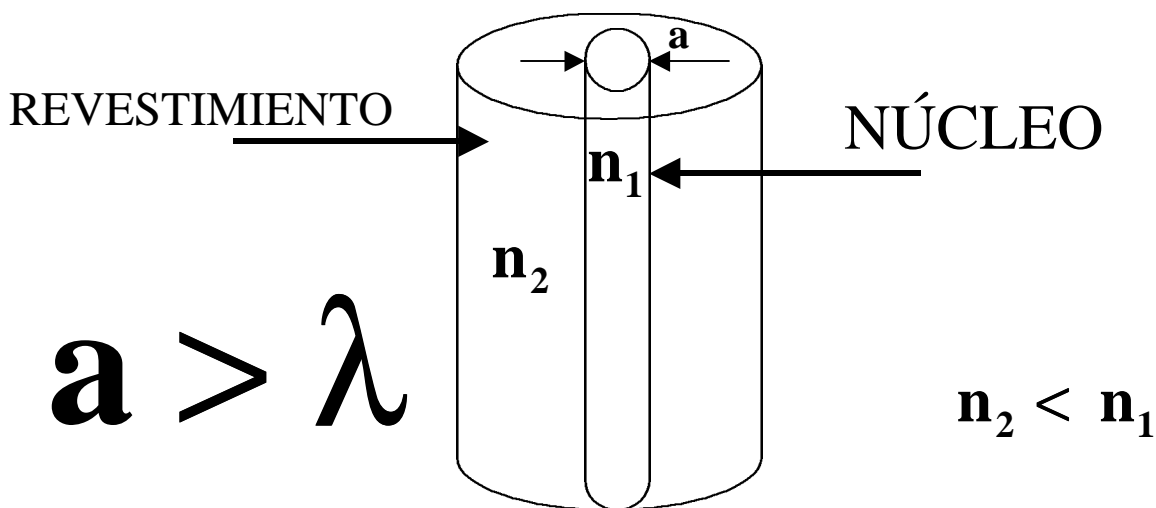


LA FIBRA ÓPTICA

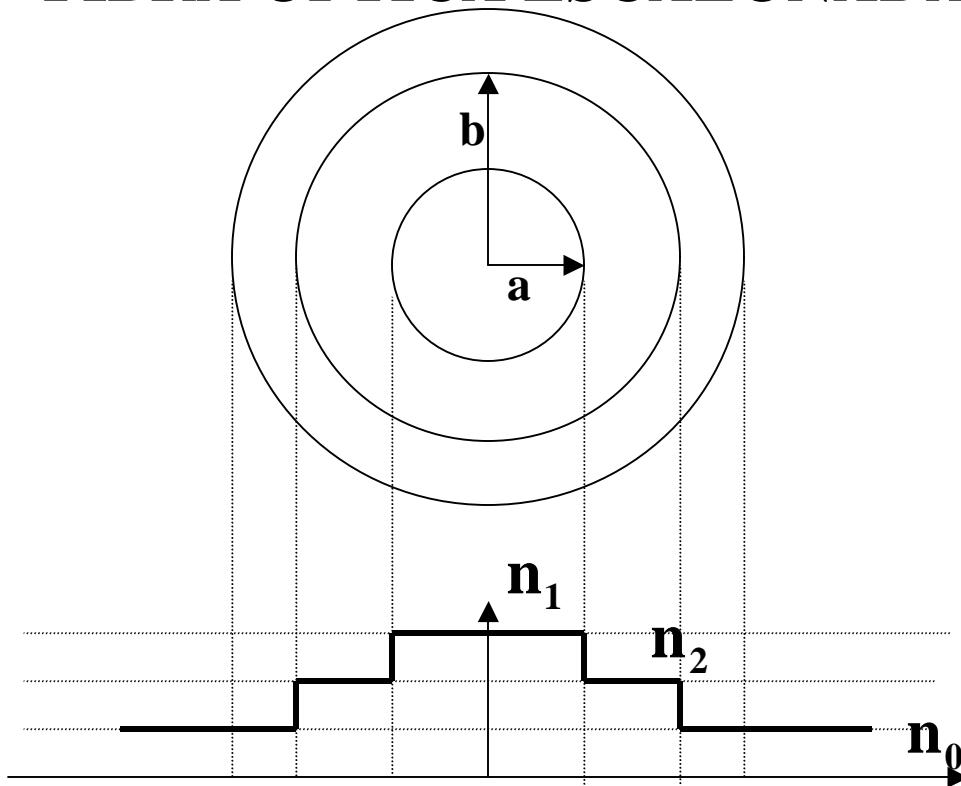
- **FENÓMENO:** LA REFLEXIÓN TOTAL INTERNA
- 1960: ATENUACION: 1000dB/Km.
- 1970: ATENUACION: 20dB/Km
- 1979: ATENUACIÓN: 0,2dB/Km. región de $1,55\mu\text{m}$

ERA DE LAS TELECOMUNICACIONES ÓPTICAS.

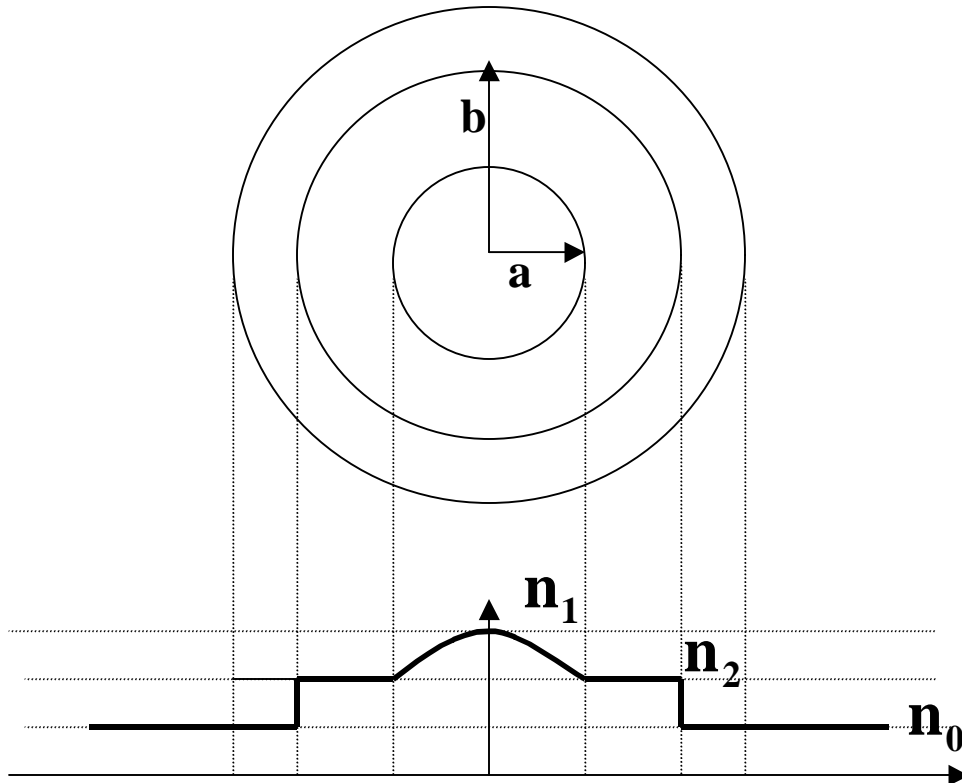
DESCRIPCIÓN DE LA ÓPTICA GEOMÉTRICA



FIBRA ÓPTICA ESCALONADA

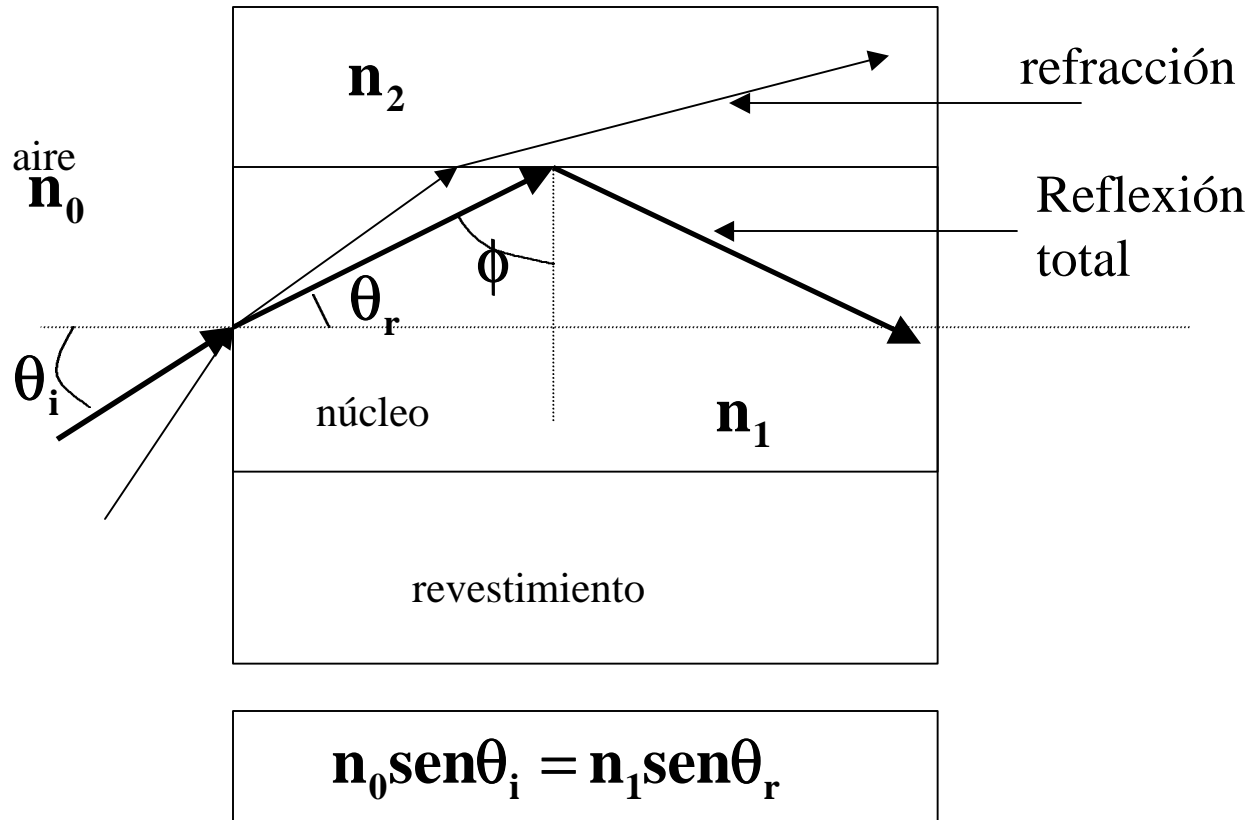


FIBRA ÓPTICA GRADUAL



LA FIBRA ÓPTICA ESCALONADA

PRINCIPIO DE LA REFLEXIÓN TOTAL



REFRACCIÓN:

$$\text{sen} \phi < \frac{n_2}{n_1}$$

ÁNGULO CRÍTICO DE
INCIDENCIA:

$$\text{sen} \phi_c = \frac{n_2}{n_1} \quad ; \quad \cos^2 \phi_c = \frac{(n_1^2 - n_2^2)}{n_1^2}$$

REFLEXIÓN TOTAL:

$$\text{sen} \phi > \text{sen} \phi_c$$

LA APERTURA NUMÉRICA: NA

$$NA = n_0 \sin \theta_i$$

$$n_1 \approx n_2$$

$$NA = n_1 (2\Delta)^{1/2} \text{ con } \Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

$$\Delta = \text{CAMBIO FRACCIONAL DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN EN LA INTERFASE NÚCLEO-REVESTIMIENTO.}$$

MÁXIMO ACOPLAMIENTO EN LA FIBRA PARA:
 $\Delta = \text{GRANDE.}$

•SE GENERA ALTA DISPERSIÓN.

DISPERSIÓN MULTITRAYECTORIAS:

•GENERA UN ENSANCHAMIENTO DEL IMPULSO ÓPTICO.

EL TIEMPO DE RETRASO: ΔT

TRAYECTORIAS MÁS CORTAS, PARA: $\theta_i = 0$

TRAYECTORIAS MÁS LARGAS, PARA:

$$n_0 \sin \theta_i = (n_1^2 - n_2^2)^{1/2} \text{ con } L / \sin \phi_c$$

L = longitud total de la fibra

$$\Delta T = \frac{n_1}{C} \left(\frac{L}{\sin \phi_c} - L \right) = \frac{L n_1^2}{C n_2} \Delta$$

C = velocidad de la luz. v = velocidad de propagación. $v = C/n_1$

LIMITACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA ESCALONADA

CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE INFORMACIÓN.

$$\Delta T \ll \frac{1}{B} = T_B; B \cdot \Delta T < 1; BL < \frac{n_2}{n_1^2} \frac{C}{\Delta}$$

CASO DE FIBRA ÓPTICA ESCALONADA PARA LAS TELECOMUNICACIONES.

con $n_1 = 1,5$ y $n_2 = 1$ se obtiene $BL < 0,4 \left(\frac{\text{Mb}}{\text{s}} \right) - \text{Km}$
 para $\Delta = 2 \cdot 10^{-3}$ se obtiene $BL \approx 100 (\text{Mb} / \text{s}) - \text{Km}$

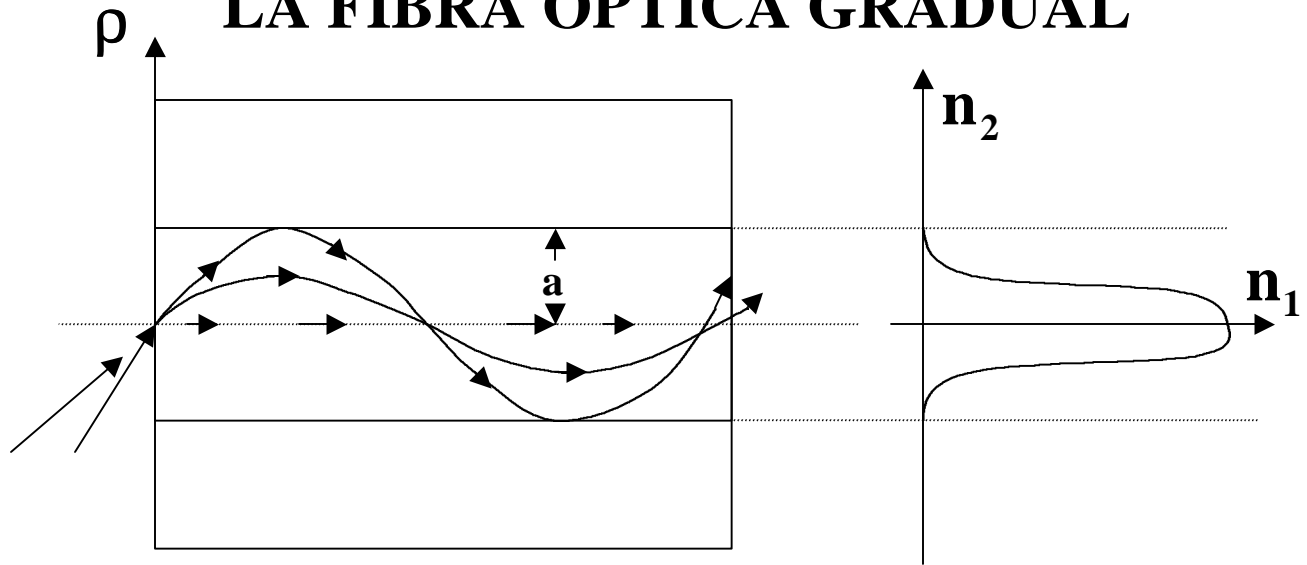
LA FIBRA ÓPTICA GRADUAL:

- REDUCE LA DISPERSIÓN MULTITRAYECTORIAS.

LA FIBRA ÓPTICA MONOMODO:

- ELIMINA LA DISPERSIÓN MULTITRAYECTORIAS.

LA FIBRA ÓPTICA GRADUAL



$$n(\rho) = n_1 \left[1 - \Delta \left(\frac{\rho}{a} \right)^\alpha \right] \text{ para } \rho < a$$

$$n_1 [1 - \Delta] = n_2 \text{ para } \rho \geq a$$

α = EL PERFIL DE LA FIBRA.

a = RADIO DEL NÚCLEO.

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN: $v = \frac{c}{n_1}$

ONDAS A LO LARGO DEL EJE

- TRAYECTORIAS MÁS CORTAS.
- MENOR VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN.
- n_1 MÁS ALTO.

ONDAS OBLICUAS

- TRAYECTORIAS MÁS LARGAS.
- MAYOR VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN.
- n_1 MÁS BAJO.

DESCRIPCIÓN CON LA ÓPTICA GEOMÉTRICA

PROPAGACIÓN DE UN PULSO NO DISPERSIVO

$$\frac{d^2\rho}{dz^2} \approx \frac{1}{n} \frac{dn}{d\rho}$$

ECUACIÓN DE UN OSCILADOR ARMÓNICO PARA $\rho < a$ con $\alpha=2$

$$\rho = \rho_0 \cos(pz) + \frac{\rho_0^*}{p} \sin(pz) \quad p = \left(\frac{2\Delta}{a^2} \right)^{1/2}$$

ρ_0 POSICIÓN DE LA ONDA ÓPTICA

ρ_0^* DIRECCIÓN DE LA ONDA ÓPTICA

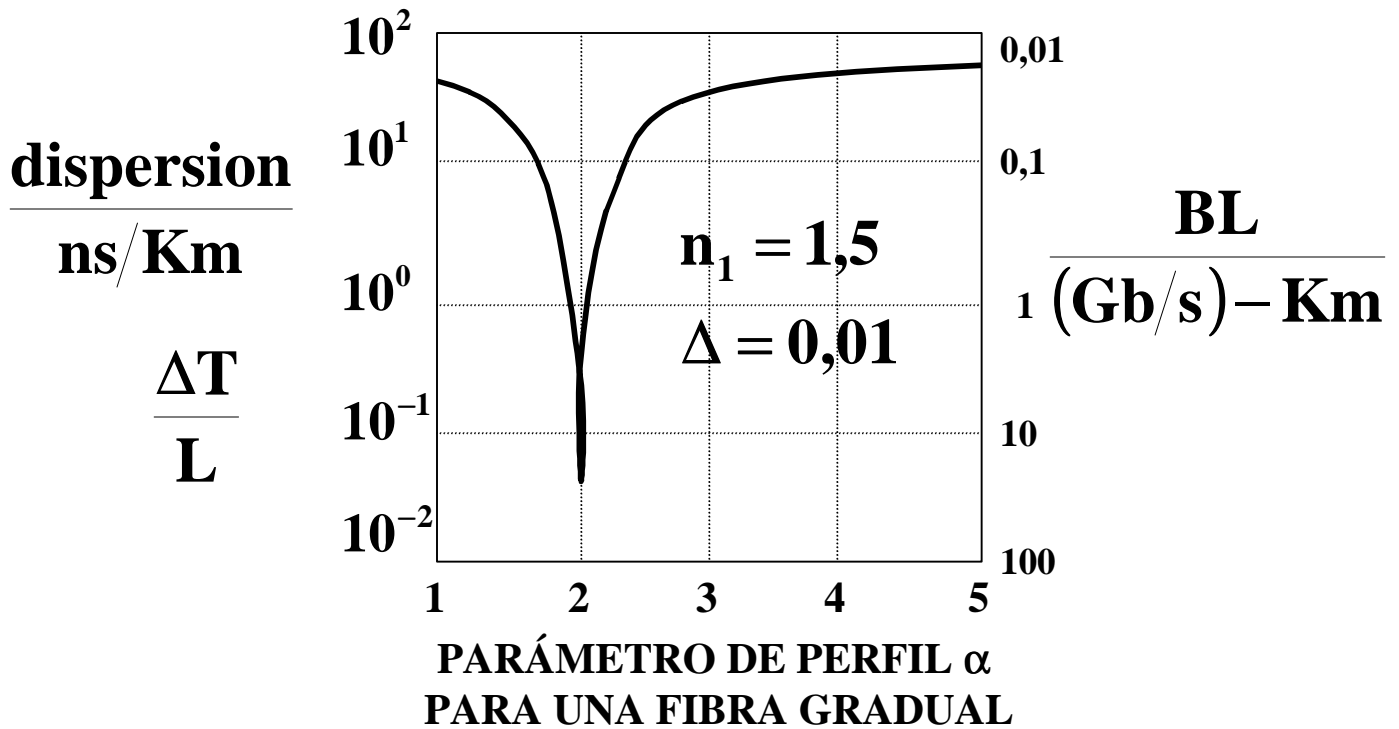
POSICIÓN Y DIRECCIÓN INICIAL PARA:

$$Z = \frac{2m\pi}{p}$$

$m = \text{ENTERO}$

PARA $\alpha=2$ LA FIBRA ÓPTICA NO PRESENTA
DISPERSIÓN DE TRAYECTORIAS

**LA SEÑAL DE ENTRADA SE RESTAURA COMPLETAMENTE
SIN TIEMPO DE RETRASO.**



MÍNIMO DE DISPERSIÓN PARA: $\frac{\Delta T}{L} = \frac{n_1 \Delta^2}{8C}$

CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE INFORMACIÓN

$$\Delta T < 1/B; \rightarrow BL < \frac{8C}{n_1 \Delta^2}$$

CARÁCTERÍSTICAS DE LA FIBRA ÓPTICA GRADUAL:

- $B=100Mb/s$ PARA $L=100Km$.
- BL MEJORA EN 10^3 RESPECTO A LA FIBRA ESCALONADA

LA FIBRA ÓPTICA GRADUAL DE PLÁSTICO:

- APLICACIÓN A CORTA DISTANCIA $< 1\text{Km}$.
- NÚCLEO GRANDE DE APROX. 1mm .
- ALTA APERTURA NUMÉRICA NA.
- ELEVADA EFICIENCIA DE ACOPLAMIENTO.
- ALTA ATENUACIÓN DE 50dB/Km .
- $BL = 2(\text{Gb/s}) \cdot \text{Km}$.
- SOLUCIÓN PARA TRANSMITIR DATOS ENTRE COMPUTADORES
- REDES DE ÁREA LOCAL.