

Aspectos prácticos del amplificador de Raman

Contenido

[Introducción](#)

[Antecedentes](#)

[Tipos comunes de amplificadores de Raman](#)

[Principio](#)

[Teoría del aumento de Raman](#)

[Fuentes de interferencia](#)

[Información Relacionada](#)

Introducción

Este documento describe los aspectos prácticos de la implementación del amplificador de Raman en la red óptica. Hace Raman más fáciles entender, las ventajas de los itis de las listas abajo, los requisitos y las aplicaciones.

Contribuido por Sanjay Yadav, ingeniero de Cisco TAC.

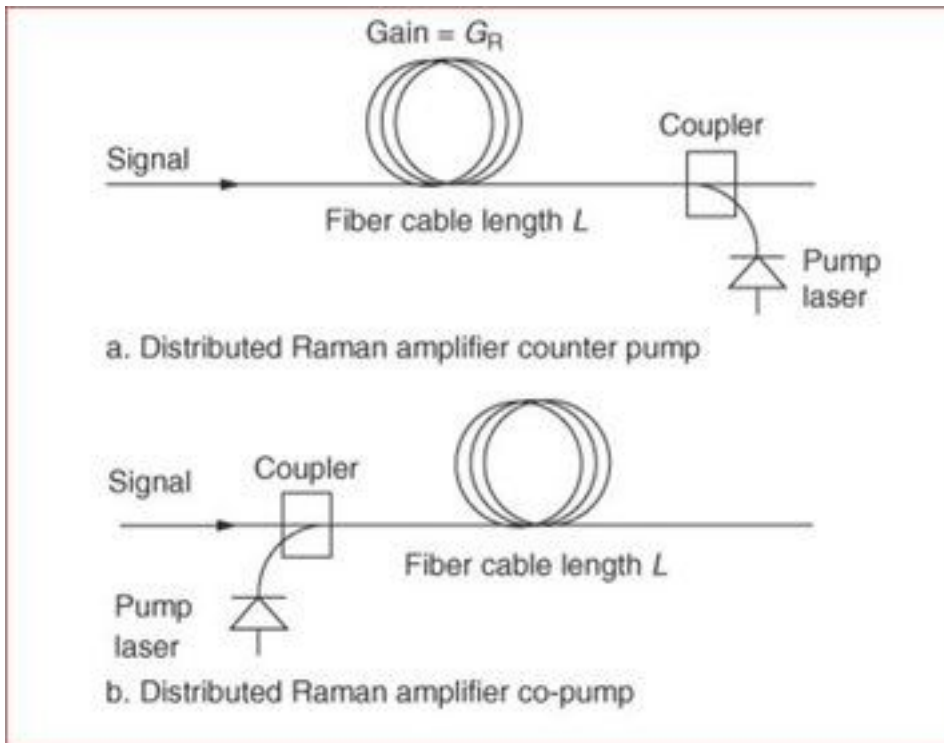
Antecedentes

1. El amplificador de Raman es típicamente mucho más costoso y tiene menos aumento que un amplificador dopado erbio del amplificador de la fibra (EDFA). Por lo tanto se utiliza solamente para las aplicaciones de la especialidad.
2. La ventaja principal que este amplificador tiene sobre el EDFA es que genera muy menos ruido y por lo tanto no degrada el palmo Óptica para señalar el índice de ruido (OSNR) tanto como el EDFA.
3. Su aplicación típica es en los palmos EDFA donde se requiere el aumento adicional pero se ha alcanzado el límite OSNR.
4. Agregar un amplificador de Raman no pudo afectar perceptiblemente a OSNR, sino puede proporcionar hasta un aumento de señal 20dB.
5. Otro atributo dominante es el potencial para amplificar cualquier banda de la fibra, no apenas la banda del C al igual que el caso para el EDFA. Esto permite para que los amplificadores de Raman impulsen las señales en las bandas O, E, y S (para la aplicación gruesa de la amplificación de la multiplexación de la división de longitud de onda (CWDM)).
6. El amplificador funciona en el principio de Raman estimulado que dispersa (SRS), que es un efecto no lineal.
7. Consiste en un láser de bombeo y un acoplador de alta potencia de la fibra (circulador Óptica).
8. El media de la amplificación es la fibra del palmo en un amplificador distribuido de Raman del tipo (DRACMA).
9. El laser del feedback de Dstributed (DFB) es un ancho de banda espectral estrecho que se utiliza como mecanismo de seguridad para el indicador luminoso LED amarillo de la placa muestra gravedad menor de Raman. El DFB envía el pulso para marcar cualquier reflexión

