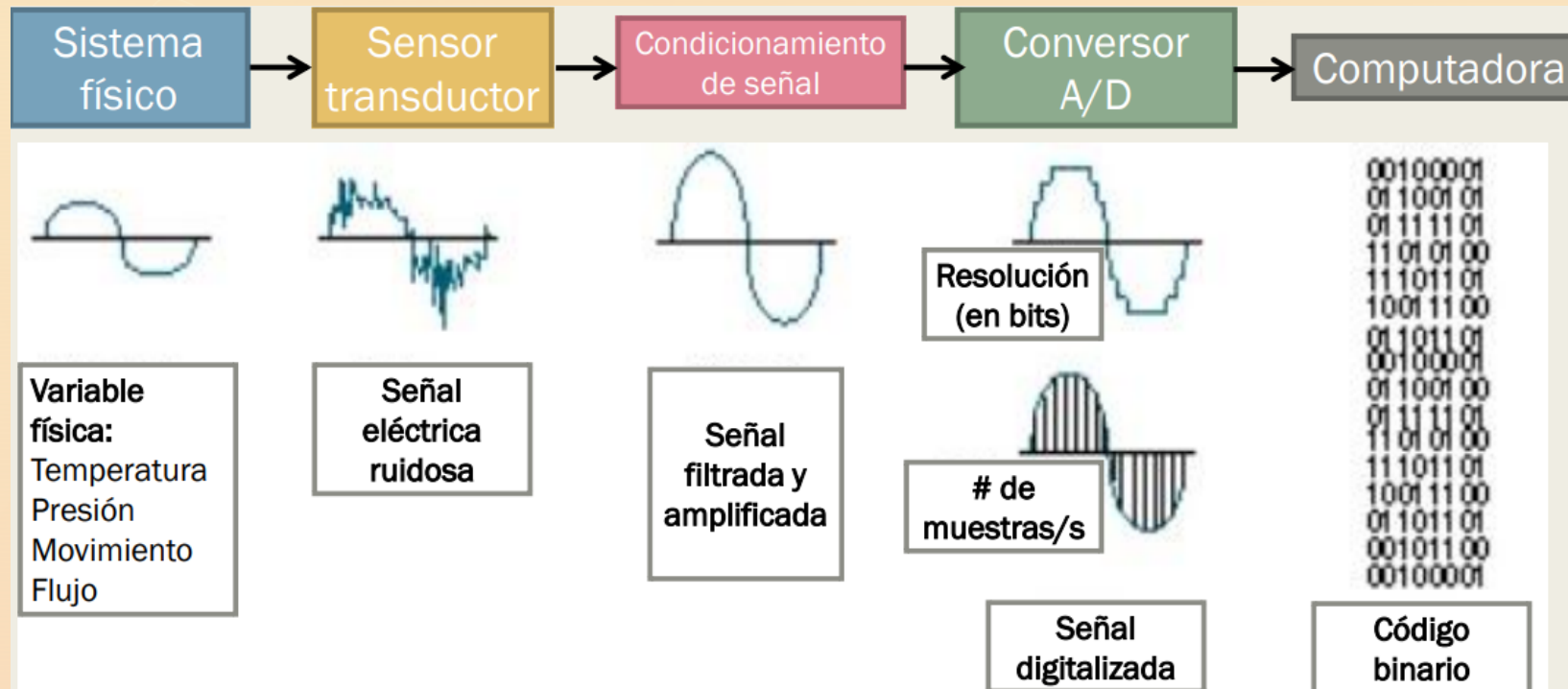


Laboratorio 1C – Cátedra Goyanes

Adquisición de datos

Introducción

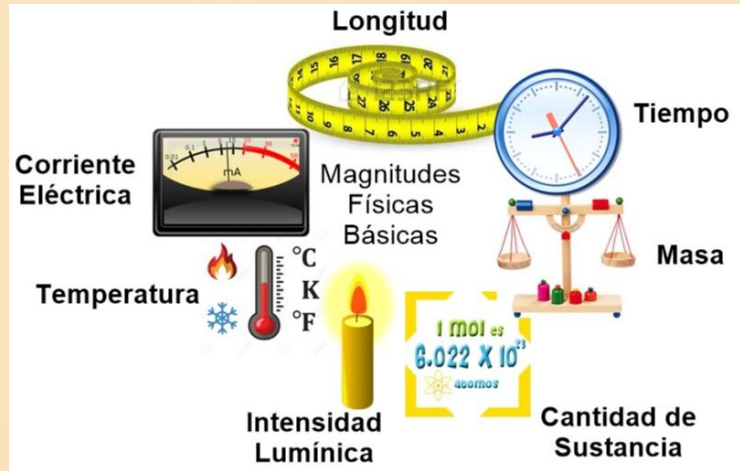
Los **sistemas de adquisición** de datos **convierten**, típicamente, la medición de una **señal analógica** a un **lenguaje digital** para su almacenamiento y procesamiento en la computadora



OBJETIVO: obtener mediciones de variables o fenómenos físicos de interés.

Proceso de medición

Magnitudes físicas



Se necesita

Instrumento de medición

Tipo de señal:
- Analógico
- Digital

Tipo de funcionamiento:
- Activo
- Pasivo



Instrumentos de medición

Tipo de señal

- **Analógico:** nos brindan una **señal continua** de la señal física tal cual llega, utilizando agujas o numeración mecánica
