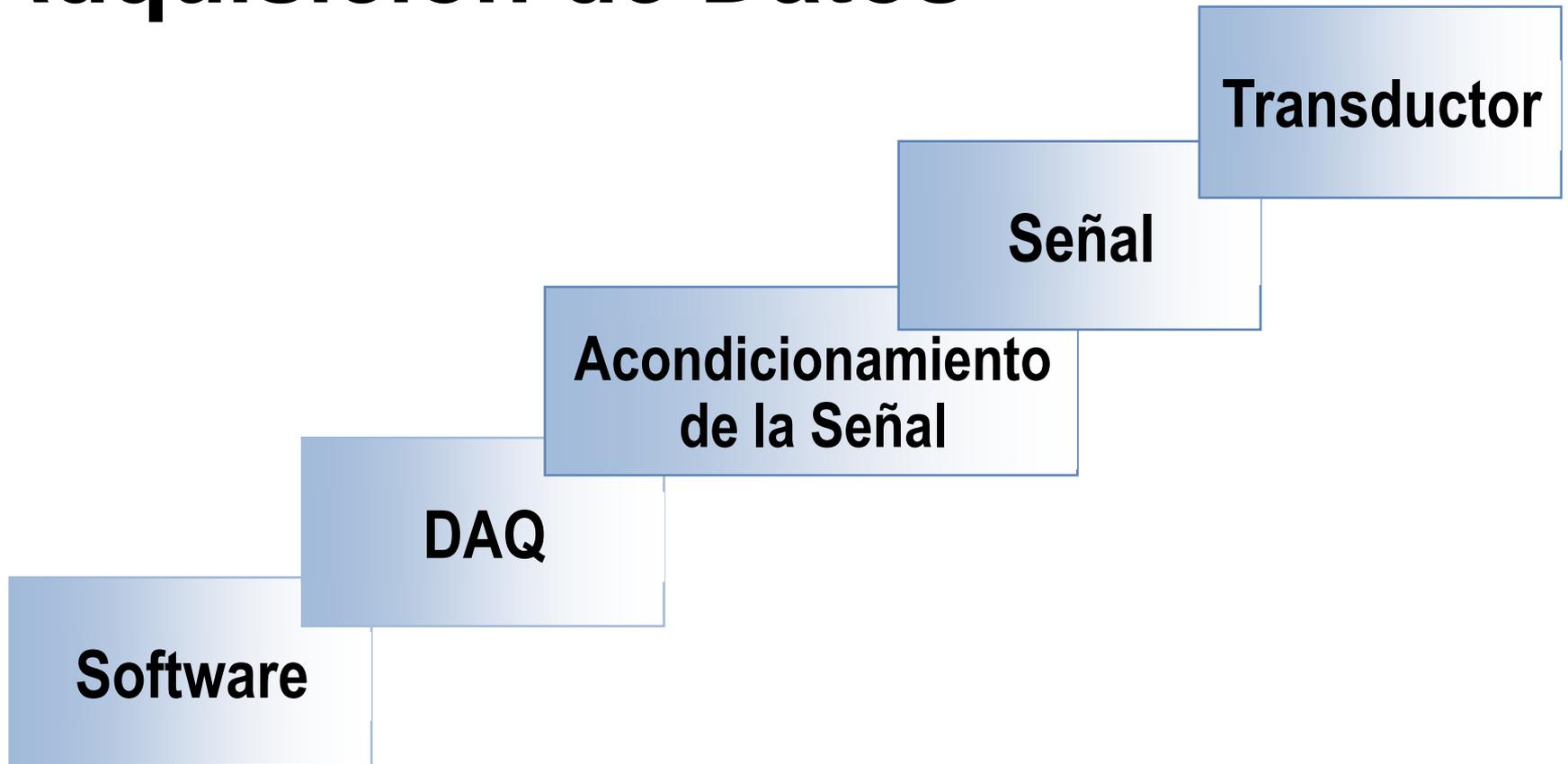


INTRODUCCIÓN A UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

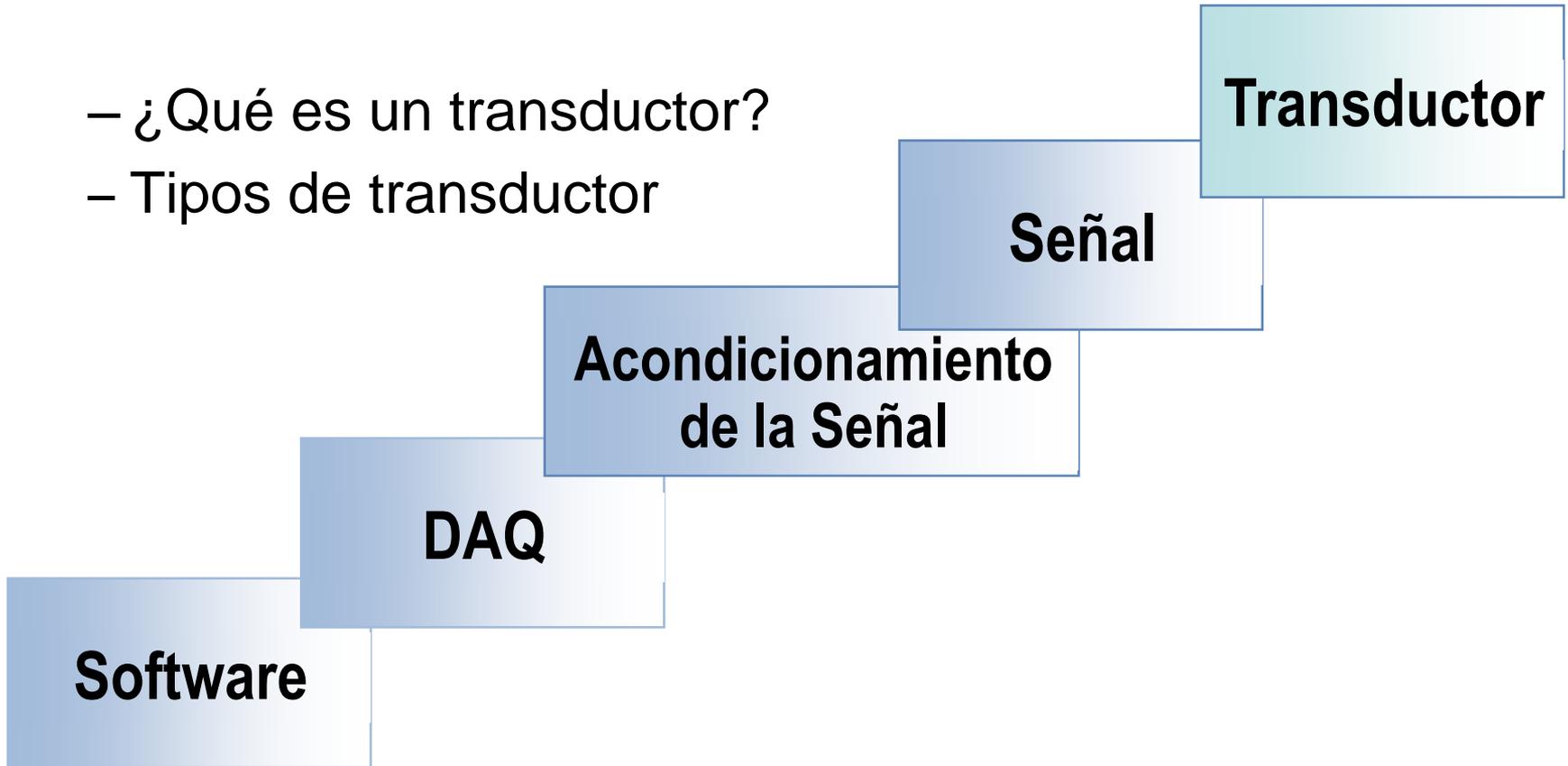
Ismael Minchala Ávila
Ingeniero de Aplicación

Introducción a un Sistema de Adquisición de Datos



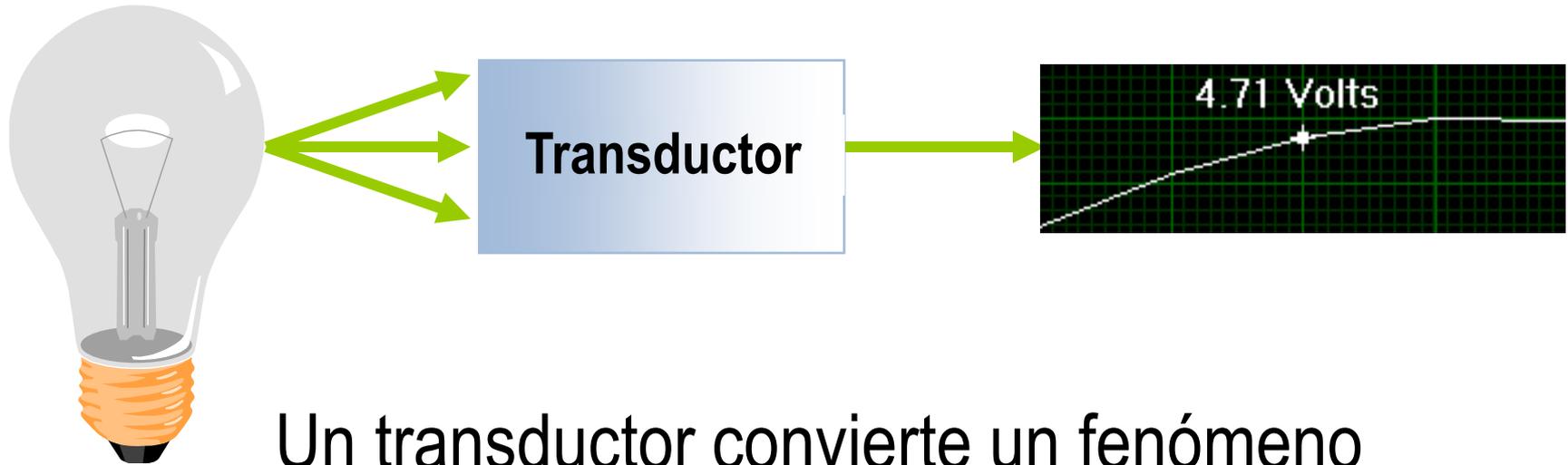
Transductores

- ¿Qué es un transductor?
- Tipos de transductor



¿Qué es un Transductor?

Fenómeno
Físico



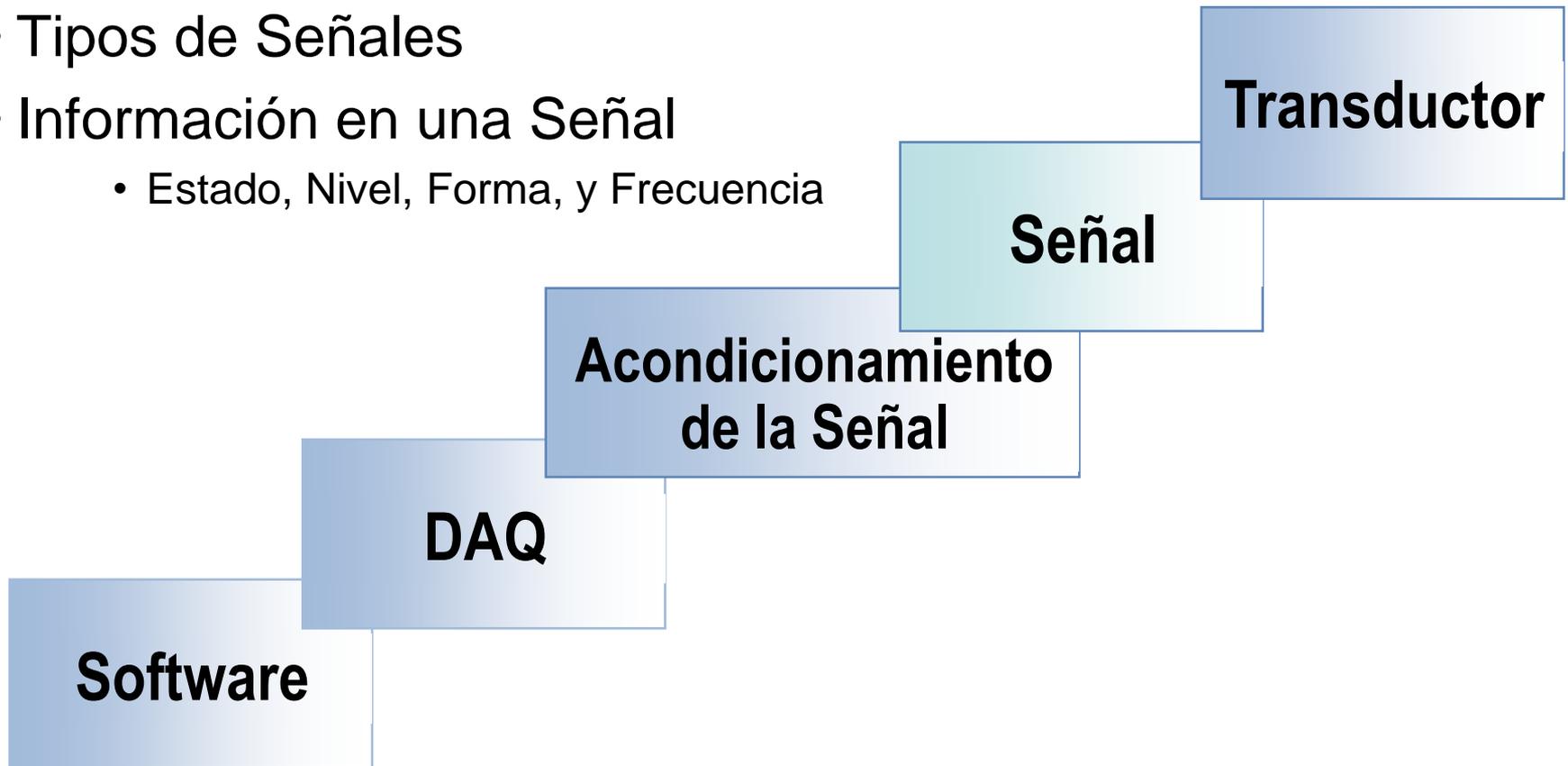
Un transductor convierte un fenómeno físico a una señal eléctrica medible.

Tipos de Transductores

Fenómeno	Transductor
Temperatura	Termopares RTDs (Resistance Temperature Detector) Termistores
Luz	Tubos de Vacío Foto Sensores
Sonido	Micrófono
Force and Pressure	Galgas extensiométricas
Posición y Desplazamiento	Celdas de carga Potenciómetros LVDT (Linear voltage differential transformer)
Flujo	Medidor de flujo rotacional
pH	Electrodos de pH

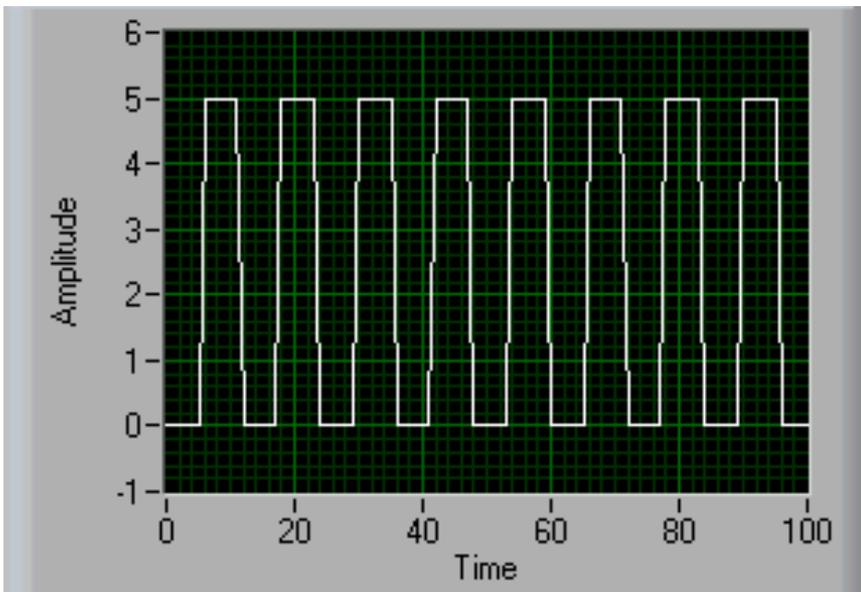
Señal

- Tipos de Señales
- Información en una Señal
 - Estado, Nivel, Forma, y Frecuencia

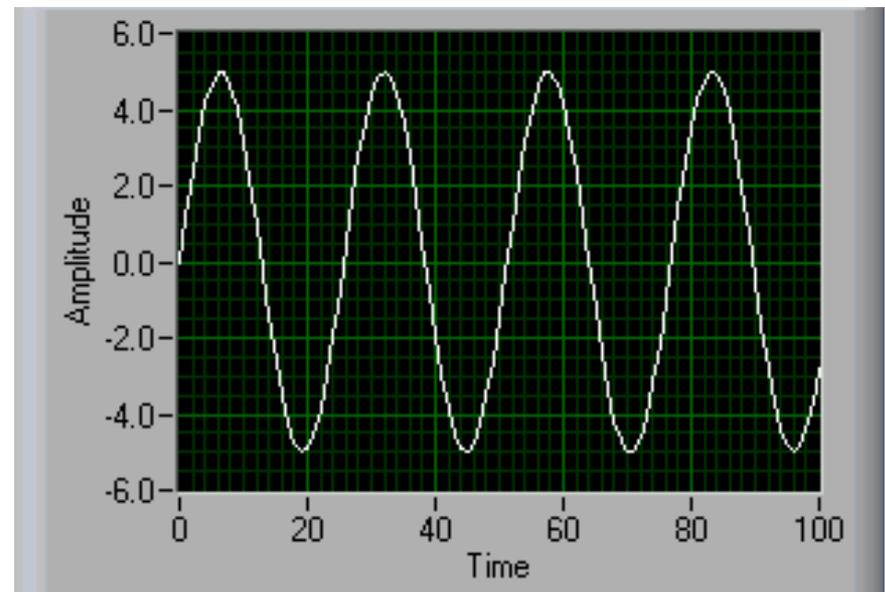


Clasificación de Señales

Digitales

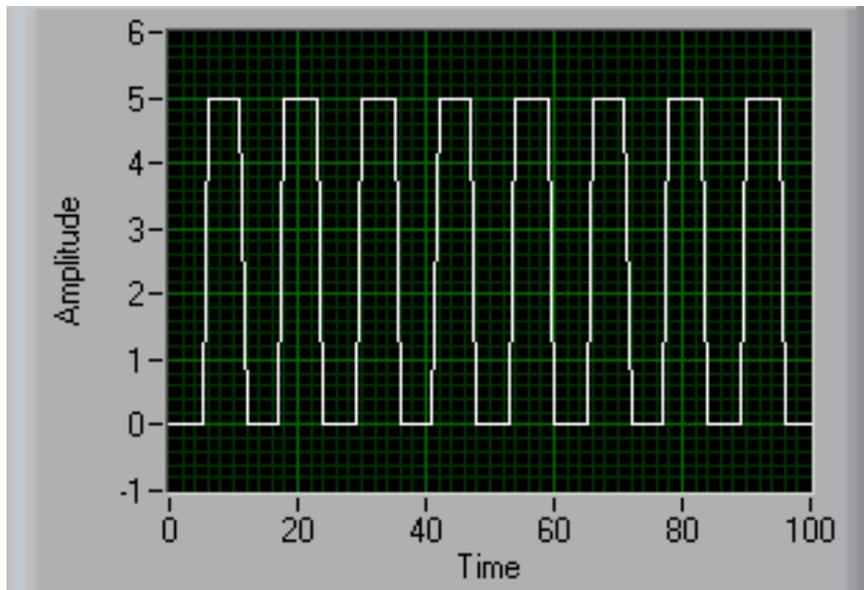


Análogas



Señales Digitales

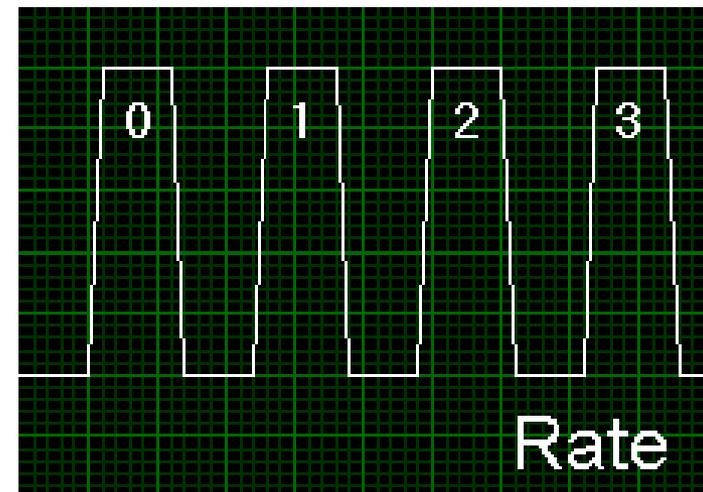
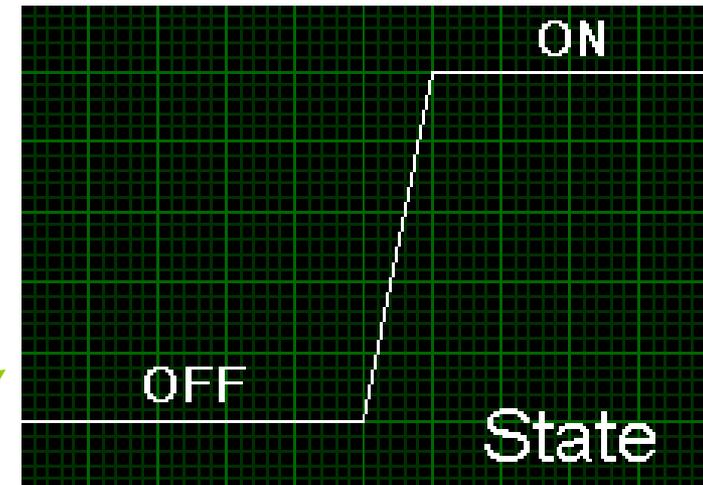
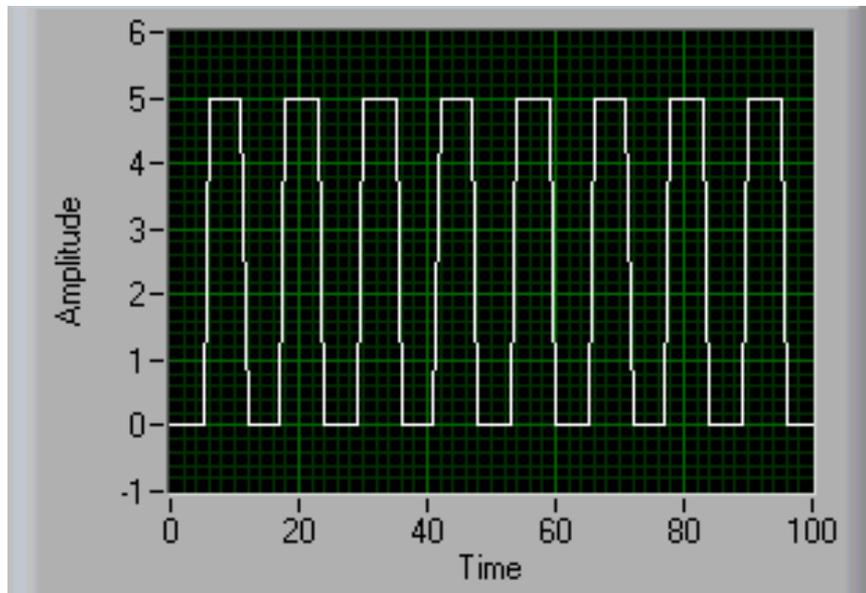
Digitales



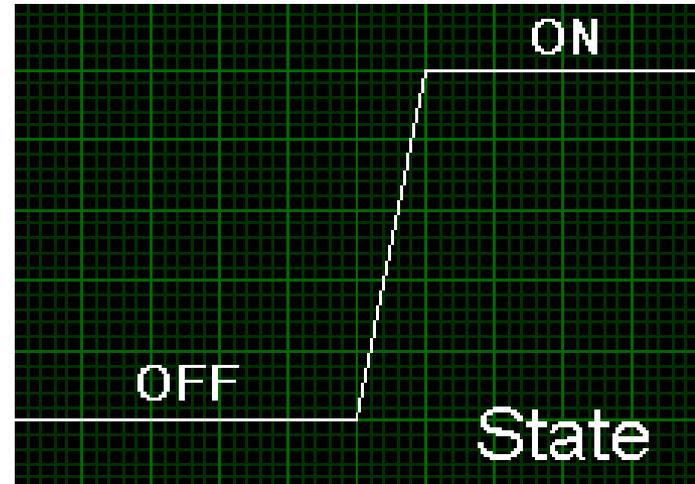
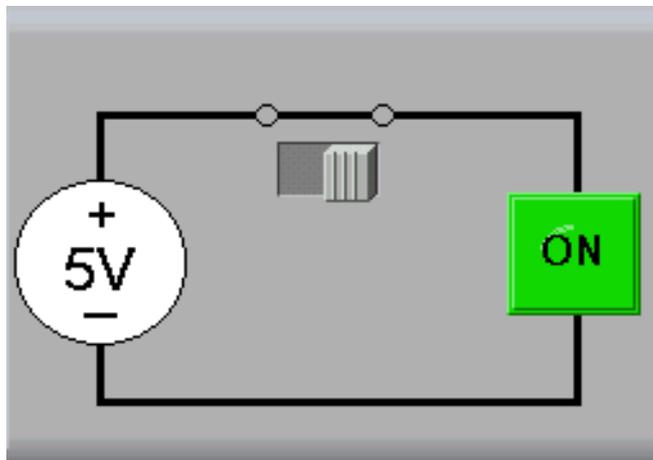
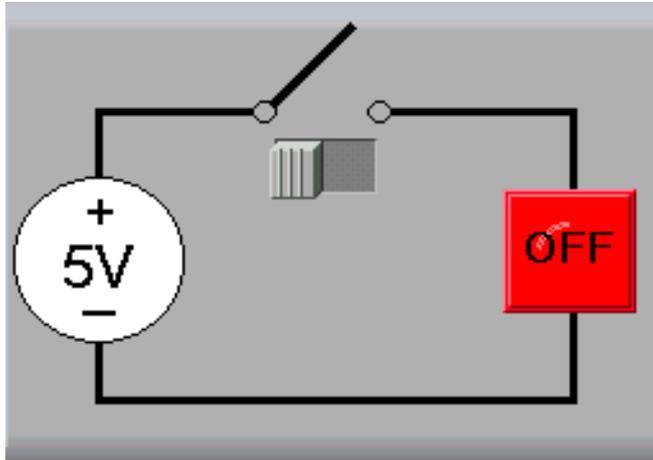
- Dos valores posibles:
 - Alto/On (3 - 5 Volts)
 - Bajo/Off (0 - 0.8 Volts)
- Dos tipos de información:
 - Estado
 - Tasa de Cambio

Información de una Señal Digital

Digitales

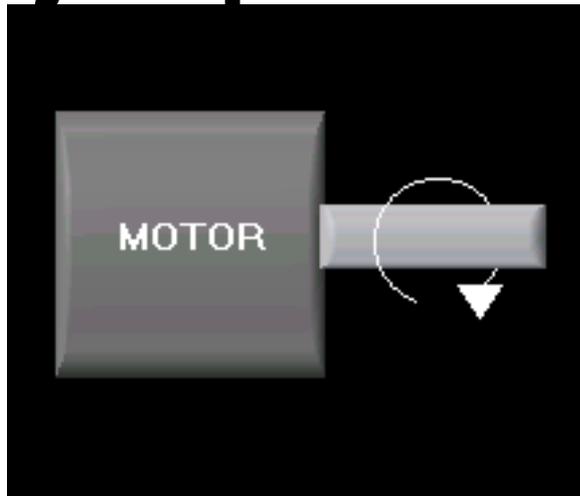


Ejemplo del Estado de una Señal

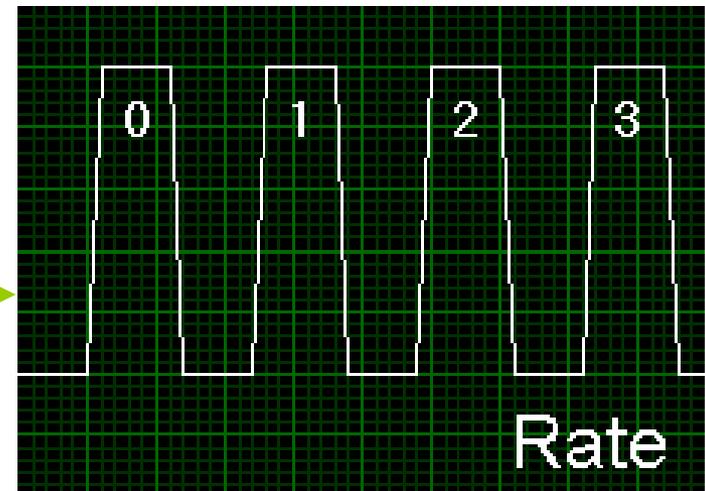
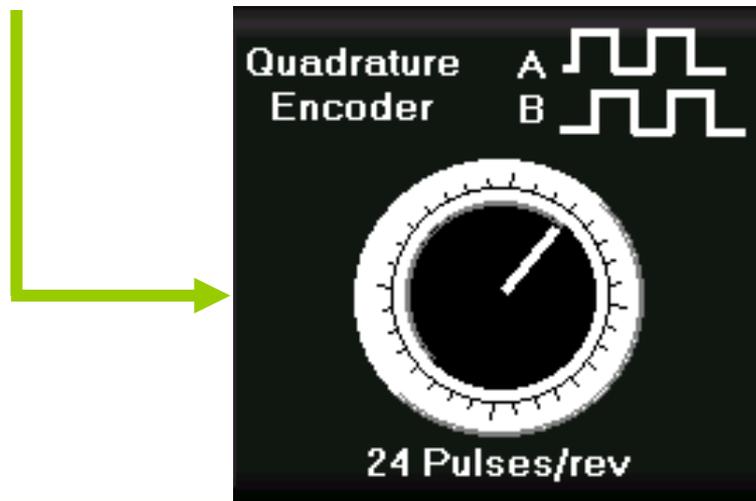


- La posición del interruptor determina el estado de la señal

Ejemplo del Pulso

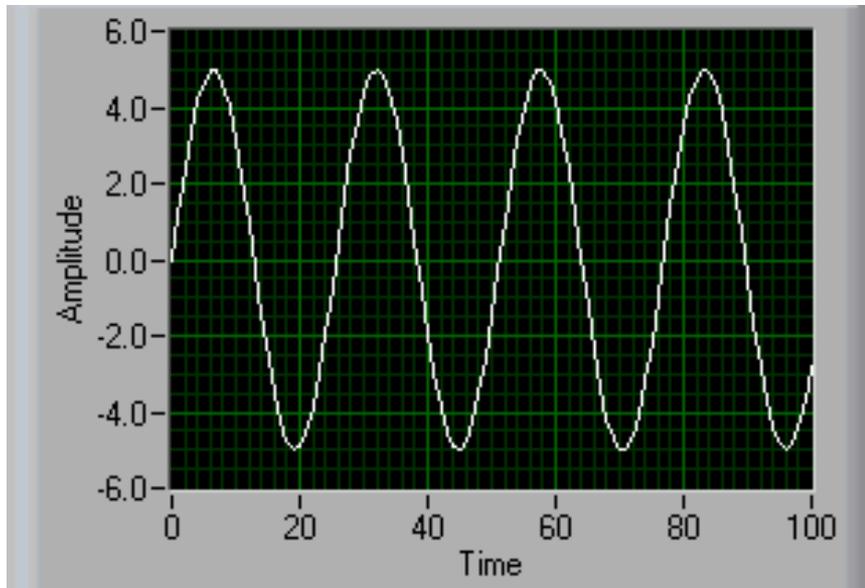


- El eje gira
- El encoder convierte la rotación en dos trenes de pulsos
- Medir la frecuencia del tren de pulsos



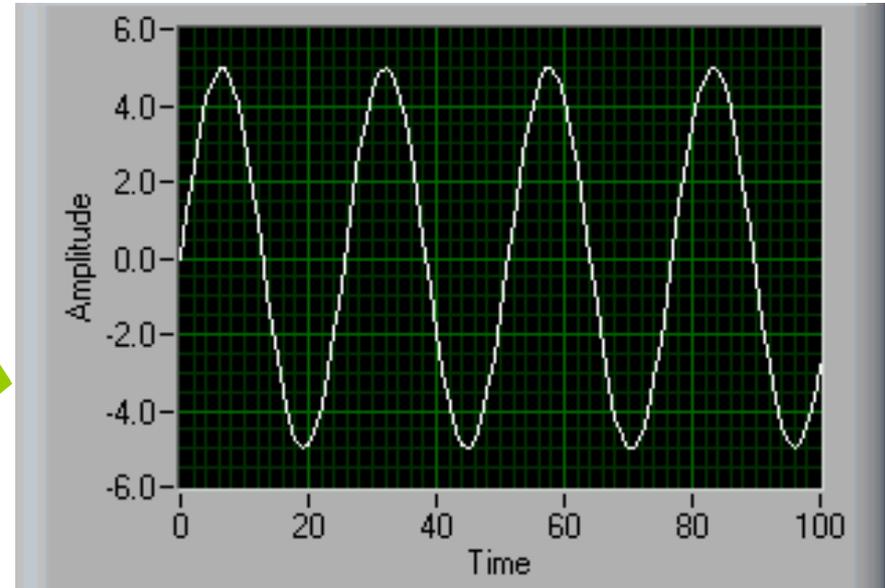
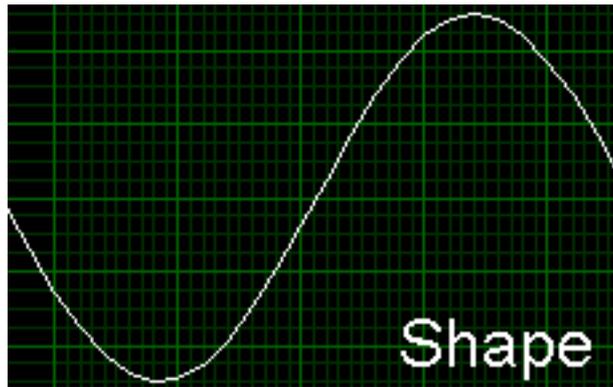
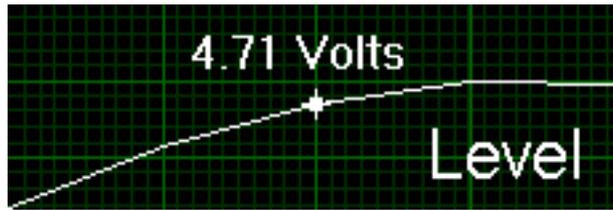
Señales Análogas

Análogas



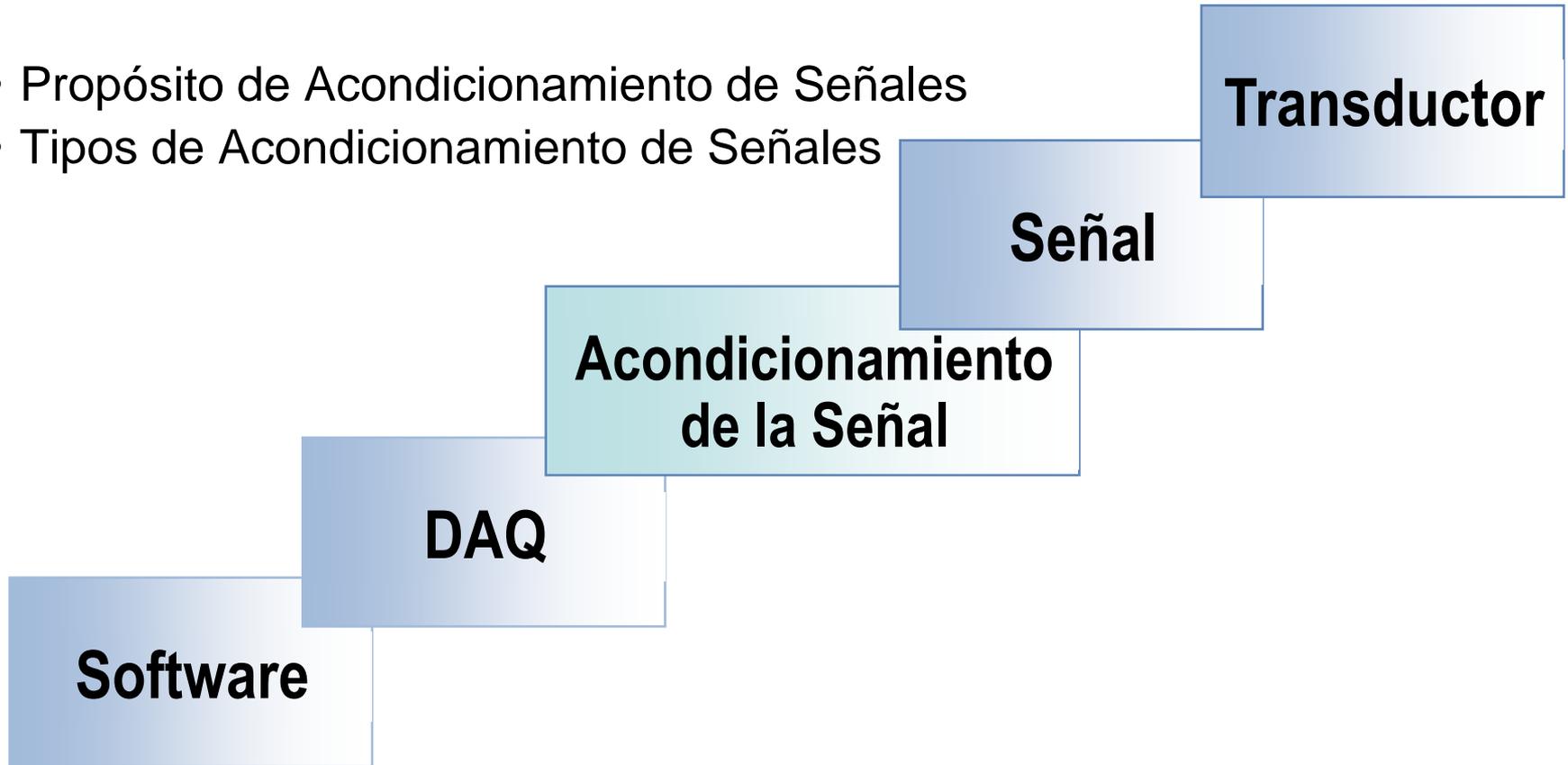
- Señales continuas
 - Pueden tomar cualquier valor con respecto al tiempo
- Tres tipos de información
 - Nivel
 - Forma
 - Frecuencia
(Requiere de Análisis)

Información de Señales Análogas

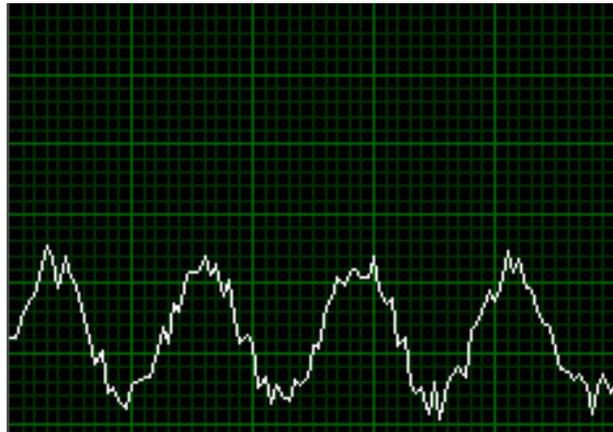


Acondicionamiento de Señales

- Propósito de Acondicionamiento de Señales
- Tipos de Acondicionamiento de Señales



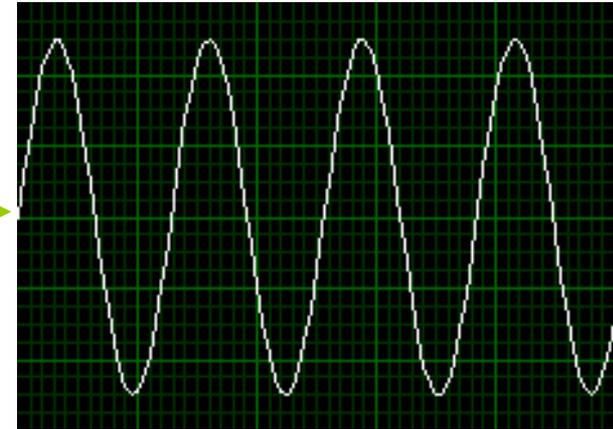
¿Porqué Tener Acondicionamiento de Señales?



Señal con Ruido, Bajo Nivel



Ac. de
Señal



Señal Filtrada y Amplificada

- El Ac. de Señales toma una señal que es difícil de leer por nuestro sistema DAQ y la hace más sencilla de leer
- Ac. de Señales no es siempre requerido
 - Depende del tipo de señal que se lee

Tipos de Ac. de Señales

- Amplificación
- Excitación del Transductor
 - Voltaje o corriente externa aplicada al transductor
 - Aplicada por equipo de acondicionamiento de señales
- Linearización
 - La mayoría de los transductores no se comportan de manera lineal
 - Se puede realizar en hardware o software
- Aislamiento
 - Protege el equipo de alto voltaje
 - Utilizado en equipos con alto voltaje de modo común.
- Filtrado
 - Elimina ruido o señales no deseadas
 - Un filtro de 4 Hz elimina ruido de 60 Hz AC de señales muestreadas lentamente
 - Se puede realizar en hardware o software.

Ac. de Señales Más Comunes

Transductores/Señales

Ac. de la Señal



Consideraciones al Configurar el Sistema

- Entradas Analógicas
 - Ancho de palabra
 - Rango
 - Ganancia
 - Resolución
 - Modo de Lectura (Diferencial, RSE, or NRSE)

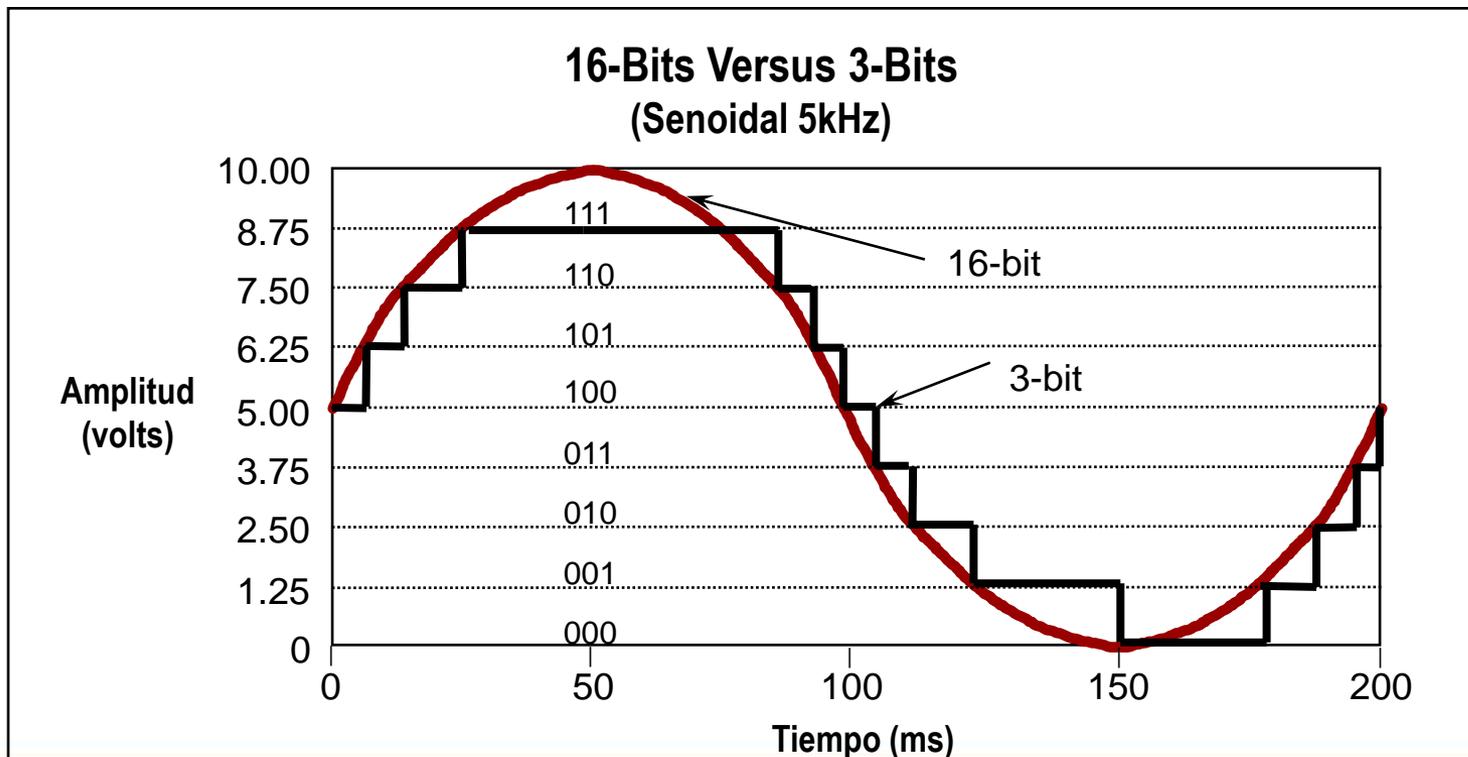
Ancho de palabra

- Número de bits que el ADC utiliza para representar la señal
- El ancho de palabra sirve para determinar cuántos cambios distintos de voltaje pueden ser medidos
- Más bits = representación más precisa de la señal
- Ejemplo: ancho de palabra de 12-bits

$$\# \text{ niveles} = 2^{\text{número de bits}} = 2^{12} = 4,096 \text{ niveles}$$

Ejemplo de Ancho de Palabra

- 3 bits pueden representar 8 niveles de voltaje
- 16 bits pueden representar 65,536 niveles de voltaje



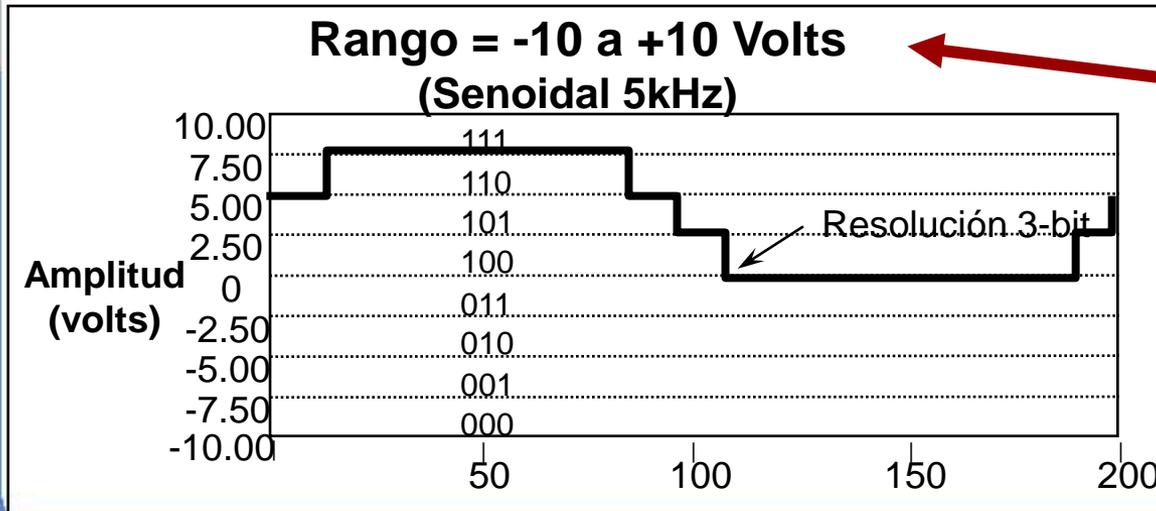
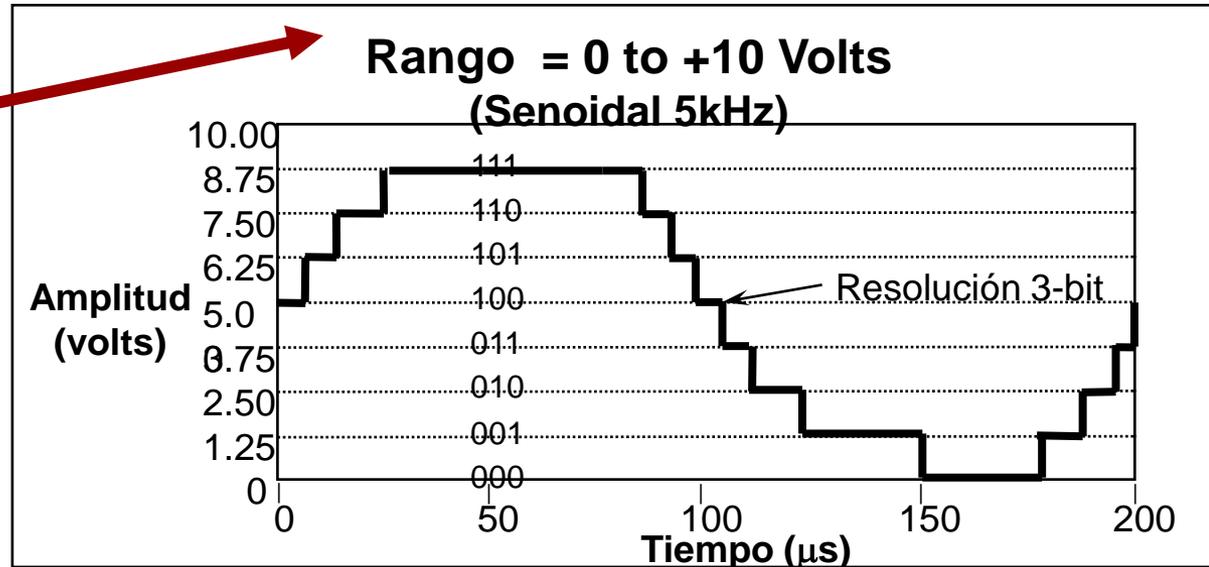
Rango

- Valores mínimos y máximos de voltaje que el ADC puede digitalizar
- A diferencia de la resolución el rango se puede seleccionar.
- Rango pequeño = representación más precisa de la señal
 - Nos permite utilizar todos los bits disponibles

Ejemplo de Rango

Rango apropiado

- Se utilizan los 8 niveles para representar la señal



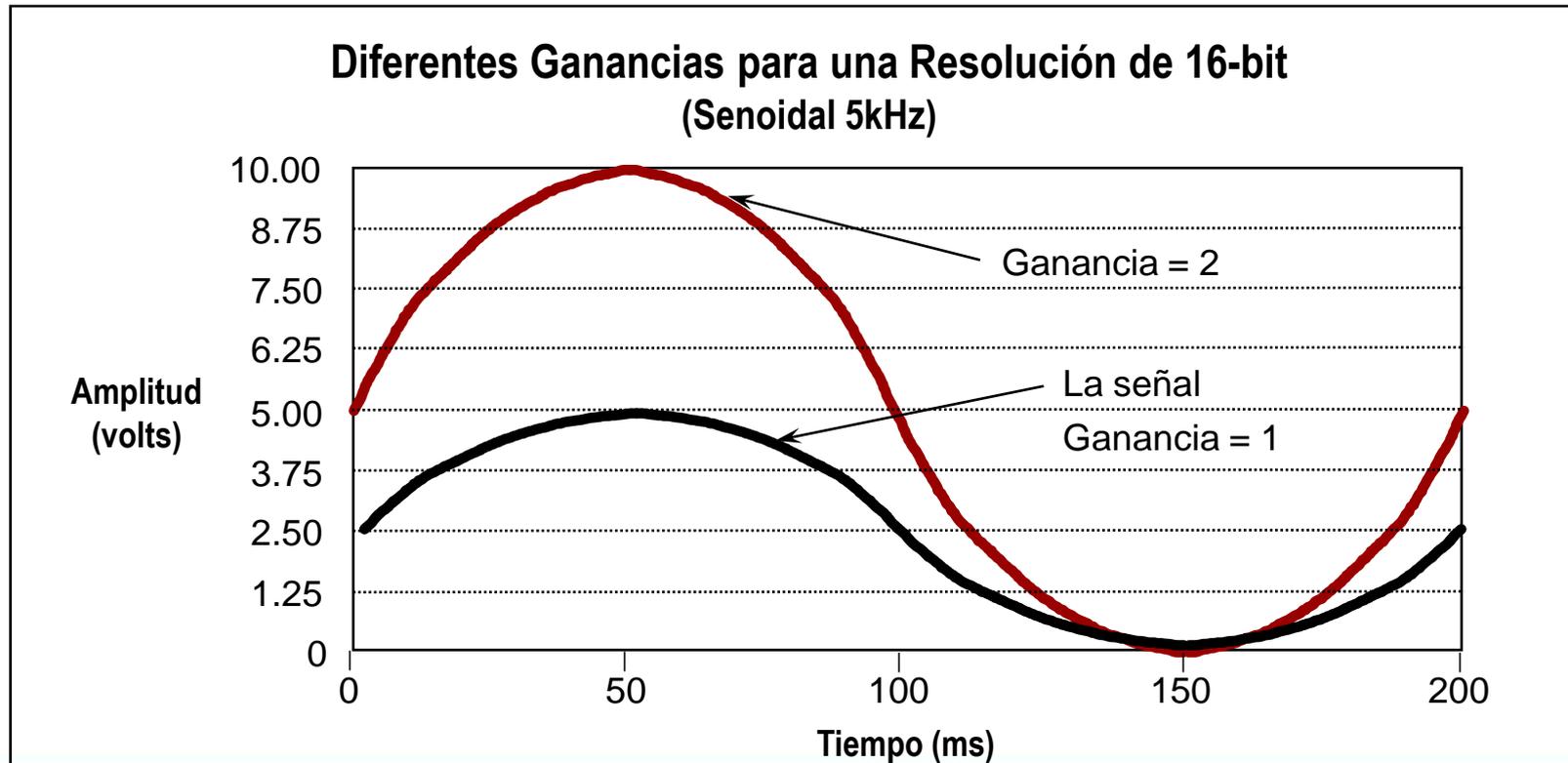
- Rango Inapropiado
- Se utilizan sólo 4 niveles para representar la señal

Ganancia

- La ganancia amplifica o atenúa la señal para que se ajuste correctamente al rango del ADC
- Valores de ganancia pueden ser de 0.5, 1, 2, 5, 10, o 100
- La ganancia no se selecciona directamente
 - La máxima ganancia posible depende siempre de los límites de la señal y el rango del ADC
- Ganancia apropiada = representación más precisa de la señal
 - Permite utilizar toda la resolución posible

Ejemplo de Ganancia

- Límites de la Señal = 0 a 5 Volts
- Rango seleccionado para el ADC = 0 a 10 Volts
- Ganancia aplicada por el amplificador = 2



Resolución

- La resolución se define como el cambio más pequeño de voltaje que el sistema puede detectar (depende del ancho de palabra, rango y ganancia)

$$\text{cambio mínimo} = \frac{\text{rango}}{\text{ganancia} * 2^{\text{número de bits}}}$$

- Mayor resolución = representación más precisa de la señal
- Ejemplo: dispositivo de 12-bits , rango = 0 a 10V, ganancia = 1

$$\frac{\text{rango}}{\text{ganancia} * 2^{\text{número de bits}}} = \frac{10}{1 * 2^{12}} = 2.4 \text{ mV}$$

$$\text{Incremento en el rango} = \frac{20}{1 * 2^{12}} = 4.8 \text{ mV}$$

$$\text{Incremento en la ganancia} = \frac{10}{100 * 2^{12}} = 24 \text{ } \mu\text{V}$$

Ejercicio de Resolución

- Se tiene una señal con un rango de 0 a +10V y se requiere medir esa señal con una precisión de 2mV. ¿Se requerirá un ADC de 12-bit ó 16-bit?

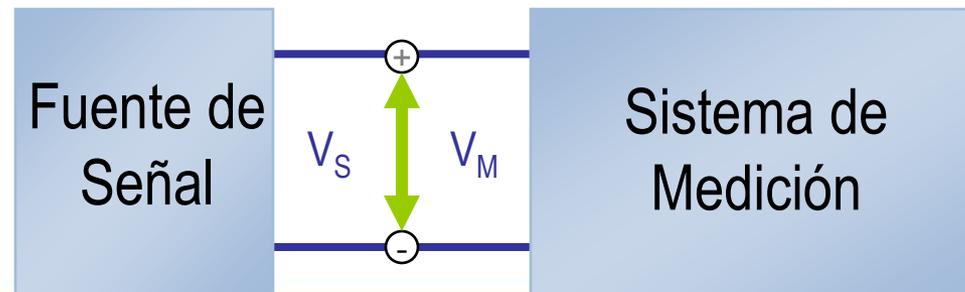
$$R = \frac{\text{Rango}}{\text{Ganancia} \times 2^{\#bits}}$$

$$R = \frac{10}{1 \times 2^{12}} = 2.44mV$$

$$R = \frac{10}{1 \times 2^{16}} = 152.6\mu V$$

Referenciando la Señal

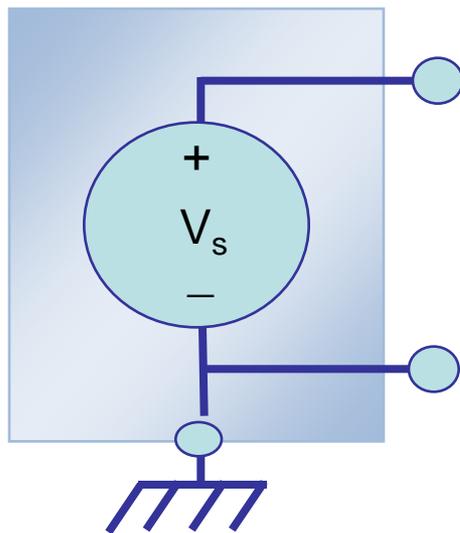
- Para obtener una señal apropiada es necesario aterrizar correctamente el sistema
- La conexión de la señal afectará cómo se va a aterrizar el amplificador en nuestro dispositivo de adquisición de datos
- Pasos para aterrizar correctamente el sistema:
 - Determinar cómo se referenciará la señal a tierra
 - Seleccionar un método de referencia para el sistema de medición



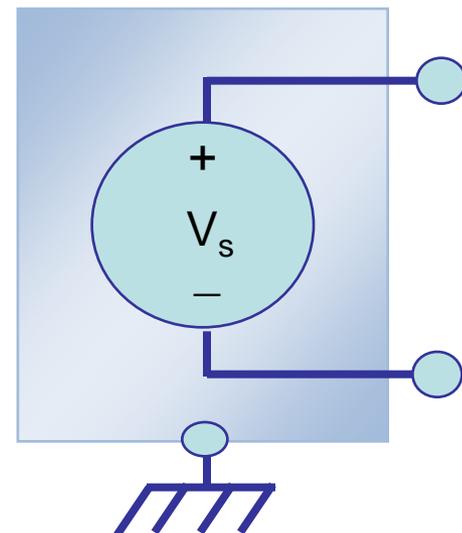
Categorías de Fuentes de Señales

Fuente de la Señal

Aterrizada



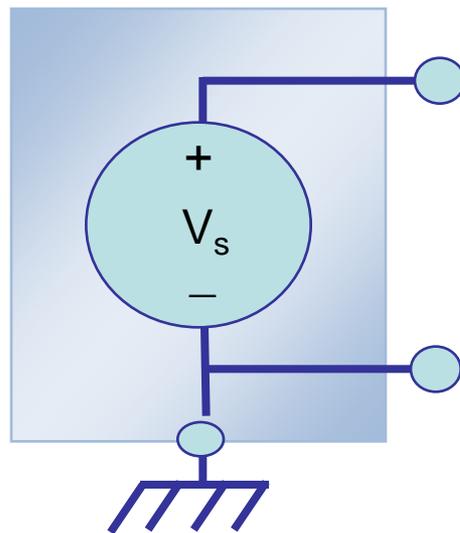
Flotada



Fuente de Señal Aterrizada

Fuente de Señal

Aterrizada

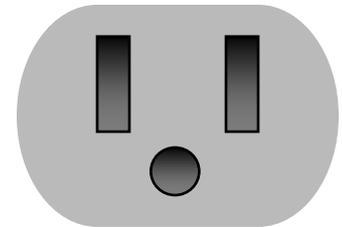


- La señal está referenciada a un sistema de tierra

- Tierra física
- Tierra del edificio

- Ejemplos:

- Fuentes de poder
- Generador de Señales
- Cualquier cosa que se conecta a un socket de pared aterrizado



Socket

aterrizado de pared

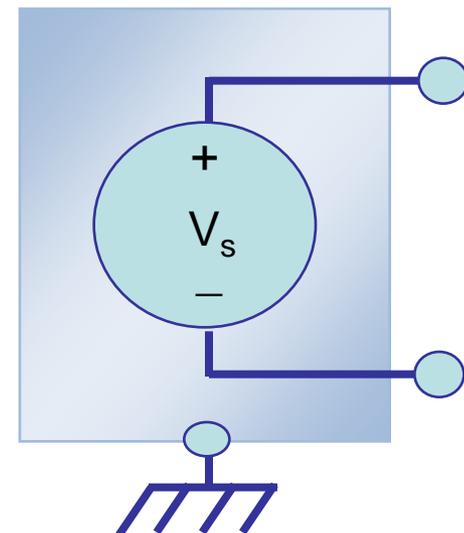
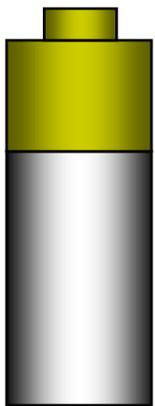
Fuentes de Señales Flotadas

Fuente de Señal



Flotada

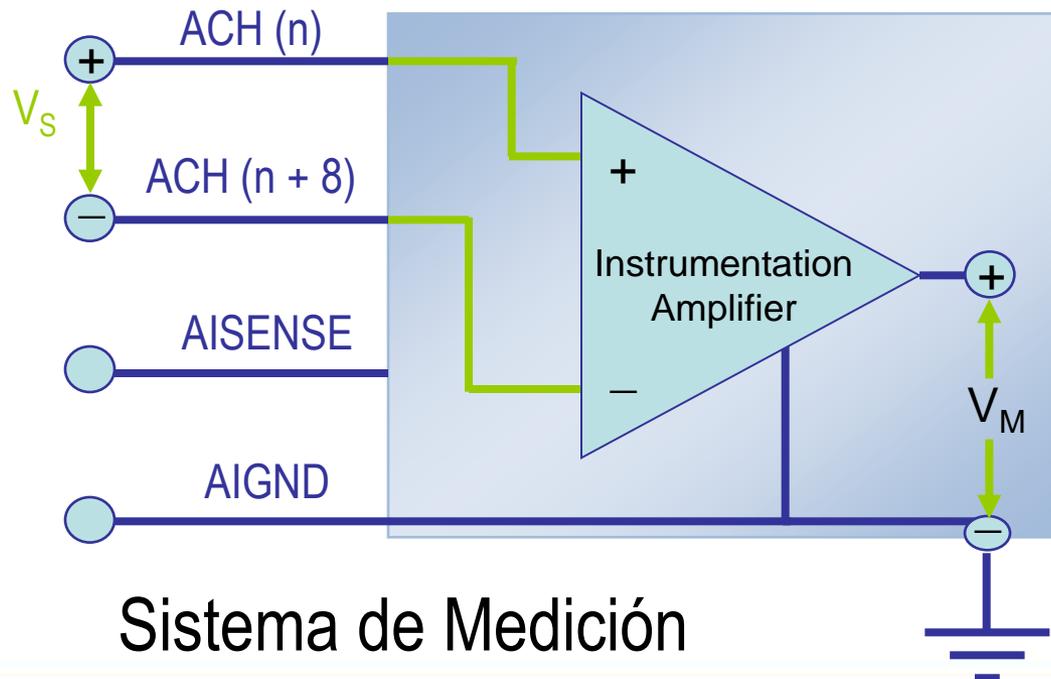
- La señal NO está referenciada a un sistema de tierra
 - Tierra física
 - Tierra del edificio
- Ejemplos:
 - Baterías
 - Termopares
 - Transformadores
 - Amplificadores de aislamiento



Modo Diferencial

- Modo Diferencial

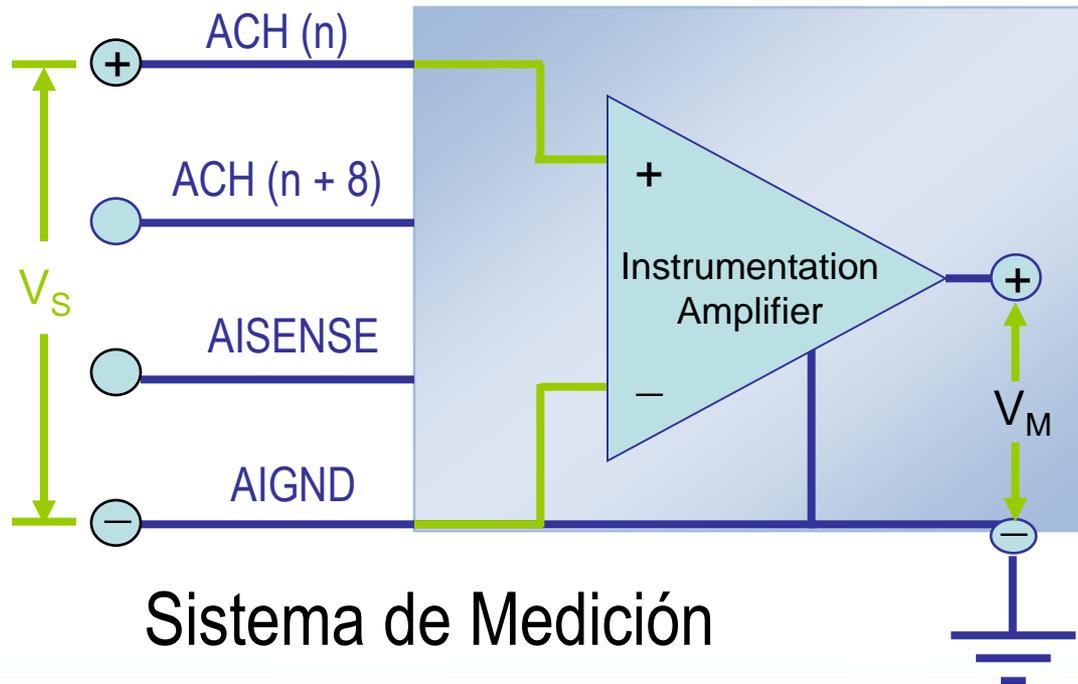
- Se utilizan dos líneas para cada señal
- Rechaza el voltaje de modo común, y el ruido de modo común



ACH8	34	68	ACH0
ACH1	33	67	AIGND
AIGND	32	66	ACH9
ACH10	31	65	ACH2
ACH3	30	64	AIGND
AIGND	29	63	ACH11
ACH4	28	62	AISENSE
AIGND	27	61	ACH12
ACH13	26	60	ACH5
ACH6	25	59	AIGND
AIGND	24	58	ACH14
ACH15	23	57	ACH7

Modo Referenciado Sencillo (RSE)

- Referenciado Sencillo (RSE)
 - La medición se realiza se respecto a un sistema de tierra
 - Un canal utilizado para cada señal
 - No rechaza el voltaje de modo común

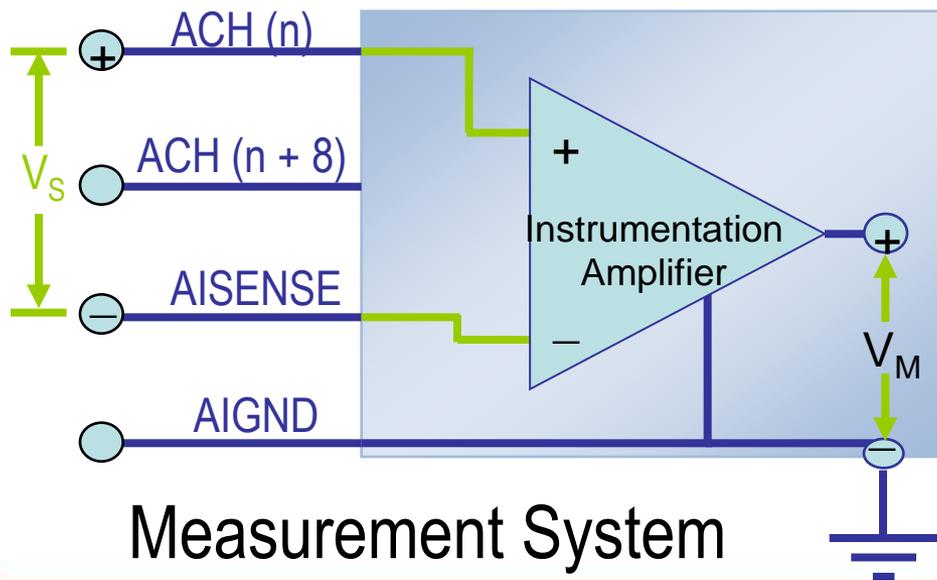


ACH8	34	68	ACH0
ACH1	33	67	AIGND
AIGND	32	66	ACH9
ACH10	31	65	ACH2
ACH3	30	64	AIGND
AIGND	29	63	ACH11
ACH4	28	62	AISENSE
AIGND	27	61	ACH12
ACH13	26	60	ACH5
ACH6	25	59	AIGND
AIGND	24	58	ACH14
ACH15	23	57	ACH7

Modo No-Referenciado Sencillo (NRSE)

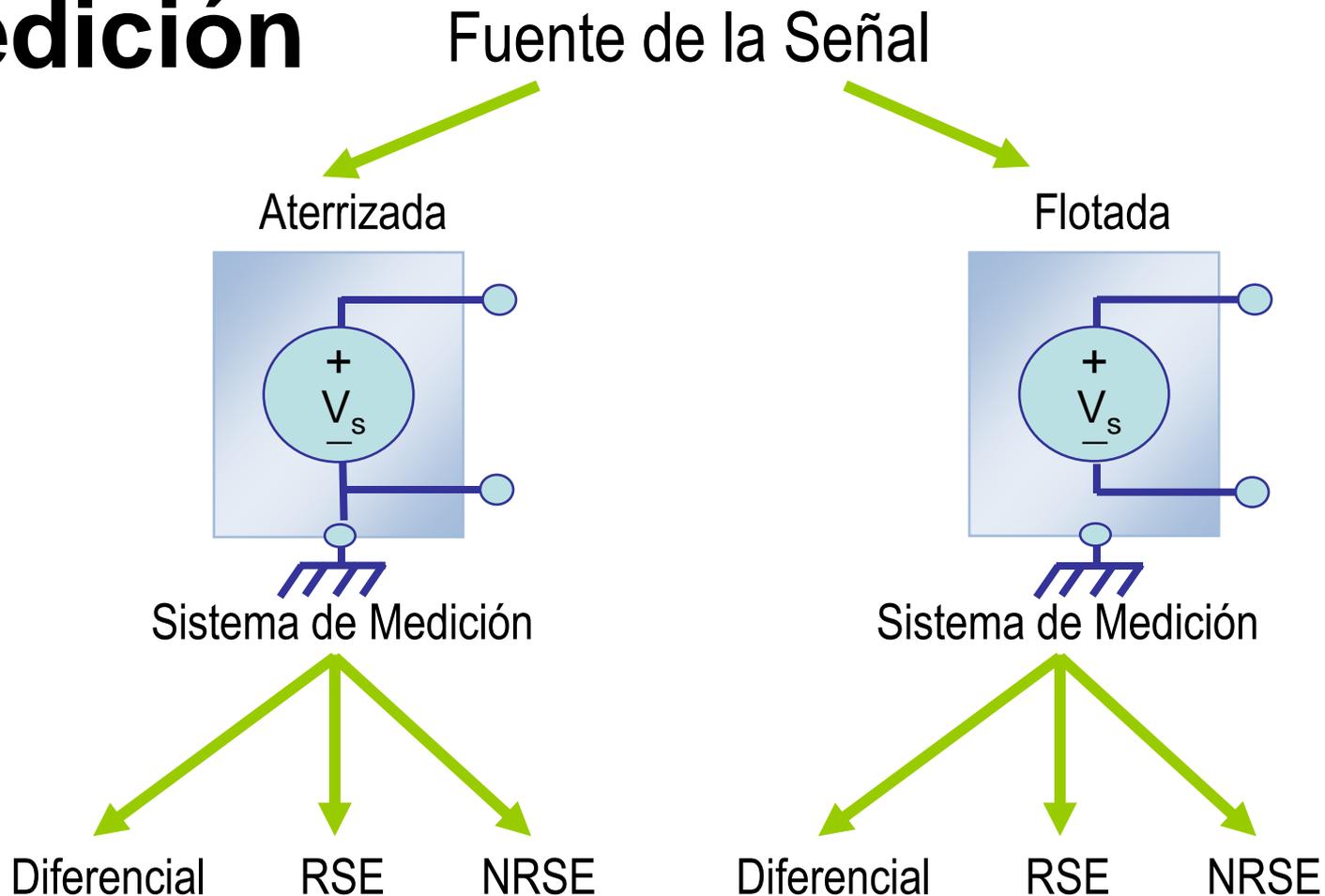
- No-Referenciado Sencillo (NRSE)

- Variación de RSE
- Un canal utilizado por señal
- La medición se realiza respecto a AISENSE, no a la tierra del sistema
- AISENSE está flotada
- No rechaza el voltaje de modo común

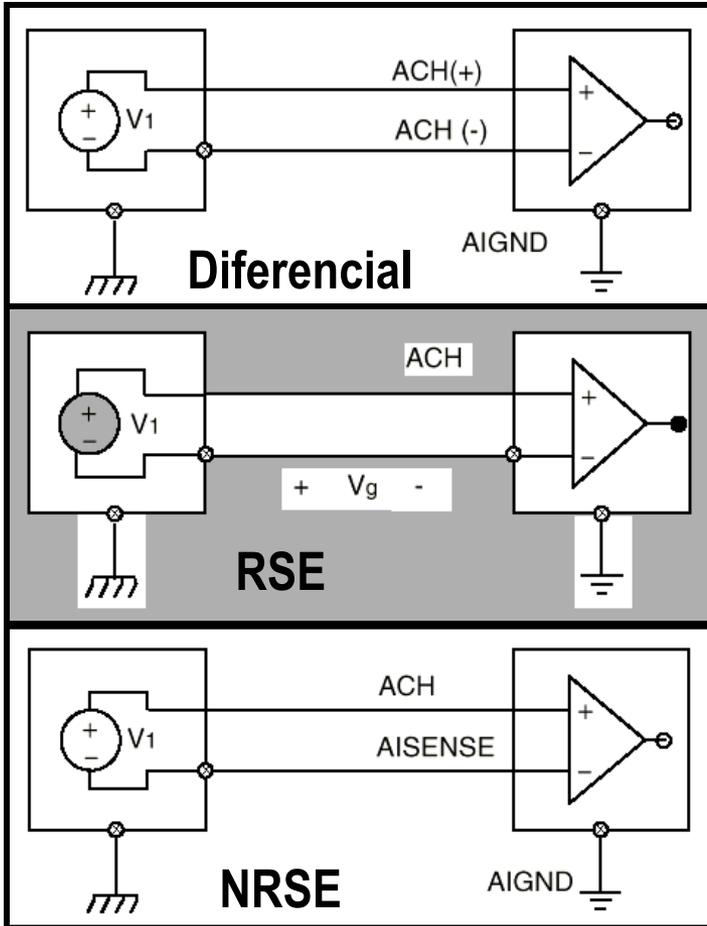


ACH8	34	68	ACH0
ACH1	33	67	AIGND
AIGND	32	66	ACH9
ACH10	31	65	ACH2
ACH3	30	64	AIGND
AIGND	29	63	ACH11
ACH4	28	62	AISENSE
AIGND	27	61	ACH12
ACH13	26	60	ACH5
ACH6	25	59	AIGND
AIGND	24	58	ACH14
ACH15	23	57	ACH7

Seleccionando el Sistema de Medición



Opciones para Señales Aterrizadas



MEJOR

- + Rechaza el voltaje de modo común
- Utiliza dos canales por medición

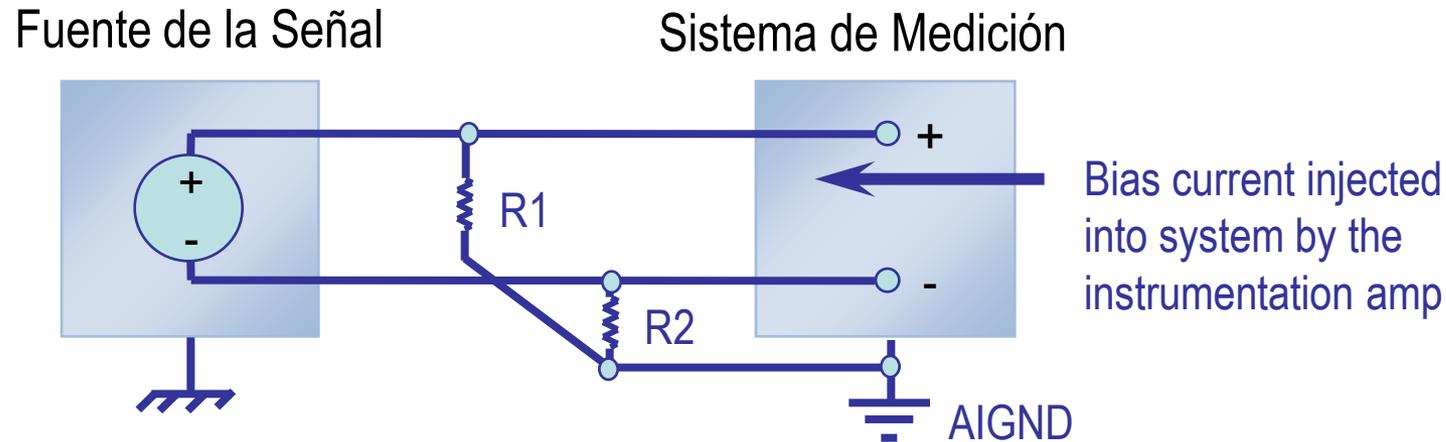
NO RECOMENDADO

- La diferencia de voltaje (V_g) entre los dos circuitos de referencia crea un lazo de tierra que podría dañar el sistema

BUENO

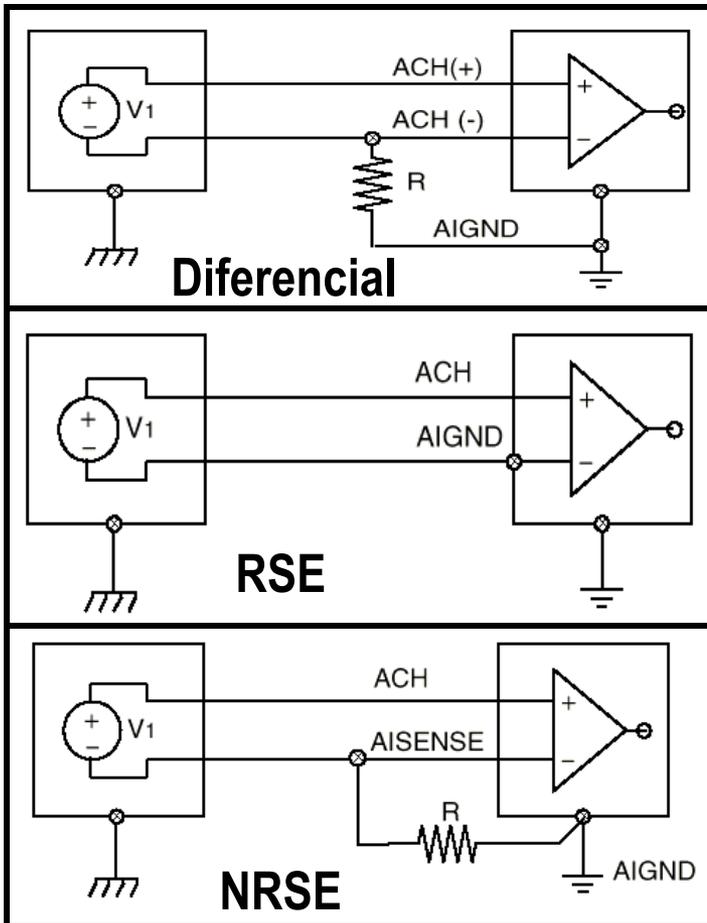
- + Permite utilizar todos los canales
- No rechaza el voltaje de modo común

Resistencias de *Bias*



- Necesarias con señales flotadas y sistemas de medición flotados (Diferencial o NRSE)
- Las resistencias de *bias* proveen un circuito a tierra para la corriente de bias generada por el amplificador
- Los valores recomendados varían entre 10 k Ω y 100 k Ω

Opciones para Fuentes de Señal Flotadas



MEJOR

- + Rechaza el voltaje de modo común
- Utiliza dos canales por medición
- Ocupa resistencias de *bias*

MEJOR

- + Permite utilizar la cuenta total de canales
- + No ocupa resistencias de *bias*
- No rechaza el voltaje de modo común

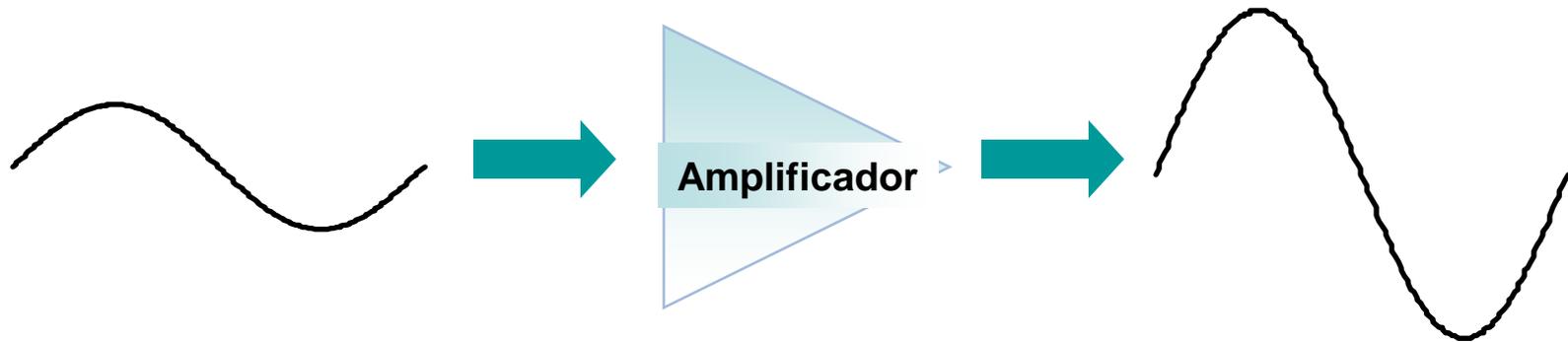
BUENO

- + Permite utilizar la cuenta total de canales
- Ocupa resistencias de *bias*
- No rechaza el voltaje de modo común

¿Porqué es Necesario Acondicionar las Señales?

- El acondicionamiento de señales provee de:
 - Amplificación
 - Atenuación
 - Aislamiento
 - Acondicionado de Puentes (*strain gauge*)
 - Excitación
 - Filtrado

Amplificación de la Señal



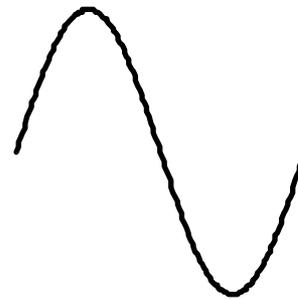
- Incrementa la resolución de la medición



Señal de
10 mV

Convertidor
12-bits

4 niveles
de resolución
(2-bits)

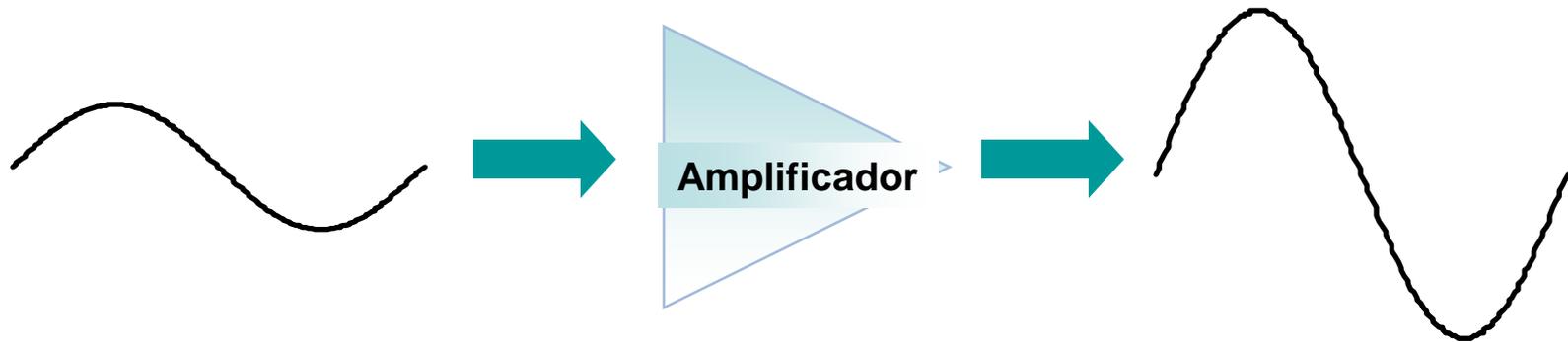


Señal de
10 V

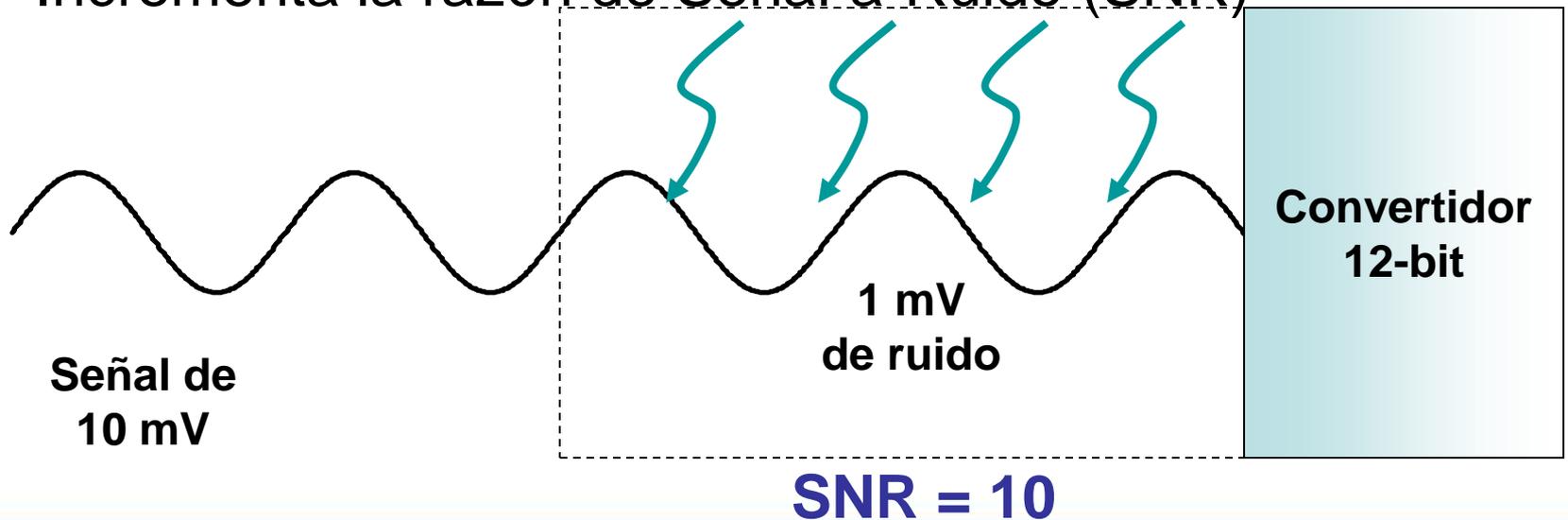
Convertidor
12-bits

4096 niveles
de resolución
(12-bits)

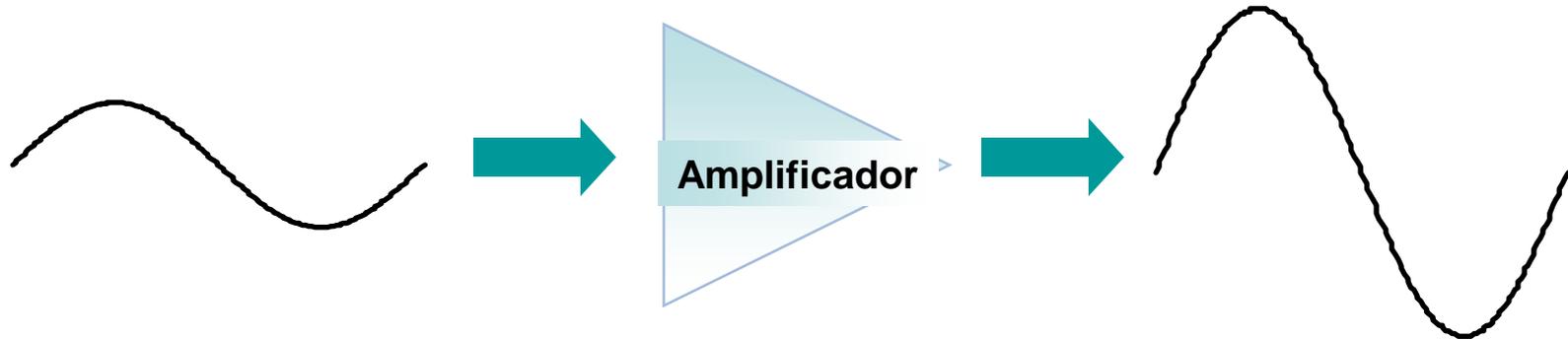
Amplificación de la Señal



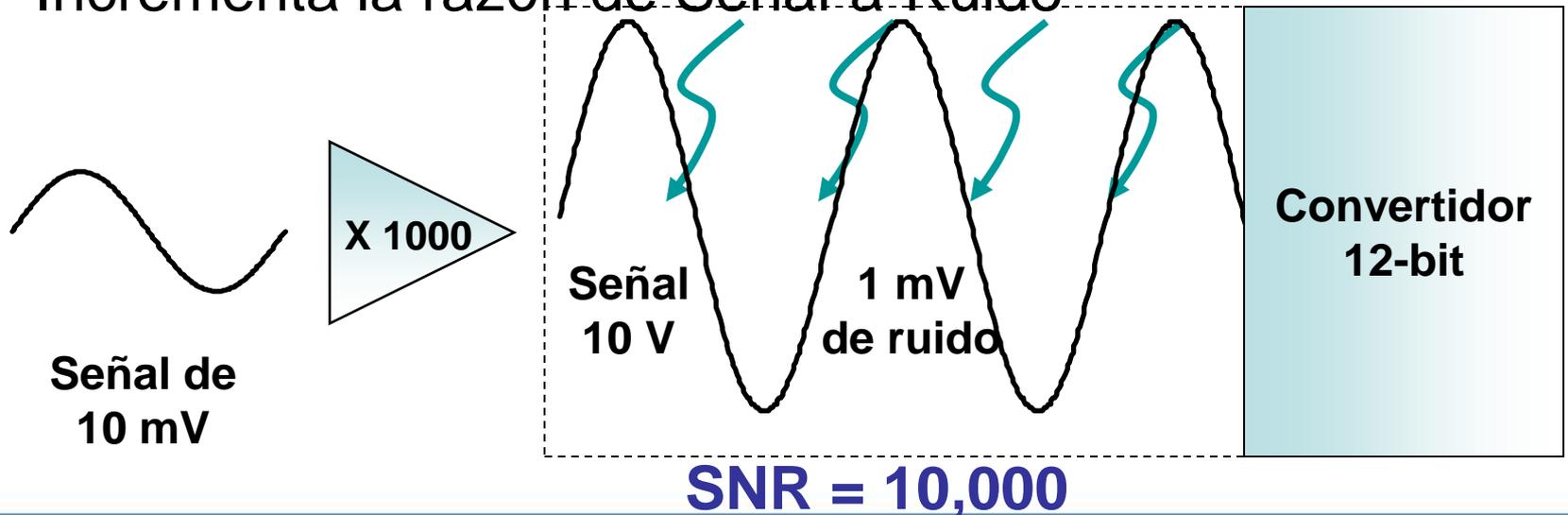
- Incrementa la razón de Señal-a-Ruido (SNR)



Amplificación de la Señal



- Incrementa la razón de Señal-a-Ruido



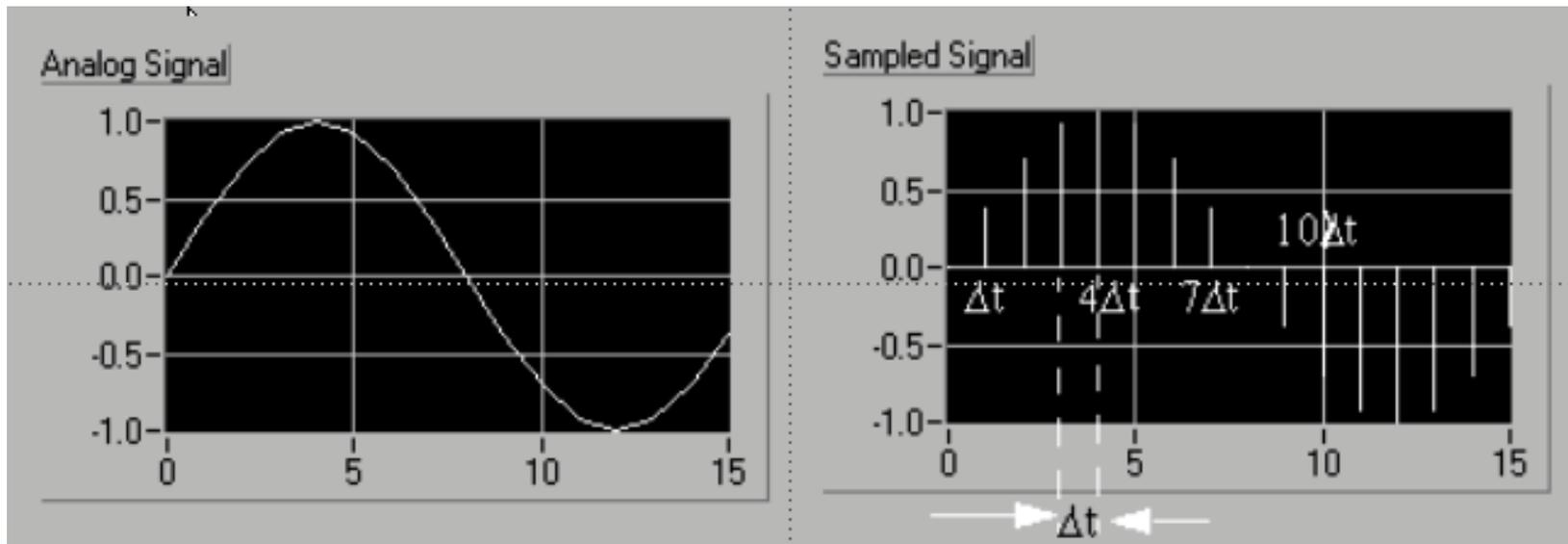
Razón Señal-a-Ruido

- Es bueno tener una razón señal-a-ruido grande
- Hay que colocar el amplificador tan cerca a la fuente de la señal como sea posible, para prevenir amplificar el ruido

	Voltaje Señal	Amplificación de Ac. De Señal	Ruido en Cables	Amplificación en DAQ	Voltaje Convertido	SNR
Amp. sólo en el dispositivo DAQ	.01 V	No	.001 V	x 100	1.1 V	10
Amp. en el dispositivo DAQ y Ac. de Señal	.01 V	x 10	.001 V	x 10	1.01 V	100
Amp. sólo en el Ac. de Señal	.01 V	x 100	.001 V	No	1.001 V	1000

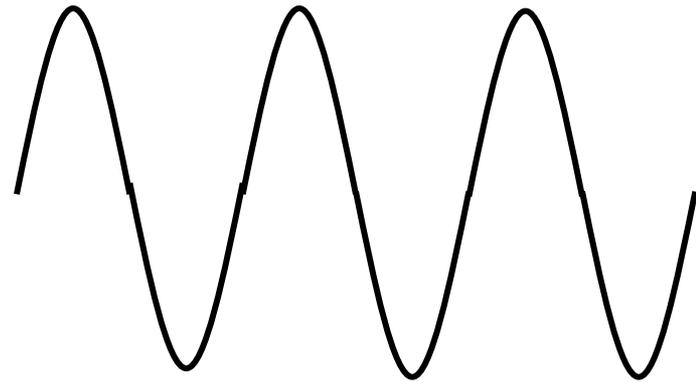
Muestreo de Señales

- Muestras individuales se representan en la forma: $x[i] = x(i\Delta t)$, para $i = 0, 1, 2, \dots$
- Si N muestras se obtiene de una señal $x(t)$: $X = \{x[0], x[1], x[2], \dots, x[N-1]\}$
- La secuencia $X = \{x[i]\}$ está indexada en i y no contiene información de la velocidad de muestreo

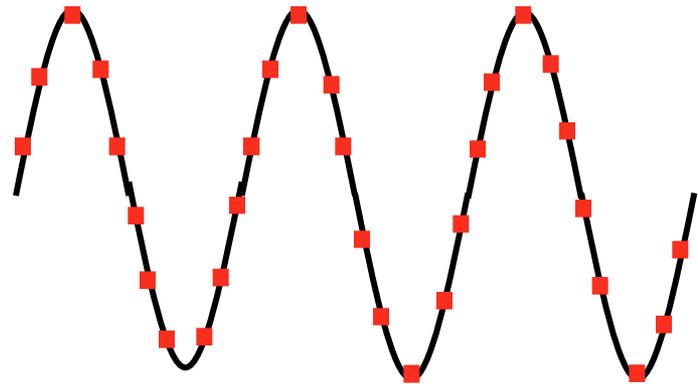


Consideraciones al Muestrear

- La señal analógica original es continua respecto al tiempo
- La señal muestreada es una serie de muestras discretas adquiridas a una velocidad de muestreo específica
- A mayor velocidad de muestreo, más se parecerá la señal muestreada a la original
- Si no se muestrea de manera correcta, un fenómeno llamado **aliasing** se puede presentar en la señal



Señal Original

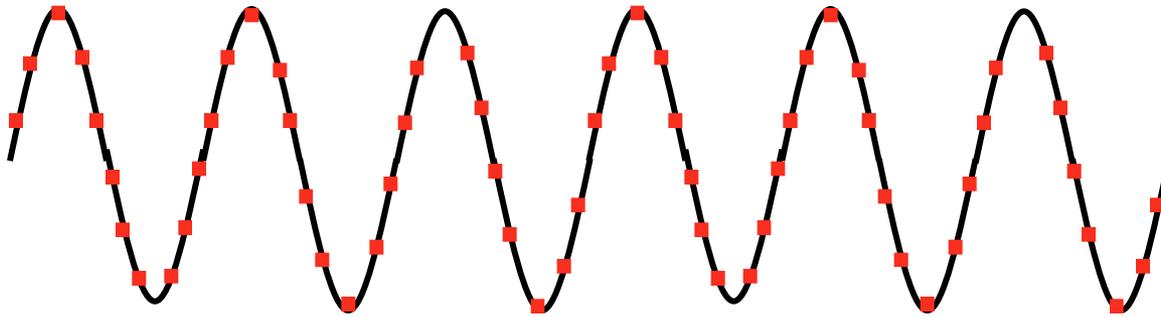


Señal Muestreada

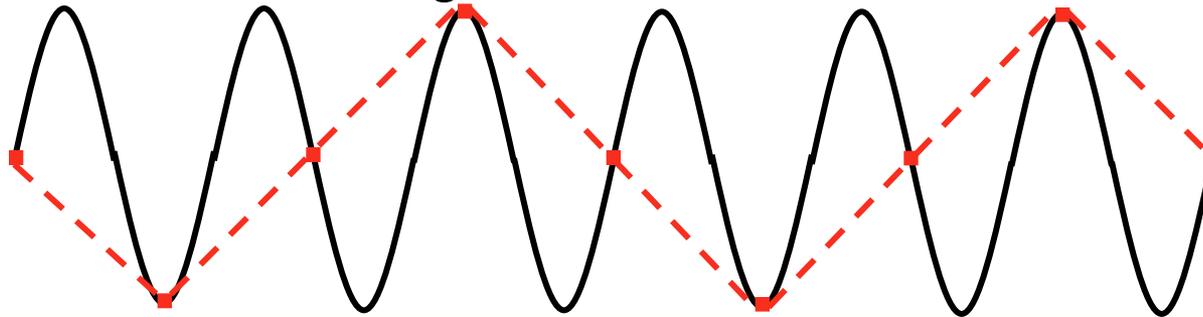
Aliasing

- Velocidad de muestreo – cada cuándo ocurre una conversión en el ADC.
- *Alias* – representación incorrecta de una señal
- Posibles causas – Ruido, armónicas

Con muestreo adecuado



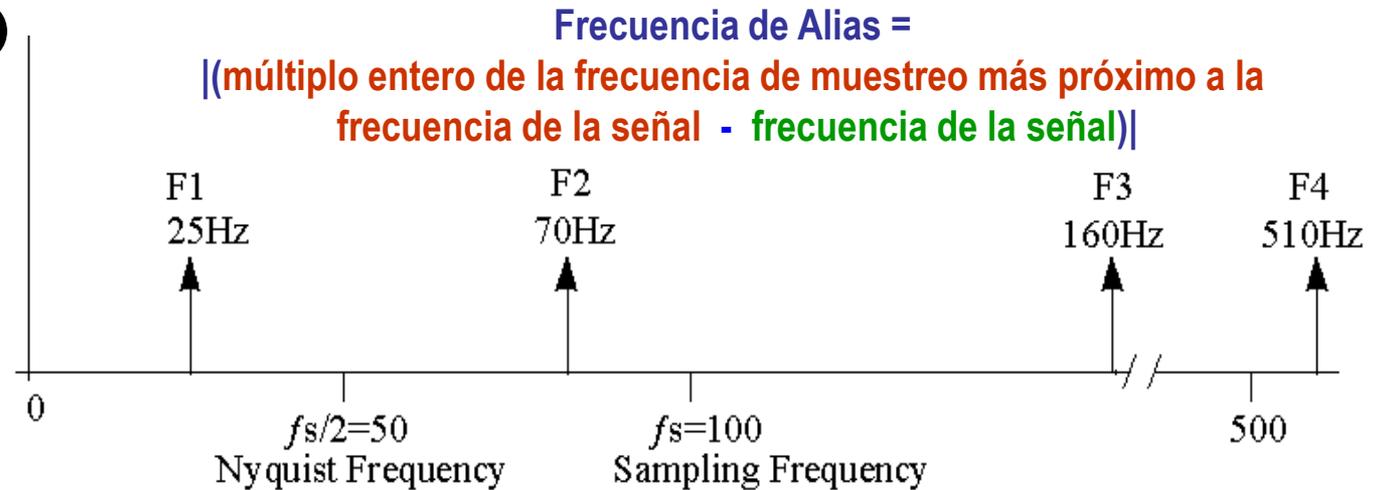
Con *aliasing*, debido a un submuestreo



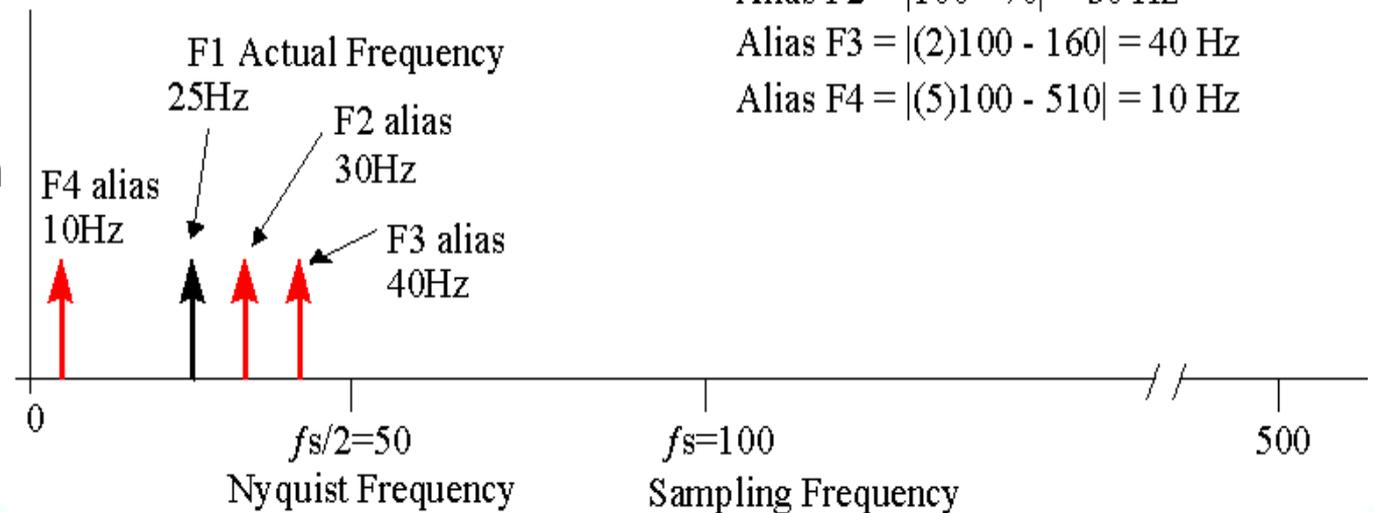
Efectos del
aliasing en una
señal
muestreada
incorrectamente

Ejemplo

Señales antes de la Adquisición



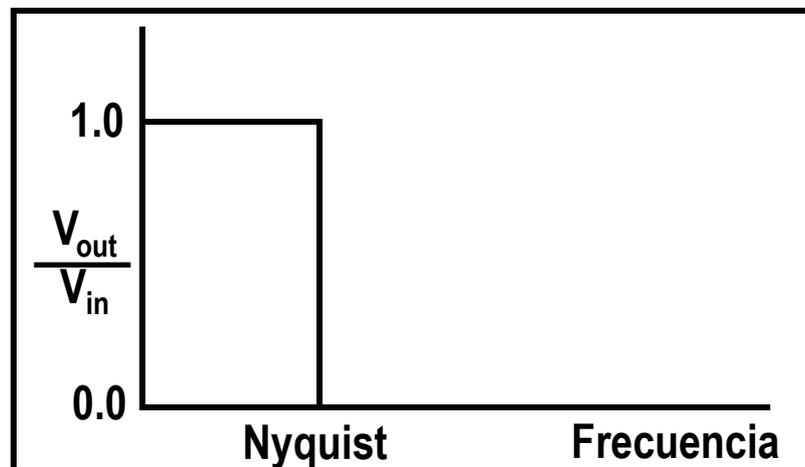
Señales después de la Adquisición



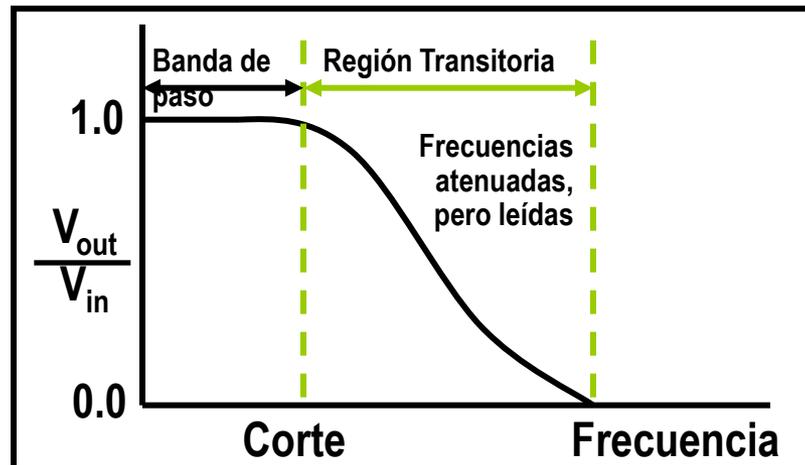
Prevención del *Aliasing*

- Sobremuestreo
 - + Incrementa la frecuencia de Nyquist
 - El ADC puede no lograr esa velocidad
- Filtro pasabajo
 - + Elimina la mayoría de las frecuencias arriba de la frecuencia de corte
 - La región transitoria aún permite que algunas frecuencias sea leídas
- Mejor solución
 - + Realizar un sobremuestreo y tener un filtro pasabajo

Filtro Ideal



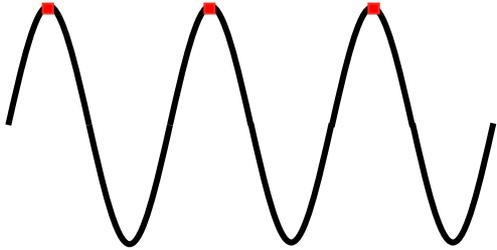
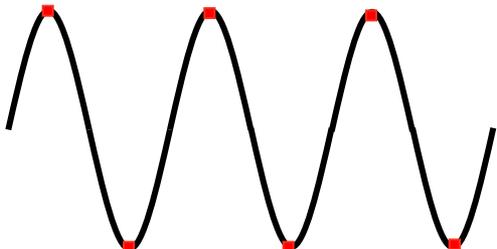
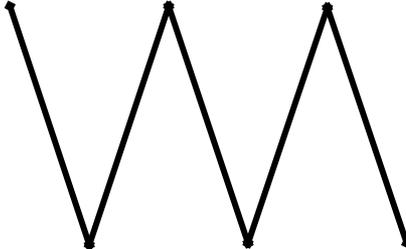
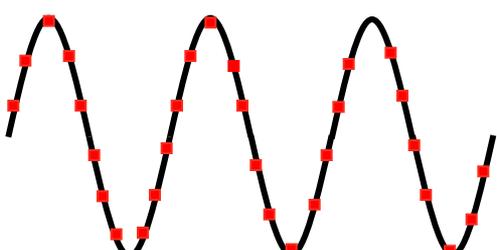
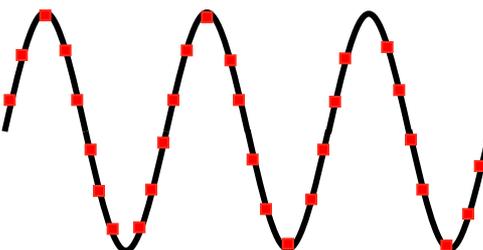
Filtro real



Teorema de Nyquist

- Se debe de muestrear mínimo al **doble** de la frecuencia máxima presente en la señal, para obtener una representación acertada de la **FRECUENCIA** de la misma.
- **NOTA:** Es necesario muestrear **5 o 10** más rápido que la máxima frecuencia presente en la señal, para obtener una representación acertada de la **FORMA** de la misma.

Ejemplo de Nyquist

 <p>Onda Senoidal 100Hz</p>	 <p>Muestreada a 100Hz</p>	Aliased Signal
 <p>Onda Senoidal 100 Hz</p>	 <p>Muestreada a 200Hz</p>	Muestreo adecuado para frecuencia (Mismo # de ciclos)
 <p>Onda Senoidal 100 Hz</p>	 <p>Muestreada a 1kHz</p>	Muestreo adecuado para Frecuencia y Forma

Demo

Velocidad de Muestreo y *Aliasing*

Aliasing