

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.665

(01/2005)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Características de los medios de transmisión –
Características de los componentes y los subsistemas
ópticos

**Características generales de los amplificadores
Raman y de los subsistemas con amplificación
Raman**

Recomendación UIT-T G.665

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE G
SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES

| | |
|---|--------------------|
| CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES | G.100–G.199 |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS | G.200–G.299 |
| CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS | G.300–G.399 |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS | G.400–G.449 |
| COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA | G.450–G.499 |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN | G.600–G.699 |
| Generalidades | G.600–G.609 |
| Cables de pares simétricos | G.610–G.619 |
| Cables terrestres de pares coaxiales | G.620–G.629 |
| Cables submarinos | G.630–G.649 |
| Cables de fibra óptica | G.650–G.659 |
| Características de los componentes y los subsistemas ópticos | G.660–G.699 |
| EQUIPOS TERMINALES DIGITALES | G.700–G.799 |
| REDES DIGITALES | G.800–G.899 |
| SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA | G.900–G.999 |
| CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN - ASPECTOS GENÉRICOS Y ASPECTOS RELACIONADOS AL USUARIO | G.1000–G.1999 |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN | G.6000–G.6999 |
| EQUIPOS TERMINALES DIGITALES | G.7000–G.7999 |
| REDES DIGITALES | G.8000–G.8999 |

Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.

Recomendación UIT-T G.665

Características generales de los amplificadores Raman y de los subsistemas con amplificación Raman

Resumen

En esta Recomendación se especifican las definiciones y métodos de prueba de los parámetros de calidad de funcionamiento de los siguientes amplificadores Raman de fibra óptica y subsistemas con amplificación Raman:

- amplificador Raman distribuido con bombeo inverso;
- amplificador Raman distribuido con bombeo en sentido de la señal;
- amplificador Raman distribuido con bombeo bidireccional;
- amplificador Raman compuesto distribuido con bombeo inverso;
- amplificador Raman compuesto distribuido con bombeo bidireccional;
- amplificador Raman discreto.

Esta Recomendación describe la clasificación, el código de tipo y los modelos de referencia de los distintos amplificadores Raman. También se esbozan las características generales de los amplificadores Raman y se definen los parámetros de calidad de funcionamiento y de prueba de estos amplificadores.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.665 fue aprobada el 13 de enero de 2005 por la Comisión de Estudio 15 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2005

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

| | Página |
|---|---------------|
| 1 Alcance | 1 |
| 2 Referencias | 1 |
| 3 Abreviaturas, siglas o acrónimos | 1 |
| 4 Términos y definiciones | 2 |
| 4.1 amplificadores Raman distribuidos y discreto | 2 |
| 4.2 Parámetros de potencia de la señal óptica | 3 |
| 4.3 Parámetros de ganancia | 3 |
| 4.4 Parámetros del espectro de ganancia | 4 |
| 4.5 Parámetros de ruido | 5 |
| 4.6 Parámetros de la potencia de bombeo | 6 |
| 4.7 Parámetros de fuga de bombeo | 6 |
| 4.8 Parámetros dependientes de la polarización | 6 |
| 4.9 Respuesta de ganancia de adición/supresión de canal (en régimen permanente) | 7 |
| 4.10 Parámetros de reflectancia | 7 |
| 4.11 Parámetros de pérdida de inserción | 7 |
| 4.12 Otros parámetros | 8 |
| 5 Clasificación | 8 |
| 5.1 Reglas de clasificación | 8 |
| 5.2 Código de tipo | 8 |
| 5.3 Modelo de referencia | 9 |
| 6 Características genéricas de los dispositivos con amplificación Raman | 11 |
| 7 Parámetros de calidad de funcionamiento y parámetros de prueba | 14 |
| 8 Seguridad óptica | 15 |
| Apéndice I – Medición de la interferencia debida a trayectos múltiples (MPI) en el sistema de transmisión por señales luminosas | 16 |
| I.1 Medición de la extinción en el dominio de tiempo [1] | 16 |
| I.2 Medición eléctrica [2] | 16 |
| Apéndice II – Modelos físicos y equivalentes de los amplificadores Raman distribuidos | 16 |
| Apéndice III – Consideraciones relativas a las pérdidas de empalme y conector | 18 |
| BIBLIOGRAFÍA | 20 |

Recomendación UIT-T G.665

Características generales de los amplificadores Raman y de los subsistemas con amplificación Raman

1 Alcance

En esta Recomendación se especifican las definiciones y métodos de prueba de los parámetros de calidad de funcionamiento de los amplificadores Raman de fibra óptica y de los subsistemas con amplificación Raman. También se indican las características genéricas de los amplificadores Raman distribuidos o discretos (con bombeo en sentido de la señal, con bombeo inverso, con bombeo bidireccional) y de los amplificadores Raman distribuidos compuestos y discretos.

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- Recomendación UIT-T G.661 (1998), *Definición y métodos de prueba de los parámetros genéricos pertinentes de los dispositivos y subsistemas de amplificadores ópticos.*
- Recomendación UIT-T G.662 (1998), *Características genéricas de los dispositivos y subsistemas de amplificadores ópticos.*
- Recomendación UIT-T G.663 (2000), *Aspectos relacionados con la aplicación de los dispositivos y subsistemas de amplificadores ópticos.*
- Recomendación UIT-T G.664 (2003), *Procedimientos y requisitos de seguridad óptica para sistemas ópticos de transporte.*
- CEI 61290 series, *Optical Amplifier Test Methods.*
- CEI 61291 series, *Optical fibre amplifiers (General aspects).*
- CEI 61292 series, *Technical Reports of Optical Amplifiers.*
- CEI 60825 series, *Safety of laser products.*

3 Abreviaturas, siglas o acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas, siglas o acrónimos.

| | |
|------|---|
| ASE | Emisión espontánea amplificada (<i>amplified spontaneous emission</i>) |
| C | Conector óptico asociado con el amplificador Raman (<i>optical connector associated with the Raman amplifier</i>) |
| DOP | Grado de polarización óptica (<i>degree of optical polarization</i>) |
| DRS | Doble dispersión de Rayleigh (<i>double Rayleigh scattering</i>) |
| EDFA | Amplificador de fibra dopada con erbio (<i>erbium-doped fibre amplifier</i>) |

