

اتصالات البيانات والشبكات

وسائط النقل (Transmission Channels)

الوحدة الثالثة : وسائط النقل (Transmission Channels)

الجدارة:

التعرف على وسائط التراسل وأنواعها المختلفة وتطبيقات استخداماتها المختلفة.

الأهداف:

عندما تكتمل هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً بإذن الله على:

- ١- معرفة الأنواع المختلفة لوسائط التراسل.
- ٢- تحديد نوع وسط التراسل الخاص بأي نطاق ترددي.
- ٣- تحديد نوع وسط التراسل الخاص بأي تطبيق.

مستوى الأداء المطلوب:

أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب على محتويات هذه الوحدة: ٣ ساعات .

الوسائل المساعدة:

تنفيذ التدريبات العملية في المعمل.

متطلبات الجدارة:

اجتياز جميع المقررات السابقة.

٣- ١ مقدمة

تمثل قناة التراسل وسيلة الربط أو الوسيط الذي يربط بين المرسل والمستقبل والذي تعبر خلاله الإشارة من مصدر الإرسال إلى نقطة الاستقبال. تتنوع قنوات التراسل المستخدمة في شبكات الاتصالات وشبكات الحاسب إلى أنواع عديدة تتفاوت في مزاياها وخصائصها وأساليب إرسال الإشارات خلالها وتأثيرها على الإشارات المرسله وحسن التراسل وجودته مما يتيح لمستخدمي الشبكات حرية الاختيار بين الأنواع المختلفة لقنوات التراسل حسب التطبيق والغرض من الإرسال. ولقد تطورت قنوات التراسل تطوراً كبيراً مما أتاح إمكانية تبادل البيانات بمعدلات مختلفة وإرسال الإشارات لمسافات بعيدة وبتكلفة مناسبة.

تقسم قنوات التراسل إلى قسمين رئيسيين هما: قنوات التراسل الموجه Guided (السلوكية) وقنوات التراسل غير الموجه Unguided (اللاسلكية).

٣- ٢ وسائط التراسل الموجه (Guided Media)

في هذا النوع من وسائط أو قنوات التراسل يتم توجيه الإشارة المراد إرسالها خلال وسط طبيعي مصمت مثال ذلك الأسلاك المزدوجة أو الكيبلات المحورية أو الألياف المحورية. وتعتمد سعة قناة التراسل بدلالة معدل التراسل والنطاق الترددي التي تم اختيارها لتطبيق ما على مسافة التراسل (مسافة قصيرة أو مسافة طويلة) وعلى إمكانيات أو طرق توصيل قناة التراسل (هل هي بين نقطة ونقطة أو بين نقطة وعدة نقاط). سوف نستعرض فيما يلي أهم أنواع قنوات التراسل من هذا النوع.

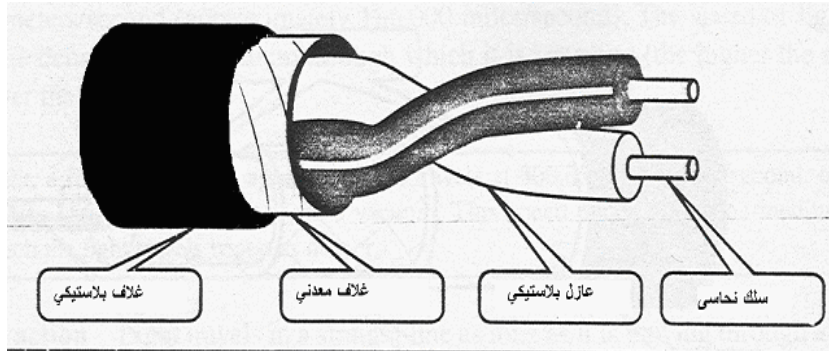
٣- ٢- ١ الأسلاك المزدوجة (Twisted Pairs Wires)

يعتبر هذا النوع من أبسط أنواع قنوات التراسل الشائعة الاستخدام وأقلها تكلفة. تتكون الأسلاك المزدوجة من موصلين من النحاس كل منهما معزول بغلاف مطاطي أو بلاستيكي ويتم جدلها حول بعضهما البعض twisting وذلك بهدف تقليل التشويه الحادث للإشارة المرسله والناجم عن التأثيرات الخارجية المختلفة مثال ذلك الضوضاء وتداخل الكلام. وتتميز الأسلاك المزدوجة برخص ثمنها وانتشار استخدامها لأغراض شبكات الهاتف وtrasل البيانات وشبكات الحاسب ولاستخدام هذه الأسلاك في الأغراض أو التطبيقات المختلفة يتم تحديد مواصفاتها التي تحددها سماكة الموصل وكمية العازل حوله ومقدار الجدولة بالسلك ووجود غلاف حماية معدني يحيط بالسلك وبناء على هذه المواصفات يتم تحديد

النطاق الترددي للسلك المزدوج كما تتحدد سرعة التراسل التي تسمح للسلك المزدوج أن يحققها للبيانات المرسله عبر قناة التراسل. ويتم تصنيف الأسلاك المزدوجة إلى نوعين هما:

أ- الأسلاك المزدوجة المحمية (Shielded Twisted Pairs- STP)

يعتبر هذا النوع شائع الاستخدام في نظم الهاتف كما إن نطاقه الترددي يعتبر ملائماً لإرسال البيانات والمحادثات الهاتفية. يتكون هذا النوع من الأسلاك من موصلين من النحاس كل منهما معزول بغلاف مطاطي أو بلاستيكي ذي لون محدد لتحديد الموصل من بين الموصلات الأخرى ذات الأسلاك المزدوجة ويتم جدلها حول بعضهما البعض مع وجود غلاف معدني يحيط بالأسلاك بغرض حماية الموصلات من التأثيرات الخارجية كالإشعاع الكهرومغناطيسي والإشارات الناتجة عن وسائل الاتصال والتداخل الكهربائي وتداخل الكلام المتعارض والتدريب أو المجاور للأسلاك المزدوجة مع ضرورة توصيل الغلاف المعدني بالأرض. الأنواع المعيارية لأسلاك الـ STP هي الفئة 1A التي تستخدم للموصلات الطويلة والفئة 6A التي تستخدم للموصلات القصيرة. الشكل (٣- ١)

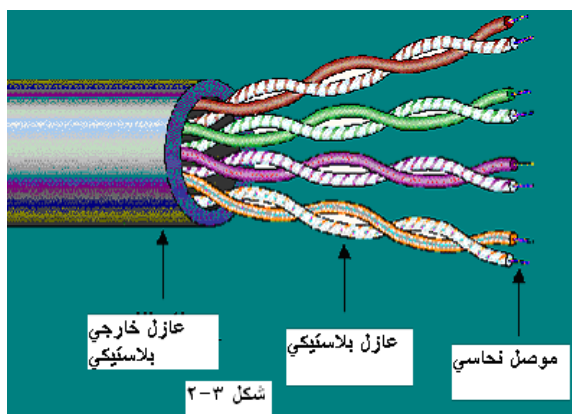


شكل ٣- ١

ب- الأسلاك المزدوجة غير المحمية (Unshielded Twisted Pairs - UTP)

