حول هذه الوحدة

- يستخدم تعبير تراسل المعطيات للدلالة على عملية نقل هذه المعطيات من المرسل إلى المستقبل وبالعكس عبر الشبكة المعنية باستخدام شكل ما من أشكال الطاقة الكهربائية أو الضوئية أو الكهرومغناطيسية.
- ويجب أن يحقق التراسل بعض المعايير كسرعة التوصيل وسرعة نقل المعطيات، وخلو المعطيات المستقبلة من الأخطاء، وسرعة الاستجابة، إضافة إلى الكلفة. ويمكن أن يتم إرسال المعلومات بشكلها الأولي. أو يمكن تحويل هذه المعلومات لتناسب الوسط الذي يربط المرسل بالمستقبل
- يمكن تحويل إشارات الصوت والصورة التمثيلية إلى إشارات رقمية. أو تحويل الإشارات الرقمية إلى إشارات تمثيلية. أو تحويل الإشارات الرقمية من شكل إلى آخر أكثر ملائمة. أو تحويل الإشارات التمثيلية من شكل إلى آخر ومن مجال ترددي إلى مجال ترددي أكثر ملائمة.
- سنقوم في هذا الفصل بإلقاء الضوء على هذه المفاهيم

Data Transmission Dr. Jamal Khalifeh

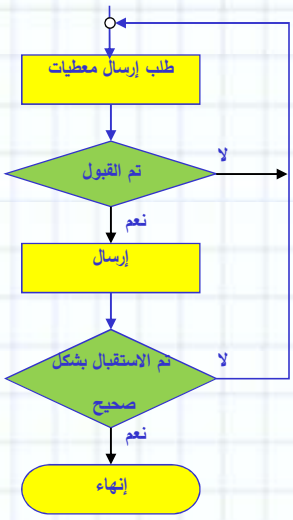
أهداف الوحدة

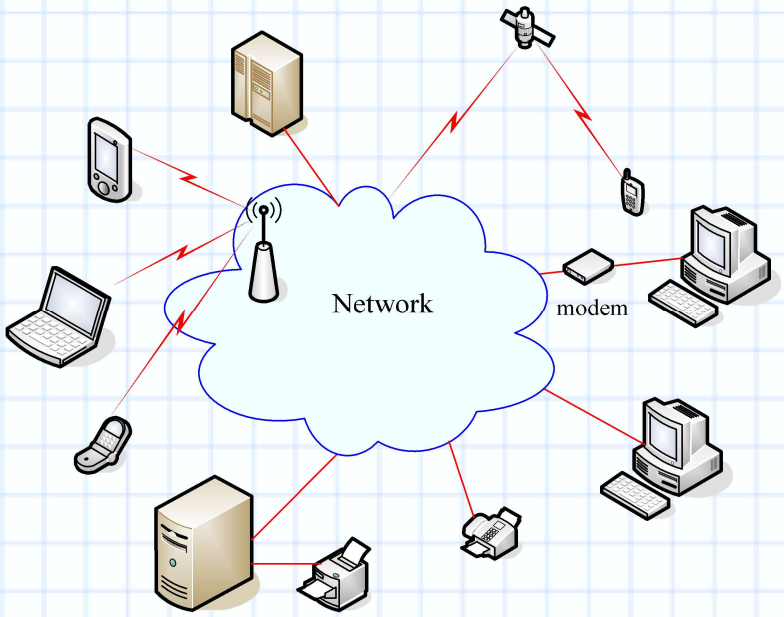
نتوقع منك عزيزي الدارس بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على:

- شرح تطور تراسل المعطيات وأهميتها تاريخياً.
- توضيح أهمية نظم تراسل المعطيات الحديثة وبنيتها العامة .
- التمييز بين الإشارات التناظرية والرقمية وأهمية كل منها.
- تحديد خصائص قنوات الاتصال وتكون قادرا على تصنيفها.
- شرح المفاهيم العامة المتعلقة بتراسل المعطيات.
- تحديد المعوقات والعوامل التي تؤثر على جودة نظام تراسل المعطيات

