

Adquisición de señales

Conversión ADC-DAC

Muestreo de señales Analógicas

Teorema de Muestreo

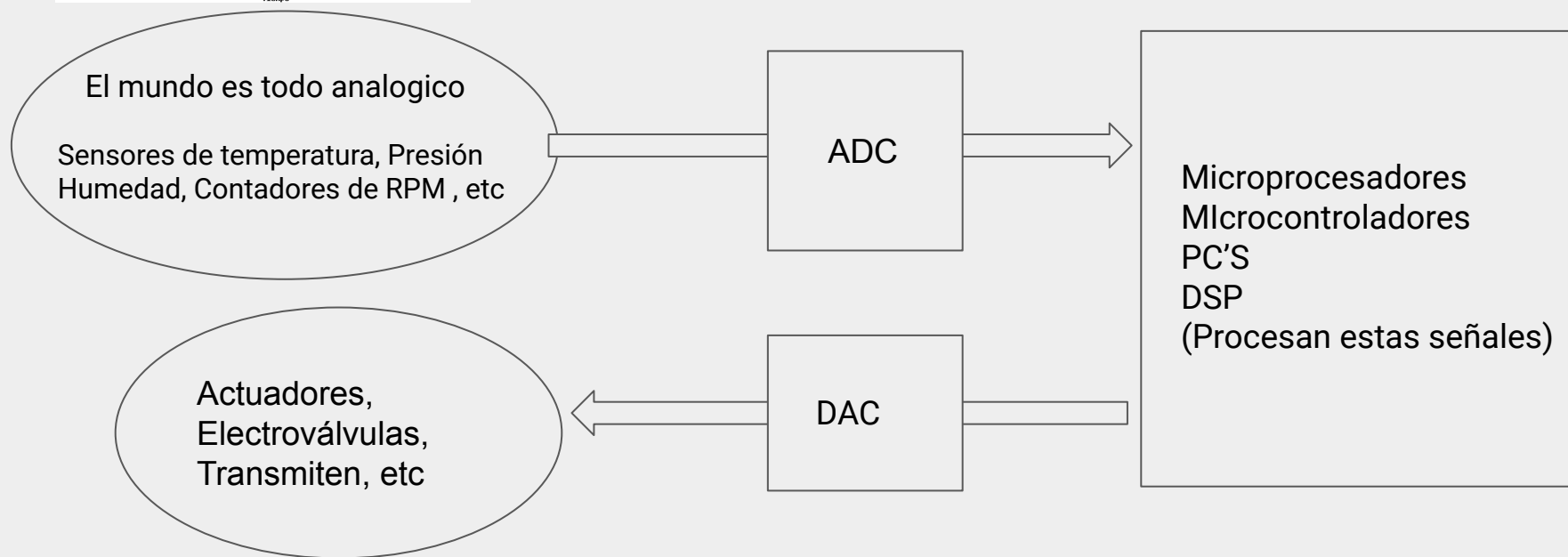
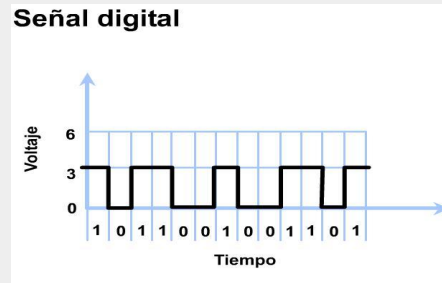
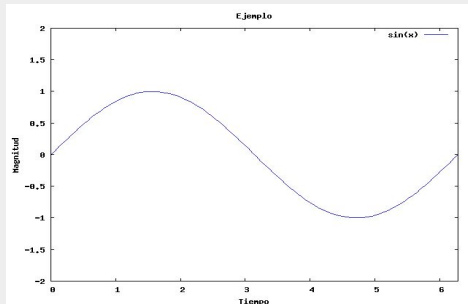
Cuantificación de señales continuas en Amplitud

Cuantificación de señales sinusoidales

Codificación de muestras cuantificadas

Conversion Digital-Analogica

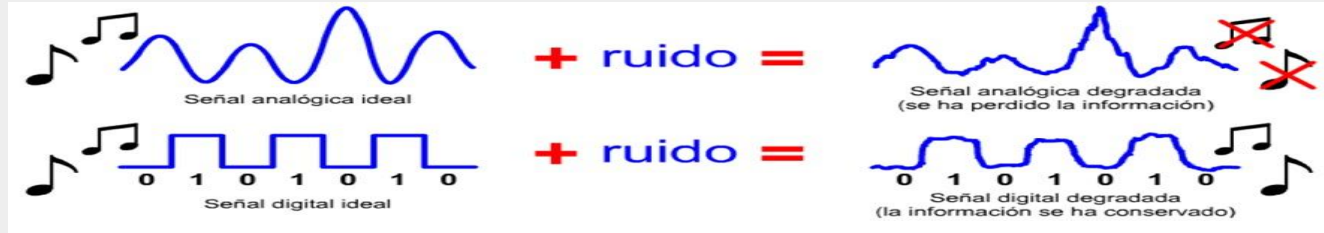
# Señales analógicas y digitales



# Diferencias

## Señales Analógicas

### Atenuación y ruido



Las señales analógicas se degradan con el tiempo, ejemplo señales de audio en cassettes, etc.

La edición y procesado es más difícil.  
Canciones, sonidos películas, etc.

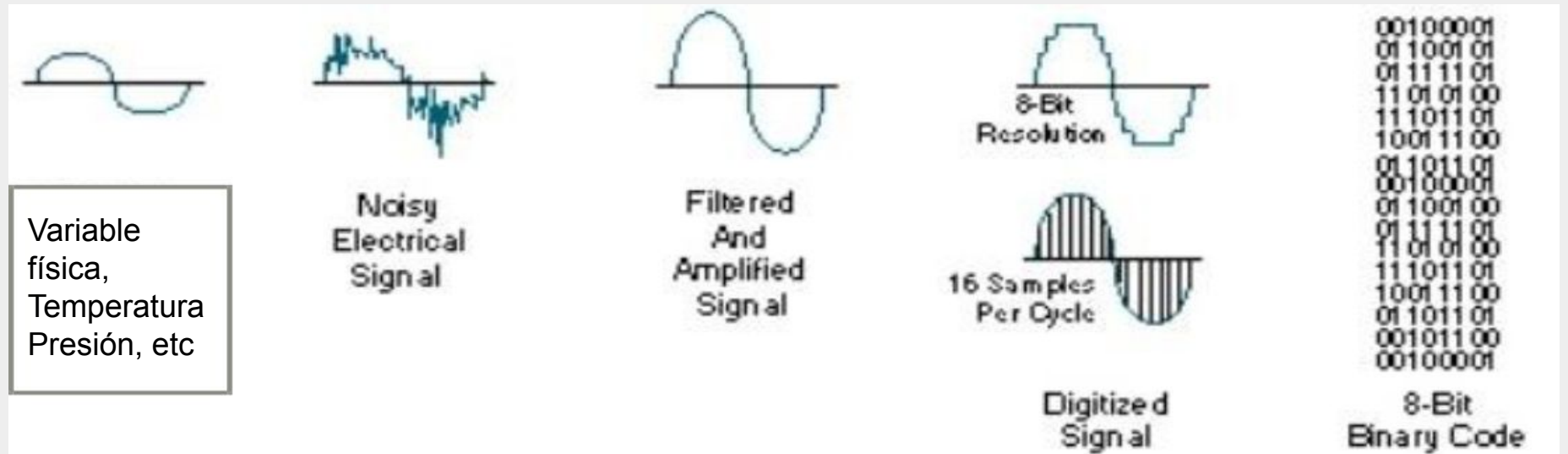
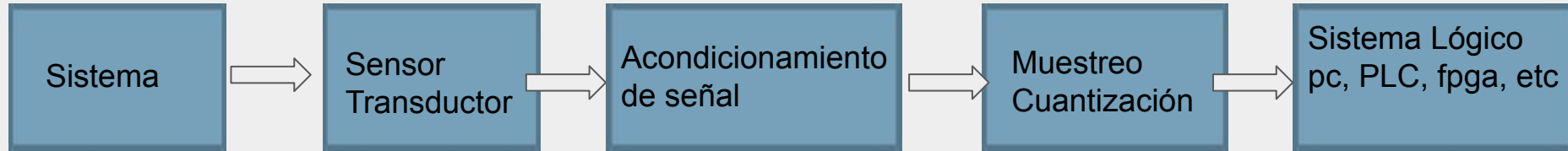
## Señales digitales

