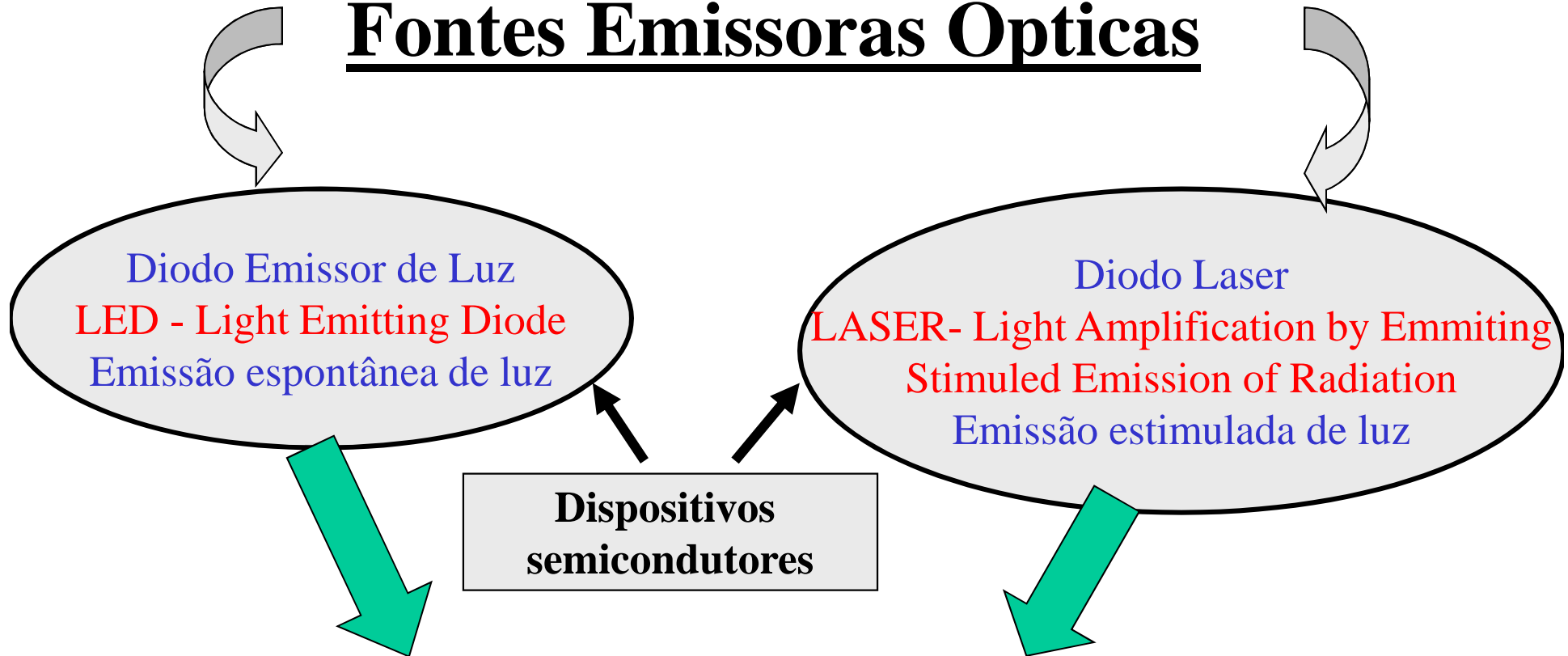


Fontes Emisoras Ópticas



Propriedades importantes das fontes para sistemas de transmissão

- Potência óptica
- Largura espectral
- Velocidade de modulação
- Custo e Confiabilidade
- Comprimento de onda de emissão
- Perdas de acoplamento

LED

- *Light Emitter Diode* - Diodo Emissor de Luz;
- Junção P-N que, quando energizada, emite luz;



- Em qualquer junção P-N polarizada diretamente, ocorrem recombinações de lacunas e elétrons. Essas recombinações exigem que a energia possuída por esses elétrons, que até então eram livres, seja liberada. Em diodos normais, essa energia é liberada na forma de calor.

LED nas Comunicações Ópticas

- São usados quase sempre com fibras multimodo;
- Baixo Custo
- Na janela de transmissão de 850 nm;
- Em sistemas com uma taxa de transmissão relativamente pequena – 155 Mbps;
- EX: FOLANs – *Fiber Optic Local Area Networks*.

Vantagens e Desvantagens do LED

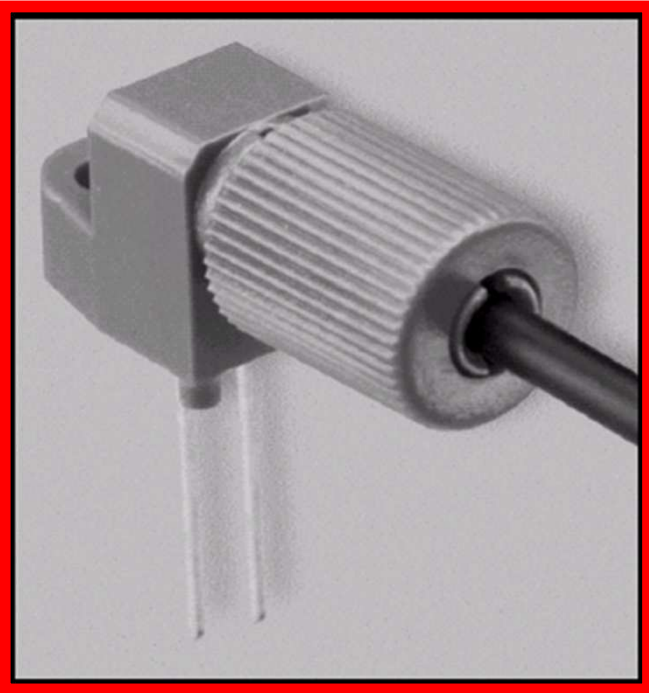
Vantagens:

- Mais simples de serem instalados;
- Circuitos *Drivers* menos complexos;
- Maior tempo de vida;
- Menos sensível a variações nas condições atmosféricas;
- Baixo custo.

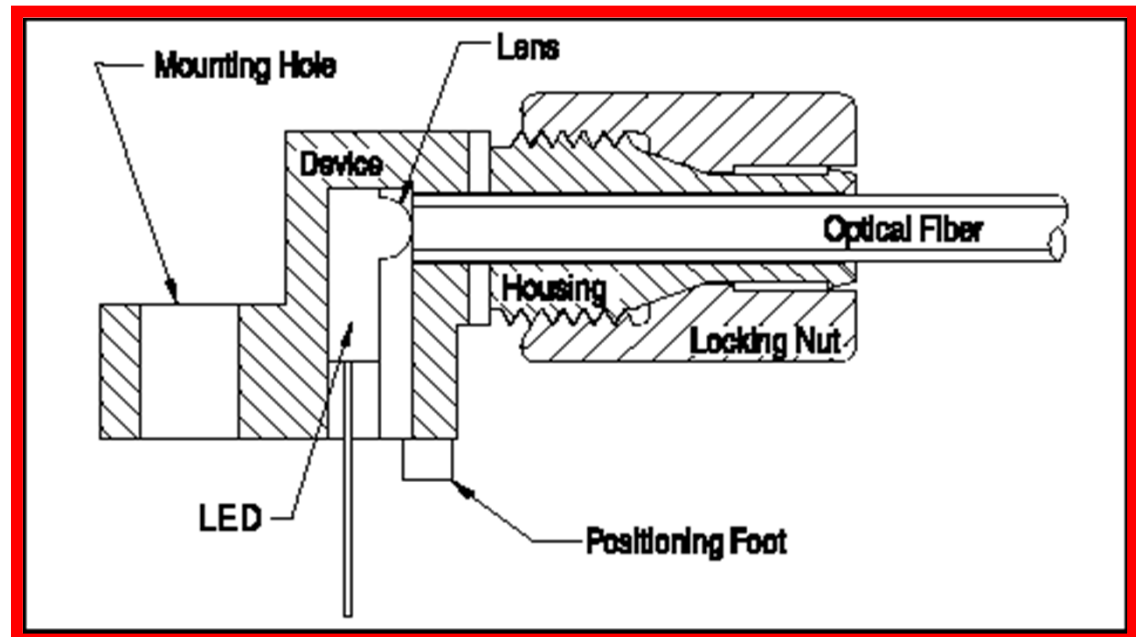
Desvantagens:

- Potência óptica menor (sinal mais fraco);
- Largura do espectro maior;
- Chaveamento mais lento;
- Emissão muito divergente;
- Pequena taxa de transmissão: alguns Mbps – geralmente 155 Mbps; máximo de 622 Mbps.

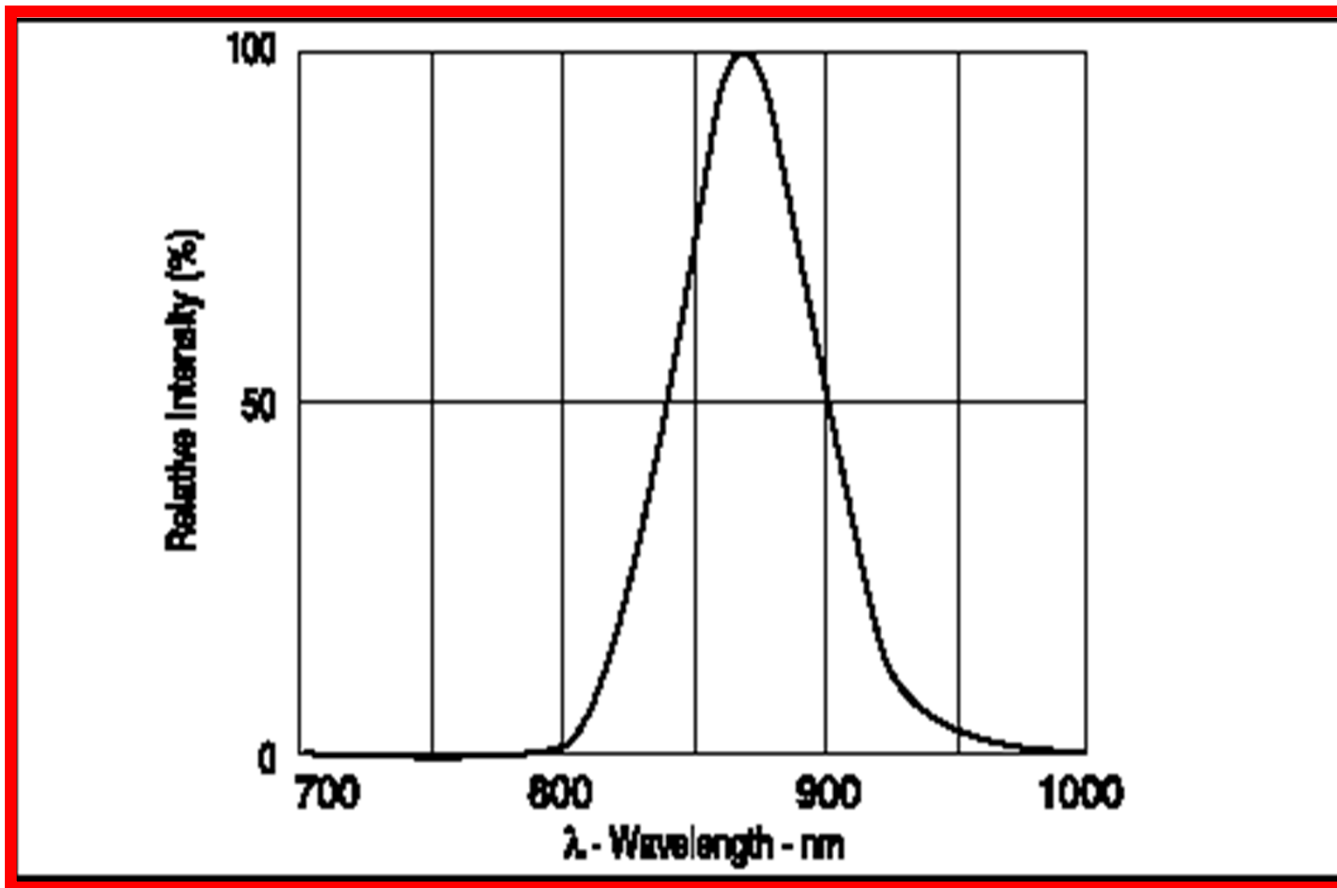
LED para comunicações ópticas



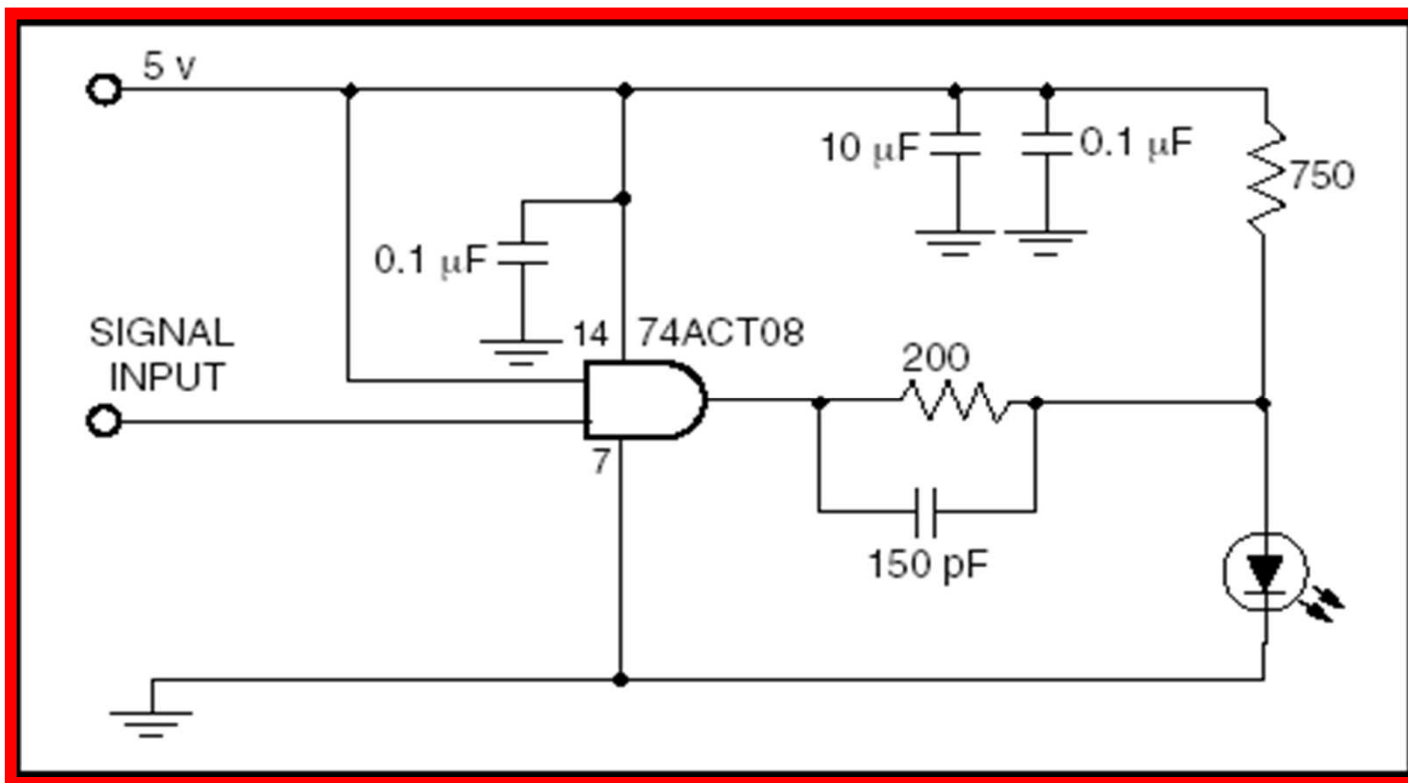
Motorola IF-E91D



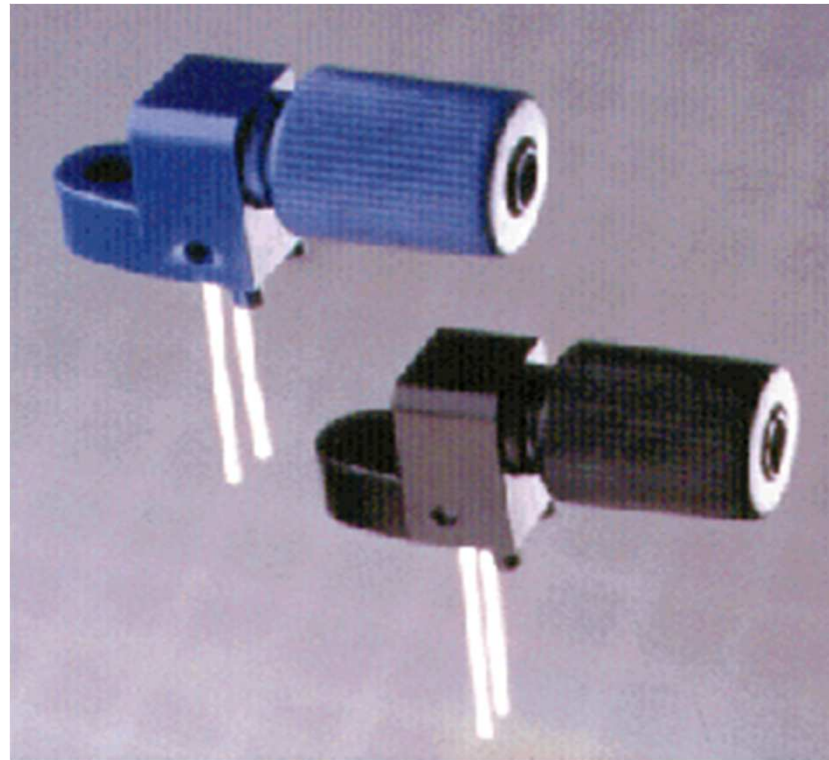
Espectro do LED Motorola IF-E91D



Circuito driver indicado para o LED IF-E91D



Alguns Modelos de LEDs



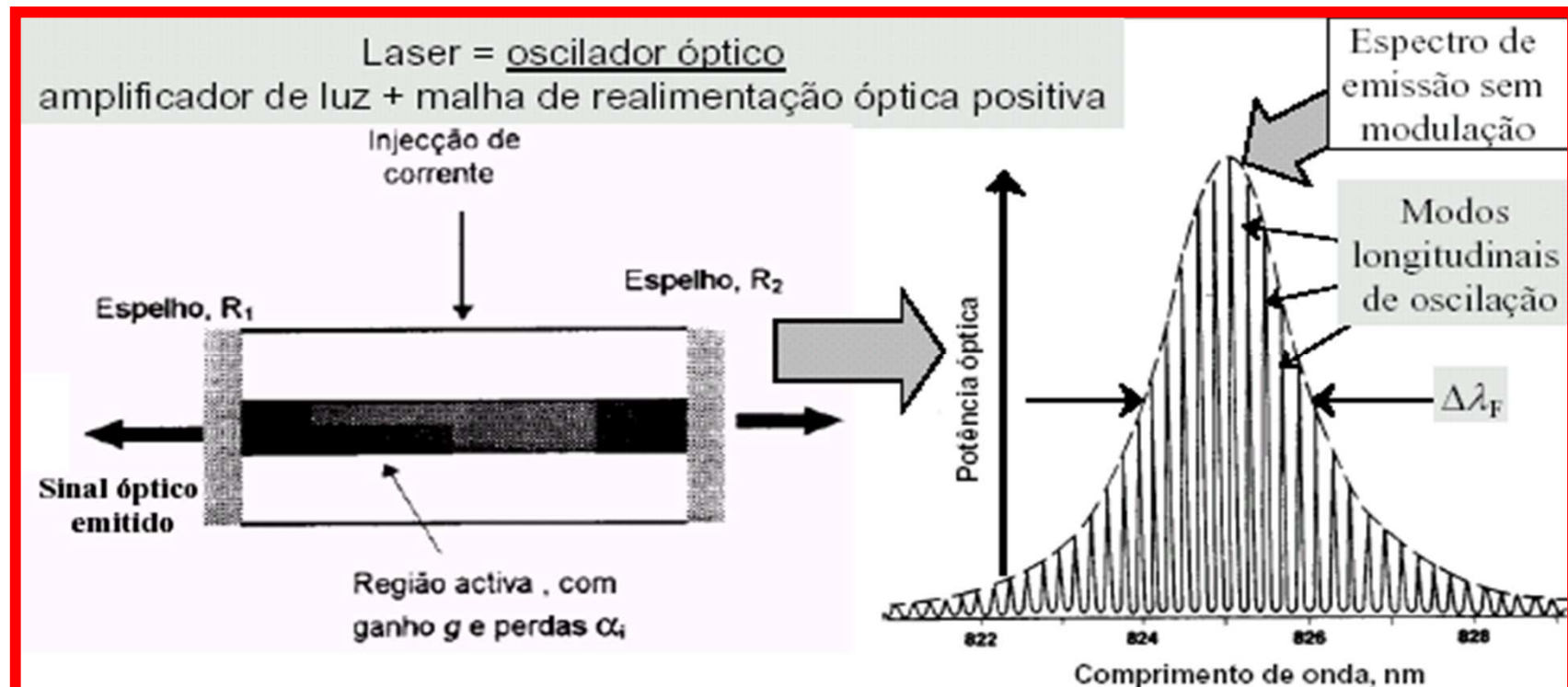
LASER

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

- A luz emitida pelo LASER é altamente direcionada, com pequena divergência, dispersão (espalhamento da luz).
