

# الشبكات الصناعية

## Industrial Networks CEMC606

مدرس المقرر  
د. مثنى علي القبيلي

العام الدراسي 2021-2022

الأربعاء 19/04/2022

الفصل الدراسي الثاني

<https://manara.edu.sy/>



## CHAPTER 5

### أوساط الانتقال Transmission Media

الغاية 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

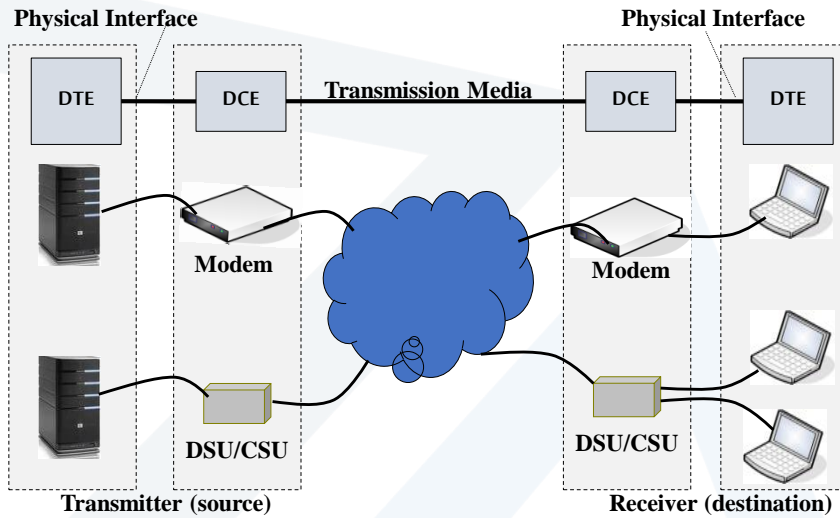


## مقدمة في أنظمة الإرسال

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



## مقدمة في أنظمة الإرسال



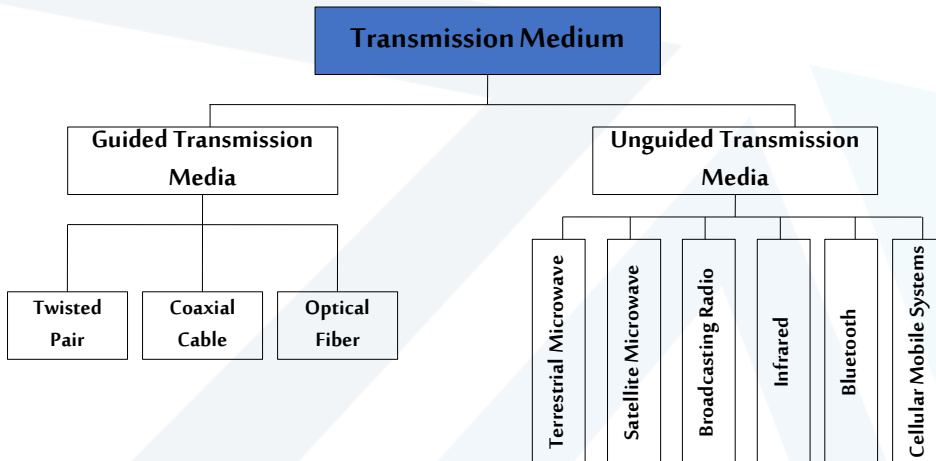
5

<https://manara.edu.sy/>



## Transmission Medium Classification and Characteristics

➤ يمكن تقسيم أوساط النقل إلى أوساط موجبة/مقادة وأخرى غير مقادة

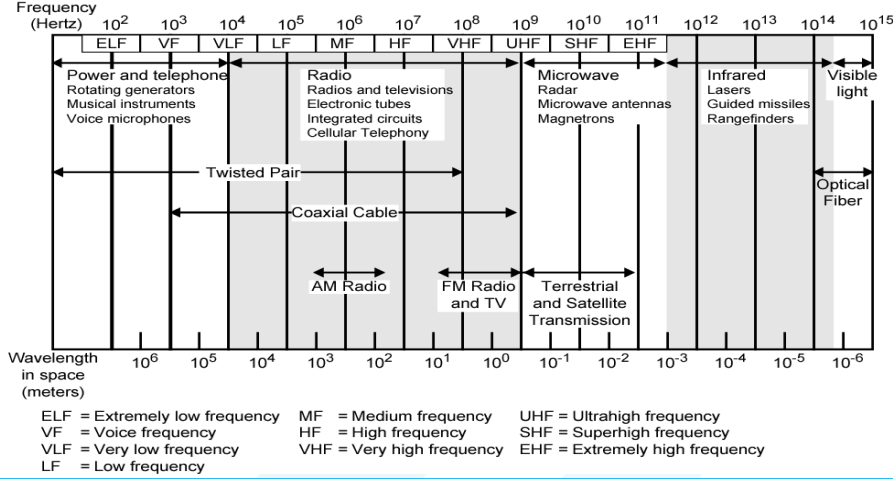


<https://manara.edu.sy/>

6



## Electromagnetic Spectrum



تكون مجالات الطيف

الكهرومغناطيسي من الأمواج الراديوية ذات التردد بالغ الانخفاض 30 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



## Guided Transmission Media

- 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 الجدل المختلفة تلغي بعضها، وهذا ما يؤدي إلى تخفيض ما يشعه السلك إلى حدود قياسية (تخفيض التشويش الكهرومغناطيسي)



## Twisted Pair

- الاستخدام الأكثر شيوعاً للأسلاك المجدولة هو في أنظمة الهاتف
- تتصل جميع الهواتف بشركة الهاتف عن طريق هذه الأسلاك
- ✓ يمكن مد هذه الأسلاك إلى عدة كيلومترات دون الحاجة إلى تضخيم إشاراتها، إلا أنه من أجل المسافات الأطول فلا بد من استخدام المكررات Repeaters
- عندما يكون هناك مجموعة من الأسلاك المجدولة يجب تمديدها بشكل متوازي ولمسافة طويلة، كالأسلاك الصادرة عن مبنى سكني باتجاه شركة الهاتف المسؤولة عن منطقة المبنى، فإنه يتم تجميع وحزم هذه الأسلاك معاً وتغليفها بغلاف واقٍ