| | |
|--------|--|
| FP_i | Punto de entrada de la señal del amplificador Raman con bombeo en sentido de la señal (<i>signal ingress point for the forward pumped Raman amplifier</i>) |
| FP_o | Punto de salida de la señal del amplificador Raman con bombeo en sentido de la señal (<i>signal egress point for the forward pumped Raman amplifier</i>) |
| FRA | Amplificador de fibra Raman (<i>fibre Raman amplifier</i>) |
| GMP | Punto de medición de ganancia (<i>gain measurement point</i>) |
| MPI | Interferencia de trayectos múltiples (<i>multi-path interference</i>) |
| OA | Amplificador óptico (<i>optical amplifier</i>) |
| OAR | Receptor con amplificación óptica (<i>optically amplified receiver</i>) |
| OAT | Transmisor con amplificación óptica (<i>optically amplified transmitter</i>) |
| ORL | Pérdida de retorno óptica (<i>optical return loss</i>) |
| PDG | Ganancia dependiente de la polarización (<i>polarization-dependent gain</i>) |
| PMD | Dispersión por modo de polarización (<i>polarization mode dispersion</i>) |
| RIN | Ruido de intensidad relativa (<i>relative intensity noise</i>) |
| RP_i | Punto de entrada de la señal del amplificador Raman con bombeo inverso (<i>signal ingress point for the reverse pumped Raman amplifier</i>) |
| RP_o | Punto de salida de la señal del amplificador Raman con bombeo inverso (<i>signal egress point for the reverse pumped Raman amplifier</i>) |
| Rx | Receptor (óptico) (<i>receiver (optical)</i>) |
| SRS | Dispersión de Raman estimulada (<i>stimulated Raman scattering</i>) |
| Tx | Transmisor (óptico) (<i>transmitter (optical)</i>) |

4 Términos y definiciones

En esta cláusula se definen los distintos amplificadores Raman distribuidos y el amplificador Raman discreto, así como los parámetros de calidad de funcionamiento de estos amplificadores.

4.1 amplificadores Raman distribuidos y discreto

Esta cláusula contiene las definiciones de los amplificadores Raman distribuidos y discreto. Para más información sobre estos amplificadores, véase CEI 61292-3.

4.1.1 amplificador Raman distribuido: Los amplificadores Raman distribuidos son aquéllos cuyo efecto de amplificación se consigue en una porción de la fibra óptica utilizada para la transmisión. Se supone que estos amplificadores han de ser distribuidos, ya que toda o parte de la fibra de transmisión se utiliza para la amplificación. Los amplificadores Raman distribuidos pueden clasificarse en tres categorías:

- **Amplificador Raman con bombeo en sentido de la señal:** La energía de bombeo y la señal se propagan en el mismo sentido en la fibra de transmisión.
- **Amplificador Raman con bombeo inverso:** La energía de bombeo y la señal se propagan en sentidos opuestos en la fibra de transmisión.
- **Amplificador Raman con bombeo bidireccional:** La energía de bombeo se aplica en ambos extremos de la fibra de transmisión. En este caso, parte de la energía de bombeo se propaga en el mismo sentido que la señal, y otra parte de la energía de bombeo se propaga en sentido inverso al de la señal dentro del medio de transmisión.

4.1.2 amplificador Raman discreto: Un amplificador Raman discreto es un amplificador de señales ópticas cuyo efecto de amplificación se consigue gracias a la dispersión Raman estimulada (SRS, *stimulated Raman scattering*) en la fibra, estando todos los componentes físicos del amplificador contenidos dentro del dispositivo.

4.2 Parámetros de potencia de la señal óptica

| Parámetros | Definición | Notas |
|--|--|---|
| 4.2.1 Potencia de entrada equivalente | Potencia en el punto de referencia de entrada cuando la bomba Raman está desactivada | En el caso de un amplificador Raman con bombeo inverso, el punto de referencia de entrada es el punto RP_i de la figura 1. Para las demás configuraciones de amplificadores Raman, véase 5.3. |
| 4.2.2 Estabilidad de salida de gran estabilidad | véase 4.9/G.661 | |
| 4.2.3 Potencia de salida de saturación (potencia de compresión de la ganancia) | véase 4.11/G.661 | |
| 4.2.4 Potencia nominal de señal de salida | véase 4.12/G.661 | |
| 4.2.5 Potencia de salida total máxima | véase 4.25/G.661 | |
| 4.2.6 Gama de potencias de entrada | véase 4.28/G.661 | |
| 4.2.7 Gama de potencias de salida | véase 4.29/G.661 | |

4.3 Parámetros de ganancia

| Parámetros | Definición | Notas |
|--|--|---|
| 4.3.1 Ganancia de Raman activado/desactivado | CEI/61291-1, 3.1.18 y 3.1.19 Es el incremento de la potencia de la señal óptica en el punto de medición de ganancia (GMP) definido en 5.3 cuando la bomba Raman está activada en comparación con la potencia de la señal óptica en el GMP cuando la bomba Raman está desactivada. | Aplicable a los amplificadores Raman distribuidos |
| 4.3.2 Ganancia neta | La ganancia neta se define como la combinación de la ganancia de Raman activado/desactivado y la ganancia del amplificador óptico (OA), de haberlo, menos la pérdida entre los puntos de referencia de entrada y salida del amplificador. | |
| 4.3.3 Ganancia neta del canal | Ganancia neta de cada canal con una determinada longitud de onda en una configuración multicanal. | |
| 4.3.4 Ganancia neta de pequeña señal | véase 4.1/G.661 | |
| 4.3.5 Ganancia inversa neta de pequeña señal | véase 4.2/G.661 | |

| Parámetros | Definición | Notas |
|--|-----------------|-------|
| 4.3.6 Ganancia máxima neta de pequeña señal | véase 4.3/G.661 | |
| 4.3.7 Longitud de onda de ganancia máxima neta de pequeña señal | véase 4.4/G.661 | |
| 4.3.8 Variación de la ganancia máxima neta de pequeña señal con la temperatura | véase 4.5/G.661 | |
| 4.3.9 Anchura de banda de la longitud de onda de la ganancia neta de pequeña señal | véase 4.6/G.661 | |
| 4.3.10 Estabilidad de la ganancia neta de pequeña señal | véase 4.8/G.661 | |

4.4 Parámetros del espectro de ganancia

| Parametros | Definición | Notas |
|---|---|--|
| 4.4.1 Pendiente media de la envoltura de espectro de ganancia neta multicanal | <p>Para una longitud de onda λ_i y su correspondiente ganancia neta G_i, es posible obtener G_i con la ecuación lineal:</p> $\hat{G}_i = b\lambda_i + a$ <p>donde a y b se eligen de manera que se minimice $\sum_{i=0}^n \left(\hat{G}_i - G_i \right)^2$. La pendiente media de la envoltura de espectro de ganancia neta multicanal será igual al valor b de esta ecuación lineal.</p> | Véase también la pendiente de ganancia en CEI 61291-1 § 3.1.7, en funcionamiento con una sola longitud de onda |
| 4.4.2 Banda de longitud de onda de potencia | véase 3.1/G.662 | |
| 4.4.3 Variación de la ganancia neta multicanal | CEI 61291-4, CEI 61291-1, 3.1.10 | |
| 4.4.4 Saturación cruzada de ganancia neta | CEI 61291-4, CEI 61291-1, 3.1.11 | Para funcionamiento multicanal |
| 4.4.5 Diferencia de cambio de ganancia neta multicanal | CEI 61291-4, CEI 61291-1, 3.1.13 | |
| 4.4.6 Descompensación de ganancia neta multicanal | CEI 61291-4, CEI 61291-1, 3.1.14 | |

