



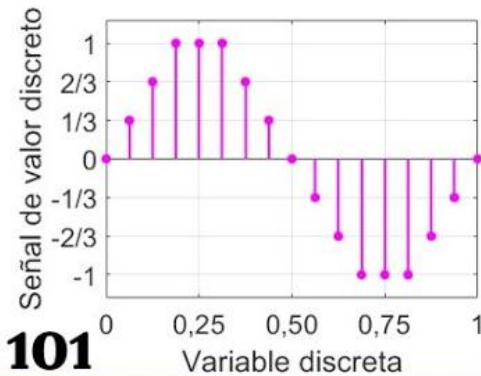
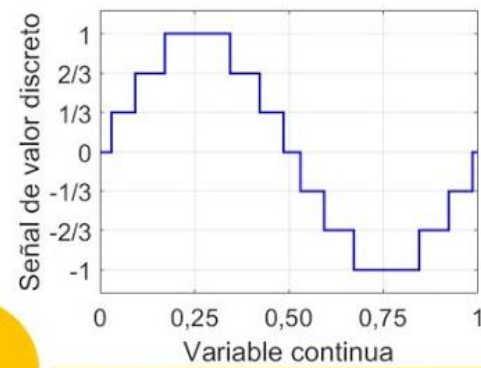
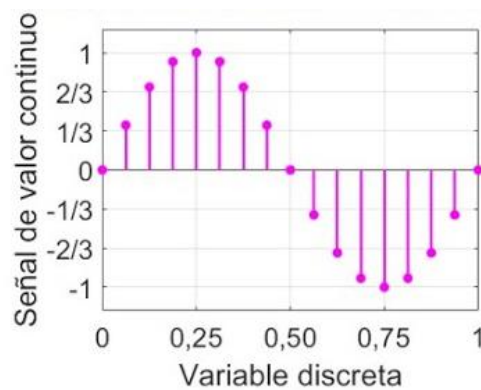
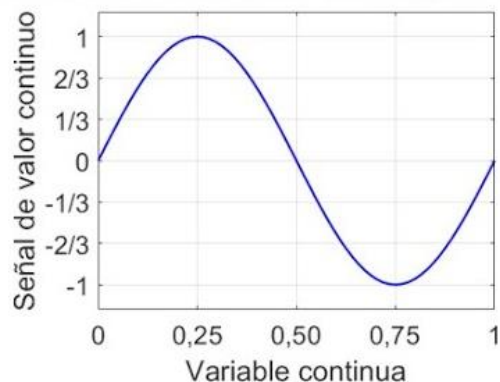
Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

| VIGILADA MINEDUCACIÓN |

Señales en tiempo y frecuencia

William Ricardo Rodríguez Dueñas
Departamento de Ing. Electrónica

Señal continua Vs discreta



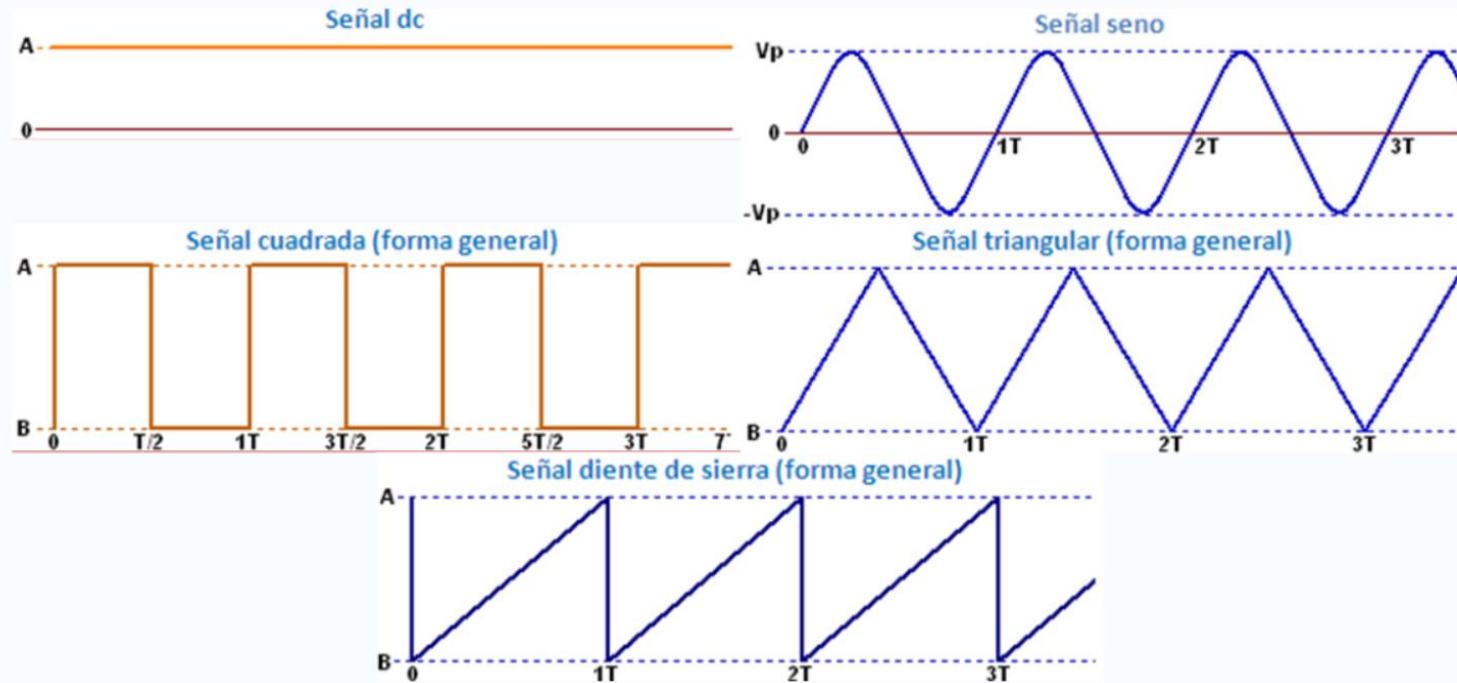
Señales 101



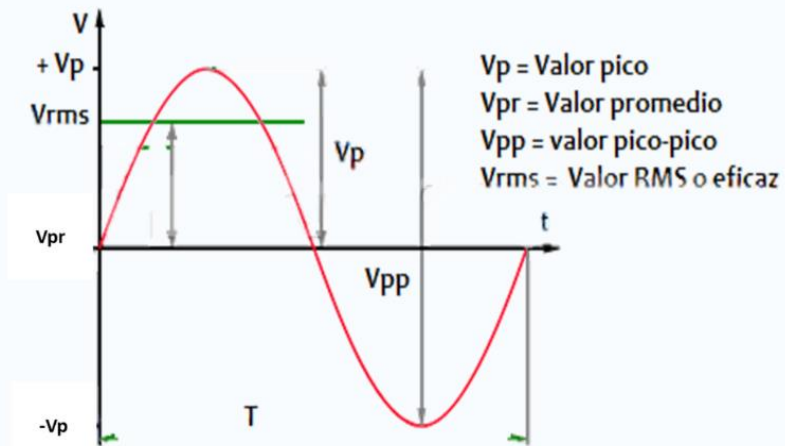
Diferencias entre AC y DC

CARACTERÍSTICA	AC	DC
Definición	La corriente eléctrica que fluye de un lado a otro periódicamente.	La corriente eléctrica que fluye solo en dirección hacia adelante.
Dirección de la corriente	Es bidireccional, es decir, puede fluir tanto hacia adelante como hacia atrás.	Es unidireccional y fluye en una sola dirección, es decir, hacia adelante.
Voltaje y corriente	La corriente y el voltaje varían continuamente.	La corriente y el voltaje son constantes.
Polaridad	No hay polaridad en CA porque fluctúa.	Hay una polaridad fija en CC marcada por signos positivos (+) y negativos (-)
Intercambio de polaridades	Cambiar el terminal de la fuente no afectará el circuito	Cambiar el terminal de la fuente puede dañar el circuito
Frecuencia	La frecuencia de la corriente alterna suele ser de 50 o 60 Hz.	La frecuencia de la corriente continua es 0
Forma de onda	El AC existe en forma de onda sinusoidal, cuadrada, triangular y de diente de sierra, etc.	Existe en una sola línea u onda de pulso
Almacenamiento	No se puede almacenar	Se puede almacenar directamente

Tipos de señales



Características de las señales



VALOR PICO

Distancia entre el punto más alejado de la señal y punto medio.

VALOR PICO-PICO

Distancia entre el punto más alto de la señal y punto más bajo.

