

Sistemas de adquisición de datos

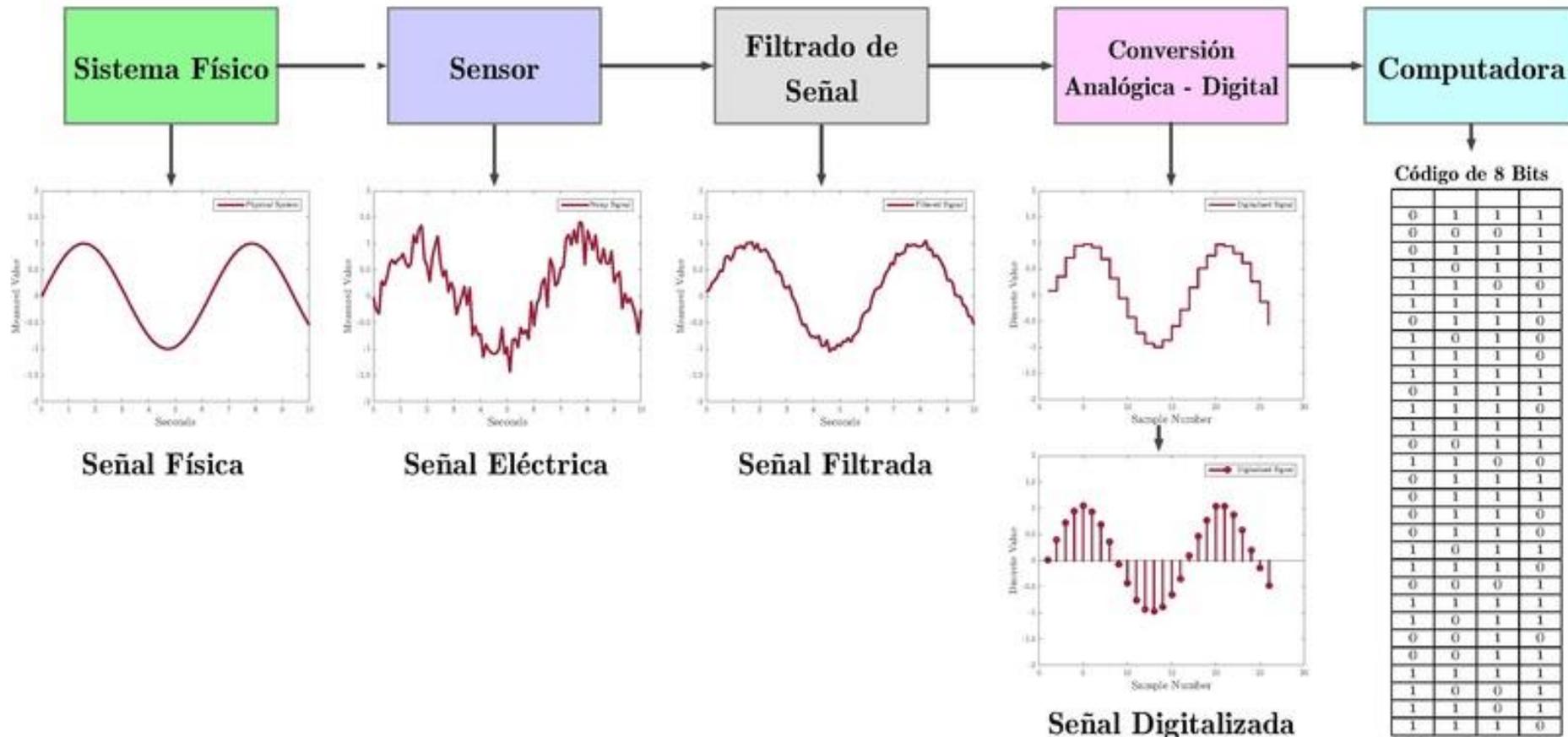
Laboratorio 1C – Cátedra Goyanes – 2do C 2023

Federico Trupp

(basado en presentaciones de Maxi Murgia y Nico Torasso)

La **adquisición de datos** o **adquisición de señales** consiste en la toma de muestras del mundo real (sistema analógico) para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador u otros dispositivos electrónicos (sistema digital).

Sistema Digital de Adquisición de Datos



Proceso de medición

Magnitud física



Instrumento

Tipo de funcionamiento:

Pasivo

Activo

Tipo de señal:

Analógico

Digital

Instrumentos

Pasivo

La medición se genera completamente por la magnitud que se quiere medir

Activo

La cantidad a medir activa la magnitud de fuente de entrada de energía externa que produce la medición

	Pasivos	Activos
Energía	Proviene de lo que se quiere medir	Externa <ul style="list-style-type: none">- Eléctrica- Hidráulica- otras
Complejidad	baja	alta
Resolución	baja	alta
Costo	\$	\$\$\$
Rol humano	Alto	Bajo

Instrumentos

Ejemplos

Termómetro de mercurio



Pasivo

Multímetro



Pasivo/Activo

Micrófono condensador



Activo

Báscula de baño



Pasivo

Báscula digital



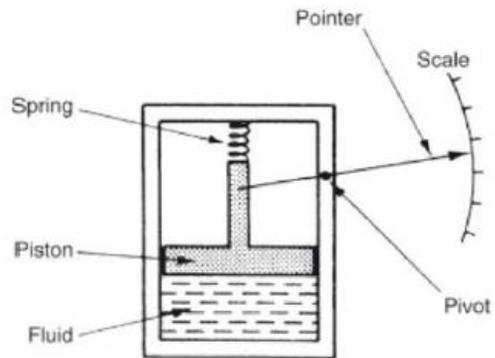
Activo

Instrumentos

Analógico

Brinda una **señal continua** de la magnitud tal cual llega, mediante agujas o numeración mecánica.

Pasivos



Ej: dial

Activos



Ej: osciloscopio analógico

Digital

Brinda una **señal discreta** de la magnitud física, requiriendo un proceso de conversión previo.



Fotodiodo



Sonda Hall



Termómetro



Sonar



Osciloscopio Digital

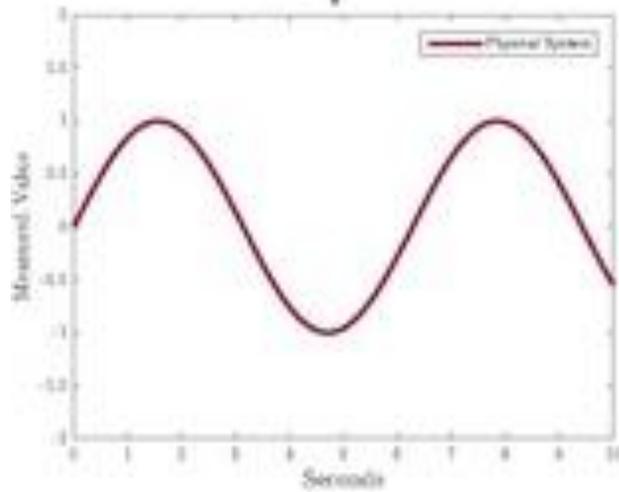


Convertor Analógico-Digital



Arduino

Sistema Físico



Señal Física

Transductores

Un **sensor** es un instrumento que “capta” magnitudes físicas. Debe tener alguna propiedad sensible a la magnitud que se desea medir en la entrada

Un sensor **transductor**, además de captar la magnitud de entrada, transforma la energía que recibe en otra forma de energía más conveniente para ser interpretada y utilizada.