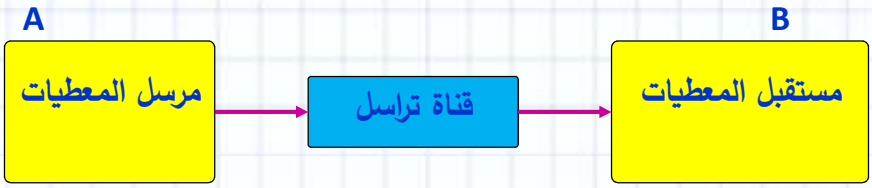
Data Transmission Dr. Jamal Khalifeh

توضيح للشكل العام للاجراءات التي تتم عند تراسل المعطيات



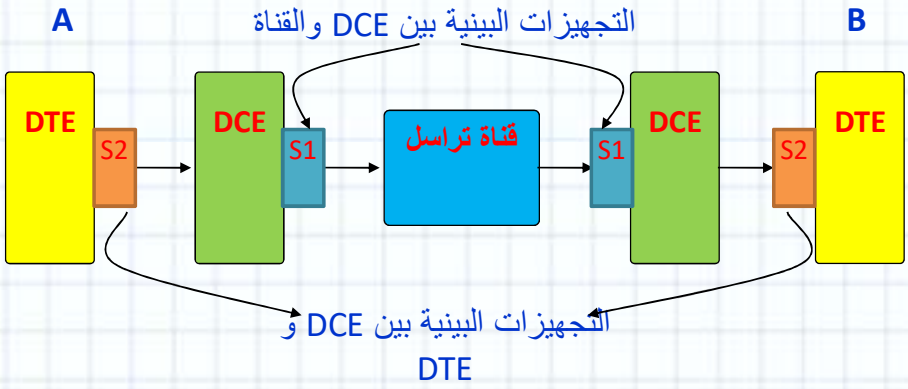


مخطط صندوقي مبسط لمنظومة تراسل معطيات

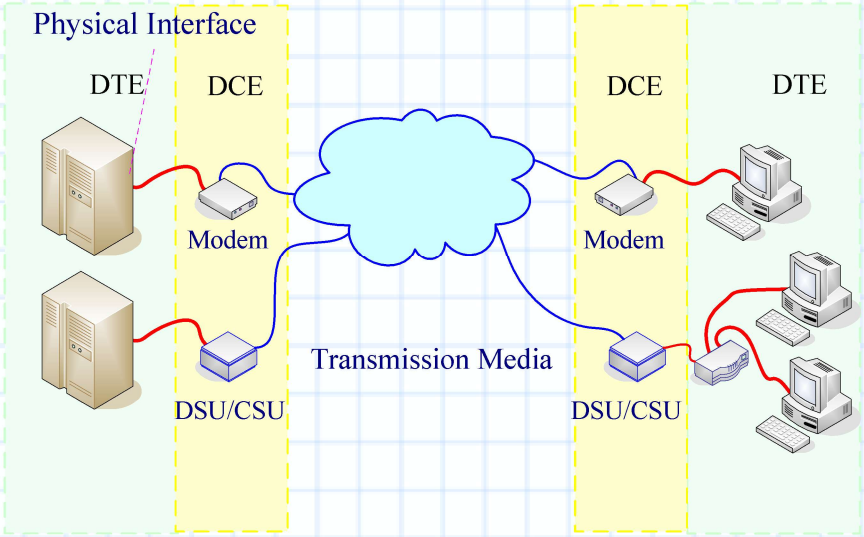


- مرسل المعطيات Data Transmitter أو كما يمكن أن يسمى منبع المعطيات Data Source.
- قناة تراسل المعطيات Data Transmission Channel ومهمتها إيصال المعطيات بأفضل شكل
- مستقبل المعطيات Data Receiver أو كما يمكن أن يسمى Data Destination

نموذج شبكة تراسل معطيات



Structure of transmission systems



DTE, DCE

DTE

- تنقل المعلومات ويستقبلها ويقوم بالتحكم في الأخطاء.
- يشير إلى إدخال وإخراج البيانات (أجهزة الكمبيوتر ، ومحطات "غبية" مخصصة ، ومحطات عمل علمية ، وطابعات ، وأجهزة ربط LAN مثل أجهزة التوجيه)

DCE

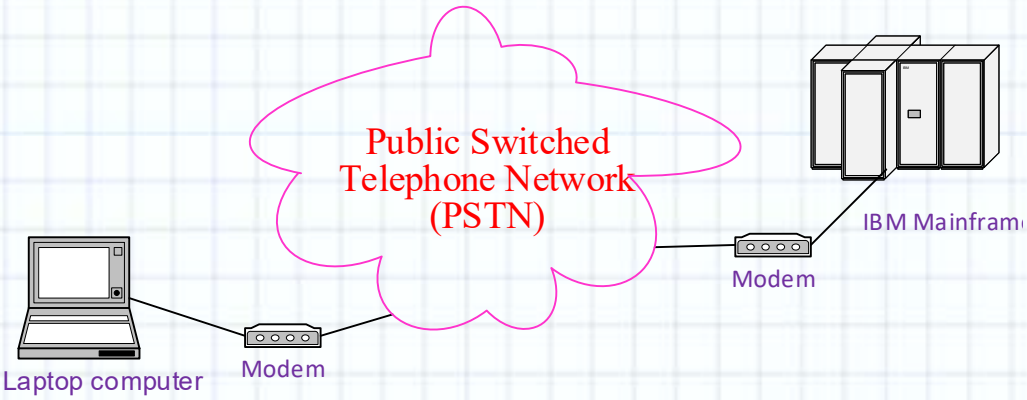
- مسؤولة عن ضمان توافق الإشارة الصادرة من DTE مع متطلبات وسائط الإرسال.
- قبول دفق من البيانات التسلسلية من DTE وتحويله إلى شكل مناسب لوسط خط النقل المعين المستخدم (تشفير الإشارة، الجهد ...)
- يوفر إنهاء ارتباط الاتصالات وواجهة لتوصيل معدات طرفية البيانات (DTE) بالارتباط. (أجهزة المودم ، وحدة خدمة القناة / وحدات خدمة البيانات (CSU / DSUs)، معددات الإرسال، والأجهزة المماثلة).

