

Prof: Adelson de Paula Silva
Curso 2.018.

Engenharia da Computação – PCD 2018

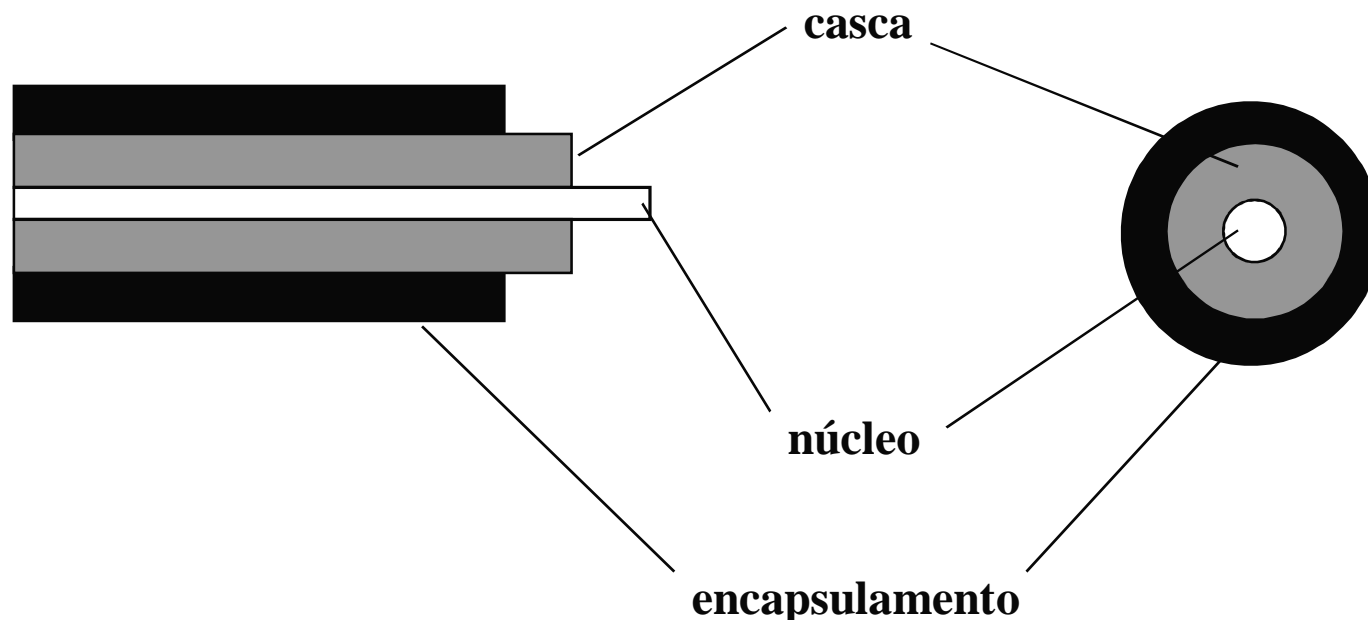


Meios de Transmissão

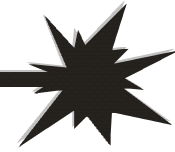
➤ Fibras Ópticas ◀



- . **Constituída por núcleo e uma casca de fibra de vidro;**
- . **Atende a longas distâncias;**
- . **Imune às interferências eletromagnéticas e ruídos;**
- . **Taxa de transmissão da ordem de alguns Gbps;**
- . **Custo mais elevado e difícil manuseio**

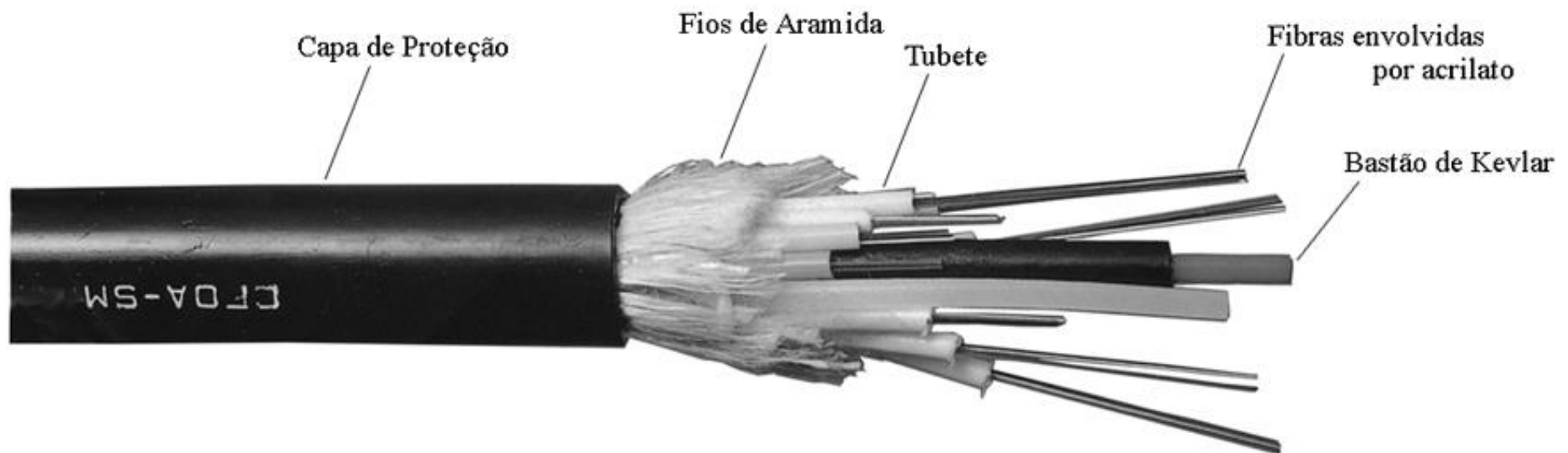


Como Funciona a Fibra Óptica



A fibra compõe-se basicamente de um núcleo e uma casca. Concêntricos entre si, os quais se diferem pelo índice de refração.

A diferença entre os índices de refração permite a obtenção da reflexão total de um raio luminoso que ingressa na fibra óptica.



