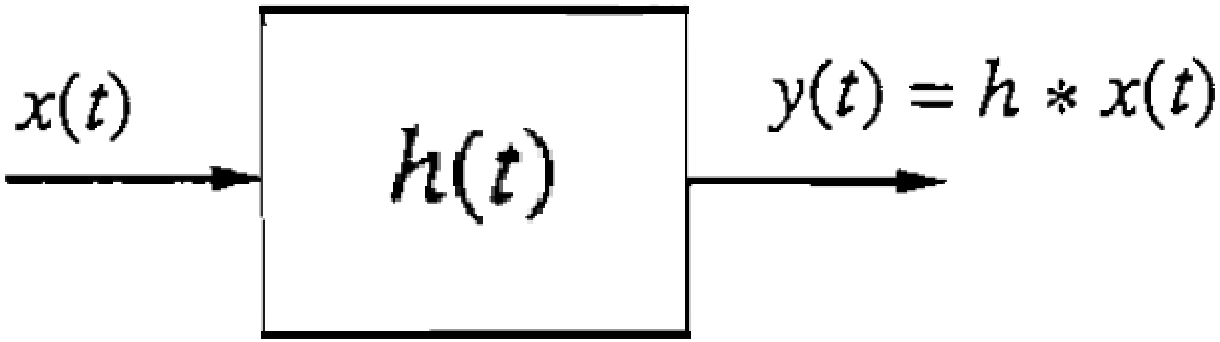
Unidad 3
Transmisión de señales a través de cuadripolos lineales invariantes en el tiempo. Análisis en dominio de tiempo. Convolución. Convolución discreta. Análisis en frecuencia. Función de transferencia, amplitud y fase. Ancho de banda equivalente. Distorsión de amplitud y fase. Condiciones necesarias para transmisión sin distorsión. Retardos de fase y grupo. Efecto de alinealidades leves. Modelado de la distorsión no lineal. Análisis en tiempo y frecuencia. Punto de intercepción de segundo y tercer orden. Ruido térmico. Modelo de resistencia ruidosa. Caracterización del ruido térmico en sistemas lineales. Número de ruido y Temperatura equivalente de ruido. Cascada de cuadripolos. Relación señal/ruido. Rango dinámico.

*Carlson-Crilly-Rutledge: cap. 3.1-3.4
* Lathi: cap. 2

Función de transferencia



$$H(f) \triangleq \mathcal{F}[h(t)] = \int_{-\infty}^{\infty} h(t) e^{-j2\pi f t}\, dt$$

$$x(t) = A_x e^{j\phi_x} e^{j2\pi f_0 t}$$

(Fasor. Su TdF es una delta de Dirac en f_0)

$$y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(\lambda) A_x e^{j\phi_x} e^{j2\pi f_0 (t-\lambda)}\, d\lambda$$

(Convolución)

$$= \left[\int_{-\infty}^{\infty} h(\lambda) e^{-j2\pi f_0 \lambda} d\lambda\right] A_x e^{j\phi_x} e^{j2\pi f_0 t} = H(f_0) A_x e^{j\phi_x} e^{j2\pi f_0 t}$$

$$y(t) = H(f_0) A_x e^{j\phi_x} e^{j2\pi f_0 t}$$

$$A_y = |H(f_0)| A_x \qquad \phi_y = \arg H(f_0) + \phi_x$$

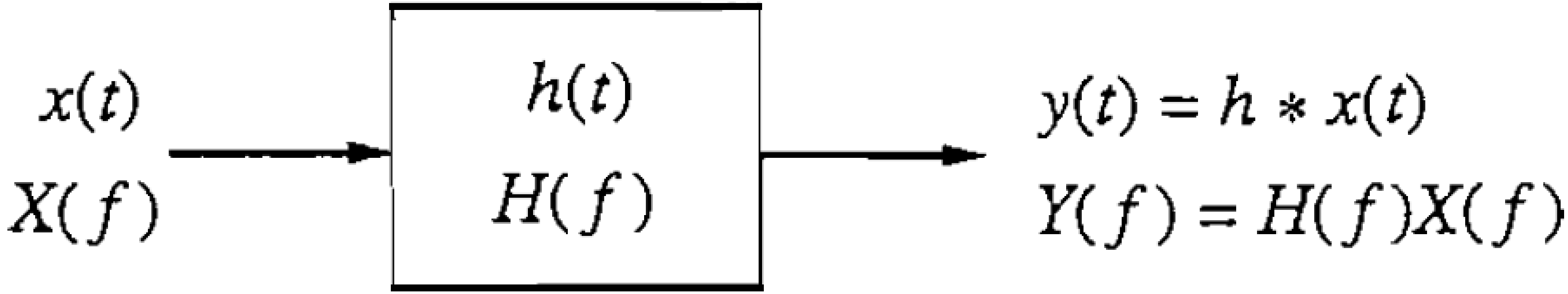
$$y(t) = A_y e^{j\phi_y} e^{j2\pi f_0 t}$$

(Y(t)También es un fasor, con frecuencia f_0)

$$x(t) = A_x . \cos\left(2\pi f_0 t + \phi_x\right)$$

$$y(t) = A_y . \cos\left(2\pi f_0 t + \phi_y\right)$$

$$A_y / A_x = |H(f_0)|$$



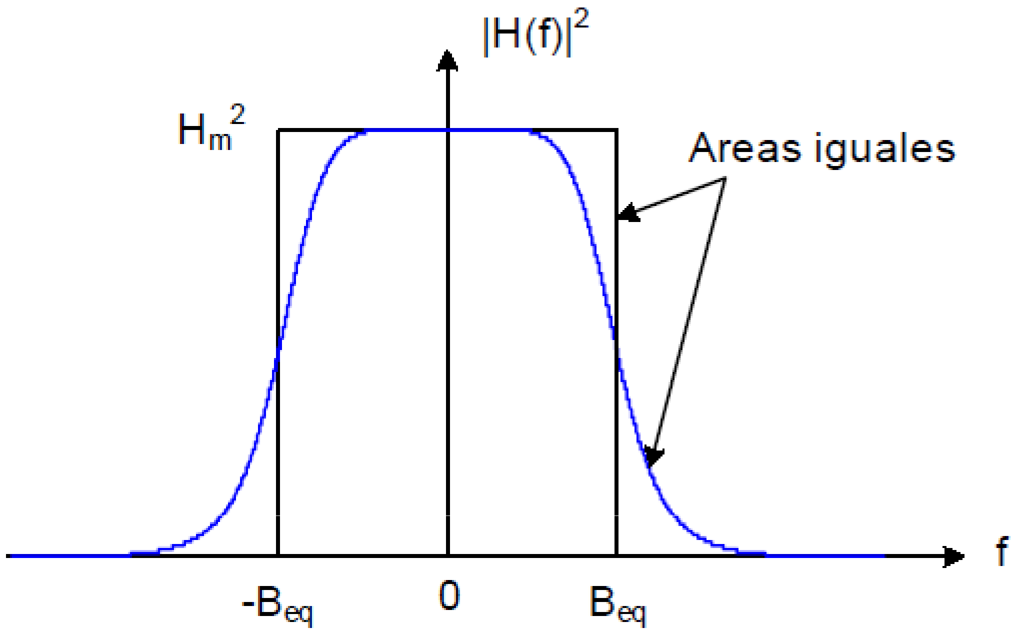
$$|Y(f)| = |H(f)||X(f)|$$
$$\arg Y(f) = \arg H(f) + \arg X(f)$$

$$|Y(f)|^2 = |H(f)|^2|X(f)|^2$$
$$E_y = \int_{-\infty}^{\infty} |H(f)|^2|X(f)|^2\, df$$

(Energía de la señal de salida)

Ancho de banda equivalente

(Tbn. Ancho de banda de ruido, equivalente).

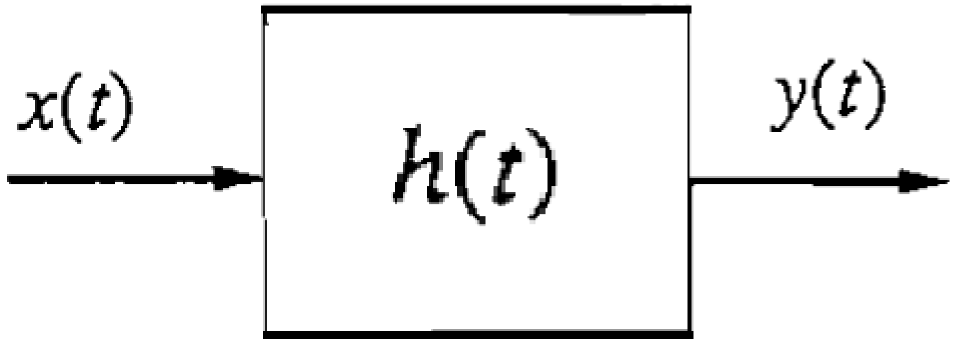


$$H_m^2 . 2 . B_{eq} = \int_{-\infty}^{\infty} |H(f)|^2 . df \longrightarrow B_{eq} = \frac{1}{2 . H_m^2} . \int_{-\infty}^{\infty} |H(f)|^2 . df$$

$$H_m^2 . B_{eq} = \int_{0}^{\infty} |H(f)|^2 . df \qquad \therefore \qquad \boxed{B_{eq} = \frac{1}{H_m^2} . \int_{0}^{\infty} |H(f)|^2 . df}$$

Distorsión (lineal) de amplitud y fase

¿Qué es?



Condiciones necesarias para transmisión sin distorsión

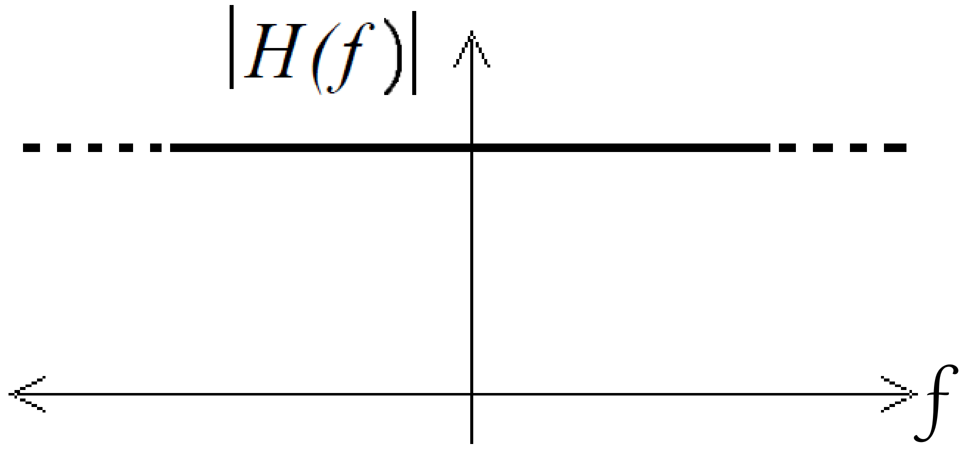
$$y(t) = Kx(t - t_d)$$

$$Y(f) = H(f)X(f)$$

$$Y(f) = \mathcal{F}[y(t)] = Ke^{-j\omega t_d}X(f)$$

$$\boxed{H(f) = Ke^{-j\omega t_d}}$$

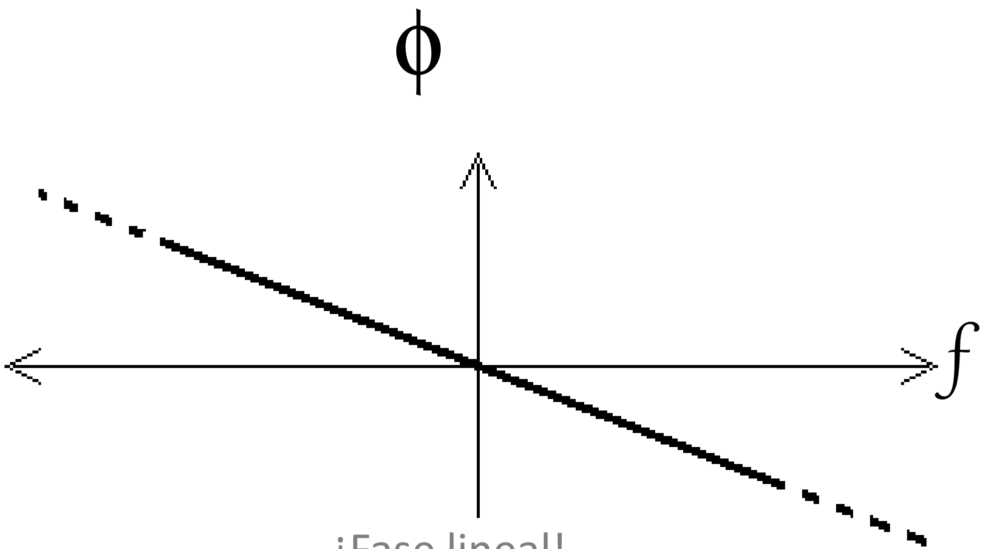
$$|H(f)| = |K| \qquad \arg H(f) = -2\pi t_d f \pm m180°$$



$$\left|H(f)\right| \neq \left|K\right|$$

(Módulo NO constante)

Distorsión de amplitud



¡Fase lineal!

$$\arg H(f) \neq -2\pi t_d f \pm m180^\circ$$

Distorsión de retardo