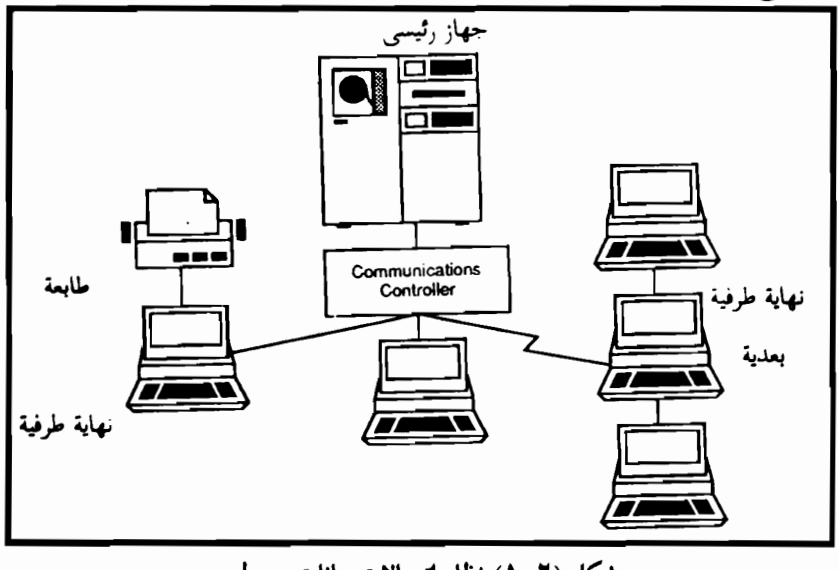
الفصل الثانى

تعديل وتمثيل وانسياب البيانات

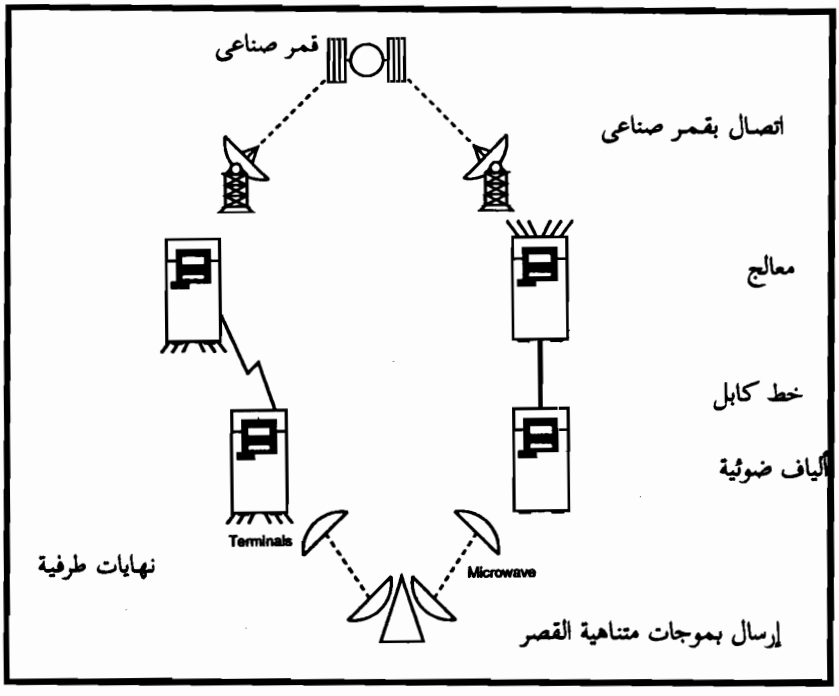
يتناول الفصل شرحا عن أوساط الاتصالات من أسلاك وكابلات محورية وألياف ضوئية ثم يستعرض أساليب تمثيل البيانات وتعديلها وكيفية تدفقها والتحكم في هذا التدفق .

يمكن تعريف اتصالات البيانات على أنها ذلك الجزء من الاتصالات الذى يتعلق بنظم الحاسبات أو الإرسال الإلكترونى لبيانات الحاسب ، وتتنوع اتصالات البيانات فى تعقيدها وبساطتها .



شكل (٢-١) نظام اتصالات بيانات بسيط

فهناك نظم اتصالات بسيطة تتكون من مجموعة بسيطة من أجهزة الاتصالات مع نظم اتصالات ومعدات بسيطة وهناك نظم اتصالات كبيرة تحتوى على إمكانيات اتصالات معقدة وأجهزة كثيرة متعددة الإمكانيات .



نظام اتصالات بيانات معقد شكل ٢-٢

٢-١- أوساط الاتصالات

وسط الاتصال الذى يتحقق انتقال البيانات فيه إما أن يكون:

* (سلكيا) على صورة (أسلاك موصلة مثل خطوط الهاتف أو الكابلات المحورية Coaxial أو كابلات الالياف الضوئية Fiber optics) .

* أو (لاسلكيا) بانتشار الموجات الكهرومغناطيسية فى طبقات الجو بترددات مختلفة.

لكل من هذين الوسطين مميزاته وعيوبه تبعا لاعتبارات السرية والتكلفة والمرونه

وغيرها من الاعتبارات التى تميز وسطا عن الآخر .

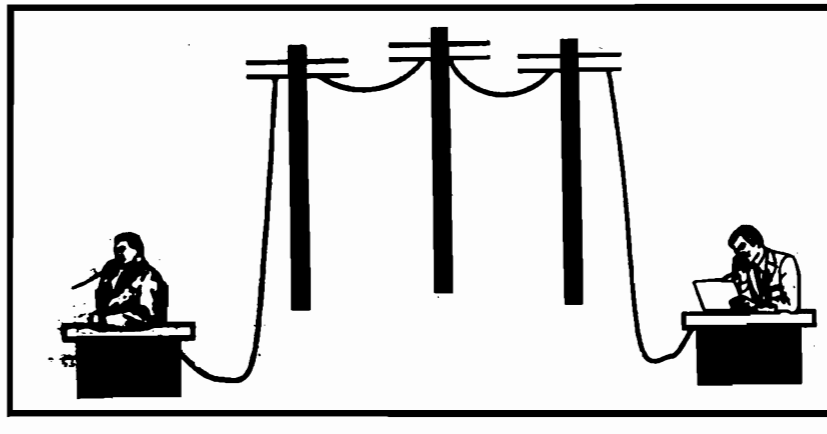
٢-١-١ الأوساط الموصلة Conducted Media

الأسلاك Wires

هى أولى وسائط الاتصالات استخداما والأكثر شيوعا كوسط انتقال البيانات فقد ظهر الحاسب فى الوقت الذى كانت فية شبكات الهاتف وخطوط البرق بالأسلاك تمتد عبر المدن والأقطار .

تمتاز الأسلاك برخص الثمن وسهولة الاستخدام ولكن عيوبها تتمثل فى تشوه الإشارات الكهربية المنقولة ، وقابلية حدوث أخطاء فى الإشارات المنقولة بالإضافة إلى معدل الإرسال الضئيل الذى يمكن الحصول عليه عند الربط لمسافات طويلة عن طريق الأسلاك .

قد تكون الأسلاك ممتدة كخطوط عامة مثل خطوط الهاتف العمومية أو على شكل خطوط خاصة يقوم بمدها المستفيدون منها فى شركة أو فى مبنى .



شكل (٢-٣) خطوط الهاتف الممتدة

نظريا فإن أقصى سرعة انتقال للبيانات من خلال وصلات الأسلاك تتجاوز واحد مليون بت فى الثانية bps وعمليا فإن هذه السرعة تكون محدودة بالمسافة

بين (الوصلات) وقطر السلك المستخدم ، وفى حالة توصيلات أسلاك مثل السلك المجدول المزدوج فإن السعة المتبادلةMutual Capacitance بين أسلاك التوصيل المستخدمة فى النقل تؤثر على هذه السرعة .

