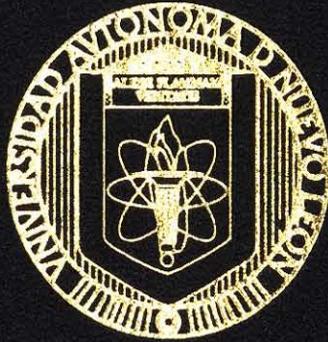


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA



COMUNICACION POR FIBRAS OPTICAS

TESIS
QUE EN OPCION AL TITULO DE:
ING. EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

PRESENTA:
VENUSTIANO MARTINEZ CANO

Aesor: Ing. Leopoldo René Villarreal Jiménez

CD. UNIVERSITARIA

AGOSTO DE 1995

T
TK510
.59
M378
c.1



1080078191

14572

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA



DEDICATORIA

A DIOS POR LA VIDA Y PACIENCIA QUE ME HA OTORGADO, A MI MADRE
POR SU AMOR INCONDICIONAL Y ESPERANZA, A MI PADRE
POR EL EJEMPLO DE OPTIMISMO, RESISTENCIA Y PERMITIR DECIDIR MI VIDA

A MIS HERMANOS

COMUNICACION POR FIBRAS OPTICAS

Y EN ESPECIAL A MONNE POR TODOS LOS MOMENTOS Y METAS QUE
COMPARTIMOS

A MIS SOÑOS QUERIDOS POR EL APORTE QUE TODOS LOS MOMENTOS DE MI
VIDA

TESIS
QUE EN OPCION AL TITULO DE:
ING. EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

PRESENTA:
VENUSTIANO MARTINEZ CANO

ASESOR: ING. Leopoldo Réne Villarreal Jiménez

CD. UNIVERSITARIA

AGOSTO DE 1995



T
TKS103
59
M378

BURAH RANGELI
UANG
FONDO
TESIS

BURAH RANGELI
UANG
FONDO
TESIS LICENCIATURA

DEDICATORIA.

A DIOS POR LA VIDA Y PACIENCIA QUE ME HA OTORGADO. A MI MADRE POR SU AMOR INCONDICIONAL, CONFIANZA Y ESPERANZA. A MI PADRE POR EL EJEMPLO DE OPTIMISMO, REALISMO Y PERMITIR DECIDIR MI VIDA.

A MIS HERMANAS POR SU APOYO Y EXIGENCIA.

Y EN ESPECIAL A IVONNE POR TODO EL AMOR Y METAS QUE COMPARTIMOS.

A MIS SERES QUERIDOS POR EL APOYO EN TODOS LOS MOMENTOS DE MI VIDA.

GRACIAS.

INDICE

Tema:	Pag.
1 Introducción (Historia de las comunicaciones ópticas)	1
1.1 Ventajas en el uso de las fibras ópticas	2
1.2 Aplicaciones de la fibra óptica	3
2 Conceptos básicos de comunicación con fibras ópticas	4
2.1 Componentes fundamentales de un sistema de comunicación	4
2.1.1 Un enlace óptico	5
3 Técnicas de Señalización	7
3.1 Señalización de banda base	7
3.1.1 Señal analógica	7
3.1.2 Señal digital	8
3.2 Modulación	8
3.3 Ancho de banda	9
4 Técnicas de modulación	10
4.1 Modulación análoga	10
4.1.1 Modulación de amplitud	10
4.1.2 Modulación de frecuencia	11
4.1.3 Modulación de fase	12
4.2 Modulación análoga en fibras ópticas	12
4.2.1 Modulación de Intensidad (IM)	12
5 Transmisión digital	14
5.1 Técnicas de modulación digital	14
5.2 Modulación por pulsos codificados	16
5.3 Componentes de un sistema óptico basado en PCM	16
5.4 Ventajas y desventajas de PCM	18
6 Técnicas de multiplexaje	19
6.1 Multiplexaje por división de la frecuencia	20
6.2 Multiplexaje por división en el tiempo (TDM) (FDM)	20
6.3 Multiplexaje por división de la longitud de onda	20

Diagrama:	Pag.
1.1 Número de repetidores en un enlace	3
2.1 Elementos fundamentales involucrados en una comunicación	4
2.2 Fuente óptico punto a punto	5
2.3 Repetidor en un enlace óptico	6
3.1 Señal en banda base analógica	7
3.2 Señal de banda base digital	7
3.3 Proceso de modulación analógica	8
3.4 Representación gráfica del ancho de banda	9
4.1 Forma de onda de voltaje AC	10
4.2 Señal de AM	11
4.3 Modulación de intensidad	12
4.4 Modulación analógica directa de una fuente LED	13
5.1 Efectos de ruido en señales electrónicas	15
5.2 Componentes de un sistema	17
6.1 Multiplexor en comunicaciones ópticas	19
6.2 Longitud de onda (μM)	20
6.3 Sistema unidireccional WDM	21
6.4 Sistema FULL - DOPLEX usando WDM	21

INTRODUCCIÓN

TEMA 1 : HISTORIA DE LAS COMUNICACIONES ÓPTICAS

La comunicación utilizando la luz, se remonta a la prehistoria. El hombre primitivo, utilizando antorchas podía comunicarse a distancia.

Sin embargo fué hasta 1790 en Francia, que Claude Chape utilizando lamparas, formalizó el uso de un telégrafo óptico logrando cubrir una distancia de 200 Km. en un lapso de 10 min..

En 1870 en Inglaterra, John Tyndall propone que la luz pueda guiarse a través de un medio transparente, lo que demuestra mas tarde; logrando conducir un haz de luz por un chorro de agua.

Fué hasta el siglo XX en 1934 que se hizo el primer intento de conducir la luz con fines de aplicación. Norman French, en E.E.U.U. construyó un teléfono óptico y logra transmitir audio a distancia muy corta utilizando barras de vidrio rígidas.

En 1958, A. Schalow y C. H. Towne inventan el rayo laser. Dos años después, T. Malman desarrolla la primera aplicación del laser, y el 1962, se desarrolla el laser semiconductor, y fotodiodos semiconductores.

Al contarse ya con una luz con características especiales como la del laser, Charles Kao y G. Hokman, sugieren la fibra óptica como medio de comunicación. Para esto, debería lograrse una atenuación en la fibra como de 20 db/Km. contra los 1000 db/Km. que se tenían en el año de 1966.

Es hasta el año de 1970 que la compañía Coming Glass logra fabricar una fibra óptica con un nivel de atenuación de 20 db/Km.

En 1972, el nivel de atenuación de fibra óptica fabricada entonces llegó a alcanzar valores de 4 db/Km.

En 1989, se logró fabricar fibra óptica con niveles de atenuación muy bajos, del corte de 0.1 db/Km. y con excelentes perfiles de índices de refracción lográndose por consecuencia. ancho de banda muy grandes.

TEMA 1.1 : VENTAJAS EN EL USO DE FIBRAS ÓPTICAS

La fibra óptica, respecto al cobre, presenta una serie de ventajas muy importantes y significativas por los requerimientos de las necesidades actuales estas son:

- a) Alta capacidad de transmisión de información
- b) Baja atenuación
- c) Inmune a interferencia electromagnética
- d) Alto nivel de seguridad
- e) Dimensiones pequeñas
- f) Ligera
- g) Flexible
- h) No radiante

La alta capacidad de información la determina el gran ancho de banda del que se puede disponer en una fibra óptica, llegando en algunos tipos de fibra óptica hasta los 500 Ghz-Km.

Su baja atenuación nos permite reducir el número de repetidores en un enlace.

Como la fibra conduce luz, no corrientes eléctricas, es cien por ciento inmune a todo tipo de interferencia electromagnética, haciéndola un medio de comunicación altamente confiable.

El no conducir electricidad, la hace muy útil en ambientes de alto riesgo como pozos petroleros minas etc., ya que elimina toda posibilidad de corto circuito que pudiera producir incendios o explosiones.

La fibra óptica en sí, es demasiado ligera, alcanza un promedio de 1.4 Kg./Km.

Todas estas características hacen de la fibra óptica un medio de comunicación con características no encontradas en el cobre. Esto no quiere decir que en un momento pueda sustituir totalmente al cobre pero si es muy importante el avance de su aplicación en la actualidad.

TEMA 1.2 : APLICACIONES DE LA FIBRA OPTICA

La gráfica siguiente muestra la tendencia de la aplicación de la fibra óptica cada área ha tenido desde sus inicios un avance importante en su desarrollo.

	No. de Canales	Velocidad de Transmisión	Distancia entre Repetidores
Multipar	30	2.408	1.4 - 4 Km.
Coaxial	1920	139.264	4.65 Km.
Fibra óptica	30	2.048	9.00 Km.
	1920	139.264	10.00 Km.
	1920	139.264	25.00 Km.

Diagrama 1.1 : Número de repetidores en un enlace.

	Multipar	Coaxial	Cable óptico
Peso en Kgs.	200600	18620	350
Hrs. Hombre	800	400	88

Aplicaciones	Porcentaje
Telecomunicaciones	66 %
Militar	16 %
Computación y Redes	11 %
industria	05 %

TEMA 2 : CONCEPTOS BASICOS DE COMUNICACION CON FIBRAS OPTICAS

TEMA 2.1 : COMPONENTES FUNDAMENTALES DE UN SISTEMA DE COMUNICACION

Para que se pueda establecer una comunicación se requieren cuatro elementos fundamentales:

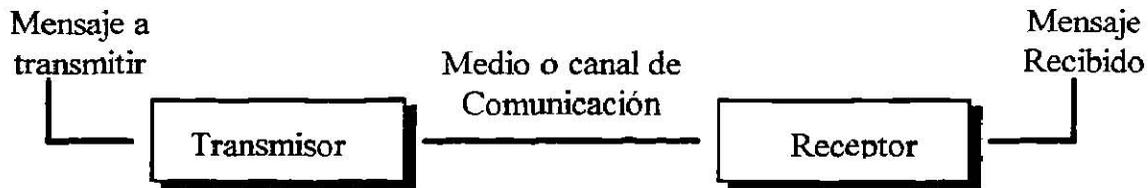


Diagrama 2.1 : Elementos fundamentales involucrados en una comunicación

Un mensaje (la información) a ser comunicado, un transmisor de mensaje un medio o canal de comunicación por el cual el mensaje será enviado y un receptor, que se encarga de recuperar el mensaje.

Esos elementos fundamentales pueden estar presentes en muchas formas diferentes dependiendo del sistema del que se trate.

Para que la comunicación sea efectiva el mensaje debe ser entendible de tal forma que el receptor sea capaz de interpretarlo correctamente.

El medio o canal de comunicación puede ser definido como una trayectoria para la transmisión eléctrica o electromagnética entre dos o mas estaciones.

Este puede consistir de un solo alambre, pares de alambre, Cable de fibra óptica, líneas coaxiales o la atmósfera. De cualquier forma el objetivo de todos es transportar información de un punto a otro distante.

La capacidad de cada una de estas para llevar información será diferente. La determinación de la capacidad del canal en términos de proporción de datos es una parte del problema de diseño.

El desempeño global del sistema depende de las limitaciones de cada uno de los elementos en forma independiente.

La componente con las características más pobres dará la característica global del sistema de comunicación. Lo que esto quiere decir es, que de nada sirve que nuestro canal tenga una gran capacidad, si el receptor no es capaz de reproducirlas con fidelidad, o que, nuestro transmisor pueda responder a señales muy rápidas si el canal las atenuará.

TEMA 2.1.1 : Un Enlace Óptico

El enlace óptico más simple es una conexión punto a punto de un transmisor y un receptor usando una fibra óptica.

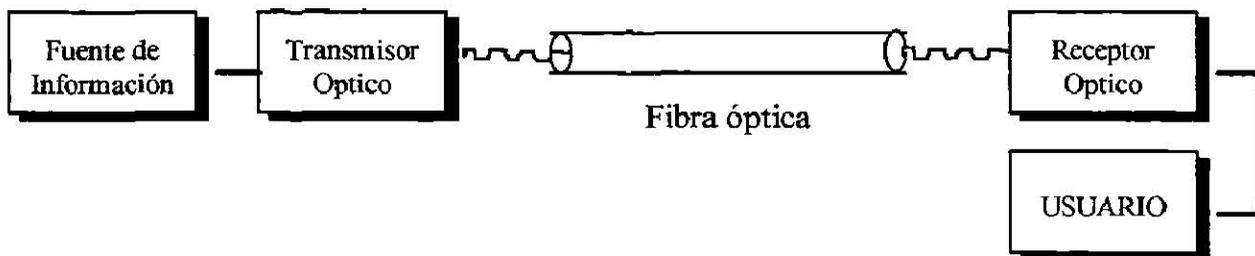


Diagrama 2.2 : Fuente óptica punto a punto

El diseño de un enlace óptico relaciona muchas variables respecto a las características tanto de la fibra óptica, la fuente de luz, el fotodetector, como la de circuitos involucrados.

Los requerimientos claves a considerar en un sistema son principalmente:

- a) La distancia de transmisión deseada (posible)
- b) La velocidad de transmisión de datos o el ancho de banda del canal
- c) La proporción de bits erróneo (Ber = bit error rate)

Para cubrir estos requerimientos es necesario seleccionar las características de las componentes entre las siguientes:

1.- Fibra óptica multimodo o monomodo

- a) Tamaño del núcleo
- b) Perfil de refracción del núcleo
- c) Ancho de banda
- d) Atenuación
- e) Apertura numérica

2.- Fuente de luz, LED o diodo LASER

- a) Longitud de onda emitida
- b) Ancho espectral
- c) Potencia de salida
- d) Area efectiva de radiación
- e) Patrón de radiación

3.- Detector foto diodo PIN o foto diodo de avalancha APD

- a) Respuesta
- b) Longitud de onda de operación
- c) Velocidad
- d) Sensibilidad

El diseño del receptor es inherentemente mas complejo que el transmisor ya que este tiene que aplicar y reconstruir la señal que ha sido degradada en la transmisión al recibirla el fotodetector.

Cuando una señal óptica a viajado una distancia por una fibra la señal se atenúa y distorsiona a tal grado que se requiere un repetidor en una línea de transmisión para amplificar y reconstruir la señal.

La sección del receptor detecta la señal óptica, la convierte a una señal eléctrica la cual es amplificada, restaurada y pasada a la entrada eléctrica de la sección del transmisor. Este convierte la señal eléctrica de nuevo a una señal óptica y la envía otra vez ya restaurada y amplificada a la fibra óptica.

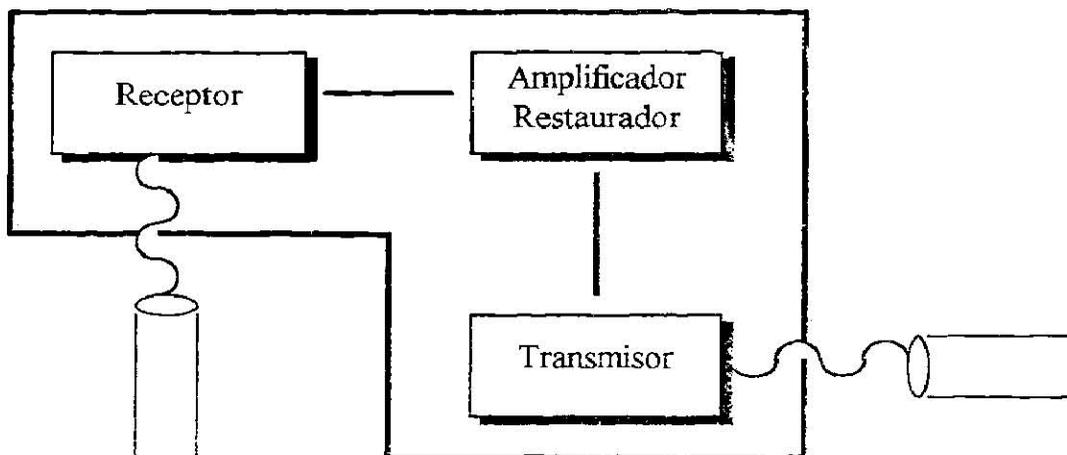


Diagrama 2.3 : Repetidor en un enlace óptico

TEMA 3 : TECNICAS DE SEÑALIZACION

Un mensaje o información puede transmitirse como señales eléctricas usando técnicas como:

- a) Banda base (o de origen)
- b) Montándolas en una portadora modulada (modulación)

TEMA 3.1 : SEÑALIZACION DE BANDA BASE

Cuando la señal es transmitida en la forma que es generada u originada en la fuente. Las señales de banda base pueden ser analógicas o digitales.

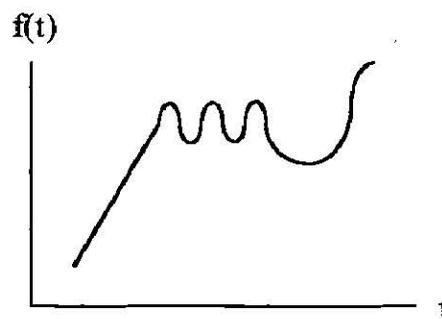


Diagrama 3.1 : Señal en banda de base analógica

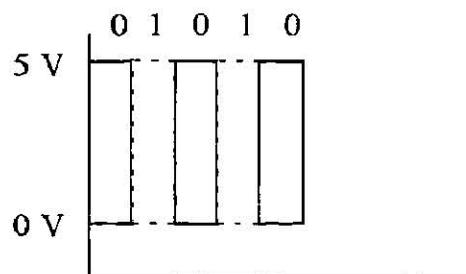


Diagrama 3.2 : Señal de banda base Digital

TEMA 3.1.1 : Señal Analógica

Una que es continua en el tiempo; como por ejemplo una señal de audio o vídeo.

TEMA 3.1.2 : Señal Digital

Es aquella que solo existe en algunos valores de tiempo; como por ejemplo de una señas de banda base digital.

La transmisión de una señal en banda base tiene la ventaja de que la señal se transmite tal como es generada, por lo tanto no se requiere circuiteria compleja para adoptar la señal al canal de transmisión.

Sin embargo tiene los siguientes inconvenientes:

- a) El canal debe ser compatible con la señal a transmitir
- b) La señal ocupa todo el canal de comunicación
- c) La señal es atenuada rápidamente por los efectos capacitivos, inductivos y resistivos del canal y por lo tanto se requieren repetidores mas cercanos.
- d) En el caso de señales analógicas, la interferencia y ruido afecta directamente al mensaje.

TEMA 3.2 : MODULACION

Para reducir los problemas mencionados, se utiliza la técnica de señalización que consiste en montar la señal de banda base en una señal portadora de alta frecuencia y enviar esta señal al canal. Esto se hace para poder aprovechar mejor un canal, proteger el mensaje de ruido pasándola a bandas mas altas de frecuencia y también aumentar la distancia a la que se puede mandar un mensaje.

