الألياف البصرية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المراجع:

- J. M. Senior :"Optical Fiber Communications, Principles and Practice", Prentice Hall Inc. 2nd Edition, 1992.
- C. K. Kao, “ Optical Fiber Systems”, McGraw-Hill, 1982.
- John Wilson, J. F. B. Hawkes, “ Optoelectronics, an Introduction”, PHI, 1983.
- Joseph C. Palais, Fiber Optic Communications, 5th edition
- خطوط النقل والألياف البصرية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مفردات المقرر

- **المبادئ الأساسية**: نظام اتصال الألياف البصرية، المقارنة بين الألياف البصرية وخطوط النقل التقليدية، تركيب الليفة، إنتاج الزجاج والألياف، صناعة الألياف الضوئية، الوصلات المجدولة.
- **الانتشار في الألياف**: أشكال الانتشار والأشعة، التمدد الزمني والكلي، التوهين في الألياف البصرية، الامتصاص، التشتت والإشعاع من المنحنيات، أنسب طول موجة، الألياف ذات العامل التدرجي، قرن الألياف ذات العامل المتدرج.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مفردات المقرر

- **مكونات الأنظمة البصرية**: أجهزة إرسال الثنائي الباعث للضوء (LED)، الثنائي الضوئي، ثنائي PIN، الكاشف الضوئي الثنائي الانهياري والانجرافي، الاستجابة النبضية والترددية، الضجيج وعرض النطاق، مبادئ الليزر، طرق إنتاج الليزر، الخواص الطبيعية،أدوات الليزر للاتصالات البصرية، الاستجابة الترددية، نظم الاستقبال، مصادر الضجيج الأساسية، إنتاج الآليات الضوئية وتقويمها.
- **نظام الألياف**: خواص دخل خرج الليفة البصرية، أدوات الربط، قياس معاملات الليفة، نظم إرسال الألياف البصرية، التفاعل بين أجزاء النظام.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

مقدمة

- أنظمة الإتصالات بالألياف البصرية هي أحد أهم منظومات الإتصالات الحديثة
- هذه الأنظمة تستخدم الألياف البصرية كوسط ناقل للإشارات الضوئية التي يتم الحصول عليها من المصادر الضوئية المختلفة كالليزر وثنائي الباعث الضوئي
- تعمل أنظمة الإتصالات البصرية التي تستخدم الليف البصري على ترددات عالية جدا في حيز الترددات الضوئية أي أنها تعمل على أطوال موجية قصيرة جدا

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مقدمة

- حتى يتم تحويل التردد للطول الموجي أو العكس ، يمكن استخدام العلاقة الرياضية البسيطة

$$c = f\lambda$$

- حيث أن :-

c : سرعة الضوء $3\times10^{8}\ m/s$

f : التردد

λ : الطول الموجي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردفان

الطيف الكهرومغناطيسي

- يعرف الطيف الكهرومغناطيسي على أنه مدى من الترددات مصنفه إلى مجموعات تبدأ من حيز

i. الترددات الراديوية
ii. الترددات المايكروية
iii. الأشعة تحت الحمراء
iv. الضوء المرئي
v. الأشعة فوق البنفسجية
vi. أشعة أكس
vii. أشعة قاما.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الطيف الكهرومغناطيسي

- معظم أنظمة الإتصالات البصرية تعمل داخل حيز الترددات في منطقة أو نطاق الأشعة تحت الحمراء و الضوء
- حيث نجد أن الطول الموجي المثالي للإرسال في المدى من 850nm و 1310nm إلى 1550 nm