الوصلات البينية

ويمكن تحديد الوظائف التي تقوم بها الوصلات البينية سواء أكانت تسلسلية أو تفرعية بما يلي:

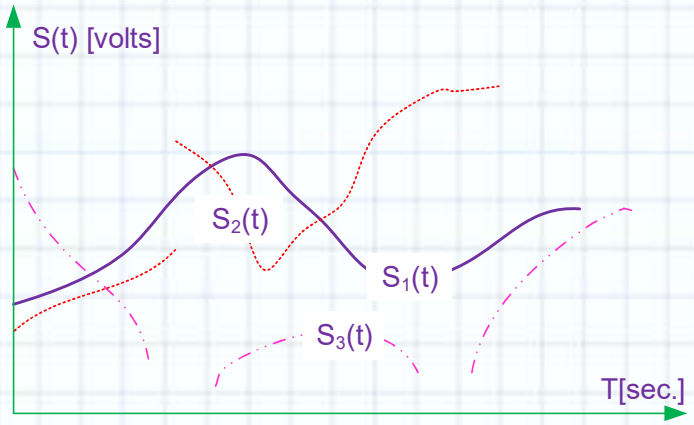
- تحديد الخواص الكهربائية للإشارات التي تنتقل عند نقطة الوصل
- تحديد شكل المعطيات التي يتم نقلها عند نقطة الوصل.
- تأمين إرسال إشارات الضبط والتزامن بين طرفي الوصل.
- تحديد الخواص الكهربائية للوصلة بحد ذاتها.

نموذج شبكة تراسل معطيات

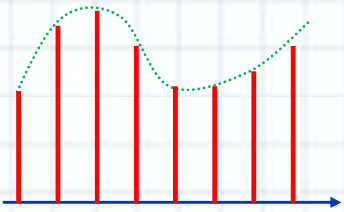


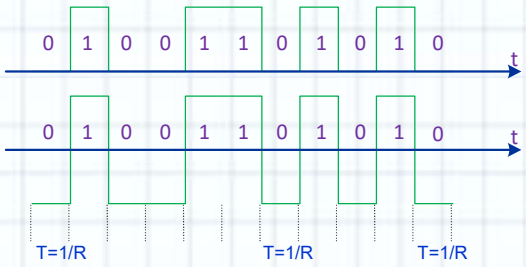
أنواع الإشارات

أمثلة على الإشارة التناظرية



الاشارة المقطعة والإشارة الرقمية





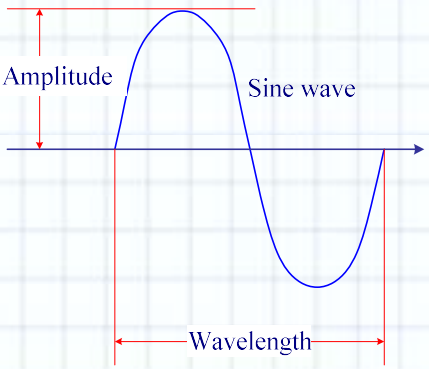
إشارات الإرسال Transmission signals

وتتحدد الإشارة بمجموعة من المحددات سنقوم بإيضاحها فيما يلي

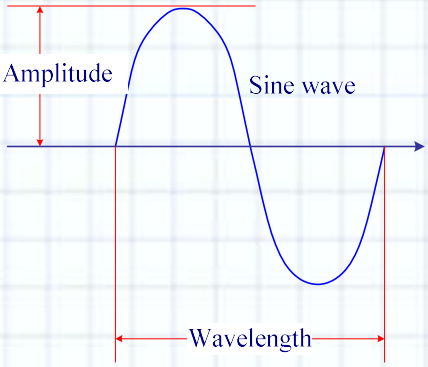
- **محددات الإشارة**
  - ✓ المطال
  - ✓ التردد
  - ✓ طور الإشارة
- **أنواع الإشارات**
  - ✓ الإشارات التناظرية
  - ✓ الإشارات الرقمية

Amplitude

- المطال هو القيمة العظمى للإشارة.
- يقاس المطال بالفولت v أو بالأمبير A أو بالوات W

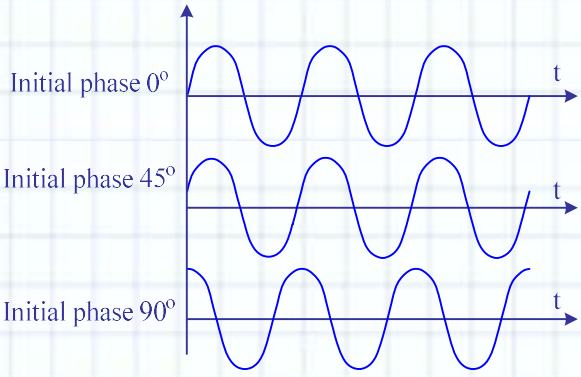


Frequency and Period



- دور الإشارة هو الزمن اللازم للإشارة الدورية لتكمل دورة واحدة.
- التردد هو عدد الدورات التي تقوم بها الإشارة في واحدة الزمن.
- التردد والدور أحدهما مقلوب الآخر
- ويقاس التردد بالدورة في الثانية أو الهرتز Hz (الهرتز مساوٍ لدورة واحدة في الثانية الواحدة).