Cor	Comprimento de onda (nm)	Frequência (THz)
Vermelho	625 a 740	480 a 405
Laranja	590 a 625	510 a 480
Amarelo	565 a 590	530 a 510
Verde	500 a 565	600 a 530
Ciano	485 a 500	620 a 600
Azul	440 a 485	680 a 620
Violeta	380 a 440	790 a 680

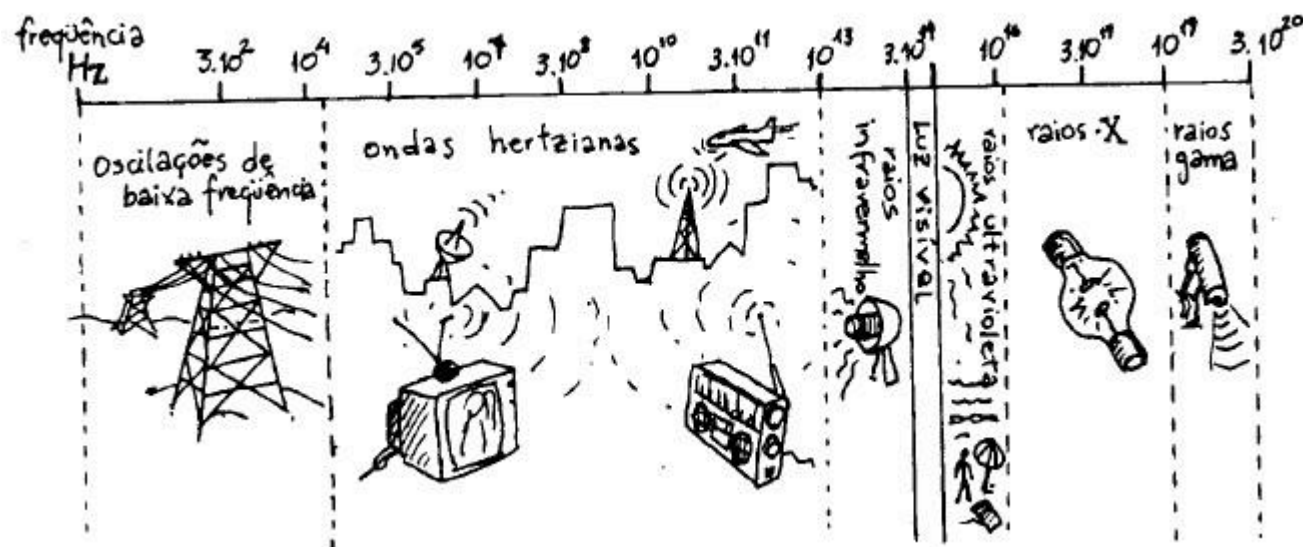
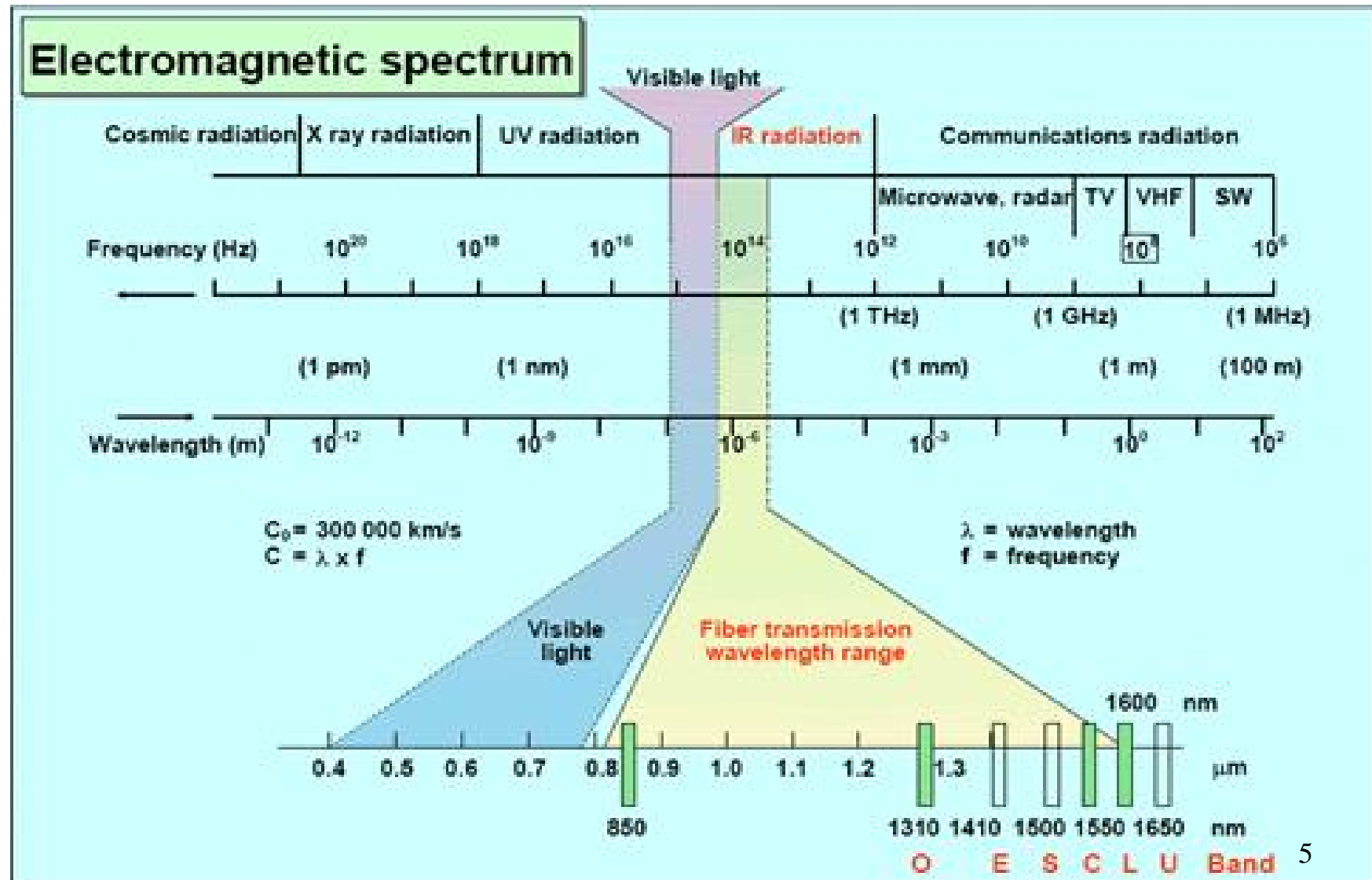
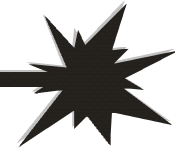


Gráfico que ilustra o espectro de radiações e todas as frequências. Fonte: GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física - <http://www.if.usp.br/gref>

Como Funciona a Fibra Óptica

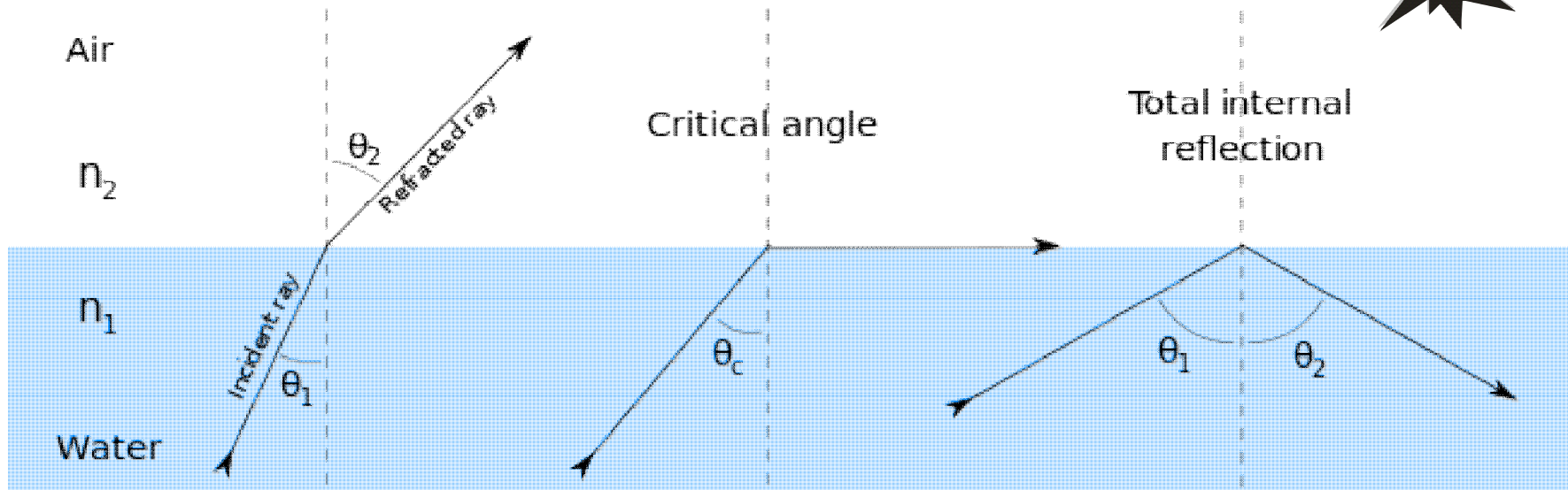
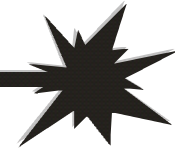


Como Funciona a Fibra Óptica

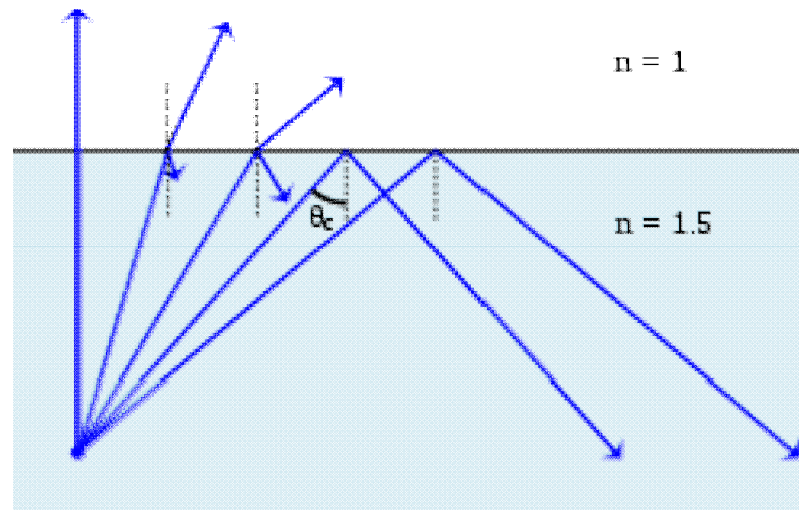


- ” Mudança na direção e velocidade quando uma onda de luz passa de um meio para o outro.
- ” Lei de Snell-Descartes:
$$n_1 \cdot \sin(\theta_1) = n_2 \cdot \sin(\theta_2)$$
- ” Na transição de um meio mais refringente (n_2) para menos refringente (n_1), se o ângulo for superior a um ângulo crítico, ocorre reflexão total.
- ” Ângulo crítico = $\text{arc.sen}(n_1/n_2)$

Reflexão Total



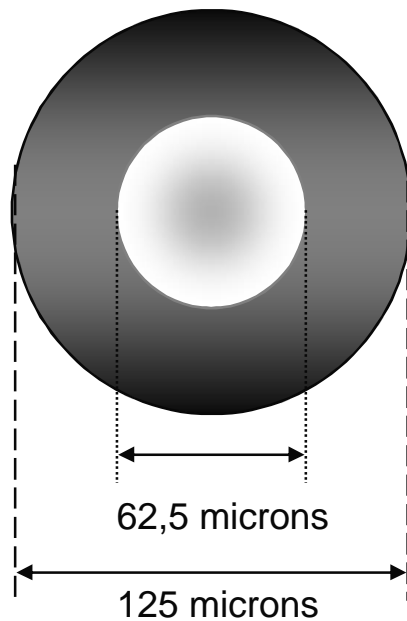
Lembrando que (n) da água $>$ (n) do ar



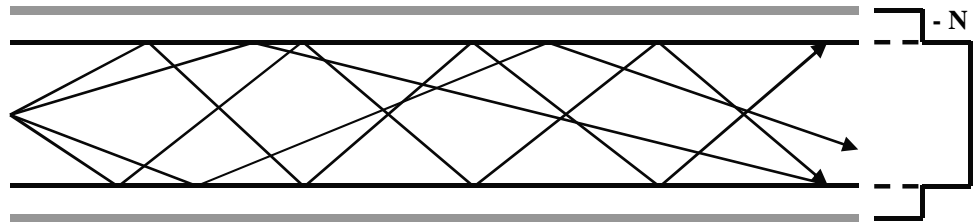
Fibras Ópticas



Fibra
multimodo de
índice degrau



*Sinal
de Entrada*



*Sinal
de saída
Atenuado*

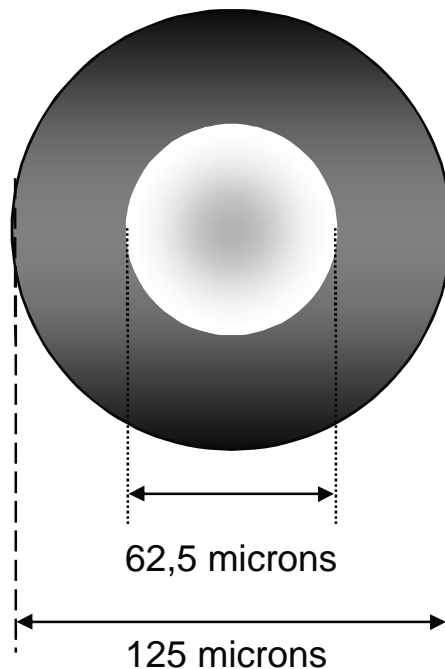


- Fibras de índice degrau: Possui o núcleo composto por um material homogêneo, de índice de refração constante e sempre superior ao da casca ($N_2 > N_1$). A luz incidente pode percorrer diversos caminhos, o que ocasiona o alargamento do impulso luminoso após percorrê-la.

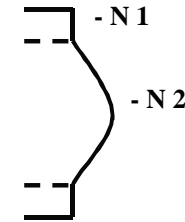
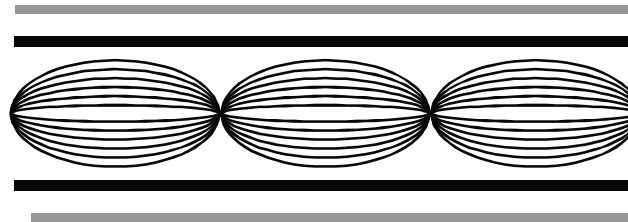
Fibras Ópticas



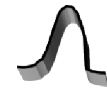
Fibra
multimodo de
índice gradual



*Sinal
de Entrada*



*Sinal
de saída
Atenuado*

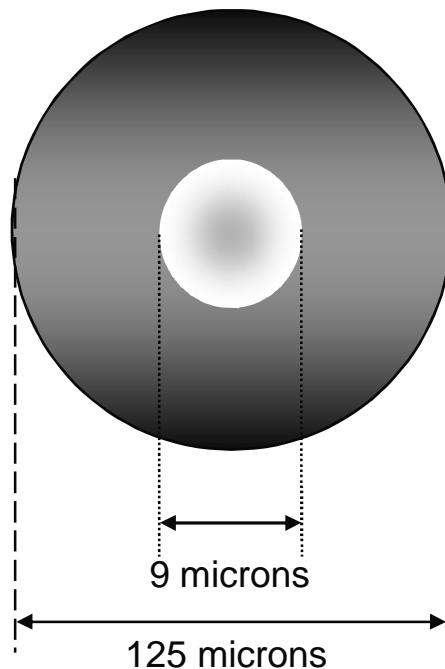


- Fibras de índice gradual: **Possui o núcleo composto por um índice de refração variável, crescente da periferia para o centro.**
Essa variação gradual do índice permite a redução do alargamento do impulso luminoso (menor atenuação).

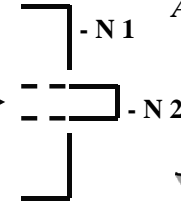
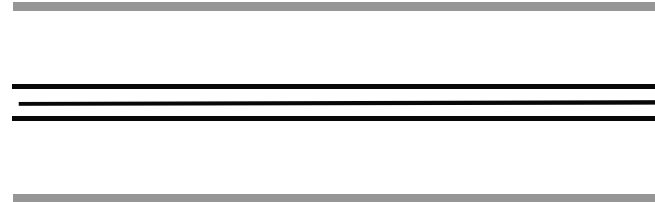
Fibras Ópticas



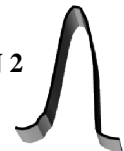
Fibra monomodo



Sinal de Entrada



Sinal de saída Atenuado



- Fibras Monomodais: Possui um núcleo de reduzidas dimensões, que a partir de um determinado comprimento de onda de luz, transmite somente em um modo. Esta característica reduz drasticamente o alargamento do impulso. Esta redução, por sua vez, garante uma excepcional condição para transmissão de grande número de informações simultâneas.

Transmissão em Fibra Óptica



A fibra óptica trabalha geralmente dentro do limite de -20° a 60° C.
As fibras transmitem nas seguintes janelas de comprimento de onda:

Monomodal: 1310, 1550 e 1680 nm

Multimodo gradual (IG): 850 nm e 1310nm.

Algumas Faixas de atenuação e largura de banda:

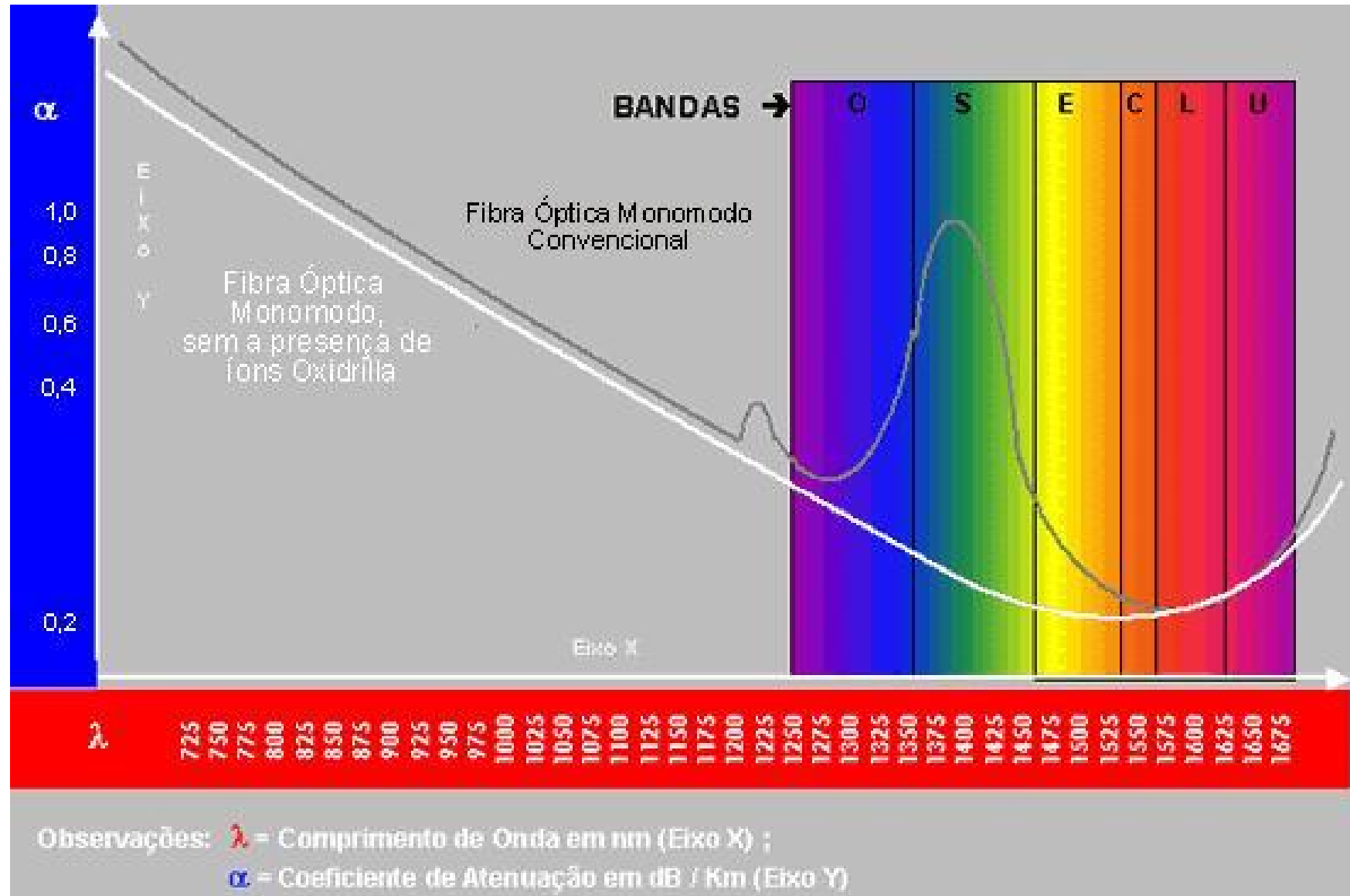
Multimodo (IG) à 850 nm:	$\leq 3,0 \text{ db} / \geq 250 \text{ MHz}$
à 1310 nm:	$\leq 1,0 \text{ db} / \geq 500 \text{ MHz}$
Monomodo à 1310 nm:	$\leq 0,50 \text{ db} / \geq 1 \text{ GHz}$
à 1550 nm:	$\leq 0,30 \text{ db} / \geq 2 \text{ GHz}$

A fibra é entregue em rolos de fibra de 3 à 25 km.

As fibras utilizadas atualmente se classificam nos seguintes tipos:

- **Fibras Tight Buffer;**
- **Fibras Loose;**
- **Fibras Loose auto-sustentavel.**

Janelas Ópticas



Transmissão em Fibra Óptica



Causas de Perdas de Conexão da Fibra Óptica

É Perdas Intrínsecas - Causadas pelas diferenças
entre fibras individuais

ó Difícil de eliminar mesmo melhorando a conexão

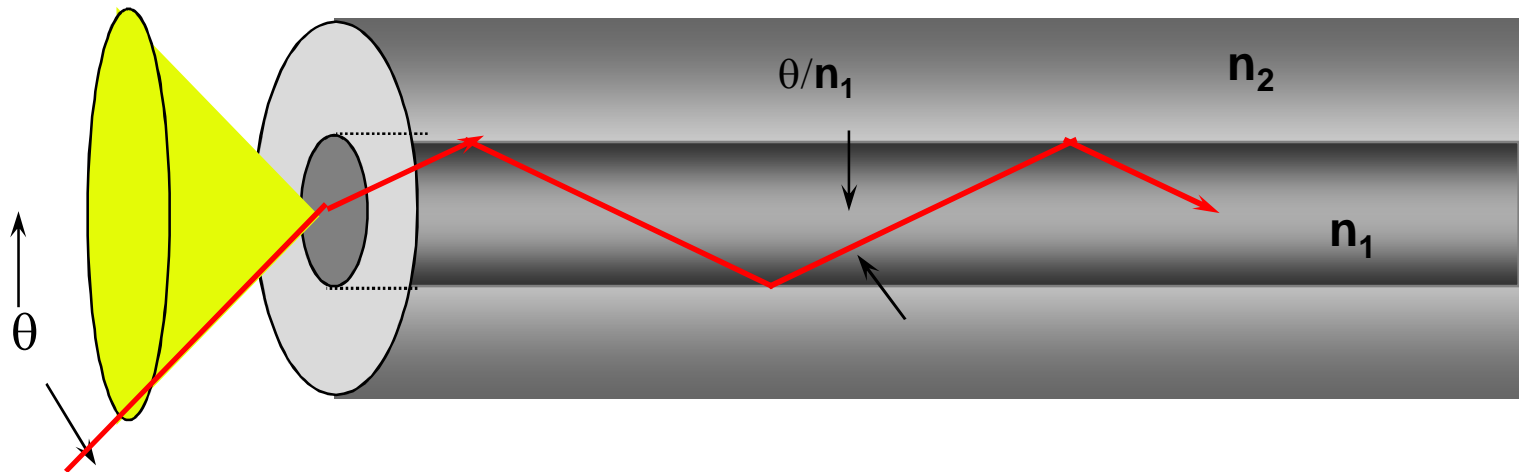
É Perdas Extrínsecas - Causadas pelas
imperfeições na conexão

ó Pode ser minimizado com um bom design de
conexão

Transmissão em Fibra Óptica



Reflexão Interna Total na Fibra de Índice Degrau



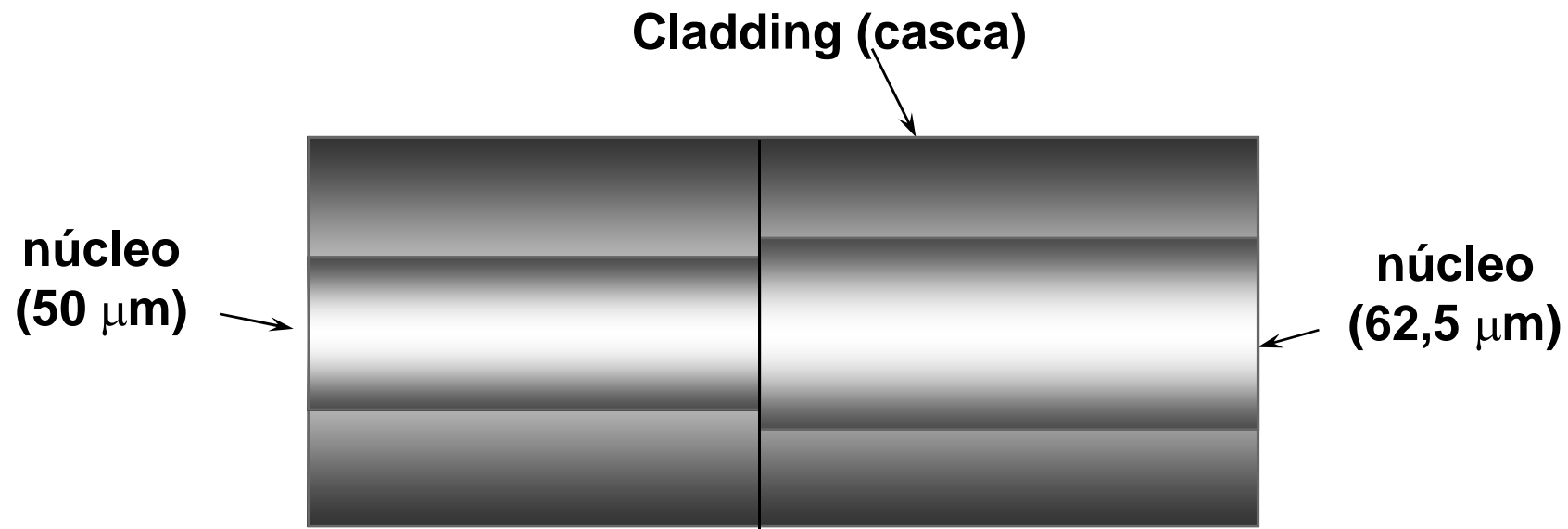
$$\theta = \text{AN} = \text{Abertura Numérica} \approx n_1 \sqrt{2 \Delta}$$

= Í Cone de Aceitação

Transmissão em Fibra Óptica



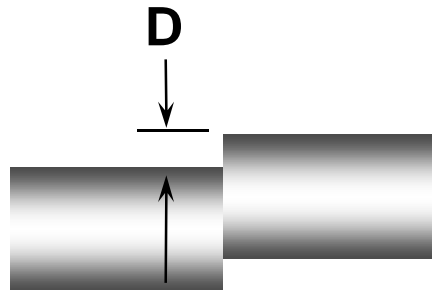
Perdas Intrínsecas de Junção de Fibras Multimodo :
depende da direção de transmissão



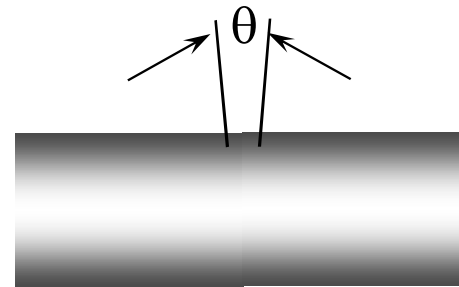
Transmissão em Fibra Óptica



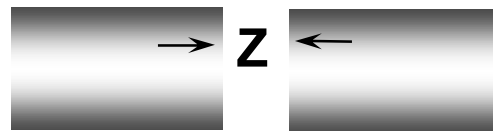
Fontes de Perdas Extrínsecas de Junção



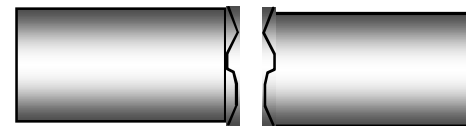
Deslocamento lateral



Inclinação angular



separação na terminação

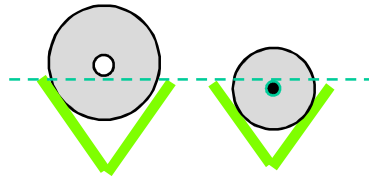


qualidade de terminação

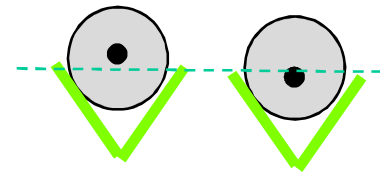
Transmissão em Fibra Óptica



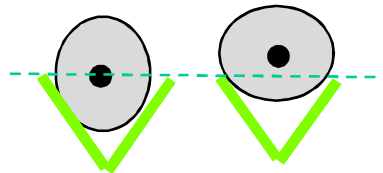
Efeitos da Geometria de Junção da Fibra



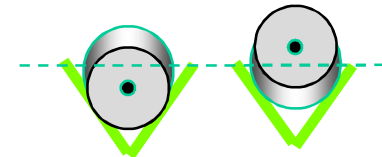
diâmetro da casca
requer. típico: $\pm 1,0 \mu\text{m}$



concentricidade núcleo/casca
requer. típico: $> 0,8 \mu\text{m}$



casca não circular
requer. típico: $> 1,0\%$



Dobras
requer. típico: $> 2 \text{ metros}$

Dispersão em Fibra Óptica



São diferentes atrasos de propagação dos modos que transportam a energia luminosa, tem por efeito a distorção dos sinais transmitidos. Os tipos de dispersão que predominam nas fibras são:

“ **Dispersão modal:**

Este tipo de dispersão só existe em fibras do tipo multimodo (degrau e gradual) e é provocada basicamente pelos vários caminhos possíveis de propagação que a luz pode ter no núcleo.

“ **Dispersão material:**

Como o índice de refração depende do comprimento de onda e como as fontes luminosas existentes não são ideais, ou seja, possuem uma certa largura espectral finita, temos que cada comprimento de onda enxerga um valor diferente de índice de refração num determinado ponto.

“ **Dispersão de guia de onda:**

É provocado por variações nas dimensões do núcleo e variações no perfil de índice de refração ao longo da fibra óptica e depende também do comprimento de onda da luz.

Transmissão em Fibra Óptica



Fibra Multimodo Convencional

Não conseguem suportar transmissões a 10 Gbps



Transmissão em Fibra Óptica



LEDs, LASERs, e VCSELs...

É Luz Amplificada pela Emissão Estimulada de Radiação (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation -LASER)

- ó Normalmente usado à 1310 nm com fibra Multimodo

É Diodo Emissor de Luz (LED)

- ó Emite luz quando aplicado uma corrente elétrica

- ó Barato

- ó Menos que 250 Mbps

É Laser de Emissão por superfície de cavidade vertical (Vertical Cavity Surface Emitting Laser - VCSEL)

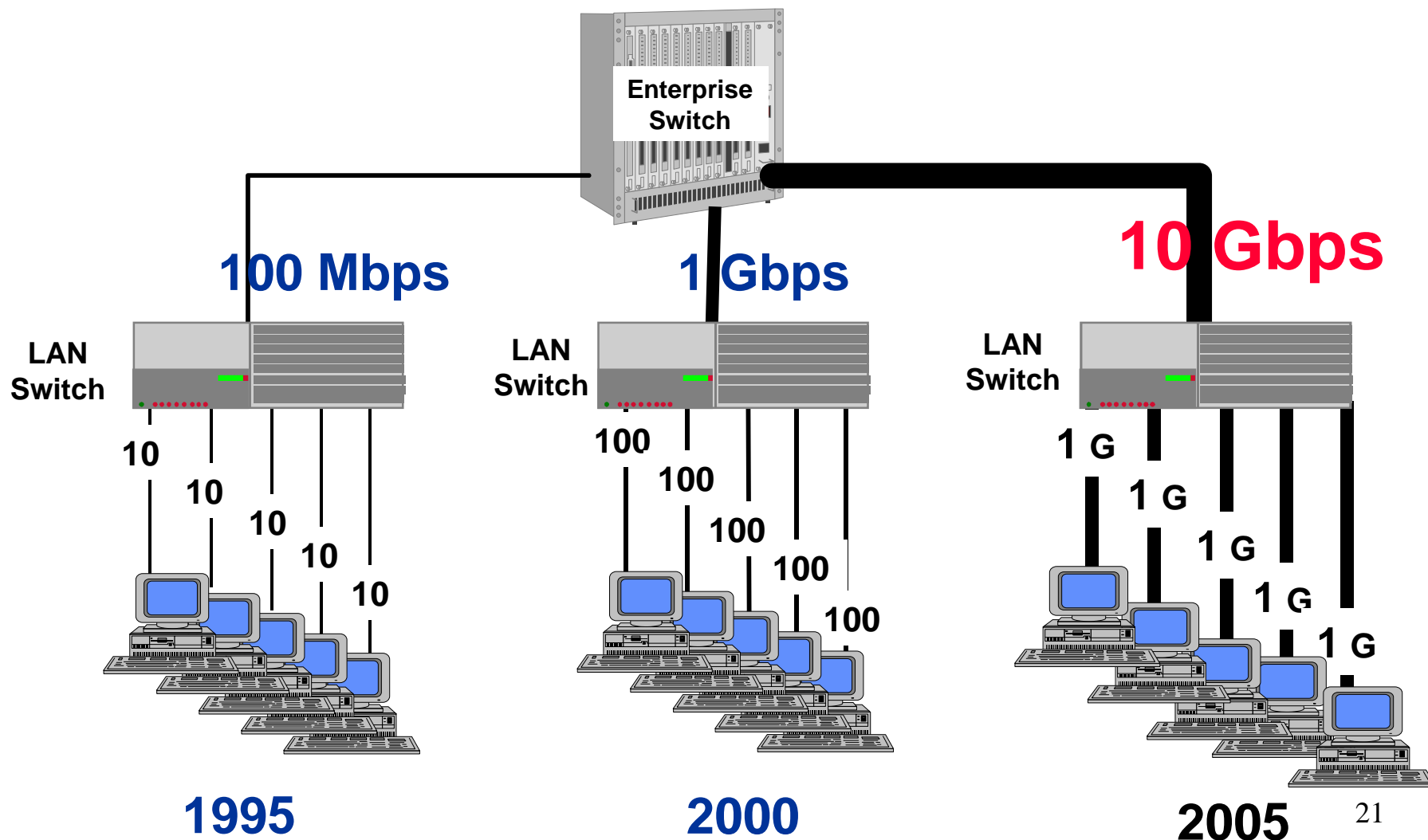
- ó Emite luz como o LED

- ó Utiliza janela à 850 e 1310 nm

- ó Bem mais barato

Transmissão em Fibra Óptica

Arquitetura de Í Switched LAN



Transmissão em Fibra Óptica

Acessórios Ópticos



Emenda Mecânica



Kit Emenda Mecânica



Distribuidor Óptico



Terminador Óptico

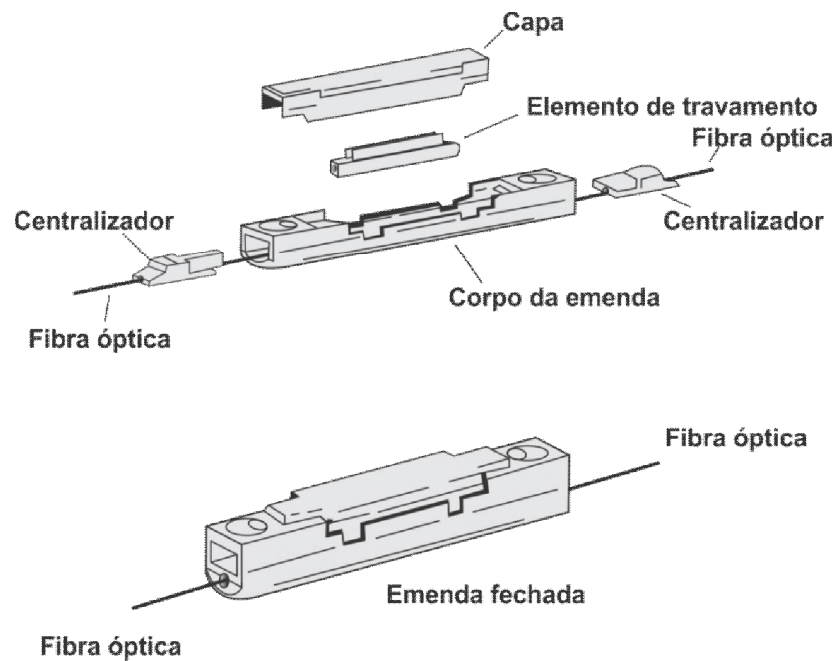


Cordões e Conectores Ópticos

Transmissão em Fibra Óptica



Emenda Mecânica



Transmissão em Fibra Óptica

Conectores Ópticos



Multimodo (MM)	Monomodo (SM)
ST / SC / LC / FC / MTRJ / ESCOM	SC / LC / FC / E2000 / HMS



ESCOM - MM



FC - MM



LC - MM



MTRJ - MM



SC - MM



ST - MM



SMA - MM



FC(PC) - SM



LC(PC) - SM



SC(PC) - SM



ST - SM



E2000(APC) - SM



FC(APC) - SM



LC(APC) - SM



SC(APC) - SM



HMS - SM

Transmissão em Fibra Óptica

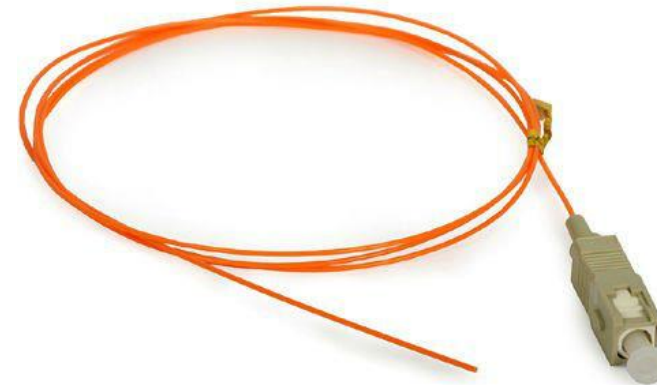


Acopladores Ópticos



Transmissão em Fibra Óptica

Cordão Óptico e PigTail

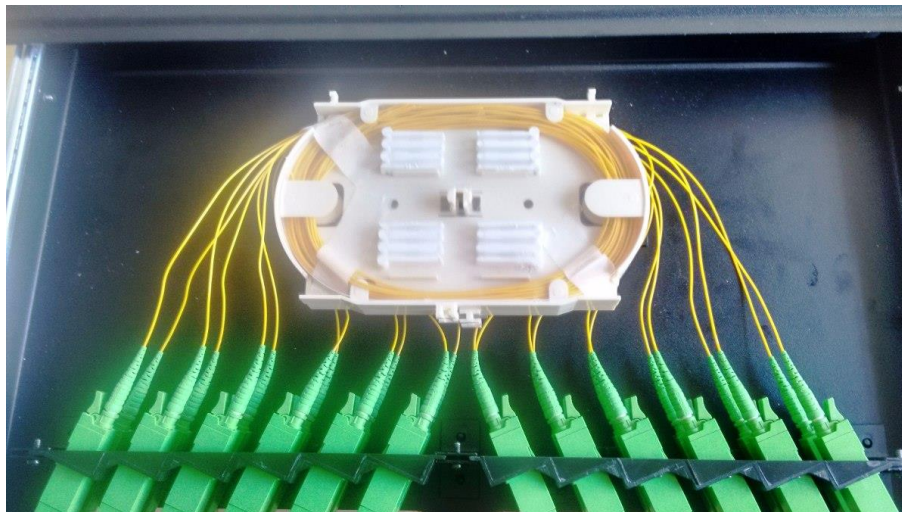


Transmissão em Fibra Óptica

Distribuidor Óptico



Distribuidor óptico
com acopladores



Transmissão em Fibra Óptica

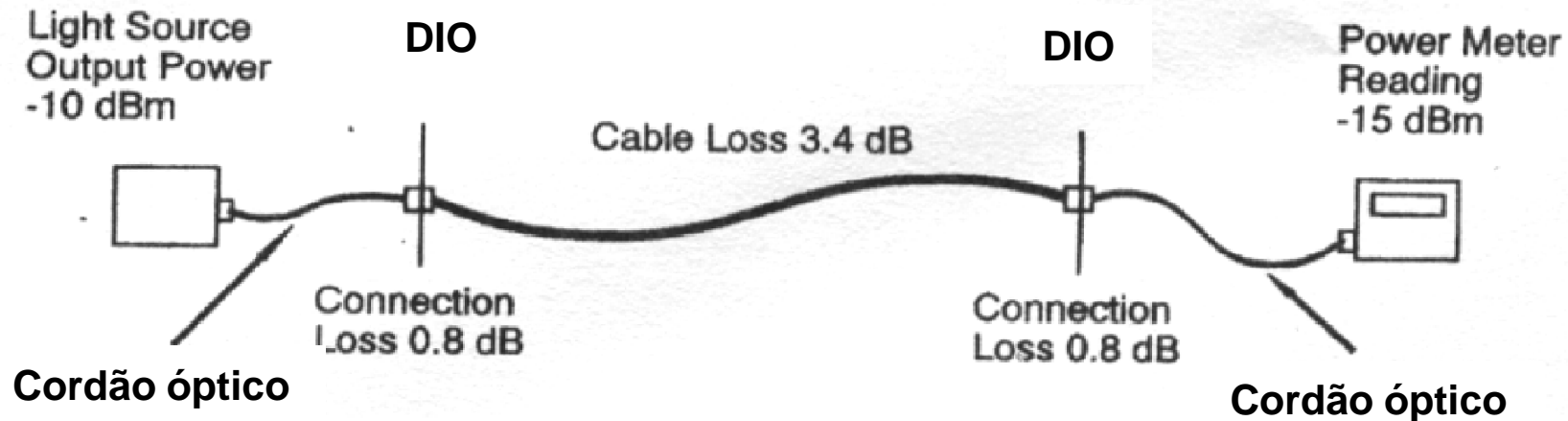
Terminadores Ópticos



Terminadores ópticos
Ligação com Pigtail



Cálculo do enlace Óptico



$$P_{\text{dbm}} = 10 \log_{10} (P/1\text{mW})$$

Onde:

P_{dbm} é a potência em dbm

P é a potência em Watts.

Qual é a potência recebida no extremo oposto?

Perda óptica total da ligação = 3,4 dB + 0,8 dB + 0,8 dB = (- 5,0 dB)

Potência recebida (dB) = Potência da Fonte (dB) . Perdas no enlace (dB)