

Aspects pratiques d'amplificateur de Raman

Contenu

[Introduction](#)

[Informations générales](#)

[Types communs d'amplificateurs de Raman](#)

[Principe](#)

[Théorie de gain de Raman](#)

[Sources de bruit](#)

[Informations connexes](#)

Introduction

Ce document décrit les aspects pratiques de l'implémentation d'amplificateur de Raman dans le réseau optique. Il facilite Raman pour comprendre, le répertorie en bas des avantages d'itis, des conditions requises et des applications.

Contribué par Sanjay Yadav, ingénieur TAC Cisco.

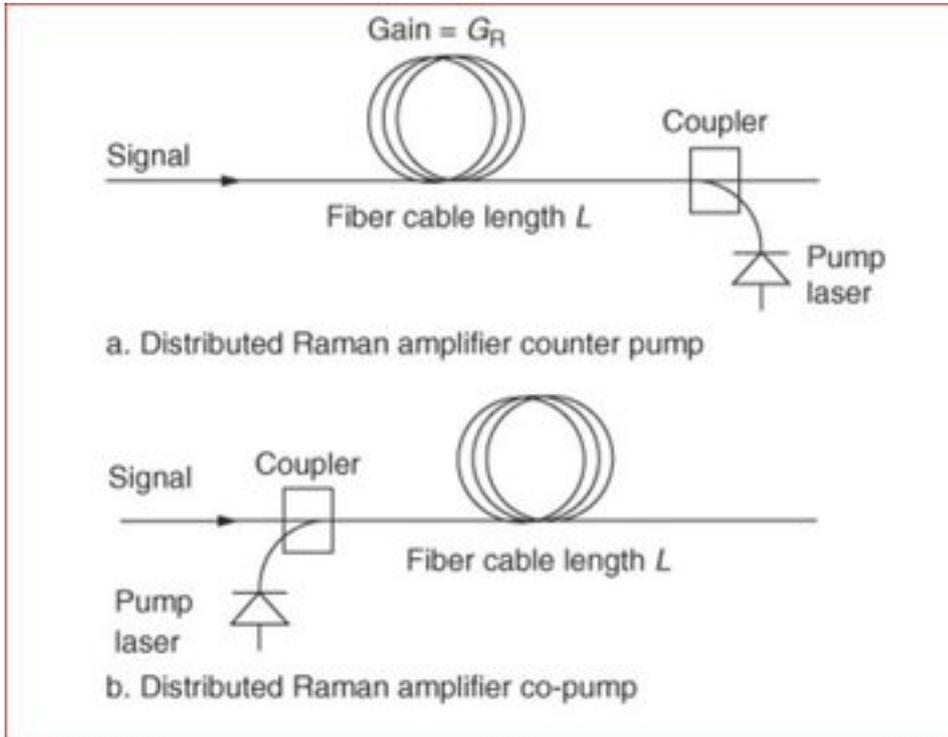
[Informations générales](#)

1. L'amplificateur de Raman est en général beaucoup plus coûteux et a moins de gain qu'un amplificateur de l'amplificateur de fibre dopé par erbium (EDFA). Par conséquent il est utilisé seulement pour des applications de spécialité.
2. L'avantage principal que cet amplificateur a au-dessus de l'EDFA est qu'il génère très moins de bruit et par conséquent ne dégrade pas l'envergure Optique pour signaler le rapport de bruit (OSNR) autant que l'EDFA.
3. Son application type est dans des envergures EDFA où le gain supplémentaire est exigé mais la limite OSNR a été atteinte.
4. Ajouter un amplificateur de Raman ne pourrait pas de manière significative affecter OSNR, mais peut fournir jusqu'à un gain de signal 20dB.
5. Un autre attribut principal est le potentiel d'amplifier n'importe quelle bande de fibre, pas simplement la bande de C de même que le point de droit pour l'EDFA. Ceci tient compte pour que les amplificateurs de Raman amplifient des signaux dans des bandes O, E, et S (pour l'application brute d'amplification de multiplexage en longueur d'onde (CWDM)).
6. L'amplificateur travaille au principe de Raman stimulé dispersant (SRS), qui est un effet non linéaire.
7. Il se compose d'un laser de pompe et d'un coupleur de haute puissance de fibre (circulateur Optique).
8. Le support d'amplification est la fibre d'envergure dans un amplificateur distribué de Raman de type (DR).
9. Le laser du feedback de Dstributed (DFB) est une bande spectrale étroite qui est utilisée comme mécanisme de sécurité pour la carte de Raman. DFB envoie l'impulsion pour vérifier n'importe quelle réflexion arrière qui existe dans la longueur de fibre. Si aucune réflexion

