المحاضرة التاسعة

الألياااااف الضوئيااااة

Cables Optic Fiber

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الألياف البصرية

- تعتبر الألياف الضوئية المكون الأساسي لأنظمة الإتصالات الضوئية حيث يستخدم الضوء كناقل للمعلومات.
- يمكن اعتبار الضوء كإشعاع كهرومغناطيسي ولتوضيح وفهم الية عمل الضوء هنالك ثلاثة مداخل أو مفاهيم وإعتبارات لتفسير ذلك:

i. اعتبار أن الضوء موجة كهرومغناطيسية وذلك بإستخدام نظرية الأمواج Waves Theory .

ii. اعتبار أن الضوء كخط أو شعاع وذلك بإستخدام علم البصريات Geometric Optics .

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الألياف البصرية

iii. اعتبار أن الضوء حزمة من الفوتونات وذلك بإستخدام نظرية الكم Quantum Theory

- وحتى يفهم مبدأ والية عمل الليف الضوئي سوف يستخدم الاعتبار الثاني والذي يعتبرالضوء كشعاع يتحرك بإتجاة وزاوية معينة وبذلك تنطبق عليه القوانين الأساسية في علم البصريات الضوئية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المكونات الأساسية لأنظمة الإتصالات الضوئية

- تتماثل أنظمة الإتصالات الضوئية من حيث المكونات الأساسية مع أنظمة الإتصالات الاعتيادية
- ولكن هنالك ضرورة لتحويل الإشارات الكهربائية إلى ضوئية في جهة الإرسال والتحويل العكسي في جهة الاستقبال

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المكونات الأساسية لأنظمة الإتصالات الضوئية

- تتكون منظومة الإتصالات الضوئية من ثلاثة عناصر أساسية هي:

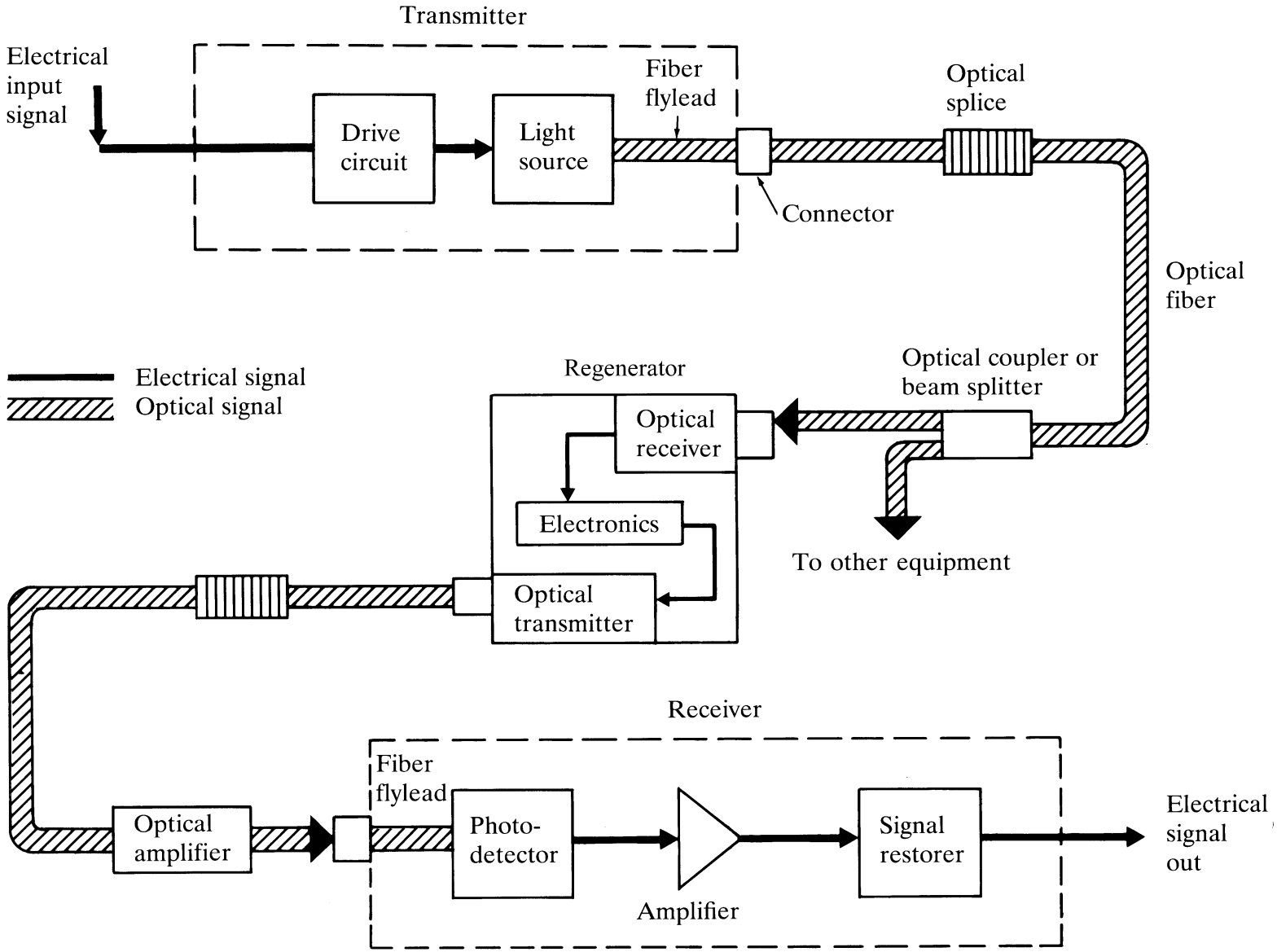
i. المصادر الضوئية Optical Sources

ii. الكاشف الضوئي Optical Detectors

iii. الألياف الضوئية Optical Fiber

- الشكل التالي يوضح نموذج لمنظومة اتصالات ضوئية يوضح العناصر الأساسية وغيرها من العناصر اللازمة لإتمام عمل المنظومة

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



منظومة اتصالات الياف بصرية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

الألياف الضوئية

- تعتبر الألياف الضوئية الوسط الناقل للإشارة الضوئية أو قناة الاتصال في منظومة الإتصالات البصرية
- حيث ينتقل الضوء داخل الليف الضوئي وفقا لنظريات وقوانين البصريات الضوئية مثل قانون إسنل وقوانين الانعكاس والانكسار والزاوية الحرجة والانعكاس الكلي الداخلي.
- تنقسم الألياف الضوئية إلى عدة أنواع وفقا لنوع المادة المصنوعة منها ووفقا لطبيعة الإشعاع وكمية الإشعاع ومعاملات الانكسار

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الألياف الضوئية

- يتكون الليف الضوئي من ثلاثة أجزاء أساسية هي:

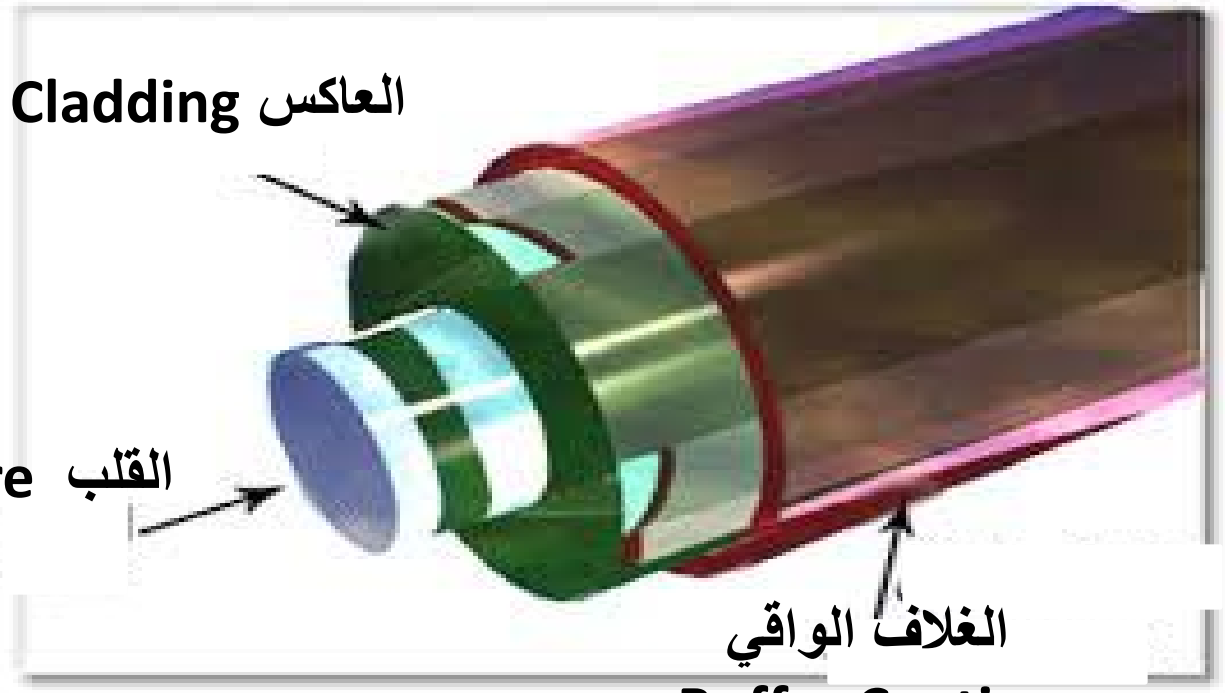
i. القلب Core

ii. العاكس Cladding

iii. الغلاف الخارجي Coating

- الشكل أدناه يوضح المكونات الأساسية لليف البصري

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



الأجزاء الأساسية لليف الضوئي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الألياف الضوئية

- **أنواع الألياف البصرية من حيث نوع المادة المصنوعة منها:**

i. الألياف البلاستيكية

ii. الألياف الزجاجية

- توجد أيضا بعض الأنواع التي تتكون من خليط من البلاستيك والزجاج

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الألياف الضوئية

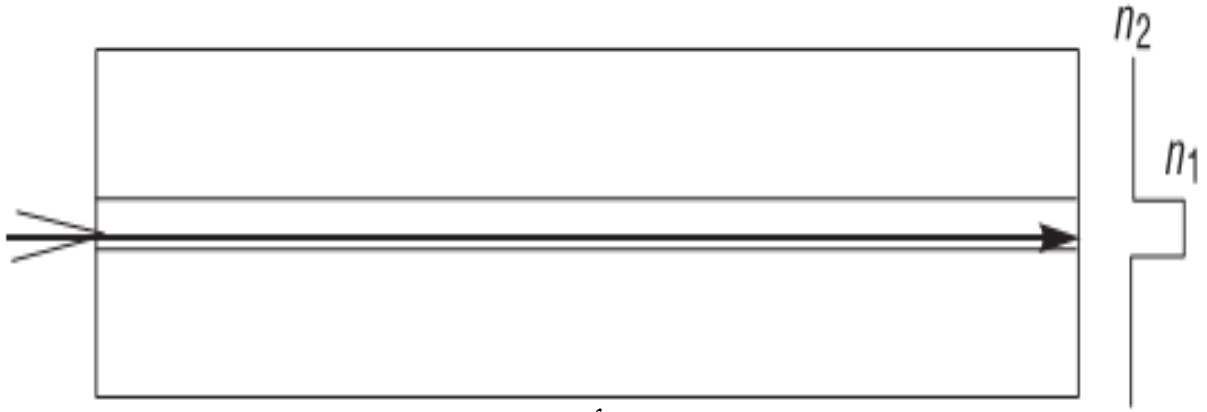
- **أنواع الألياف البصرية من حيث النمط أو عدد الإشارات المنقولة عبرها:**
  i. الليف متعدد النمط Multimode Fiber
  ii. الليف أحادي النمط Single_mode Fiber