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

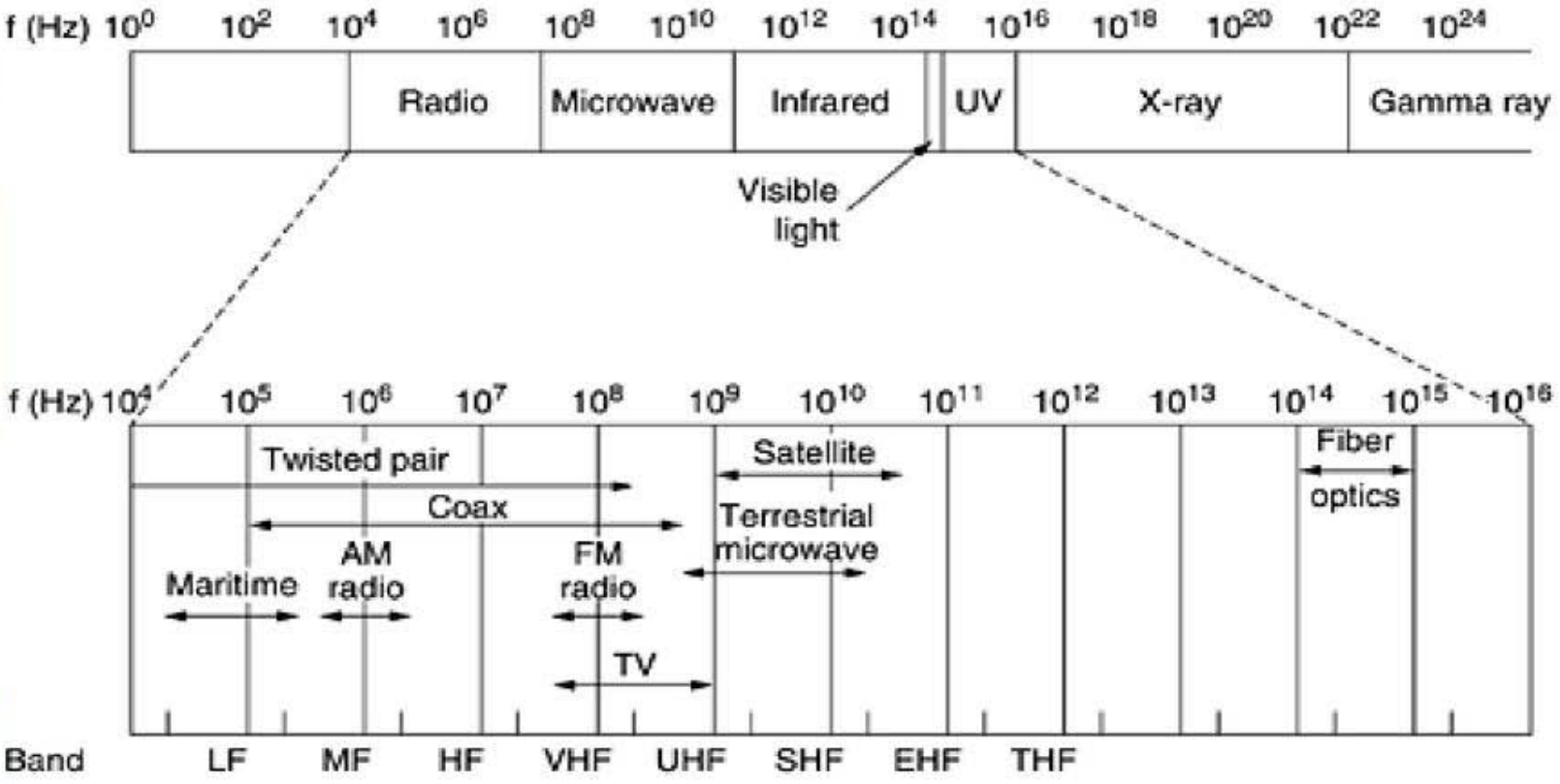
الطيف الكهرومغناطيسى

- الجدول التالي يوضح حيز الترددات التي تعمل عليها أنظمة الإتصالات البصرية

	Wavelength	Widow
1	$800 \sim 900nm$	First Window
2	$\sim 1300nm$	Second Window
3	$\sim 1500nm$	Third Window
4	$\sim 1600nm$	Fourth Window