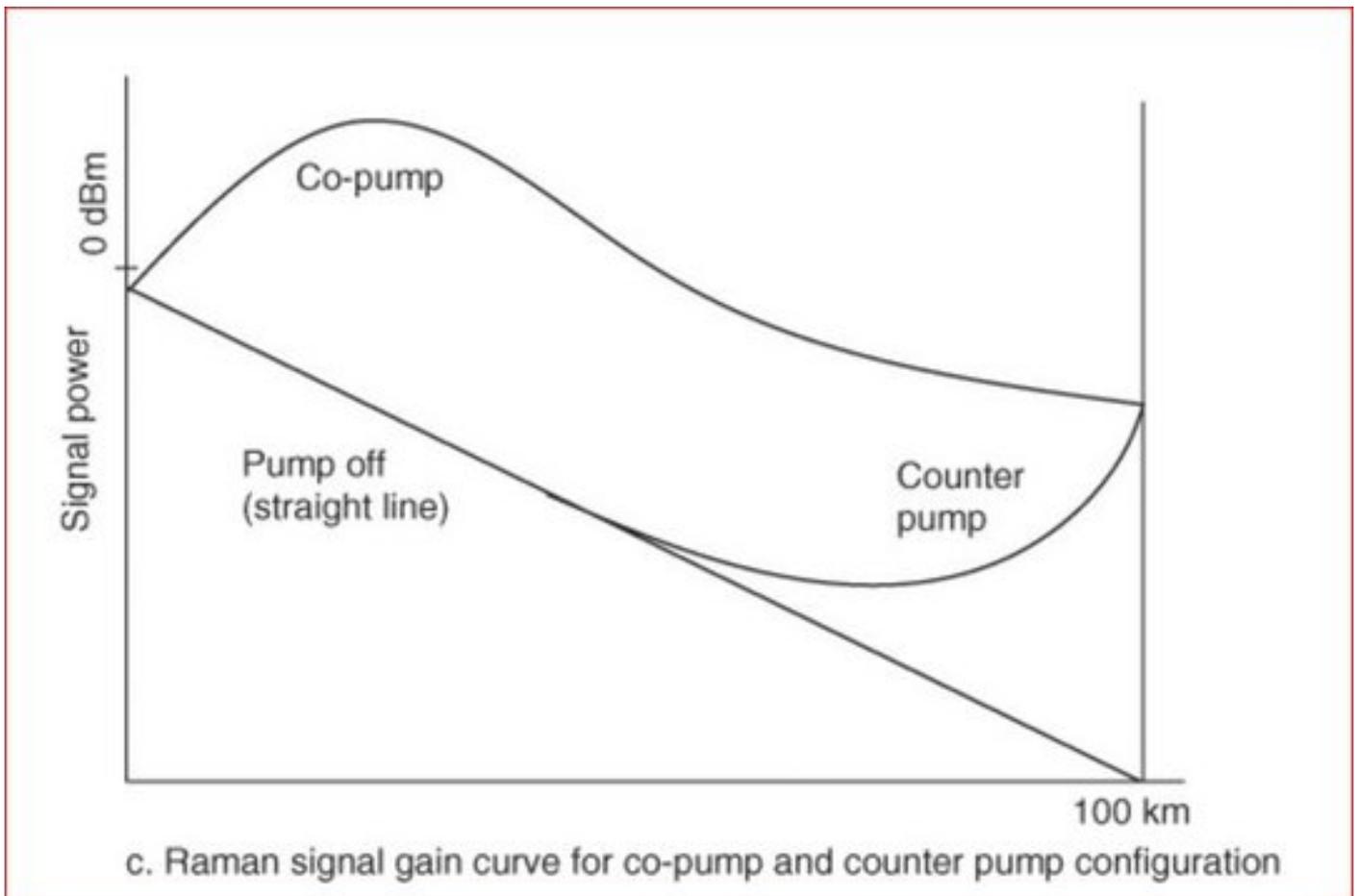
arrière élevée (HBR) n'est trouvée, des débuts de Raman à transmettre.

10. Généralement HBR est signée initiale peu de kilomètres de fibres aux 20 premiers kilomètres. Si HBR est détecté, Raman ne travaillera pas. Une certaine activité de fibre est nécessaire après que vous trouviez la zone problématique par l'intermédiaire d'OTDR.

Types communs d'amplificateurs de Raman



- L'amplificateur mis en bloc ou discret de Raman de type intérieurement contient un spool suffisamment long de fibre où l'amplification de signal se produit.
- Le laser de pompe de DR est connecté à l'envergure de fibre dans une contre- pompe (pompe inverse) ou une Co-pompe (pompe avant) ou la configuration.
- La contre- configuration de pompe est typiquement préférée puisqu'elle n'a pas comme conséquence des puissances du signal excessivement à hauteur au début de l'envergure de fibre, qui peut avoir comme conséquence des déformations non linéaires suivant les indications de l'image.



L'avantage des configurations de Co-pompe est qu'il produit moins de bruit.

Principe

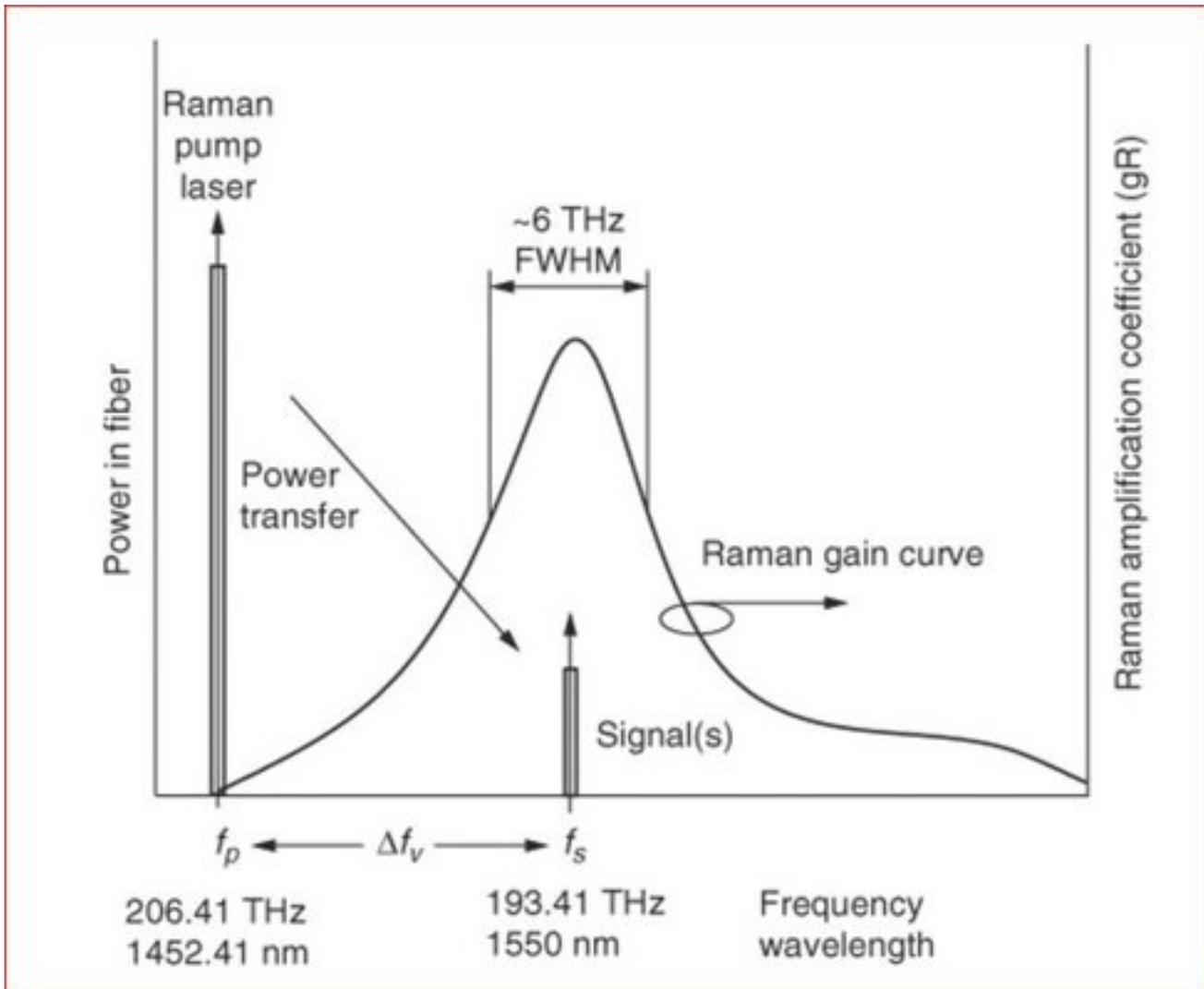
Comme la propagation de photons laser de pompe dans la fibre, ils se heurtent et sont absorbés par des molécules ou des atomes de fibre. Ceci excite les molécules ou les atomes aux niveaux de plus haute énergie. Les niveaux de plus haute énergie ne sont pas les états stables ainsi qu'ils se délabrent rapidement pour diminuer les niveaux à énergie moyenne qui libèrent l'énergie comme photons dans n'importe quelle direction aux fréquences inférieures. Ceci est connu en tant que la dispersion ou Stokes spontanée de Raman dispersant et contribue pour ébruiter dans la fibre.

