

GRUPO DE INVESTIGACION EN SIMULACION FOTONICA

Introducción:

Resulta innegable el hecho que las fibras ópticas han llegado a ser hoy el soporte por excelencia en la infraestructura de las telecomunicaciones y de las redes de datos. Son -sin lugar a dudas- el medio preferido de transmisión.

Vale la pena recordar, que la primera generación de redes de fibras ópticas que aparecieron surgieron como una necesidad de reemplazar los tradicionales pares de cobre para poder transmitir elevados bit rates a grandes distancias, gracias a su capacidad de ancho de banda y su inmunidad a las interferencias electromagnética y otros efectos indeseables.

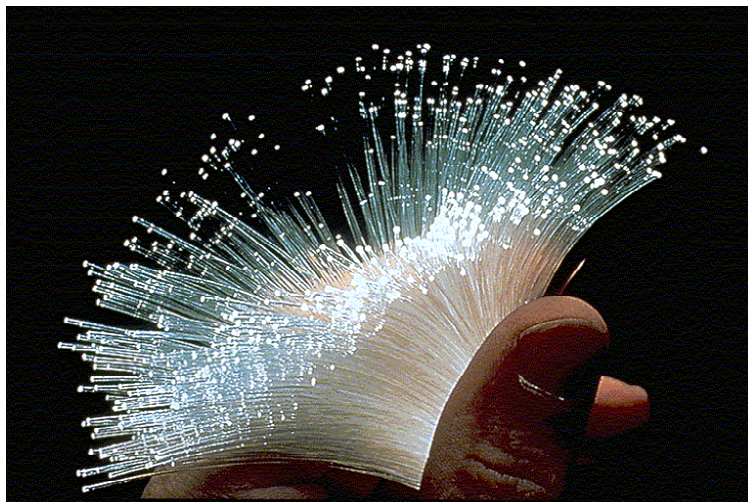
Así pues, se pudieron transmitir decenas de megabits -sin dificultad- a través de varios kilómetros, empleando una técnica conocida como "multiplex por división en el tiempo" (TDM). Hoy, comercialmente hablando, el máximo valor disponible de transmisiones de 10 Gb/s; en cambio 40 Gb/s en TDM resulta -hoy por hoy- un patrimonio exclusivo de las experiencias en laboratorio.

A pesar que estos bit rates pueden parecer importantes, la demanda no satisfecha -por una parte- de más ancho de banda para brindar más y mejores servicios a los usuarios y -por la otra- el costo relativamente alto de instalación de fibra nueva, empujó a investigadores de casi todo el mundo a buscar una nueva alternativa tecnológica: las redes de fibras ópticas de segunda generación.

El resultado: pasar de gigabits por segundo a terabits por segundo.

La tecnología que permitió realizar esta transición se la conoce con el nombre de "Multiplexación por Longitud de Onda" ó -simplemente- WDM.

En esencia se parece a la "multiplexación por división en frecuencia", utilizada durante casi un siglo en sistemas de radio.



La idea de WDM consiste en transmitir datos en forma simultánea empleando múltiples portadoras ópticas a diferentes Longitudes de onda (ó equivalentemente, frecuencias) que son moduladas empleando flujos de bits

independientes sobre una misma fibra.

Si bien se comenzó con esta idea de WDM en la década de los 80, fue recién en la siguiente década que tuvo un desarrollo claramente explosivo. A manera de dato ilustrativo podemos decir que ya en 1996 estaba disponible comercialmente un sistema WDM con una capacidad total de 40 Gb/s.

Hoy en día ya se encuentran en el mercado sistemas que emplean hasta 64 longitudes de onda a 2.5 Gb/s y 10 Gb/s sobre una misma fibra. Aunque muy pronto ya estarán disponibles a 40 Gb/s, pasando a constituir la familia DWDM (dense wavelength division multiplex).

Por otra parte, la aparición de amplificadores ópticos basados en erbio (EDFA's) y -hacia mediados de la década del 90- los amplificadores basados en el "scattering estimulado de Raman", terminaron por completar la tecnología que hoy conforman las redes de transporte óptico, dando lugar a lo que se conoce como "All Optical Networks (AON's)".

Bajo este último concepto, los equipos involucrados en las redes modernas ya no manejan señales eléctricas -sino- tan sólo fotones.

Pero lo más relevante de todo lo expuesto son los servicios que potencialmente -en el campo de las telecomunicaciones- se pueden brindar. Y esto alcanza -incluso- al propio abonado.

Conceptos tales como: Fiber to the Home, video on demand, broadband on demand, Virtual LAN's, teléfonos ópticos, switches ópticos, enlaces submarinos long-haul, etc, son hoy una realidad.

Actividades del Grupo

Por todo lo expuesto, resulta de enorme importancia poder constituir un grupo de investigación capaz de poder simular -computacionalmente- la transmisión de señales digitales por medio de una F.O.

De lograrse -aún en su forma más simplificada- significará haber alcanzado un hito muy importante, que excederá -incluso- al marco meramente educativo.

Si bien es cierto, que el campo de aplicabilidad al cual nos referimos es -esencialmente- el de las telecomunicaciones, otros campos de la ciencia y la ingeniería también se han visto favorecidos. Baste recordar las aplicaciones en Redes de datos LAN y WAN, las industrias aeroespacial y automotriz, la medicina, la luminotecnia, etc.

Características del Modelo Computacional

Cuando se diseña computacionalmente un dispositivo para guía de ondas óptico, existen dos alternativas: realizar un diseño propio ó utilizar el Software CAD disponible hoy en el mercado.

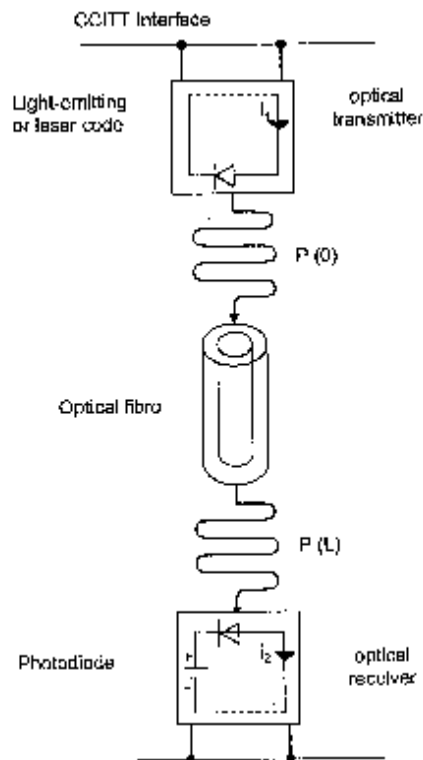
Sin embargo, en cualquiera de las dos alternativas, es indispensable conocer las características de cada método de análisis, pues cada método involucra -a su vez- diferentes herramientas de cálculo.

En el caso de un diseño propio, el desarrollo de un programa basado simplemente en las ecuaciones que gobiernan el fenómeno es bastante riesgoso, a menos que se conozca muy bien tanto las aproximaciones utilizadas, como la estabilidad de las soluciones halladas.

Escapa al presente informe los detalles de las técnicas computacionales a emplear; sin embargo, por la experiencia adquirida en esta Regional sobre "elementos finitos", pareciera ser más aconsejable que utilizar un esquema de "diferencias finitas".

Desarrollo del Proyecto

Teniendo en cuenta la enorme complejidad que el GSF hallará desde un comienzo, se buscará desarrollar el modelo más simple posible; esto es, simular la presencia de un sólo fotón interactuando con una sección de F.O. de silicio de longitud L , según el siguiente esquema:



Una vez logrado esto, se irá completando gradualmente el modelo, incorporando primero todos los fenómenos de característica lineal: absorción extrínseca, dispersión energética lineal, Scattering de Rayleigh, dispersión modal, dispersión cromática, dispersión debida al material, dispersión debida al guía de onda y dispersión debida al modo de polarización de la luz (PMD).

De alcanzarse este importante objetivo, estaremos en condiciones de reproducir la mayoría de las aplicaciones -en las cuales se utiliza- una única longitud de onda. Hoy -en la Argentina- el 98 % de las redes existentes responden a tales características.

La evolución de la actividad del GSF, una vez consolidada la etapa anterior, sería avanzar con la problemática de "multiplexación por longitud de onda" (WDM), sobre la cual ya hemos hablado en la introducción del presente informe.

Pero para ello, será imprescindible desarrollar los modelos computacionales correspondientes a los efectos no lineales o también llamados de "orden superior".

Entre los efectos no lineales más importantes podemos mencionar: self-phase modulation (SPM), cross-phase modulation (CPM), four-wave mixing (FWM), stimulated Raman scattering (SRS) y sfimulated Brillouin scattering (SBS).

Conclusión final

Para finalizar, vale la pena recordar una frase mencionada durante la apertura de la European Conference in Optical Communications 2000: "Si el siglo pasado estuvo caracterizado por la electricidad, éste -sin lugar a dudas- lo estará por la luz".

En definitiva y -desde un punto de vista tecnológico- nos encontramos ante un camino que recién se inicia y el final, sinceramente, no se vislumbra. He aquí la clave de este nuevo desafío.

