

## 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.

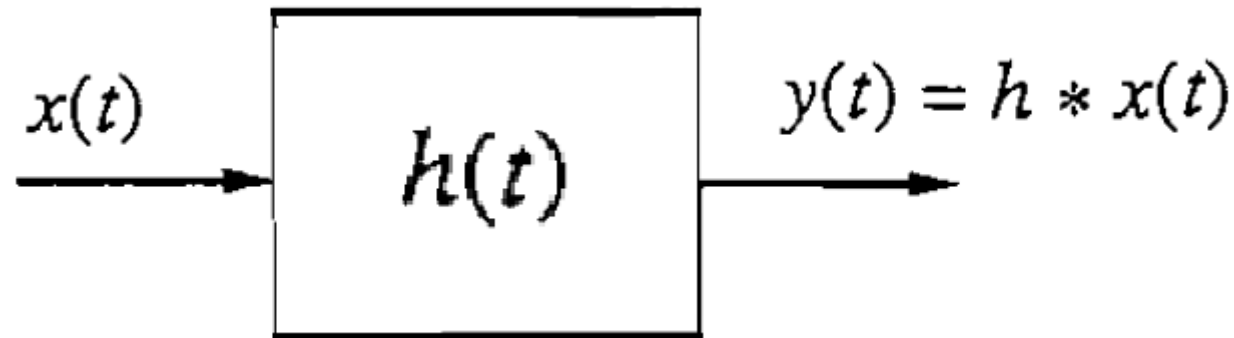
Número de ruido y Temperatura equivalente de ruido.

Cascada de cuadripolos. Relación señal/ruido. Rango dinámico.

\*Carlson-Crilly-Rutledge: cap. 3.1-3.4

\* Lathi-Ding: cap. 3.4

## Función de transferencia



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

$$x(t) = A_x e^{j\phi_x} e^{j2\pi f_0 t} \quad (\text{Fasor. Su TdF es una delta de Dirac en } f_0)$$

$$\begin{aligned} y(t) &= \int_{-\infty}^{\infty} h(\lambda) A_x e^{j\phi_x} e^{j2\pi f_0 (t-\lambda)} d\lambda && (\text{Convolución}) \\ &= \left[ \int_{-\infty}^{\infty} h(\lambda) e^{-j2\pi f_0 \lambda} d\lambda \right] A_x e^{j\phi_x} e^{j2\pi f_0 t} = H(f_0) A_x e^{j\phi_x} e^{j2\pi f_0 t} \end{aligned}$$

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

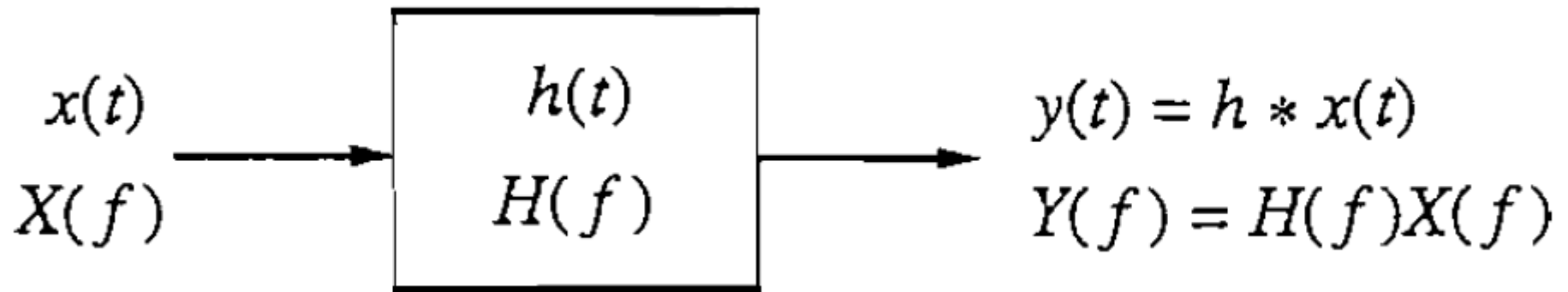
$$A_y = |H(f_0)|A_x \quad \phi_y = \arg H(f_0) + \phi_x$$

$$y(t) = A_y e^{j\phi_y} e^{j2\pi f_0 t} \quad (\text{Y(t) También es un fasor, con frecuencia } f_0)$$

$$x(t) = A_x \cdot \cos(2\pi f_0 t + \phi_x)$$

$$y(t) = A_y \cdot \cos(2\pi f_0 t + \phi_y)$$

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



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

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

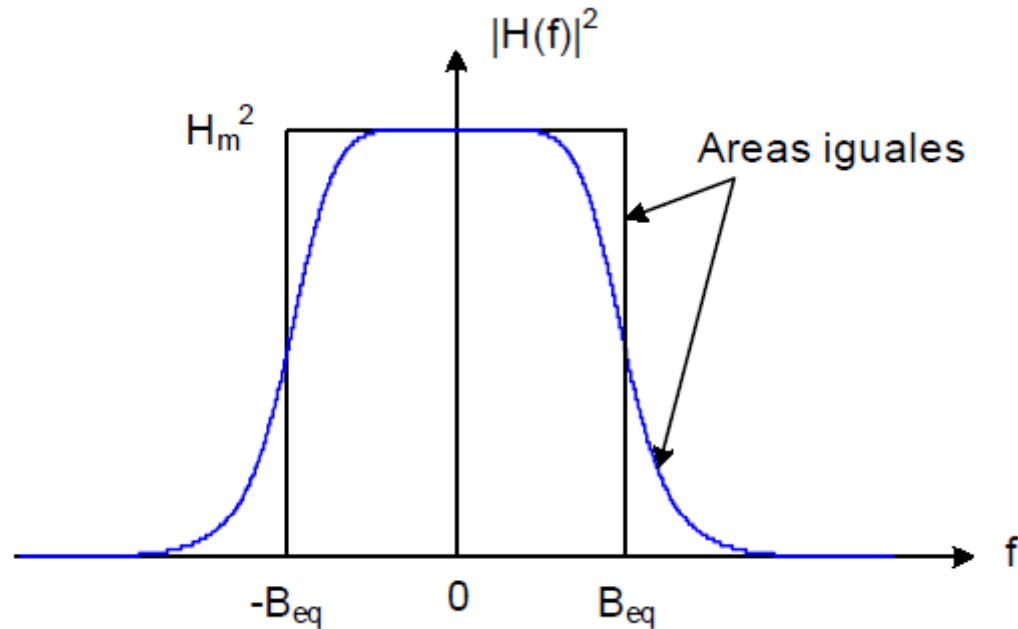
$$|Y(f)|^2 = |H(f)|^2 |X(f)|^2$$

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

(Energía de la señal de salida)

# Ancho de banda equivalente

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

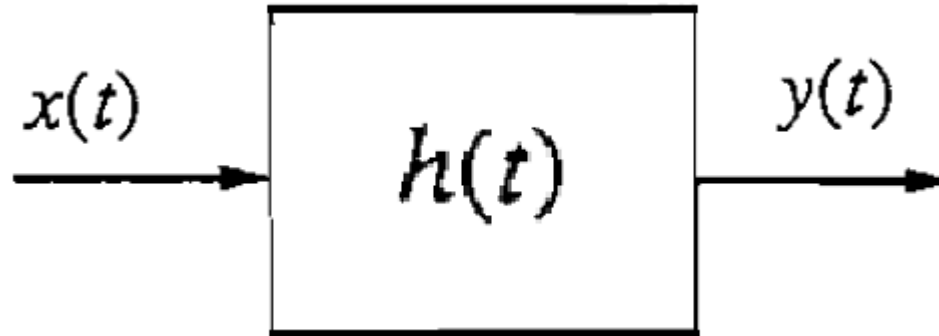


$$H_m^2 \cdot 2 \cdot B_{eq} = \int_{-\infty}^{\infty} |H(f)|^2 \cdot df \longrightarrow B_{eq} = \frac{1}{2 \cdot H_m^2} \cdot \int_{-\infty}^{\infty} |H(f)|^2 \cdot df$$

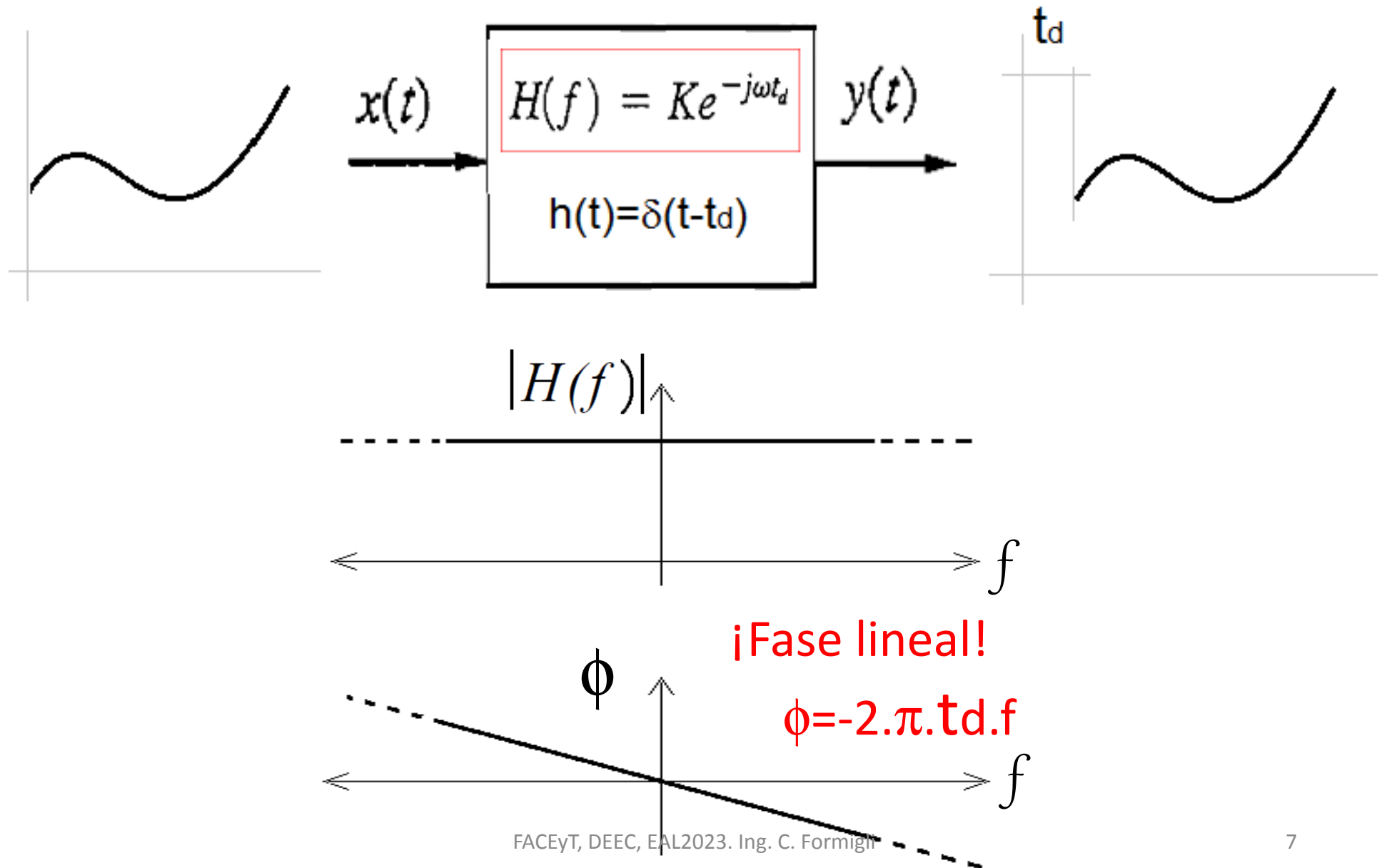
$$H_m^2 \cdot B_{eq} = \int_0^{\infty} |H(f)|^2 \cdot df \quad \therefore \quad B_{eq} = \frac{1}{H_m^2} \cdot \int_0^{\infty} |H(f)|^2 \cdot df$$

## Distorsión (lineal) de amplitud y fase

¿Qué es?



# Condiciones necesarias para transmisión sin distorsión



## Condiciones necesarias para transmisión sin distorsión

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

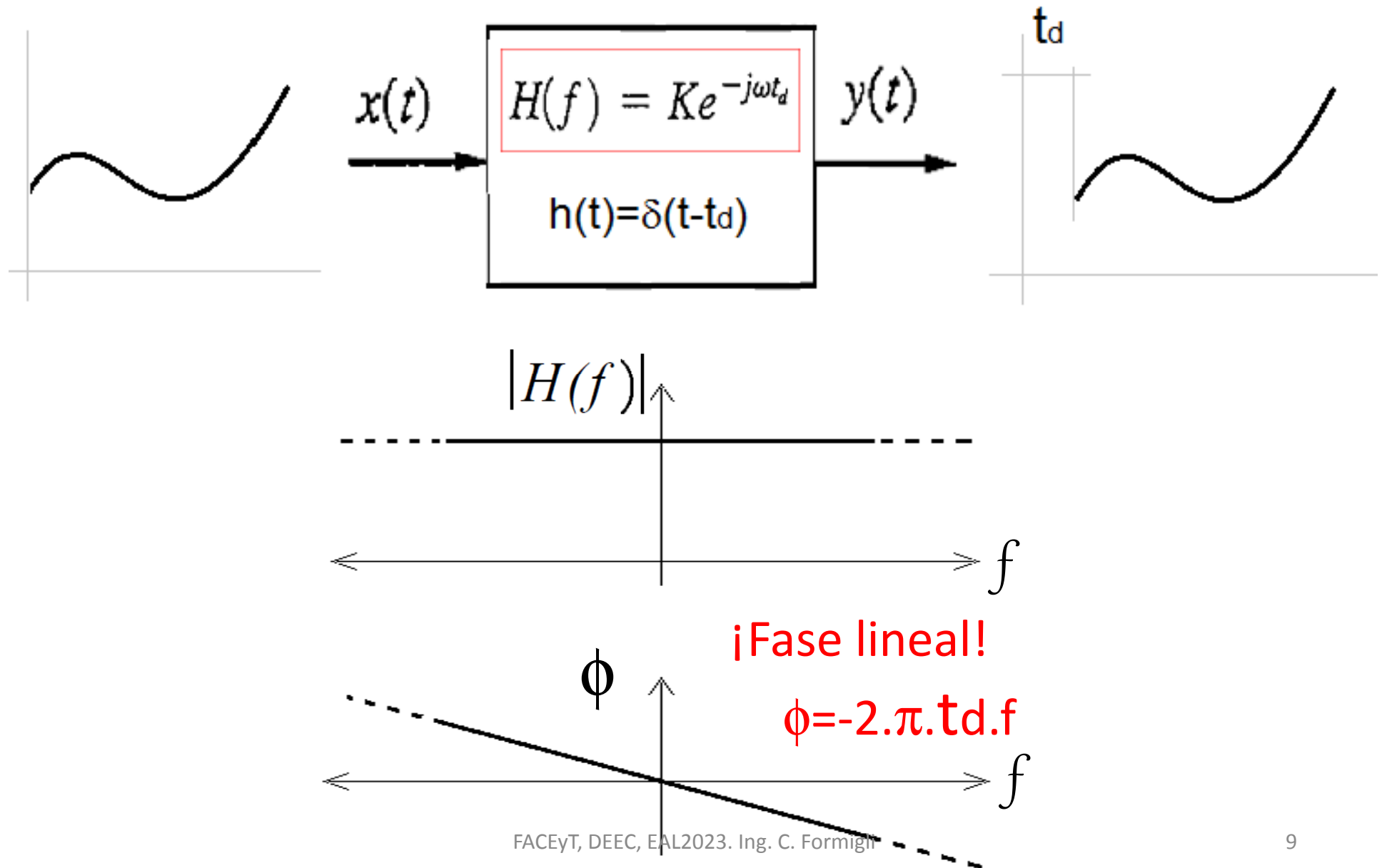
$$Y(f) = H(f)X(f)$$

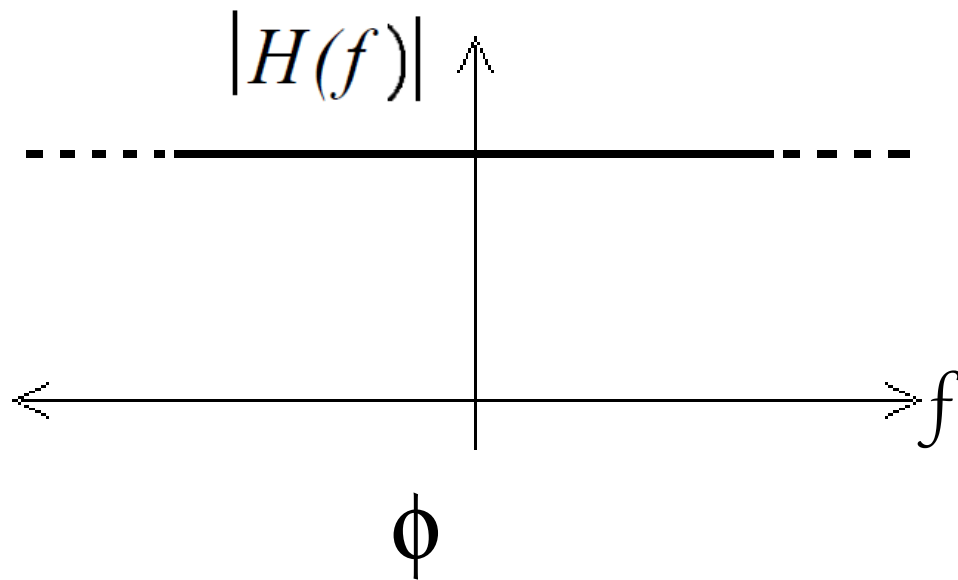
$$Y(f) = \mathcal{F}[y(t)] = Ke^{-j\omega t_d}X(f)$$

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

$$|H(f)| = |K| \quad \arg H(f) = -2\pi t_d f \pm m180^\circ$$

# Condiciones necesarias para transmisión sin distorsión

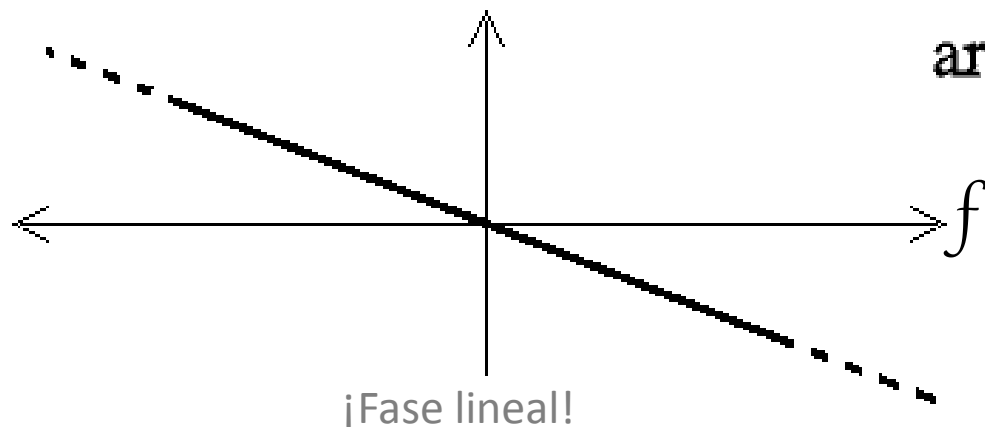




$$|H(f)| \neq |K|$$

(Módulo NO constante)

**Distorsión de amplitud**



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

**Distorsión de retardo**