المحاضرة السادسة

الألياف البصرية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التشتت Dispersion

- يعتبر التشتت من المشاكل الرئيسية في أنظمة اتصالات الألياف البصرية والذي يحدد أهم عاملين هما:

i. سرعة الإرسال Maximum Bit Rate

ii. مسافة الإرسال القصوى Maximum Transmission Distance

- وبذلك يتسبب التشتت في تشويه الإشارة Signal Distortion سواء في الأنظمة التماثلية أو الرقمية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التشتت Dispersion

- إن التأثير الأكبر للتشتت يظهر في حالة الأنظمة الرقمية وذلك على شكل التوسع في عرض النبضات البصرية المرسلة عبر الليف والذي يزيد المسافة المقطوعة
- وتؤدي هذه الظاهرة السلبية إلى حصول تداخل بين النبضات المرسلة Intersymbol Interference والتي تعرف اختصارا ب(ISI).
- إن زيادة هذه الظاهرة يؤدي الى زيادة ظهور الأخطاء والذي بدوره يؤدي إلى زيادة معدل الخطأ في البتات Bit Error Rate (BER)

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التشتت Dispersion

- يؤدي التشتت إلي الأتي:

i. يسبب التوسع في عرض النبضات

ii. ظهور التداخل بين النبضات

iii. يؤدي إلي ظهور المزيد من الأخطاء

iv. الارتفاع في معدل خطأ البتات

- وهذا يؤدي إلي تحديد مسافة الإرسال القصوي وكذلك تحديد سرعة الإرسال القصوي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التشتت Dispersion

- ينقسم التشتت إلى عدة أنواع هي:

i. التشتت الضمني أو الداخلي: Intermodal Dispersion

ويسمى أيضا بتشتت النمط Modal Dispersion أو Multimode Dispersion حيث يظهر هذا النوع من التشتت في الألياف البصرية متعددة النمط فقط

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التشتت Dispersion

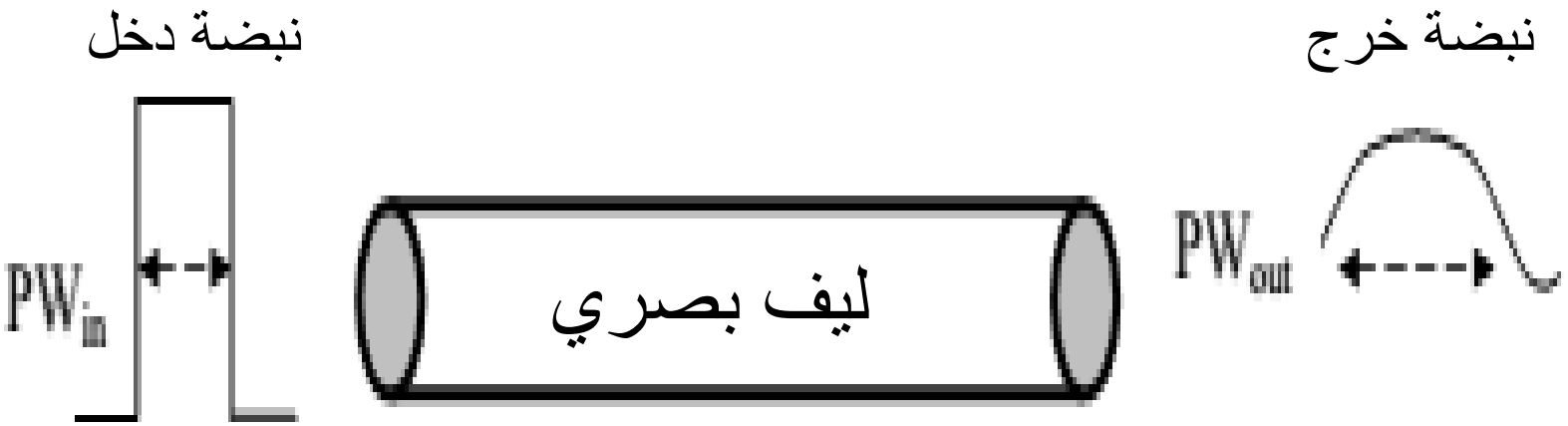
ii. التشتت الباطني: Intermodal Dispersion

ويعرف أيضا بتشتت اللون Chromatic Dispersion حيث يظهر في جميع أنواع الألياف البصرية وينقسم إلى نوعين هما:

a) تشتت المادة Material Dispersion

b) تشتت موجه الموجة Waveguide Dispersion

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



الشكل أعلاهـ يوضح كيفية التوسع في عرض النبضة أثناء انتشارها خلال الليف وذلك بسبب التشتت

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التشتت Dispersion

- حيث يرمز للتشتت بالرمز Δt وعرض النبضة عند المدخل بالرمز PW_{in} وعرض النبضة بعد التشتت بالرمز PW_{out}
- ويقاس التشتت بوحدة الزمن ويعتمد بشكل أساسي على طول الليف حيث يزداد التشتت مع زيادة الطول

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

التشتت Dispersion

- ومن هنا فإن التشتت يعطى لليف البصري بوحدة الزمن لكل كيلومتر(ns/km) أو (ps/km)
- يعطي التشتت بالعلاقة الآتية

$$\Delta t = \sqrt{(PW_{in}^2 - PW_{out}^2)}$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

تشتت المادة: Material Dispersion

- من المعلوم أن الضوء ينبعث من المصدر الضوئي على أطوال موجية مختلفة
- والتي سوف تنتشر خلال الليف بسرعات مختلفة حسب معامل انكسار المادة المصنوع منها الليف وحسب الطول الموجي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

تشتت المادة: Material Dispersion

- مما يؤدي إلى وصولها نهاية الليف في أزمنة مختلفة
- وهذا هو السبب في حدوث تشتت المادة الذي يؤدي إلى توسيع النبضات وبالتالي تشويهها

$$\sigma_m = \sigma_\lambda \times L \times M$$

- حيث يتم الحصول على قيمة تشتت المادة بتربيع القيمة σm وله وحدة قياس (ps/nm*km) حيث يعطى ضمن مواصفات الليف

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

تشتت المادة: Material Dispersion

- وترمز $\sigma\lambda$ إلى العرض الطيفي للمصدر الضوئي وتقاس بالنانومتر(nm)
- بينما ترمز L إلى طول الليف
- وترمز M إلى معامل تشتت المادة.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

تشتت موجه الموجة: Waveguide Dispersion

- عادة ما تكون قيمة تشتت موجه الموجة σw قليلة مقارنة مع تشتت المادة
- وكلا من النوعين يعتمد في الأصل على الطول الموجي وعلى العرض الطيفي للمصدر الضوئي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

تشتت موجه الموجة: Waveguide Dispersion

- عند الطول الموجي 1.3µm تتحقق خاصية مهمة جدا وهي أن تشتت موجه الموجة يكون سالبا بينما تشتت المادة موجبا ومجموعهما صفر عند الطول الموجي1.31µm
- لذلك فإن افضل طول موجي من حيث التشتت هو 1.31µm حيث يسمى الطول الموجي ذو التشتت الصفري

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

تشتت موجه الموجة: Waveguide Dispersion

- بينما أفضل طول موجي من حيث التوهين هو λ=1550 nm ولهذا فقد تم تصميم ألياف بصرية يكون فيها التشتت الصفري على الطول الموجي λ=1550 nm
- حيث تسمى الألياف البصرية ذات التشتت الصفري المزاح Dispersion Shifted Fibers.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مواءمة الليف وفقد الوصلات: Fiber Alignment and Joint Loss

- من المعلوم أن أنظمة الإتصالات البصرية تستخدم لمسافات طويلة جدا ولذلك يجب ربط وتوصيل الألياف البصرية للحصول على الطول المطلوب.
- وكذلك لابد من إيجاد طريقة فعالة لتوصيل الليف إلى جهاز الإرسال والاستقبال بأقل فقد ممكن

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مواءمة الليف وفقد الوصلات: Fiber Alignment and Joint Loss

- هنالك طريقتان لتوصيل الألياف البصرية مع بعضها البعض هما:-

i. عن طريق اللحام **Splicing**

ii. عن طريق الوصلات **Connectors**

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مواءمة الليف وفقد الوصلات: Fiber Alignment and Joint Loss

✓ **اللحام Splicing:**

وهي طريقة ثابتة للتوصيل وأكثر الطرق انتشارا وجدوى هو :-

i. اللحام الكهربائي
ii. اللحام الميكانيكي
iii. اللحام الكيميائي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

مواءمة الليف وفقد الوصلات: Fiber Alignment and Joint Loss

✓ **وصلات الألياف Fiber Connectors:**

- وهي عبارة عن وصلات متحركة بسيطة وسريعة حيث يتم توصيل الألياف البصرية مع البعض يدوياً
- في جميع أنواع الألياف البصرية هنالك عدة مشاكل في التوصيل بعضها البعض والتي تتسبب في زيادة الفقد
- لذلك لابد من تهيئة ومواءمة الألياف قبل إجراء عملية التوصيل

