كيبلات الاتصالات البحرية

لم تكن الكيبلات الهاتفية البحرية من المخترعات الحديثة جداً حيث تعود إلى ما يزيد على ثمانين عاماً حين مُدَّ أول كيبل تحت البحر بين كوبا والولايات المتحدة، وقد استخدم ثلاثة كيبلات نحاسية في ذلك، ولم تُركب مضخمات للإشارة الصوتية، ونظراً لذلك كانت المكالمات الهاتفية المنقولة عبره مشوشة وغير جيدة الوضوح.

وكان من المؤمل أن يدفع ابتكار الكيبل المحوري في عام 1927م خطوات إلى الأمام إلا أن ابتكار الهاتف اللاسلكي واستخدامه بين الولايات المتحدة وبريطانيا أخر عملية التطوير هذه.

واحتاجت عملية مد كيبلات بحرية ذات مسافات طويلة وبمواصفات أكثر جودة في نقل الصوت تطوير مكررات ذات عمر طويل، ومعولية كبيرة، وفي عام 1950م تحقق هذا الهدف بعد بحوث استمرت 18 عاماً وبعد 6 أعوام مُدّ أول كيبل نحاسي محوري للاتصالات ومعه كيبل للطاقة لتجهيز المضخمات بالطاقة يربط بين ضفتي المحيط الأطلسي أُطلق عليه اسم TAT-1 وكان بسعة 36 مكالمة هاتفية فقط.

وخلال الستينيات والسبعينيات الميلادية تطورت أنظمة الكيبلات البحرية النحاسية بفضل تطور صناعة الإلكترونيات وقد صنعت

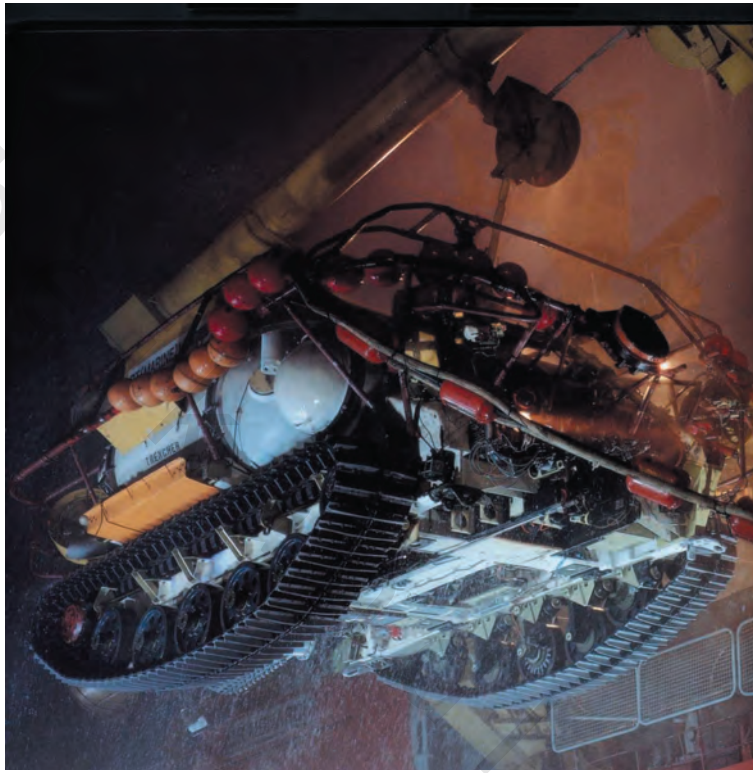
obeikandl.com

كيبلات تحمل عدداً كبيراً من الكيبلات المحورية يحمل كلاً منها 600 قناة صوتية طورت لتصبح 3600 قناة صوتية في بداية الثمانينيات واستمرت الصمامات الإلكترونية المفرغة تستخدم في المضخمات البحرية حتى في الكيبلات التي مددت في نهاية الستينيات.

الشكل (25-1) **سفينة تمديد الكيبلات من الخمسينيات**

وتستخدم في مد الكيبلات البحرية سفن متخصصة في هذا العمل تحمل البكرات لفتح الكيبل ومده على قاع البحر، ثم طمره بواسطة مركبات يتم التحكم فيها عن بعد.

إلا أن هـذا التقدم في تقنية الاتصـالات بالكيبلات المحورية النحاسية قد فرض تعقيداً آخر هو زيادة المضخمات بزيادة عدد القنوات المرسلة نتيجة زيادة الفقد بالإشارة مع زيادة التردد وكانت النتيجة أن احتاج أحد الكيبلات البحرية العابرة للمحيطات أن يجعل البعد بين المضخمات هو 1600 متر فقط.