كابل أسلاك غير مدرع

وعند تدريعه يحاط بطبقة من ضفائر مواد معدنية لحماية الكابل من الإشعاع

شكل (٢-٤) كابلات الأسلاك

يستطيع الكابل المزدوج معالجة ترددات تصل إلى مليون ذبذبة فى الثانية وبالتالى يستطيع حمل سعة أكثر من ٢ مليون بت فى الثانية وعلى الرغم من ذلك فإن التوصيلات العامة أو المحلية تعمل فى الواقع على سرعات أعلى من ٨٠,٠٠٠ بت فى الثانية بينما توصيلات المسافات الكبيرة تعمل على سرعات أعلى من ٩٦٠٠ بت فى الثانية اعتمادا على نوع الكابل ويستخدم للاتصالات البعيدة الكابل المغطى بتدريع Shieldedبمادة معدنية حوله كعازل للتأريض ولمنع التشويش الكهرومغناطيسى .

بالطبع تتغير التكلفة مع الكابلات المغطاة عنها مع الكابلات غير المغطاة إضافة إلى عدد الأسلاك فى الكابل ومادة السلك نفسها ولو أن المادة الشائعة الاستعمال فى الكابلات هى مادة النحاس .

تستخدم تطبيقات اتصالات البيانات خطوط شركات الهاتف كوسيلة لنقل البيانات . لكن شركات الهاتف لاتقدم أى نوع من الضمانات عند استخدام أسلاك الهاتف سواء أكانت الضمانات تضمن مسارات التوصيل أو معدات

التحويل المستخدمة فى الاتصال .

من الملاحظ أنه عند استخدام أسلاك الهاتف فى اتصالات البيانات أن السرعة وكفاءة التوصيلات تكون محدودة وتعمل فى حدود سرعات ٣٠٠، ١٢٠٠، ٢٤٠٠، ٤٨٠٠، ٩٦٠٠، ١٩٢٠٠ بت فى الثانية .

يمكن توافر سرعات أعلى من السرعات السابقة لكن الأخطاء التى تحدث فى انتقال البيانات فيها وتكلفة المعدات اللازمة تجعلها عالية التكلفة للمستخدم، وتزيد حدود سرعة انتقال البيانات فى المناطق التى تستخدم فيها شركات الهاتف تقنية نقل البيانات رقميا بما يسمح بالوصول لسرعات تتجاوز٥٦,٠٠٠ بت فى الثانية .

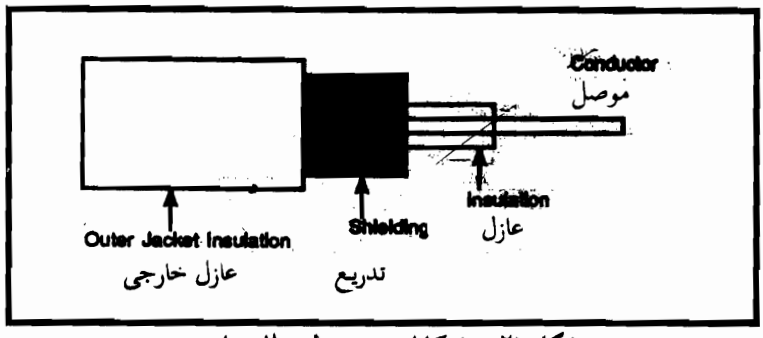
تستخدم الخطوط العادية عندما تكون كميات البيانات المنقولة قليلة أو عندما يراد توصيل عدد من مندوبى مبيعات شركة من الشركات يستخدمون أجهزة الحاسب المحمولة لإرسال بيانات الطلبيات إلى حاسب الشركة الرئيسى فى مؤسستهم من مناطق مختلفة ويتحركون لمواقع متغيرة تبعا لعملهم .

كلما زاد وقت الاتصال تصبح وسيلة الاتصال بخطوط الهاتف العمومية مكلفة فإذا كان وقت الاتصال طويلا تستخدم الخطوط المؤجرة ، كما تستخدم أيضا إذا كانت المسافة طويلة وللوصول إلى سرعات أعلى . ولهذا يقال إن هذه الخطوط تعتمد على المسافة وسرعة النقل وتقليل الأخطاء إذ تعمل على سرعات تتجاوز ٩٦٠٠ .

الكابل المحورى Coaxial Cable

يكون على شكل سلك أو زوج من الأسلاك الموصلة موضوعة فى منتصف الكابل وتحاط الأسلاك بطبقة من مادة عزل كهربى ، وحول مادة العزل تدريع خارجى من مادة موصلة تغطيها مادة مرنة من البلاستيك ، وللنقل عن طريق الكابل المحورى نطاقان أساسيان هما نطاق القاعدة (النطاق الأساسى) والنطاق

الواسع أو العريض .



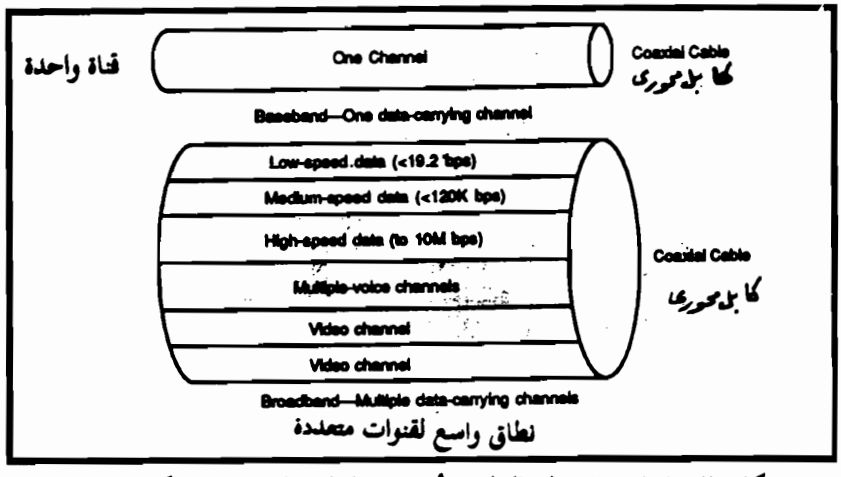
شكل (٢-٥) كابل محورى له سلك واحد

النطاق الأساسى والنطاق الواسع Base Band & Broad Band

فى النطاق الواسع broadband يتم تحميل البيانات على موجات تردد عال (التردد الحامل Carrier) ولهذا يمكن أن يتم نقل قنوات عديدة على الكابل الواحد وبين كل قناة وأخرى تردد فاصل (فواصل الترددات) المعروف باسم **النطاقات** يساعد على منع تداخل الإشارات مع بعضها البعض .

تسمح تقنية النطاق العريض (الواسع) باستخدام الكابل المحورى الواحد لاحتياجات انتقال متعددة ، وكمثال لذلك يمكن أن يكون هناك قناة صوت وقناة صورة وقنوات بيانات عديدة بسرعات انتقال عديدة على كابل واحد ذى نطاق عريض فى قنوات متعددة ويشبه النقل الواسع النطاق وجود مسارات لسير العربات فى طريق عريض .

الانتقال فى نطاق القاعدة baseband لايستخدم التردد الحامل ولكن يتم إرسال البيانات بواسطة تغييرات الجهد ولذا لا تقدر هذه الحالة على إرسال قنوات عديدة على نفس الكابل وهو أقل تكلفة من النطاق العريض لأنه يستخدم كابلات أقل تكلفة وعلى الرغم من ذلك يوجد الكابل المحورى الذى يمكن أن يستخدم لكل من حالتى الإرسال عريض النطاق والإرسال أساسى النطاق .



شكل (٢-٦) الإرسال على النطاق الأساسى والنطاق العريض فى الكابل المحورى

فى الواقع لا يقتصر الإرسال فى النطاق الأساسى والنطاق الواسع (العريض) على الكابلات المحورية ، فكل من نوعى الإرسال العريض النطاق والأساسى والنطاق يمكن أن يتم من خلال كابلات الأسلاك المزدوجة أو كابلات الألياف الضوئية لكن الواقع العملى يبين أن مثل هذا الإرسال على أسلاك الكابلات الزوجية المجدولة ليست له جدوى لأن عرض النطاق يكون صغيراً جداً .

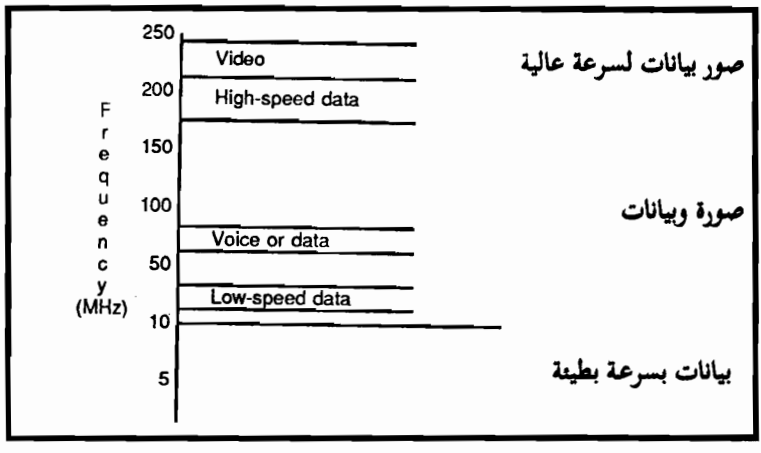
عند الإرسال فى النطاق الأساسى فإن عرض الكابل يستخدم لحمل البيانات التى تمثل عند انتقالها فى الكابل على صورة تغييرات فى الجهد ، وفى النطاق الأساسى تصبح البيانات ذاتها هى الإشارة المنقولة .

فى الإرسال عريض النطاق تسمح عملية ازدواج تقسيمات التردد بتواجد عدد من القنوات ذات السرعات العالية أو السرعات المنخفضة على نفس الكابل وتسمح للكابل أن يستخدم فى أغراض أخرى غير نقل البيانات مثل نقل إشارات المرئيات Video والصوت .

للكابلات المحورية نطاق يبلغ عرضه ما يصل تقريبا إلى ٤٠٠ مليون هرتز يمكن تقسيمه إلى عدد من القنوات التى تدعم كل واحدة منها وظيفة معينه فعرض النطاق الكلى يمكن أن يتم تقسيمه إلى قنوات متعددة منها قناة صوت

وقناة مرئيات وقناة بيانات عالية السرعة وقناه بيانات منخفضة السرعه وقنوات تبادلية .

اقترح هاريس وسوينى (١٩٨٣) المواقع التالية للقنوات وتوزيعها :



(شكل ٢-٧) مواقع مقترحة لتوزيع القنوات

نطاق أول يفصل مدى التردد من ١٠-٢٥ ميجاهرتز كقناة يمكن أن تستخدم لإرسال البيانات بسرعة منخفضة أما النطاق الذى يفصل المدى من ٥٥-٨٥ ميجاهرتز فيمكن أن يستخدم لتحويل الصوت أو لاتصالات البيانات .

يمكن أن يحدد النطاق من ١٧٥-٢١٠ميجاهرتز لتبادل البيانات عالية بينما يمكن الاستفادة من النطاق ٢١٠-٢٤٠ ميجاهرتز لإرسال المرئيات ولأن المرئيات تحتاج إلى سعه قناة ذات ٦ميجاهرتز تقريبا يمكن أن يكون هناك ٥قنوات مرئيات على عرض النطاق .

نطاق البيانات منخفضة السرعه يمكن أن يقسم إلى عدد من الدوائر بإمكان كل منها التعامل بمعدل نقل بيانات يصل إلى ٥٦ كيلو بت فى الثانية (56kbps) وفى قنوات السرعه المنخفضة يمكن تقريبا لأى نوع من الطرفيات أن يوصل بسهولة .

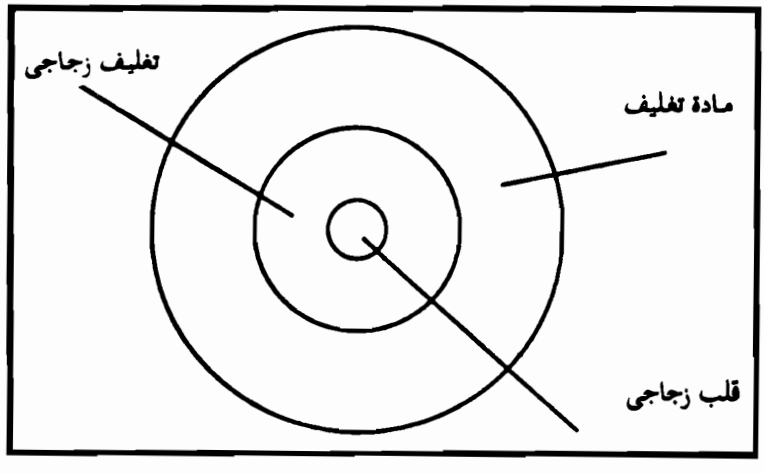
من الوصف السابق قد يبدو أن الإرسال عريض النطاق هو الوسيلة البديهية التى يجب استخدامها فى اتصالات البيانات فهو يقدم مرونة وقنوات تماثل عديدا من نظام نطاق الأساس لكن هناك عدد من العيوب فهو نظام معقد عن نظام النطاق الأساسى ويجب مراعاة الدقة فى تصميم ووضع القنوات ، كما أنه أغلى فى التكلفة .

مميزات وعيوب الكابل المحورى

يحتاج الكابل المحورى إلى محطات تقوية Repeaters عند العمل على مسافات طويلة ، ويمتاز بتدقيق السرية ومعدل نقل البيانات أعلى بضوضاء أقل ويعيبه ارتفاع سعره مقارنة بالأسلاك العادية .

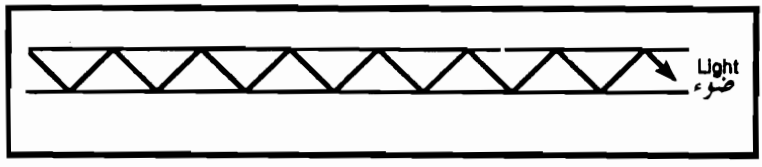
كابل الألياف الضوئية Fiber Optics

برغم أن للألياف الضوئية ثلاثة أساليب مختلفة للتحكم فى النبضات من المصدر المستقل فإن لها نفس الشكل العام والخصائص ، ويحتاج الكابل إلى مصدر ضوئى ويستخدم الثنائى الضوئى أو مصدر شعاع ليزر كما يحتاج إلى معدات تحويل فى النهاية .



شكل ٢-٨ مقطع كابل الألياف الضوئية

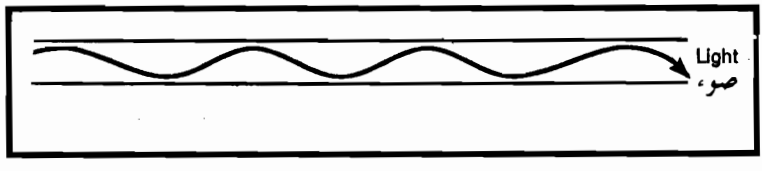
يحاك واحد أو أكثر من ألياف الزجاج أو البلاستيك فى داخل الكابل لتشكيل قلب Core الكابل ويحاط القلب بطبقة زجاج أو بلاستيك تسمى التغليف (Cladding) ، والتغليف بدوره مغطى بمادة من البلاستيك للحماية .



شكل (٢-٩) تقنية تعدد الطور والخطوة المفهرسة فى كابل الألياف الضوئية

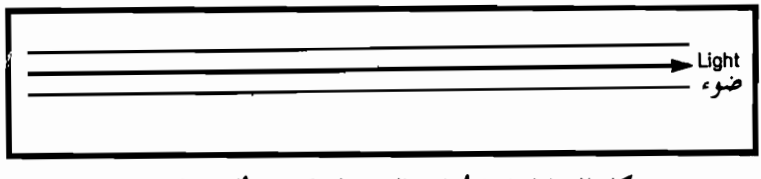
التقنية الأولى فى استخدام الألياف الضوئية كانت تستخدم الألياف متعددة الأطوار والخطوة المفهرسة Multimode Step-index fiber وفيها تحرك الأجناب العاكسة للألياف نبضات الضوء إلى المستقبل .

التقينة الثانية للألياف متعددة الأطوار بتدرجات الفهرسة Multimode graded Index fiber تعمل على انحناء الضوء تجاه مركز الألياف بواسطة تغييرات فى كثافة مادة القلب الداخلى .



شكل ٢-١٠ تقنية تعدد الطور وتدرج الفهرسة فى كابل الألياف الضوئية

التقنية الثالثة الأسرع هى الانتقال أحادى الطورSingle Mode transmission وتتم عن طريق انتقال الضوء بالتحكم فيه بالسير المباشر من المصدر فى منتصف القلب حتى محطة الاستقبال فى خط مستقيم .



