- **Señales continuas/analogicas**
    - continuas(temporales/ analiticos)
        - la variable independiente, el tiempo, es continua, y la variable dependiente, o amplitud es continua también
    - analógicas(practicos)
        - definida para todos los valores reales de la variable independiente, en el intervalo de medición
    - Operaciones básicas: suma, resta, multiplicación, división, derivación, integracion, potencia
    - Dispositivos electronicos: Fuentes de voltaje/corriente/opticas, resistores, capacitores, inductores, transistores, amplificadores operacionales.
- **Señales discretas.**
    - variable independiente (tiempo) definida en puntos específicos y espaciados regularmente.
    - variable dependiente (amplitud) está definida para cada valor de la variable independiente
    - Pueden ser enteros o reales.
    - Representadas como secuencias de números. x={x[n]}. x[n]=x(nT). tiempo=nT.
        - T=periodo de muestreo
        - x[n]= enesima muestra de la secuencia.
    - Una señal discreta no necesariamente es una señal digital.
- **Acondicionamiento de señal:** manipulación de una señal para que sea adecuada para su posterior procesamiento o uso. Se prepara la señal para que pueda ser interpretada y utilizada de manera efectiva. Procesos y tecnicas aplicadas a una señal para mejorar su claridad, facilitar su procesamiento y adaptarla a requisitos especificos

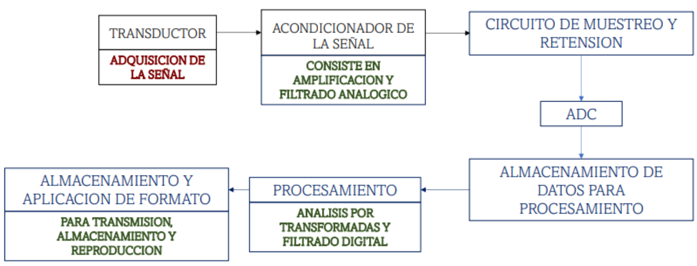
Tratamiento digital de señales TDS: Las señales son secuencias de números y el proceso se realiza mediante cómputo digital.

- **Efecto de Aliasing**: Ocurre cuando la frecuencia de muestreo para reconstruir una señal es insuficiente, causando que la señal original y la reconstruida se vuelvan indistinguibles.

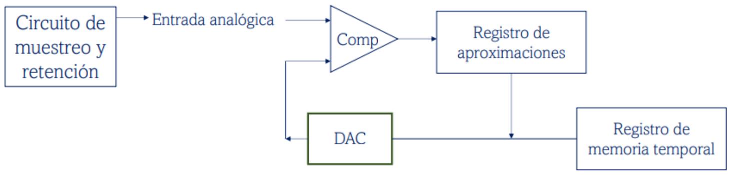
Sensores: La salida de los sensores se traduce en cambios en voltaje o corriente

---

- **Convertidor Analógico a Digital (ADC):**
    - Utiliza un convertidor Digital a Analógico (DAC) en su funcionamiento.
    - Elementos clave: Comparador, DAC, registros de memoria y circuito de muestreo.
    - Convertidor flash es muy rápido pero muy costoso por el número de resistencias que lo compone. utilizado en aplicaciones de video.



- **Convertidor Digital a Analógico (DAC):**
    - Utiliza una red de resistencias R-2R para convertir señales digitales a analógicas.
    - La salida se calcula en función de la referencia y la resolución del sistema.



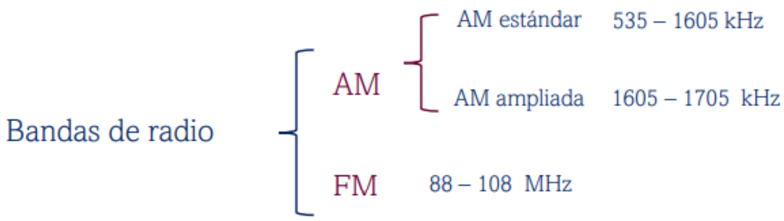
MUESTREO

operación que genera una señal $x(n)$ tomando como origen una seña en tiempo continuo $x(t)$ (ancho de banda)

Teorema de Muestreo Establece que una señal continua puede ser representada por una señal discreta si se muestrea a una frecuencia mayor al doble de la frecuencia máxima de la señal continua (Teorema de Nyquist).

Ancho de banda:

- longitud de la extensión de frecuencias, medida en hercios, en la que se concentra la mayor potencia de la señal. Intervalo de frecuencias de la señal.
- se calcula a partir de una señal temporal mediante el análisis de Fourier.
  - Bandas de señales biomédicas (Electrocardiograma ECG, Electroencefalograma EEG, Imagenología)
  - Bandas de frecuencias de audio (Hz) (Voz 20-50 kHz)
  - Bandas de radio (AM FM)



- **Frecuencia de Muestreo**: núm muestras de la señal por segundo o dentro de la banda

$$f_S = \frac{1}{\Delta t}$$

- Banda en estudio es la banda de la señal BW
- El Teorema de muestreo de **Nyquist-Shannon** establece que la frecuencia de muestreo debe ser por lo menos el doble de la frecuencia máxima de la banda bajo estudio
- El conjunto de muestras obtenido es identificado como “señal muestrada”o “señal en tiempo discreto”
- **Frecuencia de muestreo minima:** fs | **fs > 2 * fmax(Hz)**

2. Fuentes de Voltaje

- **Tipos de Fuentes de Voltaje**
  - Fuentes ideales (cte) y prácticas (cte limitado), incluyendo pilas y baterías (alcalinas, Ni-Cd, litio, etc.).
- **Principios de Funcionamiento**

- Mantenimiento de voltaje constante y su comportamiento ante diferentes cargas.

Amplificadores Operacionales (OpAmp)

- Dispositivos electrónicos que amplifican señales eléctricas. Se utilizan en diversas aplicaciones de procesamiento de señales.
  - **Amplificador Inversor**: Proporciona una ganancia negativa y se utiliza para invertir la señal de entrada.
  - **Amplificador No Inversor**: Proporciona una ganancia positiva y mantiene la fase de la señal de entrada.
  - **Sumador**: Combina múltiples señales de entrada en una sola salida.
  - **Amplificador de Diferencias**: Amplifica la diferencia entre dos señales de entrada.

2. Circuitos de Integración y Diferenciación

- **Integrador**: Circuito que produce una salida proporcional a la integral de la señal de entrada. Se utiliza para convertir señales de voltaje en señales de corriente.
- **Diferenciador**: Circuito que produce una salida proporcional a la derivada de la señal de entrada. Se utiliza para detectar cambios rápidos en la señal.

3. Filtros Electrónicos

- **Filtros Pasabajas**: Permiten el paso de señales de baja frecuencia y atenúan las de alta frecuencia. Se utilizan para eliminar ruido de alta frecuencia en señales.
- **Filtros Pasaaltas**: Permiten el paso de señales de alta frecuencia y atenuan las de baja frecuencia.
- **Filtros Pasabandas**: Permiten el paso de un rango específico de frecuencias y son útiles en aplicaciones de comunicación.
- **Filtros supresor de banda:** No permiten el paso de un rango específico de frecuencias.

4. Amplificadores de Instrumentación

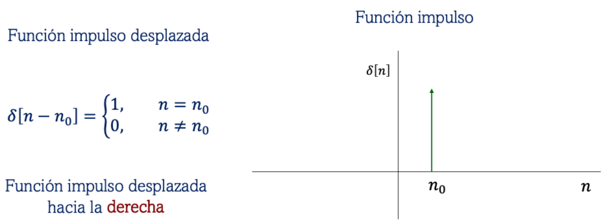
- Diseñados para amplificar señales de bajo nivel, como las provenientes de sensores. Tienen alta impedancia de entrada y baja impedancia de salida, lo que minimiza la carga en el sensor.

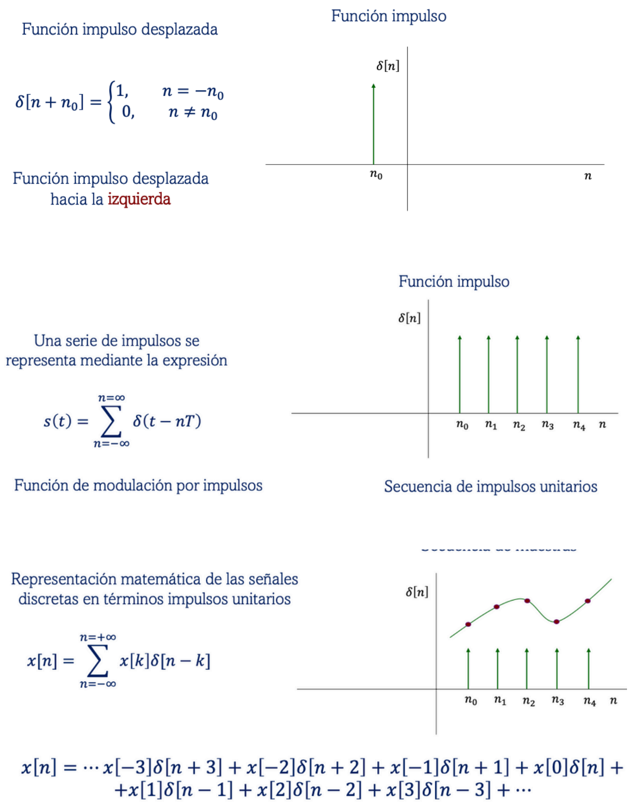
5. Aplicaciones de los Amplificadores

- Utilizados en sistemas de adquisición de datos, procesamiento de señales de audio, y en la instrumentación médica (por ejemplo, electrocardiogramas y electroencefalogramas).

6. Funciones relevantes

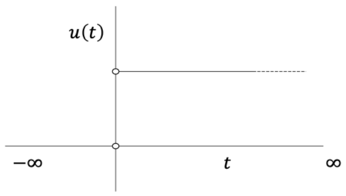
- **Función impulso.** se puede desplazar





- Corresponde a la representación de una secuencia arbitraria como una combinación lineal de impulsos unitarios desplazados d[n-k+ donde los pesos son x[k]
- **Función escalon unitario.**

$$u(t) = \begin{cases} 1, & t > 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases}$$

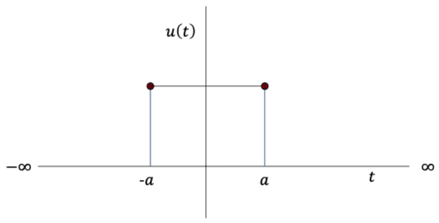


- **Función rectangular o pulso rectangular**

FUNCION RECTANGULAR

PULSO RECTANGULAR

$$u(t) = \begin{cases} 1, & -a \leq t \leq a \\ 0, & t < -a \\ 0, & a < t \end{cases}$$



- **Función con paridad dual:** funcion resultan de de la superposición de funciones pares e impares. La suma de señales pares e impares no es simétrica ni impar ni par.

Sea $x(t)$ o $x[n]$ funciones con paridad dual

La parte par puede ser obtenida como

$$x_p(t) = \frac{1}{2}\{x(t) + x(-t)\}$$

$$x_p[n] = \frac{1}{2}\{x[n] + x[-n]\}$$

Parte par de una función con paridad dual

En otras palabras, la suma de señales pares e impares no es simétrica ni impar ni par

FUNCIONES ESPECIALES

Funciones con paridad dual

Sea $x(t)$ o $x[n]$ que tienen partes pares y partes impares (paridad dual)

La parte impar puede ser obtenida como

$$x_i(t) = \frac{1}{2}\{x(t) - x(-t)\}$$

$$x_i[n] = \frac{1}{2}\{x[n] - x[-n]\}$$

Parte impar de una función con paridad dual

En otras palabras, la suma de señales pares e impares no es simétrica ni impar ni par

7. Propiedades de las señales

- **Pares o simetricas:** f(t)=f(-t). integral distinta de cero
- **Señales impares:** f(-t)=-f(t)
- **Desplazamiento de una señal**

$x(t - t_0)$	$x(n - n_0)$
Desplazamiento en tiempo continuo	Desplazamiento en tiempo discreto

- **Time reversal:** Es la rotación de la señal 180º en torno al eje vertical. Para hacerlo, t se hace -v y se realizan las operaciones necesarias.
- **Operaciones entre señales pares e impares**

Sean $x(t)$ y $g(t)$ dos funciones pares

$f(t) = x(t) \pm g(t)$ $\quad f(t)$ es par

$f(t) = x(t) \cdot g(t)$ $\quad f(t)$ es par

Sean $x(t)$ y $g(t)$ dos funciones impares

$f(t) = x(t) \pm g(t)$ $\quad f(t)$ es impar

$f(t) = x(t) \cdot g(t)$ $\quad f(t)$ es par

Sean $x(t)$ una función par y $g(t)$ una función impar

$f(t) = x(t) \pm g(t)$ $f(t)$ es una función con paridad dual

$f(t) = x(t) \cdot g(t)$ $f(t)$ es impar

Extensión de la paridad de una función

Sean $x(t)$ una función par

$f(t) = \frac{d}{dt}x(t)$ $f(t)$ es una función impar

Sean $x(t)$ una función impar

$f(t) = \frac{d}{dt}x(t)$ $f(t)$ es una función par

Clasificación de sistemas

- **Sistemas:** Un sistema es todo aquello que opera sobre una señal de entrada y generada una señal de salida.
- **Sistemas discretos:** Están definidos como una transformación u operación que mapea los valores de una secuencia de entrada x[n] en una secuencia de salida y[n].

$y[n] = x[n - n_d]$ Desplazamiento en el tiempo

Si n_d es un entero positivo produce un retardo temporal sobre x desplazando sus valores hacia la derecha

Si n_d es un entero negativo produce un avance o adelanto temporal sobre x desplazando sus valores hacia la izquierda

- **Sistemas lineales:** Son sistemas donde para una entrada x1[n] corresponde una salida transformara y1[n], es decir que tienen la propiedad de superposición. Un sistema es lineal si satisface el principio de homogeneidad y el principio de aditividad.

$$T\{x_1[n] + x_2[n]\} = T\{x_1[n]\} + T\{x_2[n]\} = y_1[n] + y_2[n] \quad SL1$$

Propiedad de aditividad

$$T\{ax[n]\} = aT\{x[n]\} = ay[n] \quad SL2$$

Propiedad de homogeneidad o de escalado

$$T\{ax_1[n\,] + bx_2[n]\} = aT\{x_1[n]\} + bT\{x_2[n]\} = ay_1[n] + by_2[n] \quad SL3$$

Principio de superposición

- **Sistemas invariantes en el tiempo o invariantes al desplazamiento:** También conocidos como invariantes al desplazamiento, son aquellos sistemas que para una y[n]=T{x[n]}, para todo n0, la secuencia de entrada x1[n]=x[n-n0] da como resultado y1=y[n-n0].
- **Sistemas causales:** Son aquellos sistemas que para cualquier valor n0, la secuencia de salida y[n] para n=n0 depende de los valores de la secuencia de entrada para n<=n0. Es decir, la salida no anticipa a la entrada depende únicamente de los valores pasados y/o presentes de la entrada.
- **Sistemas sin memoria (instantáneos):** Aquellos sistemas donde la salida y[n] depende únicamente de la entrada x[n] para cualquier valor n. Los sistemas sin memoria son un caso particular de los sistemas dinámicos.
- **Sistemas inversos (invertibles):** Un sistema es invertible si a distintas entradas les corresponden distintas salidas. Si un sistema es invertible, se puede construir un sistema que al conectarse en cascada con el sistema original, se reproduzca la entrada del sistema x[n].

- **Sistemas ortogonales:** Un sistema es ortogonal si el producto punto de dos señales se desvían entre sí por 90º, es decir que no se combinan entre si.
- **Sistema acumulador:** Suma todas las entradas previas a x[n] para obtener y[n].
- **Sistema causal:** Es causal si para cualquier n0, la secuencia de salida y[n] para n=n0 depende solo de los valores de la secuencia de entrada para n<=n0.
- **Sistemas estables:** Un sistema es estable si y solo si cualquier secuencia de entrada acotada produce una secuencia de salida acotada.

Se dice que la secuencia $\boldsymbol{x[n]}$ es acotada si existe un número finito $\boldsymbol{B_x}$ tal que

$|x[n]| \leq B_x < \infty$ Para todo $\boldsymbol{n}$

Se dice que la secuencia de salida $\mathbf{y}[n]$ es acotada si existe un número finito $\boldsymbol{B_y}$ tal que

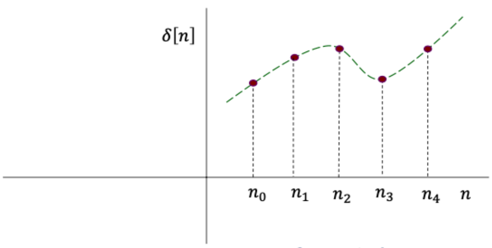
$|y[n]| \leq B_y < \infty$ Para todo $\boldsymbol{n}$

Función de muestreo por impulsos

Representación matemática del proceso de muestreo

$$x_s(t) = \sum_{n=-\infty}^{n=\infty} x_c(t)\delta(t - nT)$$

Función de modulación por impulsos



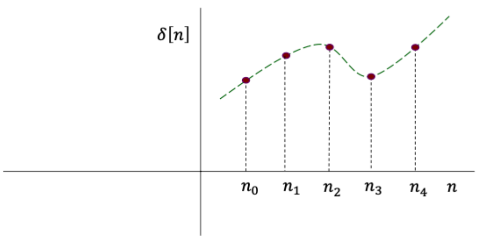
Secuencia de muestras

Representación matemática equivalente del proceso de muestreo en tiempo discreto es

$$x_s(t) = \sum_{n=-\infty}^{n=\infty} x_c(t)\delta(t - nT)$$

$$x[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]\delta[n-k]$$

Función de modulación por impulsos



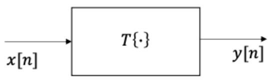
Secuencia de muestras

Oppenheim, Capitulo 4, pagina 153

Asumiendo que el sistema, definido por la operación de transformación, satisface la propiedad de linealidad, y en consecuencia de superposición e invarianza temporal

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]T\{\delta[n-k]\}$$

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[n]$$



Donde $h[n] = T\{\delta[n-k]\}$

Recibe el nombre de respuesta del sistema al impulso unitario

Convolución

Si al sistema se le aplica las restricciones de linealidad e invarianza temporal entonces la respuesta $y[n]$ del sistema se puede escribir como

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[n-k] \qquad \text{Para todo n}$$

Esa es la suma de convolución, que se representa y[n]=x[n]*h[n]. Es una operación conmutatva.

Los sistemas que responden o se ajustan a estas restricciones reciben el nombre de sistemas Lineales e invariantes en ele tiempo (LTI)

Y además quedan completamente caracterizados por su función respuesta al impulso $h[n]$

Debido a que dadas las secuencias $x[n]$ y $h[n]$, para todo n, es posible calcular la muestra de salida $y[n]$.

Señales de energía y potencia

$p(t) = x^2(t)$ Para señales en tiempo continuo

$p(t) = x^2[n]$ Para señales en tiempo discreto

$p(t) = |x(t)|^2$ Para señales en tiempo continuo, asumiendo que la señal pueda ser compleja

$p(t) = |x[n]|^2$ Para señales en tiempo discreto, asumiendo que la señal pueda ser compleja

La serie de Fourier establece que dada una función periódica $f(t)$ con periodo T, esta se puede representar mediante la aproximación de la serie trigonométrica

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty}[a_n cos(n\omega_0 t) + b_n sen(n\omega_0 t)]$$

$$a_0 = \frac{2}{T}\int_{-T/2}^{T/2} f(t)dt$$

$$a_n = \frac{2}{T}\int_{-T/2}^{T/2} f(t)cos(n\omega_0 t)dt$$

$$b_n = \frac{2}{T}\int_{-T/2}^{T/2} f(t)sen(n\omega_0 t)dt$$