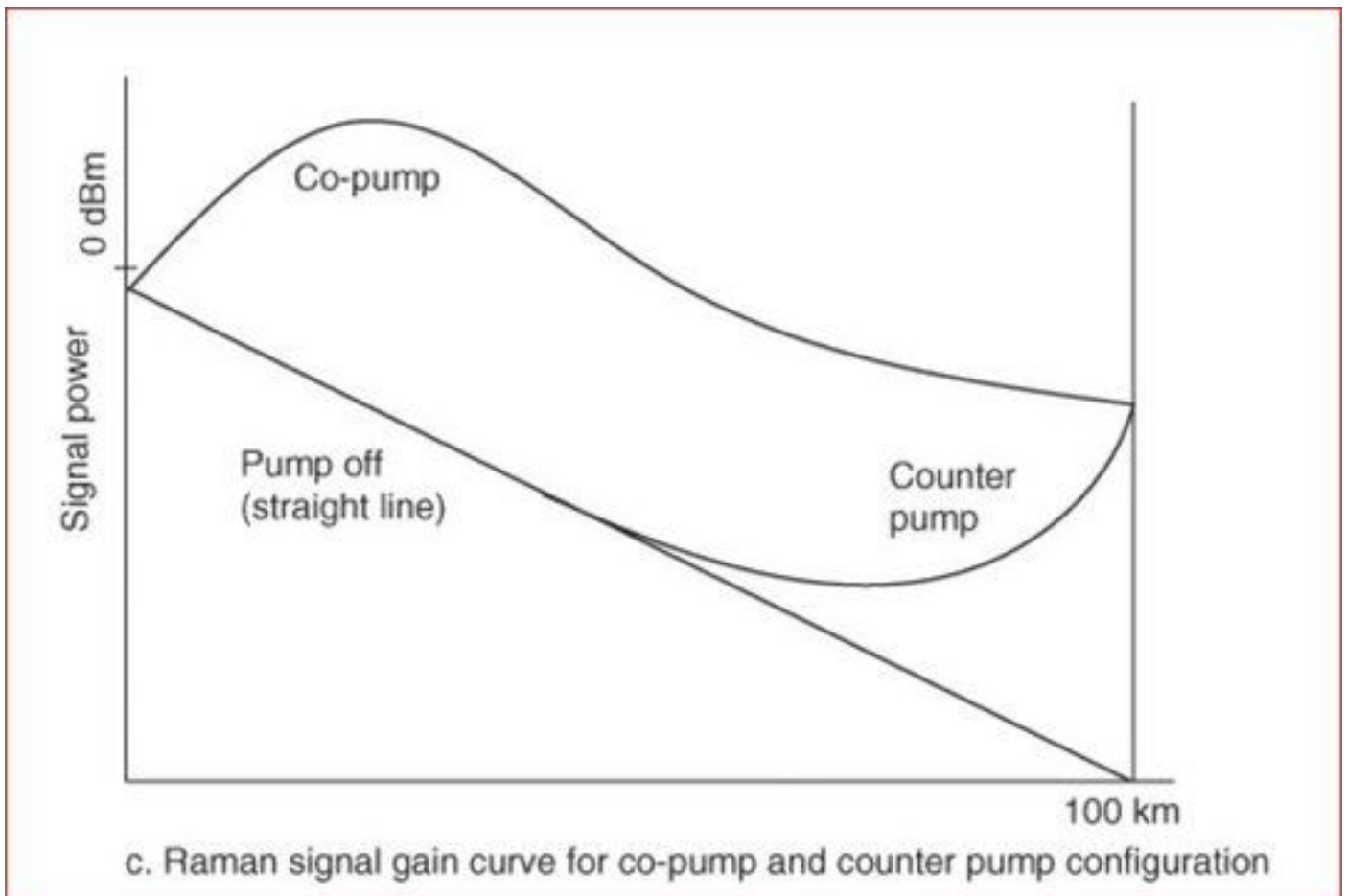
posterior que exista en la extensión de la fibra. Si se encuentra la reflexión posterior no alta (HBR), Raman comienza a transmitir.

10. HBR es generalmente llegada inicial pocos kilómetros de fibra a los primeros 20 kilómetros. Si se detecta HBR, Raman no trabajará. Una cierta actividad de la fibra es necesaria después de que usted encuentre la área problemática vía el OTDR.

Tipos comunes de amplificadores de Raman



- El amplificador amontonado o discreto de Raman del tipo internamente contiene un carrete suficientemente largo de la fibra donde ocurre la amplificación de la señal.
- El láser de bombeo de DRACMAS está conectado con el palmo de la fibra en una bomba contraria (bomba reversa) o una co-bomba (bomba delantera) o configuración.
- La configuración contraria de la bomba es puesto que no resulta adentro excesivamente - altas potencias de la señal típicamente preferidas al inicio del palmo de la fibra, que puede dar lugar a las distorsiones no lineales tal y como se muestra en de la imagen.



La ventaja de las configuraciones de la co-bomba es que produce menos ruido.

Principio

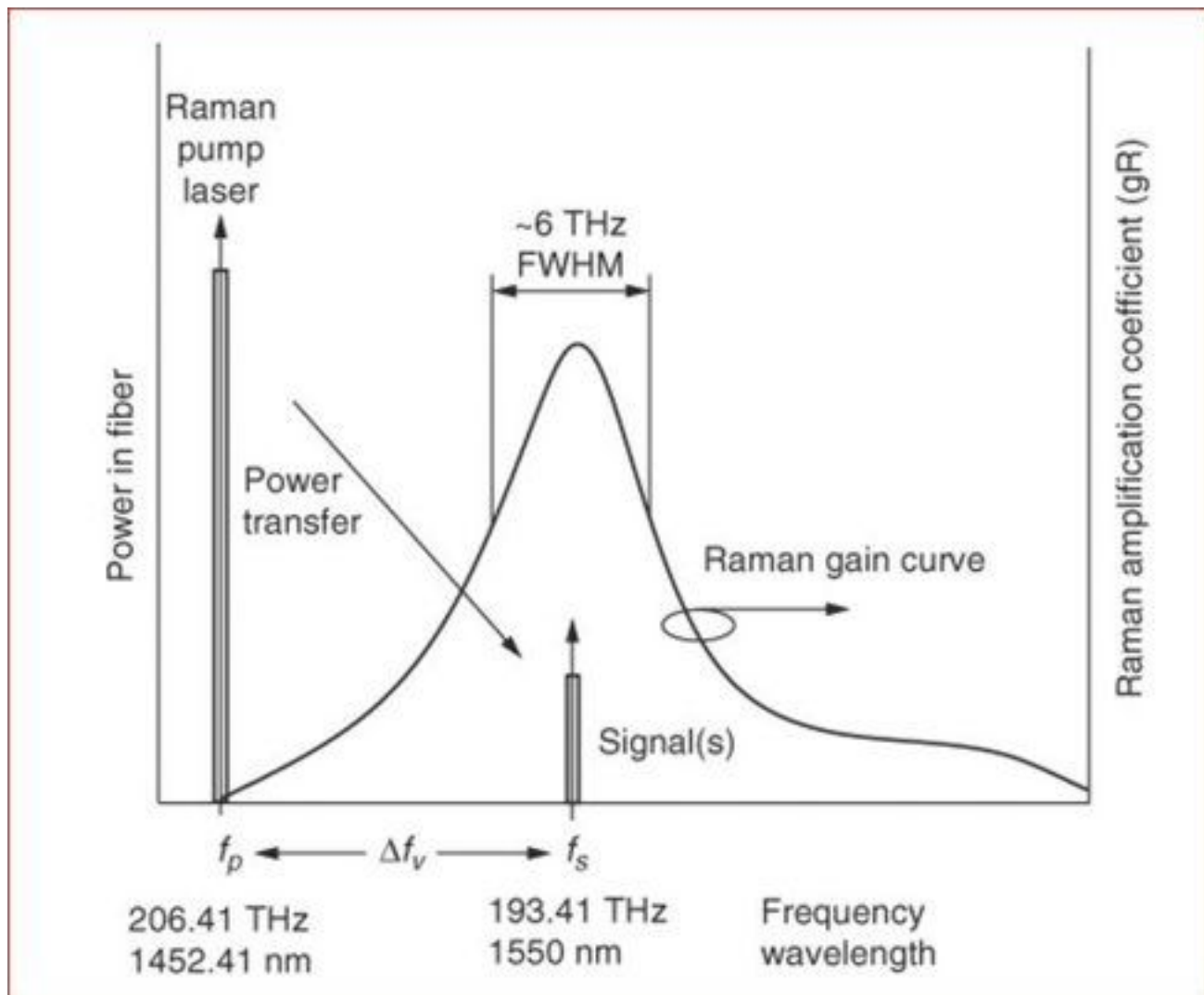
Mientras que los fotones del láser de bombeo propagan en la fibra, chocan y son absorbidos por las moléculas o los átomos de la fibra. Esto excita las moléculas o los átomos a niveles de energía más altos. Los niveles de energía más altos no son estados estables que decaen tan rápidamente para bajar los niveles de energía media que liberan la energía como fotones en cualquier dirección en frecuencias más bajas. Esto se conoce como la dispersión o Stokes espontánea de Raman que dispersa y contribuye para divulgar en la fibra.

Puesto que las moléculas decaen a un nivel de energía media de la vibración, el cambio en la energía es menos que la energía recibida inicial a la hora de excitación de la molécula. Este cambio en la energía del nivel emocionado a de nivel intermedio determina la frecuencia del fotón desde $\Delta f = \Delta E/H$. Se refiere esto mientras que alimenta la rotación de frecuencia y determina el aumento de Raman contra la dimensión de una variable y la ubicación de la curva de frecuencia. La energía que sigue habiendo de nivel intermedio al nivel del suelo se disipa como vibraciones moleculares (fonones) en la fibra. Puesto que existe una amplia gama de niveles de energía más altos, la curva del aumento tiene un ancho espectral amplio de aproximadamente 30 THz.

A la hora del Raman estimulado que dispersa, la frecuencia de la co-propagación de los fotones de la señal gana el espectro de la curva, y adquiere la energía del alimenta la onda, esa da lugar a la amplificación de la señal.

Teoría del aumento de Raman

La anchura FWHM de Raman de la curva del aumento está sobre 6THz (48 nanómetro) con un pico aproximadamente 13.2THz bajo frecuencia de la bomba. Éste es el espectro útil de la amplificación de la señal. Por lo tanto, para amplificar una señal en los 1550 que se extiende el nanómetro la frecuencia del láser de bombeo se requiere ser 13.2THz debajo de la frecuencia aproximadamente 1452 nanómetro de la señal.



Los láseres de bombeo múltiples con de lado a lado ganan las curvas se utilizan para ensanchar la curva total del aumento de Raman.

$$f_p = f_s + \Delta f_v$$

Donde el punto de congelación = la frecuencia de la bomba, THz f_s = frecuencia de la señal, THz Δ f v = Raman alimenta la rotación de frecuencia, THz.

El aumento de Raman es el aumento de señal neto distribuido sobre la longitud útil de la fibra. Es una función del poder del láser de bombeo, de la longitud útil de la fibra, y del área de la fibra.

Para las fibras con una pequeña área eficaz, por ejemplo en la fibra de la remuneración de la dispersión, el aumento de Raman es más alto. El aumento es también dependiente en la

separación de la señal de la longitud de onda de la bomba laser, el aumento de señal de Raman también se especifica y el campo se mide como aumento con./desc. Esto se define como la relación de transformación del poder de la señal de salida con el láser de bombeo por intervalos. En la mayoría de los casos el ruido de Raman ASE tiene poco efecto en el valor medido de la señal con el láser de bombeo encendido. Sin embargo, si hay el considerable ruido, que puede ser experimentado cuando el ancho espectral de la medida es grande, después la potencia del ruido medida con la señal apagado se resta de la bomba en la potencia de la señal para obtener un valor de ganancia con./desc. exacto. El aumento con./desc. de Raman se refiere a menudo como el aumento de Raman.

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

Fuentes de interferencia

El ruido creado en un palmo de DRACMAS consiste:

- Emisiones espontáneas amplificadas (ASE)
- Difusión de Rayleigh doble (DR)
- Ruido del láser de bombeo

El ruido ASE es debido a la generación del fotón por la dispersión espontánea de Raman.

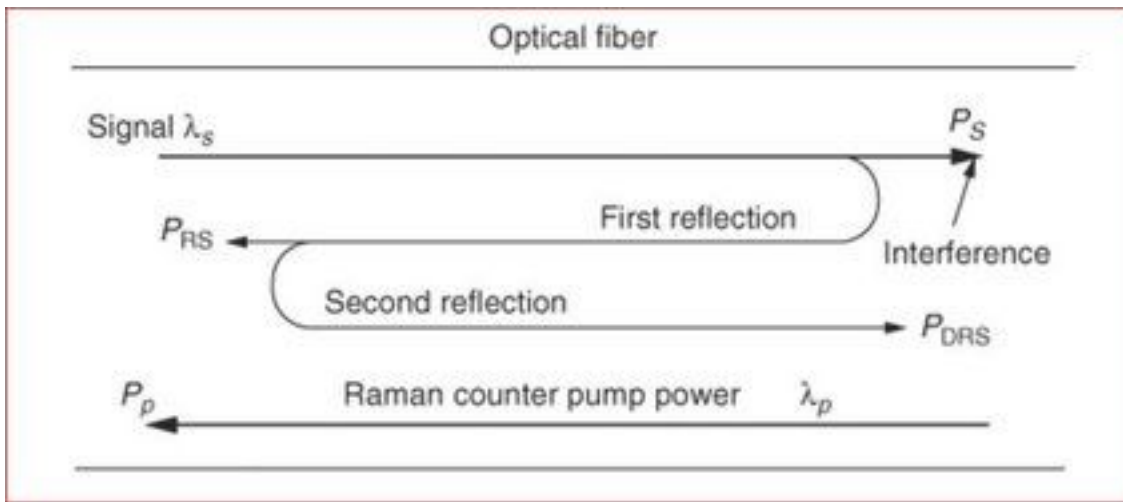
El ruido DR ocurre cuando el poder de la señal reflejada debido a la difusión de Rayleigh se amplifica dos veces e interfiere con la señal original como ruido de la interferencia.

Las reflexiones más fuertes ocurren de los conectores y de los empalmes del malo.

Típicamente el ruido DR es menos que el ruido ASE, pero para Raman múltiple lo atraviesa puede agregar para arriba. Para reducir esta interferencia, los conectores ultra polacos (UPC) o los conectores polacos del ángulo (APC) pueden ser utilizados. Los aisladores ópticos se pueden instalar después de los diodos láser en el orer para reducir las reflexiones en el laser. También, las trazas del palmo OTDR pueden ayudar a localizar los eventos alto-reflexivos para la reparación.

La configuración contraria de DRACMAS de la bomba da lugar a un mejor funcionamiento OSNR para los aumentos de señal de DB 15 y mayor. El ruido del láser de bombeo es menos de una preocupación porque es generalmente muy bajo con RIN de mejor de 160 dB/Hz.

Los efectos no lineales de Kerr pueden también contribuir para divulgar debido al alto poder de la bomba laser. Para las fibras con los DR bajos divulgue, el Raman que es la figura de ruido debido al ASE mucho mejor que la figura de ruido EDFA. Típicamente, la figura de ruido de Raman es – 2 a 0 DB, que está sobre el 6 dB mejor que la figura de ruido EDFA.



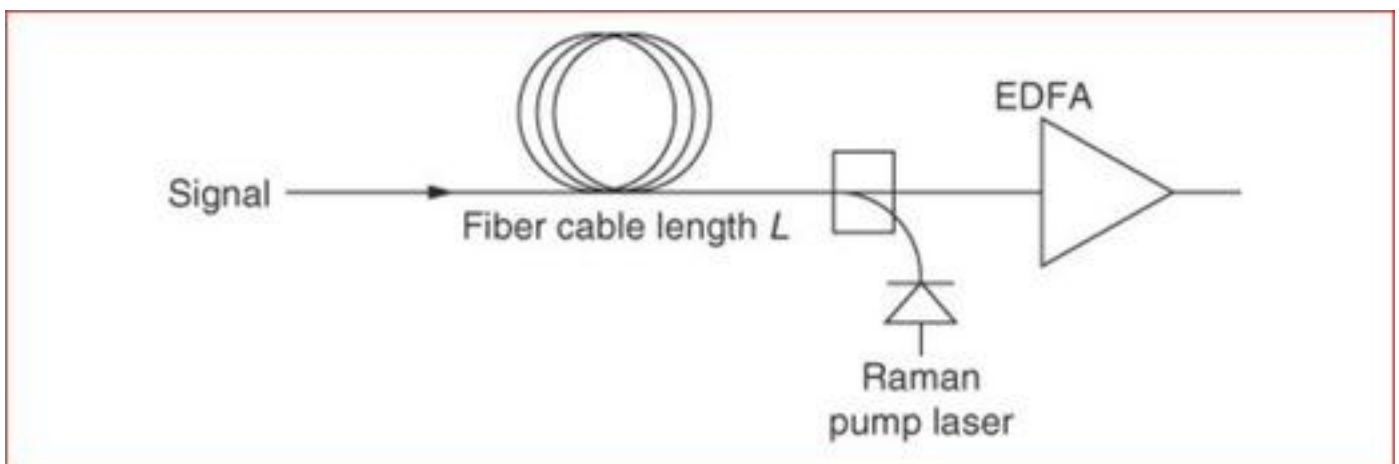
El factor de ruido del amplificador de Raman se define como el OSNR en la entrada del amplificador al OSNR en la salida del amplificador.

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

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

La figura de ruido es la versión DB del factor de ruido.

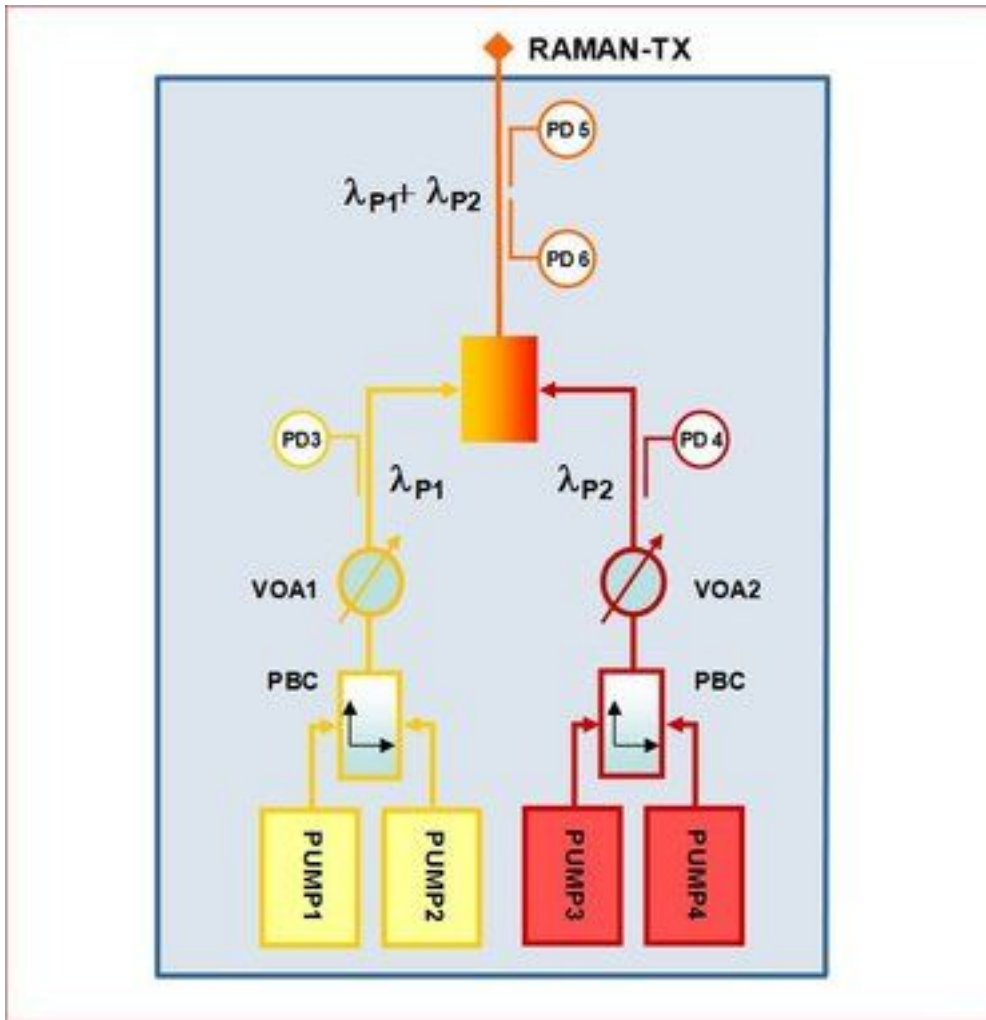
El aumento del ruido y de señal de DRACMAS se distribuye sobre la longitud útil de la fibra del palmo.

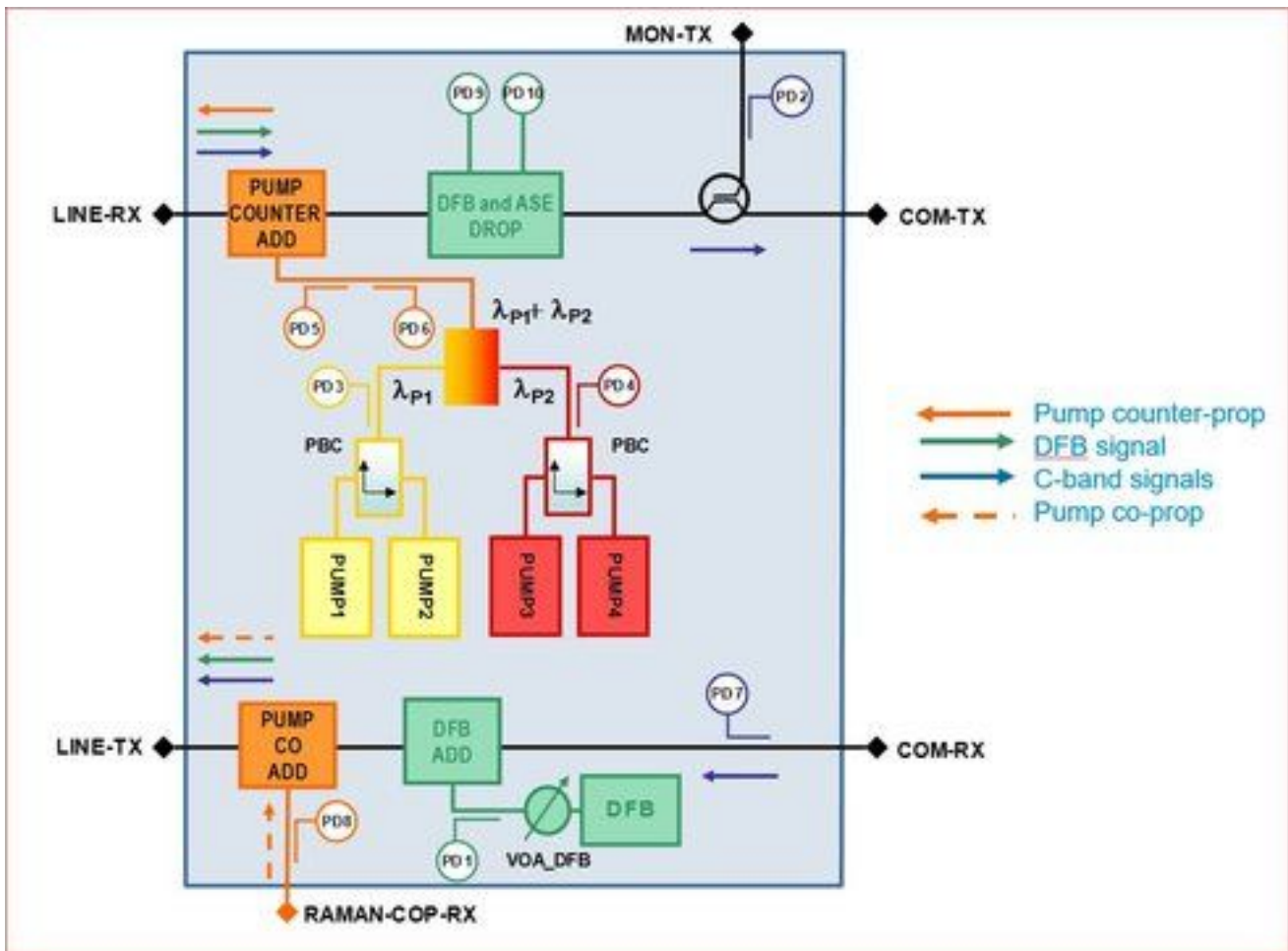


Los amplificadores distribuidos bomba contraria de Raman se combinan a menudo con los preamplificación EDFA para ampliar las distancias del palmo. Esta Configuración de Híbrido puede proporcionar la mejora 6dB en el OSNR, que puede ampliar perceptiblemente las longitudes de palmo o aumentar el Presupuesto de pérdidas del palmo. La bomba contraria DRACMA puede también ayudar a reducir los efectos no lineales y tiene en cuenta la reducción del poder del lanzamiento del canal.

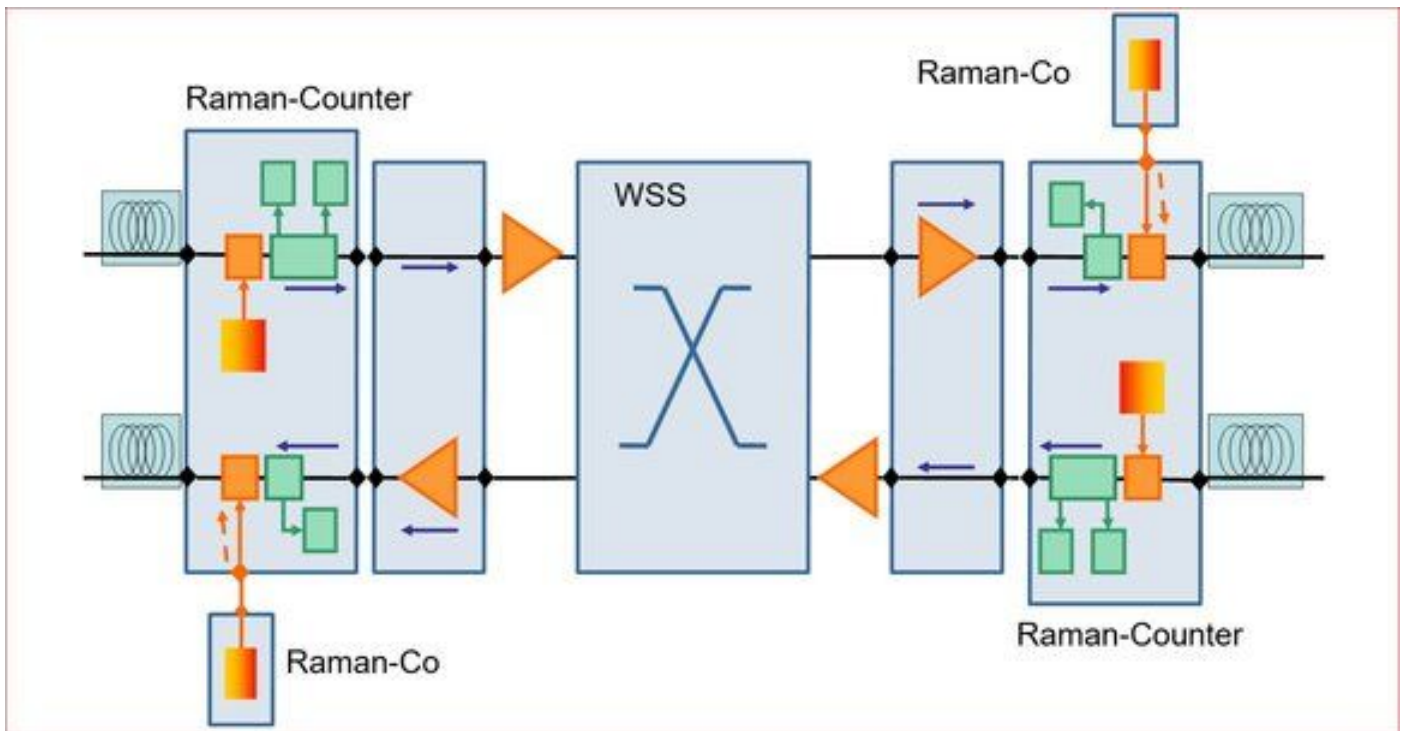
[Diagrama del bloque funcional para CoPropagating y contador que propaga el amplificador de](#)

Raman





Arquitectura de instrumentación del campo de los amplificadores EDFA y de RAMAN:



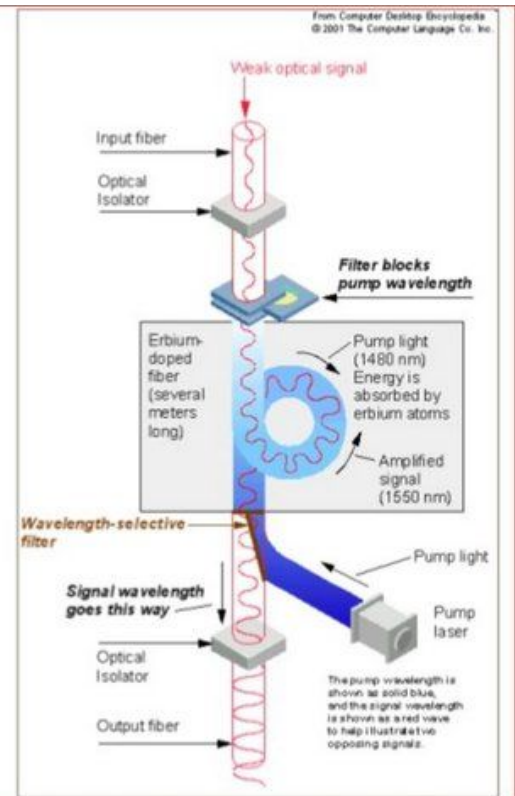
Interesante saber:

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)**!



Información Relacionada

- Redes de planificación de la fibra óptica de Bob Chomycz
- https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/optical-networking/ons-15454-series-multiservice-provisioning-platforms/data_sheet_c78-658538.html
- [Soporte Técnico y Documentación - Cisco Systems](#)