

Aspectos práticos do amplificador de Raman

Índice

[Introdução](#)

[Informações de Apoio](#)

[Tipos comuns de amplificadores de Raman](#)

[Princípio](#)

[Teoria do ganho de Raman](#)

[Origens de ruído](#)

[Informações Relacionadas](#)

Introdução

Este documento descreve os aspectos práticos da aplicação do amplificador de Raman na rede ótica. Facilita Raman compreender para baixo, benefícios dos itis das lista, exigências e aplicativos.

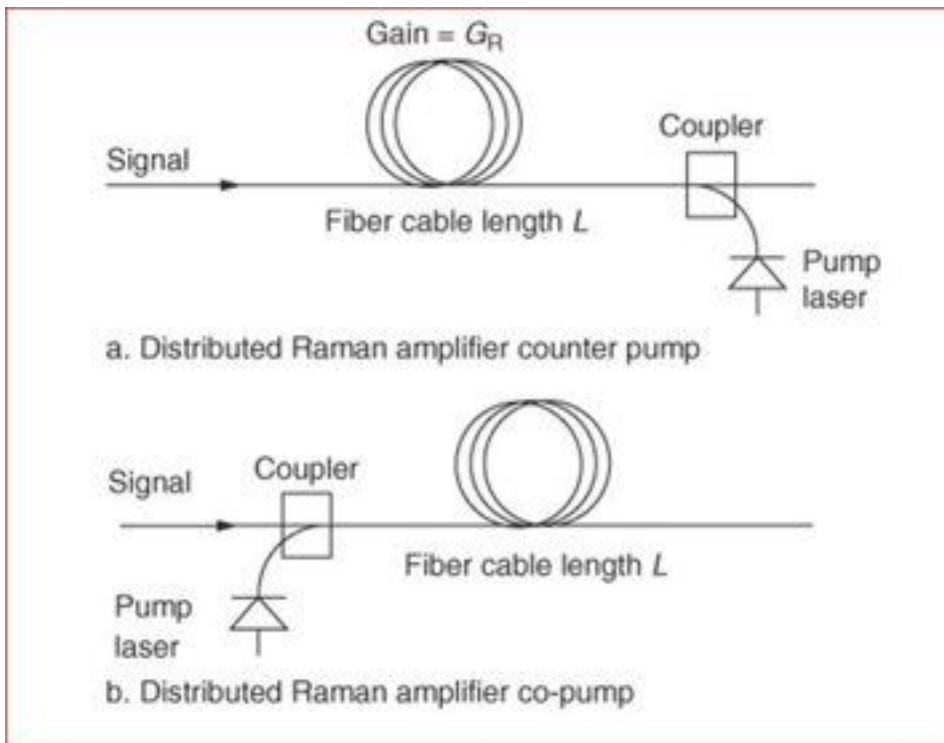
Contribuído por Sanjay Yadav, engenheiro de TAC da Cisco.

Informações de Apoio

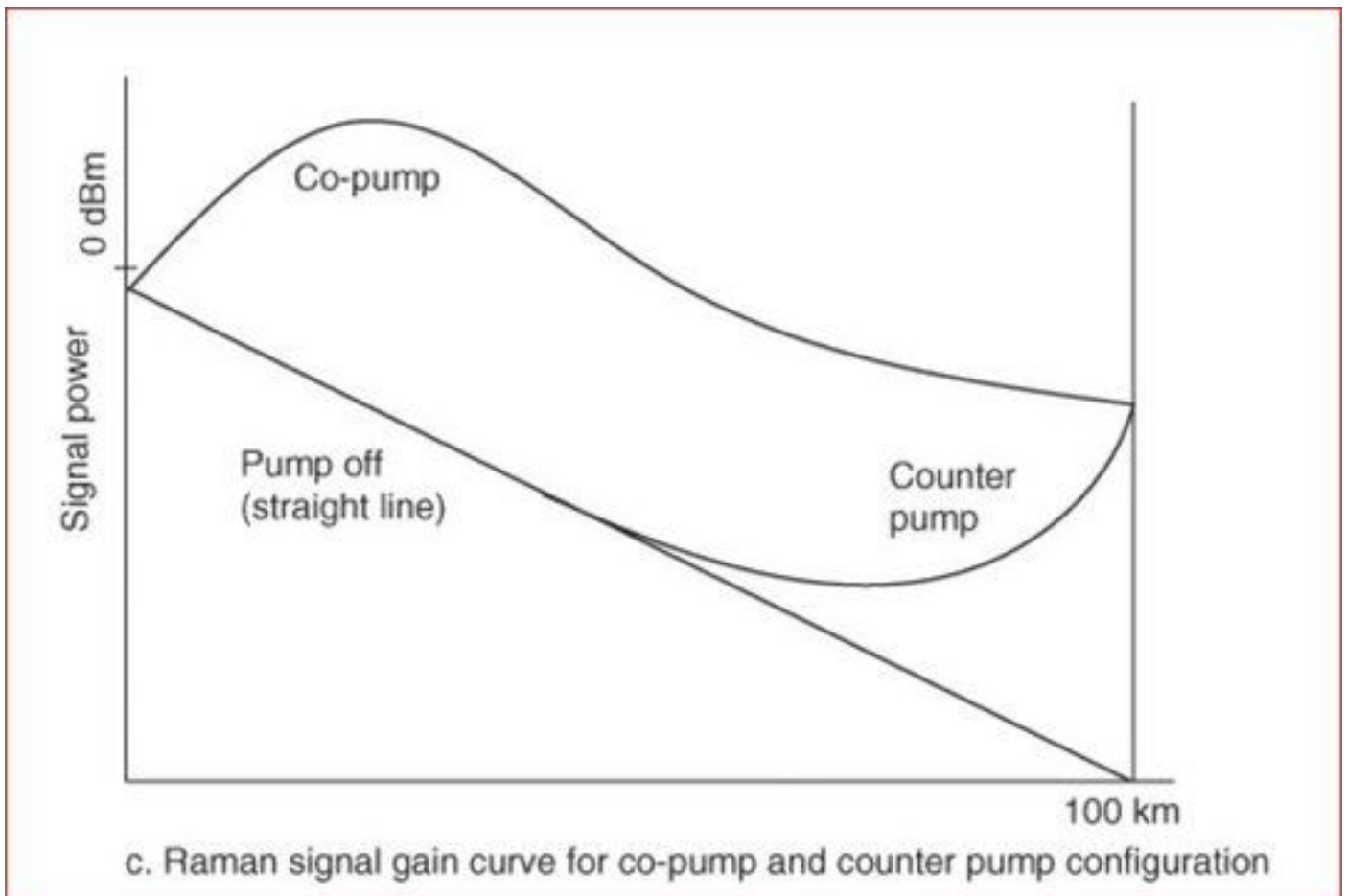
1. O amplificador de Raman é tipicamente muito mais caro e tem menos ganho do que um amplificador lubrificado érbio do amplificador da fibra (EDFA). Conseqüentemente é usado somente para aplicativos da especialidade.
2. As vantagens principal que este amplificador tem sobre o EDFA são que gerenciem muito menos ruído e daqui não degradam o período Ótica para sinalizar a relação de ruído (OSNR) tanto quanto o EDFA.
3. Seu aplicativo comum é nos períodos EDFA onde o ganho adicional é exigido mas o limite OSNR foi alcançado.
4. Adicionar um amplificador de Raman não pôde significativamente afetar OSNR, mas pode fornecer até um ganho de sinal 20dB.
5. Um outro atributo chave é o potencial amplificar toda a faixa da fibra, não apenas a faixa do C como é o argumento para o EDFA. Isto permite amplificadores de Raman impulsionar sinais em faixas O, E, e S (para o aplicativo grosseiro da amplificação da multiplexação da divisão de comprimento de onda (CWDM)).
6. O amplificador funciona no princípio de Raman estimulado que dispersa (SRS), que é um efeito não-linear.
7. Consiste em um pump laser e em um acoplador de alta potência da fibra (circulador Ótica).
8. O media da amplificação é a fibra do período em um tipo distribuído amplificador de Raman (DRACMA).
9. O laser do feedback de Dstributed (DFB) é uma largura de banda espectral estreita que seja usada como um mecanismo de segurança para o cartão de Raman. O DFB envia o pulso para verificar toda a reflexão traseira que existir do comprimento da fibra. Se a reflexão traseira não alta (HBR) é encontrada, Raman começa transmitir.

10. Geralmente HBR é inicial dentro verificada poucos quilômetros de filamento aos primeiros 20 quilômetros. Se HBR é detectado, Raman não trabalhará. Alguma atividade da fibra é precisada depois que você encontra a área do problema através do OTDR.

Tipos comuns de amplificadores de Raman



- O tipo considerado ou discreto amplificador de Raman internamente contém um spool suficientemente longo da fibra onde a amplificação do sinal ocorre.
- O pump laser de DRACMAS é conectado ao período da fibra em uma bomba contrária (bomba reversa) ou em uma co-bomba (bomba dianteira) ou na configuração.
- A configuração contrária da bomba é desde que não resulta dentro excessivamente - potências de sinal altas tipicamente preferidas no início do período da fibra, que pode conduzir às distorções não-lineares segundo as indicações da imagem.



A vantagem das configurações da co-bomba é que produz menos ruído.

Princípio

Enquanto os fótons do pump laser propagam na fibra, colidem e estão absorvidos por moléculas ou por átomos da fibra. Isto excita as moléculas ou os átomos a uns níveis de energia mais altos. Os níveis de energia mais altos não são estados estáveis assim que deterioram rapidamente para abaixar os níveis de energia intermediários que liberam a energia como fóton em todo o sentido em umas mais baixas frequências. Isto é sabido como a dispersão ou Stokes espontâneo de Raman que dispersam e contribui para propagar na fibra.

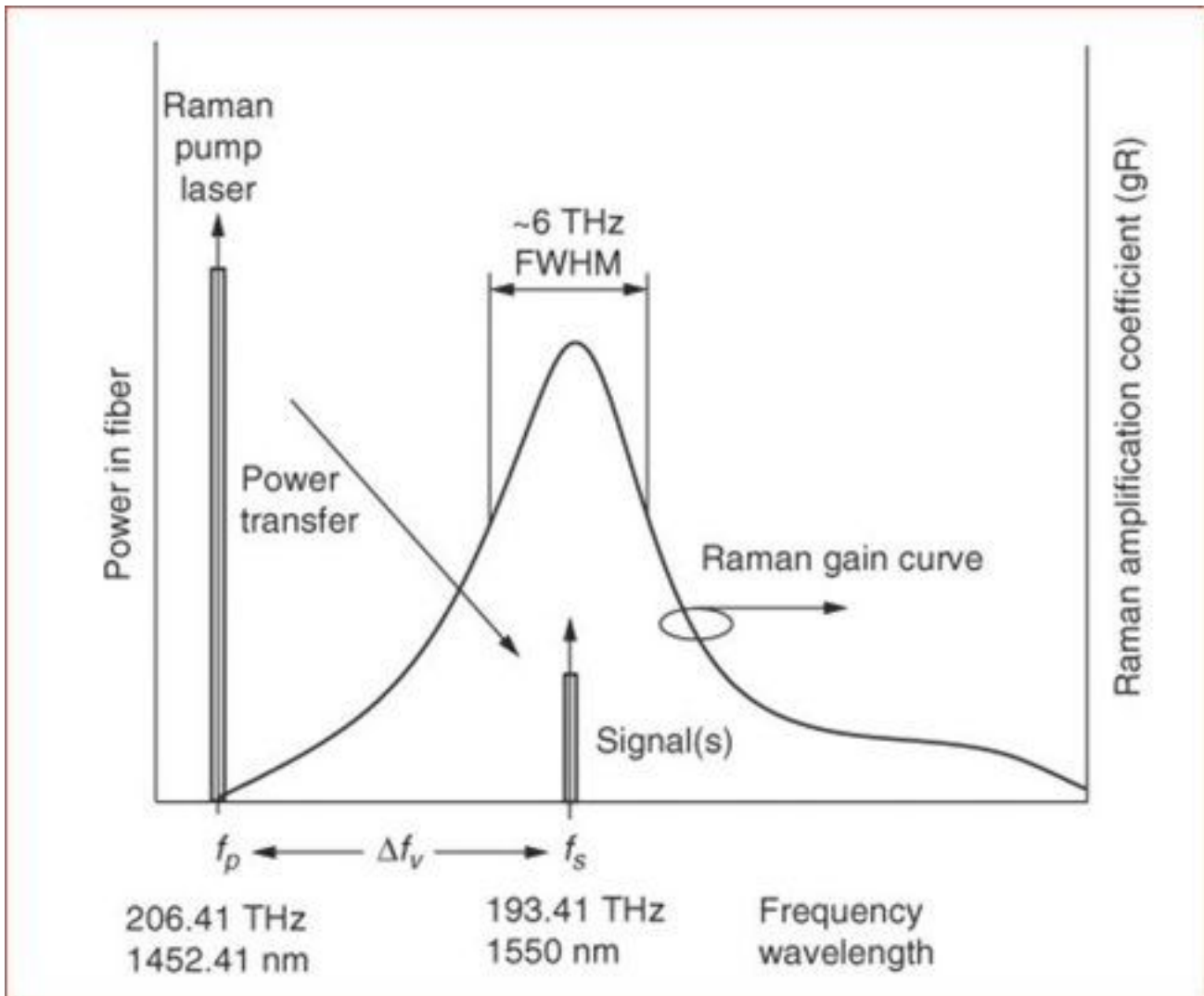
Desde que as moléculas deterioram a um nível intermediário da vibração da energia, a mudança na energia é menos do que a energia recebida inicial na altura da excitação da molécula. Esta mudança na energia do nível entusiasmado a de nível intermediário determina a frequência do fóton desde $\Delta f = \Delta E/h$. Isto está referido enquanto aviva a SHIFT de frequência e determina o ganho de Raman contra a forma e o lugar da curva de frequência. A energia que permanece do de nível intermediário ao rés do chão é dissipada como vibrações moleculares (fonão) na fibra. Desde que existe um amplo intervalo de uns níveis de energia mais altos, a curva do ganho tem uma largura de espectro larga de aproximadamente 30 THz.