Phase الطور



- يصف هذا المحدد موقع الإشارة بالنسبة لمبدأ الزمن.
- يمكن أن تسبب بعض العمليات على الإشارة انزياحاً في الطور أماماً أو خلفاً بقيمة معينة.
- يقاس الطور بالدرجات أو بالراديان (كل 360 درجة تعادل 2π راديان)
- تعبر الإزاحة الطورية بقيمة ٣٦٠ درجة عن إزاحة بقيمة دور كامل.

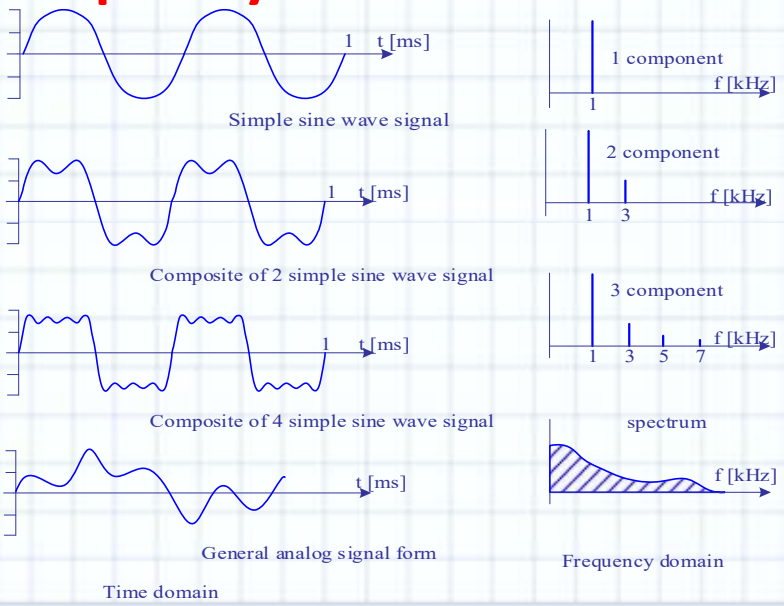
Data Transmission
Dr. Jamal Khalifeh

Frequency and Time Domains

- يمكننا التعبير عن الإشارة في المجال الزمني أو في المجال الترددي
- حيث أن للإشارة مطال وتردد وطور. فإن جمع إشارتين جيبيتين مختلفتين في الطور والتردد والمطال سينتج إشارات مختلفة حسب قيمة الاختلاف بين الإشارتين.
- تدعى المركبة ذات التردد الأدنى في هذه الحالة بالمركبة الأساس بينما تدعى المركبات الأعلى بالتوافقيات.
- يتم التعبير عن هذه الإشارات في المجال الترددي بحزمة ترددية يتم فيها تمثيل جميع الترددات بين أدنى تردد والمساوي للصفر وبين أعلى تردد. وتسمى هذه الحزمة بطيف الإشارة.
- نعرف عرض حزمة الإشارة بأنه المجال الترددي بين أعلى وأصغر تردد للمركبات في طيف الإشارة.

Data Transmission
Dr. Jamal Khalifeh

Frequency and Time Domains



Bandwidth

- يعتبر عرض الحزمة مؤشراً على سعة القناة. ويعبر عن قدرة الإشارة على حمل المعلومات.
- هناك علاقة مباشرة بين عرض الحزمة وبين التردد الحامل من جهة والفرق بين الترددين الأدنى والأعلى للإشارات التي يمكن إرسالها في هذه القناة.
- كما أن هناك علاقة مباشرة بين عرض الحزمة للقناة من جهة وبين معدل الإرسال لهذه القناة فكلما ازداد عرض الحزمة ازداد معدل الإرسال الممكن استخدامه.

Signal Types

- Two types of signals are used to transfer information
  - Analog signal
  - Digital signal

الإشارات التمثيلية Analog Signals

- هي الإشارات التي تعبر عن القيم الفيزيائية كالصوت والصورة بشكلها الطبيعي.
- تسمى الإشارة تمثيلية لأنها تماثل السبب الذي أدى إلى توليدها أو القيمة التي تعبر عنها.
- يتم التعبير عن الإشارات التمثيلية كهربائياً بإشارات الجهد والتيار المستمرة في الزمن والمتغيرة في القيمة تبعاً للمعطيات التي تمثلها.

حسنات الإشارات التمثيلية

- تتمتع الإشارات التمثيلية بعدد من الحسنات منها:
- تعد خياراً جيداً للتعامل مع المبدلات الكهروميكانيكية والمبدلات الإلأكترونية التمثيلية.
- أثبتت فعاليتها بالنسبة للكثير من التطبيقات خصوصاً في النصف الأول من القرن العشرين
- تمتع الأجهزة التي تستخدمها ببساطة التركيب وانخفاض التكلفة
- يمكن استخدام أبسط أنواع التجميع وهو التجميع بتقسيم التردد لتجميع مثل هذه الإشارات وإرسالها ضمن قناة واحدة.
- لا يحتاج إرسالها إل تجهيزات إضافية ومعالجات إضافية كالتحويل إلى شكل رقمي مثلاً.

سيئات الإشارات التمثيلية

- هذه الإشارات أكثر عرضة للتداخل الخارجي من الإشارات المعيقة مثل الإشارات الناتجة عن خطوط القدرة الكهربائية والبرق والتأثيرات الفضائية وغيرها.
- انخفاض معدلات الإرسال التي يمكن أن تنقلها مقارنة بالإشارة الرقمية
- يتم استخدامها بشكل قليل في الآونة الأخيرة بعد الانتشار الواسع للدارات الرقمية والتي تعتبر أكثر فعالية ومردوداً.
- أصبحت كلفة تشغيل الدارات التمثيلية التي تعتمد استخدام الإشارات التمثيلية أكبر من تشغيل الدارات الرقمية
- تعتبر الإشارات الرقمية أكثر ملائمة لعمل التجهيزات والقنوات الحديثة مثل تلك المرتبطة بالكابلات الضوئية.

Digital Signals

- تعتمد التقانة الرقمية على العملية التي يتم بها توليد وحفظ ومعالجة المعطيات على شكل سلسلة من الأصفار والواحدات يسمى كل منها بيتاً.
- فالبيت هو أصغر وحدة من وحدات المعطيات. وتمتلك البيت قيمة ثنائية هي الصفر أو
- يتم تخزين البيت في أجهزة التخزين عادة على شكل مستوى من الجهد أعلى أو أخفض من مستوى مرجعي معين هو الصفر عادة.
- يتم مع الإشارات الرقمية استخدام فترة البيت بدلاً من الدور ومعدل الإرسال بدلاً من التردد.
  - ✓ فترة البيت هي الزمن اللازم لإرسال بيت واحد.
  - ✓ معدل الإرسال فهو عدد فترات البيت في الثانية الواحدة. أي بعبارة أخرى هو عدد البيتات التي يتم إرسالها في الثانية الواحدة bps.

ميزات الارسال الرقمي

- معدل الأخطاء الناجمة عن استخدام الإرسال الرقمي أقل مما هو عليه في الإرسال التمثيلي
- الإرسال الرقمي أكثر فعالية
- يسمح الإرسال الرقمي بالوصول إلى معدلات إرسال عالية
- تسمح التعمية المستخدمة مع الإرسال الرقمي بتطبيق وسائل أكثر أمناً وسرية من حالة الإرسال التمثيلي.
- يقدم الإرسال الرقمي إمكانات أكثر بساطة وفعالية في تجميع الإشارات
- يسمح الإرسال الرقمي بإرسال معطيات ذات طبيعة مختلفة كتلك التي تثل الصوت ومعطيات الكمبيوتر وتلك التي تمثل الفيديو وغيرها ضمن قناة واحدة بطرق أبسط قياساً مع ما يمكن أن يتم في القنوات التمثيلية.
- يعطي الإرسال الرقمي إمكانية التحكم الرقمي بالقنوات والشبكات المستخدمة.
- يسمح الإرسال الرقمي بالمعالجة الرقمية وتطبيق ما يسمى بالشبكات الذكية IN.

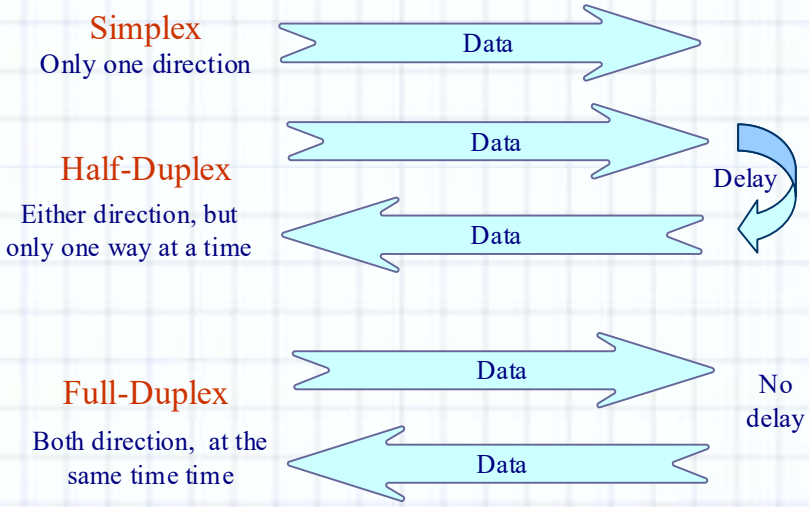
يسمح ترميز المعطيات الكهربائية والضوئية والكهرطيسية بتقديم أشكال مختلفة للإشارات الرقمية التي يجري فيها تمثيل الصفر والواحد بمستويين مختلفين من الطاقة يمثل أحدهما الصفر بينما يمثل الآخر الواحد.