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

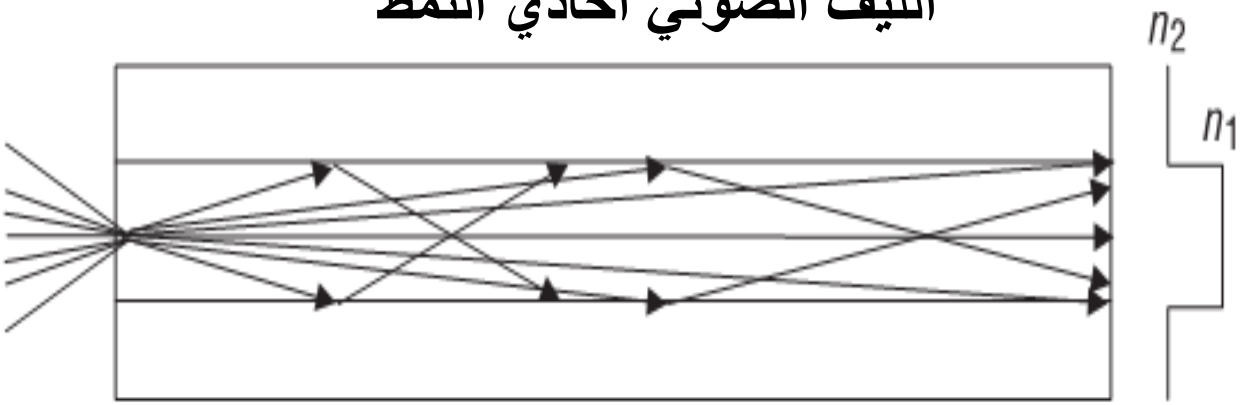
الألياف الضوئية

- **أنواع الألياف البصرية من حيث نوع معامل انكسار القلب:**
  i. الليف العتبي Step Index Fiber
  ii. الليف التدريجي Graded Index Fiber

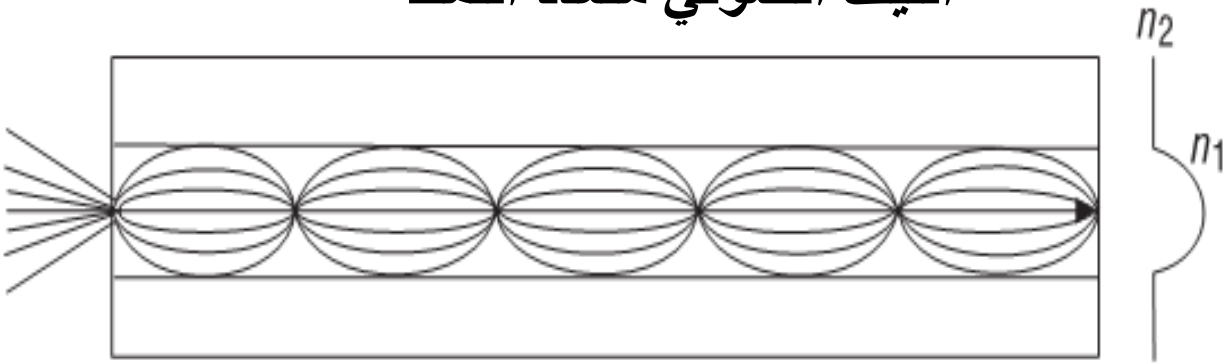
د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



الليف الضوئي أحادي النمط



الليف الضوئي متعدد النمط



الليف الضوئي التدريجي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المميزات الإيجابية لأنظمة الإتصالات الضوئية

- ✓سعة الإرسال العالية.
- ✓الفقد القليل.
- ✓المناعة ضد التداخل الكهرومغناطيسي.
- ✓صغر الحجم والوزن.
- ✓السرية العالية
- ✓المرونة العالية.
- ✓درجة عالية من الأمان