- يمكن استخدام الأزواج المجدولة في نقل كل من الإشارات التشابيهية والإشارات الرقمية
- على الرغم من أن عرض الحزمة يتوقف على ثخانة السلك والمسافة المطلوب نقل الإشارات عبرها، إلا أنه من الممكن تحقيق سرعة تصل إلى عدة ميغا بايت في الثانية شريطة أن لا تتجاوز المسافة عدة كيلو مترات وفي ظروف معينة
- نظراً لأدائها المناسب وكلفتها المنخفضة، شاع استخدام الأزواج المجدولة كثيراً وحافظت على وجودها وانتشارها رغم ظهورها منذ زمن بعيد



## Twisted Pair

➤ يوجد نوعان من الأسلاك المجدولة:

✓ الأسلاك المجدولة غير المغلفة (UTP): وهي كابلات تستخدم في خطوط الهاتف، واستخدمت

منذ عام ١٩٨٠ في شبكات الايثرنيت وتتكون من غلاف خارجي يحيط بزوج أو أكثر من الأسلاك النحاسية

■ عيوبه: محدودية النطاق الترددي وهو القيمة التي من خلالها تستطيع نقل كمية بيانات كبيرة، حيث لا تستطيع أن تنقل البيانات ذات سرعة 100 Mbps

✓ الأسلاك المجدولة المغلفة (STP): وهي كابلات تم تصنيعها من قبل شركة IBM للعمل على

شبكات Token Ring. وهي مغلفة بغلاف معدني -طبقة من القصدير- أو بأكثر من غلاف وذلك لمنع تداخل الموجات

الكهرومغناطيسية مع البيانات داخل السلك

➤ يتميز STP عن UTP في أنه:

✓ أقل عرضة للتداخل الكهرومغناطيسي

✓ يوفر سرعات نقل بيانات أكبر في بعض الظروف تصل ما بين 10-100 Mbps

✓ تستطيع دعم الإرسال لمسافات أبعد

➤ إلا أن UTP أرخص وأسهل في التركيب



## 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 لوصول الحواسيب، نقط الجدران،

لوحات التوصيل وأجهزة الشبكة الأخرى

✓ RJ-48: هو موصل نموذج تلفوني 8-wire يستعمل مع كبلات الأزواج المجدولة لوصول خطوط خدمة