Na altura do Raman estimulado que dispersa, a frequência da co-propagação dos fótons do sinal ganha o espectro da curva, e adquire a energia do aviva a onda, essa conduz à amplificação do sinal.

Teoria do ganho de Raman

A largura FWHM da curva do ganho de Raman é sobre 6THz (48 nanômetro) com um pico

aproximadamente 13.2THz sob a frequência da bomba. Este é o espectro útil da amplificação do sinal. Conseqüentemente, a fim amplificar um sinal nos 1550 que o nanômetro varia a frequência do pump laser é exigida ser 13.2THz abaixo da frequência aproximadamente 1452 nanômetro do sinal.



Os pumps laser múltiplos com de lado a lado ganham curvas são usados para alargar a curva total do ganho de Raman.

$$f_p = f_s + \Delta f_v$$

Onde o f_p = a frequência da bomba, THz f_s = frequência do sinal, THz Δf_v = Raman avivam a SHIFT de frequência, THz.

O ganho de Raman é o ganho de sinal líquido distribuído sobre o comprimento eficaz da fibra. É uma função da potência do pump laser, do comprimento eficaz da fibra, e da área da fibra.

Para fibras com uma área eficaz pequena, como na fibra da compensação da dispersão, o ganho de Raman é mais alto. O ganho é igualmente dependente da separação do sinal do comprimento de onda da bomba laser, o ganho de sinal de Raman igualmente é especificado e o campo é

medido como o ganho de ligar/desligar. Isto é definido como a relação da potência do sinal de saída com o pump laser sobre e fora. Na maioria dos casos o ruído de Raman ASE tem o efeito pequeno no valor medido do sinal com o pump laser sobre. Contudo, se há o ruído considerável, que pode ser experiente quando a largura de espectro da medida é grande, a seguir a potência de ruído medida com o sinal é subtraída fora da bomba na potência de sinal a fim obter um valor de ganho de ligar/desligar exato. O ganho de ligar/desligar de Raman é referido frequentemente como o ganho de Raman.

$$G_{R.on/off} = 10 \log \left(\frac{P_s(\text{pump.on,signal.on}) - P_{\text{noise}}(\text{pump.on,signal.off})}{P_s(\text{pump.off,signal.on})} \right)$$

Origens de ruído

O ruído criado em um período de DRACMAS consiste:

- Emissões espontâneas amplificadas (ASE)
- Dispersão dobro de Rayleigh (DR)
- Ruído do pump laser

O ruído ASE é devido à geração do fóton pela dispersão espontânea de Raman.

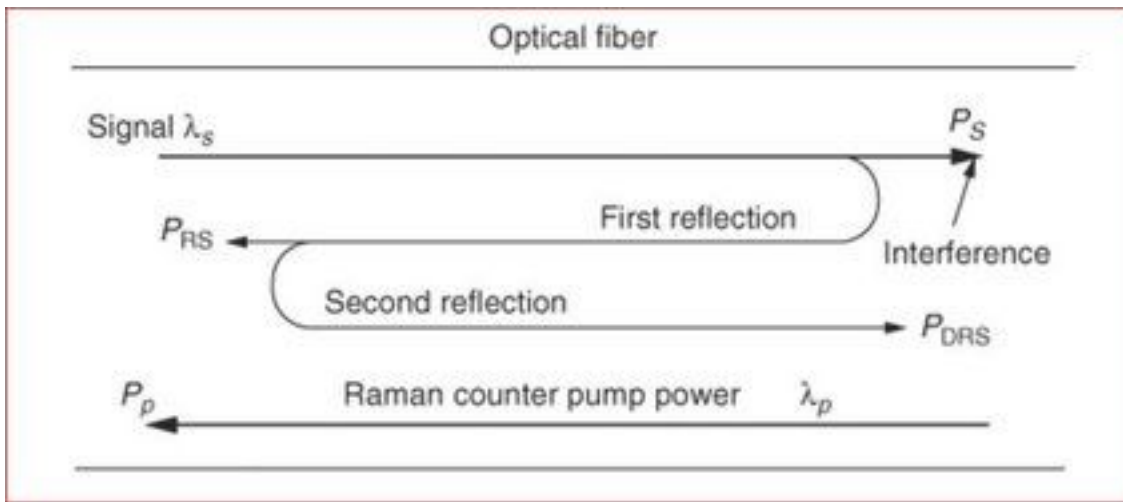
O ruído DR ocorre quando a potência do sinal refletido devido à dispersão de Rayleigh é amplificada duas vezes e interfere com o sinal original como o ruído da interferência.

As reflexões as mais fortes ocorrem dos conectores e das talas do mau.

Tipicamente o ruído DR é menos do que o ruído ASE, mas para Raman múltiplo mede-o pode adicionar acima. A fim reduzir esta interferência, os conectores ultra poloneses (UPC) ou os conectores poloneses do ângulo (APC) podem ser usados. Os isolantes ótico podem ser instalados após os diodos láser no orer para reduzir reflexões no laser. Também, os traços do período OTDR podem ajudar a encontrar eventos alto-reflexivos para o reparo.

A configuração contrária de DRACMAS da bomba conduz ao melhor desempenho OSNR para ganhos de sinal de DB 15 e maior. O ruído do pump laser é menos de um interesse porque é geralmente bastante baixo com RIN de melhor de 160 dB/Hz.

Os efeitos não-lineares de Kerr podem igualmente contribuir para propalar devido à potência alta da bomba laser. Para fibras com baixos DR propale, o Raman a figura de ruído que devido ao ASE é muito melhor do que a figura de ruído EDFA. Tipicamente, a figura de ruído de Raman é – 2 a 0 DB, que é sobre DB 6 melhor do que a figura de ruído EDFA.



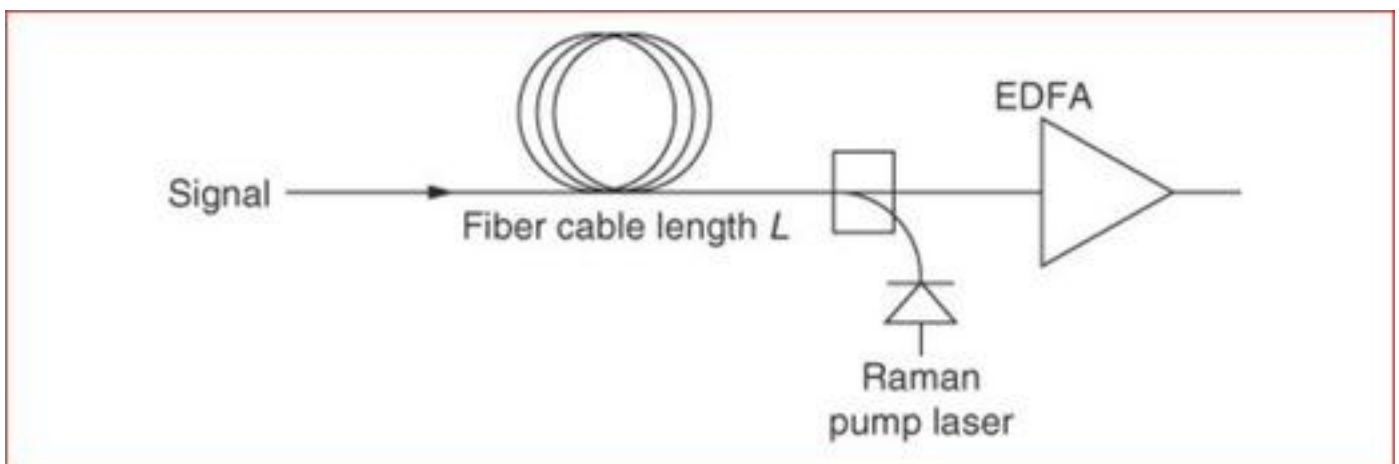
O fator de ruído do amplificador de Raman é definido como o OSNR na entrada do amplificador ao OSNR na saída do amplificador.

$$F_R = \frac{\text{OSNR}_{\text{in}}}{\text{OSNR}_{\text{out}}}$$

$$\text{NF}_R = 10 \log(F_R)$$

A figura de ruído é a versão DB do fator de ruído.

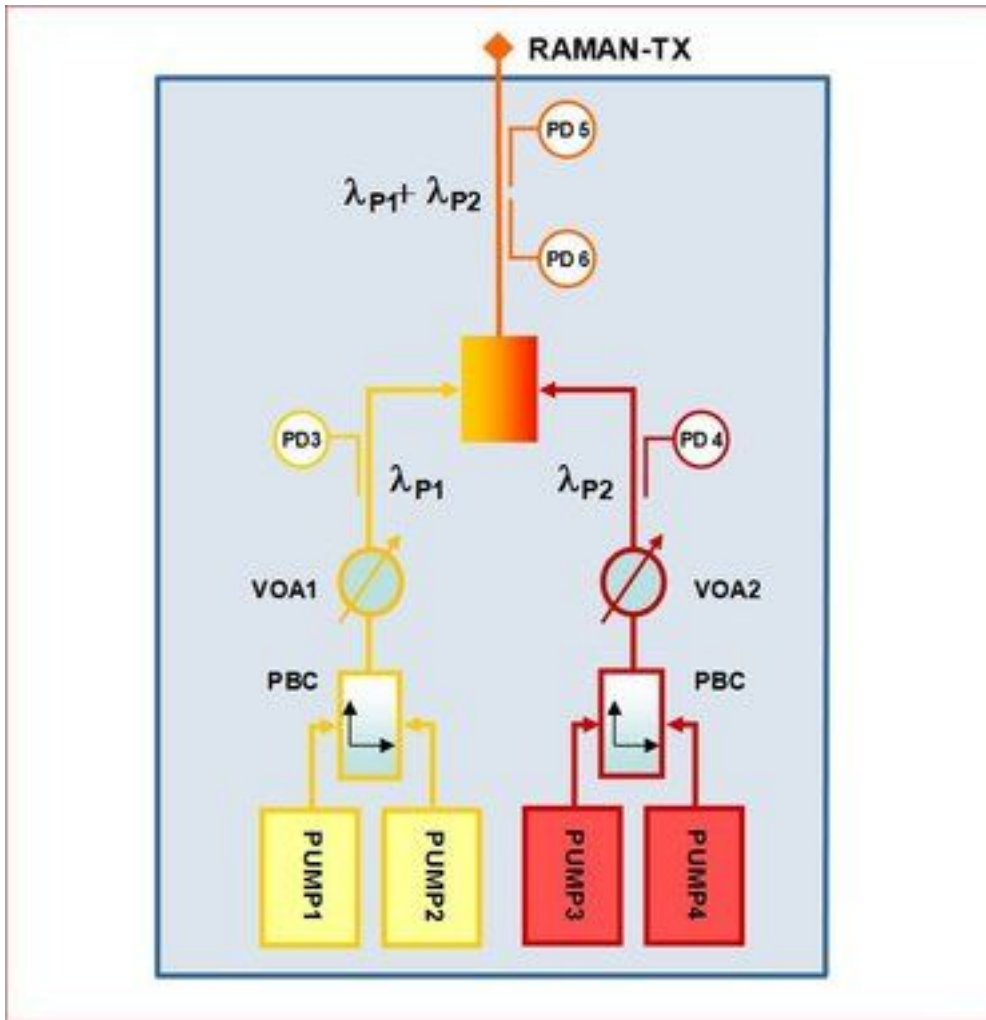
O ganho do ruído e de sinal de DRACMAS é distribuído sobre o comprimento eficaz da fibra do período.

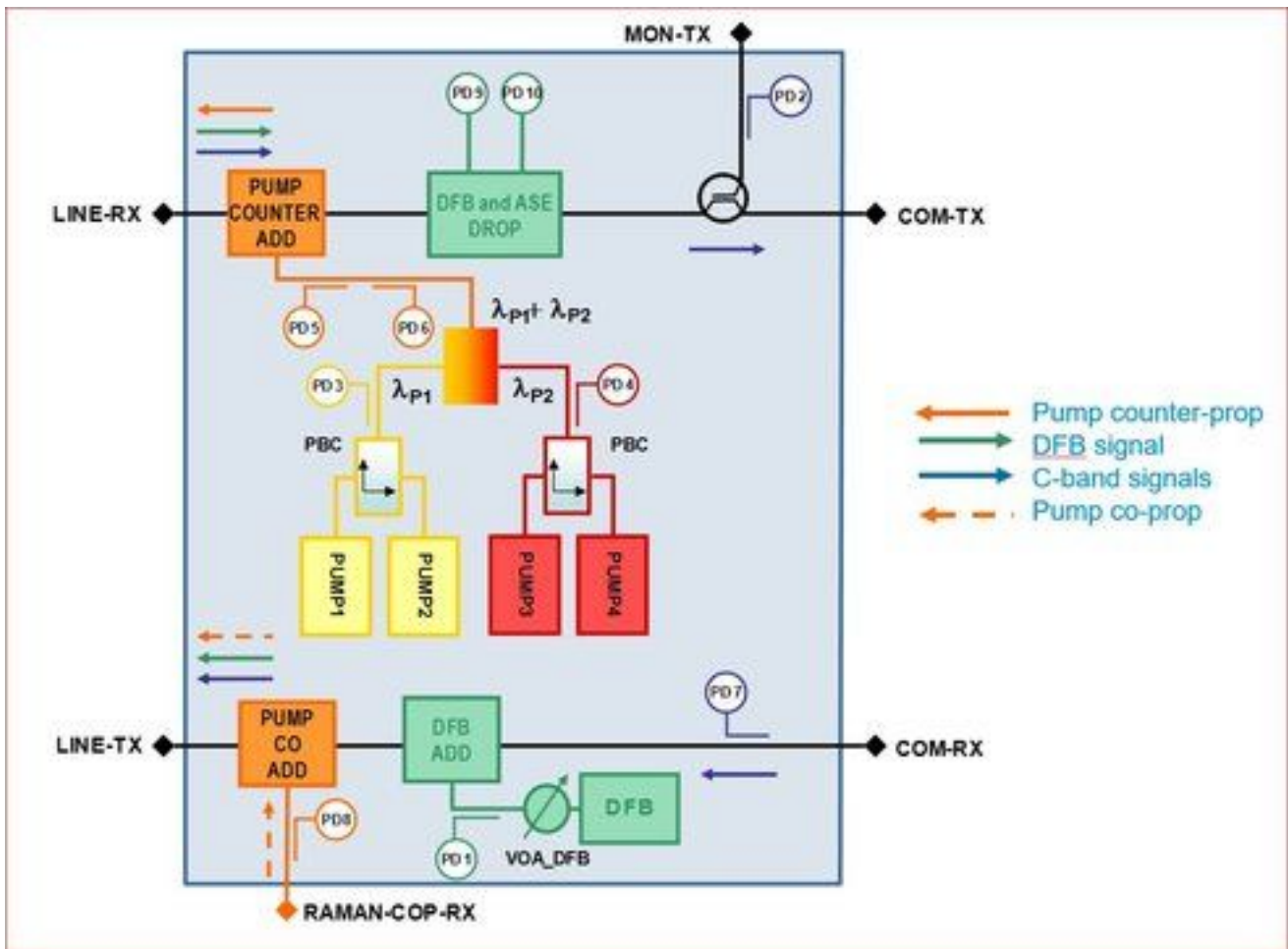


Bomba contrária os amplificadores distribuídos de Raman são combinados frequentemente com o EDFA PRE-ampères para estender distâncias do período. Esta configuração híbrida pode fornecer a melhoria 6dB no OSNR, que pode significativamente estender comprimentos de período ou aumentar o orçamento de perda do período. A bomba contrária DRACMA pode igualmente ajudar a reduzir efeitos não-lineares e permite a redução da potência do lançamento do canal.

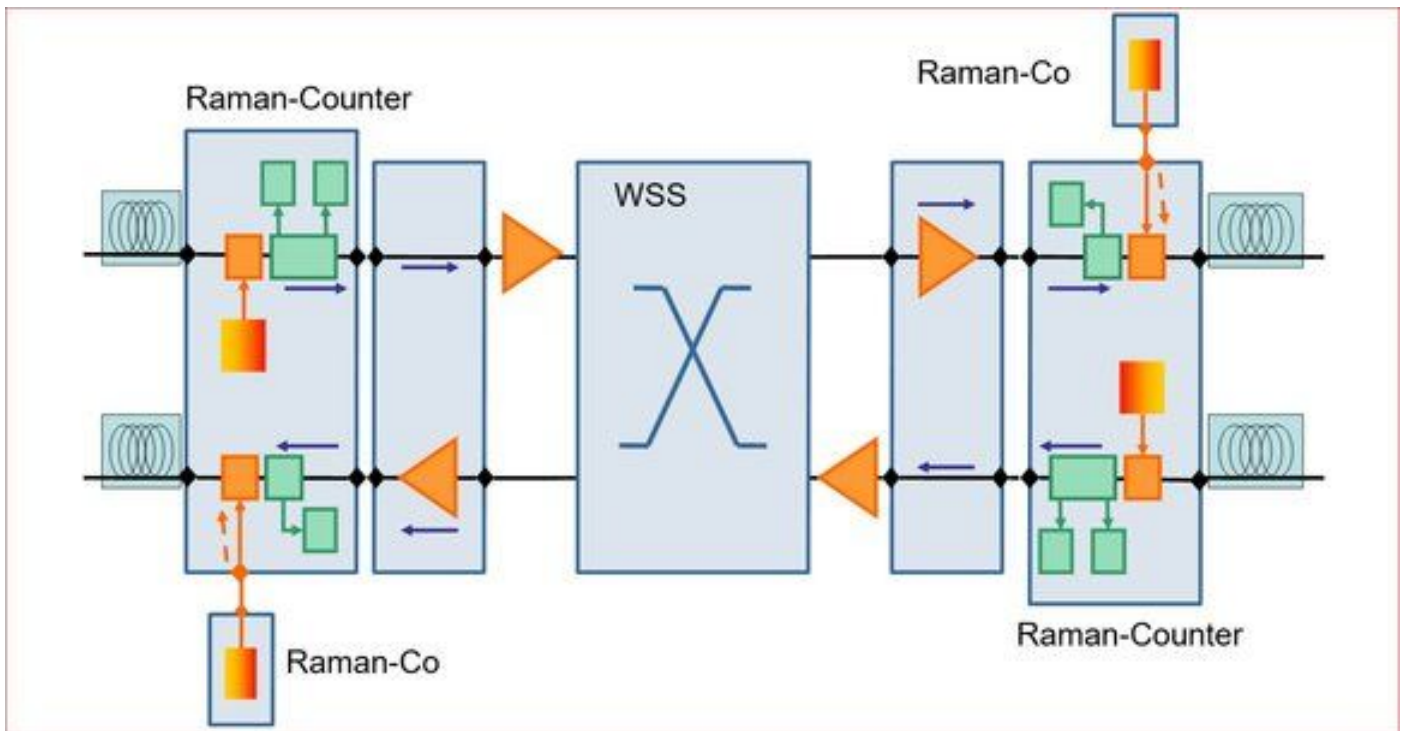
[Diagrama de bloco funcional para CoPropagating e contador que propaga o amplificador de](#)

Raman





Arquitetura de distribuição do campo de amplificadores EDFA e de RAMAN:



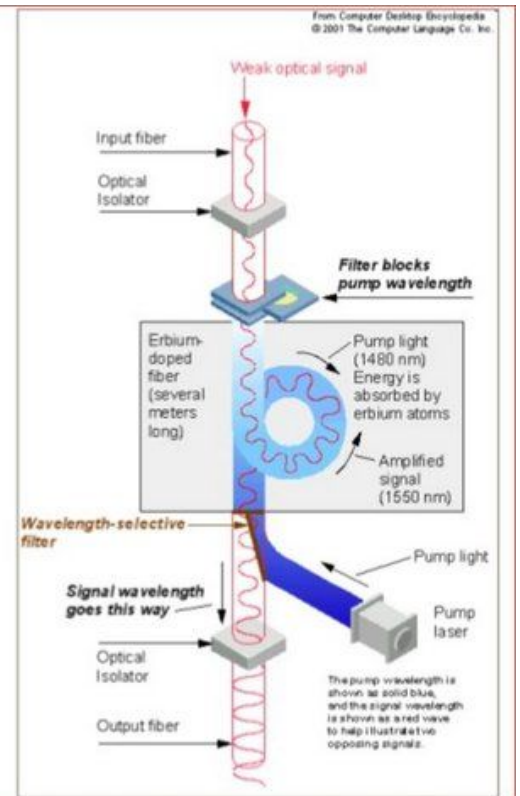
Interessante saber:

Simplified Explanation on Raman Amplification:

Based on stimulated Raman scattering (SRS) effect, the weak light signal gets amplified while passing through a Raman gain medium (**the fiber**) in presence of a **strong pump laser**. It's the power transfer from lower to higher wavelengths.

EDFA vs. Raman Amplifier:

A Raman optical amplifier is not an amplifier “in a module”; instead, the optical amplification relies on the transmission “**fiber**” itself. In other words, whoever is deploying a Raman amplifier means he/she is building the amplifier on-site basically with a **high-power laser pump + existing fiber (any type of fiber)**!



Informações Relacionadas

- Redes planejando da fibra ótica por Bob Chomycz
- https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/optical-networking/ons-15454-series-multiservice-provisioning-platforms/data_sheet_c78-658538.html
- [Suporte Técnico e Documentação - Cisco Systems](#)