4.5 Parámetros de ruido

| Parámetros | Definición |
|---|--|
| 4.5.1 Interferencia de trayectos múltiples (MPI, <i>multi-path interference</i>) | <p>Para los amplificadores Raman con ganancias altas, el ruido de la dispersión de Rayleigh puede volverse dominante. Además de la emisión espontánea amplificada (ASE, <i>amplified spontaneous emission</i>) incrementada por la dispersión de Rayleigh simple, la señal que se propaga puede sufrir la dispersión de Rayleigh dos veces. Esta doble dispersión de Rayleigh (DRS, <i>double Rayleigh scattering</i>) puede aumentar la MPI.</p> <p>En el apéndice I figuran referencias sobre las mediciones de la MPI.</p> <p>Puede consultarse asimismo en CEI 61291-1, 3.1.35, el factor de calidad de la interferencia por trayectos múltiples (MPI), y en CEI 61291-1, 3.1.36, el factor de calidad de la doble dispersión de Rayleigh.</p> |
| 4.5.2 Diferencial del ruido de intensidad relativa de la señal óptica | <p>Relación entre el ruido de intensidad relativa (RIN, <i>relative intensity noise</i>) de entrada y el RIN de salida de la señal óptica. Este ruido es causado principalmente por la MPI en los amplificadores Raman.</p> |
| 4.5.3 Factor de ruido efectivo (NF, <i>noise figure</i>) | <p>El factor de ruido efectivo es el factor de ruido de un amplificador óptico discreto equivalente colocado en el extremo de la fibra óptica, que produce la misma ganancia efectiva y potencia de salida ASE que la amplificación distribuida. En el caso de un amplificador compuesto, incluye la ganancia y el ruido ASE de un amplificador óptico convencional.</p> <p>Véase también en CEI 61291-1, 3.1.41 el factor de ruido total equivalente.</p> |
| 4.5.4 Factor de ruido efectivo del canal | <p>En el funcionamiento multicanal, el factor de ruido efectivo del canal será el ruido efectivo medido en una frecuencia central del canal.</p> |
| 4.5.5 Nivel de potencia de emisión espontánea amplificada (ASE) en el sentido de la señal | véase 4.14/G.661 |
| 4.5.6 Nivel de potencia de emisión espontánea amplificada (ASE) inversa | véase 4.15/G.661 |
| 4.5.7 Factor de ruido efectivo (F) | Es el factor de ruido efectivo expresado en forma lineal. |
| 4.5.8 Factor de ruido espontáneo de señal | véase 4.34/G.661 |
| 4.5.9 Anchura de banda óptica espontánea-espontánea (B_{sp-sp}) | véase 4.35/G.661 |
| 4.5.10 Anchura de banda de una emisión espontánea amplificada (ASE) | véase 4.36/G.661 |

4.6 Parámetros de la potencia de bombeo

| Parámetros | Definición |
|---------------------------------|---|
| 4.6.1 Potencia de bombeo mínima | Es la potencia de bombeo más baja disponible en el RP_i (para el bombeo inverso) y/o el FP_o (para el bombeo en el sentido de la señal) de la(s) fuente(s) de bombeo Raman donde el funcionamiento del amplificador Raman es estable. |
| 4.6.2 Potencia de bombeo máxima | Es la potencia de bombeo más alta disponible en el RP_i (para el bombeo inverso) y/o el FP_o (para el bombeo en el sentido de la señal) de la(s) fuente(s) de bombeo Raman. |
| 4.6.3 RIN del láser de bombeo | Ruido de intensidad relativa de la energía de bombeo. |

4.7 Parámetros de fuga de bombeo

| Parámetros | Definición | Notas |
|---------------------------------------|------------------|--|
| 4.7.1 Fuga de bombeo hacia la salida | véase 4.20/G.661 | En un amplificador compuesto, la fuga de bombeo está formada por los componentes que aporta el amplificador Raman y los componentes que aporta el amplificador óptico. |
| 4.7.2 Fuga de bombeo hacia la entrada | véase 4.21/G.661 | En un amplificador compuesto, la fuga de bombeo está formada por los componentes que aporta el amplificador Raman y los componentes que aporta el amplificador óptico. |

4.8 Parámetros dependientes de la polarización

| Parámetros | Definición | Notas |
|--|--|---|
| 4.8.1 Grado de polarización óptica (DOP, <i>degree of optical polarization</i>) del láser de bombeo | Véase en CEI 61291-1, 3.1.56, el grado de polarización del láser de bombeo | |
| 4.8.2 Ganancia dependiente de la polarización (PDG, <i>polarization-dependent gain</i>) | véase 4.10/G.661 | |
| 4.8.3 Dispersión por modo de polarización (PMD, <i>polarization mode dispersion</i>) | véase 4.31/661 | La PMD de un dispositivo de amplificación Raman combina la PMD debida a la fibra de transmisión y la PMD debida al dispositivo de amplificación. En las Recomendaciones de la serie UIT-T G.650 se especifica el efecto de la PMD por la fibra. |

4.9 Respuesta de ganancia de adición/supresión de canal (en régimen permanente)

| Parámetro | Definición |
|---|--|
| 4.9.1 Respuesta de ganancia de adición/supresión de canal (en régimen permanente) | CEI 61291-4, CEI 61291-1, 3.1.15 Cambio, en régimen permanente, de la ganancia de canal de cualquiera de los canales debido a la adición/supresión de uno o más canales en una configuración multicanal. |
| 4.9.2 Respuesta de ganancia transitoria de adición/supresión de canal | CEI 61291-4, CEI 61291-1, 3.1.16 En una configuración multicanal, es el cambio máximo de la ganancia de canal de cualquiera de los canales debido a la adición/supresión de uno o más canales durante el periodo transitorio tras la adición/supresión del canal. |
| 4.9.3 Tiempo de respuesta transitoria de adición/supresión de canal | CEI 61291-4, CEI 61291-1, 3.1.17 Periodo de tiempo transcurrido desde la adición/supresión de un canal hasta el momento en que el nivel de potencia de salida de dicho canal, o de cualquier otro, alcanza un nivel $+ N$ dB $\sim - N$ dB con respecto a su valor en estado en régimen permanente y se mantiene a dicho nivel. |

4.10 Parámetros de reflectancia

| Parámetro | Definición |
|---|------------------|
| 4.10.1 Reflectancia a la entrada | véase 4.16/G.661 |
| 4.10.2 Reflectancia a la salida | véase 4.17/G.661 |
| 4.10.3 Reflectancia máxima tolerable a la entrada | véase 4.18/G.661 |
| 4.10.4 Reflectancia máxima tolerable a la salida | véase 4.19/G.661 |
| 4.10.5 Máxima reflectancia tolerable a la entrada y a la salida | véase 4.38/G.661 |