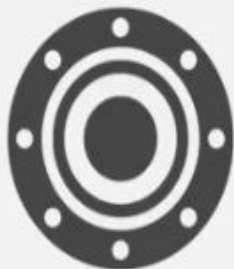
Al ser valores binarios mediante una lógica se recomponen.

Las señales digitales se pueden copiar y mantener su calidad infinita.

Edición y procesado mucho más fácil, ejemplo photoshop.

# Sistema de Adquisición de Datos (DAQ)





Sensor



Measurement Device



Software

Signal  
Conditioning

Analog-to Digital  
Converter

Driver  
Software

Application

**Sensor:** La medida de un fenómeno físico, como la temperatura de una habitación, la intensidad de una fuente de luz, o la fuerza aplicada a un objeto, comienza con un sensor. Un sensor, también llamado transductor, convierte un fenómeno físico en una señal eléctrica medible.

Dependiendo del tipo de sensor, su salida eléctrica puede ser un voltaje, una corriente, una resistencia, u otro atributo eléctrico que varía con el tiempo. Algunos sensores pueden requerir componentes y circuitos para producir correctamente una señal que se pueda leer con precisión y seguridad por un dispositivo DAQ.

**Dispositivo DAQ:** Este actúa como la interfaz entre una computadora y las señales del mundo exterior. Funciona principalmente como un dispositivo que traduce las señales analógicas entrantes para que una computadora pueda interpretarlas. Los tres componentes clave de un dispositivo DAQ utilizado para medir una señal son:

1. El circuito de acondicionamiento de señal
2. El convertidor de analógico a digital (ADC)
3. El BUS de la PC

**PC:** Una computadora con software configurable controla la operación del dispositivo DAQ y se utiliza para procesar, visualizar y almacenar datos de medición. Se utilizan diferentes tipos de computadoras en diferentes tipos de aplicaciones.

- DAQ para recoger datos(datalogger) medioambientales  
(energías renovables e ingeniería verde)
- DAQ para audio y vibraciones (mantenimiento, test)
- DAQ + control de movimiento(corte con láser)
- DAQ + control de movimiento visión artificial (robots modernos)

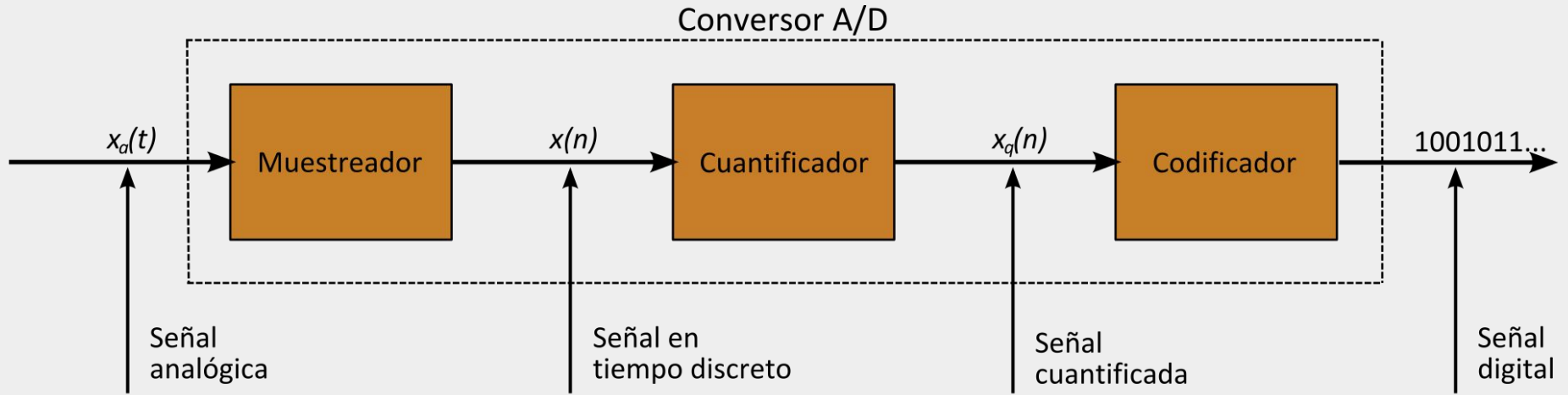
<https://dewesoft.com/es/productos/sistemas-daq>