الشكل (25-2) عربة تستخدم لدفن الكيبل البحري في قاع البحر

وفي عام 1983م انتهي من تمديد آخر كيبل نحاسي للاتصالات البحرية عبر الأطلسي أطلق عليه اسم TAT-7 وقد استخدمت فيه أحدث تقنيات الاتصالات المتوافرة وكان بسعة 8500 مكالمة هاتفية يمكن إجراؤها في وقت واحد.

وشهدت الثمانينيات بداية استخدام الألياف البصرية في ربط مواقع الاتصالات القريبة حيث استخدمت في الكيبلات البحرية

القصيرة مثل الكيبل بين بريطانيا وهولندا، والكيبل الذي ربط جزيرة كورسيكا بالبر الفرنسي إلا أن عام 1988 شهد مد أول كيبل اتصالات ضوئية بين ضفتي المحيط الأطلسي وكان بسعة 40000 مكالمة هاتفية في وقت واحد وقد أطلق عليه اسم TAT-8.

ومن هنا نلاحظ الفرق الكبير بين سعة الكيبلات المحورية المصنوعة من النحاس أو غيره من المعادن الموصلة وكيبلات الألياف البصرية.

الشكل (25-3) سفينة تمديد كيبلات اتصالات بحرية حديثة

وفي عام 1992 تم تشغيل كيبل الألياف البصرية المسمى TAT-9 وهو يربط أسبانيا وفرنسا وبريطانيا ثم كندا والولايات المتحدة عبر الأطلسي وكان هذا الكيبل بسعة 80000 مكالمة هاتفية في وقت واحد، ولم تقتصر فائدة الألياف البصرية على زيادة عدد المكالمات المنقولة، بل إن المسافة بين مضخم وآخر ازدادت لتتراوح بين 60-100 كيلومتر بالنسبة للكيبلات العابرة للمحيطات مما يزيد من معولية النظام ويقلل تكاليف الصيانة.

ويعد مشروع كيبل الألياف البصرية المعروف اختصاراً بـ SEA-ME-WE-2 والذي أُنجز عام 1995 م من أطول الكيبلات البحرية فهو يمتد مسافة 18000 كيلومتر بين سنغافورا وفرنسا ليربط ثلاث قارات و13 بلداً عبر بحر الصين الجنوبي والمحيط الهندي والبحر الأحمر وخليج السويس والبحر المتوسط فهذا الكيبل يمر بالدول الآتية: سنغافورا، أندنوسيا، سريلانكا، الهند، جيبوتي، المملكة العربية السعودية، مصر، تركيا، قبرص، إيطاليا، تونس، الجزائر، فرنسا.

ويستطيع النظام المكون من زوجين من الألياف البصرية نقل 60 ألف مكالمة هاتفية في وقت واحد.

وحتى نهاية الثمانينيات كان السبيل الوحيد في تعويض الفقد في طاقة الإشارة الضوئية في الكيبل البصري تتم بواسطة تحويل الإشارة الضوئية إلى كهربائية وتضخيمها ثم إعادة توليد الإشارة

obeikandi.com

الضوئية بواسطة الليزر مرة أخرى وهي طريقه لا تتسم بالمرونة وتفرض استبدال جميع المضخمات في حالة الحاجة إلى تطوير النظام وزيادة سعته.

وفي أواخر الثمانينيات طور الباحثون في أماكن مختلفة من العالم طريقة جديدة لا تستخدم عملية الالتفاف الكهربائية.

الشكل (25-4) **المضخم البصري**

هذه العملية تتضمن إضافة عنصر معدني نادر هو الأربيوم إلى لب الكيبل البصري، وتكمن هذه الطريقة في تركيب الليزر (ثنائي الليزر) في أماكن منتخبه من الكيبل ليشع ضوءاً بطول موجي معين يجعل أيونات عنصر الأربيوم في الكيبل البصري المطعم بهذا العنصر تتهيج إلى مستوى طاقة أعلى ثم تعود إلى مستوى الطاقة السابق عند اصطدام الفوتونات المولدة من ليزر الإرسال لتشع فوتون صورة

من الفوتون المنبعث من ليزر الإرسال وتتكرر العملية لتولد العديد من الفوتونات في منطقة معينة من الكيبل لتعطي ما يسمى بالمضخم الضوئي.

