

## ARQUITECTURA GENERAL DE SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE SEÑALES

Ing. Pablo Antonio Arellano González,  
pabloaag@gmail.com  
M. en C. Miguel Hernández Bolaños  
mbolanos@ipn.mx  
Ing. Nilda Fabiola Encarnación Avalos  
fabi-nil\_34@hotmail.com  
M. en C. Israel Rivera Zárate  
irivera@ipn.mx

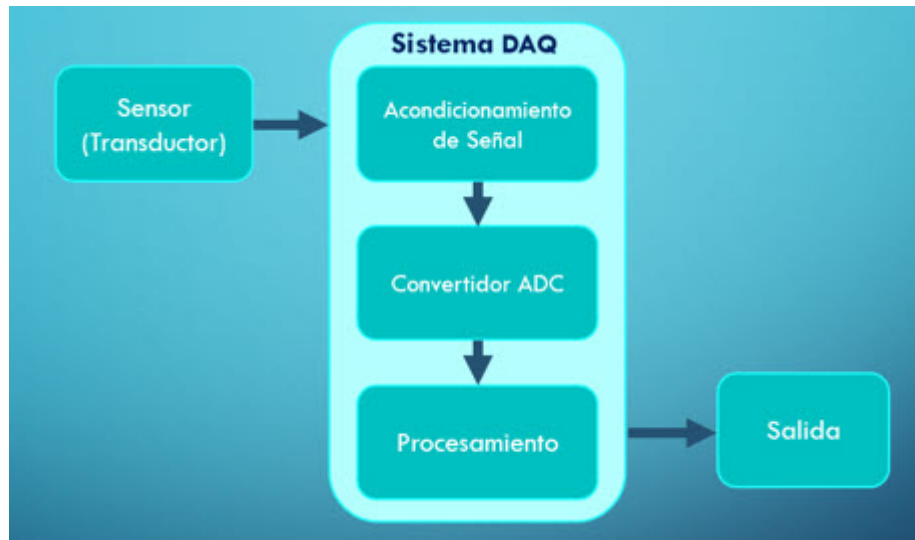
Instituto Politécnico Nacional-CIDETEC

### Resumen

Los sistemas de adquisición de señales también conocidos como (DAQ - Data Acquisition), son una pieza clave para el procesamiento de señales analógicas, el diseño de estos sistemas está compuesto por una serie de subsistemas los cuales, en las primeras etapas se encargan de preparar la señal para su discretización, posteriormente un Convertidor Analógico Digital (CAD) convierte esas señales en valores discretos para finalmente ser procesados, comúnmente por un equipo de cómputo. En este trabajo se da un panorama general a considerar para el diseño o elección de un sistema DAQ, ya que es fundamental conocer cada etapa que lo conforma para poder digitalizar apropiadamente una señal proveniente de un fenómeno físico.

### 1. Introducción

Un Sistema de Adquisición de Señales (DAQ) tiene como objetivo adquirir información de variables provenientes de estímulos físicos el cual procesa, registra y presenta la información de acuerdo con la aplicación a la que esté orientada[1]. Los sistemas DAQ están integrados por un conjunto de elementos dispuestos y ordenados para formar subsistemas que realizan tareas que garantizan una buena representación digital del fenómeno medido, esto con el objetivo de utilizar procesadores de señales digitales; Con lo cual se obtiene una amplia gama de aplicaciones en diversas áreas como en Sistemas de Control, Monitoreo de Procesos, Sistemas de Comunicaciones, Dispositivos de uso cotidiano como Smartphones, Lavadoras, Autos etc. Se podría asumir, que los sistemas DAQ se encuentran presentes en todo tipo de dispositivos que requieran procesar información originada por sensores analógicos. Para facilitar su comprensión se ha considerado las siguientes etapas, las cuales se detallarán de acuerdo con el siguiente diagrama ver (Figura 1).