يعتبر هذا النوع من وسائط التراسل الشائعة الاستخدام هذه الأيام خاصة في نظم الاتصالات الهاتفية كما إن نطاقه الترددي يجعله ملائماً لإرسال كل من البيانات والمحادثات الهاتفية. يتكون هذا النوع من الأسلاك من موصلين من النحاس كل منهما معزول بغلاف مطاطي أو بلاستيكي فقط وباللون المحدد له وتتم جدلها حول بعضهما البعض للتقليل من تأثير الضوضاء على الإشارة المرسله دون وجود غلاف معدني يحيط بالسلك. ويتم تصنيف هذا النوع من الأسلاك إلى عدة مجموعات أو فئات ويحدد رقم المجموعة مواصفات الأسلاك حسب مقدار الجدولة في كل سنتيمتر طولي للسلك . ويبين الجدول التالي هذه

الأصناف لأسلاك الـ UTP ونطاق تردداتها وسرعة التراسل الممكنة ومقارنتها بنوع الأسلاك الـ STP. الشكل (٣- ٢)



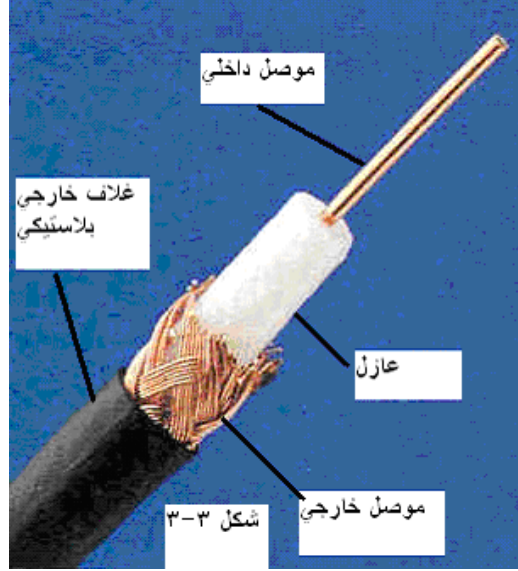
الشكل ٣-٢

الفئة	النطاق الترددي	سرعة التراسل	التطبيقات
UTP-cat1	نطاق المحادثات	-	نظم الاتصالات الهاتفية
Cat2	١,٥ ميغا هرتز	٤ ميغا بت/ث	الاتصال الهاتفي والبيانات
Cat3	١٦ ميغا هرتز	١٠ ميغا بت/ث	10BaseT-100BaseT4-Tele.Sys.
Cat4	٢٠ ميغا هرتز	١٦ ميغا بت/ث	Token Ring LAN
Cat5	١٠٠ ميغا هرتز	١٠٠ ميغا بت/ث	100BaseTx Fast- MAN Fast
Cat5e	١٠٠ ميغا هرتز	١٠٠٠ ميغا بت/ث	1000BaseT4-Gigabit Ethernet
Cat6	٢٥٠ ميغا هرتز	١٠٠٠ ميغا بت/ث	1000BaseTx - Gigabit Ethernet
STP	١٥٠ ميغا هرتز	١٠٠ - ١٥٠ ميغا بت/ث	شبكات الـ LAN والـ MAN السريعة

٣- ٢- ٢ الكابلات المحورية (Coaxial Cables)

يتكون الكيبل المحوري من موصل نحاسي داخلي محاط بمادة عازلة وهو يمثل الناقل الداخلي للإشارات ويحيط بالموصل الداخلي والعازل موصل خارجي آخر بشكل أسطواني يعمل كقطب أو طرف أرضي للكيبل المحوري ويتم تغليف الموصل الخارجي بغشاء مطاطي أو بلاستيكي عازل كما هو مبين في الشكل (٣- ٣). ونتيجة تكوين الكيبل المحوري بهذا الشكل فإنه يعطيه مناعة عالية ضد التداخلات والمتعارضات مقارنة بالأسلاك المجدولة كما يتميز الكيبل المحوري بعرض نطاق ترددي

كبير قد يصل إلى ٥٠٠ ميغا هرتز وسرعة تراسل قد تصل إلى ٥٠٠ ميغا بت/ث مما يتيح إمكانية إرسال آلاف المكالمات الهاتفية أو عدد من القنوات التلفزيونية معاً أو إرسال البيانات ذات السرعات العالية.



الشكل (٣-٣)

توجد عدة أنواع من الكيبلات المحورية تم تصميمها وتصنيفها تبعاً لما يسمى معدلات الـ Radio Government(RG) حيث يمثل كل رقم يتبع الحرفين RG مجموعة من الخصائص الفيزيائية للكيبل تتضمن قطر الموصل الداخلي وسمك ونوع العازل الداخلي وتركيب ونوع وحجم الغلاف الخارجي للكيبل المحوري نذكر منها مايلي:

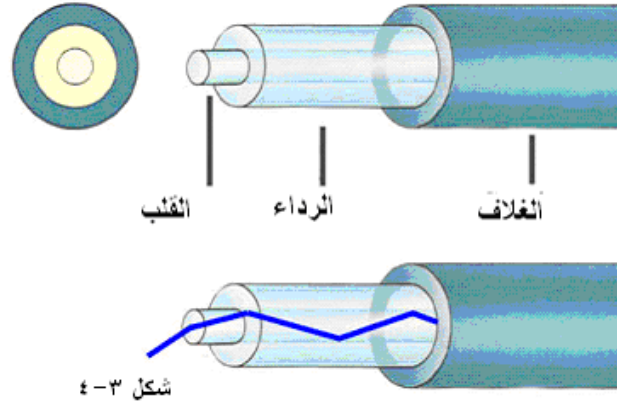
- الكيبل المحوري السميك والمسمى RG-8 ويستخدم في شبكات الحاسب تحت اسم thick Ethernet.
- الكيبل المحوري الرفيع والمسمى RG-9 ، RG-58 ، RG-11 ويستخدم في شبكات الحاسب تحت اسم thin Ethernet.
- الكيبل المحوري المسمى RG-59 ويستخدم في الربط التلفزيوني.

- نظراً للنطاق الترددي الكبير الذي يتميز به الكيبل المحوري بالإضافة إلى مناعته العالية ضد التداخلات فإنه يستخدم في تطبيقات كثيرة نذكر منها:
- تراسل البيانات ذات السرعات العالية.
 - الشبكات المحلية.
 - الدوائر التلفزيونية المغلقة.
 - الإرسال الهاتفي المتضاعف (المتعدد) للمسافات البعيدة أو بين المقاسم.
 - توزيع قنوات الإرسال التلفزيوني من محطات الإرسال إلى أماكن المشتركين المختلفة.

٣- ٢- ٣ الألياف البصرية (Optical Fiber)

نظراً لتعرض الإشارات المرسلّة خلال قنوات التراسل المصنوعة من النحاس للاضمحلال والضوضاء والتداخلات الأمر الذي يتطلب معه استخدام مكررات أو مضخمات Repeaters توضع على مسافات متباعدة بين المرسل والمستقبل لإعادة تقوية الإشارات مرة أخرى مما يجعل هذه التقنية من الناحية الاقتصادية غير مفيدة بالإضافة إلى تأثير الضوضاء المتراكم خلال قناة التراسل والنطاق الترددي الذي لا يتلاءم مع حجم المعلومات الكبير والهائل المراد إرساله خلال قنوات التراسل في الشبكات المختلفة الأمر الذي أدى في بداية السبعينات من القرن العشرين إلى ظهور وسط تراسل جديد له خصائص ومميزات عديدة عن تلك المصنوعة من النحاس مثال ذلك فقد أو التوهين للوسط الجديد الذي يكون ذا قيمة صغيرة جداً خلال نطاق ترددي كبير جداً. يصنع وسط التراسل الجديد هذا من الزجاج أو البلاستيك من مادة السيلكا البالغة النقاوة والذي يسمى بالألياف البصرية والذي ترسل خلاله الإشارات أو البيانات في صورة ضوء آخذين في الاعتبار طبيعة وخصائص الضوء للتحكم في انتشار الإشارة الضوئية خلال الألياف البصرية التي تمثل وسط التراسل.

٣- ٢- ٣- ١ تكوين الكيبل البصري Cable Composition



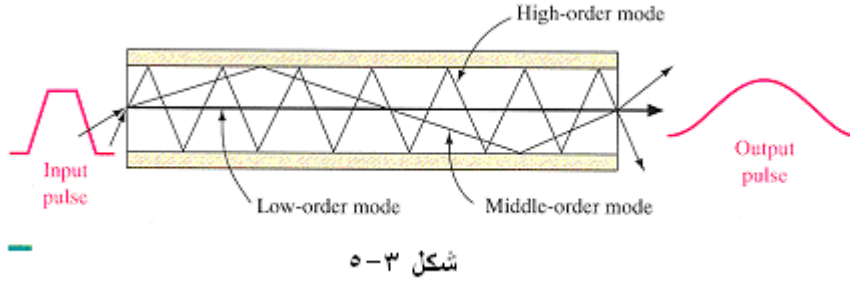
الشكل (٣- ٤) يبين كيبل الألياف البصرية ذا الشكل الأسطواني والذي يتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية هي:

- الناقل الداخلي المصنوع من الزجاج أو البلاستيك ويطلق عليه القلب core وهو ذو نقاوة وكثافة ضوئية عالية وحجم وشكل منتظم.
 - الكسوة أو الرداء cladding مصنوعة من الزجاج أو البلاستيك تحيط بالناقل الداخلي لكنها ذات معامل انكسار للضوء مخالف لمعامل انكسار الناقل الداخلي وتحاط الكسوة بشعيرات من الكيفلر لتدعيم الكيبل.
 - الغلاف الخارجي jacket المصنوع من البلاستيك لحماية وتدعيم الكيبل.
- يتم إرسال البيانات بعد تحويلها إلى أشعة ضوئية عن طريق مرورها بالناقل الداخلي ونتيجة لاختلاف معامل الانكسار لكل من القلب والكسوة فإن الشعاع الضوئي لا ينفذ خارج الكيبل بل يحدث له انكسار ويتحرك باتجاه الناقل الداخلي.
- ويتم تصنيف الألياف البصرية حسب عدد الأشعة المنكسرة وأسلوب انكسار الأشعة إلى :

أ - الألياف عديدة الأشعة (Multimode Fiber)

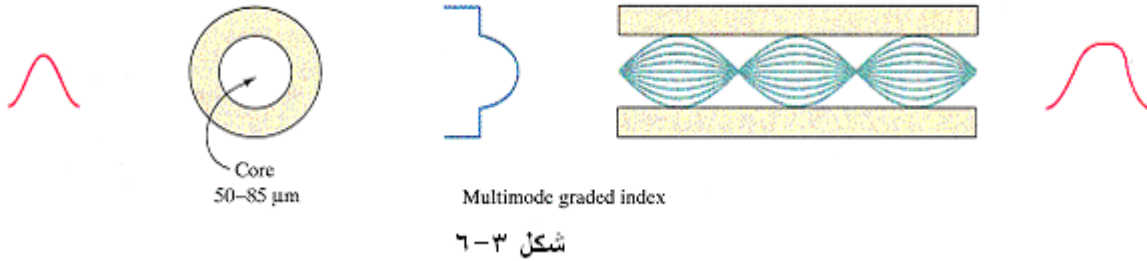
في هذا النوع يتم إرسال الإشارة الضوئية في صورة عدد من الأشعة والتي تنعكس من سطح الكسوة عدة انعكاسات حتى تصل إلى نهاية الكيبل. يعد هذا النوع من الكيبلات الأبسط والأسهل في الاستخدام والأرخص ثمناً إلا أن الإشارة تتعرض لتشويه والتأخير والتداخلات نظراً للانعكاسات المتعددة

للإشارة الضوئية وعدم وصول تلك الأشعة الضوئية القادمة من المرسل إلى المستقبل في نفس الوقت. الشكل (٣- ٥)



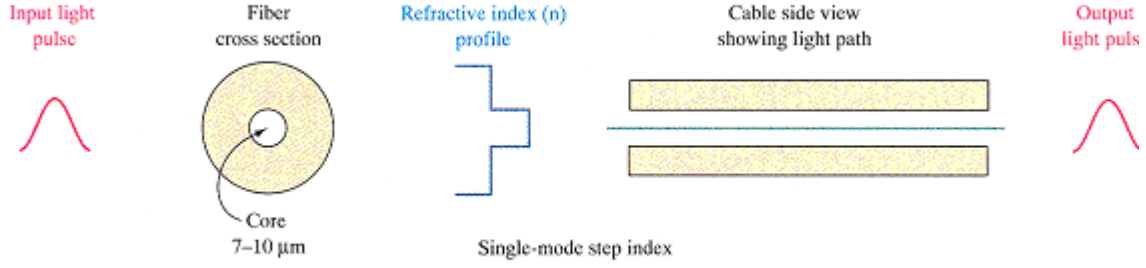
ب- الألياف المتدرجة الانكسار (Multimode Graded-Index Fiber)

في هذا النوع من الكيبلات يتم إرسال الإشارة الضوئية في صورة عدد من الأشعة التي تنعكس تدريجياً نظراً لأن معامل انكسار القلب يتغير تدريجياً لأن كثافته الضوئية تكون أعلى ما يمكن عند المركز وأقل ما يمكن عند الحافة وهذا يؤدي إلى تقليل التأخير الحادث للإشارة وبالتالي تقليل تشويه الإشارة. شكل (٣- ٦)



ت- الألياف وحيدة الإشعاع (Single Mode Fiber)

في هذا النوع من الكيبلات يكون قطر الناقل الداخلي صغيراً جداً ومعامل انكساره يعمل على انتشار الأشعة في الاتجاه الأفقي أي اتجاه مسار الناقل الداخلي. وفي هذه الحالة فإن انتشار الأشعة سوف يجعلها تصل إلى مكان الوصول بدون تأخير يذكر لذلك يعد هذا النوع من الكيبلات الأفضل للاستخدام نظراً لعدم تعرض الإشارة المرسله لتشويه التأخير لكنه غالي الثمن فهو مكلف من الناحية الاقتصادية. الشكل (٣- ٧)



شكل ٣-٧

- أحجام الكيبلات البصرية (Fiber Sizes)

يتم تحديد أو تعريف الألياف البصرية بواسطة النسبة بين قطر الناقل الداخلي إلى قطر الكسوة وكلاهما يتم التعبير عنه بالميكرومتر (ميكرون) . بعض الأحجام الشائعة الاستخدام يمكن بيانها بالجدول التالي.

نوع الألياف البصرية	قطر القلب بالميكرون	قطر الكسوة بالميكرون
62.5/125	62.5	125
50/125	50	125
100/140	100	140
8.3/125	8.3	125

- مميزات كيبلات الألياف البصرية:

- عرض نطاق ترددي هائل يصل إلى ٥ جيجا هرتز .
- سرعة تراسل عالية قد تصل إلى ٢ جيجا بت/ث.
- كمية اضمحلال صغيرة جداً مما يتيح إرسال الإشارات لمسافات بعيدة.
- مناعة عالية ضد الضوضاء والتداخلات.
- خواص عزل كاملة نظراً لعدم تأثر الإشارة الضوئية بالمجالات المغناطيسية أو الشوشرة الكهربائية المحيطة بالكابل.
- خفة وزن الكيبل مما يسهل حمله وتركيبه.

- عيوب كيبلات الألياف البصرية:

- كابلات الألياف البصرية غالية الثمن خاصة إذا أضفنا إليها تكلفة نظم الاتصال الضوئية.

- عمليات التركيب والصيانة واللحام تحتاج إلى مهارة وعناية وخبرة فائقة.
- الألياف البصرية الزجاجية سهلة الكسر إذا تم تناولها بعدم الحرص والعناية اللازمين إذ أي انحناء في الكابل الممتد يعرض الإشارة الضوئية لبعض التشوهات والفقد.

- تطبيقات كوابل الألياف البصرية:

- الاتصالات الهاتفية بعيدة المدى.
- الاتصالات الخارجية في العواصم والمدن الكبرى.
- تراسل البيانات ذات السرعات العالية جداً.
- العمود الفقري للشبكات حيث سرعة التراسل الهائلة.
- الشبكات المحلية LAN
- التطبيقات العسكرية.

٣- ٣ وسائط التراسل غير الموجهة (اللاسلكية) (Unguided Media)

تعتمد قنوات التراسل غير الموجهة (اللاسلكية) على إرسال البيانات من خلال انتشارها كموجة كهرومغناطيسية في الفراغ المحيط بهوائي جهاز الإرسال إلى أن تصل الإشارة إلى نقطة الاستقبال حيث يلتقطها هوائي جهاز الاستقبال. وتتميز نظم تراسل الموجات الكهرومغناطيسية بإمكانية استخدام نطاق ترددي كبير جداً يمتد إلى ٣٠٠ جيجا هرتز مما يمكن للإشارة الكهرومغناطيسية أن تنتشر في كافة الاتجاهات أو في اتجاه واحد اعتماداً على تردد الإشارة المرسلة ونوع الهوائي المستخدم.

مثال:

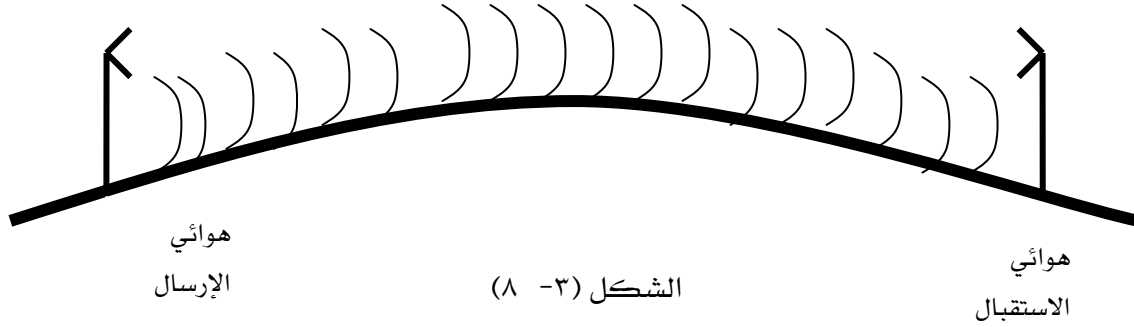
- البث الإذاعي والتلفزيوني: يستخدم هوائي كافة الاتجاهات (Omnidirectional Antenna)
- الهاتف اللاسلكي - الجوال - خدمات الاتصالات الشخصية: يستخدم هوائي وحيد الاتجاه (Unidirectional Antenna).

يمكن تصنيف قنوات التراسل اللاسلكية حسب تردد الموجة المرسلة وأسلوب انتشار هذه الموجة كما يلي:

٣- ١ أسلوب انتشار الموجات الكهرومغناطيسية (Propagation Mode) ويشمل:

أ- الانتشار السطحي (Surface Propagation) حيث تنتشر الموجة المرسله قريباً من سطح

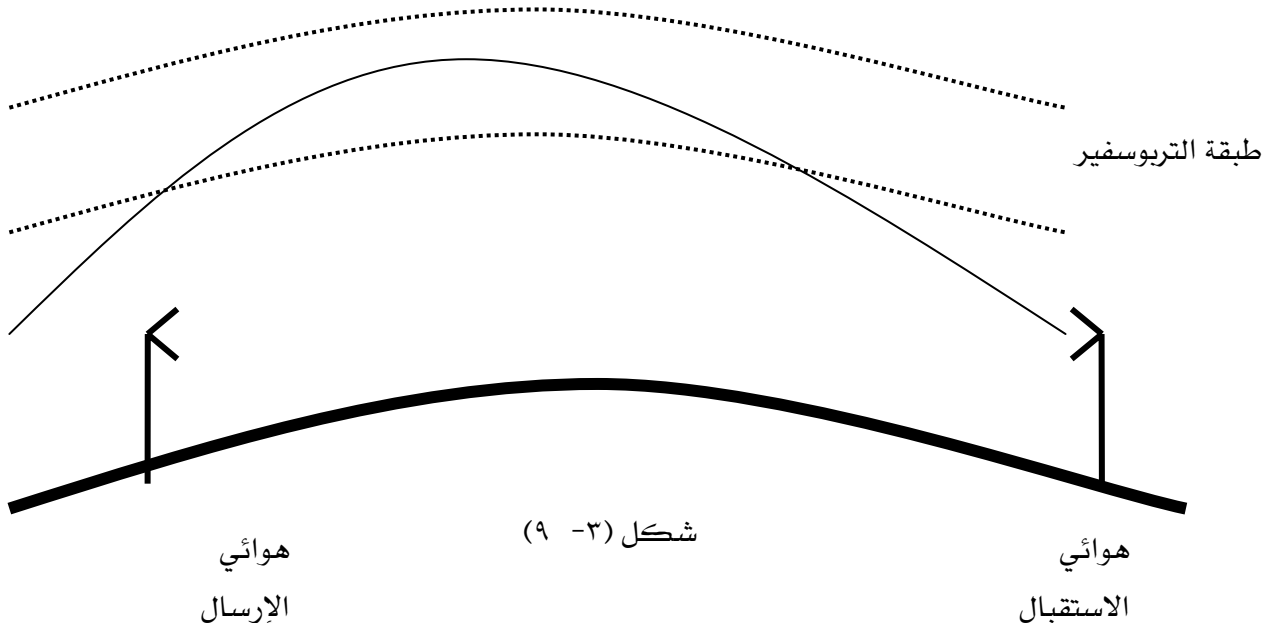
الأرض. شكل (٣- ٨)



ب- الانعكاس من طبقة التروبوسفير (Troposphere) حيث تتم الاستفادة من خاصية

الانعكاس من طبقة التروبوسفير التي تمتد إلى ٥٠ ك. متر فوق سطح الأرض في انتشار وتراسل

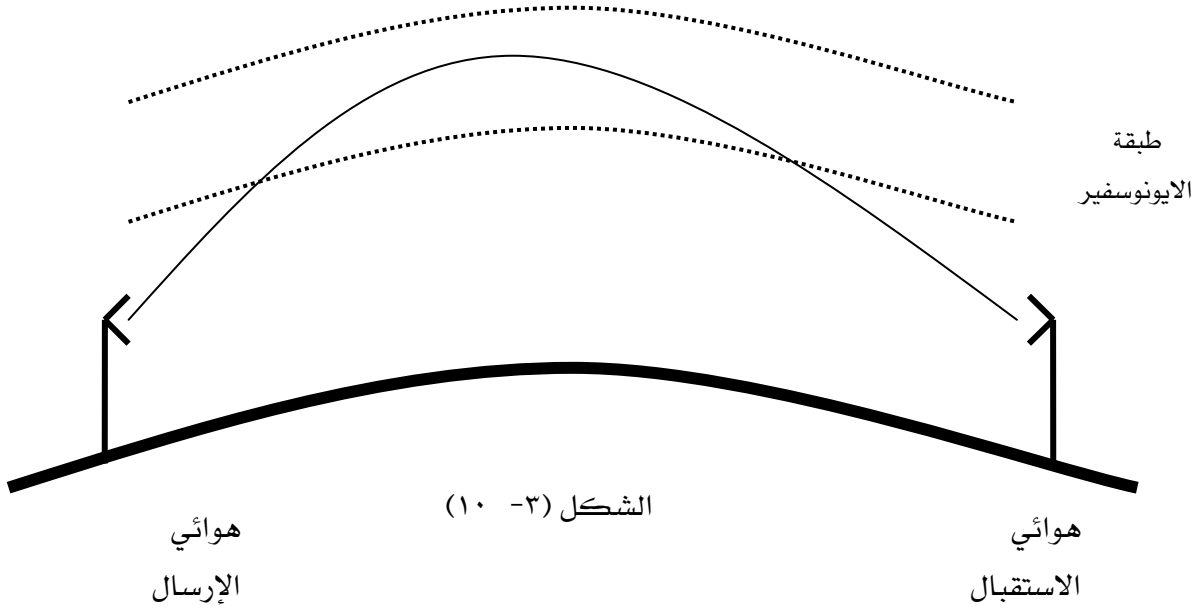
الموجات الكهرومغناطيسية إلى مسافات بعيدة. الشكل (٣- ٩)



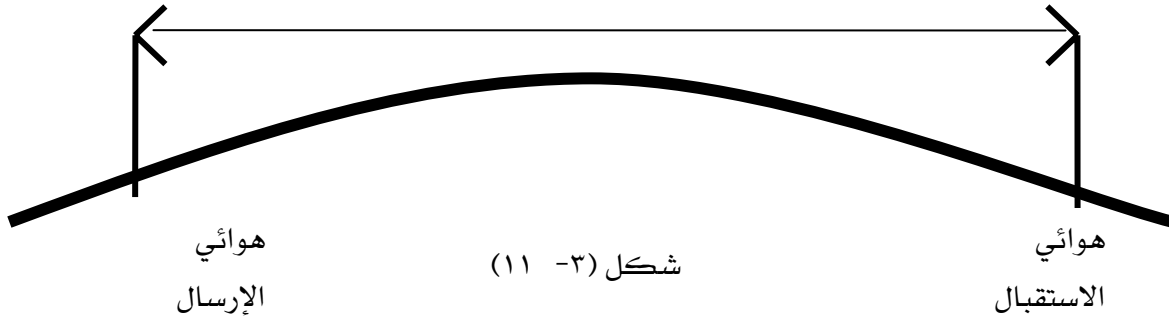
ت - الانعكاس من طبقة الأيونوسفير (Ionosphere) حيث تتم الاستفادة من خاصية الانعكاس

من طبقة الأيونوسفير التي تمتد إلى ٩٠ ك. متر فوق سطح الأرض في انتشار وتراسل الموجة

الكهرومغناطيسية إلى مسافات بعيدة وهي الطبقة التي تلي طبقة التروبوسفير. الشكل (٣- ١٠)



ث - الانتشار عبر مدى أو خط البصر (Line of Sight) حيث تنتشر الموجات الكهرومغناطيسية في خطوط مستقيمة والتي يمكن التقاطها لمسافات مدى البصر والتي تقارب ١٠٠ ك. متر حيث يمنع انحناء سطح الأرض بعد ذلك من التقاط هذه الإشارات. الشكل (٣- ١١)



٣- ٢ تصنيف قنوات التراسل اللاسلكية حسب الترددات المستخدمة

نظراً لتنوع التطبيقات التي تحتاج إلى التراسل عن بعد من تلفازية إلى صوتية أو بث إذاعي أو إرسال المستندات أو البيانات أو إشارات التحكم فقد تم تقسيم وتنظيم نطاق الترددات بين التطبيقات المختلفة بهدف منع التضارب والتداخل بين إشارات التطبيقات المختلفة واختيار قناة التراسل المناسبة. والجدول التالي يبين قنوات الترددات المستخدمة لأنواع مختلفة من التطبيقات ومسمياتها وأساليب الانتشار الموجي وقنوات التراسل.

التطبيقات	أسلوب الانتشار للموجة	نطاق التردد	مسمى التردد
الهاتف	موجة	$\leq 3 \text{ K Hz}$	تردد منخفض جداً (ELF) جداً
هاتف - بيانات	سطحي	$3 - 30 \text{ K Hz}$	تردد منخفض جداً (VLF)
هاتف - بيانات - كيبيلات بحرية	سطحي	$30 - 300 \text{ K Hz}$	تردد منخفض (LF)
إرسال إذاعي للموجة المتوسطة	تربوسفير	$300 - 3000 \text{ K Hz}$	تردد متوسط (MF)
إرسال إذاعي للموجة القصيرة	أيونوسفير	$3 - 30 \text{ M Hz}$	تردد عالٍ (HF)
تلفزيون - تعديل ترددي - تراسل بيانات عالية السرعة	خط البصر	$30 - 300 \text{ M Hz}$	تردد عالٍ جداً (VHF)
تلفزيون - شبكات ميكروويف - جوال	خط البصر (أرضي)	$300 - 3000 \text{ M Hz}$	تردد عالٍ جداً (UHF)
هاتف - تلفاز - بيانات - أقمار صناعية	خط البصر (فراغي)	$3 - 30 \text{ G Hz}$	تردد عالٍ أعلى (EHF)
تراسل بيانات عالية السرعة - أبحاث عسكرية	خط البصر	$30 - 300 \text{ G Hz}$	تردد بالغ الشدة في العلو
تطبيقات الموجات تحت الحمراء	خط البصر	$300 - 3000 \text{ G Hz}$	
تطبيقات الموجات تحت الحمراء	خط البصر	$3 - 30 \text{ T Hz}$	
ألياف وتراسل بيانات	موجة	$30 - 300 \text{ T Hz}$	
ألياف وتراسل بيانات	موجة	$300 - 3000 \text{ T Hz}$	
أشعة إكس وأشعة جاما	موجة	$3 \times 10^{18} - 3 \times 10^{23} \text{ Hz}$	

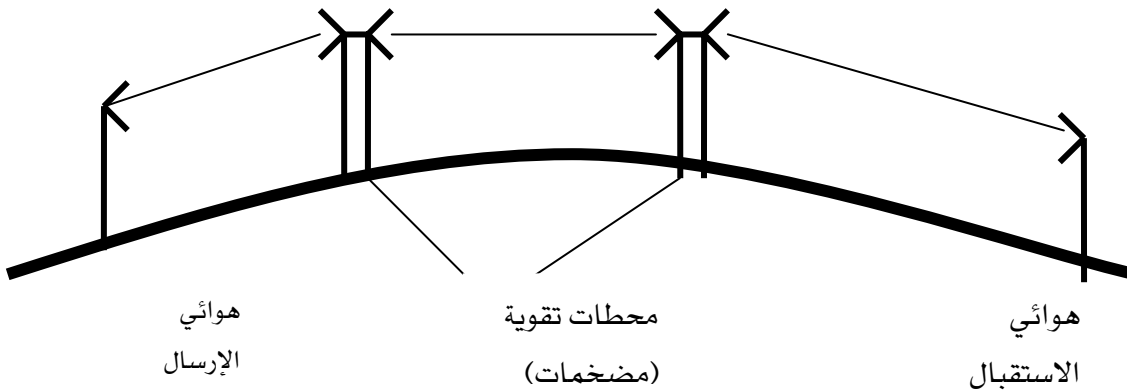
قنوات التراسل اللاسلكية وتشمل:

أ- قنوات تراسل الميكروويف (Microwaves)

في تقنية الميكروويف والتي تكون تردداتها بين ١ جيجا إلى ٢٠ جيجا هرتز، يتم الإرسال عن طريق الهوائي الطبقي حيث يتم تركيز الأشعة لتوفير أسلوب التراسل ذي المدى البصري كما يمكن تقسيم المسافة بين المرسل والمستقبل بحيث توجد محطات تقوية لاستقبال وإرسال الإشارة مرة أخرى بعد تقويتها. تتميز قنوات تراسل الميكروويف بعرض نطاق ترددي كبير مما يتيح إرسال عدد كبير من القنوات الهاتفية والتلفزيونية والتراسل بسرعات عالية بالإضافة إلى سهولة تركيب الهوائيات وصيانتها ولكن يعتبر تأثر قنوات الميكروويف بالشوشرة والتداخل من موجات أخرى من أوجه القصور لقنوات الميكروويف. الشكل (٣- ١٢)

ومن أهم تطبيقات نظم الميكروويف:

- نظم الاتصالات الهاتفية بعيدة المدى.
- الإرسال الإذاعي والتلفزيوني.
- تراسل البيانات ذات السرعات العالية لمسافات بعيدة.
- قنوات الاتصال بين الشبكات المحلية اللاسلكية.
- تراسل البيانات الرقمية في المناطق المحدودة المساحة.



شكل (٣- ١٢)

ب- الأقمار الصناعية (Satellite)

يمكن اعتبار القمر الصناعي كأنه مكرر أو مضخم ميكروويف حيث يستقبل الإشارة ثم يقوم بتكبيرها ثم يعيد إرسالها إلى المحطة الأرضية أو عدة محطات أخرى. ولمنع حدوث تداخل بين إشارات المحطات الأرضية والأقمار الصناعية فإنه يستخدم ترددين مختلفين أحدهما للإرسال من المحطة الأرضية للقمر الصناعي ويسمى التردد الصاعد (up link) والتردد الآخر للإرسال من القمر الصناعي للمحطة الأرضية ويسمى التردد النازل (down link). توجد ثلاثة نطاقات ترددية شائعة الاستخدام هي:

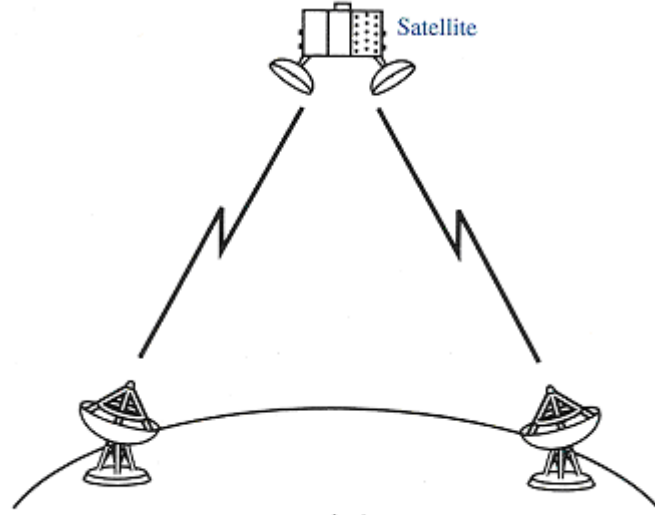
التردد الصاعد Uplink	التردد النازل Downlink	اسم النطاق الترددي
5.925 to 6.425 Ghz	3.7 to 4.2 Ghz	C
14 to 14.5 Ghz	11.7 to 12.2 Ghz	Ku
27.5 to 31 Ghz	17.7 to 21 Ghz	Ka

نظراً للترددات العالية التي تعمل عندها الأقمار الصناعية (من ١ إلى ٣٠ جيجا هرتز) وأيضاً نظراً للنطاق الترددي العريض (٥٠٠ ميجا هرتز) الذي يتمتع به الإرسال بواسطة الأقمار الصناعية فإن هذا يتيح تراسل عدد كبير من القنوات الهاتفية والتلفزيونية وتراسل البيانات بسرعات عالية كما إن التراسل بواسطة الأقمار الصناعية له ميزة البث الإذاعي حيث يمكن الإرسال من محطة معينة واحدة واستقبال الإشارة لدى عدد كبير من محطات الاستقبال كما يحدث بالنسبة للمؤتمرات والدورات الأولمبية وكأس العالم كما يمكن للإرسال بواسطة الأقمار الصناعية وصول الإشارات إلى المناطق الوعرة التضاريس والتي يصعب فيها وضع خطوط أرضية ثابتة عليها. الشكل (٣- ١٣)

لكن يعيب الإرسال بواسطة الأقمار الصناعية التأخر الملحوظ في استقبال الإشارة نظراً للمسافة البعيدة بين الأرض والقمر الصناعي ذهاباً وإياباً وهو ما يلاحظ أثناء المكالمات الهاتفية التي ترسل عبر الأقمار الصناعية. أيضاً يتأثر استقبال الإشارات المرسله عبر الأقمار الصناعية بالشوشرة والتداخل بين الموجات المنتشرة في محيط هوائي كل من المرسل والمستقبل كما تتأثر الإشارات المرسله أيضاً بالعوامل الطبيعية كالطر والضباب والصواعق والبرق. ومن أهم تطبيقات التراسل بواسطة الأقمار الصناعية ما يلي:

- البث الإذاعي والتلفزيوني.
- الاتصالات الهاتفية بعيدة المدى.
- تراسل البيانات ذات السرعات العالية.

- شبكات رجال الأعمال الخاصة.
- الربط بين الشبكات المختلفة.

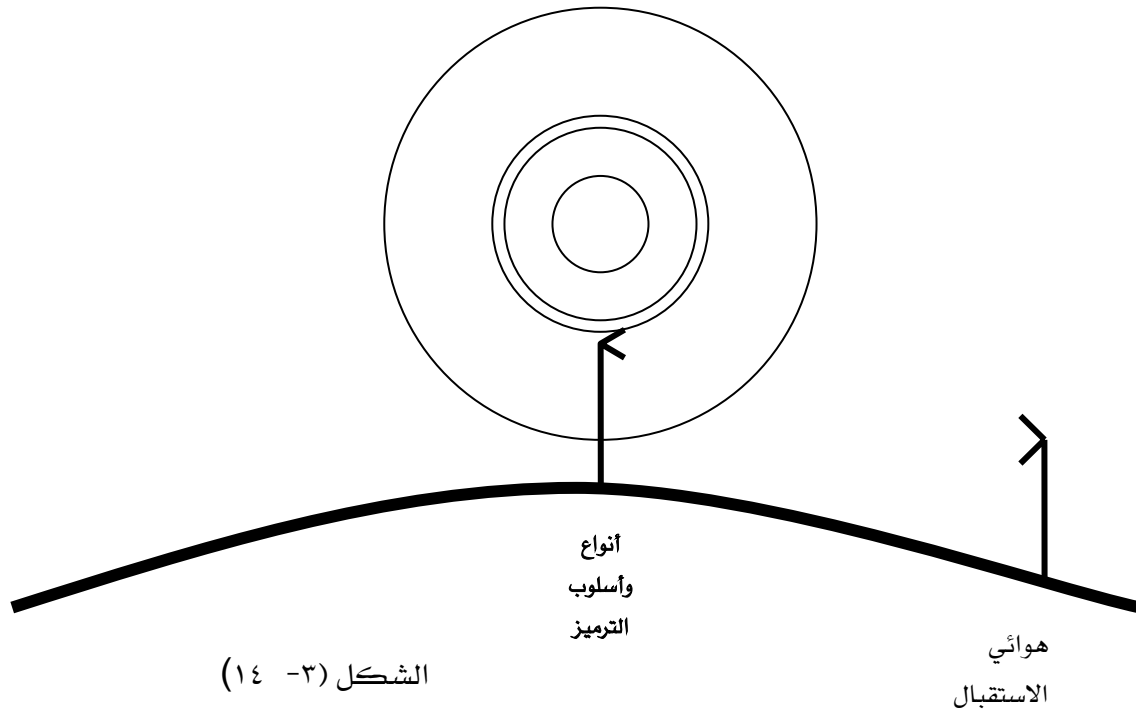


شكل ٣-١٣

ت- البث الراديوي (Radio Broadcast)

يستخدم البث الراديوي لنشر الموجات الكهرومغناطيسية لمسافات بعيدة بالإضافة إلى الأماكن التي بها عوائق تحول دون استخدام نظم وقنوات التوصيل الثابتة. ويتم البث الراديوي باستخدام هوائيات جميع الاتجاهات (omnidirectional antennas) توضع على أبراج أو مبانٍ عالية لكي يتم انتشار الموجات الراديوية في كافة الاتجاهات ولمسافات بعيدة لتغطي نطاقات ترددية عريضة منها نطاق البث الإذاعي والتردد العالي (HF) والعالي جداً (VHF) وجزء من التردد الأعلى (UHF). الشكل (٣- ١٤) ومن أهم تطبيقات البث الراديوي ما يلي:

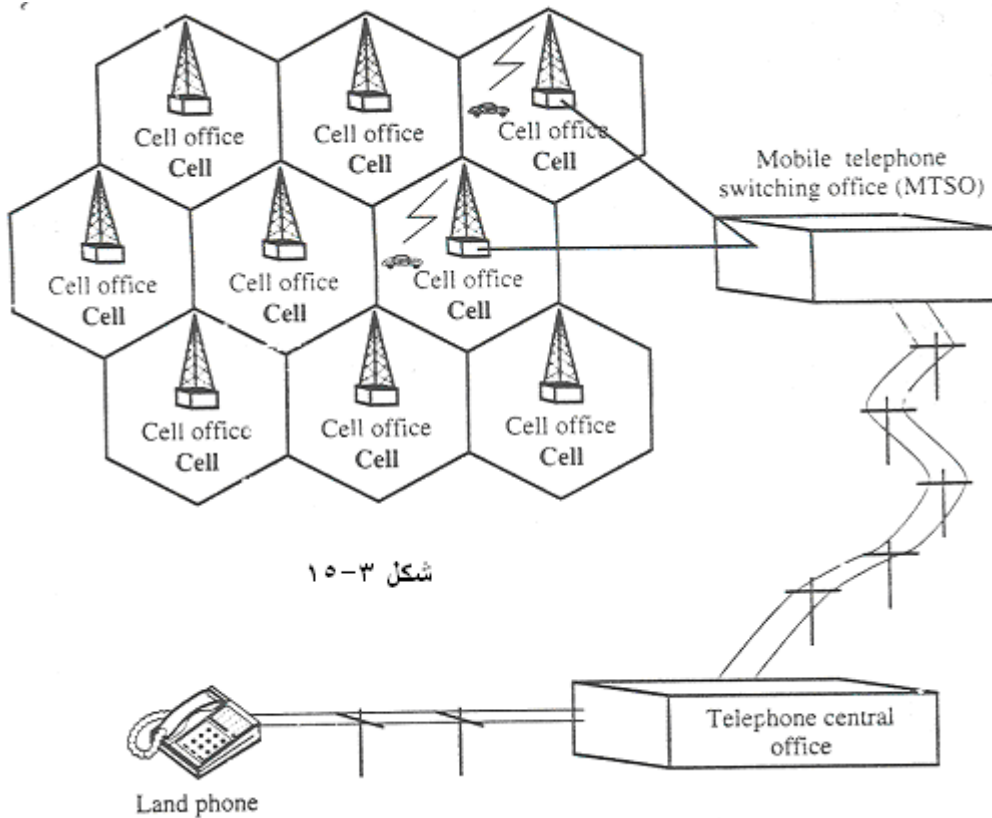
- البث الإذاعي للموجة المتوسطة (M) المعدلة سعويًا (AM) ذات النطاق من ٥٠٠ ك. هرتز إلى ١٦٠٠ ك. هرتز.
- البث الإذاعي للموجة القصيرة (SW) المعدلة سعويًا (AM) ذات النطاق من ٣ ميغا هرتز إلى ٣٠ ميغا هرتز.
- البث الإذاعي للموجة المعدلة تردديًا (FM) ذات النطاق من ٨٨ ميغا هرتز إلى ١٠٨ ميغا هرتز.
- البث التلفزيوني ذو النطاق من ١٠ ميغا هرتز إلى ١٠٠ ميغا هرتز.
- نصوص البيانات والمعلومات التي تبث كشرط مع القنوات التلفزيونية.
- النداء الآلي والتلكس.
- هاتف السيارة.
- تراسل البيانات.



ث- الهاتف الخليوي (Cellular Telephony)

الهاتف الخليوي صمم خصيصاً لتوفير الاتصال بين وحدتين متحركتين أو بين وحدة متحركة ووحدة ثابتة حيث يستخدم الفراغ لربط الهاتف الجوال (mobile station) بمحطة القاعدة (base station) داخل مساحة جغرافية محددة تسمى الخلية cell وتقوم وحدة التحكم المركزي للهاتف الجوال (mobile telephone switching center) بالتنسيق بين محطات القاعدة المختلفة لإتمام الاتصال في حالة تجول الهاتف الجوال داخل خليته أو بالخلايا الأخرى التي تختلف في مساحاتها حسب كثافة المشتركين مستخدمي الهاتف الجوال، كما ترتبط هذه الوحدة بالشبكة الهاتفية الثابتة لإتمام الاتصال بين الهاتف الجوال والهاتف الثابت. وتختلف أنواع الهاتف الخليوي بين النوع التماثلي والنوع الرقمي ومن حيث الترددات بين ٩٠٠ - ١٨٠٠ و ١٩٠٠ ميغا هرتز و ٢,٣ جيجا هرتز.

اتصالات الهاتف الخليوي بدأت أيضاً تتكامل مع اتصالات الأقمار الصناعية بحيث جعل هذا التكامل إمكانية اتصال الهاتف الجوال بين أي نقطتين في هذا العالم الواسع. الشكل (٣- ١٥)



شكل ٣-١٥

ج- الشبكات المحلية اللاسلكية (Wireless LANs)

يستخدم الفراغ لربط جميع وحدات الشبكة عن طريق استخدام هوائيات جميع الاتجاهات لإتمام عمليات الإرسال والاستقبال مع توفير سرعة تراسل عالية بين وحدات الشبكة الموضوعة في أماكن مختلفة. وفي النظام الأوروبي لهذه الشبكات يستخدم النطاق الترددي من ٥,١٥ - ٥,٣٠ جيجا هرتز وسرعة تراسل ٢٠ ميجا بت/ث. أما النظام الأمريكي لهذه الشبكات فيستخدم النطاق الترددي من ٥,١٥ - ٥,٣٥ جيجا هرتز والنطاق الترددي من ٥,٧٢٥ - ٥,٨٢٥ جيجا هرتز وسرعة تراسل ٢٠ ميجا بت/ث.

ح- قنوات الأشعة تحت الحمراء (Infrared Links)

يستخدم للتراسل خلال هذه القنوات أسلوب البث بطريقة مدى البصر لكن لمسافات قصيرة جداً ومن خصائصها الارتداد من الحوائط وعدم التغلغل داخلها لذلك لا توجد مشاكل للحماية والسرية أو التداخلات نظراً لأنها إشارات ضوئية وتعمل في النطاق 3×10^{11} - 3×10^{13} هرتز.

ومن أهم تطبيقات استخدام الأشعة تحت الحمراء ما يلي:

- وحدات التحكم عن بعد أو الريموت كنترول.
- وحدات الاتصالات اللاسلكية مثال ذلك لوحات المفاتيح- والميكروفون- وجوستيك الألعاب الإلكترونية- والحاسب المحمول وهي تعمل عند سرعة تراسل ٧٥ ك. بت/ث ومسافة تصل إلى ٨ أمتار وهناك معيار آخر يعمل عند سرعة تراسل من ١١٥ ك. بت/ث- ٢ ميجا بت/ث ومسافة حتى ١ متر مثال ذلك توصيل الحاسب المحمول بالطابعة.
- الأبواب الإلكترونية.

أسئلة الوحدة الثالثة

أجب عن الأسئلة الآتية :

- س١ : ما الفرق بين وسائط التراسل الموجهة ووسائط التراسل غير الموجهة ؟
- س٢ : ما الميزة الرئيسة للأسلاك المزدوجة المحمية عن الأسلاك المزدوجة غير الموجهة ؟
- س٣ : لماذا يفضل استخدام الكيبلات المحورية عن الأسلاك المزدوجة المجدولة ؟
- س٤ : ماذا يحدث للشعاع الضوئي عند عبوره لوسط ذي كثافة ضوئية عالية ؟
- س٥ : ما طبقات الأتوموسفير ؟ وما أنواع التراسل المستخدمة في كل طبقة ؟
- س٦ : حدد الصواب والخطأ لكل مما يلي :
- هناك تأخر لكن غير ملحوظ عند تراسل المكالمات الهاتفية عبر الأقمار الصناعية.
 - لا يمكن التنصت أو التحسس للإشارة المرسله عبر كيبلات الألياف البصرية.
 - الكيبلات المحورية من مواصفات RG-8 تم تصنيعها خصيصاً للربط التلفازي.
 - يبلغ عرض النطاق الترددي للقناة الهاتفية ٤٥٠٠ هرتز بينما يبلغ عرض النطاق الترددي للقناة التلفازية ٦ ميغا هرتز.
 - عند النهاية الدنيا للطيف الكهرومغناطيسي يوجد النطاق الترددي للقدرة الكهربائية والمحادثات.

س٦: اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المتعددة.

- أ- إشارات الدخان كمثال للتراسل خلال
- الوسائط الموجهة.
- الوسائط العاكسة.
- الوسائط غير الموجهة.
- الوسائط المائية.
- ب- أي من النظم التالية يستخدم الوسائط الموجهة؟
- نظم الهاتف الجوال.
- نظم الهواتف الثابتة.
- اتصالات الأقمار الصناعية.
- نظم البث الإذاعي.
- ت- ما العامل الأساسي الذي يجعل الكيبلات المحورية أقل عرضة للمضوضاء؟
- الموصل الداخلي.
- قطر الكيبل.
- الموصل الخارجي.
- المادة العازلة.
- ث- الرقم المتعلق بال RG يعطينا كل المعلومات عن
- الأسلاك المزدوجة المجدولة.
- الكيبلات المحورية.
- الألياف البصرية.
- كل ما سبق.
- ج- في كيبلات الألياف البصرية ، القلب أو الناقل الداخلي الكسوة.
- أكثر كثافة من.

- أقل كثافة من.
- له نفس الكثافة مثل.
- لا توجد إجابة صحيحة.

- ح- في كيبالات الألياف البصرية، بخلاف الأسلاك، مقاومتها عالية ل....
- تراسل الترددات العالية.
- تراسل الترددات المنخفضة.
- التأثيرات والتداخلات الكهرومغناطيسية.
- الانكسار.

- خ- في الهاتف الخلوي، المساحة الجغرافية يتم تقسيمها إلى مناطق خدمة صغيرة تسمى.
- خلايا.
- مكاتب للخدمة.
- مقاسم.
- محطات تقوية.

س٧: إذا كان ضوء الشمس يستغرق تقريباً ٨ دقائق لكي يصل إلى الأرض. ما مقدار المسافة بين الأرض والشمس؟