أنماط التراسل Data transmission types

يمكن تصنيف أنماط تراسل المعطيات حسب مجموعة من العوامل والمحددات كما في الفقرات التالية.

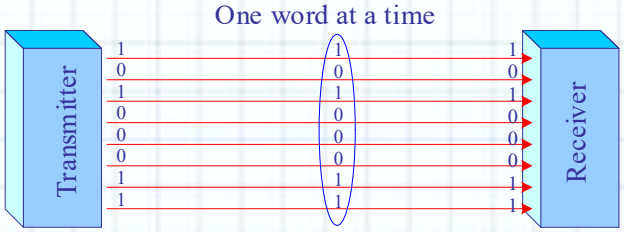
- أنماط التراسل وفقاً لطريقة تدفق المعطيات
  - ✓ سمبلكس Simplex
  - ✓ النمط نصف المزدوج Half-duplex
  - ✓ النمط المضاعف الكامل Full-duplex
- أنماط التراسل وفقاً لنمط الوسط الفيزيائي
  - ✓ النمط التفرعي
  - ✓ النمط التسلسلي
- أنماط الإرسال وفقاً لعرض الحزمة اللازم
  - ✓ تراسل حزمة الأساس
  - ✓ تراسل الحزمة العريضة

Transmission Modes According to Data flow

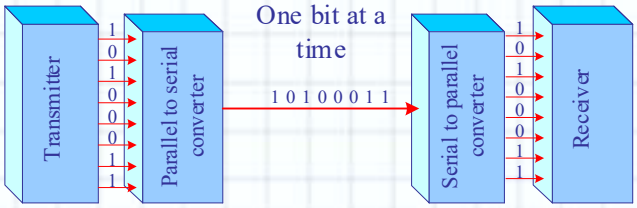


According to Type of physical connection

Parallel transmission Mode



Serial transmission Mode



تراسل حزمة الأساس

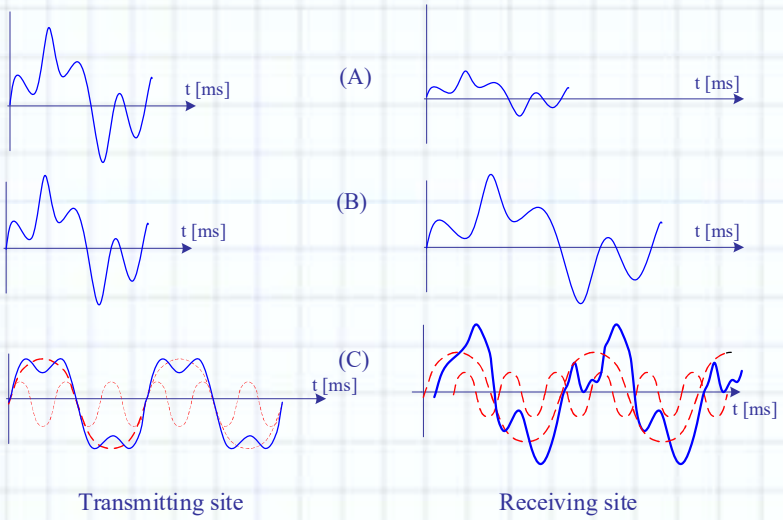
- ويمكن وصفه بأنه التطبيق المباشر للإشارة على وسط الإرسال،
- هذا النمط غير ملائم من أجل المسافات البعيدة.
- يمكن استخدامه مع أوساط النقل الموجهة guided مثل زوج الأسلاك المجدولة والكبل المحوري.
- تتعرض الإشارات في مثل هذا النمط إلى التخامد والضياع بعد مسافة محددة تختلف باختلاف الوسط. ولذلك يتم اللجوء إلى استخدام مكررات الإشارة.

تراسل الحزمة العريضة

- ويتم في هذا النوع نقل طيف الإشارة إلى مجال ترددي أعلى. ويحتاج الأمر إلى استخدام التعديل في مرحلة الإرسال والكشف في مرحلة الاستقبال أي إلى استخدام الموديمات.
- يؤمن هذا النمط إمكانية إرسال عدة إشارات دفعة واحدة بنقل كل منها إلى مجال ترددي مختلف وتأمين حيز للأمان بين الإشارات وهذا ما نسميه تجميع الإشارات بتقسيم التردد FDM.
- يستخدم في تطبيقات الشبكات الحاسوبية لنقل الإشارات عبر موديمات الكابلات وخطوط الـ DSL ونقل الإشارات عبر الكابلات الضوئية والكثير من التطبيقات اللاسلكية.

