De la atenuación a la interferencia entre símbolos ISI

Modelos de señal

$$r(t)=Cs(t)+n(t)$$

$$r(t)=C(t) * s(t)+n(t)$$

Intuición



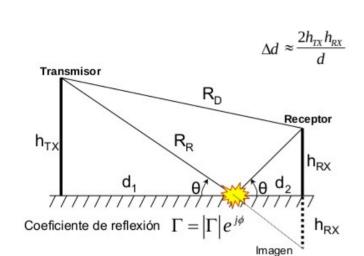


Índice:

- 1. Modelo de 2 rayos
- 2. Consecuencias: diagrama de ojos.
- 3. Fibras ópticas
 - Dispersión
 - Causas
 - Efectos en transmisión

Interferencia entre símbolos

ISI: modelos de rayos



- □Reflexión en Tierra: Modelo de 2-Rayos
 - Campo recibido: contribución del rayo directo (R_D) y del reflejado (R_R)

$$E_{RX} = E_{FS} + E_{REFLEJADO} = E_{FS} \left(1 + \Gamma e^{-j\frac{2\pi}{\lambda}\Delta d} \right) \left\lceil \frac{V}{m} \right\rceil$$
 Desfase proporcional a la diferencia de caminos

Perspectiva de fasores:

$$r(t) = x(t) + b x(t - \tau) \qquad \text{si } x(t) = e^{j2\pi f_c t}$$

$$r(t) = e^{j2\pi f_c t} + b e^{j2\pi f_c(t-\tau)} = e^{j2\pi f_c t} (1 + b e^{-j2\pi f_c \tau}) = x(t)H(f)$$

Perspectiva de señal:

$$r(t)=x(t)+bx(t-\tau)=x(t)+bx(t)*\delta(t-\tau)=x(t)*[\delta(t)+b\delta(t-\tau)]$$

Calculando la transformada de Fourier:

$$R(f) = X(f)(1+be^{(-j2\pi f\tau)}) = X(f)H(f)$$
 ¡Módulo y fase!

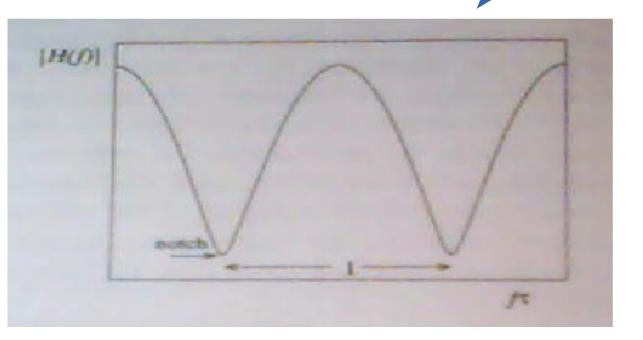
Modelo de 2 rayos: consecuencias del módulo

$$H(f) = 1 + b e^{-j2\pi f\tau}$$

$$|H(f)| = \sqrt{(1+b\cos 2\pi f\tau)^2 + b^2\sin^2 2\pi f\tau}$$

= $\sqrt{1+b^2 + 2b\cos 2\pi f\tau}$

Véase la simulación!

