

6 Medidas ópticas

En este apartado nos centraremos en el estudio de los elementos ópticos que se emplean en la transmisión, guiado y recepción, de la señal en el camino nodo primario-nodo óptico terminal. En la red de Supercable existen otros enlaces ópticos entre nodo primario cabecera y nodos primarios, al igual que entre nodos de cabecera en cada una de las ciudades en las que se tiene implantada red. Debido a que realizaremos las pruebas en la maqueta disponible, analizaremos, tanto el enlace en 2ª ventana de transmisión 1310nm de recepción de señal de cabecera, con modulación AM altamente lineal con 862MHz de ancho de banda, así como el enlace entre nodo primario y NOT, tanto en sentido descendente, como ascendente.

Dividiremos el estudio en las siguientes partes:

- Recepción óptica en 2ª ventana, de la señal transmitida de cabecera, con los canales de televisión analógica y digital. Conversión del dominio óptico a radiofrecuencia. Estudio del FRX801
- Enlace nodo primario-NOT sentido descendente:
Transmisión óptica 805Tx, medidas en la fibra óptica, así como recepción óptica NOR, y conversión a radiofrecuencia.
- Enlace NOT-nodo primario sentido ascendente:
Transmisión óptica y recepción óptica mediante receptores 2RRX.

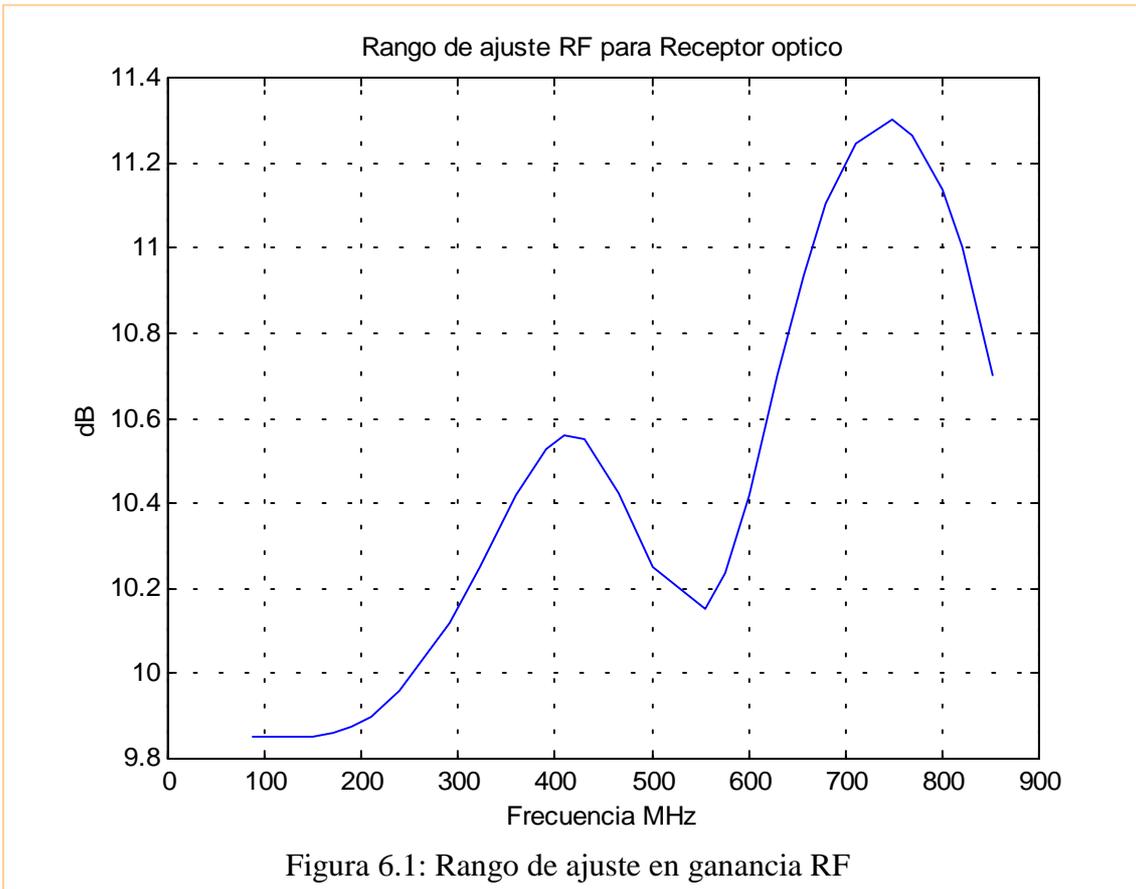
6.1 Enlace con cabecera

En este enlace en 2ª ventana se utilizan receptores ópticos FRX801, normalmente se emplearán 2 receptores, uno principal y otro redundante, con motivo de obtener redundancia en la recepción.

Como vimos en el apartado 5, la potencia óptica se podía medir mediante un voltímetro de continua, en un punto de test que existía en la parte frontal del receptor óptico.

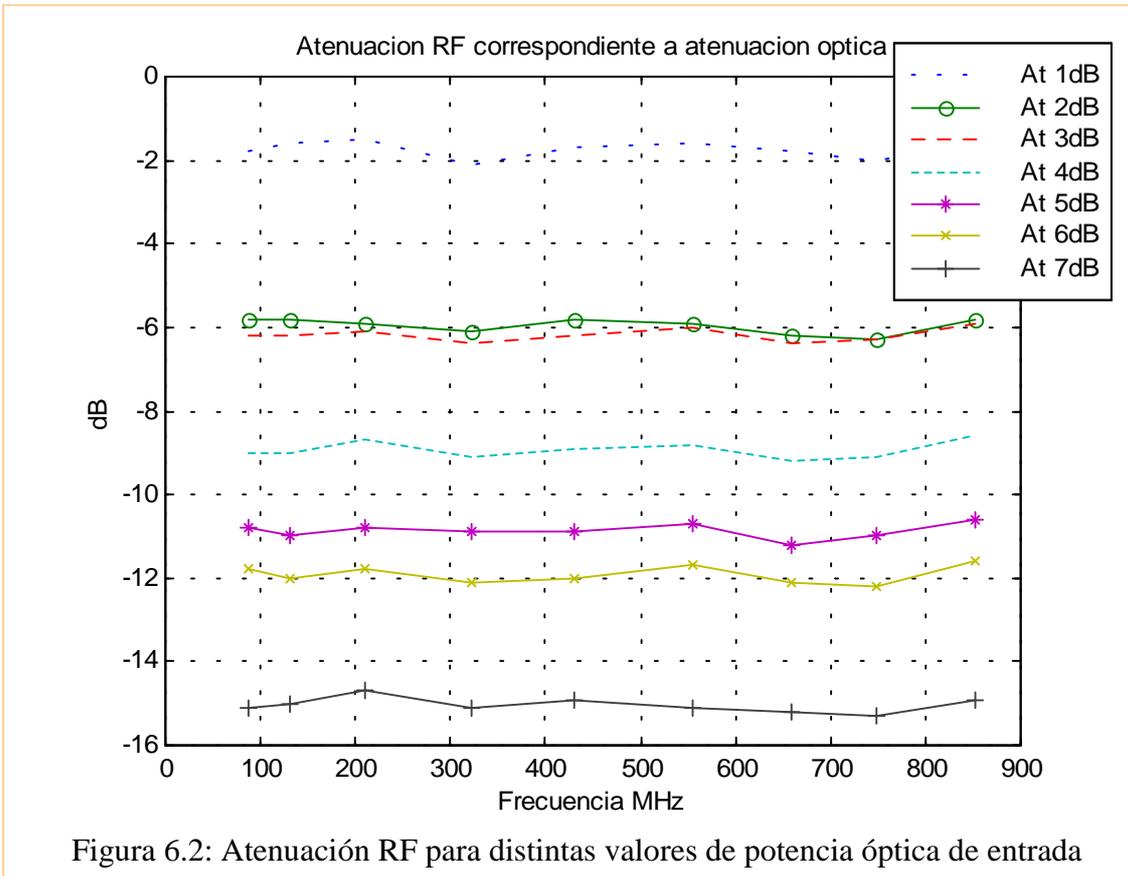
Variando la potencia óptica de entrada mediante atenuador ópticos, y viendo la respuesta en radiofrecuencia a la salida del receptor óptico de barrido descendente con HP Calan 3010R, podremos ver la correspondencia entre potencia óptica y respuesta en frecuencia. Será importante mantener el ajuste en ganancia pues de lo contrario no observaríamos la dependencia real entre potencia óptica y nivel RF a la salida.

Para un valor determinado de potencia óptica: $10\log(1.2256)=0.8834\text{dBm}$, se obtuvo una diferencia de niveles de barrido descendente entre un ajuste de máxima y uno de mínima ganancia mostrados en la figura 6.1:



Lo cual indica la posibilidad de ajuste de niveles entre 9.8/11.3 dB.
 Para la siguiente tabla de valores, se midieron a la salida barrido descendente, con una diferencia con respecto al obtenido mostrada en la figura 6.2

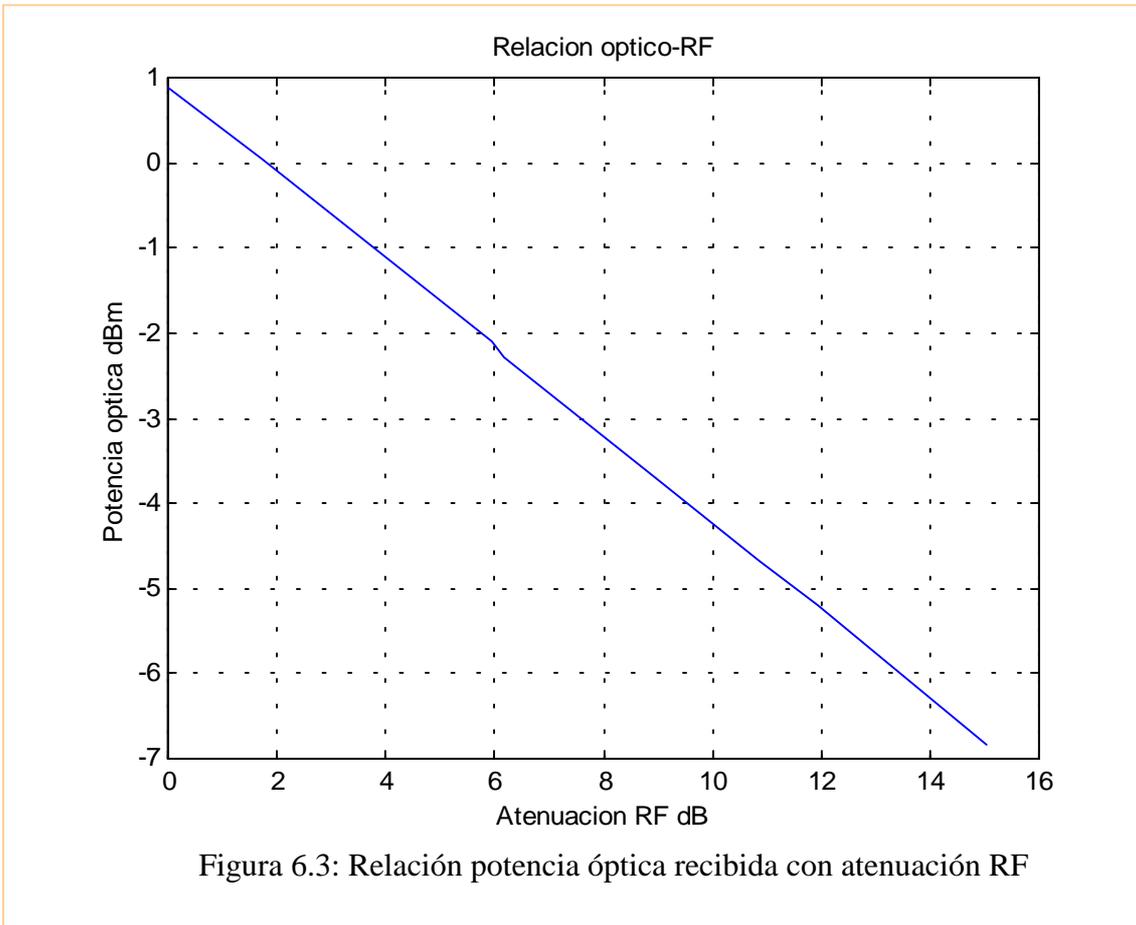
	Potencia óptica recibida dBm	Equivalente Vdc
Potencia óptica referencia	0.8834	1.2256
Atenuación óptica 1dB	0.0311	1.0072
Atenuación óptica 2dB	-2.09229	0.61629
Atenuación óptica 3dB	-2.28802	0.59047
Atenuación óptica 4dB (3+1)	-3.7035	0.42623
Atenuación óptica 5dB (3+2)	-4.6766	0.34067
Atenuación óptica 6dB (3+3)	-5.2051	0.30164
Atenuación óptica 7dB	-6.838	0.27071



Como podemos ver, el atenuador óptico de 2dB, parece que atenúa 3dB, puesto que potencia la óptica recibida, se encuentra 1dB por debajo de lo esperado, en relación con la obtenida sin atenuador.

Por otro lado se obtienen valores similares de respuesta en frecuencia, con atenuadores de 3 y 2dB.

El receptor óptico presenta una respuesta en frecuencia bastante plana. Por tanto tomaremos un valor medio representativo de atenuación, para cada respuesta en frecuencia, determinada con un determinado valor de potencia óptica, y lo representaremos frente a esta última en la figura 6.3



Una atenuación óptica de 1 dB supone un descenso en radiofrecuencia de entorno a 2 ± 0.5 dB, para el rango óptico 1/-7 dBm. Como podemos ver en la gráfica que relaciona potencia óptica recibida y atenuación en dB.

6.2 Enlace entre nodo primario y nodo óptico terminal sentido descendente

En este enlace descendente debemos analizar, tanto transmisión, guiado y recepción. Se trata de un enlace en 2ª ventana de corto alcance puesto que haremos la conexión mediante un carrete de fibra óptica de 2Km de longitud.

Debido a que las características de la fibra óptica y conectores son las siguientes

Atenuación de la fibra	0.35 dB/Km
Atenuación por empalme	0.1 dB
Atenuación por conector	0.5dB

Podemos decir que la atenuación del conjunto para nuestro enlace será aproximadamente:

$$0.35 \cdot 2 + 0.5 \cdot 2 = 1.7 \text{ dB}$$

Por tanto nuestro transmisor no requiere una gran potencia óptica en transmisión, es por ello por lo que se dispone en la maqueta de un transmisor 805C-TX de potencia nominal a la salida 3dBm.

Mediante un analizador de espectro óptico OSA, FTB 300 de EXFO, que incluye módulo 5240 optical spectrum, capaz de analizar entre 1250-1650nm, se podrá medir la salida del transmisor óptico.



Figura 6.4: Conexión de fibra óptica al OSA

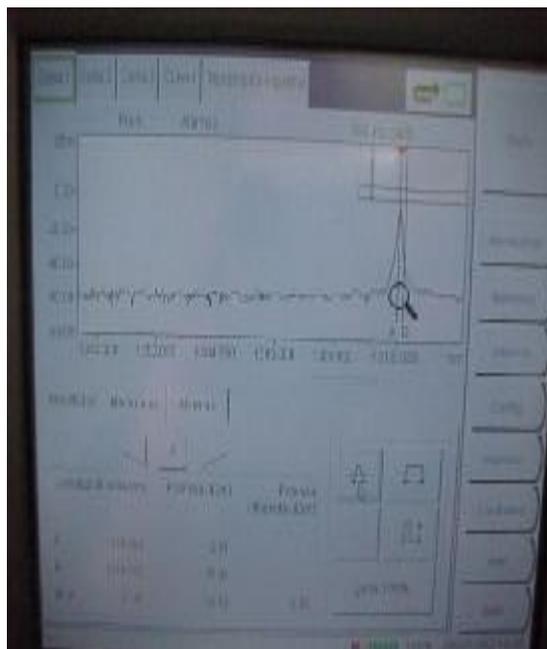


Figura 6.5: Visualización de la traza de espectro óptico

Las principales medidas que nos permitirá realizar serán:

- Potencia y longitud de onda del máximo de emisión.
- Relación señal a ruido máxima y mínima
- Potencia integrada en un determinado ancho de banda óptico

El espectro presenta forma lobulada, estrecho, con un solo lóbulo principal de pendiente pronunciada con respecto a la longitud de onda.

El máximo se encuentra localizado a 1312.08nm, con una potencia de 0.92dBm.

Relación señal a nivel de ruido máxima 45.47dB, mínima 41.90dB.

Para determinar el ancho de banda, no es posible realizarlo a 3dB, puesto que el equipo de medida no posee tanta resolución. Pero si mediremos el ancho del lóbulo de emisión, así como la potencia integrada en el mismo, la cual nos dará una idea de la potencia emitida realmente.

Para ello colocaremos los selectores en los extremos visuales, obteniendo 1311.96nm como extremo inferior, y 1312.20 como extremo superior, con lo cual tenemos un ancho de lóbulo de 0.92nm, con una potencia de 2.47dBm.

Como vemos la potencia obtenida es algo menor que la nominal, es lógico pues la determinación de la misma ha sido mediante el analizador de espectro con un determinado rango de lóbulo, y porque para la realización de la prueba hemos necesitado conectar la salida óptica del transmisor, mediante una fibra de longitud corta de pérdidas inferiores a 0.3dB, la cual introducirá ciertas pérdidas.

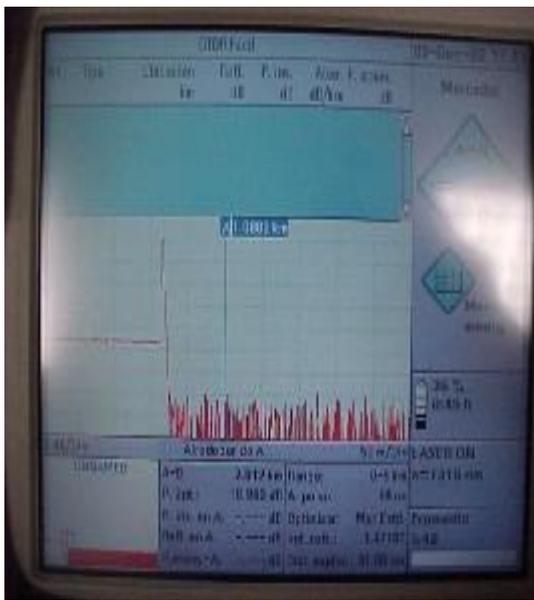


Figura 6.6: Traza del OTDR

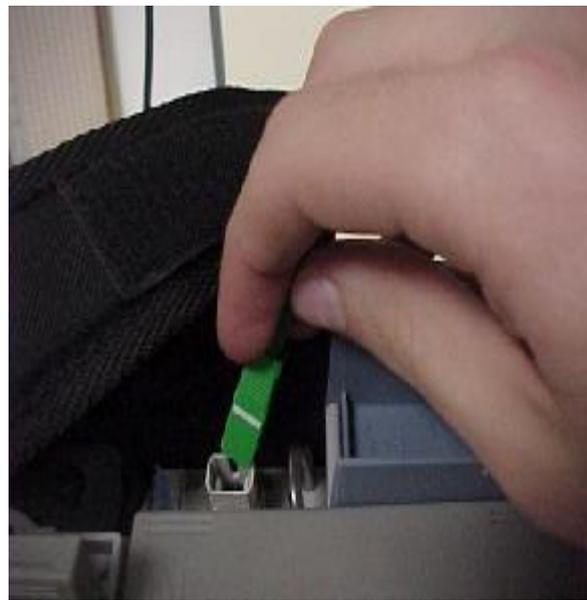


Figura 6.7: Conexión de fibra al OTDR

Por otro lado mediante un OTDR, realizaremos medidas de reflectometría en fibra, el cual nos determinará

- Atenuación entre dos puntos de la fibra.
- visualización y caracterización de posibles sucesos en la fibra. Como sucesos entenderemos conectores, empalmes, cortes....

Nosotros lo utilizaremos principalmente para determinar la longitud de la fibra, la atenuación de la misma, y la caracterización de un enfrentador de fibra.

Hemos empleado dos carretes de fibra enfrentados, ambos de 1km de longitud.

La configuración del OTDR se realizó con estos parámetros

- Rango:0-40Km
- Ancho del pulso:10ns
- Longitud de onda:1310nm
- Coeficiente de dispersión:48.5dB
- Índice de refracción:1.47180
- Puntos de datos:16000
- Enmascaramiento de sucesos inactivo.

Como vemos debemos conocer algunas características de nuestra fibra y de la transmisión por supuesto, como son transmisión en 2ª ventana 1310nm, y el índice de refracción 1.47180.

Para esta configuración hemos obtenido,

- Atenuación entre 0 y 998.72m de 0.360dB.
- Atenuación del suceso enfrentador 0.503dB
- Atenuación de 998.73m hasta 1.961km de 0.345dB

Por último mediremos la señal óptica a la entrada del receptor óptico del nodo óptico terminal, con el OSA, teniendo en cuenta que la fibra es de 1Km.

Se obtuvieron los siguientes resultados

Pico máximo en 1312.082nm, de -2.95dBm.

Relación señal a ruido máxima 45.51 y mínima 41.90.

Entre 1311.960 y 1312.200nm, con niveles de -35.91 y -34.28dBm, se obtuvo una potencia de 1.64dBm

Con lo cual el máximo no se ha desplazado en longitud de onda, sigue en 1312.08nm, y se ha atenuado 3.87dB, y la potencia promedio en el ancho del lóbulo ha descendido $2.47 - 1.64 = 0.83$ dB.

6.3 Enlace NOT nodo primario sentido ascendente

Para este enlace se utilizan fibras ópticas diferentes a las del sentido descendente, puesto que transmisor y receptor son diferentes. Se medirá fundamentalmente la característica espectral de emisión del transmisor óptico mediante el OSA.

El espectro de emisión del transmisor óptico ascendente NRT-WB2, el cual posee una potencia nominal de emisión de 1mW, es decir 0dBm, es multilobular.

El OSA detecta hasta 26 lóbulos estrechos, con las siguientes longitudes de onda y niveles de potencia

Longitud de onda nm	Potencia dBm
1303.253	-45.47
1304.268	-44.96
1305.018	-44.27
1305.769	-42.93
1306.533	-42.05
1307.294	-40.78
1308.057	-39.40
1308.800	-36.87
1309.559	-33.87
1310.316	-30.00
1311.073	-24.80
1311.844	-21.56
1312.616	-16.87
1313.387	-14.16
1314.143	-13.56
1314.908	-12.67
1315.673	-10.91
1316.440	-10.57
1317.221	-20.34
1317.998	-28.24
1318.775	-34.50
1319.540	-39.00
1320.311	-41.47
1321.090	-43.06
1321.861	-44.57
1322.654	-45.18

La separación media entre lóbulos es de 0.769nm.

La potencia promedio entre 1303.520 y 1322.640nm es de 0.20dBm, bastante cercana a la potencia ofrecida por el fabricante.

El pico máximo se encuentra a 1316.44nm, y posee un valor de -10.57dBm.

Si medimos a la entrada del receptor óptico 2RRX, mediante un voltímetro de continua, el valor de potencia óptica recibida, obtenemos un valor de 0.82238Vdc, equivalente a -0.84927dBm.

Como vemos los resultados se ajustan bastante bien a los ofrecidos por el enlace descendente pues la atenuación, vuelve a ser de 0.8-0=0'8dB aproximadamente.

A continuación realizaremos otra prueba, para caracterizar un atenuador óptico de 2dB, con los que se obtuvieron los siguientes resultados.

Longitud de onda nm	Potencia dBm
1303.253	-47.60
1304.268	-46.60
1305.018	-46.06
1305.769	-45.15
1306.533	-44.26
1307.294	-43.00
1308.057	-41.50
1308.800	-40.07
1309.559	-38.13
1310.316	-35.44
1311.073	-30.41
1311.844	-26.09
1312.616	-22.49
1313.387	-20.01
1314.143	-15.83
1314.908	-14.11
1315.673	-12.72
1316.440	-13.00
1317.221	-23.58
1317.998	-33.73
1318.775	-38.82
1319.540	-41.78
1320.311	-43.43
1321.090	-45.27
1321.861	-45.61
1322.654	-46.90

Si representamos ambas envolventes, mostradas en la figura 6.8, podemos ver como poseen forma parecida, aunque, la atenuación como podemos ver no es homogénea para toda la banda

