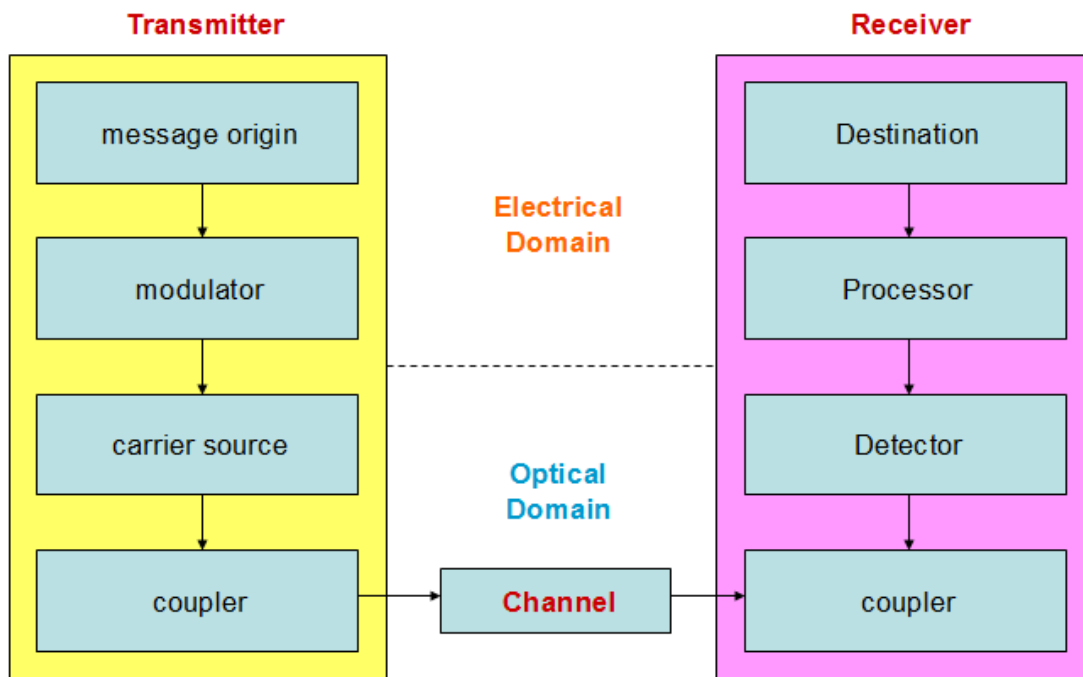


ملخص محاضرة خاصة بمقرر مادة  
"نظم اتصالات بصرية وليزرية"  
" أساسيات نظم الاتصالات البصرية والليزرية 2 "  
للفصل الثاني للعام الدراسي 2020/2019  
بعنوان:

## منظومة الاتصالات البصرية

## Fiber-Optic Communication System



Component of Optical communication system

**I. مكونات منظومة الاتصالات البصرية: Fiber-Optic Communication System:**

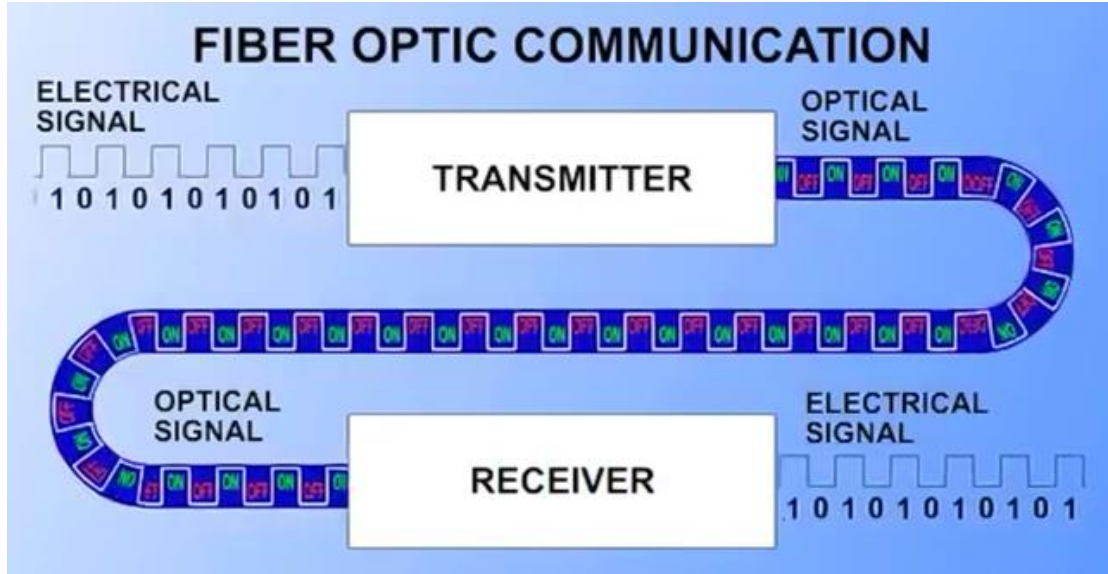
تتألف منظومة الاتصالات البصرية من المكونات التالية:

**1- مرسل Transmitter:**

ويقوم بإرسال الإشارة بعد تحويلها من إشارة كهربائية Electrical Signal (0,1, ...) إلى إشارة ضوئية Optical Signal (OFF,ON, ...).