وتمتاز المضخمات الضوئية بقدرتها على التعامل مع معدل معلومات مختلف، بالإضافة إلى أنواع مختلفة من أنواع تضمين المعلومات.

ويعد الكيبل الذي يربط فلوريدا (الولايات المتحدة) ترينيداد - فنزويلا - البرازيل والذي أطلق عليه اسم Americas -1 أول كيبل ضوئي يستخدم التقنية الحديثة هذه وقد أصبح جاهزاً للعمل نهاية عام 1994م.

دخل الخدمة في نهاية 1999م كيبل الألياف البصرية البحري Sea-Me-We 3 وهو مشروع بدأ في عام 1997م وبمساهمة 92 شركة اتصالات عالمية ويعتمد بدرجة أساسية في مروره على الممرات البحرية في قناة السويس والبحر الأحمر.

يربط هذا المشروع (33) دولة في أربع قارات هي آسيا، أفريقيا، أوربا، أستراليا ويمتد مسافة حوالي 40 ألف كيلومتر ويرتبط بنقاط اتصال ساحلية بشبكات الاتصالات في المغرب، تركيا، قبرص، السعودية، جيبوتي، الإمارات، عمان، باكستان ويربط أوروبا والشرق الأوسط بآسيا وصولاً إلى جنوب شرق آسيا ومنطقة المحيط الهادي وهو بذلك يزيد على طول الكيبل السابق Sea-Me-We 2 الذي يربط بين مرسيليا وسنغافورا والذي بدأ الخدمة في عام 1994م.

obeikandl.com

يتكون النظام من زوجين من من الألياف البصرية تستخدم تقنية WDM بثمانية أطوال موجية كل منها بسعة 2.5 جيجابت/ ثانية مما يجعل السعة الكلية للنظام 40 جيجابت / ثانية.

وتشهد خدمات الاتصالات بالألياف البصرية البحرية اتساعاً خلال السنتين الأخيرتين بفضل التوسع الكبير الذي تشهده شبكات الإنترنت.

ويتخطى هذا المشروع مشروع الكيبل البصري للربط حول العالم والمعروف اختصاراً باسم FLAG الذي بدأ الخدمة في في بداية عام 1999م.

ويذكر أن مشروع فلاج من أوائل مشروعات كيبلات الألياف البصرية البحرية التي تستخدم تقنية المضخم البصري (Optical Amplifier).

ويمتد مشروع كيبل فلاج مسافة 27300 كيلو متر بين اليابان والمملكة المتحدة وله عدة نقاط ارتباط مع دولة الإمارات العربية المتحدة في الفجيرة والمملكة العربية السعودية في جدة والأردن في العقبة.

ويتكون نظام فلاج من زوجين من الكيبلات البصرية كل منهما بسعة 5.3 جيجابت / ثانية ويعمل بالطول الموجي 1.55 مايكرو متر.

وبلغت تكلفة المشروع 1.6 بليون دولار أسهمت بها عدة شركات أمريكية ويابانية وآسيوية

obeikandl.com

وكان هناك مشروع طموح آخر هو أكسجين الذي يعمل على ربط جميع أنحاء العالم بسعة 2560 جيجا بت / ثانية مكون من ثمانية أزواج من الألياف البصرية كل منها بسعة 320 جيجابت / ثانية باستخدام تقنية التقسيم بالطول الموجي المكثف الذي يستخدم فيه 80 طولاً موجياً مختلفاً.

لكن هذا المشروع الذي كان من المقرر له أن يربط 75 دولة في العالم لم يحصل على الاستثمارات المالية المطلوبة بسبب حصول حقبة من الركود في سوق خدمات الاتصالات البعيدة وذلك بسبب انفجار فقاعة الشركات المسماة بشركات دوت كوم وهذه من بين المشكلات التي أدت إلى إفلاس شركة فلاج التي اشتريت من قبل شركة استثمار هندية.

وشهدت الحقبة الماضية ابتكار نوع جديد من المضخمات البصرية هو مضخم رامان البصري Raman Optical Amplifier حيث يستخدم التبعثر المتحفز لـ رامان ليشكل الكسب البصري وبإمكان هذا النوع من المضخمات توليد طاقة بصرية لأكثر من (1) واط تنتشر مع الإشارة ويتم إدخالها في كيبل بصري أحادي النمط باستخدام جامع إشارة Coupler أو Multiplexer وعازل بصري.

الفائدة من مضخم رامان البصري هو أن تضخيم الإشارة يتم في الكيبل البصري الذي ينقل الإشارة وهذا يزيد من الكسب ويحسن نسبة الإشارة إلى الضوضاء، مما يسمح بأن يغطي مسافة كبيرة من التوهين أو مسافة أبعد بين المكررات.

obeikandl.com

وتتوافر حالياً أنظمة تعمل بتقنية DWDM بـ 96 طولاً موجياً لمسافات طويلة وكل طول موجي بسعة (40) جيجا بت / ثانية.

تطوير الألياف البصرية البحرية

الكيبل البصري TAT 12/13 أول كيبل بصري بالكامل (يستخدم مضخمات بصرية) مُدد عبر المحيط الأطلسي في عامي 1995 و 1996 م وكان كل ليف بصري ينقل (5) جيجا بت / ثانية وعَدوها في تلك الحقبة سعة هائلة يوفرها هذان الكيبلان على شكل حلقة تسمح بإعادة الخدمة من الكيبل نفسه في حالة انقطاع أحدهما وخلال عدة سنوات أعقبت ذلك استخدمت تقنية DWDM ومضخم EDFA بطريقة واسعة جعل من الممكن زيادة السعة لكل ليف بصري إلى 1 تيرا بت / ثانية.

في عام 2002 م مُدد كيبل i2iCN بين سنغافورة والهند وهو بسعة (8) ألياف بصرية جعلت السعة الكلية للكيبل 8.4 تيرا بت / ثانية من خلال استخدام تقنية DWDM بسرعة 10 جيجابت / ثانية لكل طول موجي مما جعل هذا الكيبل أكثر الكيبلات سعة في الاتصالات.

كما تم في عام 2003 تجربة كيبل بصري بسعة (1) تير ابت / ثانية مسافة 400 كيلومتر بلا مكرر وباستخدام (32) طولاً موجياً كل منها سعته (43) جيجا بت / ثانية.

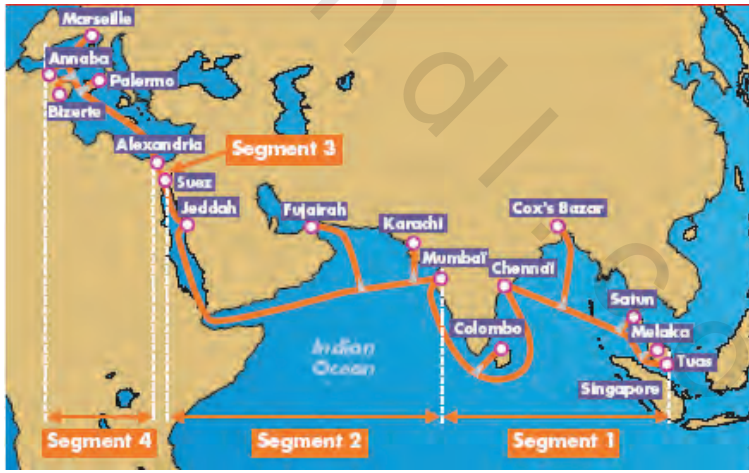
وفي مارس عام 2004 م بدئ بمشروع الكيبل البحري SEA ME We-4 وهو من أحدث الكيبلات البحرية تقنية وسعته (1) تيرا بت

obeikandl.com

/ ثانية يربط جنوب شرق آسيا بغرب أوروبا مروراً بالشرق الأوسط بطول 20000 كيلومتر وقد أكمل في عام 2005 م كما أضيفت إليه أجزاء أخرى.

يرتبط هذا الكيبل بنقاط ربط ساحلية في (14) بلداً من سنغافورة إلى فرنسا مروراً بماليزيا و تايلند وبنغلادش وسري لانكا والهند وباكستان والإمارات العربية والمملكة العربية السعودية ومصر وتونس والجزائر وإيطاليا.

يتألف الكيبل من زوجين من الألياف البصرية كل منهما يحمل (68) طولاً موجياً، كل منها سعته 10 جيجا بت / ثانية.



الشكل (25-5) يوضح مسار الكيبل البحري SE-ME-WE4

كما أُكمل مشروع فالكون الذي تملكه شركة فلاج في أغسطس 2005م ويتضمن المشروع وصلات مزودة بمكررات وأخرى بلا مكرر اعتماداً على المسافات ويبلغ الطول الكلي للمشروع 10000 كيلومتر ويربط الكيبل الكويت وقطر والإمارات والمملكة العربية السعودية وعمان بالهند ومصر.

الشكل (25-6) **يوضح مسار الكيبل البحري فالكون**