

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Ingeniería en Sistemas Computacionales

Fundamentos de Telecomunicaciones

Unidad I: Sistema de Comunicación

Material de clase desarrollado para la asignatura de **Fundamentos de Telecomunicaciones**
para Ingeniería en Sistemas Computacionales

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Temario de la Unidad

Unidad	Temas	Subtemas
1	Sistema de comunicación	1.1 Impacto de las Telecomunicaciones 1.2 Componentes: Emisor, receptor, medios, códigos y protocolos. 1.3 Señales y su clasificación: Analógicas, digitales, eléctricas y ópticas. 1.3 Análisis matemático de señales Análisis de Fourier

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Comunicación y Telecomunicación

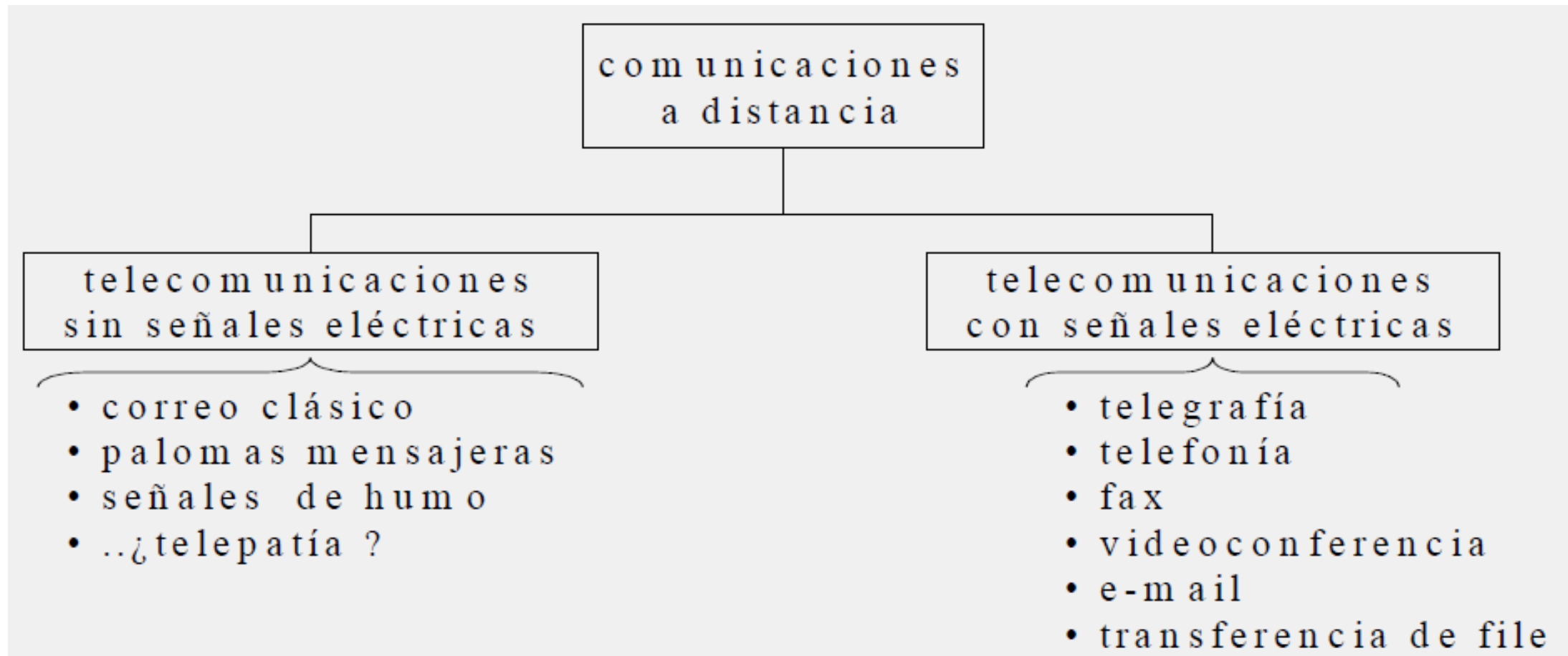
- **Comunicación** significa transferencia de informaciones: hablar con alguien, leer un diario, recibir una carta de un amigo o de un banco, llamar por teléfono a un médico o a la central de policía; todos estos ejemplos implican transmisión de un mensaje.
- En el caso de que la comunicación sea entre personas o sistemas que se encuentren distantes se habla de **Telecomunicación**.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- En el mundo moderno el desarrollo de las técnicas de telecomunicaciones brinda distintas posibilidades para comunicarse, que se diferencian por el tipo de aparatos utilizados, las redes, la urgencia del mensaje, el costo que se quiere tener y las ubicaciones de los lugares de origen y destino de esa información.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- En la parte derecha de la figura se destacan las modalidades de telecomunicación que utilizan la conversión de la información en señales eléctricas



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Impacto de las Telecomunicaciones

- Cuando nos comunicamos, estamos compartiendo información. Esta compartición puede ser local o remota. Entre los individuos, las comunicaciones locales se producen habitualmente cara a cara, mientras que las comunicaciones remotas tienen lugar a través de la distancia.
- El término **telecomunicaciones**, que incluye telefonía, telegrafía y televisión, significa comunicación a distancia (*tele* significa lejos en griego).

FUNDAMENTOS DE PROGRAMACION

- La Unión Internacional de Telecomunicaciones, organismo dependiente de las Naciones Unidas, declaró el 17 de mayo como el Día Mundial de las Telecomunicaciones debido a la importancia que las telecomunicaciones tienen hoy día en nuestra sociedad, no sólo por el avance vertiginoso que esta disciplina ha tenido, sino también por la importancia que reviste en el contexto económico y social.
- Según estimaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, sólo de 20 a 25% de la población mundial goza de los beneficios de las telecomunicaciones, dada la digitalización en todos los campos del saber y de la vida diaria.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- La incorporación de la digitalización y la Internet a las telecomunicaciones crearon la disciplina conocida como Telemática en donde los conceptos de “Redes” y “Movilidad” juegan un papel preponderante y están afectando los mercados, aplicaciones tecnológicas y los aspectos reguladores y normativos actuales.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Modelo de un sistema de comunicaciones

- La *Comunicación* es la transferencia de *información con sentido* desde un lugar (remitente, fuente, originador, fuente, transmisor) a otro lugar (destino, receptor). Por otra parte *Información* es un patrón físico al cual se le ha asignado un significado comúnmente acordado.
- El patrón debe ser único (separado y distinto), capaz de ser enviado por el transmisor, y capaz de ser detectado y entendido por el receptor.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- Si la información es intercambiada entre comunicadores humanos, por lo general se transmite en forma de **sonido, luz o patrones de textura** en forma tal que pueda ser detectada por los sentidos primarios del oído, vista y tacto. El receptor asumirá que no se está comunicando información si no se reciben patrones reconocibles.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- En la siguiente figura se muestra un diagrama a bloques del *modelo básico* de un sistema de comunicaciones, en éste se muestran los principales componentes que permiten la comunicación.



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Elementos del sistema

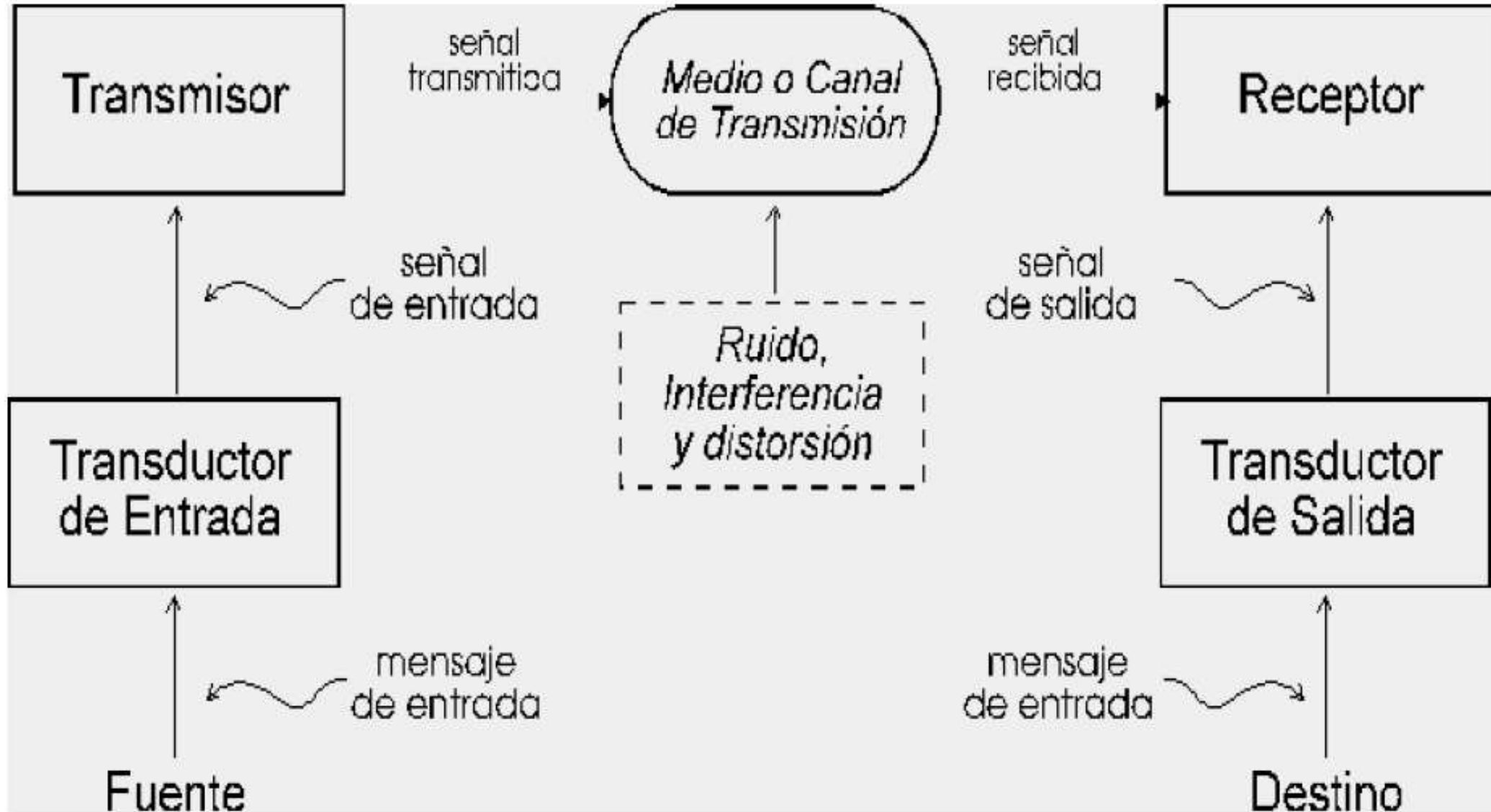
- Ampliaremos con mas detalles observando el modelo de la figura anterior. En toda comunicación existen tres elementos básicos (imprescindibles uno del otro) en un sistema de comunicación: el transmisor, el canal de transmisión y el receptor. Cada uno tiene una función característica.
- El ***Transmisor*** pasa el mensaje al canal en forma de señal. Para lograr una transmisión eficiente y efectiva, se deben desarrollar varias operaciones de procesamiento de la señal. La más común e importante es la *modulación*, un proceso que se distingue por el acoplamiento de la señal transmitida a las propiedades del canal, por medio de una onda portadora.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- El ***Canal de Transmisión*** o medio es el enlace eléctrico entre el transmisor y el receptor, siendo el puente de unión entre la fuente y el destino. Este medio puede ser un par de alambres, un cable coaxial, el aire, etc. Pero sin importar el tipo, todos los medios de transmisión se caracterizan por la *atenuación*, la disminución progresiva de la potencia de la señal conforme aumenta la distancia.
- La función del ***Receptor*** es extraer del canal la señal deseada y entregarla al transductor de salida. Como las señales son frecuentemente muy débiles, como resultado de la atenuación, el receptor debe tener varias etapas de *amplificación*. En todo caso, la operación clave que ejecuta el receptor es la *demodulación*, el caso inverso del proceso de modulación del transmisor, con lo cual vuelve la señal a su forma original.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Elementos de un sistema de transmisión



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Un sistema de transmisión de datos está formado por cinco componentes:

- **Mensaje ó Código:** Es la información (datos) a comunicar. Puede estar formado por texto, números, gráficos, sonido, video o cualquier combinación de los anteriores. Esta información es una organización de símbolos (código) que representan una palabra o una acción.
- **Emisor:** Es el dispositivo que envía los datos del mensaje. Puede ser una computadora, una estación de trabajo, un teléfono, una videocámara, etc.
- **Receptor:** Es el dispositivo que recibe los datos el mensaje. Puede ser una computadora, una estación de trabajo, un teléfono, una videocámara, etc.

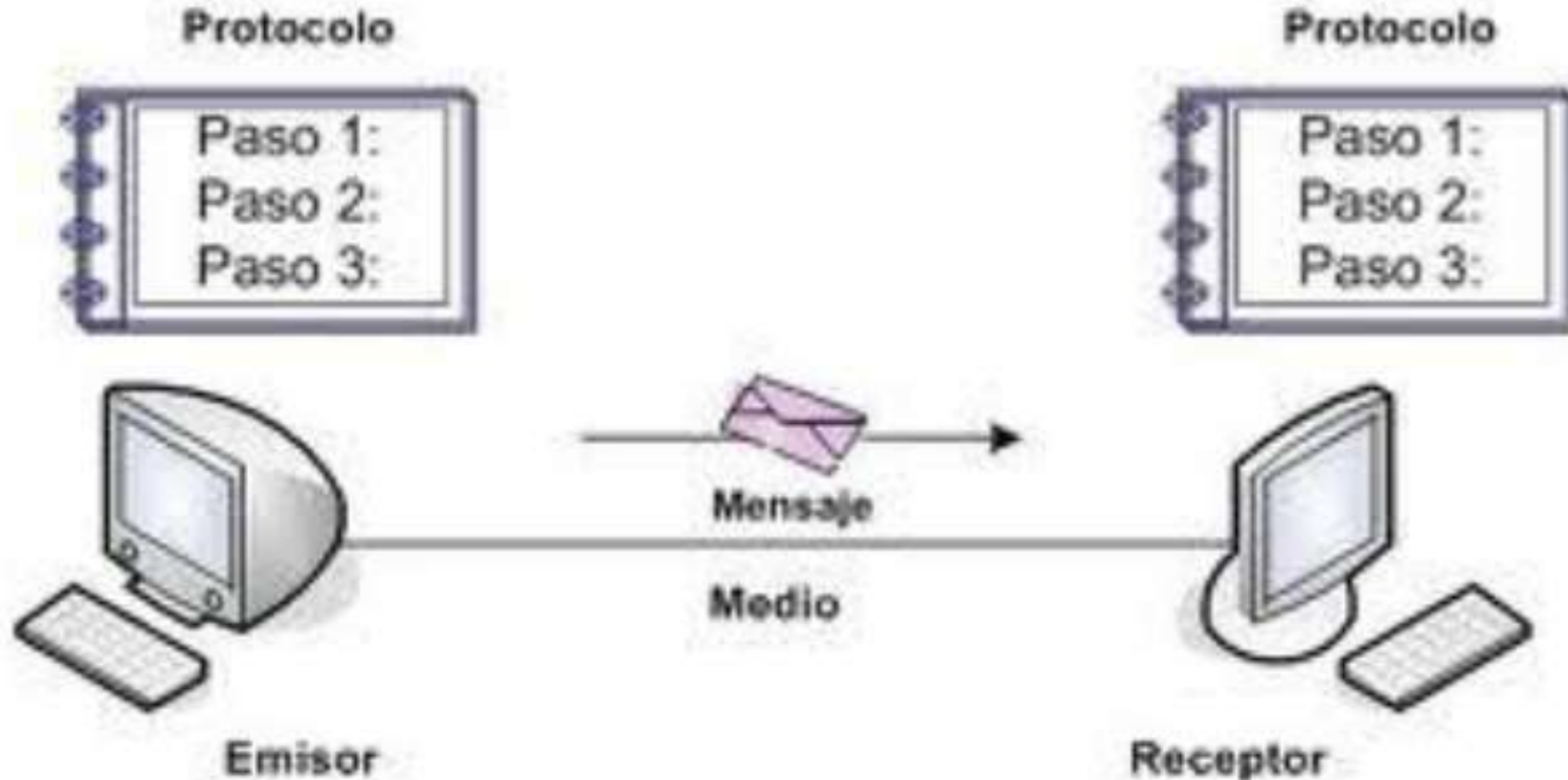
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Un sistema de transmisión de datos está formado por cinco componentes:

- **Medio:** El medio de transmisión es el camino guiado (físico) ó no guiado (invisible) por el cual viaja el mensaje del emisor al receptor. Este medio puede estar formado por un cable de cobre trenzado, un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un láser u ondas de radio electromagnéticas (señales de microondas terrestres o satelitales).
- **Protocolo o traductor:** Es un conjunto de reglas que gobiernan la transmisión de datos. Representa un acuerdo entre los dispositivos que se comunican. Sin un protocolo, dos dispositivos pueden estar conectados pero no comunicarse, igual que una persona que hable francés no puede ser comprendida por una que sólo hable japonés.

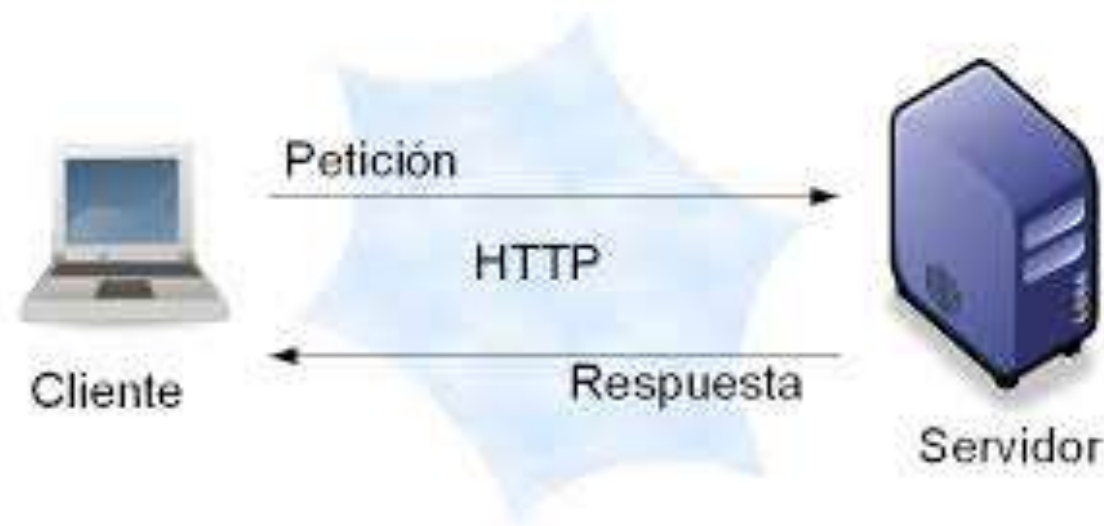
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Componentes de un Sistema de Transmisión de Datos



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- Los protocolos definen las normas que posibilitan que se establezca una comunicación entre varios equipos o dispositivos, ya que estos equipos pueden ser diferentes entre sí. Un interfaz, sin embargo, es el encargado de la conexión física entre los equipos, definiendo las normas para las características eléctricas y mecánicas de la conexión.

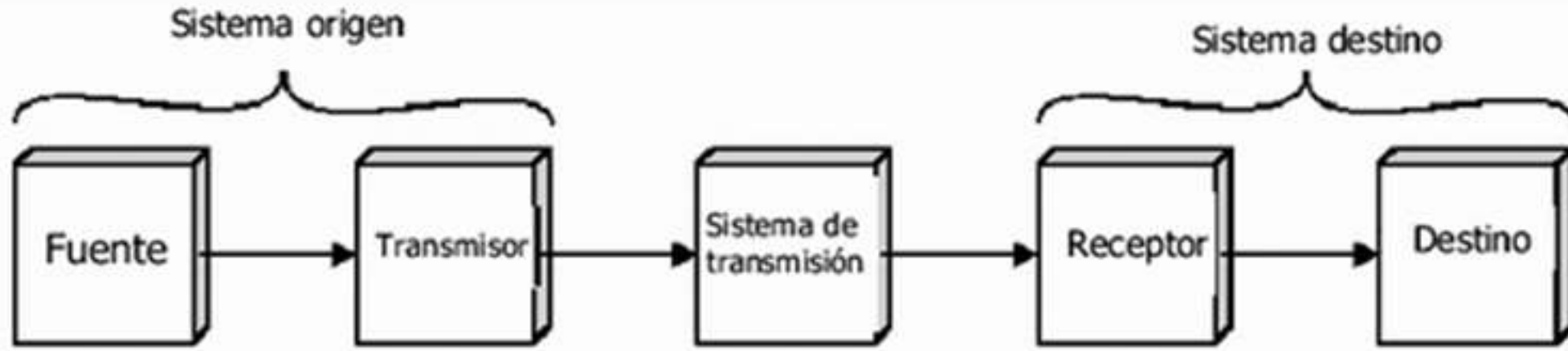


FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- Los protocolos que se utilizan en las comunicaciones son una serie de normas que deben aportar las siguientes funcionalidades:
 - **Permitir localizar un ordenador de forma inequívoca.**
 - **Permitir realizar una conexión con otro ordenador.**
 - **Permitir intercambiar información entre ordenadores de forma segura, independiente del tipo de máquinas que estén conectadas (pc, mac, AS-400, entre otros).**
 - **Abstraer a los usuarios de los enlaces utilizados (red telefónica, radio enlaces, satélites) para el intercambio de información.**
 - **Permitir liberar la conexión de forma ordenada.**

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Ejemplo de un sistema de telecomunicación



(a) Diagrama general de bloques



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Este diagrama contiene:

1. Una fuente de información,
2. Un transmisor de información cuya función consiste en depositar la información proveniente de la fuente en un canal de comunicaciones,
3. Un medio de comunicación, a través del cual se hace llegar la información de la fuente al destino,
4. Un receptor que realiza las funciones inversas del transmisor, es decir, extrae la información del canal y la entrega al destinatario, y
5. Un destinatario que recibe y procesa la información.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Contaminaciones de la señal

- Durante la transmisión de la señal ocurren ciertos efectos no deseados. Uno de ellos es la atenuación, la cual reduce la intensidad de la señal; sin embargo, son más serios la distorsión, la interferencia y el ruido, los cuales se manifiestan como alteraciones de la forma de la señal.
- En términos generales, cualquier perturbación no intencional de la señal se puede clasificar como "ruido", y algunas veces es difícil distinguir las diferentes causas que originan una señal contaminada.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Estos efectos pueden separarse de la manera siguiente:

- ***Distorsión:*** Es la alteración de la señal debida a la respuesta imperfecta del sistema a ella misma. A diferencia del ruido y la interferencia, la distorsión desaparece cuando la señal deja de aplicarse.
- ***Interferencia:*** Es la contaminación por señales extrañas, generalmente artificiales y de forma similar a las de la señal. El problema es particularmente común en emisiones de radio, donde pueden ser captadas dos o más señales simultáneamente por el receptor. La solución al problema de la interferencia es obvia; eliminar en una u otra forma la señal interferente o su fuente. En este caso es posible una solución perfecta, si bien no siempre práctica.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- **Ruido:** Por ruido se debe de entender las señales aleatorias e impredecibles de tipo eléctrico originadas en forma natural dentro o fuera del sistema. Cuando estas señales se agregan a la señal portadora de la información, ésta puede quedar en gran parte oculta o eliminada totalmente. Por supuesto que podemos decir lo mismo en relación a la interferencia y la distorsión y en cuanto al ruido que no puede ser eliminado nunca completamente, ni aún en teoría.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Limitaciones fundamentales en la comunicación eléctrica.

- En el diseño de un sistema de comunicación o de cualquier sistema para esta materia, el ingeniero se coloca frente a dos clases generales de restricciones: por un lado, los factores tecnológicos, es decir, los factores vitales de la ingeniería y por otra parte, las limitaciones físicas fundamentales impuestas por el propio sistema, o sean, las leyes de la naturaleza en relación con el objetivo propuesto.
- Puesto que la ingeniería es, o debe ser, el arte de lo posible, ambas clases de restricciones deben ser analizadas al diseñar el sistema.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

La limitación del ancho de banda

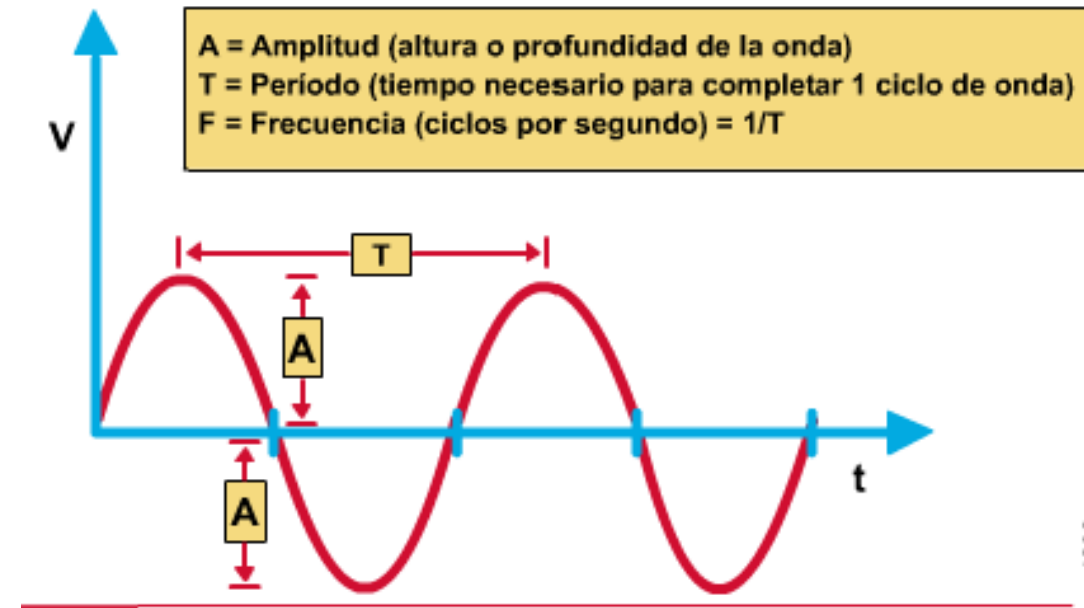
- La utilización de sistemas eficientes conduce a una reducción del tiempo de transmisión, es decir, que se transmite una mayor información en el menor tiempo. Una transmisión de información rápida se logra empleando señales que varían rápidamente con el tiempo.
- La transmisión de una gran cantidad de información en una pequeña cantidad de tiempo, requiere señales de banda ancha para representar la información y sistemas de banda ancha para acomodar las señales. Por lo tanto, dicho ancho de banda surge como una limitación fundamental.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Tipos de Señales

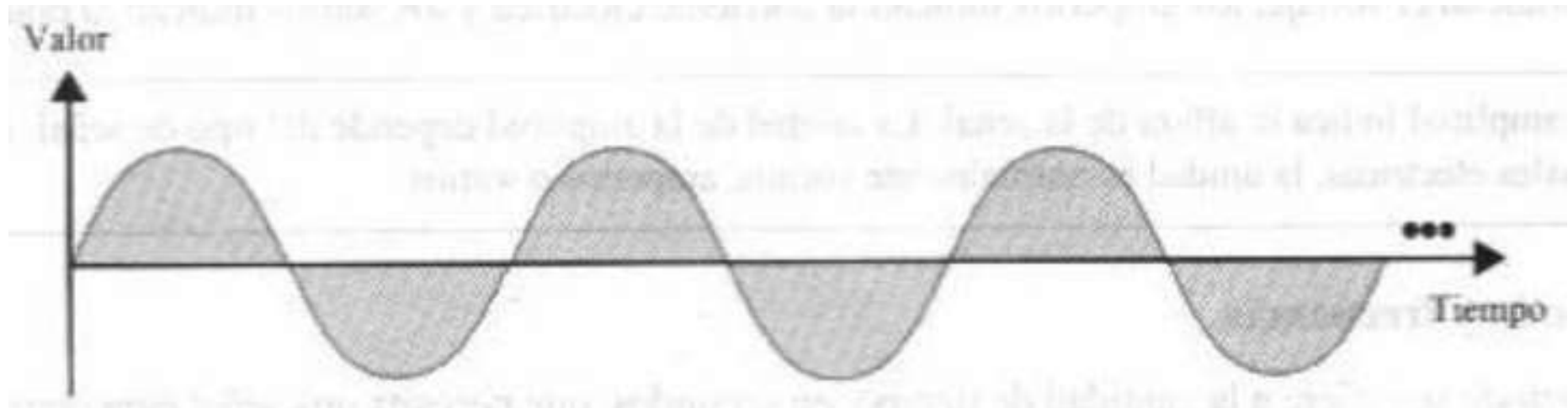
- **Señal analógica:** Una señal analógica es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético y que es representable por una función matemática continua en la que es variable su amplitud y periodo (representando un dato de información) en función del tiempo. Algunas magnitudes físicas comúnmente portadoras de una señal de este tipo son eléctricas como la intensidad, la tensión y la potencia, pero también pueden ser hidráulicas como la presión, térmicas como la temperatura, mecánicas, etc.

Señales analógicas



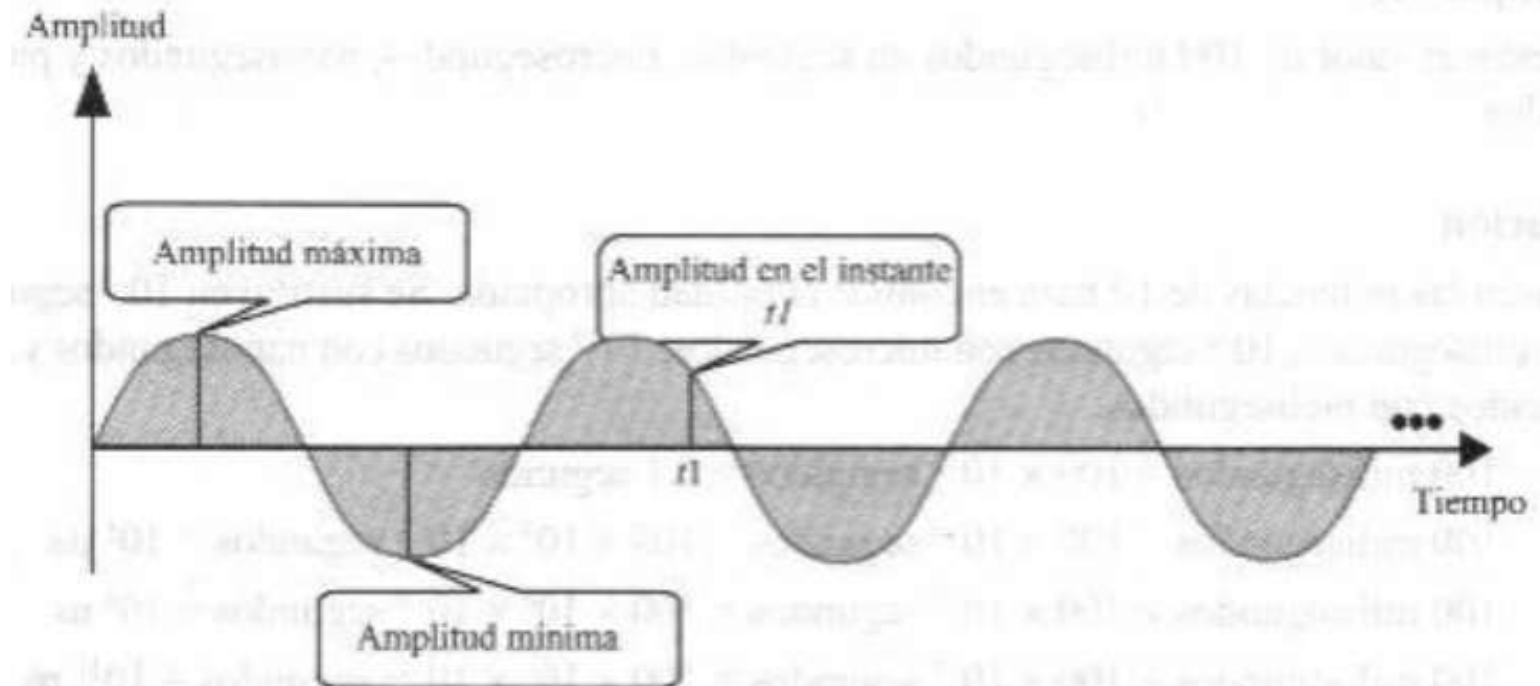
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- Las señales analógicas se pueden clasificar en simples o compuestas. Una señal analógica simple, o una **onda seno**, no puede ser descompuesta en señales más simples. Una señal analógica compuesta está formada por múltiples ondas seno. Las ondas seno se pueden describir completamente mediante tres características: *amplitud*, *periodo (o su inverso frecuencia)* y *fase*.



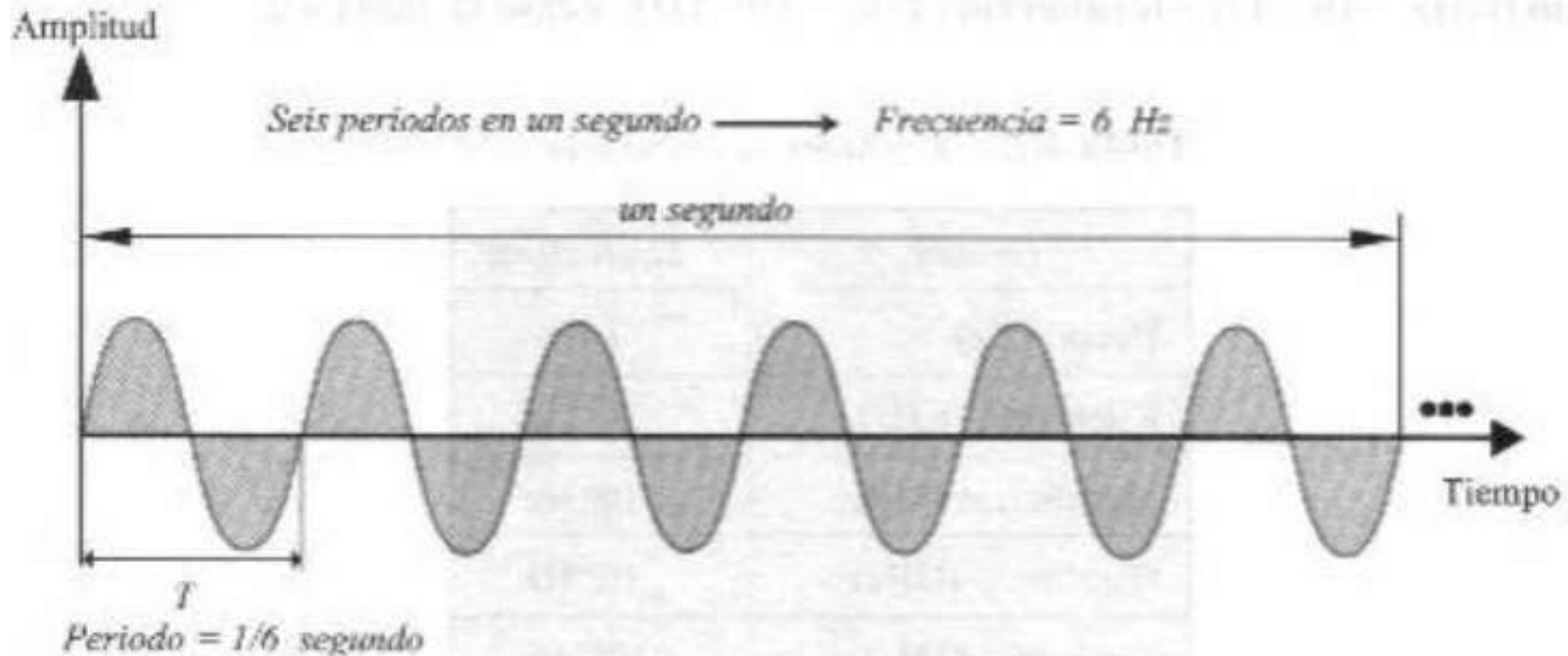
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- La **amplitud** de una señal en un gráfico es el valor de la señal en cualquier punto de la onda. Es igual a la distancia vertical desde cualquier punto de la onda hasta el eje horizontal. La máxima amplitud de una onda seno es igual al valor más alto que puede alcanzar sobre el eje vertical. La amplitud se mide en *voltios*, *amperios* o *watts*, dependiendo del tipo de señal. Los voltios indican el voltaje, los amperios indican la corriente eléctrica y los watts indican la potencia.



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

El **periodo** se refiere a la cantidad de tiempo, en segundos, que necesita una señal para completar un ciclo. La **frecuencia** indica el número de periodos en un segundo. La frecuencia de una señal es su número de ciclos por segundo. La siguiente figura muestra los conceptos de periodo y frecuencia.



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Unidad de período: El periodo se expresa en segundos. La industria de la comunicación usa cinco unidades para medir el periodo: **segundo** (s), **milisegundo** (ms = 10^{-3} s), **micro-segundo** (μ s = 10^{-6} s), **nanosegundo** (ns = 10^{-9} s) y **picosegundo** (ps = 10^{-12} s).

<i>Unidad</i>	<i>Equivalente</i>
Segundos	1s
Milisegundos (ms)	10^{-3} s
Microsegundos (μ s)	10^{-6} s
Nanosegundos (ns)	10^{-9} s
Picosegundos (ps)	10^{-12} s

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Ejemplo

Muestre el valor de 100 milisegundos en segundos, microsegundos, nanosegundos y picosegundos.

Solución

Se usan las potencias de 10 para encontrar la unidad apropiada. Se sustituyen 10^{-3} segundos con milisegundos, 10^{-6} segundos con microsegundos, 10^{-9} segundos con nanosegundos y 10^{-12} segundos con picosegundos.

$$100 \text{ milisegundos} = 100 \times 10^{-3} \text{ segundos} = 0.1 \text{ segundo}$$

$$100 \text{ milisegundos} = 100 \times 10^{-3} \text{ segundos} = 100 \times 10^3 \times 10^{-6} \text{ segundos} = 10^5 \mu\text{s}$$

$$100 \text{ milisegundos} = 100 \times 10^{-3} \text{ segundos} = 100 \times 10^6 \times 10^{-9} \text{ segundos} = 10^8 \text{ ns}$$

$$100 \text{ milisegundos} = 100 \times 10^{-3} \text{ segundos} = 100 \times 10^9 \times 10^{-12} \text{ segundos} = 10^{11} \text{ ps}$$

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Ejemplo

Convertir 14 MHz a Hz, KHz, GHz y THz.

Solución:

Se usan las potencias de 10 para encontrar la unidad apropiada. Se reemplazan 10^3 Hz con KHz, 10^6 Hz con MHz, 10^9 Hz con GHz y 10^{12} Hz con THz.

$$14 \text{ MHz} = 14 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$14 \text{ MHz} = 14 \times 10^6 \text{ Hz} = 14 \times 10^3 \times 10^3 \text{ Hz} = 14 \times 10^3 \text{ KHz}$$

$$14 \text{ MHz} = 14 \times 10^6 \text{ Hz} = 14 \times 10^3 \times 10^9 \text{ Hz} = 14 \times 10^{-3} \text{ GHz}$$

$$14 \text{ MHz} = 14 \times 10^6 \text{ Hz} = 14 \times 10^6 \times 10^{12} \text{ Hz} = 14 \times 10^{-6} \text{ THz}$$

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Conversión de frecuencia a periodo y viceversa. Matemáticamente, la relación entre frecuencia y periodo es que cada una de ellas es la inversa multiplicativa de la otra. Si se da una, se puede derivar inmediatamente la otra.

$$\text{Frecuencia} = 1 / \text{Periodo y}$$

$$\text{Período} = 1 / \text{Frecuencia}$$

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Ejemplo

Una onda seno tiene una frecuencia de 6 Hz. ¿Cuál es su periodo?

Solución:

Supongamos que T es el periodo y f es la frecuencia. Entonces,

$$T = 1 / f = 1/6 = 0.17 \text{ segundos}$$

Ejemplo

Una onda seno tiene una frecuencia de 8 KHz. ¿Cuál es su periodo?

Solución:

Supongamos que T es el periodo y f es la frecuencia. Entonces,

$$T = 1 / f = 1/8.000 = 0.000125 \text{ segundos} = 125 \times 10^6 \text{ segundos} = 125 \mu\text{s}$$

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Ejemplo

Una onda seno completa un ciclo en 4 segundos. ¿Cuál es su frecuencia?

Solución:

Supongamos que T es el periodo y f la frecuencia. Entonces,

$$f = 1/T = 1/4 = 0.25 \text{ Hz}$$

Ejemplo

Una onda seno completa un ciclo en $25 \mu\text{s}$. ¿Cuál es su frecuencia?

Solución:

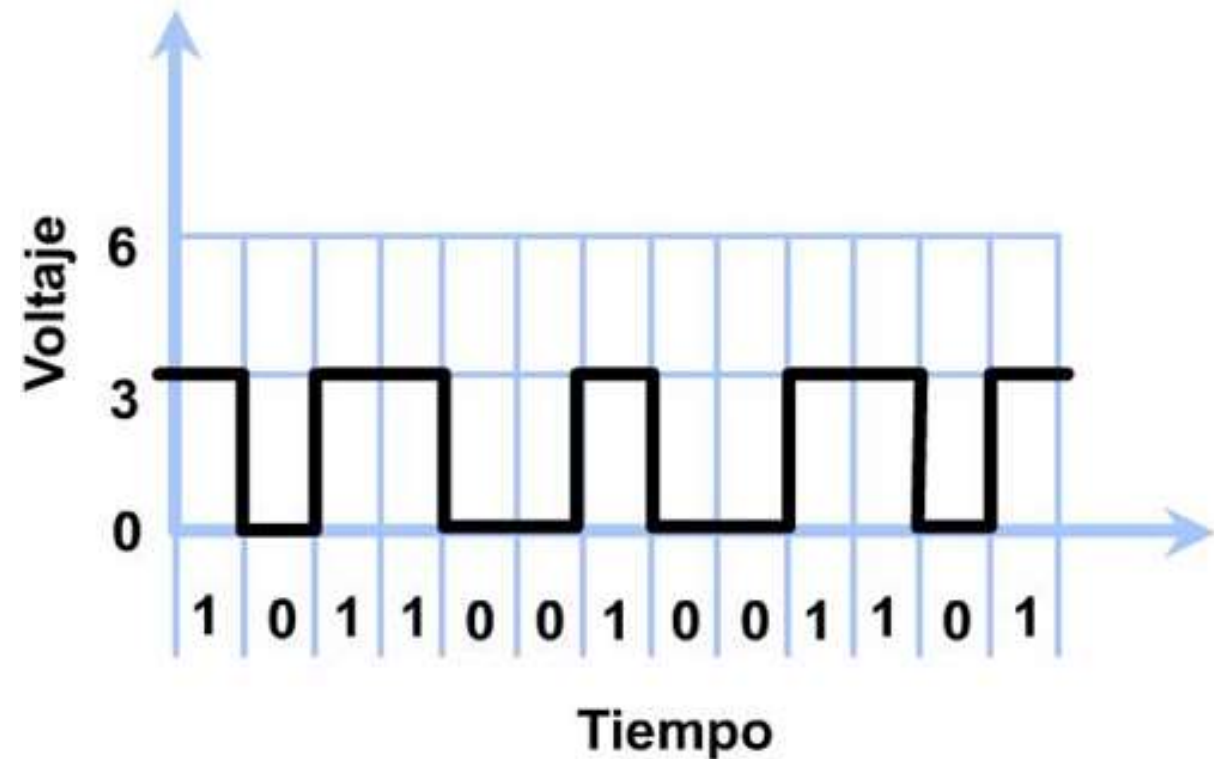
Supongamos que T es el período y f es la frecuencia. Entonces,

$$f = 1/T = 1/(25 \times 10^{-6}) = 40,000 \text{ Hz} = 40 \times 10^3 \text{ Hz} = 40 \text{ KHz}$$

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- Referido a un aparato o instrumento de medida, se dice que el aparato es digital cuando el resultado de la medida se representa en un visualizador mediante números (dígitos) en lugar de hacerlo mediante la posición de una aguja, o cualquier otro indicador, en una escala.

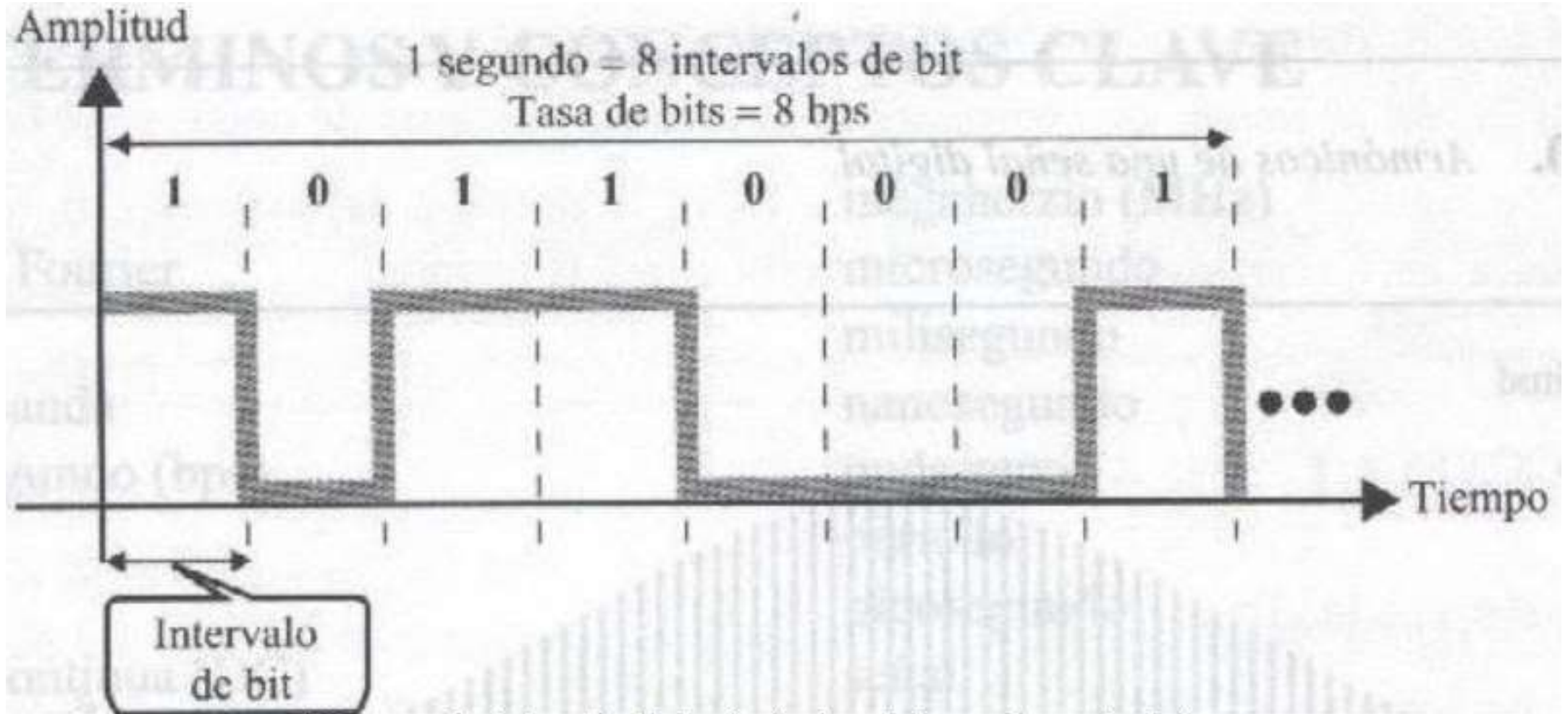
Señal digital



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- La mayoría de las señales digitales son aperiódicas (no periódicas) y por lo tanto, la periodicidad o la frecuencia no se utilizan. En su lugar se usan dos términos para una señal digital: *intervalo de bit* (en lugar de período) y *tasa de bit* (en lugar de frecuencia). El **intervalo de bit** es el tiempo necesario para enviar un único bit; y la **tasa de bit** es el número de intervalos de bits en un segundo. Esto significa que la tasa de bit es el número de bits enviados en un segundo, habitualmente expresado en **bits por segundo (bps)**.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Ejemplo 1.- Una señal digital tiene una tasa de bits de 2,000 bps. ¿Cual es la duración de cada bit (intervalo de bit)?

Solución:

El intervalo de bit es la inversa de la tasa de bits.

Intervalo de bit = $1/(\text{tasa de bits}) = 1/2,000 = 0.000500$ segundos = 500×10^{-6} segundos = 500 μseg

Ejemplo 2.- Una señal digital tiene un intervalo de bit de 40 microsegundos. ¿Cuál es la tasa de bits?

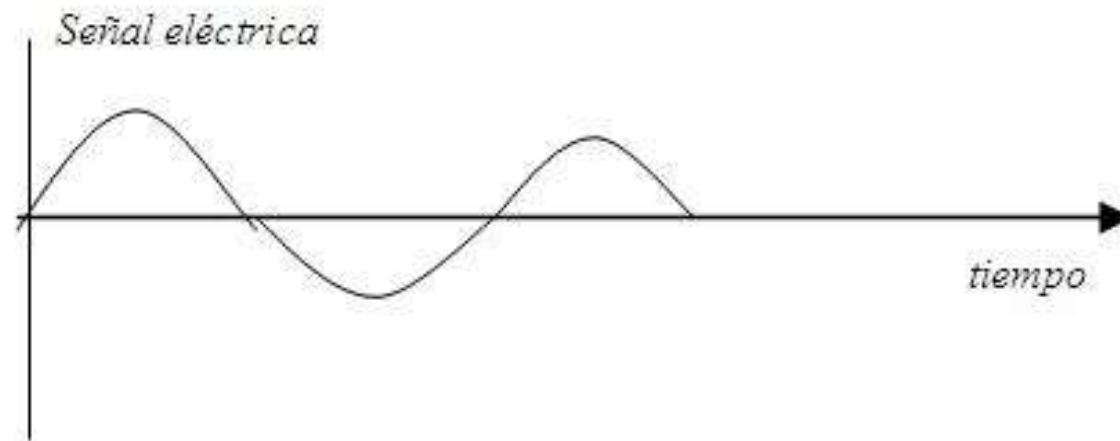
Solución:

La tasa de bits es la inversa del intervalo de bit.

Tasa de bits = $1/(\text{intervalo de bit}) = 1/(40 \times 10^{-6}) = 25,000$ bits por segundo
= 25×10^3 bits por segundo = 25 Kbps

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- **Señal eléctrica:** Una señal eléctrica es un tipo de señal generada por algún fenómeno electromagnético. Estas señales pueden ser analógicas, si varían de forma continua en el tiempo, o digitales si varían de forma discreta (con valores dados como 0 y 1). Entenderemos por señal eléctrica a una magnitud eléctrica cuyo valor intensidad depende del tiempo. Así, $v(t)$ es una tensión cuya amplitud depende del tiempo e $i(t)$ es una corriente cuya intensidad depende del tiempo.

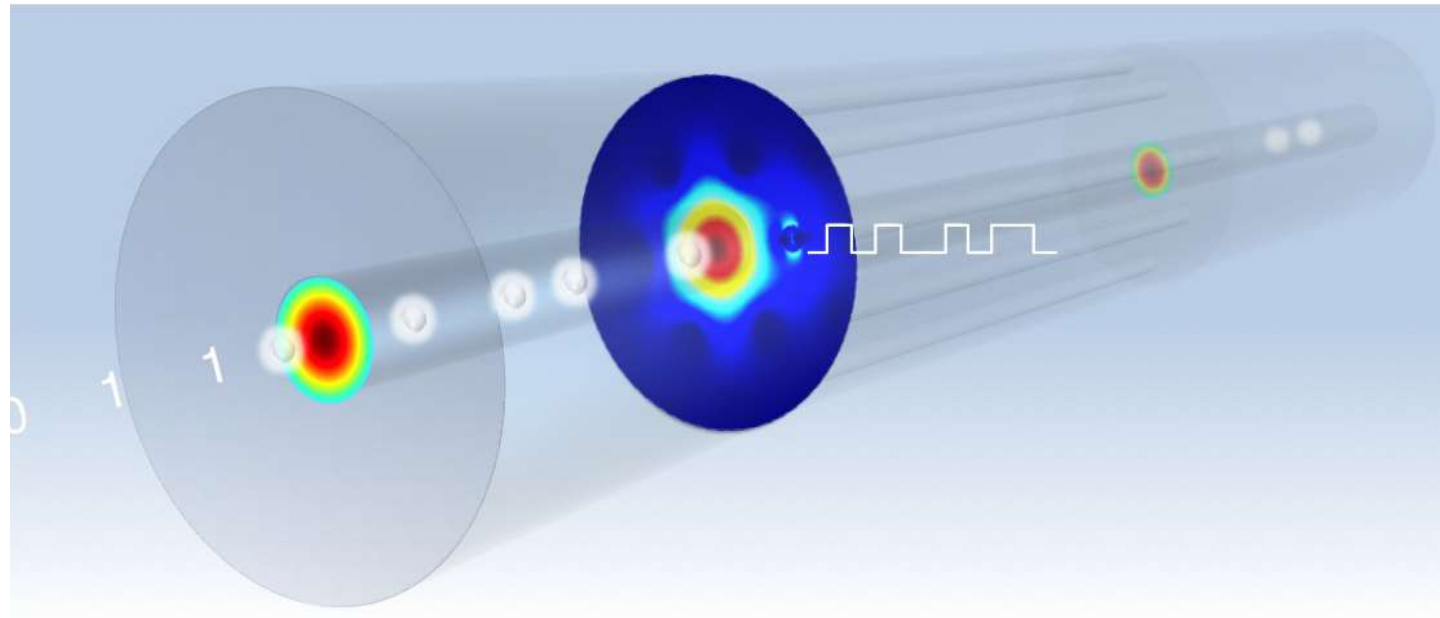


FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- **Señal óptica:** La comunicación óptica es cualquier forma de comunicación que utiliza la luz como medio de transmisión. Un sistema óptico de comunicación consiste de un transmisor que codifica el mensaje dentro de una señal óptica, un canal, que transporta la señal a su destino, y un receptor, que reproduce el mensaje desde la señal óptica recibida.
- Hay muchas formas de comunicaciones ópticas no tecnológicas, incluyendo el lenguaje corporal y el lenguaje de señas. Técnicas como el telégrafo óptico, las banderas de señales, señales de humo y hogueras fueron las primeras formas de comunicación óptica tecnológicas.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- La fibra óptica es el medio moderno más común para la comunicación óptica digital. Los sistemas de comunicación óptica de espacio libre también son utilizados en una gran variedad de aplicaciones.



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Un enlace básico de comunicaciones ópticas consta de tres elementos fundamentales:

- **1.- Emisor:** Es la fuente productora de luz, generalmente un diodo láser (LD) o diodo emisor de luz (LED). El emisor contiene además una serie de circuitos electrónicos destinados a generar las señales a transmitir, y a suministrarlas al dispositivo optoelectrónico. Las longitudes de onda más apropiadas para comunicaciones ópticas están en la región del infrarrojo.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

2.- Medio: Aunque existen Comunicaciones Ópticas atmosféricas, espaciales o submarinas no guiadas, la gran mayoría de realizan a través de un medio dieléctrico.

El medio por excelencia es la *fibra óptica* (sus características se mencionarán en la siguiente unidad). El material empleado más común, por su extraordinaria transparencia, es la sílice (SiO_2). Este material básico va dopado con otros componentes para modificar sus propiedades, en especial su *índice de refracción*.

En comunicaciones ópticas a muy corta distancia (algunos metros) están tomando auge las fibras de plástico (POF).

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- **3.- Receptor:** El circuito de recepción es el elemento más complejo del sistema de comunicaciones ópticas. Consta de un *detector*, generalmente optoelectrónico, ya sea un fotodiodo (PIN) o un diodo de avalancha (APD) y de una serie de circuitos recuperadores de la señal: amplificador, filtro, comparador, etc.
- Los sistemas de comunicaciones ópticas, adicionalmente, contienen otros elementos, que varían según la aplicación. Algunos de los más importantes son los siguientes.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- **Repetidores:** Cuando la distancia a cubrir por un enlace supera un cierto límite (algunas decenas de km, usualmente), la señal se degrada y se atenúa excesivamente, por lo que se hace necesaria la instalación de *repetidores*. Los repetidores pueden ser simples amplificadores de la señal, o incluir además regeneradores de la misma.
- Hasta hace poco tiempo, todos los repetidores instalados eran electrónicos: la señal óptica se detectaba, se pasaba a señal eléctrica, se manipulaba (en su caso) como tal, y se reconvertía de nuevo a señal óptica. Actualmente, los regeneradores siguen realizando estas etapas electrónicamente, pero se están sustituyendo los amplificadores electrónicos por amplificadores ópticos de fibra dopada (EDFA). Estos dispositivos amplifican directamente la señal óptica sin conversiones optoelectrónicas.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- **b) Elementos pasivos:** La manipulación de señales ópticas es más compleja que la de señales eléctricas, por el simple hecho de que, para que se transmita la señal, no basta con el contacto físico, al estilo de los cables eléctricos, sino que se necesita que las propiedades ópticas de la unión sean adecuadas para permitir el paso de la luz. Con el uso de las fibras ópticas como medio de transmisión, ha surgido toda una serie de dispositivos de apoyo, que se ocupan de la transmisión óptima de la señal óptica. Los dos tipos más importantes son los acopladores y los multiplexores en longitud de onda.