

Introducción a la Adquisición de datos

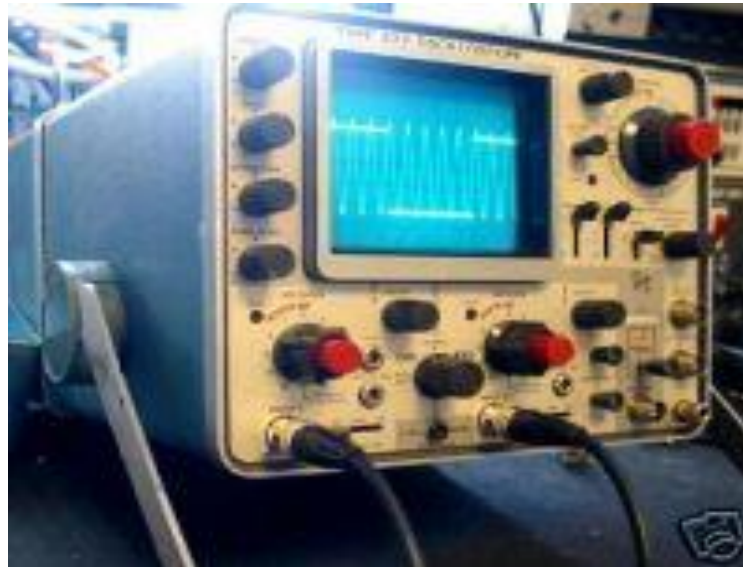


LABORATORIO 3
1er cuatrimestre 2022
DF - FCEyN - UBA

*Parte del material es extraído de la presentación del Prof. Carlos Acha
1er cuatrimestre 2021*

Evolución de las mediciones...

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



Osciloscopio analógico

Sistema de adquisición de datos (DAQ)



<https://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/>

https://marceluda.github.io/python-para-fisicos/tuto/lab02/05_instrumentacion/

Sensor



Convierten las magnitudes físicas en señales eléctricas. Entrega una señal eléctrica analógica (o digital)



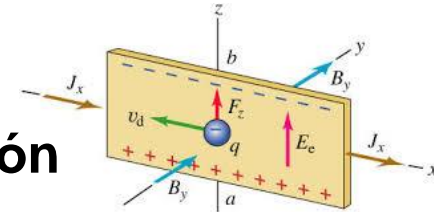
Señal eléctrica ruidosa

•Termocupla

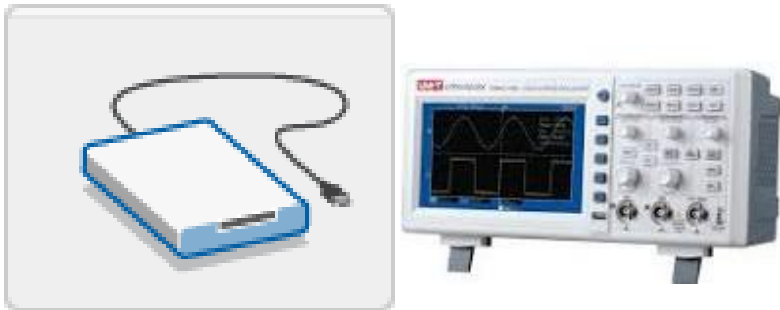


•Sonda de tensión

•Sensor de campo magnético
Efecto Hall



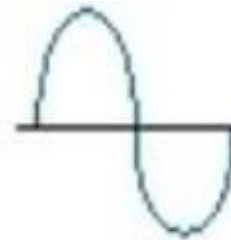
Instrumento de adquisición



Dispositivo que digitaliza señales analógicas entrantes para que una PC pueda interpretarlas.

Componentes principales :

- Circuito de acondicionamiento de señales (atenuación/amplificación, filtrado, multiplexado...)
- Convertidor analógico-digital (ADC)



Señal filtrada y amplificada

Circuito de acondicionamiento de señales : manipula una señal de tal forma que sea apropiada para entrada a un ADC

Detector



Convierten las magnitudes físicas en señales eléctricas. Entrega una señal eléctrica analógica.



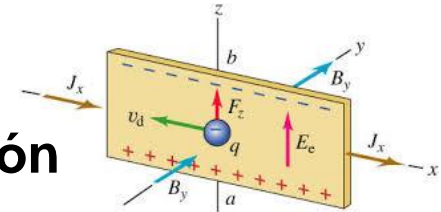
Señal eléctrica ruidosa

•Termocupla



•Sonda de tensión

•Sensor de campo magnético
Efecto Hall



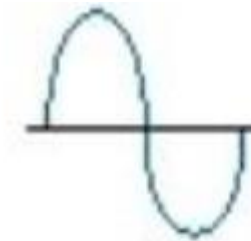
Instrumento de adquisición



Dispositivo que digitaliza señales analógicas entrantes para que una PC pueda interpretarlas.

Componentes principales :

- Circuito de acondicionamiento de señales
- Convertidor analógico-digital (ADC)



Señal filtrada y amplificada



Resolución (en bits)



de muestras/s

Señal digitalizada

Detector



Convierten las magnitudes físicas en señales eléctricas. Entrega una señal eléctrica analógica.



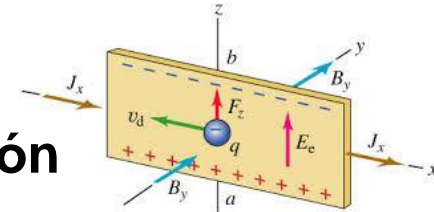
Señal eléctrica ruidosa

•Termocupla

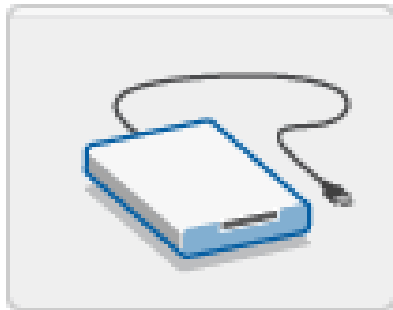


•Sonda de tensión

•Sensor de campo magnético
Efecto Hall



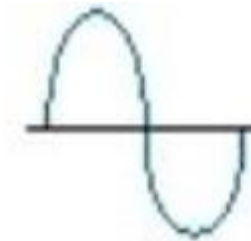
Instrumento de adquisición



Dispositivo que digitaliza señales analógicas entrantes para que una PC pueda interpretarlas.

Componentes principales :

- Circuito de acondicionamiento de



Señal filtrada y amplificada



Resolución (en bits)



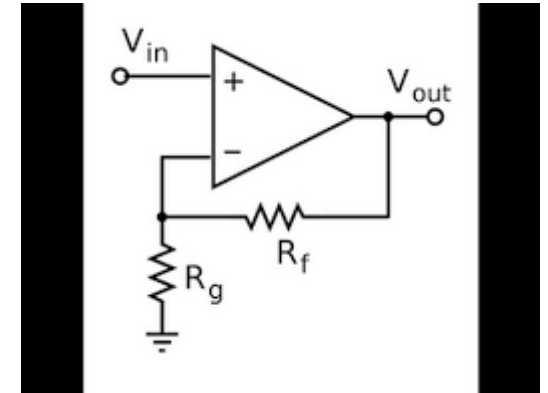
de muestras/s

Señal digitalizada

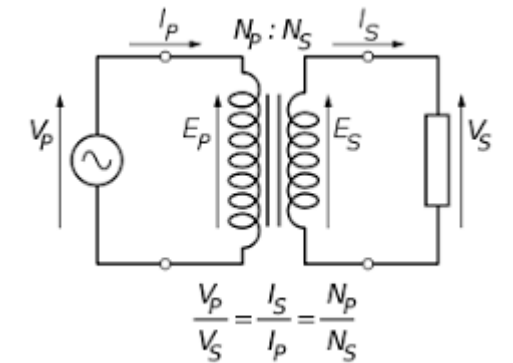
Convertor analógico-digital (ADC) :
Convierte las señales analógicas acondicionadas en valores digitales.
Realiza "muestras" periódicas de la señal a una frecuencia predefinida

