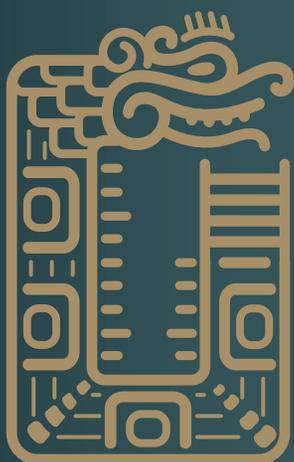


**KAANBAL**

**PROGRAMA DE  
TRANSFERENCIA  
DE CONOCIMIENTO**

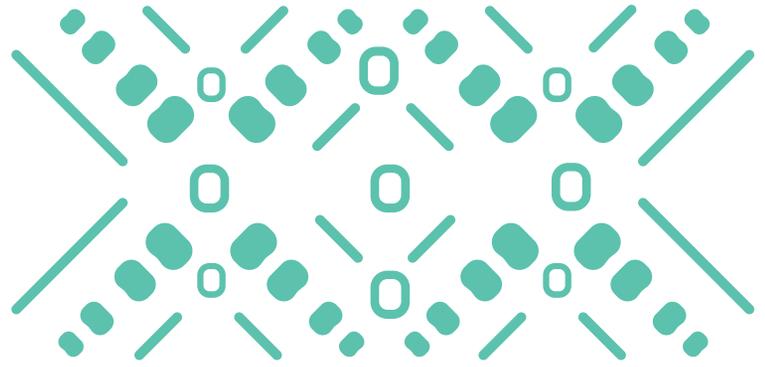


**TREN  
MAYA**  
TSÍIMIN K'ÁAK

**Lección 4**

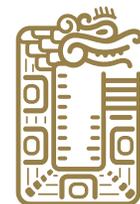


**Lección 4**



**CURSO 5**  
**Sistema de comunicaciones**  
**ferroviarias**

*con Enrique Vara Solorio*



**TREN  
MAYA**  
TSÍIMIN K'ÁAK

# ÍNDICE **DE IMÁGENES**

<i>Imagen 1: Instalación de F.O en canalización sobre vía.</i>	.....	<b>6</b>
<i>Imagen 2: Empalmes de F.O. y caja de empalmes sobre vía.</i>	.....	<b>7</b>
<i>Imagen 3: Equipo fusionador de F.O. Y derivación de F.O. en vía.</i>	.....	<b>7</b>

## Lección 4

# **SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE FIBRA ÓPTICA (F.O.)**

### **Fibra Óptica**

En las últimas décadas, la fibra óptica ha pasado a ser una de las tecnologías más avanzadas que se utilizan como medio de transmisión. Los logros con este material fueron más que satisfactorios, logrando una mayor velocidad y disminuir casi en su totalidad ruidos e interferencias, hasta multiplicar las formas de envío en comunicaciones y recepción por sistemas tradicionales, como los radioenlaces o los sistemas de cables coaxiales.

La fibra óptica está compuesta por filamentos de vidrio de alta pureza muy compactos y el grosor de una fibra es como la de un cabello humano aproximadamente. Estas son fabricadas a alta temperatura con base en silicio, su proceso de elaboración es controlado por medio de ordenadores y es un proceso de muy alta tecnología.

Como características de la fibra se pueden destacar que son compactas, ligeras, con bajas pérdidas de señal, amplia capacidad de transmisión y un alto grado de confiabilidad, ya que son inmunes a las interferencias electromagnéticas de radiofrecuencia.

Las fibras ópticas no conducen señales eléctricas, conducen rayos luminosos, por lo tanto, son ideales para incorporarse en cables sin ningún componente conductor y pueden usarse en condiciones peligrosas de alta tensión.

Las fibras ópticas se caracterizan por:

- Unas pérdidas de transmisiones realmente bajas.
- Una capacidad extremadamente elevada de transporte de señales.
- Dimensiones mucho menores que los sistemas convencionales.
- Una instalación de repetidores a lo largo de las líneas (gracias a la disminución de las pérdidas debidas a la transmisión).
- Una mayor resistencia frente a las interferencias.

Sus ventajas respecto a la transmisión por cables de cobre se pueden resumir en:

- Pocas, interferencias, seguridad y capacidad.
- Economía y simplicidad en instalación junto con su manipulación.
- Gran capacidad de transporte y velocidad.
- Baja atenuación  $< 1$  dB/km, independiente de la velocidad de transmisión.
- Inmunes a interferencias que afecten la transmisión de datos.

## Modos de transmisión

Existen dos tipos fundamentales de fibra óptica:

SEl emisor está formado por un láser que emite un potente rayo de luz que varía en función de la señal eléctrica que le llega a su entrada. El receptor está constituido por un fotodiodo que transforma la luz incidente de nuevo en señales eléctricas, esta puede alcanzar velocidades muy altas a grandes distancias sin necesidad de usar repetidores de señal.

El proceso de salida recepción se describe brevemente.

- El transmisor de energía óptica lleva un modulador para transformar la señal electrónica entrante a la frecuencia aceptada por la fuente luminosa, la cual convierte la señal electrónica (electrones) en una señal óptica (fotones) que se emite a través de la fibra óptica.
- Detector de energía óptica normalmente es un fotodiodo que convierte la señal óptica recibida en electrones (es necesario también un amplificador

## Fibra oscura

Se entiende por fibra oscura los circuitos de fibra óptica o redes oscuras que han sido desplegados por alguna empresa u operador de telecomunicaciones y que no están siendo utilizados o en reserva.

- Telemandos de energía, especialmente el de subestaciones, que necesitan una red propia con muy poca latencia para gestionar las desconexiones en cascada de sistemas ante un fallo o cortocircuito.
- Realización del bloqueo de seguridad entre enclavamientos colaterales por protocolo serie, utilizando módems para transmisión de datos entre los enclavamientos.
- Fibras para operadores públicos de telefonía móvil. No es un servicio propiamente de explotación ferroviaria, pero se ha convertido en un servicio esencial a dar a los pasajeros.

Conexión entre sensores y red de acceso. Habitualmente, los sensores están ubicados en plena vía y lejos del punto de acceso a la red de datos (necesario para su telemando y supervisión remoto).

Detectores de caída de objetos basados en fibra óptica. Esta tecnología enlaza varios detectores de pasos superiores para ahorrar fibras. Detectan la caída de objeto al cortarse el circuito de fibra.

- Prolongaciones de la red de acceso de datos mediante convertidores ethernet /fibra oscura.

- Sistemas de repetidores de radio (TETRA y GSM-R).  
La utilizan otros sistemas de telecomunicación, como son las redes de acceso, transporte, datos, etc

## **Modos de transmisión**

Existen dos tipos fundamentales de fibra óptica:

### ***Fibra multimodo.***

En este tipo de fibra viajan varios rayos ópticos reflejándose a diferentes ángulos, los diferentes rayos ópticos recorren diferentes distancias y se desfasan al viajar dentro de la fibra (denominada dispersión temporal). Sin embargo, la emisión de varios haces permite la transmisión de un mayor ancho de banda, pero a menor distancia debido a la dispersión temporal. Estas fibras están orientadas a utilizarse en conexiones de hasta unos centenares de metros y de gran capacidad (por ejemplo, grandes servidores a switches de gran capacidad).

### ***Fibra monomodo.***

Esta fibra óptica es la de menor diámetro y solamente permite viajar un rayo óptico central que no llega a rebotar con el recubrimiento, no sufriendo, por tanto, de dispersión temporal. Al permitir un rayo genera un ancho de banda más limitado que las fibras multimodo, pero al no tener dispersión temporal las distancias son mucho más amplias.

El núcleo es muy estrecho y por esta razón es más difícil de construir y manipular. Estas fibras se utilizan para unir grandes distancias entre equipos, formando las redes troncales de transmisión.

## **Constitución de cables de fibra óptica**

Los cables de fibra óptica ferroviarios suelen estar formados por agrupación de un número variable de fibras ópticas que puede ir desde las 16 hasta las 128 fibras ópticas. Las fibras se distribuyen en unos tubos denominados tubos holgados, los cuales se colocan alrededor de un elemento central que aporta resistencia al cable, constituyendo el núcleo del cable.

Los tubos holgados que contienen las fibras suelen estar rellenos de un material hidrófugo que será estable en el rango de temperatura del funcionamiento de los cables para impedir la entrada y propagación del agua por el interior de los tubos.

Como protección exterior el cable llevará una funda de plástico, por debajo de la protección exterior del cable, puede colocarse un armado de acero para evitar el ataque de los roedores.

En el entorno ferroviario estos cables suelen instalarse directamente en canaleta donde se suele utilizar el cable con protección anti roedores o a través de mono tubos.

### **Imagen 1: Instalación de F.O en canalización sobre vía.**



Fuente: elaboración propia

## **Empalmes, segregaciones y repartidores de fibras ópticas Fibra Óptica**

Los cables de fibra óptica son destinados a los sistemas ferroviarios en campo abierto y suelen entregarse en obra en bobinas de 4 km. Si es necesario, los cables se empalman mediante una caja de empalme.

### **Imagen 2: Empalmes de F.O. y caja de empalmes sobre vía.**



Fuente: Elaboración propia

Las fusiones de cada una de las fibras ópticas individuales se realizan a través de un equipamiento muy sofisticado conocido como fusionadora de fibra óptica. Estos equipos, una vez que el operario presenta las fibras a fusionar, las fusiona de forma automática, midiendo incluso la calidad del empalme y también las pérdidas de

### **Imagen 3: Equipo fusionador de F.O. Y derivación de F.O. en vía.**



Fuente: Elaboración propia

En el caso de que algunas de las fibras ópticas que transcurren por el cable deban ser derivadas a alguna ubicación, se utiliza lo que se denomina caja de derivación.

Dichas cajas permiten fusionar las fibras que vienen por el cable principal hacia un cable secundario que se dirige hasta la ubicación donde son necesarias.

### **Cableados extremo a extremo.**

Se incluye, a continuación, un listado de soluciones cliente – servicio ferroviarias más comúnmente utilizadas, en lo referente a cableados extremo a extremo.

- Circuitos de vía: enlace físico entre emisores y receptores de carril con la cabina del enclavamiento mediante cables de cuadretes.
- Realización del bloqueo de seguridad entre enclavamientos colaterales: puede ser mediante conexión serie (protocolo de comunicación entre enclavamientos) o paralelo (cada circuito de vía o estado de señal necesario en el bloqueo se indica con una conexión física).
- Conexión entre balizas de ERTMS (situadas en la vía) y LEU (controladores de estos): dada la distancia entre dos elementos, la conexión se realiza mediante módems de transmisión que forman parte de la solución de ATP propia.