

## 1. Introducción

Las señales se utilizan para comunicar a los humanos entre sí y con las máquinas y sistemas creados por ellos. El procesamiento de señales tiene que ver con la representación, transformación y manipulación de señales y la información que contienen. Por ejemplo, pudiéramos tener interés en separar dos o más señales que han sido combinadas de alguna manera, o alterar alguno de sus componentes. El procesamiento de señal ha jugado un rol importantísimo en diversos campos como la comunicación por voz y con datos, las ingenierías: biomédica, acústica, percepción remota, instrumentación, sismológica; y la electrónica de consumo y la robótica, entre otras áreas.

Los algoritmos y el hardware de procesamiento digital de señales (DSP) varían en un rango muy amplio de sistemas, desde los militares, altamente especializados, pasando por las aplicaciones industriales hasta los sistemas de bajo costo de la electrónica de consumo. Sin darnos cuenta, un DSP de alto nivel se encuentra presente en nuestros autos, aviones, pantallas de televisión, equipo de audio y cámaras fotográficas.

Antes de los años 60, la tecnología de procesamiento de señales era completamente analógica. La rápida evolución de las computadoras y microprocesadores junto con importantes desarrollos teóricos ocasionaron un cambio hacia las tecnologías digitales, dando forma al DSP. Un aspecto fundamental del DSP es que opera en secuencias de muestras, es decir, representando con valores de precisión acotada las señales en intervalos discretos de tiempo, y el procesamiento de estas muestras se implementa mediante cálculos computacionales.

Aunque en muchos casos la naturaleza de las señales a procesar es inherentemente discreta, existen infinidad de aplicaciones donde señales continuas en el tiempo son convertidas en una secuencia de muestras, y después de un procesamiento digital, son convertidas nuevamente en señales continuas en el tiempo para entregarse como salida del sistema.

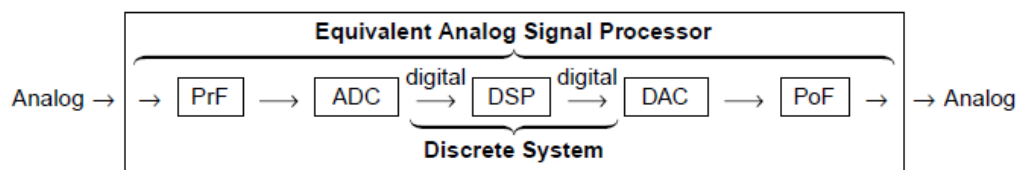


Figura 1: Procesamiento de señales continuas con tecnología digital.

El modelo tradicional de procesamiento es tomar una señal de entrada y transformarla en otra de salida. Sin embargo, existen otro tipo problemas, como el de la *interpretación* de una señal. En

estos problemas el objetivo no es obtener una señal de salida sino caracterizar la señal de entrada. Por ejemplo, en reconocimiento de voz, el objetivo es extraer información de la señal de entrada. En estos sistemas normalmente se aplica un preprocesamiento a la señal de entrada seguido de un sistema de reconocimiento de patrones para producir una representación simbólica a la salida, tal como la transcripción fonética o en palabras.

Los problemas de procesamiento de señal no están restringidos a señales unidimensionales. Aunque existen diferencias fundamentales en las teorías del DSP unidimensional con las del DSP multidimensional, mucho del trabajo en ambas categorías tiene relación. El procesamiento de imágenes requiere de técnicas de DSP en dos dimensiones, y de aquí se derivan aplicaciones de video, imágenes médicas, análisis de fotografías aéreas y satelitales, etc.

### 1.1. Perspectiva histórica

Desde la invención del cálculo en el siglo XVII, los científicos e ingenieros han desarrollado modelos para representar fenómenos físicos en términos de funciones de variables continuas y ecuaciones diferenciales. Las técnicas numéricas han sido utilizadas para resolver estas ecuaciones cuando las soluciones analíticas no son posibles. Matemáticos del siglo XVIII como Euler, Bernoulli y Lagrange desarrollaron métodos para la integración numérica e interpolación de funciones de variables continuas. La publicación del tratado de Fourier sobre la representación de funciones con series armónicas fue un paso muy importante en el desarrollo de sistemas lineales.

Cuando surgieron las computadoras digitales se empezaron a *simular* los sistemas de procesamiento de señales antes de implementarlos en hardware analógico. Los algoritmos de procesamiento digital incrementaron tanto su complejidad que de pronto no podían ser implementados con elementos analógicos ni en tiempo real. Sin embargo, con el descubrimiento de la FFT (1965) y el mejoramiento de la rapidez y capacidad de las computadoras, la era del DSP finalmente comenzó.

La última gran etapa de desarrollo del DSP se dió con la llegada de la microelectrónica. La proliferación de los microprocesadores a mediados de los años 80 llevó a las implementaciones de DSP a bajo costo. A partir de entonces se han mejorado las capacidades de estos componentes de manera progresiva, lo que ha permitido, por ejemplo, la revolución en las telecomunicaciones que conocemos actualmente, así como la evolución de muchas otras áreas tecnológicas.

En este curso revisaremos los fundamentos del DSP: la teoría de sistemas discretos lineales, el filtrado, muestreo y el análisis de Fourier en tiempo discreto.

**Tarea 1** *Revise el sitio <http://spectrum.ieee.org/> y recupere un ejemplo donde se aplique la tecnología DSP para discutirlo en clase.*