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

الطيف الكهرومغناطيسي

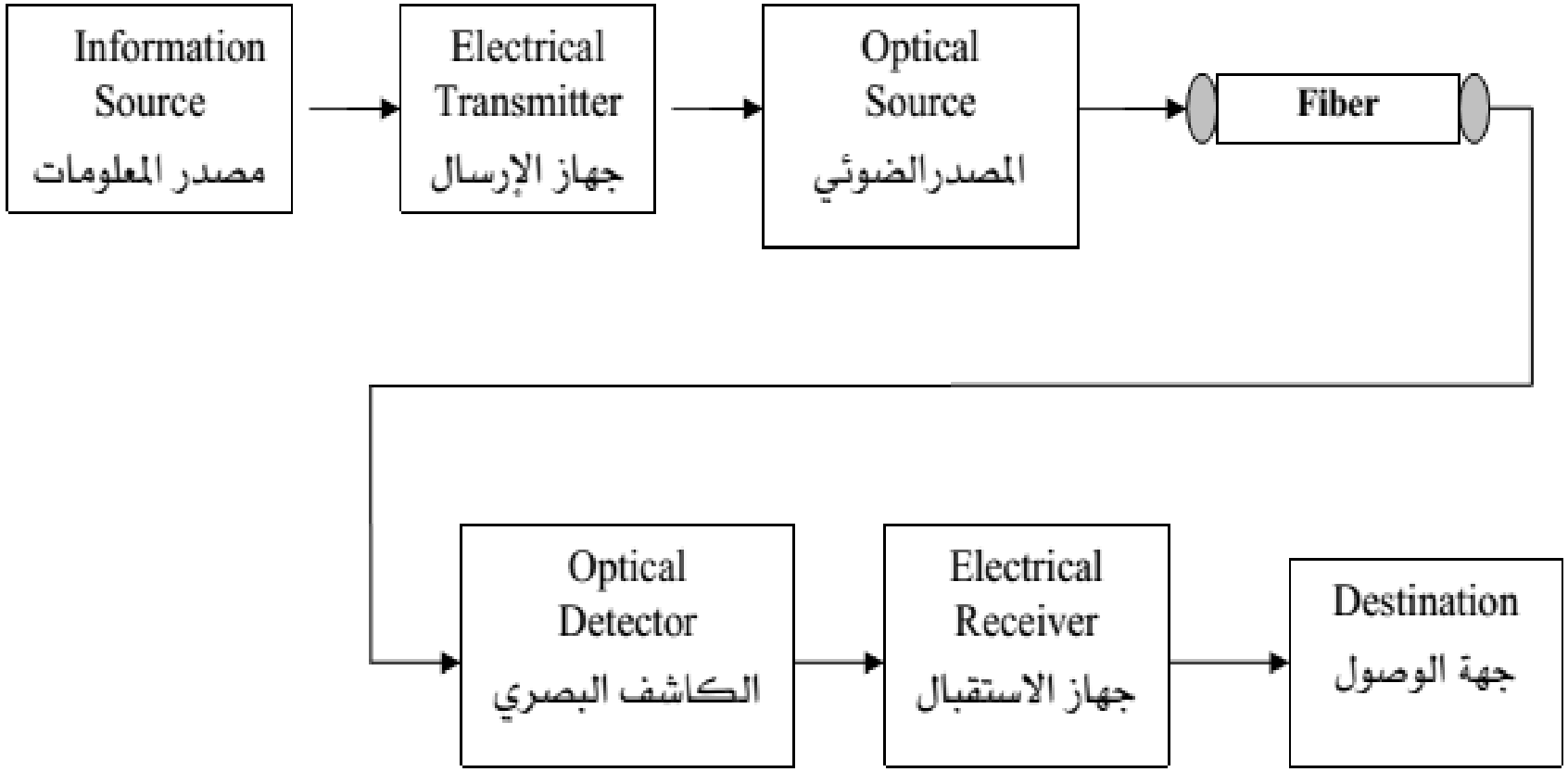


د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

المكونات الأساسية لأنظمة الإتصالات البصرية

- تتماثل أنظمة الإتصالات البصرية من حيث المكونات الأساسية مع أنظمة الإتصالات الاعتيادية
- لكن هنالك ضرورة لتحويل الإشارات الكهربائية إلى إشارات ضوئية في جهة الإرسال حتى نستطيع نقلها عبر الليف البصري
- الليف البصري يمثل قناة الاتصال على أن تتم عملية عكسية في جهة الاستقبال في تحويل الإشارة الضوئية إلى إشارة كهربائية مرة أخرى.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