Puisque les molécules se délabrent à un niveau à énergie moyenne de vibration, le changement de l'énergie est moins que l'énergie reçue initiale au moment de l'excitation de molécule. Ce changement d'énergie à partir de niveau enthousiaste à de niveau intermédiaire détermine la fréquence de photon depuis $\Delta f = \Delta E/h$. Ceci est mentionné pendant que charge le déplacement de fréquence et détermine le gain de Raman contre la forme et l'emplacement de curve de fréquence. L'énergie qui demeure du de niveau intermédiaire au niveau du sol est absorbée en tant que vibrations moléculaires (phonons) dans la fibre. Puisque là existe un large éventail de niveaux de plus haute énergie, la curve de gain a une large largeur spectrale approximativement de 30 THz.

Au moment du Raman stimulé dispersant, les gains de fréquence de Co-propagation de photons de signal courbent le spectre, et saisissent l'énergie du charge l'onde, cette a comme conséquence l'amplification de signal.

Théorie de gain de Raman

La largeur FWHM de la curve de gain de Raman est au sujet de 6THz (48 nanomètre) avec une crête à environ 13.2THz sous la fréquence de pompe. C'est le spectre utile d'amplification de signal. Par conséquent, afin d'amplifier un signal dans les 1550 que le nanomètre s'étendent la fréquence laser de pompe est exigée pour être 13.2THz au-dessous de la fréquence à environ 1452 nanomètre de signal.



Les plusieurs lasers de pompe avec côte à côte gagnent des curves sont utilisés pour élargir la curve de gain de Raman de total.

$$f_p = f_s + \Delta f_v$$

Là où le point de gel = la fréquence de pompe, THz f_s = fréquence de signal, THz Δf_v = Raman charge le déplacement de fréquence, THz.

Le gain de Raman est le gain de signal net réparti sur la longueur utile de la fibre. C'est une fonction de l'alimentation laser de pompe, de la longueur utile de fibre, et de la zone de fibre.

Pour des fibres avec une petite zone efficace, comme dans la fibre de compensation de dispersion, le gain de Raman est plus élevé. Le gain dépend également de la séparation de signal de la longueur d'onde de pompe laser, le gain de signal de Raman est également spécifié et le champ est mesuré en tant que gain "Marche/Arrêt". Ceci est défini comme rapport de la puissance

du signal de sortie avec le laser de pompe en marche et en arrêt. Dans la plupart des cas le bruit de Raman ASE exerce peu d'effet sur la valeur mesurée de signal avec le laser de pompe en fonction. Cependant, s'il y a un bruit considérable, qui peut être expérimenté quand la largeur spectrale de mesure est grande, alors l'alimentation de bruit mesurée avec le signal hors fonction est soustraite de la pompe sur la puissance du signal afin d'obtenir une valeur "Marche/Arrêt" précise de gain. Le gain "Marche/Arrêt" de Raman désigné souvent sous le nom du gain de Raman.

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

Sources de bruit

Le bruit créé dans une envergure de DR consiste :

- Émissions spontanées amplifiées (ASE)
- Double diffusion de Rayleigh (jeu rouleau-tambour)
- Bruit laser de pompe

Le bruit ASE est dû à la génération de photon par la dispersion spontanée de Raman.

