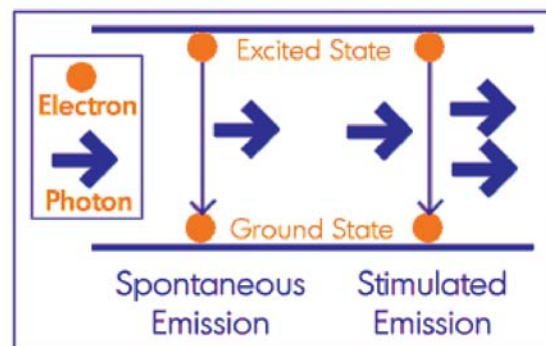




sistemas de comunicaciones con fibra óptica

 Por Esther Gómez
Departamento de Marketing Fibernet



No hay duda de que la extensión de las redes de banda ancha es clave para el pleno desarrollo de la Sociedad de la Información. Tanto el ciudadano de a pie, como la industria y la misma Administración Pública se percatan de las verdaderas posibilidades que ofrecen las redes de banda ancha: televisión por cable, Internet a alta velocidad, aplicaciones de comercio electrónico, teletrabajo, biblioteca on line, servicios de back up, etc.

Estamos viviendo una época de liberalización de las telecomunicaciones. Están apareciendo nuevos actores en escena: nuevos operadores, tecnologías más modernas, de las que hablaremos en este artículo, nuevos servicios, así como multitud de demandas de los usuarios.

En la última década la fibra óptica ha pasado a ser una de las tecnologías más avanzadas que se utilizan como medio de transmisión. Los logros con este material han sido más que satisfactorios: proporciona mayor velocidad de transmisión, disminuye el efec-

to de los ruidos e interferencias, y multiplica la capacidad de transmisión.

La fibra óptica, como tal, está compuesta por filamentos de vidrio de alta pureza que se fabrican a muy alta temperatura con base en silicio; su proceso de elaboración es muy controlado con el fin de conseguir que el índice de refracción de su núcleo, que es la guía de la onda luminosa, sea uniforme y evite desviaciones. Las fibras no son conductoras de señales eléctricas, conducen rayos luminosos, siendo inmunes, por tanto, a las interferencias electromagnéticas de radiofrecuencia.

En un sistema de transmisión por fibra óptica existe un transmisor que se encarga de transformar las ondas electromagnéticas en energía óptica o en luminosa. Por ello se le considera el componente activo de este proceso. Cuando la señal luminosa es transmitida por la fibra, en otro extremo del circuito se encuentra otro componente del sistema al que se le denomina detector óptico o receptor, cuya misión

consiste en transformar la señal luminosa en energía electromagnética, similar a la señal original.

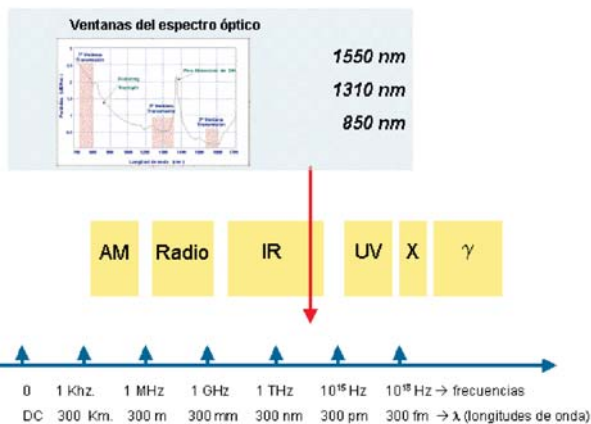
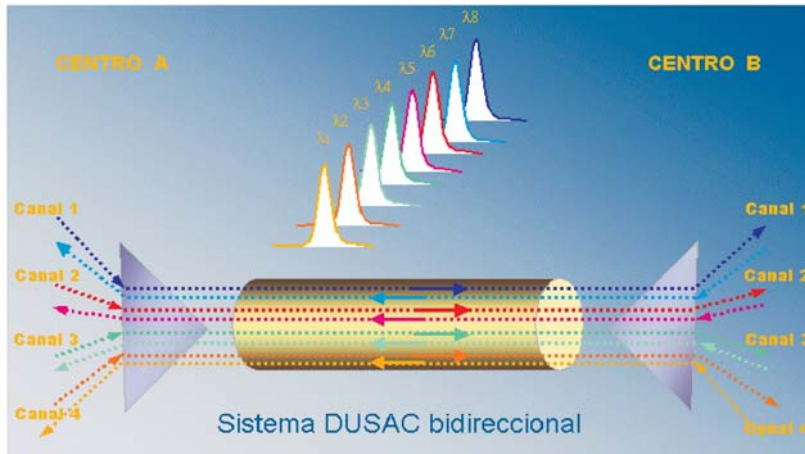
Profundizando un poco más en este tipo de dispositivos, se puede decir que en la transmisión de información por codificación óptica de las señales se utilizan dispositivos basados en tecnología de emisión en semiconductores.

En estos semiconductores se pueden producir 3 efectos diferentes:

- conversión de radiación electromagnética (o luz) en una corriente eléctrica,
- conversión de una corriente eléctrica en radiación espontánea o efecto led,
- conversión de una corriente eléctrica en radiación controlada o efecto láser.

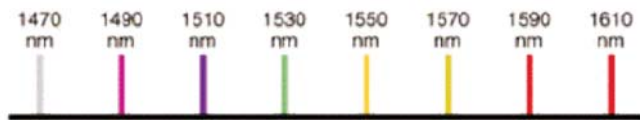
El efecto producido depende de la propia construcción del dispositivo denominado unión PN o diodo. En esta unión, la interacción entre los tipos de portadores existentes se producen, de





Rejilla CWDM (ITU 694.2)

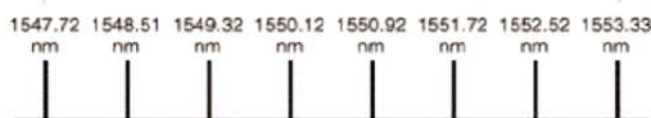
Separación de 20 nm entre bandas (ancho 13 nm) en la rejilla CWDM



MIGRACIÓN Y CONVIVENCIA ENTRE TECNOLOGÍAS: CWDM - DWDM



MIGRACIÓN Y CONVIVENCIA ENTRE TECNOLOGÍAS: CWDM Y DWDM



forma estadísticamente más importante, alguno de los tres procesos mencionados y depende de la construcción del dispositivo para conseguir una mayor o menor eficacia el efecto deseado. Con el mismo tipo de dispositivo (diodo) se fabrican por tanto transmisores leds o láseres o bien receptores para utilizarlos en el transporte de información por medios ópticos.

El led transmite un espectro espontáneo de luz con unas características determinadas: mayor anchura espectral (reparto de la potencia óptica entre más longitudes de onda) o menor alcance en la transmisión, utilización de fibra multimodo, etc.

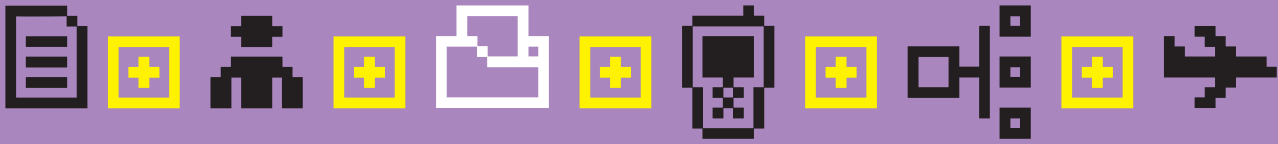
Al poder seleccionar y controlar la longitud de onda de emisión en el efecto láser, la anchura espectral de emisión es mucho más estrecha y puede transportar más concentración de energía por longitud de onda y la distancia de alcance es mayor. Al ser controlada la emisión de longitud de onda, es posible reunir muchas longitudes en una misma fibra sin interactuar entre ellas y así construir un sistema xWDM de transmisión que aprovecha la misma fibra para transmitir simultáneamente más información.

Los receptores, básicamente, pueden tener mayor o menor sensibilidad y de ahí su posible uso. Además dependiendo del tipo de material (Ge, Si, AsInGa, etc) tienen una sensibilidad específica según la longitud de onda y, por tanto, su uso es en la 1ª ventana (850 nm), la 2ª (1300 nm) o bien en la 3ª (1550 nm). En base a estas características se dedican a unas u otras aplicaciones.

El fundamento de transmisión por fibra se basa en convertir las señales eléctricas en un código óptico para que, a través de dicha fibra, transporte la información con la mayor integridad y garantía posible.

Una vez que la señal se ha convertido de formato eléctrico a óptico, existen diferentes mecanismos de codificación para el transporte de dichas





señales a través de la fibra que facilitan, en gran medida, la recuperación de las mismas en el extremo remoto y las

convierten a eléctricas con la integridad máxima para los datos transportados: 4B/5B (FDDI), 8B/10B (ESCON, FICON, Fibre Channel, etc) o el propio código SDH (STM-1, STM-4, etc). En este punto cabe hablar de un parámetro de la transmisión que es la tasa de errores que, para ciertos protocolos, se exige de una gran calidad debido a su idiosincrasia y aplicaciones específicas, que puede exigir un BER (bit error rate) de hasta 10⁻¹². A modo de ejemplo, para canales tipo ESCON en entorno local (que sigue un modelo de trama 8B/10B) se pide una tasa de error inferior a 10⁻⁹. Una vez superado este nivel de transporte, existe otro proceso de nivel superior, ajeno al puro transporte, que se encargaría de aplicar técnicas de recuperación de errores.

Cada código de transporte utilizado encapsula el protocolo específico de canal. De esta manera, existen protocolos tipo ESCON, FiberChannel, FICON, etc. que, aun siendo muy diferentes, utilizan el mismo sistema de codificación 8B/10B debido, fundamentalmente, a la simplicidad de este sistema y a las ventajas de integridad que ofrece.

Así pues, los sistemas de comunicaciones transportan información por medio de luz a través de fibra utilizando para ello longitudes de onda del espectro dentro de la fibra óptica donde este medido es "transparente". Existen, como se ha mencionado, tres zonas para esta transmisión: en 850 nm, 1300, y 1550 nm. La zona de 1550 nm es donde el transporte resulta más fácil y es debido a que existe mayor transparencia de la fibra estándar para esos "colores" de luz y, por tanto, es donde la mayoría de sistemas de transmisión para ciertas distancias transmiten.

Si un sistema tradicional utilizaba un solo "color" para un único canal de transmisión, actualmente los sistemas

de tecnología C/DWDM utiliza varios colores que están asociados a otros tantos canales. De esta manera es posible transportar simultáneamente múltiples canales por el mismo medio.

Como se aprecia, este sistema es muy sencillo, al menos desde en su comprensión y podemos apreciar esta sencillez al ver la facilidad para mezclar protocolos tan dispares como SDH (voz, Frame relay, etc) y comunicaciones de datos en forma nativa GbE, FICON, ESCON, etc, dentro de un mismo enlace. Esta sencillez que facilita dicha transparencia es una de las grandes ventajas de los sistemas C/DWDM.

Considerando que en relación con las pérdidas por km, la fibra estándar dispone de una zona plana y homogénea en torno a los 1550 nm (1528-1600 nm), los sistemas tradicionales transportan en dicha zona un solo canal de datos, los CWDM con separación entre canales de 20 nm, llegan a transportar 8 canales (16 si se incluye la zona desde 1300 nm) y los DWDM pueden llegar hasta 176 canales con 0,4 nm de separación. Esta es la diferencia básica entre CWDM y DWDM: el número de canales que se pueden multiplexar por fibra óptica.

Debido a la transparencia de transporte de esta tecnología, la transmisión se realiza en forma nativa, es decir no existe ningún tipo de buffer intermedio ni conversión de protocolo que introduzcan un retardo en el transporte de información y es el propio protocolo del canal el que esta viajando por la fibra. En la recepción el sistema también es más simple y en definitiva el sistema se comporta como un "simple multiplexor de cables de canal". Por otra parte, esta sencillez se refleja en que el tránsito del protocolo por la fibra introduce retardos que hay que tener en cuenta, sobre todo si el canal conecta ordenadores con dispositivos de almacenamiento. En el caso del ESCON, por ejemplo, existe una pérdida de rendimiento debido a la distancia ya que este canal tiene un protocolo que

garantiza la integridad de cada I/O y, por tanto, confirma la grabación del mismo desde el destino remoto. Cada trama tiene que esperar la confirmación de la anterior antes de poder ser enviada. En otros protocolos de canal de disco tal como Fibre Channel existen otro tipo de equipos (switches) que reducen este efecto de manera muy eficaz mediante la introducción de buffers intermedios o buffer credits que optimizan al máximo el transporte de tramas a lo largo de la fibra.

Resulta claro que un sistema tradicional, de la naturaleza que sea, no aprovecha la capacidad de fibra como sería deseable. Lo óptimo sería utilizar sistemas que nos permitan multiplexar diferentes canales (diferentes longitudes de onda) por la misma fibra. Es una de las ventajas que ofrecen los sistemas CWDM / DWDM: permiten aprovechar de forma óptica las inversiones realizadas inicialmente con la introducción de la tecnología. En configuraciones pequeñas se podría partir de capacidad CWDM e ir migrando, posteriormente a tecnología DWDM conservando un crecimiento gradual.

Todo este tipo de redes estarán sujetas a continuos procesos de optimización tanto en términos de coste, espacio, flexibilidad, reconfiguración de lambdas, reparto del ancho de banda en tiempo real, compensación de efectos no lineales, compensación de errores en la capa óptica, etc.

Podemos concluir diciendo que con la llegada de nuevos negocios soportados por Internet, las infraestructuras de Telecomunicaciones deben afrontar nuevos retos. Estos sistemas C/DWDM han establecido el camino para dar respuesta a toda esa continua demanda de nuevos servicios que requieren más capacidad y, por tanto, más ancho de banda. Estamos en el comienzo de una gran escalada hacia redes totalmente ópticas. El desarrollo técnico actual tanto en componentes como en sistemas indican, claramente, que la carrera ya ha comenzado. 