المكونات الأساسية لنظام الإتصال البصري

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المكونات الأساسية لأنظمة الإتصالات البصرية

في الشكل السابق توجد ثلاثة أجزاء رئيسية ومهمة جدا بالإضافة الى بعض المكونات الأخرى في أنظمة الإتصالات البصرية وهي تعتبر الفرق الأساسي بين أنظمة الإتصالات البصرية والأنظمة الأخرى ألا وهي:

١. المصادر الضوئية.
٢. الكواشف الضوئية.
٣. الألياف الضوئية.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المصادر الضوئية

- تعتبر المكون الرئيسي والأهم في جهة الإرسال حيث تقوم بتوليد الضوء الذي يمثل الإشارة الحاملة لإشارة المعلومات.
- بمعنى أخر تقوم بتحويل الإشارة الكهربائية إلى إشارة ضوئية يمكن إرسالها عبر الليف الضوئي.
- تتكون المصادر الضوئية من نوعين أساسيين:

i. ثنائي الباعث الضوئي Light Emitting Diode (LED)
ii. ثنائي الليزر Laser Diode (LD)

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

الكاشف الضوئي

- هي المكون الأساسي والأهم في جهة الاستقبال حيث تقوم بالعملية العكسية التي تقوم بها المصادر الضوئية.
- حيث تقوم بتحويل الإشارة الضوئية إلى إشارة كهربائية مرة أخرى.
- ينقسم الكاشف الضوئي إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي:

i. الثنائي الضوئي Photodiode (PD)

ii. ثنائي p-i-n الضوئي p-i-n Photodiode

iii. ثنائي APD الضوئي Avalanche Photodiode

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الألياف البصرية

- تعتبر الألياف البصرية المكون الأساسي لأنظمة الإتصالات البصرية حيث تعرف على أنها أحد أنواع موجهات الموجة ذات شكل أسطواني.
- حيث تستخدم الضوء كناقل للمعلومات (carrier) حيث يمكننا اعتبار الضوء كشعاع كهرومغناطيسي Electromagnetic radiation

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الألياف البصرية

- تنقسم الألياف البصرية إلى عدة أنواع حسب اعتبارات مختلفة من حيث :-

i. مادة الصنع
ii. معامل الانكسار
iii. عدد الأنماط المنتقلة خلالها

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الألياف البصرية

- حيث تنقسم الألياف البصرية من حيث مادة الصنع إلى نوعين:

i. الألياف البلاستيكية
ii. الألياف الزجاجية

وفي بعض الأحيان يوجد نوع ثالث هجين يجمع بين البلاستك والزجاج.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الألياف البصرية

- تنقسم الألياف البصرية من حيث عدد الأنماط إلى نوعين:
  i. الليف أحادي النمط Single Mode Fiber (SMF)
  ii. الليف متعدد النمط Multi Mode Fiber (MMF)

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الألياف البصرية

- كذلك تنقسم الألياف البصرية حسب معامل انكسار لب الليف إلى نوعين هما:

i. الليف ذو معامل الانكسار العتبي Step Index Fiber

ii. الليف ذو معامل الانكسار التدريجي Graded Index Fib

-

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الألياف البصرية

- تعتبر المكونات السابقة هي المكونات الأساسية لأي نظام إتصال بصري ولكن توجد بعض المكونات الأخرى والتي لا غنى عنها أيضا في أنظمة الإتصالات البصرية وهي:

i. المرشحات البصرية Optical Filters
ii. المكبرات البصرية Optical Amplifiers
iii. المضمنات البصرية Optical Modulators
iv. المجمعات والموزعات البصريةCouplers and Splitter
v. العوازل البصرية Optical Isolators
vi. الموهنات البصرية Optical Attenuators