4.11 Parámetros de pérdida de inserción

| Parámetros | Definición |
|--|---|
| 4.11.1 Pérdida de inserción fuera de banda | véase 4.22/G.661. Para los amplificadores Raman distribuidos, equivale a la ganancia neta de las longitudes de onda fuera de banda. |
| 4.11.2 Pérdida de inserción inversa fuera de banda | véase 4.23/G.661. Para los amplificadores Raman distribuidos, equivale a la ganancia neta de las longitudes de onda fuera de banda en sentido inverso. |
| 4.11.3 Pérdida de inserción en banda | véase 4.37/G.661. Para los amplificadores Raman distribuidos, equivale a la pérdida entre los puntos de referencia de entrada y de salida del amplificador. |

4.12 Otros parámetros

| Parámetros | Definiciones | Notas |
|--------------------------------------|----------------------------------|-------|
| 4.12.1 Consumo máximo de potencia | véase 4.24/G.661 | |
| 4.12.2 Temperatura de funcionamiento | véase 4.26/G.661 | |
| 4.12.3 Conexiones ópticas | véase 4.27/G.661 | |
| 4.12.4 Atribución de canal | CEI 61291-4, CEI 61291-1, 3.1.23 | |

5 Clasificación

5.1 Reglas de clasificación

Los dispositivos con amplificación Raman pueden clasificarse como sigue:

- amplificadores Raman con bombeo en el sentido de la señal;
- amplificadores Raman con bombeo inverso;
- amplificadores Raman con bombeo bidireccional;
- amplificadores Raman discretos (incluidos los amplificadores Raman discretos compuestos/de erbio);
- amplificadores Raman con bombeo en el sentido de la señal compuestos y discretos;
- amplificadores Raman con bombeo inverso compuestos y discretos;
- amplificadores Raman con bombeo bidireccional compuestos y discretos.

Esta clasificación abarca tanto las configuraciones monocanal como multicanal.

5.2 Código de tipo

Esta cláusula contiene la reglamentación de los códigos de tipo de los amplificadores Raman y sus ejemplos. El código de tipo de amplificador Raman especificado está formado por una letra mayúscula, un número, y dos letras minúsculas:

| | | | |
|-----------------|--------|-------------------|-------------------|
| Letra mayúscula | Número | Letra minúscula 1 | Letra minúscula 2 |
|-----------------|--------|-------------------|-------------------|

5.2.1 Letra mayúscula

C — Amplificador Raman

5.2.2 Número

1. amplificadores discretos (por ejemplo, post-amplificadores y/o amplificadores de potencia);
2. preamplificadores discretos;
3. amplificadores de línea discretos;
4. transmisor con amplificación óptica (OAT, *optically amplified transmitter*) discreto;
5. receptor con amplificación óptica (OAR, *optically amplified receiver*) discreto;
6. amplificadores Raman distribuidos;
7. amplificadores distribuidos compuestos y discretos.

5.2.3 Letras minúsculas

Letra minúscula 1:

- a amplificadores para transmisión monocanal (longitud de onda) analógica;
- b amplificadores para transmisión monocanal (longitud de onda) digital;
- c amplificadores para transmisión multicanal (longitud de onda) digital.

Letra minúscula 2:

- f bombeo en el sentido de la señal;
- r bombeo inverso;
- b bombeo bidireccional.

5.2.4 Ejemplos de código de tipo

Puede haber múltiples combinaciones a partir de los elementos de código de tipo citados (letra mayúscula, números y letras minúsculas) para producir un código de tipo válido. Se muestran, como ejemplo, dos códigos de tipo válidos.

C6cr: Amplificador Raman distribuido con bombeo inverso para transmisión multicanal digital.

C7bb: Amplificador compuesto con bombeo bidireccional para transmisión monocanal digital.

5.3 Modelo de referencia

En esta cláusula se definen los modelos de referencia de los distintos dispositivos de amplificación Raman.

En las siguientes figuras, el subíndice (i) indica el punto de referencia de entrada de la señal, y el subíndice (o) indica el punto de referencia de salida de la señal.

En todos los casos el punto denominado GMP es el punto de medición de ganancia, donde se realizan dos mediciones de la potencia de la señal. Una es la potencia de la señal medida cuando las bombas Raman están activadas (P_{ON}) y la otra es la potencia de la señal medida cuando las bombas Raman están desactivadas (P_{OFF}).

Así, la ganancia de Raman activado/desactivado se define como $10\text{Log}\left(\frac{P_{ON}}{P_{OFF}}\right)$

Los conectores denominados "C" en las figuras 1 a 6 son los conectores directamente asociados con la unidad de bombeo Raman (de haberla) y se consideran parte del dispositivo de amplificación. Esta visión de los conectores difiere de la visión de la CEI. Véanse más detalles al respecto en el apéndice III.

En la figura 1 se muestra el amplificador Raman con bombeo inverso.

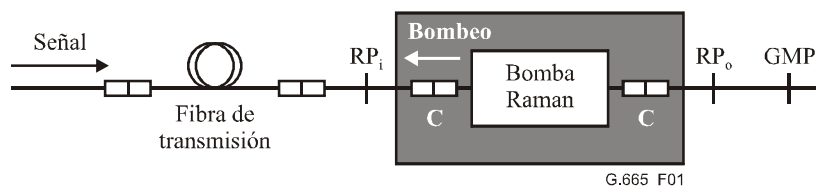


Figura 1/G.665 – Amplificador Raman con bombeo inverso

RP_i es el punto de referencia de entrada de la señal con bombeo inverso

RP_o es el punto de referencia de salida de la señal con bombeo inverso

La ganancia neta es la ganancia de Raman activado/desactivado menos la pérdida entre los puntos de referencia RP_i y RP_o , como se define en 4.3.2.

En la figura 2 se muestra el amplificador Raman con bombeo en el sentido de la señal.

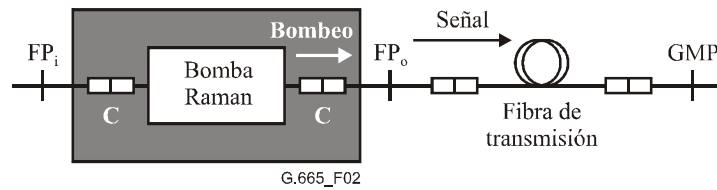


Figura 2/G.665 – Amplificador Raman con bombeo en el sentido de la señal

FP_i es el punto de referencia de entrada de la señal con bombeo en el sentido de la señal

FP_o es el punto de referencia de salida de la señal con bombeo en el sentido de la señal

La ganancia neta es la ganancia de Raman activado/desactivado menos la pérdida entre los puntos de referencia FP_i y FP_o .

En la figura 3 se muestra el amplificador Raman con bombeo bidireccional.

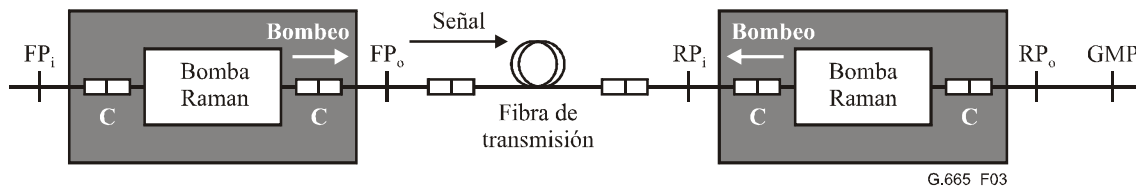


Figura 3/G.665 – Amplificador Raman con bombeo bidireccional

La ganancia neta es la ganancia de Raman activado/desactivado menos la pérdida entre los puntos de referencia FP_i y FP_o y entre los puntos de referencia RP_i y RP_o .

En la figura 4 se muestra el amplificador Raman compuesto con bombeo inverso.

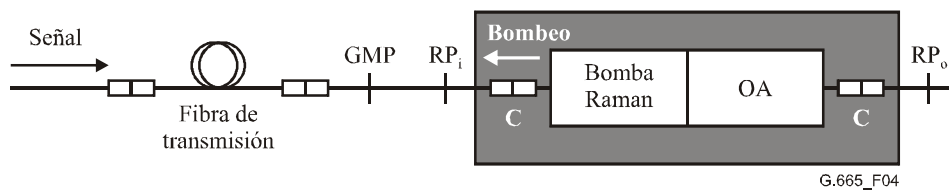


Figura 4/G.665 – Amplificador Raman compuesto con bombeo inverso

El amplificador Raman compuesto con bombeo en sentido de la señal puede considerarse como un amplificador Raman con bombeo en sentido de la señal seguido de un amplificador óptico. Por consiguiente, no se abunda sobre esta configuración en la presente Recomendación.

En la figura 5 se muestra el amplificador Raman compuesto con bombeo bidireccional.

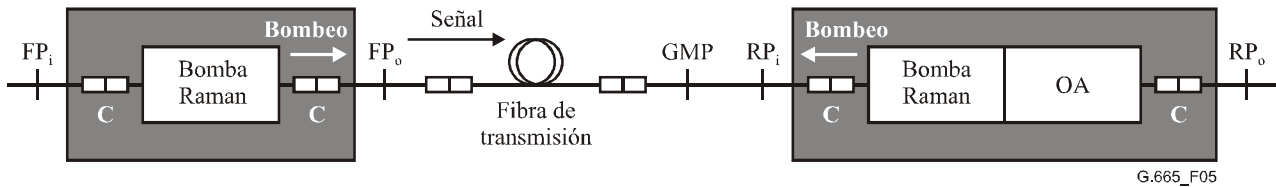


Figura 5/G.665 – Amplificador Raman compuesto con bombeo bidireccional

En la figura 6 se muestra el amplificador Raman discreto.

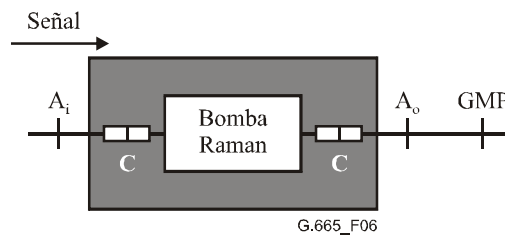


Figura 6/G.665 – Amplificador Raman discreto

Las características genéricas de este tipo de amplificador Raman son similares a las del amplificador óptico discreto examinado en la Rec. UIT-T G.661, por lo que no se repetirán en el marco de esta Recomendación. Los puntos de referencia A_i y A_o marcan los puntos de referencia de entrada y de salida, respectivamente, del amplificador Raman discreto.

6 Características genéricas de los dispositivos con amplificación Raman

En esta cláusula se presentan las características genéricas de los distintos amplificadores Raman distribuidos y de los amplificadores compuestos.

Las columnas del cuadro indican los distintos puntos de medida en que se han de medir los parámetros. NA indica que no es aplicable la medición del parámetro esa configuración de amplificador. El GMP (punto de medición de ganancia) y los puntos de referencia (FP_i , FP_o , RP_i y RP_o) se definen en 5.3. Véanse los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1/G.665 – Características genéricas de los amplificadores Raman distribuidos

| | Con bombeo inverso | | Con bombeo en sentido de la señal | | Con bombeo bidireccional | |
|--|--------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|--------------------------|-------------|
| | Mono-canal | Multi-canal | Mono-canal | Multi-canal | Mono-canal | Multi-canal |
| Gama de ganancia de la banda de paso | GMP | NA | GMP | NA | GMP | NA |
| Atribución de canal | NA | GMP | NA | GMP | NA | GMP |
| Diferencia máxima de ganancias de canal | NA | GMP | NA | GMP | NA | GMP |
| Pendiente media de espectro de ganancia de canal | NA | GMP | NA | GMP | NA | GMP |

Cuadro 1/G.665 – Características genéricas de los amplificadores Raman distribuidos

| | Con bombeo inverso | | Con bombeo en sentido de la señal | | Con bombeo bidireccional | |
|--|--|-------------|---|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | Mono-canal | Multi-canal | Mono-canal | Multi-canal | Mono-canal | Multi-canal |
| Respuesta de ganancia de adición/supresión de canal (régimen permanente) | NA | GMP | NA | GMP | NA | GMP |
| Ganancia de Raman activado/desactivado | GMP | | GMP | | GMP | |
| Factor de ruido efectivo | GMP | | GMP | | GMP | |
| Diferencial del ruido de intensidad relativa de la señal óptica | Entre la señal en el punto de entrada de la fibra óptica bombeada y la señal en RP_o | | Entre la señal en FP_i y la señal en el punto de salida de la fibra óptica bombeada | | Entre las señales en FP_i y RP_o | |
| Gama de potencia de entrada | NA | | FP_i | | FP_i | |
| Gama de potencia de entrada equivalente | RP_i | | FP_i | | FP_i | |
| Gama de potencia de salida | RP_o | | NA | | RP_o | |
| Reflectancia en la interfaz de entrada de la señal | RP_i | | FP_i | | FP_i | |
| Reflectancia en la interfaz de salida de la señal | RP_o | | FP_o | | RP_o | |
| Reflectancia en la interfaz de salida de la bomba | RP_i | | FP_o | | FP_o y RP_i | |
| Máxima reflectancia admisible en la interfaz de entrada de la señal | RP_i | | FP_i | | FP_i | |
| Máxima reflectancia admisible en la interfaz de salida de la señal | RP_o | | FP_o | | RP_o | |
| Máxima reflectancia admisible en la interfaz de salida de la bomba | RP_i | | FP_o | | FP_o y RP_i | |
| Potencia de bombeo | RP_i | | FP_o | | FP_o y RP_i | |
| Fuga de bombeo hacia la entrada de la señal (ascendente) | NA | | FP_i | | FP_i | |
| Fuga de bombeo hacia la salida de la señal | RP_o | | NA | | RP_o | |
| Conexión óptica aplicable | RP_i, RP_o | | FP_i, FP_o | | FP_i, FP_o, RP_i, RP_o | |
| RIN del láser de bombeo | RP_i | | FP_o | | FP_o y RP_i | |
| DOP del láser de bombeo | RP_i | | FP_o | | FP_o y RP_i | |

Cuadro 2/G.665 – Características genéricas de los amplificadores Raman compuestos

| | Con bombeo inverso | | Con bombeo bidireccional | |
|--|--|------------|--------------------------------------|------------|
| | Monocanal | Multicanal | Monocanal | Multicanal |
| Gama de ganancia de la banda de paso | GMP | NA | GMP | NA |
| Atribución de canal | NA | GMP | NA | GMP |
| Diferencia máxima de ganancias de canal | NA | GMP | NA | GMP |
| Pendiente media de espectro de ganancia de canal | NA | GMP | NA | GMP |
| Respuesta de ganancia de adición/supresión de canal (régimen permanente) | NA | GMP | NA | GMP |
| Ganancia de Raman activado/desactivado cuando el OA está operativo | GMP | | GMP | |
| Factor de ruido efectivo | RP_o | | RP_o | |
| Diferencial del ruido de intensidad relativa de la señal óptica | Entre la señal en el punto de entrada de la fibra óptica bombeada y la señal en RP_o | | Entre las señales en FP_i y RP_o | |
| Gama de potencia de entrada | NA | | FP_i | |
| Gama de potencia de entrada equivalente | RP_i | | FP_i | |
| Gama de potencia de salida | RP_o | | RP_o | |
| Reflectancia en la interfaz de entrada de la señal | RP_i | | FP_i | |
| Reflectancia en la interfaz de salida de la señal | RP_o | | RP_o | |
| Reflectancia en la interfaz de salida de la bomba | RP_i | | RP_i y FP_o | |
| Reflectancia máxima admisible en la interfaz de entrada de la señal | RP_i | | FP_i | |
| Reflectancia máxima admisible en la interfaz de salida de la señal | RP_o | | RP_o | |
| Máxima reflectancia admisible en la interfaz de salida de la bomba | RP_i | | RP_i y FP_o | |
| Potencia de bombeo | RP_i | | RP_i y FP_o | |
| Fuga de bombeo hacia la entrada de la señal | NA | | FP_i | |
| Fuga de bombeo hacia la salida de la señal | RP_o | | RP_o | |
| Conexión óptica aplicable | RP_i, RP_o | | RP_i, RP_o, FP_i, FP_o | |
| RIN del láser de bombeo | RP_i | | RP_i y FP_o | |
| DOP del láser de bombeo | RP_i | | RP_i y FP_o | |

7 Parámetros de calidad de funcionamiento y parámetros de prueba

En esta cláusula se presenta una lista mínima de los parámetros de calidad de funcionamiento y de prueba para los amplificadores Raman y los subsistemas con amplificación Raman. Los valores específicos de estos parámetros deben ser determinados por la aplicación de la Recomendación correspondiente al sistema.

Cuadro 3/G.665 – Parámetros de calidad de funcionamiento y de prueba

| | Parámetros | Unidad | Método de prueba |
|------------------------|--|---------------|---------------------------|
| Parámetros funcionales | Atribución de canal (nota 1) | nm | |
| | Banda de longitud de onda de potencia (nota 2) | nm | |
| | Ganancia de Raman activado-desactivado | dB | CEI 61290-1 |
| | Variación de ganancia multicanal (uniformidad) (nota 1) | dB | CEI 61290-1 |
| | Respuesta de ganancia de adición/supresión de canal en régimen permanente (nota 1) | dB | CEI 61290-1 |
| | Respuesta transitoria de ganancia de adición/supresión de canal (nota 1) | dB | CEI 61290-1 |
| | Factor de ruido efectivo | dB | CEI 61290-3 |
| | Diferencial del ruido de intensidad relativa de la señal óptica (nota 3) | dB/Hz | CEI 61292-2 |
| | Gama de potencia de entrada | dBm | CEI 61290-2 |
| | Máxima potencia total de salida | dBm | CEI 61290-2 |
| | Máxima reflectancia admisible en la interfaz de entrada de la señal | dB | CEI 61290-5 |
| | Máxima reflectancia admisible en la interfaz de salida de la señal | dB | CEI 61290-5 |
| | Reflectancia en la interfaz de entrada de la señal | dB | CEI 61290-5 |
| | Reflectancia en la interfaz de salida de la señal | dB | CEI 61290-5 |
| | Potencia de bombeo | dBm | CEI 61290-2 |
| | Fuga de bombeo hacia la entrada o la salida de la señal | dBm | CEI 61290-6 |
| | RIN de láser de bombeo | dB/Hz | CEI 61292-2 o CEI 61290-3 |
| | DOP de láser de bombeo | % | CEI 61290-11 |
| | Tipo de fibra | | |
| | Conexión óptica | | |
| Longitud de la fibra | km | | |
| Consumo de energía | W | | |

Cuadro 3/G.665 – Parámetros de calidad de funcionamiento y de prueba

| | Parámetros | Unidad | Método de prueba | |
|--|--|---------------------|-------------------------|-------------|
| | PMD (nota 3) | ps | CEI 61290-11 | |
| | PDG | dB | CEI 61290-1 | |
| Parámetros ambientales | Temperatura de funcionamiento | ° | CEI 61290-8 | |
| | Máxima humedad relativa de funcionamiento | % | CEI 61290-8 | |
| | Máximo grado de vibración de funcionamiento | Gama de frecuencias | Hz | CEI 61290-8 |
| | | Amplitud | mm p-p | CEI 61290-8 |
| | Temperatura de almacenamiento | ° | CEI 61290-8 | |
| | Máxima humedad relativa de almacenamiento | % | CEI 61290-8 | |
| | Máxima resistencia a los choques en transporte | Aceleración | G | CEI 61290-8 |
| | | Duración | ms | CEI 61290-8 |
| NOTA 1 – Sólo para amplificadores multicanal. NOTA 2 – Sólo para amplificadores monocanal. NOTA 3 – Aunque es posible determinar estos parámetros para los amplificadores distribuidos, sólo se recomienda su normalización para los amplificadores discretos. | | | | |

8 Seguridad óptica

En el caso de los amplificadores Raman distribuidos, dada la alta potencia óptica (posiblemente superior a +30 dBm) que se inyecta en la fibra, hay que observar los procedimientos de seguridad de la Rec. UIT-T G.664 y de CEI 61292-4, CEI 60825-1 y CEI 60825-2. Debe cumplirse estrictamente con lo dispuesto por CEI 60825-1 y CEI 60825-2. Además, la Rec. UIT-T G.664 trata de la aplicación de procedimientos APR, y de arranque y cierre, y CEI 61292-4 es una referencia informativa sobre otros problemas, incluida la posibilidad de incendios y daños físicos.

Apéndice I

Medición de la interferencia debida a trayectos múltiples (MPI) en el sistema de transmisión por señales luminosas

I.1 Medición de la extinción en el dominio de tiempo [1]

Según este método, se controla la entrada y salida de la señal del amplificador Raman utilizando un conmutador acústico-óptico. Cuando la señal sale del amplificador, es muestreada utilizando un segundo conmutador, en fase para medir la señal, o fuera de fase para medir la potencia de dispersión de Rayleigh. Este método requiere conmutadores acústicos-ópticos de alta extinción rápidos. Se puede también realizar esta medición con un analizador de espectro óptico, controlado.

Véanse asimismo CEI 61290-10-1 y CEI 61290-10-2.

I.2 Medición eléctrica [2]

La MPI en un sistema puede ser determinada utilizando un fotodiodo y un analizador de espectro eléctrico que midan el ruido producido cuando la señal produce un eco de batido retardado. No obstante, el amplificador Raman producirá una emisión espontánea, que a su vez generará otros ruidos de batido en el receptor. Este método de medición sustrae estas otras fuentes de ruido para poder determinar la MPI. Este método de medición conlleva la calibración con un simulador MPI y la sustracción de la ASE causada por el ruido de batido.

Véase asimismo CEI 61290-3-2.

Apéndice II

Modelos físicos y equivalentes de los amplificadores Raman distribuidos

En un amplificador Raman distribuido compuesto, se utiliza un gran tramo de la fibra de transmisión óptica para conseguir la amplificación. El análisis de calidad de funcionamiento se puede realizar mediante una simulación, si se dispone de un conjunto de parámetros relacionado con la fibra de transmisión, tales como el espectro de ganancia SRS, los coeficientes no lineales y el coeficiente de atenuación. Estos parámetros de la fibra pueden obtenerse en laboratorio, pero suele carecerse de ellos en aplicaciones reales.

Para simplificar la evaluación de la calidad de funcionamiento del sistema, la amplificación distribuida puede considerarse equivalente a una amplificación discreta, si los parámetros de amplificación se miden en el extremo de la fibra de transmisión. Esta configuración puede resultar útil también cuando los amplificadores Raman se comparan con enlaces EDFA tradicionales.

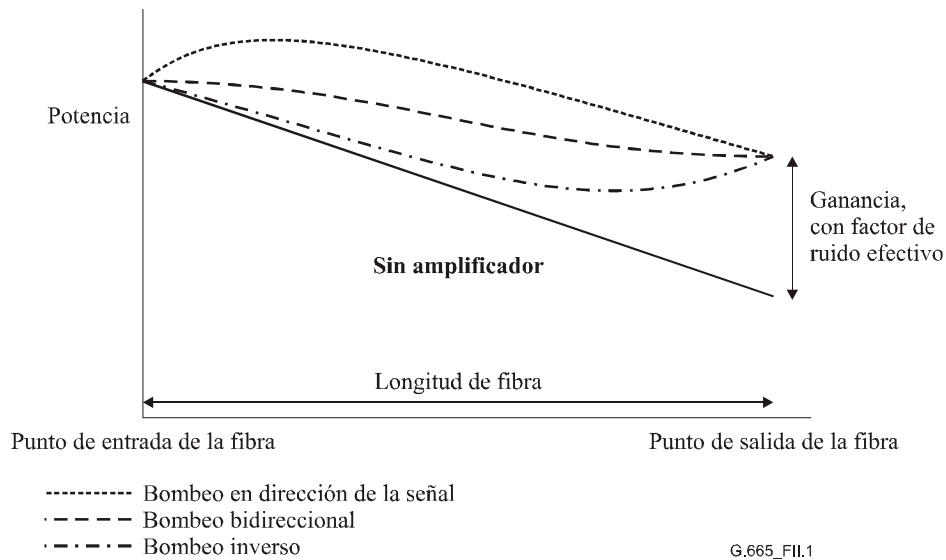


Figura II.1/G.665 – Distribución de la potencia en la fibra de transmisión en los tres tipos de amplificadores Raman distribuidos

Como se muestra en la figura II.1, en todos los amplificadores Raman distribuidos, la potencia de la señal aumenta en el punto de salida de la fibra de transmisión, mientras que la potencia de la señal en el punto de entrada no varía. Desde el punto de vista de la calidad de funcionamiento, lo que importa es la magnitud de potencia de señal y de ruido que salen por el punto de salida de la fibra, más que la distribución de potencia exacta a lo largo de la fibra de transmisión. Por consiguiente, conviene utilizar un modelo equivalente de un amplificador discreto en el punto de salida de la fibra, como se muestra en la figura II.2. El amplificador virtual produce la misma ganancia efectiva y potencia de salida ASE que la amplificación distribuida. Dado que la ASE producida en la fibra del amplificador distribuido también está parcialmente reducida por la atenuación de la fibra misma, la potencia de salida de la ASE puede ser inferior a la físicamente factible en el amplificador discreto. El amplificador virtual tiene un punto de referencia de entrada y un punto de referencia de salida que se denominan R_{equ} y S_{equ} , respectivamente.

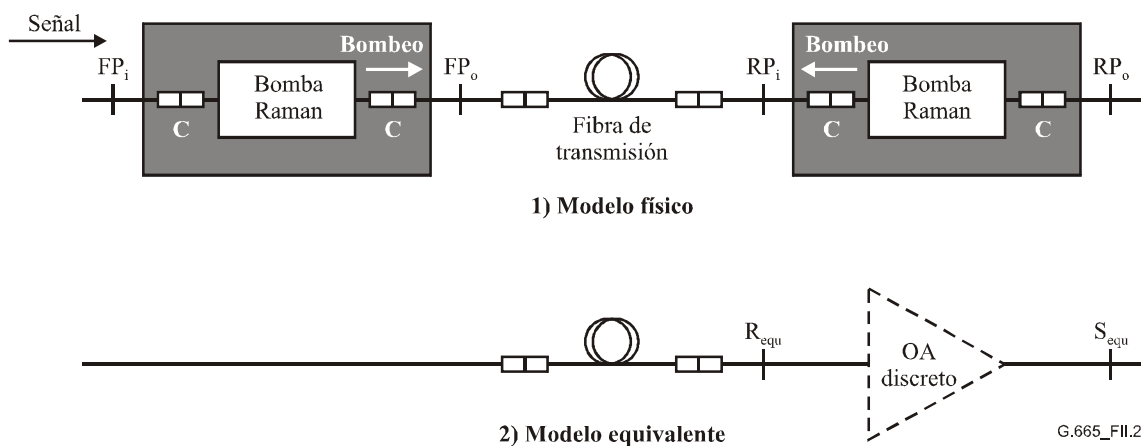


Figura II.2/G.665 – Modelo físico y modelo equivalente de los amplificadores Raman distribuidos

Los parámetros de entrada equivalentes pueden definirse en el punto de referencia de entrada equivalente cuando la potencia del láser de bombeo que se inyecta en la fibra de transmisión está desactivada. En estas condiciones, es posible medir la potencia de entrada equivalente y la OSNR de entrada. Los parámetros de salida pueden ser medidos en el punto de referencia de salida equivalente cuando la fuente de bombeo está activada. En estas condiciones, es posible medir la potencia de salida y la OSNR de salida.

De acuerdo con CEI 61290, el factor de ruido efectivo y la ganancia de Raman activado/desactivado pueden ser determinados utilizando la potencia de entrada equivalente, las OSNR de entrada y de salida y la potencia de salida. Este factor de ruido efectivo y ganancia de Raman activado/desactivado finales podrán utilizarse para una evaluación simplificada del sistema.

Apéndice III

Consideraciones relativas a las pérdidas de empalme y conector

En este apéndice se muestran las diferencias entre los convenios para interfaces utilizados por el UIT-T y la CEI para los enlaces y componentes ópticos. El lector podrá observar las consecuencias resultantes en la diferencia sistemática de las pérdidas de conector y empalmes.

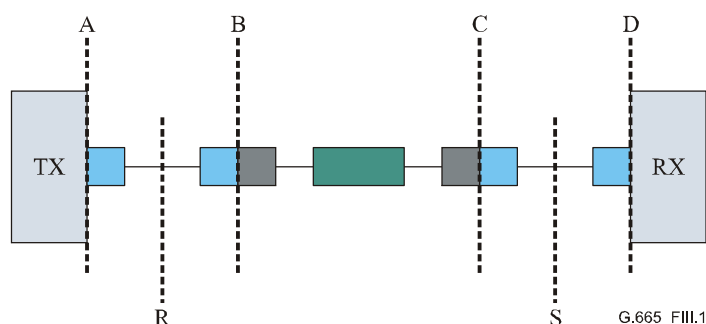


Figura III.1/G.665 – Ejemplo de enlace con interfaces alternativas

Normalmente, las Recomendaciones sobre sistemas y aplicaciones son elaboradas por el UIT-T, mientras que los procedimientos de medición y pruebas y las especificaciones de los dispositivos corresponden a la labor de la CEI. Cada organización utiliza un convenio para la definición de interfaces y puntos de referencia que, en sí mismos, son coherentes, pero dan resultados ligeramente diferentes.

El UIT-T define las interfaces que se muestran en la figura III.1 denominadas R y S. A la izquierda de la interfaz R se considera que está el transmisor/fuente. Los puntos entre R y S se consideran el enlace o tramo, y los puntos a la derecha del punto S se consideran el receptor. La ubicación real del punto de referencia puede o no corresponder con un punto físicamente accesible. A menudo, este punto se encuentra dentro de la fibra, que debe ser cortada para acceder realmente a la interfaz.

La CEI define las interfaces siempre en puntos físicos, como conectores o empalmes. Éstos se muestran en la figura III.1 como los puntos A, B, C y D. Las pérdidas se definen como la pérdida entre dos interfaces. La potencia se mide en el enlace como se muestra, por oposición al enlace sin la sección, mostrada. Por ejemplo, para medir la pérdida del par de conectores y el dispositivo (representado por el recuadro gris) entre B y C, la potencia en el receptor debe medirse con el dispositivo insertado en el enlace. Entonces, la potencia de referencia se medirá en el receptor con el conector unido en los puntos B y C, como se muestra en la figura III.2. Esto da como resultado la

pérdida en el dispositivo y en un par de conectores. La existencia de los conectores es ilustrativa, y, en otros casos, las interfaces podrían ser puntos de empalme. Siempre se supone que los conectores (o empalmes ópticos) son del mismo tipo y generarán la misma pérdida cuando se emplacen o intercambien en el contexto de la CEI.

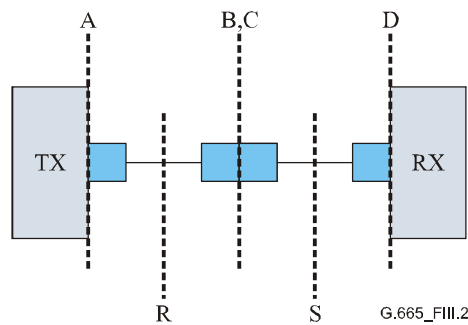


Figura III.2/G.665 – Configuración de referencia para la medición de la pérdida según la CEI

En el caso del UIT-T, la pérdida se especificaría entre los puntos R y S, lo que dará la pérdida del dispositivo y de dos pares de conectores. La interfaz del UIT-T nunca se encuentra por definición en medio de un conector. Por consiguiente, las pérdidas de tramo según el UIT-T siempre diferirán de las pérdidas obtenidas utilizando los métodos de prueba de la CEI, puesto que faltará la pérdida de un empalme o conector, según el caso. En el contexto del UIT-T, las pérdidas de conectores o empalmes se definen explícitamente como las pérdidas de conector reales de los conectores entre interfaces. No está implícita la posibilidad de intercambiar conectores.

Se aconseja al usuario tener en cuenta esta diferencia al comparar especificaciones de dispositivos e informes de pruebas (publicaciones de la CEI) y diseños de enlaces y tramos (Recomendaciones del UIT-T).

BIBLIOGRAFÍA

- [1] LEWIS (S.A.E.), CHERNIKOV (S.V.), TAYLOR (J.R.): *Characterization of Double Rayleigh Scatter Noise in Raman Amplifiers*, *IEEE Photon. Technol. Lett.*, Vol. 12, pp. 528-530, mayo de 2000.
- [2] CHRIS (R.S.) Fludger, MEARS (Robert J.): *Electrical Measurements of Multi-Path Interference in Distributed Raman Amplifiers*, *Journal of Lightwave Technology*, Vol. 19, No. 4, abril de 2001.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

| | |
|----------------|---|
| Serie A | Organización del trabajo del UIT-T |
| Serie D | Principios generales de tarificación |
| Serie E | Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos |
| Serie F | Servicios de telecomunicación no telefónicos |
| Serie G | Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales |
| Serie H | Sistemas audiovisuales y multimedios |
| Serie I | Red digital de servicios integrados |
| Serie J | Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedios |
| Serie K | Protección contra las interferencias |
| Serie L | Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior |
| Serie M | Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes |
| Serie N | Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión |
| Serie O | Especificaciones de los aparatos de medida |
| Serie P | Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales |
| Serie Q | Conmutación y señalización |
| Serie R | Transmisión telegráfica |
| Serie S | Equipos terminales para servicios de telegrafía |
| Serie T | Terminales para servicios de telemática |
| Serie U | Conmutación telegráfica |
| Serie V | Comunicación de datos por la red telefónica |
| Serie X | Redes de datos, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad |
| Serie Y | Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación |
| Serie Z | Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación |