

Praktische aspecten van Ramanversterker

Inhoud

[Inleiding](#)

[Achtergrondinformatie](#)

[Vaak voorkomende typen ramaversterkers](#)

[Beginsel](#)

[Theorie van Raman Gain](#)

[Geluidsbronnen](#)

[Gerelateerde informatie](#)

Inleiding

In dit document worden de praktische aspecten beschreven van de implementatie van een versterker voor ramadan in het Optische Netwerk. Het maakt Raman makkelijker te begrijpen, lijsten onderaande voordelen , eisen en toepassingen ervan .

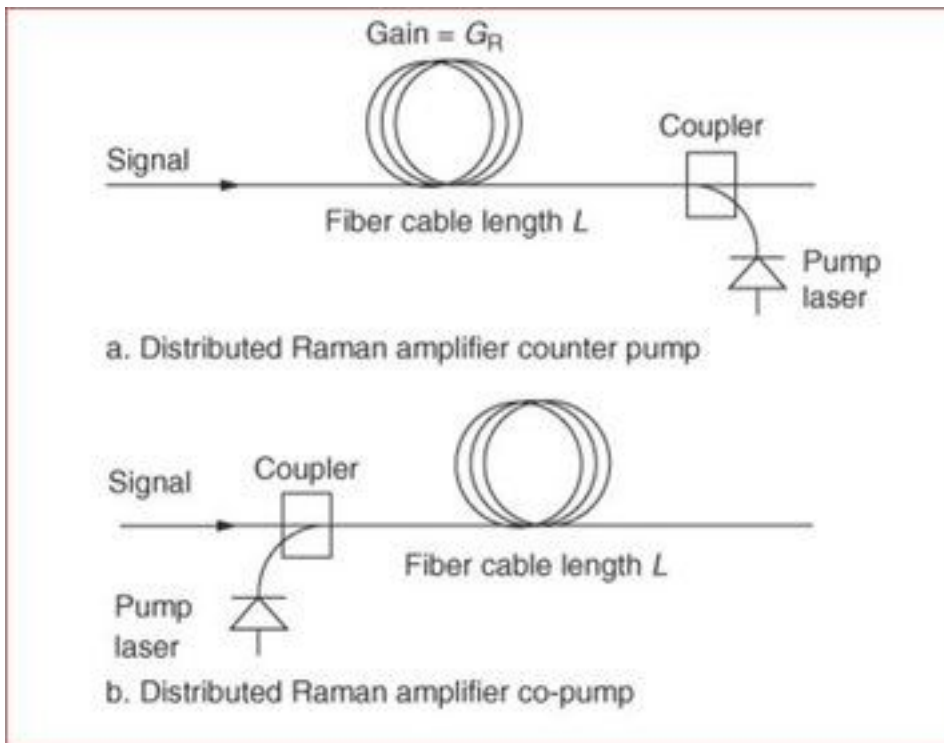
Bijgedragen door Sanjay Yadav, Cisco TAC Engineer.

Achtergrondinformatie

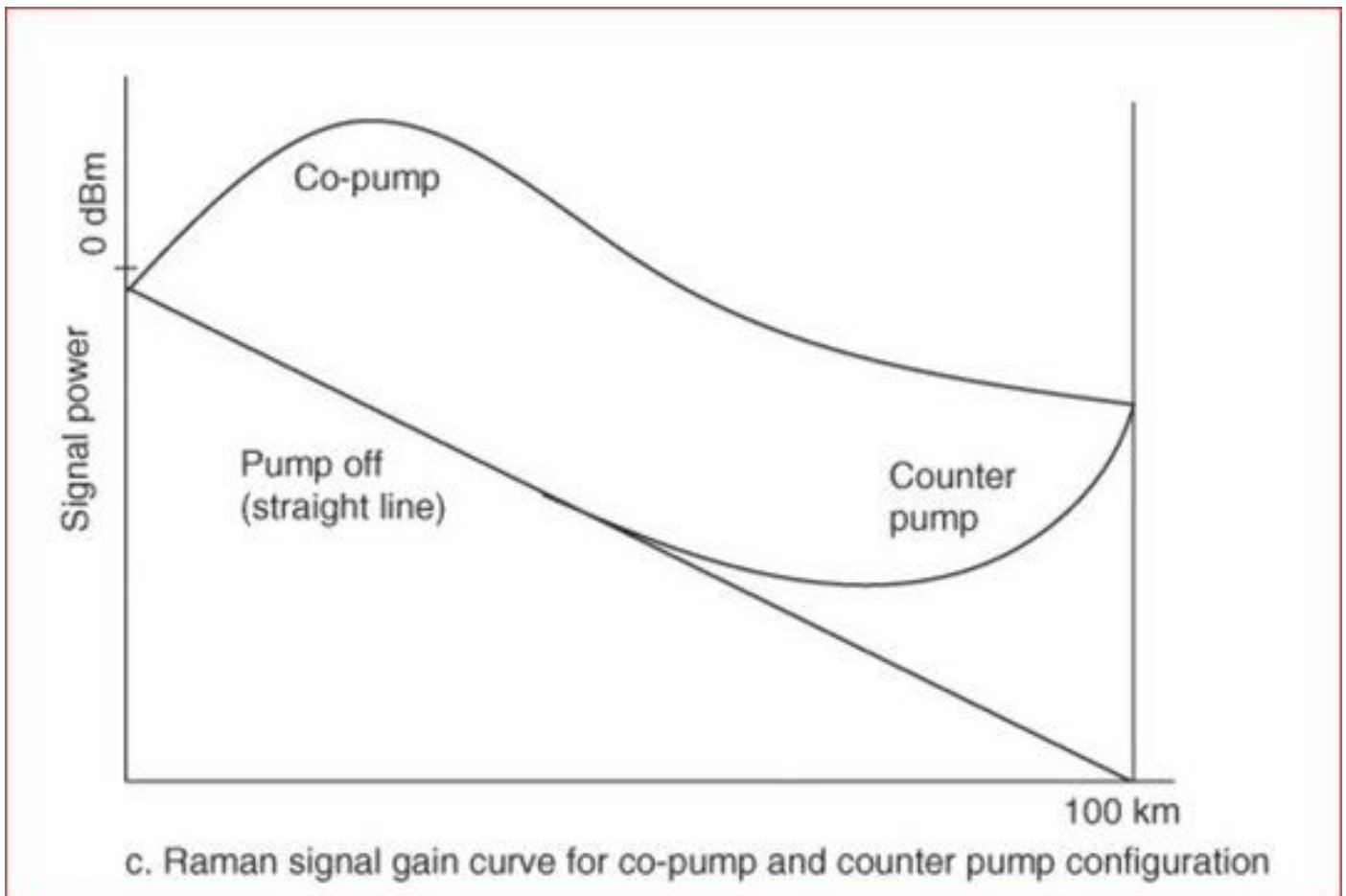
1. De Raman-versterker is doorgaans veel duurder en heeft minder winst dan een EDFA-versterker (Erbium Doped Fiber Amplifier). Daarom wordt het uitsluitend gebruikt voor speciale toepassingen.
2. Het belangrijkste voordeel dat deze versterker heeft ten opzichte van de EDFA is dat hij zeer minder ruis genereert en daardoor niet de spanwijdte van de "Optical to Signal Noise Ratio" (OSNR) even sterk afbreekt als de EDFA.
3. De gebruikelijke toepassing ervan is in EDFA-spanen waar extra winst nodig is, maar de grens van het OSNR is bereikt.
4. Het toevoegen van een Raman-versterker heeft mogelijk geen significante invloed op OSNR, maar kan wel een signaalversterking van 20 dB opleveren.
5. Een ander belangrijk kenmerk is de mogelijkheid om een vezelband te vergroten, niet alleen de C-band zoals het geval is voor de EDFA. Dit maakt het mogelijk voor ramaversterkers om signalen in O-, E- en S-banden (voor toepassing voor grove golflengte Division Multiplexing (CWDM) te stimuleren).
6. De versterker werkt op het principe van Stimulated Raman Scattering (SRS), dat een niet-lineair effect is.
7. Het bestaat uit een laserapparaat met een hoogspanningspomp en een vezelkoppeling (optische circulator).
8. Het versterkingsmedium is de span vezel in een gedistribueerde Type ramaversterker (DRA).
9. Distributed Feedback (DFB)-laser is een smalle spectrale band die wordt gebruikt als veiligheidsmechanisme voor Raman Card. DFB stuurt pols om elke weerkaatsing te controleren die bestaat in de lengte van de vezel. Als er geen HBR (High Back Reflection) wordt gevonden, start Raman om te verzenden.

10. Over het algemeen wordt de HBR in enkele eerste kilometer vezels gecontroleerd tot de eerste 20 km. Als HBR wordt gedetecteerd, werkt Raman niet. Er is enige vezelactiviteit nodig nadat je het probleemgebied via OTDR hebt gevonden.

Vaak voorkomende typen ramaversterkers



- De opgepompte of discrete ramaversterker bevat intern een voldoende lange glasvezel waarin de signaalversterking zich voordoet.
- De DROA-pomplaser wordt op de glasvezel aangesloten in een contrapomp (omgekeerde pomp) of een copomp (voorpomp) of configuratie.
- De configuratie van de tegenpomp heeft doorgaans de voorkeur omdat dit niet resulteert in buitensporig hoge signaalcrachten aan het begin van de glasvezel-reeks, wat kan resulteren in niet-lineaire vervormingen zoals in het beeld wordt getoond.



Het voordeel van de co-pompconfiguraties is dat het minder ruis produceert.

Beginsel

Als de pomplaserfotonen zich in de vezel voortplanten, botsen ze in elkaar en worden ze door vezelmoleculen of atomen opgenomen. Hierdoor worden moleculen of atomen opgeweekt tot hogere energieniveaus. De hogere energieniveaus zijn geen stabiele toestand, zodat ze snel dalen tot lagere intermediaire energieniveaus die energie vrijmaken als fotonen in elke richting bij lagere frequenties. Dit is een spontane ramadanverstrooiing of Stokes-verstrooiing die bijdraagt aan ruis in de vezel.

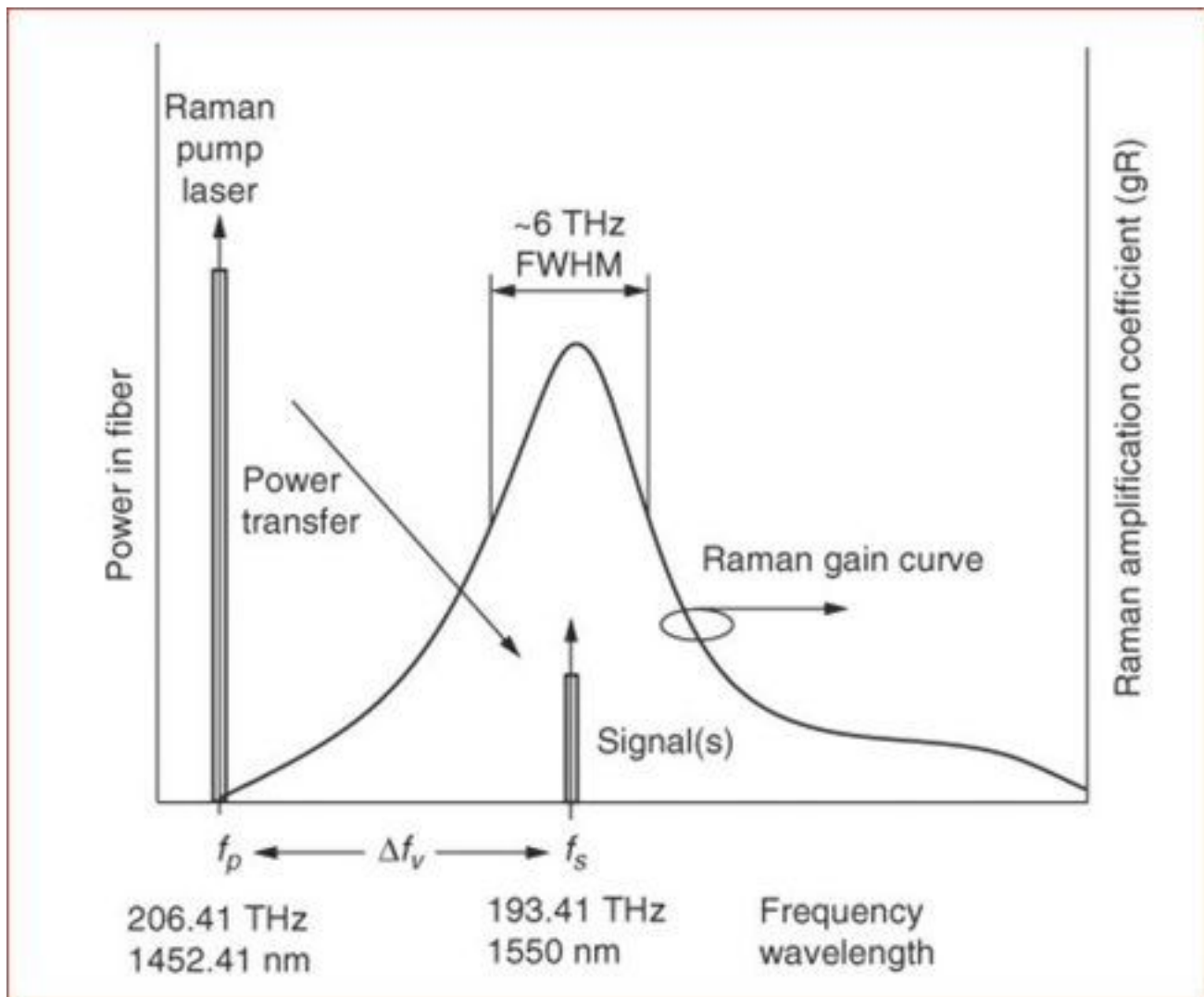
Aangezien de moleculen afnemen tot een middelmatig energietrillingsniveau, is de verandering in energie minder dan de aanvankelijk ontvangen energie op het moment van molecuul-excitatie. Deze verandering in de energie van het niveau van de spanning naar het niveau van de tussenliggende waarden bepaalt de fotonfrequentie vanaf het moment dat de $FIFF = \hbar E / h$. Dit wordt de Stokes-frequentieverschuiving genoemd en bepaalt de vorm en locatie van de Raman-versterking versus frequentiecurve. De energie die van het tussenniveau tot het grondniveau blijft, wordt verdeeld als moleculaire trillingen (fononen) in de vezel. Aangezien er een breed scala van hogere energieniveaus bestaat, heeft de aanwinst-curve een brede spectrale breedte van ongeveer 30 THz.

