

喇曼放大器的现实方面

目录

[简介](#)

[背景信息](#)

[喇曼放大器常见的类型](#)

[原理](#)

[喇曼增益的理论](#)

[噪声源](#)

[相关信息](#)

简介

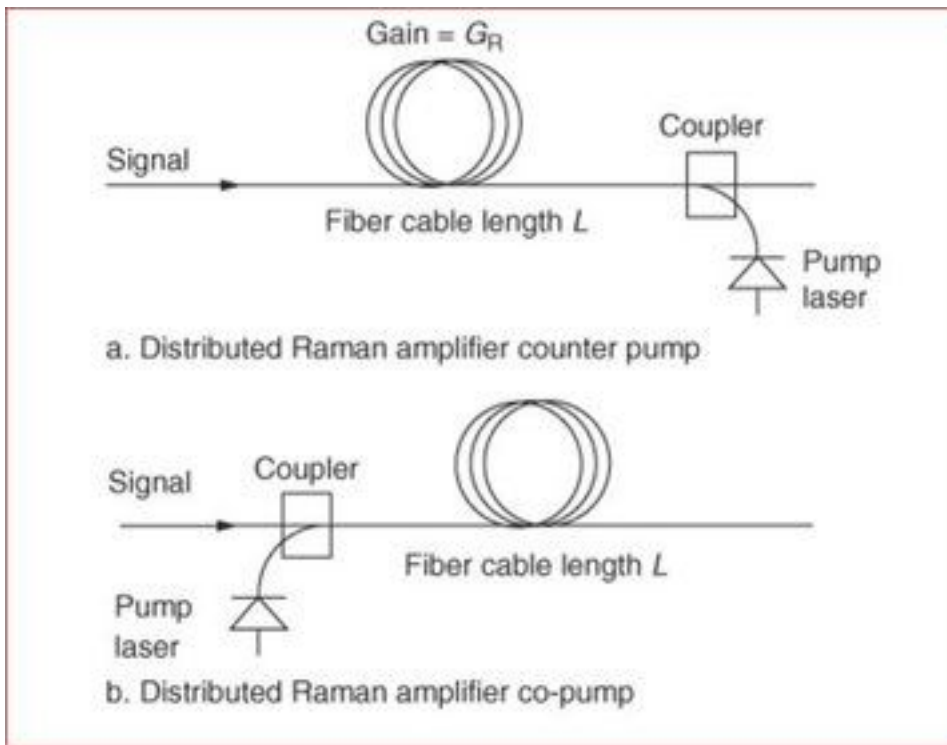
本文描述喇曼在光纤网络的放大器实施的现实方面。它使喇曼更加容易了解，列表下来itis好处、需求和应用程序。

贡献用桑贾伊亚达夫，Cisco TAC工程师。

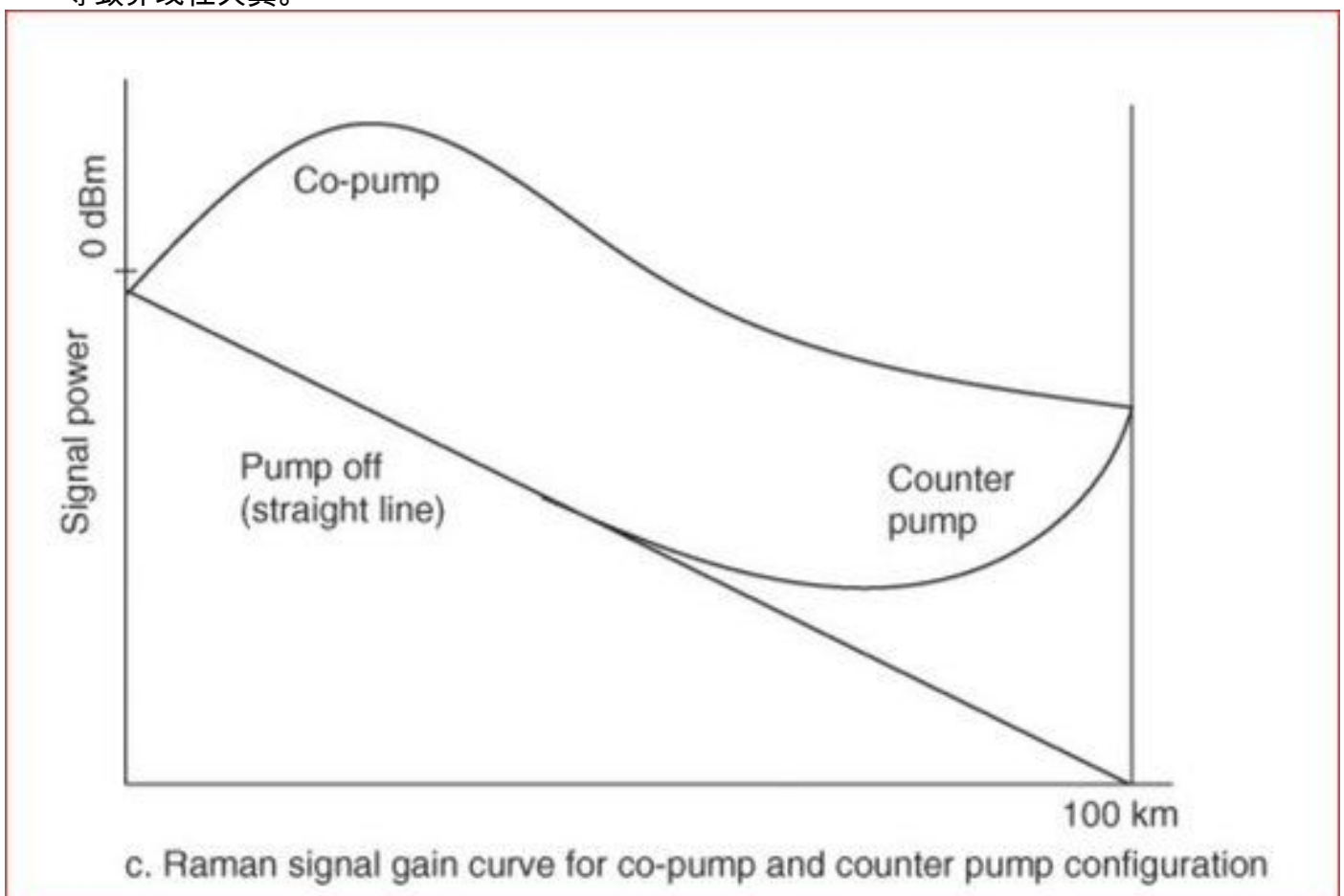
背景信息

1. 喇曼放大器比Erbium Doped Fiber Amplifier (EDFA)放大器是典型地更加昂贵的并且有较少增益。所以它仅使用专长应用程序。
2. 此放大器有在EDFA的主要优点是生成非常较少噪声并且不降低光学的间距发信号噪声比率(OSNR)和EDFA一样多。
3. 其典型的应用程序是在另外的增益要求的EDFA间距，但是OSNR限制达到了。
4. 添加喇曼放大器也许不极大影响OSNR，但是能提供至20dB信号增益。
5. 另一个关键属性是可能性放大所有光纤波段，不仅C波段象EDFA的论点。这允许喇曼放大器提高在O、E和S波段的信号(Coarse Wavelength Division Multiplexing (CWDM)放大作用应用程序)。
6. 放大器在被刺激的喇曼的原理工作散射(SRS)，是一非线性效果。
7. 它包括一种大功率泵和光纤耦合装置(光学循环物)。
8. 放大作用介质是在一个分布式类型喇曼放大器(DRA)的间距光纤。
9. Distributed反馈(DFB)激光是使用作为安全结构喇曼卡德的缩小的光谱带宽。DFB发送脉冲检查在长度光纤存在的所有背反射。如果没有找到高背反射(HBR)，喇曼开始传送。
10. 通常HBR是被登记的初始少量公里光纤对前20 Km。如果HBR检测，喇曼不会工作。在您通过OTDR后，查找问题区域若干光纤活动是需要的。

喇曼放大器常见的类型



- 内部地被混在一起的或分离类型喇曼放大器包含信号放大作用发生光纤的一个充分地长短管轴。
- DRA泵在计数器泵(反向泵)或CO泵(向前泵)或配置方面连接到光纤跨距。
- 计数器泵配置典型地更喜欢，因为不导致过高信号功率在光纤跨距的开始，如镜像所显示，能导致非线性失真。



CO泵配置的优点是导致较少噪声。

原理

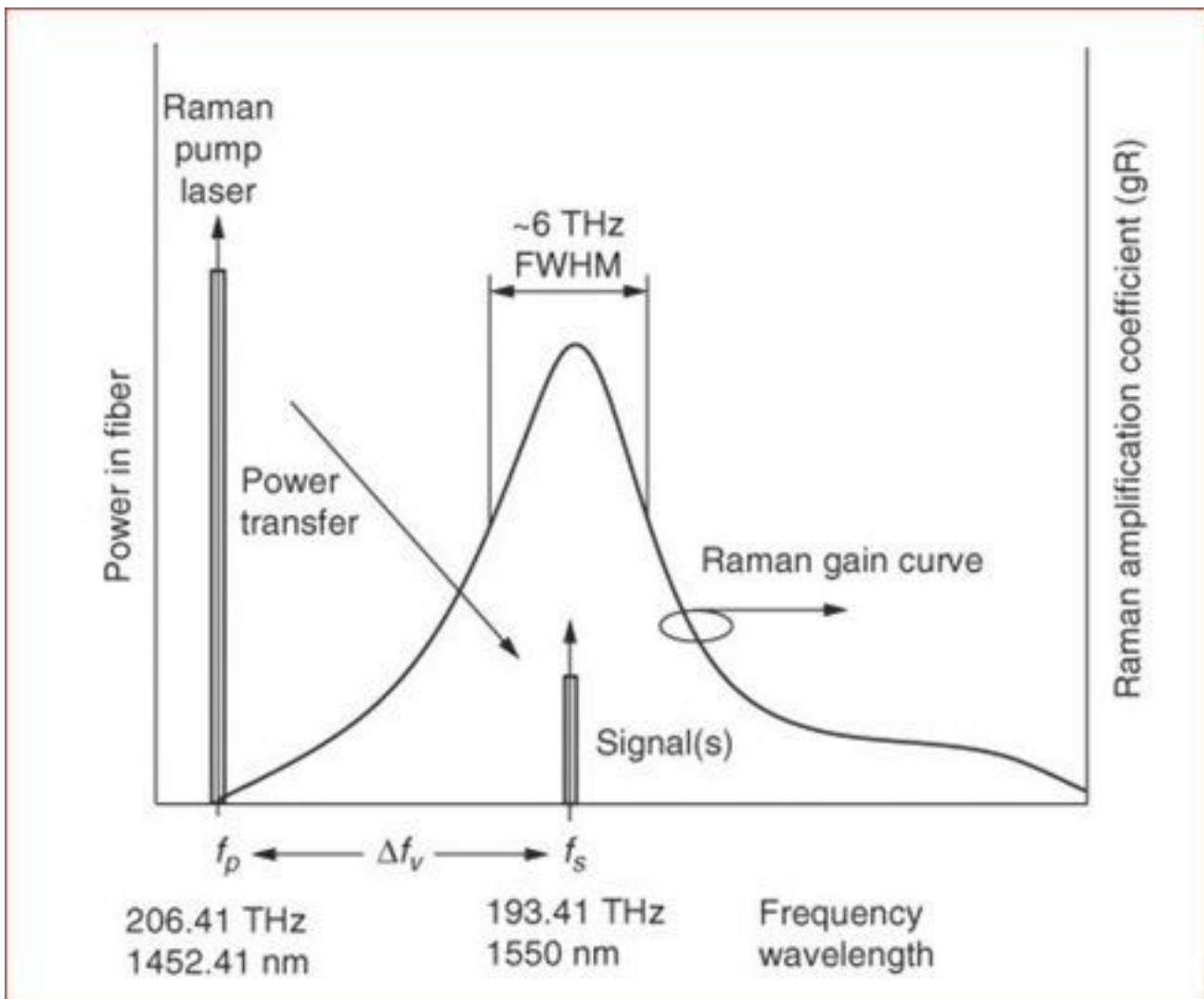
当激泵光子在光纤传播，他们由光纤分子或原子碰撞和吸收。这激发分子或原子对更高的能量级别。他们迅速如此腐朽降低居间能量级别发布能量作为在所有方向的光子以更低频率的更高的能量级别不是稳定状态。这在光纤叫作自发散射的喇曼散射或Stokes并且贡献吵闹。

因为分子腐朽对一个居间能量振动级别，在能量上的变化比最初的已接收能量是较少在分子励磁时。在能量上的此变化从受激电平到中级确定光子频率从 $\Delta f = \Delta E/h$ 。升火频移并且确定喇曼增益与频数曲线形状和位置，这被称为。从中级依然是到底层的能量被消散作为分子振动(声子)在光纤。因为那里存在各种各样更高的能量级别，增益曲线有清楚的光谱频宽大约30 THz。

在被刺激的喇曼时散射，信号光子CO繁殖频率获取曲线光谱，并且获取从的能量升火波形，导致信号放大作用。

喇曼增益的理论

喇曼增益曲线的FWHM宽度是关于6THz (48毫微米)与大约高峰在13.2THz在泵频率下。这是有用的信号放大作用光谱。所以，为了放大在毫微米排列激泵频率的1550的一个信号要求是13.2THz在信号频率之下在大约1452毫微米。



有并行的增益曲线的多个激泵用于加宽总喇曼增益曲线。

$$f_p = f_s + \Delta f_v$$

那里 f_p = 泵频率， f_s = 信号频率， Δf_v = 喇曼升火频移， THz。

喇曼增益是在光纤的有效长度被分配的净信号增益。它是激泵电源、光纤有效长度和光纤区域的功能。

对于与一个小有效面积的光纤，例如散射报酬光纤的，喇曼增益更加高。增益也依靠从激光泵波长的信号分离，喇曼信号增益指定，并且字段也被测量作为开/关增益。这断断续续定义作为输出信号电源的比率用激泵。在大多数情况下喇曼ASE噪声有对被测量的信号值的较少影响用激泵。然而，如果有严重的噪声，可以是有经验的，当测量光谱频宽大时，然后噪声功率测量与信号从在信号功率的泵被减去为了得到准确开/关获得的值。喇曼开/关增益经常指喇曼增益。

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

噪声源

在DRA间距创建的噪声包括：

- 被放大的自发发射(ASE)
- 双瑞利散射(DR)
- 激泵噪声

ASE噪声归结于光子生成由自发喇曼散射。

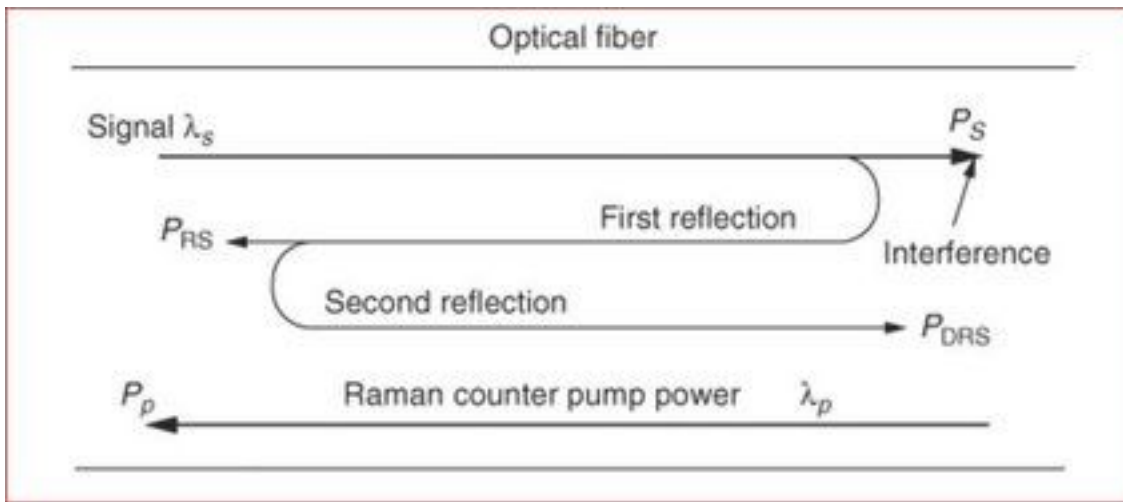
DR噪声发生，当反射信号电源由于瑞利散射两次被放大时并且干涉原始信号作为串扰噪声。

最强的反射从连接器和坏接续发生。

典型地DR噪声比ASE噪声是较少，但是为多个喇曼跨过它能加起来。为了减少此干扰，超可以使用波兰连接器(UPC)或角度波兰连接器(APC)。光学绝缘物可以在orer的激光二极管以后安装减少反射到激光。并且，间距OTDR跟踪可帮助找出修复的海伊反射性事件。

计数器泵DRA配置导致15 dB信号增益的更加好的OSNR性能和更加极大。因为通常是相当低与更加好比160个dB/Hz，RIN激泵噪声是无足轻重注意事项。

非线性克尔效应能也贡献吵闹由于高激光泵电源。对于与低的光纤DR吵闹，喇曼噪声指数由于ASE比EDFA噪声指数是好的。一般，喇曼噪声指数是-2到0 dB，比EDFA噪声指数是大约6 dB好。



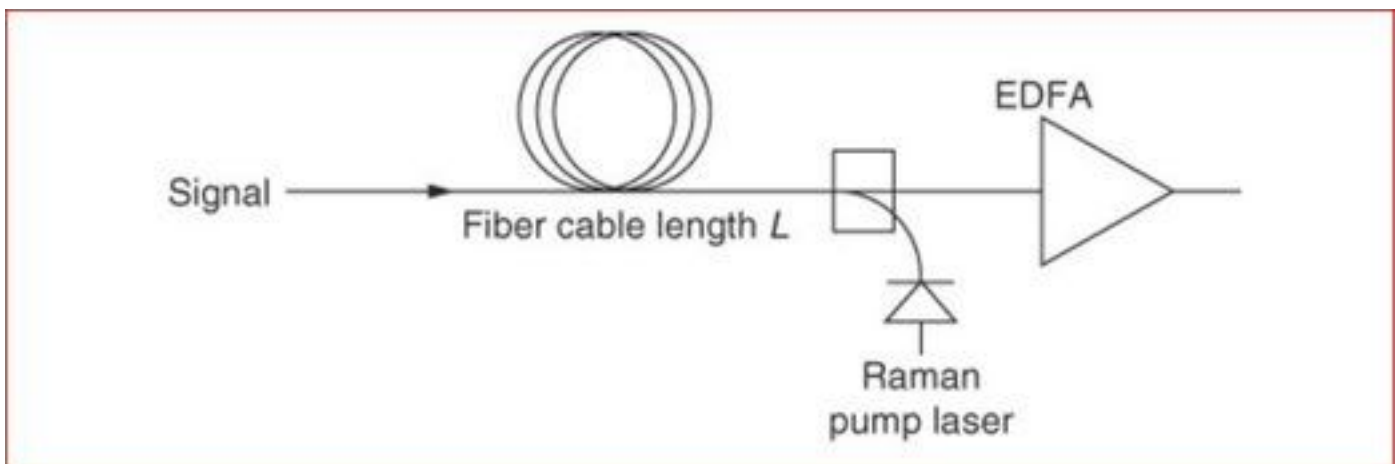
喇曼放大器噪声因素定义作为在放大器的输入的OSNR对OSNR的在放大器的输出。

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

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

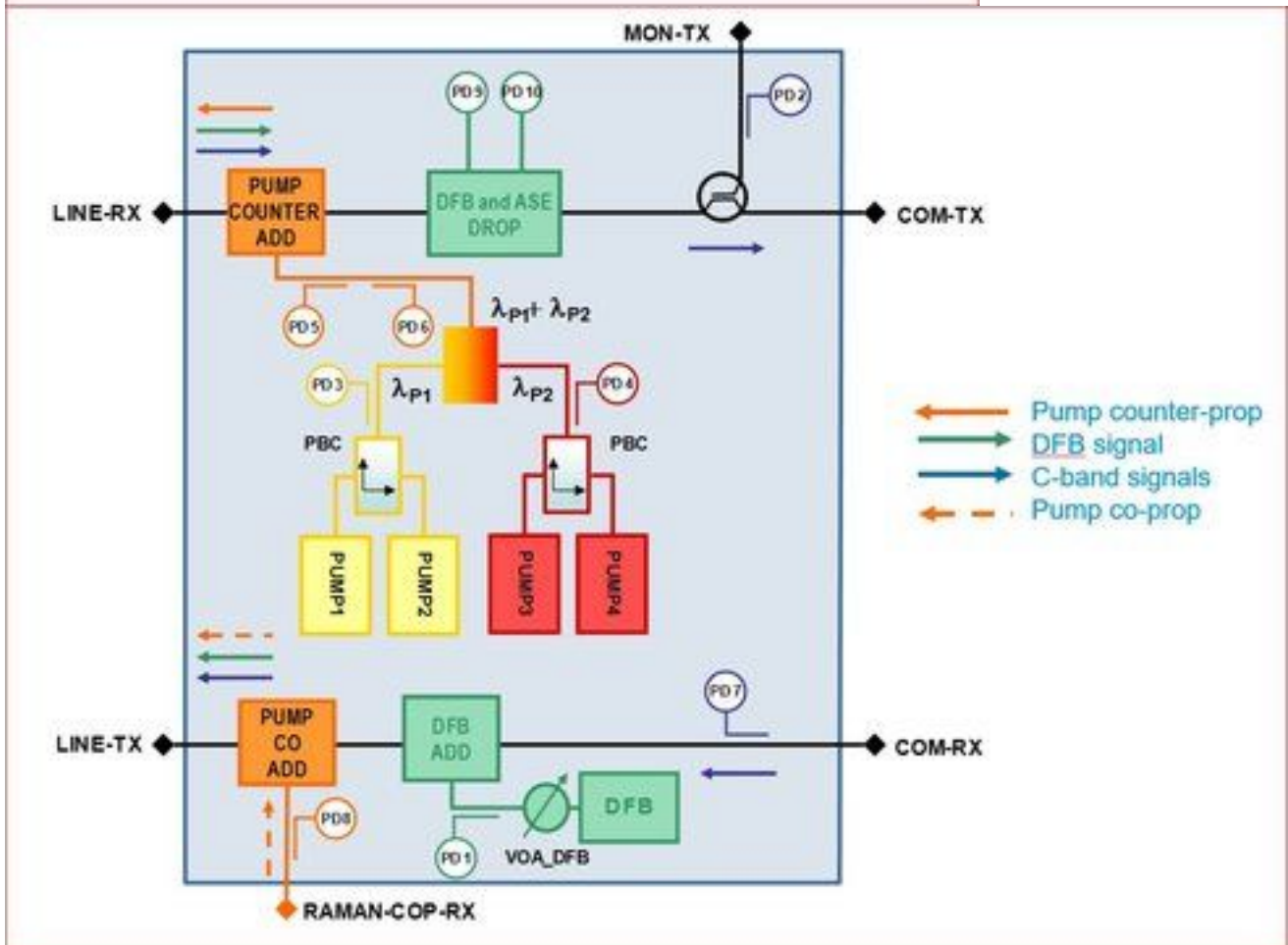
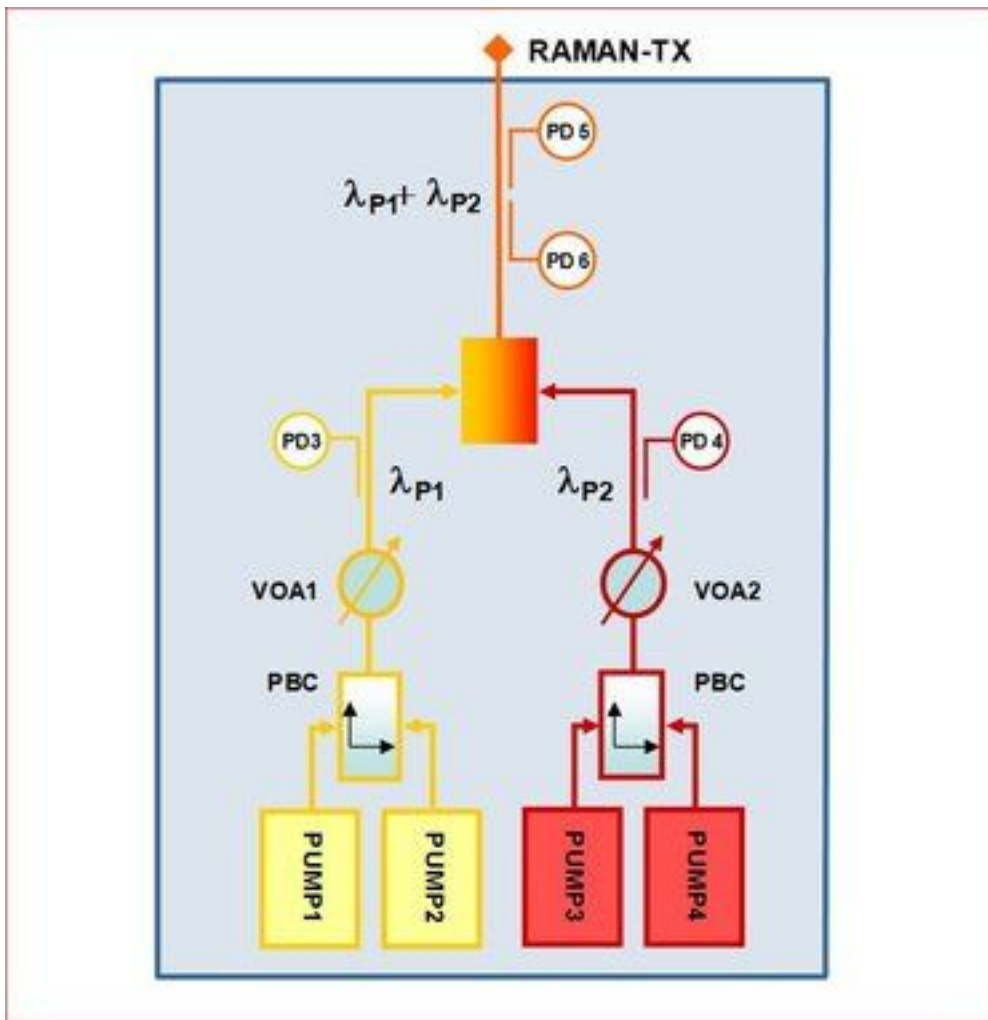
噪声指数是噪声因素dB版本。

DRA噪声和信号增益在间距光纤的有效长度被分配。

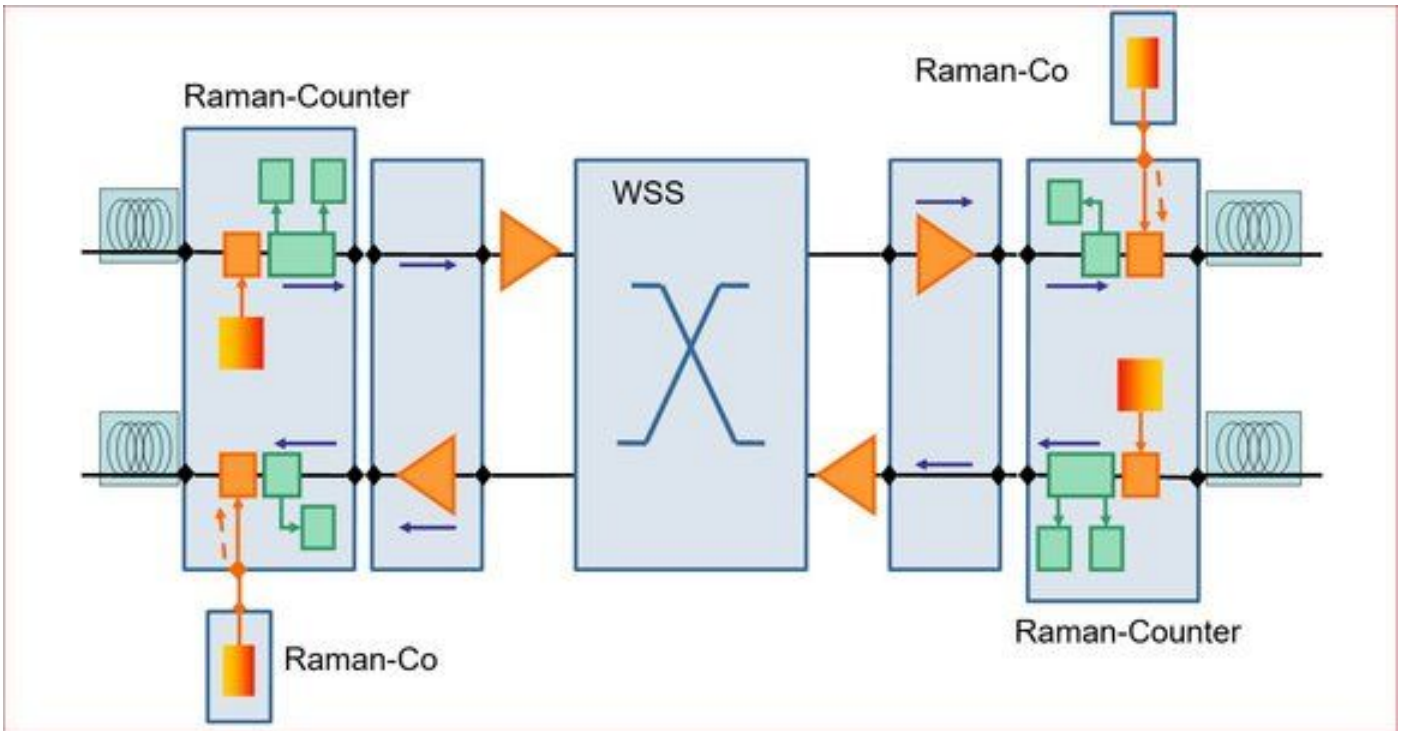


计数器泵被分配的喇曼放大器与EDFA前置放大器经常一起扩大间距距离。此混合配置能提供6dB在OSNR的改进，能极大扩大杆间距离或增加间距损失预算。计数器泵DRA可也帮助减少非线性作用并且允许信道启动电源减少。

[CoPropagating的功能块传播喇曼放大器的结构图和计数器](#)



EDFA和喇曼放大器现场部署体系结构：



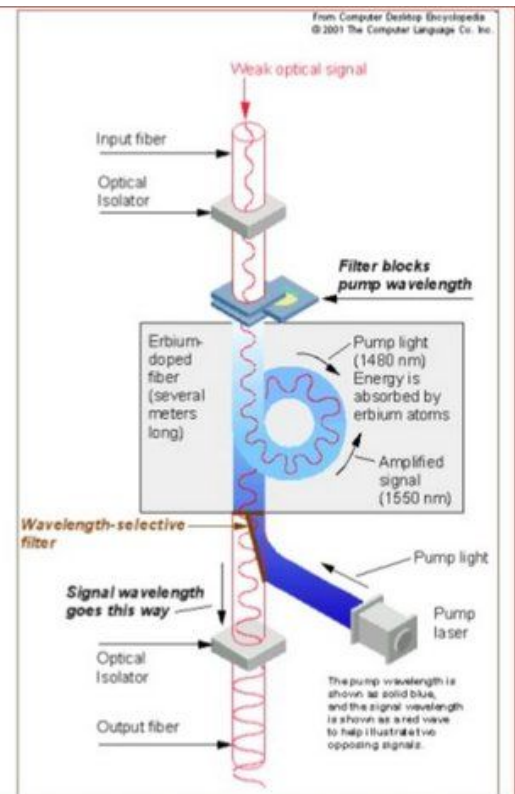
有趣的知道：

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)**!



相关信息

- 计划的光纤网络用鲍伯Chomycz
- https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/optical-networking/ons-15454-series-multiservice-provisioning-platforms/data_sheet_c78-658538.html
- [技术支持和文档 - Cisco Systems](#)