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المميزات الإيجابية لأنظمة الإتصالات الضوئية

- ✓مدة تشغيل اطول.
- ✓التجاوب العالي مع الظروف البيئية المحيطة من درجات حرارة ورطوبة وسوائل.
- ✓استخدام المصادر الطبيعية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المصادر الضوئية

- تعتبر المصادر الضوئية من أهم العناصر اللازمة لعمل منظومة الإتصالات الضوئية فهي الجزء الذي يقوم بتوليد الإشارة الضوئية الحاملة لإشارات المعلومات في جهة الإرسال.
- يعتبر المصدر الضوئي المسؤل الأول في تحويل الإشارة الكهربائية إلى إشارة ضوئية يمكن نقلها عبر الليف الضوئي. حيث تنقسم المصادر الضوئية إلى نوعيين أساسيين هما:

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

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المتطلبات التي يجب أن تتوفر في المصدر الضوئي

- هنالك العديد من المتطلبات والشروط التي يجب مراعاتها وتوفرها في المصدر الضوئي عند اختياره لتطبيق معين في أنظمة الإتصالات البصرية وهي:

i. أن يكون الطول الموجي المنبعث من المصدر الضوئي ملائماً للإرسال عبر الألياف البصرية.

ii. أن تكون القدرة المنبعثة من المصدر عالية بالقدر الكافي لاستخدامها في الإتصالات بعيدة المدى.

iii. أن يكون عرض النطاق الإشعاعي $\sigma\lambda$ أقل ما يمكن وذلك لتقليل قيمة تشتت المادة.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المتطلبات التي يجب أن تتوفر في المصدر الضوئي

iv. أن تكون المساحة الإشعاعية للضوء الخارج من المصدر أقل من مساحة لب الليف وذلك لتحسين توصيل الضوء لليف.

v. الإستقرارية في قيمة القدرة المنبعثة، الطول الموجي وعرض النطاق الإشعاعي وعدم تأثرها بدرجة الحرارة.

vi. إمكانية تعديل المعلومات ونقلها عبر الليف.

vii. أن تتمتع بسرعة تعديل عالية لضمان إرسال أكبر قدر ممكن من المعلومات.

viii. أن تكون الدوائر الإلكترونية المصاحبة للمصدرمن أجل تشغيله أبسط ما يمكن.

ix. قلة التكلفة.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الكاشف الضوئي

- الكاشف الضوئي أيضا من العناصر اللازمة لعمل منظومة الإتصالات الضوئية
- فهو الجزء الذي يقوم بالعملية العكسية في جهة الاستقبال فهي تقوم باسترجاع إشارة المعلومات الكهربائية من الإشارة الضوئية الحاملة.
- تعتبر الكاشف الضوئي المسؤل الأول عن تحويل الإشارة الضوئية المستقبلة إلى إشارة المعلومات الكهربائية.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الكاشف الضوئي

- حيث تنقسم الكاشف الضوئية إلى ثلاثة أنواع أساسية هي:

i. الثنائي الضوئي pn Photodiode

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

iii. ثنائي أفلانج الضوئي Avalanche Photodiode

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المتطلبات التي يجب أن تتوفر في الكاشف الضوئي

- هنالك العديد من المتطلبات والشروط التي يجب مراعاتها وتوفرها في الكاشف الضوئي عند إختياره لتطبيق معين في أنظمة الإتصالات البصرية وذلك للحصول على أداء عالي وهي:-

i. الحساسية العالية على الطول الموجي. High Sensitivity
ii. الكفاءة الكمية العالية(إستجابة عالية للإشارات المستقبلة).
iii. زمن إستجابة(زمن الصعود) قصير للحصول على عرض نطاق مناسب