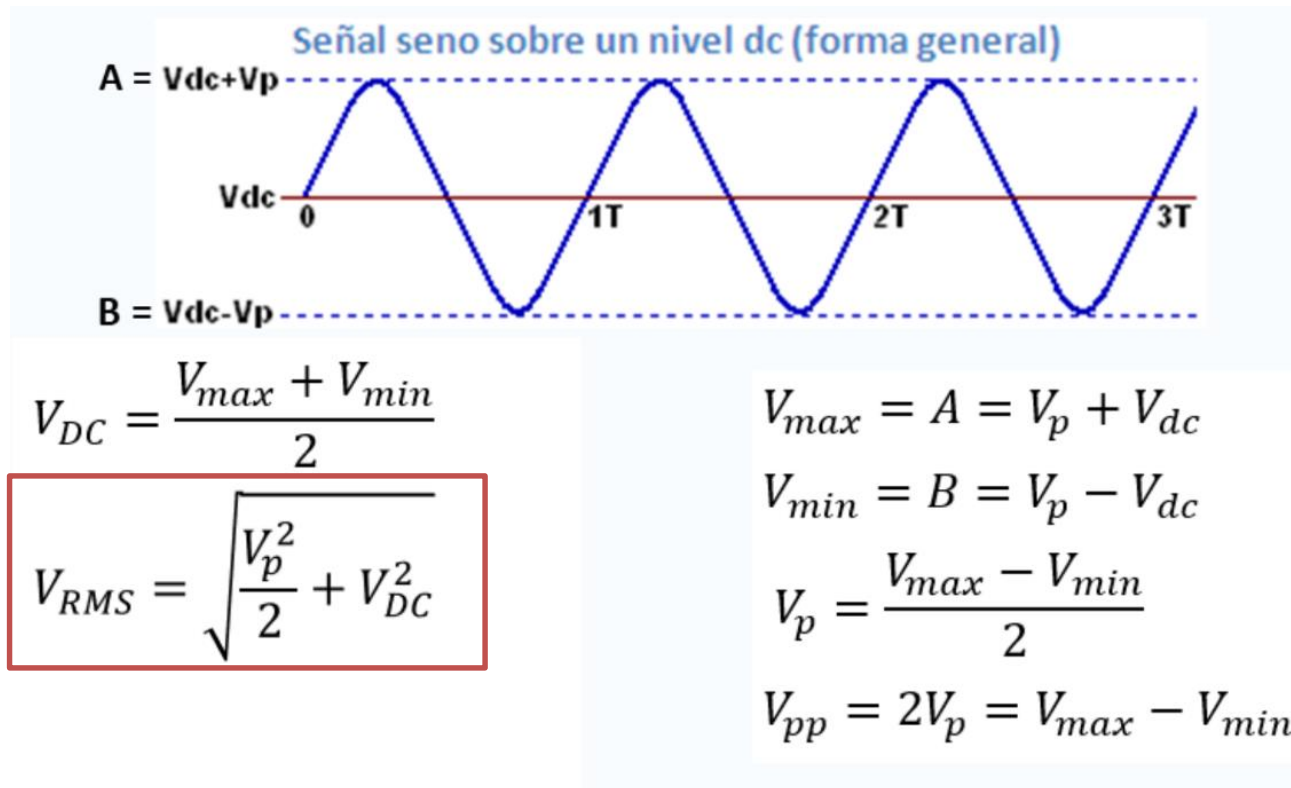
VALOR MEDIO O PROMEDIO

Área bajo la curva de una onda o señal.

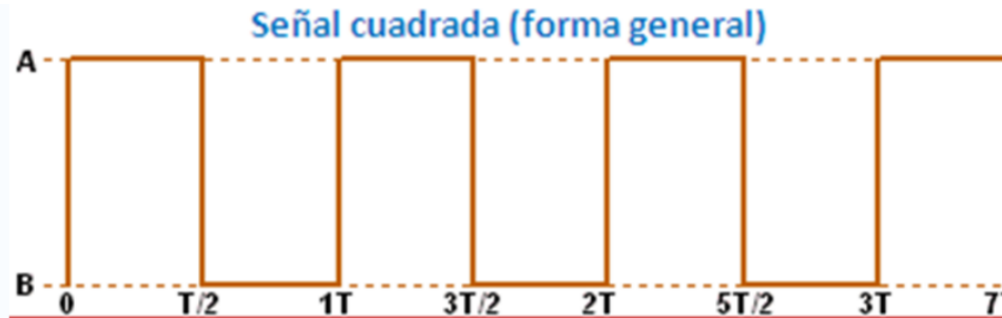
VALOR RMS O EFICAZ

Un valor RMS de una corriente es el valor, que produce la misma disipación de calor que una corriente continua de la misma magnitud.

Señal sinusoidal



Señal cuadrada



$$V_{max} = A$$

$$V_{min} = B$$

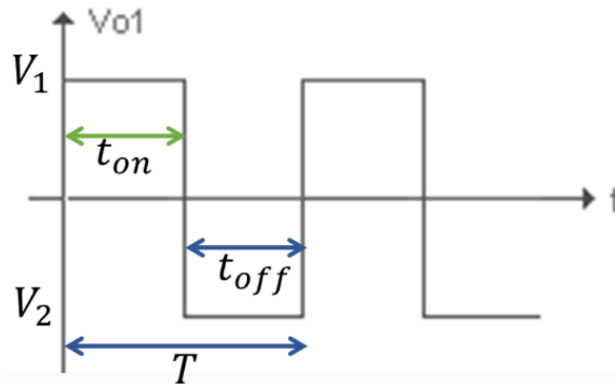
$$V_p = \frac{V_{max} - V_{min}}{2} = V_{max} - V_{DC}$$

$$V_{pp} = 2V_p = V_{max} - V_{min}$$

$$V_{DC} = \frac{V_{max} + V_{min}}{2}$$

$$V_{RMS} = \sqrt{\frac{V_{max}^2 + V_{min}^2}{2}} = \sqrt{V_p^2 + V_{DC}^2}$$

Señal PWM (Pulse-Width Modulation)



$t_{on} \rightarrow$ Tiempo encendido

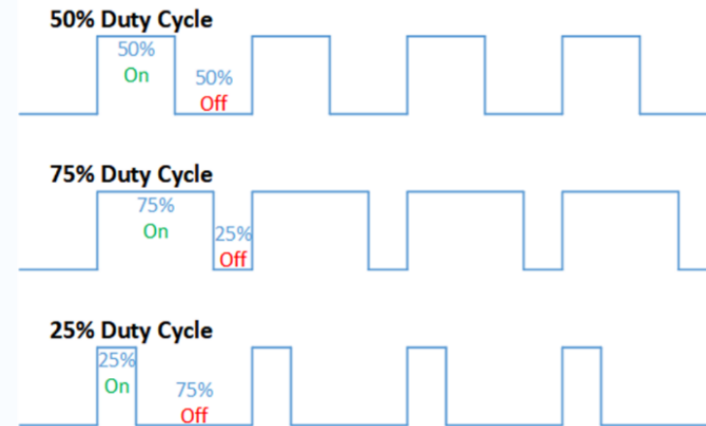
$t_{off} \rightarrow$ Tiempo apagado

$T \rightarrow$ Periodo de la señal

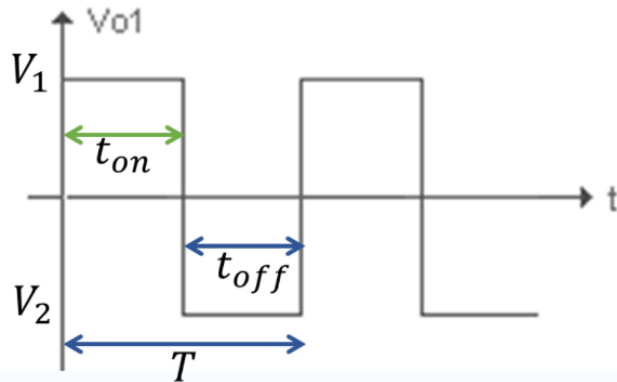
$V_1 \rightarrow$ Nivel alto

$V_2 \rightarrow$ Nivel bajo

$$DutyCycle = \left(\frac{t_{on}}{T} \right) 100$$



Señal PWM (Pulse-Width Modulation)



$V_1 \rightarrow$ Nivel alto

$V_2 \rightarrow$ Nivel bajo

$$DutyCycle = \left(\frac{t_{on}}{T} \right) 100$$

$t_{on} \rightarrow$ Tiempo encendido

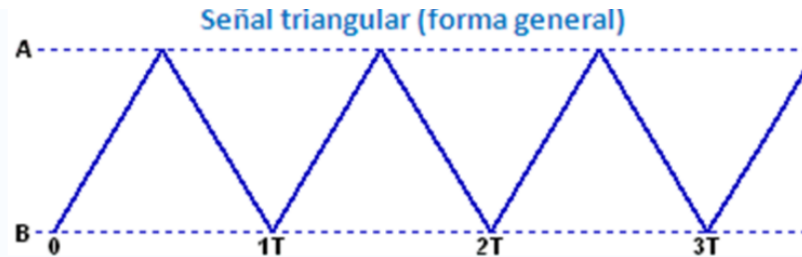
$t_{off} \rightarrow$ Tiempo apagado

$T \rightarrow$ Periodo de la señal

$$V_{DC} = V_1 \left(\frac{t_{on}}{T} \right) + V_2 \left(1 - \frac{t_{on}}{T} \right)$$

$$V_{RMS} = \sqrt{V_1^2 \left(\frac{t_{on}}{T} \right) + V_2^2 \left(1 - \frac{t_{on}}{T} \right)} = \sqrt{V_p^2 + V_{DC}^2}$$

Señal triangular



$$V_{max} = A$$

$$V_{min} = B$$

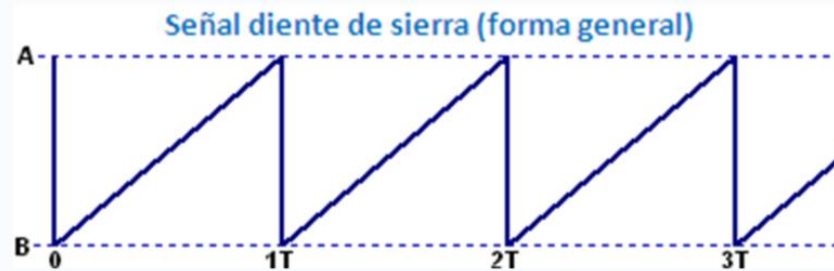
$$V_p = \frac{V_{max} - V_{min}}{2} = V_{max} - V_{DC}$$

$$V_{pp} = 2V_p = V_{max} - V_{min}$$

$$V_{DC} = \frac{V_{max} + V_{min}}{2}$$

$$V_{RMS} = \sqrt{\frac{V_{max}^2 + V_{max}V_{min} + V_{min}^2}{3}} = \sqrt{\frac{V_p^2}{3} + V_{DC}^2}$$

Señal diente de sierra



$$V_{max} = A$$

$$V_{min} = B$$

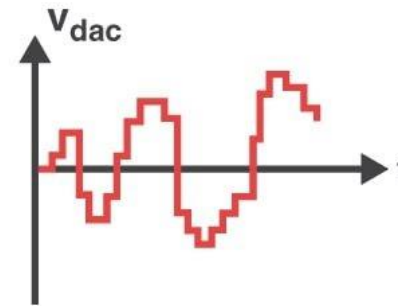
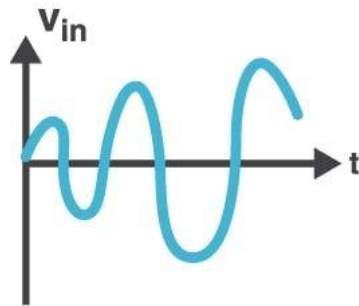
$$V_p = \frac{V_{max} - V_{min}}{2} = V_{max} - V_{DC}$$

$$V_{pp} = 2V_p = V_{max} - V_{min}$$

$$V_{DC} = \frac{V_{max} + V_{min}}{2}$$

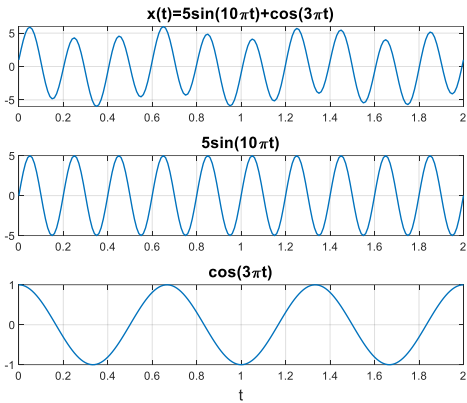
$$V_{RMS} = \sqrt{\frac{V_{max}^2 + V_{max}V_{min} + V_{min}^2}{3}} = \sqrt{\frac{V_p^2}{3} + V_{DC}^2}$$

Conversores análogo-digital y digital-análogo



Dominio de la frecuencia

Señales en el dominio temporal



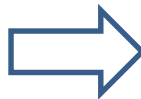
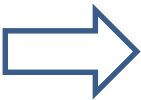
$$y(t) = A\sin(\omega_0 t)$$

$$\omega = 2\pi f$$

Dominio del tiempo

-->

Dominio de la frecuencia



Dominio de la frecuencia

- Análisis de funciones o señales matemáticas con respecto a la frecuencia, en lugar del tiempo.
- Un gráfico en el **dominio del tiempo** muestra cómo cambia una señal con el tiempo.
- Un gráfico en el **dominio de la frecuencia** muestra qué parte de la señal se encuentra dentro de cada banda de frecuencia dada en un rango de frecuencias.

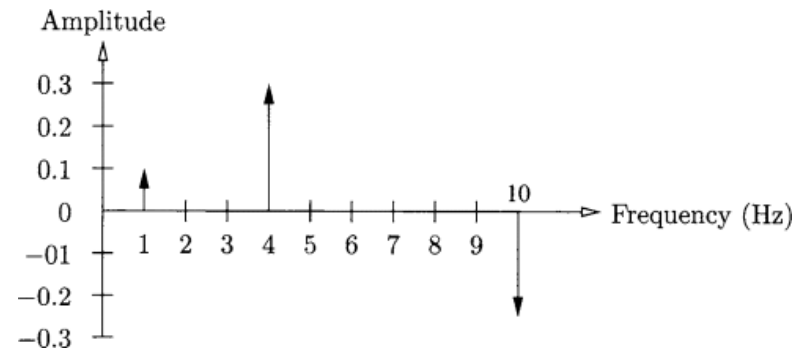


f



$$a_n \cos(nx) + b_n \sin(nx)$$

El **espectro de frecuencia** de una señal eléctrica **es la distribución de las amplitudes de cada componente frecuencial**.

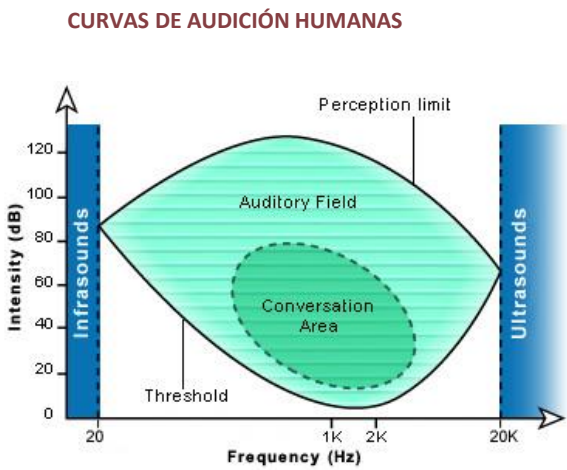


Decibelios y su relación con el V_{RMS}

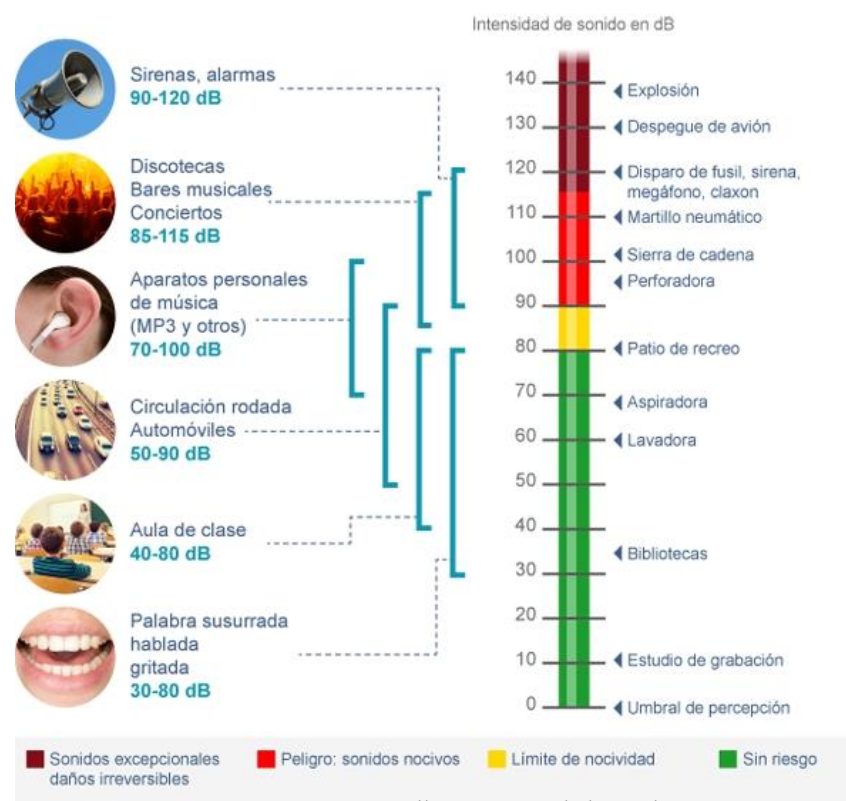
Unidad que se utiliza para expresar **la relación** entre dos valores de presión sonora, o tensión o potencia eléctrica (no es una unidad de medida).

Es una expresión que no es lineal, **es logarítmica**, y matemáticamente escalar.

Es la unidad con la que se suele medir la intensidad sonora, donde el nivel de referencia **0 dB** corresponde al mínimo nivel de sonido que puede detectar un ser humano, y **120 dB** el máximo (nocivo).



INTENSIDAD DEL SONIDO PERCIBIDA POR EL OÍDO HUMANO



Fuente: <https://www.cochlea.org/es/sonidos/campo-auditivo-humano>

- El valor en dB se puede relacionar con el valor RMS de voltaje mediante:

$$Valor \ (dB) = 20 \cdot \log \left(\frac{V_{RMS} \text{ de la componente}}{1 \ V_{RMS}} \right)$$

Transformada de Fourier

Fourier y la suma de señales senoidales

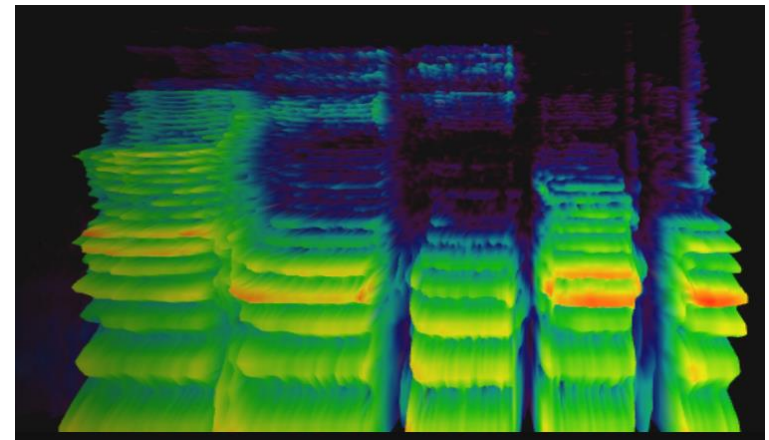
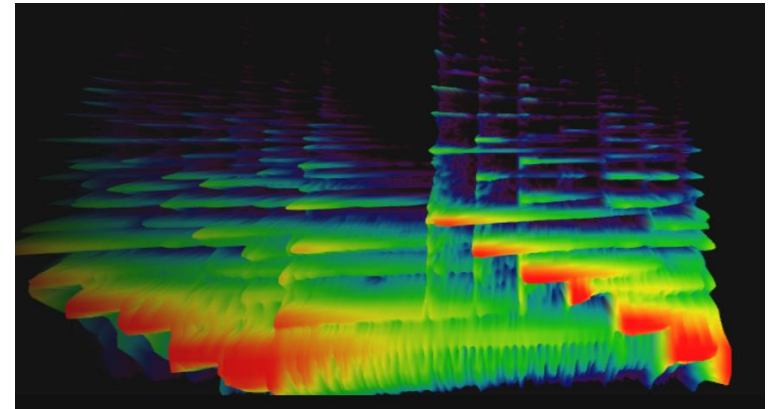
El científico y matemático francés Jean Baptiste Fourier (1768-1830) demostró el hecho matemático de que cualquier forma de onda **periódica** puede expresarse como la suma de un conjunto infinito de ondas sinusoidales.

Las frecuencias de estas ondas sinusoidales deben ser múltiplos enteros de alguna frecuencia fundamental



Armónicos

Nº de Armónico	Frecuencia
1º armónico	66 Hz
2º armónico	132 Hz
3º armónico	198 Hz
4º armónico	264Hz
5º armónico	330 Hz



Fuente: <https://musiclab.chromeexperiments.com/spectrogram/>

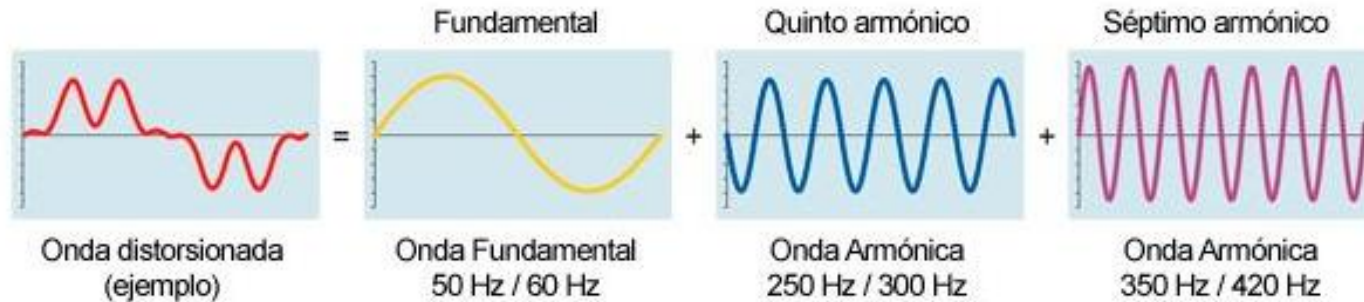
Transformada de Fourier

Fourier y la suma de señales senoidales



$$y(t) = \sum A_n \sin(n\omega_0 t)$$

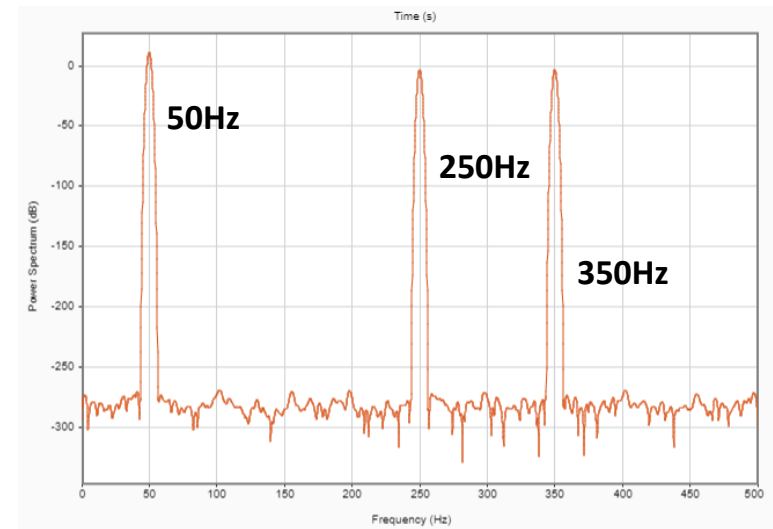
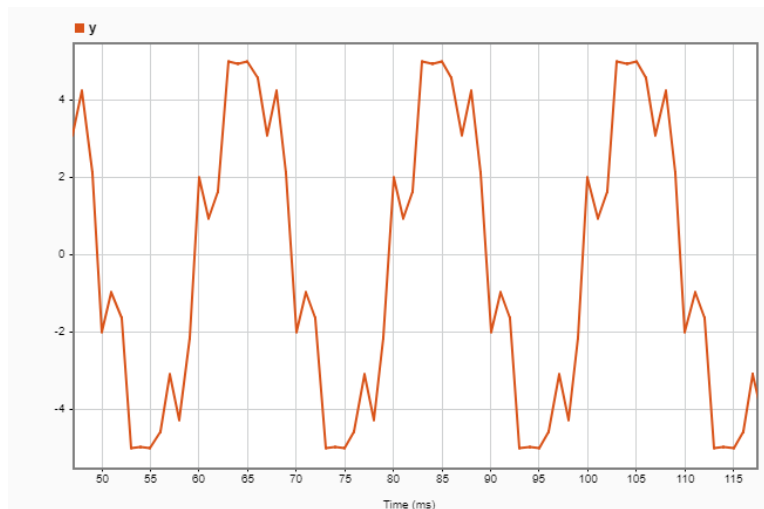
$$V_n(t) = V_{n \text{ pico}} \cdot \text{seno}(2\pi \cdot n \cdot f_{\text{fundamental}} \cdot t)$$



Transformada de Fourier

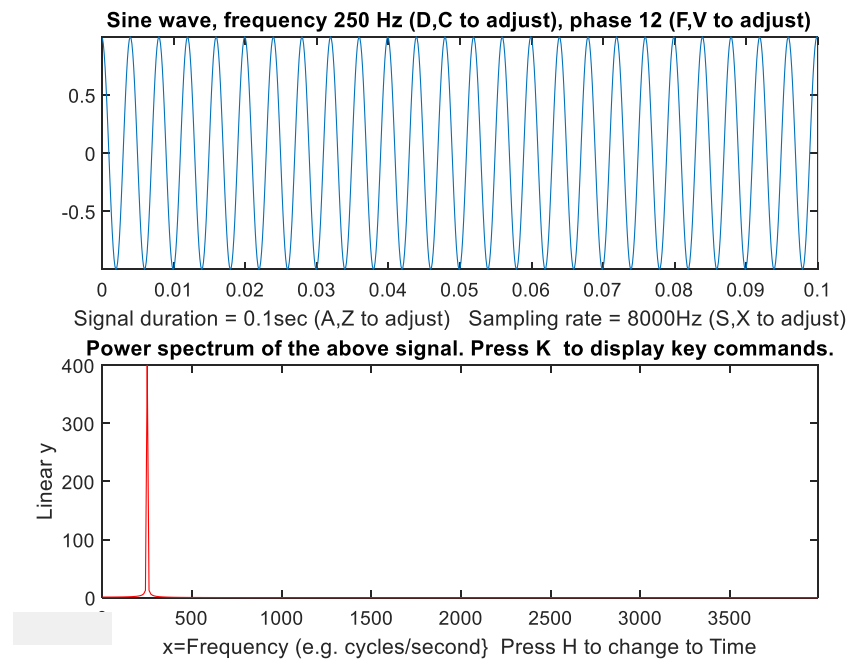


Fourier y la suma de señales senoidales



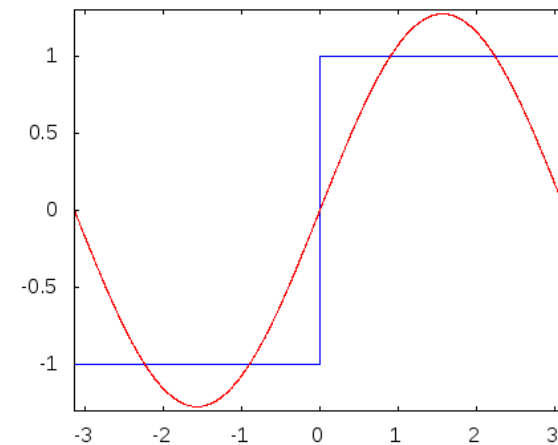
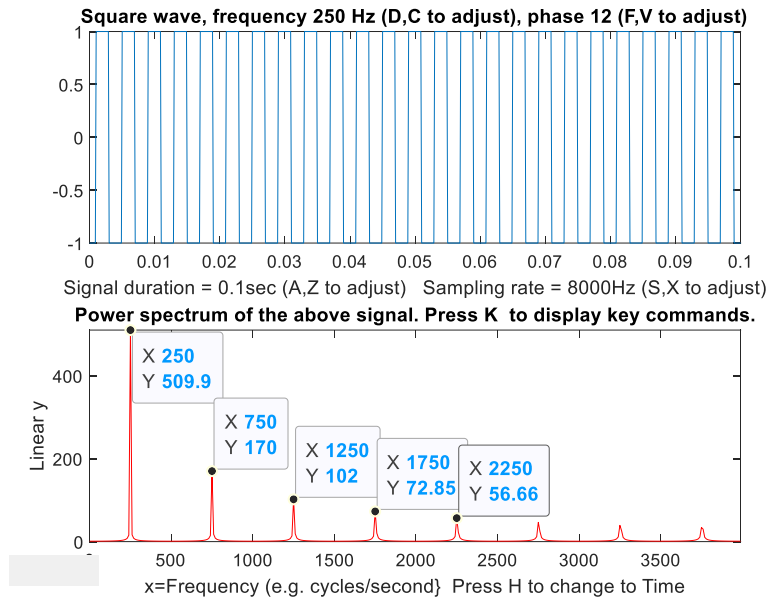
Espectro de señales conocidas - sinusoidal

Una onda senoidal con una frecuencia única tiene su espectro es un punto único.

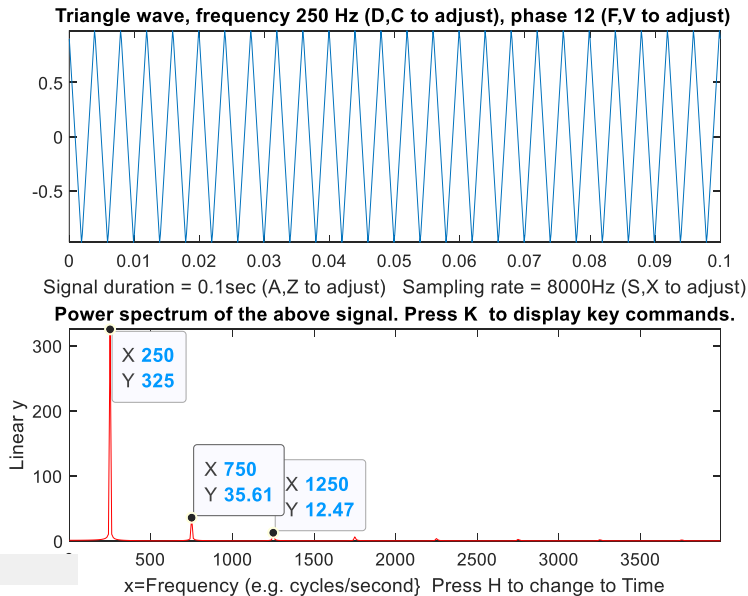


Espectro de señales conocidas - cuadrada

- Una onda cuadrada ideal con una amplitud de 1 se puede representar como una suma infinita de ondas sinusoidales.
- La onda cuadrada ideal contiene solo componentes de frecuencias armónicas enteras impares.



Espectro de señales conocidas - triangular



- Es posible aproximar la señal onda triangular con síntesis aditiva sumando los armónicos impares de la fundamental mientras se multiplican cada otros armónicos singulares por -1.

$$y(t) = \sum_{i=0}^N (-1)^i A_n \sin(n\omega_0 t)$$
$$n = 2i + 1$$

Espectro de señales conocidas – diente de sierra

Su espectro contiene armónicos pares e impares de la frecuencia fundamental .