Presión sonora



Corriente
Eléctrica



Fuerza



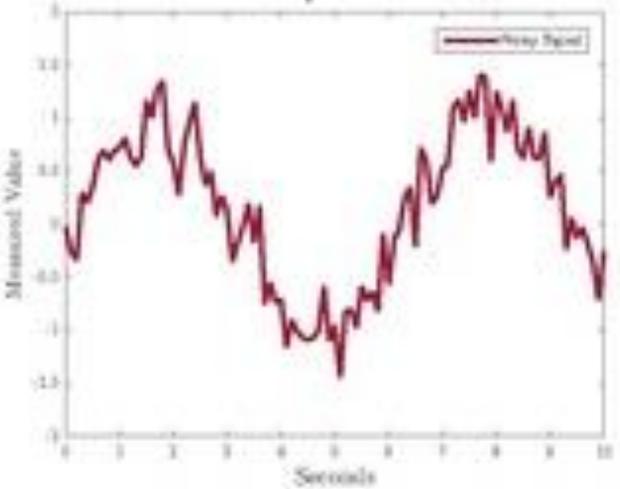
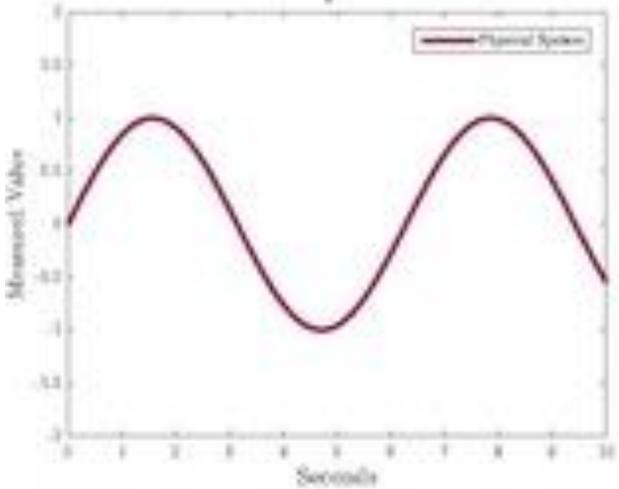
Longitud



REQUIEREN CALIBRACIÓN

Sistema Físico

Sensor



Señal Física

Señal Eléctrica

Acondicionamiento de la señal

Se manipula la señal del sensor para convertirla en una más adecuada para la adquisición de datos. Incluye distintos procesos, entre ellos:

Amplificación

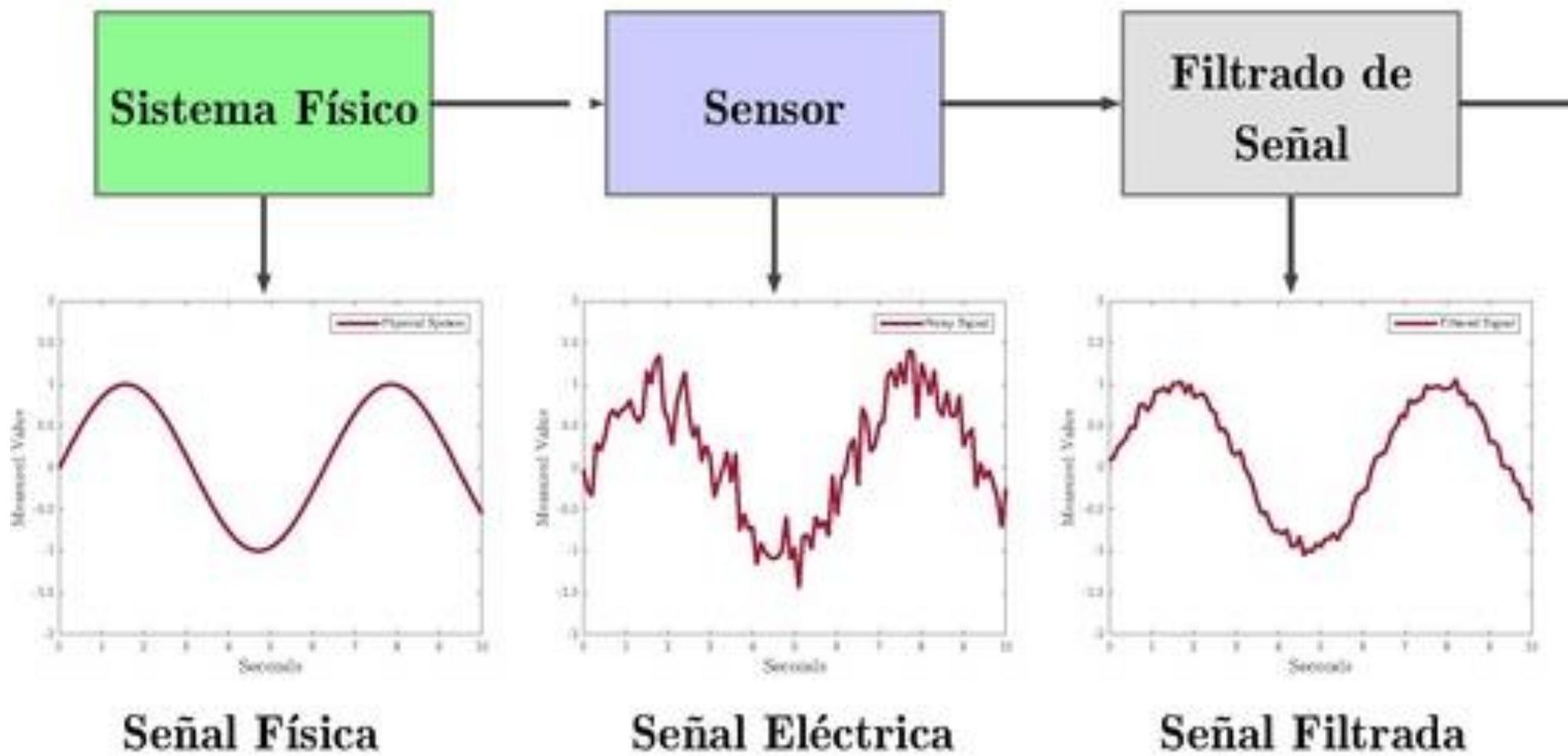
Se amplifican señales de baja amplitud para mejorar su resolución y disminuir el ruido. El máximo de la señal de entrada debe coincidir con la máxima tensión que el convertidor pueda leer.

Aislamiento

Para proteger a otros instrumentos conectados de transitorios de alta tensión que puedan dañarlos, se aísla la señal del transductor

Filtrado

Elimina las señales no deseadas (ruido) de la señal que estamos observando. Para eso se elimina la banda de frecuencia en las que se encuentran esas interferencias o ruidos.



Mundo digital

La información se guarda en **bits** (Estado binario 1 o 0).

La cantidad de bits determina la cantidad de valores discretos que puedo representar

Ejemplo

2 bits → $\begin{cases} 00 \\ 10 \\ 01 \\ 11 \end{cases}$ $2^2 = 4$
valores posibles

3 bits → $\begin{cases} 000 & 100 \\ 010 & 110 \\ 001 & 101 \\ 011 & 111 \end{cases}$ $2^3 = 8$
valores posibles

x bits → 2^x números

Digitalización de los datos

La señal **analógica** se la discretiza tanto en la magnitud de medición como en el tiempo, y se la pasa a formato **digital**. Los datos se transfieren a una computadora para su almacenamiento y análisis.

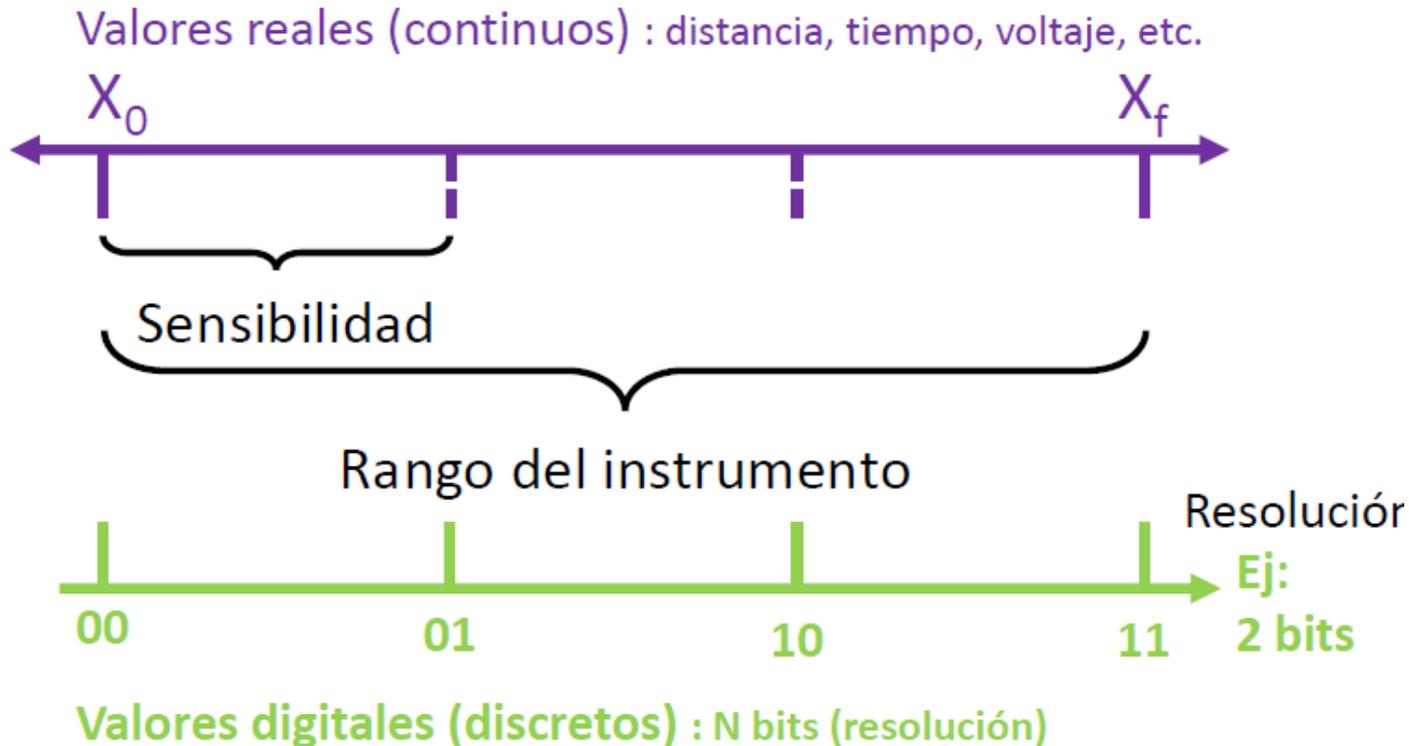
Para eso se usa un dispositivo que cumpla el rol de **conversor analógico-digital**.

La **cantidad de bits** del conversor, determina la **resolución** de la señal.

La **frecuencia de muestreo** determina la **resolución temporal** de la digitalización.

Digitalización de los datos

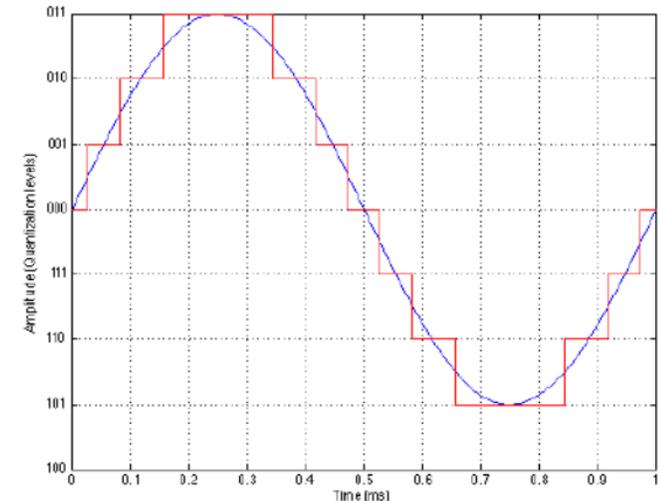
La cantidad de bits del conversor, determina la resolución de la señal.



Sensibilidad:

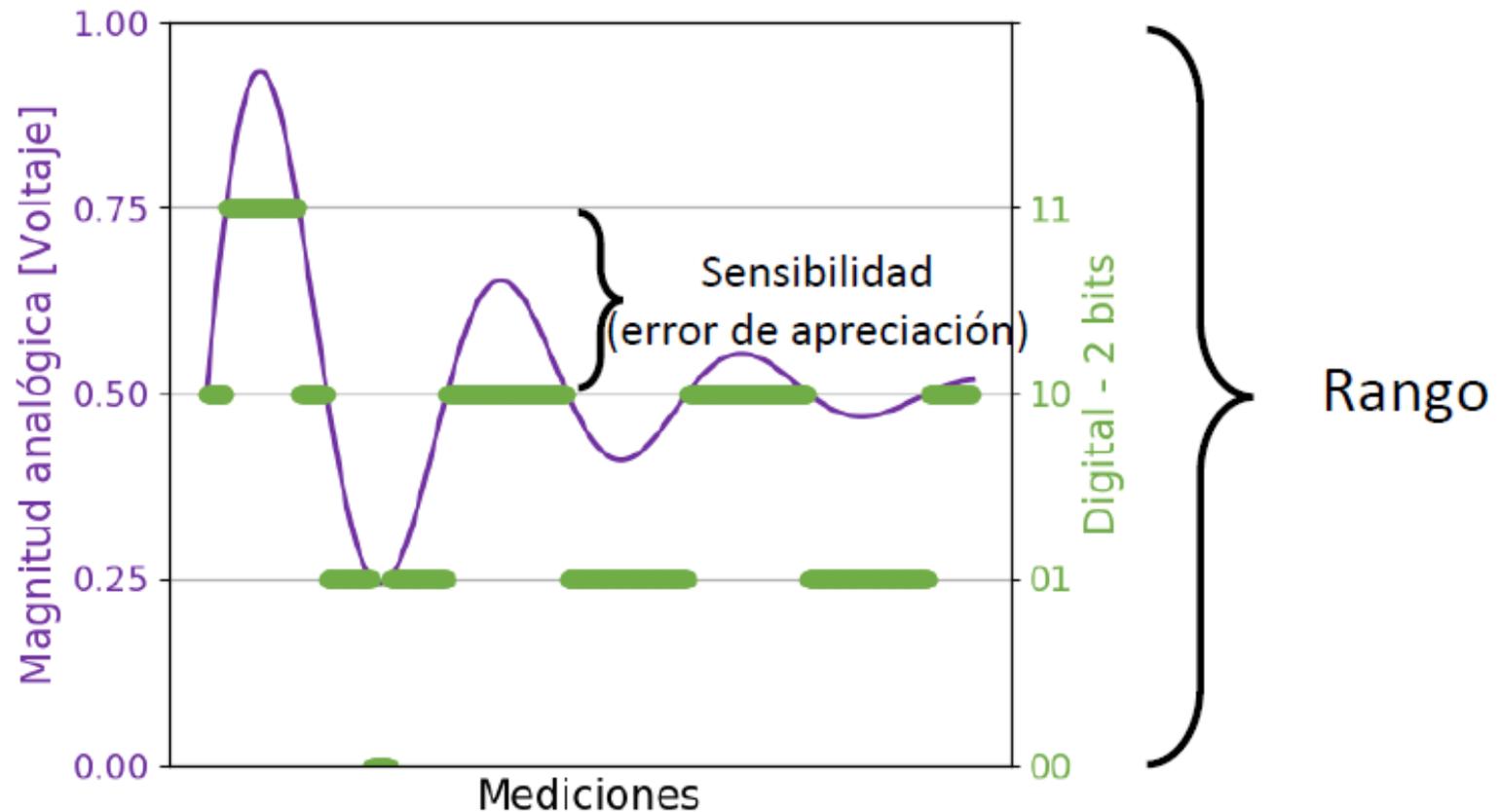
$$Sensibilidad = \frac{\text{Rango operativo}}{2^N}$$

N: número de bits



Digitalización de los datos

La cantidad de bits del conversor, determina la resolución de la señal.



Digitalización de los datos

La frecuencia de muestreo determina la resolución temporal de la digitalización.

Existe una discretización horizontal de la señal, es decir en el tiempo.

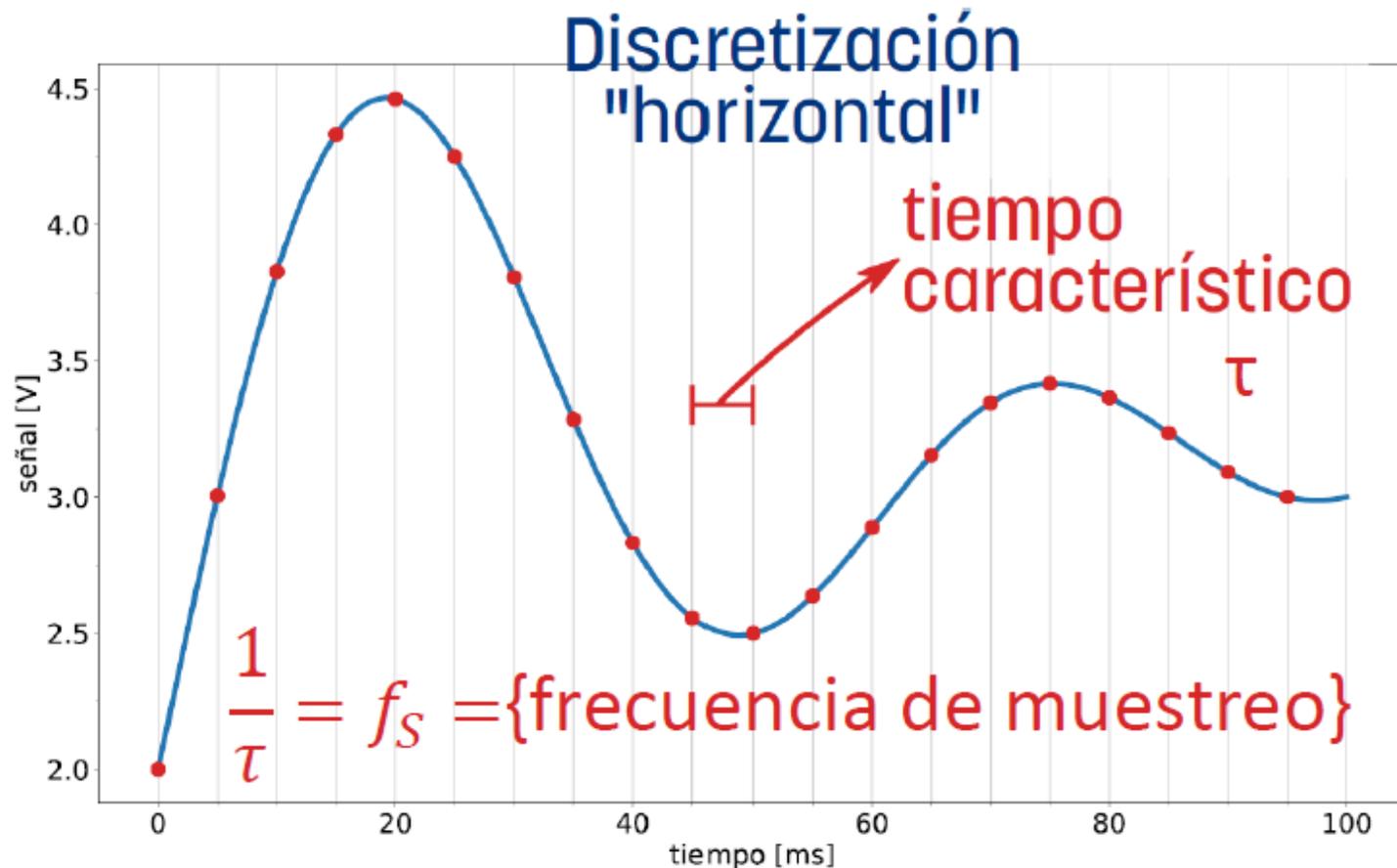
El parámetro que determina esa discretización se denomina **frecuencia de muestreo** (f_s): “Cuántos datos adquiero en 1 segundo”. Cuanto más alta la frecuencia de muestro, mayor resolución temporal, pero a la vez más datos que adquirir y almacenar.

El tiempo entre dos datos consecutivos se denomina **tiempo o período de muestreo** (τ), y también es una medida de la resolución temporal. Cuanto más pequeño, mayor resolución.

$$\tau = \frac{1}{f_s}$$

Digitalización de los datos

La frecuencia de muestreo determina la resolución temporal de la digitalización.



Digitalización de los datos

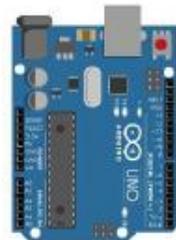
La frecuencia de muestreo determina la resolución temporal de la digitalización.

Frecuencia de muestreo [Samples / second]



Persona

1 S / s



Arduino

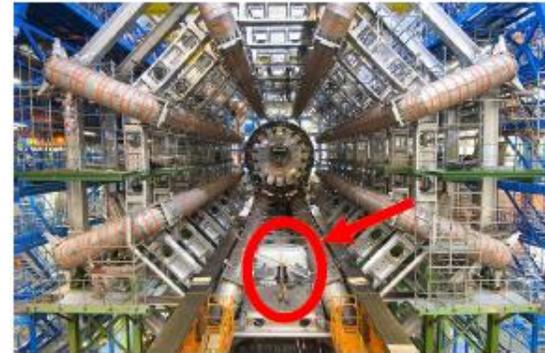
Arduino
Uno

10 kS / s



App
Phyphox
Audio

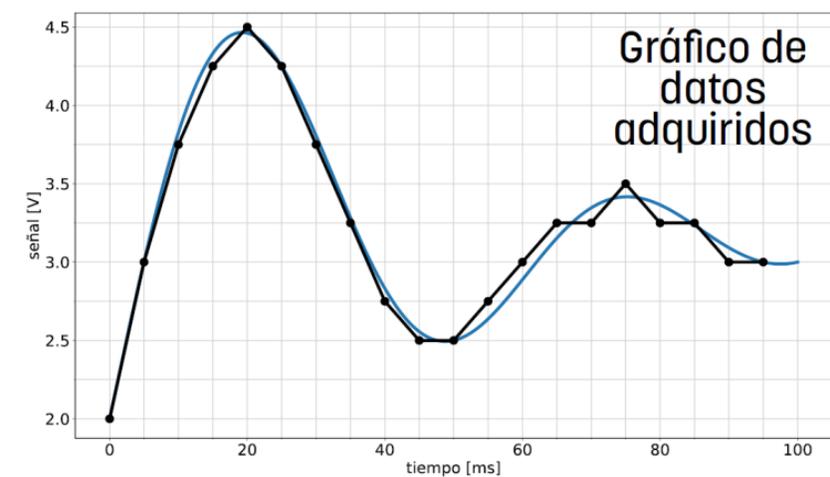
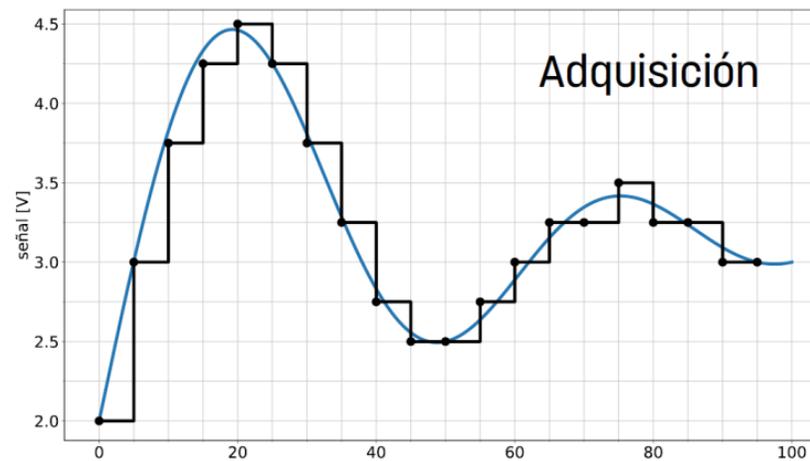
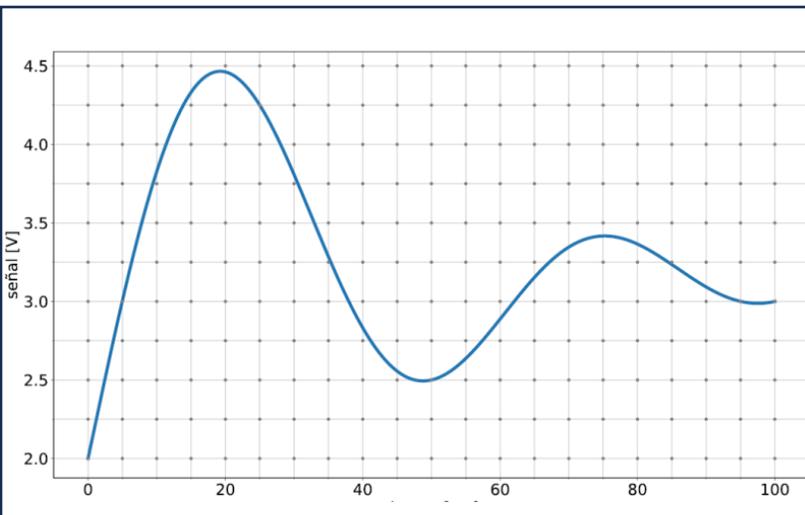
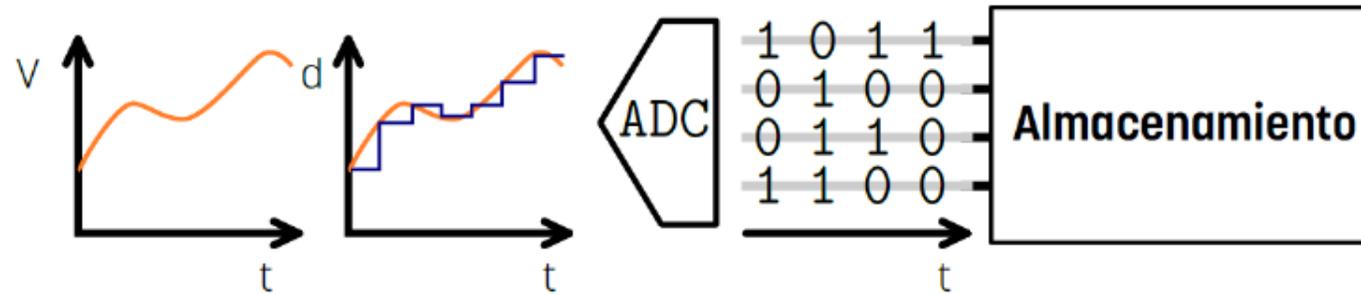
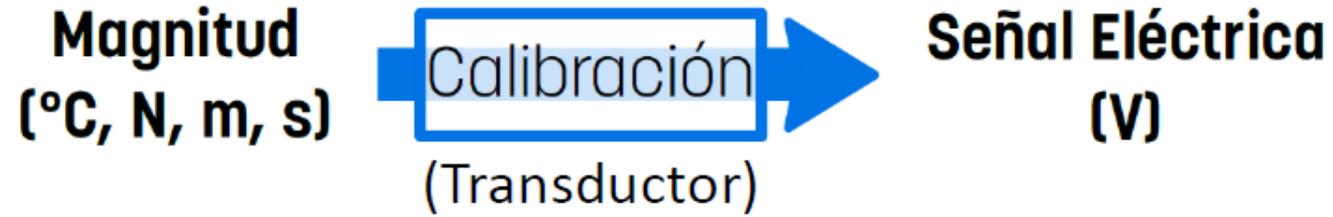
48 kS / s



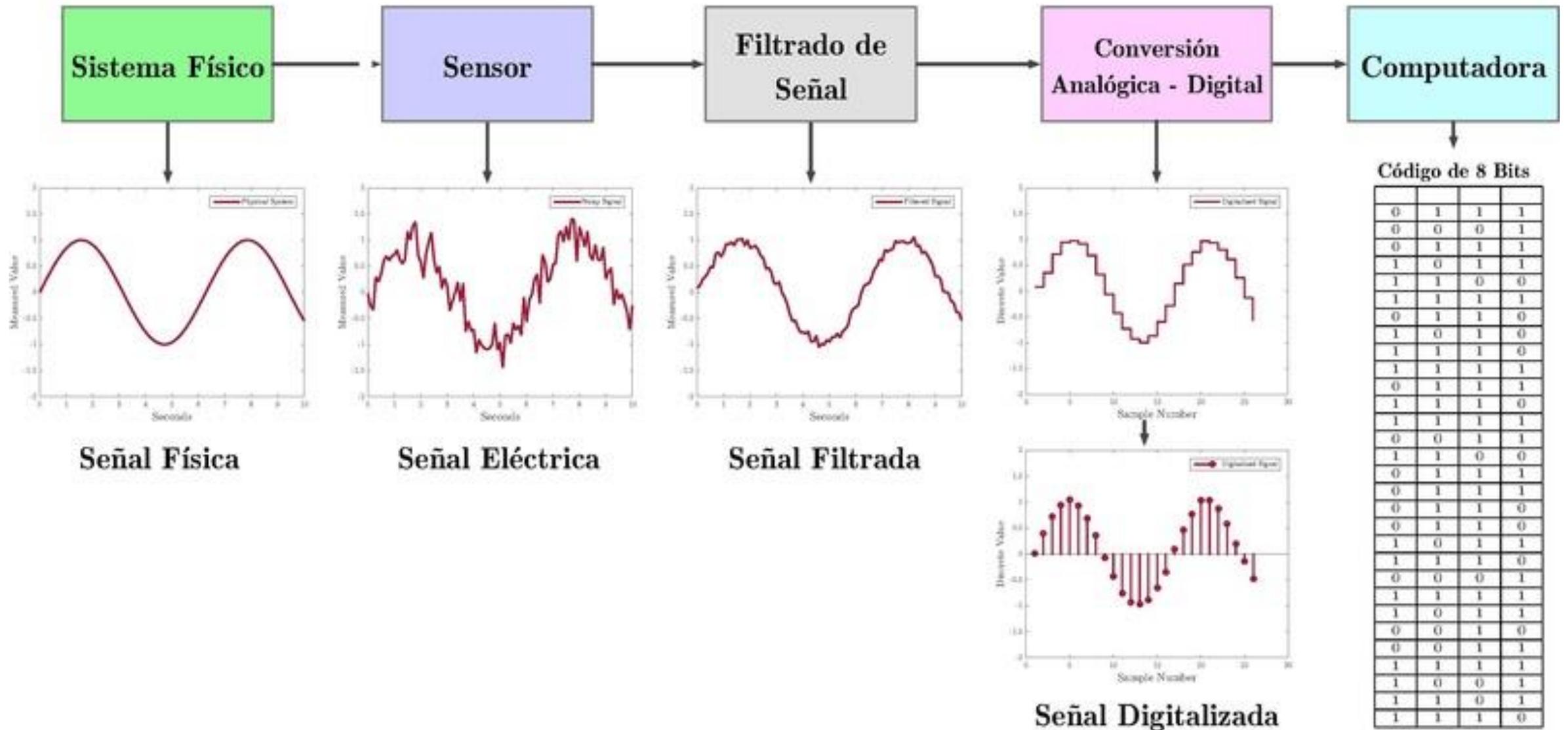
Detector de partículas
ATLAS en el CERN

1 petabyte / s
(1024 terabytes)

Digitalización de los datos



Sistema Digital de Adquisición de Datos

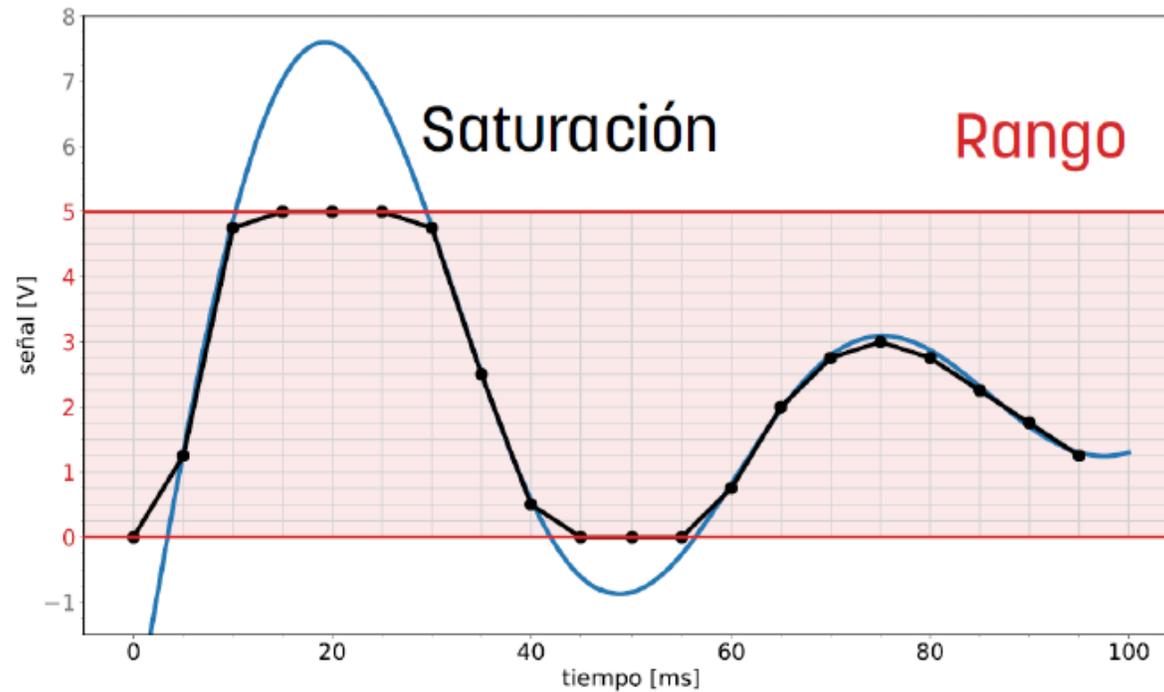


Adquisición de datos

Limitaciones

Saturación

Si la señal excede el rango, satura.



Adquisición de datos

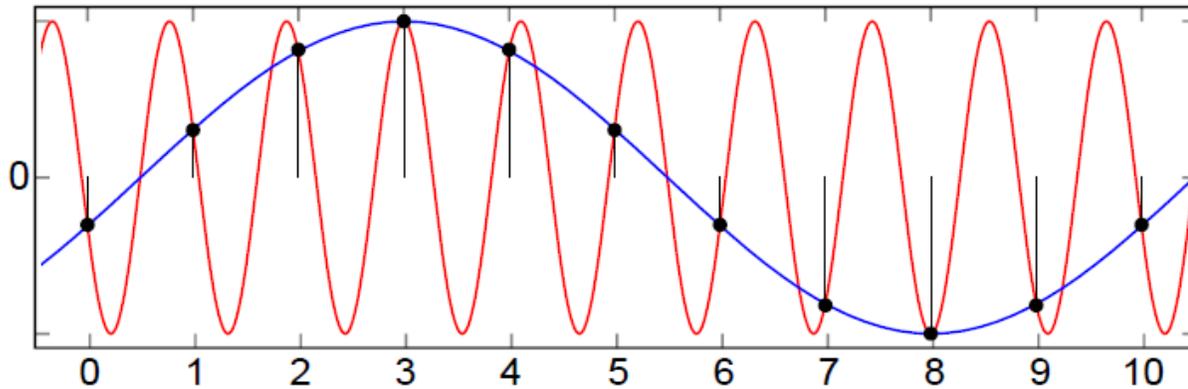
Limitaciones

Aliasing

Teorema de Nyquist

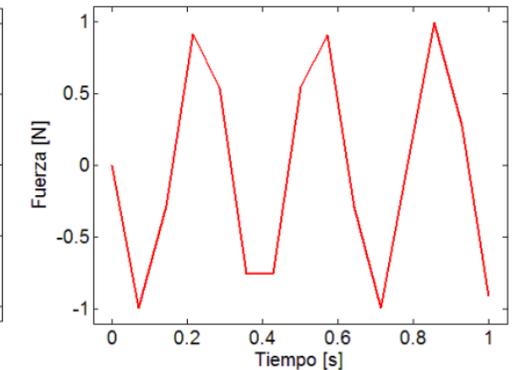
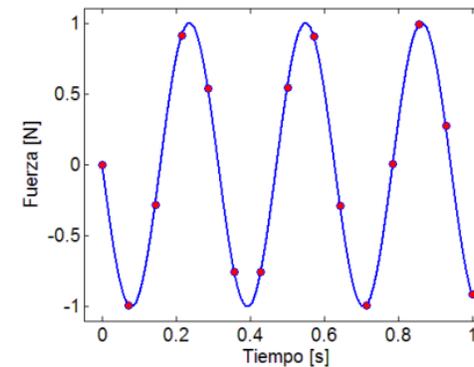
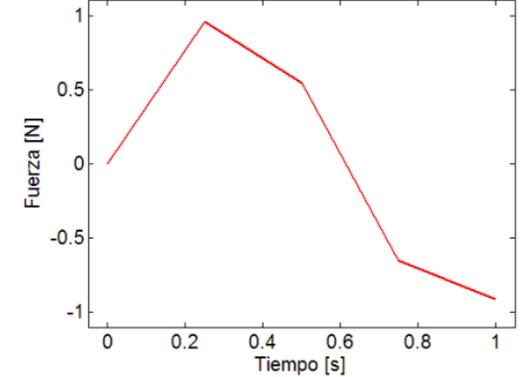
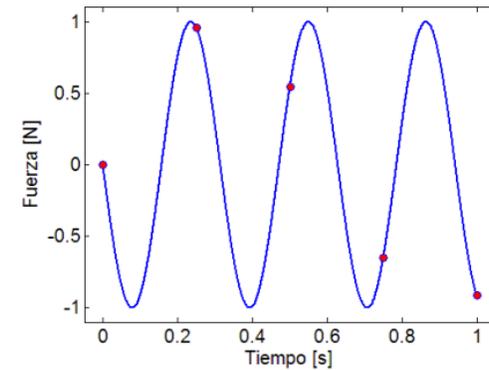
“Para reconstruir adecuadamente una señal, se debe emplear una frecuencia de muestreo tal que sea, como mínimo, el doble de la frecuencia de la señal”

- Si mi frecuencia de muestreo es baja, aliasing.



- Para evitarlo: criterio de Nyquist.

$$f_s \geq 2f_{max}$$

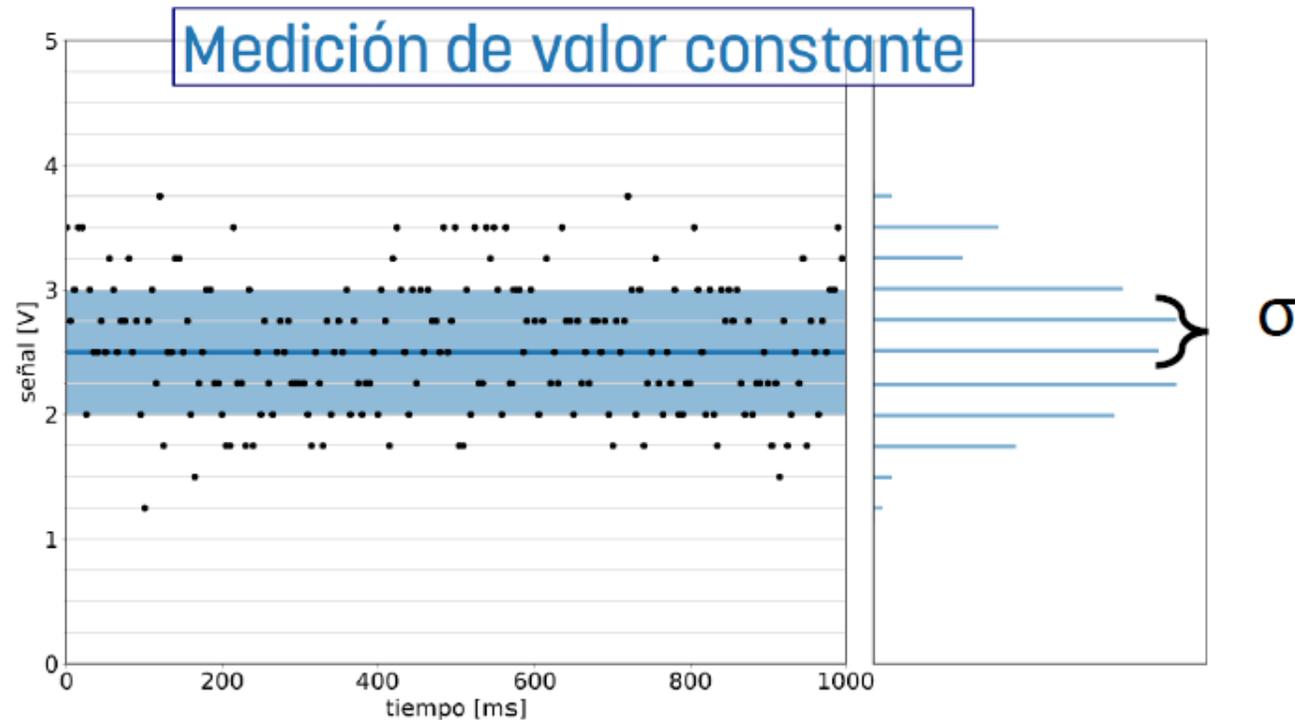


Adquisición de datos

Limitaciones

Ruido

La incerteza no siempre está determinada por la sensibilidad unívocamente



Adquisición de datos

Limitaciones

No linealidad

Si la respuesta del transductor o del conversor A/D no es completamente lineal y no se traduce la señal adecuadamente.

Tiempo de acomodación

Si la velocidad de acondicionamiento de la señal no es lo suficientemente rápida y se pierden datos.

Resumen - Machete

Una señal **analógica** (continua) de una magnitud física se convierte en una señal eléctrica y mediante un dispositivo se convierte en una señal **digital** (discreta)

La cantidad de bits (estado binario 1 o 0) del conversor, determina la resolución de la señal. Se define **sensibilidad** como:
$$\text{Sensibilidad} = \frac{\text{Rango operativo}}{2^N}$$

La **frecuencia de muestreo** se define como la cantidad de datos que se adquieren por segundo y su unidad son los Hz (1/s). Determina la resolución temporal de la digitalización. El período de muestreo se calcula como la inversa de la frecuencia de muestreo y determina el intervalo de tiempo entre datos consecutivos. $\tau = \frac{1}{f_s}$. Baja frecuencia de muestreo genera aliasing. Muy alta, genera un exceso de datos y espacio de almacenamiento. Criterio de Nyquist: $f_s > 2f_{MAX}$

Pasos necesarios para adquirir datos digitalmente:

- Determinar **rango** y **resolución** del sensor. **Calibrar el transductor.**
- Determinar **sensibilidad** de la placa de adquisición (conversor A/D).
- Elegir adecuadamente la **frecuencia de muestreo**. Determinar error temporal.
- Asegurarse de que no se produzca aliasing ni saturación.
- Estimar el error de la magnitud medida estudiando el ruido de la señal.

Sensores utilizados en Labo 1

Sensor de posición

- Determina la posición de un objeto. Tiene dos modos y un rango de 0,15m a 6m. Típicamente, se opera a una frecuencia de muestreo de 30 Hz.
- *Principio de funcionamiento:* **emite** un pulso ultrasónico (49.4 kHz) en un cono de 20° y "escucha" el **eco** de ultrasonido.
- Su señal de salida es **DIGITAL**. Envía a la computadora el tiempo que ocurrió entre emisión y recepción y, utilizando la velocidad del sonido en el aire, calcula la distancia. Entra directamente al canal DIG de sensorDAQ



Sensor de fuerza

- Permite medir fuerzas en un rango de 0,01N a 50N. Tiene dos modos de funcionamiento: ± 10 N con una resolución de 0.01 N y ± 50 N con resolución de 0.05 N
- *Principio de funcionamiento:* la flexión de una viga causa cambios de una resistencia en un circuito interno, lo que genera un cambio en el voltaje de salida del sensor. Ese cambio es proporcional a la fuerza ejercida sobre la viga.
- La señal de salida del sensor es **ANALÓGICA**. Se digitaliza al pasar por el conversor A/D.



Sensores utilizados en Labo 1

Photogate

- Determina si algo está obstruyendo o no el camino del sensor.

- **Cómo funciona:** emite un pulso infrarrojo y del otro lado tiene un detector de IR. Si lo detecta emite una señal continua cercana a los 5V, si no lo detecta porque se obstruye el paso del haz, la tensión baja a un valor cercano a cero.

- Su señal de salida es **analógica**.

- Obtenemos entonces señales en forma de escalón, según si está obturado o no. La idea es no obtener puntos intermedios, y para eso hay que asegurarse de que la frecuencia de muestreo sea tal que nunca vemos los momentos de semi-obturación del haz



Salida del haz y
detector IR