شكل ٢-١١ تقنية أحادية الطور فى كابل الألياف الضوئية

تتراوح معدلات سرعات الانتقال المتاحة فى الألياف الضوئية بين ٥٠٠مليون إلى ألف مليون بت فى الثانية وتتلخص المميزات فى السرية العالية والسرعة العالية والنطاق الواسع أما العيوب فتتلخص فى التكلفة العالية والتوصيلات والمعدات الخاصة فى البداية والنهاية وصعوبة التركيب والصيانة .

٢-١-٢ الأوساط المشعة

موجات الراديو متناهية القصر Microwave Radio

يزيد معدل سرعات انتقال البيانات عن ٤٥ مليون بت فى الثانية ولأن الموجات المتناهية القصر تنتقل فى خط مستقيم فالمرسل والمستقبل يجب أن يكونا على نفس خط الرؤية لكل من الآخر بدون وجود عوائق بينهما ، وبسبب انحناء سطح الأرض يتسبب ذلك فى ضرورة أن تكون محطات الموجات المتناهية القصر على مسافات لا تزيد عن ٣٠ ميلا بين بعضها البعض .

يقسم عرض حيز الترددات لقناة الموجات المتناهية القصر إلى عدة قنوات فرعية تستخدم لنقل الصوت أو لوصلات البيانات ذات السرعة العالية أو لكليهما.

تتلخص عيوب استخدام هذه الطرق فى التكلفة العالية وامكانية حدوث التداخل بين المحطات وتكون محدودة باعتبارات خط الرؤية مع انعدام السرية وتمتاز بسهولة الاستخدام والتركيب ، والسرعة العالية .

موجات الإذاعة

يتراوح مدى التردد المستخدم بين ٥٠٠,٠٠٠ كيلو هرتز إلى ١٠٨ مليون هرتز ولا تستخدم بصورة عالية فى اتصالات البيانات .

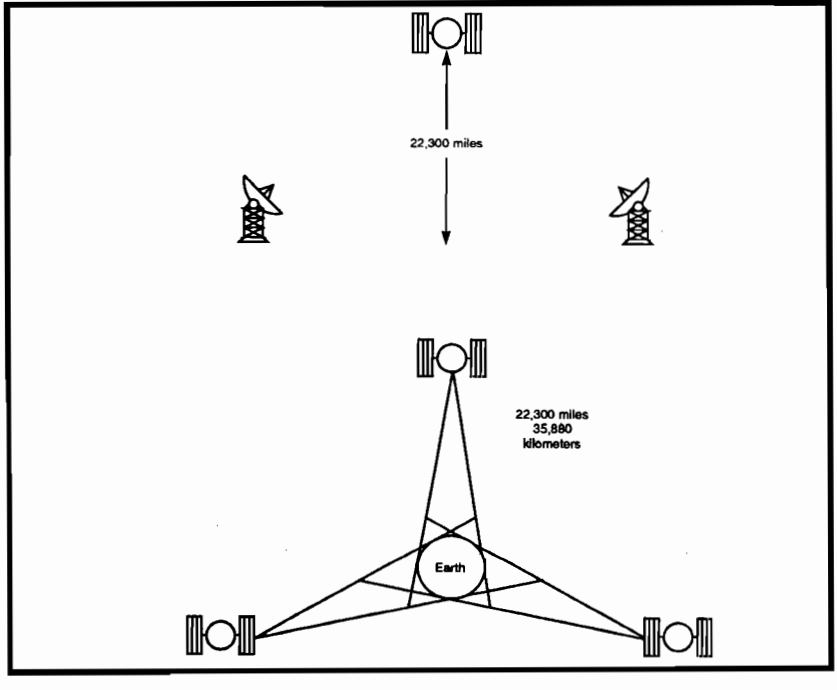
الأقمار الصناعية

تحتاج المحطات الأرضية إلى الرؤية المتبادلة بوقوعها على خط الرؤية لكل من

الأخرى وفى الأقمار الصناعية يكون نفس الأمر أى أن تكون المحطة الأرضية واقعة على خط الرؤية للمحطة الفضائية وعلى ذلك فإن هناك اختلافا فى موقع المحطة كما أن هناك اختلافاً فى طريقة إرسال الإشارات .

أوجه الاختلاف تتمثل فى أن الموجات متناهية القصر تستخدم قواعد أرضية فقط بينما الأقمار الصناعية تستخدم القواعد الأرضية والمحطات المدارية ، كما أن الإرسال بموجات الراديو المتناهية القصر يستخدم ترددا واحدا لإرسال واستقبال الموجات بينما الأقمار الصناعية ترسل من القاعدة الأرضية إلى القمر الصناعى على أحد الترددات ومن القمر الصناعى إلى المحطات الأرضية على تردد آخر مختلف .

توضع الأقمار الصناعية التجارية فى مدارات ترتفع بمقدار ٢٣,٠٠٠ ميل عن سطح الأرض .

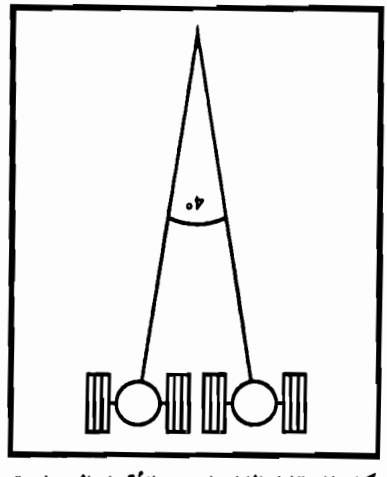


شكل ٢-١٢ مدارات الأقمار الصناعية وأوضاعها

تعد الأقمار الصناعية بمثابة مستجيب Transponder فبينما تقوم المحطات الأرضية بالإرسال والاستقبال فإن وظيفة القمر الصناعى هى استقبال الإشارات من المحطات الأرضية وتكبيرها وتغيير التردد السفلى وإعادة إرسال الإشارات إلى المحطات الأرضية التى تستقبلها .

يسمى تردد الإشارة المرسلة من المحطات الأرضية بالتردد السفلى بينما يسمى تردد الإشارة المرسلة من القمر الصناعى إلى المحطة الأرضية بالتردد العلوى ولذلك دائما ما يقرن الإرسال والاستقبال فى الأقمار الصناعية بزوج مختلف من الترددات مثل ١٤/١٢ ألف مليون هرتز فالأول يمثل التردد السفلى والثانى يمثل التردد العلوى .

حتى لا يحدث تداخل بين الأقمار الصناعية يجب أن تكون هناك مسافة بينهما وفى الغالب تقاس بالزاوية التى يجب أن تزيد عن ٤ درجات .



شكل ٢-١٣ الفاصل بين الأقمار الصناعية

يستطيع الإرسال فى الأقمار الصناعية عن طريق المستجيب القيام بمعدل إرسال يقترب من ٥٠مليون بت فى الثانية والتى يمكن تقسيمها إلى ١٦ قناة ذات ١,٥ مليون بت فى الثانية أو ٤٠٠قناة ذات ٦٤ك بت فى الثانية أو ٦٠٠قناة ذات ٤٠ك بت فى الثانية .

بالرغم من هذا المعدل العالى فإن هناك زمن تأخير لأن الإشارات تقطع مسافات طويلة من المرسل إلى المستقبل فلإرسال إشارة إلى جهاز حاسب واستقبال الاستجابة منه فإن الموجات سوف تقطع المسافة من المحطة الأرضية إلى القمر الصناعى ومنه إلى الحاسب بمسافة (٢٢,٣٠٠×٢ ميل) ٤٤,٦٠٠ ميل ثم تستقبل الاستجابة منه قاطعة نفس المسافة أى آن اجمالى المسافة المقطوعة = ٨٩,٢٠٠ ميل ولما كانت سرعة الموجات الكهرومغناطيسية تعادل ١٨٦,٠٠٠ ميل فى الثانية فإن الزمن المنقضى = ٨٩,٢٠٠/١٨٦,٠٠٠=٤٨, ثانية وهو زمن تأخير كبير .

إرسال الأشعة تحت الحمراء

إرسال الأشعة تحت الحمراء يستخدم إشعاعا كهرومغناطيسيا بموجة ذات أطوال تقع بين حدى الضوء المرئى وموجات الراديو ، ومثل الموجات متناهية القصر فإرسال الأشعة تحت الحمراء يعتمد على خط الرؤية ومعدل نقل البيانات فى حدود ١٠٠ كيلوبت فى الثانية ولا تستخدم بصورة عالية .

محددات اختيار أوساط الانتقال

هناك عدد من العوامل تحدد عملية اختيار وسط الانتقال عند تقدير احتياجات شبكة اتصالات بيانات وهذه العوامل هى :

السرعة	Speed
السعة	Capacity
التكلفة	Cost
الإتاحة	Availability
قابلية التوسع	Expanadability
معدل الأخطاء	Error Rates

السرية	Security
المسافة	Distance
قيود البيئة	Enviroment
الصيانه	Maintenance

٢-٢- تمثيل البيانات

تمثل البيانات على شكل واحد من نوعين أساسيين هما صورة التمثيل التناظرى (التماثل ANALOG كما هو الحال فى اتصالات الهاتف) وصورة التمثيل الرقمى(DIGITAL كما هو الحال فى الحاسب ونظم الخدمة الرقمية ISDN) .

تكون الصورة التناظرية على هيئة جهود وتغييرات فى خواص الموجات وتمثل البيانات فى الصورة التناظرية بتغيير السعة Amplitudeأو التردد Frequency أو وجه الموجة Phase أو بالتعديل الشفرى النبضى Pulse Code modulation .

تحتفظ أجهزة الحاسبات بالبيانات على صورة رقمية وتقوم بإرسالها على صورة رقمية، وفى الصورة الرقمية تكون على هيئة الصفر والواحد مما يرمز له بالرقم الثنائىbinary digit أو بت bit .

شفرات ترميز البيانات الرقمية Data Codes

تمثل البيانات فى الحاسب على صورة رقمية تتشكل على صورة الصفر والواحد ، ولإعطاء معنى لعدد متتال من البتات فمن الضرورى أن يتم تجميع عدد من البتات لتمثيل حرف بيانات ولخلق شكل رمزى أو جدول ترجمة يستطيع النظام بواسطته ترجمة كل مجموعة من البتات إلى حرف .

فى نظام التلغراف يتم تمثيل كل حرف من الحروف الأبجدية والرموز على شكل مجموعة من النقط والشرط ، وبالرغم من أن هذا النظام يمكن أن

يوصف كأنه (بتات) فإنه لا يكون ملائما لاتصالات البيانات لأن الحرف يمثل بعدد مختلف من البتات فعلى سبيل المثال الحرفA تمثله (نقطة وشرطة) (أى اثنين من الرموز) بينما حرفS تمثله نقطة ونقطة ونقطة (ثلاث علامات) ويتم التفريق بين كل مجموعة ومجموعة بزمن بين الحروف ولكن الحاسب يستخدم نظاما للترميز بعدد واحد من البتات فى كل حرف .

نظام BCD (الثنائى العشرى) Binary coded Decimal

يتواجد على شكلين : شكل يتكون فيه كل حرف من ٦ بتات وشكل ذى أربعة بتات ومع التنظيم الرباعى (٤ بتات) يمكن تمثيل ١٦ نوعا مختلفا من الرموز ولذلك لايكون هذا النظام مناسباً للحروف والعلاقات أما النظام الثنائى العشرى BCD ذى الستة بتات فيمكنه تمثيل ٦٤ رمزاً مختلفا .

نظام BUADOT

يحتوى نظام الترميز على ٥ بتات بما يمكن من تمثيل ٣٢ حرفا ويستخدم رمزين منها لتغيير شكل الحروف لتصبح ٦٢ حرفا .

نظام SBT

هو نظام ذو ٦ بتات استحدثته IBM للتحكم فى الدخول للاتصالات عن بعد ولم يعد يستخدم .

غنى عن الذكر أن الأنظمة السابقة لم تعد تستخدم فى الوقت الحاضر بسبب عدم قدرتها على تمثيل مجموعات كثيرة من الحروف .

نظام اسكى ASCII

هو تعبير عن اختصار كلمات اللغة الإنجليزية التى تعنى الشفرة القياسية الأمريكية لتبادل المعلومات American Standard Code For Information Interchangeوهو الغالب فى الاستخدام وقد استخدم فى البداية بنظام ٧بتات

ليمكن تمثيل ١٢٨ حرفا أما نظام ٨بت المستخدم بعد ذلك وشاع استخدامه فيمكن من تمثيل ٢٥٦ حرفا فيما يسمى بنظام اسكى الممتد .

High Order Bits

Low Order Bits	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	SPACE	0	@	P		p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	|
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

جدول ٢-١ جدول رموز الآسكى

نظام EBCDIC

هو النظام الشفرى الثنائى الممتد لتبادل الرموز العشرية Extended Binary Coded Decimal Interchange Code ويمثل بعدد ٨ بتات لتمثيل الحرف بما يعطى ٢٥٦ رمزاً يمكن تمثيلهم .

High Order Bits

Low Order Bits	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
0000	NUL	DLE	DS		SPACE	@	-	
0001	SOH	DC1	SOS					
0010	STX	DC2	FS	SYN				
0011	ETX	DC3						
0100	PF	RES	BYP	PN				
0101	HT	NL	LF	RS				
0110	LC	BS	ETB	UC				
0111	DEL	IL	ESC	EOT				
1000		CAN						
1001	RLF	EM						\
1010	SMN	CC	SM		¢	!	|	:
1011					.	$	'	#
1100	FF	IFS		DC4	<	*	%	@
1101	CR	IGS	ENQ	NAK	(	)	_	'
1110	SO	IRS	ACK		+	;	>	=
1111	SI	IUS	BEL	SUB	|		?	"

High Order Bits

Low Order Bits	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000					{	}	\	0
0001	a	j	~		A	J		1
0010	b	k	s		B	K	S	2
0011	c	l	t		C	L	T	3
0100	d	m	u		D	M	U	4
0101	e	n	v		E	N	V	5
0110	f	o	w		F	O	W	6
0111	g	p	x		G	P	X	7
1000	h	q	y		H	Q	Y	8
1001	I	r	z		I	R	Z	9
1010								
1011								
1100								
1101								
1110								
1111								

جدول ٢-٢ جدول رموز إبسيديك

يلاحظ أن النظامين الأخيرين هما أكثر نظم الترميز استخداما كما أنه يجب معرفة أن النظامين لا يتماثلان وإنما يختلفان فى نظام تحديدهما للرموز وعند توصيل جهازين يعمل أولهما بنظام آسكى ويعمل الثانى بنظام إبسديك يجرى استخدام برامج للتحويل بين النظامين .

٢-٣- تعديل البيانات

التحويل من صيغة رقمية إلى صيغة تناظرية والعكس يتم عن طريق عدد من المعدات ، وفى اتصالات البيانات يستخدم جهاز يسمى المعدل (الموديمModem) ، وعندما يعمل المعدل للإرسال فإنه يستقبل بيانات رقمية من الحاسب المتصل به على هيئة سلسلة من الأرقام الثنائية(البتات) ويحولها المعدل من صورتها الرقمية إلى إشارات تناظرية ثم يمرر المعدل الإشارات الكهربية التناظرية بعد ذلك عبر وسيط الانتقال(سلك-كابل محورى). حيث تذهب إلى معدل (موديم) آخر مركب جهاز حاسب بعيد .

يقوم المعدل الثانى فى هذه الحاله بالعمل كمعدل استقبال حيث يقوم باستقبال الإشارات التناظرية المنقولة على وسيط الانتقال ثم يتولى تحويل الإشارات التناظرية إلى أصلها الرقمى وإدخالها إلى جهاز الحاسب الذى يستقبل البيانات على صورة رقمية ، وبهذا تتم عملية انتقال البيانات بين جهازى حاسب فى مكانين متباعدين تم توصيلهما عن طريق المعدلين ووسيط الانتقال(سلك أوكابل أو خطوط الهاتف) .

فى الغالب تستخدم خطوط الهاتف لنقل الإشارات بين أجهزة المعدل لربط أجهزة الحاسب ببعضها البعض .

