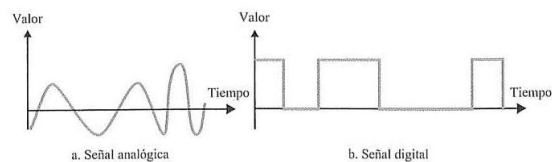
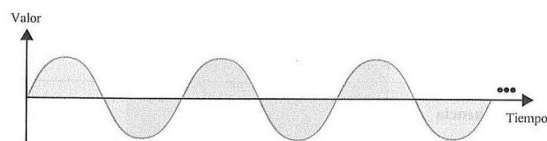


# CAPITULO 3. DATOS Y SEÑALES

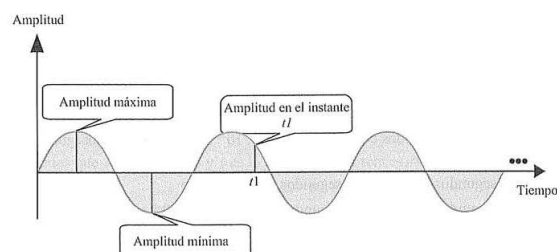
- Un aspecto fundamental del nivel físico es transmitir información en forma de señales electromagnéticas a través de un medio de transmisión.
- El medio de transmisión funciona conduciendo energía a través de un camino físico.
- ANALÓGICO Y DIGITAL:
  - DATOS ANALÓGICOS Y DIGITALES:
    - Los datos pueden ser analógicos o digitales.
    - Los datos analógicos son continuos y toman valores continuos.
    - Los datos digitales tienen estados discretos y toman valores discretos.
  - SEÑALES ANALÓGICAS Y DIGITALES:
    - Las señales pueden ser analógicas o digitales.
    - Las señales analógicas pueden tener un número infinito de valores dentro de un rango.
    - Las señales digitales solamente pueden tener un número limitado de valores.



- SEÑALES PERIÓDICAS Y APERIÓDICAS:
  - Una señal es periódica si completa un patrón dentro de un marco de tiempo denominado periodo, y repite ese patrón en periodos idénticos subsecuentes.
  - Cuando se completa un patrón se ha completado un ciclo.
  - Una señal aperiódica cambia sin exhibir ningún patrón o ciclo.
  - En transmisión de datos se usa habitualmente señales analógicas periódicas y señales digitales aperiódicas.
- SEÑALES ANALÓGICAS PERIÓDICAS
  - Las señales analógicas se pueden clasificar en simples o compuestas.
  - Simple, u onda seno, no puede ser descompuesta en señales más simples.
  - Compuesta está formada por múltiples ondas seno.

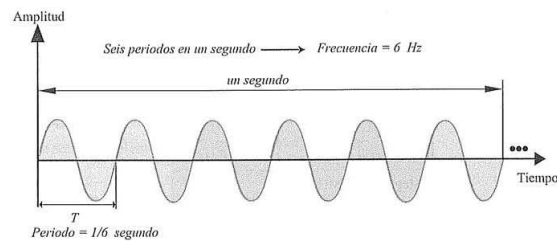


- ONDA SENO:
  - Se puede describir mediante tres características: amplitud pico, periodo o frecuencia y fase.
  - Amplitud pico (máxima): Es el valor absoluto de su intensidad más alta, proporcional a la energía que transporta.



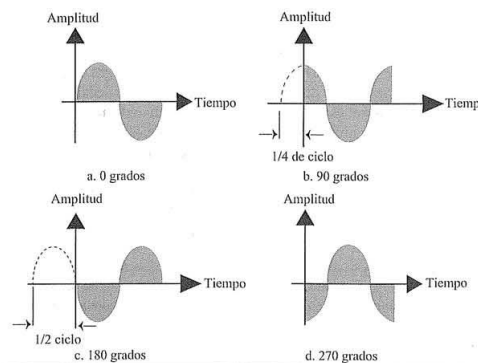
▪ Periodo y frecuencia:

- El periodo es la cantidad de tiempo, en segundos, que necesita una señal para completar un ciclo.
- La frecuencia es la cantidad de periodos o ciclos en un segundo, cuya magnitud son los Herzios (Hz).
- El periodo y la frecuencia son inversos entre sí:
  - $f = \frac{1}{T}$
  - $T = \frac{1}{f}$
- Si una señal no cambia en absoluto, su frecuencia es 0.
- Si una señal cambia instantáneamente su frecuencia es  $\infty$ .



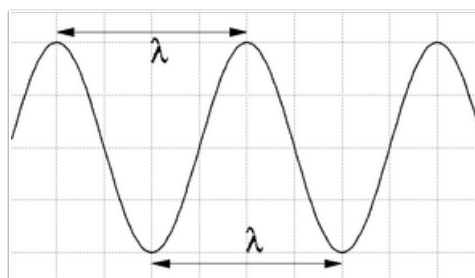
▪ Fase:

- La fase describe la posición de la forma de onda relativa al instante de tiempo 0.
- Se mide en grados o radianes (360° son 2π radianes).



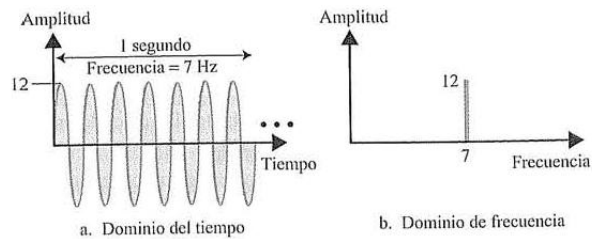
○ LONGITUD DE ONDA (λ):

- Es la distancia que una señal simple puede viajar en un periodo.
- Depende de la frecuencia y del medio.
- Se calcula conociendo la frecuencia ( $f$ ) o el periodo ( $T$ ) y la velocidad de propagación del medio ( $c$ ).
- $\lambda = \frac{c}{f} = c \cdot T$
- Se mide en micrómetro (micrones).



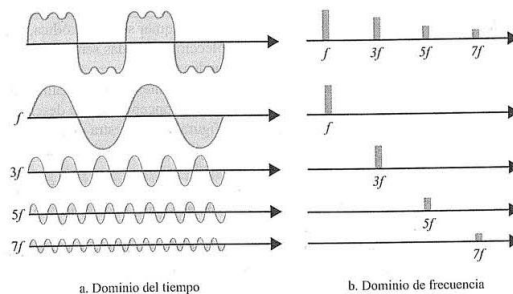
○ DOMINIOS DEL TIEMPO Y LA FRECUENCIA:

- Para representar gráficamente la amplitud de una onda seno se utiliza una traza en el dominio del tiempo.
- La fase no se mide explícitamente en el dominio del tiempo.
- Para representar gráficamente la relación entre amplitud y frecuencia se utiliza una traza en el dominio de frecuencia.
- Una onda seno completa en el dominio del tiempo de puede representar mediante una única barra en el dominio de frecuencia.



○ SEÑALES COMPUESTAS:

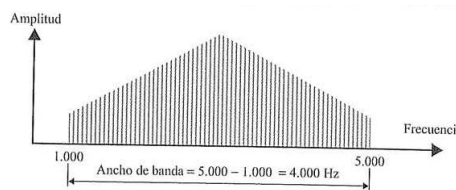
- Una onda seno de frecuencia única no es útil para transmitir datos.
- Es necesario usar una señal compuesta, una señal formada por múltiples ondas seno (señales periódicas simples).
- De acuerdo con el análisis de Fourier, cualquier señal compuesta es realmente una combinación de ondas simples con distintas frecuencias, amplitudes y fases.
- Si la señal compuesta es periódica, la descomposición da una serie de señales con frecuencias discretas.
- En la descomposición generada de señales, la señal de frecuencia más baja se denomina frecuencia fundamental o primer armónico.
- El resto de armónicos serán múltiplos enteros de la frecuencia fundamental.



- Si la señal es aperiódica, la descomposición da una combinación de ondas seno con frecuencias continuas.

○ ANCHO DE BANDA:

- El ancho de banda de una señal compuesta es la diferencia entre la frecuencia más alta y más baja contenida en una señal.
- Sea  $f_h$  la frecuencia alta  $f_l$  la frecuencia baja y  $B$  el ancho de banda. Entonces:
  - $B = f_h - f_l$



▪ SEÑALES DIGITALES

- Una señal digital puede tener más de dos niveles.
- En general, si una señal tiene  $L$  niveles, cada nivel necesita  $\log_2 L$  bits.

- TASA DE BITS (velocidad):
  - Es el número de bits enviados en un segundo, expresado en bps (bits por segundo).
- INTERVALO DE BITS:
  - Es la distancia que ocupa un bit en medio de la transmisión.
  - Intervalo de bit = velocidad de propagación x duración del bit
- LA SEÑAL DIGITAL COMO UNA SEÑAL ANALÓGICA COMPUESTA:
  - Basándose en el análisis de Fourier, una señal digital es una señal analógica compuesta, con frecuencias entre cero e infinito.
  - Si la señal digital es periódica, la señal descompuesta tiene una representación en el dominio de frecuencia con un ancho de banda infinito y frecuencias discretas.
  - Si la señal es aperiódica, la señal descompuesta tiene una representación en el dominio de frecuencia con un ancho de banda infinito y frecuencias continuas.
- TRANSMISIÓN DE SEÑALES DIGITALES:
  - Transmisión banda base:
    - Significa enviar una señal digital sobre un canal sin cambiar la señal digital a una señal analógica.
    - Esta transmisión necesita la existencia de un canal paso bajo, un canal con un ancho de banda que comience en cero.
    - Este es el caso si se tiene un medio dedicado que tiene un único canal.
    - El ancho de banda necesario es proporcional a la tasa de bits; si hace falta enviar los bits más rápido, se necesita más ancho de banda.
    - Canal paso bajo con gran ancho de banda:
      - Aunque la señal de salida no es réplica exacta de la señal de origen, los datos se pueden deducir de la señal recibida.
    - Canal paso bajo con ancho de banda limitado:
      - El nivel de aproximación depende del ancho de banda disponible.
      - Aproximación burda:
        - Se envían dos bits por ciclo.
        - El canal debe manejar frecuencias 0, bps/4 y bps/2.
        - El ancho de banda necesario es bps/2.
      - Aproximación mejor:
        - Para hacer que la forma de la señal analógica se parezca más a la señal digital, es necesario añadir más armónicos.
        - Es necesario aumentar el ancho de banda, 3bps/2, 5bps/2, 7bps/2,...
  - Transmisión banda ancha (usando modulación):
    - Implica cambiar la señal digital modulando a una señal analógica para su transmisión, no se puede enviar directamente la señal digital al canal.
    - Esta transmisión necesita la existencia de un canal paso banda, un canal con un ancho de banda que no comience en cero.
- DETERIORO DE LA TRANSMISIÓN:
  - Atenuación:
    - Cuando una señal viaja a través de un medio, pierde energía para vencer la resistencia del medio.
    - Para compensar esta pérdida se usan amplificadores de señal.
    - Decibelios (dB):
      - Concepto que mide las potencias relativas de dos señales o de una señal en dos puntos.
      - $dB = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$  si  $P_x$  es la potencia en el punto x.
      - $dB = 20 \log_{10} \frac{V_2}{V_1}$  si  $V_x$  es el voltaje en el punto x.

- Para medir la potencia de la señal en milivatios se calcula como  $dB = 10 \log_{10} P_m$  donde  $P_m$  es la potencia en milivatios.
- Distorsión:
  - Significa que la señal cambia su forma de onda.
  - Ocurre en una señal compuesta formada por distintas frecuencias, debido a desfases en los armónicos en el receptor.
- Ruido:
  - Térmico: Debido al movimiento aleatorio de electrones en un cable que crea una señal extra no enviada originalmente por el transmisor.
  - Inducido: Debido a fuentes externas como motores o electrodomésticos, actuando como antenas emisoras y el medio de transmisión como antenas receptoras.
  - Cruces: Igual que el inducido, pero debido al efecto de un cable sobre otro.
  - Impulso: Es un pico que viene de líneas de potencia, iluminación, etc.
  - Razón entre señal y ruido (SNR):
    - $SNR = \frac{\text{potencia media de la señal}}{\text{potencia media del ruido}}$
    - $SNR_{dB} = 10 \cdot \log_{10} SNR$ , descrito en decibelios.
- LÍMITES DE LA VELOCIDAD DE DATOS:
  - La velocidad de los datos depende de tres factores:
    - El ancho de banda.
    - Los niveles de señal que se usan.
    - La calidad del canal (el nivel de ruido).
  - Canal sin ruido: Tasa de bits de Nyquist:
    - Determina la máxima tasa de datos teórica para un canal sin ruido.
    - $TasaDeBits = 2 \cdot ancho\ banda \cdot \log_2 L$
    - Donde  $L$  es el número de niveles de señal, para representar datos.
    - Incrementar los niveles de la señal reduce la fiabilidad del sistema.
    - Define una característica del método de transmisión.
  - Canal con ruido: Capacidad de Shannon:
    - Determina la máxima tasa de datos teórica para un canal con ruido.
    - $Capacidad = ancho\ banda \cdot \log_2(1 + SNR)$
    - Donde SNR es la razón señal-ruido.
    - Define una característica del canal.
  - Usando ambos límites:
    - En la práctica, es necesario usar ambos métodos para encontrar los límites y los niveles de la señal.
    - La capacidad de Shannon nos da el límite superior.
    - La fórmula de Niquist nos dice cuantos niveles de señal son necesarios.
- PRESTACIONES:
  - Un aspecto importante en redes son las prestaciones o rendimiento de la red.
  - Ancho de banda:
    - En redes se usa el término ancho de banda en dos contextos.
    - El primero, ancho de banda en Hz, es el rango de frecuencias contenidas en una señal compuesta o el rango de frecuencias que un canal puede pasar.
    - El segundo, ancho de banda en bps, se refiere a la velocidad de transmisión de bits en un canal o enlace.
  - Rendimiento (Throughput):
    - Mide lo rápido que se pueden enviar datos realmente a través de una red.
  - Latencia (retraso):
    - Define cuanto tarda un mensaje en llegar a su destino desde el momento en que el primer bit es enviado por el origen.

- *Latencia = tiempo de propagación + tiempo de transmisión + tiempo de encolamiento + retraso de procesamiento.*
  - Tiempo de propagación:
    - Mide el tiempo necesario para que un bit viaje del origen al destino.
    - $Tiempo\ de\ propagaci\ on = \frac{Distancia}{Velocidad\ de\ propagaci\ on}$
    - La velocidad de propagación depende del medio físico y de la frecuencia de la señal.
  - Tiempo de transmisión:
    - Mide el tiempo necesario en enviar el mensaje completo.
    - $Tiempo\ de\ transmisi\ on = \frac{Tama\ \tilde{n}o\ del\ mensaje}{Ancho\ de\ banda}$
  - Tiempo de encolamiento:
    - Mide el tiempo necesario para que cada dispositivo intermedio o terminal mantenga el mensaje en espera antes de que pueda ser procesado.
    - El tiempo de encolamiento es un factor variable.
- Producto ancho de banda – Retraso:
  - Son dos medidas de rendimiento de un enlace.
  - El producto de ambos es importante en transmisión de datos.
  - Define el número de bits que pueden llenar el canal.
- Retraso variable (Jitter):
  - Se refiere a la variación en el tiempo de llegada de los paquetes.
  - Es un problema si distintos paquetes de datos llegan con distintos retrasos y la aplicación que usa los datos en lado del receptor es sensible al tiempo.