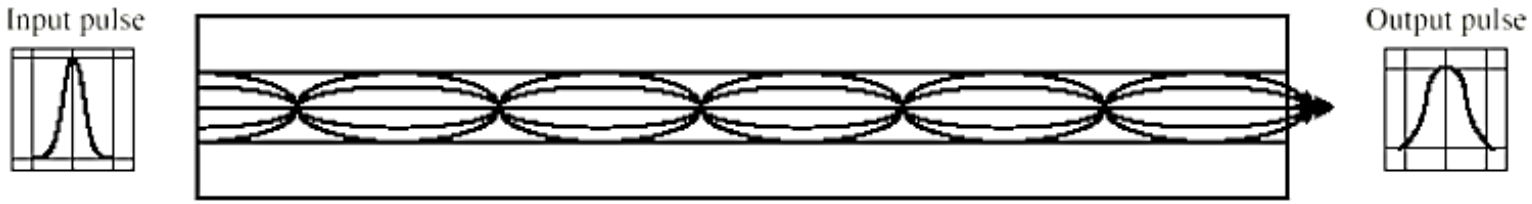
- Step-index: وهو عبارة عن ليف واحد وطبقة زجاجية محيطة. وهو يملك نواة كبيرة، لذا تميل الإشعاعات الضوئية لترتد حول داخل النواة معكوسةً من الطبقة الزجاجية
  - هذا ما يسبب بأن تأخذ بعض الأشعة طريقاً أقصر أو أطول عبر النواة
  - بعضها يأخذ المسار المباشر دون أي انعكاسات بينما الأشعة الأخرى ترتد للأمام والخلف آخذةً مسارات أطول
  - النتيجة هو وصول هذه الأشعة إلى المستقبلين بأزمنة مختلفة، وتصبح الإشارة أطول من الإشارة الأصلية
  - يتم استعمال منابع ضوء LED. قطر النواة المثالية هي 62.5 microns

# Optical Fiber

- يوجد نوعان من الألياف البصرية:

✓ الليف متعدد الأنماط Multimode Fiber: لتخفيض مشكلة التشتت، يوجد نموذجين مختلفين من كبلات الألياف:

- Graded-index: يملك هذا النموذج تغيراً تدريجياً في معامل انكسار النواة. هذا ما يسبب بأن تلتوي الأشعة الضوئية تدريجياً للخلف في مسار النواة
  - النتيجة هو استقبال أفضل للإشارة مقارنةً بالطريقة السابقة
  - يتم استعمال منابع ضوء LED
- أكثر أنماط كابلات الألياف البصرية متعددة الأنماط استعمالاً هي الكبل graded-index 62.5/125



# Optical Fiber

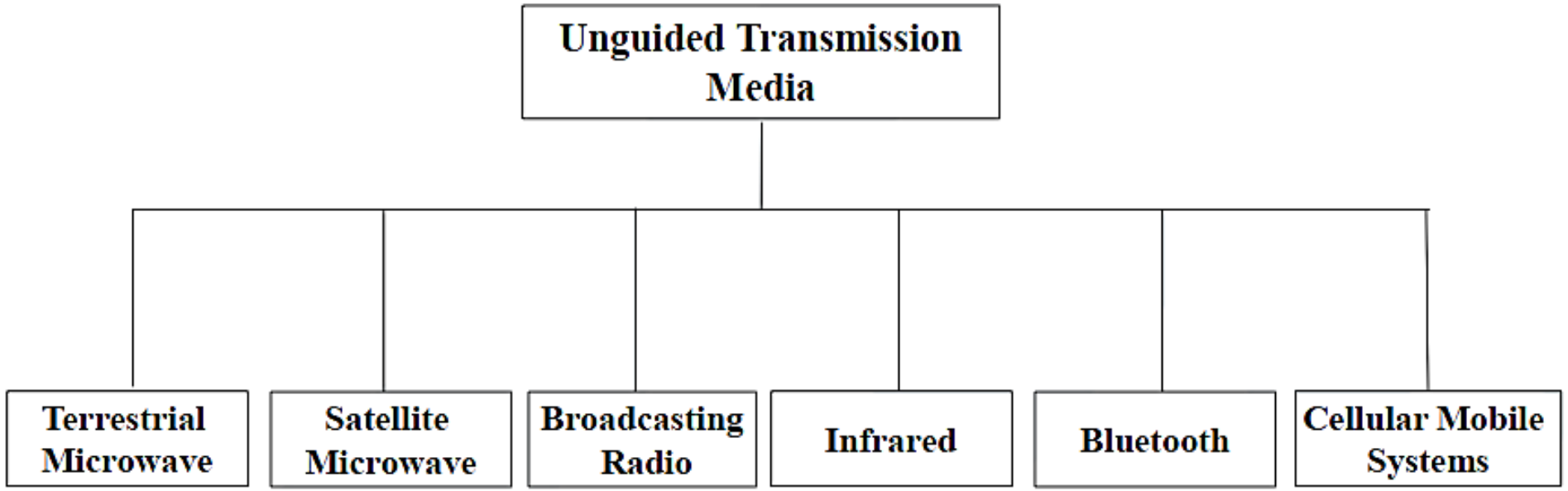
- الألياف وحيدة النمط أغلى ثمناً لكنها تستخدم بشكل كبير عبر المسافات الطويلة. فالألياف وحيدة النمط لها القدرة على نقل بيانات بسرعة 50 Gbps ولمسافة 100 km دون الحاجة إلى أي عمليات تضخيم

- أما العيب الرئيسي لهذه الأسلاك فهو نابع من طبيعتها، فتركيب هذه الأسلاك وصيانتها أمر في غاية الصعوبة فأي كسر أو انحناء سيؤدي إلى عطبها، كما أن تكلفتها مرتفعة كثيراً قياساً بالأسلاك النحاسية لكن الألياف البصرية أخف بكثير من الأسلاك النحاسية. فألف زوج مجدول بطول 1 كيلو متر يزن 8000 كغ. في المقابل فإن ليفين اثنين يوفران سعة أكبر ولا يزنان أكثر من 100 كغ

- تعتبر الألياف البصرية ذات النواة المصنوعة من البلاستيك أسهل تركيباً وأقل عرضةً للكسر، ولكنها لا تستطيع حمل نبضات الضوء مسافات شاسعة كتلك المزودة بتصميم زجاجي

# Unguided Transmission Media

- بدلاً من الاعتماد على الطاقة الكهربائية، تستعمل الأوساط غير المقادة الأمواج الراديوية أو الضوئية والتي يمكن إرسالها و استقبالها عبر الفضاء
- تشمل أوساط الإرسال غير المقادة: أنظمة الاتصالات الفضائية، الخليوية، وأنظمة الاتصال الشخصية



جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

# نهاية المحاضرة الخامسة