Acondicionamiento

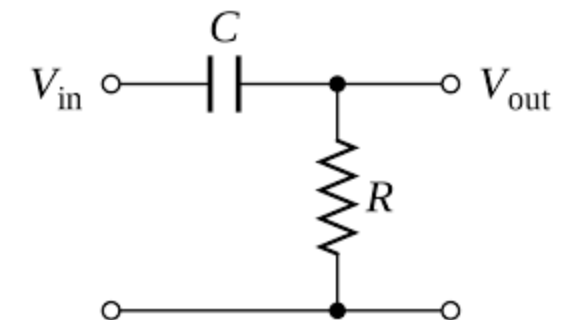
Amplificación: las señales de bajo voltaje deben ser amplificadas para mejorar la resolución y disminuir el ruido. Se debe tener en cuenta que el rango de amplificación no supere el rango de entrada del hardware.
(amplificadores operacionales → no se estudiarán en este curso)



Aislamiento: por cuestiones de seguridad la señal generada por el transductor es aislada. La señal puede contener picos de alto voltaje capaces de dañar al conversor. (Uso de transformadores)

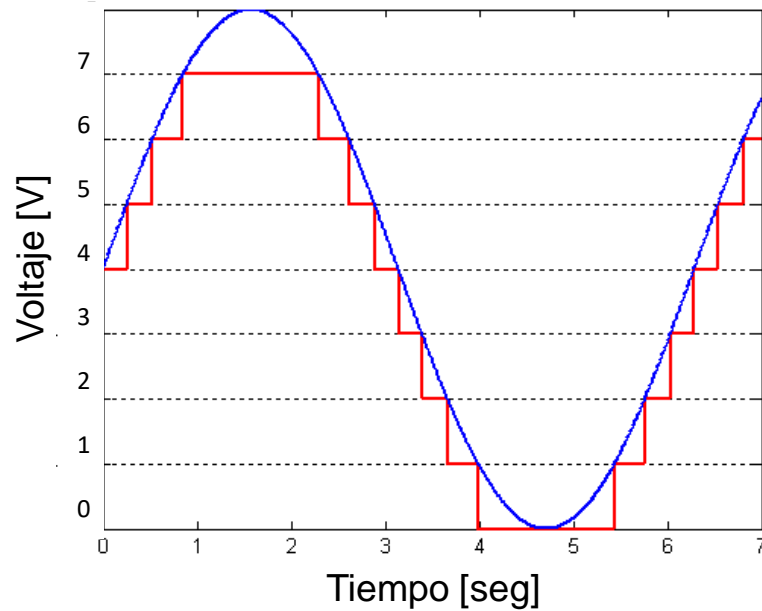


Filtrado: las señales no deseadas (“ruido”) son eliminadas seleccionando la banda de frecuencia en la que se encuentra la señal de interés (filtros pasa-banda, pasa-altos y pasabajos).



Conversión Analógica-Digital(ADC)

Discretización de la señal



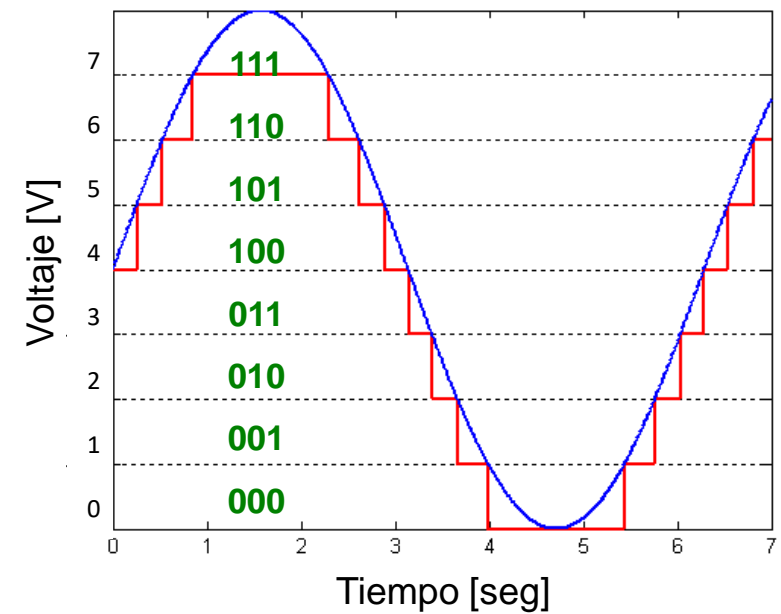
3 bits:
 $2^3 = 8$ valores

$$D_{Out} = \sum_{m=0}^{n-1} B_m 2^m$$

1	0	1
2^2	2^1	2^0

$V=f(t)$ \longrightarrow $\{V_1, \dots, V_N\}$
 $\{t_1, \dots, t_N\}$

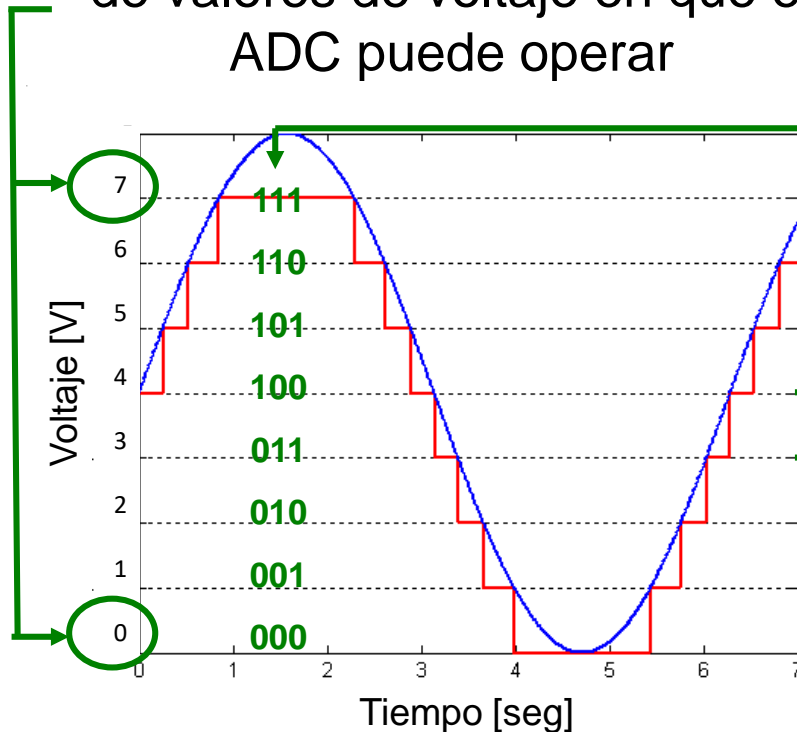
Codificación en binario



Conversión Analógica-Digital (ADC)