- **Digital:** nos brindan una **señal discreta** de la señal física, teniendo un proceso de conversión previo.



Tipo de funcionamiento

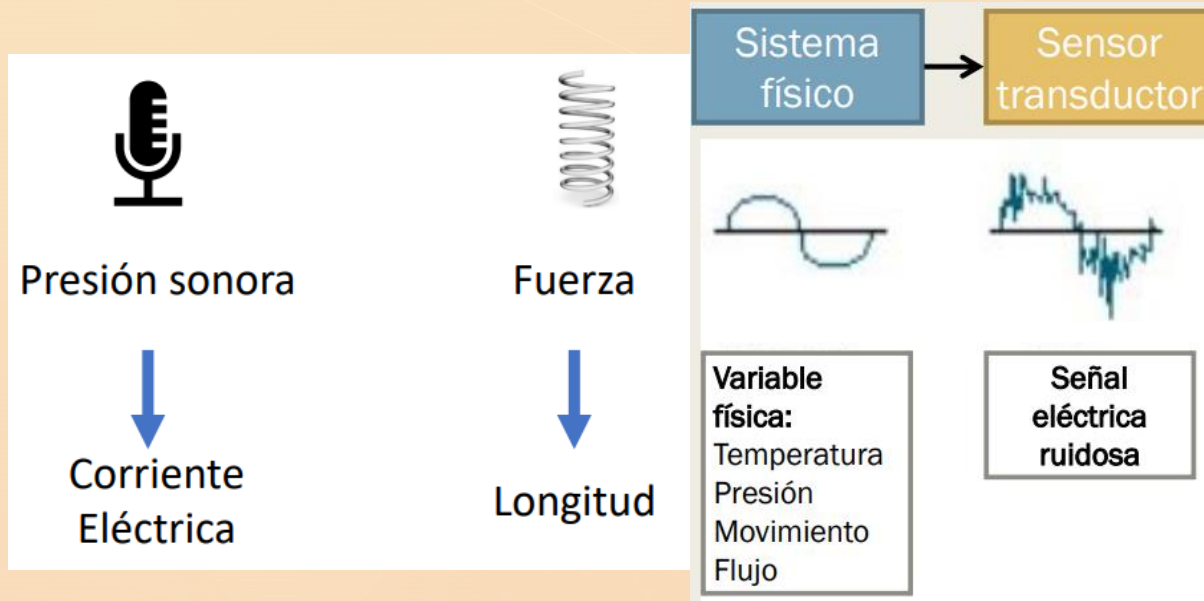
- **Activo:** la cantidad a medir activa la magnitud de la fuente de entrada de **energía externa** que produce la medición.
- **Pasivo:** la medición **se genera** completamente por la cantidad que se mide.



	Pasivos	Activos
Energía	Proviene de lo que se quiere medir	Externa - Eléctrica - Hidráulica - otras
Complejidad	baja	alta
Resolución	baja	alta
Costo	\$	\$\$\$
Rol humano	Alto	Bajo

Sensores transductores

- Un **sensor** es un dispositivo 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” estas magnitudes, **transforma la energía que recibe en otra diferente**. Esto puede facilitar la adquisición de datos e información para ser interpretada.



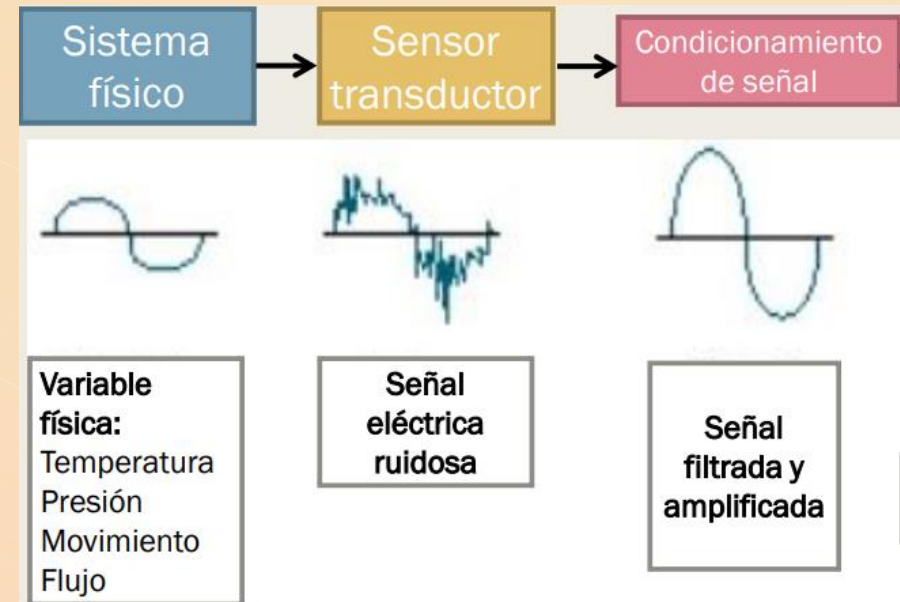
Sensores de Labo 1



Acondicionamiento de señales

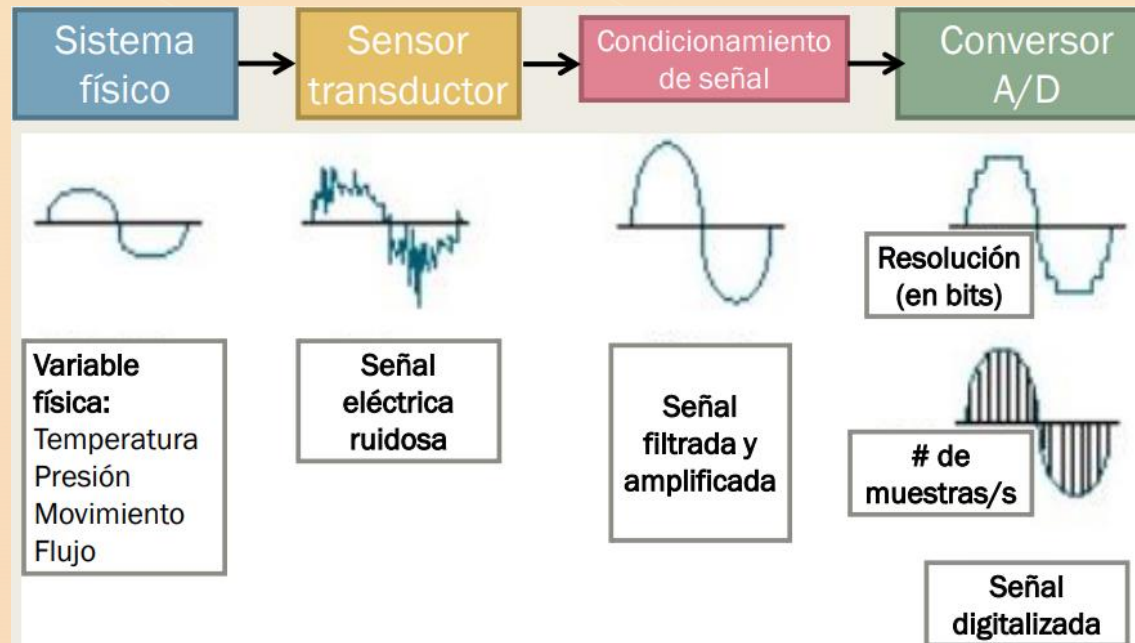
Manipula la señal del transductor **convirtiéndola en una apropiada** para la adquisición de datos. Este circuito incluye:

- **Filtrado:** las señales no deseadas (“ruido”) son eliminadas seleccionando la banda de frecuencia en la que se encuentran.
- **Amplificación:** se amplifican las señales de baja amplitud para mejorar la resolución y disminuir el “ruido”.
- **Aislamiento:** por cuestiones de seguridad, la señal generada por el transductor es aislada. La señal puede contener picos de alto voltaje capaces de dañar el equipo.



Digitalización de datos

- **La señal analógica** medida se **discretiza** y se **convierte** a formato **digital**. Los datos se transfieren a una computadora para su almacenamiento y análisis.
- **La cantidad de bits** del conversor analógico-digital determina la **resolución** de la señal, mientras que **la frecuencia de muestreo** es la que determina la **resolución temporal** de la digitalización. A mayor número de bits y frecuencia de muestreo, **mayor el costo**.
- Tanto la calidad del sensor como del proceso de digitalización determinan la calidad de la señal adquirida.

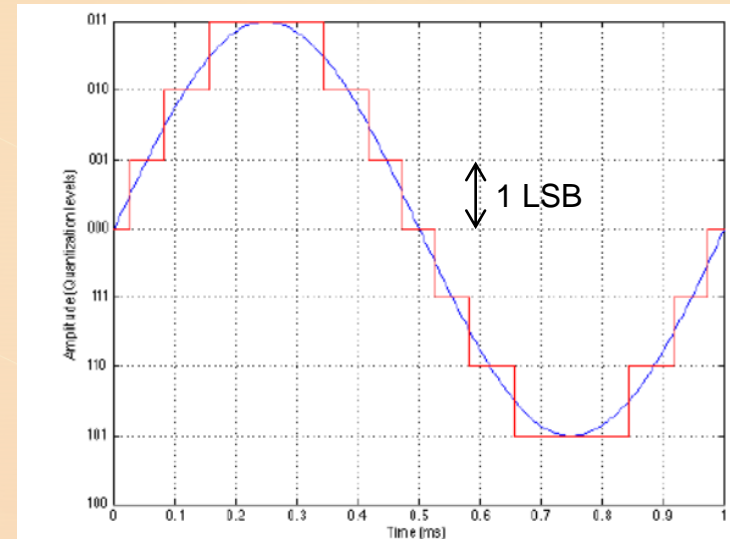


El mundo digital

- La información se guarda en **bits** (estado binario 0 ó 1).
- La **resolución (cantidad de bits)** determina la **cantidad de valores discretos** que pueden representar.
- **Rango operativo**: rango de valores en el que opera el conversor
- **Sensibilidad (LSB)**: es el error de apreciación del conversor. Depende del rango operativo y la cantidad de bits del mismo.

Ejemplo

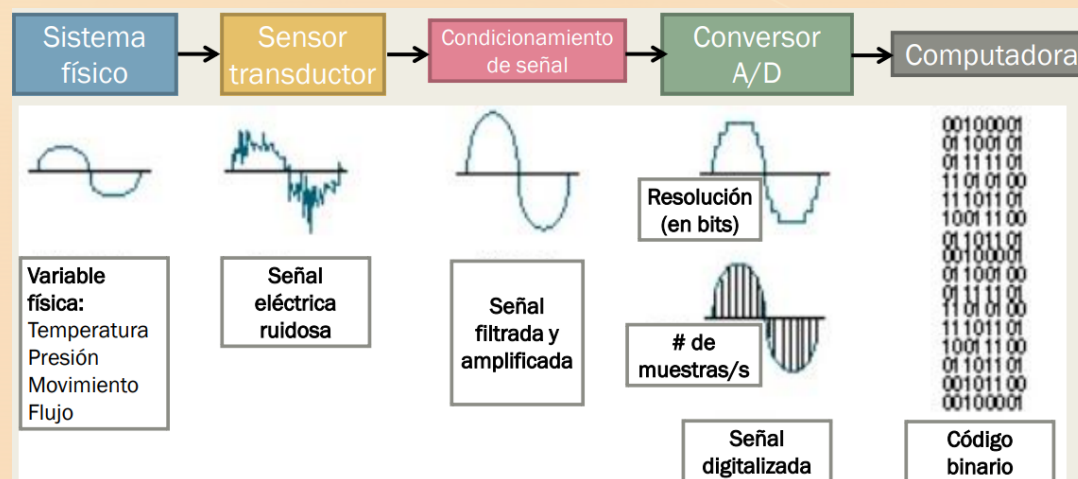
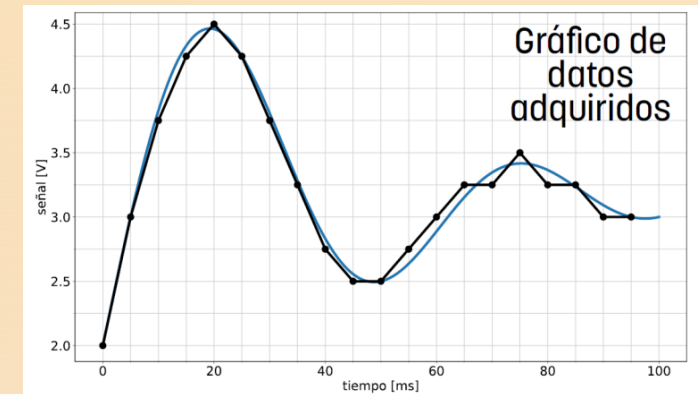
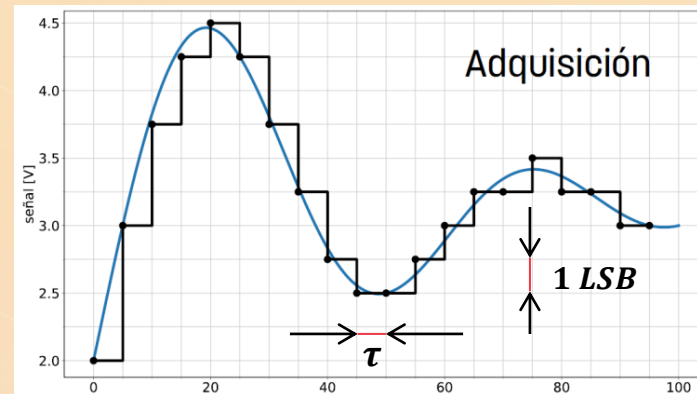
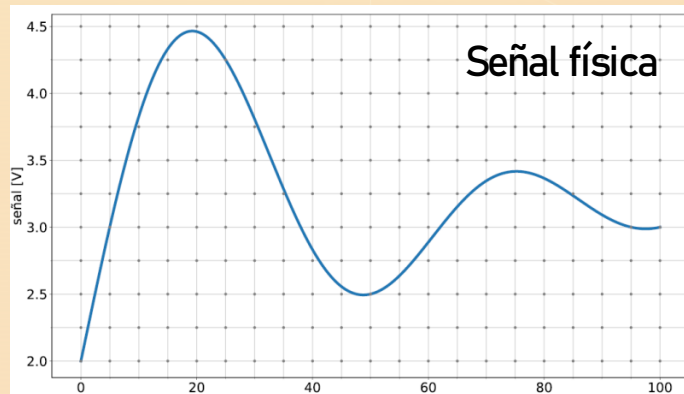
2 bits	→	{	00 10 01 11	}	$LSB = \frac{\text{Rango operativo}}{2^n}$
3 bits	→	{	000 100 010 110 001 101 011 111		
x bits	→	{	2^x números		



La señal no puede tomar valores intermedios!

El mundo digital

- Existe una **discretización horizontal** dada por la **frecuencia de muestreo** f_s : implica cuántos datos se coleccionan por unidad de tiempo (se mide en Hz)
- El tiempo existente entre dos tomas de datos seguidas se conoce como **tiempo o período de muestreo** τ (se mide en s)



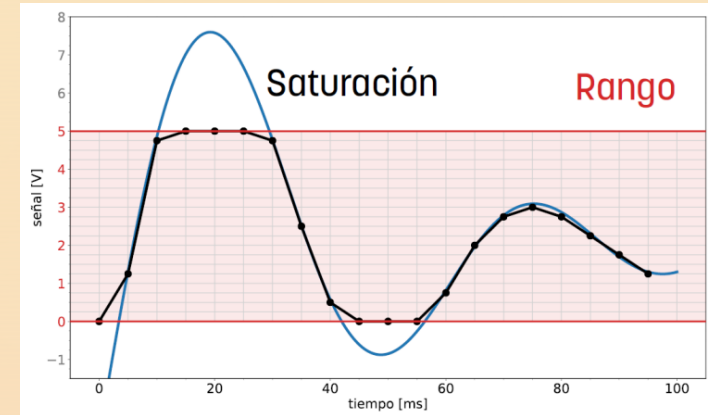
$$f_s = \frac{\text{cantidad de muestras}}{\text{tiempo}}$$

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

Limitaciones

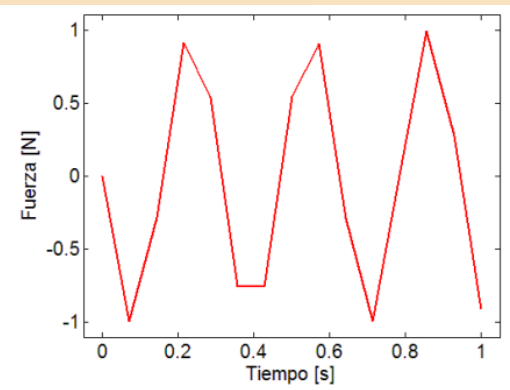
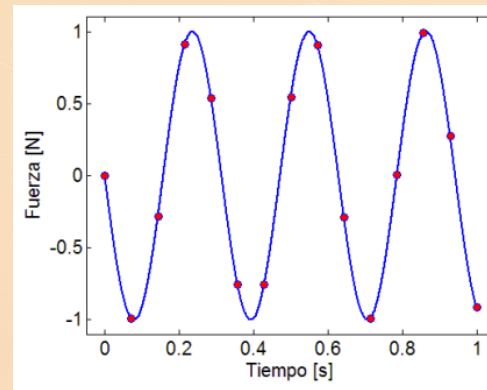
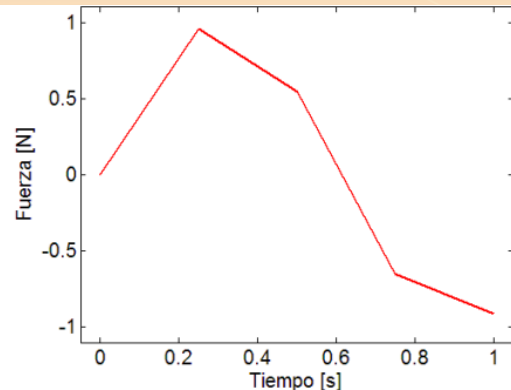
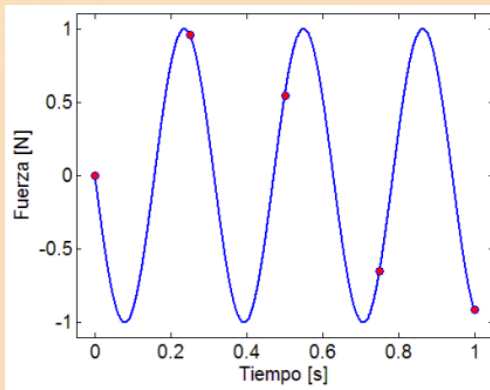
Saturación

Si la señal excede el **rango** del conversor, **saturará** y obtendremos una **incorrecta lectura** de los datos físicos.



Aliasing

¿Qué sucede si nuestra **frecuencia de muestreo** no es lo “**suficientemente alta**”? Podemos tener una **incorrecta lectura** de los datos físicos.



Limitaciones

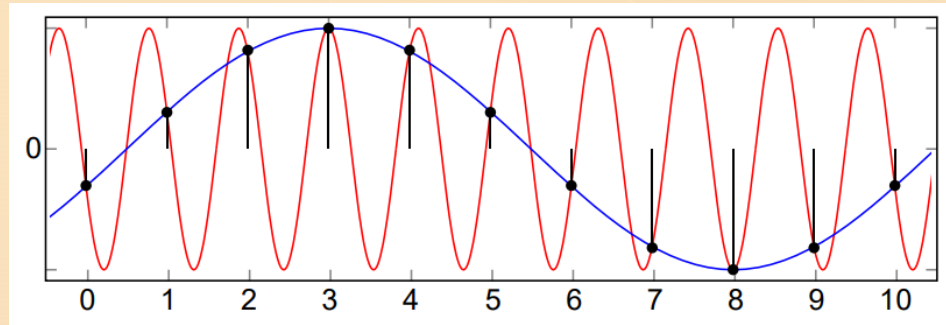
Dada una señal ¿cuál es la mínima frecuencia de muestreo que debo utilizar para no observar una frecuencia aparente?



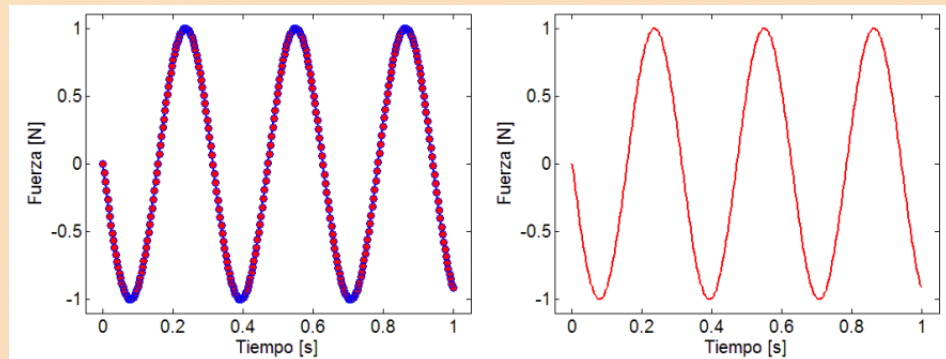
Teorema de Nyquist

“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”

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



aliasing



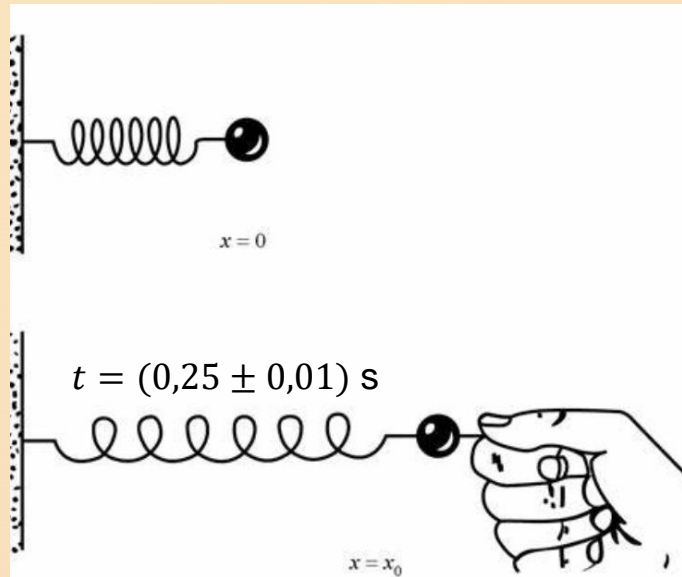
no aliasing

- Encontrarán diferente bibliografía, donde algunos recomiendan que sea mínimo **4 veces** la frecuencia de la señal o hasta **10 veces** para, además, tener una buena colección de datos.

- Se recomienda, en cualquier caso, usar **la máxima frecuencia de muestreo posible** del conversor para una mejor lectura de los datos, **pero se usará más memoria.**

Ejemplo

Se quiere medir la frecuencia de oscilación de un resorte cuyo período es $(0,25 \pm 0,01)$ s
 ¿Cuál es la frecuencia f de oscilación del resorte? ¿Cuál es la **mínima frecuencia de muestreo** f_s que se debe emplear para no tener una frecuencia aparente?



f : frecuencia de oscilación del resorte (Hz) T : período (s)

f_s : frecuencia de muestreo (Hz)

- Calculamos la frecuencia de oscilación del resorte:

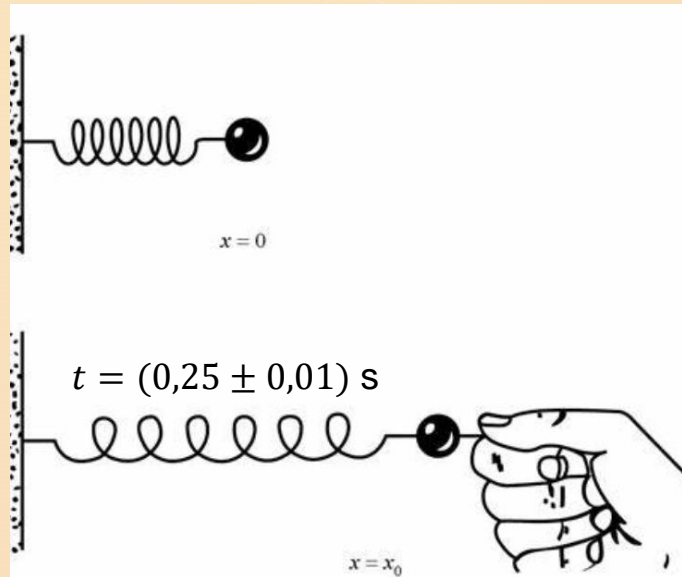
$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{0,25 \text{ s}} \Rightarrow f = 4,00 \text{ hz}$$

- Y no olvidemos que tiene un error:

$$\Delta f = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)^2 \Delta T^2} \Rightarrow \Delta f = \sqrt{\left(-\frac{1}{T^2}\right)^2 \Delta T^2} \Rightarrow \Delta f = \left|-\frac{1}{(0,25 \text{ s})^2} 0,01 \text{ s}\right| \Rightarrow \Delta f = 0,16 \text{ hz}$$

Ejemplo

Se quiere medir la frecuencia de oscilación de un resorte cuyo período es $(0,25 \pm 0,01)$ s
 ¿Cuál es la frecuencia f de oscilación del resorte? ¿Cuál es la **mínima frecuencia de muestreo** f_s que se debe emplear para no tener una frecuencia aparente?



- El valor de frecuencia de oscilación del resorte es:

$$f = (4,00 \pm 0,16) \text{ Hz}$$

- Saquemos la mínima frecuencia de muestreo con el **criterio de Nyquist**:

$$f_s \geq 2f \Rightarrow f_s \geq 9 \text{ hz}$$



Si usamos 8 hz, no estaríamos considerando que f tiene un error que se va de ese valor

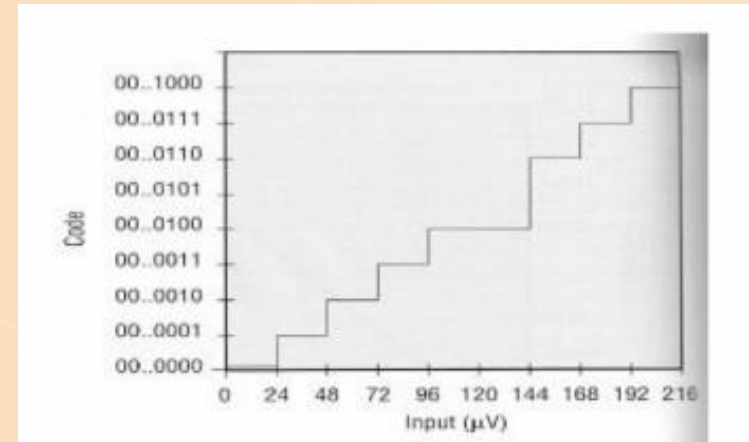
Extra: Problemas en conversores A/D reales

Ruido

- Se necesita **aislar** la placa convertora de adquisición para evitar el “ruido”. También, puede encontrarse “ruido” en el ambiente de la PC.
- El ruido puede dar una **lectura apartada** de unos cuantos LSB **respecto al 0**.

No linealidad

- Puede pasar que **no incremente linealmente** la señal digital respecto a la señal de entrada que recibe el conversor.
- Si la respuesta fuese ideal, la distancia entre dos valores consecutivos debería ser de 1 LSB. Además, puede producirse “**escalones faltantes**”.



Tiempo de acomodación

- Velocidad de acondicionamiento de señal no es lo suficientemente “rápida” como se espera.
- Datos perdidos debido a que se encuentran fuera de tiempo en la etapa analógica y no se registran.

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.