Transmission Impairments معيقات التراسل

- Attenuation
- Dispersion
- Delay distortion
- Noise
  - Thermal Noise
  - Intermodulation noise
  - Crosstalk
  - Impulse noise



Attenuation Dispersion and Delay Distortion

❖ التخامد

- ✓ عندما تنتشر الإشارة إلى مسافة بعيدة في وسط الانتشار فإن مطالها يتناقص إلى أن يختفي.
- ✓ تسمى ظاهرة تناقص مطال الإشارة مع ازدياد المسافة التي تنتقلها الإشارة بالتخامد.
- ✓ يقاس التخامد بالديسيبل dB.
- ✓ وللحفاظ على إمكانية الاستقبال الصحيح للإشارة نستخدم مضخمات لإشارة للإشارات التمثيلية ومكررات الإشارة للإشارات الرقمية.
- ✓ ويختلف التخامد باختلاف وسط الإرسال.

❖ التشتت

- ✓ تميل الإشارات إلى الانتشار والتوسع في أشكالها حين نقلها وبشكل يتعلق بالتردد وهذا هو التشتت
- ✓ ويؤثر التشتت بشكل مباشر على معدل الإرسال ضمن القناة.

❖ التشوه

- ✓ يمكن أن يسبب وسط النقل للإشارة المارة عبره نوعين من التشوه هما التشوه المطالي والتشوه الطوري.

Data Transmission Dr. Jamal Khalifeh

Attenuation Dispersion and Delay Distortion

❖ التشوه المطالي

- ✓ وينشأ هذا النوع من التشوه نتيجة لتغير التخميد الذي تسببه القناة للإشارة بشكل يتعلق بالتردد. وهذا يعني أن القناة تخمد بعض المركبات في طيف الإشارة بشكل أكثر أو أقل مما تقوم به بالنسبة لمركبات أخرى. وهذا يقود بالنتيجة إلى طيف الإشارة المستقبلة سيكون مختلفاً عن طيف الإشارة المرسلة.

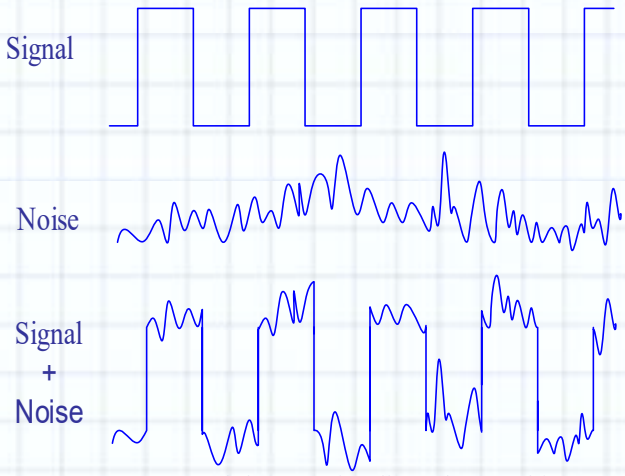
❖ التشوه الطوري

- ✓ ينتج عن اختلاف سرعة انتشار مركبات طيف الإشارة باختلاف ترددات هذه المركبات.
- ✓ وهذا النوع من التشوه خطير بالأخص على إشارات المعطيات الرقمية. حيث أن تغير شكل الإشارة سيؤدي إلى تغير قيمة الإشارة في اللحظة التي علينا فيها أن نقرر فيما إذا كانت تمثل صفراً أو واحداً وبالتالي قد تؤدي إلى استقبال خاطئ لهذه المعطيات.

Data Transmission Dr. Jamal Khalifeh

Noise

- A random noise present on the line even when no signal is transmitted.
- Noise sources:
  - Thermal
  - Intermodulation
  - Crosstalk
  - impulse.



Increased data rate implies" shorter "bits with higher sensitivity to noise

Data Transmission
Dr. Jamal Khalifeh

الضجيج الحراري

- ينشأ هذا النوع من الضجيج في النواقل الكهربائية وجميع الأجهزة والعناصر الإلكترونية بسبب اختلاف درجة الحرارة عن درجة الصفر المطلق.
- هذا الضجيج هو عبارة عن إشارات عشوائية يحتوي طيفها مركبات ترددية تغطي كامل الطيف الترددي لذلك يسمى الضجيج الأبيض.
- أهم سيئات هذا النوع من الضجيج أنه لا يمكن إزالته وتخليص القناة منه.

Data Transmission
Dr. Jamal Khalifeh

ضجيج التعديل التداخلي

- ينتج ضجيج التعديل التداخلي عن التأثير المتبادل لإشارتين في الوسط إحداهما الإشارة التي نريد إرسالها. ويظهر هذا التأثير على شكل مزج للإشارتين ينتج عنه مركبات جديدة لها ترددات مساوية لمجموع وفرق الإشارتين..

التسميع

- وينتج هذا النوع عن كون مسار الإشارة المفيدة يجاور مسار إشارة أخرى حيث ينتج عن هذه الإشارة حقلاً كهرطيسياً يحرض في مسار الإشارة المفيدة تياراً كهربائياً متناسباً مع شدة الحقل. وهذه الإشارة تكون معيقة للإشارة الموجودة في هذا الناقل.
- تزداد هذه الظاهرة وضوحاً كلما كانت المسافة التي يتجاور فيها الناقلين أطول وكلما كانت فعالية تحجيب الناقلين وعزلهما كهرطيسياً أقل.

يستدعي وجود الضجيج في قنوات الاتصال استخدام مضخمات الإارة أو مكررات الإشارة للتقليل من تأثيره أو حذف هذا التأثير.
فالمضخمات هي أجهزة تمثيلية تقوم بتضخيم مستوى الإشارة ولكنه في نفس الوقت يقوم بتضخيم مستوى إشارة الضجيج المرافقة.
أما المكررات فهي أجهزة رقمية تقوم باستعادة الإشارة المرسلة الأصلية ومن ثم بث هذه الإشارة إلى مسافة جديدة.

Data Channel Characteristics

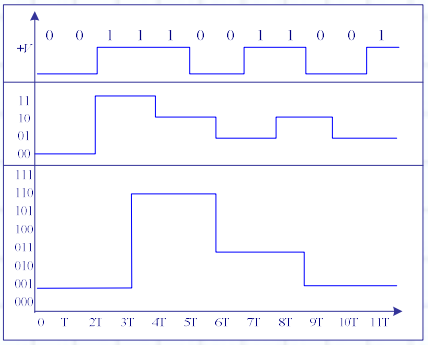
Data channels characterized their:

- capacity
- available bandwidth
- transmission rate
- signal to noise ratio (SNR)
- error probability
- and efficiency

Data Channel Characteristics

والسعة هي معدل الإرسال الأعلى الذي يمكن استخدامه ضمن هذه القناة.
وفي حال كون القناة مثالية أي خالية من الضجيج فإن معدل الإرسال الأعلى يعتمد على عرض حزمة القناة وعلى مستوى الترميز المستخدم وفق العلاقة التالية التي تسمى علاقة نايكويست:

$$C = 2W \log_2 M$$



Data Channel Characteristics

يمكن حساب سعة القناة وفق علاقة شانون على الشكل التالي:

$$C = 2W \log_2 (1 + S/N)$$

حيث:
W هي استطاعة الإشارة بالوات S
W هي استطاعة الضجيج بالوات N
W عرض الحزمة بالهرتز Hz

تقاس نسبة الإشارة إلى الضجيج على دخل المستقبل حيث يجب التخلص من الضجيج وتقدر بالديسيبل، ويمكن التعبير عنها بالغلاقة التالية:

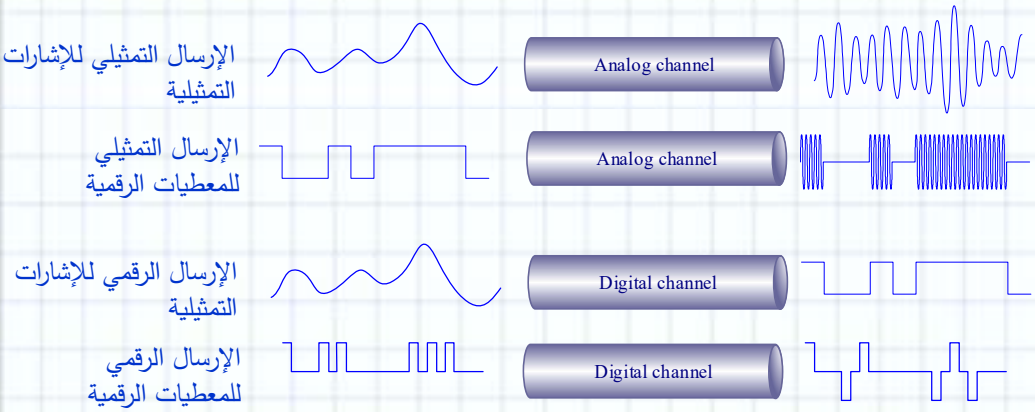
SNR= 10 log (S/N) [dB]

حيث S هي استطاعة الإشارة و N استطاعة الضجيج

المردود

❖يقاس مردود إرسال القناة في أنظمة تراسل المعطيات بنسبة سعة القناة مقدرة بالـ bps إلى عرض حزمة القناة مقاساً بالـ Hz.

معدل الإرسال

- البود هو عدد الرموز التي يتم إرسالها في واحدة الزمن وهو يعبر عن سرعة إشارة الحامل.
- يعبر معدل إرسال البيت عن عدد البيتات التي يمكن إرسالها في واحدة الزمن حيث يمكن لكل رمز أن يحمل بيت واحد أو أكثر وفي بعض الأحيان أقل وذلك حسب التعديل المستخدم.
- معدل خطأ البيت: يعبر هذا المعدل عن احتمال وردود الخطأ. فإن احتمال ورود 2.10^{-6} فعندما يكون معدل الخطأ باحتمال الخطأ في كل ١٠٦ بيت هو ٢ بيت فقط.

Data Transmission Channels