- 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 bits: $2^3 = 8$ valores

$$D_{Out} = \sum_{m=0}^{n-1} B_m 2^m$$

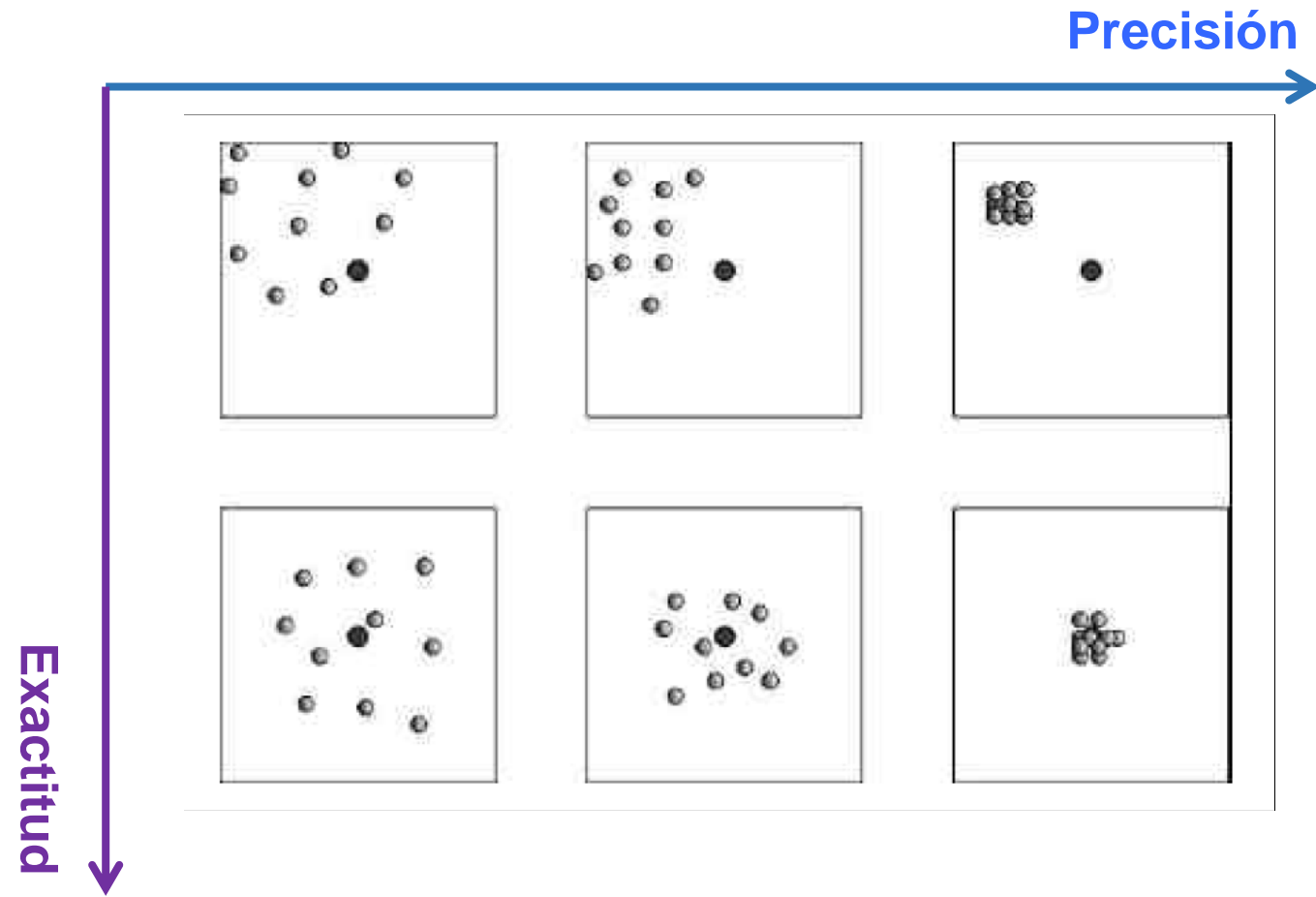
1	0	1
2^2	2^1	2^0

- Sensibilidad

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

$$\text{Sensibilidad} = \frac{\text{Rango operativo}}{2^{N^{\circ} \text{ bits}} - 1}$$

Ejemplos de Resolución / Precisión Sensibilidad / Exactitud



Ejemplos de Resolución / Precisión Sensibilidad / Exactitud

Resolución?

- 8 bits? $2^8 = 256$
- 10 bits? $2^{10} = 1024$

→ Cantidad de estados para representar la señal analógica

Sensibilidad?

Para la escala vertical del osciloscopio de 5 V/div
 $LSB = Escala\ Total / (2^N - 1) = 50\ V / 1023 = 0.20\ V$

→ Mínima variación detectable

Precisión?

Repetibilidad de las mediciones → Ruido

→ Influencia de factores externos sobre la capacidad de detección

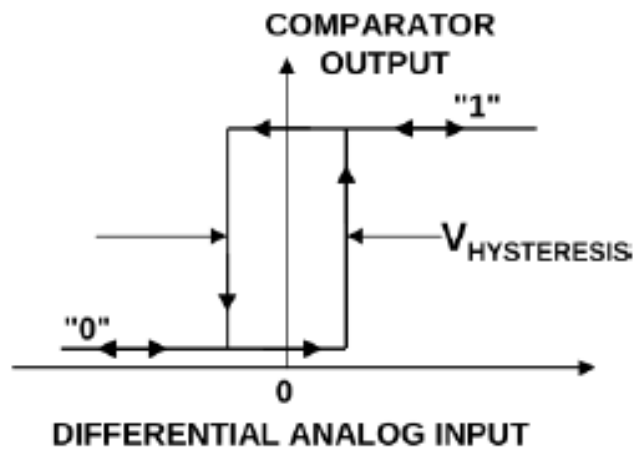
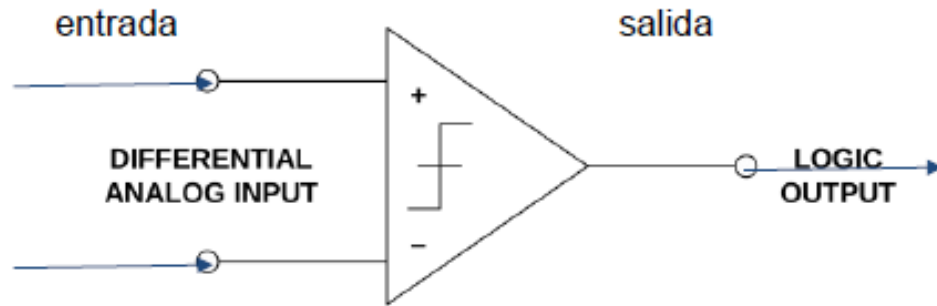
Exactitud?

Requiere una calibración contra patrones!

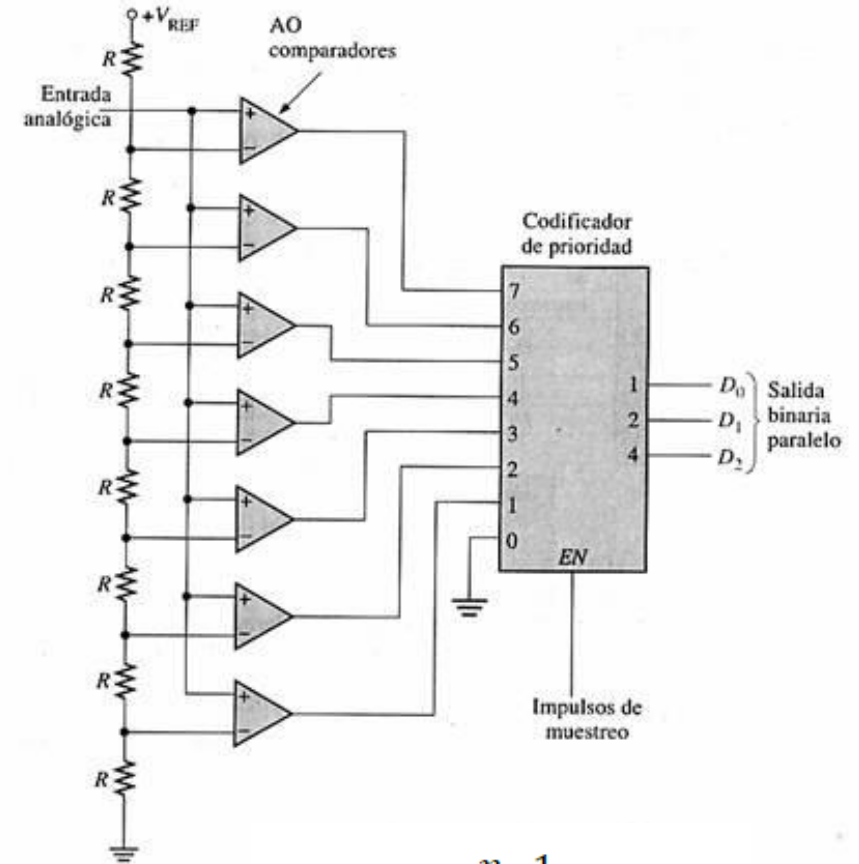
→ Proximidad con el valor real

El proceso de la conversión analógica-digital (ADC)

Método comparativo



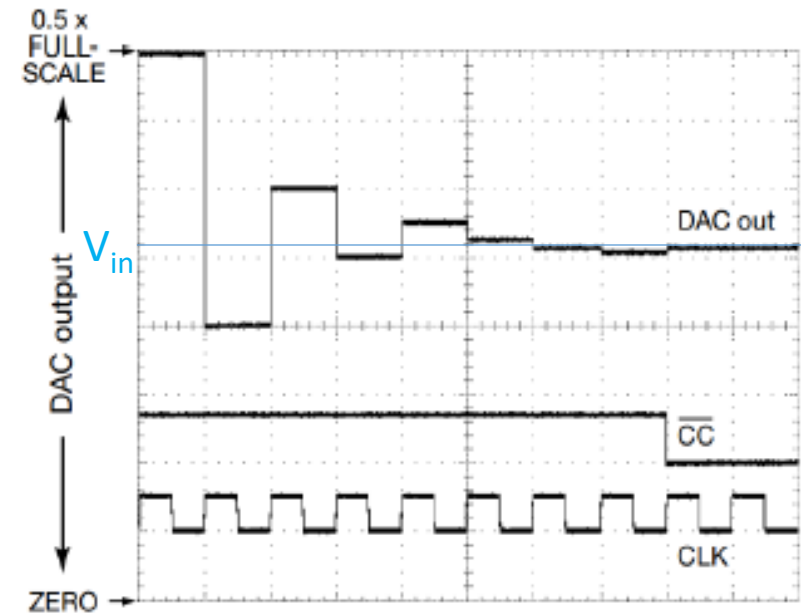
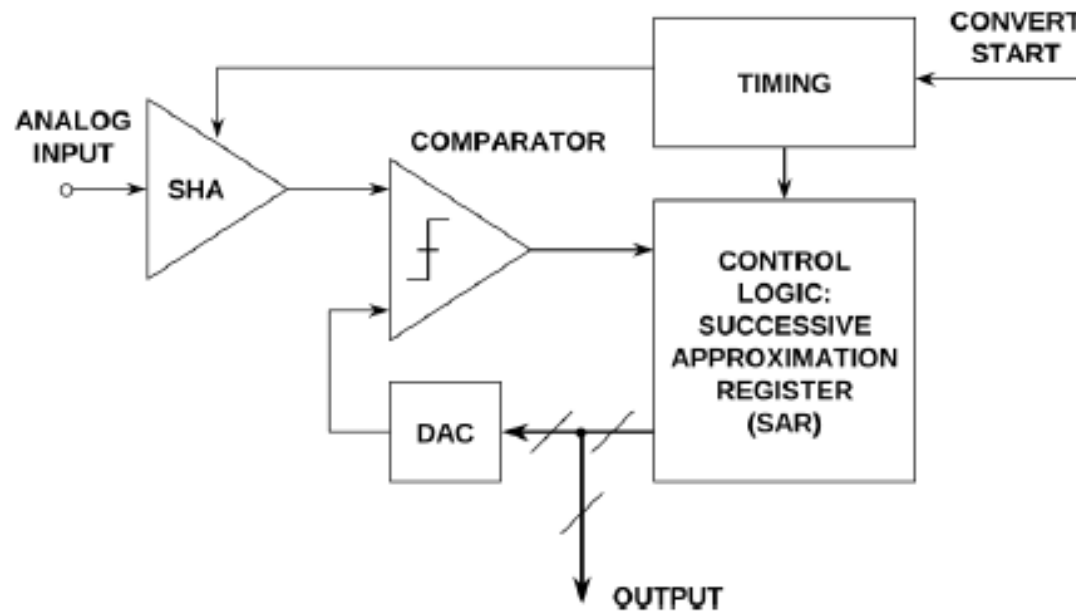
ref: Analog Devices,
"Basic Linear Design"



$$D_{Out} = \sum_{m=0}^{n-1} B_m 2^m$$

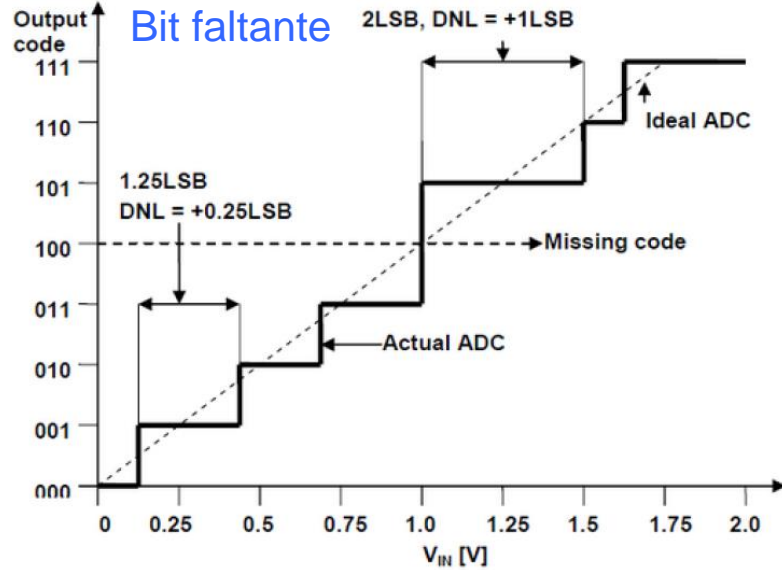
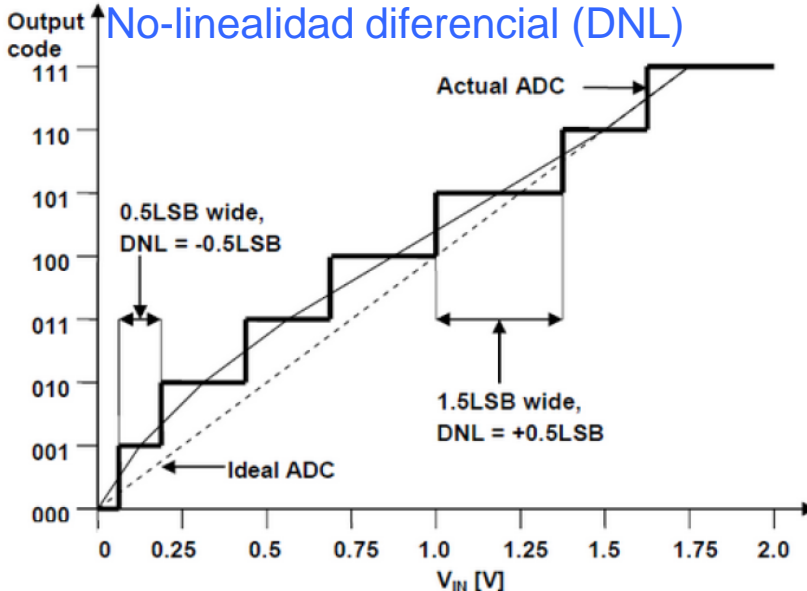
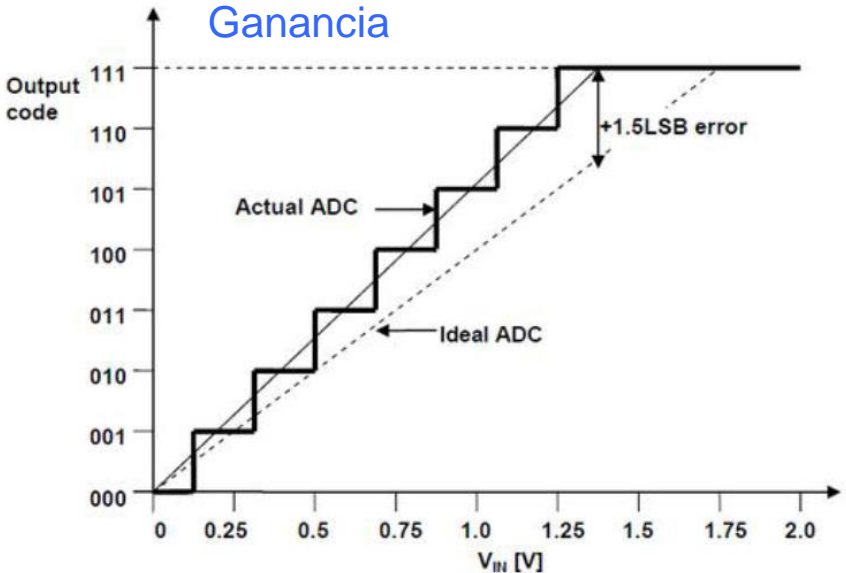
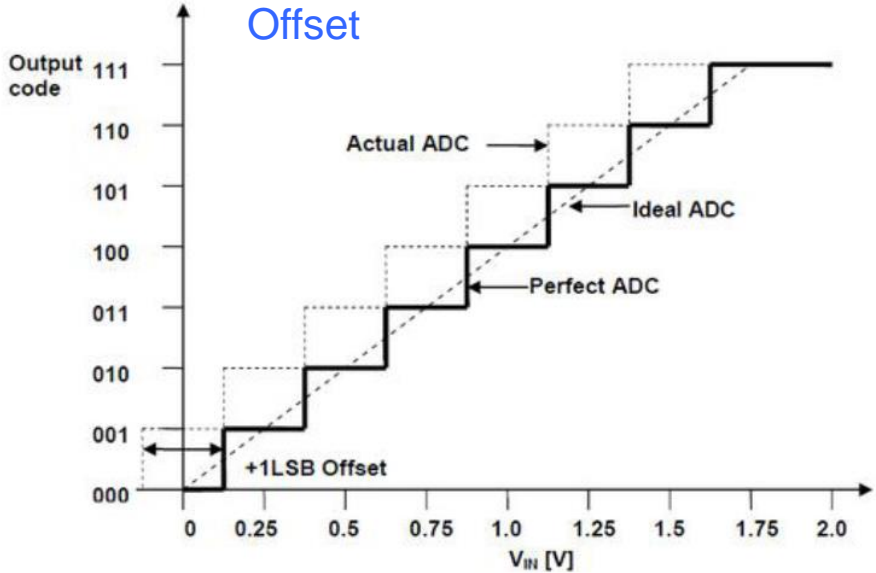
El proceso de la conversión analógica-digital (ADC)

ADC de aproximaciones sucesivas



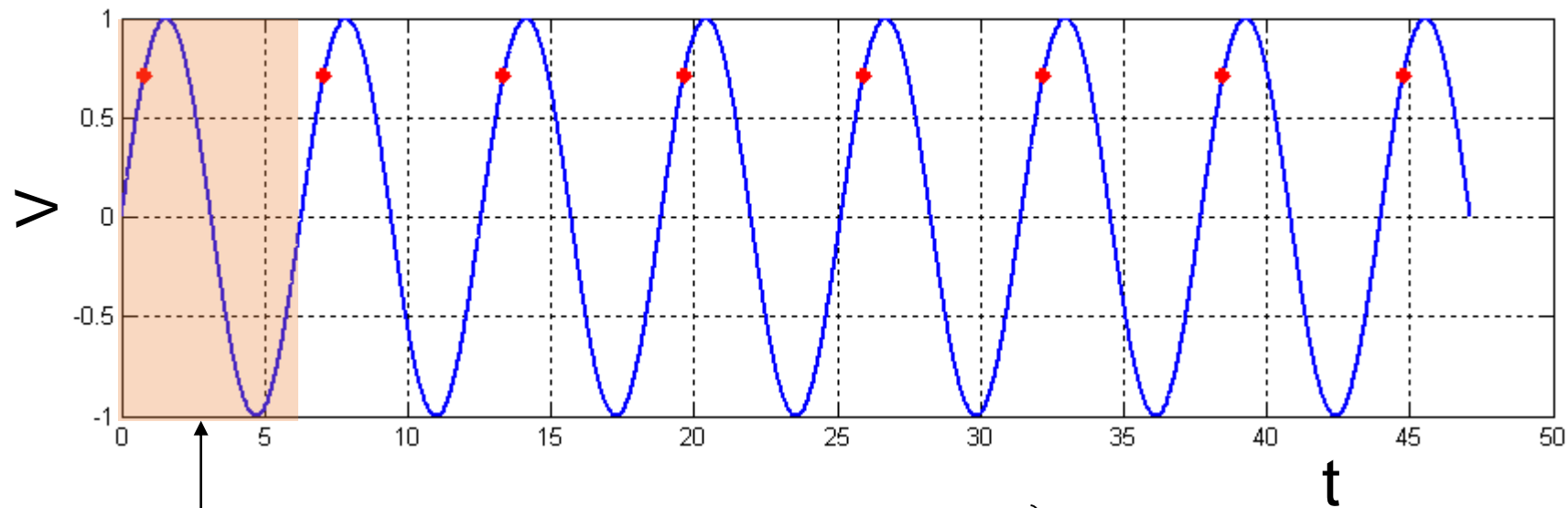
Estos procesos requieren de un “tiempo de conversión”

Errores de la conversión analógica-digital(ADC)



Conversión Analógica-Digital (ADC)

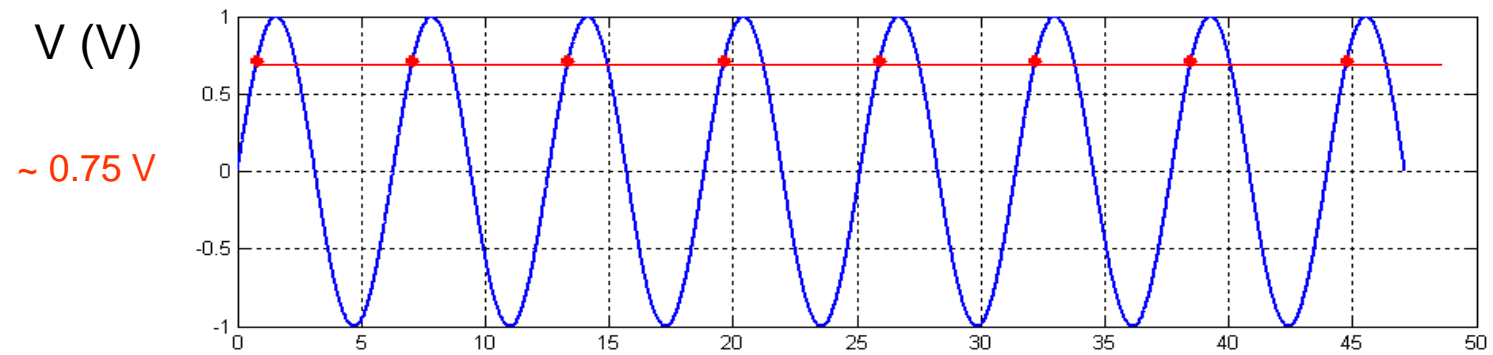
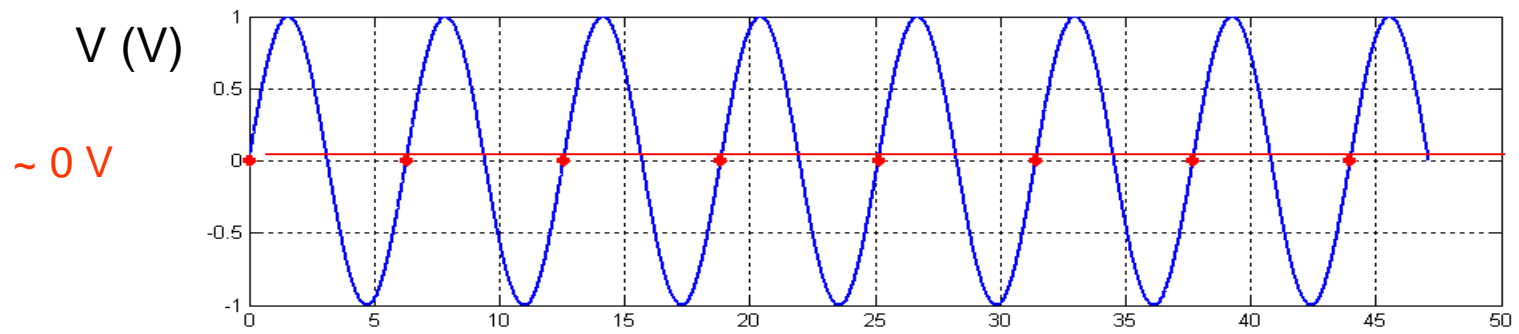
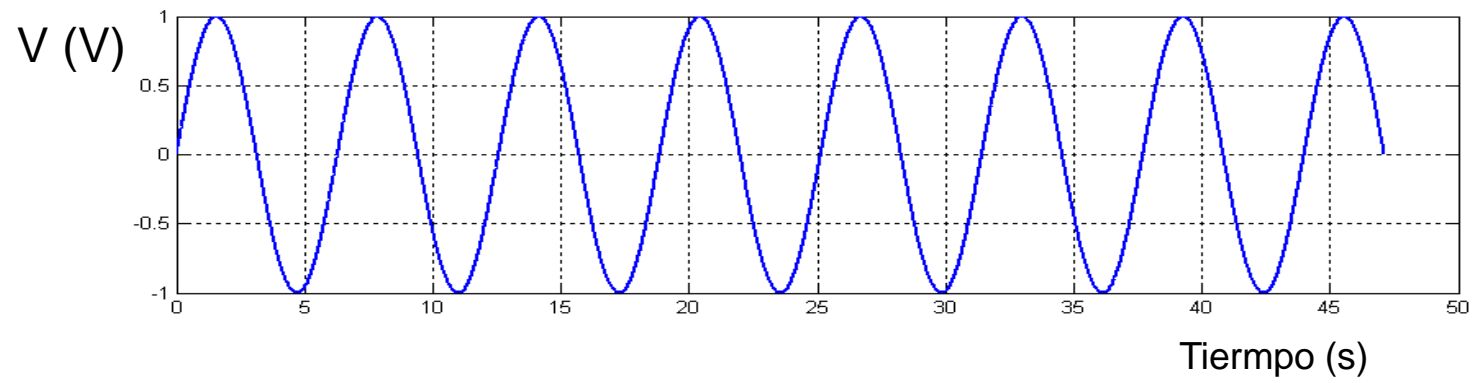
- Velocidad de Muestreo [Sampling Rate]



Por ej. señal generada
sinusoidal f_{gen}

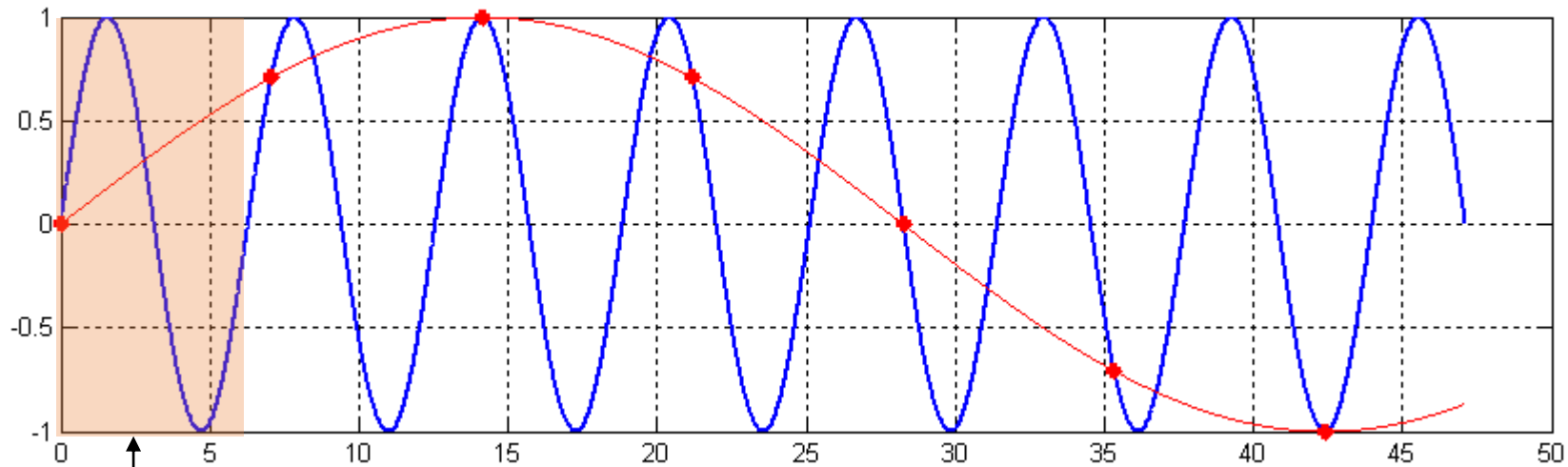
$$\left. \begin{aligned} f_S &= 1 f_{gen} \\ T_S &= 1 T_{gen} \end{aligned} \right\}$$

$T_{gen} \sim 6 \text{ s}$
**Señal aparente es
constante !!**



Conversión Analógica-Digital (ADC)

- Velocidad de Muestreo [Sampling Rate]



Por ej. señal generada
sinusoidal f_{gen}

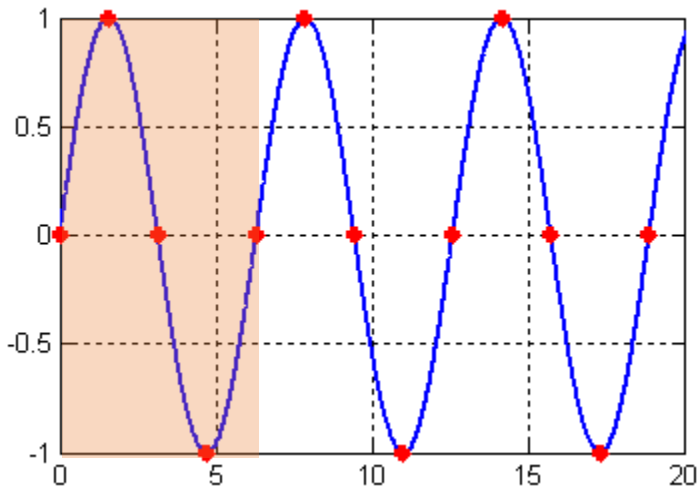
$$\left. \begin{aligned} f_s &< 1 f_{gen} \\ T_s &> 1 T_{gen} \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned} T_{gen} &\sim 6 \text{ s} \\ T_{aparente} &\sim 56 \text{ s} ! \end{aligned}$$

ALIASING

Conversión Analógica-Digital (ADC)

- Velocidad de Muestreo [Sampling Rate]



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



Teorema de Nyquist :

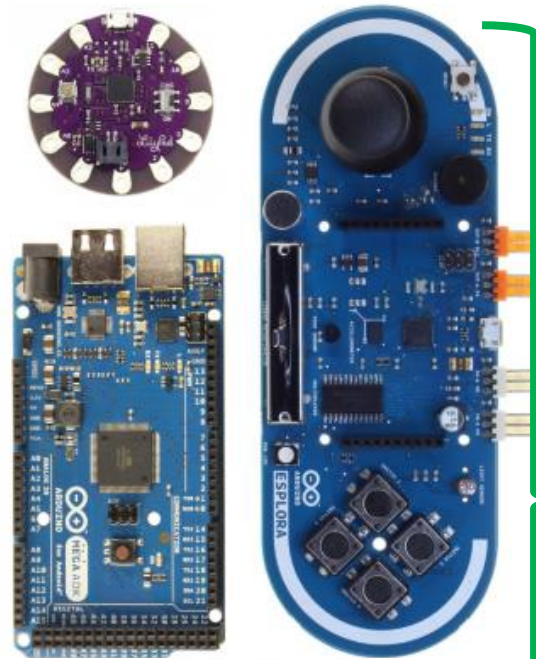
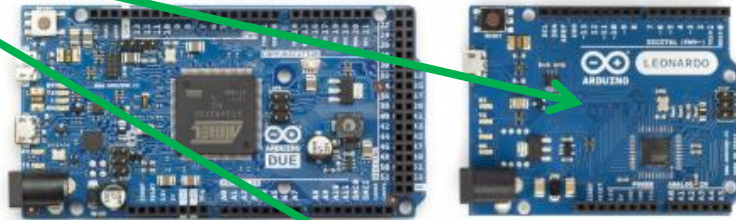
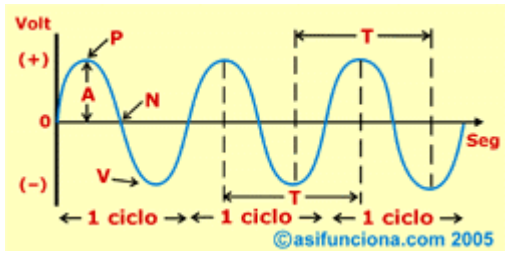
para reconstruir adecuadamente una señal, debo emplear una frecuencia de muestreo tal que

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

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

Adquisición de datos (DAQ)

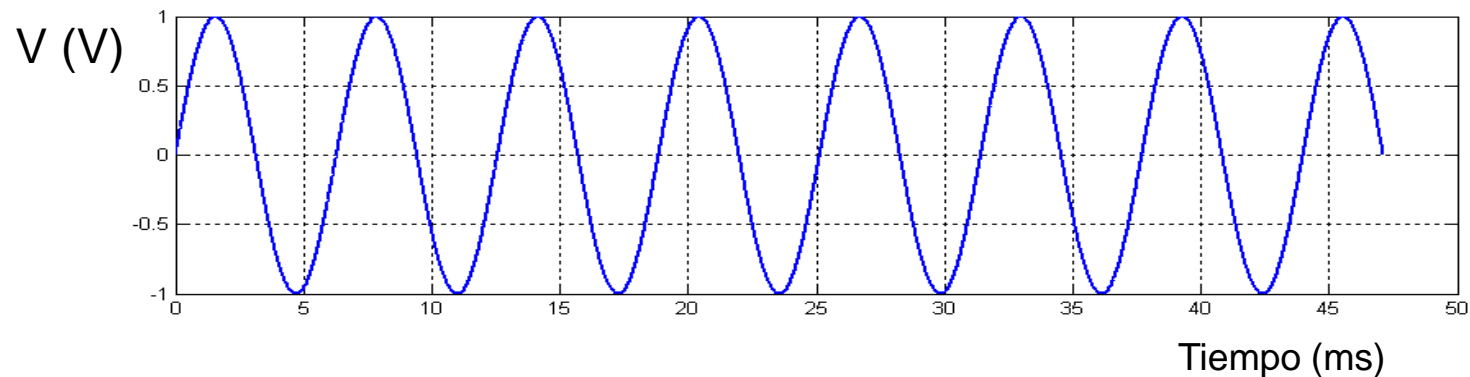
Adquirir correctamente una señal requiere de una serie de elecciones acertadas!



Adquisición de datos (DAQ)

■ Ejercicio para completar en el cuaderno

Se tiene una señal senoidal de 1 V de amplitud y frecuencia de 167 Hz como la que se observa:



Si esta señal se adquiere con un ADC de 8 bits de resolución:

-1) De cuánto será el LSB? (discuta qué rango consideraría)

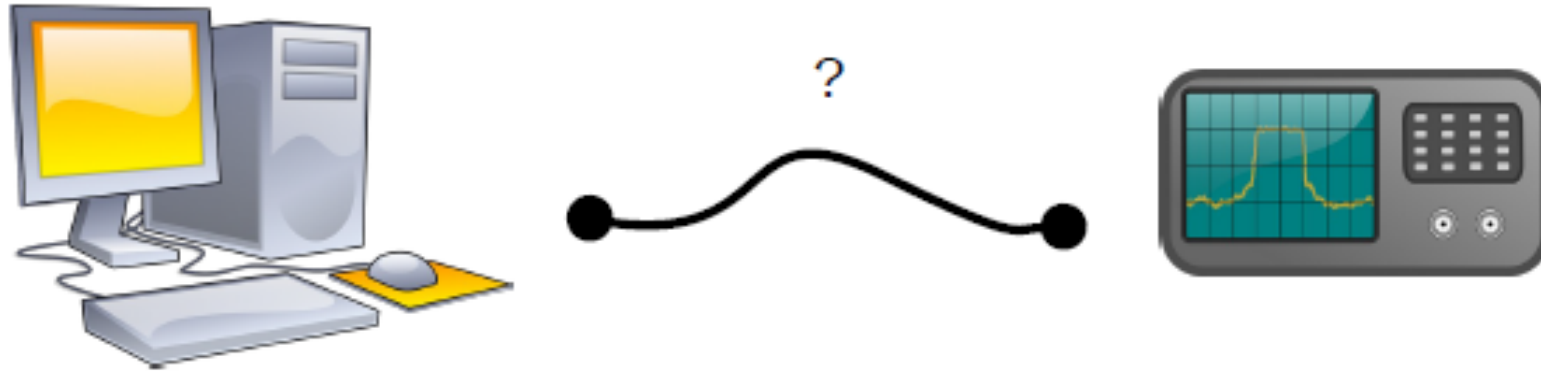
-2) Con qué frecuencia de adquisición (o "Sampling Rate") deberá adquirir esta señal para poder definir los detalles de la misma?

Mediciones digitales



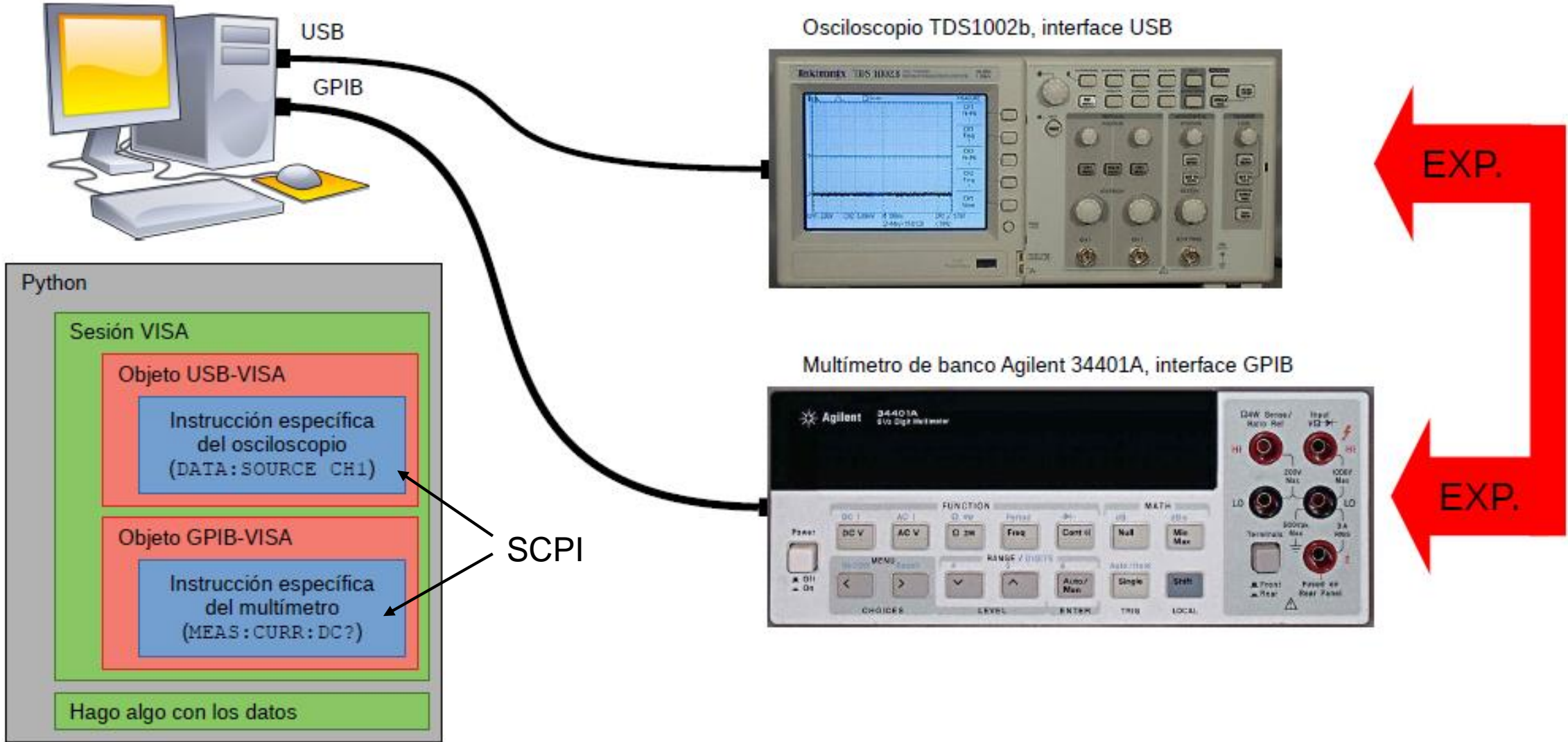
Si el instrumento tiene pantalla, a veces con el instrumento alcanza ...

Comunicación con instrumentos

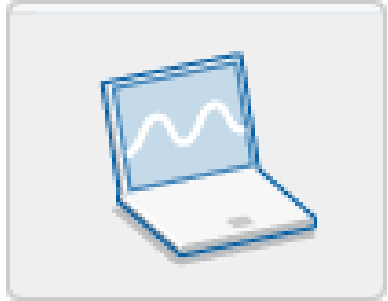


- Qué tipo de interface de hardware tengo? (USB, Puerto Serie o RS232, LAN, GPIB, etc)
- Sobre qué aplicación voy a trabajar? (En la PC: C++, Fortran (?), Python, Matlab, Labview, etc)
- Qué voy a ordenarle o pedirle al instrumento? (algo que el instrumento entienda; por ej SCPI)

Comunicación con instrumentos



Procesador (PC)



Desde el procesador se puede configurar el instrumento y adquirir los datos. La señal original es reconstruida desde los datos adquiridos por el software. Permite procesar, visualizar y almacenar datos de medida.

Componentes del Software

Controlador

permite que el sistema operativo de la PC pueda reconocer el dispositivo y dar así a los programas acceso al instrumento para escritura y lectura.

[VISA](#)

Virtual instrument
software architecture

Aplicación

facilita la interacción entre la PC y el usuario. Permite configurar el instrumento, adquirir, analizar y presentar datos de las mediciones. Eje: C++, Fortran (?), Python, Matlab, Labview, etc. En general se usa SCPI para la sintaxis de los comandos.

[SCPI](#)

Standard Commands for
Programming Instruments

Comunicándonos con Python

Usamos el paquete PyVisa
(<https://pyvisa.readthedocs.io/en/latest/>)



Ejemplo de comunicación con un instrumento

```
9 import pyvisa as visa
10
11 rm = visa.ResourceManager()
12
13 instrumentos = rm.list_resources()
14 print(instrumentos)

23 #Con ese nombre abro el vinculo con el osciloscopio
24
25 osc=rm.open_resource(instrumentos[0])
26 #osc=rm.open_resource('USB0::0x0699::0x0363::C065093::INSTR')
```

```
In [1]: runfile('C:/Users/User/Google Drive/Laboratorio 4 2dp2021/
Instrumentos/comunicación.py', wdir='C:/Users/User/Google Drive/
Laboratorio 4 2dp2021/Instrumentos')
('USB0::0x0699::0x0363::C065093::INSTR', 'ASRL4::INSTR',
'ASRL5::INSTR')
```

```
In [5]: instrumentos?
Type:      tuple
String form: ('USB0::0x0699::0x0363::C065093::INSTR', 'ASRL4::INSTR',
'ASRL5::INSTR')
Length:    3
```

osc es un objeto que representa a la comunicación con el instrumento

¿Qué comandos entiende VISA?

write: le enviamos un mensaje al instrumento

```
In [13]: osc.write('MEASU:MEAS3:SOURCE CH2')
Out[13]: 24

In [14]: osc.write('MEASU:MEAS3:TYPE CRMs')
Out[14]: 23
```

read: si el instrumento mandó un mensaje, lo leemos
(si no mandó nada, obtendremos un timeout)

```
In [16]: osc.read
Out[16]: <bound method MessageBasedResource.read of
<'USBInstrument' ('USB0::0x0699::0x0363::C065093::0::INSTR')>>
```

query: enviar mensaje y leer respuesta luego

```
In [17]: osc.query('*IDN?')
Out[17]: 'TEKTRONIX,TDS 1002B,C065093,CF:91.1CT FV:v22.11\n'
```

¿Qué comandos entiende VISA?

```
In [18]: osc.query('MEASU:MEAS1:VAL?')  
Out[18]: '7.99999982E-2\n'
```

Podemos especificar el encoding

- `query_ascii_values`
- `query_binary_values`

```
In [19]: osc.query_ascii_values('MEASU:MEAS3:VAL?')  
Out[19]: [0.0282842703]
```

```
In [20]: CRMS1=osc.query_ascii_values('MEASU:MEAS3:VAL?')
```

```
In [21]: CRMS1?  
Type:      list  
String form: [0.0163299311]  
Length:    1
```

¿Qué comandos entiende VISA?

LEER EL MANUAL DEL INSTRUMENTO!!!!

MEASUrement:IMMed:SOUrce[1] Set or query the channel for immediate measurement

Ej.: osc.write('MEAS:INM:SOU CH1')

MEASUrement:IMMed:TYPe Set or query the immediate measurement to be taken

MEASUrement:IMMed:UNIts? Return the immediate measurement units

MEASUrement:IMMed:VALue? Return the immediate measurement result

http://materias.df.uba.ar/l4a2021c2/files/2021/02/TBS1000-B-EDU-TDS2000-B-C-TDS1000-B-C-EDU-TDS200-TPS2000-Programmer_EN-US-RevA.pdf

Scripts con comandos básicos para el osciloscopio y el generador de ondas:

<https://nube.df.uba.ar/index.php/s/Ma6cJ4mkPxNRwxJ>

Scripts de comunicación

 `generador_Basico.py`

 `TDS1002B_Basico.py`

 `TDS1002B_Adq.py`

Armar un script que varíe la frecuencia del generador y adquiera para cada frecuencia el valor VRMS de cada canal