الإشارات الحاملة والتعديل

إذا كانت الموجة الجيبية Sinewave مستمرة بدون أى تغيير فإنها تكون غير حاملة لأى معلومات وتسمى موجة غير معدلة أو الموجة الحاملة Carrier Signal

وكمثال لذلك التيار الكهربى المنزلى .

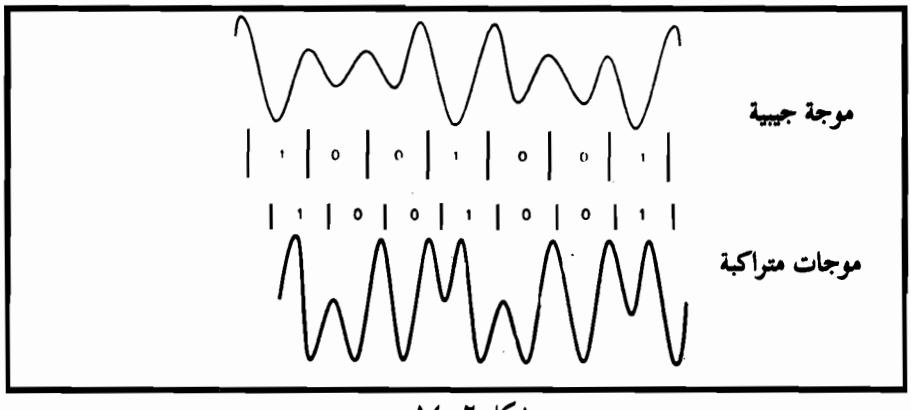
يكون عمل معدل الإرسال هو تغيير (تعديل) خصائص الموجة الحاملة حتى يستطيع المستقبل (موديم الاستقبال) استشعار هذه التعديلات والموجة الجيبية البسيطة لها خصائصها التى يمكن تغييرها لتمثيل البيانات وهى :

١ – السعة Amplitude

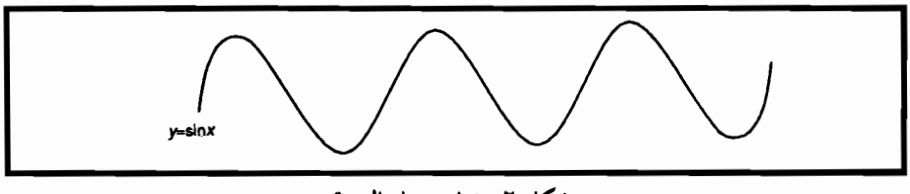
٢ – التردد Frequency

٣ – الشكل (الحالة) Phase (نقطة البداية النسبية)

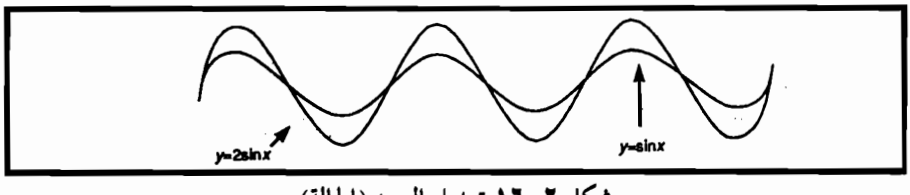
ويقوم المعدل بتغيير واحد أو أكثر من هذه الخصائص لتمثيل البيانات



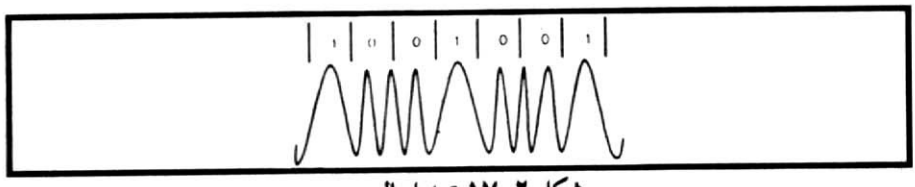
شكل ٢-١٤



شكل ٢-١٥ تعديل السعة



شكل ٢-١٦ تعديل الوجه (الحالة)

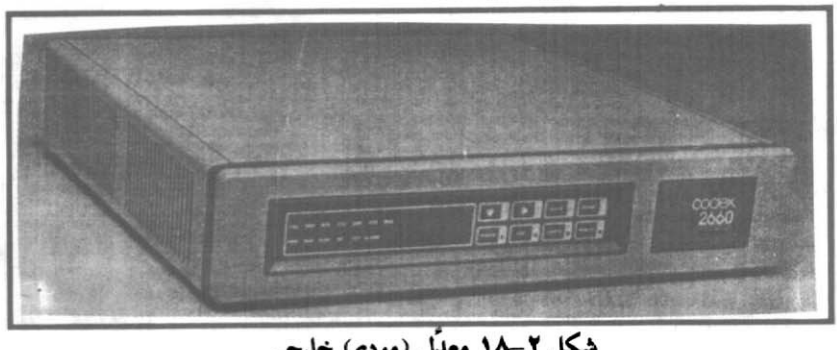


شكل ٢-١٧ تعديل التردد

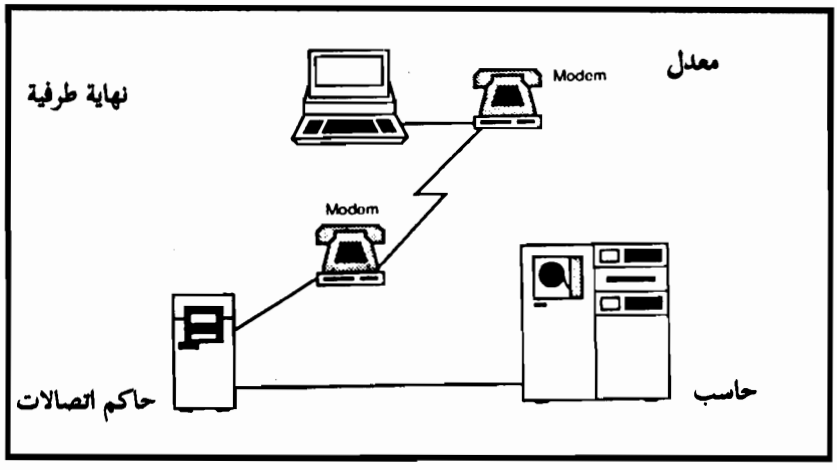
عندما تستخدم أجهزة المعدل (المواديم) لنقل البيانات فى الاتصالات فإنه تكون هناك حاجة لأزواج (ثنائيات) منها ، ويجب أن تكون مجهزة بصورة متماثلة وبعض المعدلات لها خيارات متعددة وإمكانيات متعددة من حيث :

- السرعة .
- تكبير الصوت .
- الإجابة الآلية والإجابة اليدوية .
- التزامن وغير التزامن .
- النداء الآلى والنداء اليدوى .
- الازدواج الكامل والنصفى .
- الفصل الآلى والفصل اليدوى .
- عكس القناة .
- التحكم المبرمج .
- الأطراف المتعددة .
- إعادة النداء آليا .
- الموازنة .
- النداء من لوحة المفاتيح .
- حالة الفحص الذاتى .
- التوافق مع معدلات أخرى .

كل هذه الإمكانيات قد تكون موجودة فى بعض أجهزة المعدلات ولكن لايشترط أن توجد جميعها فى كل أجهزة المعدلات .



شكل ٢-١٨ معدّل (موديم) خارجى



شكل ٢-١٩ التوصيل باستخدام المعدل

استبعاد المعدل (المودم) Modem Eliminators

يمكن التوصيل بين حاسبين دون استخدام اثنين من المعدلات (٢موديم) ويتم ذلك عن طريق استخدام توصيلة RS-232C بمسافة ٥٠ قدما أو استخدام توصيلة RS-449 بمسافة ٢٠٠قدم ويتم انتقال البيانات بسرعات تصل حتى ١مليون بت /ثانية كما يمكن استخدام وحدة رابط صوتى Acoustic Coupler بسرعات تبلغ ٣٠٠ أو ١٢٠٠ بت/ت ولو أن هذه الحلول غير عملية فى الواقع لعدد من الأسباب .

٢-٤- انسياب البيانات Data Flow

كل شبكة اتصالات يجب أن تكون لها آلية تحكم فى انسياب البيانات وهناك أسلوبان لتحقيق التحكم فى آلية انسياب البيانات هما :

الأسلوب الأولى : يتم عن طريق التحكم فى المنازعة Contention Control والذى يحدد المحطة التى يجب أن تقوم بإرسال البيانات والشروط التى يتم تحتها نقل البيانات واتجاه سير نقل البيانات .

