

Teoría de la Comunicación

Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones
Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación
Grado en Ingeniería de Sonido e Imagen
Grado en Ingeniería Telemática

Tema 4

Distorsión

Tipos de distorsión

Lineal (de amplitud)

Elementos lineales

- Filtros, líneas de transmisión, atenuadores

Independiente de la amplitud de la señal de entrada



Distorsión lineal de **amplitud**

- **Ganancia** varía con frecuencia

Distorsión lineal de **fase**

- **Retardo de grupo** no constante

No lineal (de frecuencia)

Elementos activos

- Amplificadores trabajando en zona no lineal

Depende del nivel de entrada



Aparición de nuevas componentes espectrales:

- **Armónicos**
- **Productos de intermodulación**

Tema 4. Distorsión lineal y no lineal

DISTORSIÓN LINEAL

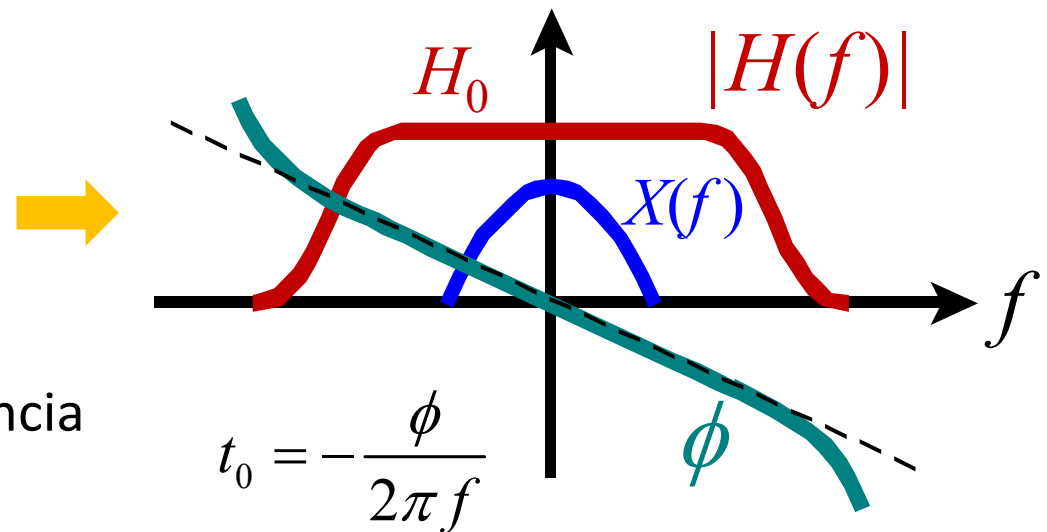
Canal paso bajo

Para que no exista distorsión lineal:

$$h(t) = H_0 \delta(t - t_0)$$

$$H(f) = H_0 e^{-j2\pi f t_0}$$

siendo H_0 y t_0 constantes con frecuencia



Respuesta a $x(t)$:

$$y(t) = \underbrace{H_0}_{\text{Ganancia}} \cdot \underbrace{x(t - t_0)}_{\text{Retardo del canal}}$$

$$Y(f) = H_0 \cdot X(f) \cdot e^{-j2\pi f t_0}$$

Distorsión lineal de amplitud

Cuando H_0 no es constante con la frecuencia

Distorsión lineal de fase

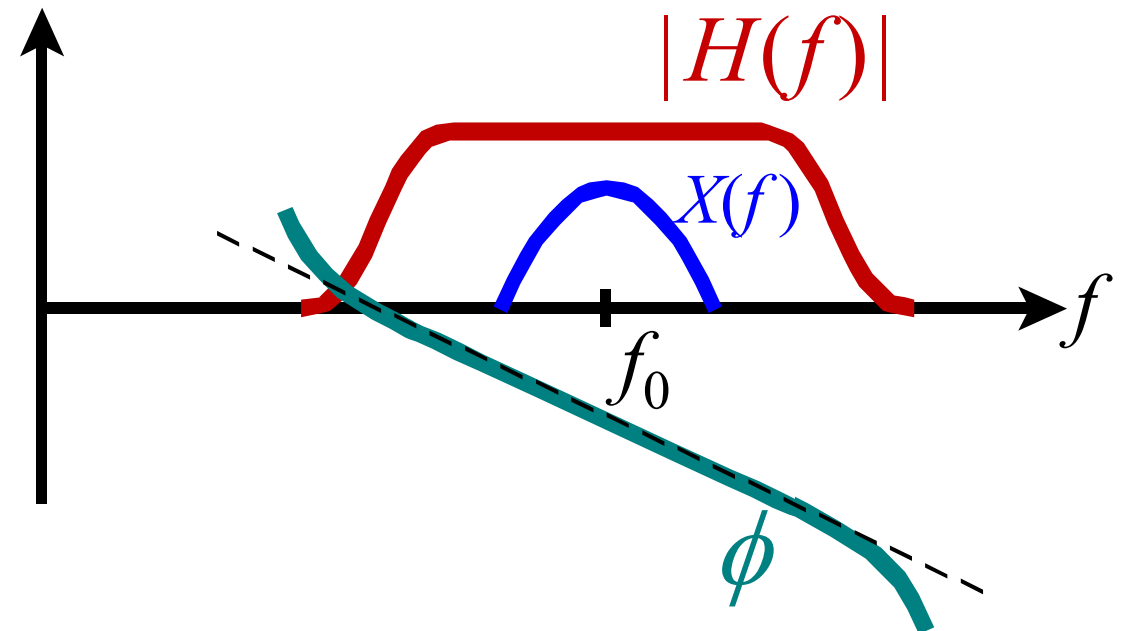
Cuando t_0 no es constante con la frecuencia, o equivalentemente cuando ϕ no es lineal

