



Introducción a los sistemas de adquisición de datos

Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México,
Ciudad de México 04510, México.

08 de febrero de 2022

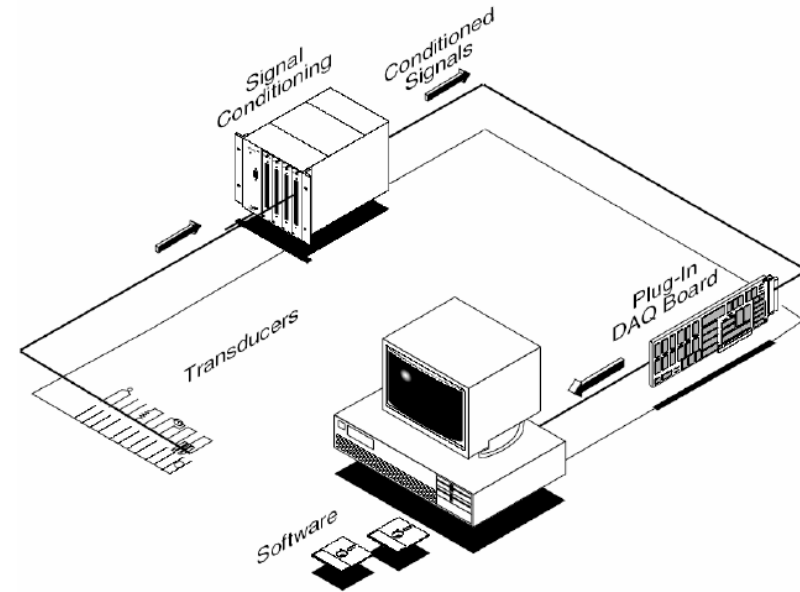
Contenido

- ¿Qué es la adquisición de datos?
- Propósito de la adquisición de datos
- Sistemas actuales para la adquisición de datos
- Importancia de los sistemas DAQ
- El proceso de medición como herramienta fundamental de los sistemas DAQ
- Sensores y transductores
- Acondicionadores de señales
- Aislamiento de las señales
- Filtrado de las señales
- Convertidor Analógico-Digital
- Almacenamiento de datos adquiridos
- Visualización de datos adquiridos
- Análisis de datos adquiridos

¿Qué es la adquisición de datos?

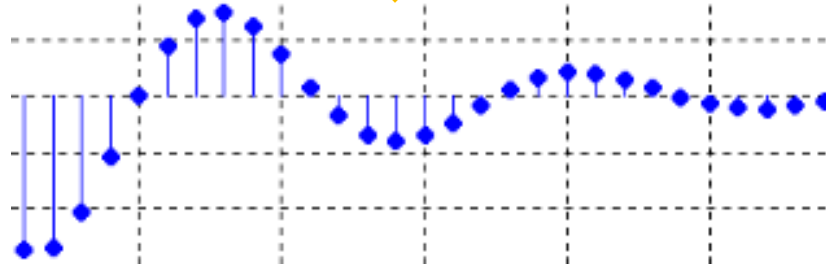
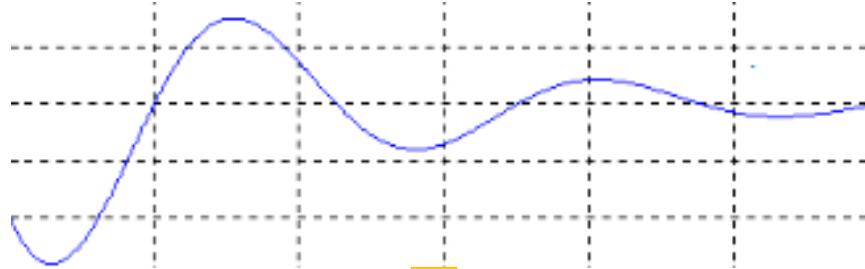


Data Acquisition

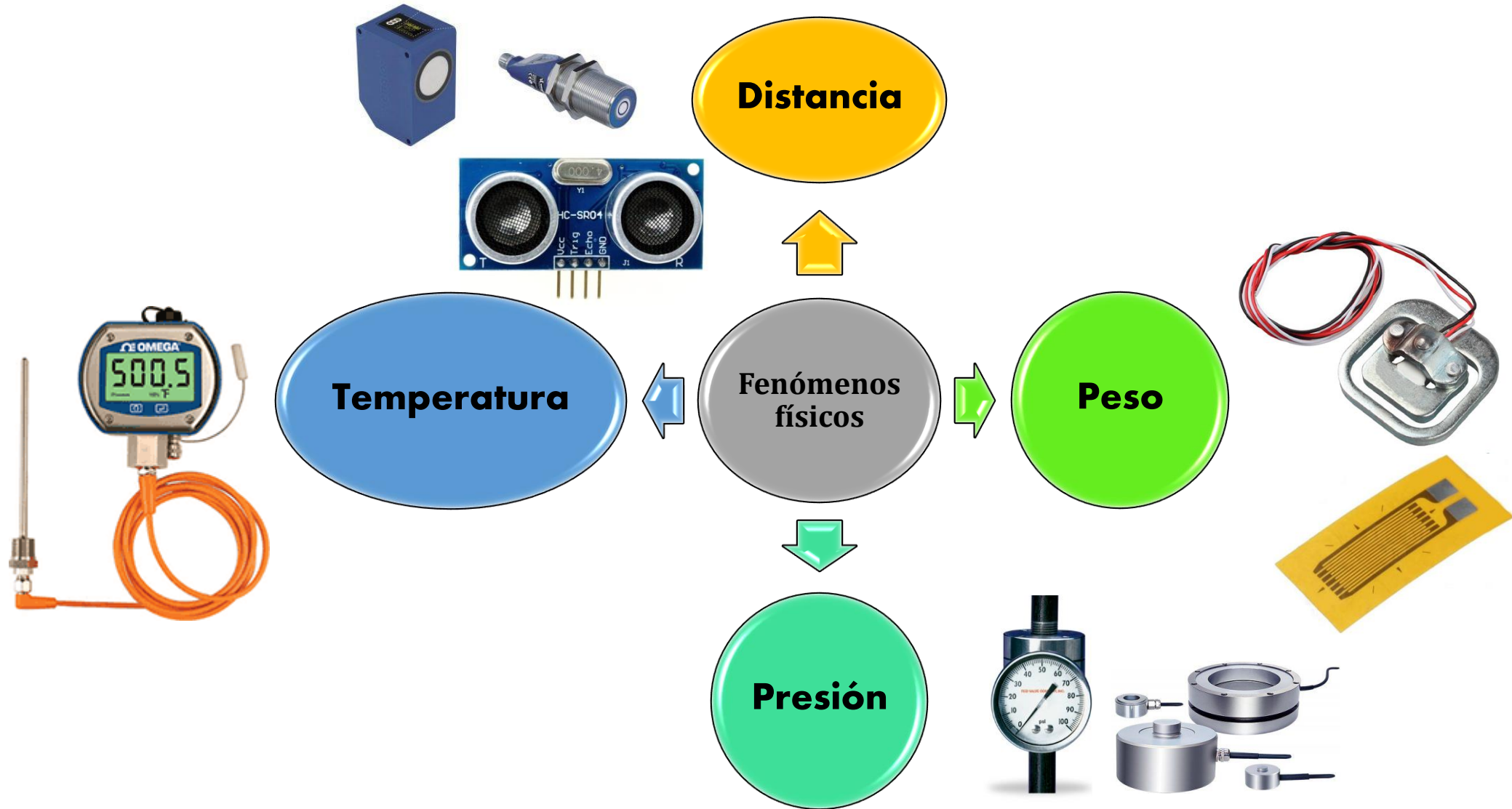


Proceso de realizar mediciones de fenómenos físicos y registrarlos de cierta forma en particular para su posterior análisis.