- Já no LED, a luz sofre uma dispersão muito maior.
- Essa característica, também importante em fibras ópticas, acarretará um melhor ou pior acoplamento de luz no núcleo da fibra óptica.

LASER

- A principal diferença entre o LED e o LASER é que o diodo LASER possui uma cavidade óptica (Fabry-Perot) que possibilita a realimentação de luz gerada, estimulando a emissão.
- LASER MLM (Fabry-Perot) - de espectro amplo (*MLM = multiple longitudinal mode*)

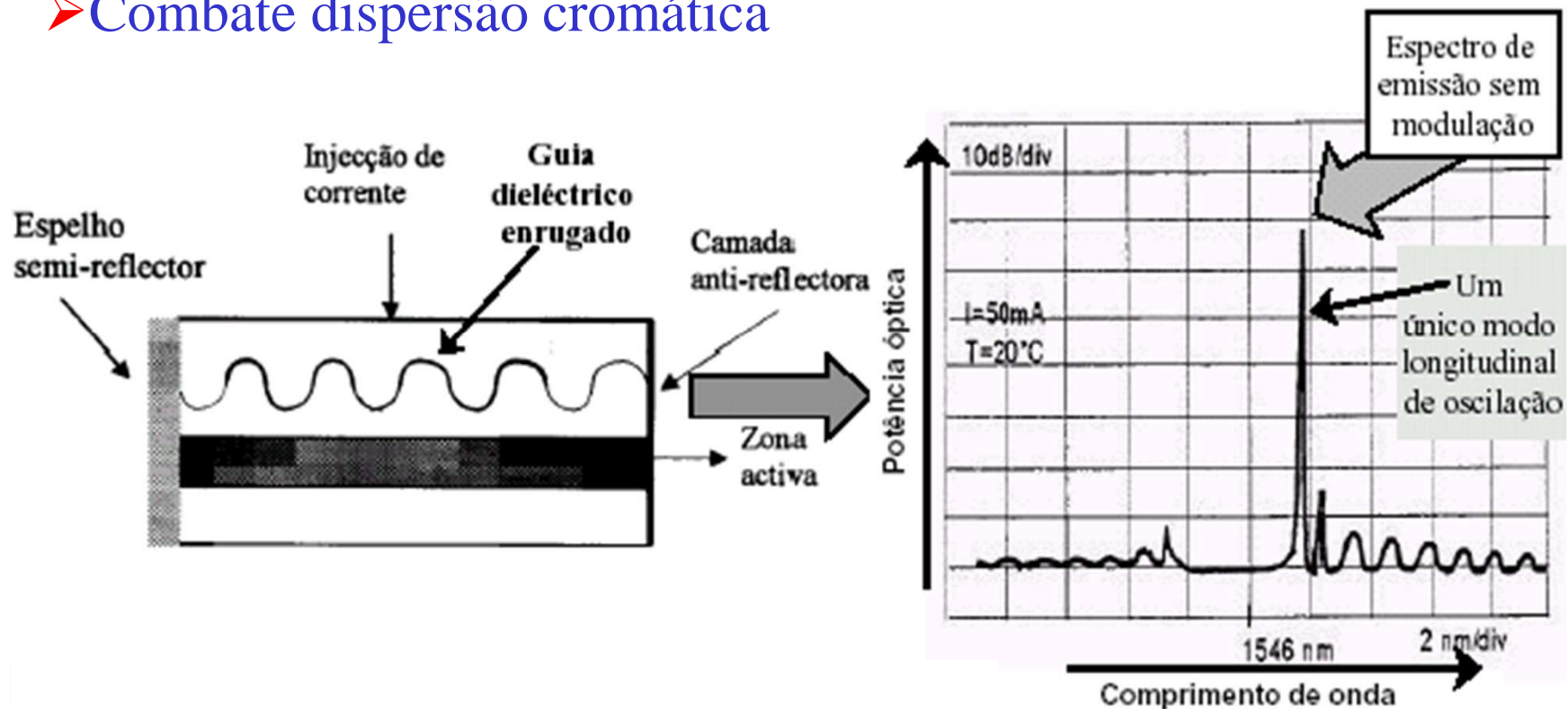


Laser SLM (DFB)

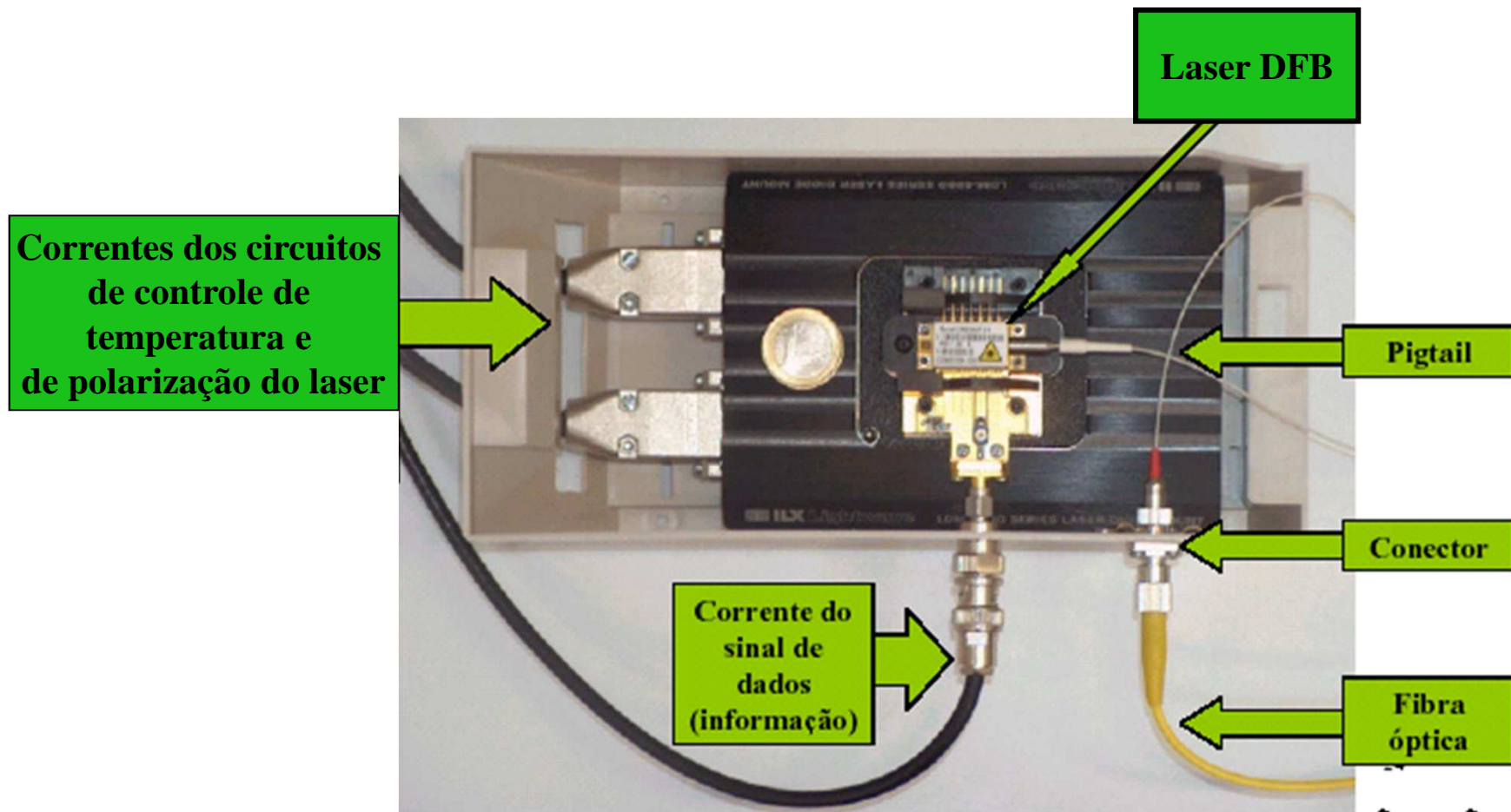
SLM (DFB) - de espectro estreito

SLM = single LM; DFB = distributed feedback

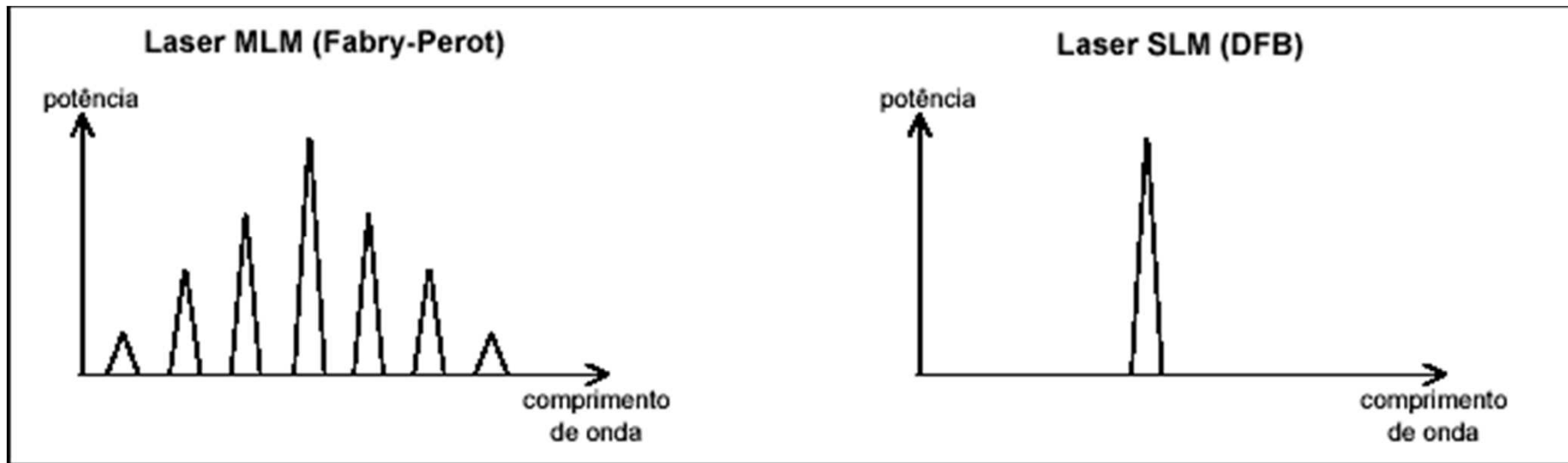
- Este tipo de LASER é utilizado em longas distâncias
- Combate dispersão cromática



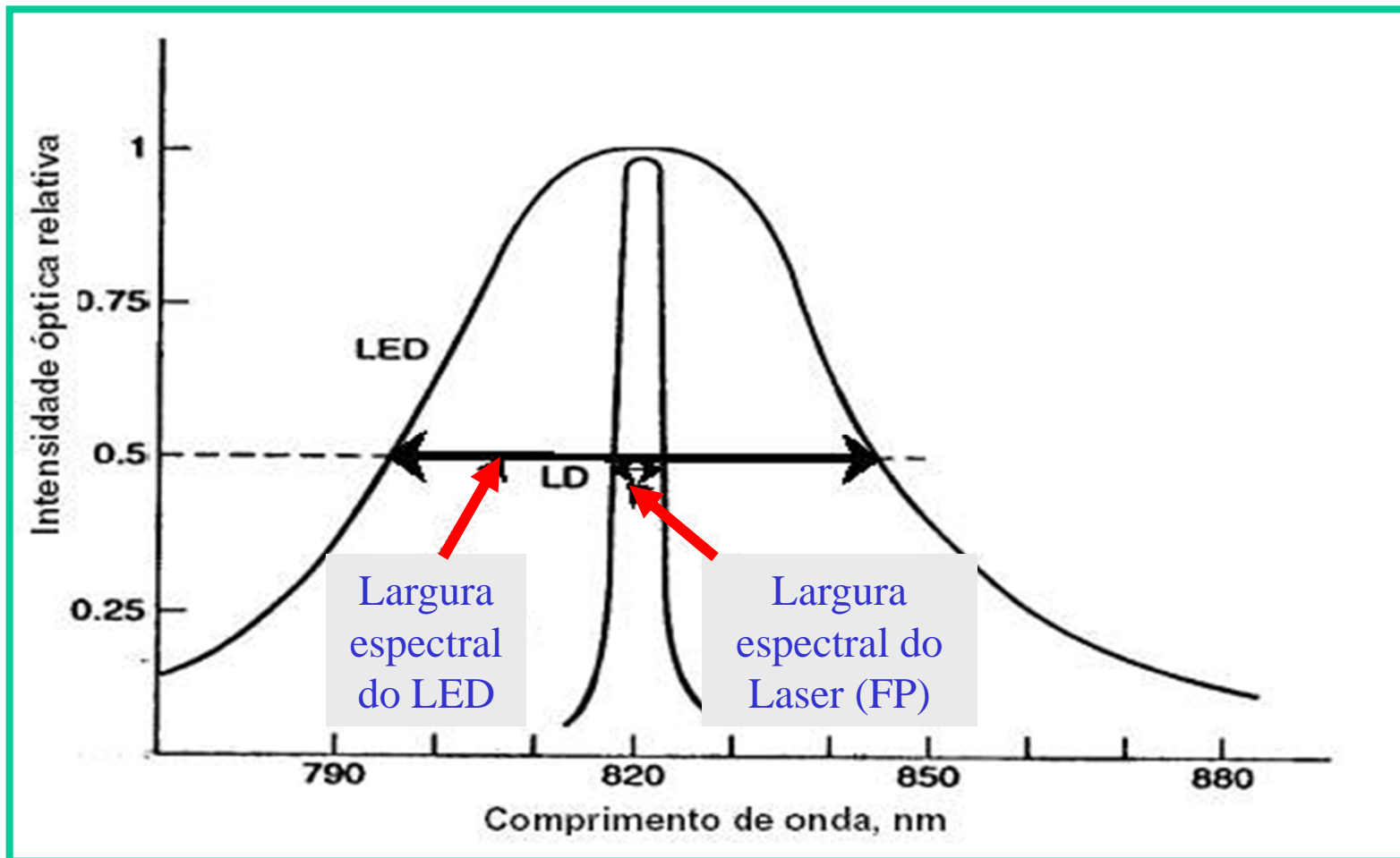
Fonte emissora Óptica Laser (DFB)



Comparação entre LASER (FP) x (DFB)



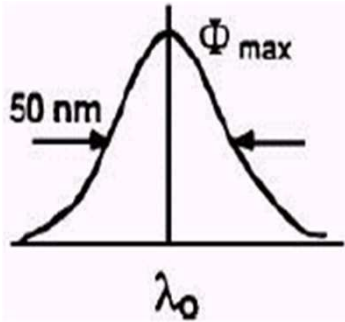
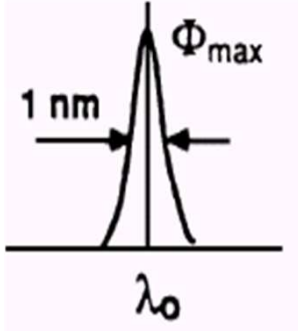
Comparação de espectro LED x LASER



Características LED x LASER

<i>Características</i>	<i>LASER</i>	<i>LED</i>
<i>Potência Óptica</i>	Alta	Baixa
<i>Custo</i>	Alto	Baixo
<i>Utilização</i>	Complexa	Simples
<i>Largura de Espectro</i>	Estreita	Larga
<i>Tempo de vida</i>	Menor	Maior
<i>velocidade</i>	Rápido	Lento
<i>Divergência na Emissão</i>	Menor	Maior
<i>Acoplamento na Fibra</i>	Melhor	Pior
<i>Sensibilidade a temperatura</i>	Maior	Menor

LED x Laser

	LED	LASER (FP)
Potência Óptica	1 mW	5 mW
Tempo de atraso	10 ns	1 ns
Perdas de acoplamento na fibra	10 à 30 dB	6 à 3 dB
Espectro		

Modelos de Fontes Ópticas de LED e LASER

fontes LED e laser

As nossas fontes LED e laser foram concebidas para serem utilizadas juntamente com medidores de potência óptica para medição de perdas em cabos de fibra óptica. Todos os cinco modelos de fontes de luz oferecem uma estabilidade excelente para testar com precisão fibras multimodo a 660, 850 e 1300 nm ou fibras monomodo a 1310 e 1550 nm.

Os modelos OLS 1 são fontes LED de baixo custo destinadas a testar perdas em fibras multimodo. Os modelos de fontes laser OLS 2 e OLS 3 destinam-se a efectuar medições a 1310 nm, a 1550 nm e a duplo comprimento de onda (1310/1550 nm). Os modelos OLS 2 e OLS 3 funcionam tanto no modo de onda contínua (CW) como no modo de modulação a 2 kHz para identificação de fibras, quando utilizados conjuntamente com um identificador de fibra óptica (OFI 200B).

O modelo OLS 5 tem três portas de saída, uma a 850 nm para testar fibras multimodo, outra a 1300 nm para testes multimodo e monomodo, e outra a 1550 para testes monomodo.

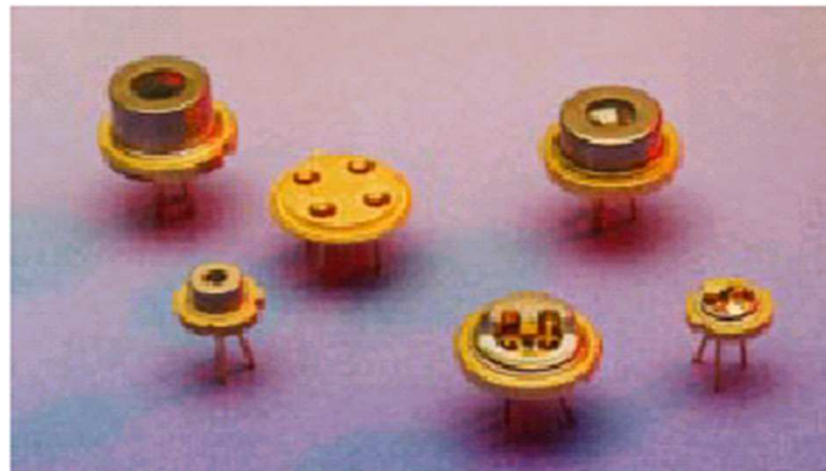
O modelo OLS 6 foi concebido para ser utilizado juntamente com o medidor de potência óptica OPM 6 em testes de duplo comprimento de onda a 850/1300 nm ou 1310/1550 nm.



Fonte Óptica - VCSEL

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

- O VCSEL ou laser de emissão de superfície por cavidade vertical, é o laser do semicondutor que emite luz em um feixe cilíndrico verticalmente a superfície do wafer onde é fabricado é semelhante ao laser tradicional, porém sua emissão de luz é similar ao LED.



Histórico:

- As fibras ópticas multimodo se tornaram muito popular pelo fato de aceitarem como emissor de luz o LED, que permite alta performance (até 622 Mbps em protocolo ATM) e além de ser mais barato que o laser.
- Nos últimos quinze anos os protocolos de transmissão de dados evoluíram rapidamente, depois do 10Mbps Ethernet, surgiram o 100Mbps FDDI, 100 Mbps Fast Ethernet, 155 Mbps ATM, 622 Mbps ATM, Gigabit Ethernet, e atualmente o 10 Gigabit Ethernet .

- Ocorre que em redes com performance de 1 Gbps, o LED já não é uma alternativa aceitável. Lasers com alta capacidade de modulação são necessários para atenderem uma alta taxa de transmissão desta proporção.
- Em função disto, torna-se necessário também a evolução do meio físico utilizado, assim um novo tipo de laser conhecido como VCSEL (Vertical Cavity Surface emitting laser) foi lançado no mercado.
- Este laser (VCSEL) possui uma performance bem parecida com o laser convencional, porém com custos similares aos LEDs.

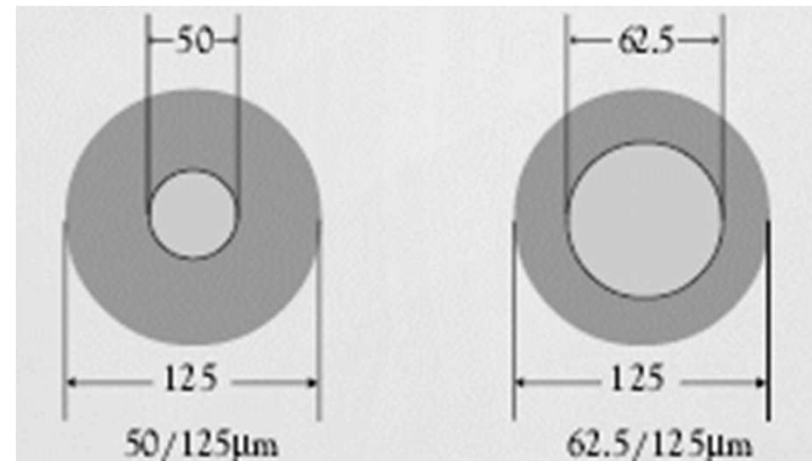
Compatibilidade

- A grande dúvida surge pois praticamente toda a rede instalada utiliza fibra MM 62,5 μ m.
- Como se comportará a fibra MM 50 μ m no sistema atual ???

Resposta:

Como a fibra 50 μ m possui o mesmo diâmetro de casca (125 μ m) que a fibra 62,5 μ m, torna-se viável a utilização das mesmas ferramentas e equipamentos de fusão e medição para os dois tipos de fibra.

A diferença básica entre as fibras 50 μ m e 62,5 μ m é o diâmetro do núcleo das mesmas

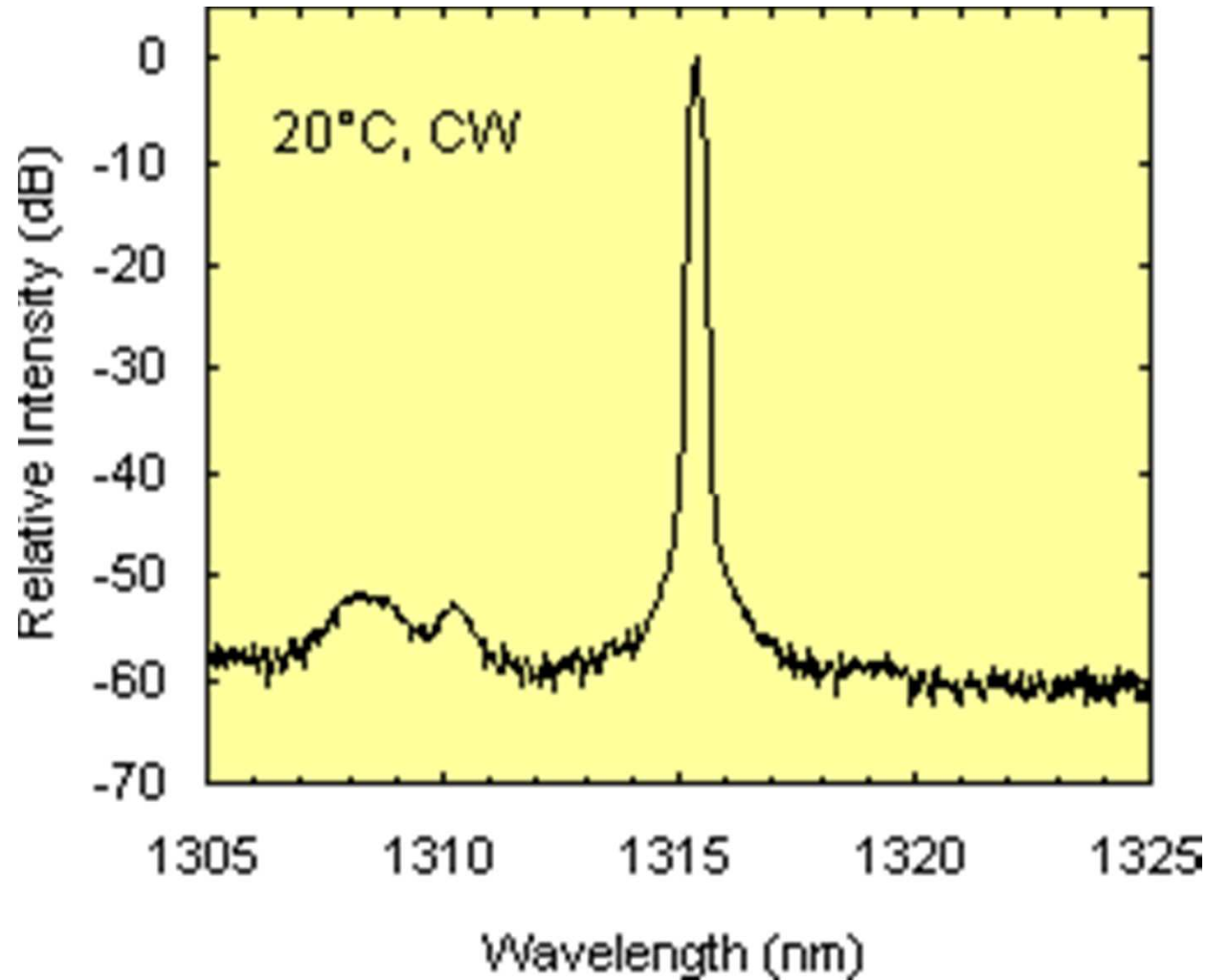


Compatibilidade

- As fibras Multimodo 50mm apresentam como principal vantagem a maior largura de banda, possibilitando comprimentos maiores de links
- Em sistemas com VCSEL, onde o “spot size” (diâmetro do feixe luminoso) é muito menor que o núcleo das fibras (figura 3), a transição entre fibras de diferentes diâmetros de núcleo não se torna um fator crítico.



Spectro de Single-Mode do VCSEL em 1.3 μ m



Características VCSEL

- Similar ao laser tradicional, porém...
- Emite luz de forma similar ao LED
- Trabalha com comprimento de 850 nm, 1310 nm e 1550 nm
- Igualmente rápido como o Fabry-Perot
- Custo mais acessível que o Fabry-Perot
- Utilizado em fibra SM e MM

VCSEL

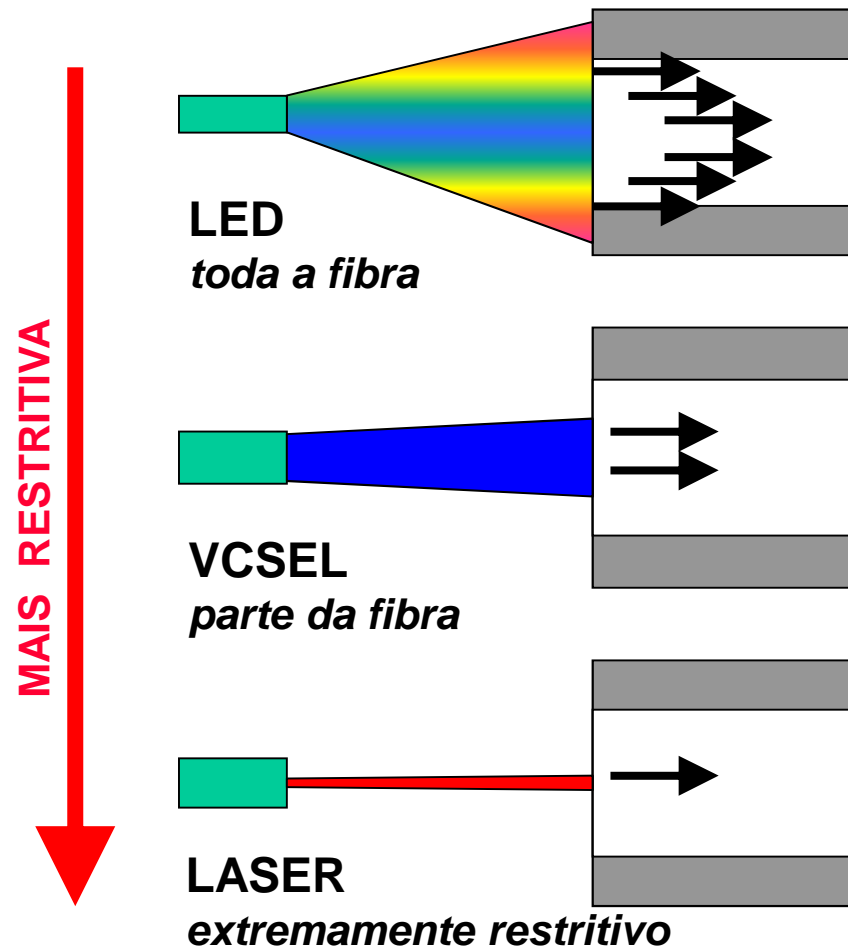
VANTAGENS

- Baixo custo;
- Consumo de potência baixo;
- Velocidade elevada na transmissão;
- Eficiência no acoplamento nas fibras;
- Fácil empacotamento ;
- Os feixes circulares e baixos na saída do divergente eliminam a necessidade de correção no sistema óptico;
- Fácil de testar.

DESVANTAGENS

- Grande resistência ôhmica que se encontra na corrente que é inserida;
- Necessita de resfriamento devido a condução do aquecimento que nele é criado;
- Requer espelhos altamente reflexivos e eficientes, o que dificulta a dissipação do calor criado,
- Dificuldade de trabalhar em lugares com temperatura elevada.

Largura de feixe para LED , VCSEL e LASER



Detectores Ópticos

Os detectores ópticos são usados na extremidade da fibra conectada ao receptor, sendo dispositivos que convertem os sinais luminosos aplicados em corrente elétrica

Esta corrente é então amplificada e passada através de um dispositivo comparador que verifica a presença ou ausência de níveis de corrente - bits “ 0 ” e “ 1 ”

Basicamente existem 2 tipos que são mais utilizados:

- Fotodetector PIN
- Fotodetector APD

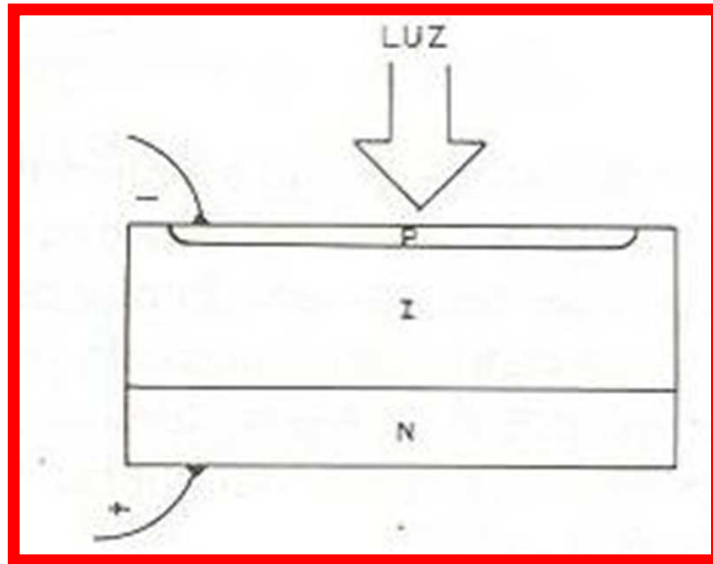
Detectores Ópticos

Devem possuir as seguintes características:

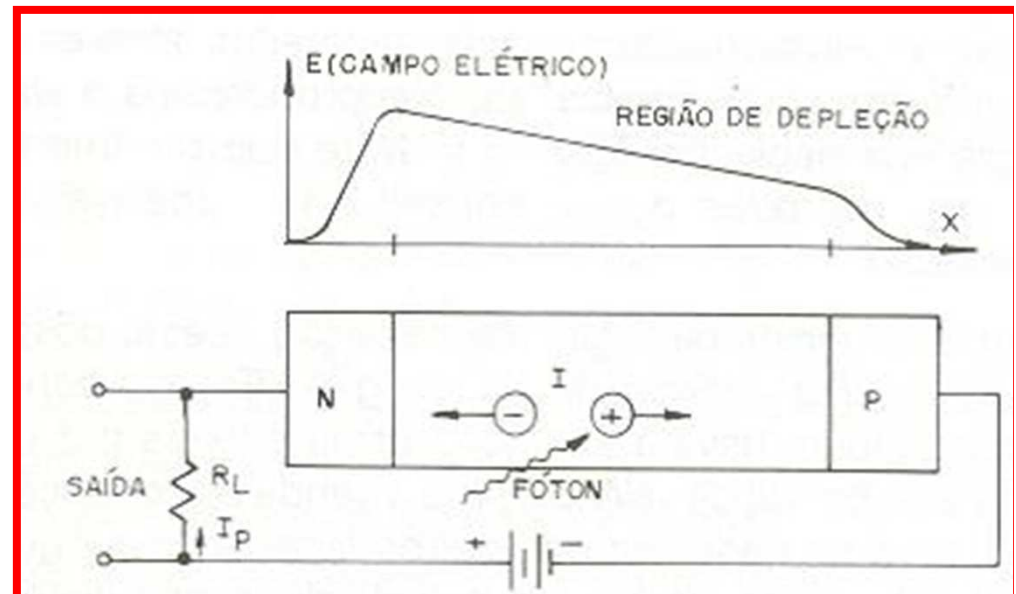
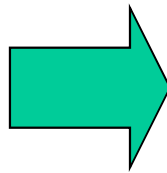
- Boa sensibilidade: essencial para enlaces longos;
- Ruído interno baixo: para obter uma baixa taxa de erro de transmissão;
- Tempo de resposta deve ser pequeno: se a velocidade de transmissão for elevada
- Necessário possuir boa linearidade se o sinal transmitido for analógico

Fotodetector PIN

PIN - (Positive - Intrinsic - Negative)



Todos os Fotodetectores para converter luz em corrente elétrica tem que estarem polarizados de forma reversa



Características e aplicações do Fotodetector PIN

Independente do tipo de fibra os detectores PIN geralmente operam na região entre 850 a 1310 μm

➤ Vantagens:

- Mais robusto que os detectores APD ;
- Tecnologia e aplicação menos dispendiosa ;
- Menos material semicondutor ;
- Vida útil maior que os demais detectores

➤ Desvantagens:

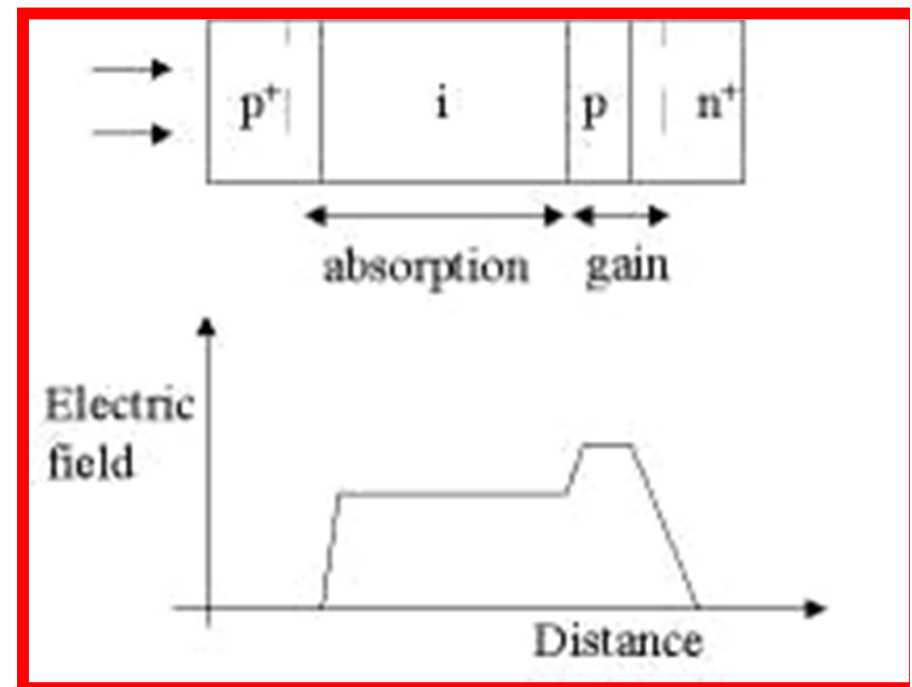
- Poder de detecção de sinais de baixa potência menos que os detectores APD ;
- Tempo de resposta menor que os demais detectores ;
- A relação sinal / ruído desfavorece este tipo de detector

Fotodetectores APD

APD - “Avalanche Phodiode”

Funcionamento:

Os fotodetectores APD são fotodetectores que combinam a detecção de sinais ópticos com amplificação (ganho) interna da fotocorrente.



Sua principal vantagem é uma elevada relação de sinal-ruído, especialmente a altas taxas de bits.

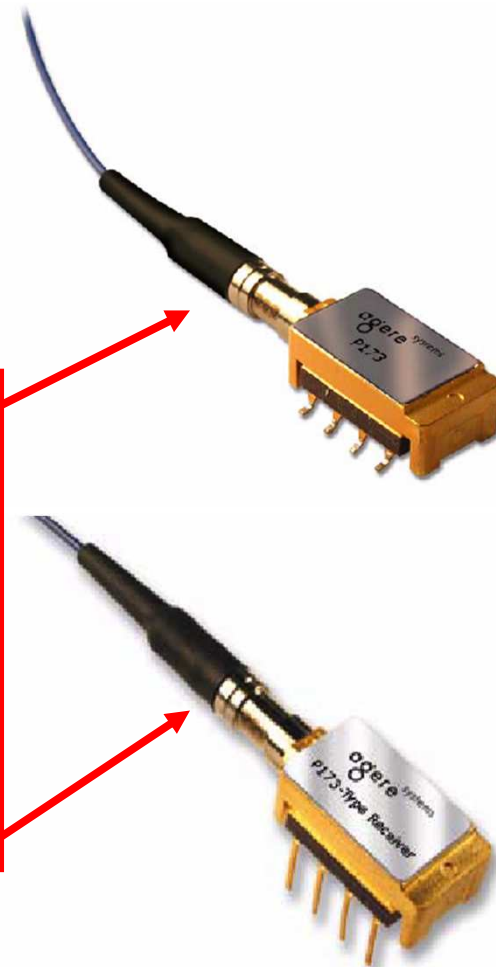
Fotodetector APD

CARACTERÍSTICAS

- Pequena taxa de fótons
- Alta velocidade de resposta
- Alta sensibilidade

Acoplamento utilizando conectores pigtail.

Desenvolvido para grandes taxa de transmissão (2.5 Gb/s) em sistemas de comunicação óptica e ideal para recepção de sistemas SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*).



PIN x APD

CARACTERÍSTICAS	PIN	APD
Sensibilidade	Menor	Muito maior
Linearidade	Maior	Menor
Relação sinal/ruído	Pior	Melhor
Custo	Baixo	Alto
Vida útil	Maior	Menor
Tempo de resposta	Maior	Menor
Variação das características com a variação da temp.	Menor	Maior
Circuitos de polarização	Simples	Complexo

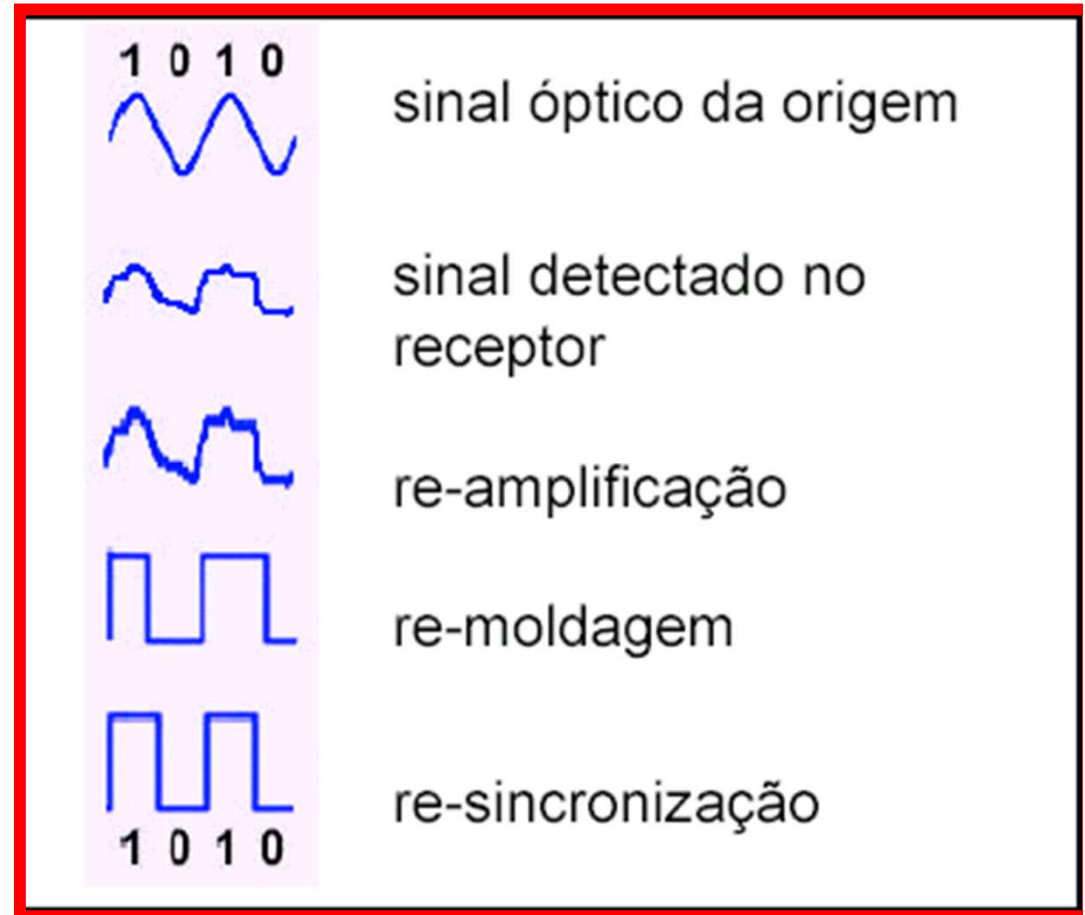
Regeneração do Sinal Óptico

3R - Normalmente requer componentes eletrônicos caros.

- re-amplificação
- re-moldagem
- re-sincronização

1R - pode ser somente óptico.

- re-amplificação



Regeneração 3R

- Neste processo existe a conversão de sinal óptico-elétrico-óptico
- Eletrônica mais complexa
- Custo mais alto

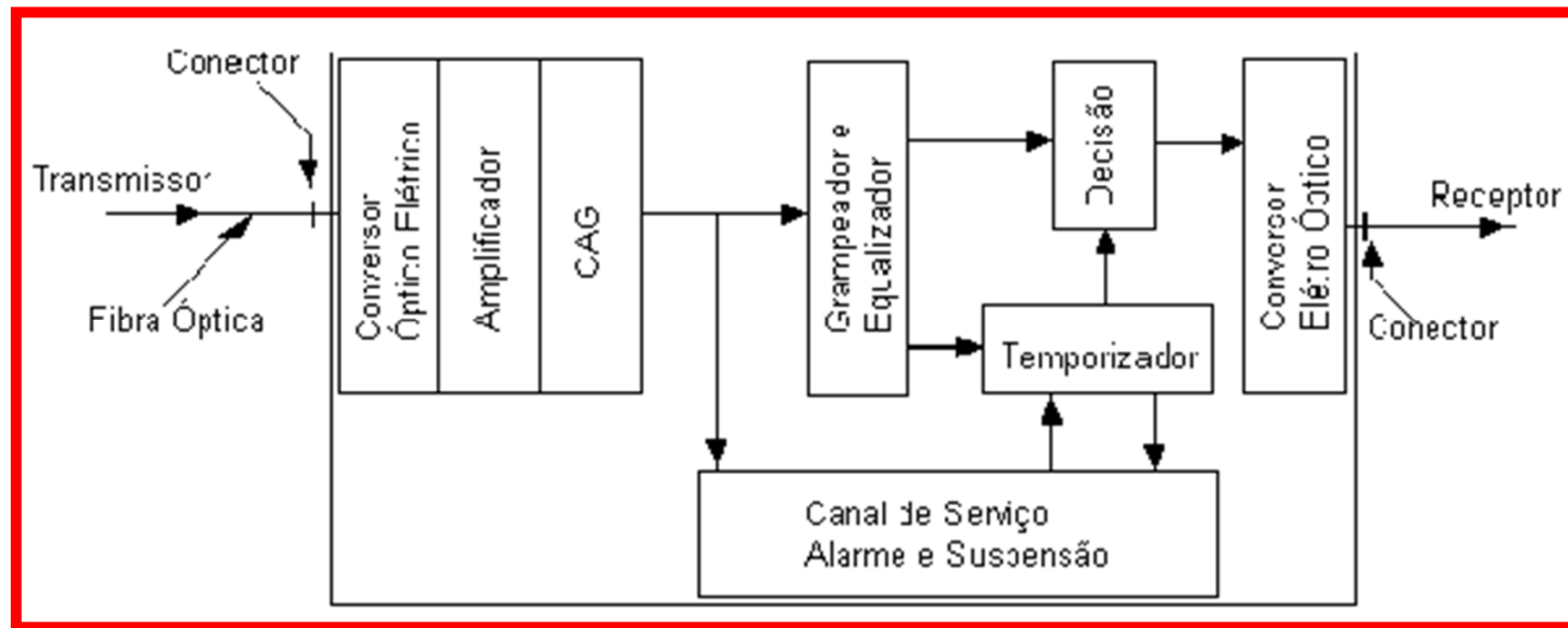
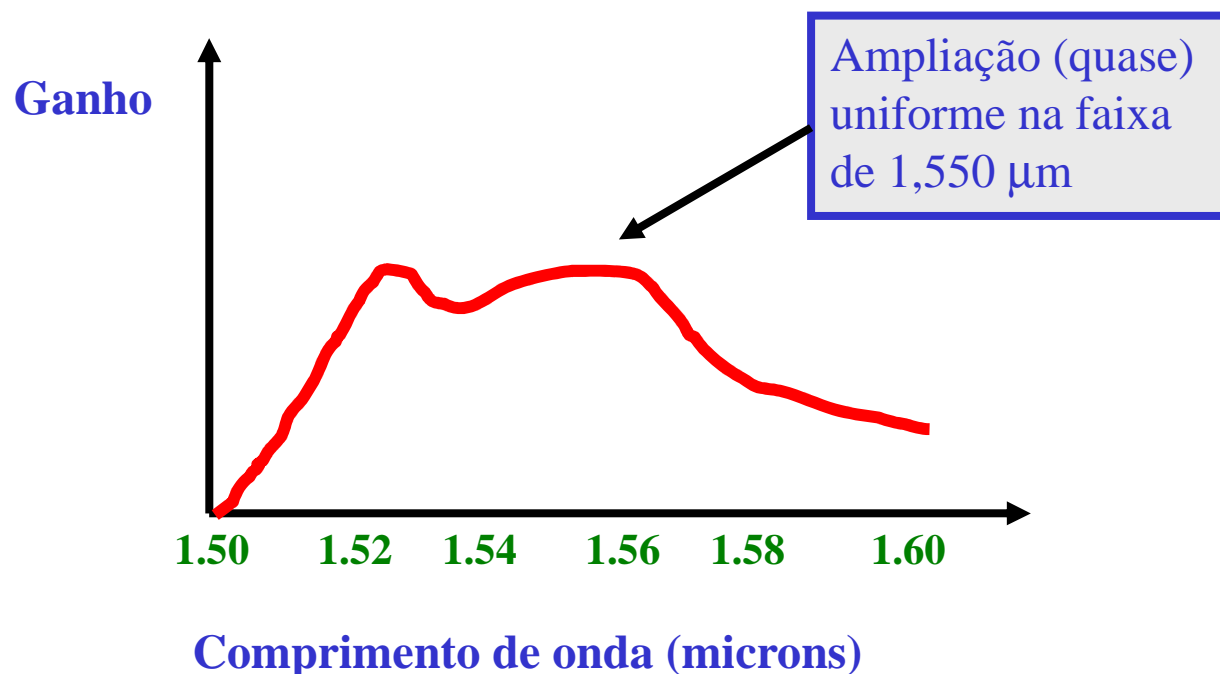


Diagrama de blocos de um repetidor regenerativo

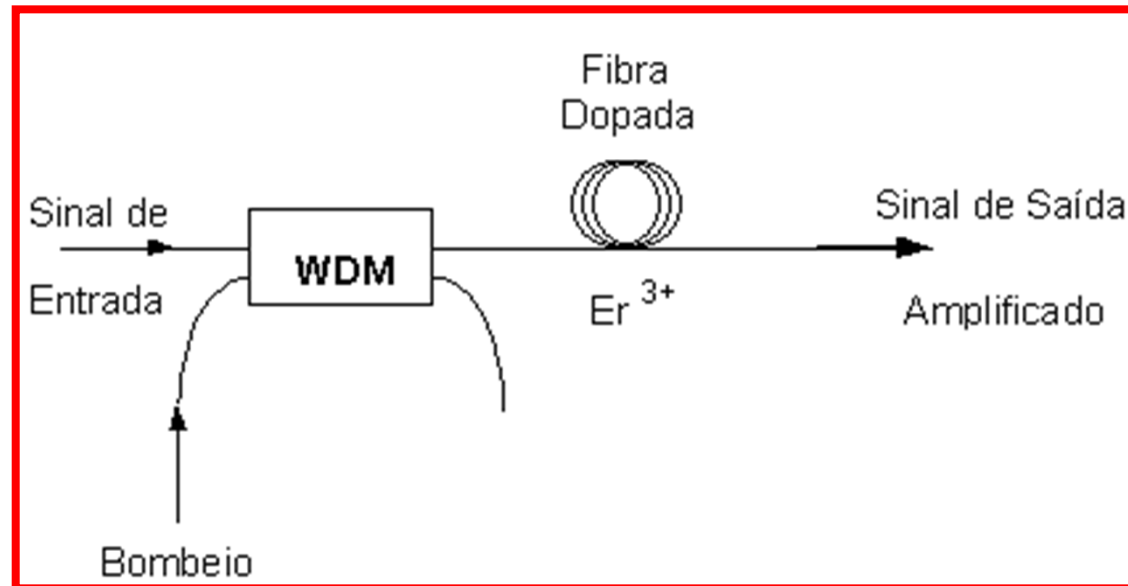
Amplificadores para Fibra Dopada com Érbio - (EDFA)

EDFA foi a grande descoberta dos anos 1990.

EDFA são amplificadores ópticos capazes de amplificar o sinal óptico sem nenhuma conversão eletro-óptica



Amplificadores para Fibra Dopada com Érbio - (EDFA)



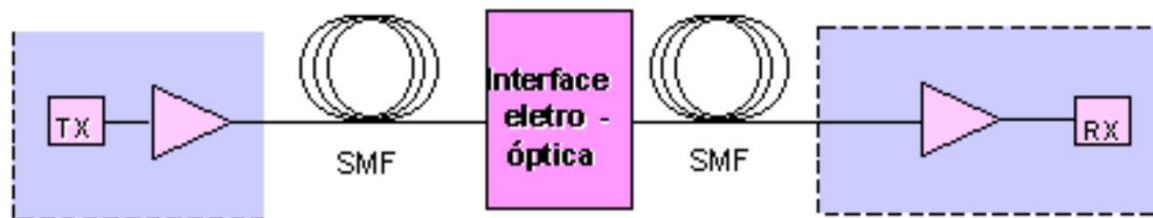
O amplificador dopada com érbio é constituído basicamente por:

- Um laser semiconductor de bombeamento
- Um acoplador (WDM)
- Um trecho limitado de fibra dopada com érbio (FDE)

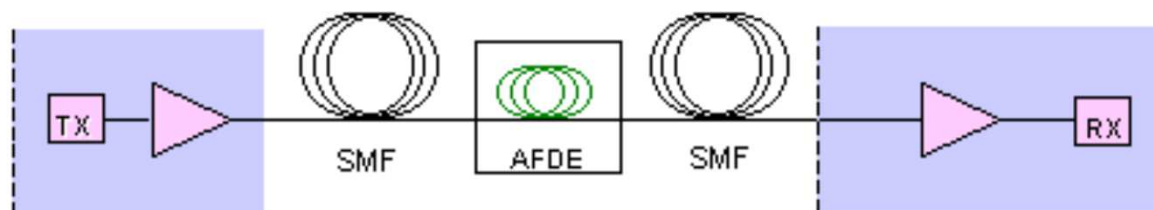
Amplificadores para Fibra Dopada com Érbio - (EDFA)

- Uma das grandes vantagens dos amplificadores ópticos está no fato de um único amplificador poder substituir todo o complexo circuito que compõe um repetidor regenerativo.

Sistemas a Fibra Convencionais



Sistemas com EDFA



Amplificadores para Fibra Dopada com Érbio - (EDFA)

➤ Não usando circuitos regeneradores a consequência imediata é o aumento da velocidade de transmissão, pois os dispositivos semicondutores não respondem a taxas muito elevadas.

➤ Outro ponto importante é que esses amplificadores são transparentes à taxa de bits e pode-se aumentar a taxa de transmissão

Por exemplo: de 155Mbps para 622Mbps, sem que seja necessário alterar o sistema de amplificação. Neste caso, somente os acessos deveriam ser modificados.

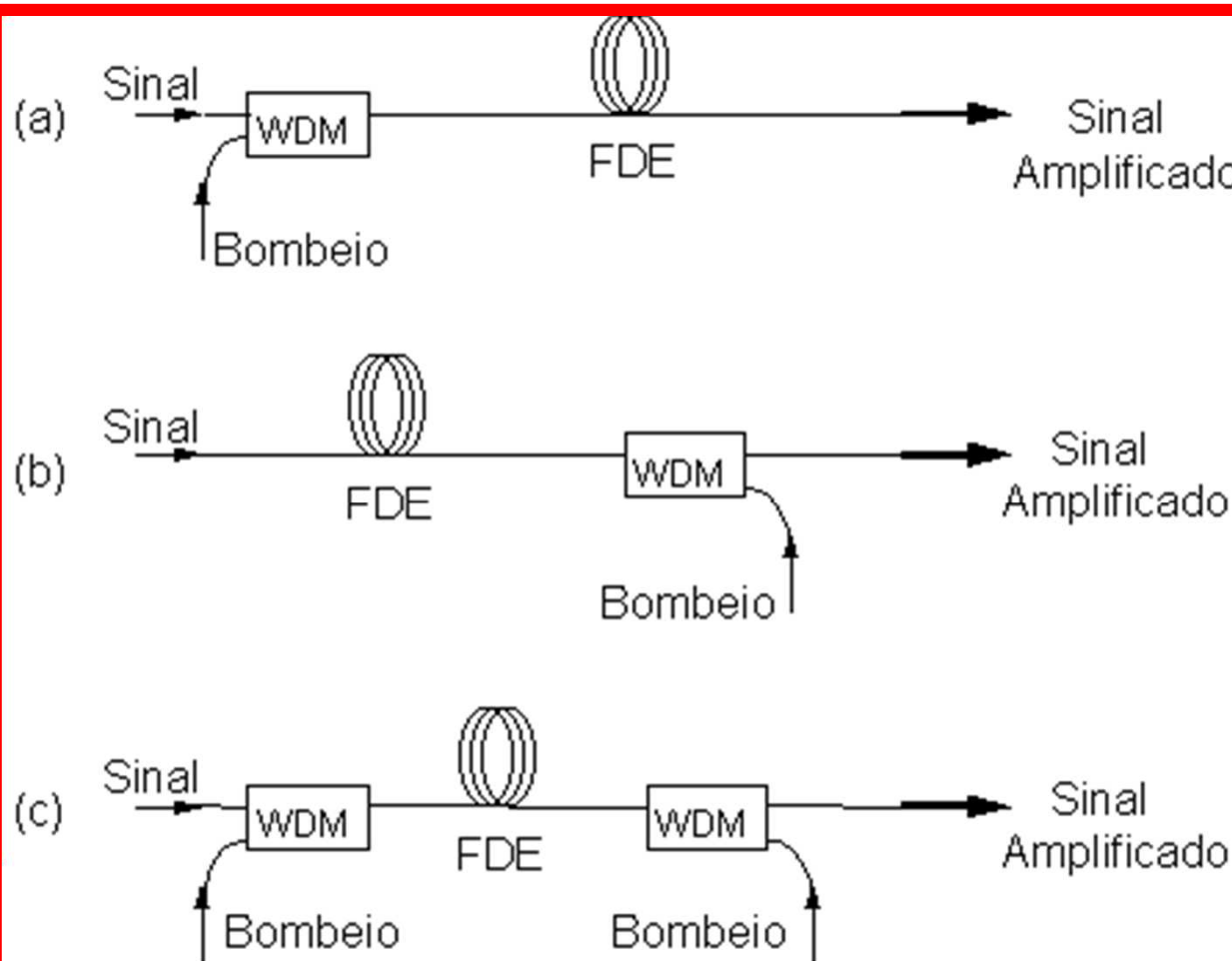
Configurações básicas de bombeamento em um EDFA

Os amplificadores podem ser montados em três configurações básicas de acordo com o sentido de propagação do bombeamento com relação ao sinal:

(a) Co-propagante;

(b) Contrapropagante;

(c) Bidirecional.



Características e Aplicações do EDFA

- Amplificadores Ópticos a Fibra Dopada com Érbio estão gradativamente substituindo os tradicionais repetidores eletrônicos.
- Possuem elevada largura de banda,
- Baixo custo,
- São compactos,
- Pequeno consumo de energia.
- Amplificam o sinal sem a necessidade de componentes eletrônicos;

Características e Aplicações do EDFA

- Podem funcionar como amplificador de potência para aumentar o nível e do sinal de saída do transmissor;
- Como pré-amplificador para aumentar a sensibilidade na recepção do sinal;
- Como amplificador de linha para amplificar o sinal já atenuado ao longo do enlace óptico.
- Podem ser montados em três configurações básicas: co-propagante, contrapropagante ou bidirecional.
- Possuem alto ganho ($>25\text{dB}$),
- Baixa figura de ruído ($\sim 5\text{dB}$) e
- Alta potência de saturação do sinal de saída ($\sim 7\text{dBm}$).