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

أنواع الوصلات: Connectors Types

- هنالك الكثير من الأنواع والموديلات المختلفة للوصلات المستخدمة في أنظمة الإتصالات البصرية تبعاً لنوع الليف وقياساته ونوع الأجهزة المستخدمة(أجهزة الإرسال والاستقبال والقياس).
- الشكل أدناهـ يوضح بعض أنواع الوصلات المستخدمة في أنظمة الإتصالات بالألياف البصرية

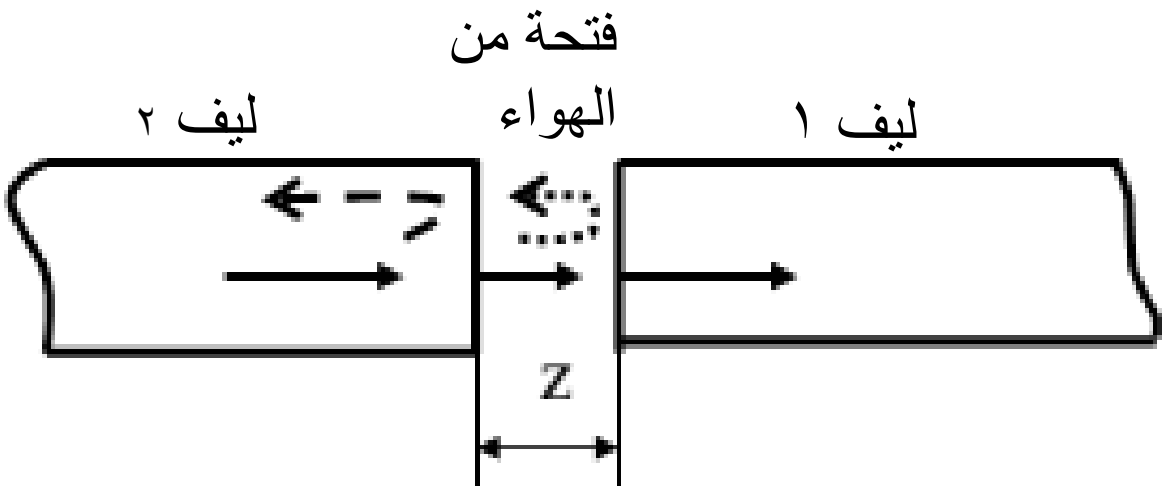
د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

أنواع الوصلات المستخدمة في أنظمة الإتصالات بالألياف البصرية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

إنعكاس فرسنل: Fresnel Reflection

- هو عبارة عن ظاهرة مرتبطة بتغيَر معامل الانكسار عند انتقال الضوء من ليف إلى ليف أخر موصل به(عادة ما يفصل الفراغ بين الليفين) مما يؤدي إلى انعكاس جزئي للضوء المنتشر في الاتجاهين



د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

انعكاس فرسنل: Fresnel Reflection

- ولإيجاد القيمة المطلقة لمعامل الانعكاس نستخدم العلاقة التالية:

$$r = \left(\frac{n_1 - n}{n_1 + n} \right)^2$$

- حيث r تمثل الجزء المنعكس من الضوء عن واجهة واحدة ويرمز n إلى معامل انكسار الوسط الفاصل بين الليفين(عادة ما يكون هواء n=1) وn1 معامل الانكسار للب الليف

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

انعكاس فرسنل: Fresnel Reflection

- لإيجاد الانعكاس الكلي نضاعف القيمة r .
- لحساب الفقد الناتج عن انعكاس فرسنل من جهة واحدة بوحدة الديسبل:

$$Loss_{Fresenl} = -10\log(1-r)$$

- يجب مضاعفة قيمة الناتج حتى نحصل على الفقد الكلي.
- للتقليل من تأثير انعكاس فرسنل، يجب ملء الفراغ بين الليفين بمادة خاصة لها نفس معامل الانكسار لليف n1