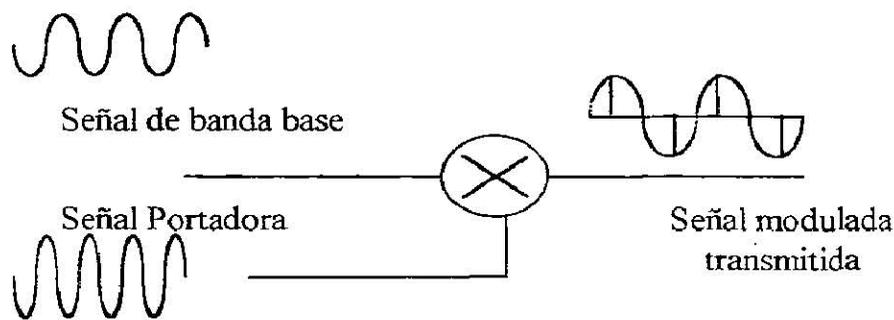


Diagrama 3.3 : Proceso de modulación analógica

Las características de la señal portadora que pueden ser variables son:

- a) Amplitud (amplitud modulada)
- b) Frecuencia (frecuencia modulada)
- c) Fase (modulación por fase)

TEMA 3.3 : ANCHO DE BANDA

Se refiere a la gama de frecuencias que puede transmitir un canal. Si la frecuencia mas baja que puede transmitir un canal F_1 y la mas alta F_2 , entonces el ancho de banda del canal será $F_2 - F_1$ y se expresa en hertz.

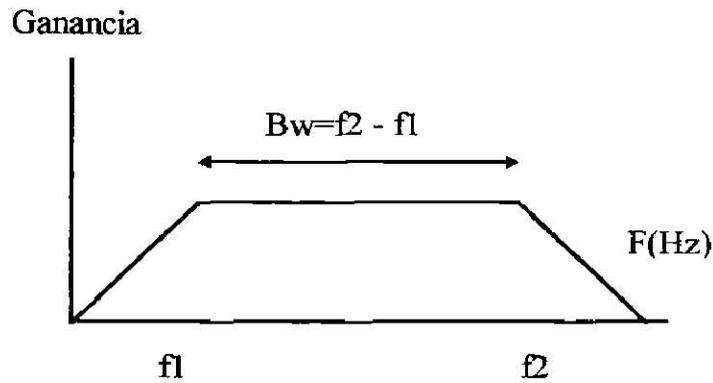


Diagrama 3.4 : Representación gráfica del ancho de banda

TEMA 4 : TECNICAS DE MODULACION

TEMA 4.1 : MODULACION ANALOGICA

En las técnicas de modulación analógica la información o mensaje modulará o variará algunas de las características de una senoidal, llamada portadora, por la que el mensaje se ha transportado en las variaciones de esa característica.

Las características mas importantes de una senoidal son:

- a) Amplitud
- b) Frecuencia
- c) Fase

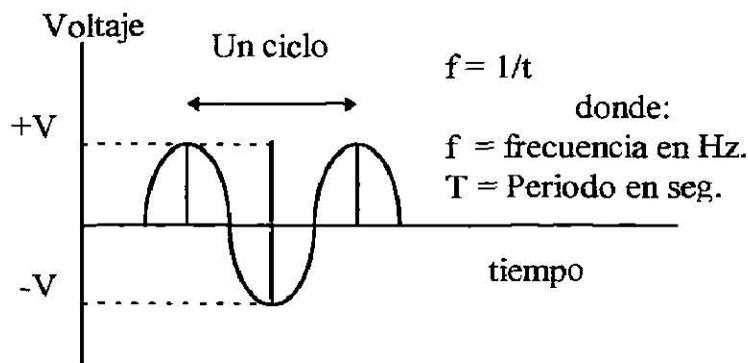


Diagrama 4.1 : Forma de onda de voltaje AC

Dependiendo de que característica varíe la señal moduladora (la señal de información), la modulación puede ser:

- a) Modulación en amplitud
- b) Modulación en frecuencia
- c) Modulación de Fase

TEMA 4.1.1 : Modulación De Amplitud AM

Cuando la amplitud de la onda portadora es la que varía para enviar el mensaje que se llama amplitud modulada AM.

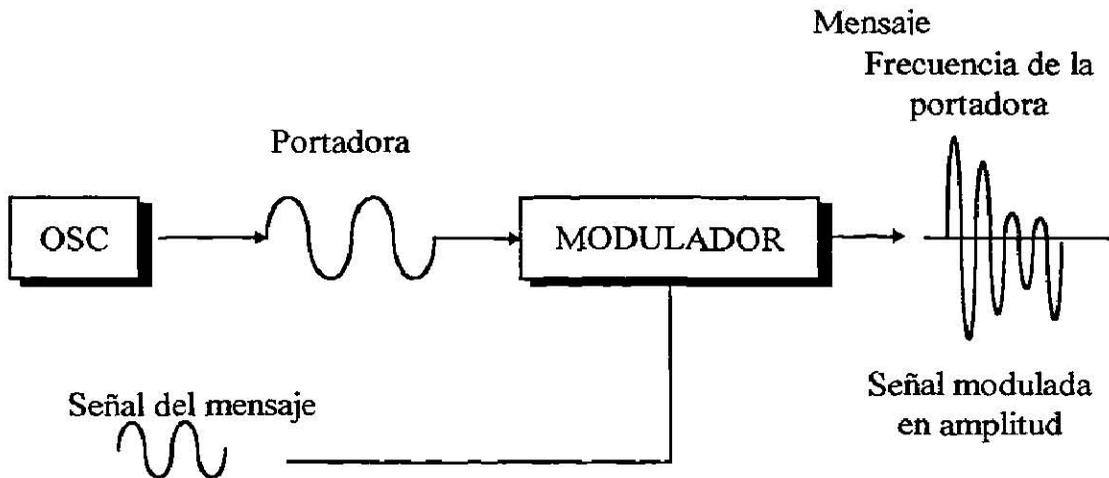


Diagrama 4.2 : Señal de AM

VENTAJAS

En el proceso se involucran sistemas simples como amplificadores, osciladores.

DESVENTAJAS

El proceso de multiplicación introduce un par de bandas laterales junto como consecuencia el ancho de banda de RF es el tono de la frecuencia del tono modulante. Como la información esta en las variaciones de la amplitud de la portadora es muy susceptible a efectos de ruido externos.

TEMA 4.1.2 : Modulación Por Frecuencia

En sistemas de FM el modulador debe convertir la señal eléctrica que contiene la información en variaciones de la frecuencia de la onda portadora. O sea que la frecuencia de la portadora cambia de acuerdo a la amplitud de la señal de banda de base del mensaje.

La técnica de FM tiene ventajas sobre la AM en que es mejor en su desempeño contra el ruido y mejora la necesidad de potencia. La señal mandada de FM tiene mayor protección contra el ruido ya que la información va en las variaciones de la frecuencia y no en las variaciones de la amplitud, que es mas afectable por interferencia. Por esta razón en transmisión de audio de alta fidelidad siempre se prefiere FM.

TEMA 4.1.3 : Modulación Por Cambio De Fase

Esta técnica consiste en variar de una portadora con la amplitud de la señal del mensaje de esta moduladora. Es muy poco usada para transmitir señales analógicas puesto que su circuitería para realizarla es muy compleja sin embargo es la favorita para la transmisión de datos de alta velocidad.

TEMA 4.2 : MODULACION ANALOGA EN FIBRAS OPTICAS

Hay variedad de formatos de modulación que pueden ser usados como LEDS y LASERS en un sistema de fibras ópticas. Las formas mas comunes de modular para transmitir señales en forma digital y analógica son PCM y modulación por intensidad (IM) respectivamente.

Los sistemas con fibras ópticas son diseñados principalmente para señales digitales, sin embargo, en varias situaciones se puede aplicar para transmitir señales analógicas.

TEMA 4.2.1 : Modulación De Intensidad (IM)

Los sistemas de transmisión analógicos por fibras ópticas están diseñados principalmente para la transmisión de señales de video. Son atractivos para esta aplicación, dada la simplicidad de sus circuitos y su bajo costo en comparación con las terminales de video digitales.

La técnica analógica mas simple es usar modulación de amplitud o de intensidad de la fuente (IM). En este esquema la señal eléctrica variante en el tiempo $s(t)$ es usada para modular directamente una fuente óptica, variando en torno a un nivel de polarización adecuada, la corriente que circula por la fuente óptica. El punto de operación está definido por la corriente de polarización IB.

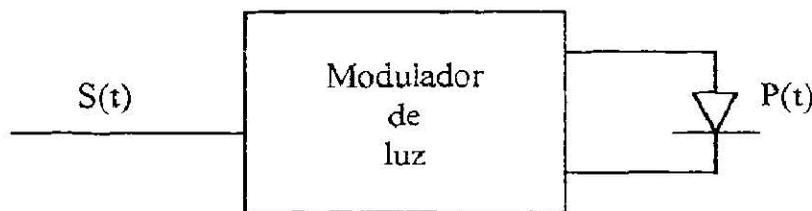


Diagrama 4.3 : Modulación de intensidad

La potencia óptica transmitida $P(t)$ es de la forma:

$$P(t) = P_t (1+mS(t))$$

donde:

- P_t = Es la potencia óptica promedio transmitida
 $S(t)$ = Señal de modulación analógica
 m = Índice de modulación $m = \Delta I / I_B$.

ΔI es la variación de la corriente al rededor del punto de operación. Para no introducir distorsión en la señal óptica, la modulación debe ser restringida a la región lineal de la curva de salida de la fuente de luz.

También si $\Delta I / I_B$, la porción mas baja de la señal llega a cortarse y producir una gran distorsión. De esta forma la amplitud de la señal de entrada es convertida directamente a variaciones de amplitud de haz de luz que entra a la fibra óptica.

Potencia óptica de salida

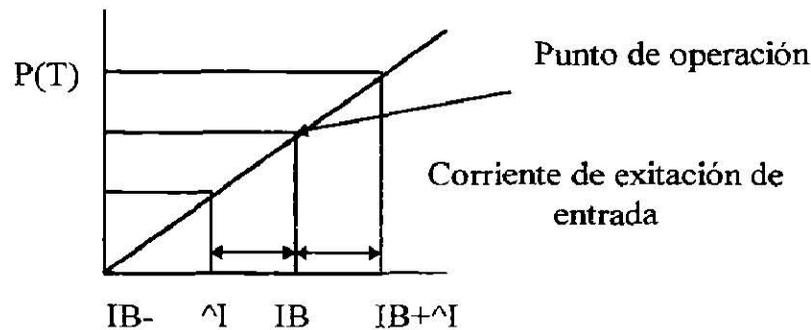


Diagrama 4.4 : Modulación analógica directa de una fuente LED

La señal de información puede transmitirse directamente en forma de banda de base e incorporarse en una portadora eléctrica por medio de una modulación en la amplitud (AM-IM).

Las características no lineales de luz afectan la calidad de la transmisión en las técnicas de modulación de banda base IM y AM-IM.

Una de las desventajas de la modulación analógica es que, se requiere una señal de ruido muy alta (mayor de 40 db), en el receptor. Otra es que son muy susceptibles a distorsión armónica debido a la no linealidad en las características en la fuente de luz.

TEMA 5 : TRANSMISION DIGITAL

La ventaja mas importante de la transmisión digital es notoria cuando se manejan señales débiles. Todos los detectores tienen un ruido interno inherente que afecta a las señales que entran en el detector en un mayor o menor grado.

Ya que los pulsos digitales están presentes o ausentes, ellos pueden ser detectados con baja probabilidad de error aun en la presencia de un ruido significativo.

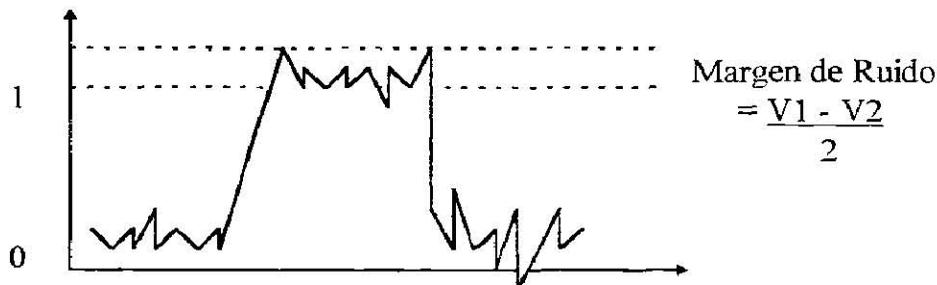
TEMA 5.1 : TECNICAS DE MODULACION DIGITAL

En estas técnicas, no se modula una portadora continua si no lo que se hace es discretizar la señal analógica y enviar una cadena de pulsos, cuyas características serán variadas por las señales del mensaje. Por esta razón se les llama modulación por pulsos.

Los tipos de modulación por pulsos son:

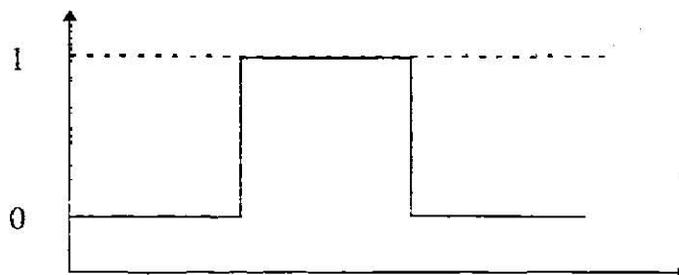
- a) PAM (modulación por amplitud de pulsos)
- b) PWM (modulación por ancho de pulso)
- c) PPM (modulación por posición de pulso)
- d) PCM (modulación por código de pulso)

Voltaje de entrada



a) Señal digital + Ruido

Voltaje de entrada



b) Señal digital recuperada de Ruido

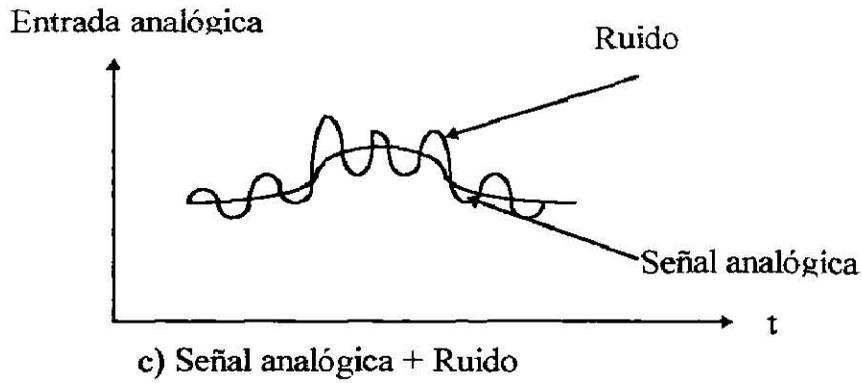
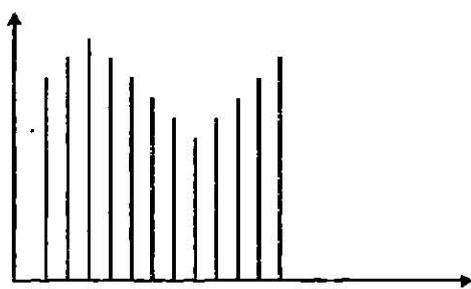
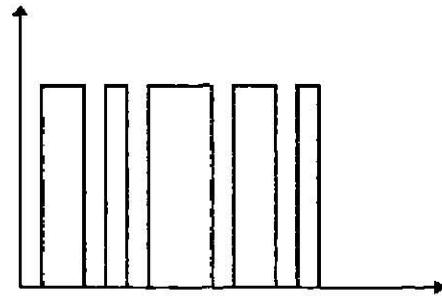


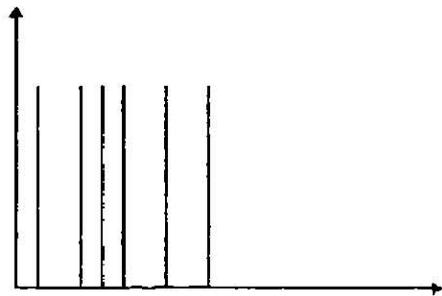
Diagrama 5.1 : Efectos del ruido en señales electrónicas



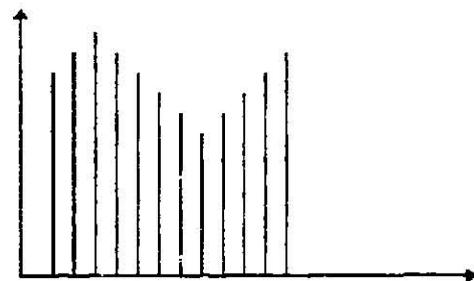
a) Modulación por amplitud de pulso



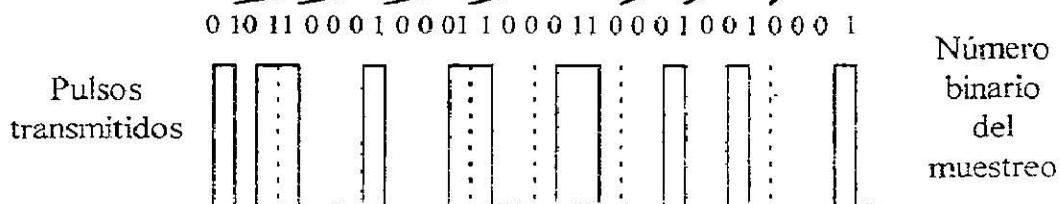
a) Modulación por amplitud de pulso



c) Modulación por posición de pulso



d) 5 8 9 8 6 3 2 1



d) Modulación por pulsos codificados

TEMA 5.2 : MODULACION POR PULSOS CODIFICADOS

La codificación digital está siendo adoptada para sistemas comerciales de comunicación con onda de luz por que tiene muchas ventajas sobre codificación analógica o de amplitud.

En PCM, la amplitud o altura de la forma de onda de entrada es muestreada electrónicamente a intervalos regulares. Para exactitud en la representación de la onda debe ser muestreada al doble de la componente de frecuencia mas alta de la señal.

Entonces una señal de voz, cuya máxima frecuencia de 4 KHz debe ser muestreada a 8000 veces/seg. Las alturas de las muestras individuales son codificadas en una secuencia de dígitos binarios de ceros y unos. Para transmitir un 1 puede ser representado por un pulso y un cero por la ausencia de un pulso.

TEMA 5.3 : COMPONENTES DE UN SISTEMA OPTICO BASADO EN PCM

a) FILTRO PASO BAJAS

La señal analógica es pasada por un filtro paso bajas con el fin de limitar su banda, pasa asegurar que no existen componentes de frecuencias mayores que F_{max} . Esto se hace para evitar empalmes al momento de muestrearlos.

b) CIRCUITO MUESTREADOR/RETENEDOR (S/H).

Tiene dos funciones:

- 1) Muestrear la señal en una frecuencia de al menos del doble de la frecuencia máxima de la señal analógica F_s mayor a $2F_{max}$ o sea se discretiza la señal analógica en señales de PAM.
- 2) El retenedor (HOLD) "CONGELA" las señales por un instante de tiempo suficiente para que el convertidor análogo digital termine la conversión de la muestra a código binario.

c) CONVERTIDOR ANALOGO DIGITAL

Su función es cuantizar las muestras convirtiéndolas a un código binario.

d) TRANSMISOR OPTICO

Aquí la fuente de la luz es modulada por la señal y el haz de luz acoplado a la fibra óptica.

e) RECEPTOR OPTICO

En el otro extremo de la fibra, la luz es capturada por el receptor en donde el fotodiodo convierte la señal de luz en una señal eléctrica binaria.

f) CONVERTIDOR DIGITAL ANALOGICO

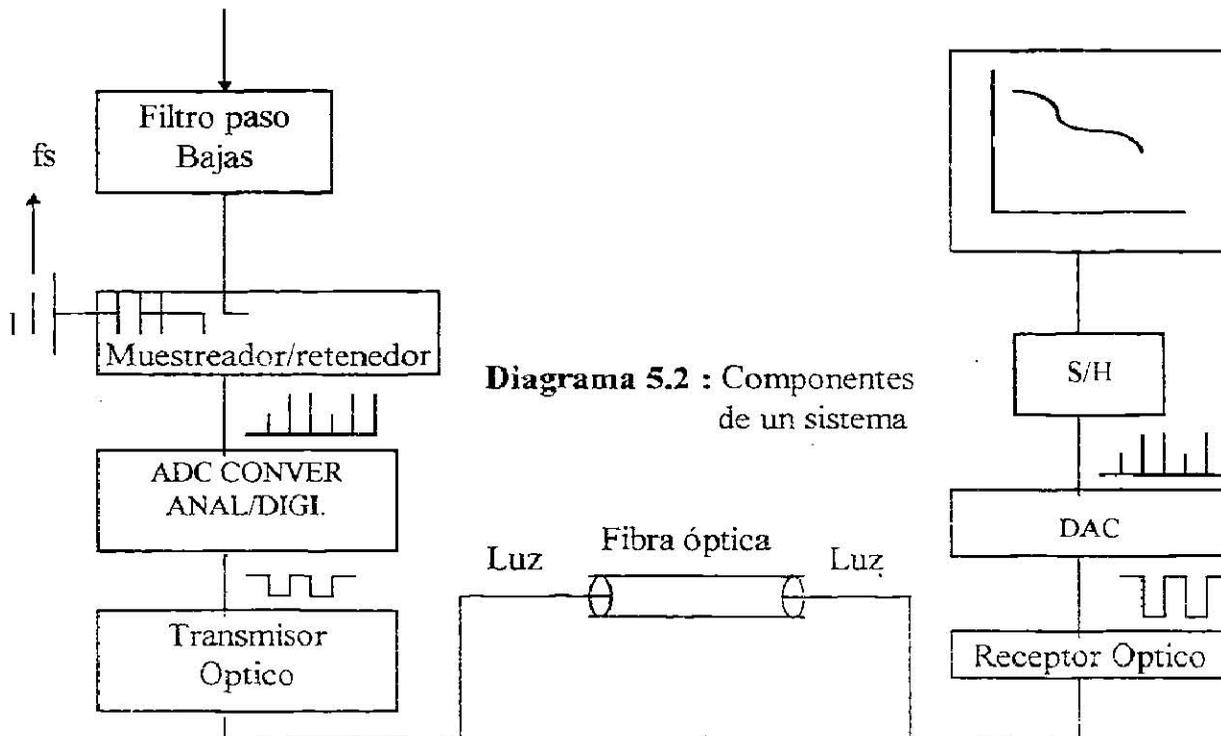
Toma la señal binaria y la convierte en una señal equivalente PAM.

g) MUESTREADOR RETENEDOR (S/H)

Este circuito elimina componentes de ruido introducidos en el proceso de reconversión.

h) FILTRO PASO BAJAS

Elimina las componentes de alta frecuencia generales en el muestreo. Alisa la señal para recuperar finalmente la señal analógica.



TEMA 5.4 : VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE PCM

VENTAJAS

- a)** Las señales digitales toleran grandes cantidades de atenuación o distorsión sin degradar severamente la información ya que el receptor solo tiene que realizar los niveles de decisión. Esto generalmente se traduce en incremento de la distancia entre repetidores.
- b)** Esta técnica es idónea para trabajar con fuentes de luz como LED's y LD's ya que las no linealidades de la fuente no afectan a la señalización de dos niveles.
- c)** Facilidad de multiplexar el equipo en el tiempo abatiendo los costos.

DESVENTAJAS

- a)** Se requiere un ancho de banda mucho mayor que el de la señal misma.
- b)** Se requiere equipo especial para adaptarlos a canales analógicos existentes, y para hacer la conversión de analógico a digital.
- c)** El codificado, el procesamiento digital y decodificado de las señales analógicas aumentan el mecanismo de ruido que es muy distinto al existente en sistemas analógicos.
- d)** Es más costoso que su contraparte analógico.

TEMA 6 : TECNICAS DE MULTIPLEXAJE

Multiplexaje o multicanalización es una técnica que permite que varios mensajes sean transmitidos simultáneamente sobre una trayectoria común. Para dividir la trayectoria física se usan básicamente dos técnicas, a saber :

- a) Multiplexaje por división de la frecuencia (FDM)
- b) Multiplexaje por división del tiempo (TDM)

Además hay otra técnica que es de uso exclusivo para comunicaciones ópticas, multiplexaje por división de longitud de onda. Esta última, es una derivación de FDM.

Existe otra técnica que es de uso exclusivo para comunicaciones ópticas, multiplexaje por división de longitud de onda. Esta última, es una derivación de FDM.

El multiplexor combina las entradas de varios canales de información a una sola fuente de señal compuesta, la cual es usada para modular el LED ó el LASER semiconductor.

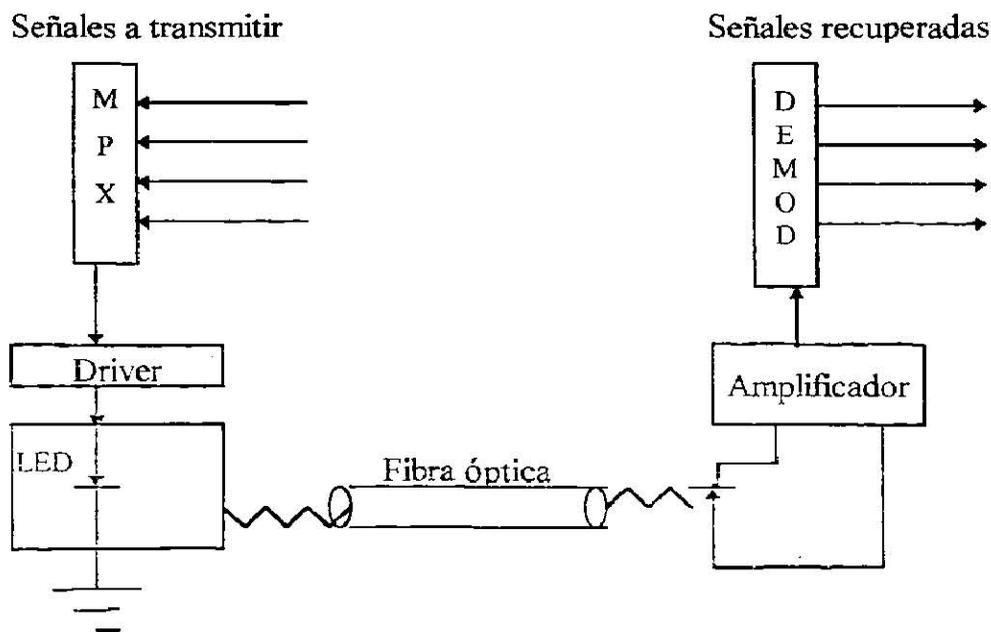


Diagrama 6.1 : Multiplexor en comunicaciones ópticas

TEMA 6.1 : MULTIPLEXAJE POR DIVISION DE FRECUENCIA (FDM)

El espectro de frecuencia representado por el ancho de banda disponible de un canal puede ser dividido en porciones de anchos de banda más pequeños, donde cada porción se le asigna una de varias fuentes de señal. Este es el principio en el que se basa el Multiplexaje por división de la frecuencia.

TEMA 6.2 : MULTIPLEXAJE POR DIVISION EN EL TIEMPO (TDM)

Es una técnica lo que se hace es compartir en intervalos de tiempo asignados a cada canal en donde cada usuario utiliza toda la banda por un instante de tiempo. Es el método de multiplexaje más usado en sistema digitales.

TEMA 6.3 : MULTIPLEXAJE POR DIVISION DE LONGITUD DE ONDA

Esta técnica es exclusiva para usarse en comunicaciones ópticas. En un enlace estándar punto a punto una línea de una sola fibra tiene una fuente óptica en su extremo transmisor y un fotodetector en el extremo receptor.

Señales de diferentes fuentes de luz requieren fibras separadas y de uso exclusivo de la longitud de onda emitida por esa fuente de luz. Ya que una fuente de luz tiene anchos espectrales relativamente estrechos, solamente una pequeña parte del espectro disponible de la fibra se esta ocupando para transmitir información.

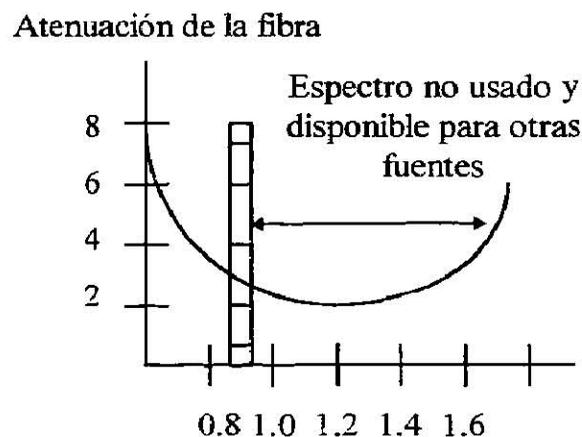


Diagrama 6.2 : Longitud de onda (UM)

Con las técnicas de WDM se hace uso simultáneo de muchos canales espectrales, utilizando varias fuentes de luz, con longitudes de onda apropiadas para el espectro de la fibra óptica, donde cada fuente puede mandar mensajes independientemente sin interferirse.

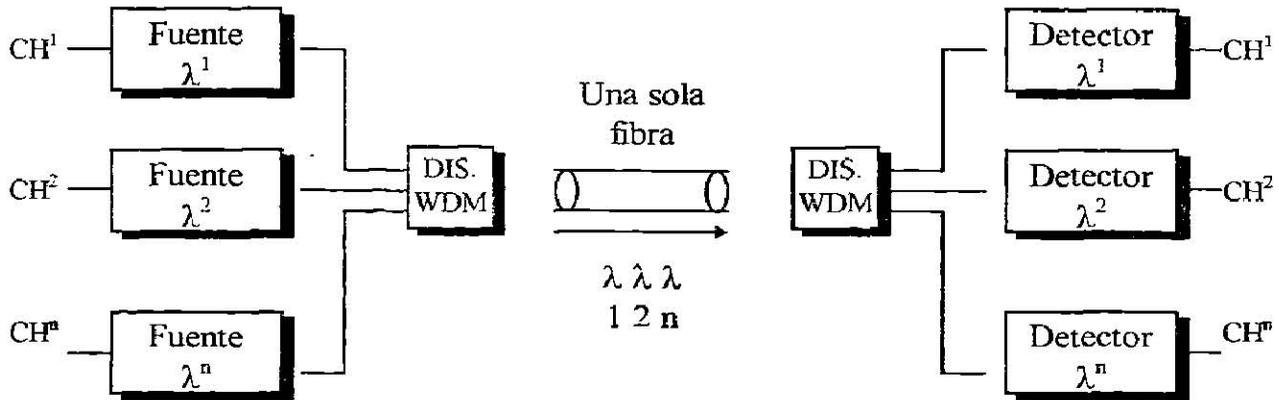


Diagrama 6.3 : Sistema unidireccional WDM

Inclusive se puede aprovechar la misma fibra para transmitir en modo bidireccional usando dos ó más longitudes de onda simultáneamente en direcciones opuestas.

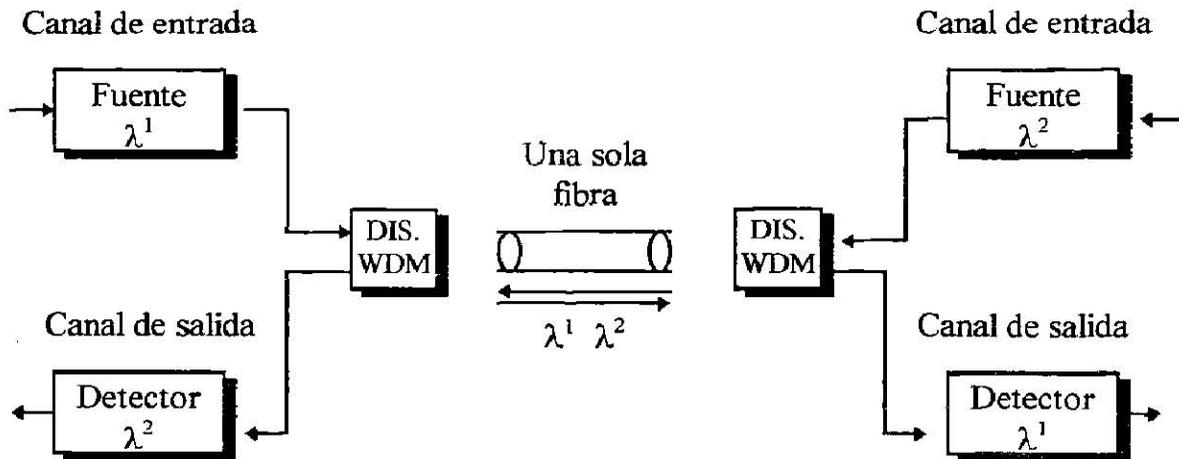


Diagrama 6.4 : Sistema FULL - DOPLEX usando WDM

