

Capítulo 6

La Capa Física

Complementos de la parte 1

Application
Transport
Network
Link
Physical

Señales

- Otra clasificación de las señales:
 - **periódicas**
 - $s(t+T) = s(t)$ para todo $-\infty < t < \infty$.
 - **aperiódicas** (también **no periódicas**)
- Por ejemplo:
 - Fig. 6.1a de la parte 1 (aperiódica) y Fig. 6.2 filmína siguiente (periódica)

Ondas sinusoidales

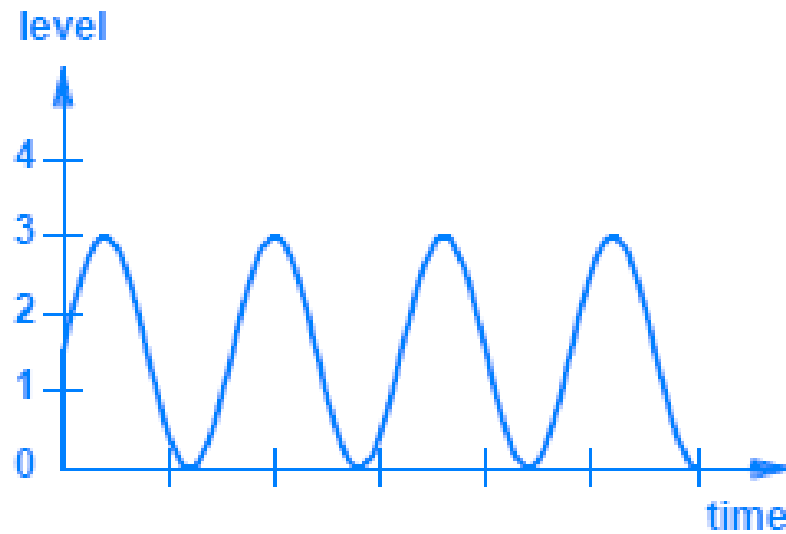


Figure 6.2 A periodic signal repeats.

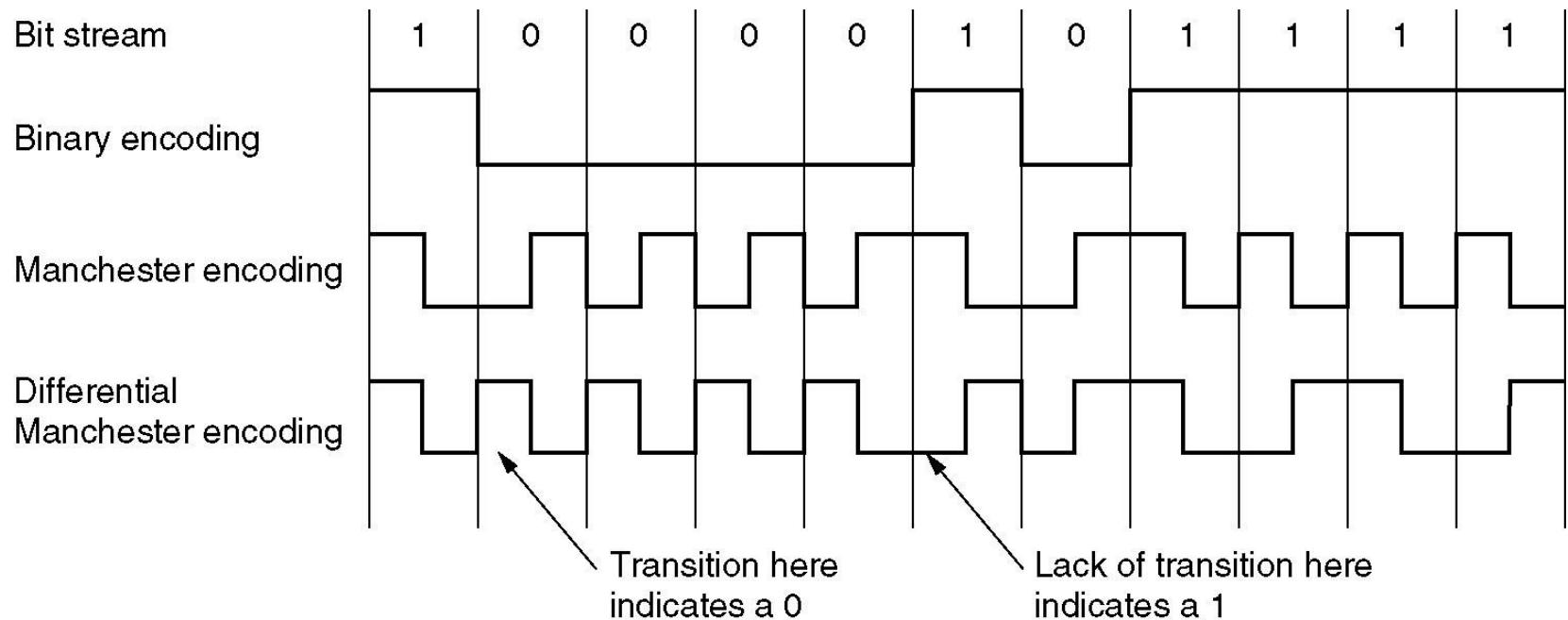
Señales compuestas

- Si una señal compuesta es periódica, entonces las partes constitutivas son también periódicas
 - La mayoría de los sistemas usan señales compuestas para transportar información.
 - Una señal compuesta es creada en uno de los extremos y el receptor descompone la señal en sus componentes simples.

Codificación de Bits en Ethernet

- **Propósito:** Comprender **cómo se trabaja con señales digitales en Ethernet y en Fast Ethernet.**
- **Solución 1: Codificación Manchester**
 - ☐ Cada período de bit se divide en dos intervalos iguales.
 - ☐ Un bit 1 se envía teniendo un voltaje alto en el primer intervalo y bajo durante el segundo.
 - ☐ Un 0 binario es justo lo inverso: primero bajo y después alto.
- **Solución 2: Codificación Manchester Diferencial**
 - ☐ un bit 1 se indica mediante la ausencia de una transición al inicio del intervalo.
 - ☐ Un bit 0 se indica mediante la presencia de una transición al inicio del intervalo.
 - ☐ En ambos casos, también hay una transición a la mitad.
- **Evaluación:** El esquema diferencial requiere equipo más complejo, pero ofrece mejor inmunidad al ruido.

Codificación Manchester



(a) Binary encoding, (b) Manchester encoding,
(c) Differential Manchester encoding.

Codificación de Bits en Ethernet

- Todos los sistemas Ethernet usan codificaciones Manchester.
 - ❑ La señal alta es de 0,85 voltios y la baja de $-0,85$ voltios.
- **100BASE-FX (fast ethernet)**
 - ❑ 2 líneas de fibra óptica : una para recepción (RX) y la otra para transmitir (TX).
 - ❑ La distancia entre una estación y el conmutador es de hasta 2 km.
 - ❑ Los cables 100BaseFX deben conectarse a conmutadores.
 - Los concentradores no están permitidos con 100Base-FX

Codificación de Bits en 100BASE-FX

- **100BASE-FX (cont):**

- ☐ La codificación es mediante el esquema 4B/5B NRZI.
- ☐ Cada 4 bits de datos son codificados en un símbolo con 5 bits de código, tal que cada bit de código contiene un simple elemento de señal. El bloque de código de 5 bits se llama **grupo de código**.
- ☐ Para asegurar sincronización cada bit de código del stream de 4B/5B es tratado como un valor binario y codificado así: un bit 1 se representa con una transición al comienzo del intervalo de bit y un 0 se representa con ninguna transición al comienzo del intervalo de bit.
- ☐ Cada grupo de 5 períodos de reloj da 32 combinaciones, Las 16 primeros se usan para transmitir números entre 0 y 15. Algunos de los 16 valores restantes se usan para control, como el marcado de límites de tramas.
- ☐ Una transición está presente al menos 2 veces para cada 5-code. No más de 3 ceros son permitidos en un 5-code.

TABLE 13.8 4B/5B code groups.

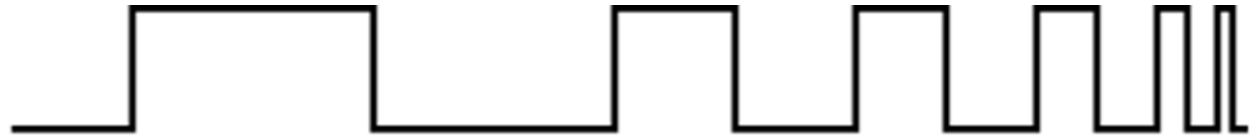
Data input (4 bits)	Code group (5 bits)	NRZI pattern	Interpretation
0000	11110		Data 0
0001	01001		Data 1
0010	10100		Data 2
0011	10101		Data 3
0100	01010		Data 4
0101	01011		Data 5
0110	01110		Data 6
0111	01111		Data 7
1000	10010		Data 8
1001	10011		Data 9
1010	10110		Data A
1011	10111		Data B
1100	11010		Data C
1101	11011		Data D
1110	11100		Data E
1111	11101		Data F
	11111		Idle
	11000		Start of stream delimiter, part 1
	10001		Start of stream delimiter, part 2
	01101		End of stream delimiter, part 1
	00111		End of stream delimiter, part 2
	00100		Transmit error
	other		Invalid codes

Señales digitales vs señales analógicas

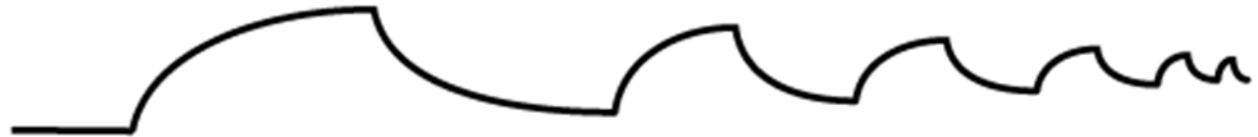
- Las señales digitales generalmente son más baratas que las señales analógicas y son menos susceptibles a interferencias de ruidos.
- Las señales digitales sufren más de **atenuación** (reducción de fuerza de la señal) que las señales analógicas.
 - A frecuencias mayores los pulsos se tornan más redondeados y pequeños.
 - Esta atenuación puede llevar rápidamente a la pérdida de información contenida en la señal.

Atenuación de señales digitales

Voltage at
transmitting end



Voltage at
receiving end



Ruido

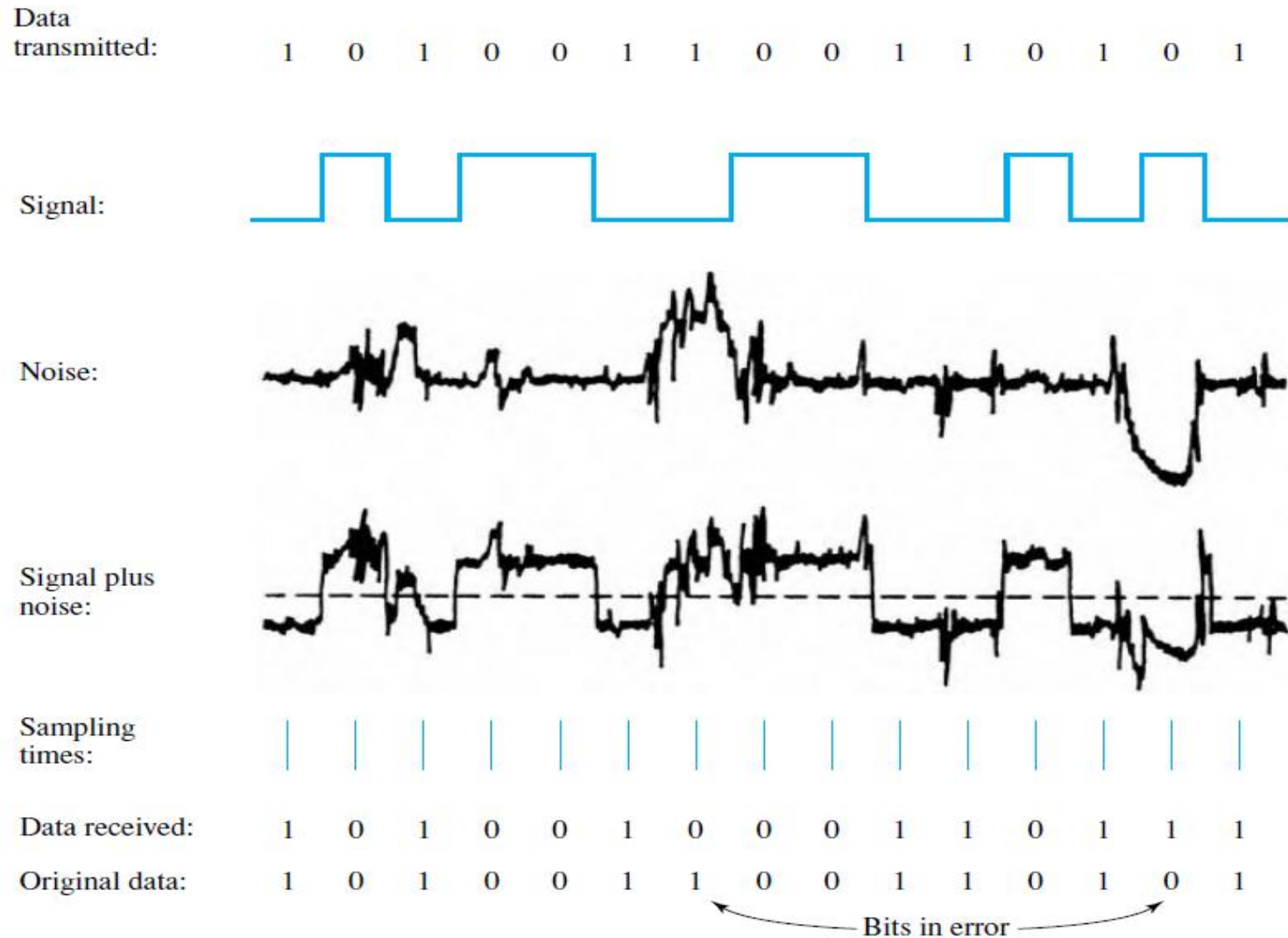
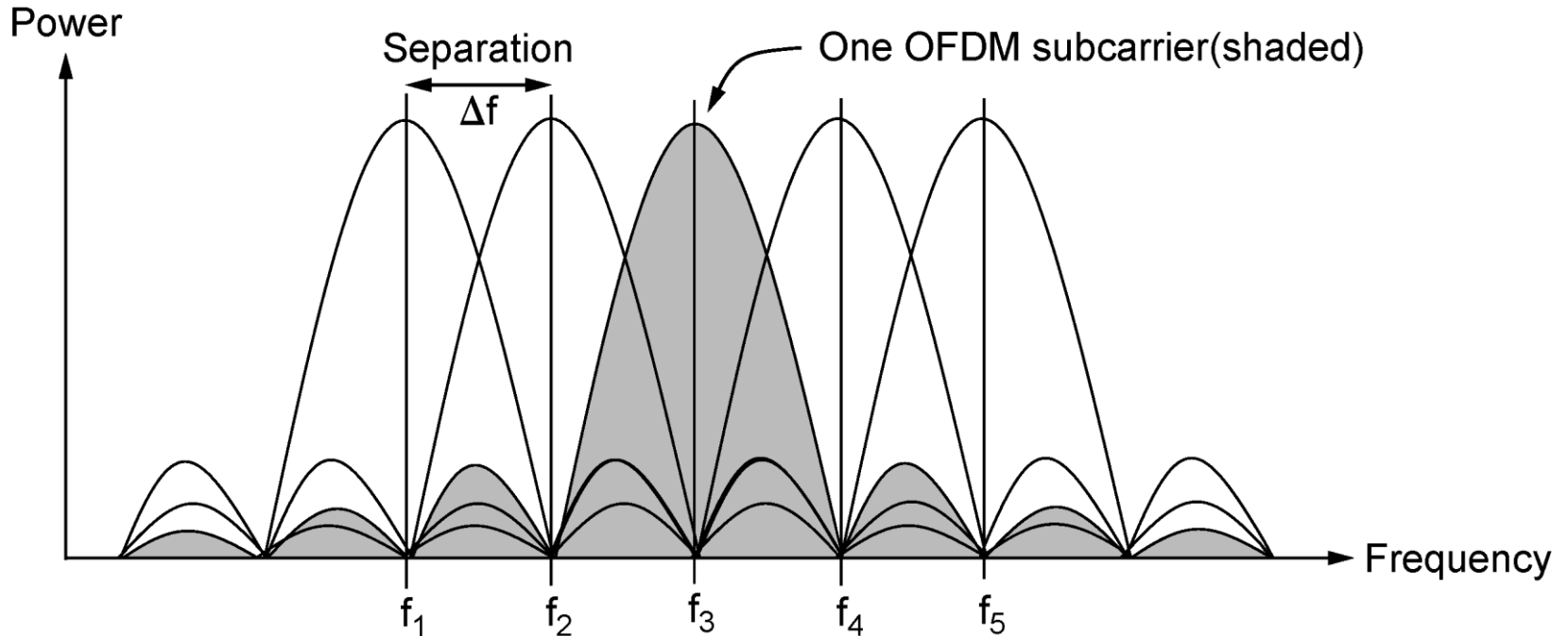


Figure 3.16 Effect of Noise on a Digital Signal

Multiplexado por división de frecuencia

- En **OFDM** (**Orthogonal Frequency Division Multiplexing**),
 - el ancho de banda del canal es dividido en varias portadoras que independientemente envían datos (e.g., with QAM).
 - Estas portadoras son empaquetadas juntas en el dominio de frecuencias, de modo que las señales de cada portadora se extienden a las adyacentes.
 - Sin embargo, como se ve en la Fig. 2-26, la respuesta de cada portadora es diseñada de modo que es cero en el centro de las portadoras adyacentes.

Multiplexado por división de frecuencia



Orthogonal frequency division multiplexing (OFDM).

Multiplexado por división de frecuencia

- Las portadoras pueden ser muestreadas en sus frecuencias del centro sin interferencia de sus vecinos.
 - Para hacer este trabajo, un **tiempo guarda** es necesitado para repetir una porción de los símbolos de señales en el tiempo de modo que tienen la respuesta de frecuencia deseada.
 - Sin embargo, esta sobrecarga es mucho menos que la necesitada para varias bandas guarda.
- La idea de OFDM ha estado disponible por mucho tiempo, pero solo en la última década ha sido adoptada ampliamente.

Multiplexado por división de frecuencia

- OFDM es usada en 802.11 y redes de cable.
- Usualmente un stream a tasa alta de información digital es dividido en varios streams de tasa baja que son transmitidos on las portadoras en paralelo.
 - Esta division es útil porque es más fácil tratar al nivel de la portadora con degradaciones del canal;
 - algunas portadoras pueden ser degradadas mucho y excluidas en favor de las portadoras que son recibidas bien.

Multiplexado por división de código

- El incremento de la cantidad de información que se va a enviar de b bits/seg a mb chips/seg solo puede realizarse si el ancho de banda disponible **se incrementa** por un factor de m .

Multiplexado por división de longitud de onda

- **WDM (multiplexión por división de longitud de onda)** se refiere a la aplicación de FDM a la fibra óptica.
 - Algunas fuentes usan el término **WDM denso** (DWDM) para enfatizar que muchas longitudes de onda de luz pueden ser usadas.
- Las entradas y salidas de WDM son **longitudes de onda de luz**.
 - denotadas por la letra griega λ , e informalmente llamados colores.
- Cuando la luz pasa a través de un **prisma**
 - los colores del espectro son separados.
- Si el conjunto de rayos de colores son dirigidos a un prisma en el ángulo correcto,
 - el prisma va a **combinar los rayos** para formar un rayo único de luz blanca.

Multiplexado por división de longitud de onda

- Prismas forman la base del multiplexado y demultiplexado óptico.
 - Un multiplexor acepta rayos de luz en varias longitudes de onda y usa un prisma para combinarlos en un rayo único.
 - Un demultiplexor usa un prisma para separar las longitudes de onda..

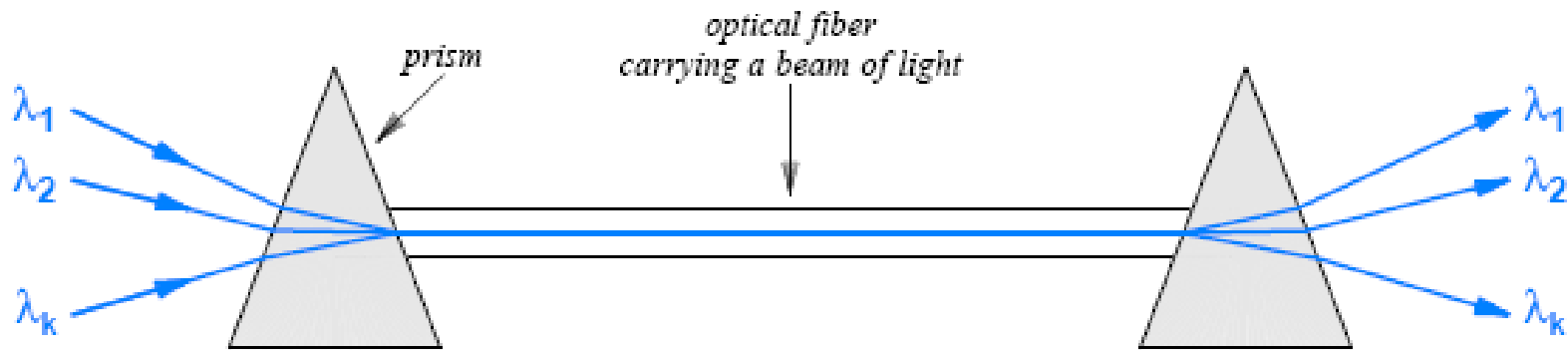


Figure 11.7 Illustration of prisms used to combine and separate wavelengths of light in wavelength division multiplexing technologies.

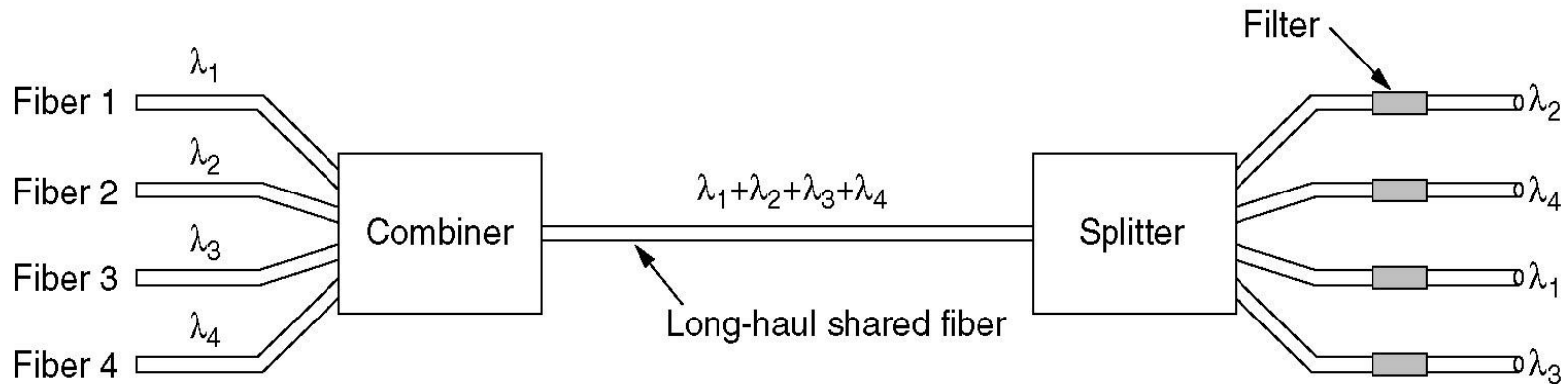
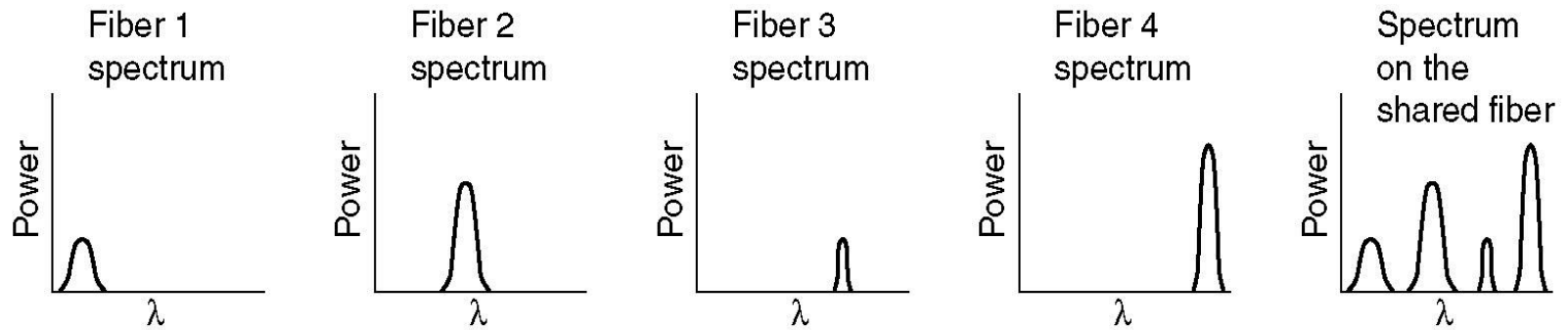
Multiplexado por división de longitud de onda

- En la Fig. 32 se muestran los principios básicos de la WDM en fibra.
 - Aquí 4 fibras se juntan en un **combinador óptico**, cada una con su energía presente a distintas longitudes de onda.
 - Los 4 haces se combinan en una sola fibra compartida para transmisión a un destino distante.

Multiplexado por división de longitud de onda

- En el destino distante el haz se divide en tantas fibras como hayan entrado.
- Cada fibra saliente contiene un núcleo corto que filtra todas las longitudes de onda, excepto una.
- Las señales resultantes pueden enrutarse a su destino o recombinarse en diferentes formas para transporte adicional multiplexado.

Multiplexado por división de longitud de onda



Wavelength division multiplexing.

Multiplexado por división de longitud de onda

- Esto se trata de multiplexado por división de frecuencia a frecuencias muy altas.
 - Siempre y cuando cada canal tenga su propio rango de frecuencia (es decir, longitud de onda), y todos los intervalos estén separados, se pueden multiplexar juntos en la fibra de largo alcance.
 - La única diferencia con respecto a la FDM eléctrica es que un sistema óptico que usa una rejilla de difracción es totalmente pasivo y, por ello muy confiable.

Multiplexado por división de longitud de onda

- **Un poco de historia:**

- Los primeros sistemas comerciales tenían 8 canales, cada uno de 2,5 Gbps.
- En 1998: sistemas de 40 canales de 2,5 Gbps.
- En 2001: sistemas de 96 canales de 10 Gbps.
- Ya hay sistemas de 200 canales.

Multiplexado por división de longitud de onda

- La razón por la que WDM es popular es que la energía de una sola fibra por lo general es de unos cuantos gigahertz,
 - debido a que en la actualidad es imposible convertir con mayor rapidez entre los medios óptico y eléctrico.
 - Al ejecutar muchos canales en paralelo sobre diferentes longitudes de onda, el ancho de banda agregado se incrementa de manera lineal de acuerdo con el número de canales.

Multiplexado por división de longitud de onda

- Puesto que el ancho de banda de una sola banda de fibra es de alrededor de 25000 GHz, teóricamente hay espacio para 2500 canales de 10 Gbps incluso a 1 bit/Hz (también son posibles tasas más altas.)
- Los amplificadores ópticos pueden regenerar toda la señal una vez cada 1000 km.