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

عدم المواءمة بين الألياف: Fiber Misalignment

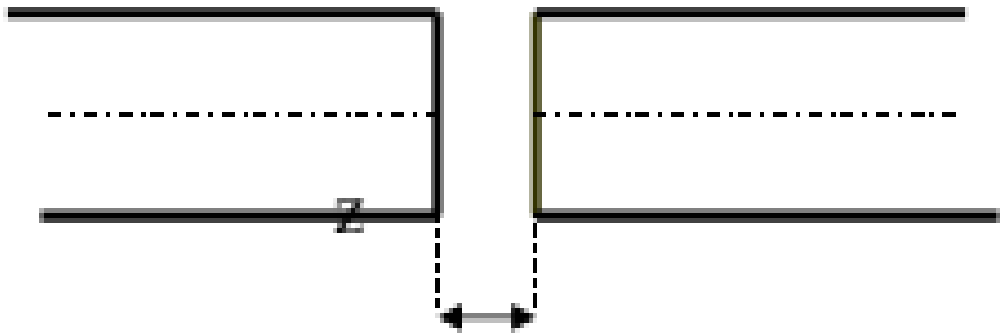
- عدم المواءمة بين الألياف يمكن تقسيمها إلي:-

i. عدم المواءمة الطولية Longitudinal Misalignment
ii. عدم المواءمة الجانبية Lateral Misalignment
iii. عدم المواءمة الزاوية Angular Misalignment

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

عدم المواءمة الطولية

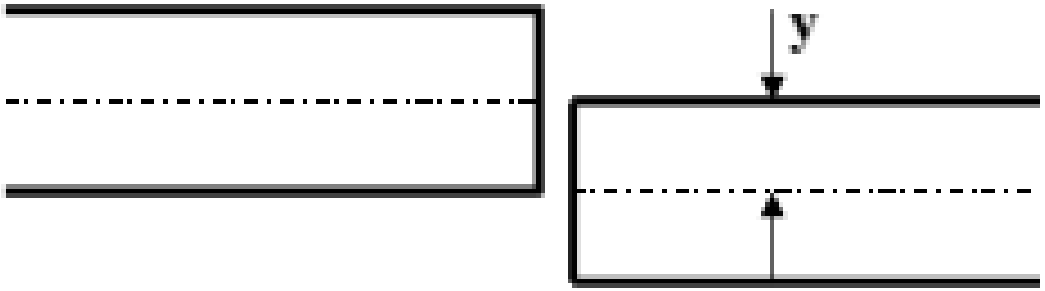
- تظهر هذه المشكلة عند توصيل ليفين باستخدام أدوات التوصيل connectors حيث يبقى فراغاً بينهما
- وتؤدي عدم المواءمة الطولية إلى حدوث انعكاس فرسنل



د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

عدم المواءمة الجانبية

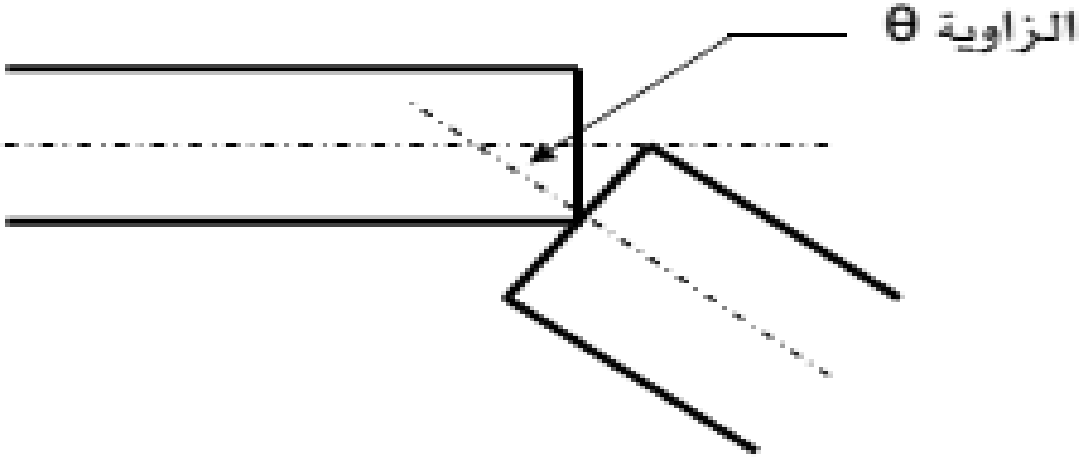
- تظهر هذه المشكلة عند توصيل ليفين بإستحدام اللحام أو أدوات التوصيل
- حيث تظهر إزاحة جانبية تتسبب في حصول فقد في قدرة الضوء
- وتعتمد قيمتها على نوع الليف ومقدار الإزاحة



د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

عدم المواءمة الزاوية

- تظهر هذه المشكلة عند توصيل ليفين باستخدام اللحام أو أدوات التوصيل
- حيث تظهر زاوية بين امتداد الليف الأول والثاني وتتسبب في حصول فقد في قدرة الضوء تعتمد على نوع الليف ومقدار الزاوية.



د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري