

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ESCUELA DE TELEMÁTICA

**ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA LÁSER COMO
ALTERNATIVA A LA FIBRA ÓPTICA**

POR:

CBOS: RUIZ RICARDO

Proyecto de grado como requisito parcial previa la obtención del título de:

TECNÓLOGO EN TELEMÁTICA

2003

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Cbos. Ruiz Ricardo, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO TELEMÁTICO.

Ing. Ramiro Yerovi

Latacunga 9 de abril del 2003

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis padres, quienes con su apoyo incondicional, he logrado una de mis metas, que es, ser un buen profesional para ponerme al servicio de mi patria.

Cbos. Ruiz Ricardo

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a DIOS por darme la paciencia, la habilidad y la sabiduría para seguir esta profesión, por que ser militar no se compagina con el conformismo y la mediocridad, también a este prestigioso instituto que con su basta experiencia ha ido formando varias promociones que se han puesto al servicio de nuestra patria y han hecho de ella un futuro mejor.

Cbos. Ruiz Ricardo

INDICE

Presentación.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice.....	V
Introducción.....	1

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. Definición del problema.....	2
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivos Específicos.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Alcance.....	3

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Introducción al láser.....	4
2.2. Características del láser.....	9

2.3. Tipos de láser.....	9
2.3.1. Láser gaseoso.....	9
2.3.2. Láser líquido.....	10
2.3.3. Láser sólido.....	10
2.3.4. Láser semiconductor.....	10
2.4. Aplicaciones del láser.....	15
2.4.1. Los láser y las investigaciones científicas.....	16
2.4.2. Construcción del láser.....	28
2.5. La fibra óptica.....	29
2.6. La fibra óptica contra las facilidades de los cables metálicos.....	31
2.6.1. Ventajas de los sistemas de fibra.....	32
2.6.2. Desventajas de los sistemas de fibra.....	33
2.7. Sistemas de comunicación de fibra óptica.....	34
2.8. Tipos de fibra óptica.....	35
2.8.1. Fibra óptica de vidrio.....	36
2.8.2. Fibra óptica de plástico.....	37
2.8.3. Fibra óptica de una combinación de vidrio y plástico.....	39
2.9. Como se construye la fibra óptica.....	40

CAPITULO III

LASER VERSUS FIBRA ÓPTICA

3.1. Ventajas.....	52
--------------------	----

3.2. Adelantos.....	54
3.3. Tendencias.....	58

CAPITULO IV

RECOMENDACIONES

4.1 Situación actual.....	60
4.2 Ventajas y desventajas.....	61
4.3 Adelantos tecnológicos y su campus de realización.....	63
4.4 Combinar la tecnología láser con la fibra óptica.....	70
4.5 Recomendación sobre la tecnología láser.....	73

CAPITULO V

GASTOS DE CAMBIAR LOS SISTEMAS

5.1 Análisis económico.....	73
5.2 Costos.....	74

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.....	76
Recomendaciones.....	77
Bibliografía.....	78
Glosario.....	79

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Construcción del diodo de inyección láser.....	12
Figura 2.2. Potencia de salida contra la corriente directa y la temperatura para un ILD.....	13
Figura 2.3. Patrones de radiación LED e ILD.....	14
Figura 2.4. Esquema de un canal de comunicaciones telefónico-televisivos.....	20
Figura 2.5. Esquema del sistema televisivo “Rayo Móvil”.....	23
Figura 2.6. Esquema de un sismógrafo láser.....	25
Figura 2.7. Sismómetro de deformaciones de Beniov.....	26
Figura 2.8. Construcción del láser.....	28
Figura 2.9. Fibra óptica monomodo o multimodo.....	36
Figura 2.10. Fibra óptica de vidrio.....	37
Figura 2.11. Fibra óptica de plástico.....	38
Figura 2.12. Fibra óptica de una combinación de vidrio y plástico.....	40
Figura 2.13. Proceso de producción de fibra	41
Figura 2.14. Método interno CVD.....	43
Figura 2.15. Colapsado estirado.....	43
Figura 2.16. Método externo OCVD.....	44
Figura 2.17. Sinterizado estirado.....	44
Figura 2.18. Estirado de la fibra.....	45
Figura 2.19. Técnica de extracción.....	45
Figura 2.20. Método doble crisol.....	46
Figura 4.1. Red LAN.....	73
Figura 5.1. LAN Inalámbrica.....	77

INTRODUCCIÓN

La nueva tecnología Free Space Optic (F.S.O.) permite transmitir información a través de redes ópticas inalámbricas, uno de los inconvenientes de la transmisión de datos a través de tecnologías de alta velocidad es la necesidad de cablear, ya que el principal medio de transporte de la información en banda ancha es la fibra óptica.

Ante esta problemática, en los últimos cinco años han surgido un sin fin de tecnologías de transmisión inalámbricas (LMDS, WAP, GPS, UMTS, Bluetooth....), que culminan en una alternativa de la que hasta ahora casi no se ha oído hablar: Free Space Optic (F.S.O.); una alternativa sofisticada y revolucionaria que utiliza el láser como medio aéreo de transmisión de la información.

El sistema Free Space Optic (F.S.O.) consiste en la utilización de haces de luz a través de la atmósfera (sustituyendo a la fibra óptica) que soporte conexiones de banda ancha de gran fiabilidad y cuyos resultados económicos son más eficaces y rápidos que los tradicionales sistemas físicos de fibra.

Aproximadamente el 93 por ciento de los negocios están rodeados por unos dos kilómetros de fibra óptica pero sorprendentemente muchos no están conectados, por la razón de que la demanda de banda ancha sigue aumentando, en cambio la tecnología F.S.O. alcanza velocidades de hasta 2.5 Gbps y distancias más de mil metros, y además se acomodan a cualquier protocolo y a cualquier topología de red. De esta forma, las ventajas de la nueva tecnología de enlaces ópticos se resumen en la diversidad de amplitudes de banda disponibles, no es necesaria licencia para la instalación y, además, que los costos no son altos.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. Definición del problema

La tecnología láser como alternativa a la fibra óptica permite transmitir información a través de redes ópticas inalámbricas evitando el cableado por ende se vio la necesidad de realizar un estudio de dicha tecnología que obliga a la actualización de su análisis y búsqueda de aplicaciones en nuestro medio.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general.-

Estudiar la tecnología láser como alternativa a la fibra óptica.

1.2.2. Objetivos específicos.-

- Conocer la nueva tecnología Free Space Optic (FSO).
- Estudiar la combinación de la tecnología láser con la fibra óptica.
- Analizar la nueva tecnología de enlaces ópticos.
- Estudiar que beneficios tiene la tecnología del sistema Free Space Optic (FSO) con relación a la fibra óptica.
- Analizar la tecnología láser y su implementación.
- Definir las ventajas del sistema Free Space Optic (FSO), con respecto a la fibra óptica.

1.3. Justificación

La gran demanda de la investigación de tecnologías de transmisión inalámbricas en estos últimos años, con una alternativa nueva que permite transmitir información a través de redes ópticas inalámbricas evitando el cableado, este sistema llamado tecnología Free Space Optic (FSO), obliga a la actualización de su estudio, análisis y búsqueda de aplicaciones en nuestro medio.

La nueva tecnología Free Space Optic (FSO) justifica las aplicaciones de la transmisión de datos, videos o sonidos, con gran capacidad en banda ancha a través de sistemas basados en tecnología óptica en espacio libre que utiliza el láser como medio aéreo de transmisión de la información, justificando muchas inversiones costosas en las redes de fibra óptica.

1.4. Alcance

La tecnología Free Space Optic (FSO) revolucionará durante los últimos años y se consolidará cuando empiece a extenderse rápidamente por todo el territorio nacional y tendrá visión a enfocarse por distintos mercados e intereses comerciales e industriales, medicinales y militares llegando así a ser el ente principal de la transmisión y recepción de la información mundial.

Este proyecto pretende recopilar la información sobre esta nueva tecnología, realizar su estudio y obtener claras conclusiones sobre su utilización.

Analizar su implementación en nuestro medio y definir claramente sus ventajas, desventajas, beneficios, recomendaciones, utilidades y conclusiones.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción al láser

La palabra láser no ha cumplido aún los diez años de edad y ya parece que existe desde tiempos remotos, tan ampliamente se ha puesto en circulación hoy que quizá sería difícil encontrar a una persona que poseyendo unas ideas elementales de técnica no lo conociera.

Como es natural, tan gran interés no lo despierta la palabra láser sino el dispositivo cuántico que lleva este nombre y que sirve para generar ondas electromagnéticas de la gama óptica. El principal motivo de interés por los láser radica ante todo en las excepcionales propiedades de este.

La aparición de los láser, una de las más notables e impresionantes conquistas de la electrónica cuántica, marca en principio una nueva dirección científica surgida en la mitad de los años cincuenta. Apenas nacida, impresionó por su vitalidad, por su afán de rápida madurez. Ya en 1962, el presidente de la Academia de Ciencias de la URSS, M.V. Keldish, hizo notar que el cambio revolucionario provocado por la electrónica cuántica en diferentes campos de la ciencia y de la técnica no sería menos importante que la revolución ocasionada por la técnica de los semiconductores.

La electrónica trata de los procesos electrónicos en el vacío, en gases y en semiconductores. Se llaman también electrónicos los aparatos cuya acción se basa en el movimiento de electrones por estos medios. La electrónica cuántica tiene en cuenta las propiedades discretas de la radiación electromagnética emitida de forma discontinua es decir, en porciones aisladas o “quanta”.

En la electrónica cuántica, los aparatos se basan en el uso de la radiación inducida (forzada) de determinados sistemas cuánticos de generación y amplificación de ondas electromagnéticas. Einstein introdujo por primera vez en 1917 el concepto de tal radiación. Al explicar el equilibrio térmico existente en un medio con multitud de partículas que absorben y liberan energía electromagnética. Einstein estableció la hipótesis de que junto a la absorción y a la generación espontánea –o sea, no provocada –en ciertos medios, podría existir también una radiación forzada. Ésta tendría lugar cuando se comunicara a las partículas una energía complementaria y el medio perdiera el equilibrio térmico.

Durante cuarenta años, la mencionada hipótesis de Einstein permaneció en el campo de la teoría. En 1954 – 1955, N. G. Basov y A. M. Prójorov en la U.R.S.S., y Gordon, Zeiger y Townes en los Estados Unidos, propusieron casi simultáneamente nuevos métodos para la generación y amplificación de las ondas de radio y crearon los primeros generadores moleculares, fuentes de radiación de alta estabilidad. Estos aparatos, en los que se utilizaban la radiación inducida de un haz de moléculas de amoníaco, funcionaban en una gama de radioondas del orden de los centímetros. Tras los generadores moleculares

aparecieron los amplificadores de radioondas ultra superestables, que recibieron el nombre de paramagnéticos o cuánticos.

Los generadores moleculares a usarse como patrón de frecuencia o de tiempo. Los amplificadores cuánticos, con ruidos propios extremadamente bajos, permitieron la recepción de señales muy débiles. Sin embargo, la importancia de dichos aparatos no se limitó a la producción de relojes moleculares superexactos ni a la posibilidad de comunicaciones de largo alcance. Fue precisamente esta combinación la que condujo al nacimiento de la electrónica cuántica. Las extraordinarias y admirables propiedades de los aparatos cuánticos dieron un potente impulso a la adquisición, por la ciencia y la técnica, de nuevas bandas de oscilaciones electromagnéticas.

Los trabajos llevados a cabo a finales de los años cincuenta por un grupo de científicos encabezados por N. G. Basov determinaron la posibilidad de utilizar los sistemas cuánticos en la generación y amplificación de las radiaciones infrarrojas y ópticas (visibles). En 1960, en la revista "Éxitos de las Ciencias Físicas", se publicó un artículo de N. G. Basov, O. N. Krojin e I. M. Popov, en el que los autores aseguraban: "la ausencia de limitaciones de principio permite esperar que en un próximo futuro se crearán generadores y amplificadores para las gamas de onda infrarroja y óptica". Por estos mismos años, los físicos americanos C. Townes y A. Shablov llegaron a análogas conclusiones. Según se ha puesto de manifiesto, ya en 1951, V. A. Fabrikant, F. A. Butaev y M. I. Budinski entregaron al comité de inventos y descubrimientos del Consejo de Ministros de la U.R.S.S. una demanda de certificación sobre un "Aparato para

amplificar la radiación electromagnética (la ultravioleta, la infrarroja, la visible y la de las bandas de radio)” basado en la aplicación de radiaciones estimuladas. Por desgracia, el invento pasó entonces inadvertido para un amplio círculo de científicos.

El primer generador cuántico de gama óptica fue creado por T. Maiman (E.E.U.U.) en 1960. Las iniciales de las palabras componentes de la frase inglesa “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiations”, (Amplificación de la luz por emisión estimulada de radiaciones) formaron el nombre del nuevo aparato: láser. Como fue de radiación se utilizó el cristal de rubí artificial, y el generador funcionaba en régimen de impulsos. Un año más tarde apareció el primer láser de gas con radiación continua (Jaban, Bennet, Herriot-E.E.U.U.). Al cabo de otro año, los E.E.U.U. y la U.R.S.S. creaban simultáneamente el láser de semiconductor.

El interés por los láser o, como los llamaban aún, los generadores cuánticos ópticos (GCO) fue creciendo como un alud. En el curso de tres o cuatro años se llevaron a cabo amplísimos trabajos teóricos y experimentales. En 1964, la academia Sueca de Ciencias concedía el premio Nobel al científico americano Townes y a los físicos soviéticos N. O. Basov y A. M. Prójorov, por sus investigaciones fundamentales en el campo de la electrónica cuántica. Hoy día, centenares de organizaciones científicas y miles de físicos de muchos países se dedican al estudio de los procesos relacionados con la generación y amplificación de las ondas luminosas, y a la elaboración de aparatos y sistemas para su

aplicación. Los láser ya no son únicamente objeto de investigación científica sino que cada día se emplean más en diferentes campos de la técnica.

Las cualidades excepcionales de los láser –monocromía, coherencia y directividad de la radiación luminosa –abren posibilidades de uso práctico verdaderamente impresionante. La creación de los láser ha dado un poderoso impulso al desarrollo de la óptica, de la electrónica, de la radiofísica, de la cristalografía y de muchas otras ramas de la ciencia y de la técnica. Resultaría ahora difícil la sola enumeración de todos los caminos conocidos o proyectados en el campo de la utilización de los generadores cuánticos ópticos (GCO).

Los láser de gas son los que poseen mayor monocromía, una más precisa orientabilidad y máxima coherencia de radiación. En estos parámetros superan casi en 1000 veces a los de cuerpo sólido y a los de semiconductor. Así, la divergencia de un rayo de luz generado por un láser de gas es de una fracción de minuto angular. Dirigido de la Tierra a la Luna, este rayo divergirá en la superficie lunar 10 Km. Utilizando además un pequeño aparato colimador –un telescopio- esta microscópica divergencia del rayo puede ser reducida a una décima parte y aún a menos. Los láser de gas pueden funcionar perfectamente tanto en régimen continuo como en régimen de impulsos, y además no se precisan complicados mecanismos adicionales para mantenerlos en estado de funcionamiento. De todos los generadores cuánticos ópticos, los láser de gas son los que encuentran actualmente más aplicación práctica.

2.2. Características del láser

Todos los tipos de láseres tienen varias características en común:

- Todos usan material activo para convertir la energía en luz de láser.
- Una fuente de bombeo para proporcionar potencia o energía.
- Ópticas para dirigir el rayo por el material activo que se debe amplificar.
- Ópticas para dirigir el rayo en un cono de divergencia poderoso y angosto.
- Un mecanismo de alimentación para proporcionar un funcionamiento continuo.
- Una conexión de salida para transmitir la potencia fuera del láser.

La radiación de un láser es extremadamente intensa y direccional, cuando se enfoca en un rayo delgado como un pelo, puede concentrar toda su potencia en el rayo angosto. Si el rayo de luz se permitiera divergir, perdería la mayoría de su potencia.

2.3. Tipos de láser

Básicamente hay cuatro tipos de láseres: gas, líquido, sólido y semiconductor.

2.3.1. Láser gaseoso

El láser gaseoso utiliza una mezcla de helio y neón, encerrados en un tubo de vidrio. Un flujo de ondas de luz coherentes (una frecuencia) se emite por una conexión de salida, cuando una corriente eléctrica descarga en el gas, la salida de onda de luz continua es monocromática (un color).

2.3.2. Láseres líquidos

Los láseres líquidos utilizan pinturas orgánicas contenidas, en un tubo de vidrio para un medio activo.

La pintura es circulada en el tubo con una bomba. Una pulsación de luz poderosa estimula a la pintura orgánica.

2.3.3. Láseres sólidos

Los láseres sólidos utilizan un cristal sólido, cilíndrico, tal como un rubí, para el medio activo.

Cada punta del rubí es pulida y paralela. El rubí se excita por una lámpara de tungsteno, amarrada a una fuente de poder de corriente alterna. El resultado del láser es una onda continua.

2.3.4. Láseres semiconductores

Los láseres semiconductores están hechos de uniones p-n, semiconductoras, y comúnmente se llaman diodos de inyección láser (ILD).

El mecanismo de excitación es una fuente de poder de corriente directa que controla la cantidad de corriente al medio activo.

La luz de salida un ILD fácilmente se modula, haciéndola muy útil en muchas aplicaciones de comunicaciones electrónicas.

La palabra láser es un acrónimo para la amplificación de luz por emisión estimulada de radiación.

Los láseres semiconductores están contruidos de muchos materiales diferentes, incluyendo gases, líquidos y sólidos, aunque el tipo de láser usado, más frecuentemente para las comunicaciones de fibra óptica es el láser semiconductor.

El diodo de inyección láser (ILD) es semejante al LED. En realidad, abajo de cierta corriente de umbral, un ILD actúa como un LED. Arriba de la corriente de umbral, un ILD oscila; el láser ocurre. Conforme una corriente pasa por un diodo de unión p-n polarizado directamente, la luz se emite por la emisión espontánea a una frecuencia determinada por la separación de energía del material semiconductor.

Cuando se alcanza un nivel de corriente específico, el número de portadoras minoritarias y fotones producidas en cualquiera de los lados de la juntura p-n alcanza un nivel donde comienza a chocar con las portadoras minoritarias ya excitadas.

Esto causa un incremento en el nivel de energía de ionización y hace que los portadores sean inestables. Cuando esto sucede, se recombina una portadora típica con un tipo de portadora opuesta en un nivel de energía que esta arriba de su normal antes del valor de colisión.

En el proceso, se crean dos fotones; uno es estimulado por otro, esencialmente, se realiza una ganancia en el número de fotones. Para que esto suceda, se requerirá una corriente directa, grande, que puede proporcionar muchas portadoras (huecos y electrones).

La construcción de un ILD es semejante a la de un LED (fig. 2.1.), excepto que los extremos están altamente pulidos. Los extremos de tipo espejo atrapan a los fotones en la región activa y, se reflejan uno a otro, estimulan a los electrones

libres para que se recombinen con los huecos en un nivel de energía más alto que lo normal.

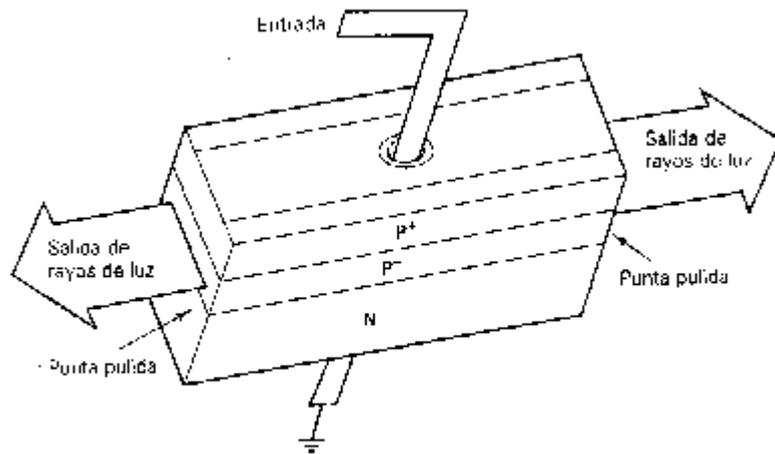


Fig. 2.1. Construcción del diodo de inyección láser.

La potencia de luz de salida radiante de un ILD típico se muestra en la figura 2.2. Puede observarse que muy poca potencia de salida se realiza hasta que la corriente de umbral se alcanza.

Después de que esto comienza, la potencia óptica de salida aumenta dramáticamente, con pequeños aumentos en la corriente de excitación.

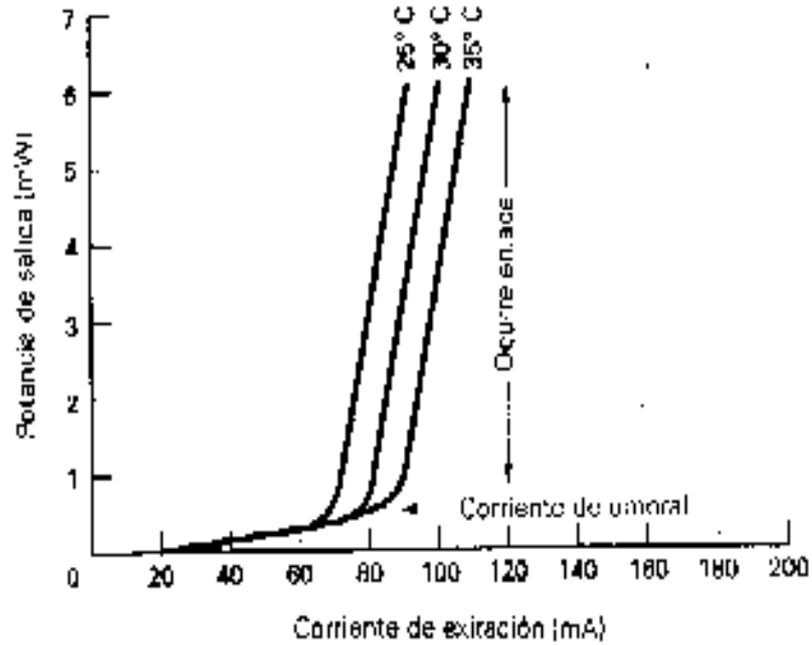


Fig. 2.2. Potencia de salida contra la corriente directa y la temperatura para un ILD.

También puede observarse que la magnitud de la potencia de salida óptica del ILD es más dependiente en la temperatura de operación que el LED.

La figura .2.3., muestra los patrones de radiación de luz típicos de un LED y un ILD. Debido a que la luz es radiada del extremo de un ILD en un rayo angosto concentrado, tiene un patrón de radiación más directo.

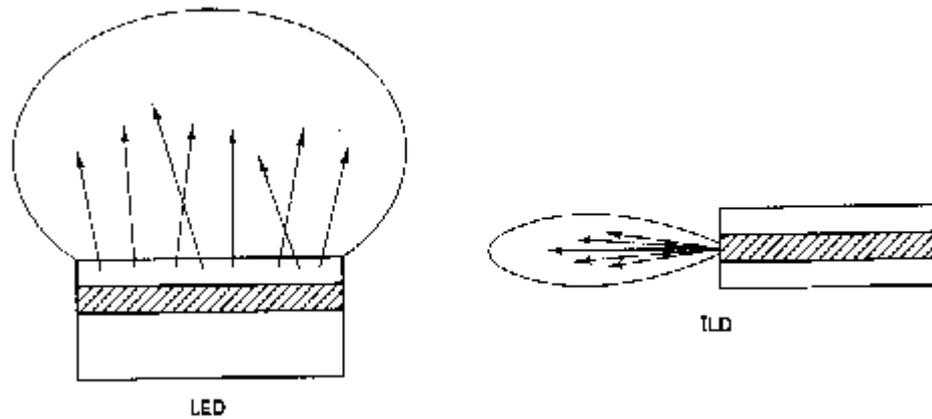


Fig. 2.3. Patrones de radiación LED e ILD.

Ventajas de los ILD

1. Debido a que los ILD tienen un patrón de radiación más directo, es más fácil acoplar su luz en una fibra óptica. Esto reduce las pérdidas por acoplamiento y permite que sean usadas fibras más pequeñas.

2. La potencia de salida radiante de un ILD es mayor que la de un LED, una potencia de salida típica para un ILD es 5 mW (7 dBm), y 0.5 mW (-3dBm), para los LED.

Esto permite que los ILD proporcionen una potencia de excitación más alta y puedan usarse para sistemas que trabajan sobre distancias más largas.

3. Los ILD se pueden usar en velocidades de bits más altas que los LED.

4. Los ILD generan luz monocromática, la cual reduce la dispersión cromática o de longitud de onda.

Desventajas de los ILD

1. Los ILD están típicamente en el orden de ser 10 veces más caros que los LED.
2. Debido a que los ILD trabajan a potencias más altas, típicamente tiene una vida más corta que los LED.
3. Los ILD son más dependientes de la temperatura que los LED.

2.4. Aplicaciones del láser

Desde su comienzo, los láseres han sido dispositivos comúnmente usados para aplicaciones comerciales e industriales.

Los láseres se usan en las comunicaciones electrónicas, holografía, medicina, entre otras aplicaciones.

En las comunicaciones electrónicas, los láseres son usados en audio, radio y transmisión de televisión. Los rayos del láser tienen un ancho de banda muy angosto y son altamente direccionales.

La luz modulada es una necesidad para las aplicaciones de fibra óptica, en medicina, los láseres de rubí son usados para aplicaciones precisas, tales como la cirugía del ojo. Los láseres de ión de argón están reemplazando a los bisturís.

El ejército utiliza los láseres para medir distancias y la topografía. En la fabricación, el láser se usa para la olografía para detectar manchas y medir objetos irregulares. Los láseres de alta potencia se usan para cortar grandes cantidades de tela y taladrar hoyos muy pequeños.

Debido al ancho de rayo tan estrecho, el láser se puede usar para cortar tela dentro de una exactitud de un solo hilo. No hay realmente restricción para la aplicación de los láseres.

2.4.1. Los láser y las investigaciones científicas

En la novela “El Hiperboloide del ingeniero Garin”, Alexei Tolstoi describía un aparato que emitía un rayo de luz muy fino y sin divergencia. Poseedor de una enorme densidad de energía, este rayo, a la distancia de algunos kilómetros, lo destruía literalmente todo: volaba depósitos de combustibles, cortaba acorazados...

Éste sería el rayo exterminador, “el rayo de la muerte“. Antes se consideraba que lo más adecuado para lograrlo era la radiación de microondas (de superaltafrecuencia). Los rayos láser han demostrado ser más eficaces: son capaces de destruir no solo las fuerzas vivas sino también las armas del enemigo; las armas láser excluyen el peligro de la caída de polvo radiactivo sobre el propio terreno y pueden sembrar la destrucción en superficies mucho más grandes que la explosión termonuclear.

Se intenta también utilizar el láser como arma individual: se pretende crear la ametralladora individual “a chorro”. Algunos científicos están convencidos de que el láser moderno, sin más perfeccionamientos adicionales, puede utilizarse para cegar ejércitos enemigos, inflamar los vestidos de las personas, etc.

Para nosotros, como para todos los ciudadanos de buena voluntad del mundo, la idea misma de utilizar la fuerza del rayo láser en tareas de destrucción resulta extremadamente impropia y repulsiva. El rayo láser es un rayo creador y debe servir al progreso de la humanidad. Las perspectivas de su utilización pacífica son tan amplias que parecen imprevisibles incluso a los propios especialistas. Por esta razón vamos a exponer aquellas posibilidades creadoras de los láser que estén ya muy cerca de su realización práctica.

Si recordamos la historia del desarrollo de la radiotecnica, salta a la vista el constante esfuerzo realizado para dominar cada vez más las regiones de onda corta del espectro electromagnético, y ello es comprensible ya que cuanto más corta es la longitud de onda radiada por el emisor, tanto mayor volumen de información se puede transmitir.

Fijándose en el dial de un receptor que trabaje en los márgenes de onda larga, media y corta, en las ondas largas (centenares de metros) las estaciones están colocadas muy lejos unas de otra; en las cortas (decenas de metros), incluso en las escalas llamadas “desmultiplicadas”, las estaciones están aglomeradas en el dial y se necesitan gran paciencia para sintonizar con “pureza” la transmisión deseada. La utilización de la gama óptica de oscilaciones

electromagnéticas puede ampliar y mejorar las comunicaciones por radio. Se calcula, aproximadamente, que el dominio de la gama del espectro que va desde el campo ultravioleta hasta el campo infrarrojo cercano permitirá transmitir por unidad de tiempo una información mil veces mayor que la que se transmite actualmente por todos los medios radioeléctricos del mundo.

Además, en las altas frecuencias resulta más fácil realizar una transmisión dirigida y aumentar el radio de acción del sistema en un emisor de determinada potencia. Suponiendo unas características de directibilidad de antena aproximadamente iguales en transmisores de gamas ópticas y de radio, las medidas de las primeras son cientos de veces menores.

Las comunicaciones a base de luz de antorchas, hogueras y faroles se conocen de antiguo. Sin embargo, esos simplísimos sistemas ópticos, aún con el alfabeto Morse, son poco informativos y no sirven para la transmisión del lenguaje, de la música o de los programas de televisión. La poca información de estos sistemas es resultado de las limitadas posibilidades que ofrecen para elevar la frecuencia de la modulación de la radiación, y su alcance depende de gran medida del estado de la atmósfera, de la potencia de la fuente de luz, etc.

Por esta razón, con el descubrimiento de la radio los sistemas ópticos de comunicación quedaron casi olvidados.

Sólo la aparición de los láser ha permitido a la radiotecnica penetrar en la gama óptica de ondas y crear sistemas de comunicación con muchos canales.

¿En que principio se basa el mecanismo de una línea láser de comunicaciones? Las señales telefónicas, o las de una cámara de televisión, se transforma en señales de tensión por el procedimiento normal, luego se amplifican y se pasan a un modulador óptico, que es la pieza nueva del sistema de transmisión, la más responsable en la realización práctica de las propiedades excepcionales de la radiación láser. El rayo láser es modulado por la señal, la cual es así transmitida por el canal correspondiente (fig. 2.4.).

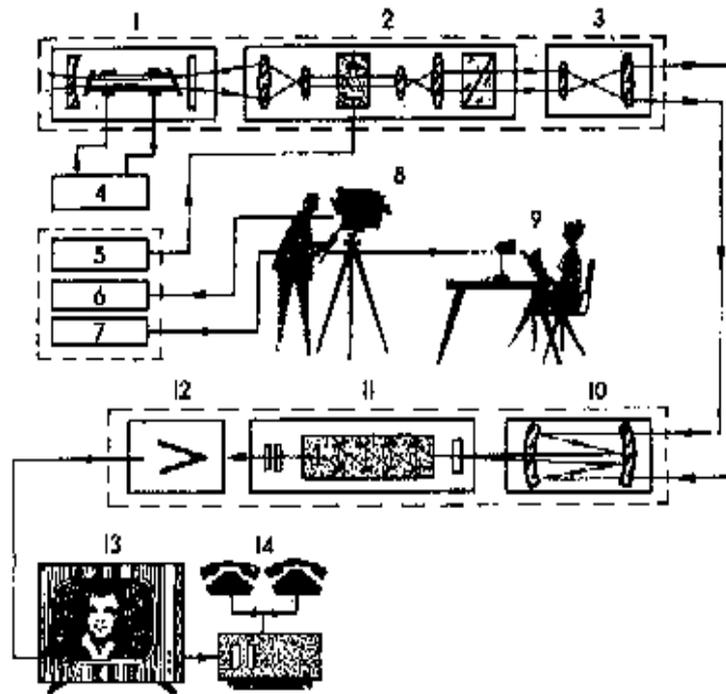


Fig. 2.4. Esquema de un canal de comunicaciones telefónico-televisivas:

1. láser de gas.
2. Modulador óptico.
3. Sistema de transmisión óptica.
4. Bloque de alimentación.
5. Amplificador del modulador.
6. Dispositivo de televisión.
7. Instalación telefónica.
8. Cámara de transmisión televisiva.
9. Micrófono.
10. Sistema receptor óptico.
11. Fotorreceptor.
12. Amplificador.
13. Receptor de televisión.
14. Aparato telefónico.

Los láser iónicos (con argón) y los moleculares, ambos considerablemente más potentes, no han sido todavía experimentados en los sistemas de comunicación. Como se sabe, en la atmósfera existen “ventanas transparentes” a través de las cuales pasan ondas de una determinada longitud. Esto no sucede si el enlace se realiza con un láser de gas radiando en unas ondas que prácticamente no son absorbidas por la atmósfera. La creación de este láser es plenamente posible.

En muchos casos, para abrir camino al rayo pueden utilizarse reflectores normales con espejo. Algunas firmas americanas proponen que se apliquen los rayos láser a las comunicaciones con puntos situados mas allá del horizonte aprovechando su reflexión en las nubes. Se investigan canales cerrados en los que no deberá haber debilitamiento de la señal por pérdida de energía en la atmósfera. Se estudia la posibilidad de transmitir haces luminosos por líneas que recuerdan los conductos tubulares. Para disminuir el desgaste de la señal se podrían eliminar del conducto tubular las partículas de polvo, sosteniendo en el un vacío o bien trasvasando en él gases filtrantes no absorbentes. Unos espejos fijados en el interior del conducto tubular podrían variar la dirección del rayo en las curvas, unos lentes reenfojarían el haz luminoso en caso de necesidad, y unos retransmisores –amplificadores cuánticos ópticos- aumentarían la intensidad de la señal.

Muchas zonas del globo terráqueo poseen condiciones naturales muy ventajosas para las comunicaciones con láser. El funcionamiento incesante de una línea de comunicación no siempre sería aquí indispensable. Por ella, y con

tiempo favorable, se podría transmitir un gran volumen de información en un corto espacio de tiempo.

Tiene así mismo gran interés la utilización de líneas ópticas de comunicaciones con las naves espaciales cuando éstas penetran en densas capas atmosféricas. En este caso se interrumpe la comunicación normal por radio, pues las ondas de radio no pueden pasar a través de la envoltura gaseosa del plasma formado alrededor de la nave espacial. En cambio los rayos láser la salvan con bastante facilidad. En el cosmos, las radiaciones apenas sufren absorciones, y los láser pueden posibilitar, a enormes distancias, la comunicación de las naves espaciales tanto entre sí como con los planetas. No hace mucho se experimentó el sistema americano de comunicaciones entre la nave "Géminis" y la Tierra. Quizás planetas de otros sistemas solares estén enviando a la Tierra señales luminosas que por ahora no podemos distinguir sobre el fondo del enorme reflejo solar y de otros muchos reflejos.

El desarrollo de la técnica láser, la creación de nuevos moduladores, de fotoreceptores y de otros elementos de líneas ópticas de comunicación se están llevando a gran ritmo. Evidentemente, no está lejos el día en que la Tierra se verá ceñida por líneas de transmisión, y las comunicaciones espaciales sólo se realizarán por medio de propagación en el espacio libre.

Se han creado ya, y se están sometiendo a prueba, unos sistemas en los que los láser de gas sirven para la transmisión de imágenes televisivas. En ellos, la fuente de luz ha sido sustituida por un rayo láser que recorre rápidamente los

objetos, y la cámara de televisión por un foto multiplicador. La imagen recibida por este procedimiento tiene la misma precisión que la de los sistemas empleados en la televisión comercial. Con un ajuste más cuidadoso del sistema de desplazamiento (exploración) del rayo, la calidad de la imagen puede aún ser mayor. (Fig. 2.5.)

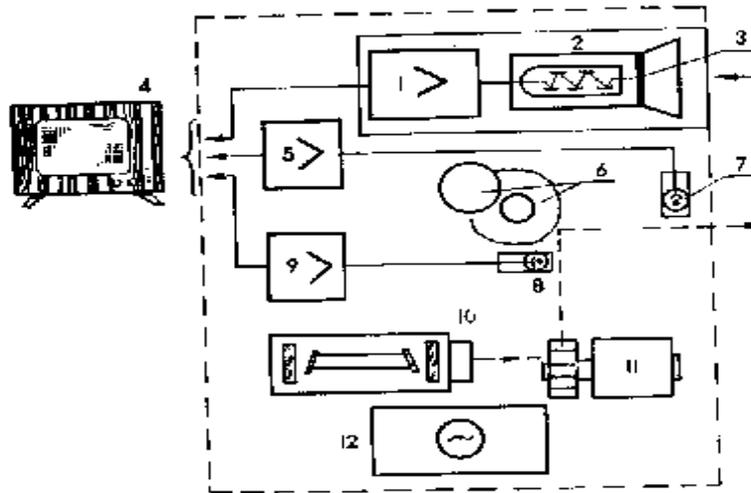


Fig. 2.5. Esquema del sistema televisivo "Rayo Móvil".

1. Amplificador vídeo.
2. Multiplicador fotoelectrónico.
3. Filtro luminoso de interferencias.
4. Televisor.
5. Amplificador de sincronización de imagen.
6. Dispositivo explotador de imagen.
7. Fotoelemento de sincronización de imagen.
8. Fotoelemento de sincronización lineal.
9. Amplificador de sincronización lineal.
10. Láser de gas.
11. Dispositivo explorador de líneas.
12. Generador de exploración.

Seguramente, donde se utiliza con mayor frecuencia los láser de gas son en diferentes trabajos de investigación y, además, el campo de problemas científicos que pueden resolverse con su ayuda aumenta incesantemente.

Los láser de gas se emplean, especialmente en las investigaciones nucleares.

Los láser de gas de acción continua pueden utilizarse con éxito en diferentes aparatos geofísicos, en particular, en los sismógrafos, la sensibilidad del sismógrafo láser es 10 veces superior a la de los sismógrafos de los demás tipos. (Fig. 2.6.)

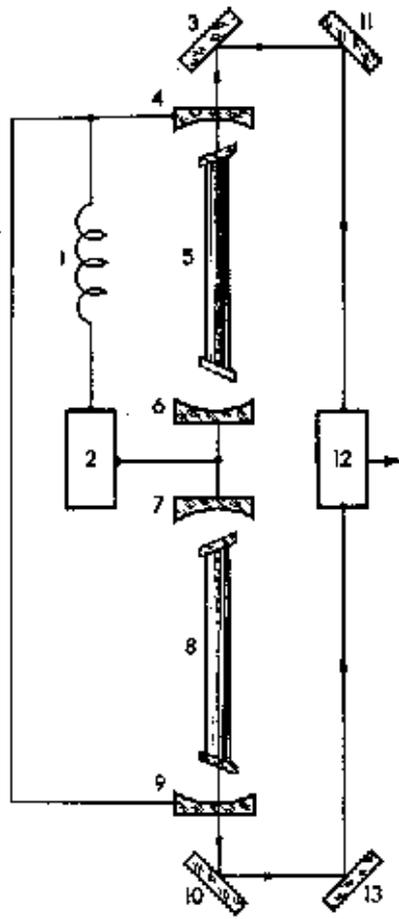


Fig. 2.6. Esquema de un sismógrafo láser:

1. Muelle.
2. Masa oscilante.
- 3, 10, 11, 13, Dispositivo para la reunión de los rayos.
- 4, 9, Espejos fijos de los resonadores.
- 5, 8, Elementos activos.
- 6, 7, Espejos oscilantes.
12. Aparato para registrar la diferencias de frecuencias.

En la utilización de los láser de los sismómetros Beniov para las deformaciones terrestres tanto verticales como horizontales, los sismómetros láser son considerablemente más ligeros, más fáciles de transportar y, sobre todo, más exactos. (Fig. 2.7.)

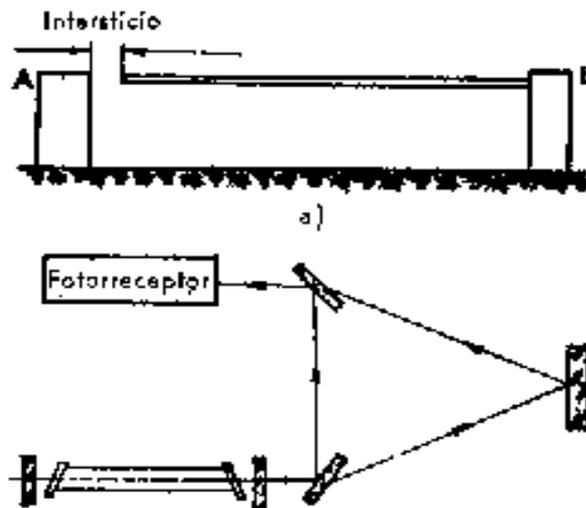


Fig. 2.7. Sismómetro de deformaciones de Beniov:

Arriba) Sismómetro de deformación normal.

Abajo) Sismómetro de deformación de láser.

Son muy prometedoras las perspectivas de aplicación de los láser de gas en la óptica y en la espectroscopia. Actualmente se utilizan en la espectroscopia de la dispersión combinatoria, y en la espectroscopia infrarroja, para la investigación de la homogeneidad de los medios ópticos transparentes, para el ajuste de aparatos ópticos de elevada precisión, etc. La gama de aplicaciones de los láser se amplía grandemente. No hace mucho se describía la aplicación de un aparato láser a la astronomía. Uno de los métodos que se utilizaban hasta ahora

para investigar el movimiento de las estrellas consistía en comparar fotografías de un mismo sector de cielo hechas con un intervalo de diez años, dos de tales confrontaciones exigían 20 años. Un mecanismo automático de exploración, elaborado por científicos de E.E.U.U., permite efectuar este trabajo en solo mes y medio.

Los láser de gas amplían las posibilidades de la creación de calculadoras ópticas ultrarrápidas, máquinas que no solo calculen más rápidamente que las electrónicas sino que además sean sencillas y seguras.

Los rayos del láser de gas ayudan a estudiar la velocidad de propagación de las ondas ultrasónicas en diferentes líquidos. Se ha creado ya un sistema láser para medir la altura, la velocidad y la dirección de las olas en la superficie del océano.

Es posible que los láser de gas encuentren aplicación en la meteorología, puesto que estos sistemas láser pueden determinar la velocidad del viento, de los remolinos, de la caída de partículas, etc.

El rayo láser ayudará a analizar la fina estructura de las formaciones nubosas. Posiblemente no está lejos el día en que servirá para la predicción del tiempo, el análisis de la composición de los gases y otras investigaciones científicas.

2.4.2. Construcción del láser

La figura 2.8. muestra la construcción de un láser básico. Una fuente de poder se conecta a un tubo de flash que es enrollado, alrededor de un tubo de vidrio que sostiene al medio activo. Una punta del tubo de vidrio es una cara de espejo pulida para una reflexión 100% interna. El tubo de flash se energiza por un pulso de estímulo y produce una ráfaga de luz de alto nivel (semejante a la de un foco). El flash causa que los átomos de cromo, dentro desde un estado de tierra, a un estado de energía excitado. Los iones entonces decaen, cayendo en un nivel de energía intermedio. Cuando la población de iones del nivel intermedio es mayor que el estado de tierra, ocurre una inversión de población. La inversión de población causa que la acción del láser ocurra. Después de un periodo de tiempo, los átomos de cromo excitados caerán al nivel de energía de tierra. En este momento, los fotones son emitidos. Un fotón es un paquete de energía radiante. Los fotones emitidos le pegan a átomos y se emiten otros dos fotones (de ahí el término “emisión estimulada”). La frecuencia de la energía determina la intensidad e los fotones; las frecuencias más altas causan fotones con más intensidad.

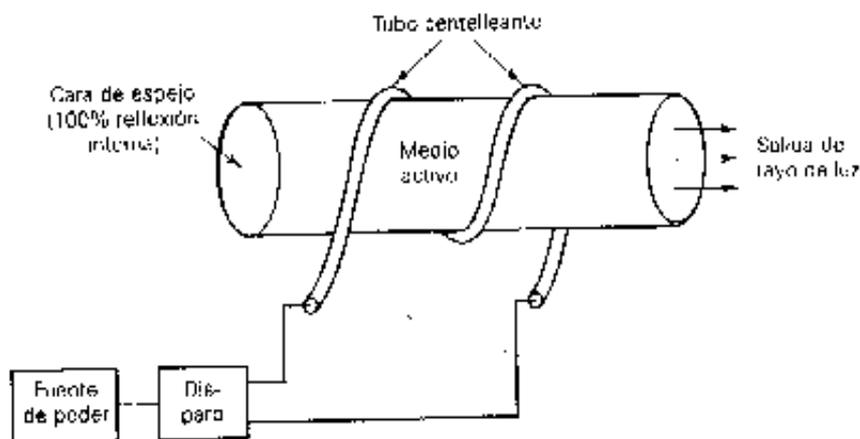


Fig. 2.8. Construcción del láser

2.5 La fibra óptica

El concepto de las comunicaciones por ondas luminosas ha sido conocido por muchos años. sin embargo, no fue hasta mediados de los años setenta que se publicaron los resultados del trabajo teórico. Estos indicaban que era posible confiar un haz luminoso en una fibra transparente flexible y proveer así un análogo óptico de la señalización por alambres electrónicamente.

El problema técnico que se había de resolver para el avance de la fibra óptica residía en las fibras mismas, que absorbían luz que dificultaba el proceso, para la comunicación práctica, la fibra óptica debe transmitir señales luminosas detestables por muchos kilómetros. El vidrio ordinario tiene un haz luminoso de pocos metros. Se han desarrollado nuevos vidrios muy puros con transparencias mucho mayores que la del vidrio ordinario.

Estos vidrios empezaron a producirse a principios de los setenta. Este gran avance dio ímpetu a la industria de fibras ópticas. Se usaron láseres o diodos emisores de luz como fuente luminosa en los cables de fibras ópticas, ambos han de ser miniaturizados para componentes de sistemas fibro-ópticos, lo que ha exigido considerable labor de investigación y desarrollo. Los láseres generan luz "coherente" intensa que permanece en un camino sumamente estrecho.

Los diodos emiten luz "incoherente" que ni es fuerte ni concentrada. Lo que se debe usar depende de los requisitos técnicos para diseñar el circuito de fibras ópticas dado.

Los circuitos de fibra óptica son filamentos de vidrio (compuestos de cristales naturales) o plástico (cristales artificiales), del espesor de un pelo.

Llevan mensajes en forma de haces de luz que realmente pasan a través de ellos de un extremo a otro, donde quiera que el filamento vaya (incluyendo curvas y esquinas) sin interrupción.

Las fibras ópticas pueden ahora usarse como los alambres de cobre convencionales, tanto en pequeños ambientes autónomos (tales como sistemas de procesamiento de datos de aviones), como en grandes redes geográficas (como los sistemas de largas líneas urbanas mantenidos por compañías telefónicas).

Los cables de fibra disponibles en la década de 1960 poseían pérdidas extremadamente altas (más de 1000 dB/km), lo cual restringía las transmisiones ópticas a distancias cortas. En 1970, Kapron, Keck y Maurer, de Corning Glass Works, en Corning, Nueva York, desarrollaron una fibra óptica con pérdidas menores a 2 dB/km. Ese fue el "gran" descubrimiento, necesario para permitir los sistemas prácticos de comunicaciones de fibra óptica. Desde 1970, la tecnología de fibra óptica ha crecido desmesuradamente. Recientemente, los Bell Laboratories transmitieron exitosamente 1 billón de bps a través de un cable de fibra, para 600 millas, sin un regenerador.

A finales de los años 70 y a principios de los 80, el refinamiento de los cables ópticos y el desarrollo de fuentes de luz y detectores costeables de alta calidad, abrieron la puerta al desarrollo de sistemas de comunicación de fibra

óptica de alta-calidad, alta-capacidad y eficiencia. La rama de la electrónica que trata con la luz se llama electrónica óptica.

2.6. La fibra óptica contra las facilidades de cables metálicos

Las comunicaciones, a través de cable de fibra de vidrio o plástico, tienen varias ventajas abrumadoras sobre las comunicaciones que usan facilidades de cable metálico o coaxial convencional.

Como por ejemplo: Los sistemas de fibra tienen una mayor capacidad debido a los anchos de banda inherentemente más grandes y disponibles con las frecuencias ópticas. Los cables metálicos exhiben en el medio capacitancia e inductancia a lo largo de sus conductores. Estas propiedades causan que actúen como filtros pasa-bajos que limitan sus frecuencias de transmisión y los anchos de banda.

- Los sistemas de fibra son inmunes a transmisiones cruzadas, entre cables causadas por una inducción magnética. Las fibras de vidrio o plástico no son conductores de electricidad y, por lo tanto, no tienen un campo magnético asociado con ellos. En los cables metálicos, la causa principal de transmisiones cruzadas es la inducción magnética entre los conductores situados cerca uno del otro.

- Los cables de fibra son inmunes a la interferencia estática causada por relámpagos, motores eléctricos, luces fluorescentes y otras fuentes de ruido eléctrico. Esta inmunidad también se atribuye al hecho de que las fibras ópticas no son portadores de electricidad. Además, los cables de fibra no radian energía de R.F. y, por lo tanto, no pueden causar interferencias con otros sistemas de

comunicación. Esta característica hace que los sistemas de fibra estén idealmente equipados para las aplicaciones militares, en donde los efectos de las armas nucleares (EMP- Interferencias de Pulsos Electromagnéticos) tienen un efecto devastador sobre los sistemas de comunicación convencionales.

- Los cables de fibra son más resistentes a los extremos ambientales, funcionan sobre una variación más grande de temperatura que sus contrapartes metálicas, los cables de fibra son menos afectados por los líquidos corrosivos y gases.

- Los cables de fibra son más seguros y fáciles de instalar y mantener, debido a que las fibras de vidrio y plástico no son conductores, no hay corrientes eléctricas o voltajes asociados con ellas. Las fibras se pueden usar cerca de líquidos y gases volátiles, sin preocuparse que ocasionen explosiones o fuegos, las fibra son más pequeñas y más ligeras que sus contrapartes metálicas. En consecuencia, es más fácil trabajar con ellas. Además, los cables de fibra requieren menos espacio de almacenamiento y son más baratos de transportar.

- Los cables de fibra son más seguros que sus contrapartes de cobre, es casi imposible interceptar un cable de fibra, sin que el usuario se entere de esto. Esta es otra cualidad atractiva para las aplicaciones militares.

- Aunque aún no ha sido comprobado, se proyecta que los sistemas de fibra durarán más que las metálicas. Esta presunción se basa en las altas tolerancias que los cables de fibra tienen a los cambios en el ambiente.

- El costo a largo plazo de un sistema de fibra óptica se proyecta que será menor que el de su contraparte metálico.

2.6.1. Ventajas de los sistemas de fibra

- La fibra óptica hace posible navegar por Internet a una velocidad de dos millones de bps.
- Acceso ilimitado y continuo las 24 horas del día, sin congestiones.
- Video y sonido en tiempo real.
- Es inmune al ruido y las interferencias.
- Las fibras no pierden luz, por lo que la transmisión es también segura y no puede ser perturbada.
- Carencia de señales eléctricas en la fibra.
- Presenta dimensiones más reducidas que los medios preexistentes.
- El peso del cable de fibras ópticas es muy inferior al de los cable metálicos.
- La materia prima para fabricarla es abundante en la naturaleza.
- Compatibilidad con la tecnología digital.

2.6.2 Desventaja de los sistemas de fibra

- Sólo pueden suscribirse las personas que viven en las zonas de la ciudad por las cuales ya esté instalada la red de fibra óptica.
- El coste es alto en la conexión de fibra óptica, las empresas no cobran por tiempo de utilización sino por cantidad de información transferida al computador, que se mide en megabytes.
- El coste de instalación es elevado.

- Fragilidad de las fibras.
- Disponibilidad limitada de conectores.
- Dificultad de reparar un cable de fibras roto en el campo.

2.7. Sistemas de comunicación de fibra óptica

Las fibras ópticas tienen su mayor campo de aplicación en las telecomunicaciones, su capacidad para transmitir datos de cualquier clase a altas velocidades y su delgado perfil han extendido su uso por todo el mundo.

Pero hoy estas mismas capacidades se han ampliado en áreas tales como la instrumentación, donde lo mismo se utilizan para detectar el flujo de líquidos en tuberías, medir temperaturas o analizar el voltaje en líneas eléctricas.

Las telecomunicaciones modernas utilizan electricidad, luz o radio para enviar sonido, imágenes y datos. En los sistemas de comunicación de fibra óptica, en lugar de propagar ondas sonoras, transmite datos en la forma de pulsos de luz, con la gran ventaja de que las pulsaciones luminosas se transmiten sin interrupción de un extremo a otro del filamento, sin importar si hay curvas o esquinas.

La fibra óptica tiene actualmente un amplio campo de aplicaciones en los sistemas de comunicación, además de la telefonía: automatización industrial, computación, sistemas de televisión por cable y transmisión de información de imágenes astronómicas de alta resolución, entre otras. En México existe una red

troncal de comunicación por fibra óptica que enlaza las ciudades más importantes del país a través de un tendido de miles de kilómetros de fibra. Además, se encuentra en operación la línea de cable submarino de fibra óptica Columbus II, que comunica a los Estados Unidos, México y Centroamérica con Europa y el resto del mundo.

La ruta trazada en 1492 por las carabelas del almirante Cristóbal Colón, es hoy la red de telecomunicaciones más importante en América y Europa. La capacidad de transmisión de datos entre ambos continentes por esta red, se ha incrementado en más de 500%; lo que equivale a miles de canales de televisión; 350 mil llamadas telefónicas simultáneas o, dicho de otro modo, la transmisión de 200 millones de caracteres en sólo 3 segundos. Gracias a este cable submarino se puede intercambiar información en segundos por fax, red digital integrada, audio, texto, servicio digital, videoconferencias, televisión, datos por computadora y telefonía de larga distancia.

2.8. Tipos de fibra óptica

Existen tres tipos de fibras ópticas. La llamada fibra multimodal de índice de refracción escalonado se usa en la transferencia convencional de imágenes, así como en la transmisión de datos en distancias cortas. La fibra multimodal de índice de gradiente, en la cual el índice de refracción del núcleo disminuye gradualmente del centro hacia fuera, es óptima para las distancias intermedias. Para largas distancias y gran velocidad en la transmisión de datos se emplea la

fibra monomodal, con poca diferencia de índice de refracción y núcleo de tamaño pequeño.



Fig. 2.9. Fibra Óptica Monomodo o Multimodo con protección contra roedores, resistente a la corrosión para aplicaciones en ducto o en áreas. Disponible desde 2 hasta 216 fibras ópticas en bobinas de hasta 10Kms.

2.8.1. Fibra óptica de vidrio

Los circuitos de Fibra Óptica son filamentos de vidrio flexibles, del espesor de un pelo. Llevan mensajes en forma de haces de luz que realmente pasan a través de ellos de un extremo a otro, donde quiera que el filamento vaya (incluyendo curvas y esquinas) sin interrupción.

Las fibras con núcleos de vidrio exhiben las características de atenuación baja.

El vidrio ordinario tiene un haz luminoso de pocos metros. Se han desarrollado nuevos vidrios muy puros con transparencias mucho mayores que la del vidrio ordinario. Estos vidrios empezaron a producirse a principios de los setenta. Este gran avance dio ímpetu a la industria de las fibras ópticas. Ambos han de ser miniaturizados para componentes de sistemas fibro-ópticos, lo que ha exigido considerable labor de investigación y desarrollo.

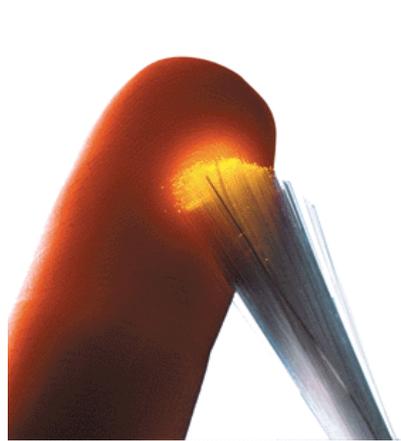


Fig. 2.10. Fibra óptica de vidrio.

2.8.2. Fibra óptica de plástico

La fibra óptica de plástico puede llegar a tener importancia en la transmisión de datos a no muy altas velocidades de transmisión y a no muy lejanas distancias, por ejemplo en entornos de oficinas. Las ventajas que presenta esta tecnología tienen que ver con dos factores de escala, o mejor

dicho, con un factor de escala que afecta a otro: el tamaño de las fibras de plástico es 100 veces mayor que el de fibras ópticas monomodo convencionales: del orden de 1 mm, por lo que el precio de los componentes asociados también disminuye en factores semejantes. En particular, se ha desarrollado un método de fabricación de acopladores por fibra óptica de plástico, se han estudiado sensores de parte real de índice de refracción basados en este tipo de fibra, y se han diseñado y realizado enlaces punto a punto basados en protocolo Ethernet y Fast Ethernet utilizando la fibra de plástico.



Fig. 2.11. Fibra óptica de plástico.

2.8.3. Fibra óptica de una combinación de vidrio y plástico

Este tipo de fibra son menos afectadas por la radiación y, por lo tanto, más atractivas a las aplicaciones militares.

Son muy confiables porque son inmunes a las interferencias electromagnéticas que afectan a las ondas de radio. Este tipo de fibras ópticas son ideales para incorporarse en cables sin ningún componente adicional y usarse en condiciones peligrosas de alta tensión. Poseen gran ancho de banda, lo que permite incrementar la capacidad de transmisión y reducir el costo por canal.

Por otra parte, debido a la atenuación de la luz a lo largo de la fibra, cada cierta distancia hay que colocar un "repetidor"; esto es, un dispositivo que recibe los pulsos de luz, los convierte en pulsos eléctricos, los amplifica y los convierte nuevamente en pulsos luminosos para inyectarlos en el siguiente tramo de fibra, mientras que con el sistema de cables de cobre se requieren repetidores cada dos kilómetros, con el sistema de fibra óptica se pueden instalar tramos de hasta 70 km. Con suficientes repetidores, este sistema puede transmitir los mensajes o los datos a cualquier distancia a lo largo y ancho de nuestro planeta.

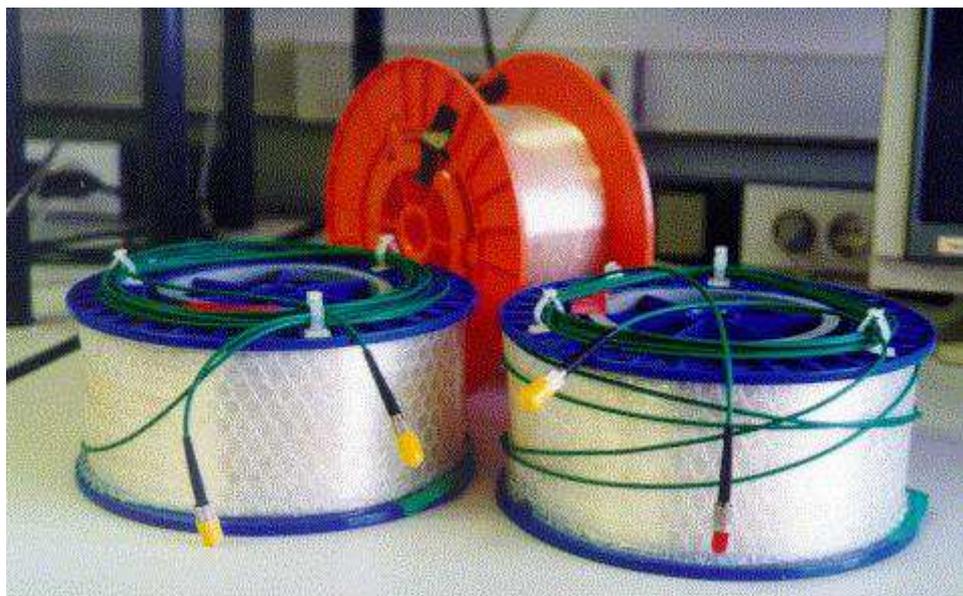


Fig. 2.12. Fibra óptica de una combinación de vidrio y plástico.

2.9. Cómo se construye la fibra óptica

Para la fabricación de fibra óptica, se calienta arena, sílice y otros productos químicos hasta que se fundan. Se les remueve hasta que formen una mezcla uniforme. A continuación, se comienza a formar la varilla de vidrio de manera muy similar a como se hizo en cobre.

En el proceso de estiramiento del vidrio, se añade calor para mantener la correcta plasticidad del material, de tal manera que se consiga ese minúsculo tamaño de las fibras ópticas.

El estirado de diversos tipos de fibras ópticas se realiza en máquina. En esta máquina de fabricar fibra óptica se añade calor en los "lugares de estiramiento", de modo que la fibra de vidrio se convierta en plástico y alcance su diminuto diámetro.

Algunas máquinas controlan el tamaño de la fibra para asegurar que se mantiene el diámetro correcto.

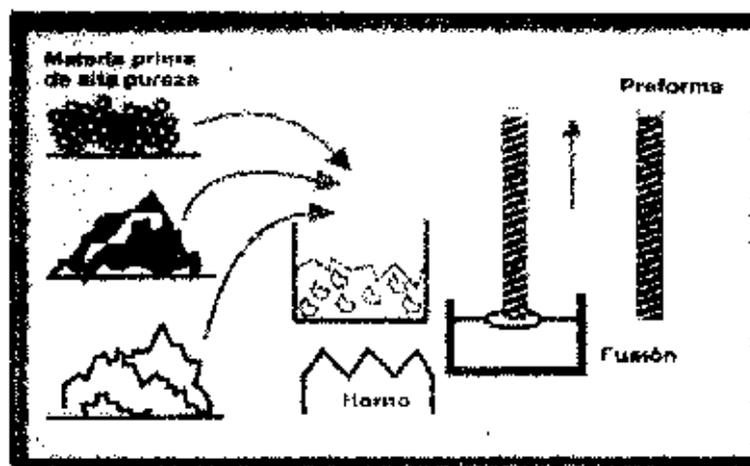


Fig. 2.13. Proceso de producción de fibra

El problema de la dispersión, significa esencialmente, que para ciertas clases de fibras y para ciertos métodos de propagación a través de estas fibras, no es posible distinguir los impulsos de salida en el peor de los casos, y en los otros quedan muy distorsionados, debido a que no todas las frecuencias de luz involucradas en los impulsos se transmiten de igual manera, con la misma eficiencia y con igual fase o tiempo.

Por tanto cuando se recombinan a la salida de la fibra, la señal puede ser realmente confusa, en lugar de obtener abruptos y claros. Sabemos que las fibras ópticas cuyo índice de refracción varía gradualmente ofrecen una dispersión menor del impulso que una fibra de índice de refracción de acuerdo con las especificaciones científicas para conseguir así la mejor transmisión de luz posible.

Existen máquinas que son capaces de lograr ese índice de refracción gradual utilizando un método de posición y muchas capas de diversos materiales.

2.9.1. Métodos para fabricar la fibra

- **Deposición de vapores químicos, método interno (CVD):**

Este método produce fibras con baja atenuación y gran ancho de banda y es por lo tanto apto para la fabricación de fibras para telecomunicaciones.

El material de inicio es un tubo de cuarzo de alta pureza que es calentado y se mantiene en rotación mientras es atravesado por oxígeno, cloruros de silicio, germanio y bromuro de boro en fase gaseosa.

En la zona calentada tienen lugar las reacciones químicas y el cuarzo con impurezas controladas se deposita en el interior del tubo. El perfil de índice deseado para la fibra de índice gradual se obtiene por el nivel de impurezas controladas.

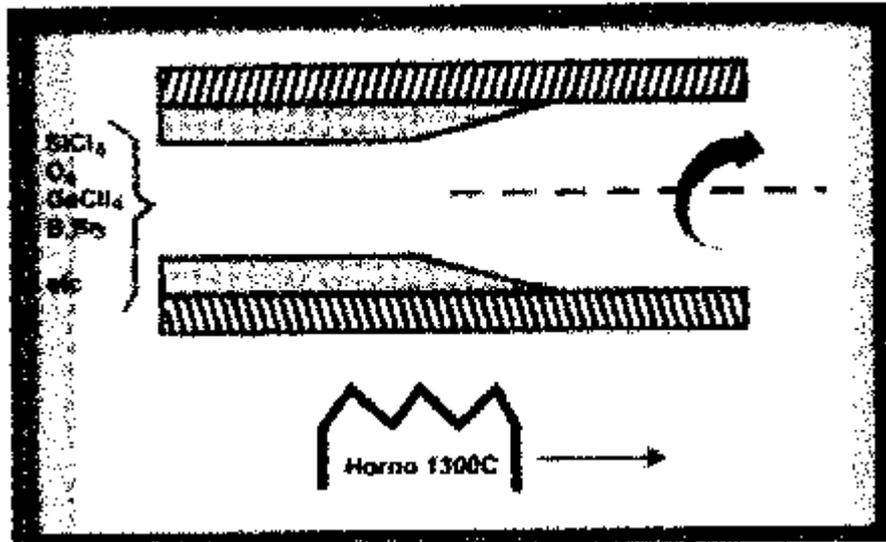


Fig. 2.14. Método interno CVD

En un segundo calentamiento el tubo internamente recubierto, es colapsado transformándose en una varilla.

Luego la fibra es estirada y provista de un recubrimiento primario de acrilato.

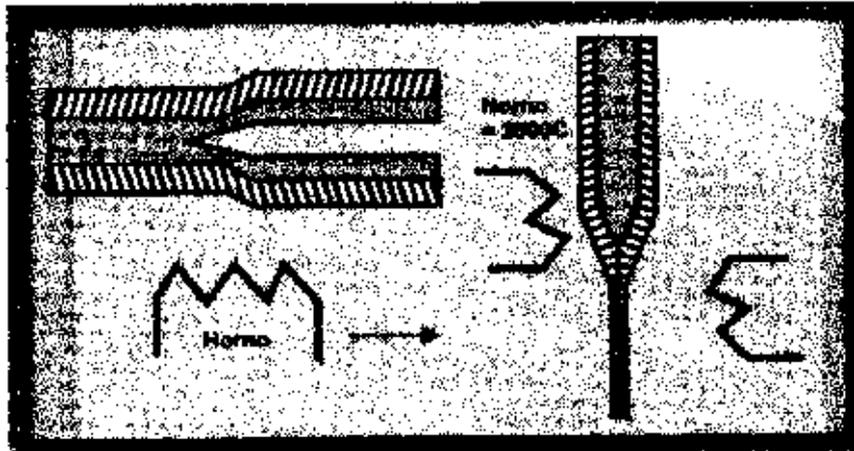


Fig. 2.15. Colapsado Estirado

- **Deposición de vapores químicos, método externo (OCVD):**

Por deposición en el exterior de la varilla, se puede producir la fibra con similar comportamiento. Mediante un quemador se agregan los metales halogenados.

Por rotación y por movimientos hacia atrás y hacia delante, la varilla será recubierta por una capa que semeja un polvo.

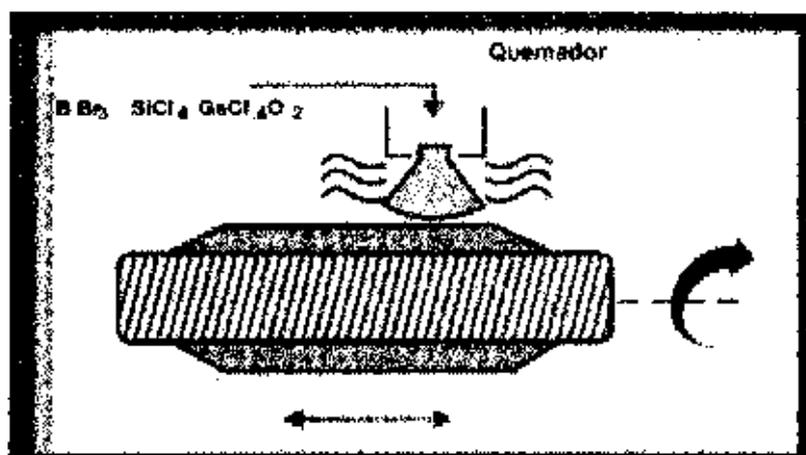


Fig.2.16. Método externo OCVD

Luego la varilla es sintetizada en un horno. Y por último es estirada, por fusión al diámetro final de la fibra.

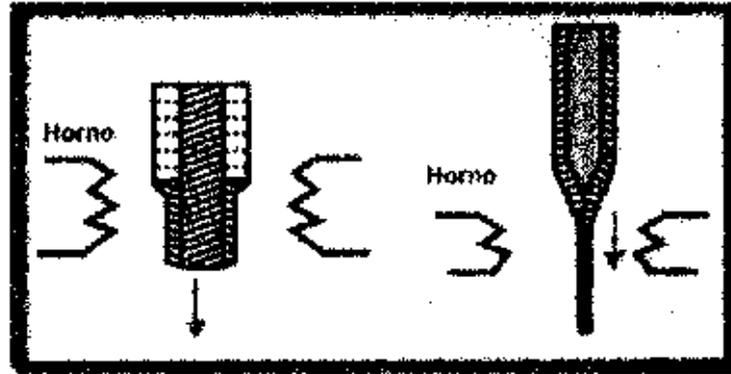


Fig. 2.17. Sinterizado estirado

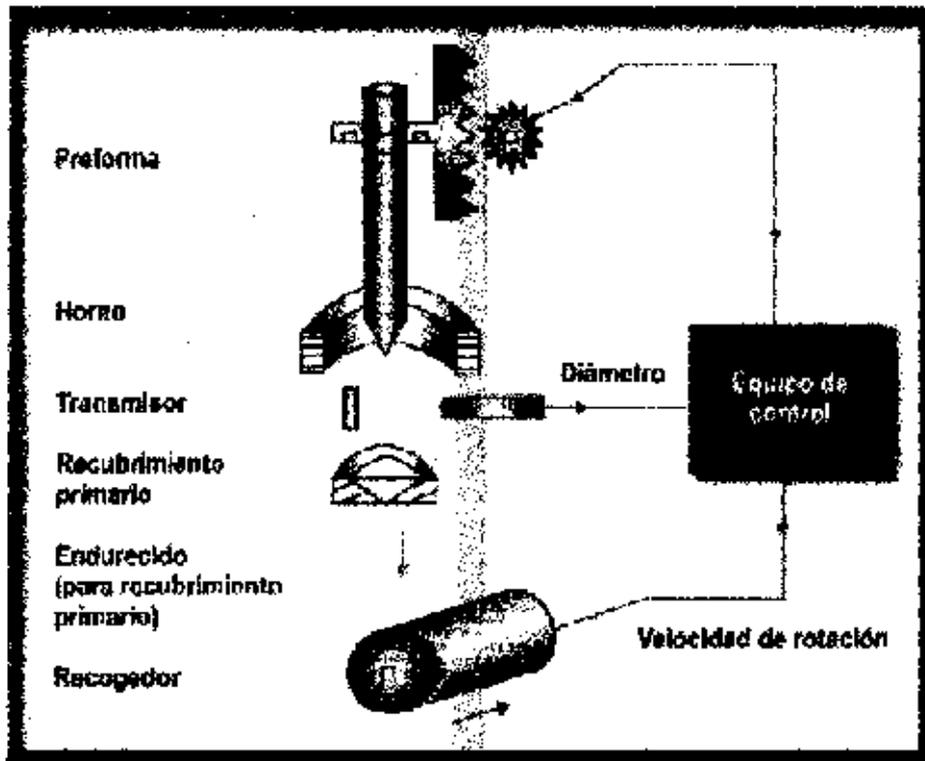


Fig. 2.18. Estirado de la fibra

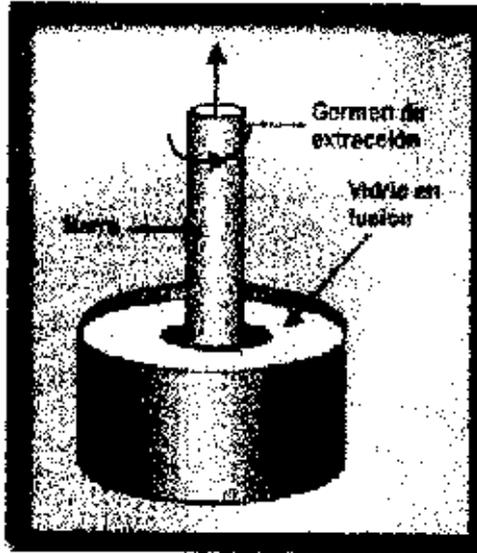


Fig. 2.19. Técnica de extracción

- **Método del doble crisol (DC):**

Por este método se obtienen fibras más económicas del tipo índice escalonado.

También se obtendrán fibras de índice gradual si se difunden los dos tipos de vidrio, uno dentro del otro.

El método del doble crisol es consecuencia de las técnicas de vidrieras clásicas.

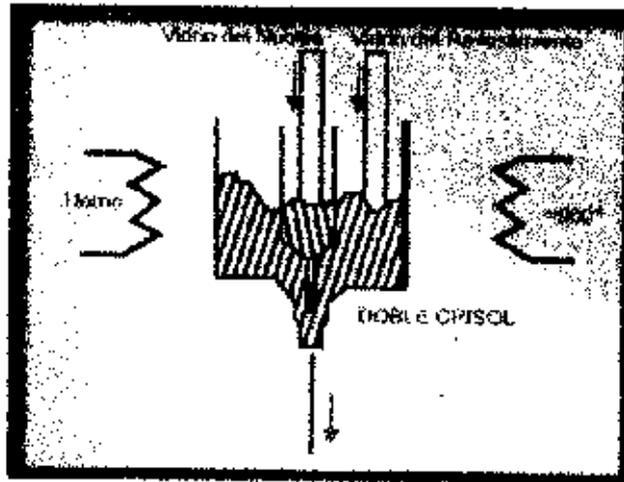


Fig. 2.20. Método doble crisol

Este se compone de dos etapas:

- La preparación de vidrios y el conjunto de fibras.
- Preparación de vidrios compuestos.

Los vidrios utilizados son vidrios compuestos. Para fabricar una fibra, son necesarios dos diferentes vidrios, el primero sirve para la fabricación del núcleo y del segundo, en donde el índice de refracción es más bajo, sirve para fabricar la cubierta.

Estos vidrios se fabrican a partir de polvos, que por lo general son de sílice ultra pura y de carbonatos que producen óxidos metálicos cuando se calientan a alta temperatura. Estos polvos de base deben ser muy puros y tener lo menos posible de impurezas metálicas.

Los polvos escogidos se mezclan inmediatamente en las proporciones necesarias para obtener el vidrio del índice de refracción deseado.

La mezcla se pone en un crisol y se calienta hasta su completa fusión. Existen diversos procedimientos para el calentamiento de crisol. Se le puede calentar por radiación al meterlo al horno.

Si el crisol es conductor de electricidad (platino), puede calentarse por inducción eléctrica por medio de ondas de radiofrecuencia (100 KHZ).

También existe otro procedimiento fundado en la propiedad que tiene el vidrio de conducir la electricidad cuando alcanza una temperatura de 650°C. el crisol se pre-calienta, y después el vidrio se calienta directamente por inducción eléctrica; en este caso se utilizan ondas de radiofrecuencia de algunos megahertz.

Este procedimiento tiene la ventaja de dejar relativamente frío el crisol, lo que disminuye el traspaso de impurezas del crisol al vidrio. Según la técnica empleada, los crisoles utilizados en general son de sílice ultra-puro o de platino.

Cuando la mezcla está fundida, se agita para obtener un vidrio de composición homogénea. Es importante para limitar la atenuación por difusión en la fibra.

Al fin de minimizar la acción de las impurezas metálicas en el fenómeno de absorción, se procede a controlar su estado de oxidación, ya sea haciendo borbotar el oxígeno en el vidrio en fusión, o aumentando óxidos de arsénico y de antimonio a la mezcla.

Después de esperar que todas las burbujas presentes en el vidrio en fusión se remonte a la superficie, se extrae del crisol el vidrio formado. Para hacerlo, se recurre al método de extracción.

Esta técnica, igualmente utilizada en la fabricación de monocristales, consiste en templar un germen en la mezcla en fusión y hacerlo subir lentamente. Las fuerzas de capilaridad hacen que el líquido siga al germen hacia una zona más fría en donde se solidifica.

Así se saca lentamente todo el vidrio formado que ahora se presente en forma de una barra cilíndrica. Después, poder fabricar la fibra son necesarias dos barras de vidrio que tengan índices de refracción ligeramente diferentes y por lo tanto una composición diferente.

- **Formación de fibras mediante doble crisol:**

La conformación de una fibra de vidrio es una temperatura que lo vuelve al estado líquido, en un crisol que se componga de un canal en su base.

El vidrio líquido corre por el canal formando un filamento, como lo hace la miel. Al contacto con el aire frío, el filamento así obtenido se solidifica y forma una fibra de vidrio que se puede manipular, estirar y enrollar en un tambor.

Todas las fibras ópticas se fabrican de esta manera. Para formar una fibra, se debe tener un núcleo y una cubierta. La operación de formación de la fibra que permite obtener en una sola operación el núcleo y la cubierta en la técnica del doble crisol.

Se utilizan dos crisoles cilíndricos, rigurosamente concéntricos. Cada uno posee en el centro de su parte interior, un canal por la cual corre el vidrio fundido.

El canal del crisol interior se encuentra ligeramente encima de la crisol exterior. Se llena el crisol interior del vidrio que constituye el núcleo de la fibra y el exterior del que constituye la cubierta.

Cuando los vidrios alcanzan el punto de fusión, el vidrio del núcleo corre por su canal hacia el centro del canal de crisol externo donde es empujado hacia el exterior por el vidrio de la cubierta.

Así, se obtiene un filamento de vidrio fundido en donde en centro lo constituye el vidrio salido de crisol interior y la parte externa la constituye el vidrio del crisol exterior. Si los alineamientos y las distancias están bien controlados, la simétrica cilíndrica se conserva.

Las dimensiones del núcleo y de la cubierta dependen de las propiedades físicas de los vidrios (densidad, viscosidad) a la temperatura de formación de la fibra, así como de parámetros geométricos del aparato (grueso de los canales, distancia vertical entre canales, altura de vidrios líquidos en los crisoles).

Es de extrema importancia que la temperatura de formación de la fibra sea constante durante toda la extracción de la fibra. Los crisoles utilizados son de platino o de sílice. El sílice es preferible ya que contamina menos los vidrios.

La operación se efectúa en atmósfera controlada para evitar la contaminación de los vidrios en fusión por los polvos o por la humedad del aire, la fibra obtenida es una fibra de índice escalonado.

El método de formación de la fibra por el doble presenta la gran ventaja de ser un método continuo, solo hace falta mantener llenos los crisoles para obtener una fibra única de gran longitud. Este método ofrece una gran amplitud de posibilidades en lo que se refiere a la elección de los vidrios y, por tanto, a la de los índices del núcleo y a la cubierta, lo que se traduce en una gran variedad de aperturas numéricas.

También se puede hacer variar fácilmente los diámetros del núcleo y de la cubierta. Sin embargo, esta técnica de fabricación no permite obtener los perfiles del índice realmente optimizados.

Además, como se utilizan materiales en polvo que son difícilmente purificables así como crisoles, este método produce fibras cuya atenuación es relativamente alta. No pueden fabricar fibras de sílice de esta manera debido a la alta temperatura de fusión de este elemento.

CAPITULO III

LÁSER VERSUS FIBRA ÓPTICA

3.1. Ventajas

Con el creciente desarrollo de sistemas técnicos y tecnológicos tanto para las telecomunicaciones como para la medicina, para la industria, y también para avances con fines militares, el láser cada vez se ha ido imponiendo y asentando más en nuestro medio con el único propósito de combinar esta tecnología del láser con la fibra óptica.

- Los sistemas de tecnologías láser tienen una mayor capacidad debido a los anchos de banda que actúa con mayor capacidad y sus frecuencias son óptimas.
- Los sistemas láser son inmunes a transmisiones con distorsión o transmisiones cruzadas.
- Los sistemas láser no son conductores de electricidad y, por lo tanto, no tienen un campo magnético asociado con ellos.
- En los cables metálicos, la causa principal de transmisiones cruzadas es la inducción magnética entre los conductores situados cerca uno del otro, cosa que no sucede con los sistemas de láser.
- En el campo de la medicina el láser se ha hecho presente con grandes adelantos tecnológicos y no solo eso sino también adelantos científicos como por ejemplo en las manchas en las manos, uso médico quirúrgico, en campos como la cirugía, ginecología, neurocirugía y neuro-otología, durante treinta años.

- En los últimos años se han empezado a utilizar en el campo de la cosmética y/o estética con un avance tecnológico revolucionario, ya que los resultados son mas satisfactorios en muchas de sus diferentes aplicaciones a problemas de varios tipos.
- Los láser se pueden usar en velocidades de bits más altas que la fibra óptica.
- Los láser generan luz monocromática, la cual reduce la dispersión cromática o de longitud de onda.
- La tecnología láser trabaja a potencias más altas.
- Otra de las ventajas del láser es que en las comunicaciones electrónicas, son usados en audio, radio y transmisión de televisión.
- La tecnología láser es barata y fácil de implementar.
- La tecnología láser es más factible de combinarse con la de fibra óptica.
- Esta tecnología láser soporta conexiones de banda ancha de gran fiabilidad y cuyos resultados económicos son más eficaces y rápidos que los tradicionales sistemas físicos de fibra.
- La tecnología láser alcanzan velocidades de hasta 2,5 Gbps y distancias de mil metros, señalan desde la multinacional, y, además, se acomodan a cualquier protocolo (SONETH/SDH, ATM, Ethernat, Fast Ethernet) y a cualquier topología de red.
- De esta forma, las ventajas de la nueva tecnología de enlaces ópticos se resumen en: la diversidad de amplitudes de banda disponibles (10 Mbps, 20 Mbps, 155 Mbps, 622 Mbps y 1,25 y 2,5 Gbps); la capacidad de instalación tanto en tejados como en ventanas; una colocación fácil en las redes existentes o creación de nuevas redes.

- El ahorro de tiempo y dinero en la instalación en comparación con la colocación de fibra de vidrio; y finalmente, que no es necesaria licencia para la instalación ni se necesita permiso y, además, que los costos de la infraestructura de edificación no son altos.

3.2. Adelantos

- Los adelantos que transcurrido en este tiempo son varios como por ejemplo a las puertas del siglo XXI, el concepto quirúrgico ha cambiado de manera contundente. La cirugía de invasión mínima y los nuevos adelantos tecnológicos permiten resultados sorprendentes mediante procedimientos cada vez menos invasivos, más sencillos y seguros. El rayo láser, la videoendoscopia, los computadores y los estudios recientes sobre el proceso de envejecimiento y restauración de la piel así como el diseño de novedoso instrumental quirúrgico han permitido reevaluar la idea tradicional de la cirugía plástica realizada en los quirófanos bajo anestesia general. En la actualidad son muchos los procedimientos que se pueden efectuar con anestesia local en el consultorio; los resultados son mejores, los márgenes de seguridad y comodidad son mayores y la disminución de costos para el paciente es notable. Con esta nueva filosofía, ha aumentado el número de pacientes, incluyendo muchos del sexo masculino, que pueden verse beneficiados con procedimientos de mínima incapacidad.

- La Dermoescultura ha sido pionera en el uso de la tecnología Láser, en Colombia se atendió en los últimos años más de 2000 pacientes con excelentes resultados.

- En el campo militar también se ha descubierto un láser que lo catalogan "la bomba atómica del siglo XXI", en Estados Unidos e Israel completan un potente rayo que intercepta misiles. A principios de noviembre, tanto Israel como Estados Unidos informaron de importantes adelantos en una nueva arma, basada en un potente rayo láser (denominado THEL, sigla en inglés Láser Táctico de Alta Energía), que permite la intercepción de misiles de todo tipo. La nueva arma es considerada por algunos como "la bomba atómica del siglo XXI", no tanto por su poder sino por su importancia estratégica. No es capaz de acabar con la vida de miles de personas de una sola vez, pero sí puede llegar a transformar el campo de batalla del siglo que empieza. El THEL, una nueva generación de láser de combate esta siendo desarrollado por el Ejército de EE. UU., y el de Israel, basado en un láser químico, en el THEL se aplica electricidad a determinadas sustancias químicas, cuyos átomos son así excitados y liberan fotones, que son filtrados a través de espejos y organizados en gruesos haces de luz, estos haces pueden transportar enormes cantidades de energía a kilómetros de distancia. La principal utilidad de estos revolucionarios láser es su capacidad para interceptar y hacer estallar proyectiles que surcan el aire a velocidad supersónica, como los misiles. El alcance del THEL es de unos cinco kilómetros y con una sola carga puede efectuar hasta 60 disparos. Por el momento, esta arma sólo existe en emplazamientos fijos, pero EE. UU., está trabajando en un modelo mas reducido - el Mobile THEL, para colocarlo en vehículos y aviones. Un sistema láser de este

tipo derribó en noviembre por primera vez en la historia un misil durante una prueba defensiva.

- En la industria textil los láseres de alta potencia se usan para cortar grandes cantidades de tela y taladrar hoyos muy pequeños. Debido al ancho de rayo tan estrecho, el láser se puede usar para cortar tela dentro de una exactitud de un solo hilo. No hay realmente restricción para los adelantos de los láseres.
- Otro gran adelanto es la proyección láser al interior de su vehículo, con el creciente desarrollo de sistemas de entretenimiento para el auto, pareciera que no se puede hacer mucho más. Sin embargo, los avances en este campo no se detienen. Ahora, los ocupantes de los asientos posteriores experimentaran una vivencia cinematográfica completamente nueva cuando vean películas proyectadas por rayos láser en el automóvil. Mediante espejos y proyecciones, el nuevo sistema de alta tecnología genera imágenes que parecen pender en el espacio. La imagen se crea mediante tres rayos láser superpuestos de color azul, verde y rojo. Un espejo accionado electromecánicamente genera una imagen cromática nítida y brillante recurriendo a dichos rayos. Todos los componentes técnicos del sistema, exceptuando el espejo, están fuera de vista y se encuentran detrás del recubrimiento del techo. El sistema permite la proyección de imágenes a diversas escalas y en diversos puntos en el habitáculo, siempre dentro del campo visual de los pasajeros del fondo.

BMW ha instalado este sistema con fines experimentales en un sedán de la serie siete con el fin de realizar pruebas muy detalladas con la proyección de

rayos láser. Con este avance el cine dentro del auto es cada vez más real y proporciona un mejor nivel de entretenimiento.

La comunicación también está en crecimiento así los pasajeros del asiento posterior pueden olvidarse del tedio de los viajes extensos. Varios dispositivos serán instalados para permitir una comunicación más fluida. Las imágenes láser serán muy reales, creando en los espectadores vivencias únicas.

- Por parte de la casa fabricante de autos BMW crean la comunicación directa entre su vehículo y su residencia, que por cierto está a prueba. Los habitantes de la casa Futurelife pueden acceder diversas funciones de su hogar a través del portal BMW Online desde el automóvil. Según BMW, la meta de esta cooperación en el proyecto Futurelife consiste en investigar y probar la utilidad práctica del establecimiento de una red basada con tecnología láser entre el vehículo y la casa.

- En la industria metalúrgica ha sido de gran ayuda la soldadura con láser que permite realizar trabajos muy localizados, como soldaduras finas, muy próximas, de materiales fusibles o explosivos, también se emplea en corte y tratamiento térmico. La emisión de infrarrojos permite utilizarlo con materiales metálicos, plásticos, madera, cartón, textiles, etc., así como en cirugía, astronomía, geodesia (radar de láser), etc.

3.3. Tendencias

- La tecnología de conexiones láser es barata y fácil de implementar pero soporta distancias cortas. Por ello, tienden a combinarla con la de fibra óptica, ya que es un sistema de extremo a extremo basado en esta última resulta en algunos casos demasiado costoso.
- La nueva tecnología Free Space Optic (F S O) permite transmitir información a través de redes ópticas inalámbricas. Esta tecnología tiende a expandirse y a consolidarse durante los próximos cinco años.
- Como tendencia también tenemos el crecimiento de interés por parte de las industrias como por ejemplo Light Pointe es uno de los fabricantes cuyo desarrollo de Free Space Optic (F S O) se encuentra en estado más avanzado.
- Otras compañías como Lucent, Nortel y British Telecom., han acordado también apoyar a las firmas free-space, entre las que hay que citar otros fabricantes como Harmonix o Endwave.
- Esta sistema tiende a ofrecer servicios en Madrid con tecnología de la americana Airfiber, y con planes de extenderse rápidamente por todo el territorio nacional e incluso por distintos mercados europeos, donde ya tienen licencias, como Reino Unido, Suecia, Suiza, y Holanda.
- Con esta tecnología quizá se repita, comentan algunos expertos, la historia del ADSL. Pero lo cierto es que ningún gran operador es ajeno a ella, siquiera en

fase de experimentación. Solo falta que surja el momento justo en que comience a satisfacer sus intereses comerciales, ya que estos sistemas tienden a evidentes limitaciones como es el protocolo de conexión a Internet, ADSL (Línea de abonado asimétrica), ha supuesto la puerta de entrada a la banda ancha para muchas empresas y usuarios residenciales. Pero su capacidad y rendimiento no son los más idóneos para soportar los nuevos servicios multimedia. Poco a poco, van apareciendo nuevas tendencias como, DSL, SDSL y VDSL, que ofrecen mayores velocidades.

CAPITULO IV

RECOMENDACIONES

4.1. Situación Actual

Ante la gran demanda de la investigación de tecnologías de transmisión inalámbricas en estos últimos años, el sistema Free Space Optic (F S O) permite transmitir información a través de redes ópticas inalámbricas lo cual han ganado muchos adeptos y popularidad en mercados verticales tales como industrias, fábricas, hospitales, bodegas, tiendas de autoservicio, tiendas departamentales, pequeños negocios y áreas académicas. Las redes inalámbricas permiten a los usuarios acceder información y recursos en tiempo real sin necesidad de estar físicamente en un sólo lugar. Con Free Space Optic (F S O) la red por sí misma es móvil y elimina la necesidad de usar cables y establece nuevas aplicaciones añadiendo flexibilidad a la red y lo más importante incrementa la productividad y eficiencia en las actividades diarias de la empresa. Un usuario dentro de una red inalámbrica puede transmitir y recibir voz, datos y video dentro de edificios, entre edificios o campus universitarios e inclusive sobre áreas metropolitanas a velocidades de hasta 11 Mbps. Muchos de los fabricantes de computadoras y equipos de comunicaciones como PDAs (Personal Digital Assistants), módems, microprocesadores inalámbricos, lectores de punto de venta y otros dispositivos están introduciendo aplicaciones en soporte a las comunicaciones inalámbricas, las nuevas posibilidades que ofrecen los sistemas Free Space Optic(FSO) son permitir una fácil incorporación de nuevos usuarios a la red, ofrecen una

alternativa de bajo costo a los sistemas cableados, además de la posibilidad para acceder cualquier base de datos o cualquier aplicación localizada dentro de la red, uno de los inconvenientes de la transmisión de datos a través de tecnologías de alta velocidad es la necesidad de cablear, ya que el principal medio de transporte de la información en banda ancha es la fibra óptica. Ante esta problemática, en los últimos cinco años han surgido un sin fin de tecnologías de transmisión inalámbricas (LMDS, WAP, GPS, UMTS, Bluetooth...), que culminan en una alternativa de la que hasta ahora casi no se ha oído hablar: Free-Space Optic (F.S.O.); una alternativa sofisticada y revolucionaria que utiliza el láser como medio aéreo de transmisión de la información.

Esta novedosa alternativa permite la transmisión de datos, videos o sonidos con gran capacidad de banda ancha a través de sistemas basados en tecnología óptica en espacio libre.

4.2. Ventajas y Desventajas

Como ventaja de esta tecnología de conexiones láser es barata y fácil de implementar, y como desventaja soporta distancias cortas. Por ello, lo más razonable es combinarla con la de fibra óptica, ya que un sistema de extremo a extremo basado en esta última resulta en algunos casos demasiado costoso.

De esta forma, las ventajas de la nueva tecnología de enlaces ópticos se resumen en:

- La diversidad de amplitudes de banda disponibles (10 Mbps, 20 Mbps, 155 Mbps, y 1,25 y 2.5 Gbps).
- La capacidad de instalación tanto en tejados como en ventanas.
- La colocación fácil en las redes existentes o creación de nuevas redes.
- El ahorro de tiempo y dinero en la instalación en comparación con la colocación de fibra de vidrio.
- Los costos de la infraestructura de edificación no son altos.
- Y finalmente que no es necesaria licencia para la instalación ni se necesita permiso.
- Crece el interés en las empresas de telecomunicaciones, en las comunicaciones electrónicas, olografía. medicina, comerciales e industriales.
- En las comunicaciones electrónicas, los láseres son usados en audio, radio y transmisión de televisión.
- En la medicina los láseres de rubí son utilizados para aplicaciones precisas, tales como la cirugía del ojo. Los láseres de ión de argón están reemplazando a los bisturís.

4.3. Adelantos tecnológicos y su campus de realización

Cuando se precisa movilidad en las comunicaciones, el cable se convierte más en un inconveniente que en una ayuda. Depender de un enlace físico como es el hilo, en cualquier de sus modalidades y naturaleza, supone una seria restricción para conseguir la tan anhelada plena libertad de movimientos. Para salvar las restricciones impuestas en la utilización del cable, las conexiones inalámbricas se convierten en la alternativa perfecta por su habilidad intrínseca para evitar obstáculos.

Dentro del enorme horizonte de las comunicaciones sin hilos y la informática móvil, las redes inalámbricas van ganando rápidamente adeptos como una tecnología madura y fiable, que permite resolver los inconvenientes derivados de la propia naturaleza del cable como medio físico de enlace en las comunicaciones, muchos de ellos de vital importancia en el entorno de trabajo habitual.

Por ende se detalla algunos de los conceptos relacionados con las redes inalámbricas WLAN, dejando un tanto de lado las redes inalámbricas de área amplia WWAN que, por extensión y complejidad, no se ciñen estrictamente al cercano mundo de la informática habitual del usuario.

Una vez que se ha tenido la oportunidad de haber experimentado las bondades y posibilidades de algún dispositivo inalámbrico, mediante el cual obtener esa información de vital importancia con independencia del momento y lugar, es prácticamente imposible olvidar las características que los hacen tan

especial. Resulta difícil renunciar a un tipo de comunicación que libera del pesado lastre que supone acarrear cables de un lado para otro y, sobre todo, estar siempre pendiente de la existencia del oportuno e imprescindible punto de conexión compatible con el mundo exterior. La principal base de los equipos inalámbricos que otorga para trabajar prácticamente desde cualquier punto del planeta, permitiendo el acceso a cualquier tipo de información cuando se está de viaje. No importa que el sistema inalámbrico esté accediendo al correo electrónico desde un aeropuerto o recibiendo instrucciones desde el despacho para realizar alguna tarea, lo realmente relevante de esta tecnología es la extremada efectividad que logra en el mantenimiento de la conexión de datos con la red de referencia, desde cualquier punto remoto.

La comunicación sin hilos ha estado disponible desde hace ya bastante tiempo con la radiofrecuencia como principal exponente, siendo su principal exponente las comunicaciones de voz. Hoy en día, millones de personas utilizan los sistemas de radio de dos vías para comunicaciones de voz punto a punto o multipunto, con total normalidad. Sin embargo, en lo que se refiere a la transmisión de datos binarios, aunque los ingenieros ya disponían de las técnicas para modular la señal de radio con la que conseguir comunicaciones digitales, sólo recientemente se han podido desarrollar y desplegar servicios inalámbricos incluye enlaces fijos de microondas, redes LAN inalámbricas, datos sobre redes celulares, redes WAN inalámbricas, enlaces mediante satélites, redes de transmisión digital, redes con paginación de una y dos vías, rayos infrarrojos, difusos, comunicaciones basadas en láser, sistema de posición global (GPS) y mucho más. Como se puede ver, una variada y extensa gama de tecnologías,

muchas de las cuales son utilizadas con profusión por millones de usuarios en el transcurrir del día a día, sin preocuparse de cómo la información llega hasta ellos.

El panorama de las redes inalámbricas es tan extenso o más que el de las propias redes convencionales, a las que estamos más habituados. Debido a la impresionante variedad de tecnologías, configuraciones, dispositivos, topologías y medios relacionados con las redes inalámbricas debemos, muy a nuestro pesar, limitar la profundidad y extensión de este estudio centrándonos en las redes inalámbricas de área local. Este tipo de redes, por la proximidad tanto al mundo de la mediana y pequeña empresa como al usuario final, las hace, ya no sólo mucho más asequibles, sino que su posible implantación en cualquier entorno de trabajo en grupo es una realidad totalmente tangible con una inversión adecuada de dichos medios. Asimismo, y a diferencia de otras soluciones sin hilos más verticales, sus costes de adquisición no representan un obstáculo insalvable, circunstancia que está propiciando el despegue definitivo de las redes inalámbricas.

En síntesis, las redes LAN sin cables o más conocidas por el sobrenombre de WLAN (Wireless Local Area Network) no son algo realmente novedoso ni revolucionario dentro del mundo de la informática. Desde hace algunos años, el potencial de esta clase de redes hizo que aparecieran los primeros sistemas que utilizaban ondas de radio para interconectar ordenadores. Estos primogénios sistemas sin cables eran propietarios, dependientes totalmente de su fabricante en cuanto a implantación y conectividad, y comparativamente lentos, con velocidades de 1,5 Mbps, entregados para cubrir un reducido grupo de

aplicaciones y escenarios concretos. Pero con el desarrollo tecnológico alcanzado en el transcurso de estos últimos años, esos primeros productos tan especializados han ido dejando paso a nuevas soluciones ampliamente estandarizadas y funcionales, y su desarrollo es imparable. Tanto que en la actualidad, una de las tecnologías más prometedoras de esta década que comienza, es la de poder comunicar sistemas informáticos y dispositivos de diversa naturaleza y capacidades mediante la tecnología inalámbrica basados en la emisión de ondas de radio o de luz infrarroja (láser).

A simple vista, no hace falta ser un experto consultor para enumerar una larga lista de razones o situaciones que aconsejen la implantación de enlaces inalámbricos. Por un lado, están aquellas situaciones en las cuales debido a los accidentes naturales o a las normativas municipales que rigen el tendido de cables no es posible la instalación de éstos para completar la infraestructura del enlace físico de la red. Evidentemente cuando se dan estas circunstancias insalvables se hace del todo necesaria la búsqueda de soluciones alternativas que tengan como medio de transmisión las ondas electromagnéticas o de luz infrarroja, de tal modo que posibiliten el enlace entre dispositivos.

En definitiva los beneficios de utilizar dispositivos inalámbricos incluyen conexiones enviabiles para otro tipo de medio, con un menor coste en muchos escenarios, y con posibilidades de ampliación más fáciles y rápidas de instalar que en redes cableadas o con usuarios móviles.

Surge así entonces, el concepto de WLAN, acrónimo de las siglas de inglés de Wireless Local Area Network, y en esta idea se recoge un sistema de comunicación de datos flexible utilizado como alternativa a LAN cableada o como una extensión de ésta. Este tipo de redes se diferencia de las convencionales principalmente en la capa física y en la capa de enlace de datos, según el modelo de referencia OSI.

Muy superficialmente, la capa física indica como son enviados los bits de una estación a otra, mientras que la capa de enlace de datos, denominada MAC, se encarga de escribir cómo se empaquetan nuevamente los datos y el modo de verificación de los bits para que no contengan errores. Evidentemente al cambiar el medio físico, la tecnología inalámbrica en la capa física reemplaza el cable por otros métodos de naturaleza similar pero muy bien diferenciados en su comportamiento, como son la transmisión por radio frecuencia y la luz infrarroja.

Dentro de estos dos medios de transmisión inalámbricos se pueden establecer diversas clasificaciones que ayudan a su mejor comprensión técnica. Los sistemas por infrarrojos, según el ángulo de apertura con que se emite la información, puede clasificarse en sistemas de corta apertura, también llamados de rayo dirigido o de línea de vista (line of sight, LOS) y sistemas de gran apertura, reflejados o difusos (diffused).

La tecnología de rayos infrarrojos, cuenta con muchas características sumamente atractivas para utilizarse en este tipo de redes, y en otras.

En principio los rayos infrarrojos tienen una longitud de onda cercana a la de la luz y, por lo tanto, con un comportamiento similar, tanto en sus ventajas como en sus inconvenientes. Entre estas características, la más evidente es que no pueden atravesar objetos sólidos como paredes, lo que supone un serio freno a su capacidad de difusión.

Esta misma limitación supone un seguro contra receptores no deseados, también, debido a su alta frecuencia, presenta una fuerte resistencia a las interferencias electromagnéticas artificiales radiadas por otros dispositivos, pudiendo, además, alcanzar grandes velocidades de transmisión; de hecho, se han desarrollado sistemas que operan a 100 Mbps.

En cuanto a las restricciones de uso, la transmisión por rayos infrarrojos no requiere autorización especial en ningún país, excepto por los organismos de salud que limitan la potencia de la señal transmitida.

Por último, y como atractivo señuelo a todo tipo de fabricantes, utiliza componentes sumamente económicos y de bajo consumo energético, importantes características muy a tener en cuenta en aquellos dispositivos que deban formar parte de equipos móviles portátiles.

Entre las limitaciones principales, cabe decir que resultan sumamente sensibles a objetos móviles que interfieren y perturban la comunicación entre emisor y receptor. Además, las restricciones en la potencia de transmisión limitan la cobertura de estas redes a unas cuantas decenas de metros, y lo que aún más

grave, la luz solar directa, las lámparas incandescentes y otras fuentes de luz brillante pueden interferir seriamente la señal.

En balance final sobre ventajas e inconvenientes, las pocas redes que emplean como medio de transmisión la luz infrarroja están limitadas por el espacio, utilizándose casi en exclusividad en redes en las que los distintos dispositivos se encuentran en un solo cuarto o área, escenario que normalmente se presenta en el entorno doméstico. No obstante, algunas compañías que tienen sus oficinas en varios edificios realizan la comunicación colocando los receptores/emisores en las ventanas de los edificios.

En resumen, a pesar de sus buenas cualidades y características, la gran influencia del entorno representa un enorme obstáculo a la fiabilidad de las comunicaciones y, por tanto, reduce sus posibilidades de implantación masiva, de hecho, salvo la inclusión de los sistemas por infrarrojos incorporados a la mayoría de los ordenadores portátiles y periféricos como impresoras, cámaras digitales o PDA acogidos al estándar IrDA, son contados y exclusivos los productos que implementan dicha tecnología.

En cuanto a equipos infrarrojos se refiere es un sistema que ofrece un amplio ancho de banda que transmite señales a velocidades altas, las transmisiones de luz operan mediante líneas de visión, así que la fuente y el receptor deben estar apuntando o enfocando uno al otro, del mismo modo que se hace con el mando a un televisor; hay que tomar en cuenta las posibles obstrucciones del entorno de la oficina, y si fuera necesario se pueden emplear

espejos para curvar la luz infrarroja. Las transmisiones de luz infrarroja son sensibles a la fuerte luz de las ventanas, puede hacerse necesario sistemas que produzcan emisiones de alta intensidad.

En síntesis su campo de realización en donde se utiliza esta tecnología láser es, en las redes inalámbricas, conocida como luz infrarroja (infrared), en el cual estos sistemas utilizan muy altas frecuencia, justo abajo del espectro de la luz visible para transportar datos. Como la luz, el infrarrojo no puede penetrar objetos opacos , ya sea directamente (línea de vista) o indirectamente (tecnología difundida/reflectiva). El alto desempeño del infrarrojo directo es impráctico para usuarios móviles pero su uso es prácticamente para conectar dos redes fijas.

4.4. Combinar la tecnología láser con la fibra óptica

Lo más razonable es combinar la tecnología láser con la de fibra óptica, por lo que soporta distancias cortas y en un sistema basado de extremo a extremo resulta en algunos casos demasiado costoso.

El sistema Free Space Optic (F.S.O.), consiste en la utilización de haces de luz a través de la atmósfera (sustituyendo a los cables de la fibra óptica) que soportan conexiones de banda ancha de gran fiabilidad y cuyos resultados económicos son mas eficaces y rápidos que los tradicionales sistemas físicos de fibra.

Resulta conveniente combinar la tecnología láser con la de fibra óptica por su mayor capacidad que estos dos sistemas poseen; como es el caso de los sistemas de fibra que tienen una mayor capacidad debido a los anchos de banda

inherentemente más grandes y disponibles con las frecuencias ópticas, por ende los sistemas láser también utilizan frecuencias ópticas para dirigir el rayo por el material activo que se debe amplificar, también utiliza ópticas para dirigir el rayo en un cono de divergencia poderoso y angosto, cosa que no sucede con los cables metálicos, estos exhiben en el medio capacitancia e inductancia a lo largo de sus conductores, estas propiedades causan que actúen como filtros pasabajos que limitan sus frecuencias de transmisión y los anchos de banda.

Tanto los sistemas de fibra, como los de láser son inmunes a transmisiones cruzadas, entre cables, causadas por una inducción magnética. Las fibras de vidrio o plástico no son conductores de electricidad y, por lo tanto, no tienen campo magnético asociado con ellos. En los cables metálicos, la causa principal de transmisiones cruzadas es la inducción magnética entre los conductores situados cerca uno del otro.

En algunas edificaciones los sistemas de red láser combinado con los de fibra óptica, son instalados de la siguiente forma, ya que son pocas las redes que emplean como medio de transmisión la luz infrarroja están limitadas por el espacio, utilizándose casi en exclusividad en redes en las que los distintos dispositivos se encuentran en un solo cuarto o área, escenario que normalmente se presenta en el entorno doméstico. No obstante, algunas compañías que tienen sus oficinas en varios edificios realizan la comunicación colocando los receptores/emisores en las ventanas de los edificios, por lo que requieren recorridos estrictos a la vista y colocación precisa.

4.5. Recomendación sobre la tecnología láser

Es una tecnología que está en proceso práctico e investigativo, por que ya se han realizado las primeras instalaciones, y es recomendable por que no necesita de permiso o licencia para transmitir datos videos o sonidos ya que son sistemas de alta velocidad.

Es recomendable combinar la tecnología láser con la de fibra óptica, pero resulta demasiado costoso por lo que se necesita adaptar los sistemas, alinear e instalar equipos adecuados para una mayor afinidad en los enlaces.

En cuanto a su fabricación compete utiliza componentes sumamente económicos y de bajo consumo energético.

Esta tecnología por ser utilizada para transmitir datos, videos o sonidos en sistemas de alta velocidad es recomendable por que resiste a escuchas ilegales.

Como ejemplo demostrativo, se realiza la conexión de una Red Inalámbrica LAN entre el Ala de Investigación y Desarrollo No. 12 y el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico I.T.S.A., (Figura 4.1.) con el objetivo de compartir recursos e intercambio de información, para lo cual se a elegido la tecnología láser ya que se acomoda a cualquier protocolo (SONETH/SDH, ATM, Ethernet, Fast Ethernet) y también evita la necesidad de cablear y realizar ductos o canaletas.

De esta forma, las ventajas de esta nueva tecnología es la diversidad de amplitudes de banda disponibles (10 Mbps, 20 Mbps, 155, Mbps, 622 Mbps, 1.25 Mbps y 2.5 Gbps) la capacidad de instalación tanto en tejados como ventanas; es una colocación fácil entre las redes existentes o creación de nuevas redes; el ahorro de tiempo y dinero en la instalación en comparación con la colocación de fibra óptica de vidrio.

Las comunicaciones mediante esta tecnología láser se lleva a cabo mediante transmisores/receptores (transceivers) que modulan luz infrarroja no coherente.

Los transceivers deben estar alineados directamente o mediante la reflexión, en una superficie como pueden ser espejos.

Los transceivers son dispositivos de unión entre segmentos de red, que permiten habilitar otros tipos de conectores a través de un puerto.

Estos dispositivos son, aproximadamente del tamaño de una caja de fósforos y no necesitan de ningún cable de unión para conectarse.

Por otro lado, los transceivers proveen soporte para todos los tipos de medios de comunicación y proporcionan un sistema de diagnóstico para solucionar problemas en forma inmediata a través de LEDs.

Una diferencia significativa entre la transmisión de rayos infrarrojos y las microondas es que los primeros no pueden atravesar las paredes.

Por lo tanto, los problemas de seguridad y de interferencias que aparecen en las microondas no se presentan en este tipo de transmisión.

Es más, no hay problemas de asignación de frecuencias, ya que en esta banda no se necesitan permisos.

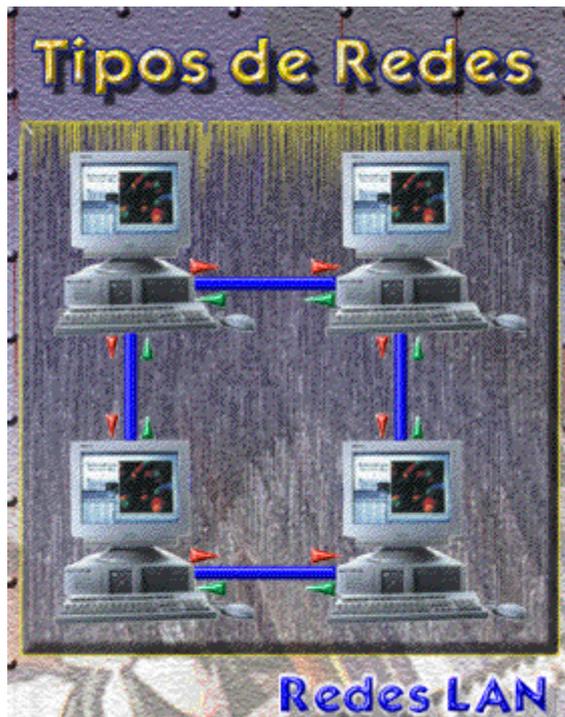


Fig. 4.1. Red LAN

CAPITULO V

GASTOS DE CAMBIAR LOS SISTEMAS

5.1. Análisis económico

La nueva tecnología Free Space Optic (F.S.O.) permite transmitir información a través de redes ópticas inalámbricas.

Una nueva alternativa –algunos dicen que revolucionaria- que, según los analistas se consolidará durante los próximos cinco años.

Ante esta problemática, en los últimos cinco años han surgido un sin fin de tecnologías de transmisión inalámbrica como es el caso de LMDS, WAP, GPS, UMTS, Bluetooth, que culminan en una alternativa de la que hasta ahora casi no se ha oído hablar: Free Space Optic (F.S.O.); una alternativa sofisticada y revolucionaria que utiliza el láser como medio aéreo de transmisión de la información.

Aunque ahora se están realizando las primeras instalaciones, los analistas estiman un volumen de mercado de entre US \$ 2.000 y \$ 4.000 millones para el 2.005, lo que supone un crecimiento cercano al 85 por ciento, eso quiere decir que para el 2.003 se encuentra en un volumen de mercado de entre US \$ 1.500 y \$3.000 millones, lo que supone un crecimiento cercano al 65 por ciento.

Esta novedosa propuesta permite la transmisión de datos, videos o sonidos con gran capacidad de banda ancha a través de sistemas basados en tecnología óptica en espacio libre.

Si se realiza un análisis económico a los tradicionales sistemas físicos de fibra aproximadamente el 93 por ciento de los negocios están rodeados por unos dos kilómetros de fibra óptica pero sorprendentemente muchos no están

conectados, ya que esto exige unos costes de entre \$ 200 y \$ 20.000 al mes, en función del alcance y el ancho de banda. Paralelamente, mientras que la demanda de banda ancha sigue aumentando, y los plazos para la instalación del cable óptico tienen una media de 14 meses.

5.2. Costos

Para crear una red inalámbrica basada a través de redes ópticas utilizando la tecnología Free Space Optic (F.S.O.), según Eva Ronda, responsable de marketing de Light Pointe, empresa especializada en F.S.O., tiene un coste de entre \$ 5.000 y \$ 50.000 dólares.

Su instalación es realmente sencilla, tan sólo requiere de tres pasos:

1. Sujeción de los enlaces.
2. Alineación del sistema.
3. Instalación.

Esto se realiza y se completa en tan solo dos horas.

Los sistemas diseñados por Light Pointe alcanzan velocidades de hasta 2,5 Gbps y distancias de más de mil metros, y además, se acomodan a cualquier protocolo como es el caso de SONET/SDH, ATM, Ethernet, Fast Ethernet, y a cualquier topología de red.

De esta forma, la nueva tecnología de enlaces ópticos, así como se acomoda a cualquier protocolo, también tiene diversidad de amplitudes de bandas disponibles, ejemplo: 10 Mbps, 20 Mbps, 155 Mbps, 622 Mbps, y 1,25 y 2,5 Gbps.

Láser Bit es otra empresa firmemente comprometida con la tecnología de transmisión vía láser, con sede en Budapest y dedicada al desarrollo de equipos basados en tecnología láser para la transmisión de voz, datos y video.

El sistema de transmisión Ethernet de Láser Bit, uno de sus más recientes desarrollos, proporciona de 10 a 100 Mbps y puede cubrir distancias desde 50 a 5.000 metros.

Las velocidades de transmisión de la tecnología Láser Bit van desde los 1,544 Mbps a los 155 Mbps, incluyendo protocolo Ethernet de 10 Mbps a 100 Mbps y cuyos precios van desde los \$ 3.250, a algo más de \$ 3.700, y hasta los \$ 24.000. Aunque la compañía ya tiene presencia en más de treinta países de todo el mundo su objetivo que tiene dicha empresa es darse a conocer por todo el mundo.

Light Pointe es uno de los fabricantes cuyo desarrollo de Free Space Optic (F.S.O.) se encuentra en estado más avanzado. Se trata de una multinacional de origen estadounidense que ha recibido fondos por valor de \$33 millones por parte de Cisco y Corning para continuar investigando en esta área.

Otras compañías, como Lucent, Nortel y British Telecom, han acordado también apoyar a las firmas Free Space Optic (F.S.O.), entre las que hay que citar otros fabricantes como Harmonix o Endwave.

Por último, en la figura 5.1. se muestra un ejemplo más actual y relativo a las comunicaciones inalámbricas.

En este caso se comparte un medio inalámbrico por ejemplo, luz infrarroja, por dispositivos tales como estaciones de trabajo, computadoras portátiles, teléfonos inalámbricos y otros equipos de comunicaciones.

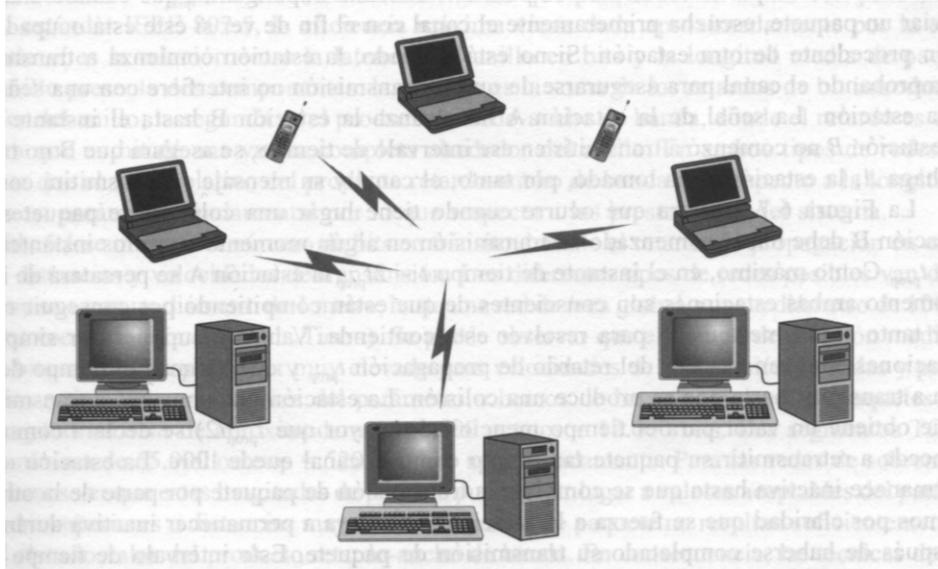


Fig. 5.1. LAN Inalámbrica

Estos dispositivos pueden transmitir mensajes cortos, voz en tiempo real o información de vídeo, o podrían acceder a páginas Web.

Para realizar un estudio del costo de la Red Inalámbrica entre el Ala de Investigación y Desarrollo No. 12 y el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico I.T.S.A. que se tomo de ejemplo en el subcapitulo 4.5. es el siguiente:

- Objetivo: Compartir recursos e intercambio de información, el cual será como ejemplo la publicación de la “Orden del Día”.
- Para esto se necesita una estación de trabajo y una impresora que permanecerá en la sección de Personal del Ala No. 12.
- Seis transceivers que son dispositivos de unión entre segmentos de red, que permiten habilitar otros tipos de conectores a través de un puerto.
- Una estación de trabajo y una impresora que permanecerá en la sección de Personal del I.T.S.A.

Las ventajas que ofrecerá este tipo de red es el siguiente:

- ✓ Diversidad de amplitudes de banda disponibles.
- ✓ Es compatible con cualquier protocolo.
- ✓ Los costos de la infraestructura de edificación no son altos.
- ✓ Ahorro de tiempo y dinero en la instalación en comparación con la colocación de fibra óptica de vidrio.

Costos de cada uno de los dispositivos a utilizarse en la Red LAN Inalámbrica entre el Ala No. 12 y el I.T.S.A.:

	Costo Unitario	Costo total
• 2 Estaciones de Trabajo	\$ 1.500	\$ 3.000
• 2 Impresoras	\$ 800	\$ 1.600
• 6 Transceivers	\$ 150	\$ 900
TOTAL		\$ 5.500

CAPITULO VI

6.1. Conclusiones

El láser desde su descubrimiento ha causado grandes avances científicos que ha permitido apoyar al progreso de industrias textiles, metalúrgicas, madereras, metalmeccánica; en la medicina para perforar dientes, para fijar la retina desprendida, y también como bisturí en operaciones de los órganos internos (incluso en el corazón), o para extraer o destruir tumores internos y externos; en el ámbito militar se ha creado una nueva arma, basado en un potente rayo láser, que permite la interceptación de misiles de todo tipo; en las telecomunicaciones el láser se hace presente con la nueva tecnología Free Space Optic (F.S.O.) que permite transmitir información a través de redes ópticas inalámbricas utilizando haces de luz a través de la atmósfera. Esta nueva tecnología de conexiones láser es una alternativa para las empresas que trabajan con tecnologías de altas velocidades, ante esta problemática han surgido un sin fin de tecnologías de transmisión inalámbricas (Bluetooth, GPS, LMDS, entre otras), las cuales Free Space Optic (F.S.O.) no requiere ningún tipo de licencia como sería el caso de la radiofrecuencia, lo que permite a empresas, operadores de telecomunicaciones y proveedores de servicios aprovechar al máximo sus conexiones de red, también por que es barata y fácil de implementar e implica la no necesidad de instalar cables que es un ahorro de tiempo dinero y espacio. En conclusión esta tecnología de conexiones láser según todas las características antes mencionadas es factible y es una gran alternativa para empresas que compiten en el mercado de las redes inalámbricas y de las telecomunicaciones.

6.2. Recomendaciones

Es recomendable utilizar esta tecnología de conexiones láser, pero obviamente, no se espera que las redes inalámbricas lleguen a reemplazar a las redes cableadas. Las prestaciones de unas y otras, al día de hoy, no pueden compararse. Sin embargo, la pacífica convivencia de las redes cableadas y las inalámbricas, da lugar a una nueva generación de redes híbridas que cubren por completo, según su configuración o diseño, las necesidades de conectividad tanto fija como móvil, que toda empresa moderna y competitiva requiere, convirtiéndose en una alternativa atractiva para el usuario doméstico por comodidad y facilidad.

En definitiva, las redes inalámbricas se perfilan como una de las tecnologías más prometedoras de los próximos años. Aunque se ha avanzado mucho ante esta última década y se están dando pasos importantes en la consolidación de las comunicaciones inalámbricas, esta tecnología se encuentra actualmente en fase de constante desarrollo investigación, quedando por resolver varios obstáculos tanto técnicos como de regulación bajo los mismos estándares, antes de que pueda recalcar con plenas garantías de éxito en el mercado.

Por otra parte es recomendable la nueva tecnología Free Space Optic(F.S.O.) ya que su instalación es realmente sencilla, tan solo requiere de tres pasos: sujeción de los enlaces, alineación del sistema e instalación, lo que se completa en tan solo dos horas.

BIBLIOGRAFÍA

- [http:// www.Google. Com./](http://www.Google.Com/)
- [http:// www.Yahoo. Com./](http://www.Yahoo.Com/)
- [http:// www.odesaoffice. Com./](http://www.odesaoffice.Com/)
- [http:// www.revista.robotiker. com./](http://www.revista.robotiker.com/)
- [http:// www.pgvnet. Com./](http://www.pgvnet.Com/)
- [http:// www.eveliux. Com./](http://www.eveliux.Com/)
- [http:// www.industrie.gouv.fr/. Com./](http://www.industrie.gouv.fr/)
- [http:// www.ciudadfutura. Com./](http://www.ciudadfutura.Com/)
- MundoPC.NET – <http://www.ciudad futura.com/>
- Saber Electrónica **Óptoelectrónica Fibras Ópticas** Número de colección 12, 56, 57, 58, 59, 61.
- Comunicaciones y Redes de Computadores. William Stalling. Prentice Hall, Sexta Edición. 2000.

GLOSARIO

ACRÓNIMO.- Sigla constituida por las iniciales, con las cuales se forma un nombre.

ANCHO DE BANDA.- Es el rango (las frecuencias comprendidas entre dos límites) de las frecuencias que se pueden pasar a través de un canal de comunicación.

ATENUACIÓN.- Es la disminución en amplitud de una señal entre dos puntos cualesquiera en un circuito, normalmente se encuentra en decibeles, la atenuación es lo opuesto a la amplificación.

ATM.- Una tecnología de red, que transfiere paquetes de datos para el posterior reenvío de diferentes tipos de información (video, datos, comunicación oral).

BPS.- Bits por segundo; se refiere a la velocidad a la que la información es enviada sobre una conexión lógica.

CRISTALOGRAFÍA.- Ciencia que estudia la materia cristalina, especialmente su estructura interna, su crecimiento, las formas externas que originan (cristales) y sus propiedades físicas y químicas.

CROMÁTICO.- Del cristal o del instrumento óptico que presenta al ojo del observador los objetos contorneados con los visos y colores del arco iris.

CUÁNTICO.- Pertenece o relativo a los cuantos de energía.

CUÁNTO.- Cantidad elemental de energía, proporcional a la frecuencia de la radiación a la que pertenece.

ELECTROMAGNETISMO.- Cuando se pone en movimiento una partícula cargada o una corriente de partículas cargadas, se produce un campo magnético.

ELECTRÓN.- Es una partícula subatómica que lleva una unidad de carga eléctrica negativa.

ELECTRO ÓPTICA.- Parte de la física que estudia la acción ejercida por un campo eléctrico sobre la emisión, propagación y absorción de la luz.

ENERGÍA RADIANTE.- Es cualquier forma de energía capaz de propagarse a través del vacío e incluye todas las ondas electromagnéticas, desde la más largas hasta las más cortas.

ESPEJO.- Superficie lisa y pulimentada, generalmente de vidrio o cristal, en la que se reflejan los rayos luminosos.

FAST ETHERNET.- Una tecnología de redes con un amplio ancho de banda y que se basa en el estándar 802.3 Ethernet (100 BASE-T); de 100 Mbps, diez veces más rápido que el Ethernet (10 BASE-T).

FIBRA ÓPTICA.- Un cable que utiliza frecuencias de luz como transmisor de datos; uno de los cables más rápidos y menos sensibles a interferencias electromagnéticas, pero también uno de los más caros.

FILAMENTO.- Hilo delgado de cualquier sustancia.

F.S.O.- Free Space Optic consiste en la utilización de haces de luz a través de la atmósfera.

G.C.O.- Generadores Cuánticos Ópticos.

GAS NOBLE.- Es un gas inerte o no reactivo, entre ellos están: el argón, helio, criptón, neón y el xenón, estos se emplean en dispositivos de descarga luminiscente, como lámparas indicadoras, tubos nixie e indicadores de descarga de gas neón.

HOLOGRAFÍA.- Procedimiento para conseguir una imagen con sensación de relieve, basado en las interferencias que producen la superposición de dos haces de rayos láser.

INFRARROJO.- Se refiere a la banda de radiación electromagnética con las longitudes de onda que se encuentran dentro de la región de 770 nanómetros (nm) a 1 milímetro (mm) la longitud de onda del infrarrojo es mayor que la longitud de onda de luz visible.

INTERFERENCIA ELECTROMAGNÉTICA.- Un campo electromagnético que causa interferencia se conoce como interferencia electromagnética (EMI: Electromagnetic Interference). Una forma muy común de interferencia electromagnética es el zumbido de corriente alterna captado por micrófonos que no tienen el blindaje adecuado o por los cables de interconexión en un sistema de amplificadores de audio. El campo de interferencia es el campo de 60 Hz que se produce por los cables de las líneas de transmisión de la compañía de electricidad. La cura para esta forma de interferencia electromagnética es el blindaje adecuado de los cables apropiados y, si es necesario, el desacoplamiento de las guías o la inserción de inductores de filtro o bobinas de choque en paralelo.

I.L.D.- Diodo de inyección láser.

LAN.- Red de área local. Se refiere a una red de computadoras conectadas bajo un mismo protocolo y tipo de conexión física, sin modulación de la señal y en distancias cortas (menores generalmente a los 10 Km).

LÁSER.- (light Amplification by Stimulated Electromagnetic Radiation; Amplificación de luz por emisión estimulada de radiación) conocido también como maser óptico, es un dispositivo que genera radiación electromagnética coherente en, o cerca de, la parte visible del espectro.

L.E.D.- Diodo emisor de luz.

MONOCROMÁTICO.- Del haz luminoso formado por radiaciones de una misma longitud de onda, de un solo color.

MULTINACIONAL.- Relativo a varias naciones. Empresa o grupos de empresas que tienen interés en varios países.

ONDAS CORTAS.- La banda de alta frecuencia de 3 a 30 Mhz (100 a 10 metros) se llama banda de ondas cortas. Las longitudes de onda no son realmente muy cortas. Si se comparan con las microondas, por ejemplo, las ondas cortas son sumamente largas.

ÓPTICA.- Es una rama de la física que se ocupa del comportamiento de la luz visible. Es importante en electrónica por razón de su integración en el diseño y la construcción de sistemas de comunicación óptica y de despliegues.

OPTOELECTRÓNICA.- Es la combinación de la tecnología óptica y electrónica. Se considera, en general, que tiene dos partes, la visible y la no visible.

RADIANCIA.- Es una expresión de la intensidad de radiación que pasa a través de una superficie o que es emitida desde una superficie.

RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA.- Son todas las formas de energía radiante , como el infrarrojo, la luz visible, la ultravioleta y los rayos x son formas de radiación electromagnéticas.

RADIACIÓN ULTRAVIOLETA.- Se refiere a la radiación electromagnética de longitudes de onda un poco más cortas que la luz visible.

RAYOS GAMMA.- Son energías electromagnéticas con longitudes de onda en extremo cortas.

RAYOS X.- Son radiaciones electromagnéticas de longitudes de onda más cortas que las de la luz ultravioletas, pero más largas que las de los rayos gamma.

SISMÓGRAFO.- Instrumento que detecta y registra las ondas sísmicas originadas en un terremoto.

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Ruiz Villarreal
NOMBRES: Ricardo Roberto
FECHA DE NACIMIENTO: 25 de Febrero de 1980
EDAD: 23 Años
ESTADO CIVIL: Soltero

ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIOS: Escuela "F.A.E. N.- 1" Quito
SECUNDARIOS: Colegio Técnico "F.A.E. N.- 1" Quito
SUPERIORES: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

DIRECTOR DE ESCUELAS

**Ing. Eduardo Castillo
Mayo. Tec. Avc.**

ELABORADO POR:

Cbos. Ruiz Villarreal Ricardo Roberto

Latacunga, 9 de abril del 2003