**2- مستقبل Receiver:**

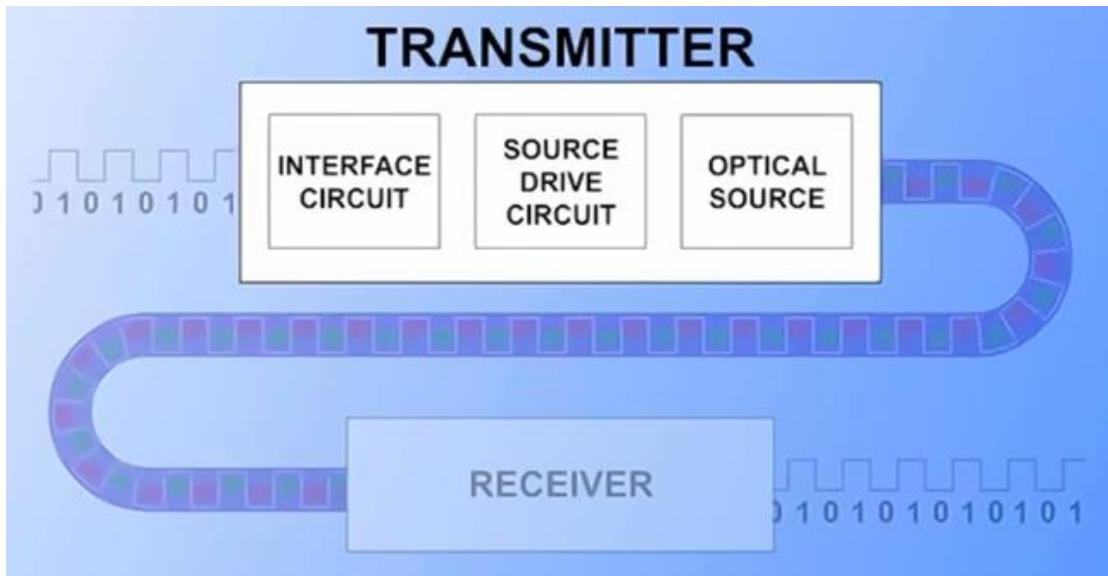
ويقوم بدوره بإرسال الإشارة بعد تحويلها من إشارة ضوئية Optical Signal (OFF,ON, ...) إلى إشارة كهربائية Electrical Signal (0,1, ...).

**3- قناة اتصال Chanell:** تربط بين المرسل والمستقبل (انظر الشكل 1).

شكل (1)

**• مكونات المرسل في منظومة الاتصالات البصرية Transmitter Components:**

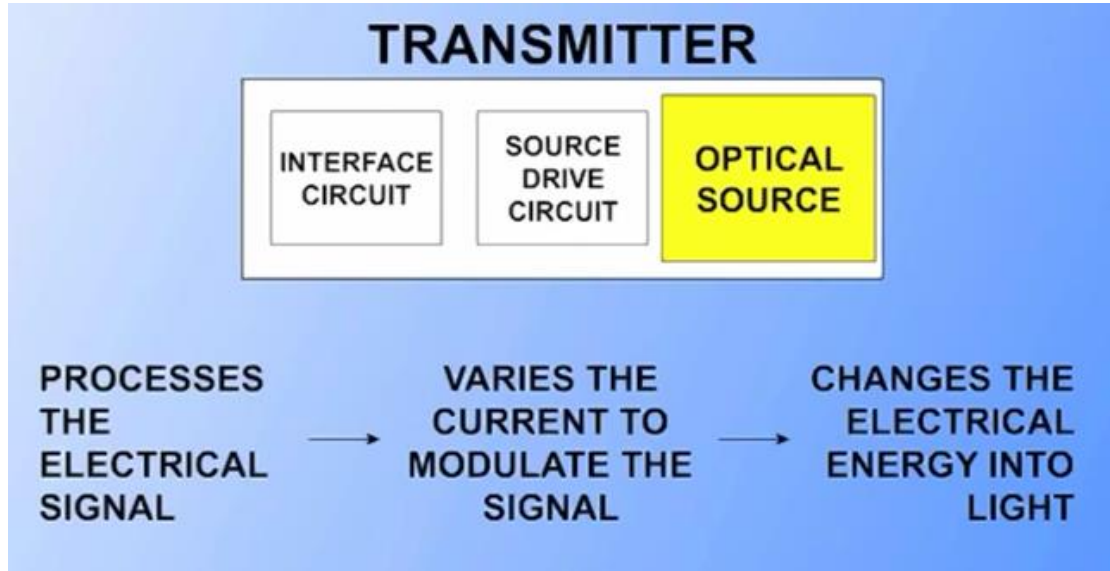
يتكون المرسل Transmitter في منظومة الاتصالات البصرية من المكونات التالية:

