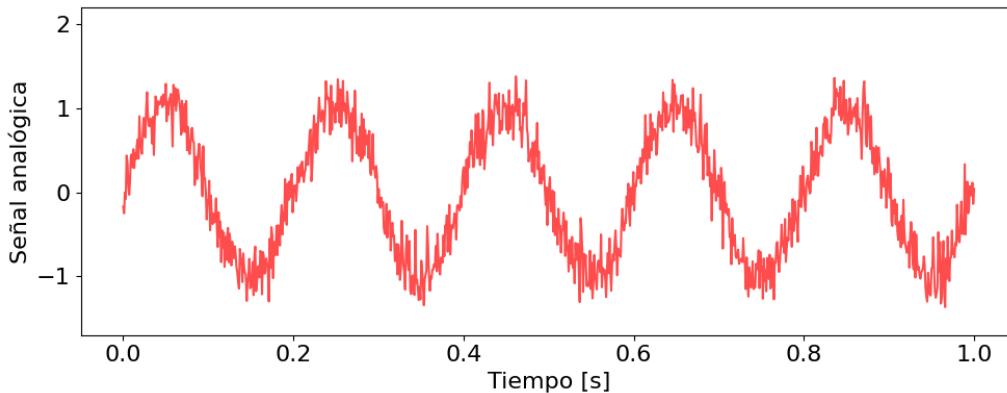


Sistemas de adquisición de datos

Objetivo: obtener mediciones de variables o fenómenos físicos de interés utilizando sistemas de adquisición de datos.

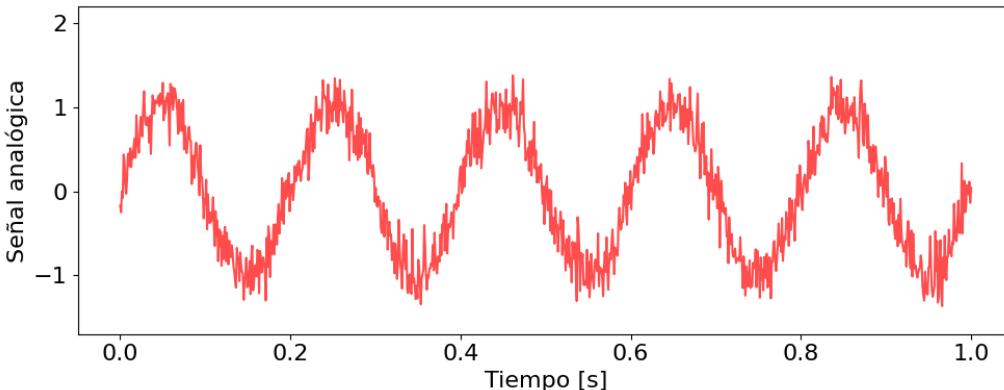
Señales del mundo real → **analógicas** (en gral.) que varían de manera continua en el tiempo. Ejemplos: temperatura, presión, sonido, voltaje, fuerza.



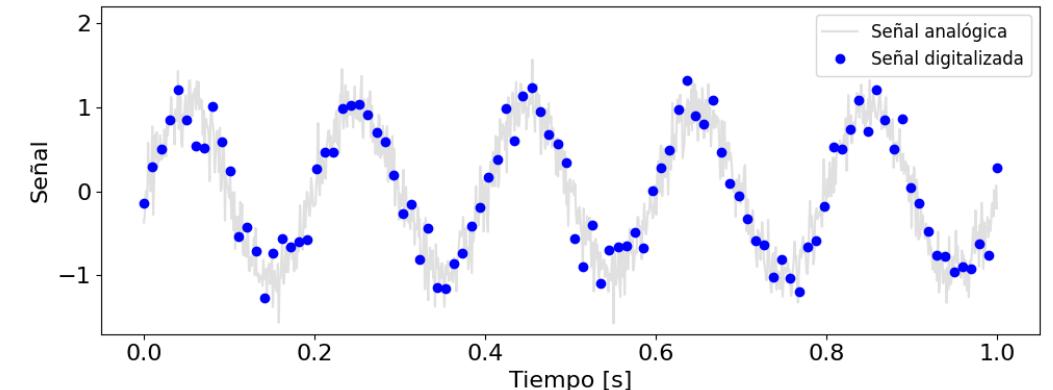
Sistemas de adquisición de datos

Objetivo: obtener mediciones de variables o fenómenos físicos de interés utilizando sistemas de adquisición de datos.

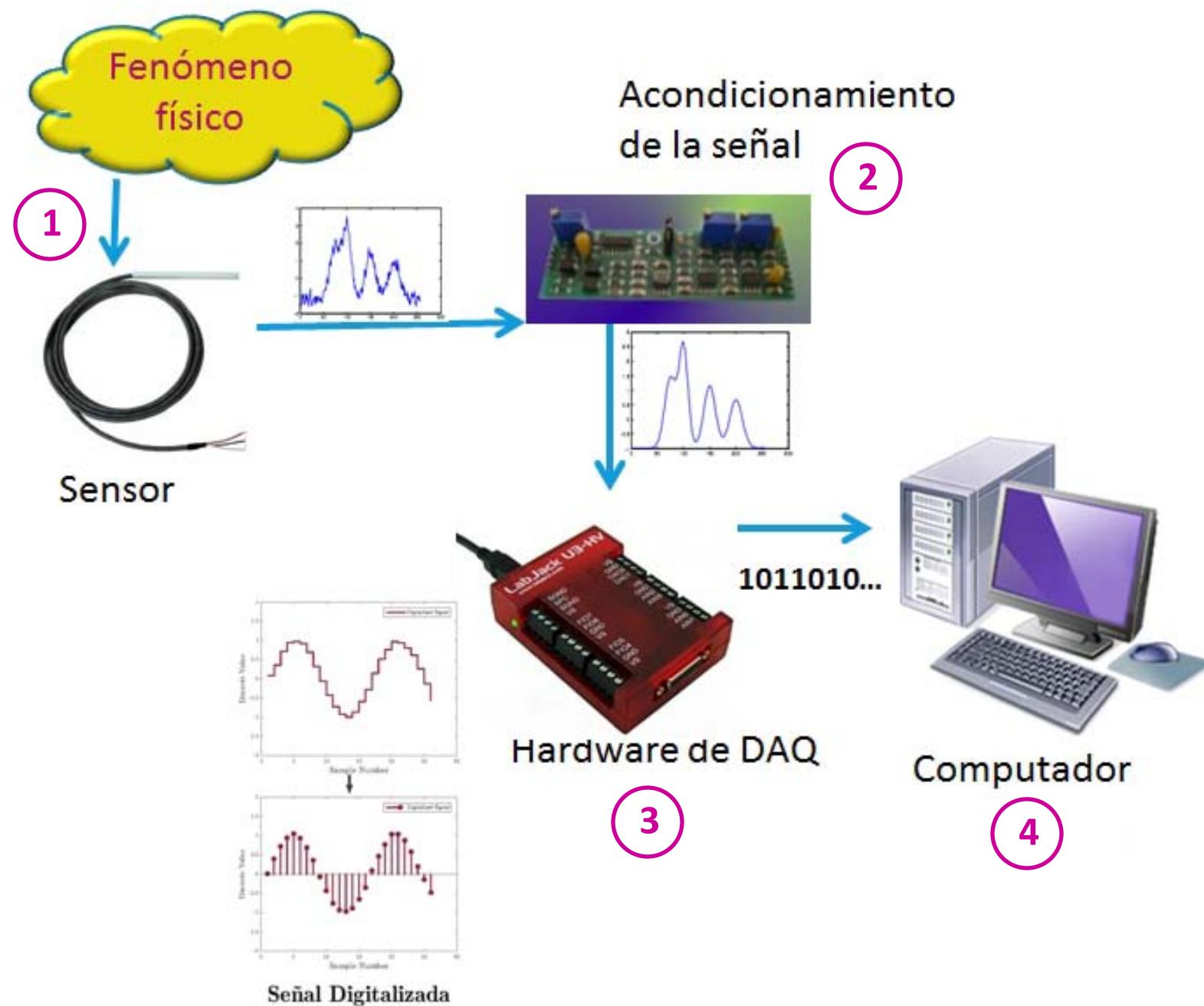
Señales del mundo real → **analógicas** (en gral.) que varían de manera continua en el tiempo. Ejemplos: temperatura, presión, sonido, voltaje, fuerza.



Los sistemas de adquisición convierten la **señal analógica en digital** para su almacenamiento y procesamiento en computadora.



Adquisición de datos → transformo fenómenos físicos del mundo real en señales eléctricas.

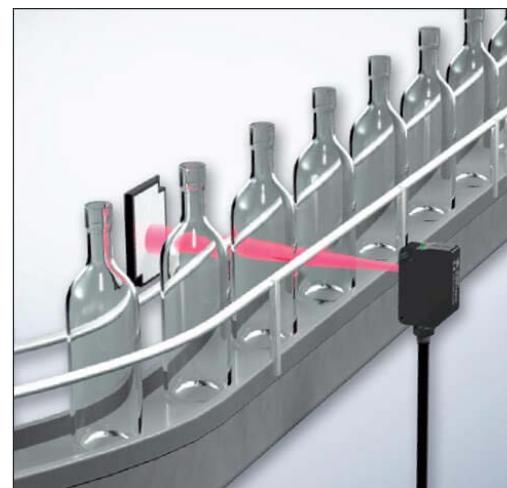


Sensor transductor: elemento de sensado que responde directamente a la cantidad física a ser medida.

El sensor convierte la magnitud física a una señal eléctrica (transductor).

El DAQ (**conversor analógico-digital**) convierte la señal a formato digital y los datos se transfieren a la computadora para su almacenamiento y análisis.

¡Sensores en todos lados!



Instrumentación

Potencia
lumínica



Fotodiodo

Campo
magnético



Sonda Hall

Fuerza



Temperatura



Termómetro

Distancia

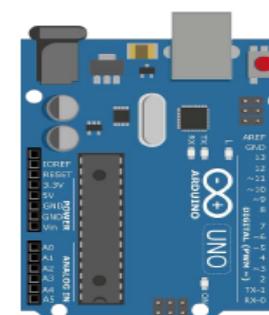


Sonar



Osciloscopio

Conversor
Analógico-Digital



Arduino

**Magnitud
Física**

°C, N, m, s

Transductor

Volts

Adquisición

bits

Digitalización de los datos

Conversor analógico-digital DAQ: dispositivo que transforma una señal analógica (continua, como un voltaje) en una señal digital (discreta, con valores binarios).

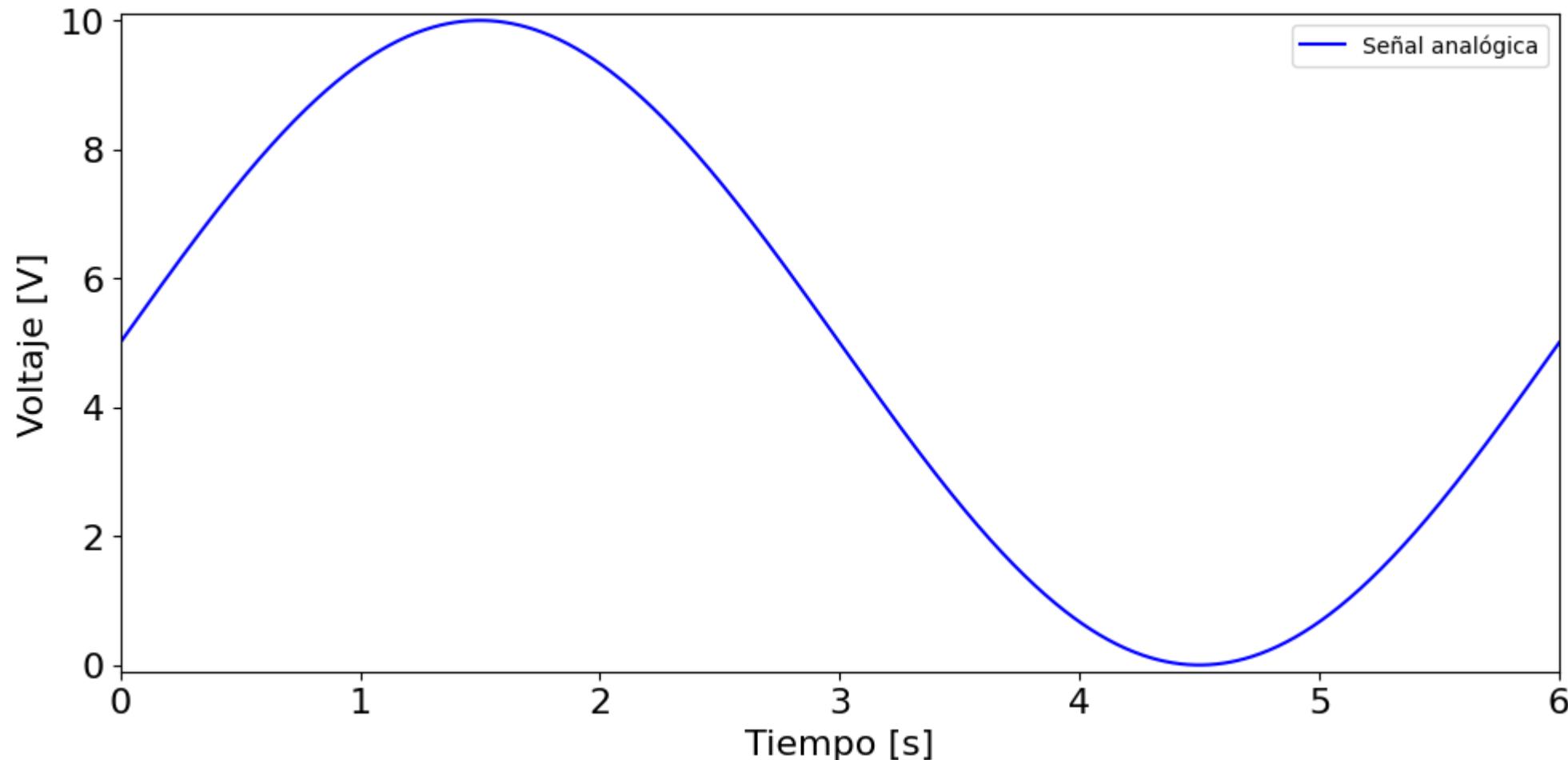
Rango: define los niveles de voltaje máximo y mínimo entre los que debe estar la señal de entrada (señal analógica) para que el CAD la pueda digitalizar. Muchos dispositivos tienen el rango seleccionable (por ej. 0 a 10 V o de -10 a 10 V).

Resolución: determina la precisión de la conversión y depende del número de bits del conversor. Un DAQ de n bits divide el rango en 2^n niveles. Cuantos más bits, mayor resolución.

Frecuencia de muestreo: es la que determina la resolución temporal de la digitalización.

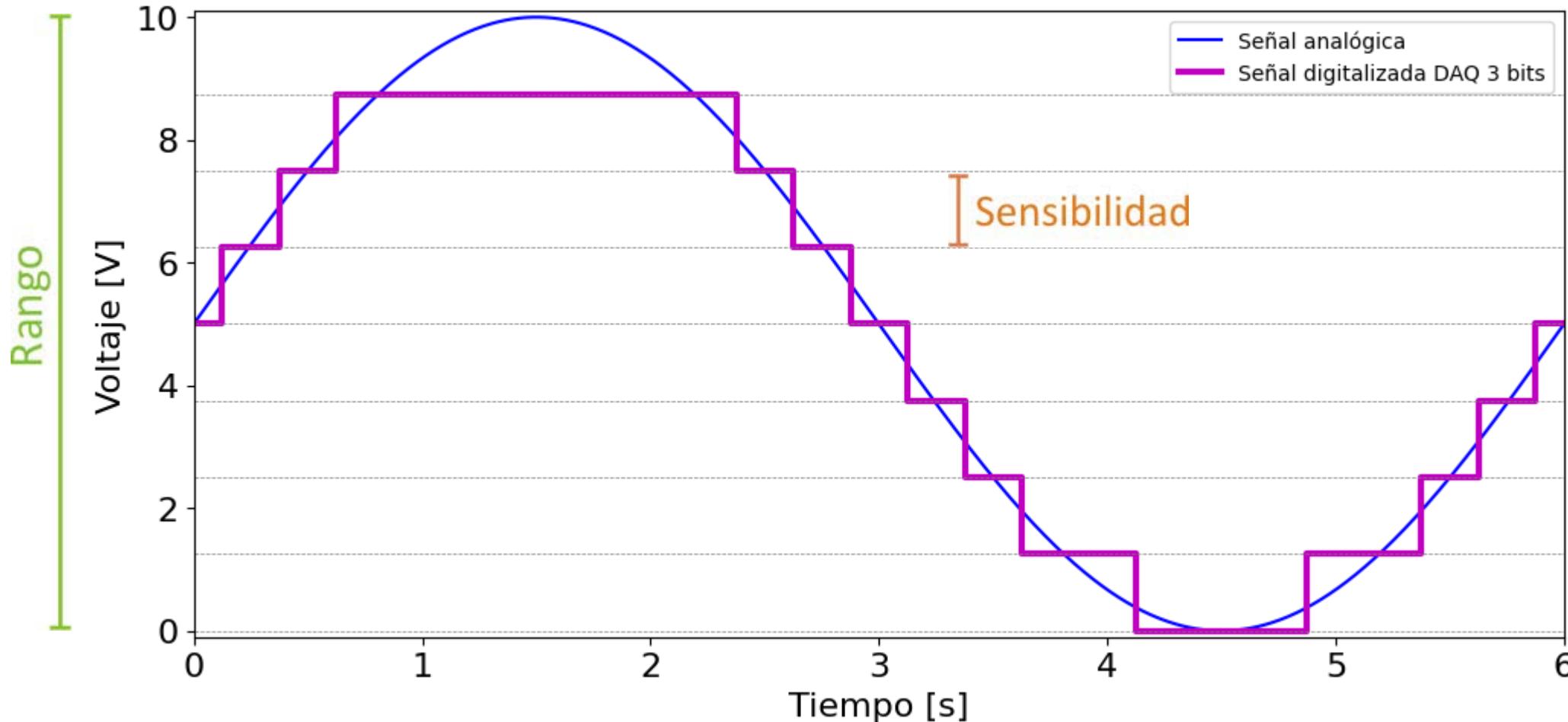
Digitalización de la señal

Supongamos que queremos medir la siguiente señal analógica:



Características de la DAQ

DAQ 3 bits ($2^3 = 8$ divisiones)
DAQ 16 bit ($2^{16} = 65.536$ divisiones)



Sensibilidad: mínimo cambio en la magnitud de entrada que el sistema puede detectar.

Mayor la resolución \Rightarrow mayor sensibilidad \rightarrow el sistema puede detectar variaciones más pequeñas.

Ejemplo:
Rango = 10 V
1.25 V (3 bits)
152 μ V (16 bits)

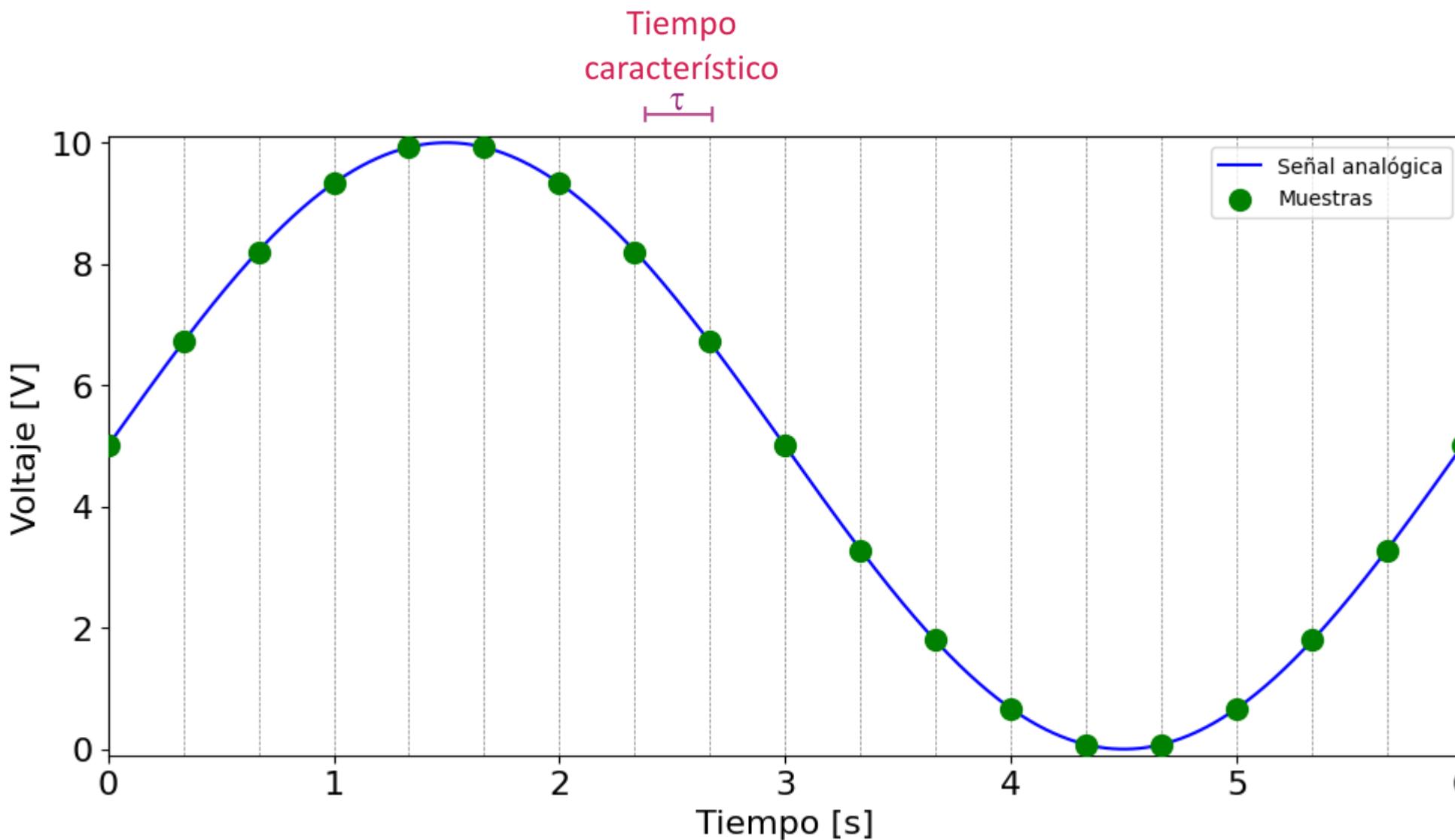
$$\text{Sensibilidad} = \frac{\text{Rango}}{2^n} \rightarrow$$

n: nro de bits de la DAQ

Muestreo de señales

Una señal analógica $V(t)$ que se muestrea cada τ segundos \rightarrow

$$\{V(0), V(\tau), V(2\tau), V(3\tau), V(4\tau) \dots\}$$



Frecuencia de muestreo

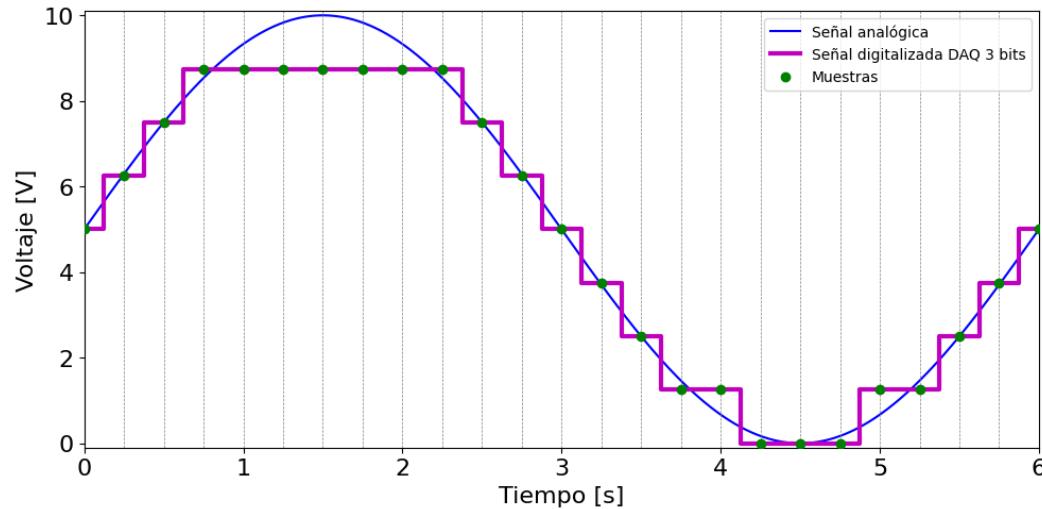
f_m : Cantidad de muestras por segundo

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

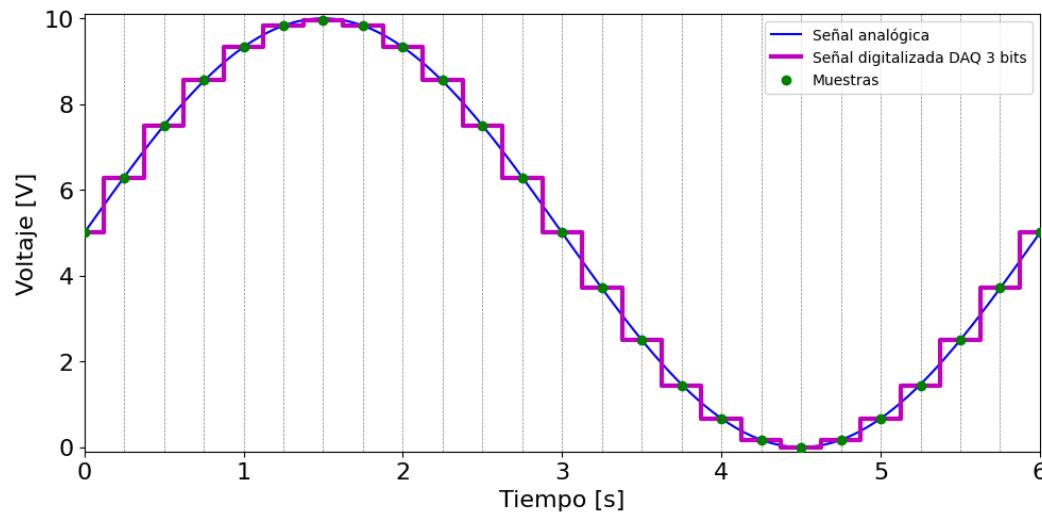
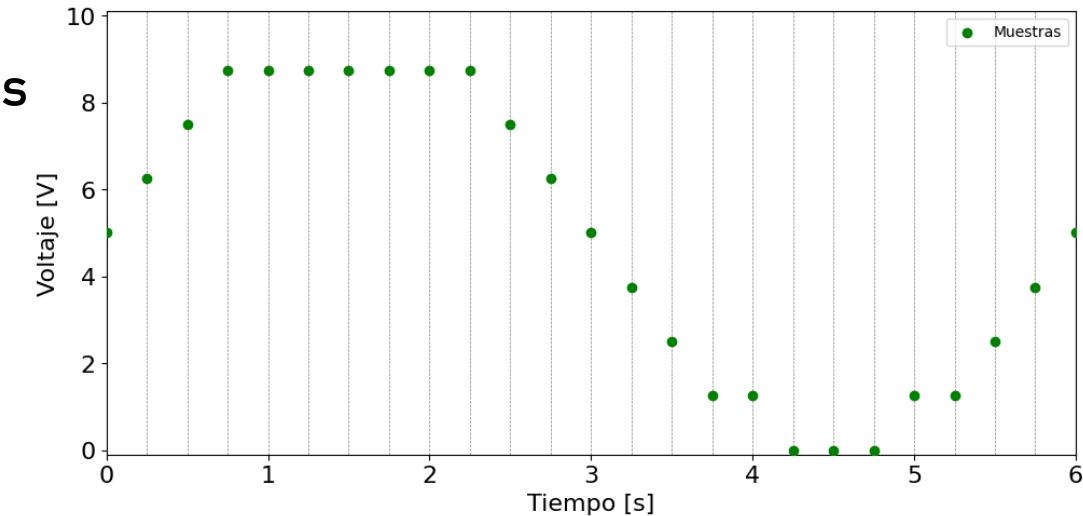
Unidades

$$[f_m] = \frac{1}{s} = \text{Hz}$$

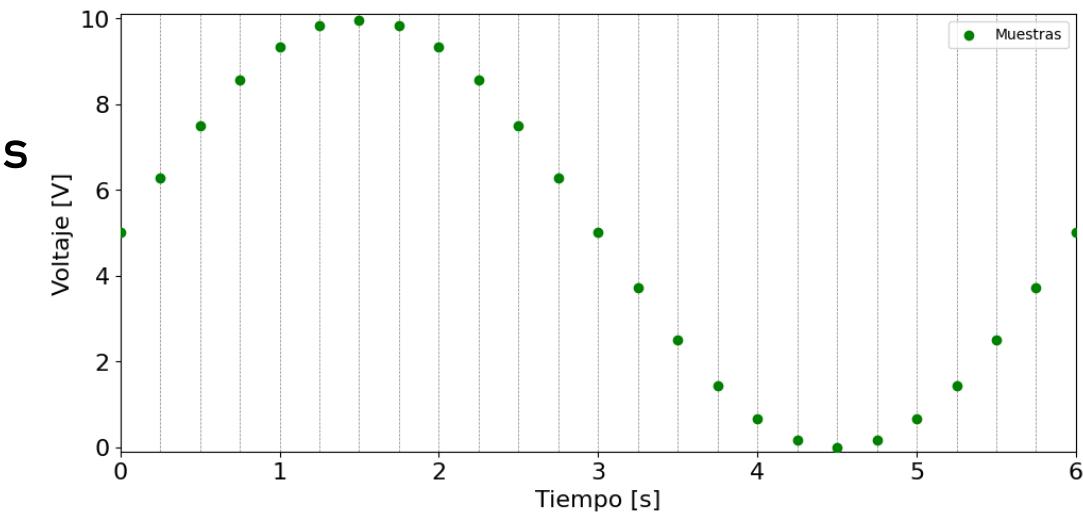
¿Cómo influye la elección de la DAQ?



DAQ de 3 bits
 $f_m = 4 \text{ Hz}$



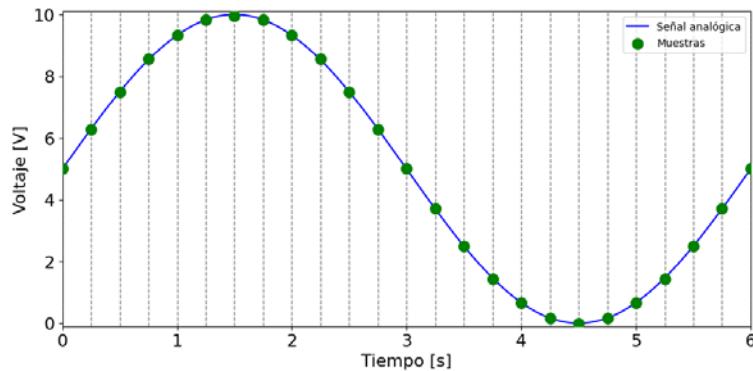
DAQ de 8 bits
 $f_m = 4 \text{ Hz}$



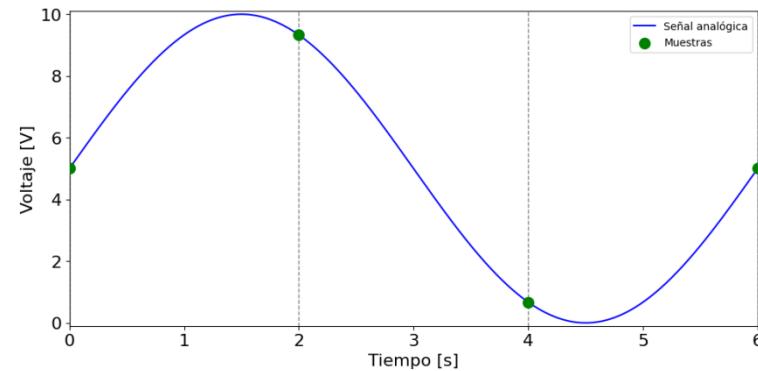
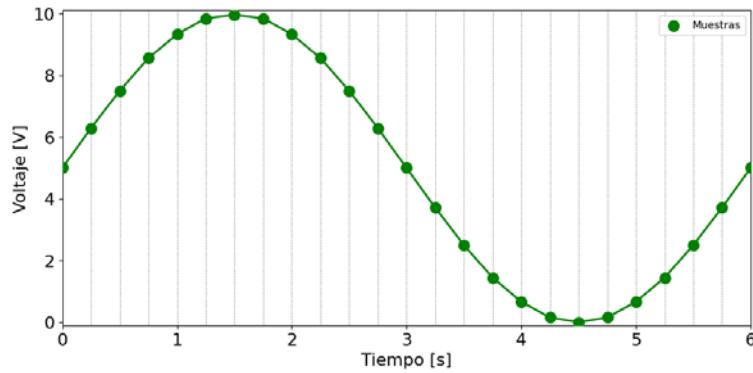
Mientras mayor sea el número de bits de la placa de adquisición, mayor es la resolución.

¿Cómo influye la elección de la frecuencia de muestreo?

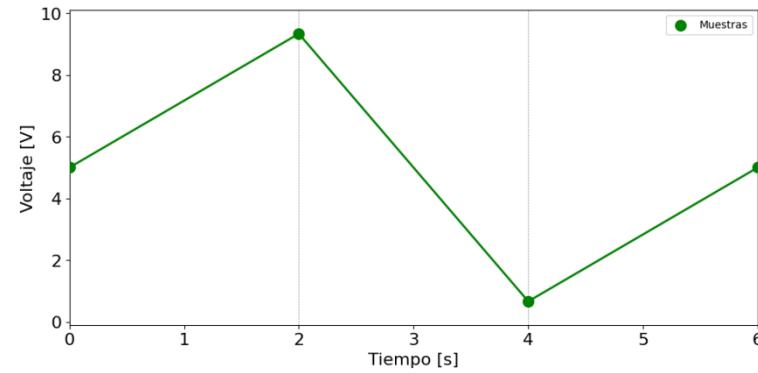
Placa de 8 bits



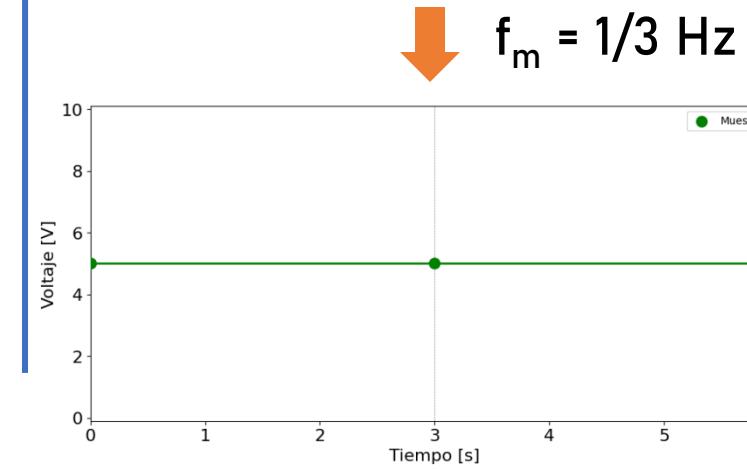
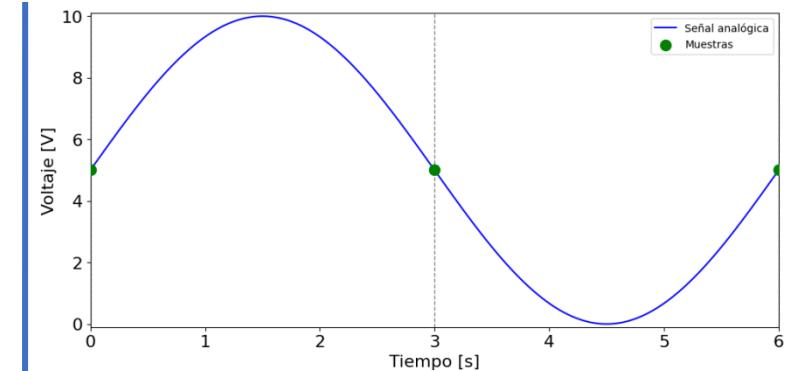
$$\downarrow f_m = 4 \text{ Hz}$$



$$\downarrow f_m = 1/2 \text{ Hz}$$



$$\downarrow f_m = 1/3 \text{ Hz}$$

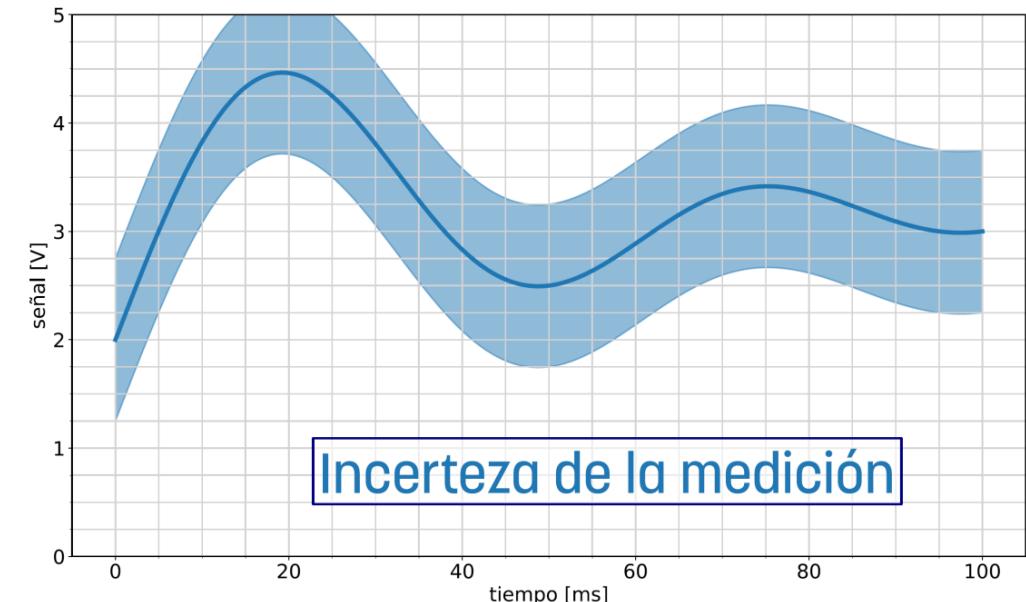


Elegir una adecuada f_m es esencial para reconstruir bien la señal.

- Muestrear muy lento distorsiona la señal original.
- La señal puede parecer tener una frecuencia diferente (aliasing).
- Para evitar aliasing muestrear al menos al doble de la frecuencia más alta de la señal (criterio de Nyquist): $f_m \geq 2.f_{\max}$

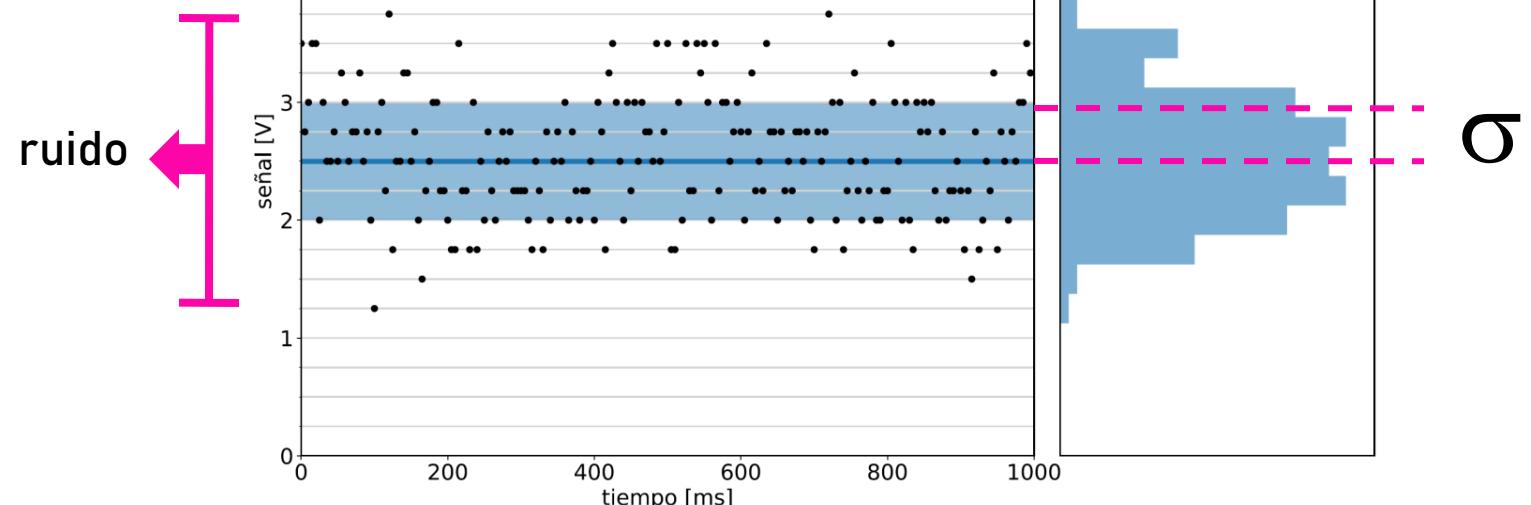
Incertidumbre de la medición

La incertezza de la magnitud medida no siempre está determinada por la sensibilidad.



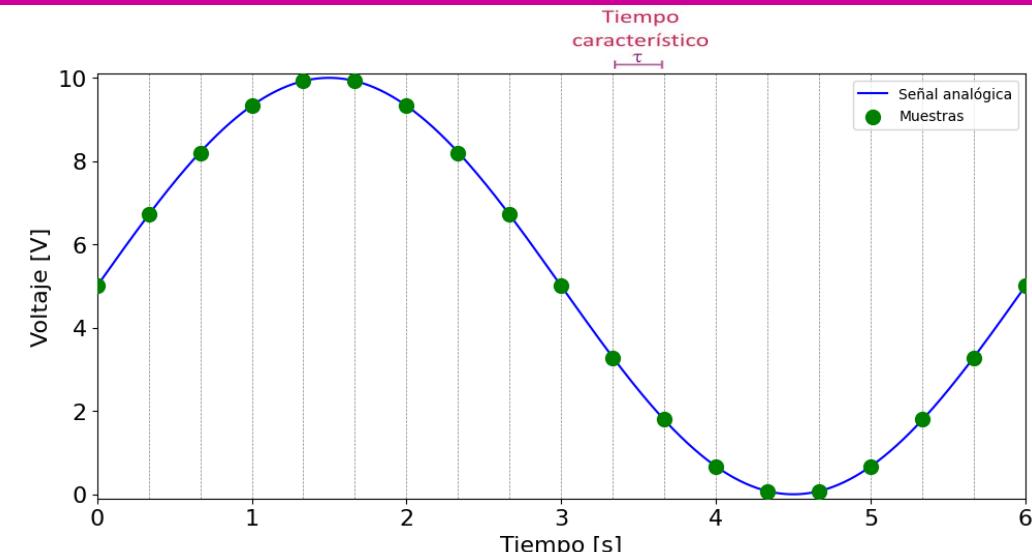
Si el valor de la magnitud no cambia notamos que la medición fluctúa en un cierto rango.

Para estimar el error, se puede medir un valor constante varias veces (esto es, durante un cierto intervalo de tiempo). El desvío estándar (σ) de esas mediciones se considera como el error asociado.



Incertidumbre temporal

- Registramos una señal analógica en función del tiempo.
- El sistema de adquisición toma muestras a intervalos regulares.
- Frecuencia de muestreo: f_s (Hz).
- Intervalo entre muestras: $\tau = 1/f_s$



Entre dos muestras consecutivas, no tenemos información sobre cómo varía la señal.

¿Cómo estimo la incerteza en el tiempo?
Se asigna una incertidumbre temporal de $\Delta t=1/f_s$ a cada muestra.

¿Por qué se hace esto?

- La muestra podría representar cualquier valor dentro del intervalo de tiempo.
- La señal pudo haber cambiado dentro de ese intervalo, pero no lo detectamos.

Vernier Sensor DAQ:

- Placa de adquisición de datos (con conexión USB) de 13 bits.
- Frecuencia de muestreo máxima: 48.000 Hz.
- 4 canales para conectar sensores: 3 analógicos y 1 digital.



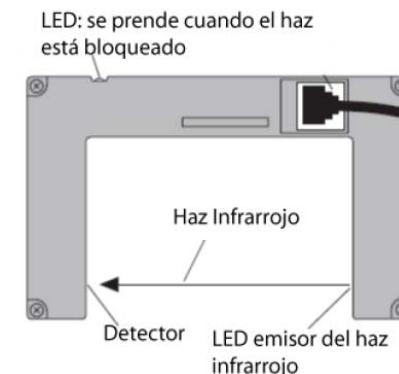
Photogate (fotosensor): funcionamiento básico

- Emite un haz infrarrojo (IR) desde un brazo hacia un detector (fotodiodo) en el brazo opuesto.
- Permite medir tiempos entre eventos con alta precisión.
- Salida del photogate:

Haz libre: señal ≈ 0 V

Haz interrumpido: señal ≈ 5 V (o al revés, según el modelo).

- La salida es analógica, requiere conversión A/D para ser digitalizada.



Familiarización con el equipo de medición

Configuración del Photogate en Motion DAQ

Canal de medición:

- Abrir el programa **Motion DAQ**.
- Ir a "Configurar canales" → "Archivos de calibración por defecto".
- Seleccionar el **canal** y la **calibración** (Custom 10 V). Al funcionar, el photogate enciende una luz roja al ser obturado.

Tiempos de adquisición:

- Click en el ícono del reloj (junto a "Collect").
- Primer campo: tiempo total de medición.
- Segundo campo: frecuencia de muestreo.

Importante:

- Hasta 200 Hz: datos visibles en tiempo real. Entre 200 y 48.000 Hz: datos solo visibles al finalizar.

Experimento

- Obturar con la mano el photogate y observar la señal.
- Comparar la diferencia de voltaje entre photogate obturado y libre.
- Observar qué ocurre al aumentar la frecuencia de muestreo.



Actividad 1: Determinación de la aceleración de la gravedad g a partir de la medición del período de un péndulo simple. **IMPORTANTE: leer la guía.**

- Vamos a variar la longitud del péndulo L y medir el período.
- Hoy →**
 - Vamos a usar sensores para la medición.
 - Técnicas de linealización - regresión lineal por cuadrados mínimos.

Mediciones

- Definir los valores de L :

Longitud mínima: masa puntual.

Longitud máxima: condiciones del equipamiento.

- Evaluar paso de variación en la longitud del péndulo (abarcar todo el rango).

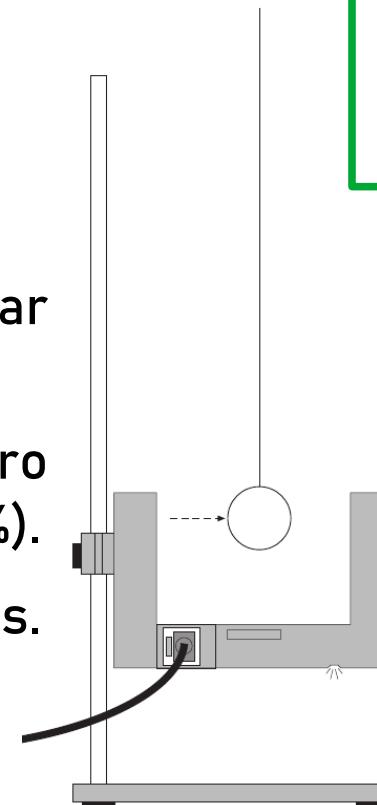
- Mida el período del péndulo T con buena estadística (nro suficiente de mediciones tal que error relativo porcentual $< 5\%$).

- Realizar el experimento para al menos 10 longitudes diferentes.

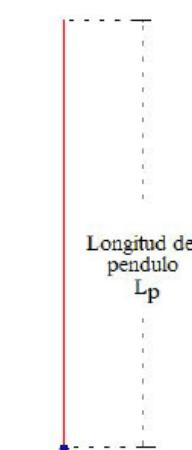
- Régimen de pequeñas oscilaciones.

Modelo a validar

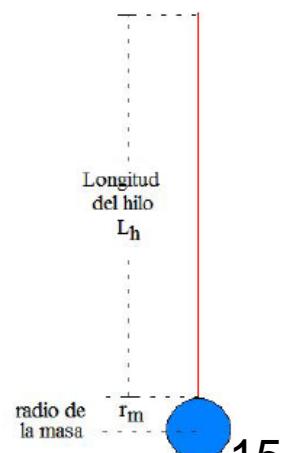
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$



Caso ideal

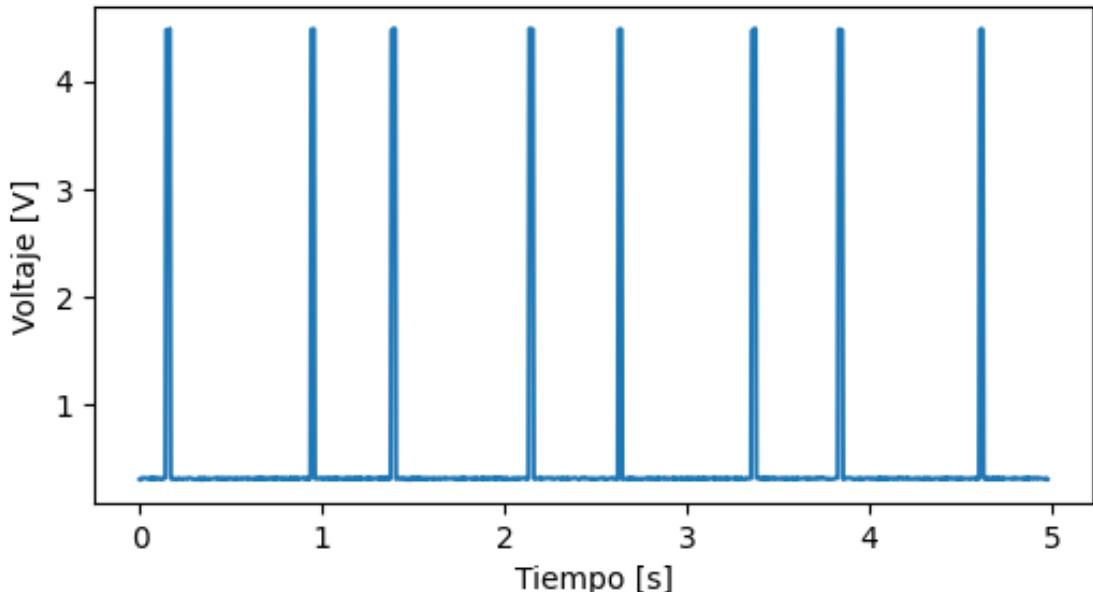


Caso real

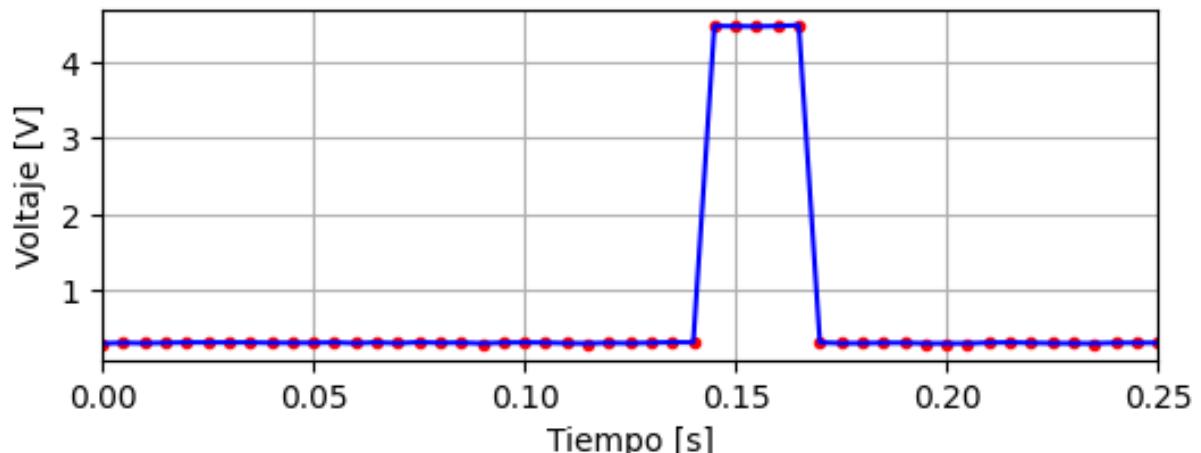


Pautas generales para el análisis de la señal del photogate

1. Visualización de la medición.



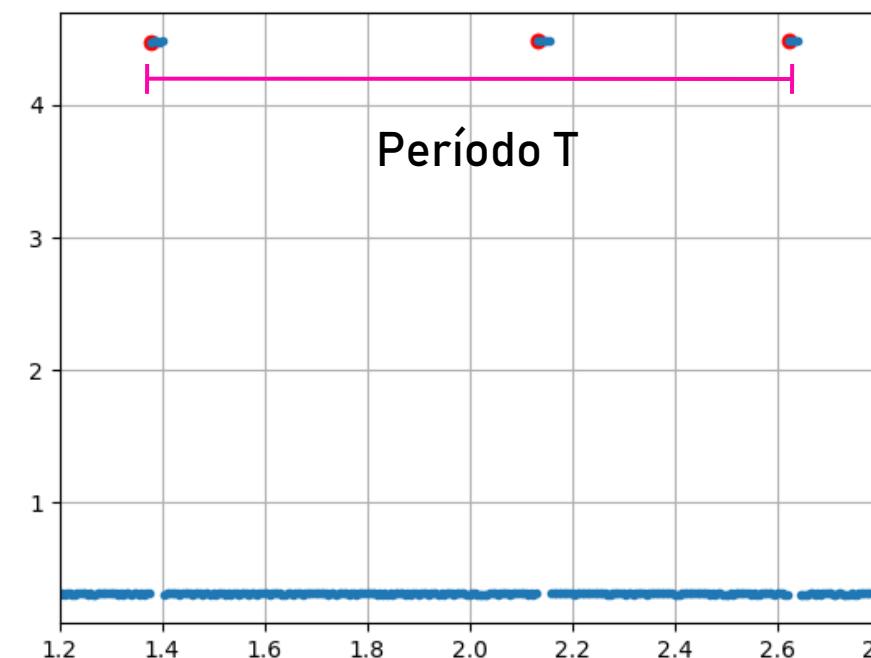
2. Zoom para ver qué ocurre cuando se obtura el photogate.



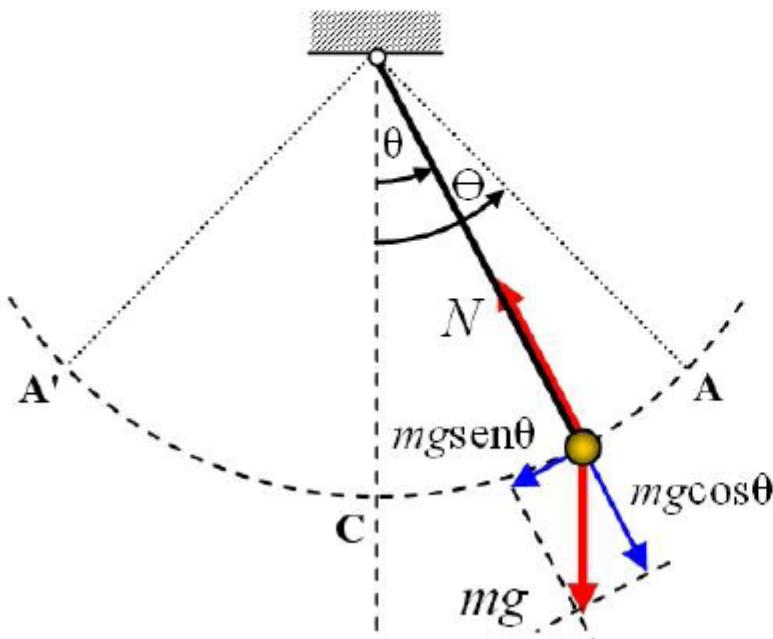
3. Un período se determina a partir de 3 pasajes sucesivos por el photogate.

4. Determinar varios períodos (ver más detalles en la guía) y determinar la media y su incertezza.

5. Repetir el análisis para cada valor de L .



El péndulo simple



Ecuación de movimiento:

$$F_t = -m g \operatorname{sen}(\theta) = m a_t$$

Relación entre aceleración tangencial y angular:

$$a_t = l \ddot{\theta}$$

Ecuación diferencial del movimiento plano del péndulo simple:

$$l \ddot{\theta} + g \operatorname{sen}(\theta) = 0$$

Ecuación diferencial del movimiento plano del péndulo simple:

$$L \cdot \ddot{\theta} + g \cdot \sin(\theta) = 0$$

$\ddot{\theta}$: aceleración angular

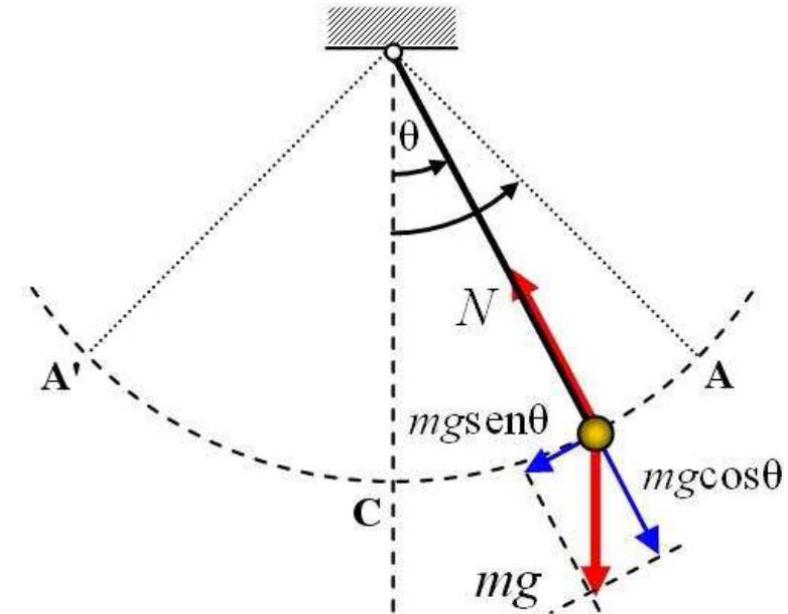
Aproximación $\rightarrow \sin(\theta) \approx \theta$ si θ es pequeño

$$L \cdot \ddot{\theta} + g \cdot \theta = 0$$

Al plantear la solución se obtiene

Modelo a validar

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$



El modelo matemático que usamos vale para oscilaciones pequeñas ($\leq 10^\circ$)

$\Theta(^{\circ})$	$\Theta(\text{rad})$	$\sin\Theta$	dif. %	$\Theta(^{\circ})$	$\Theta(\text{rad})$	$\sin\Theta$	dif. %
0	0,00000	0,00000	0,00	15	0,26180	0,25882	1,15
2	0,03491	0,03490	0,02	20	0,34907	0,34202	2,06
5	0,08727	0,08716	0,13	25	0,43633	0,42262	3,25
10	0,17453	0,17365	0,51	30	0,52360	0,50000	4,72