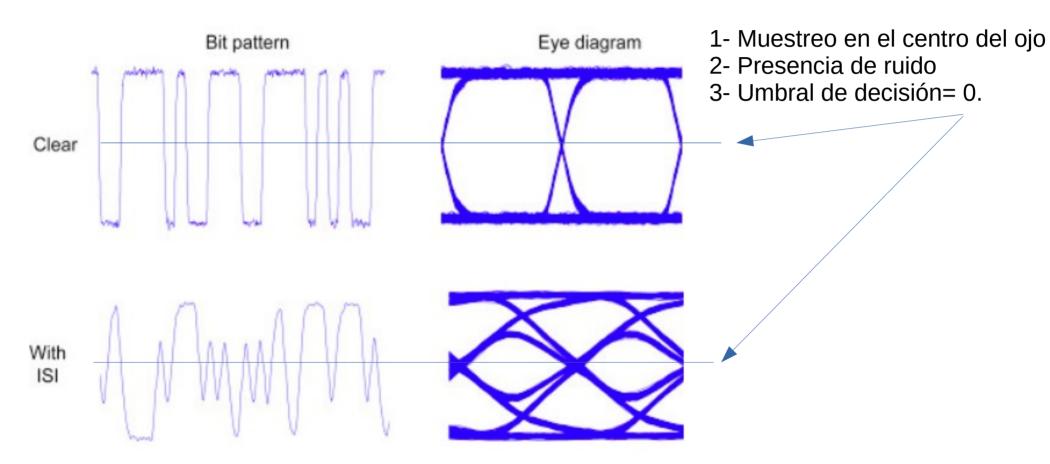


$$BW\!\sim\!rac{1}{ au}$$

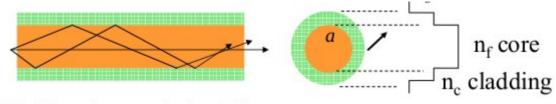
- 1. ¿Qué pasa si Bs << BW?
- 2. ¿Qué pasa si Bs ~ BW?
- 3. ¿Qué pasa Bs >> BW?

ISI: diagrama de ojos (~ consecuencias de la fase)

Para pensar en el impacto sobre la Pe, considere:

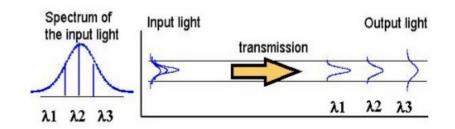


Dispersión en fibras ópticas: modelo de rayos

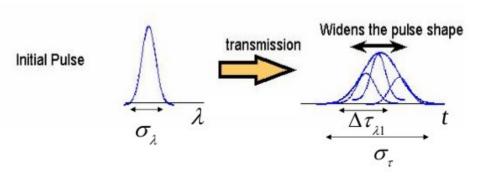


Multimode step-index Fiber

Efecto:



Cuantificación: $\sigma \equiv \Delta \tau = D_{tot}(\lambda)\sigma_{\lambda}l$



Dispersión en fibras ópticas: causas

1.540 - n(λ)
1.520 - n(λ)
1.500 - n(λ)
1.480 - 1.440 - 1.420 - 1.420 - 1.420 - n(λ)

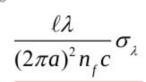
 $\Delta \tau_{\text{mod}} = \frac{l}{c} \frac{n_f}{n_c} (n_f - n_c)$

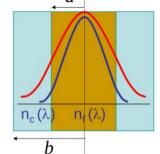
Wavelength (µm)

 $\tau_{\text{mat}} = \frac{\ell}{v_{\text{g}}} = \ell \frac{d\beta}{d\omega} = \ell \frac{d}{d\omega} \cdot \frac{\omega n(\lambda)}{c} = \frac{\ell}{c} \left(n(\lambda) + \omega \frac{dn(\lambda)}{d\omega} \right)$

- Dispersión del Material
- Dispersión efecto guíaonda ∫ Cromática
- Dispersión

Dispersión Intermodal: sólo para MMF





Rayo más rápido

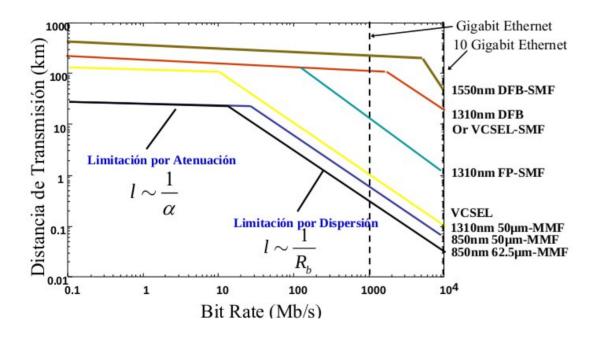
Rayo más lento

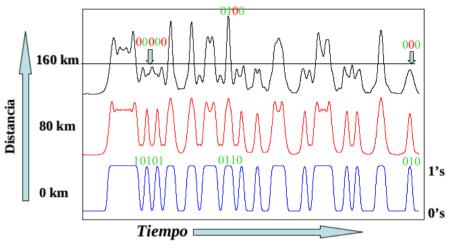
Combinación de diferentes causas

$$\sigma_{tot} = \sqrt{(\sigma_{mat} + \sigma_{wg})^2 + \Delta \tau_{mod}^2} = D_{tot}(\lambda) \sigma_{\lambda} l$$

$$D_{crom}(\lambda) = D_{mat}(\lambda) + D_{wg}(\lambda)$$

Efectos en la transmisión de datos





Vamos a trartarlos de forma separada:

- Atenuación
- ISI

después nos quedamos con el más limitante para la longitud/tasa dadas.