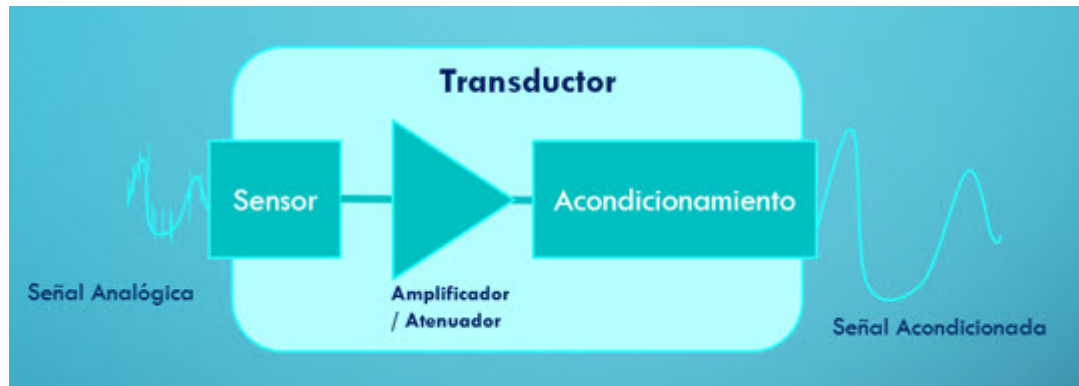
**Figura 1. Diagrama General Sistema DAQ.**

## 2. Transductores (Sensores)

La función de estos elementos de manera general es convertir estímulos del entorno en otro tipo de señal, como magnitudes térmicas, magnéticas, sonoras, etc. a voltaje, corriente, resistencia (Figura 2) también conocidos coloquialmente como sensores por su capacidad de percibir estímulos específicos[4]. Algunos ejemplos de transductores son: foto-resistencias, micrófonos y potenciómetros transformando estímulos lumínicos, ondas de audio y desplazamientos respectivamente a voltaje. Algunos de los parámetros que se deben considerar en los transductores son sensibilidad, resolución y exactitud[2], de los cuales depende la fiabilidad de las mediciones.

## 3. Acondicionamiento

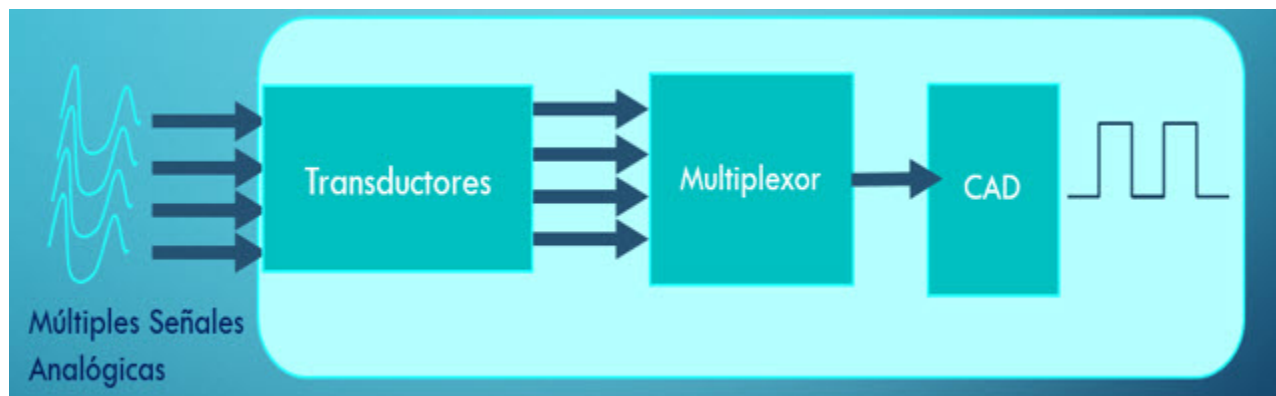
En esta etapa se busca una adecuación de la señal (Figura 2), el margen de amplitud de la señal proveniente del sensor debe coincidir con la entrada de la siguiente etapa compuesta por un Convertidor Analógico Digital (CAD), es decir en algunos casos se necesita amplificar o atenuar la señal proveniente de la magnitud medida, también se pueden utilizar diversos filtros para remover perturbaciones que alteren la señal que se quiere medir, pero principalmente se busca aprovechar el rango dinámico del CAD como se verá más adelante. En esta etapa, también se realizan funciones de linealización, comparación, filtrado, entre otras [4]. Es común que los fabricantes de transductores incluyan la etapa de acondicionamiento de la señal dentro del mismo dispositivo de sensado, por lo cual en ocasiones es omitida en la arquitectura de los DAQ sin embargo es necesario considerarla para su posterior acoplamiento.



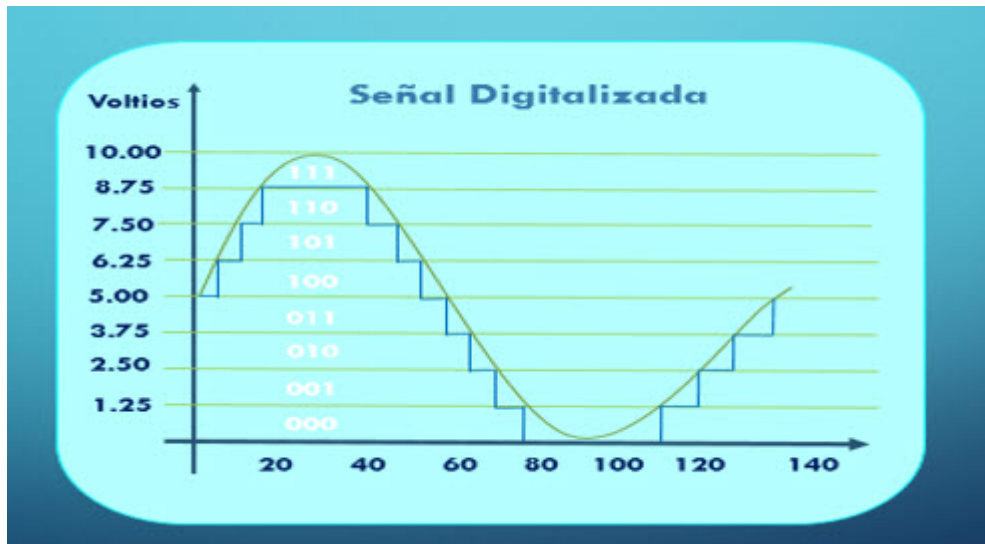
**Figura 2. Esquema general de transductor.**

#### 4. Convertidor Analógico Digital (CAD)

Los CAD son circuitos integrados cuya función se basa en convertir señales continuas en el tiempo a información digitalizada, es decir a valores discretizados en valores altos y bajos de voltaje (ceros y unos), para que puedan ser interpretados por procesadores digitales. (Figura 3.) previo a la discretización existe otro elemento llamado multiplexor el cual en algunas arquitecturas de CAD lo incluyen en el mismo circuito integrado del cual se hablará posteriormente.



La digitalización de señales analógicas se realiza en dos etapas, la primera es la cuantificación la cual representa la amplitud de la señal mediante una serie de valores en instantes determinados, estos valores están limitados por la resolución del convertidor expresados como  $2^n$ , donde n es la resolución del convertidor en bits, la segunda etapa es la codificación, la cual representa ese valor de señal en valores de tensión 0 para nivel bajo y 1 para nivel alto, con lo cual se establece una relación entre los instantes cuantizados y su representación codificada en binario (Figura 4), la cual está dada por la siguiente expresión  $V = V_{Ref}/Res$  donde el voltaje de referencia es dividido entre la resolución del convertidor con la que se establecen los intervalos de voltaje[4].



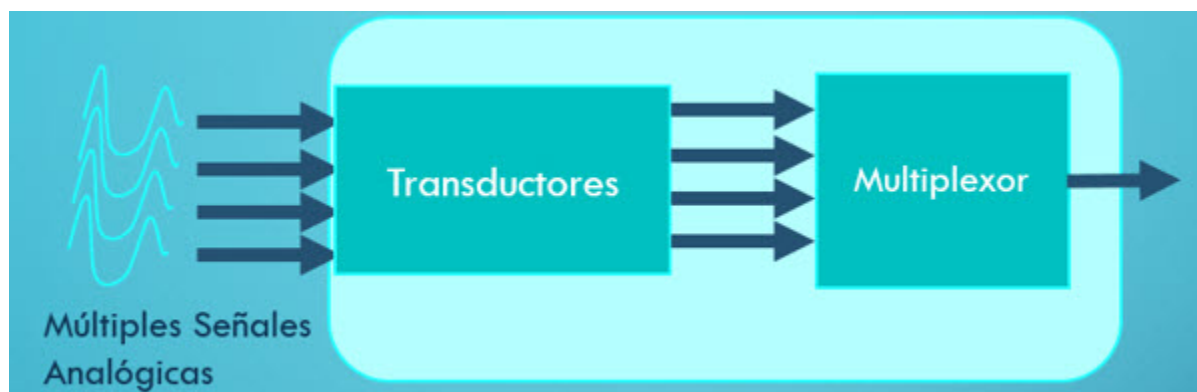
Existen diversos tipos de CAD que presentan diferentes especificaciones a continuación se describen algunos de los más comunes (Tabla 1).

**Tabla 1. Tipos de CAD [4].**

Tipos de CAD	Detalles más relevantes
<b>Paralelos (Flash)</b>	Es considerado el método de conversión más rápido comercialmente, internamente funciona con un divisor de tensión con $2^{n-1}$ tomas intermedias y requiere $2^{n-1}$ comparadores.
<b>Aproximaciones Sucesivas</b>	Uno de los convertidores con un buen equilibrio entre velocidad y exactitud con tiempos de conversión entre 1 y 100 $\mu$ s.
<b>Servo (Tracking )</b>	Su nombre proviene de la analogía, una vez la salida haya alcanzado a la entrada cualquier pequeño cambio en la entrada es seguido rápidamente, contando o descontando ya que la salida es una palabra digital de un contador bidireccional.
<b>Sigma delta</b>	Muy utilizados para aplicaciones de alta resolución a frecuencias bajas y medias.
<b>Rampa Simple</b>	Utilizan una conversión diferente a los anteriores convertidores la cual primero convierte la tensión de entrada en otra magnitud y posteriormente convierte esta magnitud en una salida digital. Integra la tensión de referencia hasta que la salida del integrador iguale la tensión de entrada.
<b>Doble y Tripe Rampa</b>	Este tipo de convertidores presentan lentitud que aumenta conforme la resolución y una de las soluciones es emplear mas rampas doble o triple lo que significa emplear dos fuentes de corriente distintas.

#### 4.1 Multiplexado

El Multiplexado como se mencionó previamente antecede a la digitalización y dependiendo de la arquitectura del CAD se incluye en el mismo empaquetado, el multiplexado de señales se refiere a la capacidad de medir múltiples señales provenientes de diferentes entradas (sensores) y poderlas procesar por un mismo CAD y así aprovechar al máximo el margen dinámico (Figura 5) lo que da una gran versatilidad al sistema DAQ facilitando el registro de múltiples fenómenos físicos en un mismo sistema. Cuando se tienen diversos canales de entrada se comparten recursos, lo que implica compartir toda la cadena de medida excepto el sensor[4], aquí es donde el multiplexor asigna a cada canal el recurso del CAD compartido, no necesariamente todos los CAD incluyen multiplexores existen los que cada entrada de señal posee una estructura de digitalización independiente.