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المتطلبات التي يجب أن تتوفر في الكاشف الضوئي

iv. مستوى ضوضاء أقل ما يمكن. Minimum Noise

v. إستقرارية خصائص الأداء. Stability of Performance

vi. حجم صغير ليتناسب مع مقاسات الليف. Small Size

vii. فولتية انحياز قليلة. Low Bias Voltage

viii. تكلفة قليلة. Low Cost

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

تطبيقات الألياف الضوئية

- بدأ استخدام الألياف الضوئية منذ القدم ولكنها أصبحت من أهم خطوط النقل في هندسة الإتصالات والشبكات وفي كثير من العلوم والتطبيقات الطبية والفلكية وغيرها في عصرنا هذا وذلك نسبة للمميزات العظيمة التي تتمتع بها
- ومن أهم التطبيقات التي تستخدم الألياف الضوئية الأتي:

✓ خطوط أو منظومات الإتصالات بعيدة المدى.

✓ شبكات الهاتف المحلية.

✓ البث التلفزيوني عبر الكيبل.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

تطبيقات الألياف الضوئية

- ✓ التطبيقات الطبية.
- ✓ الإنترنت ونقل البيانات.
- ✓ الإتصالات العسكرية.
- ✓ المجسات.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

العوامل التى يجب مراعاتها عند تصميم أنظمة الاتصالات البصرية

- ✓ نوع الإرسال (تماثلي- رقمي).
- ✓ المسافة الكلية بين المرسل والمستقبل.
- ✓ سرعة البث أو عرض النطاق المطلوب.
- ✓ نوع الليف الضوئي.
- ✓ توهين الليف
- ✓ قيمة القدرة المطلوبة.
- ✓ نوع المصدر والكاشف الضوئي.
- ✓ نوع الوصلات البصرية المستخدمة.
- ✓ نوع اللحام المتوفر

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

ميزانية الخط البصري: Optical Link Budget

- قبل البدء في عملية التصميم يجب الأخذ في الاعتبار وتجميع وتحضير جميع البيانات حول جميع المكونات اللازمة للتصميم.
- هنالك عاملان أساسيان يجب أخذهما بعين الاعتبار:

i. الأول وهو إجمالي الفقد الناتج للوصلة البصرية والذي يحدده حساب ميزانية القدرة للوصلة.

ii. العامل الثاني وهو معرفة القيمة القصوى لعرض النطاق والتي تحدد السرعة القصوى لإرسال البيانات في النظام الرقمي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

ميزانية الخط البصري: Optical Link Budget

- تعتبر عملية حساب أو إيجاد ميزانية الخط البصري أو ما يسمى ميزانية القدرة Power Budget من أهم مراحل تصميم الوصلة البصرية أو نظام الاتصال البصري
- حيث تعرف بأنها جدولة وحساب جميع أنواع الفقد على امتداد خط الاتصال البصري.
- توجد هنالك مجموعة من مسببات الفقد منها الفقد الناتج عن الليف نفسه ، الفقد الناتج عند مناطق اللحام أو عند الوصلات البصرية ، الفقد الناتج الموهنات ....إلخ

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

ميزانية الخط البصري: Optical Link Budget

- يبدأ حساب ميزانية القدرة ابتداء من قيمة القدرة الضوئية الخارجة من المصدر الضوئي ثم وصولاً إلى حساسية المستقبل وأخيراً قيمة القدرة الضوئية الفعلية الواصلة للكاشف الضوئي.

القيمة القصوى للفقد=القيمة الخارجة من المصدر - حساسية المستقبل

$$P_T = P_S - P_R$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

ميزانية الخط البصري: Optical Link Budget

- لحساب القيمة القصوى للفقد الناتج خلال الوصلة البصرية لابد من معرفة العوامل الآتية:

i. الطول الكلي لليف البصري وقيمة الفقد لكل كيلومتر.
ii. عدد نقاط اللحام والفقد في كل نقطة.
iii. عدد الوصلات البصرية المطلوبة والفقد في كل وصلة.
iv. الفقد الناتج عن أي مكونات أخرى في النظام.
v. احتياطي التصميم System Margin

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري