

FIBRAS ÓPTICAS.

EL CONCEPTO DE CONDUCCIÓN DE LA LUZ DENTRO DE UN DIELECTRICO, SE CONOCE DESDE 1870 DONDE JOHN TYNDALL DEMOSTRO QUE UNA CORRIENTE DE AGUA PODIA GUIAR LUZ.

DESPUES DE LA INVENCION DEL LASER EN 1960 SE VALORA LA TRANSMISION DE LA INFORMACION MEDIANTE LA LUZ, COMPARADA CON CORRIENTES ELECTRICAS O MICROONDAS.

A FRECUENCIAS DE 10^{15} Hz SE PUEDE TRANSPORTAR 100.000 VECES MAS INFORMACION QUE EN MICROONDAS

EN 1966 SE VE LA POSIBILIDAD DE ACOPLAR UN LASER CON LA FIBRA OPTICA PARA COMUNICACIONES DE LARGA DISTANCIA.

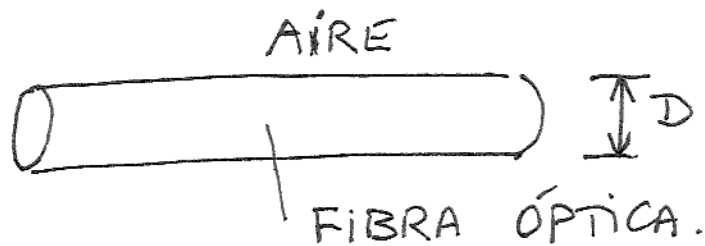
EN 1970 LA CORNING GLASS WORKS PRODUCIERON UNA F.O. DE SILICE, CON UNA ATENUACION DE 20 dB A UN KM.

EN LOS AÑOS 90 SE ALCANZO LOS 0,16 $\frac{\text{dB}}{\text{km}}$

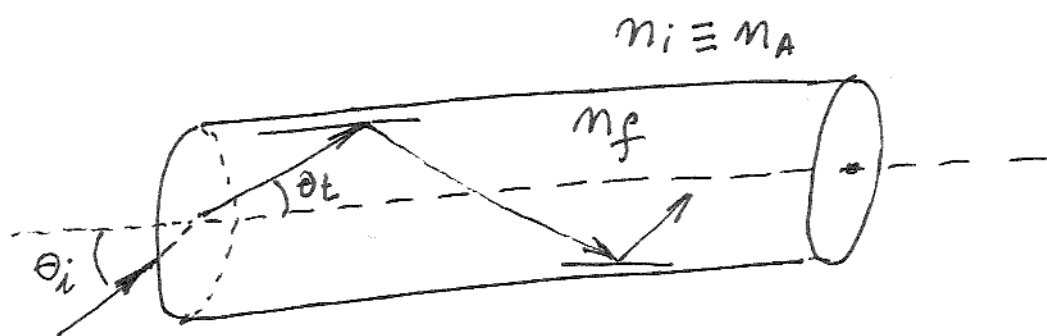
DEBIDO A :

- TRANSMISION DE BAJAS PERDIDAS.
- CAPACIDAD PARA TRANSPORTAR MUCHA INFORMACION.
- PEQUEÑO TAMAÑO Y PESO.
- INMUNIDAD A LA INTERFERENCIA ELECTROMAGNETICA.
- SEGURIDAD EN LA SEÑAL.
- ABUNDANTE DISPONIBILIDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS (ARENA).
- NO PRESENTA RIESGO A LA SALUD POR RADIACION COMO LOS DISPOSITIVOS CELULARES, TABLETS, WIFI, ETC
- LA F.O. PRESENTA UNA CAPACIDAD MUY SUPERIOR QUE LOS SISTEMAS RADIANTES Y LOS ALAMBRICOS.
- NO INVADE LA PRIVACIDAD NI LOS DERECHOS PERSONALES DEL USUARIO (CELULAR 5G USA GEOLOCALIZ.)

SI EL DIÁMETRO DE LA FIBRA ES:
 $D > \lambda$ LA PROPAGACIÓN ES POR ÓPTICA GEOMÉTRICA
 $D \approx \lambda$ LA PROPAGACIÓN ES COMO UNA GUÍA DE ONDAS.



EN PRINCIPIO SE ESTUDIARÁ LAS F.O. $D > \lambda$



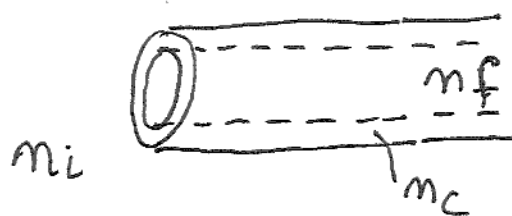
LA LUZ QUE LLEGA A LAS PAREDES SE VA A REFLEJAR TOTAL E INTERNAMENTE, SI $\theta_i > \theta_c$ EN LA PARED

CONSIDERE QUE D ES DEL DIÁMETRO DE UN CABELLO APROXIMADAMENTE.

SI LAS FIBRAS SE EMPAQUETAN MUY PRÓXIMAS ENTRE SI, LA LUZ PUEDE PASAR DE UNA FIBRA HACIA OTRA, FENOMENO DENOMINADO COMUNICACIÓN CRUZADA.

POR ESTA RAZÓN SE SUELE REVESTIR CADA FIBRA CON UNA VAINA TRANSPARENTE LLAMADA:

"REVESTIMIENTO" PARA PROPORCIONAR AISLAMIENTO CON INDICE DE REFRACCION $n_c < n_f$.



n_f = ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE LA FIBRA.
 n_c = ÍNDICE DE REFRACCIÓN DEL RECUBRIMIENTO.
 n_i = ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE INCIDENCIA (AIRE)

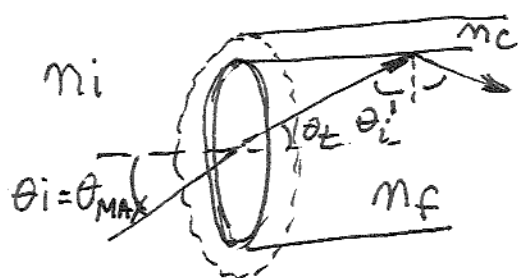
LOS VALORES TÍPICOS SON:

$$n_f = 1,62 \quad D = 50 \mu m$$

$$n_c = 1,52$$

$$n_i = 1$$

ANGULO MAXIMO DE ENTRADA θ_{MAX}

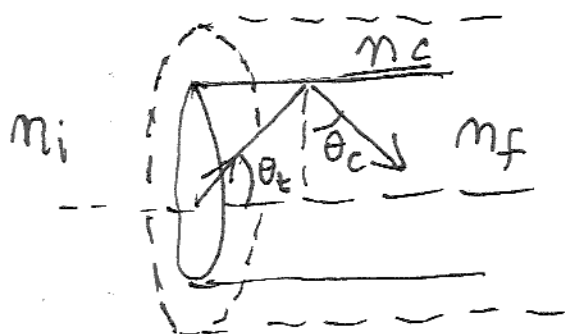


Si $\theta_i > \theta_{MAX} \Rightarrow \theta_i' < \theta_c$.
 POR CONSIGUIENTE NO HABRÁ
 REFLEXIÓN TOTAL INTERNA.

SI NO HAY REFLEXIÓN TOTAL INTERNA HABRÁ REFLE-
 XIÓN PARCIAL Y LA LUZ ABANDONARA RÁPIDAMENTE
 LA FIBRA, POR LO TANTO θ_{MAX} SERÁ DENOMINADO
 ANGULO DE ACEPTACIÓN

$$n_i \cdot \text{sen} \theta_i = n_f \cdot \text{sen} \theta_t$$

$$\text{Si } \theta_i = \theta_{MAX} \Rightarrow \theta_i' = \theta_c$$



$$\text{sen} \theta_c = \frac{n_c}{n_f}$$

$$\text{sen} \left(\frac{\pi}{2} - \theta_t \right) = \frac{n_c}{n_f}$$

$$\cos \theta_t = \frac{n_c}{n_f}$$

$$\sqrt{1 - \sin^2 \theta_t} = \frac{n_c}{n_f}$$

Como

$$n_i \sin \theta_{\max} = n_f \sin \theta_t$$

$$\sin \theta_t = \frac{n_i}{n_f} \sin \theta_{\max}$$

$$\sqrt{1 - \left(\frac{n_i}{n_f} \sin \theta_{\max} \right)^2} = \frac{n_c}{n_f}$$

$$1 - \frac{n_i^2}{n_f^2} \sin^2 \theta_M = \frac{n_c^2}{n_f^2}$$

$$1 - \frac{n_c^2}{n_f^2} = \frac{n_i^2}{n_f^2} \sin^2 \theta_M$$

$$\frac{n_f^2}{n_i^2} \left(1 - \frac{n_c^2}{n_f^2} \right) = \sin^2 \theta_M$$

$$\sqrt{\frac{n_f^2 - n_c^2}{n_i^2}} = \sin^2 \theta_M$$

$$\sin \theta_M = \frac{1}{n_i} \cdot \sqrt{n_f^2 - n_c^2}$$

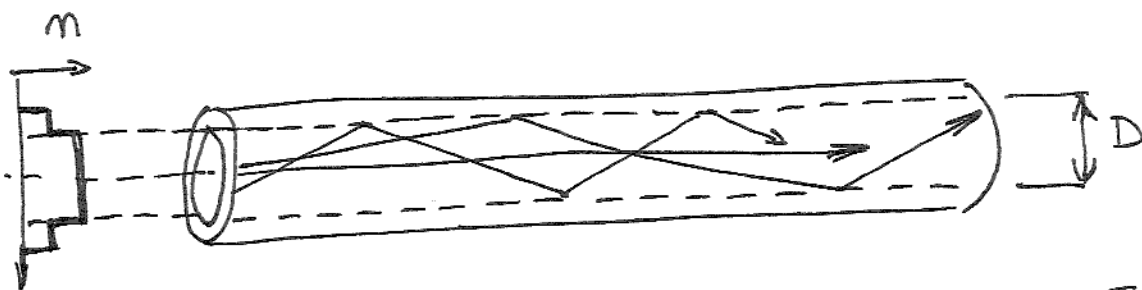
$$\boxed{n_i \sin \theta_M = \sqrt{n_f^2 - n_c^2}}$$

↑
APERTURA NUMÉRICA. (NA)

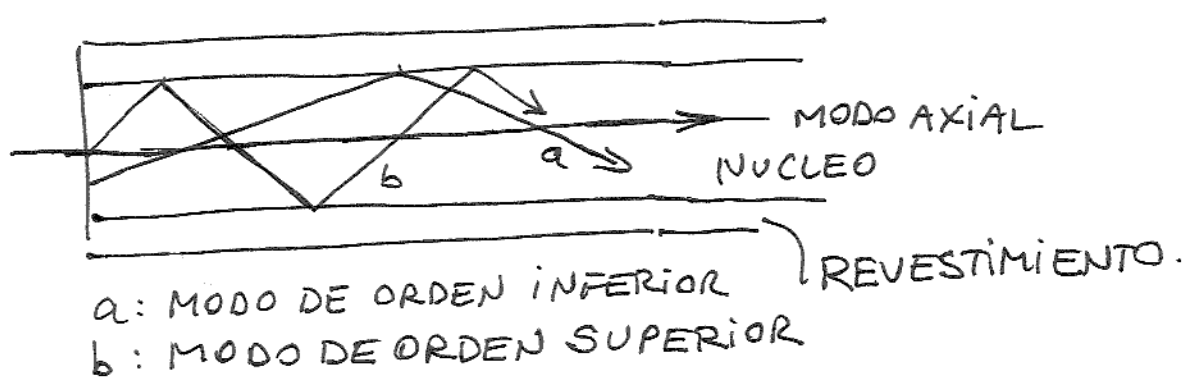
$$NA \leq 1$$

REF: OPTICA. HECHT
3RA ED. ADDISON WILEY

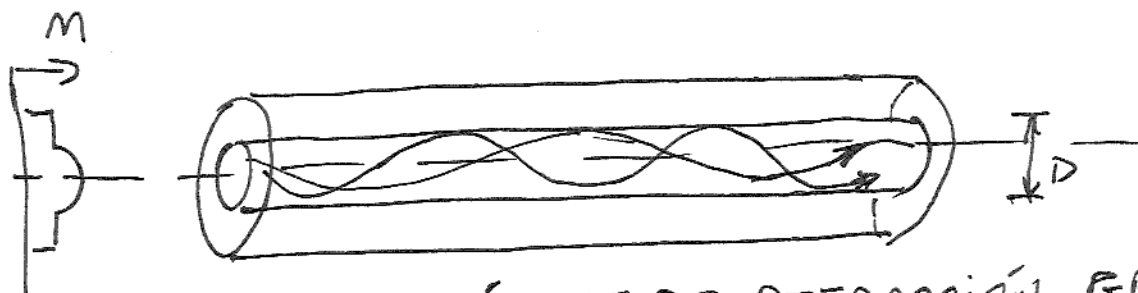
CONFIGURACIONES DE FIBRAS ÓPTICAS.



"FIBRA DE SALTO DE ÍNDICE DE REFRACCIÓN"
NUCLEO HOMOGÉNEO DE $50\mu\text{m} < D < 150\mu\text{m}$
REVESTIMIENTO ENTRE $100\mu\text{m}$ y $250\mu\text{m}$.



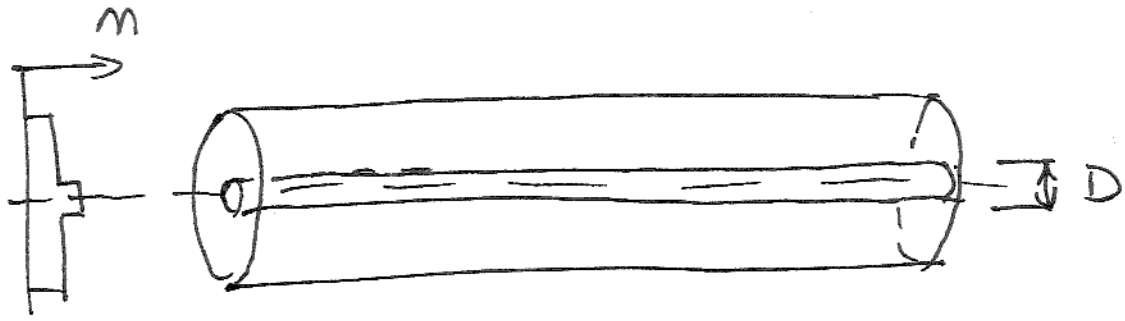
LOS RAYOS TARDARÁN DIFERENTES TIEMPOS
EN LLEGAR, POR LO TANTO SE PRODUCE LO
QUE SE DENOMINA "DISPERSIÓN MODAL"
ES UNA FIBRA MULTIMODO



FIBRA DE ÍNDICE DE REFRACCIÓN GRADUAL
REDUCE EL PROBLEMA DE RETRASOS DE LA
FIBRA ANTERIOR. LOS RAYOS SE MUEVEN
EN ESPIRAL ALREDEDOR DEL EJE CENTRAL
"FIBRAS DE GRADIENTE DE ÍNDICE"

$20\mu\text{m} < D < 90\mu\text{m}$

DISPERSIÓN INTERMODAL 2ms/km



"FIBRAS MONOMODO" ES LA MEJOR SOLUCIÓN A LA DISPERSIÓN MODAL, SE HACEN DE VIDRIO ULTRA PURO, DE NÚCLEO MUY PEQUEÑO

$$D < 10 \mu\text{m}$$

$$2 \mu\text{m} < D < 9 \mu\text{m}$$

SOLO PERMITIRÁN UN MODO

SE LOGRAN $0,2 \text{ dB/km}$ PARA $1,55 \mu\text{m} = \lambda$

SON LA MEJOR MANERA DE COMUNICACIÓN DE LARGA DISTANCIA.