



Resumen - Capítulo I

COMUNICACIONES OPTICAS

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FISEI - CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES



INTEGRANTES:

- Aldaz Saca Fabricio Javier
- Balseca Castro Josué Guillermo
- Chimba Amaya Cristian Orlando
- Ibarra Rojano Gilber Andrés
- León Armijo Jean Carlos
- Sivinta Almachi Jhon Richard
- Telenchana Tenelema Alex Roger
- Toapanta Gualpa Edwin Paul



NIVEL: 8vo SEMESTRE

PROFESOR: Ing. Juan Pablo Pallo

SEPTIEMBRE 2023 — ENERO 2024



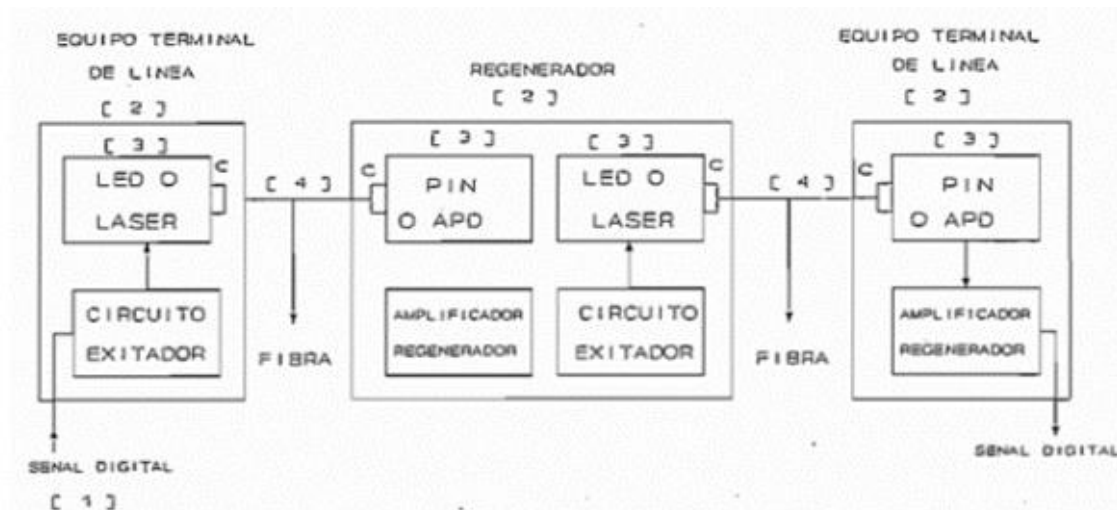
Contenido

1.2. ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO.	1
1.3. ELEMENTOS BÁSICOS CONSTITUTIVOS DE UN SISTEMA DE FIBRA ÓPTICA.....	1
1.4. VENTANAS DE OPERACIÓN.	2
1.5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA FIBRA ÓPTICA	3
1.6. COMPARACIÓN CON OTROS MEDIOS DE TRANSMISIÓN.	4
1.7. APLICACIONES GENERALES DE LAS FIBRAS ÓPTICAS.	4
1.8. PRINCIPIO FÍSICO DE LA PROPAGACIÓN	5
1.8.1. ÍNDICE DE REFRACCIÓN.....	5
1.8.2. LEY DE SNELL	5
1.8.3. ÁNGULO CRÍTICO.....	6
1.8.4. CONO DE ACEPTACIÓN.....	6
1.8.4. CONO DE ACEPTACIÓN.....	6
1.9. PARAMETROS DE PÉRDIDAS EN UNA FIBRA OPTICA.	6
1.9.1. ATENUACIÓN.....	6
1.9.1.1. CURVATURAS.	6
19.1.2. PERDIDAS POR ACOPLAMIENTO.	7
1.9.2. DISPERSIÓN.	7
1.9.2.1. DISPERSIÓN MODAL (S_m):	7
1.9.2.2. DISPERSIÓN INTRAMODAL O CROMÁTICA (S_c).....	7
1.10. FACTOR DE CALIDAD O MERITO DE LA FIBRA OPTICA.	7

1.2. ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO.

En el campo de la óptica es común hablar de Longitud de onda y no de frecuencia, la longitud de onda es la distancia que ocupa en el espacio un ciclo de una onda electromagnética.

Aunque los intentos de transmitir información por medio de la luz se remontan a la antigüedad, tan sólo recientemente se ha conseguido realizar tal transmisión de modo eficiente y útil. Para ello ha sido necesaria la aparición de dos hitos tecnológicos independientes: el láser y la fibra óptica. El primero ha evolucionado hasta llegar a ser un dispositivo fiable y de precio competitivo que alcanza holgadamente velocidades de transmisión de varios Gbps. La segunda ha conseguido transformarse en el medio de transmisión idóneo para la región del espectro en torno a $1\ \mu\text{m}$, con atenuaciones próximas al límite teórico, y control a través de parámetros de fabricación de la dispersión temporal producida por el medio que, en último término, es el factor que limita el ancho de banda tolerado por el mismo. Estas notas no pretenden ser un curso introductorio de Comunicaciones Ópticas, sino un apoyo al alumno para mejorar su comprensión sobre el fundamento teórico de las Prácticas que realiza, y sobre los resultados que cabe esperar en un determinado montaje experimental.



Agrawal, G. P. (2021). *Fiber-optic communication systems* (5th ed.). Standards Information Network.

1.3. ELEMENTOS BÁSICOS CONSTITUTIVOS DE UN SISTEMA DE FIBRA ÓPTICA

Características Principales:

- El transmisor puede emplear o un diodo emisor de luz (LED=Ligh Emisor Diode) o un láser como elemento de salida. A estos elementos se les denomina convertidores electro-ópticos (E/O), encargados de convertir la señal eléctrica en óptica.

Agrawal, G. P. (2021). *Fiber-optic communication systems* (5th ed.). Standards Information Network.

- En aplicaciones donde la ganancia del sistema no es un factor importante, el ahorro en el costo puede ser un factor determinante en la elección de los diodos LED como transmisores.

Agrawal, G. P. (2021). *Fiber-optic communication systems* (5th ed.). Standards Information Network.

- El cable de fibra óptica se acopla al transmisor a través de un conector de precisión. La mayor parte de los sistemas por fibra óptica utilizan modulación digital, la modulación analógica se logra variando la intensidad de la señal luminosa, o modulando el ancho del impulso. La modulación analógica es apropiada para la transmisión de una señal de video y se utiliza en los sistemas de televisión por cable.

Agrawal, G. P. (2021). *Fiber-optic communication systems* (5th ed.). Standards Information Network.

- El receptor consiste en un diodo PIN o un APD, que se acopla a la fibra óptica.

Agrawal, G. P. (2021). *Fiber-optic communication systems* (5th ed.). Standards Information Network.

- Los regeneradores son dispositivos electrónicos capaces de recoger la señal amplificarla y volver a transmitirla con diferente frecuencia o longitud de onda.

Agrawal, G. P. (2021). *Fiber-optic communication systems* (5th ed.). Standards Information Network.

- Los sistemas por fibra óptica aceptan a su entrada señales digitales normalizadas, pero cada fabricante desarrolla su propia velocidad de la señal de salida.

Agrawal, G. P. (2021). *Fiber-optic communication systems* (5th ed.). Standards Information Network.

1.4. VENTANAS DE OPERACIÓN.

Las ventanas de operación de la fibra óptica son las siguientes:

850 nm
1300 nm
1550 nm
1650 nm

Agrawal, G. P. (2021). *Fiber-optic communication systems* (5th ed.). Standards Information Network.

1.5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA FIBRA ÓPTICA

a. VENTAJAS

- Acceso ilimitado y continuo las 24 horas del día, sin congestiones
- Fácil de instalar.
- Es inmune al ruido y las interferencias, como ocurre cuando un alambre telefónico pierde parte de su señal a otra.
- Carencia de señales eléctricas en la fibra, por lo que no pueden dar sacudidas ni otros peligros. Son convenientes para trabajar en ambientes explosivos.
- Presenta dimensiones más reducidas que los medios preexistentes.
- La materia prima para fabricarla es abundante en la naturaleza. ✓ Compatibilidad con la tecnología digital.

Agrawal, G. P. (2021). *Fiber-optic communication systems* (5th ed.). Standards Information Network.

b. DESVENTAJAS

- Los conectores son más caros que los usados en cables metálicos
- La canalización para redes de larga distancia tiene sus complicaciones.
- Su manejo exige capacitación para el personal.
- Son más sensibles a las curvaturas.

Agrawal, G. P. (2021). *Fiber-optic communication systems* (5th ed.). Standards Information Network.

1.6. COMPARACIÓN CON OTROS MEDIOS DE TRANSMISIÓN.

Característica	Cable de Cobre	Fibra Óptica	Inalámbrico (WiFi)	Satélite
Distancia máxima	Hasta 100 metros	Hasta varios kilómetros	Varía (generalmente <100m)	Global
Velocidad de transmisión	Varies según estándar	Muy alta	Moderada a alta	Variable
Inmunidad al ruido	Susceptible	Inmune	Susceptible	Variable
Seguridad	Menos seguro	Más seguro	Variable	Variable
Costo de instalación	Moderado	Alto	Bajo a moderado	Alto
Facilidad de instalación	Moderada	Moderada	Alta	Alta
Ancho de banda	Limitado	Muy amplio	Moderado a amplio	Amplio
Latencia	Moderada a baja	Baja	Variable	Variable
Flexibilidad	Menos flexible	Más flexible	Muy flexible	Muy flexible
Privacidad	Menos privado	Más privado	Variable	Variable
Fiabilidad	Menos confiable	Muy confiable	Variable	Variable
Ejemplos de aplicaciones	Redes locales (LAN)	Redes de larga distancia	Redes domésticas, oficinas	Comunicaciones satelitales

Agrawal, G. P., & Govind, A. (2014). Applications of nonlinear fiber optics (2nd ed.). Academic Press.

1.7. APLICACIONES GENERALES DE LAS FIBRAS ÓPTICAS.

- *Telecomunicaciones o Redes de Larga distancia.*

- Redes de Acceso.
- Redes submarinas.

Aplicaciones en redes de CATV.

- Redes de computadoras
- Redes de Workstation.
- Estructura de Backbone en Redes Corporativas.

Agrawal, G. P., & Govind, A. (2014). Applications of nonlinear fiber optics (2nd ed.). Academic Press.

Aplicaciones Médicas

- Sistema de Endoscopía
- Transporte de imágenes de alta resolución.

Aplicaciones industriales.

- Para sistemas de adquisición de datos en ambientes ruidosos.

Agrawal, G. P., & Govind, A. (2014). Applications of nonlinear fiber optics (2nd ed.). Academic Press.

1.8. PRINCIPIO FÍSICO DE LA PROPAGACIÓN

- La luz se mueve a la velocidad de la luz en el vacío, sin embargo, cuando se propaga por cualquier otro medio, la velocidad es menor.
- Refracción, la luz, cambia el módulo de su velocidad, cambia de dirección de propagación, por eso vemos una cuchara como doblada cuando está en un vaso de agua.
- Los efectos de reflexión y refracción que se dan en la frontera entre dos medios dependen de sus Índices de Refracción.

Agrawal, G. P., & Dutta, N. K. (2013). Semiconductor lasers (2nd ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0481-4>

1.8.1. ÍNDICE DE REFRACCIÓN

El índice refractivo simplemente es la relación de la velocidad de propagación del haz de luz en el espacio libre con la velocidad de la propagación de un haz de luz en un material específico.

Agrawal, G. P., & Dutta, N. K. (2013). Semiconductor lasers (2nd ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0481-4>

1.8.2. LEY DE SNELL

Al pasar un rayo de un medio con índice n_1 a otro medio con índice de refracción n_2 , este rayo cambia de dirección; el ángulo formado entre el rayo refractado y la normal es θ_2 y el ángulo formado entre el rayo de incidencia y la normal es θ_1 .

Agrawal, G. P., & Dutta, N. K. (2013). Semiconductor lasers (2nd ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0481-4>

1.8.3. ÁNGULO CRÍTICO

Es el ángulo de incidencia mínimo con el cual un rayo de luz puede propagarse al llegar a la interfaz de dos medios, para esto debe tener un ángulo de refracción de 90° o mayor.

Agrawal, G. P., & Dutta, N. K. (2013). Semiconductor lasers (2nd ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0481-4>

1.8.4. CONO DE ACEPTACIÓN

Es la capacidad que tiene la fibra óptica para recoger los rayos luminosos emitidos hacia ella desde la fuente.

Agrawal, G. P., & Dutta, N. K. (2013). Semiconductor lasers (2nd ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0481-4>

1.8.4. CONO DE ACEPTACIÓN

Es la capacidad que tiene la fibra óptica para recoger los rayos luminosos emitidos hacia ella desde la fuente.

Agrawal, G. P., & Dutta, N. K. (2013). Semiconductor lasers (2nd ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0481-4>

1.9. PARAMETROS DE PÉRDIDAS EN UNA FIBRA OPTICA.

Las pérdidas en la fibra resultan en una reducción de la potencia de la luz, por lo tanto, reducen:

- El ancho de banda del sistema.
- La velocidad de transmisión de información
- Eficiencia, y capacidad total del sistema.

Agrawal, G. P., & Dutta, N. K. (2013). Semiconductor lasers (2nd ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0481-4>

1.9.1. ATENUACIÓN

La atenuación tiene varios efectos adversos sobre el funcionamiento.

1.9.1.1. CURVATURAS.

Al instalar el cable se debe tener sumo cuidado de observar las especificaciones mínimas para el radio de las macrocurvaturas, así como tener cuidado con las microcurvaturas.

Agrawal, G. P., & Dutta, N. K. (2013). Semiconductor lasers (2nd ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0481-4>

19.1.2. PERDIDAS POR ACOPLAMIENTO.

En los cables de fibra pueden presentarse pérdidas por acoplamiento en cualquiera de los tres tipos siguientes de uniones ópticas:

- conexiones de fuente luminosa a fibra
- conexiones de fibra a foto detector.

Las pérdidas en las uniones se deben, con más frecuencia, a uno de los siguientes problemas de alineación:

- Desalineamiento lateral
- Desalineamiento de entrehierro

Agrawal, G. P., & Dutta, N. K. (2013). Semiconductor lasers (2nd ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0481-4>

1.9.2. DISPERSIÓN.

La dispersión es la distorsión de la señal debido a los diferentes tiempos de desplazamiento de una señal a través de la fibra.

Agrawal, G. P., & Dutta, N. K. (2013). Semiconductor lasers (2nd ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0481-4>

1.9.2.1. DISPERSIÓN MODAL (S_m):

Componente principal en las fibras multimodo, la dispersión modal o ensanchamiento del pulso se debe a la diferencia en los tiempos de propagación de rayos de luz que van por diferentes trayectorias en una fibra.

Agrawal, G. P., & Dutta, N. K. (2013). Semiconductor lasers (2nd ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0481-4>

1.9.2.2. DISPERSIÓN INTRAMODAL O CROMÁTICA (S_c).

Componente principal de la fibra monomodo, también llamada cromática dado que las fuentes no emiten una sola frecuencia sino una banda.

Agrawal, G. P., & Dutta, N. K. (2013). Semiconductor lasers (2nd ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0481-4>

1.10. FACTOR DE CALIDAD O MERITO DE LA FIBRA OPTICA.

La aplicación de la Fibra Óptica depende del factor de Mérito, que es igual al producto del Ancho de banda de la fibra por la longitud del cable de la fibra.

Agrawal, G. P., & Dutta, N. K. (2013). *Semiconductor lasers* (2nd ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0481-4>

References Cap 1

1. Agrawal, G. P. (2021). *Fiber-optic communication systems* (5th ed.). Standards Information Network.
2. Agrawal, G. P., & Dutta, N. K. (2013). *Semiconductor lasers* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0481-4>
3. Agrawal, G. P., & Govind, A. (2014). *Applications of nonlinear fiber optics* (2nd ed.). Academic Press.