المعطيات الرقمية 56 KB و الخطوط T1



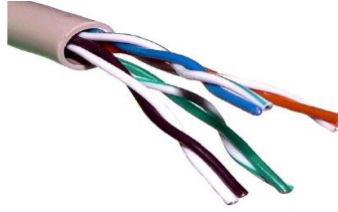
RJ-45



## 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 4 أزواج من الأسلاك، كل زوج عبارة عن سلكين معزولين ومجدولين مع بعضهما جيداً. بينما Cat 5 فيحوي أيضاً 4 أزواج لكن مع جدلات أكثر في كل سنتيمتر



## Category of Twisted Pair

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 4 Mbps token-Ring LAN و 10 Mbps Ethernet	16 Mbps	CAT 3
تستعمل في 16 Mbps Token Ring، ولا تستعمل في غير ذلك	20 Mbps	CAT 4
تطبيقات الشبكات المحلية مثل: ATM، 1000 Base-T، 100 Base-TX	100 Mbps 1000 Mbps (4 pair)	CAT 5
تطبيقات الشبكات المحلية مثل: ATM، 1000 Base-T، 100 Base-TX، و 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 Full motion video البيانات الحكومية والصناعية وكذلك الأنظمة المغلفة	600-700 MHz (600 Mbps) 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





## Coaxial Cable

- تم اختراع الكبل المحوري عام ١٩٢٩، وتم استخدامه بشكل تجاري عام ١٩٤١
- يتمتع بتغليف أفضل من كبل الأزواج المجدولة، لذا يمكنه أن يمتد لمسافات أبعد ويؤمن نقل البيانات بسرعات أفضل
- يتألف الكبل المحوري من سلك نحاسي قاسي يشكل النواة، محاطاً بمادة عازلة ثم يتم تغليف هذه المادة بموصل اسطواني الشكل، غالباً ما يكون على شكل شبكة منسوجة، ثم يغطي هذا الموصل الخارجي بغلاف بلاستيكي واقي
- الموصل المستخدم عادةً لتوصيل الكبل المحوري هو Bayone-Neill-Concelman (BNC)



17

<https://manara.edu.sy/>



## 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 transceiver 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 تمديدتها وصيانتها وارتفاع سعرها



18

<https://manara.edu.sy/>



## Coaxial Cable

➤ يبين الشكل التالي بعض الوصلات التي تستخدم مع السلك الرفيع:



➤ كما يبين الشكل التالي بعض الوصلات التي تستخدم مع السلك النخين:



## Coaxial Cable Applications

- Most versatile medium
- Television distribution
  - Ariel to TV
  - Cable TV
- Long distance telephone transmission
  - Can carry 10,000 voice calls simultaneously
  - Being replaced by fiber optic
- Short distance computer systems links
- Local Area Networks



## 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



## 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 وبيئها، 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 الكهرومغناطيسي وبالتالي تؤمن نقل المعطيات عبر مسافات أكبر بكثير من المسافات التي تؤمنها الكابلات النحاسية



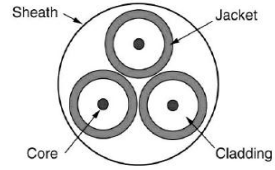
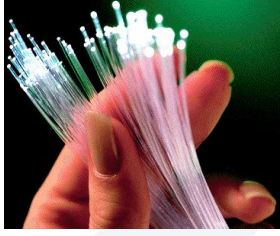
## Optical Fiber

- 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 المصادر الضوئية لتوليد الضوء المستخدم في النقل وهما الثنائيات المشعة للضوء LED (Light Emitting Diodes) وأنصاف النواقل الليزرية Semiconductor Lasers

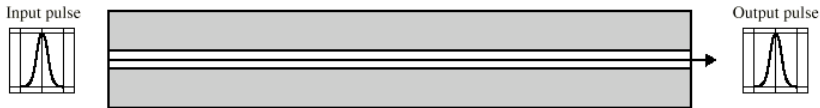


► بما أن كل نواة لا تستطيع نقل الضوء أو الإشارة إلا في اتجاه واحد فقط فإنه لا بد من استخدام سلكين من الألياف: واحد للإرسال والآخر للاستقبال

## 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



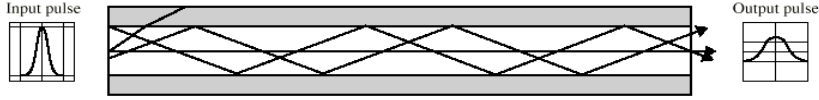


## Optical Fiber

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

■ Step-index: وهو عبارة عن ليف واحد وطبقة زجاجية محيطية. 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 أخذاً 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