الأسلوب الثانى : يتم بدون منازعة وفيه يتحدد أسلوب تدفق البيانات

بمعدات النقل المستخدمة ويسمى بأسلوب الإشراف والتبعية .

هناك ثلاثة أنواع أولية من أنواع تدفق (انسياب) البيانات هى :

١ – التدفق البسيط أو المفرد Simplex

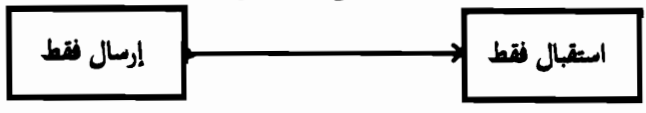
٢ – التدفق نصف المزدوج Half duplex

٣ – التدفق كامل الازدواج Full duplex

١ – النقل البسيط (التدفق البسيط) Simplex Transmissiom

هو الأسلوب الذى تنساب فيه البيانات فى اتجاه واحد مثل سير العربات فى طريق ذى اتجاه واحد أو مثلما يحدث فى الإرسال الإذاعى والتلفزيونى .

فى النقل البسيط تكون محطة واحدة هى محطة الإرسال وتكون المحطة الثانية هى الاستقبال ولا يمكن عكس عمل المحطتين .



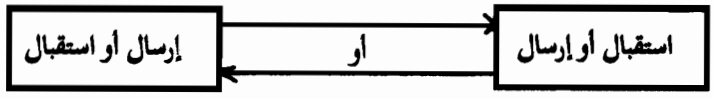
شكل ٢-٢٠ النقل البسيط

وهذه العملية إذا كانت تبدو محدودة فإن هناك العديد من التطبيقات لها ، فآلة الطباعة تعد محطة استقبال أو جهاز استقبال ، وإذا كانت هناك آلات طباعة تقوم بإرسال حالتها وبيان إجراءات الطباعة فيها بما يعنى أنها لا تستخدم الحالة البسيطة للنقل فإن هناك بعضا من الأجهزة الأخرى مثل مستشعرات الحرارة Heat Sensors ، وشاشات المراقبة وغيرها تستخدم هذا الأسلوب .

٢ – النقل نصف المزدوج Half Duplex Transmission **(التدفق نصف المزدوج)**

فى هذا النقل يمكن للبيانات أن تنتقل فى الاتجاهين – بالرغم من أن الإرسال يكون فى اتجاه واحد – فى ذات الوقت ، مثل حركة النقل فوق

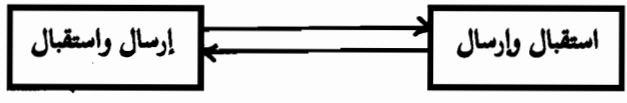
كوبرى له طريق ضيق بحارة واحدة فالعربات الذاهبة فى اتجاه تنتظر حتى تتحرك العربات القادمة وعندما تنتهى تبدأ العربات الذاهبة فى التحرك فى الاتجاه الآخر، والمثال الذى يبين ذلك هو وجود أجهزة تستطيع أن تعمل كأجهزة استقبال وإرسال لكنها تعمل للإرسال فقط فى لحظة معينة أو للاستقبال فقط فى لحظة أخرى .



شكل ٢-٢١ النقل نصف المزدوج

٣- النقل المزدوج (الكامل) Full Duplex (التدفق كامل الازدواج)

وفيه يمكن انتقال البيانات فى اتجاهين فى نفس الوقت وبالتالى فلا يوجد وقت تأخير فى تبديل المعدل وفى العادة يكون هناك تردد لكل اتجاه كما يحتاج إلى ٤ كابلات وإذا كان هناك كابلان فإن ذلك النقل يتم عن طريق تقسيم عرض نطاق التردد .



شكل ٢-٢٢ النقل المزدوج الكامل

معدلات البود والبت وعرض الحيز (النطاق)

سرعة انتقال البيانات تقاس حتى هذه اللحظة بعدد الأرقام الثنائية (بت) فى الثانية ومعدل البت Bit Rate هو الوحدة المرغوبة فى تحليل النظم ، وهناك مصطلحان هما معدل البود وعرض النطاق (الحيز) .

عرض النطاق لقناة هو الفرق بين القيمة العظمى والقيمة الصغرى للترددات المسموح بها ولهذا فإن قناة الصوت والتى يمكن أن تنقل ترددات بين ٣٠٠-٣٤٠٠هرتز لها عرض يساوى ٣١٠٠هرتز ، ويعد عرض النطاق مقياسا لكمية البيانات التى يمكن نقلها فى وحدة الزمن وهى تتناسب طرديا مع

السرعة القصوى لنقل البيانات فى الوسط .

فى عام ١٩٣٣ أخرج نيكوست نظريته التى تقول: **إن أقصى قيمة لكمية البيانات الثنائية التى يمكن نقلها بواسطة قناة تساوى ضعف عرض النطاق** .

ترجع النظرية إلى الإشارة الثنائية البسيطة (قيمتين للسلعة أو ترددين يمثلان البيانات) وتحدد أن كمية البيانات التى يمكن أن تنتقل هى ضعف عرض الحيز الترددى ولهذا فإذا كان عرض الحيز =٣١٠٠ هرتز فإن أقصى كمية للبيانات يمكن نقلها هى ٦٢٠٠ بت فى الثانية .

وهناك معادلة أخرى تربط بين سرعة النقل والقدرة الكهربية ومعدلات الخطأ هى معادلة شانون التى تقول أن السرعة Sتساوى :

S=B*LOG(1+(W/N))

حيث :

S = سرعة الانتقال (بت فى االثانية)

B= عرض النطاق بالهرتز

W = قدرة الإشارة بالوات

N= الضوضاء بالوات

W/N= نسبة الإشارة إلى الضوضاء وتكون فى خطوط الاتصالات = ٠١٥

فى حاله نطاق ٣١٠٠ تكون هذه السرعة مساوية للتالى :

S=3100 Iog (1+15)= 3100 log 16

= 3100* 4^2 = 12400 bps

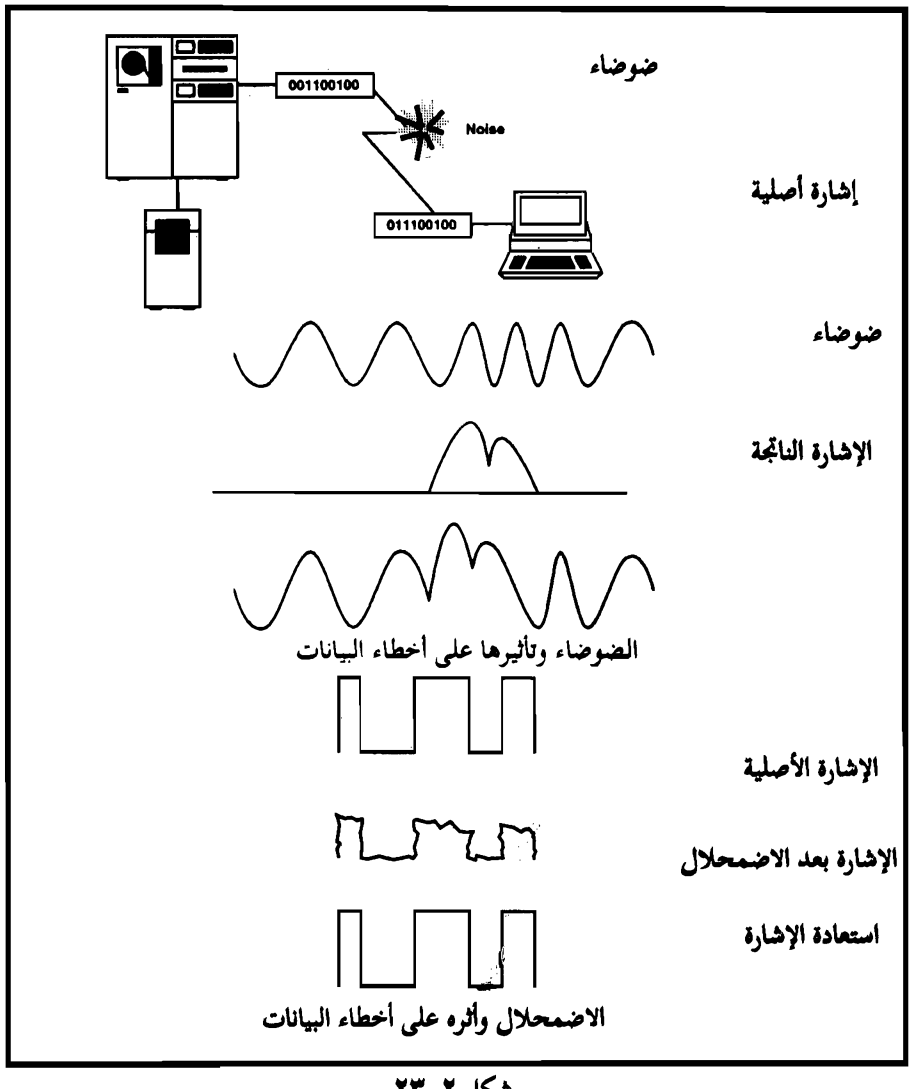
معدل البود Baud Rate

هو مقياس عدد الإشارات المحددة discrete التى يمكن مشاهدتها فى وحدة

الزمن وفى النظام الثنائى يكون معدل البت هو نفسة معدل البود .

مصادر الأخطاء فى نقل البيانات وأساليب منعها :

تتعدد مصادر الأخطاء فى نقل البيانات من الضوضاء أو التداخل أو الصدى أو الاضمحلال وغيرها من الأسباب التى تسبب وجود الأخطاء فى البيانات عند نقلها .



شكل ٢-٢٣

الطريقة المثلى لحماية البيانات من الأخطاء هى تصحيح المصدر واستبعاد الضوضاء كلما أمكن ولتقليل احتمالات الأخطاء تستخدم تقنيات متعددة منها وضع ضوابط على خطوط النقل .

* تقليل سرعة النقل .

* عمل تأريض للأسلاك لمنع الضوضاء من االتداخل على الخطوط .

* استخدام أجهزة جيدة .

* وضع مقويات للإشارات تعمل كمعيدات Repeaters توضع على مسافات متساوية على طول خطوط النقل لتكبير الإشارة .

لما كان استبعاد الأخطاء فى الإشارات كلية مستحيلا فإنه يجب أن تكون هناك وسيلة لتحديد ما إذا كان هناك خطأ قد حدث فى الإشارة أم لا فإذا كان قد حدث خطأ فيجب إعادة الإشارات إلى أصلها لتصحيح البيانات ففى التلغراف على سبيل المثال لتدقيق البيانات يقوم الراسل بإرسال الحرف مرتين ومن الأساليب المستخدمة للتغلب على الأخطاء فى نقل البيانات فى نظم اتصالات البيانات :

* استخدام أسلوب اختبار التطابق .

* استخدام أسلوب الاختبار الزائد الطولى .

* استخدام أسلوب الاختبار الزائد الدائرى .

اختبار التطابق Parity Check

هو أحد الأساليب الواسعة الاستخدام والبسيطة فى نفس الوقت ويسمى اختبار التطابق (التحقق)أو اللغو الرأسى Vertical Redundancy ويتم عن طريق إضافة بت زائدة على الحرف المرسل تسمى بت التطابق لكل حرف عند إرساله لجعل العدد الكلى من البتات التى لها قيمه (الواحد) فى الحرف المرسل

إما عددا ثنائيا (even) أو عددا أحاديا (odd) .

عندما يتم استقبال أى حرف من الحروف المرسلة يتم اختباره أولا إذ تقوم الوحدة التى تستقبل بعد البتات التى لها قيمة (الواحد) فى الحرف المرسل والذى وصل اليها لمعرفة ما إذا كان عدد البتات التى تمثل الواحد هو عدد ثنائى أو عدد أحادى كما تم إرساله من المرسل حسب نوع التطابق وبذا يكون هناك سبعه بتات للحرف والبت الثامن لا ختبار التطابق (أو ثمانية بتات للحرف وبت تاسع للتطابق) وعلى ذلك يمكن التحقق من صحه البيانات المرسلة بعد وصولها إلى الوحدة التى تستقبلها .

الاختبار الطولى الزائد Longitudual Redundancy Check LRC

هو نفس الأسلوب المستخدم فى اختبار التطابق الفردى ولكنه يضيف رمزا بين كل كتلة من الحروف المرسلة هو رمز BBC .

الاختبار الزائد الدائرى Cyclic Redundancy Check (CRC)

افضل من اختبار التطابق والاختبار الطولى وتستند الخلفية الرياضية لهذا الأسلوب على حساب كتلة البيانات المرسله فى الرساله بحيث يستخدم عدد البتات فى الكتلة لعمل معادلة تعتمد على عدد البتات ، فإذا كان عدد البتات فى الكتلة هو K فإن درجة المعادلة تكون K-1 وهناك عدد من المعاملات تساوى K وبقسمة المعادلة على معادلة أخرى فإن الباقى يكون هو معامل اختبار الكتلة.

خلاصة

اتصالات البيانات هى ذلك الجزء من الاتصالات الذى يتعلق بنظم الحاسبات أو الإرسال الإلكترونى لبيانات الحاسب ، وتتنوع اتصالات البيانات فى تعقيدها وبساطتها .

وسط الاتصال إما أن يكون (سلكيا) مثل أسلاك خطوط الهاتف والكابلات المحورية وكابلات الألياف الضوئية أو أن يكون (لاسلكيا) بانتشار الموجات الكهرومغناطيسية ، ولكل من هذين الوسطين مميزاته وعيوبه تبعا لاعتبارات السرية والتكلفة والمرونة وغيرها .

هناك عدد من العوامل تحدد عملية اختيار وسط الانتقال وهذه العوامل هى السرعة والتكلفة والإتاحة وقابلية التوسع ومعدل الأخطاء والسرية والمسافة وقيود البيئة والصيانة .

تمثل البيانات على واحدة من نوعى التمثيل التناظرى كما هو الحال فى اتصالات الهاتف أو صورة التمثيل الرقمى المستخدم فى الحاسب ونظم الخدمة الرقمية .

تمثل البيانات فى الحاسب على صورة رقمية تتشكل على صورة الصفر والواحد ، ولاعطاء معنى لعدد متتال من البتات يتم تجميع عدد من البتات لإنشاء شكل رمزى أو جدول ترجمة مثل النظام الثنائى العشرى ونظام BUADOT ونظام SBT وهى أنظمة لم تعد تستخدم ، ومثل نظام أسكى ASCII وابسيديك EBCDIC وهما اكثر نظم الترميز استخداما .

التحويل من صيغة رقمية إلى صيغة تناظرية والعكس يتم عن طريق جهاز المعدل ، كل شبكة اتصالات لها آلية تحكم انسياب البيانات وهناك أسلوبان لتحقيق التحكم فى آلية انسياب البيانات هما :

التحكم فى المنازعة :

عدم المنازعة بالإشراف على أسلوب تدفق البيانات بمعدات النقل المستخدمة.

هناك ثلاثة أنواع أولية من أنواع تدفق (انسياب) البيانات هى :

١- التدفق البسيط أو المفرد

٢- التدفق نصف المزدوج

٣- التدفق كامل الازدواج

تتعدد مصادر الأخطاء فى نقل البيانات من الضوضاء أو التداخل أو الصدى أو الاضمحلال وغيرها من الأسباب التى تسبب وجود الأخطاء فى البيانات عند نقلها .

الطريقة المثلى لحماية البيانات من الأخطاء هى تصحيح المصدر واستبعاد الضوضاء كلما أمكن ولتقليل احتمالات الأخطاء تستخدم تقنيات متعددة منها:

* وضع ضوابط على خطوط النقل .
* تقليل سرعة النقل .
* عمل تأريض للأسلاك .
* استخدام أجهزة جيدة .
* وضع مقويات للإشارات .

ومن الأساليب المستخدمة للتغلب على الأخطاء فى نقل البيانات فى نظم اتصالات البيانات :

* استخدام أسلوب اختبار التطابق .
* استخدام أسلوب الاختبار الزائد الطولى .
* الاختبار الزائد الدائرى .