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردفان

المميزات الإيجابية لأنظمة الإتصالات البصرية

- *سعة الإرسال العالية*:

- تتميزأنظمة الإتصالات البصرية بأكبر سعة إرسال للمعلومات
- يعود ذلك لكون الترددات التي تعمل عليها عالية جدا مما ينتج عنه عرض نطاق ترددي عالي جدا
- هذا يعني كما هائلا من المعلومات وللمقارنة فإن سعة الإرسال في أنظمة الإتصالات البصرية أكبر بآلاف المرات منها في أي نظام أخر.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المميزات الإيجابية لأنظمة الإتصالات البصرية

- ***قلة الفقد***:

- نسبة للتطور السريع للألياف البصرية في السنوات الأخيرة قد تم تصنيع ألياف بمعامل فقد صغير جدا يصل الى أقل من 0.2dB/km على الطول الموجي 1550 nm .
- تعتبر هذه الميزة من أهم ميزات الألياف البصرية لكونها تؤدي إلى بناء نظام بعيد المدى بأقصى مسافات ممكنة بدون الحوجة للكثير من محطات التقوية مما يعني خض التكاليف بنسبة عالية جدا.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

المميزات الإيجابية لأنظمة الإتصالات البصرية

- *المناعة ضد التداخل الكهرومغناطيسي* :
  - تصنع الألياف البصرية من مواد عازلة مما يجعلها لا تتأثر بالمجالات الكهرومغناطيسية المحيطة
  - كذلك تدني نسبة التداخل بين الخطوط المتجاورة

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

المميزات الإيجابية لأنظمة الإتصالات البصرية

- *صغر الحجم والوزن*

- تصنع الألياف البصرية بمقاسات صغيرة جدا تقريبا بقطر يساوي 125µm وهو ما يكافئ سماكة شعرة الإنسان
- برغم من طبقات التغليف فإن سماكتها ووزنها يبقى أقل من الكوابل المعدنية الأخرى

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المميزات الإيجابية لأنظمة الإتصالات البصرية

- *السرية العالية*

✓يعتمد مبدأ عمل الألياف البصرية على الانعكاس الكلي الداخلي مما يجعل الضوء ينتشر كليا داخل الليف وبالتالي ليس من الممكن أن يتم التقاط أو استقبال أي جزء من الضوء المنتشر والذي بدورة يقوم بنقل المعلومات المرسلة.

- *المرونة العالية*
- *مدة تشغيل أطول*
- *استخدام المصادر الطبيعية المنتشرة*

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

تطبيقات الألياف البصرية

- لقد بدأ تطبيق استخدام الألياف البصرية منذ أكثر من ٥٠ عاما
- لكن خلال العشرون عاما الأخيرة انتشرت الألياف البصرية بصورة كبيرة وواسعة جدا في جميع دول العالم وفي مختلف المجالات الهندسية والطبية وغيرها من الاستخدامات
- حيث تم تركيب ملايين من خطوط الألياف البصرية المحلية والتي تربط بين الدول والعابرة للقارات والمحيطات.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

تطبيقات الألياف البصرية

ومن أهم مجالات تطبيق الألياف البصرية في الوقت الحالي:

i. خطوط الإتصالات بعيدة المدى.
ii. شبكات الهاتف المحلية.
iii. البث التلفزيوني عبر الكوابل.
iv. الإنترنت ونقل المعلومات.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

تطبيقات الألياف البصرية

ومن أهم مجالات تطبيق الألياف البصرية في الوقت الحالي:

v. الإتصالات العسكرية.

vi. المجسات.

vii. الاستخدامات الطبية والجراحية.

viii. الاستخدامات الصناعية.

وغيرها من الاستخدامات في مجال الفلك والزراعة والجيولوجيا وعلم التربة والمعادن

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري