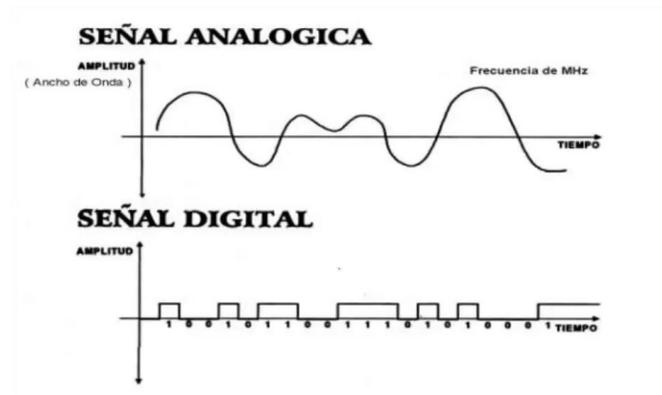


# “Procesamiento Digital de Señales”



Las **señales eléctricas** son tensiones o corrientes que contienen información. Además de las señales eléctricas existen otras, de naturaleza magnética, hidráulica, neumática, luminosa, etc.

Las señales pueden ser generadas en forma natural o artificial. Algunos ejemplos de señales naturales son la radiación electromagnética de una estrella, la altura de la marea y la velocidad del viento. Algunos ejemplos de señales artificiales son la emisión de un canal de TV, las ondas emitidas y recibidas por radares, teléfonos celulares, sonares, etc.

Las señales se representan matemáticamente como funciones de una o más variables independientes. La variable independiente más común es el tiempo, y algunas señales que dependen de él son, por ejemplo, la voz, una onda de radio, un electrocardiograma, etc. Otras señales, tales como las imágenes, son funciones de 2 variables independientes, ya que contienen información de brillo o de colorido en función de las coordenadas X e Y de un plano.

**Procesamiento de Señales** es un área de la Ingeniería Electrónica que se concentra en la representación, transformación y manipulación de señales, y de la información que ellas contienen.

El primer tipo de procesamiento electrónico que se desarrolló y se aplicó extensivamente fue el **procesamiento análogo**, el cual se lleva a cabo mediante circuitos compuestos por resistores, capacitores, inductores, amplificadores operacionales, etc.

**Procesamiento de Señales en Tiempo Discreto** (*Discrete-Time Signal Processing*) se refiere al procesamiento de señales discretas en el tiempo o en el espacio. Esto implica que sólo se conoce el valor de la señal en instantes o en puntos específicos. Sin embargo, la amplitud de la señal es continua, es decir, puede tomar infinitos valores diferentes.

**Procesamiento Digital de Señales** (*Digital Signal Processing* o *DSP*) añade a la característica anterior la de manejar la amplitud en forma discreta, la cual es una condición necesaria para que la señal pueda ser procesada en un computador digital. La amplitud de la señal sólo puede tener un número finito de valores diferentes.

La **discretización en el tiempo** es la diferencia más importante entre el procesamiento digital y el procesamiento análogo. La discretización en el tiempo modifica las fórmulas de las transformadas, convolución, correlación, etc., e introduce un posible problema que no existe en el mundo análogo, denominado aliasing, el cual se origina cuando la tasa de muestreo es insuficiente, generando una pérdida irrecuperable de la información contenida en la señal.

La discretización en la **amplitud** puede ser casi imperceptible, como cuando se efectúan los cálculos en punto flotante con doble precisión (alrededor de 15 decimales) en un lenguaje de programación de alto nivel, o notoria, si se cuantiza la señal con pocos bits. La discretización en la amplitud puede provocar algunos efectos indeseados, tales como:

- Si proviene de la conversión A/D de la señal, es equivalente a sumarle un cierto tipo de ruido, el cual se denomina “ruido de cuantización”.
- Si afecta a los cálculos, y es significativa, puede producir errores importantes, e incluso inestabilidad en algunos sistemas.

## Aplicaciones de DSP

En las últimas décadas se ha producido una migración cada vez mayor desde el procesamiento análogo hacia el procesamiento digital. Al mismo tiempo, han surgido muchas aplicaciones y técnicas nuevas, que nunca existieron en el mundo análogo. A continuación, se mencionan algunas aplicaciones actuales de DSP.

- **Verificación de la calidad del suministro eléctrico:** detección de transientes, medición de valor efectivo, potencia, factor de potencia, contenido armónico y flicker.
- **Radar:** medición de la distancia y de la velocidad de los contactos. Compresión del pulso, lo que permite incrementar la longitud de los pulsos para aumentar el alcance, manteniendo la resolución en distancia.
- **Sonar:** formación de haces, para orientar electrónicamente el arreglo de transductores; en modo activo, medición de la distancia, la demarcación y la velocidad de los contactos; en modo pasivo, clasificación de los contactos en base al ruido emitido por ellos.
- **Medicina:** reducción de ruido y diagnóstico automático de electrocardiogramas y electroencefalogramas; formación de imágenes en tomografía axial computarizada (scanner), resonancia magnética nuclear y ecografía (ultrasonido).

- **Análisis de vibraciones en máquinas**, para detectar tempranamente el desgaste de rodamientos o engranajes, comparando el análisis espectral de las vibraciones con un espectro de referencia obtenido cuando la máquina no tiene defectos.
- **Oceanografía**: alerta temprana de maremotos o tsunamis cuando se propagan en el océano abierto, en base a las características de esas ondas que las diferencian de las olas y de las mareas; análisis armónico y predicción de mareas; medición de la energía de las olas con el objeto de dimensionar muelles y otras estructuras sumergidas.
- **Astronomía**: detección de planetas en estrellas lejanas, en base al movimiento oscilatorio que inducen en las estrellas alrededor de las cuales orbitan.
- **Radioastronomía**: búsqueda de patrones en las señales recibidas por los radiotelescopios, para detectar inteligencia extraterrestre (SETI).
- **Imágenes**: mejora del brillo, contraste, colorido y nitidez, restauración de imágenes borrosas debido al movimiento de la cámara o del elemento fotografiado, compresión de la información.
- **Telefonía**: conmutación (plantas telefónicas), decodificación de discado por tonos (DTMF), módems, canceladores de ecos, teléfonos celulares digitales (PCS) y teléfonos satelitales.
- **Audio**: ecualización, reverberación artificial, compresión de la información (MP3), cancelación activa de ruido ambiente (inyectando ruido en contrafase).
- **Voz**: compresión de la información, identificación de personas, y reconocimiento de voz (dictado por voz).
- **Televisión**: cancelación adaptiva de multipath para eliminar los “fantasmas”, filtros “peineta” para mejorar la separación de luminancia y color en la señal de video compuesto, TV digital de alta definición (HDTV), compresión de la información.
- **Industria automotriz**: control de la inyección y del encendido del motor para maximizar el rendimiento y minimizar las emisiones; control de la transmisión automática para maximizar la economía de combustible o la aceleración del vehículo; control del flujo de energía en los vehículos híbridos.
- **Sismología**: localización de hipocentros de sismos, búsqueda de minerales y de petróleo analizando los ecos subterráneos generados por pequeñas explosiones.

Estas son sólo algunas aplicaciones de DSP. Su número está en constante aumento, a medida que la tecnología de integración progresa, y se desarrollan nuevos algoritmos.