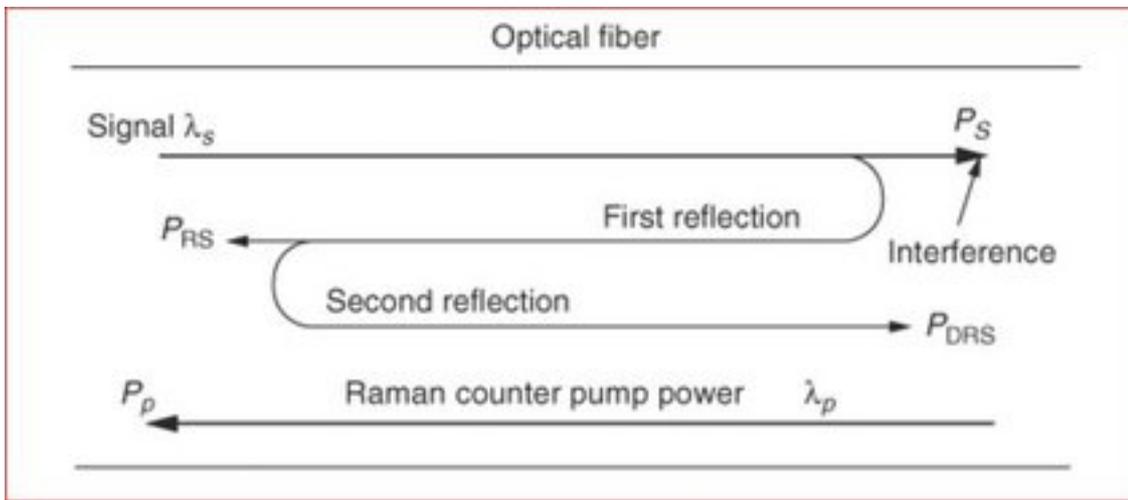
Le bruit jeu rouleau-tambour se produit quand la puissance du signal deux fois reflétée due à la diffusion de Rayleigh est amplifiée et gêne le signal d'origine comme bruit d'interférence.

Les réflexions les plus fortes se produisent des connecteurs et des épissures du mauvais.

Typiquement le bruit jeu rouleau-tambour est moins que le bruit ASE, mais pour plusieurs Raman le réparti peut ajouter. Afin de réduire cette interférence, les connecteurs ultra polonais (UPC) ou les connecteurs polonais d'angle (RPA) peuvent être utilisés. Des isolants Optiques peuvent être installés après les diodes lasers dans l'orer pour réduire des réflexions dans le laser. En outre, les suivis de l'envergure OTDR peuvent aider à localiser des événements haute-réfléchis pour la réparation.

La contre- configuration de DR de pompe a comme conséquence une meilleure représentation OSNR pour des gains de signal de 15 dB et plus grand. Le bruit laser de pompe est moins de souci parce qu'il est habituellement assez bas avec RIN de mieux que 160 dB/Hz.

Les effets non linéaires de Kerr peuvent également contribuer pour ébruiter en raison de l'alimentation de pompe laser de haute. Pour des fibres avec le bas bruit jeu rouleau-tambour, le chiffre de bruit de Raman dû à ASE est bien mieux que le chiffre de bruit EDFA. Typiquement, le chiffre de bruit de Raman est – 2 à 0 dB, qui est environ 6 dB mieux que le chiffre de bruit EDFA.



Le facteur de bruit d'amplificateur de Raman est défini comme OSNR à l'entrée de l'amplificateur à l'OSNR à la sortie de l'amplificateur.

