

ملخص محاضرة خاصة بمقرر مادة
"نظم اتصالات بصرية وليزرية"
" تطبيقات نظم الاتصالات البصرية والليزرية 1 "
للفصل الثاني للعام الدراسي 2020/2019
بعنوان:

أنظمة الاتصالات عبر الكوابل البحرية البصرية Communication Fiber-optic Submarine Cables Systems



- **دور الألياف في شبكات 5G :The role of Fiber-optic in 5G networks**
حسب دراسة قامت به Deloitte فإن 11% فقط هي نسبة حركة الانترنت internet traffic المنفذة عبر الشبكات اللاسلكية wireless network مقابل 90% هي حركة الانترنت internet traffic المنفذة عبر الشبكات السلكية wireline network (شبكة الكابلات البصرية البحرية!).

I. الكابلات البصرية البحرية Fiber-optic Submarine Cables

- **مقدمة:** كابل الاتصالات البحري هو كابل يقع في قاع البحر وهو جزء من شبكة عالمية تحمل الاتصالات عن بعد بين الدول.
- تستخدم الكابلات الحديثة تقنية الألياف الضوئية **Fiber-optic** لنقل البيانات الرقمية ، بما في ذلك الهاتف والإنترنت وحركة البيانات الخاصة.
- أول كابل اتصالات بحري كان لنقل حركة التلغراف، ثم تبعه أجيال من الكابلات لنقل حركة الهاتف ثم لنقل حركة المعلومات.
- عادة يتم الولوج إلى شبكة الانترنت عبر الكابلات البحرية، لذلك يوجد اليوم أكثر من **420 كبلًا بحريًا** موضوعة في الخدمة الفعلية، تمتد على مسافة أكثر من **700000 ميل (ما يعادل 1.1 مليون كيلومتر)** حول العالم.
- يتم وضع الكابلات البحرية المغمورة باستخدام سفن معدلة خصيصًا تحمل الكبل البحري وتضعه ببطء في قاع البحر وفقًا للخطط التي يقدمها مشغل الكابل **Cable Operator** أو مالك الكابل **Cable Owner**.
- يمكن للسفن حمل ما يصل إلى **2000 Km** من الكابلات. تقوم السفن والمحاريث الغواصة الحديثة بأعمال تمديد الكابلات البحرية بواقع **200 Km** بعمل في اليوم.
- يتم تصميم الكبل البحري خصيصًا للتعامل مع البيئة البحرية. مع الأخذ في الاعتبار أنواع الظروف التي يتعرض لها (الكابلات البحرية الأولى كانت تصنع من النحاس). (انظر الشكل 1):



الشكل (1) الكبل البحري

- تمتلك **Google** حصصًا رئيسية تبلغ **63605** أميال من الكابلات البحرية. باكتمال كابل **Curie** في عام **2019** ستصبح **Google** المالك الوحيد لـ **10.433** ميلاً من الكابلات البحرية. و سيصبح مجموع ما تمتلكه **Google** ما نسبته **8.5%** من الكابلات البحرية في جميع أنحاء العالم! بغض النظر عن التكنولوجيا اللاسلكية المستخدمة ، فإن الألياف ستكون البنية التحتية الداعمة لشبكات الجيل الخامس **5G**.

• أنواع الكابلات الضوئية Fiber-optic Types

يمكن تقسيم الكابلات الضوئية من حيث طبيعة الاستخدام إلى نوعين رئيسيين:

1. الكابلات البرية Fiber-optic Terrestrial Cables

وتضم جميع أنواع الكابلات الضوئية أو الكابلات الألياف الزجاجية التي توصل بين نقطتين محددتين من مكان جغرافي على اليابسة سواء أكانت مطمورة ضمن الأرض أو غير مطمورة (ممددة على سطح الأرض).

2. الكابلات البحرية Fiber-optic Submarine Cables:

وتضم جميع أنواع الكابلات الضوئية أو الكابلات الألياف الزجاجية التي توصل بين نقطتين محددتين من مكان جغرافي في البحر سواء أكانت مغمورة ضمن قاع البحر أو غير مغمورة (ممددة على سطح القاع).

• أنواع الكابلات الضوئية البحرية Fiber-optic Submarine Types:

يمكن تقسيم الكابلات الضوئية البحرية من حيث البنية Structure إلى نوعين رئيسيين:

1. الكابلات البحرية الخفيفة "العادية" Lightweight Fiber-optic Submarine Cables
2. الكابلات البحرية المسلحة "الثقيلة" Armoured Fiber-optic Submarine Cables

• مبدأ عمل الكابلات البصرية البحرية Fiber-optic Submarine Cables:

تستخدم الكابلات البحرية الحديثة تقنية الألياف البصرية. يتم تسليط أشعة الليزر على مدخل الليف البصري Fiber-optic لتصل بمعدلات سريعة للغاية إلى المستقبلات في الطرف الآخر من الكبل (مخرج الليف).
يتم تغليف هذه الألياف الزجاجية بطبقات من البلاستيك (وأحياناً أسلاك فولاذية) للحماية.

• مكونات الكابلات البحرية المسلحة "الثقيلة" Armoured Fiber-optic Submarine Cables Components:

يتكون الكبل البحري من قسمين رئيسيين (انظر الشكل 2):

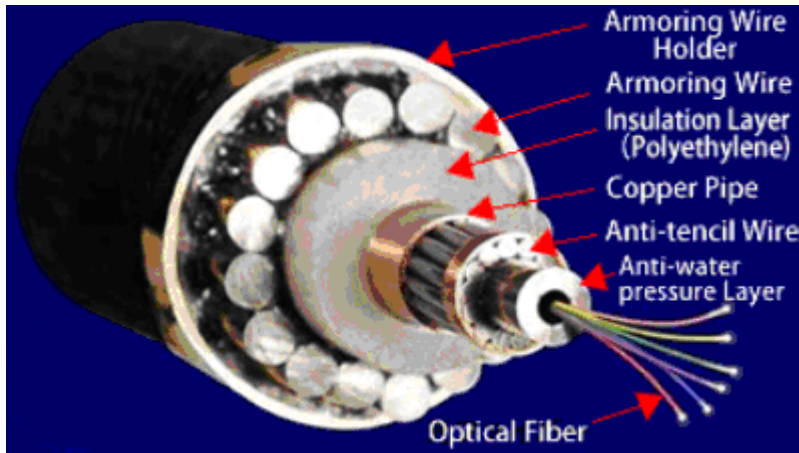
I. النواة Core:

1. الليف الزجاجي Optical Fiber: ويمثل الجزء الأساسي للكبل ويتكون بدوره من عدة شعيرات من الألياف الزجاجية Strand يختلف عددها بحسب سعة الكبل

2. غمد حماية Protection Pipe

II. طبقات الحماية Protection Layers:

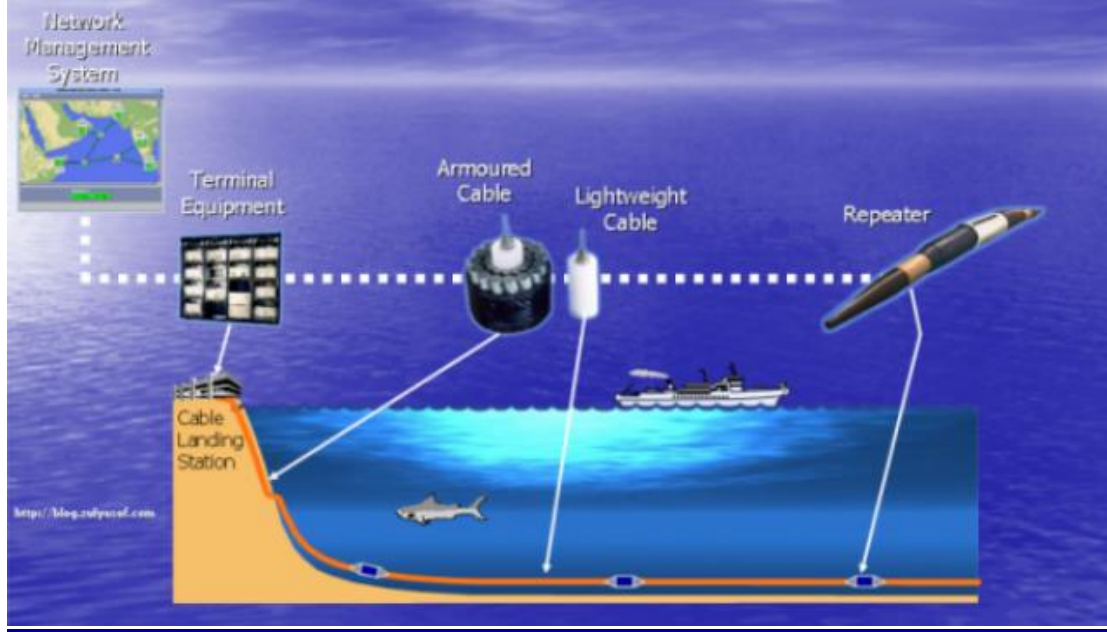
1. الطبقة المضادة لضغط المياه Anti-Water pressure Layer
2. الطبقة المضادة - Anti-tencil Layer
3. قناة نحاسية Copper Pipe
4. الطبقة العازلة Insulation Layer
5. سلك Armoring Wire
6. حامل سلك Armoring Wire Holder



الشكل (2) مكونات الكابلات البحرية المسلحة (المدرعة)

II. نظام الكابلات البحرية Typical Fiber-optic Submarine Cable System

- مكونات أنظمة الكوابل البحرية النموذجية Typical Submarine Cable Systems: يتكون نظام الكوابل البحرية النموذجي من الأقسام التالية (انظر الشكل 3):



الشكل (3) مكونات أنظمة الكوابل البحرية النموذجية

1. التجهيزات الطرفية Terminal Equipments:

وهي عبارة عن مجموعة شاشات مراقبة Control Panel وطرفيات تحكم منوط بها وظائف المراقبة والتحكم وأعمال التشغيل والصيانة.

2. تجهيزات التزويد بالطاقة (PFE) Power Feeding Equipment:

يتم تغذية أجهزة إعادة الإرسال Repeater بواسطة تيار مباشر مستمر (DC) يمر عبر موصل بالقرب من مركز الكبل عن طريق التسلسل. يتم تركيب معدات تغذية الطاقة (PFE) في المحطات الطرفية Landing Station على اليابسة.

3. مقاطع كوابل مسلحة Armoured Cable:

وهي تمثل الجزء الذي سيمدد على الرصيف القاري والذي يجب أن يكون على درجة عالية من الحماية من التأثيرات المحتملة لعوامل التآكل بسبب حركة الأمواج وحركة السفن والنقل البحري.

4. مقاطع كوابل خفيفة الوزن Lightweight Cable:

5. المعيدات Repeaters: وهي عبارة عن أجهزة إعادة إرسال الإشارات الضوئية منوط بها وظائف المحافظة على السرعات التصميمية لمعدلات نقل المعطيات Data Transmission عبر الكبل. يبين الشكل (4) معيد Repeater من إنتاج شركة NEC اليابانية:



الشكل (4) معيد Repeater من إنتاج شركة NEC

كما يبين الشكل (5) كيفية ربط معيد Repeater لمقاطع كوابل بحرية:



الشكل (5) طريقة ربط معيد Repeater بالكابل البحري

يتم تحديد عدد المعيدات بشكل مسبق في طور التأسيس تبعاً لعاملين:

(أ)- مسافة مسار الكبل Route Distance

(ب)- عدد نقاط التوزيع Landing Station Points

يستخدم المعيد Repeater في نظام اتصالات الألياف الضوئية لتجديد الإشارة البصرية. تُستخدم أجهزة إعادة الإرسال هذه لتوسيع مدى روابط الاتصالات البصرية من خلال التغلب على الخسارة الناشئة بسبب تجاوز المسافة المسموح (والتي تبلغ بالنسبة لكوابل الألياف الضوئية 60Mile أو ما يعادل 100Km وسطياً) بها لنقل الإشارة بدون ضياعات Losses. تصحح بعض أجهزة التكرار أيضاً لتسوية الإشارة الضوئية من خلال تحويلها إلى إشارة كهربائية، ومعالجة تلك الإشارة الكهربائية ثم إعادة إرسال إشارة بصرية

6. المفرعات Branching Units: وهي عبارة وحدات بمدخل واحد و بمخرجين أو أكثر تستخدم عند الحاجة إلى إنشاء فرع جديد في حال تغذية الكبل لأكثر من محطة توزيع أرضية Landing Station Point (مثال ذلك كبل بيروت- طرطوس Berytar الذي سنتكلم عنه لاحقاً له 3 ثلاثة Landing Station Point هم بيروت، طرابلس و طرطوس يحتاج إلى Branching Unit)

• تقنية Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM):

تتيح تقنية DWDM الإرسال ("تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة" التي تقوم على تعدد إرسال عدد من إشارات الناقل الضوئي على ليف بصري واحد باستخدام أطوال موجية مختلفة لضوء الليزر) حتى 100 Gbps x 100 من الأطوال الموجية بسعة إجمالية 10 Tbitps لكل زوج من الألياف. يتم تحقيق ما يصل إلى 80 Tbitps عبر كابل مكون من 8 أزواج من الألياف لمسافة إرسال تصل إلى 12000 Km للشبكات عبر المحيطات.

حلب 2020/3/15

مع كل التمنيات بالنجاح التوفيق

مدرس المقرر: الدكتور حسن مسلماني