

Introducción.....	2
Objetivos y partes principales.....	2
Transmisión de datos	3
Señales Analógicas y Digitales.....	3
DATOS	3
SEÑALES	4
TRANSMISIÓN	4
<i>Datos y señales</i>	4
<i>Procesamiento de señales</i>	5
<i>Elección del mejor método de transmisión:</i>	6
PERTURBACIONES EN LA TRANSMISION	7
<i>Atenuación</i>	7
<i>Distorsión de retardo</i>	7
<i>Ruido</i>	7
Medios de transmisión	8
MEDIOS DE TRANSMISION GUIADOS.....	8
<i>Par trenzado</i>	9
<i>Pares trenzados apantallados y sin apantallar</i>	9
<i>UTP tipo 3 y 5</i>	9
CABLE COAXIAL.....	9
<i>Descripcion fisica</i>	9
<i>Aplicaciones</i>	10
FIBRA OPTICA.....	10
<i>Descripcion fisica</i>	10
<i>Aplicaciones</i>	10
<i>Caracterisitica de transmision</i>	10
TRANSMISION INALAMBRICA	10
<i>Interfaz Física</i>	10
Transmisión asíncrona y síncrona.....	11
TRANSMISIÓN ASÍNCRONA	11
TRANSMISIÓN SÍNCRONA	12
<i>Configuraciones de la línea</i>	12
FULL DUPLEX Y SEMI-DUPLEX	13
INTERFACES	13
V.24/EIA-232-E	13
<i>Especificaciones mecánicas</i>	14
<i>Especificaciones eléctricas</i>	14
<i>Especificaciones funcionales</i>	14
<i>Especificaciones de procedimiento</i>	15
<i>La interfaz física de la RDSI</i>	16
<i>Conexión física</i>	17
<i>Especificaciones eléctricas</i>	17
Codificación de datos.....	18
DATOS DIGITALES, SEÑALES DIGITALES	18
<i>No retorno a cero (NRZ, "Nonreturn to Zero")</i>	19
<i>Binario Multinivel</i>	20
<i>Bifase</i>	21
<i>Técnicas de altibajos</i>	21
<i>Reglas de sustitución en HCB3</i>	22
DATOS DIGITALES, SEÑALES ANALÓGICAS	23
<i>Técnicas de codificación</i>	23
Datos analógicos, Señales digitales	25
MODULACIÓN POR CODIFICACIÓN DE IMPULSOS.....	25
MODULACIÓN DELTA	25

ESPECTRO EXPANDIDO (SPREAD SPECTRUM) 27
 Bibliografía consultada 27

Introducción

El hombre en su afán de comunicarse entre sí, esto lo ha llevado a buscar diversas maneras. Partiendo de los signos o gestos de los hombres prehistóricos a obtener un lenguaje hablado. Más adelante tuvo necesidad de poder expandir su comunicación en su entorno geográfico utilizando las señales de humo, destellos de espejos, señales de bandera todos con un fin en común y que cubrieron y aún cubren necesidades de la época. Con el paso del tiempo y el avance tecnológico llegaron las innovaciones, el CÓDIGO Morse, a través de un telégrafo por medios de cables permitieron comunicaciones a grandes distancias y en segundos.

Posteriormente se ideó alguna manera de poder transmitir la voz a grandes distancias y así nació el teléfono. Más tarde aparecieron las comunicaciones por radio, luego la transmisión de imágenes a través de la televisión.

En los 60, comienza la era informática y con ella la idea de interconectar varias computadoras entre sí, lo que esto se hace realidad en la década de los 70. En este último punto se va a hacer hincapié principalmente, la comunicación entre computadoras, sus interfaces, técnicas y medios.

Objetivos y partes principales

El objetivo principal de las comunicaciones es intercambiar información entre dos entidades.

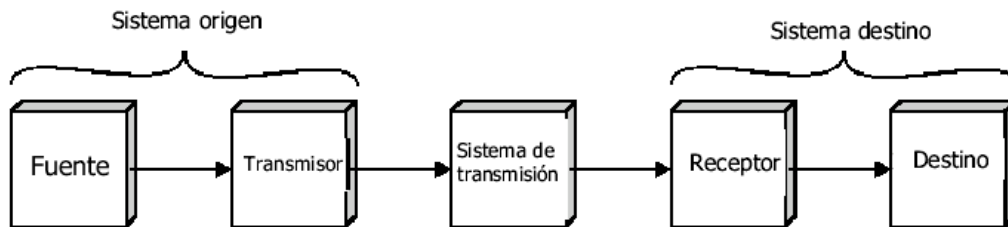
La fuente: este es el dispositivo que genera los datos a transmitir.

El transmisor: normalmente los datos generados no son transmitidos así como son generados. El transmisor transforma y codifica la información produciendo señales electromagnéticas para ser transmitidas a través de algún sistema de transmisión.

El sistema de transmisión: que puede ser un cable desde una simple línea de transmisión hasta una compleja red que conecte la fuente con el destino.

El receptor: que acepta la señal proveniente del sistema de transmisión y la convierte de tal manera que pueda ser manejada por el dispositivo destino

El destino: que toma los datos del receptor.



(a) Diagrama general de bloques



(b) Ejemplo

Transmisión de datos

La transmisión de datos entre un emisor y un receptor siempre se realiza a través de un medio de transmisión. Se pueden clasificar como guiados y no guiados. En ambos casos, la comunicación se realiza con ondas electromagnéticas. En los medios guiados, como por ejemplo en los pares trenzados, los cables coaxiales y las fibras ópticas, las ondas se transmiten confinándolas a lo largo del camino físico. Por el contrario, los medios no guiados proporcionan un a forma de transmitir las ondas electromagnéticas pero sin encauzarlas, como por ejemplo, en la propagación a través del aire, el mar o el vacío.

Señales Analógicas y Digitales

Se debe tener en cuenta la naturaleza de los datos, como se propagan físicamente, y que procesamientos o ajustes se necesitan a lo largo del camino para asegurar que los datos que se reciban sean inteligibles.. Para todas estas consideraciones, el punto crucial es si se tratan de entidades digitales o analógicas. En las comunicaciones estos dos términos se usan con frecuencia como caracterización de los siguientes tres conceptos:

Datos: entidad que transporta información. Las señales son codificaciones eléctricas o electromagnéticas

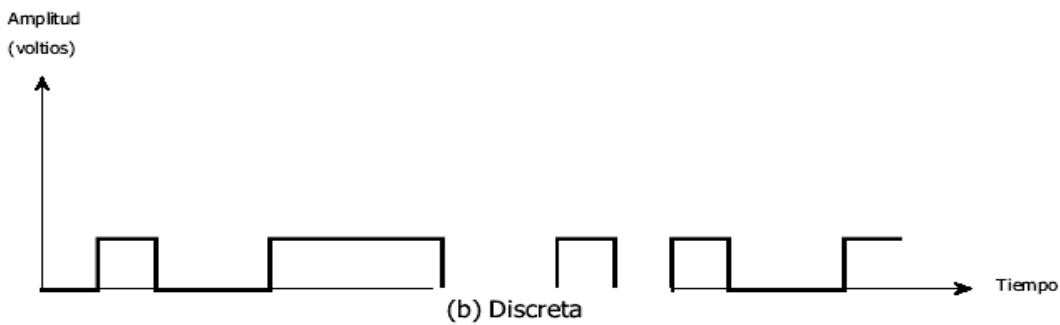
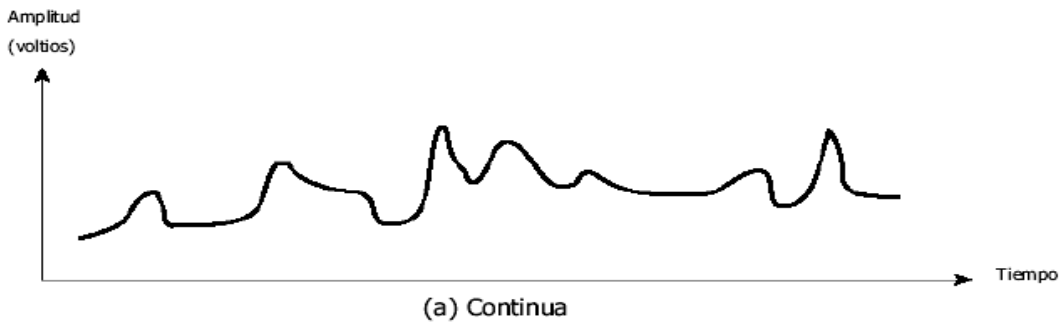
Señalización: es el acto de propagar la señal a través de un medio adecuado

Transmisión: es la comunicación de datos, mediante la propagación y el procesamiento de señales.

Datos

Los datos analógicos pueden tomar valores en cierto intervalo continuo¹.

Los datos digitales toman valores discretos².



¹ una señal continua es aquella en la que la intensidad de la señal varía suavemente en el tiempo, no presenta saltos o discontinuidades.

² Una señal discreta es aquella en la que la intensidad se mantiene constante durante un determinado intervalo de tiempo, tras lo cual cambia a otro valor constante

La comunidad Latina de estudiantes de negocios

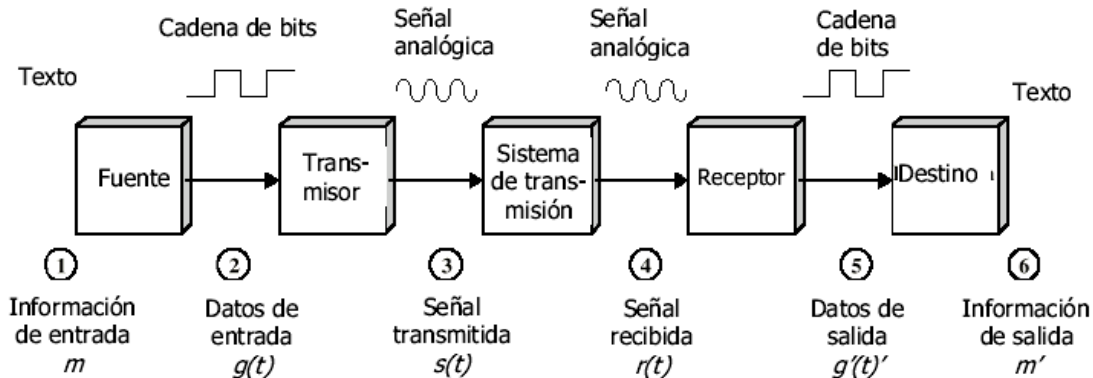
Un dato analógico puede ser la voz, que es un valor de intensidad que varía continuamente. Y un dato digital sería un texto.

Tomamos como ejemplo de dato analógico la voz. En el espectro acústico de la voz humana, se pueden encontrar componentes en frecuencia entre 20 Hz y 20 KHz. Aun que la mayor parte de la energía de la voz está encontrada en las frecuencias bajas, mediante experimentos se ha demostrado que las frecuencias por debajo de 600-700 Hz contribuyen poco a la inteligibilidad de la voz en el oído humano.

El ejemplo más típico de datos digitales son las cadenas de textos o caracteres. Mientras que los textos son más adecuados para los seres humanos, en general no se pueden transmitir o almacenar fácilmente (en forma de caracteres) en los sistemas de procesamiento o comunicación. Tales sistemas están diseñados para datos binarios. Por esto se han diseñado un buen número de códigos mediante los cuales los caracteres se representan por secuencia de bits. Quizá el primer ejemplo más conocido es el código Morse y actualmente es el código ASCII.

Señales

En un sistema de comunicaciones, los datos se propagan de un punto a otro mediante señales eléctricas. Una señal analógica es una onda electromagnética que varía continuamente. Una señal digital es una secuencia de pulsos de tensión que se pueden transmitir a través de un cable; por ejemplo, un nivel de tensión positiva constante puede representar un 1 binario y un nivel de tensión negativa constante puede representar un 0.



Ejemplos

En el caso de la voz, los datos se pueden representar directamente mediante una señal electromagnética que ocupe el mismo espectro.

Transmisión

Tanto las señales analógicas como digitales se pueden transmitir a través de medios de transmisión que sean adecuados.

Las particularidades de cómo se tratan estas señales dependerán del sistema de transmisión en concreto. En la tabla siguiente se especifican con mayor detalles estas particularidades:

Datos y señales

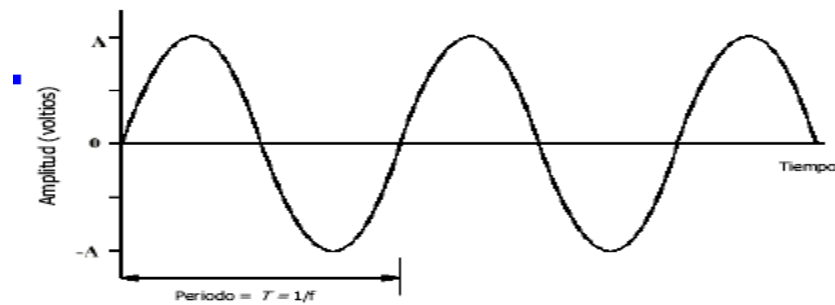
	Datos analógicos	Datos digitales
Señal analógica	Hay dos alternativas: (1) la señal ocupa el mismo	Los datos analógicos se codifican usando un codec

La comunidad Latina de estudiantes de negocios

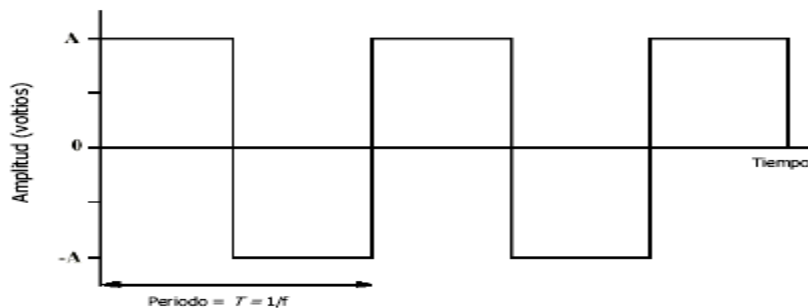
	espectro que los datos analógicos; (2) los datos analógicos se codifican ocupando una porción distinta del espectro.	para generar una cadena de bits
Señal digital	Los datos digitales se codifican usando un módem para generar una señal analógica	Hay dos alternativas: (1) la señal consiste en dos niveles de tensión que representan dos valores binarios (2) los datos digitales se codifican para producir una señal digital con las propiedades deseadas

Procesamiento de señales

	Transmisión analógica	Transmisión digital
Señal analógica	Se propaga a través de amplificadores; se trata de igual manera si la señal se usa para representar datos analógicos o digitales	Se supone que la señal analógica representa datos digitales. La señal se propaga a través de repetidores; en cada repetidor, los datos digitales se obtienen de la señal de entrada y se usan para regenerar una nueva señal analógica de salida.
Señal digital	No se usa	La señal digital representa una cadena de unos o ceros, los cuales pueden representar datos digitales o pueden ser resultado de la codificación de datos analógicos. La señal se propaga a trav



(a) Onda sinusoidal



(b) Onda cuadrada

Elección del mejor método de transmisión:

Tanto Las señales analógicas como digitales se pueden transmitir a través de medios de transmisión que sean adecuados. La transmisión analógica es una forma de transmitir las señales analógicas independientemente de su contenido; las señales pueden representar datos analógicos (por ejemplo, voz) o datos digitales (por ejemplo los datos binarios que pasan a través de un modem). En todos los casos la señal se irá debilitando con la distancia y será necesario el uso de amplificadores para conseguir distancias mayores.

En la transmisión analógica, al utilizarse amplificadores en cascada, la señal se distorsiona cada vez más. Para datos analógicos se pueden permitir ciertas distorsiones pequeñas, ya que los datos siguen siendo inteligibles. Ocurre lo contrario para la transmisión digital, pues los amplificadores introducirían ruido y estos se transformarían en errores.

En la transmisión digital, por el contrario es dependiente del contenido de la señal. Una señal digital solo se puede transmitir a una distancia limitada, ya que la atenuación y otros aspectos negativos pueden introducir errores en los datos transmitidos. En este caso se utilizan repetidores, los cuales regenera el patrón de ceros y unos y lo vuelve a retransmitir.

La elección actual se orienta a la tecnología digital como el medio más confiable de transmisión, contrario a las varias inversiones hechas a la comunicación analógica. Gradualmente la primera se está imponiendo en los usuarios y las compañías. Demos unas razones del porqué de esta tendencia a la tecnología digital.

- **Tecnología digital:** las mejoras en las tecnologías de integración a gran escala (LSI³) y muy gran escala (VLSI⁴) ha sido una disminución tanto en tamaño como en costo dentro de la técnicas digitales de los procesadores. Al contrario la tecnología analógica no ha experimentado un cambio similar.

³ Large Scale Integration: tecnología utilizada en la electrónica para la construcción de los integrados digitales electrónicos.

⁴ Very Large Scale Integration: tecnología más moderna y de menor costo que LSI.

La comunidad Latina de estudiantes de negocios

- **Integridad de datos:** al usarse repetidores en vez de amplificadores, el ruido y otros efectos negativos no son acumulativos. Lo que implica que usando tecnología digital es posible transmitir datos conservando su integridad a distancias mayores utilizando inclusive líneas de calidad inferiores.
- **Utilización de la capacidad:** el tendido de líneas de transmisión de banda ancha ha llegado a ser factible para medios, como ser vía satélite y fibra óptica. Para la utilización eficaz de todo ese ancho de banda se necesita un alto grado de multiplexación. Esta se realiza más fácilmente y con menor costo con técnicas digitales (división en el tiempo) que con técnicas analógicas (división en frecuencia).
- **Seguridad y privacidad:** se pueden aplicar las técnicas de encriptado a los datos digitales o analógicos que previamente se hayan digitalizado.
- **Integración:** Con el tratamiento de los datos analógicos y digitales, todas las señales se pueden tratar de una manera similar. Permitiendo de esta manera, la integración de voz, video y datos utilizando una misma infraestructura..

Perturbaciones en la transmisión

En cualquier sistema de comunicaciones se debe aceptar que la señal que se recibe diferirá de la señal transmitida debido a varias adversidades y percances de la transmisión.

Las perturbaciones más significativas son:

- Atenuación y distorsión de atenuación
- Distorsión de retardo
- Ruido.

Atenuación

La energía de la señal decae con la distancia en cualquier medio de transmisión. Se pueden establecer tres consideraciones respecto a la atenuación.

Primera, la señal recibida debe tener suficiente energía para que la circuitería electrónica en el receptor pueda detectar e interpretar la señal adecuadamente. Segunda, para ser recibida sin error, la señal debe conservar un nivel suficientemente mayor que el ruido. Tercera, la atenuación es una función creciente de la frecuencia.

En resumen; los dos primeros problemas se resuelven controlando la energía de la señal, para ellos se utilizan repetidores o amplificadores.

El tercer problema es especialmente relevante para el caso de las señales analógicas, debido a que la atenuación varía en función de la frecuencia, la señal recibida está distorsionada, reduciéndose así la inteligibilidad.

Distorsión de retardo

Este es un fenómeno particular a los medios guiados. Es causada por el hecho de que la velocidad de propagación de la señal en el medio varía con la frecuencia.

Para una señal de banda limitada, la velocidad tiende a ser mayor cerca de la frecuencia central y disminuye al acercarse a los extremos de la banda. Esto es llamado distorsión de retardo, ya que la señal recibida está distorsionada debido al retardo variable que sufren sus componentes.

Ruido

En cualquier dato transmitido, la señal recibida consistirá en la señal transmitida modificada por las distorsiones introducidas por el sistema de transmisión, además de las señales no deseadas que se insertan entre el emisor y el receptor. A estas últimas se le denomina ruido

El ruido se puede clasificar según su origen en :

- **Ruido térmico:**

La comunidad Latina de estudiantes de negocios

Se debe a la agitación térmica de los electrones dentro del conductor. Está presente en todos los dispositivos electrónicos y medios de transmisión, como su nombre indica es función a temperatura.

- **Ruido de intermodulación:**

Cuando las señales de distintas frecuencias comparten el mismo medio de transmisión puede producirse un ruido de intermodulación, esto es generar señales a frecuencias que sean suma o diferencia de las dos frecuencias originales o múltiplos de estas. Esto podría ser al funcionamiento incorrecto de los sistemas o por el uso de excesiva energía de la señal.

- **Diafonía:**

se trata de un acoplamiento no deseado entre las líneas que transportan las señales. Esto puede ocurrir por el acoplamiento eléctrico entre cables de pares cercanos. La diafonía es del mismo o igual orden de magnitud que el ruido térmico

- **Ruido impulsivo:**

los demás ruidos anteriores son predecibles y de magnitud constante, por el contrario el ruido impulsivo es no continuo y está constituido por pulsos o picos irregulares de corta duración y de amplitud relativamente grande. Se pueden generar por diversas causas, como por ejemplo perturbaciones electromagnéticas exteriores producidas por tormentas atmosféricas, o fallos y defectos en los sistemas de comunicación. Es el ruido impulsivo una de las principales causas de pérdidas de datos en la comunicación digital.

- **Capacidad del canal:**

Se vio una amplia variedad de efectos negativos que distorsionan o corrompen la señal. Solamente para los datos digitales la cuestión que se plantea es en que medida estos defectos afectan la velocidad a la que se puede transmitir. Es por eso que se trata aquí la capacidad del canal, el cual es la velocidad a la que se pueden transmitir los datos en un canal o ruta de comunicación de datos.

Existen cuatro conceptos principales relacionados con la capacidad del canal, que son

- La velocidad de los datos; que es la velocidad expresada en bits por segundo (bps), a la que se pueden transmitir los datos.
- El ancho de banda; es el ancho de banda de la señal transmitida que estará limitada por el transmisor y por la naturaleza del medio de transmisión; se mide en ciclos por segundo o hertzios
- El ruido; el nivel medio de ruido a través del camino de transmisión
- La tasa de errores; es la razón a la que ocurren los errores, donde se considera un error cuando se recibe un 1 habiendo transmitido un 0 y viceversa.

Medios de transmisión

Aquí se detallan los 3 medios guiados más utilizados y una introducción a lo que es el medio no guiado.

El medio de transmisión es el camino físico entre el transmisor y el receptor. Se clasifican en guiados y no guiados. En ambos casos, la transmisión se lleva a cabo con ondas electromagnéticas. En los medios guiados las ondas se confinan en un medio sólido, como ser un par trenzado. La atmósfera o el espacio exterior son ejemplos de medios no guiados, que proporcionan un medio de transmitir las señales pero sin confinarlas; este tipo de transmisión se denomina inalámbrica.

Las características y calidad de la transmisión están determinadas tanto por el tipo de señal, como por las características del medio. En el caso de los medios guiados, el medio es lo más importante en la determinación de las limitaciones de transmisión.

En medios no guiados, el ancho de banda de la señal emitida por la antena es más importante que el propio medio a la hora de determinar las características de la transmisión.

Medios de transmisión guiados

La comunidad Latina de estudiantes de negocios

En los medios de transmisión guiados, la capacidad de transmisión, en términos de velocidad de transmisión o ancho de banda, dependen drásticamente de la distancia y de si el medio se usa para un enlace punto a punto o para un enlace multipunto, como ser una LAN.

Los tres medios guiados más utilizados para la transmisión de datos son el par trenzado, el cable coaxial y la fibra óptica.

Par trenzado

- **Descripción física:**

El par trenzado consiste en dos cables de cobre embutidos en un aislante entrecruzados en forma de espiral. Cada par de cables constituye solo un enlace de comunicación. Normalmente, se utilizan haces en los que se encapsulan varios pares mediante una envoltura protectora. El uso del trenzado tiende a reducir las interferencias electromagnéticas (diafonía) entre los pares adyacentes dentro de una misma envoltura.

- **Aplicaciones:**

Tanto para señales digitales como para señales analógicas el par trenzado es el más utilizado actualmente. En aplicaciones digitales el par trenzado es el más utilizado, especialmente para conexiones a un conmutador digital, también para la conexión de redes de área local dentro de edificios. La velocidad típica está en los 10Mbps. Aunque actualmente ya se supera ampliamente esa velocidad.

- **Características de transmisión:**

Los cables de pares trenzados se pueden usar para transmitir tanto señales analógicas como señales digitales. Para señales analógicas se necesitan amplificadores cada 5 o 6 km y para las digitales es cada 2 o 3 km.

El par trenzado tienen una fuerte dependencia de la atenuación con la frecuencia. Sus características principales es su gran susceptibilidad a las interferencias y al ruido.

Variantes

Pares trenzados apantallados y sin apantallar

El par trenzado tienen dos variantes: el apantallado y el sin apantallar.

El par trenzado no apantallado (UTP, "Unshielded twisted Pair") es el medio habitual en telefonía. Y el sin apantallar (STP "Shielded Twisted Pair") es el que se utiliza para las conexiones de redes de computadoras

UTP tipo 3 y 5

En 1991, la EIA ("Electronic Industries Association") publicó el estándar EIA-568 denominado "Commercial Building Telecommunications Cabling Estándar", que define el uso de pares trenzados sin apantallar de calidad telefónica y de pares apantallados como medios para aplicaciones de transmisión de datos en edificios.

En el estándar EIA-568-A se consideran tres tipos de cables UTP

- Tipo 3: consiste en cables y su hardware asociado, diseñados para frecuencias de hasta 16 MHz
- Tipo 4: consiste en cables y su hardware asociado, diseñados para frecuencias de hasta 20 MHz.
- Tipo 5: consiste en cables y su hardware asociado, diseñados para frecuencias de hasta 100 MHz..

Cable coaxial

Descripción física

Al igual que el par trenzado, tiene dos conductores pero está construido de forma diferente para que pueda operar sobre un rango mayor de frecuencias. Consiste en un conductor cilíndrico externo que rodea a un cable conductor. El conductor interior mantiene a lo largo del eje axial mediante una serie de anillos

La comunidad Latina de estudiantes de negocios
aislantes regularmente espaciados con un material sólido dieléctrico. El conductor exterior se cubre con una cubierta o funda protectora.

Aplicaciones

Debido a su versatilidad, sus aplicaciones más importantes son:

- Distribución de TV
- Telefonía a larga distancia
- Conexión con periféricos a corta distancia.
- Redes de área local
- Características de transmisión

Fibra óptica

Descripción física

La fibra óptica es un medio flexible y extremadamente fino, capaz de conducir energía de naturaleza óptica. Un cable de fibra óptica tiene una forma cilíndrica y está formado por tres secciones concéntricas: el núcleo, el revestimiento y la cubierta. El núcleo es la sección más interna, y está constituido por una o varias fibras de vidrio o plástico. Cada fibra está rodeada por su propio revestimiento, que no es sino su otro cristal con propiedades ópticas distintas a las del núcleo. La capa más exterior que envuelve a uno o varios revestimientos es la cubierta.

Aplicaciones

Las características diferenciales de la fibra óptica frente al cable coaxial y al par trenzado.

- **Mayor ancho de banda:** El ancho de banda, y por tanto la velocidad de transmisión, en las fibras es enorme. Mediante experimentos se ha podido demostrar que se pueden conseguir velocidades de transmisión de 2 Gbps para decenas de kilómetros de distancia.
- **Menor tamaño y peso:** son apreciablemente más finas que el cable coaxial o que en los pares trenzados embutidos. La reducción en tamaño lleva a su vez aparejada una reducción en peso que disminuye la infraestructura.
- **Atenuación menor:** es significativamente menor en las fibras ópticas que en los cables coaxiales y pares trenzados, además es constante en un gran intervalo de frecuencias.
- **Mayor separación entre repetidores:** cuantos menos repetidores haya el coste será menor y a su vez menos fuentes de error.

Característica de transmisión

La luz proveniente de la fuente penetra en el núcleo. Los rayos que inciden con ángulos superficiales se reflejan y se propagan dentro del núcleo de la fibra, mientras que para otros ángulos, los rayos son absorbidos por el material que forma revestimiento. Hay dos tipos de transmisión: multimodo y monomodo.

Transmisión inalámbrica

En medios no guiados, tanto la transmisión como la recepción se lleva a cabo mediante antenas. Básicamente hay dos tipos de configuraciones para las transmisiones inalámbricas: direccional y omnidireccional. En la primera, la antena de transmisión emite la energía electromagnética concentrándolas en un haz; por tanto la antena de emisión y recepción deben estar perfectamente alineadas. En el caso omnidireccional, el diagrama de radiación de la antena es disperso, emitiendo en todas direcciones, pudiendo la señal ser recibida por varias antenas.

Interfaz Física

Para que dos dispositivos conectados por un medio de transmisión intercambien datos es necesario un alto grado de cooperación. Típicamente, los datos se transmiten de bit a bit a

La comunidad Latina de estudiantes de negocios través del medio; la temporización de estos bits debe ser común entre el receptor y el emisor. Existen dos técnicas habituales para el control de la temporización: la transmisión asíncrona y la síncrona.

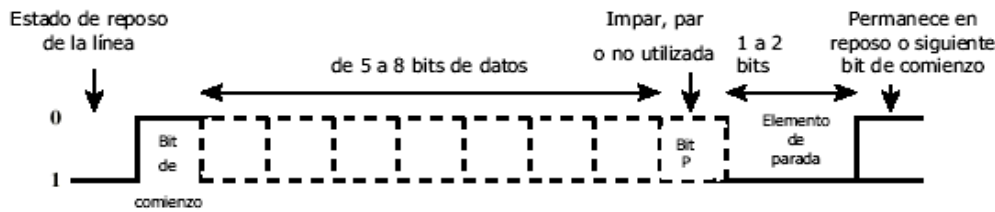
Transmisión asíncrona y síncrona

Transmisión asíncrona

Consiste en evitar el problema de la temporización mediante el envío ininterrumpido de cadena de bits que no sean muy largas. En su lugar los datos se transmiten enviándolos carácter a carácter, de donde cada carácter tiene una longitud de 5 a 8 bits. La temporización o sincronización se debe mantener durante la emisión del carácter, ya que el receptor tiene la oportunidad de resincronizarse al principio de cada carácter.

El principio de cada carácter se indica mediante un bit de comienzo que corresponde al valor binario 0. A continuación se transmite el carácter, comenzando por el bit menos significativo, que tendrá desde cinco a ocho bits. Por ejemplo en los caracteres ASCII, el primer bit transmitido se rotula b1. Normalmente, este va seguido de un bit de paridad, que corresponderá al bit más significativo. El bit de paridad se determina en el emisor de tal manera que el número de unos dentro del carácter, incluyendo el bit de paridad, sea par o impar. Este bit se utilizará también para la detección de errores. El último elemento es de parada, que corresponde a un 1 binario.

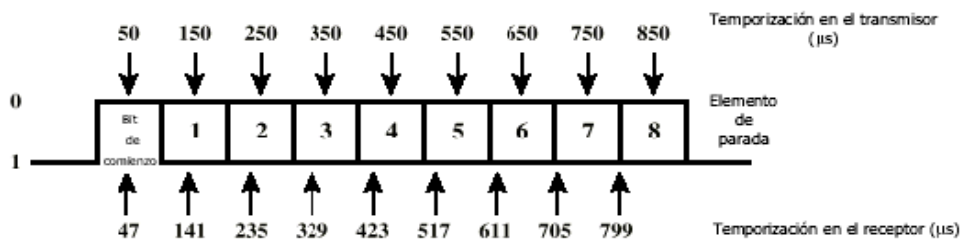
La transmisión asíncrona es sencilla y no costosa, si bien requiere de 2 o 3 bits suplementarios por cada carácter. Por ejemplo en un código de 8 bits, si se usa 1 bit de parada, de cada 10 bits, 2 no contendrán información ya que se dedicarán a la sincronización; por tanto los bits suplementarios llegan a un 20%.



(a) Formato de un carácter



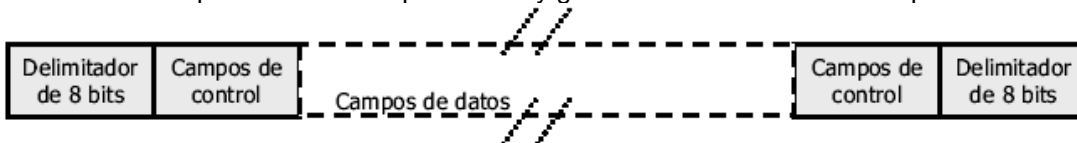
(b) Cadena de caracteres de 8 bits asíncronos



(c) Efecto de un error en la temporización

Transmisión síncrona

Aquí se transmite un bloque de bits como una cadena estacionaria sin utilizar códigos de comienzo o parada. Para prevenir la desincronización entre el emisor y el receptor, se deben sincronizar sus relojes de alguna manera. Una posibilidad puede ser proporcionar la señal de reloj a través de una línea independiente. Uno de los extremos (el receptor o el transmisor) enviará regularmente un pulso de corta duración. El otro extremo utilizará esta señal a modo de reloj. Esta técnica funciona bien a distancias cortas, no así en largas. La otra alternativa consiste en incluir la información relativa a la sincronización en la propia señal de datos. En la transmisión síncrona se requiere además un nivel de sincronización adicional para que el receptor pueda determinar donde está el comienzo y el final de cada bloque de datos. Para llevar a cabo esto, cada bloque comienza con un patrón de bits de preámbulo y generalmente termina con un patrón de bits de final.



Configuraciones de la línea

Dos de las configuraciones que distinguen a las distintas configuraciones del enlace son la topología y si el enlace es "semi-duplex" o "full-duplex".

Topología

Con el término topología se hace referencia a la disposición física de las estaciones en el medio de transmisión.

Full Duplex y Semi-Duplex

El intercambio de datos sobre una línea de transmisión se puede clasificar como "full-duplex" o "semi-duplex". En la transmisión semi-duplex cada vez solo una de las dos estaciones del enlace puede transmitir. Esto es comparable a un puente con un solo carril con circulación en los dos sentidos.

En la transmisión full-duplex las dos estaciones pueden simultáneamente enviar y recibir datos. Este modo se denomina a su vez simultáneo en dos sentidos y es comparable a un puente con dos carriles con tráfico en ambos sentidos.

En la señalización digital, en la que se requiere un medio guiado, la transmisión full-duplex normalmente exige dos caminos separados (por ejemplo dos pares trenzados), mientras que la transmisión semi-duplex necesita normalmente uno. Para la señalización analógica dependerá de la frecuencia: si una estación transmite y recibe a la misma frecuencia, para la transmisión inalámbrica se deberá operar en modo semi-duplex, aunque para medios guiados se puede operar en full-duplex utilizando dos líneas de transmisión distintas.

Interfaces

La mayoría de los dispositivos utilizados para el procesamiento de datos tiene una capacidad limitada de transmisión de datos. Los dispositivos considerados, normalmente terminales y computadoras, se denominan generalmente DTE ("data terminal equipment"). El DTE utiliza el medio de transmisión a través del DCE ("data circuit-terminating equipment"). Un ejemplo de esto último es un módem. Por un lado el DCE es responsable de transmitir y recibir bits, de un o en uno, a través del medio de transmisión o red. Por el otro, el DCE debe interactuar con el DTE. Cada pareja DTE-DCE se debe diseñar para que funcionen cooperativamente. La especificación de la interfaz tiene cuatro características importantes:

- Mecánicas
- Eléctricas
- Funcionales
- De procedimiento.

Las características mecánicas están relacionadas con la conexión física entre el DTE y el DCE. Típicamente, los circuitos de intercambio de control y de señal se agrupan en un cable con un conector, macho o hembra, a cada extremo. El DTE y el DCE deben tener conectores de distinto género a cada extremo del cable.

Las características eléctricas están relacionadas con los niveles de tensión y su temporización. Tanto el DTE como el DCE deben usar el mismo código (por ejemplo NRZ-L), deben usar los mismos niveles de tensión y deben utilizar la misma duración para los elementos de señal.

Las características funcionales especifican la secuencia de eventos que se deben dar en la transmisión de los datos, basándose en las características funcionales de la interfaz.

Existen varias normalizaciones para la interfaz. Aquí se presentan dos de las más significativas: V.24/EIA-232-E y la interfaz física de RDSI.

V.24/EIA-232-E

La interfaz que más se utiliza es la especificada en el estándar V.24 de la UIT-T. De hecho este estándar especifica solo los aspectos funcionales y de procedimiento de la interfaz; V.24 hace referencia a otros estándares para los aspectos eléctricos y mecánicos. En los Estados Unidos está la correspondiente especificación que cubre los cuatro aspectos mencionados: EIA-232. La correspondencia es:

- Mecánicas: ISO 2110
- Eléctricas: V.28
- Funcionales: V.24
- De procedimiento: V.24

Los documentos que buscas están en <http://www.gestiopolis.com/>

La comunidad Latina de estudiantes de negocios

Esta interfaz se utiliza para conectar dispositivos DTE módems a través de líneas de calidad telefónicas para ser utilizados en sistemas de telecomunicaciones analógicos públicos.

Especificaciones mecánicas

Para el EIA-232-E se utiliza un conector de 25 contactos metálicos distribuidos de una manera específica según se define el ISO 2110. Este conector es el terminador del cable que va desde el DTE (terminal) al DCE.

Especificaciones mecánicas

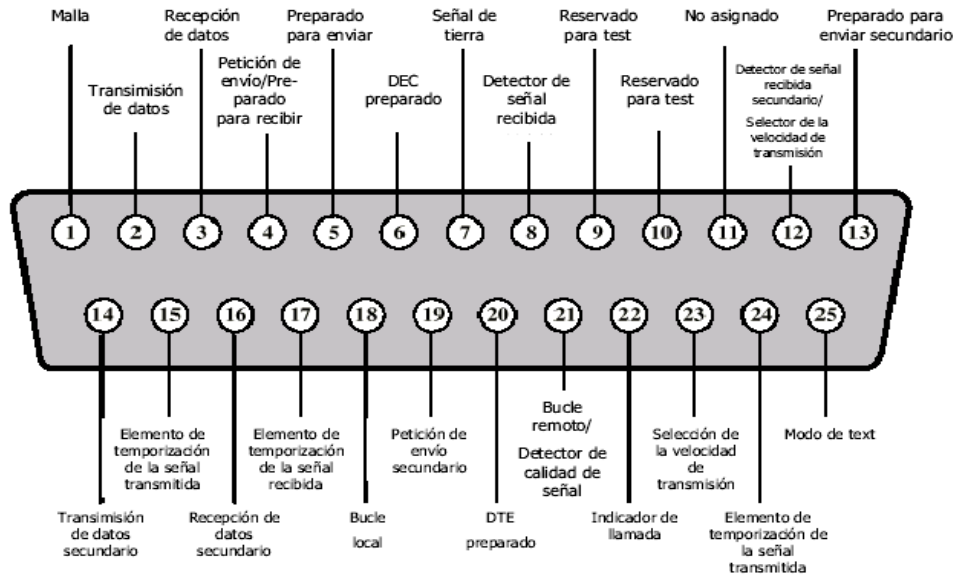


Figura 6.5. Asignación de los terminales de contacto para V.24/EIA-232 (conector del DTE).

Especificaciones eléctricas

Se utiliza señalización digital en todos los circuitos de intercambio. Los valores eléctricos se interpretarán como binarios o como señales de control, dependiendo la función del circuito de intercambio. Esta normalización específica que, respecto a una referencia de tierra común, una tensión más negativa que 3 voltios se interprete como un 1 binario, mientras que una tensión mayor de 3 voltios se interprete como un 0 binario. Esto corresponde al código NRZ-L. La interfaz se utiliza a una razón de menso de 20 kbps para una distancia menor de 15 metros.

Especificaciones funcionales

Los circuitos se agrupan en los datos, los de control, los de temporización y los de tierra. Hay un circuito en cada dirección, por lo que se permite el funcionamiento full-duplex. Es más, hay dos circuitos de datos secundarios que son útiles cuando el dispositivo funciona en semi-duplex.

Hay quince circuitos de control. Los 10 primeros, relacionados con la transmisión de datos sobre el canal primario. Para transmisión asíncrona, se utilizan seis de estos circuitos. Además de estos seis circuitos, en la transmisión síncrona se utilizan otros tres circuitos de control.

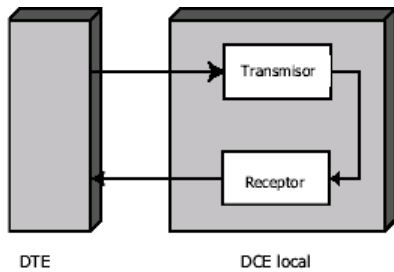
El circuito detector de la calidad de señal ("Signal Quality Detector") se pone en On por el DCE para indicar que la calidad de la señal de entrada a través de la línea se ha deteriorado por encima de un determinado umbral. Los circuitos de selección de la razón de la señal de datos ("data signal rate detector") se utilizan para cambiar de velocidad; tanto el DTE como el DCE pueden comenzar la modificación.

El último grupo de señales está relacionado con la verificación de la conexión entre el DTE y el DCE. Estos circuitos permiten que el DTE haga que el DCE realice un test de la conexión. Estos circuitos son útiles solo si el módem o el DTE de que se trate permiten un bucle de control.

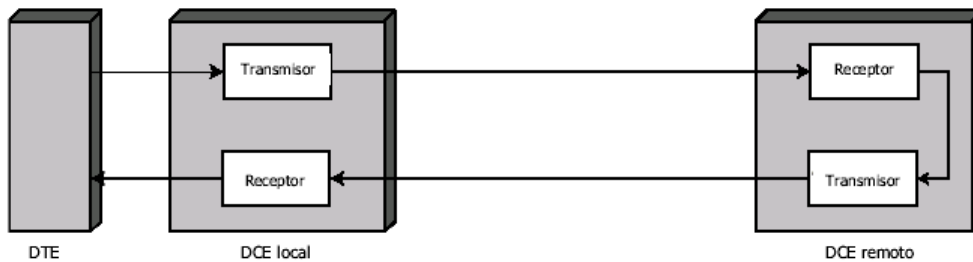
La comunidad Latina de estudiantes de negocios

El control del bucle es una herramienta útil para el diagnóstico de fallos. Con el bucle local se comprueba el funcionamiento de la interfaz local así como el DCE local. Con los test remotos se puede comprobar el funcionamiento del canal de transmisión y del DCE remoto.

Las señales de temporización proporcionan los pulsos de reloj en la transmisión síncrona. Cuando el DCE envía datos a través del circuito de Recepción de datos, a la vez envía transiciones de 0 a 1 ó de 1 a 0 por el circuito de Temporización del Receptor con transiciones en la mitad de cada elemento de señal del circuito de Recepción de Datos. Cuando el DTE envía datos síncronos tanto el DTE como el DCE pueden proporcionar los pulsos de temporización.



(a) Test del bucle local



(b) Test del bucle remoto

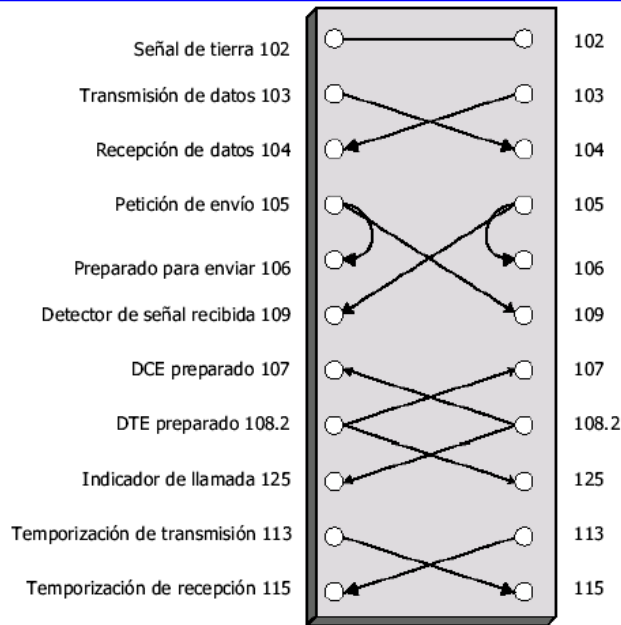
Especificaciones de procedimiento.

Las características del procedimiento definen la sucesión de cómo se usan los diferentes circuitos de una aplicación determinada.

Por ejemplo: existen dos dispositivos conectados a muy corta distancia, estos se llaman módems de línea privada. Admiten señales del DTE y las convierte en señales analógicas y las transmite a una distancia corta a través de un medio y las transmite a una distancia corta a través de un medio. En el otro extremo de la línea hay otro módem de distancia limitada que acepta las señales digitales de entrada, las convierte a digital y las transfiere al terminal o computador remoto. Se da por supuesto que el intercambio de información es en los dos sentidos. En esta aplicación se necesitan solamente circuitos de intercambio:

- La señal de tierra (102)
- Transmisión de datos (103)
- Recepción de datos (104)
- Petición de envío (105)
- Preparado para enviar (106)
- DCE preparado (107)
- Detector de señal recibida (109)

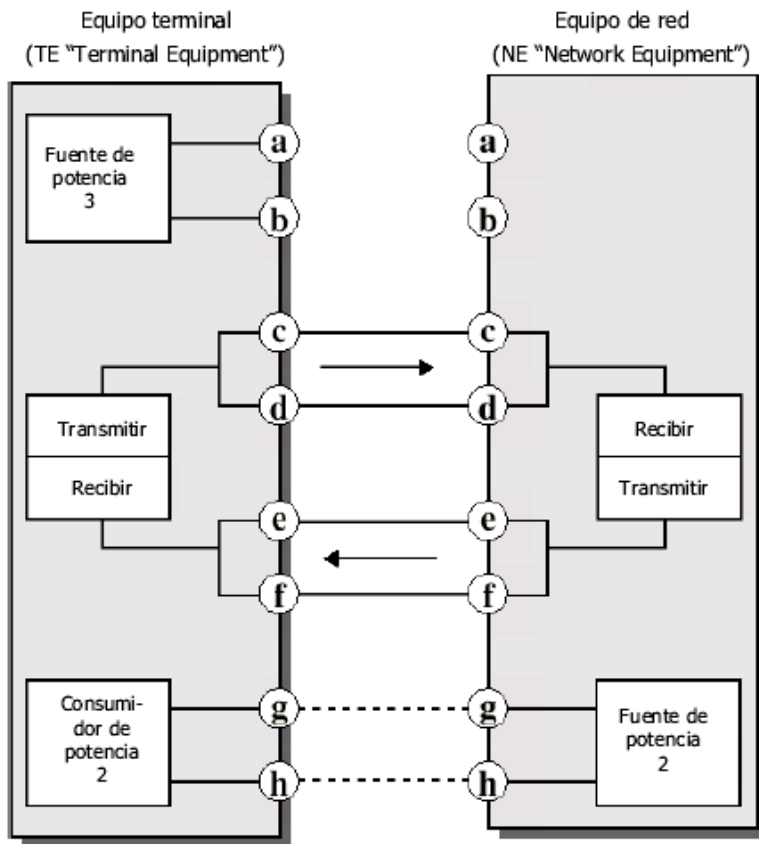
Modem nulo



Cuando el modem (DCE) se enciende y está listo para funcionar, activa la línea DCE Preparado (aplicando una tensión negativa y constante). Cuando el DTE está preparado para enviar datos, activará la línea activado para preparar. EL módem responde, cuando está preparado, activando el circuito Preparado para Enviar. Si la transmisión es semi-duplex, el circuito de Petición para enviar, a su vez, inhibe al modo de recepción. El DTE puede ahora transmitir datos a través de la línea de Transmisión de Datos. Cuando se reciben datos del módem remoto, el módem local activa la línea Detector de Señal Recibida para indicar que el módem remoto está transmitiendo, y además transfiere los datos a través de la línea de Recepción de Datos.

La interfaz física de la RDSI

La gran variedad de funciones que proorciona el V.24/EIA-232-E se llevan a cabo mediante el uso de un gran número de circuitos de intercambio. Esta es una solución costosa. Una alternativa sería utilizar menos circuitos incorporando más lógica de control entre las interfces del DTE y el DCE. La RDSI, es una red completamente digital que sustituirá a las redes de telecomunicaciones analógicas y de telefonía pública existentes en la actualidad.



Conexión física

En la terminología RDSI, se establece una conexión física entre el equipo terminal (TE, "terminal equipment") y el equipo terminador de línea (NT, "network-terminating equipment"). Para el estudio que aquí se va a realizar, estos términos corresponden bastante aproximadamente a DTE y DCE respectivamente. La conexión física, definida en ISO 8877, especifica que los cables del NT y del TE tenga dos conectores correspondientes, cada uno de ellos con 8 contactos.

Para transmitir datos en cada una de las dos direcciones se usan dos contactos. Los terminales de contactos se utilizan para conectar mediante pares trenzados los circuitos entre el NT y el TE. Debido a que los circuitos no tienen especificaciones funcionales específicas, los circuitos de recepción y transmisión se utilizan para transmitir señales de datos y de control. La transmisión de control se transmite usando mensajes.

Especificaciones eléctricas

La especificación eléctrica de la RDSI establece que se use transmisión balanceada, las señales se transmiten usando dos conductores por ejemplo un par trenzado. Las señales se transmiten como una corriente que va a través de uno de los conductores y retorna por el otro, formándose así un circuito cerrado. En el caso de las señales digitales, esta técnica se denomina *señalización diferencial*, ya que los valores binarios dependen del sentido de las diferencias de tensión entre los dos conductores. La transmisión no balanceada se usa en interfaces más antiguas como la EIA-232, las distancias son generalmente cortas.

El modo balanceado tolera más, y produce menos ruido que el modo no balanceado. Idealmente, las interferencias en una línea balanceada afectarán a ambos conductores por igual y no afectarán por tanto a las diferencias de tensión. Debido a que la transmisión no balanceada no posee estas ventajas, su uso está normalmente restringido a cables coaxiales.

El formato usado en la codificación de los datos en la interfaz RDSI dependen de la razón de datos. En el enlace básico (192 kbps) el estándar especifica la utilización de codificación pseudoternaria. Los unos binarios se representan por la ausencia de tensión, y el cero binario se representa por un pulso negativo o positivo de 750mV. En el enlace primario, hay dos posibilidades: si se opta por una razón de datos igual a 1.544 Mbps se

La comunidad Latina de estudiantes de negocios utiliza la codificación con inversión de marca alternante (AMI, "alternate mark inversion") con B8ZS y si se opta por una velocidad igual a 2.049 Mbps se utiliza la codificación AMI con HDB3.

Codificación de datos

La transmisión analógica se basa en una señal continua de frecuencia constante denominada portadora. La frecuencia de la portadora se elige para que sea compatible con las características del medio que se vaya a utilizar. Los datos se pueden transmitir modulando la señal portadora, donde por modulación se entiende el proceso de codificar los datos generados por la fuente, en la señal de frecuencia f_c .

Todas las técnicas de modulación implican la modificación de uno o más de los tres parámetros fundamentales de la portadora:

- La amplitud
- La frecuencia
- La fase

La señal de entrada se denomina señal moduladora.

Datos digitales, Señales digitales

Una señal digital es una secuencia de pulsos discretos y discontinuos, donde cada pulso es un elemento de la señal.

Si todos los elementos de señal tienen el mismo signo algebraico, es decir si son todos positivos o negativos, se dice que es la señal "unipolar". En una señal "polar", por el contrario, un estado lógico se representará mediante un nivel positivo de tensión y el otro por un nivel negativo. La razón de datos de una señal es la velocidad de transmisión, expresada por bits por segundo, a la que transmiten los datos. La "razón de modulación", por el contrario, es la velocidad o razón con la que cambia el nivel de la señal por segundo.

Término	Unidades	Definición
Elementos de datos	bits	Un uno o cero binarios
Razón de datos	Bits por segundo (bps)	Razón a la que se transmiten los elementos de datos
Elemento de señal	Digital: un pulso de tensión de amplitud constante	Aquella parte de la señal que ocupa el intervalo más corto correspondiente a un código de señalización
Razón de señalización o velocidad de modulación	Número de elementos de señal por segundo (baudios)	Razón a la que se transmiten los elementos de señal

Un factor importante que se puede utilizar para mejorar las prestaciones del sistema es el propio esquema de codificación. Este es simplemente la correspondencia que se establece entre los bits de los datos con los elementos de la señal.

Consideramos los siguientes procedimientos para su evaluación y comparación:

Definición de los formatos de codificación digital de señales

No retorno a cero (NRZ-L)	0= nivel alto 1= nivel bajo
No retorno a cero invertido (NRZI)	0= no hay transición al comienzo del intervalo (un bit cada vez) 1= transición al comienzo del intervalo

La comunidad Latina de estudiantes de negocios

Bipolar -AMI	0= no hay señal 1= nivel positivo o negativo, alternante
Pseudoternaria	0= nivel positivo o negativo, alternante 1= transición de bajo a alto en mitad del intervalo
Manchester	0= transición de alto a bajo en mitad del intervalo 1= transición de bajo a alto en mitad del intervalo
Manchester diferencial	Siempre hay una transición en mitad del intervalo 0= transición al principio del intervalo 1= no hay transición al principio del intervalo
B8ZS	Igual que el bipolar- AMI, excepto que cualquier cadena de ocho ceros se reemplaza por una cadena que tiene dos violaciones de código
HDB3	Igual que el Bipolar-AMI, excepto que cualquier cadena de cuatro ceros se reemplaza por una cadena que contiene una violación de código

- **Espectro de señal:** La ausencia de señal a altas frecuencias significa que se necesita menos ancho de banda para su transmisión. Es más la ausencia de componente en continua (dc) es también una característica deseable. Si la señal tiene continua, para su transmisión se requiere la existencia de una conexión física directa; si la señal no contiene componente continua es posible su transmisión mediante transformadores acoplados.
- **Sincronización:** es necesario determinar el principio y fin de cada bit. Se realiza proporcionando la sincronización mediante la propia señal transmitida.
- **Detección de errores:** Estas técnicas son responsabilidad de una capa por encima del nivel de señalización, denominada control del enlace de datos. Es útil disponer de una capacidad de detección de errores incorporada en el esquema de codificación en la capa física.
- **Inmunidad al ruido e interferencias:** Algunos códigos exhiben un comportamiento superior que otros en presencia de ruido. Esto se mide en términos de tasa de error por bit.
- **Coste y complejidad:** cuanto mayor es la razón de elementos de señal para una velocidad de transmisión dada mayor es el coste.

No retorno a cero (NRZ, “Nonreturn to Zero”)

LA forma más frecuente y fácil de transmitir señales digitales es mediante la utilización de un nivel diferente de tensión para cada uno de los bits

NRZ se usa generalmente para generar o interpretar los datos binarios en los terminales y otros dispositivos.

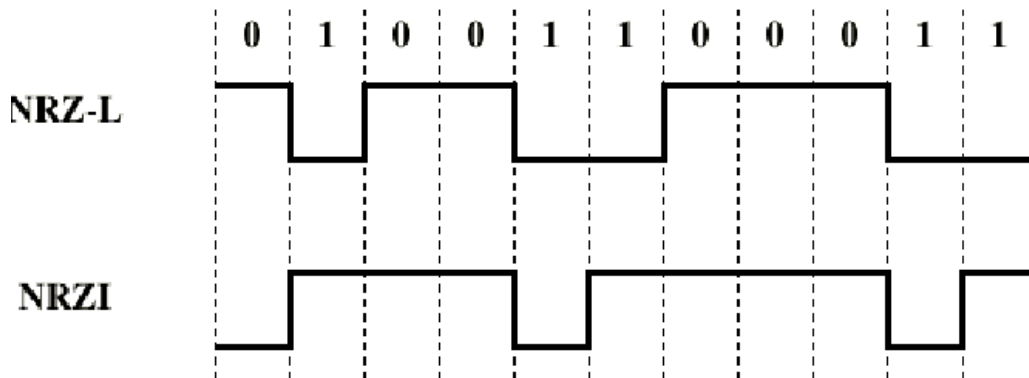
Una variante del NRZ se denomina NRZI (“Nonreturn to Zero, invert on ones”). Al igual que NRZ-L, el NRZI mantiene constante el nivel de tensión mientras dura un bit. Los datos se codifican mediante la presencia o ausencia de una transición de la señal al principio del intervalo de duración del bit, un 1 se codifica mediante la transición (bajo a alto o alto a bajo) al principio del intervalo del bit, mientras que un cero se representa por la ausencia de la transición.

NRZI es un ejemplo de codificación diferencial. En la codificación diferencial, en lugar de determinar el valor absoluto, la señal se decodifica comparando la polaridad de los elementos de señal adyacentes. Una ventaja de este esquema es que en presencia de ruido puede ser más seguro detectar una transición en lugar de comparar un valor con un umbral. Otra ventaja es que en un sistema complicado

La comunidad Latina de estudiantes de negocios de transición, no es difícil perder la polaridad de la señal. Por ejemplo, en un alinea de par trenzado, si los cables se invierten accidentalmente, todos 1 y 0 en el NRZ-L se invertirán.

Los códigos NRZ son los más fáciles de implementar y además se caracterizan por hacer un uso eficaz del ancho de banda.

La principal limitación de las señales NRZ es la presencia de una componente de continua y la ausencia de capacidad de sincronización. Por ejemplo, una cadena larga de unos o de ceros en un esquema NRZ-L o una cadena de ceros en el NRZ-I, se codificará como un nivel de tensión constante durante un largo intervalo de tiempo. En estas situaciones, cualquier fluctuación entre las temporizaciones del transmisor y el receptor darán lugar a una pérdida de sincronización entre ambos.



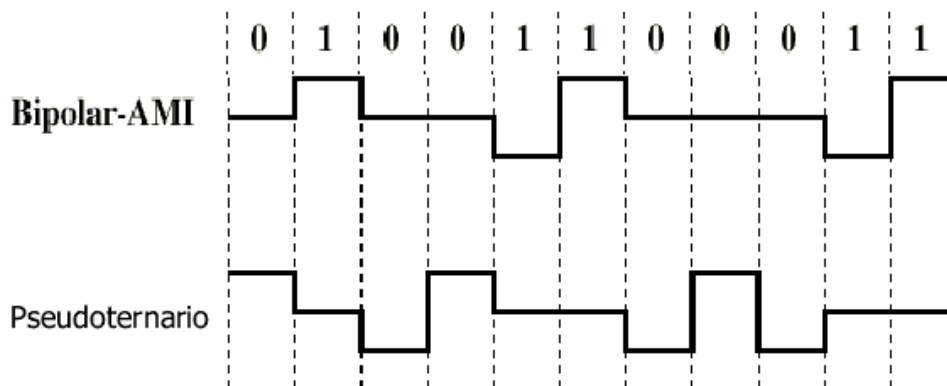
Binario Multinivel

Las técnicas de codificación denominadas binario multinivel subsanan algunas de las deficiencias mencionadas para los códigos NRZ.

En el caso del esquema bipolar-AMI, un 0 binario se representa por ausencia de señal y el 1 binario se representa como un pulso negativo o positivo. Los pulsos correspondientes a 1 deben tener una polaridad alternante. Las ventajas de este esquema son: no habrá problemas de sincronización en el caso de que haya una cadena larga de 1. Cada 1 fuerza una transición, por lo que el receptor se puede sincronizar en dicha transición. Una cadena larga de 0 es todavía un problema. No hay componentes de continuas. Además el ancho de banda de la señal resultante es mucho menor que el correspondiente a NRZ.

Los mismos comentarios se aplican para los códigos pseudoternarios. En este caso el bit 1 se representa por la ausencia de señal, y el 0 mediante pulsos de polaridad alternante.

Uno de los problemas todavía no resueltos es el grado de sincronización de estos códigos.



Bifase

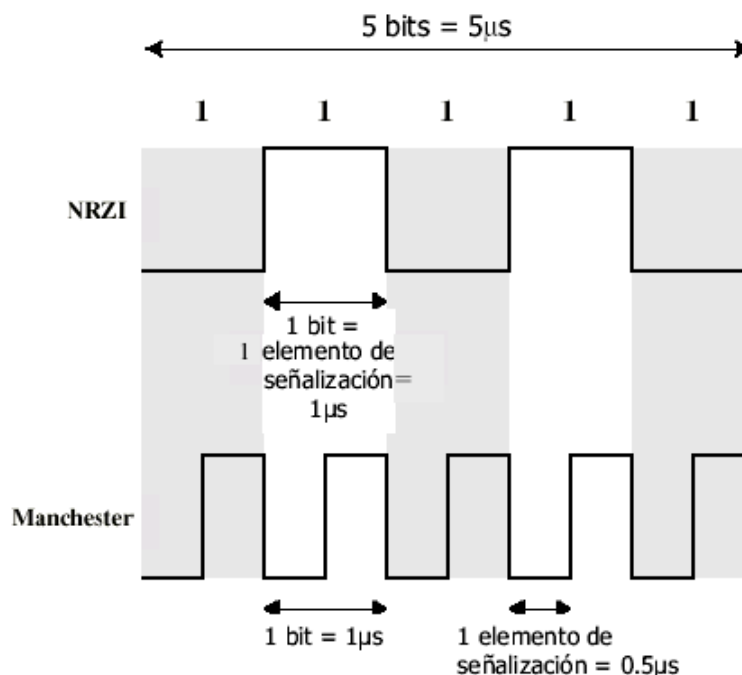
Unas técnicas alternativas son las Bifase, que superan las limitaciones encontradas en los códigos NRZ.. Dos de estas técnicas denominadas Manchester y Diferencial, se usan frecuentemente.

En el código Manchester, siempre hay una transición en mitad del intervalo de duración del bit. Esta transición en la mitad del bit sirve como un procedimiento de sincronización a la vez que se transmiten los datos: una transición de bajo a alto representa un 1, y una transición de alto a bajo representa un 0. En Manchester Diferencial, la transición a mitad del intervalo se utiliza tan solo para proporcionar sincronización. La codificación de un 0 se representa por la presencia de una transición al principio del intervalo del bit y un 1 se representa mediante la ausencia de transición.

Todas las técnicas Bifase fuerzan al menos una transición por cada bit pudiendo tener hasta dos en ese mismo período. Por tanto, la máxima velocidad de modulación es el doble que en los NRZ; esto significa que el ancho de banda necesario es mayor.

La ventajas de los esquemas bifase son:

- Sincronización: debido a la transición que siempre ocurre durante el intervalo de duración correspondiente a un bit, el receptor puede sincronizarse usando dicha transición.
- No tiene componente en continua
- Detección de errores: se pueden detectar errores si se detecta una ausencia de la transición esperada en mitad del intervalo



Técnicas de altibajos

La aceptación que han conseguido los esquemas bifase en redes LAN a velocidades relativamente altas (hasta 10 Mbps), no es trasladable a redes de larga distancia.

La razón principal de esto reside en el hecho de que en bifase se requiere una alta velocidad de elementos de señal comparada con la velocidad de los datos.

Otra aproximación alternativa es utilizar algún procedimiento o técnica de "altibajos". La idea es sencilla: reemplazar las secuencias de bits que den lugar a niveles de tensión constante por otras secuencias que proporcionen suficiente número de transiciones arriba y abajo para que el reloj del receptor pueda mantenerse sincronizado. En el receptor se debe identificar la secuencia reemplazada tendrá la misma longitud que la original.

Los objetivos de estas técnicas son:

La comunidad Latina de estudiantes de negocios

- Evitar la componente en continua
- Evitar las secuencias largas que correspondan a señales de tensión nula.
- No reducir la velocidad de datos.
- Capacidad para detectar errores

Un esquema de codificación usado en Norteamérica se denomina B8ZS (“Bipolar with 8-Zeros Substitution”), y se basa en un AMI bipolar. El inconveniente de los códigos AMI es que una secuencia larga de ceros puede dar lugar a una pérdida de sincronización. Para evitar este problema se realiza una codificación de acuerdo con las siguientes reglas:

- Si aparece un octeto con todo ceros y el último valor de tensión anterior a dicho octeto fue positivo, codificar dicho octeto como 000+-0-+
- Si aparece un octeto con todo ceros y el último valor de tensión anterior a dicho octeto fue negativo, codificar dicho octeto como 000-+0+-

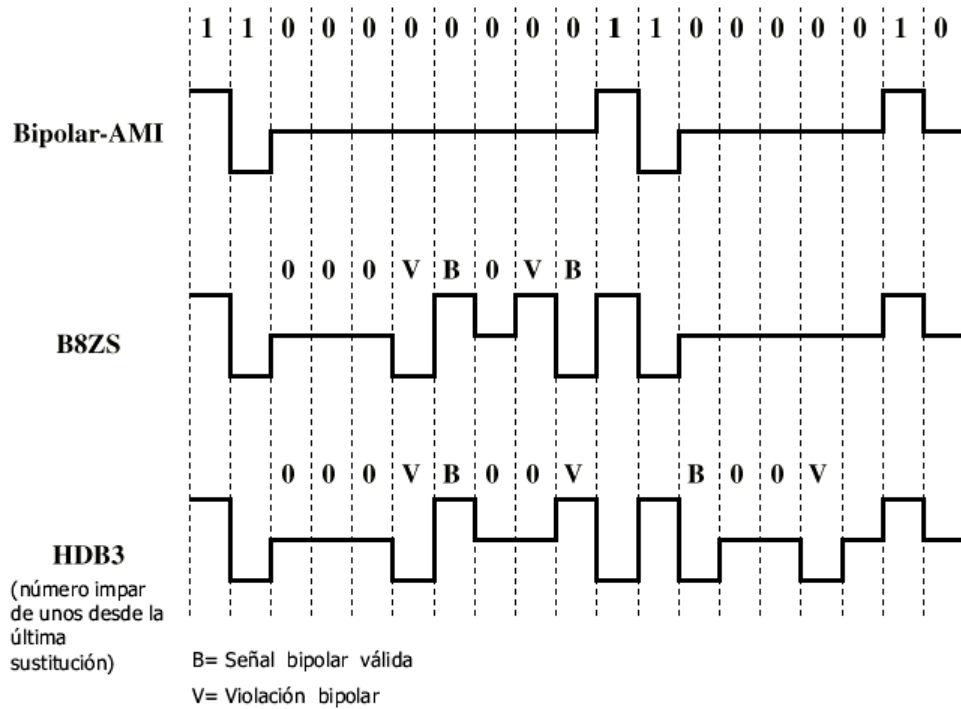
Con este procedimiento se fuerzan dos violaciones de código del código AMI, lo cual es muy improbable que haya sido causado por el ruido u otros defectos en la transmisión. El receptor identificará ese patrón y lo interpretará convenientemente como un octeto todo ceros.

Un esquema de codificación utilizado en Europa Y Japón es el denominado HDB3 (“High Density Bipolar-3 Zeros”). También se basa en la codificación AMI. En este esquema, se reemplazan las cadenas de cuatro ceros por cadenas que contienen uno o dos pulsos. En este caso, el cuarto cero se sustituye por un estado de señal no permitido en el código, este procedimiento se denomina violación del código.

Reglas de sustitución en HCB3

	Números de pulsos bipolares (unos) desde la última sustitución	
Polaridad del pulso anterior	Impar	Par
-	000-	+00+
+	000+	-00-

La comunidad Latina de estudiantes de negocios



Datos digitales, Señales analógicas

El caso más conocido de transmisión de datos digitales a través de la red telefónica. Esta red se diseñó para recibir, conmutar y transmitir señales analógicas en el rango de voz entre 300 y 3400 Hz.

Técnicas de codificación

Se ha mencionado que la modulación afecta a uno o más de los parámetros característicos de la señal portadora: la amplitud, la frecuencia y la fase.

Existen tres técnicas básicas de codificación o de modulación, que transforman los datos digitales en señales analógicas:

- Desplazamiento de amplitud (ASK, "Amplitudes-shift keying")
- Desplazamiento de frecuencia (FSK, "Frequency-shift keying")
- Desplazamiento de fase (PSK, "Phase-shift keying")

En ASK, los dos valores binarios se representan mediante dos amplitudes diferentes de la portadora. Es usual que una de las amplitudes sea cero; o sea, uno de los dígitos binarios se representa mediante la presencia de la portadora a amplitud constante, y el otro mediante la ausencia de portadora. La señal resultante es por tanto

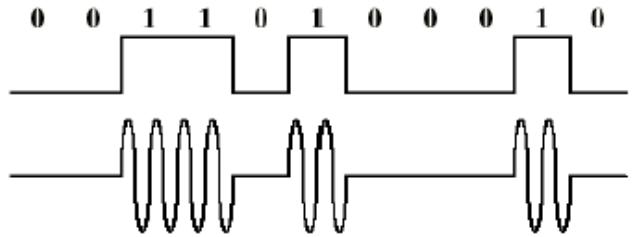
$$S(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t) & \text{1 binario} \\ 0 & \text{0 binario} \end{cases}$$

En el que la portadora es $A \cos(2\pi f_c t)$. ASK es sensible a cambios repentinos de la ganancia, además es una técnica de modulación ineficaz. EN líneas de calidad telefónica, ASK se usa normalmente a 1200 bps. Es utilizada para la transmisión de datos digitales en fibras ópticas.

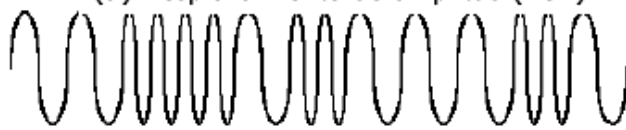
En FSK, los dos valores binarios se representan por dos frecuencias diferentes próximas a la frecuencia de la portadora. La señal resultante es

$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_1 t) & \text{1 binario} \\ A \cos(2\pi f_2 t) & \text{0 binario} \end{cases}$$

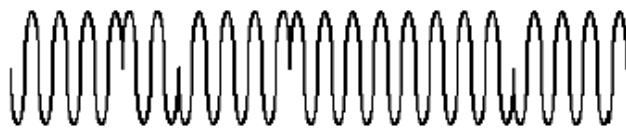
Donde frecuentemente f_1 y f_2 corresponden a desplazamientos de igual magnitud pero en sentidos opuestos de la frecuencia portadora.



(a) Desplazamiento de amplitud (ASK)



(b) Desplazamiento de frecuencia (FSK)

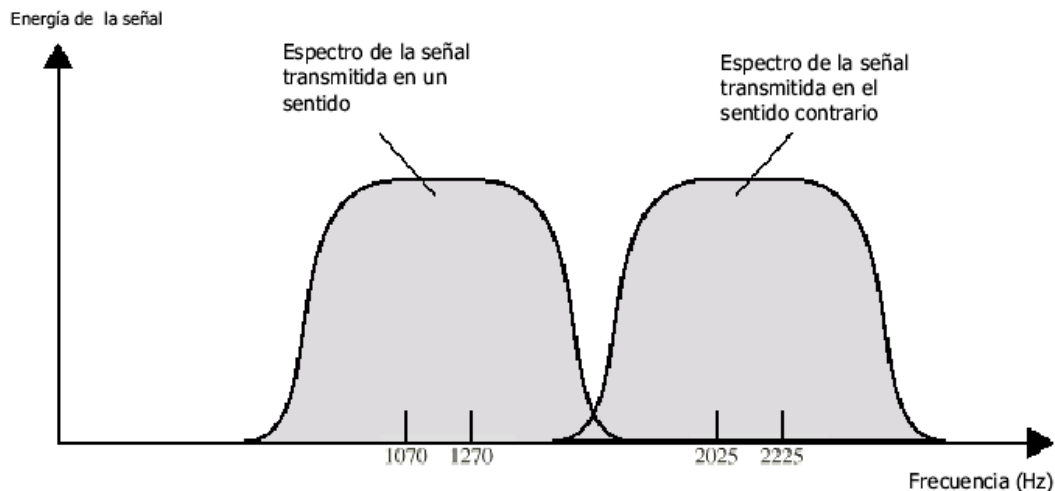


(c) Desplazamiento de fase (PSK)

FSK es menos sensible a errores que ASK. EN líneas de calidad telefónica, se utiliza normalmente a velocidades de hasta 1200 bps. También se usa en transmisión de radio a más altas frecuencias (desde 3 hasta 30 MHz).

En el esquema PSK, la fase de la señal portadora se desplaza para representar con ellos datos digitales. En este sistema, un 0 binario se representa mediante la transmisión de una señal con la misma fase que la señal de la señal anteriormente enviada. Mientras que un 1 se representa mediante la transmisión de una señal con la misma fase está en oposición de fase respecto a la señal precedente. Esta técnica se conoce como PSK diferencial, ya que el desplazamiento en fase es relativo a la fase correspondiente al último símbolo transmitido, en vez, de ser relativo a algún valor constante de referencia. La señal resultante es

$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t + \pi) & \text{1 binario} \\ A \cos(2\pi f_c t) & \text{0 binario} \end{cases}$$



Datos analógicos, Señales digitales

Modulación por codificación de impulsos

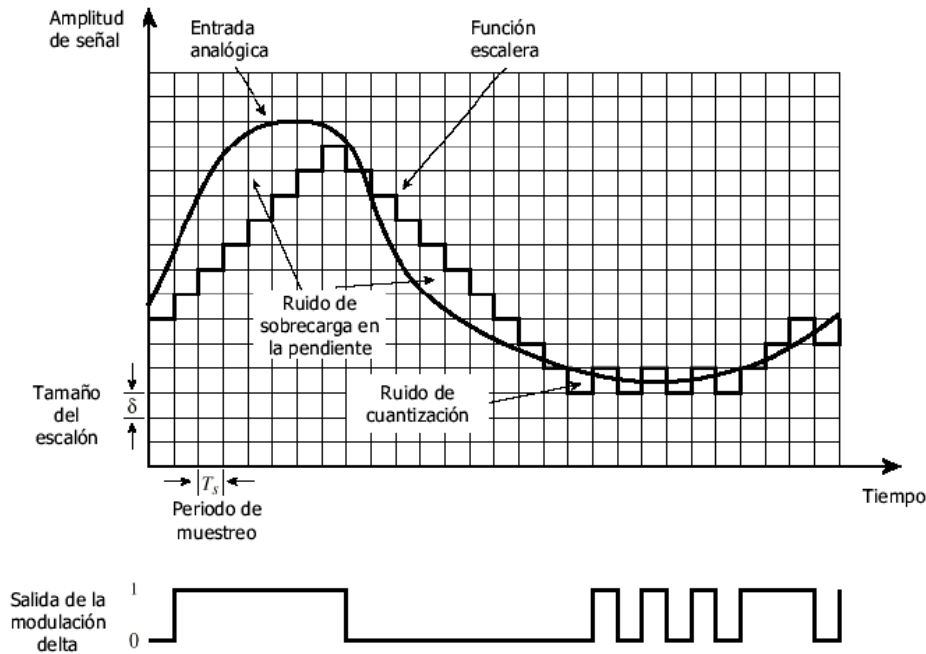
Modulación por codificación de impulsos (PCM)

- Un sistema de 4 bits permite 16 niveles.
- Cuantización:
 - Error o ruido de cuantización.
 - Las aproximaciones significan que la señal original no podrá ser recuperada con exactitud.
- Una muestra de 8 bits permite 256 niveles.
- La calidad es comparable a la que se consigue mediante transmisión analógica.
- 8.000 muestras por segundo x 8 bits por muestra = 64 kbps.

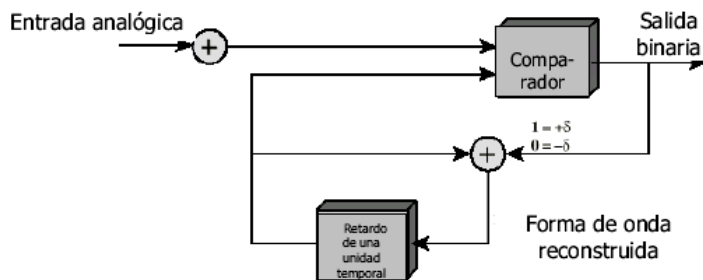
Modulación Delta

Modulación delta (DM)

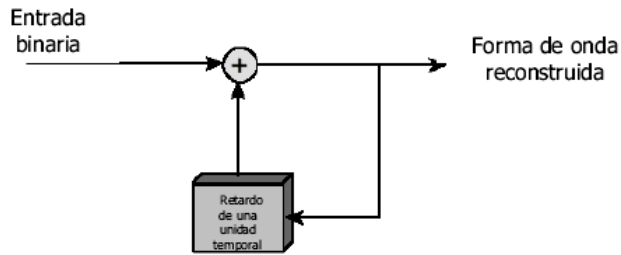
- La entrada analógica se aproxima mediante una función escalera.
- En cada intervalo de muestreo sube o baja un nivel de cuantización (δ).
- Comportamiento binario:
 - En cada instante de muestreo la función sube o baja en cada intervalo de muestreo.



Modulación delta



(a) Transmisión



(b) Recepción

Prestaciones de la modulación delta

- Buena calidad de reproducción de voz:
 - PCM: 128 niveles (es decir, con 7 bits).
 - La señal de voz ocupa un ancho de banda de 4 khz.
 - La velocidad de transmisión debería ser $8.000 \times 7 = 56$ kbps para los datos codificados en PCM.
- La compresión de datos se puede mejorar:
 - Ejemplo: técnicas de codificación que aprovechan las dependencias existentes entre cuadros adyacentes, permiten reducir la velocidad de transmisión para la señal de vídeo.

Espectro expandido (Spread Spectrum)

Espectro expandido

- Se usa para transmitir tanto señales analógicas como digitales.
- Utiliza una señal analógica.
- Expandir la información de la señal sobre un ancho de banda mayor.
- Dificulta las interferencias y su interceptación.
- Salto en frecuencia:
 - La señal se emite sobre una serie de radiofrecuencias aparentemente aleatorias.
- Secuencia directa:
 - Cada bit se representa mediante varios bits de la señal transmitida.
 - Código de compartición.

Bibliografía consultada

- *Comunicaciones y Redes de Computadoras, 6ta edición, William Stallings*
- *Redes de Computadoras, 3era edición, Andrew S. Tanenbaum*
- *Curso Cisco Networking, primer semestre, Capítulos 4 y 10*

La comunidad Latina de estudiantes de negocios

- *Como hacer una monografía, monografias.com*