<https://www.ni.com/es-cr/shop/data-acquisition.html>





# Conversión ADC-DAC

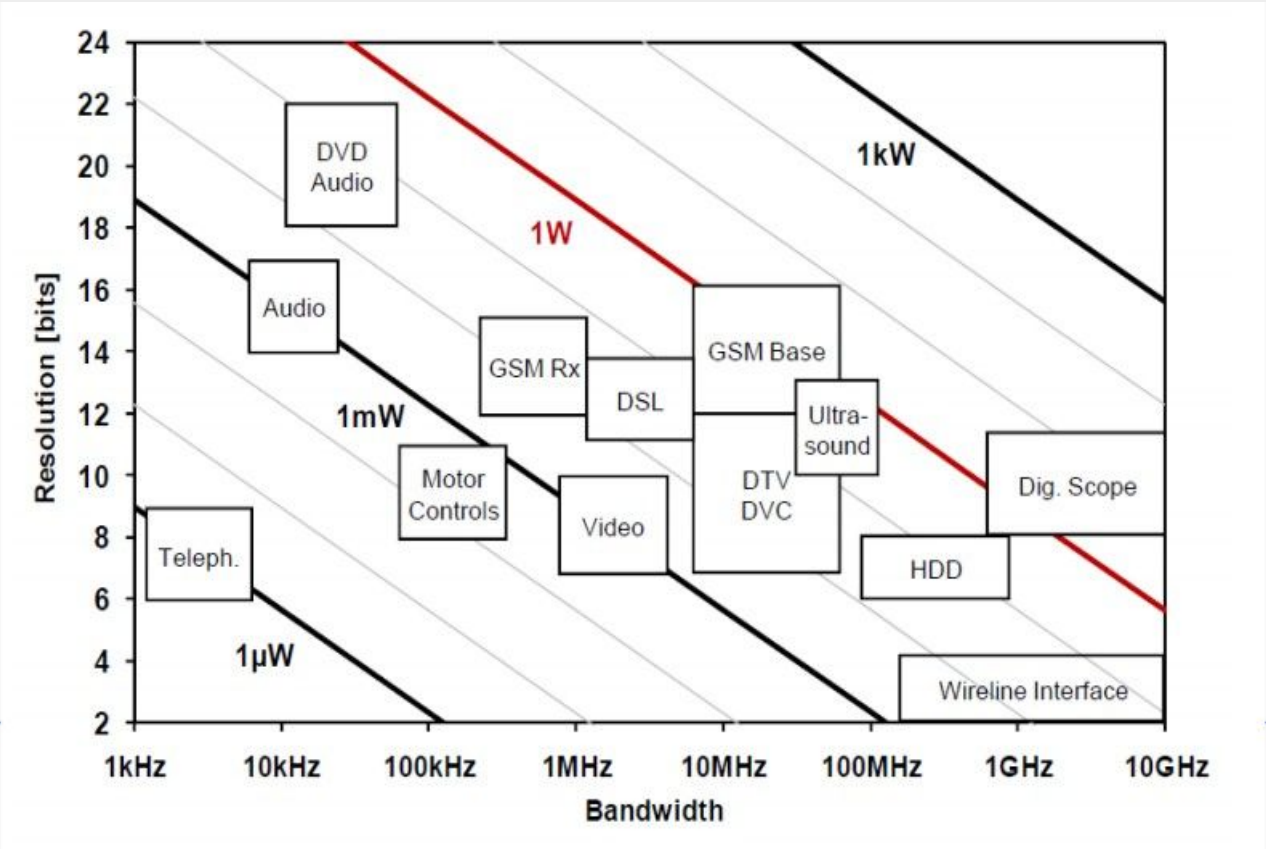


**Muestreo.** Consiste en la conversión de una señal continua en el tiempo en una señal discreta en el tiempo obtenida mediante la toma de muestras en instantes discretos del tiempo .

**Cuantificación.** Transforma los valores continuos tomados en instantes discretos de tiempo en valores discretos.

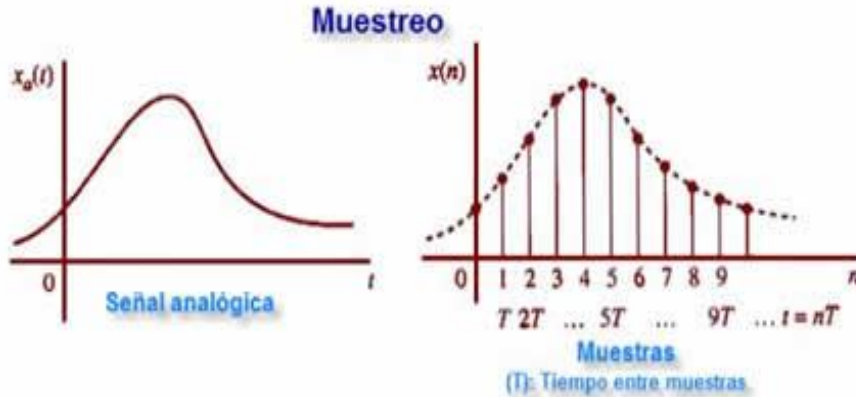
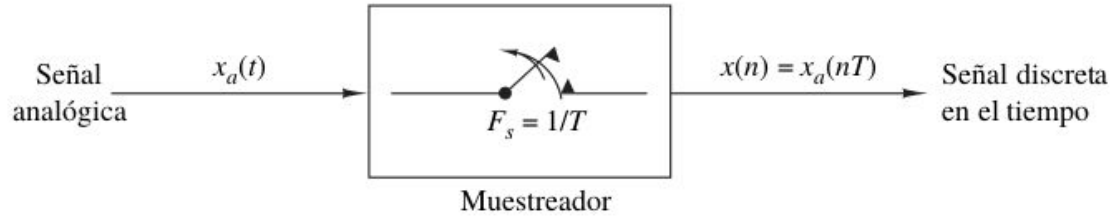
**Codificación.** Cada valor discreto se representa mediante una secuencia binaria de bits.

# Conversión ADC-DAC



Ancho de Banda

# Muestreo



El intervalo de tiempo  $T$  es el periodo o muestreo.  
 $F_s = 1/T$  Tasa de muestreo (muestras por segundos) o Frecuencia de muestreo.

¿A qué frecuencia muestrear ?

$$F_{\max} = F_s / 2$$

¿A qué frecuencia Muestrear ?, Si tengo una señal con muchas frecuencias cual es la máxima ?

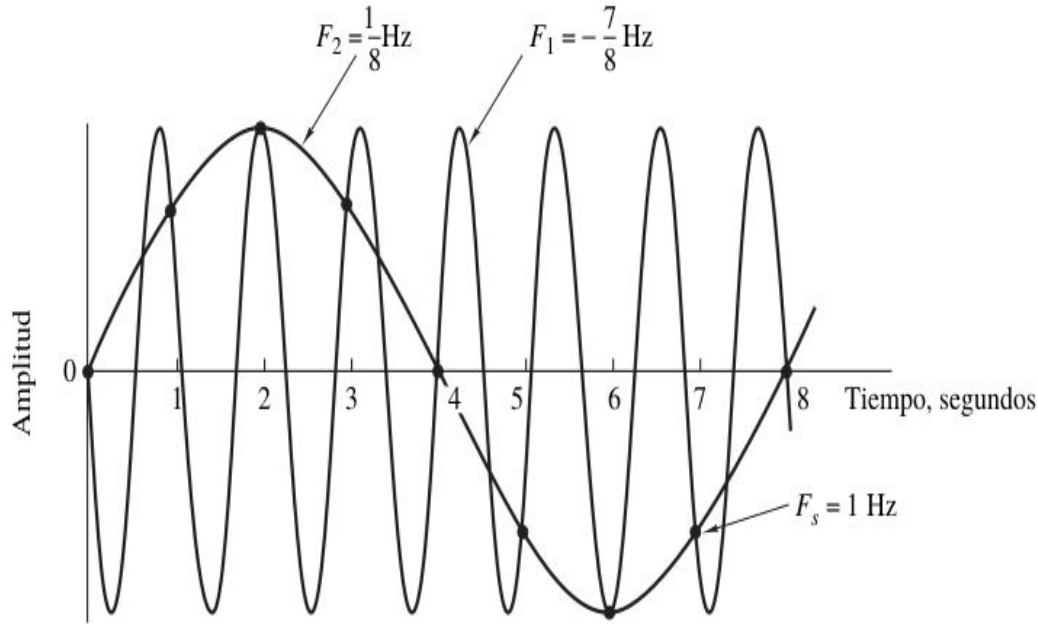
$$F_{\max} = F_s / 2$$



$$F_s = 2 * F_{\max}$$

$F_s$  = Frecuencia de muestreo

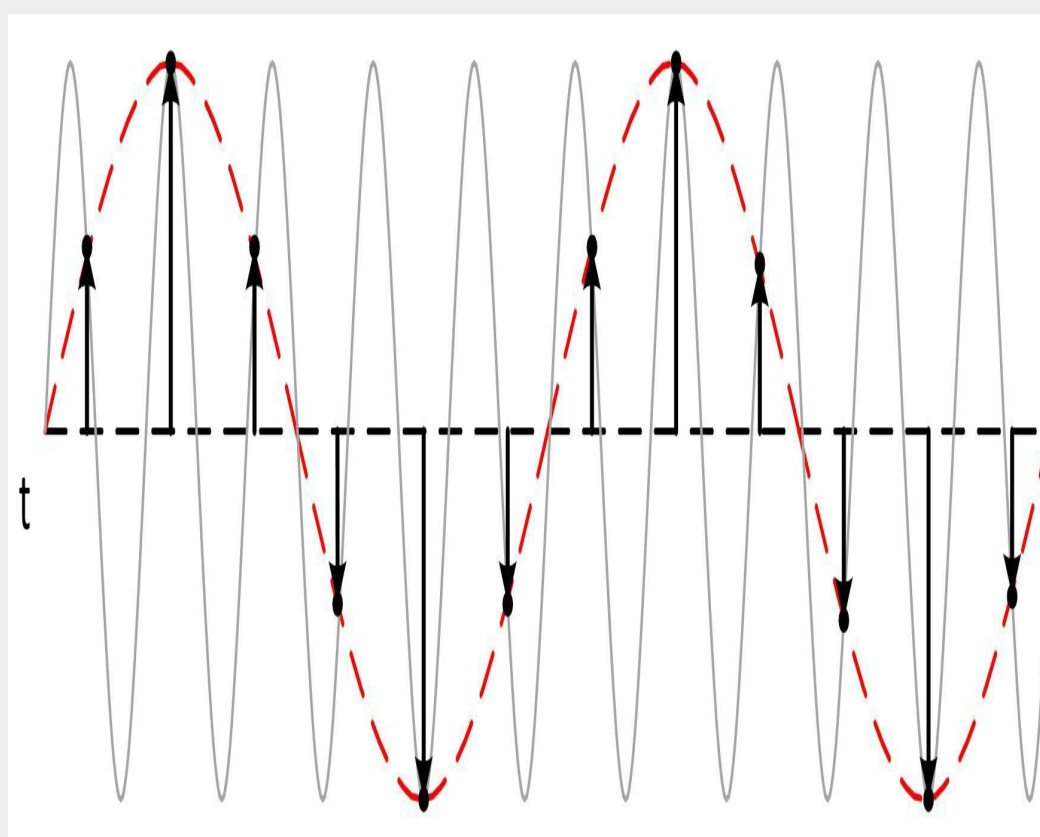
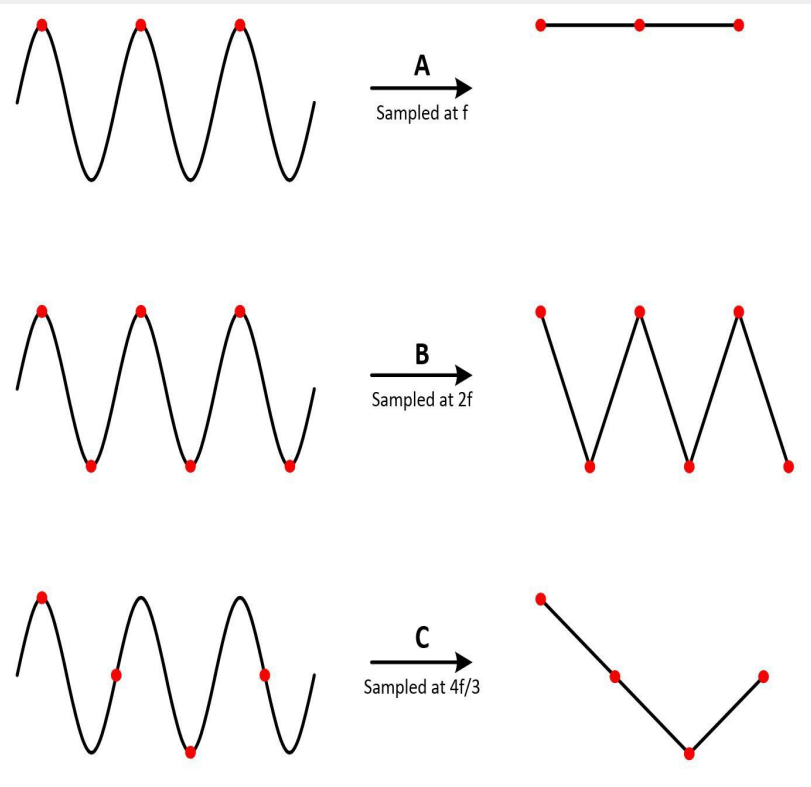
$F_{\max}$  = Frecuencia Máxima de la señal



Si muestreo a frecuencias menores aparece lo que se conoce como **“aliasing”**



Tengo 2 señales  
senoidales  
muestreadas a la  
misma frecuencia  
de 1 Hz



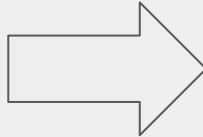
ver código [muestreo.py](#)

Frecuencia de una señal de 800 Khz,  
muestreada a 1 Mhz

## Teorema del Muestreo

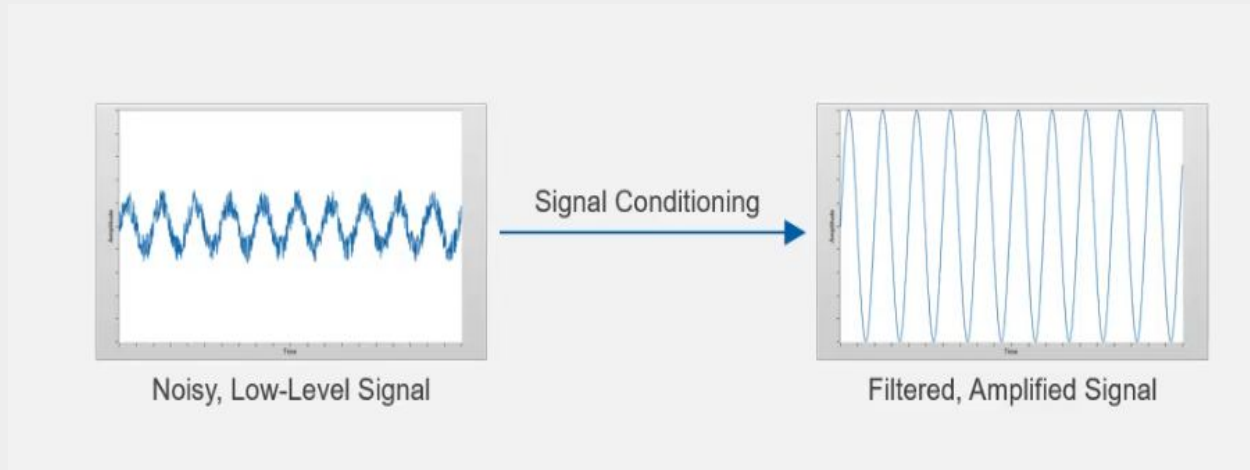
$$x_a(t) = \sum_{i=1}^N A_i \cos(2\pi F_i t + \theta_i)$$

Para poder reconstruir cualquier señal continua (analógica) luego de digitalizarla.



$$F_s > 2 \cdot F_{\max}$$

“ Muchas veces las señales no son continuas perfectas sino que son muy ruidosas “



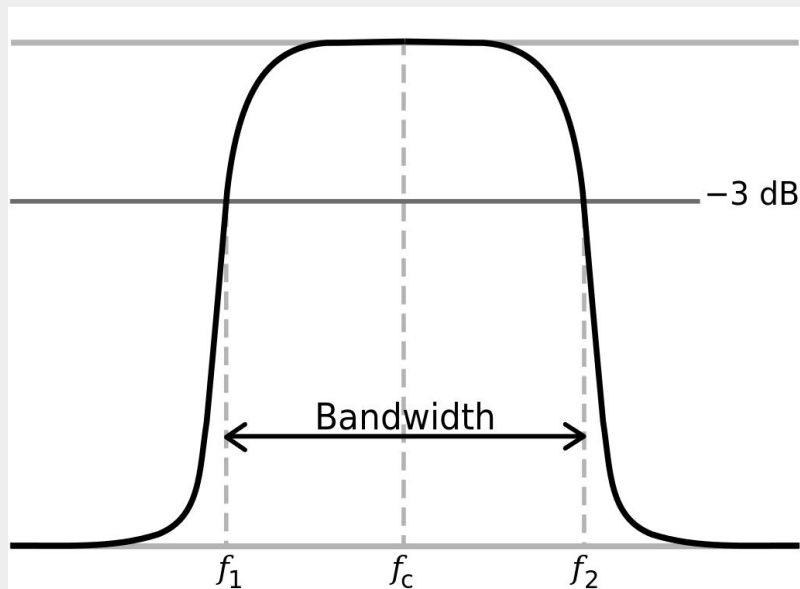
Necesito saber qué frecuencias  
tiene la señal. O sea que tipo es ?

Se colocan un filtros Antialiasing (analogicos)

O se muestrea más rápido con el ruido de  
la señal y luego se filtra digitalmente la  
señal

[https://es.wikipedia.org/wiki/Bandas\\_de\\_frecuencia](https://es.wikipedia.org/wiki/Bandas_de_frecuencia)

Las señales tienen frecuencia mínima y máxima



ancho de banda de una señal

$$AB = |f_2 - f_1|$$

Se puede reconstruir es señal si :

$$F_s > 2 \cdot AB$$

Generalmente el término ancho de banda es confundido con [velocidad de transmisión de datos](#), que es la velocidad de dígitos binarios transmitidos y se da en **bits por segundo (bps)**. Es necesario aclarar que el ancho de banda no representa la frecuencia máxima de la señal, sino el rango de frecuencias del cual se concentra la mayor potencia de la misma.

Ej: si se quiere muestrear una frecuencia que está entre 12 Mhz y 13 Mhz

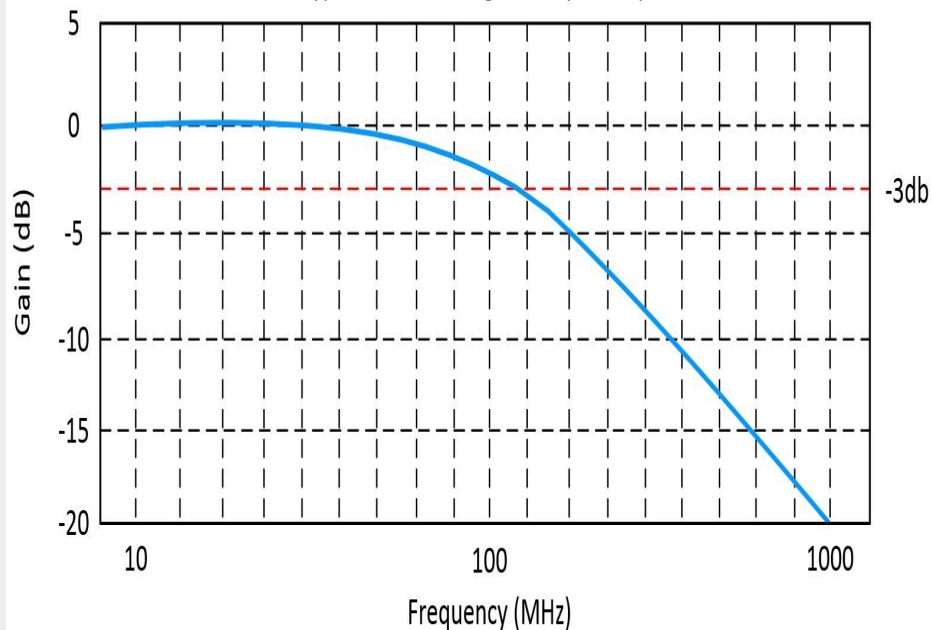
$F_s = 2 \cdot F_{\max} = 2 \cdot 13 \text{ Mhz} = 26 \text{ Mhz}$  —————> Es una frecuencia muy alta de muestreo

$F_s = 2 \cdot |13 - 12| = 2 \text{ Mhz}$  —————> Es una frecuencia aceptable

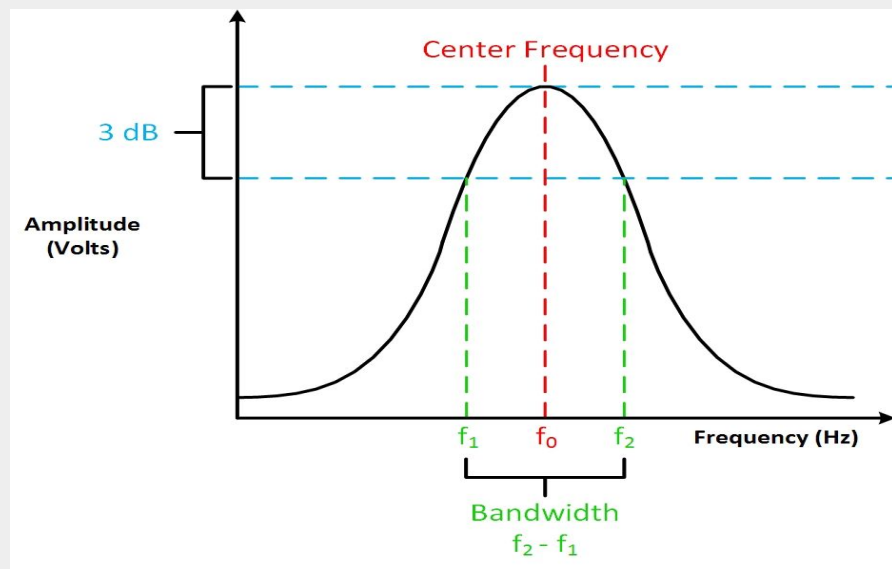


f2 y f1 ?

Typical 100 MHz Digitizer Input Response



$$-3 \text{ dB} = 20 \log \frac{V_{out,pp}}{V_{in,pp}}$$

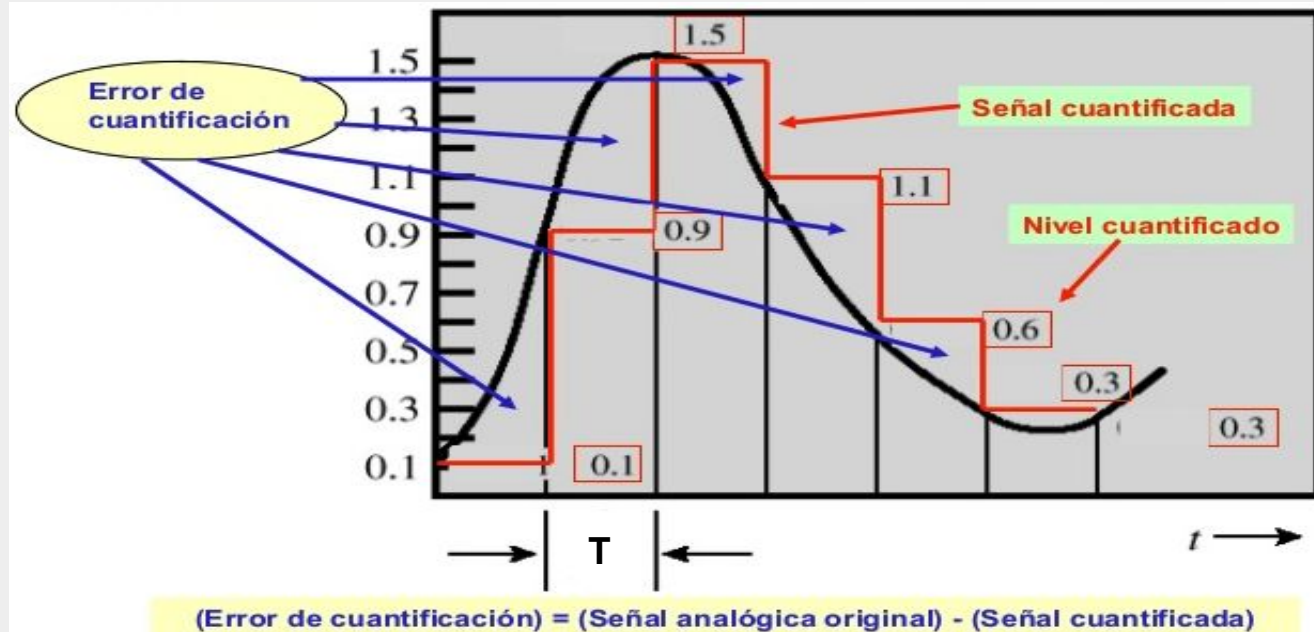


$$f_o = \sqrt{f_1 f_2}$$

$$BW = f_2 - f_1$$

## Cuantificación de señales continuas en Amplitud

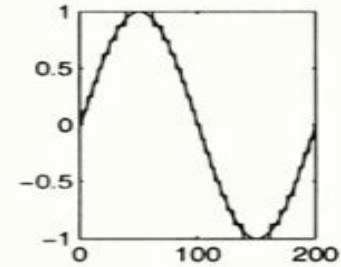
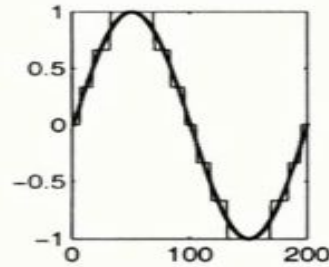
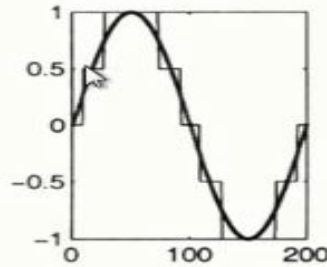
“ El proceso de convertir una señal discreta en el tiempo con amplitud continua en una señal digital expresando cada valor de muestra como un número finito (en lugar de infinito) de dígitos se denomina cuantificación. ”



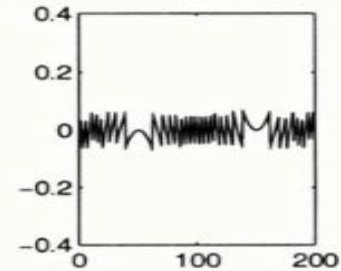
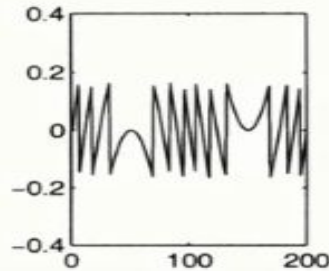
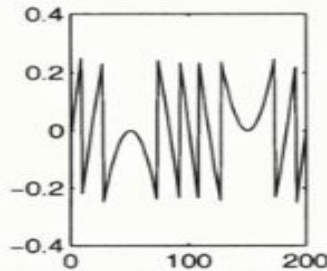
- Se establece un conjunto discreto de valores que la señal puede tomar en cada instante de muestreo.
- Se aproxima el valor de la señal a cuantificar el valor más cercano de ese conjunto.
- Debido a esta aproximación existe un error de cuantificación.
- Este error se puede disminuir aumentando el número de niveles de cuantificación. Pero existe una relación con el costo.
- Al ir mejorando la tecnología de los conversores A/D se han ido aumentando el número de niveles de cuantificación.

## Error en la cuantificación

señal  
cuantificada



error de  
cuantificación



efecto del aumento en los niveles de cuantificación

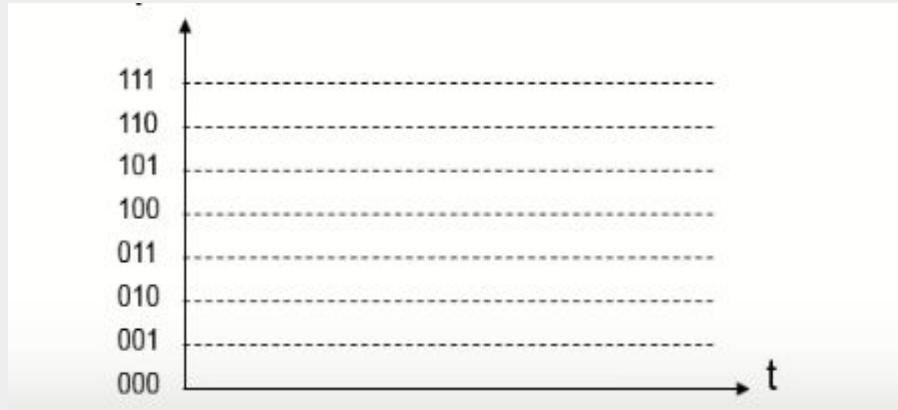


La calidad de la salida del convertidor A/D normalmente se mide mediante la relación señal-ruido de cuantificación (SQNR “signal-to-quantization noise ratio”) y está dada por la fórmula :

$$\text{SQNR}(\text{db}) = 1,76 + 6,02 \cdot b \quad b: \text{Resolución}$$

## Codificación de muestras cuantificadas

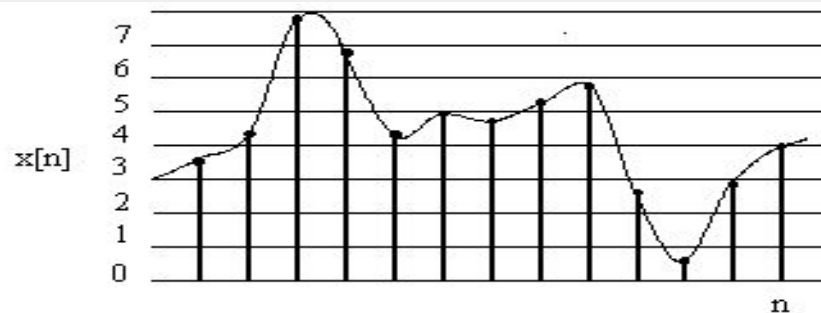
“Consiste en codificar los niveles de cuantificación en una secuencia de bits “



L: Cantidad de Niveles.

$$L=2^{**}n$$

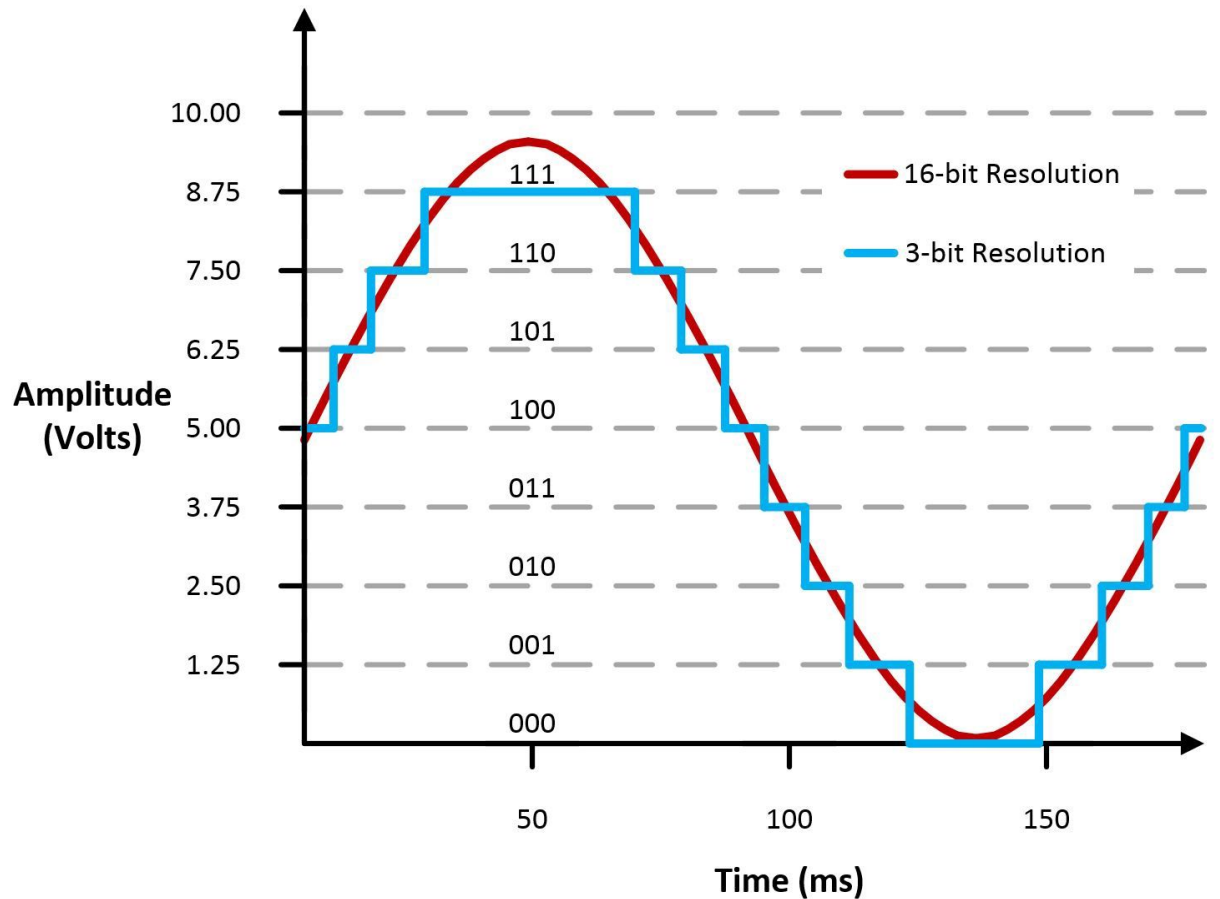
n: Cantidad de bits/ Resolución del conversor A/D



|                     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Valores muestreados | 3   | 4   | 7   | 6   | 4   | 4   | 4   | 5   | 5   | 2   | 0   | 2   | 3   |
| Códigos binarios    | 011 | 100 | 111 | 110 | 100 | 100 | 100 | 101 | 101 | 010 | 000 | 010 | 011 |



- Muestreo
- Cuantificación
- Codificación

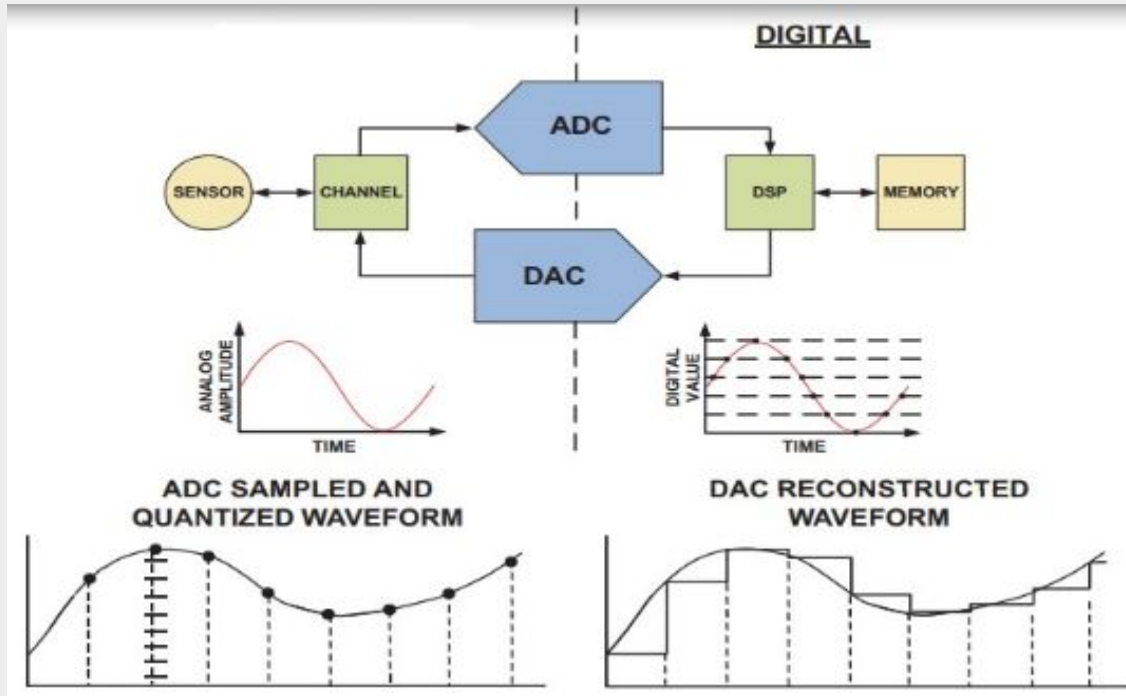


La resolución que usted necesita depende de su aplicación; cuanto mayor es la resolución, el sistema cuesta más. La resolución limita la precisión de una medida; cuanto mayor es la resolución (número de bits) la medida es más precisa.

# Resumen

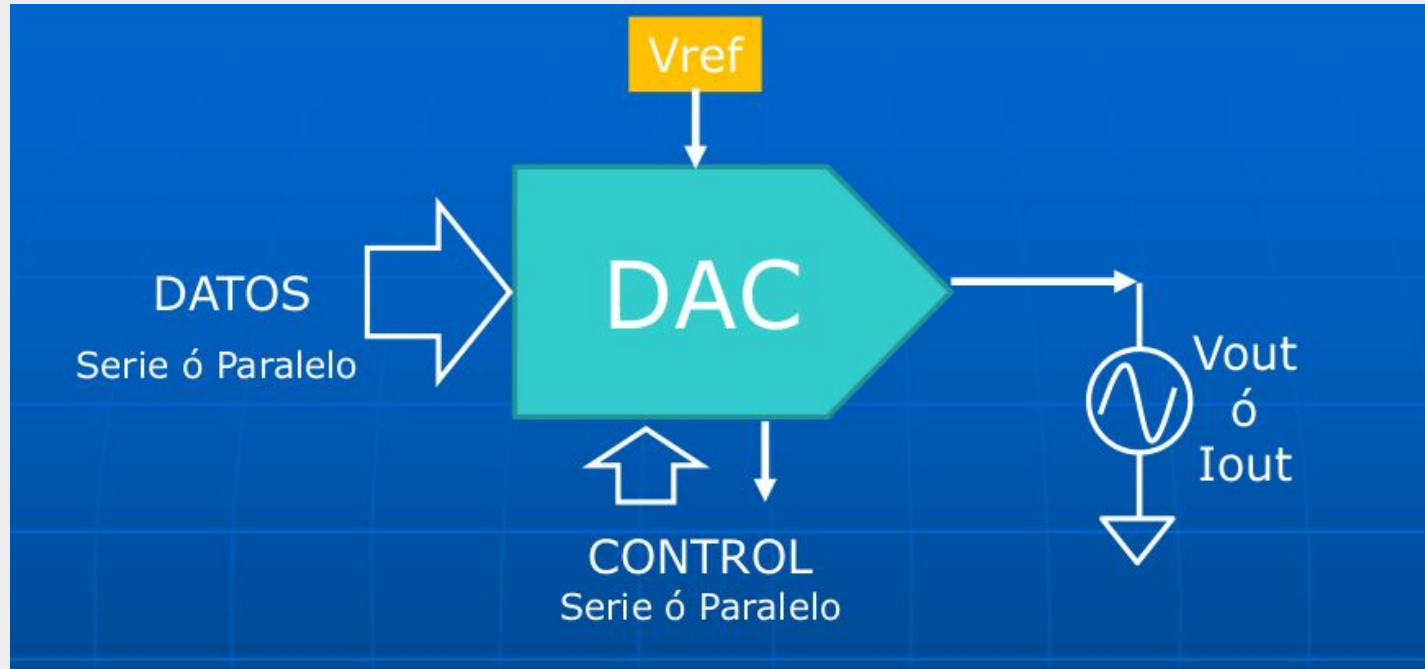
- El **ancho de banda** describe el rango de frecuencias que un osciloscopio puede medir de manera precisa. Se define como la frecuencia a la que una señal de entrada sinusoidal se atenúa al 70.7% de su amplitud original, que también se conoce como el punto de -3 dB.
- El ancho de banda es la diferencia entre las **frecuencias de corte**.
- Se recomienda que el ancho de banda como en el caso de los osciloscopios sea de **tres a cinco veces** el componente de interés de frecuencia más alta en la señal medida para captar la señal con el mínimo error de amplitud.
- El **tiempo de incremento** de una señal de entrada es el tiempo de una señal para hacer la transición de un 10% al 90% de la amplitud máxima de la señal.
- Se recomienda que el tiempo de incremento del osciloscopio sea de **un tercio a un quinto** del tiempo de incremento de la señal medida para captar la señal con error mínimo en el tiempo de incremento.
- La **velocidad de muestreo** es la frecuencia a la que el ADC convierte la forma de onda de entrada analógica a datos digitales.
- La velocidad de muestreo debe ser **por lo menos el doble** de la frecuencia de interés más alta en la señal, pero la mayoría de las veces debe ser **alrededor de cinco veces mayor**.
- **Aliasing** es cuando los componentes de frecuencia falsa aparecen en los datos muestreados.
- Los bits de **resolución** se refieren al número de niveles verticales únicos que un conversor A/D puede utilizar para representar una señal.
- Cuanto más alta la resolución de un instrumento, mayor la precisión. Y cuanto mayor es la frecuencia de muestreo y mas ajustada la cuantificación más caro es el dispositivo.

# Conversion Digital-Analogica





## Conversion Digital-Analogica



El conversor Digital-Analógico cumple la función de convertir un número binario en una señal analógica que puede ser una corriente o una tensión eléctrica.

La entrada binaria puede ser serie o paralela.

El DAC suele ser un circuito rápido debido a que generalmente consta de dos etapas:

una formada por una matriz de llaves que permiten conmutar señales provenientes de una fuente de corriente o de tensión de referencia y posteriormente un amplificador operacional encargado de realizar operaciones como suma de esas señales y/o conversión de salida en corriente a tensión. Al igual que el ADC se puede ajustar la tensión a fondo de escala empleando una referencia de tensión o de corriente que debe tener una muy buena estabilidad.

## Aplicaciones-Productos comerciales

[https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD5428\\_5440\\_5447.pdf](https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD5428_5440_5447.pdf)

<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/104396/TI/DAC8811.html>

<https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/ad4110-1-a-complete-single-channel-universal-input-analog-to-digital-front-end>

<https://catalog.weidmueller.com/catalog/Start.do?localeId=es&ObjectID=group11184577714965>

<https://www.phoenixcontact.com/es-ar/tecnologias/procesamiento-senales-industrial/adaptacion-senal-analogica-digital>