

MEDICIÓN E INSTRUMENTACIÓN

RUIDO

Roberto Giovanni Ramírez-Chavarría

`rg.unam.sysid@gmail.com`

Facultad de Ingeniería, UNAM

Semestre 2020-1



Ruido

Perturbación no deseada que interfiere a la señales que se están procesando en un sistema de instrumentación.

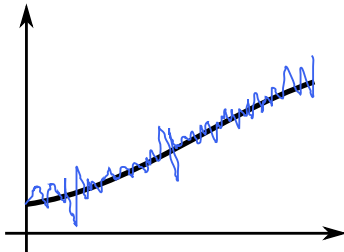
Se clasifica en

- **Ruido interno:** Producido por dispositivos del instrumento. Agitación térmica, vibraciones internas, movimiento de portadores de carga.
- **Ruido externo:** Producido por otros sistemas, señales de interferencia.

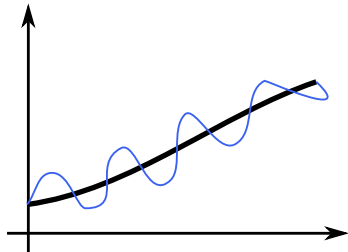
Ruido

Generalmente tiene carácter aleatorio o estructura definida.

Ruido térmico



Ruido de 60 Hz



Ruido

Formalmente, el ruido se cuantifica estimando cuánto afecta a una señal de interés.

Midiendo la potencia de dicha señal P_s y la potencia del ruido P_n .

La relación que existe entre las potencias: **RELACIÓN SEÑAL A RUIDO** S/N y sus unidades son dB

$$S/N = 10 \log \frac{P_s}{P_n}$$

Puede definirse también midiendo voltajes y corrientes de la señal y del ruido

$$S/N = 20 \log \frac{V_s}{V_n}$$

$$S/N = 20 \log \frac{I_s}{I_n}$$

Ruido

El voltaje o la corriente de ruido se calculan mediante la suma cuadrática de TODAS las fuentes de ruido

$$V_n = \sqrt{\sum V_{ni}^2}$$

$$I_n = \sqrt{\sum I_{ni}^2}$$

En general, los sistemas de instrumentación añaden ruido al procesar las señales. La S/N es menor a la salida que en la entrada.

Factor de ruido (*Noise Factor - NF*)

$$NF = S/N_{in} - S/N_{out}$$

Ejercicio

Un amplificador de ganancia 100 recibe una señal de 10 mV con una S/N de 90 dB. Si el sistema añade un ruido de 0.05 mV. Calcule la S/N a la salida.

Ejercicio

Un amplificador de ganancia 100 recibe una señal de 10 mV con una S/N de 90 dB. Si el sistema añade un ruido de 0.05 mV. Calcule la S/N a la salida.

La señal de salida

$$10\text{mV} \times 100 = 1\text{V}$$

Ejercicio

Un amplificador de ganancia 100 recibe una señal de 10 mV con una S/N de 90 dB. Si el sistema añade un ruido de 0.05 mV. Calcule la S/N a la salida.

La señal de salida

$$10\text{mV} \times 100 = 1\text{V}$$

El ruido de la señal de entrada con 90 dB es

Ejercicio

Un amplificador de ganancia 100 recibe una señal de 10 mV con una S/N de 90 dB. Si el sistema añade un ruido de 0.05 mV. Calcule la S/N a la salida.

La señal de salida

$$10\text{mV} \times 100 = 1\text{V}$$

El ruido de la señal de entrada con 90 dB es

$$90\text{dB} = 20 \log \frac{1}{V_{n1}} \rightarrow V_{n1} = 31.6 \mu \text{V}$$

Ejercicio (cont.)

Un amplificador de ganancia 100 recibe una señal de 10 mV con una S/N de 90 dB. Si el sistema añade un ruido de 0.05 mV. Calcule la S/N a la salida.

Ejercicio (cont.)

Un amplificador de ganancia 100 recibe una señal de 10 mV con una S/N de 90 dB. Si el sistema añade un ruido de 0.05 mV. Calcule la S/N a la salida.

Al ruido V_{n1} se le añaden $0.05\text{mV} = 50\mu\text{V} = V_{n2}$

$$V_n = \sqrt{V_{n1}^2 + V_{n2}^2} = \sqrt{31.6 + 50^2} = 59.1\mu\text{V}$$

Ejercicio (cont.)

Un amplificador de ganancia 100 recibe una señal de 10 mV con una S/N de 90 dB. Si el sistema añade un ruido de 0.05 mV. Calcule la S/N a la salida.

Al ruido V_{n1} se le añaden $0.05\text{mV} = 50\mu\text{V} = V_{n2}$

$$V_n = \sqrt{V_{n1}^2 + V_{n2}^2} = \sqrt{31.6 + 50^2} = 59.1\mu\text{V}$$

Finalmente, la S/N a la salida es

Ejercicio (cont.)

Un amplificador de ganancia 100 recibe una señal de 10 mV con una S/N de 90 dB. Si el sistema añade un ruido de 0.05 mV. Calcule la S/N a la salida.

Al ruido V_{n1} se le añaden $0.05\text{mV} = 50\mu\text{V} = V_{n2}$

$$V_n = \sqrt{V_{n1}^2 + V_{n2}^2} = \sqrt{31.6^2 + 50^2} = 59.1\mu\text{V}$$

Finalmente, la S/N a la salida es

$$S/N = 20 \log \frac{1}{59.1 \times 10^{-6}} = 84.6\text{dB}$$

Ruido

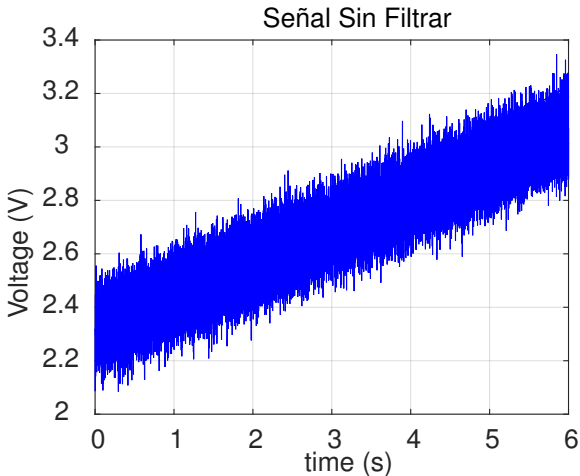
En la práctica, existe un elemento que incrementa la S/N

FILTRO: Reduce el BW al estrictamente necesario.

Ruido

En la práctica, existe un elemento que incrementa la S/N

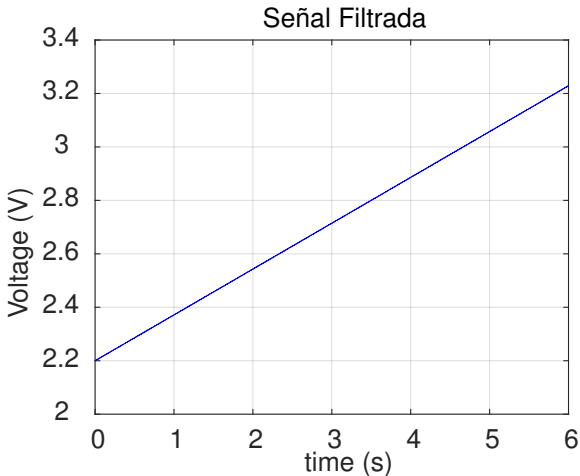
FILTRO: Reduce el BW al estrictamente necesario.



Ruido

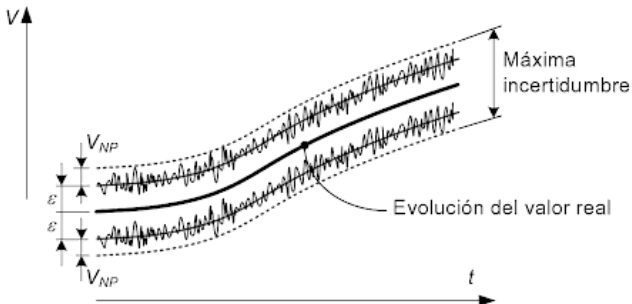
En la práctica, existe un elemento que incrementa la S/N

FILTRO: Reduce el BW al estrictamente necesario.



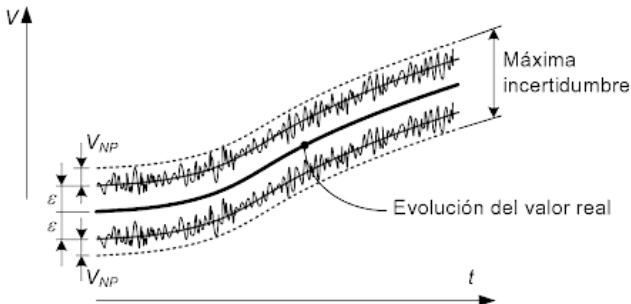
Ruido

El ruido puede agruparse con el error en la medición y en conjunto forman la incertidumbre total



Ruido

El ruido puede agruparse con el error en la medición y en conjunto forman la incertidumbre total

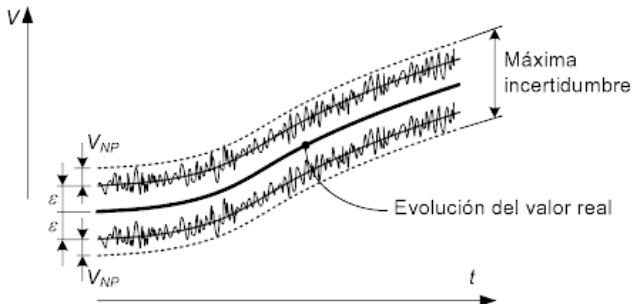


El valor medido es

$$V \pm (\epsilon + V_n)$$

Ruido

El ruido puede agruparse con el error en la medición y en conjunto forman la incertidumbre total



La resolución de la medida es

$$Q = 2(\epsilon + V_n)$$

Ejercicio

La salida en voltaje de un sistema de instrumentación sísmica incluye un error máximo del 0.1% y una S/N de 72 dB, determine su resolución

Ejercicio

La salida en voltaje de un sistema de instrumentación sísmica incluye un error máximo del 0.1% y una S/N de 72 dB, determine su resolución

Suponiendo un valor máximo de salida V , el error producido es

$$\epsilon = \frac{0.1\%}{100\%} V = 0.001V$$

Ejercicio

La salida en voltaje de un sistema de instrumentación sísmica incluye un error máximo del 0.1% y una S/N de 72 dB, determine su resolución

Suponiendo un valor máximo de salida V , el error producido es

$$\epsilon = \frac{0.1\%}{100\%} V = 0.001V$$

El voltaje de ruido, a partir de la S/N

Ejercicio

La salida en voltaje de un sistema de instrumentación sísmica incluye un error máximo del 0.1% y una S/N de 72 dB, determine su resolución

Suponiendo un valor máximo de salida V , el error producido es

$$\epsilon = \frac{0.1\%}{100\%} V = 0.001 V$$

El voltaje de ruido, a partir de la S/N

$$72\text{dB} = 20 \log \frac{V}{V_n} \rightarrow V_n = 0.000251 V$$

Ejercicio (cont.)

La salida en voltaje de un sistema de instrumentación sísmica incluye un error máximo del 0.1% y una S/N de 72 dB, determine su resolución

Ejercicio (cont.)

La salida en voltaje de un sistema de instrumentación sísmica incluye un error máximo del 0.1% y una S/N de 72 dB, determine su resolución

Finalmente, la resolución

$$Q = 2(\epsilon + V_n) = 2(0.001V + 0.000251V) = 0.002502V$$

Ejercicio (cont.)

La salida en voltaje de un sistema de instrumentación sísmica incluye un error máximo del 0.1% y una S/N de 72 dB, determine su resolución

Finalmente, la resolución

$$Q = 2(\epsilon + V_n) = 2(0.001V + 0.000251V) = 0.002502V$$

En forma relativa porcentual

Ejercicio (cont.)

La salida en voltaje de un sistema de instrumentación sísmica incluye un error máximo del 0.1% y una S/N de 72 dB, determine su resolución

Finalmente, la resolución

$$Q = 2(\epsilon + V_n) = 2(0.001V + 0.000251V) = 0.002502V$$

En forma relativa porcentual

$$Q = \frac{0.002502V \times 100}{V} = 0.25\%$$

PRÁCTICA 2

Realizar un programa en Python que emplee la tarjeta de audio como DAQ. El programa deberá leer $N = 2048$ muestras de una señal arbitraria (ruido), obtener su histograma y sus medidas descriptivas (σ , μ). Así mismo, deberá calcular la SNR, suponiendo una señal senoidal base de 10 mV.

Gracias!

Contact:

<https://rgunam.github.io>

rg.unam.sysid@gmail.com