

# Introducción a la Adquisición de Datos

Prof. Carlos Acha

Laboratorio 1- 2do cuatrimestre de 2019

# Temas que veremos hoy:

- Intro: Mediciones con computadora / Adquisición:  
trasductores, muestreo, digitalización...
- Utilización del conversor A/D del Lab.  
(Sensor DAQ)
- Propuesta de experimento → Entender “el plano inclinado”

# Evolución de las mediciones...

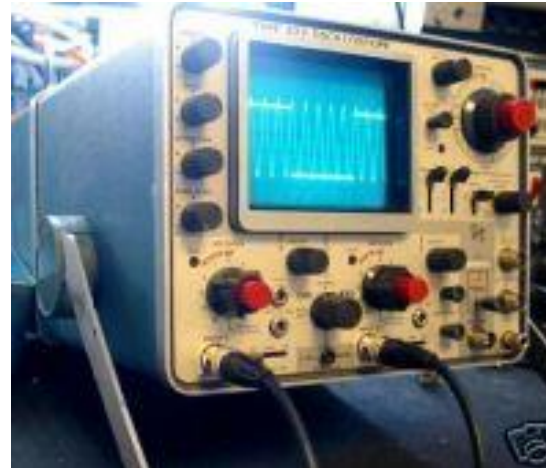
**Medir:** determinar numéricamente el valor de una magnitud - se trata de una variable analógica



Galvanómetro a aguja



Graficador XY



Osciloscopio analógico

27 avril

$Cu + Cu_{2O} = 14,748,05$   
 $Ag + AgCl = 14,857,3$   $AgCl = 910,25$   
 $Cu_{2O} + Ag = 10,314,05$   $Ag, d = 910,699$   
 $Cu + Ag, d = 10,427,12$

$\frac{7.39270}{7.82723}$	$\frac{0.10925}{0.02630}$	$\frac{0.574}{0.2725}$
$\frac{2.41993}{}$	$\frac{Ra = 0.88295}{}$	

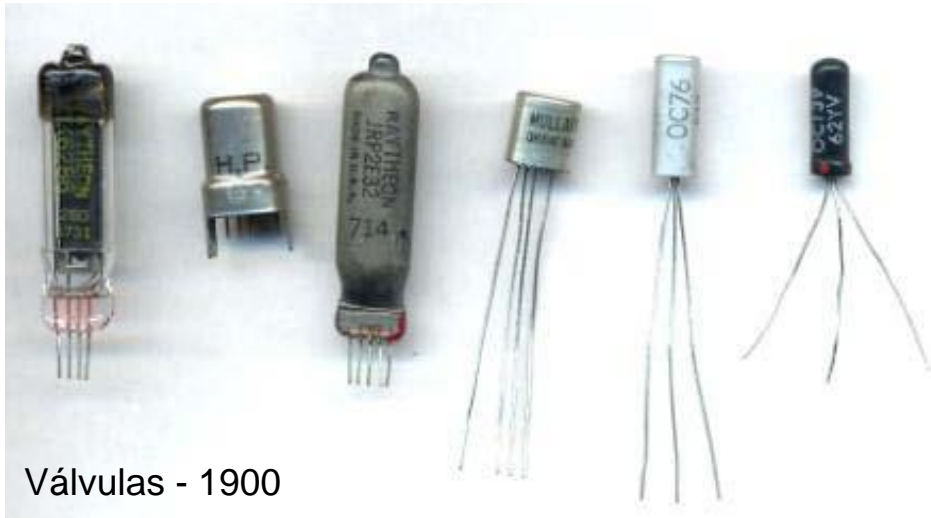
$\frac{2.91882}{2.41993}$   
 $\frac{0.49889}{}$   
 $\frac{Ra}{Cl} = 3.154$   $\frac{1.85203}{0.58889}$   
 $\frac{2.37872}{}$   
 $Ra = 223.3$

Argent réduit avec Zn et HCl, dans  
 le cuvettes, pour  
 $Cu + Ag = 10.3942$   
 $10.31405$   
 $Ag = 0.07955$   
 $Cl = 0.02630$   
 $AgCl = 0.10584$   
 Différence avec AgCl trouvé précédemment  
 $0.00883$  m  
 y a-t-il un peu de Ag non adhérent au cuvettes?

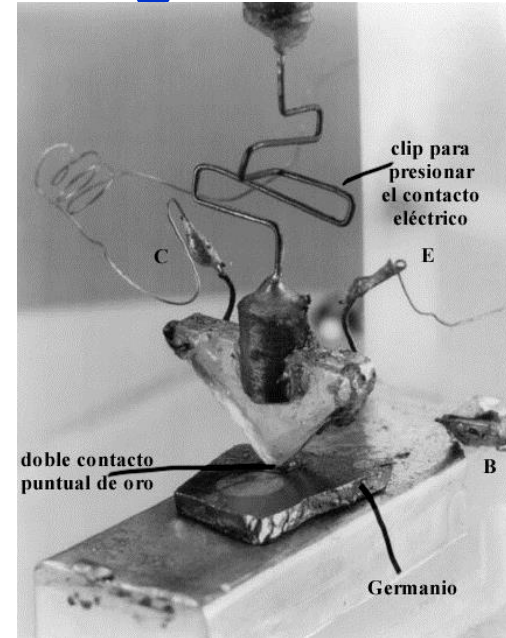
Cuaderno de notas de Pierre y Marie Curie

# Evolución de las mediciones...

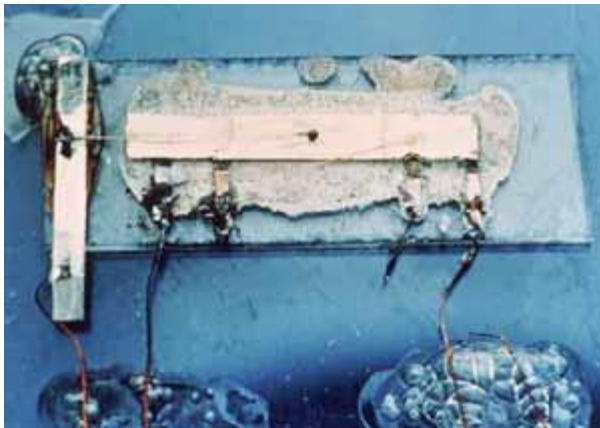
## Un cambio cualitativo: la era digital



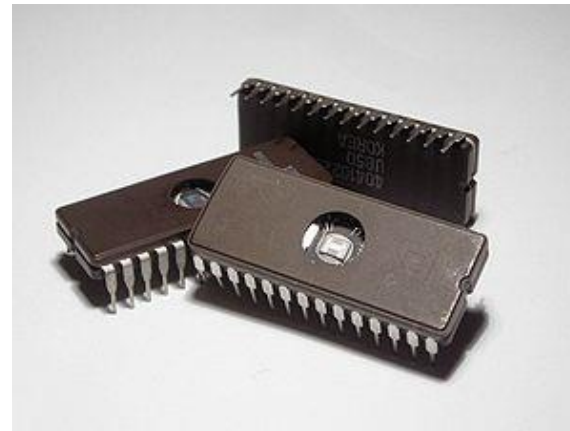
Válvulas - 1900



**1er transistor**  
W. Shockley, J. Bardeen y W. Brattain en diciembre de 1947



1er circuito integrado de 6 transistores  
Kilby 1958 / premio Nobel 2000



**Circuitos Integrados actuales**



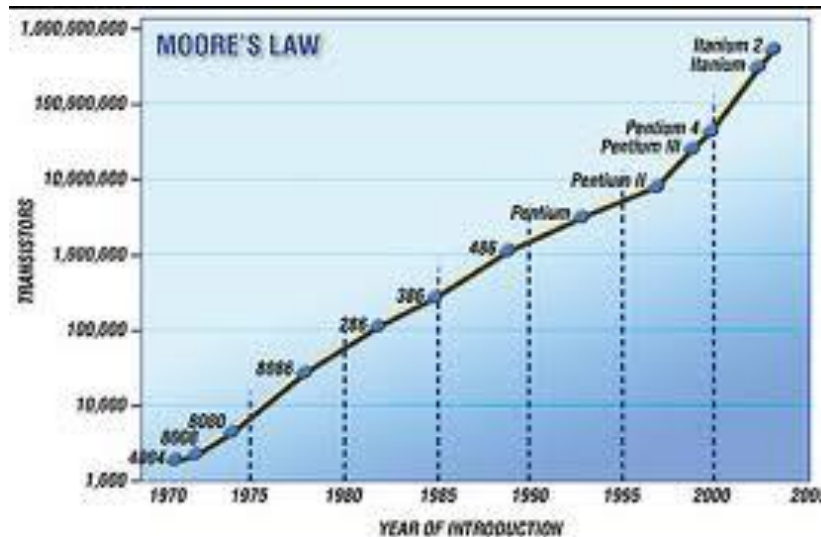
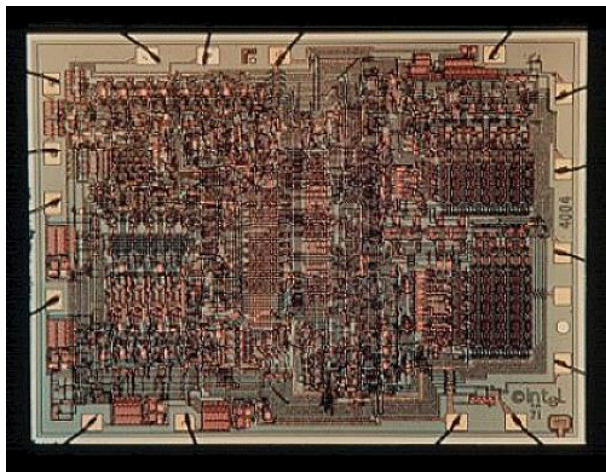
# Evolución de las mediciones...

## Un cambio cualitativo: la era digital

Intel4004 – 1971

Pentium IV – 2000 – 10<sup>6</sup> transistores

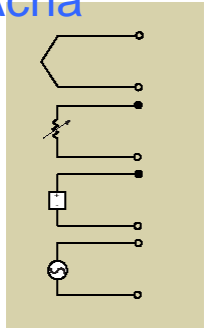
2300  
transistores!



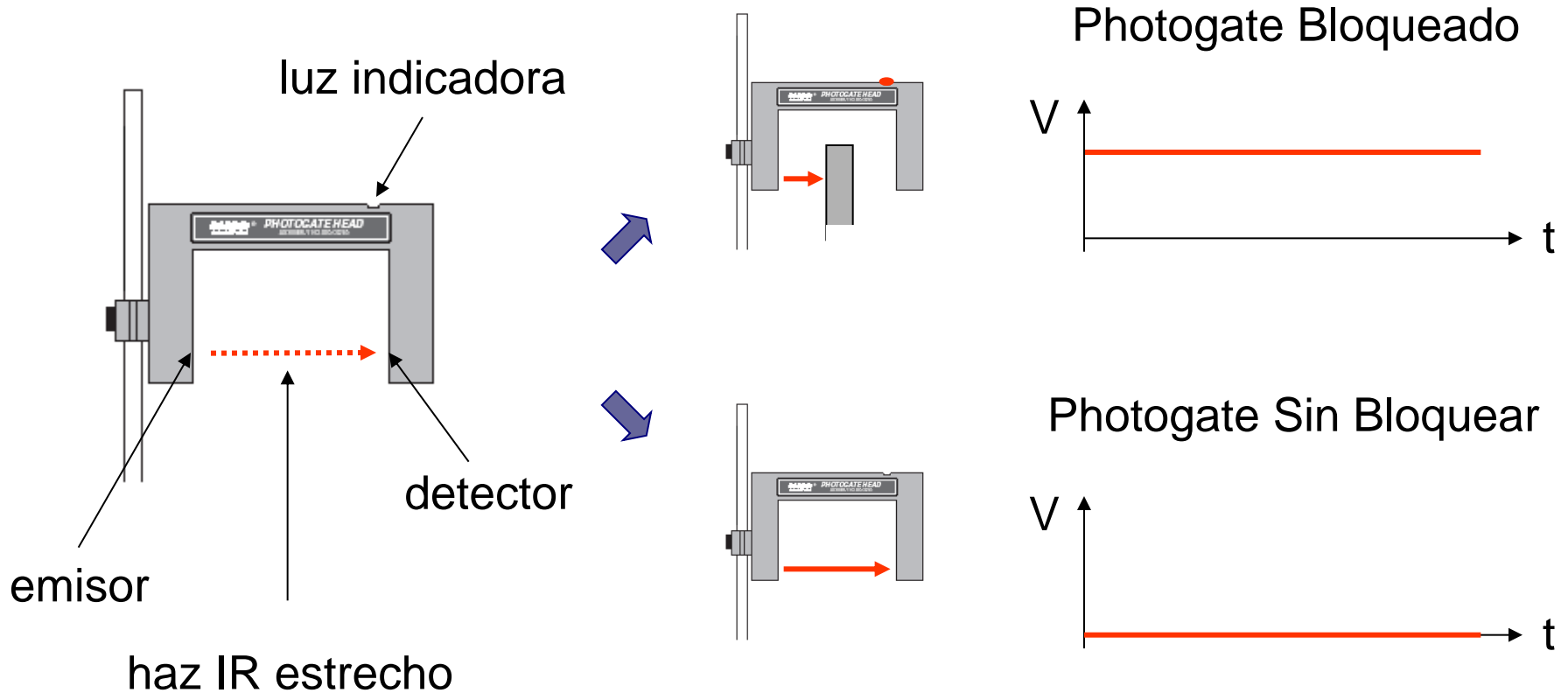
# Mediciones con computadora



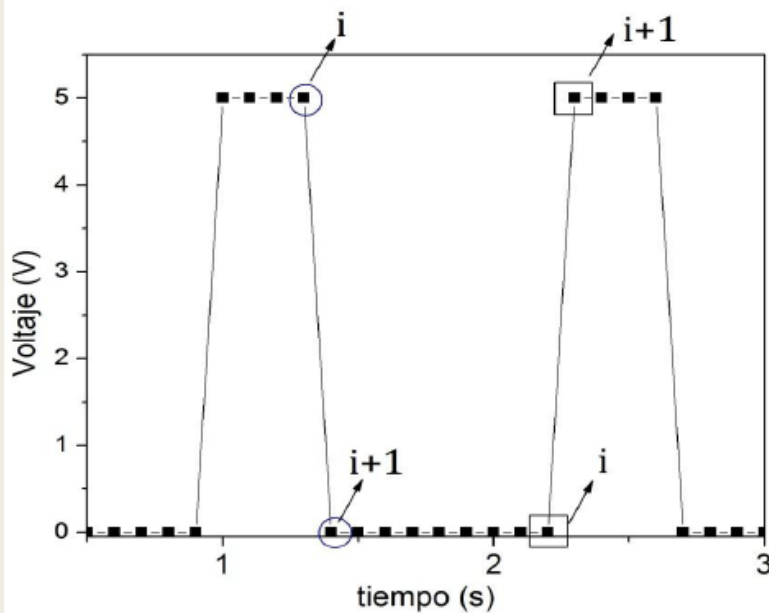
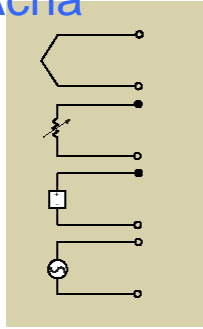
# Sensores y/o Transductores



## ■ Ejemplo: Photogates



# Sensores y/o Transductores



Medición de ejemplo

## Especificaciones:

- Flanco subida 500 ns
- Flanco bajada 50 ns
- Error paralaje a 1cm del detector :  
long efectiva difiere en menos de 1mm
- Señal aprox 5 V
- Infrarojo: 880 nm

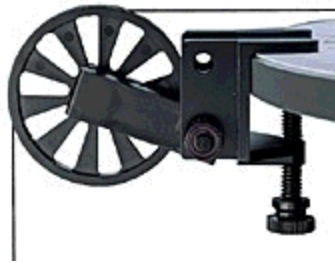
- En este caso, la salida que interesa son los tiempos en los que ocurre el evento, y no el valor de voltaje de salida.



# Sensores y/o Transductores



Sensor de posición  
Rango: 0.15-6m  
Res: 1 mm



Polea "inteligente"



Sensor de fuerza

- Para que el sensor de Fuerza arroje un valor en Newtons y para que el sensor de posición arroje una posición en metros, estos sensores han de ser **calibrados**.
- La **curva de calibración** de un sensor se realiza estudiando qué variación en la señal de salida se corresponde a qué variación de la magnitud que se quiere medir.

# Sensores y/o Transductores



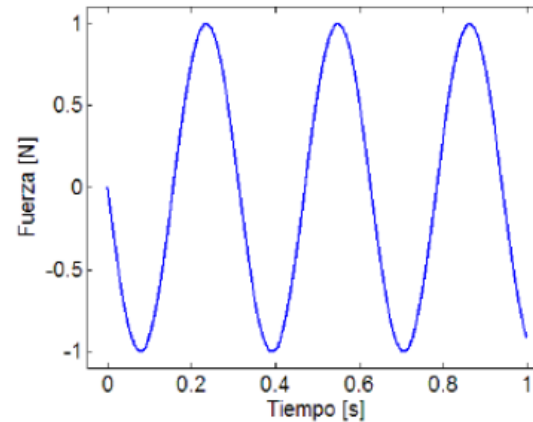
Sensor de posición  
Rango: 0.15-6m  
Res: 1 mm

- Típicamente se opera a una frecuencia de muestreo de 30 Hz.
- Pregunta: ¿cómo “sabe” el sensor a qué distancia está un objeto?

- Determina la posición de un objeto en un rango de 0.15 m a 6 m de distancia.
- Principio de funcionamiento: **emite** un pulso ultrasónico (49.4 kHz) en un cono de 20° y “**escucha**” el eco de ultrasonido.
- Este eco es detectado mediante un cambio en la capacitancia de la capa de oro que actúa como emisor y receptor de ultrasonido.
- Cuando sensa el eco, 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.

# Sensores y/o Transductores

Sensor de fuerza



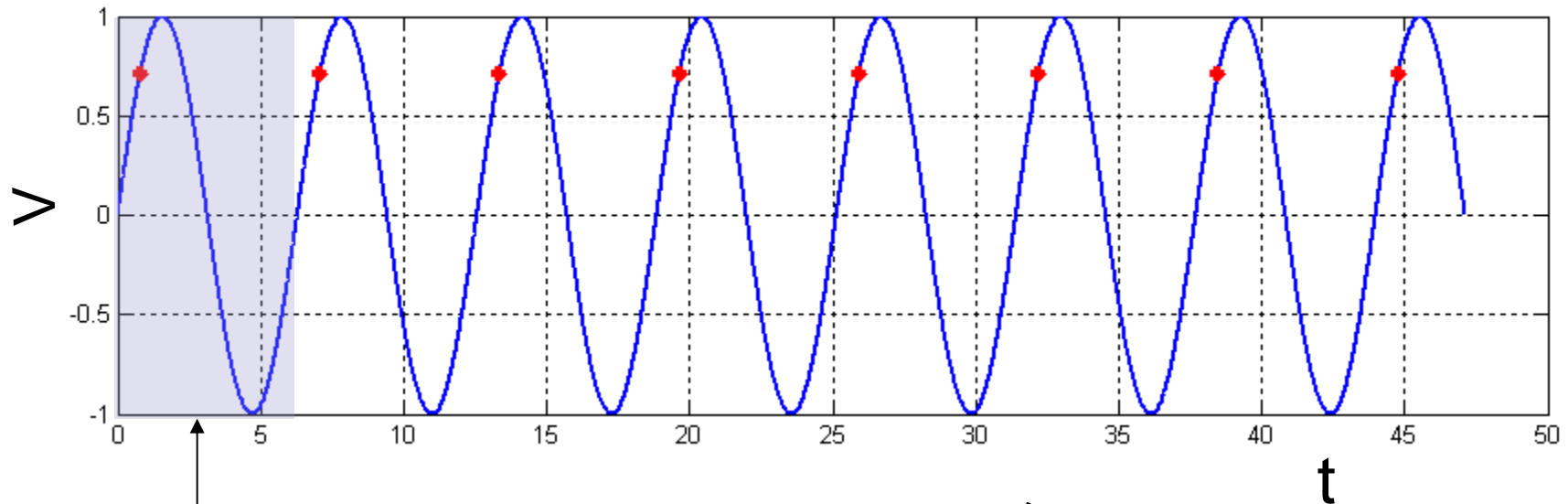
- Pregunta: ¿cómo “sabe” el sensor qué voltaje medido equivale a qué fuerza?

- Permite medir fuerzas en un rango de 0.01 a 50 N. Tiene dos modos de funcionamiento:  $\pm 10$  N con una resolución de 0.01 N y  $\pm 50$  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 (esto es distinto al sensor de posición). Se digitaliza al pasar por el conversor A/D.

# Adquisición de datos [DAQ]



## ■ Velocidad de Muestreo [Sampling Rate]

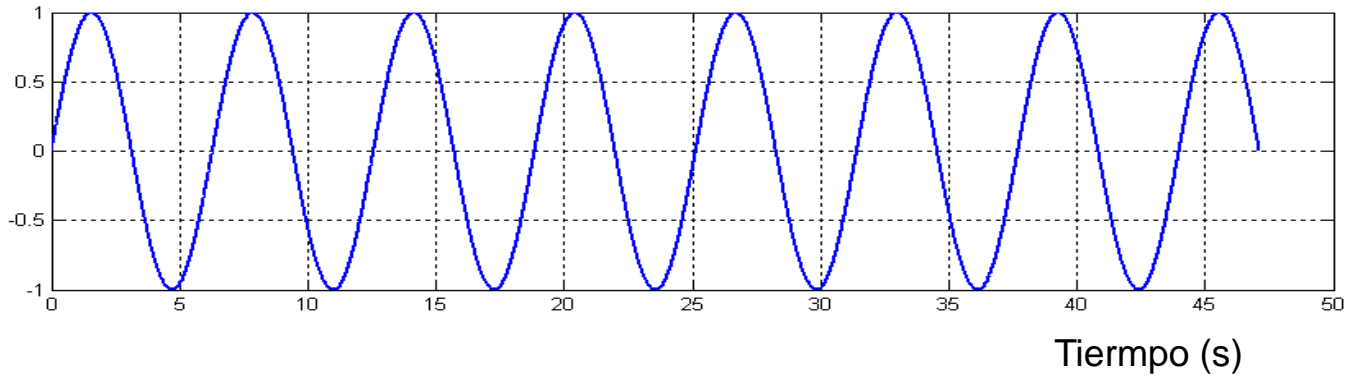


Período de  
oscilación del péndulo

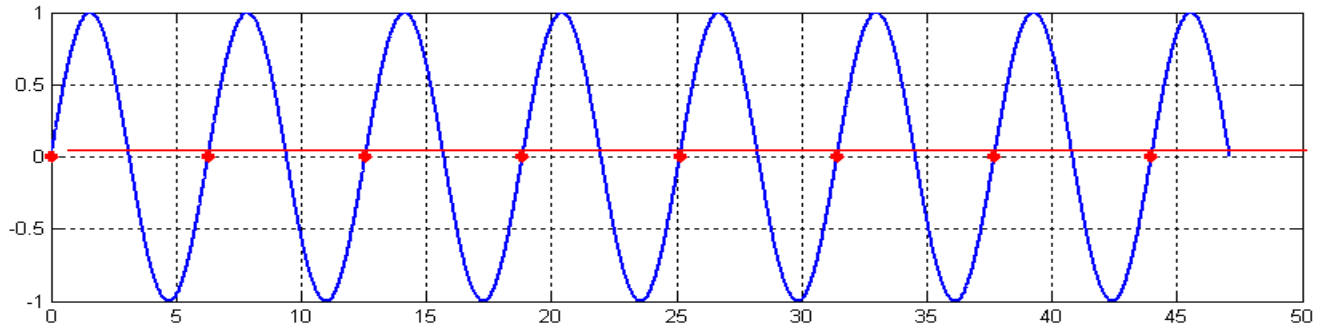
$$\left. \begin{aligned} f_S &= 1 f_{\text{pend}} \\ T_S &= 1 T_{\text{pend}} \end{aligned} \right\}$$

$$T_{\text{pend}} \sim 6 \text{ s}$$

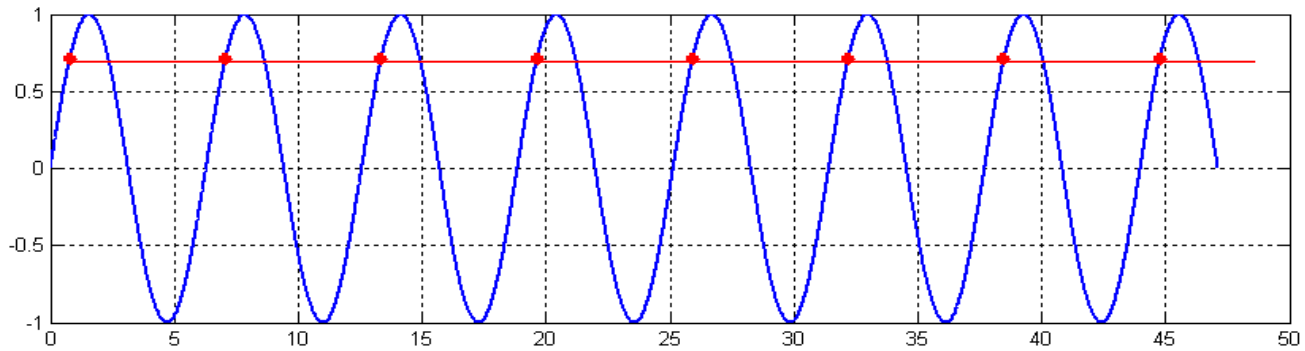
**Señal aparente es  
constante !!**



~ 0 V



~ 0.75 V

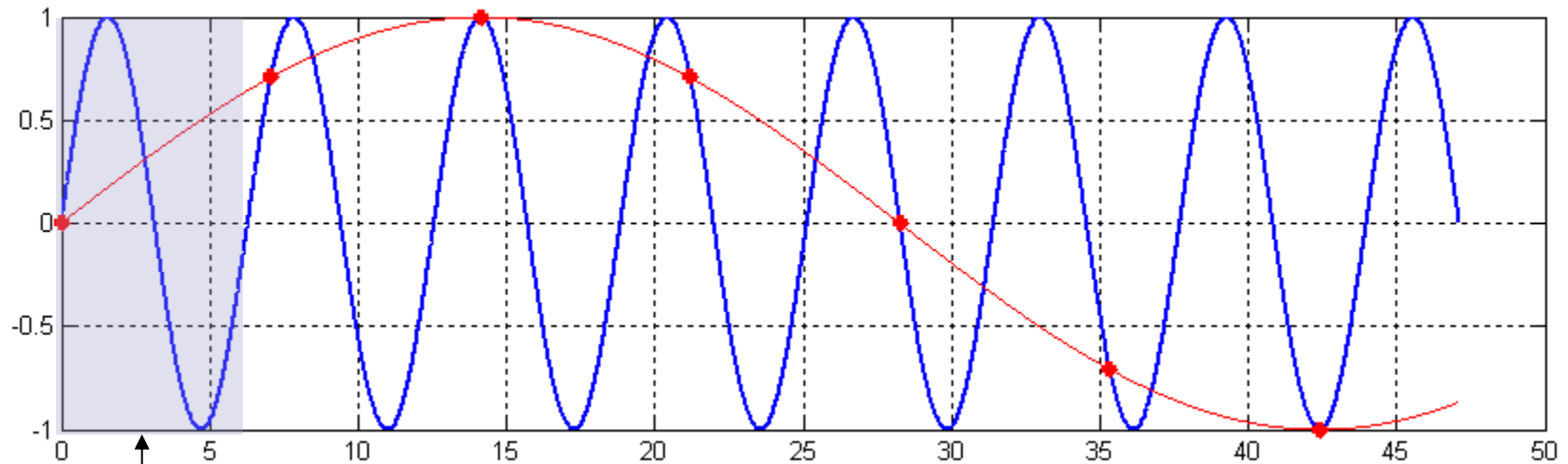




# Adquisición de datos [DAQ]



## ■ Velocidad de Muestreo [Sampling Rate]



Período de  
oscilación del péndulo

$$\left. \begin{array}{l} f_s < 1 f_{\text{pend}} \\ T_s > 1 T_{\text{pend}} \end{array} \right\}$$

$$T_{\text{pend}} \sim 6 \text{ s}$$

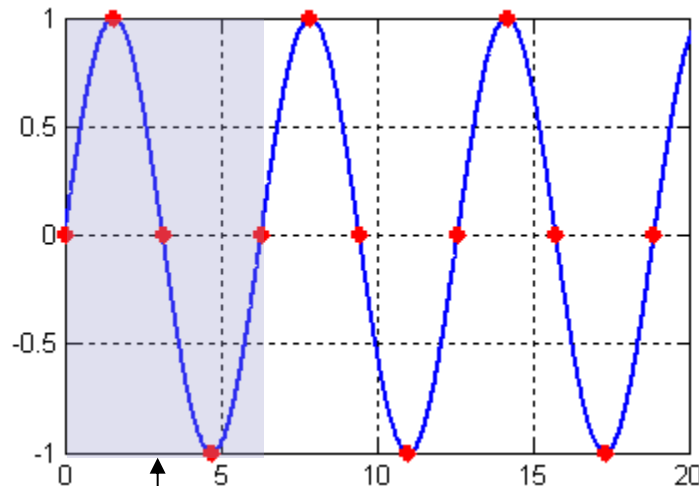
$$T_{\text{aparente}} \sim 56 \text{ s} !$$

**ALIASING**

# Adquisición de datos [DAQ]



## ■ Velocidad de Muestreo [Sampling Rate]



Período de  
oscilación del péndulo

$$f_S = 4 f_{\text{pend}}$$

Dada una señal,  
Cuál es la mínima frecuencia de  
muestreo que debo utilizar para  
poder reconstruirla completamente?



**Teorema de Nyquist :**

**para reconstruir adecuadamente una  
señal, debo emplear una frecuencia de  
muestreo tal que**

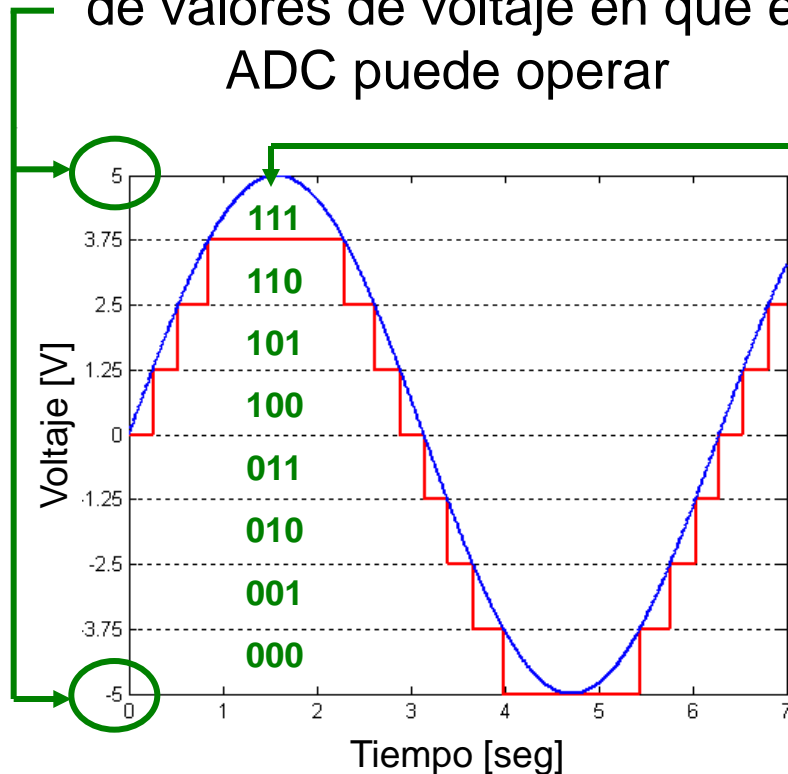
$$f_S \geq 2 f_{\text{max}}$$

# Conversión Analógica-Digital



## ■ Rango operativo

El rango operativo es el rango de valores de voltaje en que el ADC puede operar



## ■ Resolución

La resolución de un ADC es el número de bits que posee

$$3 \text{ bits: } 2^3 = 8 \text{ valores}$$

## ■ Sensibilidad

Determina la magnitud mínima que debe tener un cambio en la señal para ser detectado

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

# Ejemplos de resolución / Sensibilidad / Exactitud

- 8 bits?       $2^8 = 256$        $1/2^8 = 0.0039$
- 13 bits?       $2^{13} = 8192$        $1/2^{13} = 0.00012$

## **Sensibilidad?**

$$\text{LSB} = \text{Escala Total} / 2^{\text{N}^{\circ}\text{Bits}} = 20 \text{ V} / 8192 = 2.4 \text{ mV}$$

## **Precisión?**

Repetibilidad de las mediciones → Ruido → 5 LSB

## **Exactitud?**

Requiere una calibración contra patrones!

# Sensor DAQ (Vernier)

- **Conversor A/D:**
  - 3 canales analógicos de entrada
  - + 1 digital
- Resolución: 13 bits
- Muestreo: = 48 kS/s
- Rango: -10 a +10 V (ajustable)
- Permite calibraciones externas
- Dispone de herramientas de análisis avanzadas





# Peligros del Análisis Automatizado

- Mediciones automatizadas no garantizan buenos resultados
- Tener muchos dígitos significativos no implica que los resultados alcancen un alto grado de exactitud
- Los resultados que obtenemos al usar ‘paquetes’ de software para el análisis de datos son tan buenos y confiables como sus programadores

**Nunca emplear  
procedimientos automatizados  
de análisis de datos  
sin entender cómo estos funcionan**