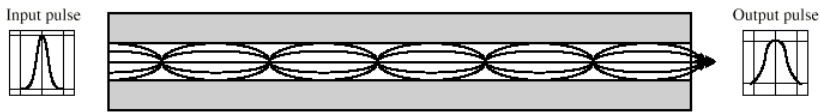
## Optical Fiber

➤ 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 62.5/125 graded-index





## 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 فأى 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 يوزنان أكثر من 100 كغ
- تعتبر الألياف البصرية ذات النواة المصنوعة من البلاستيك أسهل تركيباً وأقل عرضة للكسر، ولكنها لا تستطيع حمل نبضات الضوء لمسافات شاسعة كتلك المزودة بتصميم زجاجي

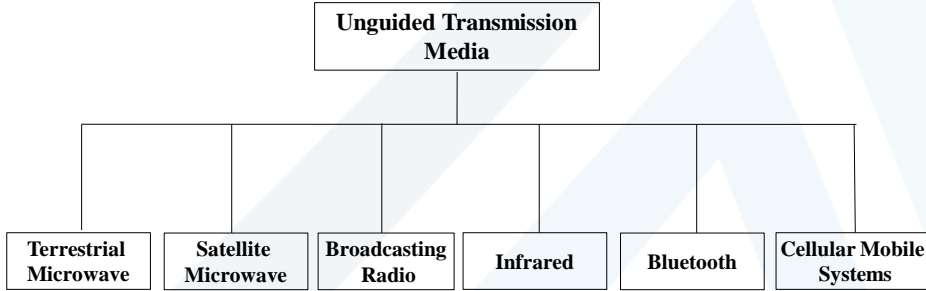


## Unguided Transmission Media

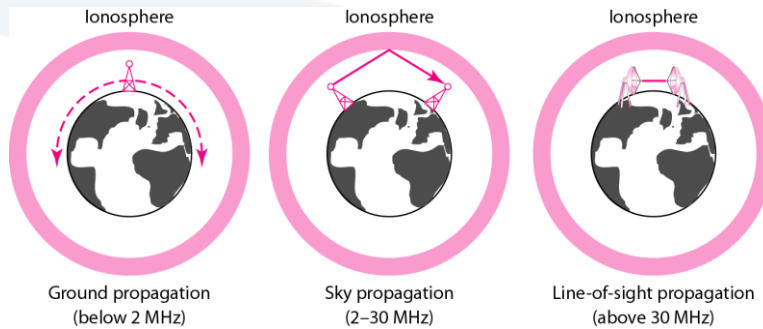


## Unguided Transmission Media

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



## Wireless Propagation





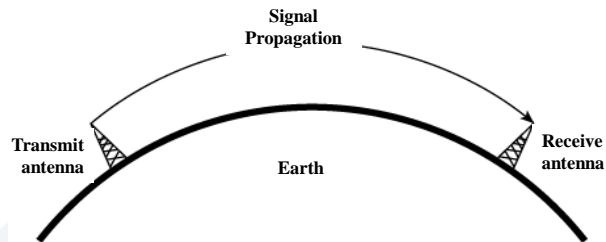


## Wireless Propagation

☐ Signal travels along three routes

### ❖ Ground wave

- Follows contour of earth
- Up to 2MHz
- AM radio



33

<https://manara.edu.sy/>

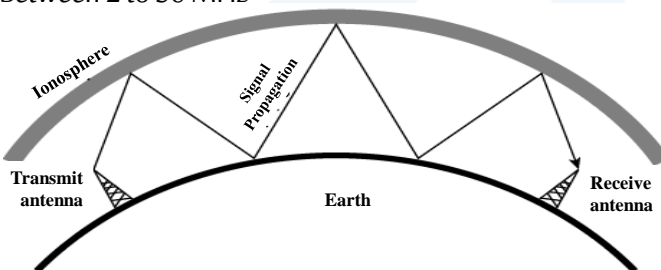


## Wireless Propagation

☐ Signal travels along three routes

### ❖ Sky wave

- Amateur radio, BBC world service, Voice of America
- Signal reflected from ionosphere layer of upper atmosphere
- Between 2 to 30 MHz



34

<https://manara.edu.sy/>



## Wireless Propagation

□ Signal travels along three routes

❖ **Line of sight**

- Above 30Mhz
- May be further than optical line of sight due to refraction