Canal paso banda

- Entrada: $x(t) = A(t) \cos[\omega_0 t + \varphi(t)]$
- Salida: $y(t) = \underbrace{H_0}_{\text{Ganancia del canal}} \underbrace{A(t - t_g)}_{\text{Retardo de grupo}} \cos\left[\underbrace{\omega_0(t - t_p)}_{\text{Retardo de portadora}} + \underbrace{\varphi(t - t_g)}_{\text{Retardo de grupo}}\right]$

$$t_p = -\frac{\phi(f_0)}{2\pi f_0}$$

$$t_g = \frac{-1}{2\pi} \frac{d\phi(f)}{df}$$

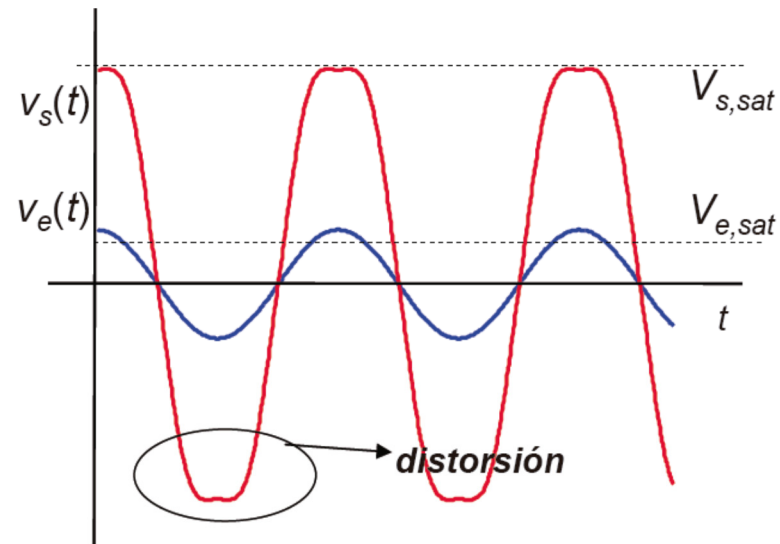
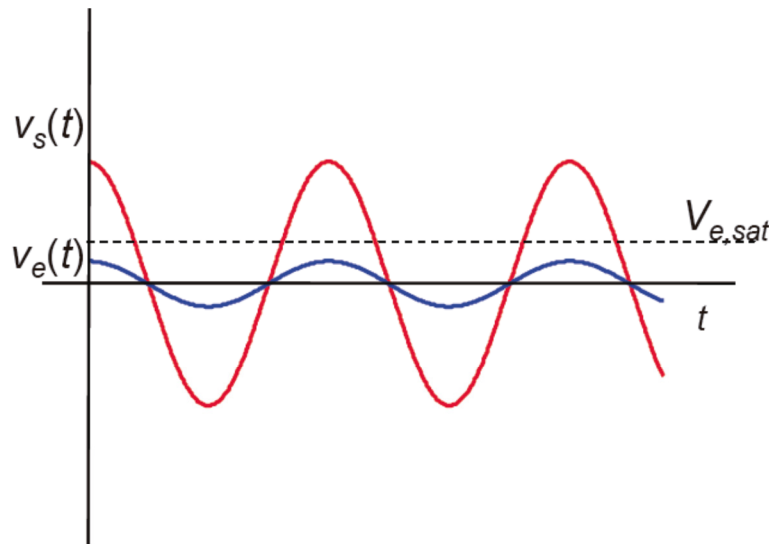
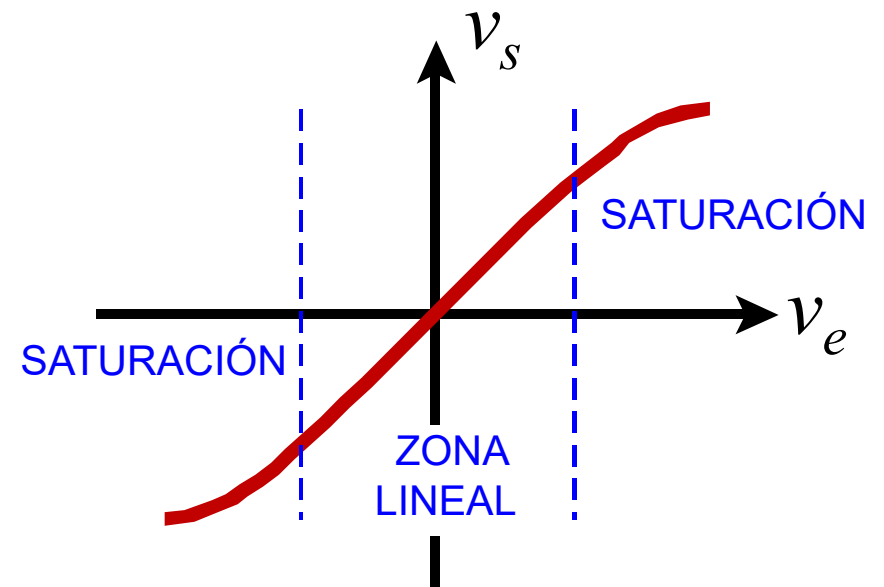


Tema 4. Distorsión lineal y no lineal

DISTORSIÓN NO LINEAL

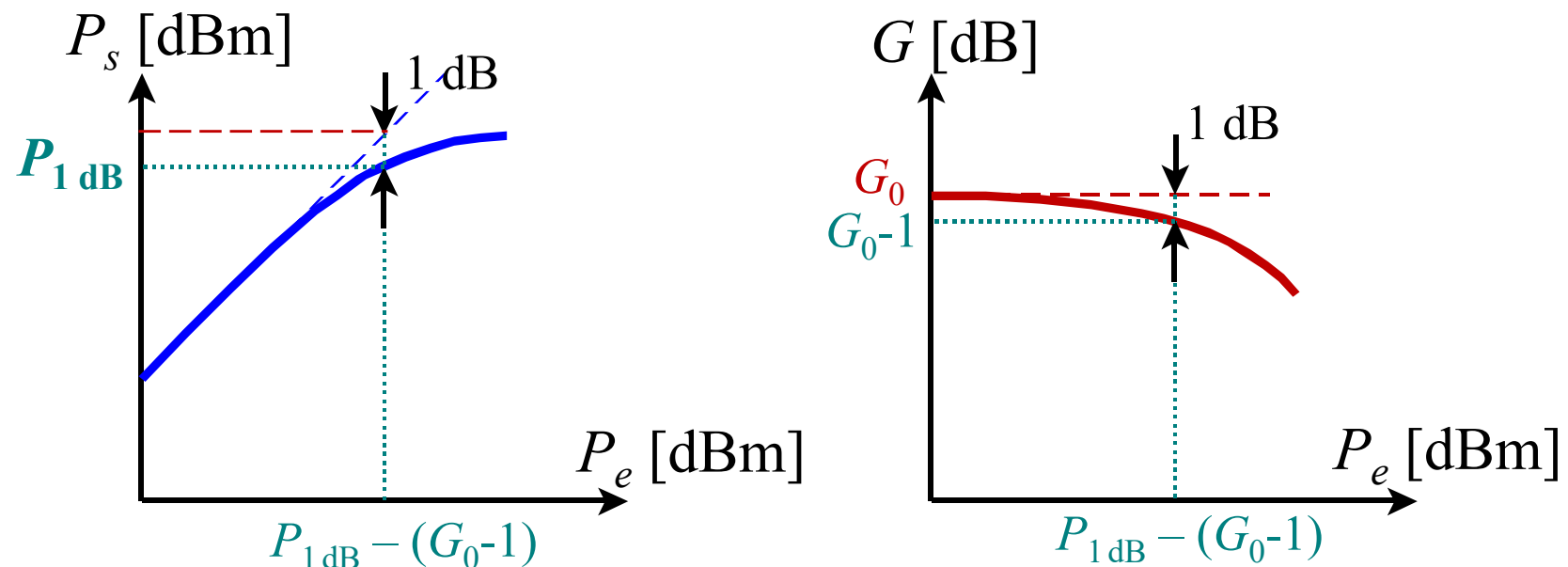
Curva de transferencia

La **curva de transferencia** de algunos dispositivos de comunicaciones sólo se puede considerar lineal en un determinado margen de funcionamiento. Fuera de ese margen, el dispositivo trabaja en régimen **no lineal**. Se produce **distorsión** para tensiones elevadas y se generan **armónicos** y **productos de intermodulación**.



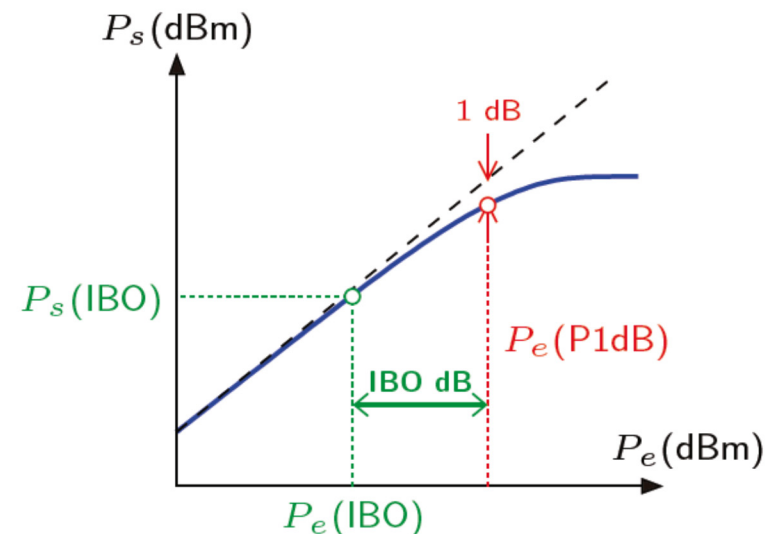
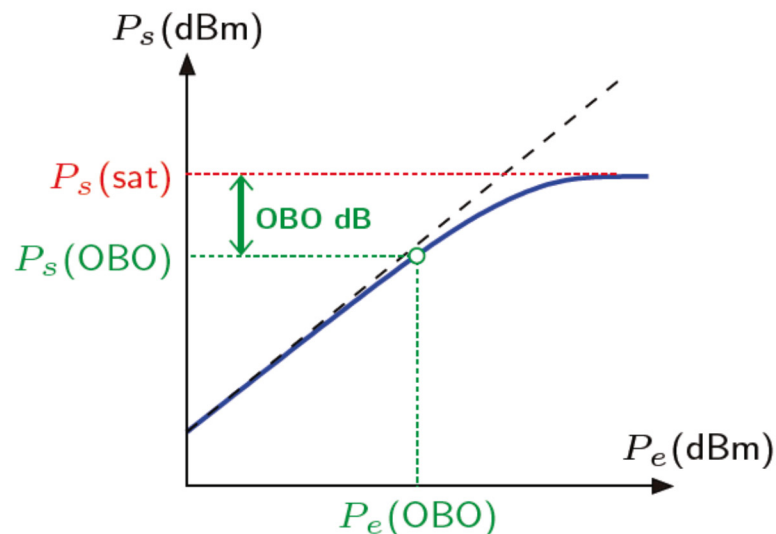
Punto de compresión a 1 dB (P_{1dB})

- Punto de trabajo en el que la **ganancia ha disminuido 1 dB respecto a la ganancia ideal** (o ganancia de pequeña señal, G_0)
 - ✓ Un amplificador trabajando en el punto de compresión a 1 dB tiene una ganancia $G = G_0 - 1$ dB
 - ✓ Se expresa numéricamente como valor de potencia a la salida
 - ✓ Es el límite típico para trabajar sin distorsión
 - ✓ Para medirlo, se inyecta un tono, cuya potencia se va incrementando



Punto de saturación. Back-off

- Saturación: punto en el que el amplificador proporciona la máxima potencia de salida
- Para definir el **punto de trabajo** de un amplificador (normalmente en zona lineal) se emplea el *back-off* (BO). Se define como:
 - ✓ Reducción de la potencia de salida: OBO (*output back-off* o simplemente *back-off*). Es la definición más habitual
 - ✓ Reducción de la potencia de entrada: IBO (*input back-off*)
- También se puede hablar de BO respecto al P_{1dB}



Punto de intermodulación de 3^{er} orden (IP3)

- Se mide inyectando 2 tonos a la entrada
- Definición: **punto de intersección entre las rectas de:**
 - ✓ Potencia de salida ideal de cualquier fundamental
 - ✓ Potencia de salida de cualquier batido de orden 3
- Normalmente el IP3 se indica como el valor a la salida correspondiente a ese punto (en la gráfica $P_s IP3$)