Tijdens het gestimuleerde ramaanverstrooien, winnen signaalfotonen het frequentiespectrum samen, en winnen ze energie uit de Stokes-golf, wat resulteert in signaalversterking.

Theorie van Raman Gain

De FWHM-breedte van de Raman-winstcurve is ongeveer 600 (48 nm) met een piek bij ongeveer

13,2000 (10,000) onder de pompfrequentie. Dit is het nuttige signaalversterkerspectrum. Om een signaal in het 1550 nm bereik te versterken, dient de laserfrequentie van de pomp moet 13,2THz onder de signaalfrequentie liggen bij ongeveer 1452 nm.



Meervoudige pomplasers met zijdelings winstcurves worden gebruikt om de totale ramadanwinstcurve te verruimen.

$$f_p = f_s + \Delta f_v$$

Indien f_p = pompfrequentie, THz f_s = signaalfrequentie, THz Δf_v = Raman Stokes frequentieverschuiving, THz.

Ramanwinst is de nettosignaalversterking die over de effectieve lengte van de vezel is verdeeld. Het is een functie van het laser vermogen van de pomp, de effectieve lengte van de vezels en het vezelgebied.

Voor vezels met een klein effectief gebied, zoals in dispersie-compensatievezel, is de ramaversterking hoger. De versterking is ook afhankelijk van de signaalscheiding van de laserpompgolflengte, de versterking van het ramasignaal wordt ook gespecificeerd en het veld

wordt gemeten als aan/uit-versterking. Dit wordt gedefinieerd als de verhouding tussen het uitgangssignaalvermogen en de pomplaser op en uit. In de meeste gevallen heeft het Raman ASE-geluid weinig effect op de gemeten signaalwaarde met de pomplaser op. Als er echter een aanzienlijk ruis is, dat kan worden ervaren wanneer de spectrale breedte van de meting groot is, wordt het met het signaal uit gemeten geluidsvermogen van de pomp op het signaalvermogen afgetrokken om een nauwkeurige aan/uit-winstwaarde te verkrijgen. De winst aan/uit tijdens de ramadan wordt vaak de winst genoemd.

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

Geluidsbronnen

Ruis gemaakt in een DRA-periode bestaat uit:

- Geversterkte spontane emissies (ASE)
- Dubbele radiyleendifiltering (DRS)
- Geluidsniveau van pomplasers

Ademgeluiden zijn het gevolg van de productie van fotonen door spontane ramaanverstrooiing.

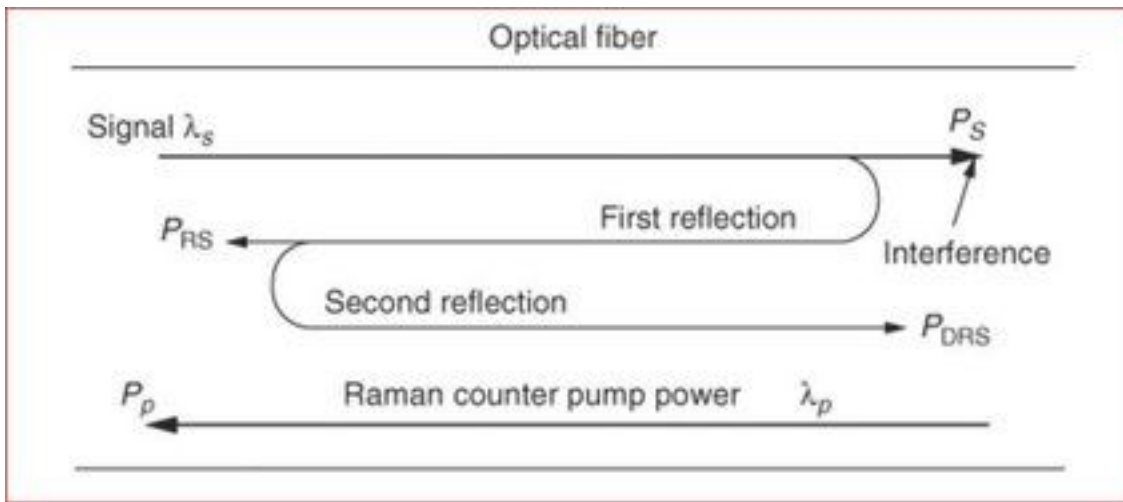
DRS-ruis treedt op wanneer de signaalkracht die twee keer wordt gereflecteerd als gevolg van het splitsen van de radiolaten, wordt versterkt en beïnvloedt het oorspronkelijke signaal als kruisstralruis.

De sterkste reflecties komen van connectors en slechte splices voor.

Meestal is DRS-ruis minder dan ASE-ruis, maar voor meerdere ramaans kan dit ruis oplopen. Om deze interferentie te verminderen, kunnen Ultra Poolse connectors (UPC) of Angle Poolse connectors (APC) worden gebruikt. Na de laserdioden kunnen optische isolatoren worden geïnstalleerd om de reflecties in de laser te verminderen. Ook kan de OTDR-sporen helpen om gebeurtenissen met een hoog reflectievermogen te lokaliseren voor reparatie.

Configuratie van de DRA van de pomp resulteert in betere OSNR prestaties voor signaalwinsten van 15 dB en meer. Pomplaserlawaai is minder zorgwekkend omdat het bij RIN van beter dan 160 dB/Hz gewoonlijk vrij laag is.

Niet-onlineeffecten van Kerr kunnen ook bijdragen tot ruis door het hoge vermogen van de laserpomp. Voor vezels met een laag DRS-geluid is het Ramanlawaai als gevolg van ASE veel beter dan het EDFA-geluidscijfer. Het ruis tijdens de ramadan is doorgaans -2 tot 0 dB, wat ongeveer 6 dB beter is dan het geluidsniveau van de EDFA.



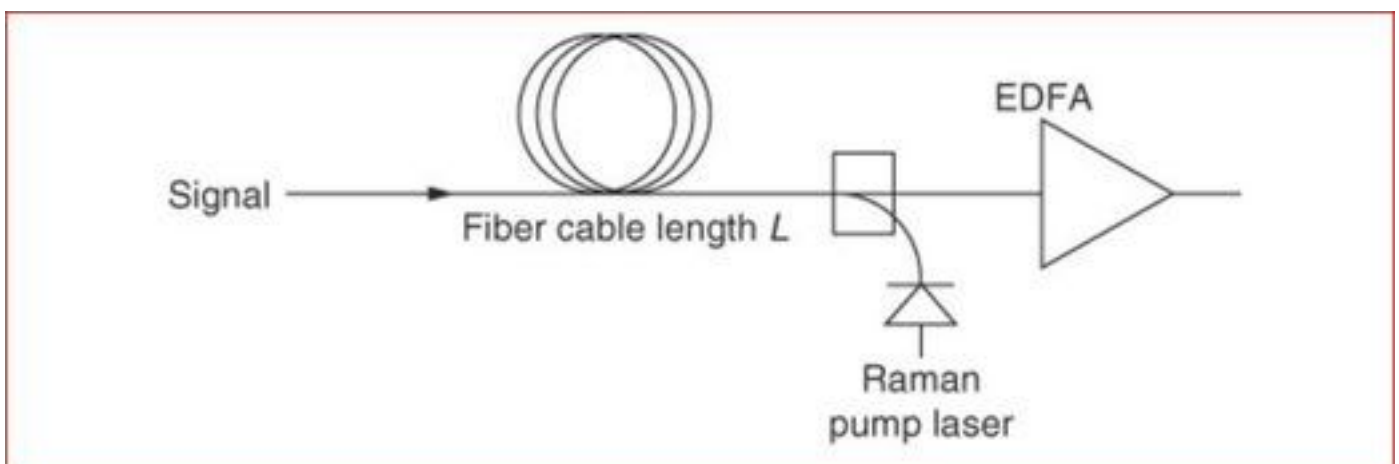
Raman-versterkerlawaaifactor wordt gedefinieerd als de OSNR bij de ingang van de versterker aan de OSNR bij de uitvoer van de versterker.

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

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

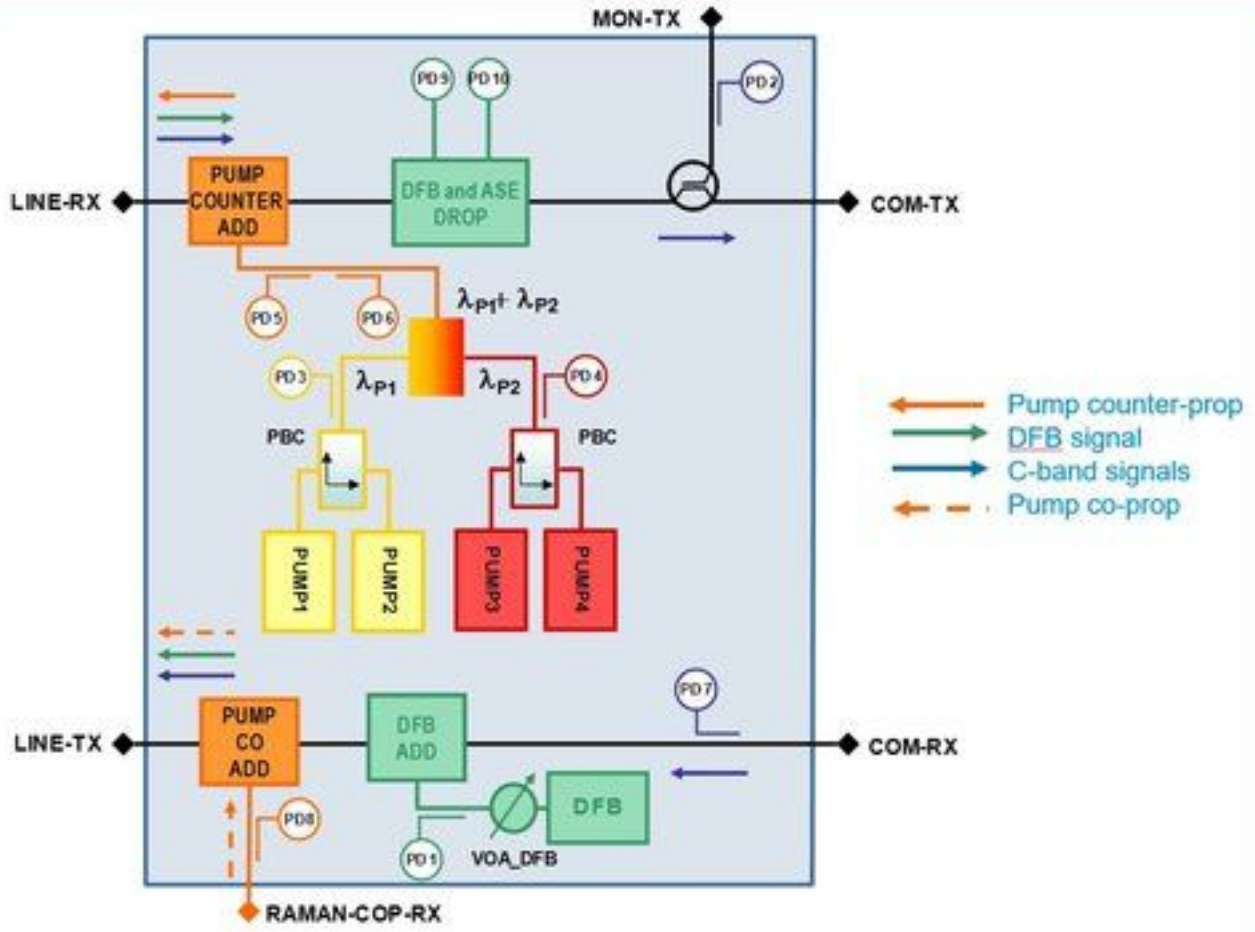
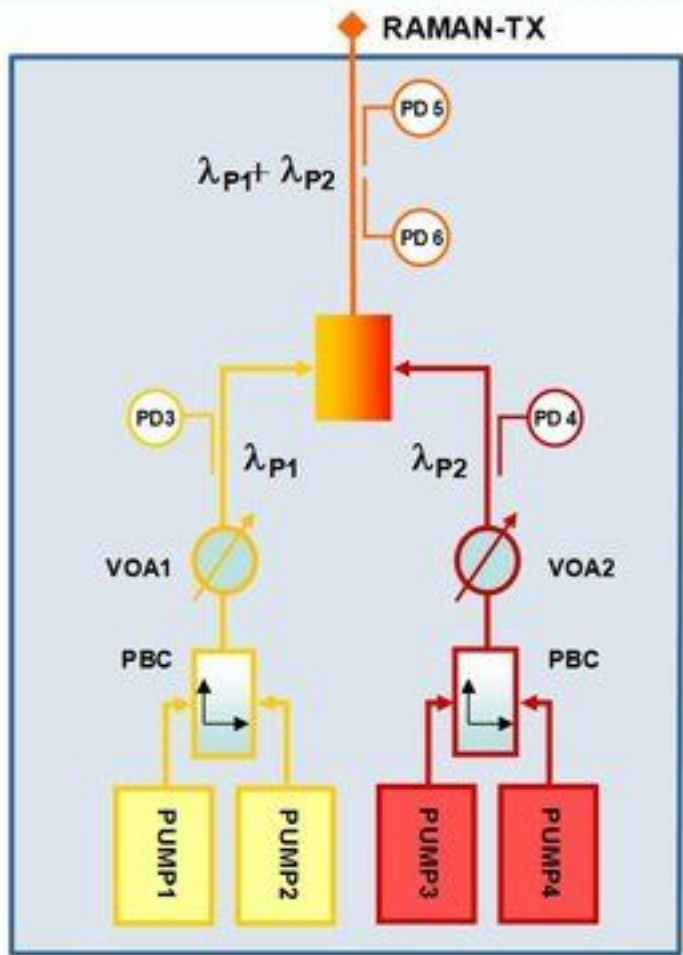
Geluidsniveau is de dB-versie van de geluidsfactor.

De DRA-ruis- en signaalversterking wordt over de effectieve lengte van de spanwijdte verdeeld.

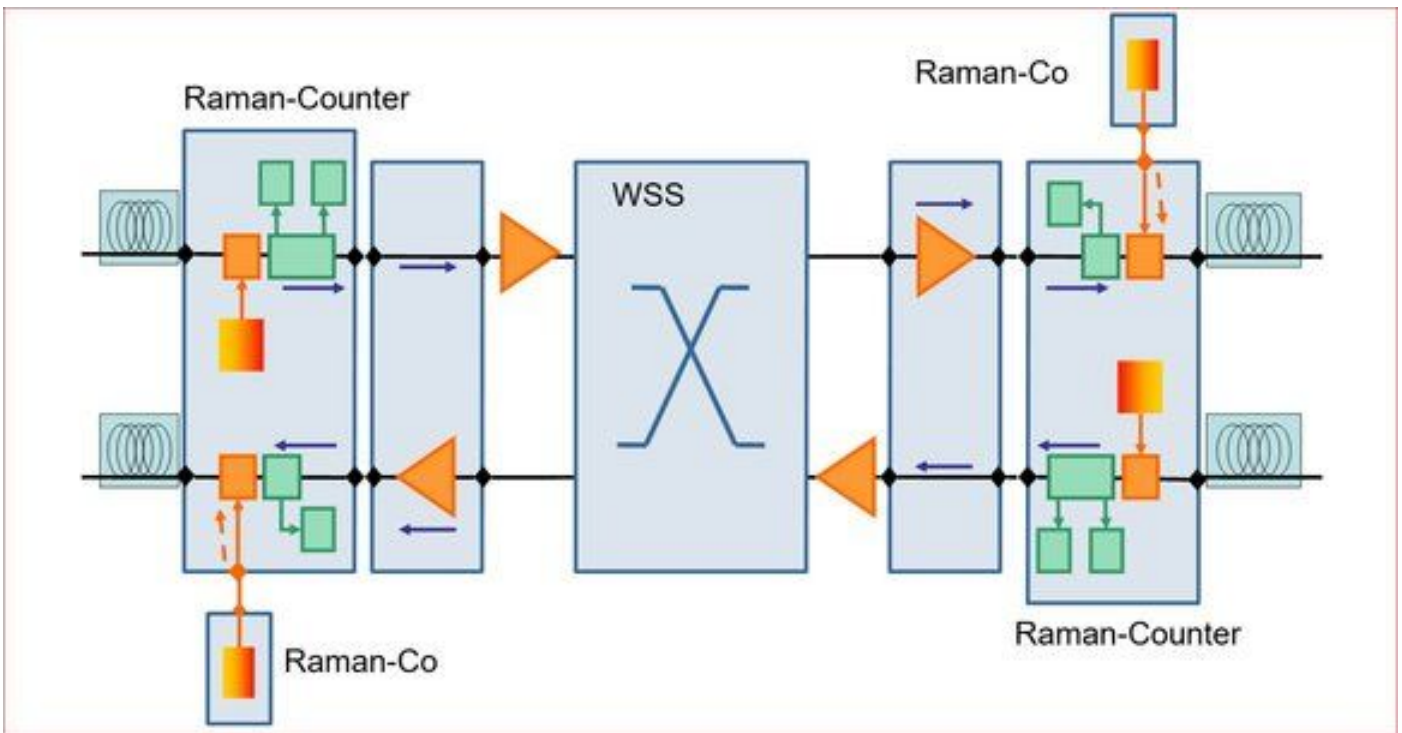


Teller gedistribueerde ramaversterkers worden vaak gecombineerd met EDFA-voorversterkers om de afstand te vergroten. Deze hybride configuratie kan een verbetering van 6 dB in de OSNR bieden, die een aanzienlijke verlenging van de lengte van de periode of een stijging van het verliesbudget voor de periode kan opleveren. Tegenpomp DRA kan ook bijdragen aan het verminderen van niet-lineaire effecten en het verminderen van het kanaallanceervermogen.

[Functioneel blokdiagram voor CoPropagating and Counter Propagating Raman Amplifier](#)



Plaatselijke implementatiearchitectuur van EDFA en RAMAN-versterkers:



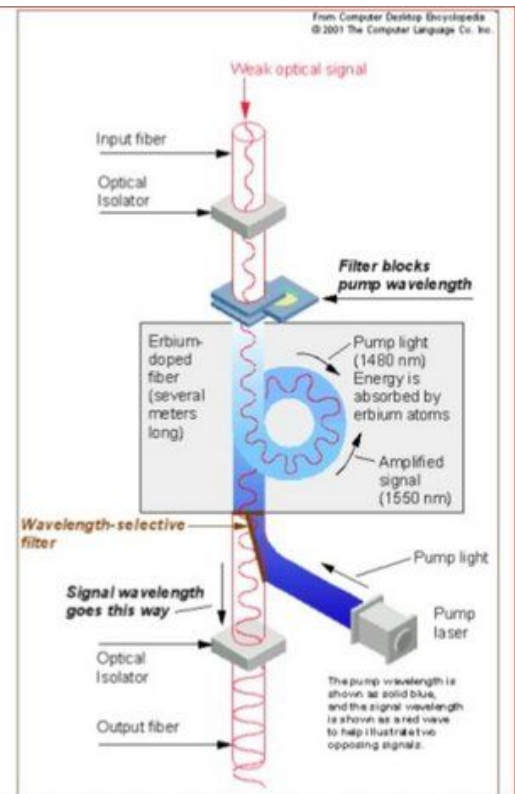
Interessant om te weten:

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)**!



Gerelateerde informatie

- Plannen voor glasvezelnetwerken door Bob Chomycz
- https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/optical-networking/ons-15454-series-multiservice-provisioning-platforms/data_sheet_c78-658538.html
- [Technische ondersteuning en documentatie – Cisco Systems](#)