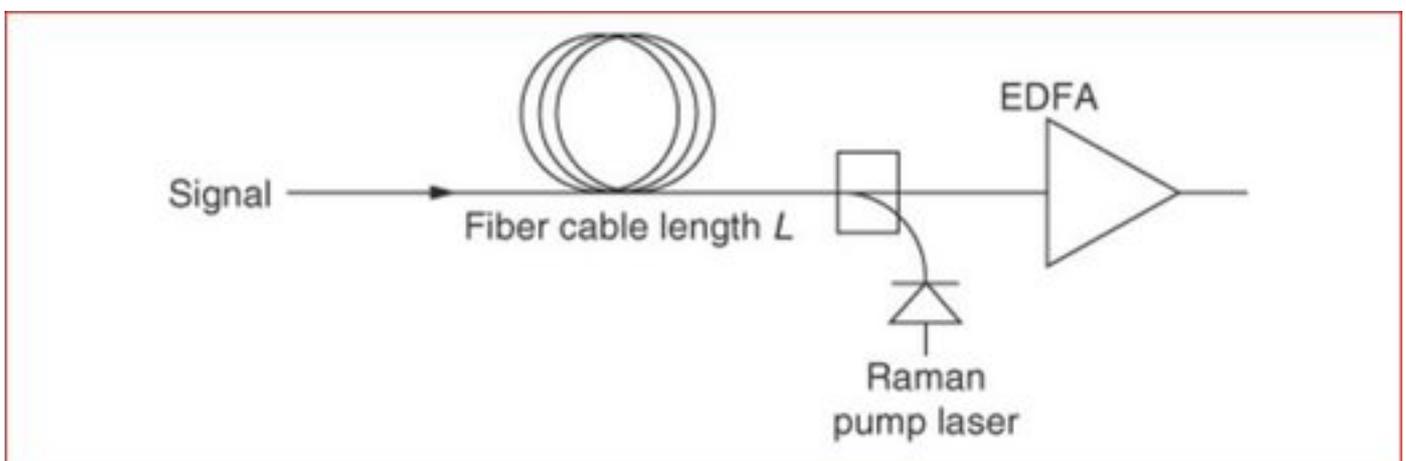
Le chiffre de bruit est la version de dB du facteur de bruit.

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

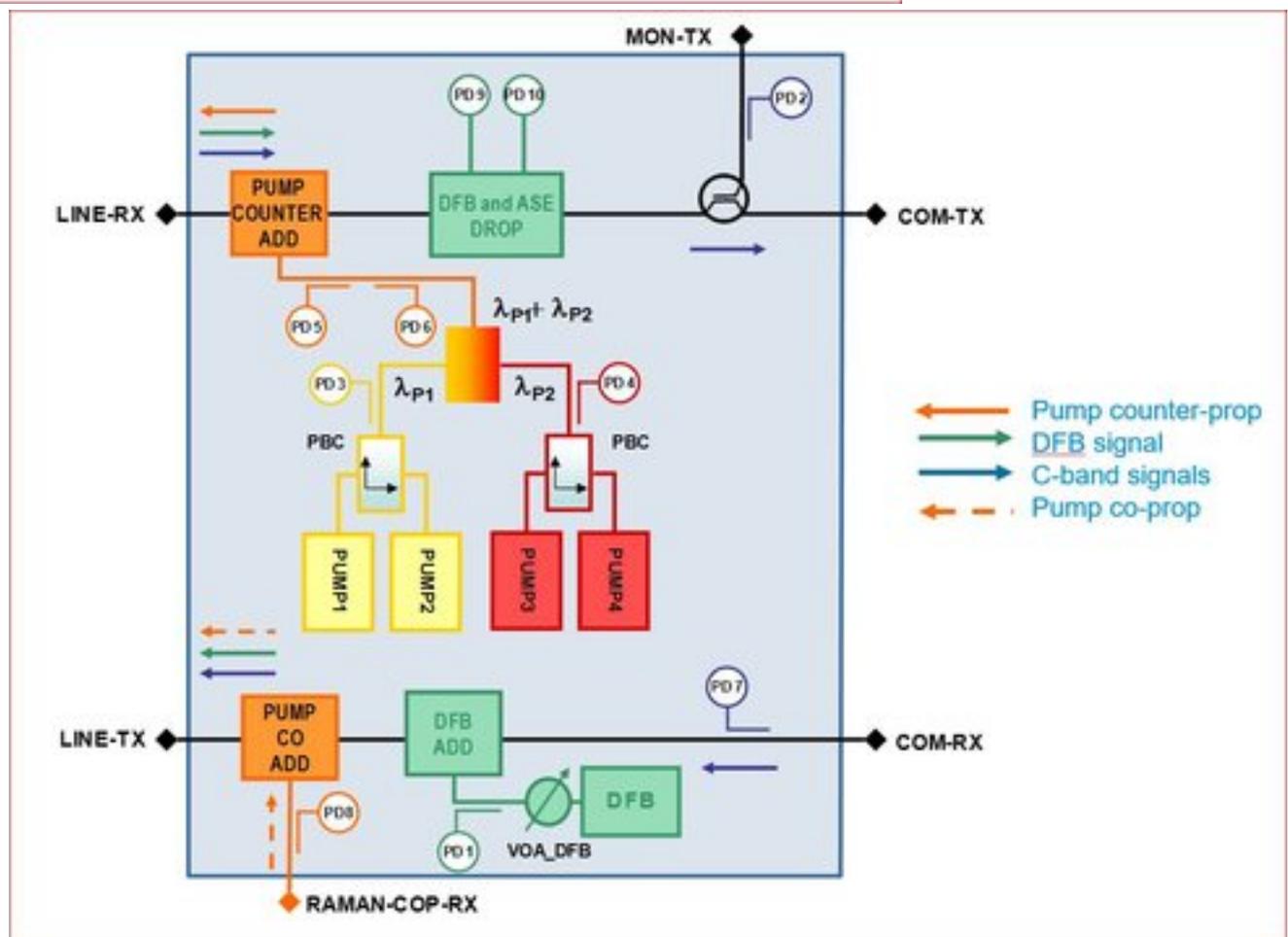
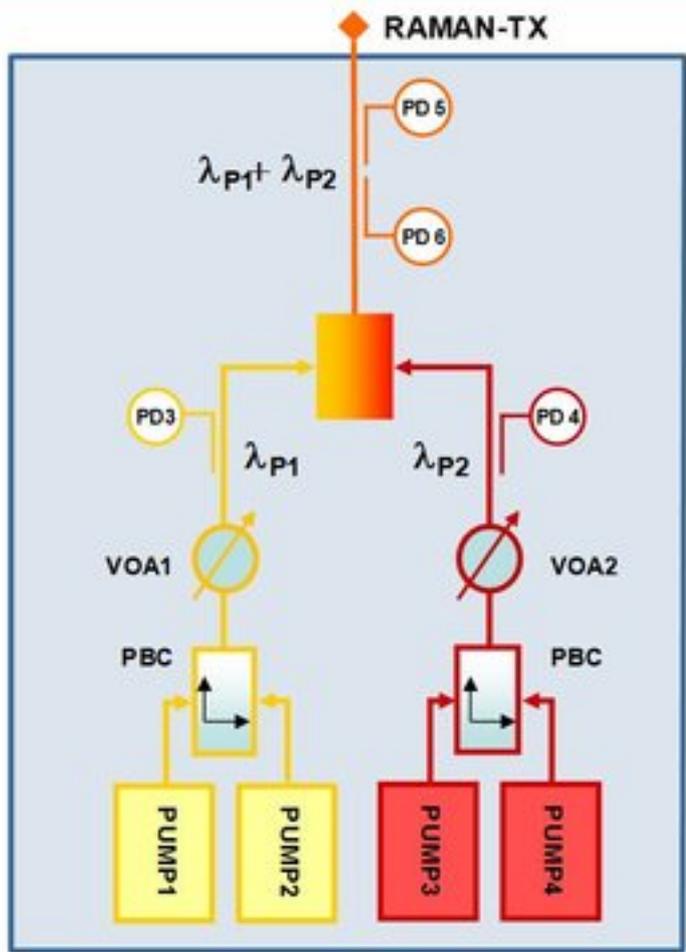
$$\text{NF}_R = 10 \log(F_R)$$

Le gain de bruit et de signal de DR est réparti sur la longueur utile de la fibre d'envergure.

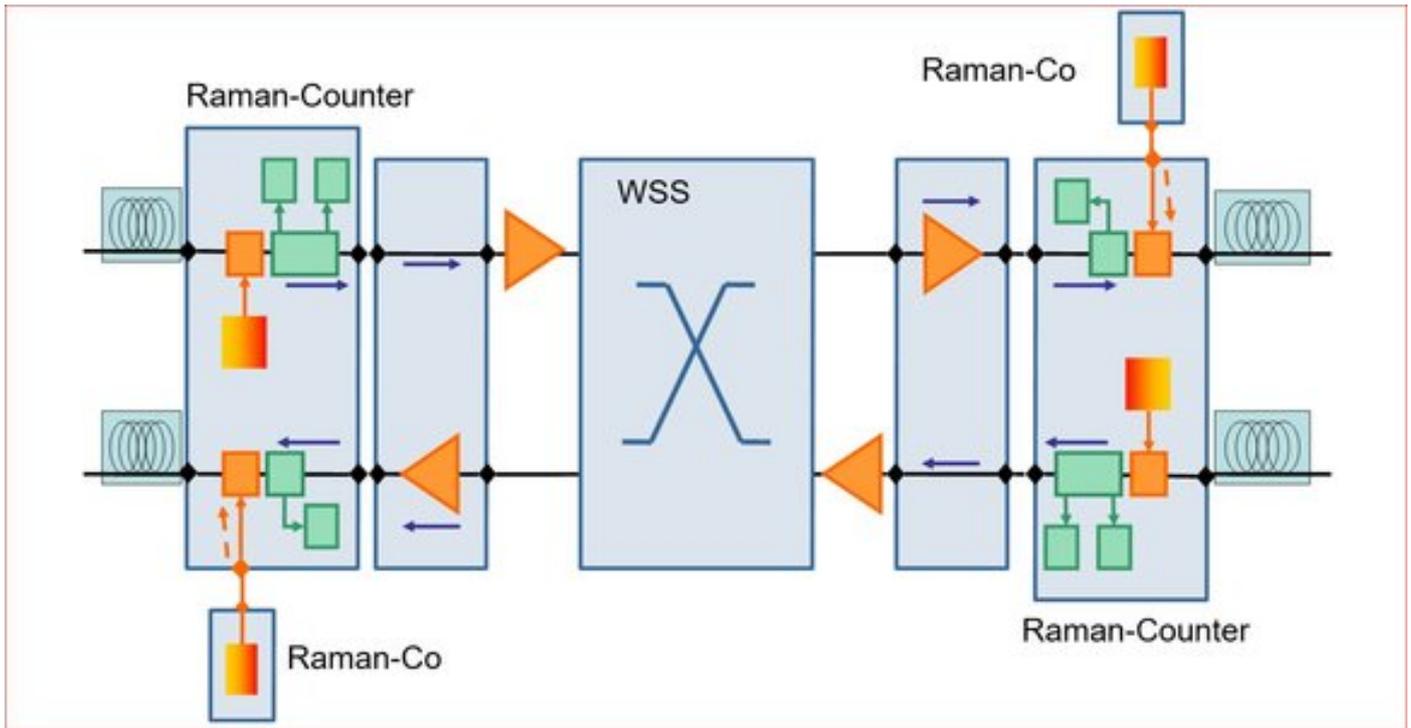
Des amplificateurs de Raman distribués contre- par pompe sont souvent combinés avec des préamplis EDFA pour étendre des distances d'envergure. Cette configuration hybride peut apporter l'amélioration 6dB dans l'OSNR, qui peut de manière significative étendre des longueurs d'envergure ou augmenter le budget de perte d'envergure. La contre- pompe DR peut également aider à réduire des effets non linéaires et tient compte de la réduction d'alimentation de lancement de canal.



[Schéma fonctionnel de bloc fonctionnel pour CoPropagating et contre- amplificateur propageant de Raman](#)



Mettez en place l'architecture de déploiement des amplificateurs EDFA et de RAMAN :



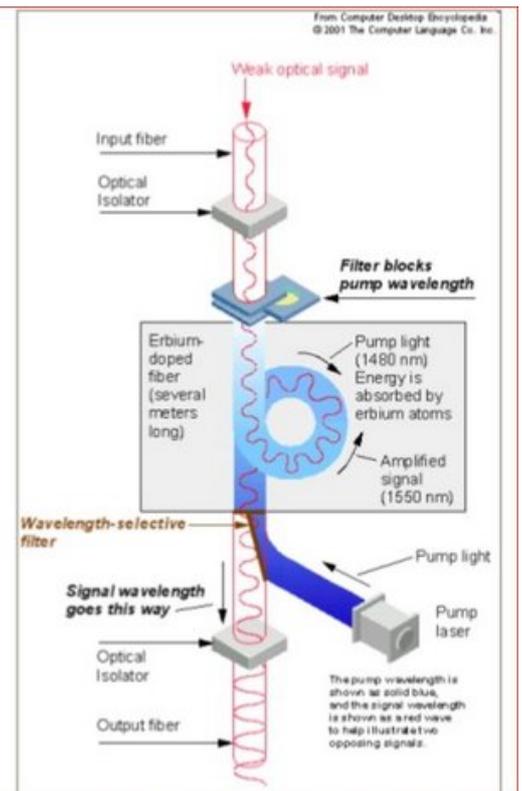
Intéressant pour savoir :

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)**!



Informations connexes

- Réseaux fibre optiques de planification par Bob Chomycz
- https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/optical-networking/ons-15454-series-multiservice-provisioning-platforms/data_sheet_c78-658538.html
- [Support et documentation techniques - Cisco Systems](#)