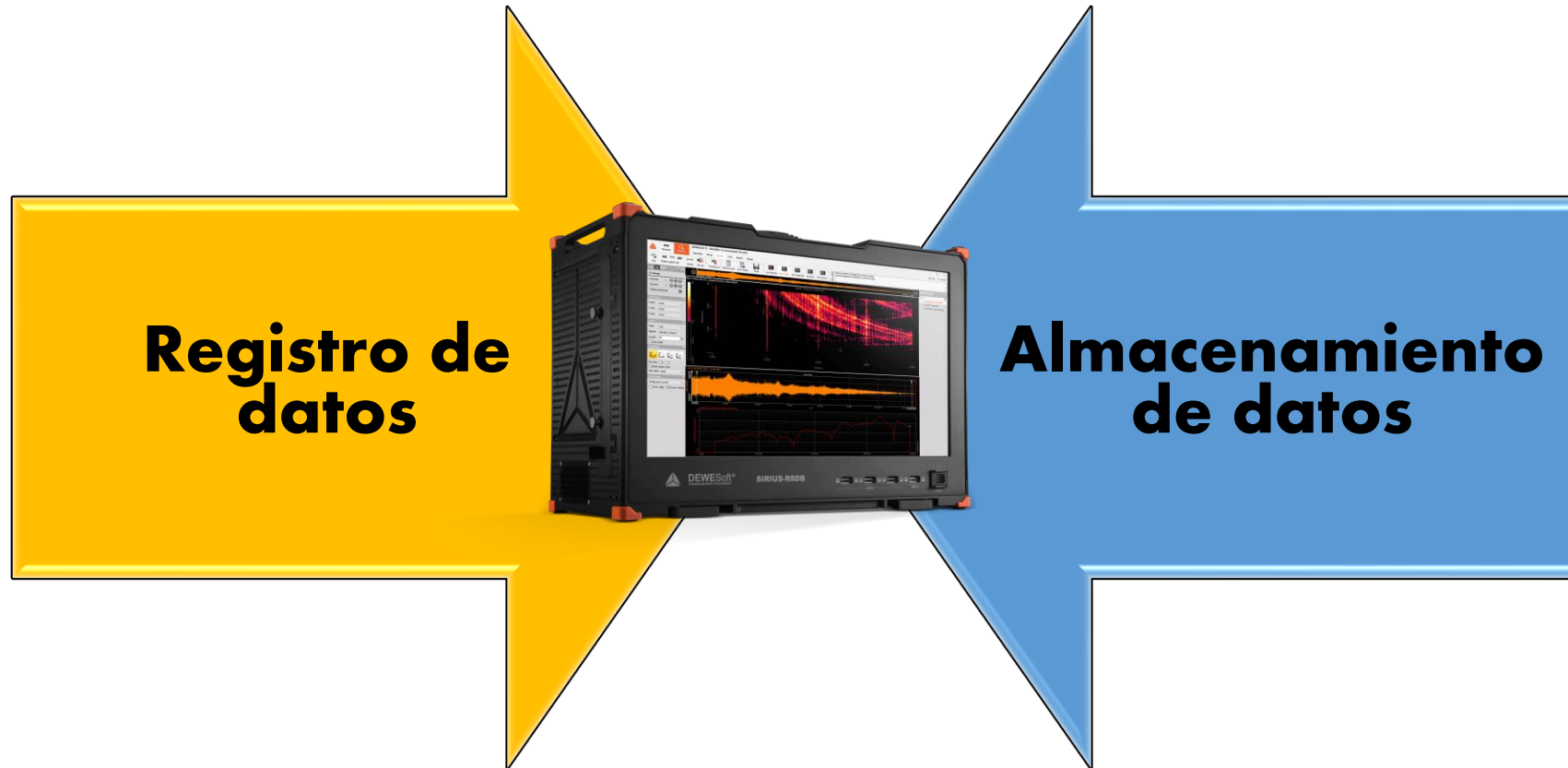
¿Qué es la adquisición de datos?



¿Qué es la adquisición de datos?



Propósito de la adquisición de datos



1. **Visualización de datos en tiempo real.**
2. **Revisión de datos posteriores a la grabación.**
3. **Análisis de datos utilizando varios cálculos matemáticos y estadísticos.**
4. **Generación del informe.**

Propósito de la adquisición de datos

Adquisición y control de datos



SCADA



Es un sistema computarizado que monitorea el desempeño del equipo en tiempo real para controlar y cambiar configuraciones comunicándose con el sistema de control del equipo. Está configurado para almacenar todos los datos de operación durante años. Esta información puede analizarse para replicar las condiciones óptimas

Sistemas actuales para la adquisición de datos

Tres elementos principales



Sistemas actuales para la adquisición de datos

Wireless



Comunicación en serie



Ethernet



Plug-in Boards
(Integrados)



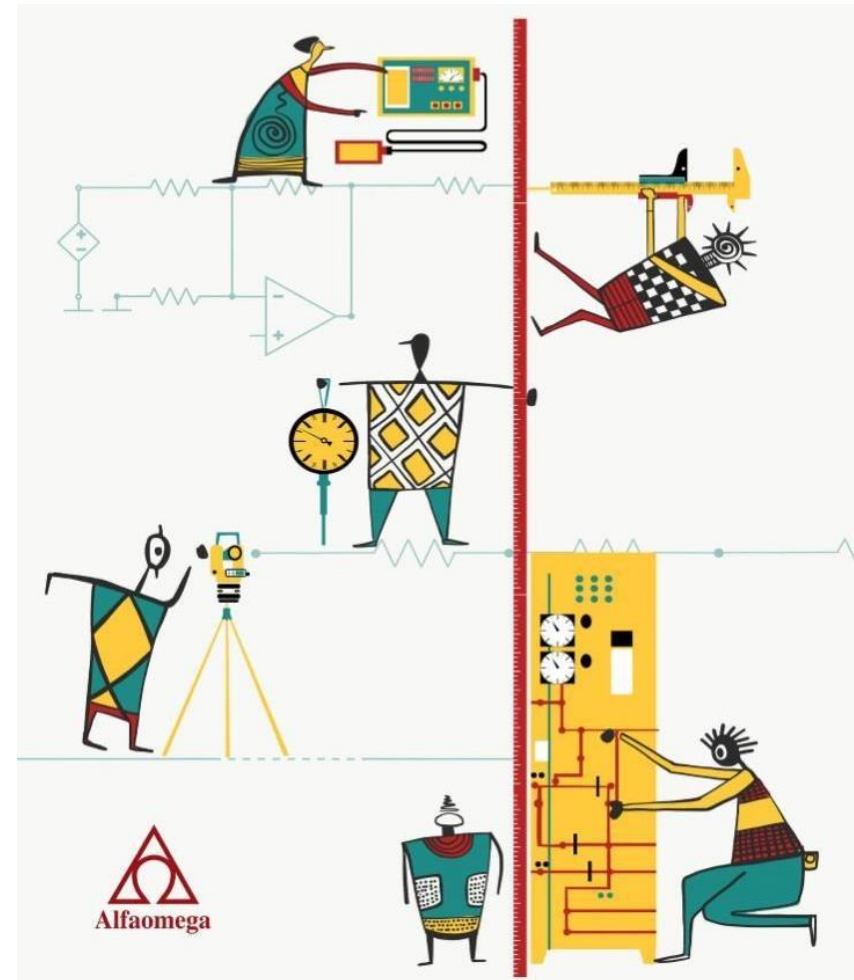
Importancia de los sistemas DAQ

Los sistemas de adquisición de datos o dispositivos DAQ son esenciales en la **prueba de productos**, desde automóviles hasta dispositivos médicos, básicamente, cualquier dispositivo electromecánico que utilice la gente.

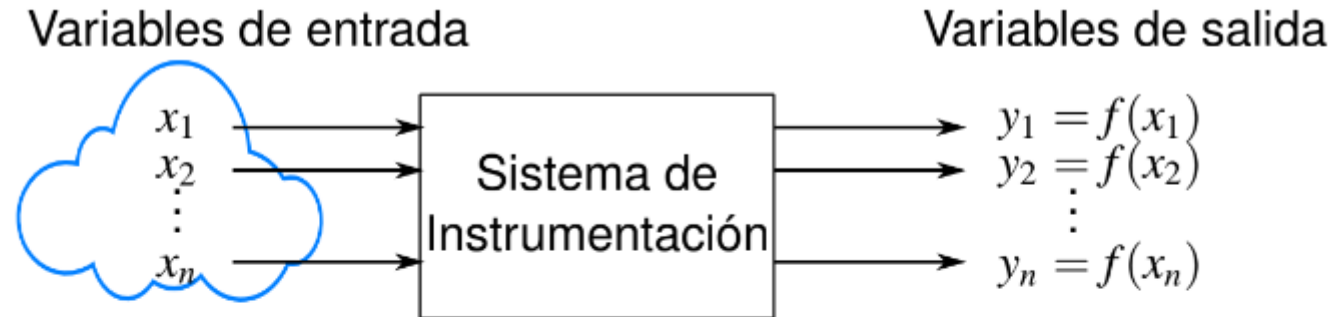


El proceso de medición como herramienta fundamental de los sistemas DAQ

La adquisición de datos es el proceso de convertir señales del mundo real al dominio digital para su visualización, almacenamiento y análisis. Debido a que los fenómenos físicos existen en el dominio analógico, es decir, el mundo físico en el que vivimos, primero deben medirse allí y luego convertirse al dominio digital.



El proceso de medición como herramienta fundamental de los sistemas DAQ

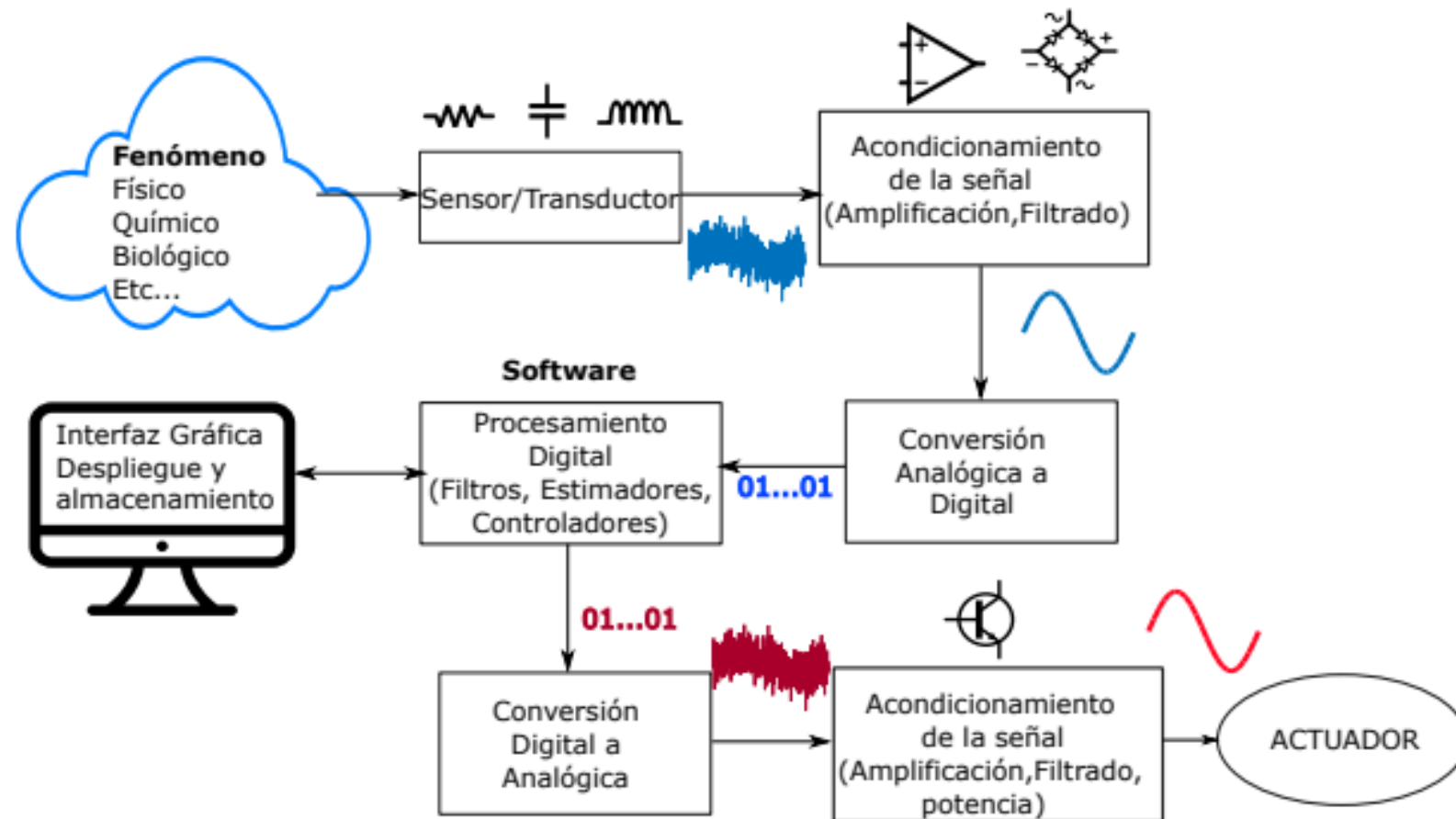


Medición: Obtener información del estado, cantidad, o valor de diversas variables.

Instrumentación: Uso de equipos y tecnologías para medir, procesar e interpretar datos experimentales.

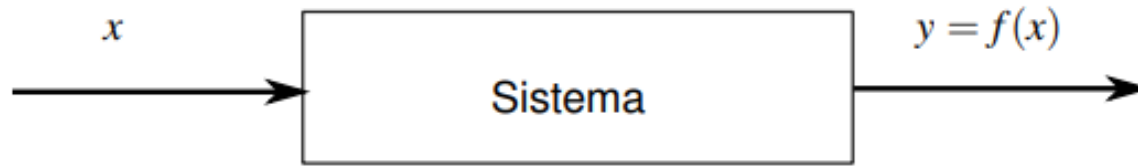
El proceso de medición como herramienta fundamental de los sistemas DAQ

Sistema de instrumentación

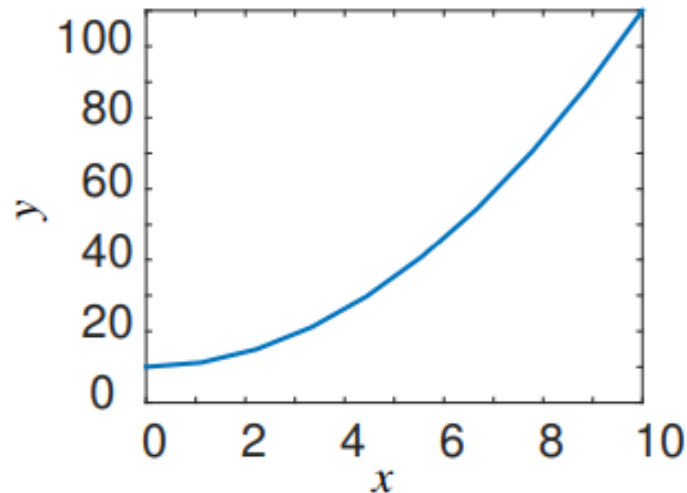


El proceso de medición como herramienta fundamental de los sistemas DAQ

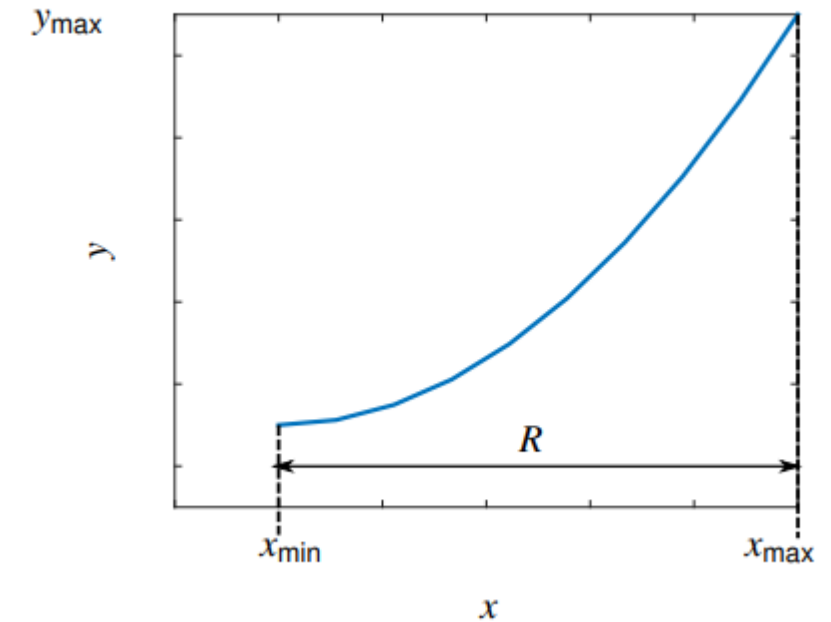
Caracterización Estática de los Sistemas de Instrumentación



Curva de calibración, y vs x - Función de transferencia estática

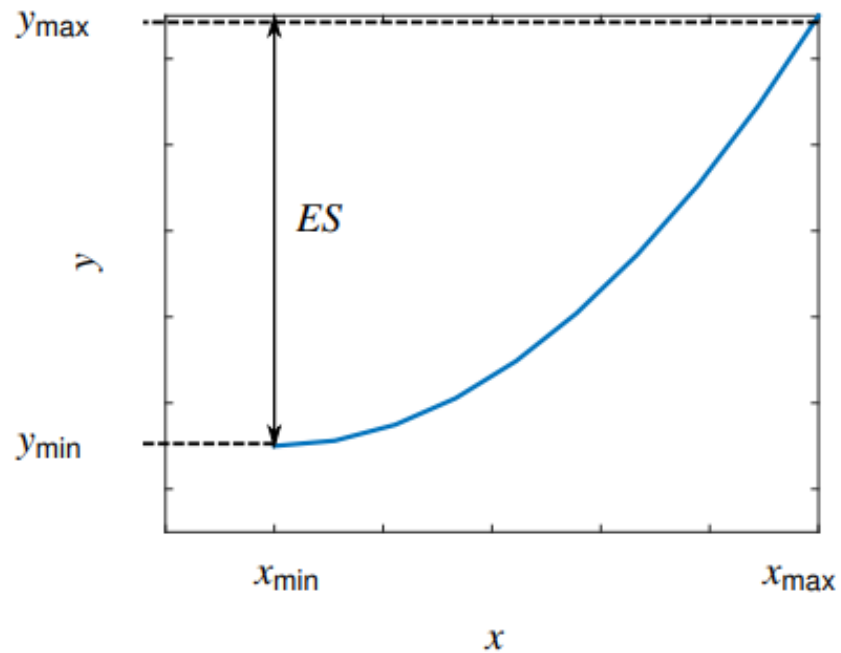


Rango ó campo de medida: $R := x_{\max} - x_{\min}$

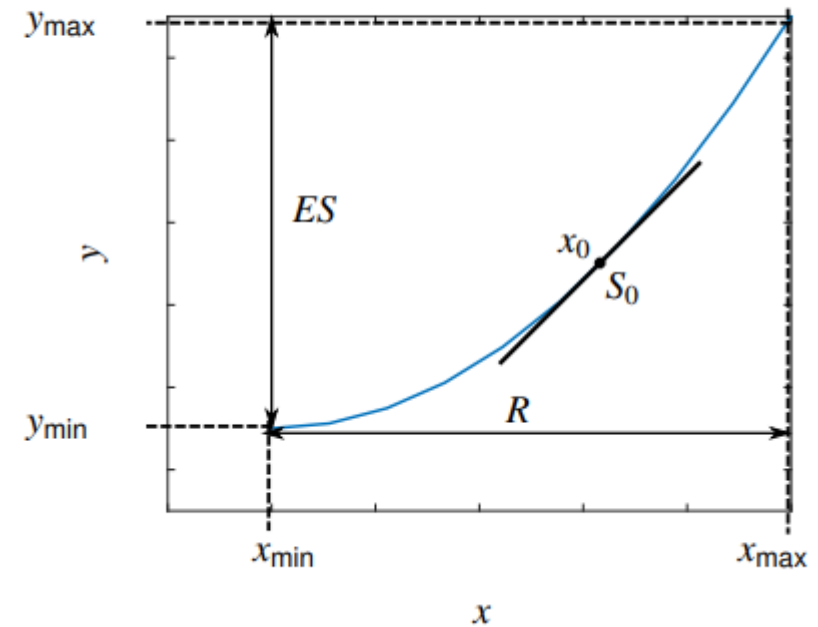


El proceso de medición como herramienta fundamental de los sistemas DAQ

Escala de salida: $ES := y_{\max} - y_{\min}$



Sensibilidad: $S_i := \frac{dy_i}{dx_i} \quad \forall x = 0, 1, \dots, N$



El proceso de medición como herramienta fundamental de los sistemas DAQ

Exactitud

Capacidad de un instrumento de dar lecturas \tilde{y} cercanas al valor verdadero o ideal y , con el cual el instrumento es calibrado.

★ Generalmente \tilde{y} se desvía de y debido a interferencias internas o externas (humedad, temperatura, vibración , ...)

Exactitud (*Accuracy*) $\tilde{y} \approx y$

$$A := 1 - \left| \frac{y - \tilde{y}}{y} \right| \quad \text{ó} \quad \%A := A * 100$$

El proceso de medición como herramienta fundamental de los sistemas DAQ

Precisión

Característica de un instrumento que indica que tan cercanas son las mediciones \tilde{y} entre sí. Bajo las mismas condiciones.

★ Probabilidad de que \tilde{y} se encuentre dentro de un conjunto de \bar{y} .

Precisión (*precision*) $\tilde{y} \approx \bar{y}$

$$\bar{y}_n = N^{-1} \sum_{n=1}^N \tilde{y}_n$$

$$P := 1 - \left| \frac{\tilde{y} - \bar{y}}{\bar{y}} \right|$$

N : muestras

El proceso de medición como herramienta fundamental de los sistemas DAQ

Exactitud vs Precisión



Preciso y Exacto



Poco preciso y Exacto



Muy preciso y poco Exacto



Poco preciso y poco Exacto

Un sistema **exacto** es **preciso**, pero un sistema **preciso** no es necesariamente **exacto**.

El proceso de medición como herramienta fundamental de los sistemas DAQ

Repetibilidad

Grado de cercanía de un conjunto de mediciones

$\tilde{Y} = \{\tilde{y}_1, \tilde{y}_2, \dots, \tilde{y}_N\}$, bajo la misma entrada x y obtenidas por el mismo observador, con el mismo método y el instrumento con las mismas condiciones; pero con un **tiempo corto** de operación.

Reproducibilidad

Similar a la repetibilidad, pero la medición se realiza durante un largo periodo, con diferentes operadores y con diferentes instrumentos.

$$|\tilde{y}_{i+1} - \tilde{y}_i| = 95\%$$

El proceso de medición como herramienta fundamental de los sistemas DAQ

Repetibilidad

Grado de cercanía de un conjunto de mediciones

$\tilde{Y} = \{\tilde{y}_1, \tilde{y}_2, \dots, \tilde{y}_N\}$, bajo la misma entrada x y obtenidas por el mismo observador, con el mismo método y el instrumento con las mismas condiciones; pero con un **tiempo corto** de operación.

Reproducibilidad

Similar a la repetibilidad, pero la medición se realiza durante un largo periodo, con diferentes operadores y con diferentes instrumentos.

$$|\tilde{y}_{i+1} - \tilde{y}_i| = 95\%$$

El proceso de medición como herramienta fundamental de los sistemas DAQ

Error

Desviación de la salida medida \tilde{y} del valor real y .

- Error absoluto

$$\epsilon := \tilde{y} - y$$

- Error porcentual

$$\% \epsilon := \frac{\tilde{y} - y}{ES} \times 100$$

- Error relativo

$$\% \epsilon := \frac{\tilde{y} - y}{y} \times 100$$

El proceso de medición como herramienta fundamental de los sistemas DAQ

Corrección

Durante la calibración de un instrumento, el error debe ser compensado usando algún circuito, microprocesador o PC. La **corrección** es un valor que debe ser sumado al valor medido para alcanzar el valor verdadero.

$$\text{Corr}(r) := y - \tilde{y} := -\epsilon$$

El proceso de medición como herramienta fundamental de los sistemas DAQ

Incertidumbre

Es el **rango** de la desviación entre valor medido \tilde{y} y el valor real y . En un conjunto de lecturas $\tilde{Y} = \{\tilde{y}_1, \tilde{y}_2, \dots, \tilde{y}_N\}$, la incertidumbre indica el **rango de errores**.

$$\mathcal{U} \in [-r_{\max}, +r_{\max}] \quad \pm r_{\max}$$

Es un error límite, expresado comúnmente en porcentaje de la ES.

El proceso de medición como herramienta fundamental de los sistemas DAQ

Resolución

Mínimo valor de salida que puede ser medido, dado un mínimo cambio en la variable de entrada.

Es inherente al instrumento y depende de sus características estructurales o geométricas. * Es un valor acotado.

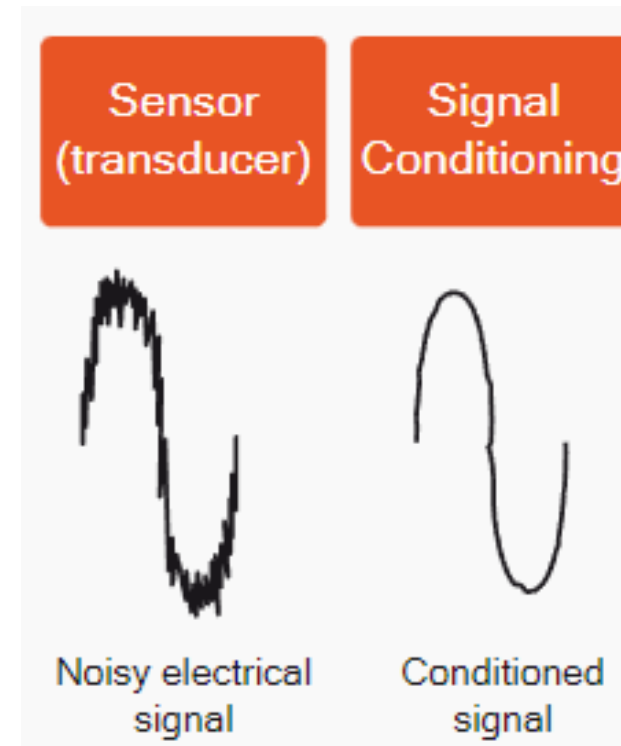
Sensores y transductores



Dependiendo del tipo de sensor, su salida eléctrica puede ser un voltaje, corriente, resistencia u otro atributo eléctrico que varía con el tiempo. La salida de estos sensores analógicos generalmente está conectada a la entrada de un acondicionador de señal, que discutiremos en la siguiente sección

Acondicionadores de señales

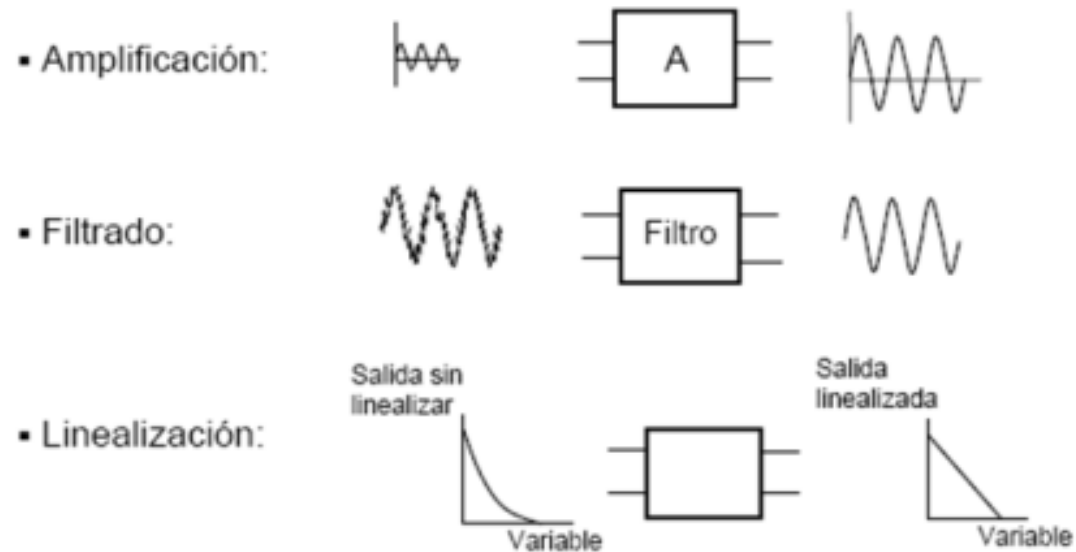
Los acondicionadores de señal se dedican a tomar la salida de los sensores analógicos y prepararlos para muestrearlos digitalmente.



El circuito de acondicionamiento de señales necesita linealizar la salida del sensor, así como proporcionar aislamiento y amplificación para llevar el voltaje muy pequeño hasta un nivel nominal para la digitalización.

Acondicionadores de señales

Cada acondicionador de señal está diseñado por el fabricante para realizar **la normalización elemental de la salida del sensor** para asegurar su linealidad y fidelidad a los fenómenos de la fuente, y prepararlo para la digitalización. Y dado que cada tipo de sensor es diferente, los acondicionadores de señal deben adaptarse perfectamente a ellos.



Aislamiento de las señales

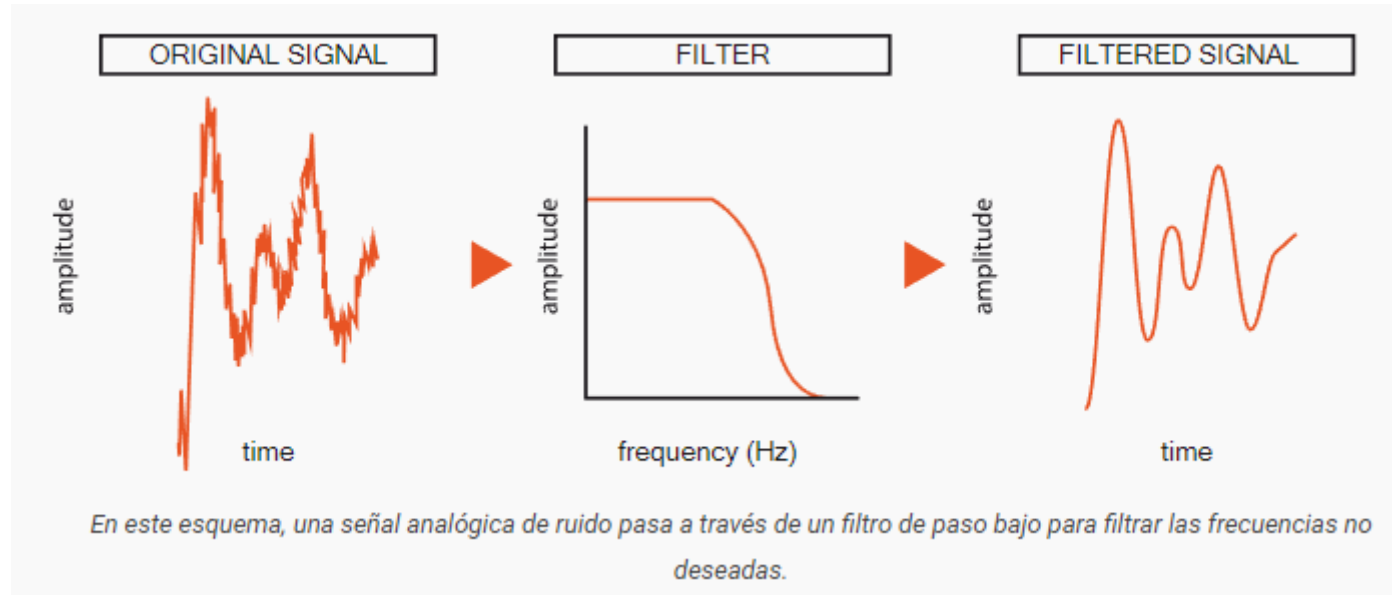
El **aislamiento eléctrico** es la separación de un circuito de otras fuentes de potenciales eléctricos.



Los mejores sistemas de adquisición de datos tienen entradas aisladas, para preservar la integridad de la cadena de señales y garantizar que lo que emite el sensor sea realmente lo que se ha leído.

Filtrado de las señales

- Prácticamente todas las señales que queremos medir pueden verse afectadas por **interferencias o ruidos eléctricos**.

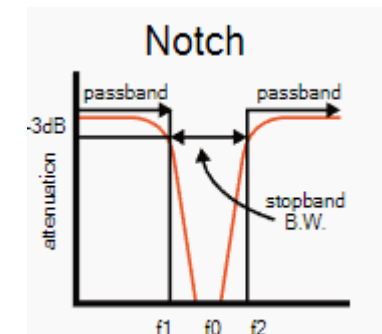
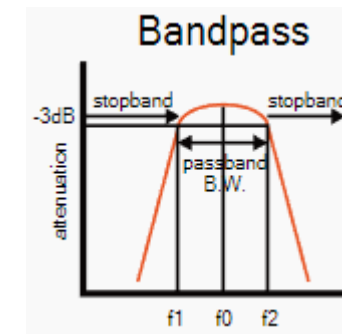
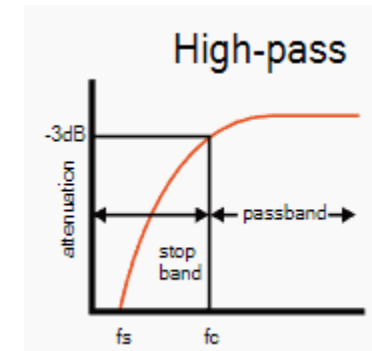
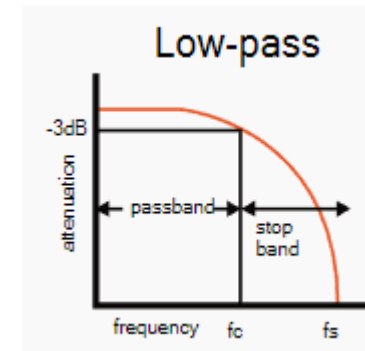


Por lo tanto, los mejores sistemas de acondicionamiento de señales proporcionan un filtrado seleccionable que el ingeniero puede utilizar para eliminar estas interferencias y realizar mejores mediciones.

Filtrado de las señales

Los filtros se expresan normalmente en términos de la banda sobre la que operan.

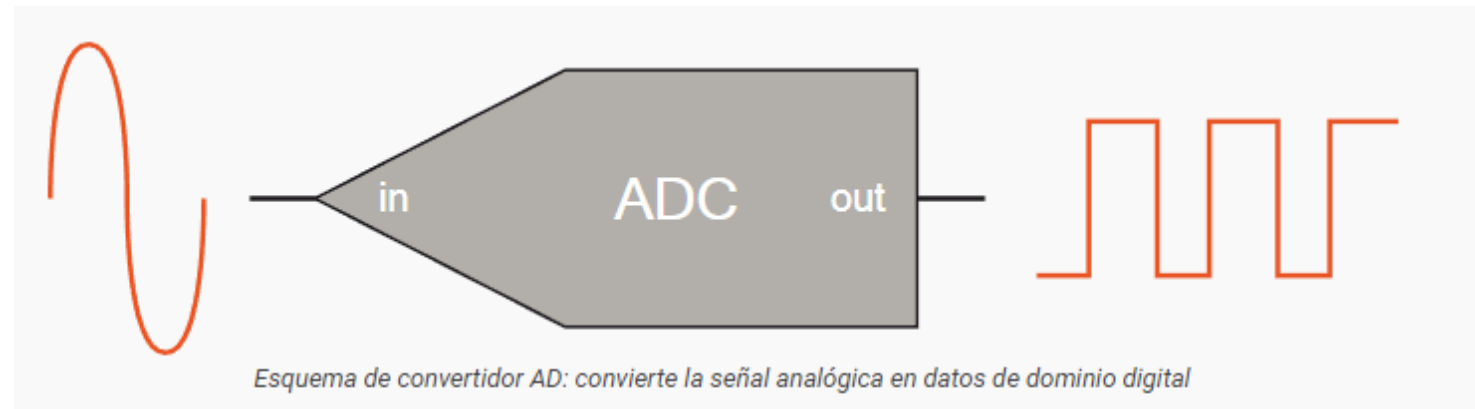
- **Filtro de paso bajo:** este filtro reduce o se “apaga” a partir de una frecuencia determinada y las que están por encima de ella.
- **Filtro de paso alto:** hace lo contrario y permite el paso de frecuencias que están por encima de una determinada frecuencia.
- **Filtros de paso de banda y de rechazo de banda:** pasan o detienen (rechazan) frecuencias entre dos valores dados.



Convertidor Analógico-Digital

La salida de la mayoría de las condiciones de la señal de medición física es una señal analógica. Es necesario convertir esta señal a una serie de valores digitales de alta velocidad para que el sistema de adquisición de datos pueda visualizarla y almacenarla.

En los primeros días de la adquisición de datos, los **ADC de 8 bits** eran comunes. Actualmente, los **ADC de 24 bits** son estándar entre la mayoría de los sistemas de adquisición de datos diseñados para realizar mediciones dinámicas, y los **ADC de 16 bits** se consideran comúnmente la resolución mínima para las señales en general.



Convertidor Analógico-Digital

Resolución de un ADC r : Voltaje mínimo que puede ser digitalizado. Depende del número de bits m y del voltaje de referencia V_{ref} .

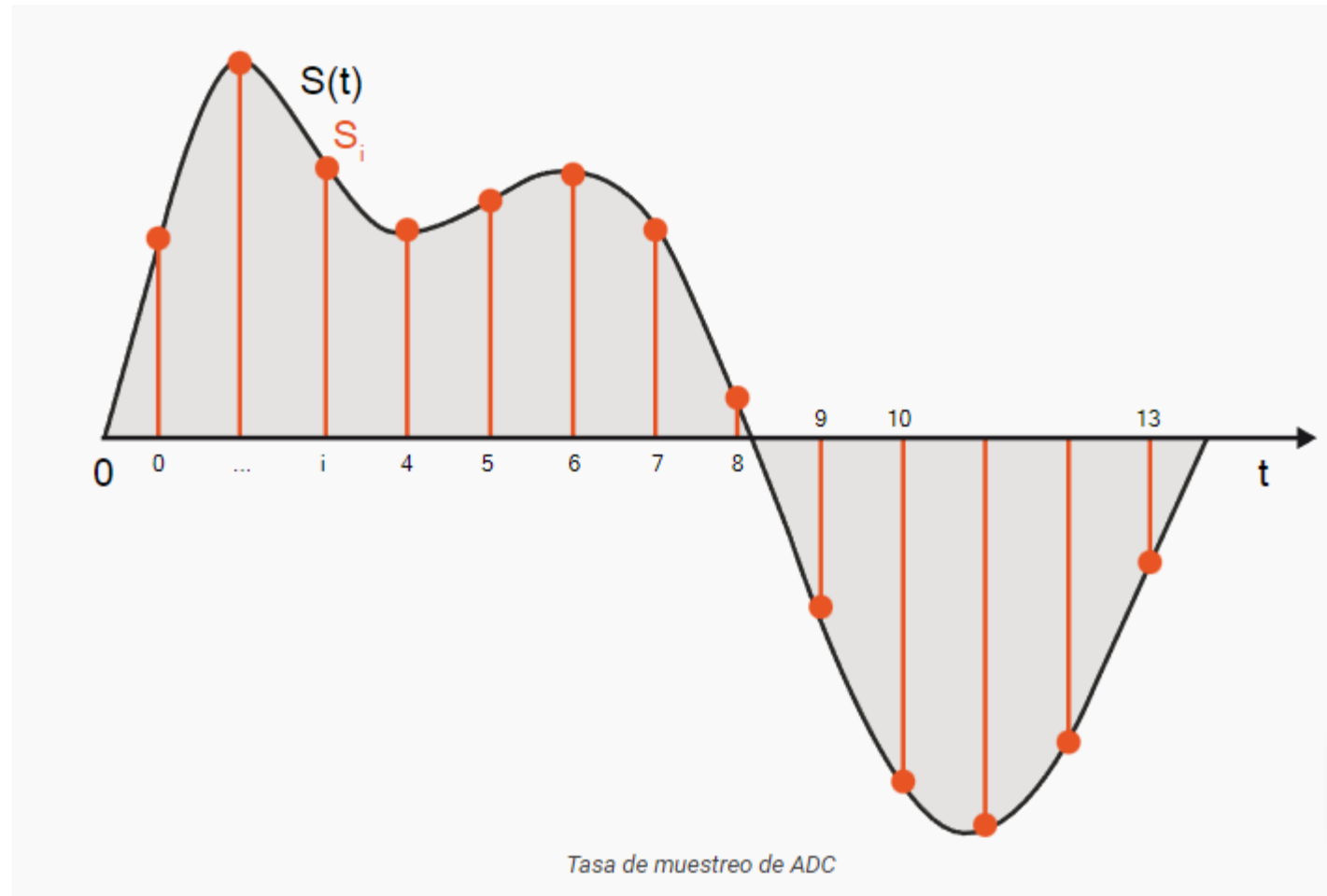
$$r = \frac{V_{\text{ref}}}{2^m - 1}$$

Por ejemplo, si $m = 8$ y $V_{\text{ref}} = 5\text{V}$

$$r = \frac{5\text{V}}{2^8 - 1} = 0.0196\text{V} \approx 19.6\text{mV}$$

Convertidor Analógico-Digital

La velocidad a la que se convierten las señales se denomina **frecuencia de muestreo**.



Convertidor Analógico-Digital

TEOREMA DE MUESTREO DE NYQUIST

La formulación más conocida del teorema es que para poder reconstruir una señal muestreada, **la frecuencia de muestreo debe ser superior al doble del ancho de banda.**

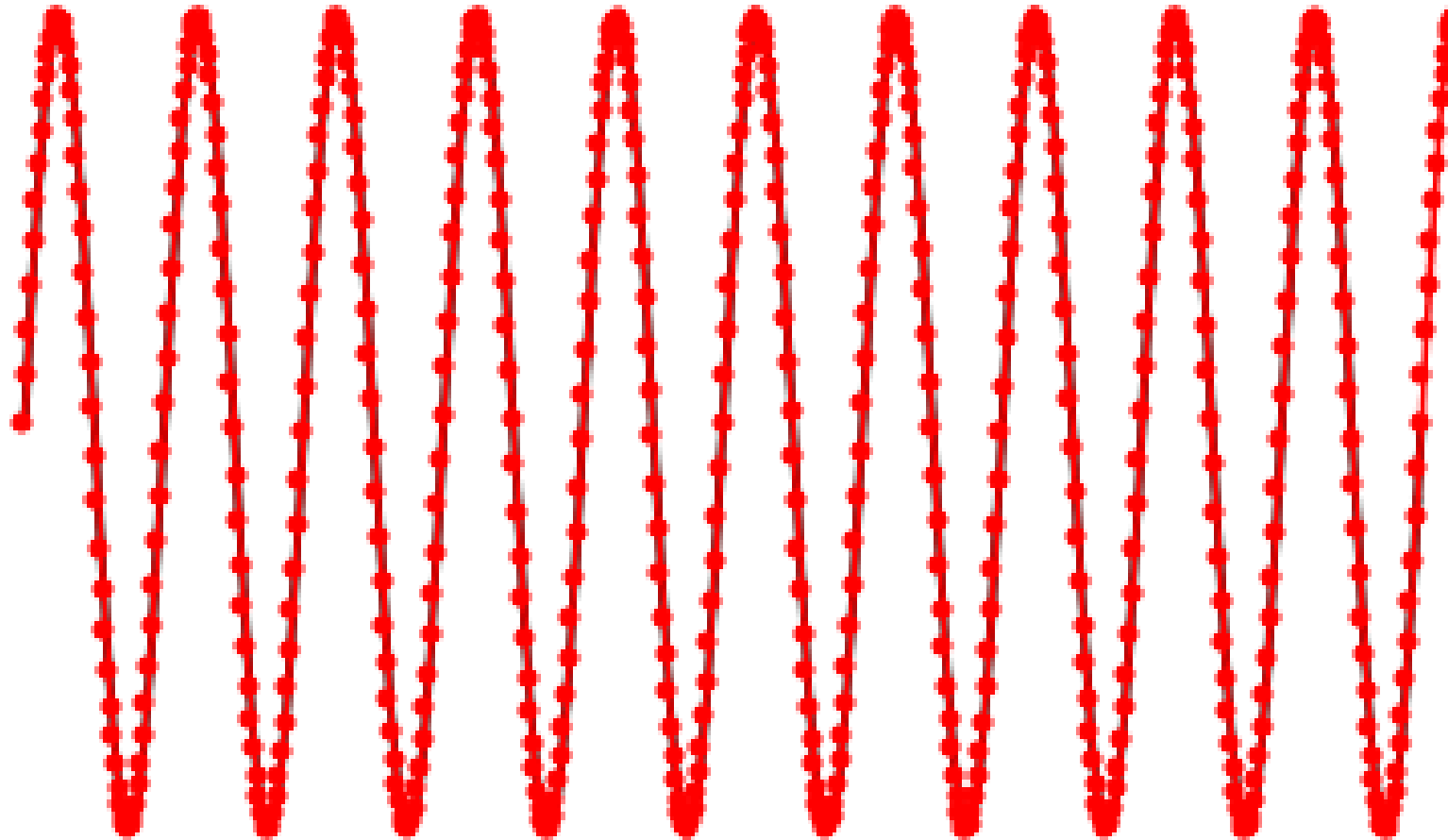


Claude Shannon



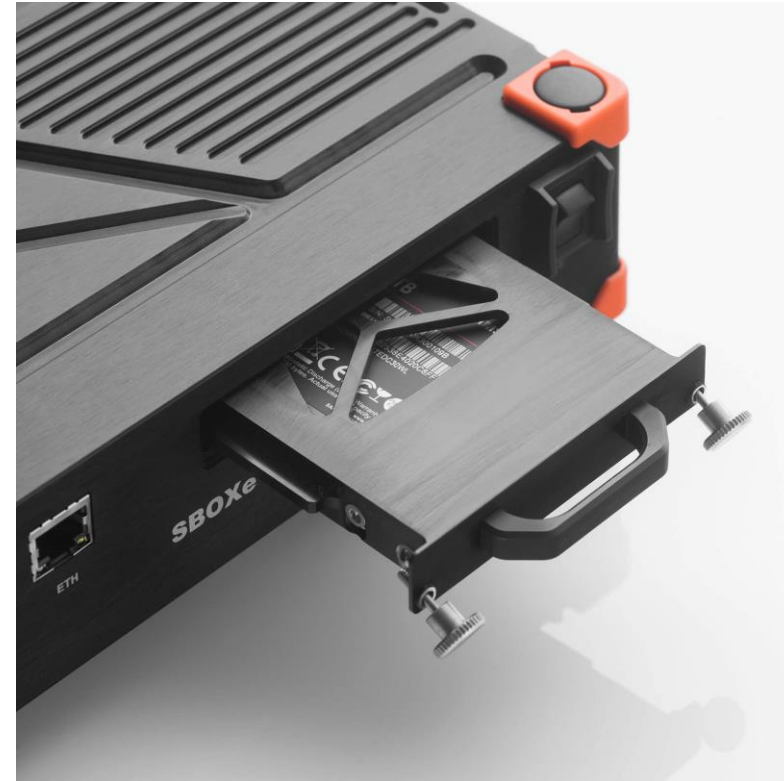
Harry Nyquist

Convertidor Analógico-Digital



Almacenamiento de datos adquiridos

Los sistemas de adquisición de datos actuales generalmente utilizan una unidad de disco duro de estado sólido (SSD o HDD) para transmitir datos desde el subsistema ADC al almacenamiento permanente. Escribir los datos en el disco también permite analizarlos una vez finalizada la prueba.



Visualización de datos adquiridos

Una de las funciones más críticas de cualquier sistema DAQ es la capacidad de **visualizar los datos en tiempo real** durante el almacenamiento de datos. Los sistemas suelen emplear una pantalla plana integrada o separada, que se puede configurar en una variedad de formatos visuales.



- Registradores
- Osciloscopio
- Medidores
- Gráficos
- Video
- GPS
- Interfaz Gráfica



Nuestros ojos son atraídos por los colores y patrones. Podemos identificar rápidamente el rojo del azul o el cuadrado del círculo. Nuestra cultura es visual, lo que incluye todo tipo de cosas, desde arte y publicidad hasta televisión y películas.

Las ventajas y beneficios de una buena visualización de datos

La visualización de datos es otra forma de arte visual que capta nuestro interés y mantiene nuestros ojos en el mensaje. Cuando vemos un gráfico, vemos rápidamente las tendencias y los valores atípicos. Si podemos ver algo, lo interiorizamos rápidamente

Análisis de datos adquiridos

Una vez que se han almacenado en el sistema DAQ, los datos también se pueden analizar utilizando herramientas integradas en el sistema DAQ o software de análisis de datos de terceros.



- Los usuarios incorporan el análisis en sus aplicaciones y programas de varios modos. Ciertas consideraciones ayudan a determinar el modo en que debe realizarse el análisis.

¡Gracias por su asistencia!

- Para cualquier duda, comentario o sugerencia

RRamirezC@iingen.unam.mx

LGonzalezA@iingen.unam.mx

iidaq.soporte@gmail.com