

Tarea 1

Tema a tratar

Integrantes: Integrante 1
Integrante 2
Profesor: Profesor 1
Auxiliar: Auxiliar 1
Ayudantes: Ayudante 1
Ayudante 2
Ayudante de laboratorio: Ayudante 1

Fecha de realización: 6 de octubre de 2024
Fecha de entrega: 6 de octubre de 2024
Santiago de Chile

Resumen

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Índice de Contenidos

1. Preguntas de desarrollo	1
----------------------------	---

Índice de Figuras

1. Esquema planteado	4
--------------------------------	---

1. Preguntas de desarrollo

1. Describa el comportamiento de un fotón y sus propiedades (liste al menos 7 características relevantes) y Determine la Energía de un Fotón para $\lambda = 1550nm$ usada para una Comunicación Óptica y compárela con la Energía de un Fotón para $\lambda = 10^{-2}m$ en Comunicación por Microondas. ¿Qué podría deducir de esto? Dado que se busca describir el comportamiento de un foton y sus propiedades, las cuales vienen dadas por:

- La energia esta cuantizada, eso significa que ser absorvida o emitida en paquetes discretos. Se relaciona mediante la formula:

$$E = h \cdot f \quad (1)$$

donde h es la constante de Planck y f es la frecuencia de la onda.

- No presenta una masa en reposo, lo que le permite viajar a la velocidad de la luz. Esto viene de la teoria de la relatividad de Einstein que establece que cualquier particula sn masa debe viajar a la velocidad de la luz.
- Los fotones presentan un comportamiento dual, actuando tanto como particula y como onda. Esto se puede observar en el experimento de la doble rendija.
- A pesar de que los fotones no tienen masa, si poseen momento lineal, el cual se puede calcular mediante la formula:

$$p = \frac{E}{c} \quad (2)$$

Y por tanto pueden ejercer presion sobre un objeto.

- Propiedad 5
- Propiedad 6
- Propiedad 7

Por otro lado se busca el obtener la energia del foton para una longitud de onda de 1550nm y $10^{-2}m$, para ello se puede utilizar la formula (1) y se obtiene que:

$$E_{1550nm} = \frac{6.26 \cdot 10^{-34}[J] \cdot 3 \cdot 10^8[\frac{m}{s}]}{1.55 \cdot 10^{-6}m} = 1.28 \cdot 10^{-19} J \quad (3)$$

Luego para la longitud de onda de $10^{-2}m$ se obtiene que:

$$E_{10^{-2}m} = \frac{6.26 \cdot 10^{-34}[J] \cdot 3 \cdot 10^8[\frac{m}{s}]}{10^{-2}m} = 1.99 \cdot 10^{-23} J \quad (4)$$

Dado que se esta realizando una comparacion de energia entre la energia para diferentes longitudes de onda y aplicaciones en la industria (Optica y microondas). Se puede con-

cluidos que los fotones opticos tendran mucho mas energia que los fotones de microondas y por tanto permite que se puedan transmitir mas informacion.

2. **Explique los siguientes fenómenos de comportamiento de la Luz: Reflexión, Refracción, Interferencia, Difracción, Dispersión y Polarización.** Se busca el explicar los siguientes fenomenos de la luz, por lo tanto tenemos que:

- **Reflexión:** Es el fenomeno en el cual la luz cambia de medio y se refleja en la superficie de un material. Esto se puede explicar mediante la ley de reflexion que establece que el angulo de incidencia es igual al angulo de reflexion ($\theta_r = \theta_i$). Es importante destacar que la reflexion puede ser especular o difusa, dependiendo de la superficie y ademas se puede producir una reflexion total interna si el angulo de incidencia es mayor al angulo critico.

La reflexión interna total es la idea principal de como funciona la fibra optica , esta ocurre dentro de la fibra óptica. Cuando la luz se introduce en el núcleo de la fibra óptica, debido a la diferencia de índice de refracción entre el núcleo y el revestimiento, la luz se refleja repetidamente dentro del núcleo, manteniéndose confinada en la fibra y permitiendo la transmisión de datos a largas distancias.

- **Refracción:** Es el fenomeno en el cual la luz cambia de medio y se desvia de su trayectoria original. Esto se debe a la diferencia de velocidad de la luz en los distintos medios y se puede explicar mediante la ley de Snell que establece que el producto del indice de refraccion del medio 1 y el seno del angulo de incidencia es igual al producto del indice de refraccion del medio 2 y el seno del angulo de refraccion. Es importante destacar que la refraccion puede ser positiva o negativa dependiendo del indice de refraccion del medio.

La refracción ocurre cuando la luz entra en la fibra óptica desde el aire o desde un conector. La luz cambia su dirección al pasar de un medio con un índice de refracción (como el aire) a otro con un índice de refracción diferente (como el núcleo de la fibra óptica).

- **Interferencia:** Es el fenomeno en el cual dos ondas se superponen y se combinan para formar una onda resultante. Esto se puede explicar mediante el principio de superposicion que establece que la amplitud de la onda resultante es la suma de las amplitudes de las ondas que se superponen. Es importante destacar que la interferencia puede ser constructiva o destructiva dependiendo de la diferencia de fase entre las ondas.

La interferencia puede ocurrir en sistemas de multiplexación por división de longitud de onda (WDM), donde diferentes señales de luz con diferentes longitudes de onda viajan por la misma fibra. Si estas señales no están bien aisladas, pueden interferir entre sí, causando pérdida de calidad o distorsión de la señal.

- **Difracción:** Es el fenomeno en el cual la luz se desvia alrededor de un obstaculo o

pasa por una rendija. Esto se puede explicar mediante el principio de Huygens que establece que cada punto de un frente de onda se comporta como una fuente de ondas secundarias. Es importante destacar que la difracción es más pronunciada si la longitud de onda de la luz es del mismo orden de magnitud que el obstáculo o la rendija.

Si la fibra tiene una curvatura o una imperfección, la luz se difractará alrededor de estas imperfecciones, lo que puede causar pérdida de señal o distorsión de la señal.

- **Polarización:** Es la orientación de las oscilaciones del campo eléctrico de una onda de luz. La luz natural no polarizada tiene oscilaciones en todas las direcciones perpendiculares a su dirección de propagación, mientras que la luz polarizada oscila en una única dirección. La intensidad de la luz polarizada después de pasar por un polarizador se describe por la ley de Malus.

La polarización es importante en la fibra óptica, ya que la luz polarizada puede ser transmitida a través de la fibra de manera más eficiente que la luz no polarizada. La luz polarizada también se utiliza en aplicaciones de comunicación óptica para transmitir información a través de la luz.

Posterior a la explicación de los fenómenos de la luz, se puede concluir que estos fenómenos son fundamentales en la transmisión de información mediante la luz y son la base de la fibra óptica y la comunicación óptica. Para el caso particular del proyecto ELT que permitiera la observación de objetos en el espacio, se utilizaría transmisión de grandes cantidades de volumen de datos desde un Datacenter, y la precisión de la transmisión de datos es crucial. En base a la información proporcionada, se puede concluir que una buena opción es utilizar fibras PM (Polarization Maintaining), algunos de estos motivos son:

- Este tipo de fibras puede ser usada en largas distancias, donde uno de los problemas principales es la PDL (Polarization Dependent Loss) que puede afectar la calidad de la señal, ya que los diferentes modos de polarización se propagan a distintas velocidades. Las fibras PM están diseñadas para mantener la polarización a lo largo de la fibra, lo que ayuda a minimizar la dispersión y la distorsión.

Es por esto, que se recomienda el utilizar este tipo de fibra.

3. Le solicitan que usted recomiende la Potencia óptica del transmisor para la cuál la Potencia de salida sea el valor promedio de la Sensibilidad óptica y la Potencia de saturación. Por otro lado, le solicitan calcular el número de fotones emitidos por hora de acuerdo a la Potencia recomendada de la fuente.

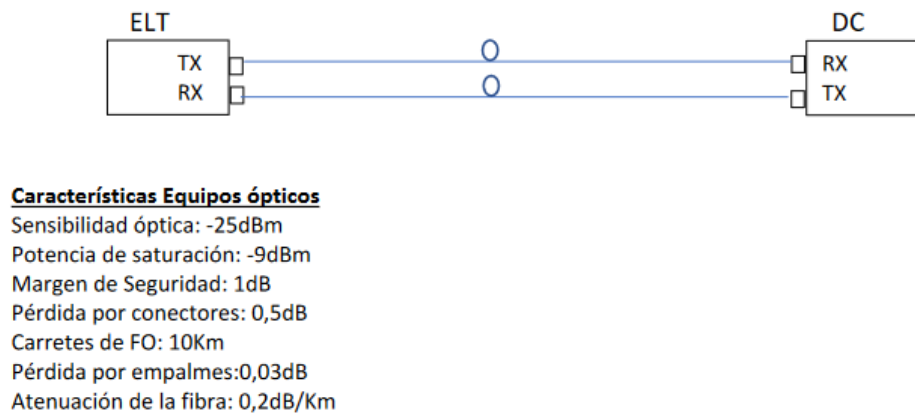


Figura 1: Esquema planteado

Dado el esquema anterior, luego se busca que la potencia optica del transmisor sea el promedio de la sensibilidad optica y la potencia de saturacion, por lo tanto se tiene que:

$$P_{salida} = \frac{P_{\text{Sensibilidad optica}} + P_{\text{Potencia de saturacion}}}{2} = \frac{-25 + (-9)}{2} = -17[dBm] \quad (5)$$

Por lo que la potencia recomendada del transmisor debera ser de -17 dBm. Luego se busca calcular el numero de fotones emitidos por hora de acuerdo a la potencia recomendada de la fuente, para ello se puede utilizar la formula:

4. Los ingenieros e investigadores saben que así como las pérdidas y atenuaciones de los sistemas de fibra óptica afectan las potencias ópticas, las dispersiones afectan a las tasas de transmisión de datos, por lo que les preocupa algo que le han comentado acerca de los efectos de la dispersión por modo de polarización (PMD) para velocidades superiores a 10Gbps y largas distancias.

- **Investigue y explique primero que tipos de dispersión afectan a una fibra óptica (dispersión modal, dispersión cromática, dispersión por guía-onda y PMD).**

En una fibra optica se tienen multiples tipos de dispersion que puede afectar la transmision de datos y calidad de datos, estos son:

- **Dispersión modal:** Es la dispersión que se produce debido a la diferencia en la velocidad de propagacion de los distintos modos de propagacion de la luz en la fibra. Esto se debe a que los modos de propagacion se propagan a distintas velocidades y por tanto la luz se dispersa en el tiempo. La dispersion modal se puede minimizar utilizando fibras monomodo, ya que solo permiten la propagacion de un solo modo de luz.

- **Dispersión cromática:** Es la dispersion que se produce debido a la diferencia en la velocidad de propagacion de los distintos colores de la luz en la fibra. Esto se debe a que los distintos colores de la luz se propagan a distintas velocidades y por tanto la luz se dispersa en el tiempo. La dispersion cromatica se puede minimizar utilizando fibras de dispersion desplazada en el tiempo (DSF), ya que permiten que los distintos colores de la luz se propaguen a la misma velocidad.
- **Dispersión por guía-onda:** Es la dispersion que se produce debido a la diferencia en la velocidad de propagacion de los distintos modos de polarizacion de la luz en la fibra. Esto se debe a que los modos de polarizacion se propagan a distintas velocidades y por tanto la luz se dispersa en el tiempo. La dispersion por guía-onda se puede minimizar utilizando fibras de mantenimiento de polarizacion (PM), ya que permiten que los distintos modos de polarizacion de la luz se propaguen a la misma velocidad.
- **PMD:** Es la dispersion que se produce debido a la diferencia en la velocidad de propagacion de los distintos modos de polarizacion de la luz en la fibra. Esto se debe a que los modos de polarizacion se propagan a distintas velocidades y por tanto la luz se dispersa en el tiempo. La PMD se puede minimizar utilizando fibras de mantenimiento de polarizacion (PM), ya que permiten que los distintos modos de polarizacion de la luz se propaguen a la misma velocidad.