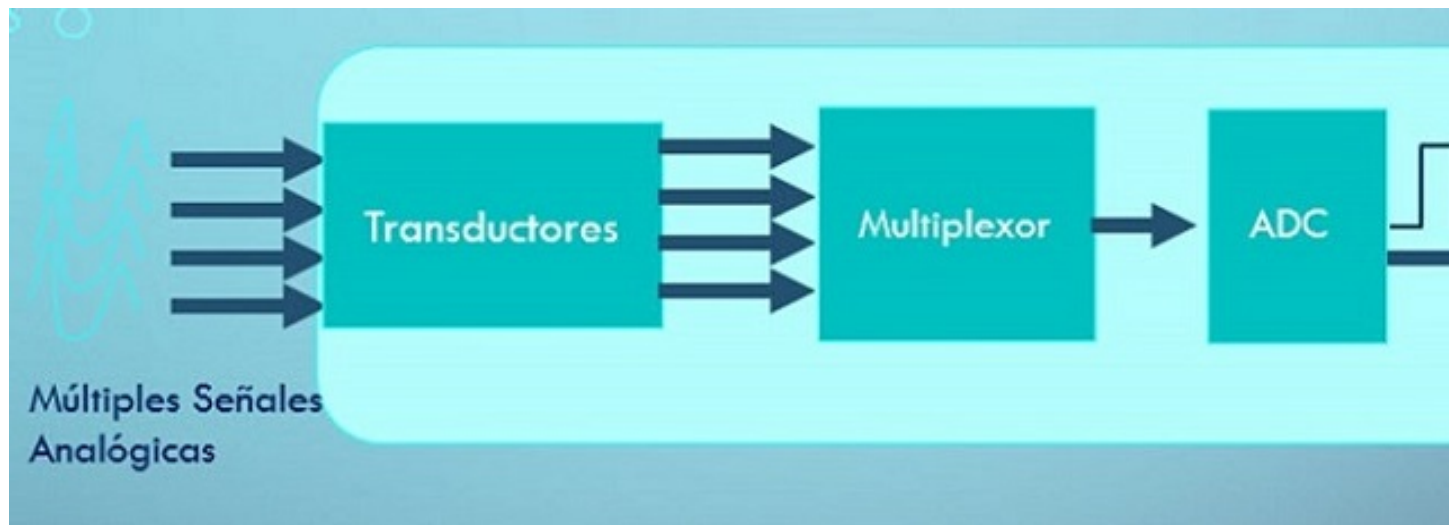


**Figura 5. Diagrama Multiplexor.**

#### 5. Procesamiento

Para el procesamiento de los datos una vez digitalizados se tienen dos tipos de sistemas DAQ, online y offline, si las señales se procesan conforme se van adquiriendo es un sistema online, y si se procesan en tiempo diferido es un sistema offline[4], cabe mencionar que para los sistemas DAQ en tiempo diferido el registro de datos debe hacerse en algún medio de almacenamiento para su posterior procesamiento digital, éste debe tener la suficiente capacidad de memoria considerando el volumen generado por el proceso a monitorear.

Para seleccionar el hardware DSP (Digital Signal Processor) que analizará los datos recabados, es importante evaluar la aplicación a la cual va dirigida el sistema DAQ, siendo usados para tal fin los microcontroladores, computadoras de escritorio, computadoras industriales, microcomputadoras, Field Programming Gate Array (FPGA's), procesadores dedicados entre otros equipos que sean capaces de hacer operaciones numéricas a alta velocidad (Figura 6).



**Figura 6. Sistema DAQ con procesador.**

## 5. Conclusión

La arquitectura general de un sistema de Adquisición de Señales contiene una serie de subsistemas, los cuales deben ser considerados para su diseño o en su defecto la selección de un dispositivo comercial, ya que dependiendo de la aplicación se debe tomar en cuenta, las velocidades de muestreo, resolución, compatibilidad entre software y hardware, arquitectura CAD, robustez, conversión entre dominios analógicos etc. El objetivo buscado en este artículo es presentar un panorama general sobre las etapas internas que componen a este tipo de tecnología el cual pueda ayudar a los interesados en la materia, a ahondar en cada una, ya que se presta para el estudio de las particularidades y consideraciones que las componen.

## Referencias

1. National Instruments (2019.) *Engineer´s Guides to the Digitalization of Analog Signals*. Recuperado el 30 de septiembre de 2019, de <https://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/>
2. National Instruments (2019). *NI Data Acquisition: The Accuracy and Performance Difference*. Recuperado el 30 de septiembre de 2019, de <https://www.ni.com/documentation/9209/en/#toc3>
3. Pallás, R. (1993). *Adquisición y Distribución de Señales*. Barcelona España: Marcombo.
4. Pallás, R (2005). *Sensores y Acondicionadores de Señal, Problemas Resueltos. . Barcelona España: Marcombo*.