**1- دائرة ملائمة Interface circuit:****2- دائرة قيادة المنبع Source drive circuit****3- المنبع البصري Optical source** (انظر الشكل 2)

شكل (2)

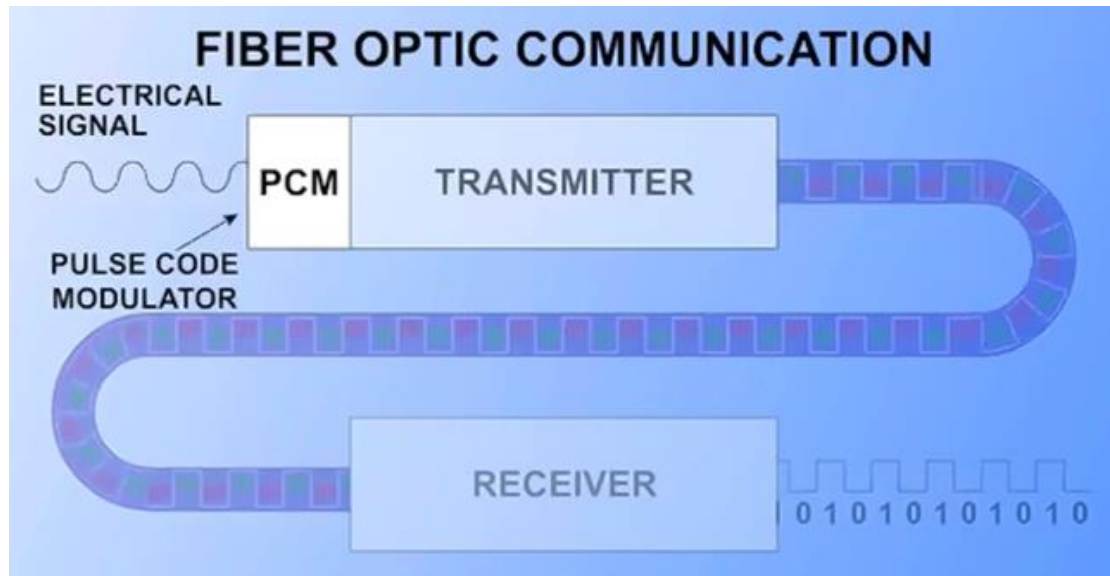
### • وظائف المرسل في منظومة الاتصالات البصرية :Transmitter Tasks

- 1- دائرة ملائمة Interface circuit: تعالج إشارة الدخل
- 2- دائرة قيادة المنبع Source drive circuit: ترفع شدة تيار إشارة الدخل
- 3- المنبع البصري Optical source: يحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية (انظر الشكل 3)



شكل (3)

### • عند الحاجة يُزود المرسل بنظام ترميز نبضي (PCM) Pulse Coded Modulator:



شكل (4)

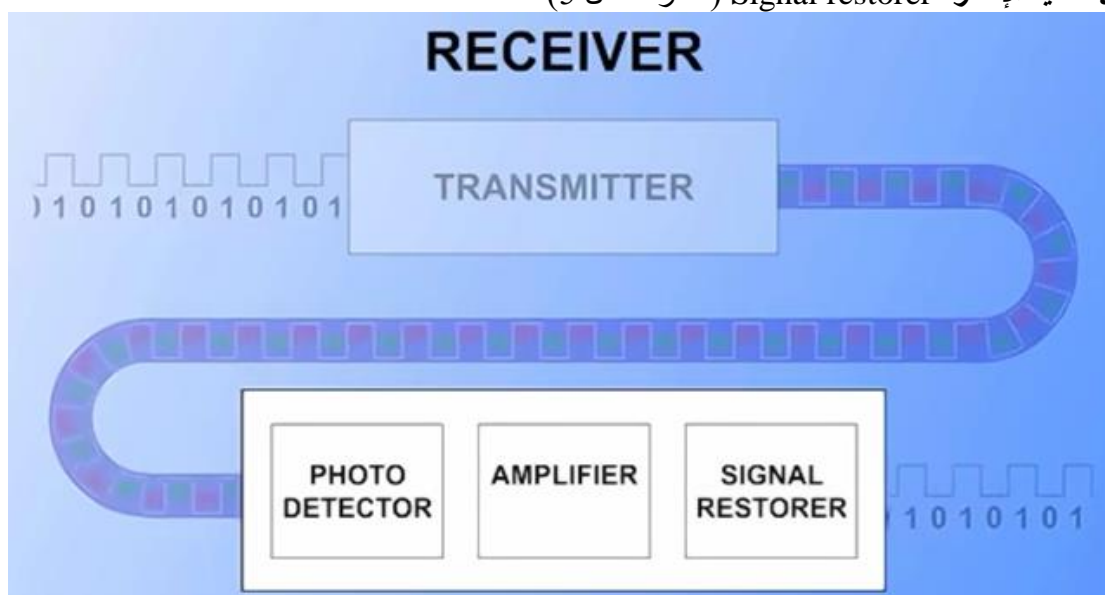
- وذلك لتحويل إشارة الدخل التشابهيبة Analog input signal إلى إشارة دخل رقمية Digital input signal (انظر الشكل 4)

### • مكونات المستقبل في منظومة الاتصالات البصرية :Receiver Components

يتكون المستقبل Receiver في منظومة الاتصالات البصرية من المكونات التالية:

- 1- دائرة الكاشف Photo detector circuit

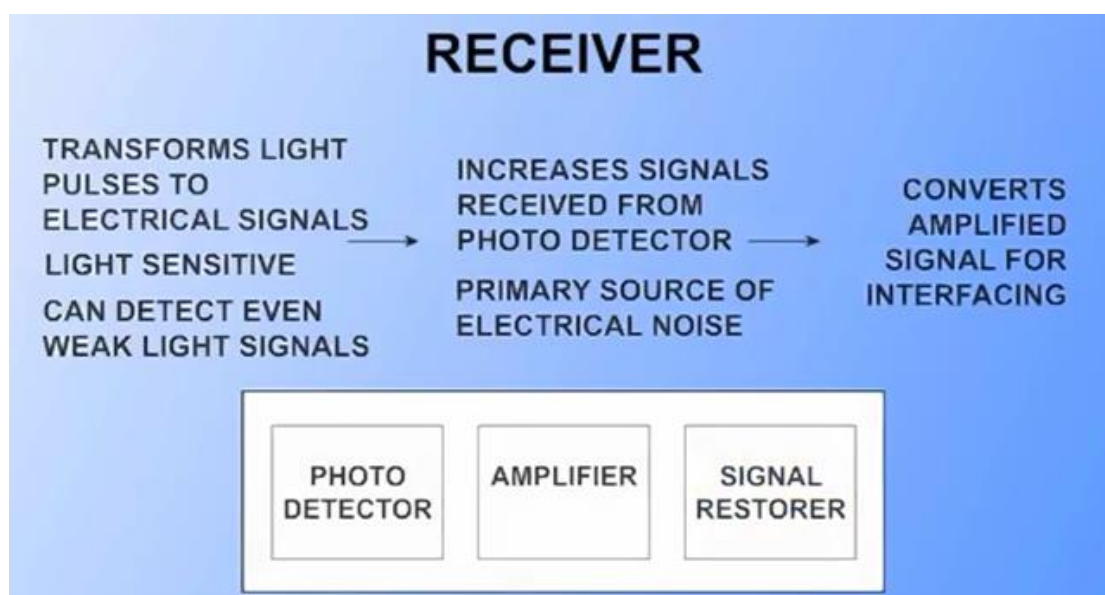
- 2- دائرة المضخم Amplifier circuit  
3- معيد الإشارة Signal restorer (انظر الشكل 5)



شكل (5)

### • وظائف المستقبل في منظومة الاتصالات البصرية Receiver Tasks:

- 1- دائرة الكاشف Photo detector circuit: يحول نبضات الضوء إلى إشارات كهربائية
- 2- دائرة المضخم Amplifier circuit: يضخم الإشارة المستقبلة من دائرة الكاشف
- 3- معيد الإشارة Signal restorer: يحول الإشارة المضخمة إلى دارات الملازمة (انظر الشكل 6)

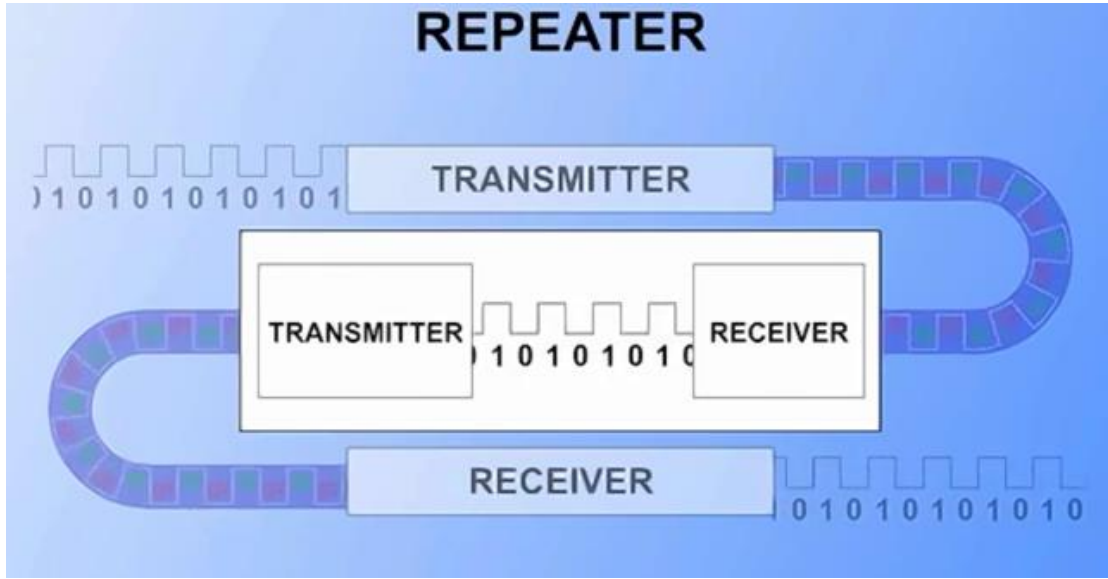


شكل (6)

### • معيد إشارة Repeater:

- يستخدم عادة في منظومة الاتصالات البصرية repeater "معيد إشارة" كلما دعت الحاجة للحفاظ على سوية معينة للإشارة أثناء الإرسال (انظر الشكل 7).

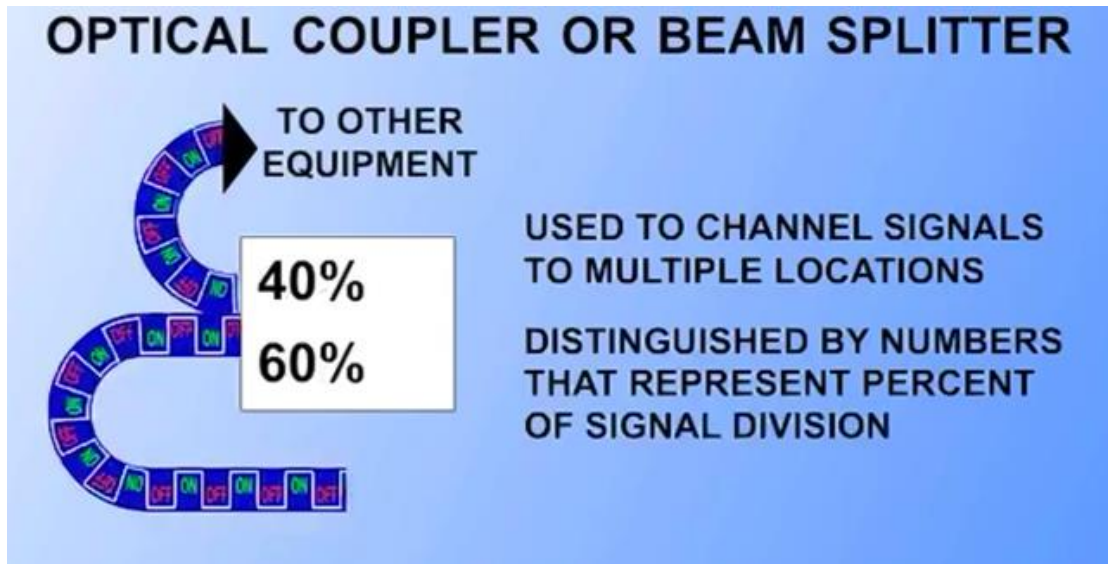
- يحدد عدد المعيدات Repeater تبعاً للمسافة بين المرسل والمستقبل (تبلغ وسطياً 50-100 Km وذلك تبعاً لنظام الكبل المستخدم)



شكل (7)

#### • المُقسِّم الإشارة Coupler:

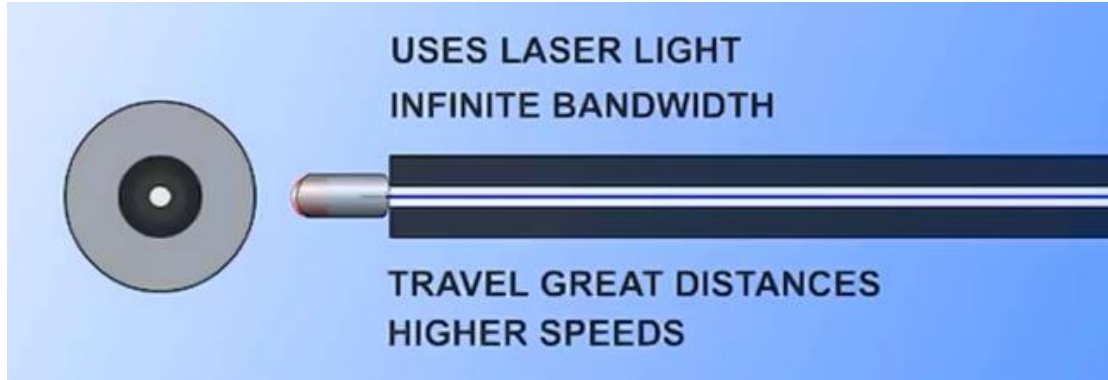
- يستخدم عادة في منظومة الاتصالات البصرية coupler "مُقسِّم إشارة" كلما دعت الحاجة لتفريع الإشارة بنسبة تقسيم معينة للإشارة لتغذية تجهيزات أخرى  
- يحدد عدد المُقسِّمات تبعاً للأماكن المراد تخديمها بالإشارة المطلوبة على طول المسار بين المرسل والمستقبل (انظر الشكل 8).



شكل (8)

#### • أنواع المُقسِّمات Coupler Types:

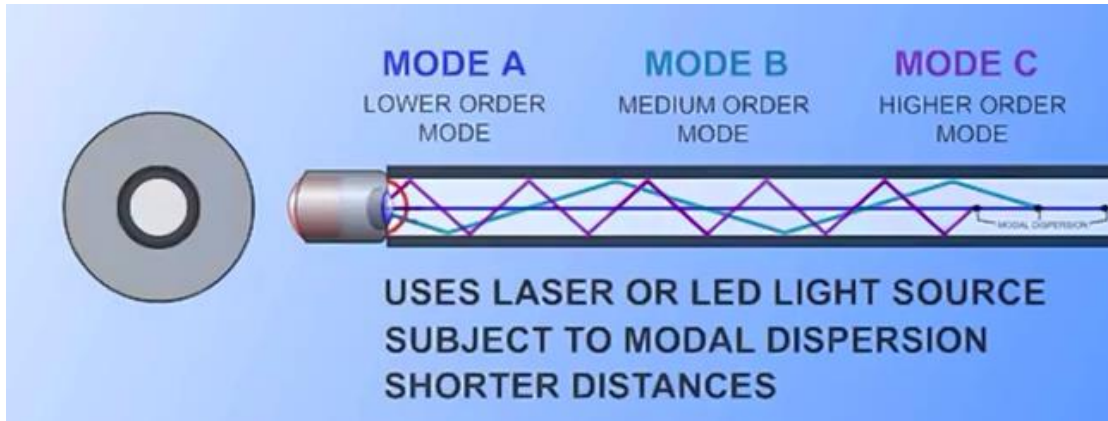
- تختلف أنواعها تبعاً لنسب التقسيم وأشهرها:
- 1- مقسمات إشارة بنسبة تقسيم 20% / 80%
  - 2- مقسمات إشارة بنسبة تقسيم 40% / 60%
  - 3- مقسمات إشارة بنسبة تقسيم 50% / 50%

**II. مسار الإشارة ضمن الليف Path within Fiber-Optic:****1. مسار الإشارة ضمن الليف وحيد النظام (OS) Path within Fiber-Optic (OS):**  
نظام واحد بمسار مستقيم ضمن نواة core الليف البصري (انظر الشكل 9)

شكل (9)

**2. مسار الإشارة ضمن الليف متعدد النظام (OM) Path within Fiber-Optic (OM):**  
في حالة الليف متعدد النظام نميز 3 حالات:

- Mode A: مسار مستقيم ضمن نواة core الليف البصري
- Mode B: مسار منكسر ضمن نواة core الليف البصري بزاوية معينة
- Mode C: مسار منكسر ضمن نواة core الليف البصري بزاوية أكبر من زاوية B (الشكل 10):



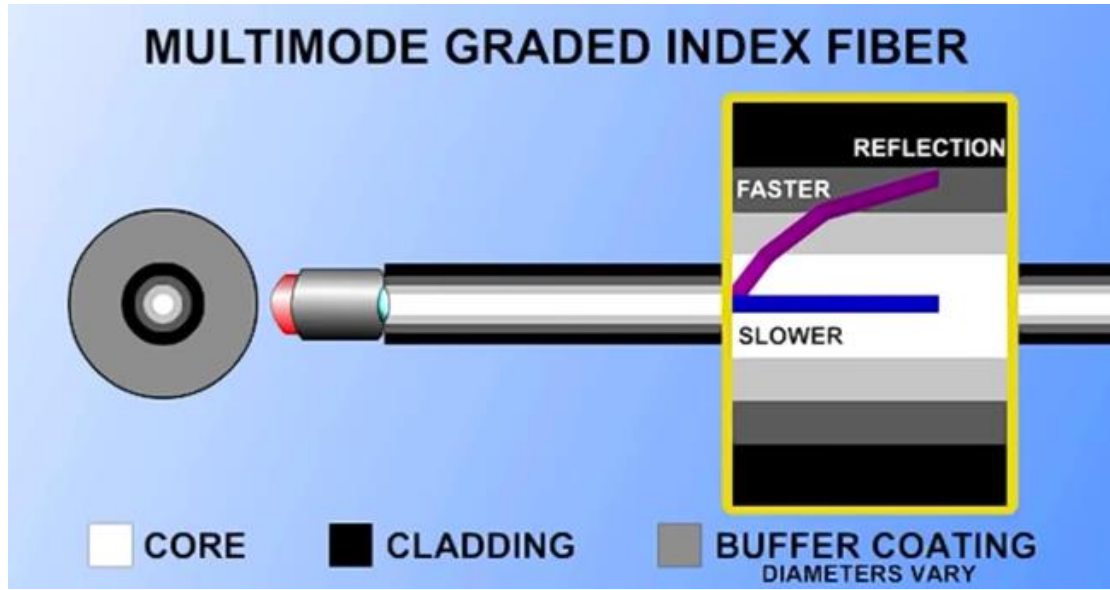
شكل (10)

- ملاحظة هامة:

ضمن المسافات البعيدة (كما في حالة الليف وحيد النظام OS) يستخدم عادة ضوء الليزر Laser light كمنبع ضوئي قوي Powerfull Light Source عوضاً عن ضوء LED light ذو الطاقة المحدودة بينما ضمن القربية (كما في حالة الليف متعدد النظام OM) يستخدم عادة ضوء الليزر Laser light كمنبع ضوئي أو ضوء LED light.

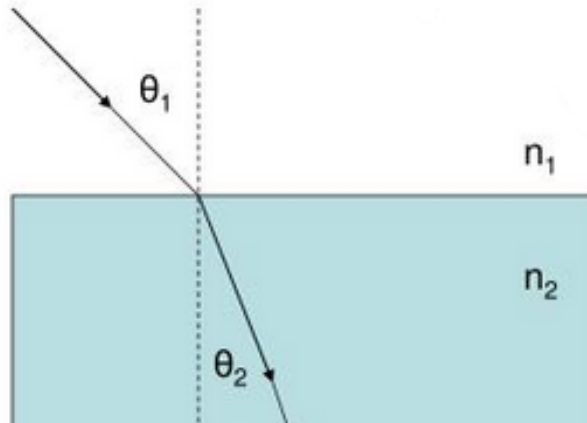
**3. مسار الإشارة ضمن الليف المتعدد ذو قرينة انكسار متدرجة Path within Graded Index Fiber-Optic (OMGI):**

- يمتاز الليف البصري متعدد النظام وذو قرينة الانكسار المتدرجة للنواة عادة تبعاً لقطر للنواة بالقدرة على نقل الإشارات الضوئية ضمنه بسرعات عالية (انظر الشكل 11).



شكل (11)

- يكون مسار الإشارات الضوئية ضمنه بشكل "مغزلي" وذلك لاختلاف قرينة انكسار طبقات نواته الداخلية core، حسب قانون Snell لانكسار الضوء (انظر الشكل 12):



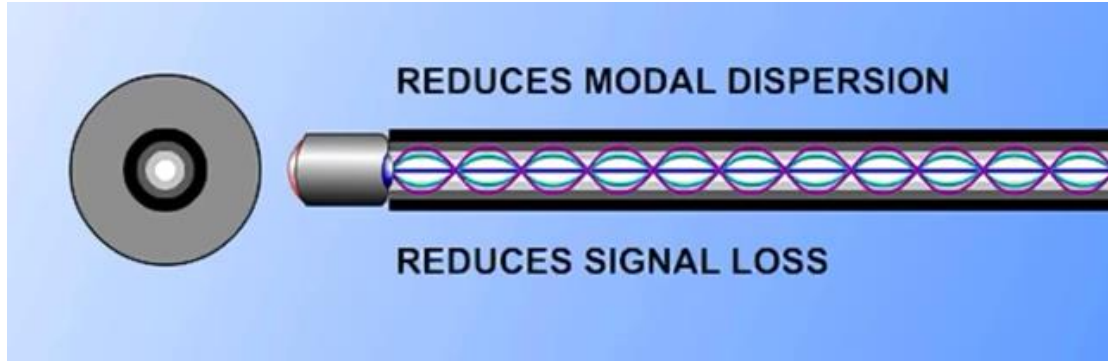
شكل (12)

التي تنص: إذا انكسر الضوء ضمن وسطين مختلفي قرينة الانكسار ( $n_1, n_2$ ) فإن العلاقة بين زاوية الورود وزاوية الانكسار تعطى بالعلاقة التالية:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

تكون قرينة الانكسار الليف البصري متعدد النظام وذو قرينة الانكسار المتدرجة للنواة أعلى ما يمكن في المركز وأخفض ما يمكن بالابتعاد باتجاه المحيط مما يعطي للمسار شكلا مغزليا

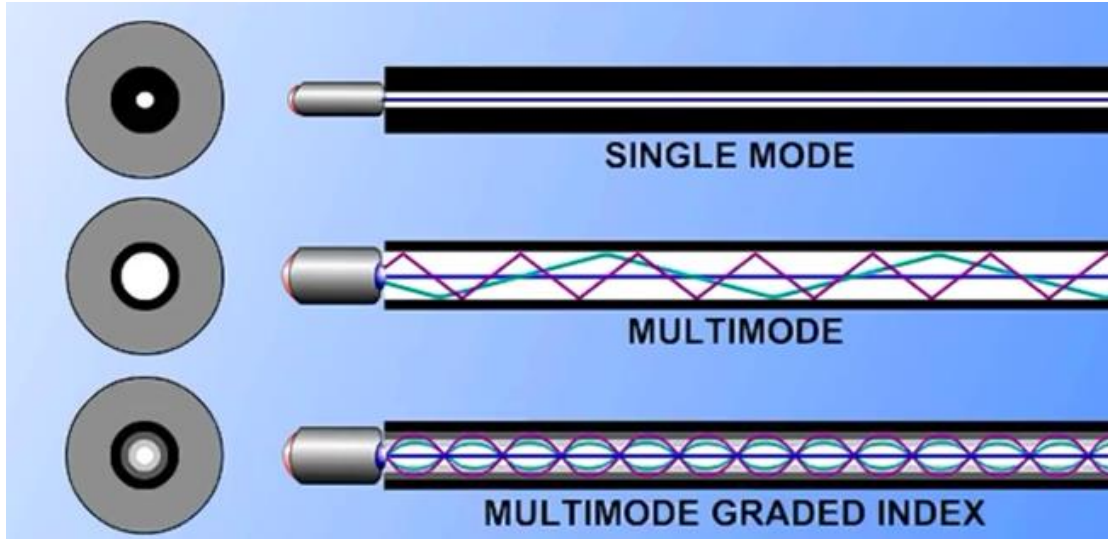
وبالتالي فإن مسار الإشارة في الليف البصري متعدد النظام ذو قرينة الانكسار المتدرجة سيكون بشكل مغزلي (انظر الشكل 13).



شكل (13)

### 3. مقارنة مسار الإشارة حسب نوع الليف Path within Optical Fiber Types:

- 1- وحيد النظام single-mode: مسار مستقيم
- 2- متعدد النظام multimode: مسار منكمس تبعاً لزاوية المنبع الضوئي
- 3- متعدد النظام والمتدرج القرينة multimode graded index: مسار مغزلي (انظر الشكل 14)



شكل (14)

### • الليف البلاستيكي (POF) Plastic Optical Fiber (POF):

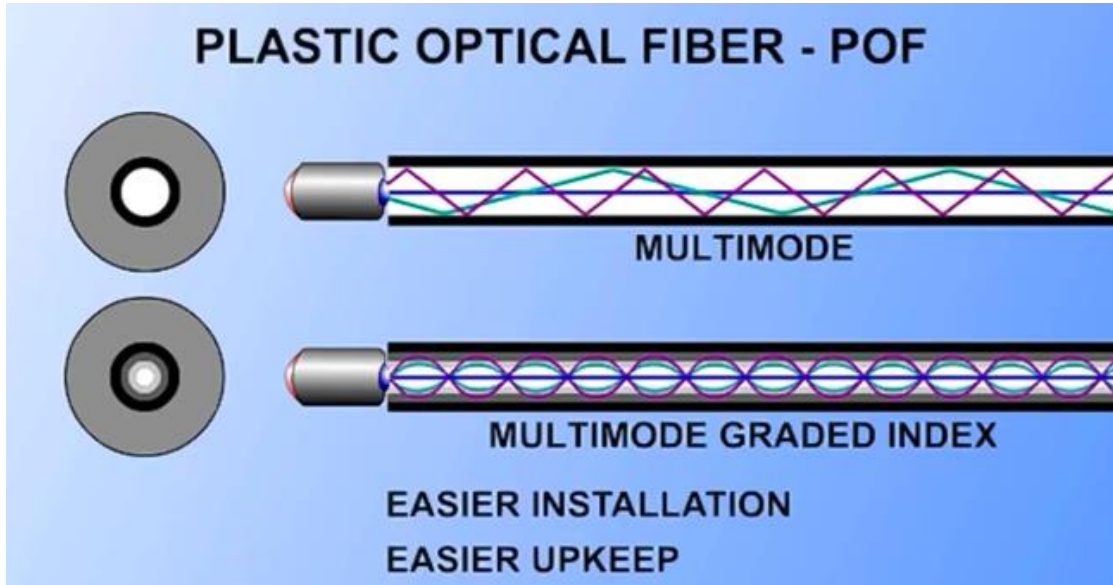
تصف بعض المراجع الليف البلاستيكي (POF) Plastic Optical Fiber كنوع ثالث من أنواع الكوابل البصرية:

- 1- الكبل البصري وحيد النظام OS
  - 2- الكبل البصري متعدد النظام OM
  - 3- الكبل البصري البلاستيكي متعدد النظام POF
- يتمتع الكبل البصري البلاستيكي بنفس خواص الكبل البصري المصنوع من الألياف الزجاجية وتسلك سلوكها (انظر الشكل 15). إلا أنه يتفوق عليه من ناحيتين:

- 1- سهولة التركيب
- 2- سهولة الصيانة
- 3- منافس من الناحية الاقتصادية.

من هنا نلاحظ أن الشركات التي تصنع وتستخدم هذا النوع من الكوابل البصرية كان لها حصة الأسد في كسب مناقصات تأسيس البنية التحتية لشبكات الجيل الخامس (مثل ذلك فوز شركة هواوي Huawei الصينية بتاريخ 29.01.2020 بعقد استبدال البنية التحتية لشبكات الجيل الرابع 4G إنشاء البنية التحتية لشبكات الجيل الخامس 5G Infrastructure في ألمانيا).





شكل (15)

\*\*\*

حلب 2020/3/18

مع كل التمنيات بالنجاح والتوفيق

مدرس المقرر: الدكتور حسن مسلماني