

Arquitectura de comunicaciones Móviles

*Multiplexación,
Métodos de acceso al medio y
Duplexación*

Ing. Anibal Pose

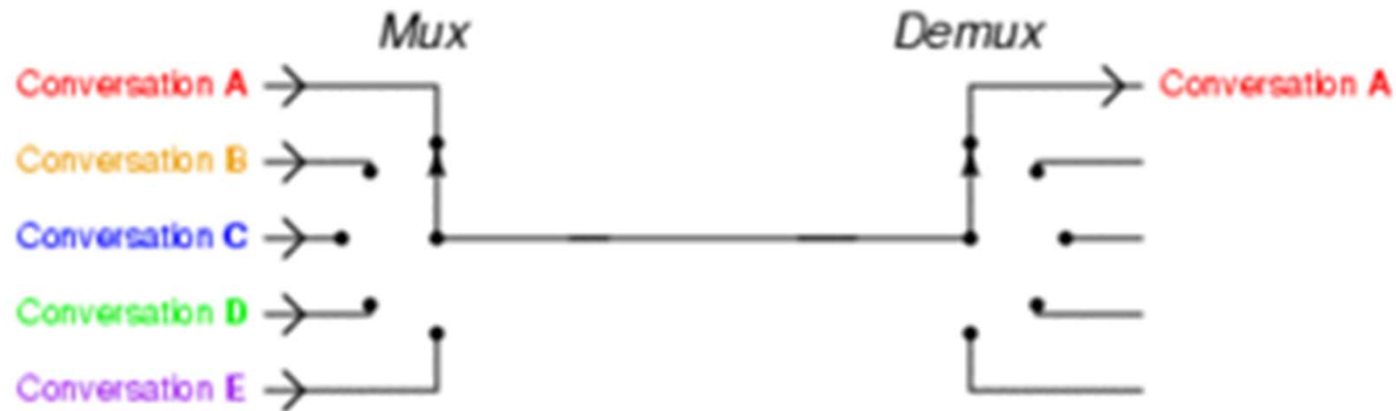
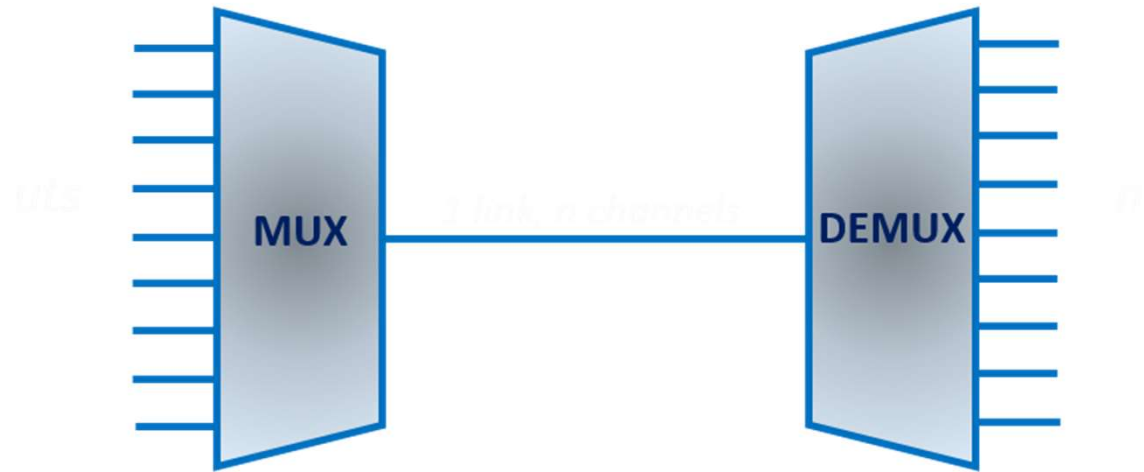
Multiplexación – Que es ?

El multiplexado es una técnica que permite que varias computadoras o múltiples flujos de información compartan un único medio de transmisión. Es por ello que el recurso de mayor interés es el ancho de banda que se mide en hertzios en los sistemas de comunicaciones analógicas, y en bits/seg en los sistemas de transmisión digital. Esta técnica optimiza la utilización del medio de transmisión que, por lo general, es costoso.

El proceso inverso, es decir la extracción de una determinada señal (que lleva información) de entre las múltiples que se pueden encontrar en un cierto canal de comunicaciones se denomina demultiplexación.

La multiplexación se refiere a la habilidad para transmitir datos que provienen de diversos pares de aparatos (transmisores y receptores) denominados canales de baja velocidad en un medio físico único (denominado canal de alta velocidad).

Multiplexación

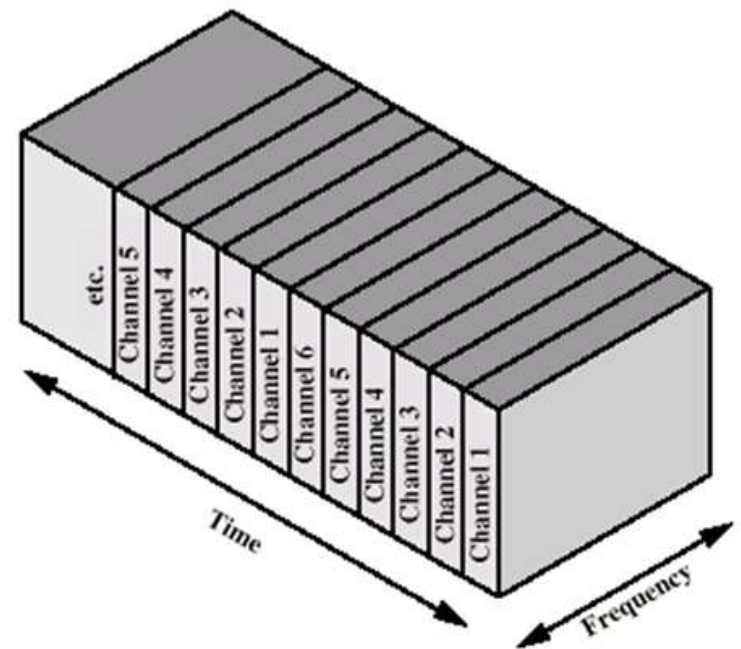
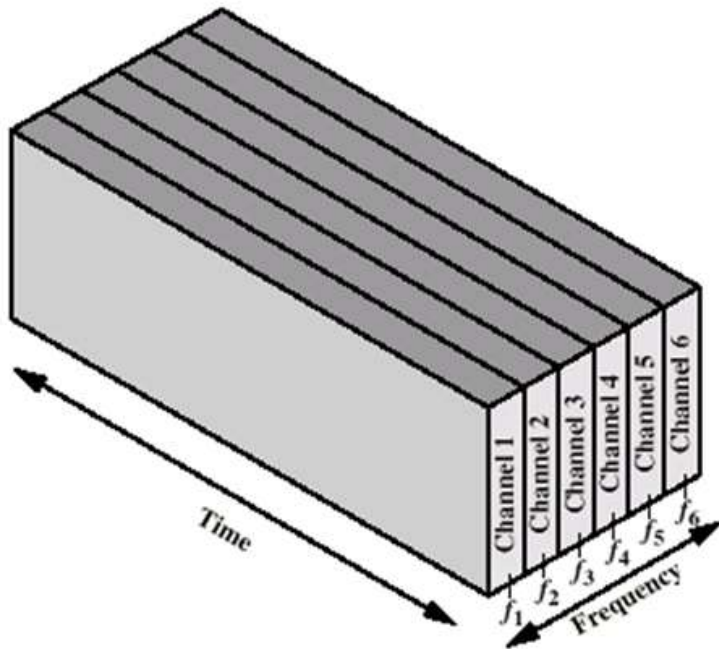


TIPOS DE MULTIPLEXACIÓN

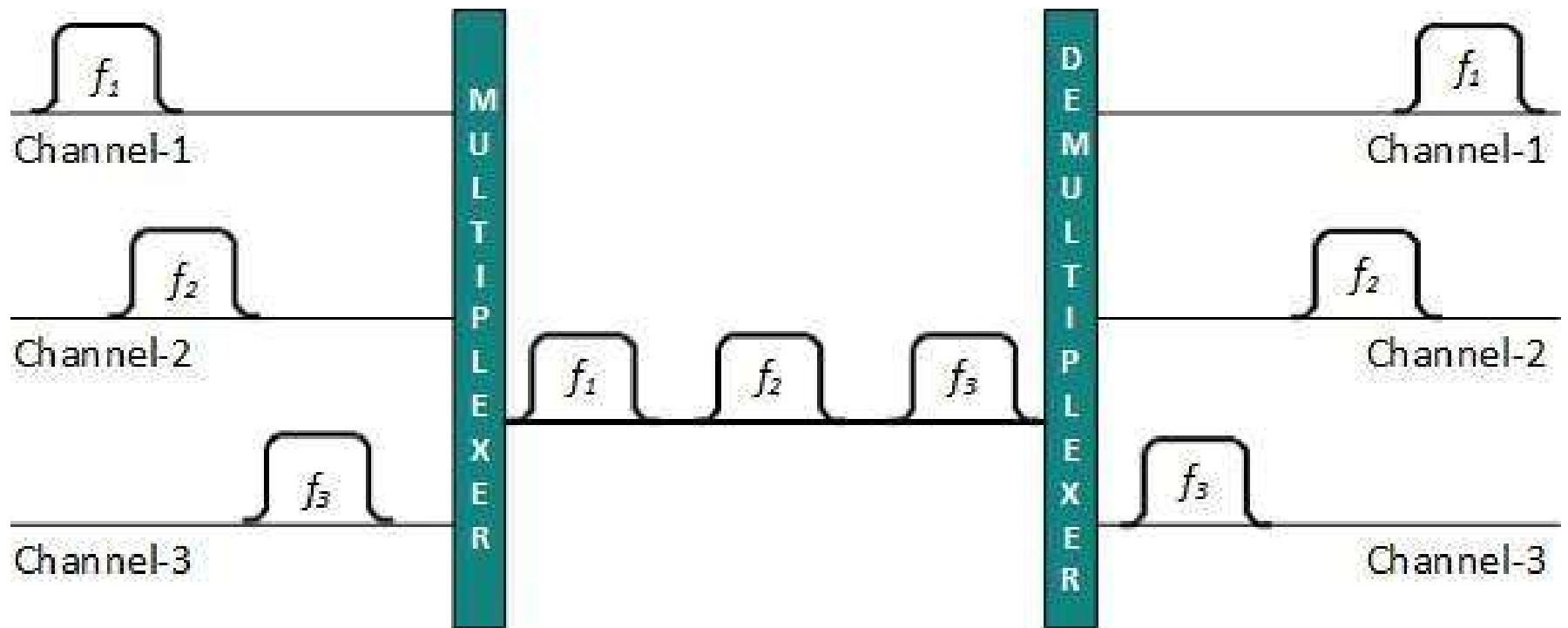
Tipos de Multiplexación

- FDM (Frequency Division Multiplexing)
 - ▣ El espectro de frecuencias es dividido entre canales lógicos: cada usuario tiene posesión exclusiva de alguna banda de frecuencia
- TDM (Time Division Multiplexing)
 - ▣ Los usuarios toman turnos (en round robin), obteniendo periódicamente cada uno el ancho de banda completo por un pequeño período de tiempo
- WDM (Multiplexación por División de Longitud de Onda o simplemente Multiplexación por Longitud de Onda)
- CDM (Code Division Multiplexing) Es un término genérico para varios métodos de multiplexación o control de acceso al medio basado en la tecnología de espectro expandido.

FDM



FDM



TDM

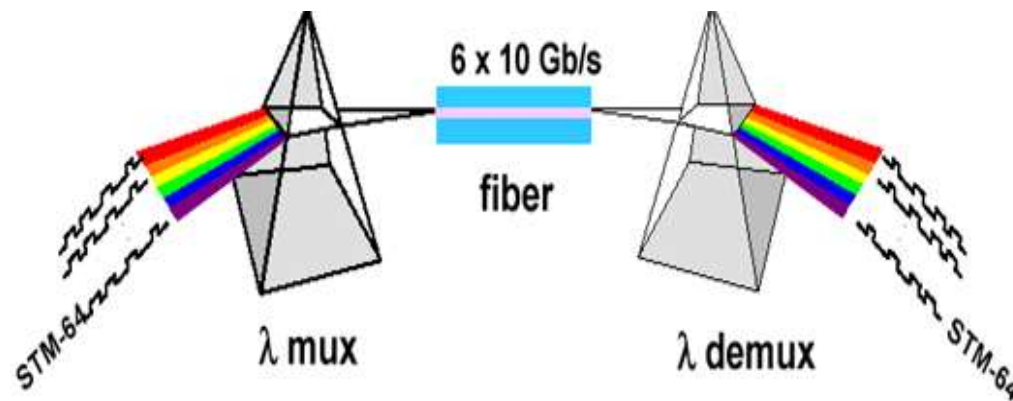
- Aunque FDM se utiliza todavía sobre cables de cobre o canales de microondas, requiere circuitería analógica.
- En contraste TDM puede ser manejado enteramente por electrónica digital, y se ha vuelto de más amplio uso en años recientes.
- TDM solo puede ser utilizado para datos digitales
- Como el local loop produce señales analógicas, es necesario realizar una conversión analógico/digital en la end office, donde todos los local loops individuales se combinan sobre los troncales
- Cómo múltiples señales de voz analógicas se digitalizan y combinan sobre un único troncal digital ?

FDM vs. TDM

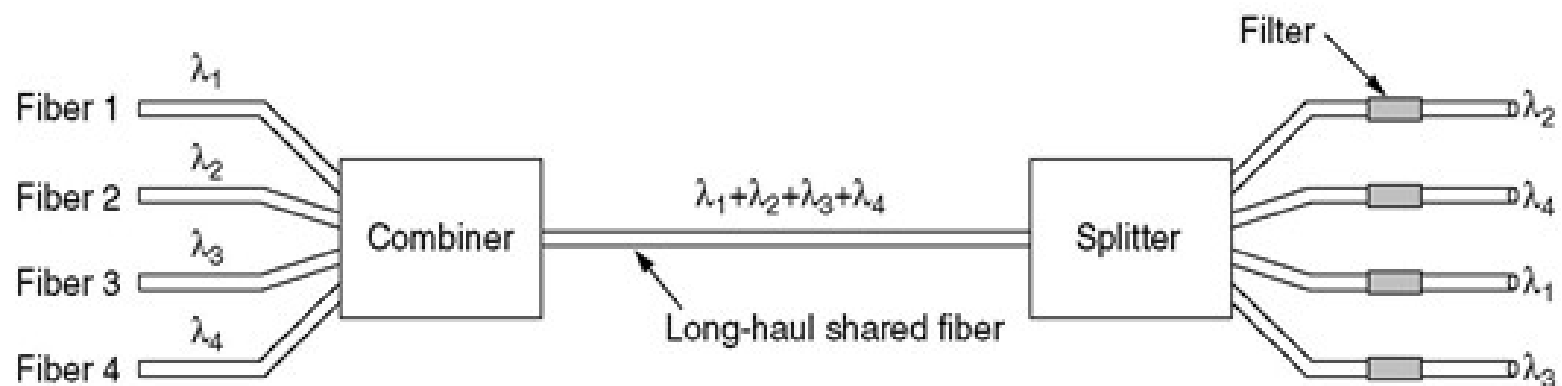
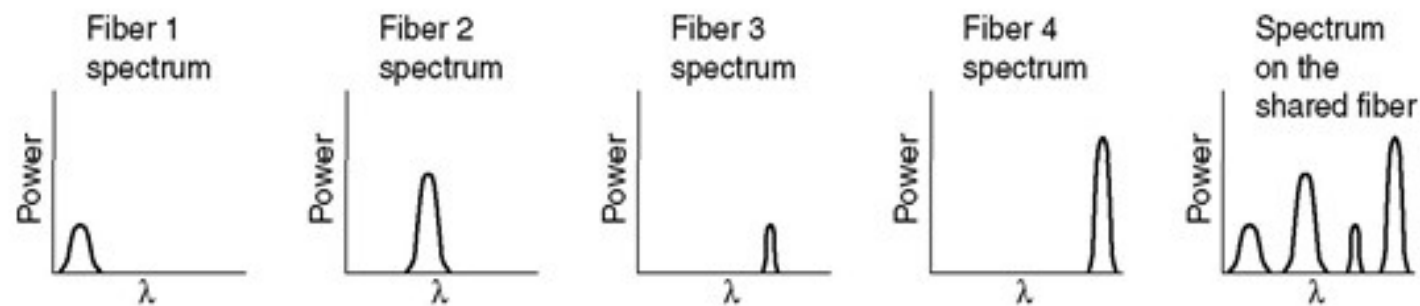
- Ejemplo: difusión de radio AM
- Espectro reservado ~ 1 Mhz (500-1500 kHz)
- Diferentes frecuencias reservadas a diferentes canales lógicos (emisoras). Cada una opera en una porción del espectro => FDM
- Cada estación tiene dos subcanales lógicos: música y avisos comerciales. Los dos alternan en la misma frecuencia, primero una ráfaga de música y luego una ráfaga de avisos y así siguiendo => TDM

Multiplexación por Longitud de Onda (WDM)

La capacidad de una fibra óptica (FO) se puede incrementar transmitiendo diversas longitudes de onda en una única fibra. Esta técnica bien conocida de *Multiplexación por división de frecuencia*, FDM (*Frequency Division Multiplexing*), se denomina en los sistemas ópticos Multiplexación por División de Longitud de Onda o simplemente Multiplexación por Longitud de Onda (*Wavelength Division Multiplexing*).



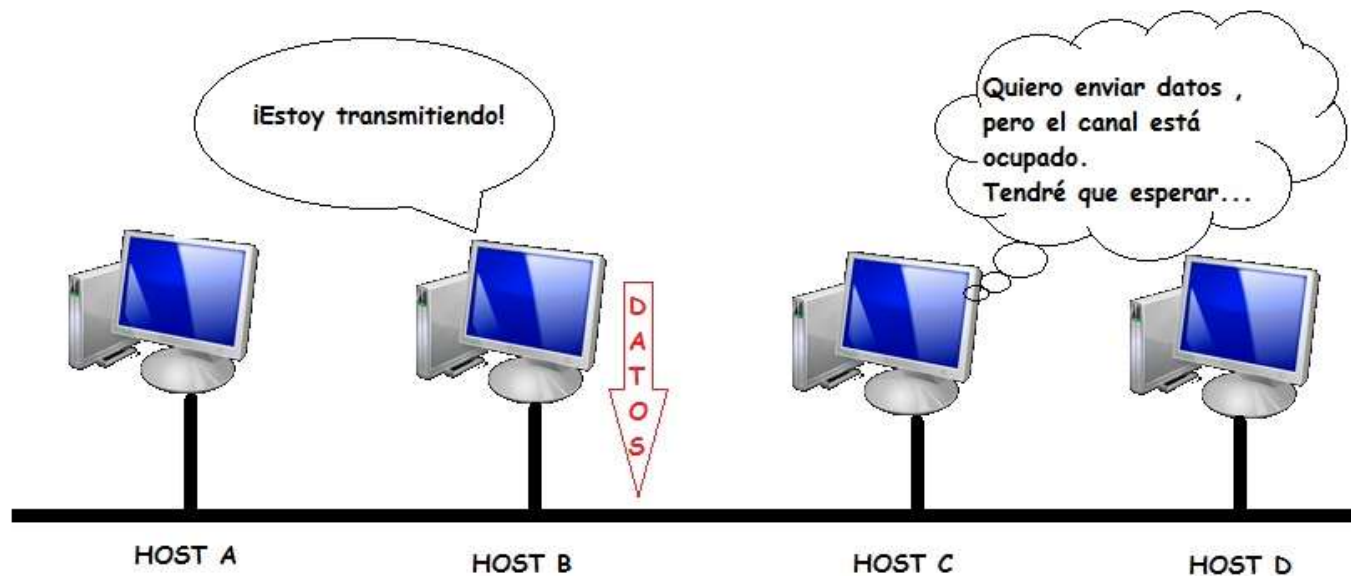
Multiplexación por Longitud de Onda (WDM)



Protocolos de acceso al Medio

Redes compartidas cableados

El control de acceso al medio en informática y telecomunicaciones, es el conjunto de mecanismos y protocolos por los que varios "interlocutores" (dispositivos en una red, como ordenadores, teléfonos móviles, etc.) se ponen de acuerdo para compartir un medio de transmisión común (por lo general, un cable eléctrico u óptico, o en comunicaciones inalámbricas el rango de frecuencias asignado a su sistema).



Protocolos de acceso al Medio

Redes compartidas cableados

- Existe una gran variedad de protocolos de acceso al canal, de los cuales veremos:
 - ALOHA.
 - Puro.
 - Ranurado (slotted).
 - CSMA.
 - 1 persistente.
 - No persistente.
 - P – persistente.
 - CSMA/CD

Aloha Puro

- Idea básica: que la estación que requiera transmitir lo haga.
- Colisiones.
- Propiedad de retroalimentación.
 - Una estación puede saber si hay una colisión simplemente sensando el canal.
 - La retroalimentación en una LAN es inmediata.

Aloha Ranurado

- División del espacio de tiempo continuo a intervalos discretos.
- Sincronización con una estación especial que emite un pip al inicio de cada intervalo de tiempo.
- Las computadoras no pueden transmitir cuando quieren, tienen que esperar cada ranura o espacio de tiempo.
- La eficiencia o utilización del canal es de $S = G e^{-G}$ lo cual nos da un uso del canal del 37%.

	PURO ALOHA	ALOHA RANURADO
Introducido	Introducido por Norman Abramson y sus asociados en la Universidad de Hawai en 1970.	Introducido por Roberts en 1972.
Transmisión	El usuario puede transmitir el marco de datos siempre que la estación tenga los datos a transmitir.	El usuario tiene que esperar hasta la próxima ranura de inicio, para transmitir el marco de datos.
Tiempo	En Pure ALOHA, el tiempo es continuo.	el tiempo es diferenciado.
Transmisión exitosa	La probabilidad de transmisión exitosa del marco de datos es: $S = G * e^{-2G}$	La probabilidad de transmisión exitosa del marco de datos es: $S = G * e^{-G}$
Sincronización	El tiempo no está sincronizado globalmente.	El tiempo aquí está globalmente sincronizado.
Rendimiento	El rendimiento máximo ocurre en $G = 1/2$ que es 18%.	El rendimiento máximo ocurre en $G = 1$ que es 37%.

Protocolos de Acceso Múltiple

- Incrementan la utilización del canal.
- Monitorean el canal.
- Sus acciones dependen del sensado.
- Estos protocolos sensan el canal y dependiendo del estado de éste transmiten o esperan un tiempo aleatorio.
- Si hay colision se abortan las transmisiones.

CSMA

Carrier Sense Multiple Access permite a una estación realizar una escucha para asegurarse de que el medio está libre antes de transmitir información. En el caso de que lo esté, realiza la transmisión, y, en caso contrario, espera. El comportamiento cuando el canal está ocupado determina la “persistencia” del **CSMA**:

- **CSMA persistente** o 1-persistente: intenta transmitir tan pronto como el canal quede libre
- **CSMA no persistente** o 0-persistente: espera un tiempo aleatorio determinado por una distribución de probabilidad antes de volver a intentarlo.
- **CSMA p-persistente**: se comporta de forma persistente con una probabilidad p , y de forma no persistente con una probabilidad $1 - p$.

Variantes de CSMA

En general, cuando **existe una gran carga**, CSMA ofrece mejor rendimiento en forma no persistente. Hay dos variaciones principales de CSMA que son:

- **CSMA/CD** – Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection.
- **CSMA/CA** – Collision Avoidance.

CSMA/CD

- Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection.
- Desarrollado Originalmente por Xerox 1976.
 - Estándar de IEEE 802.3
- Si una estación detecta una colisión, inmediatamente detiene la transmisión de una trama.
 - Ahorro de ancho de banda.
 - Mejor uso del canal.
- Algoritmo de contención.

CSMA/CA

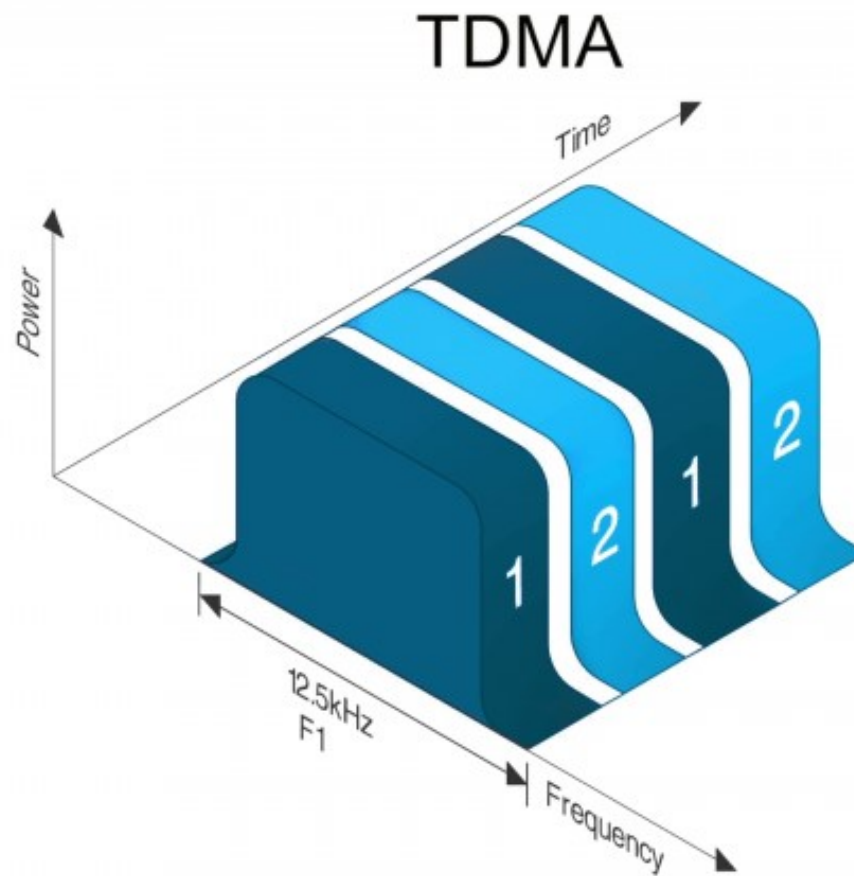
La otra principal variante de CSMA es CSMA/CA.

En este protocolo, si el medio está libre tras realizar la escucha, se espera un tiempo aleatorio adicional antes de transmitir, lo cual reduce el número de colisiones.

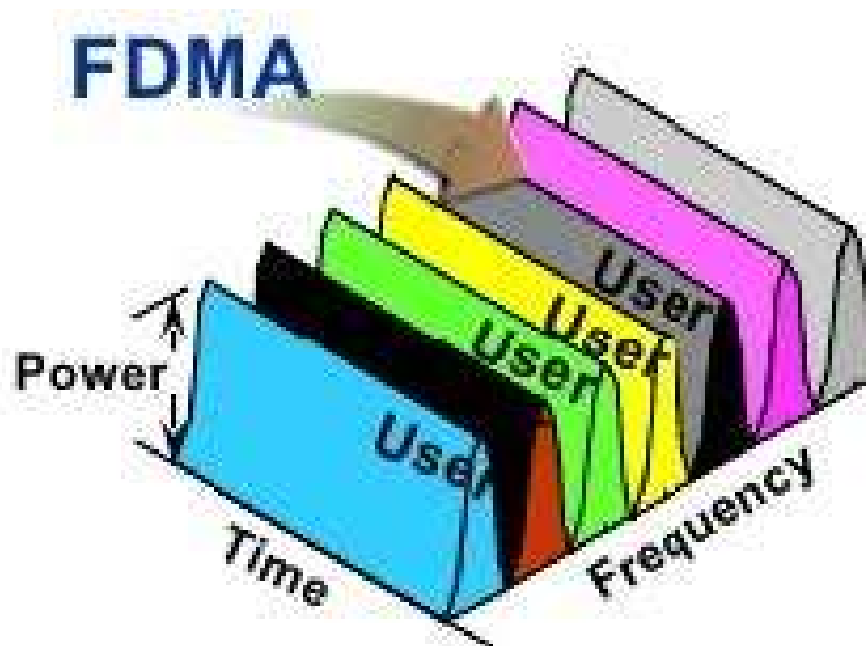
CSMA/CA es utilizada en canales en los que por su naturaleza no se puede usar CSMA/CD. CSMA/CA en general basada en redes inalámbricas.

Estaciones Wireless 802.11 no son capaces de transmitir y recibir al mismo tiempo, por lo tanto no son capaces de detectar colisiones mientras transmiten.

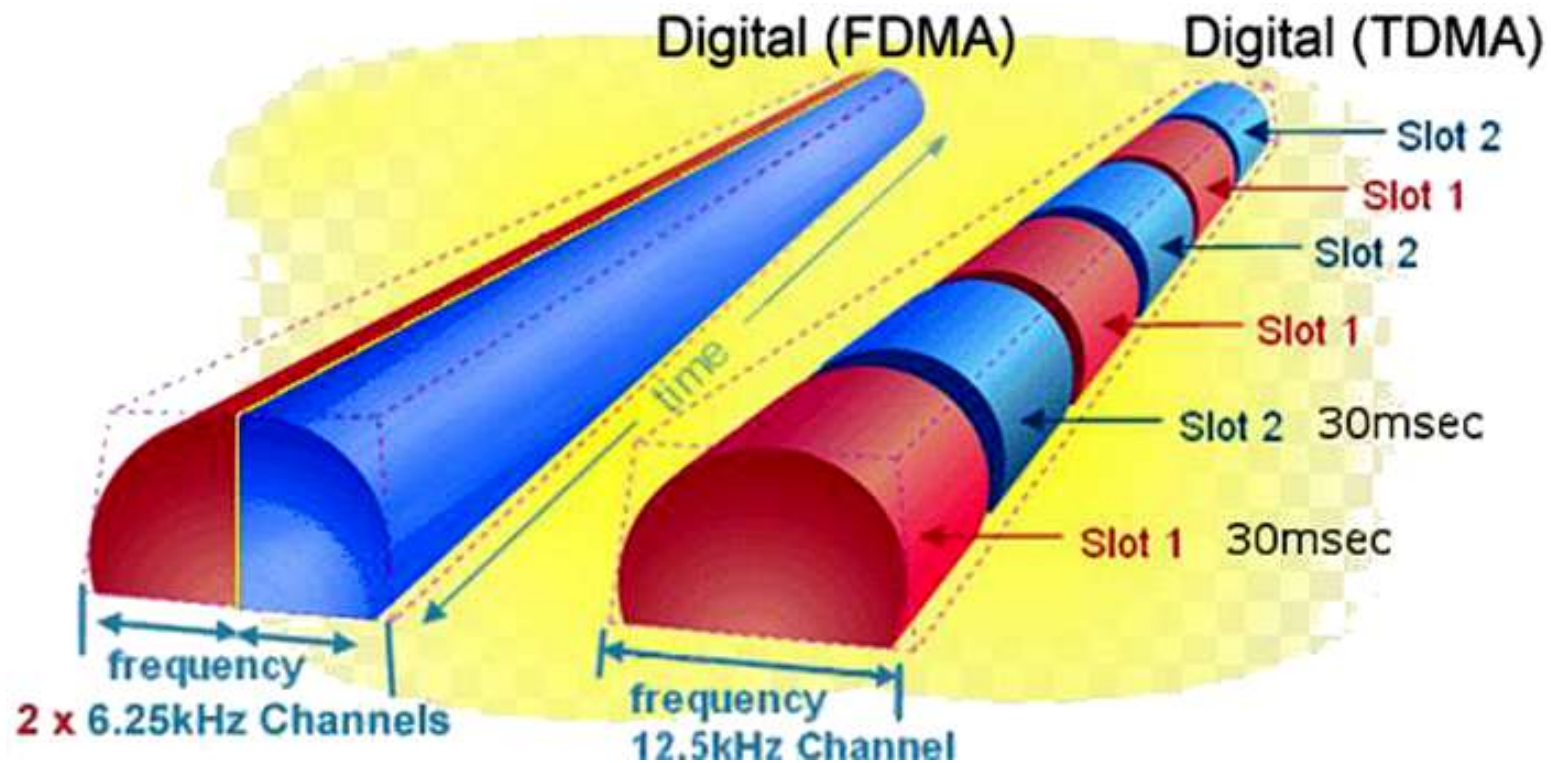
TDMA



FDMA



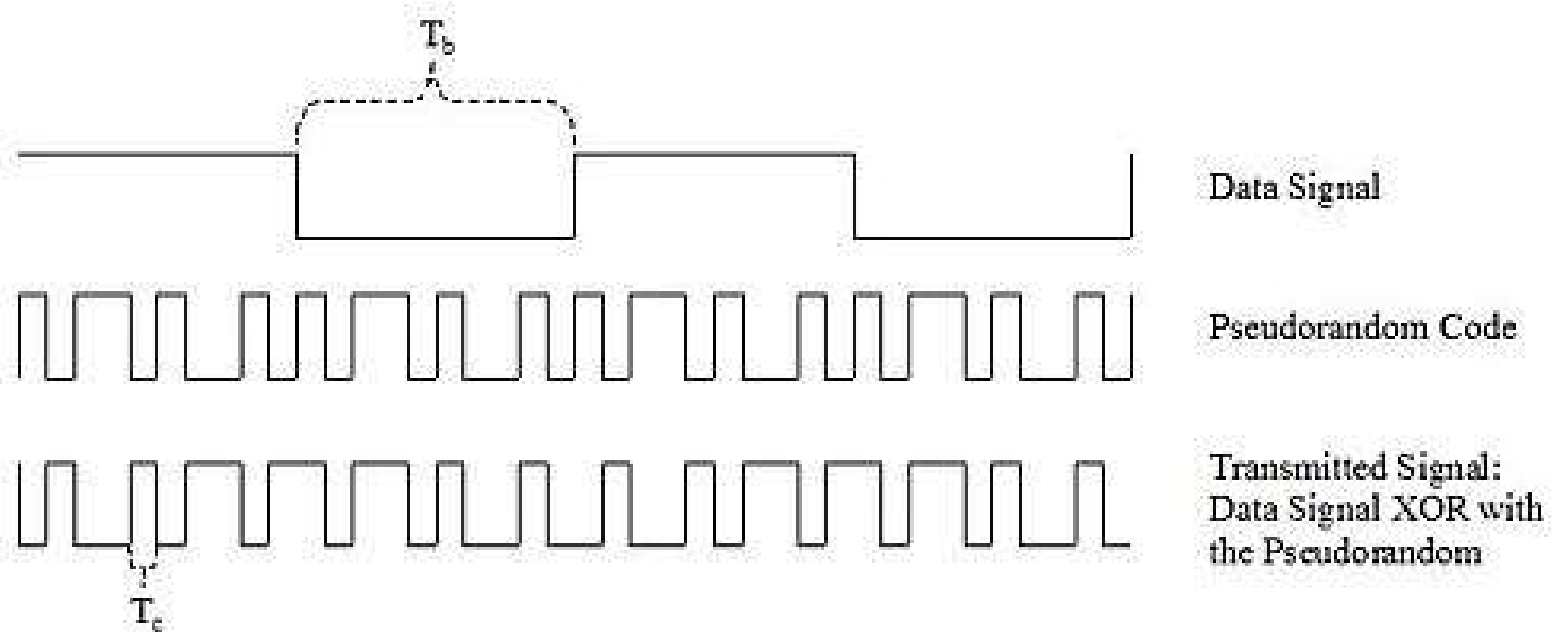
TDMA vs FDMA



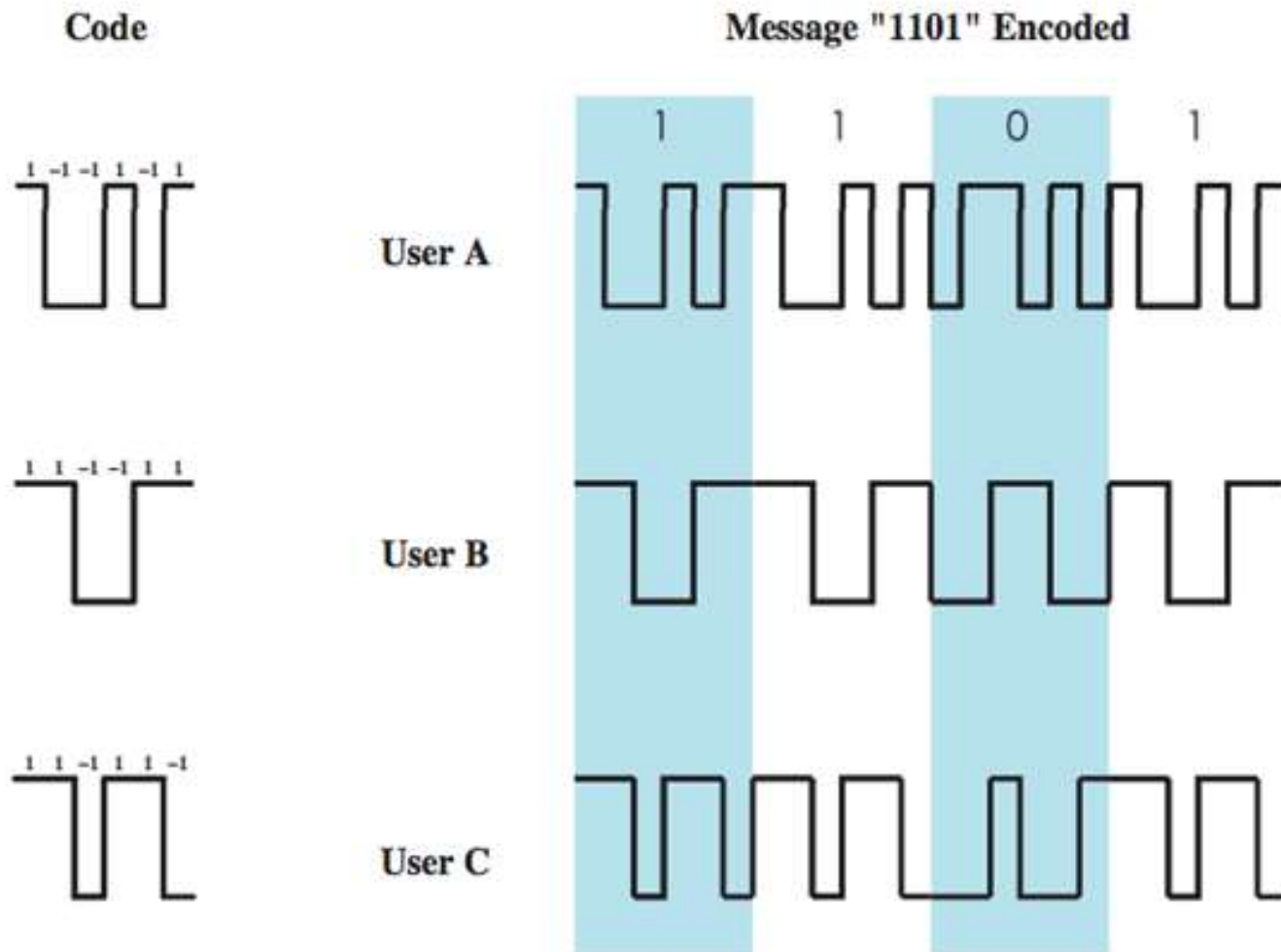
CDMA

La traducción del inglés spread spectrum se hace con distintos adjetivos según las fuentes; pueden emplearse indistintamente espectro ensanchado, expandido, difuso o disperso para referirse en todos los casos al mismo concepto.

Habitualmente se emplea en comunicaciones inalámbricas (por radiofrecuencia), aunque también puede usarse en sistemas de fibra óptica o de cable.

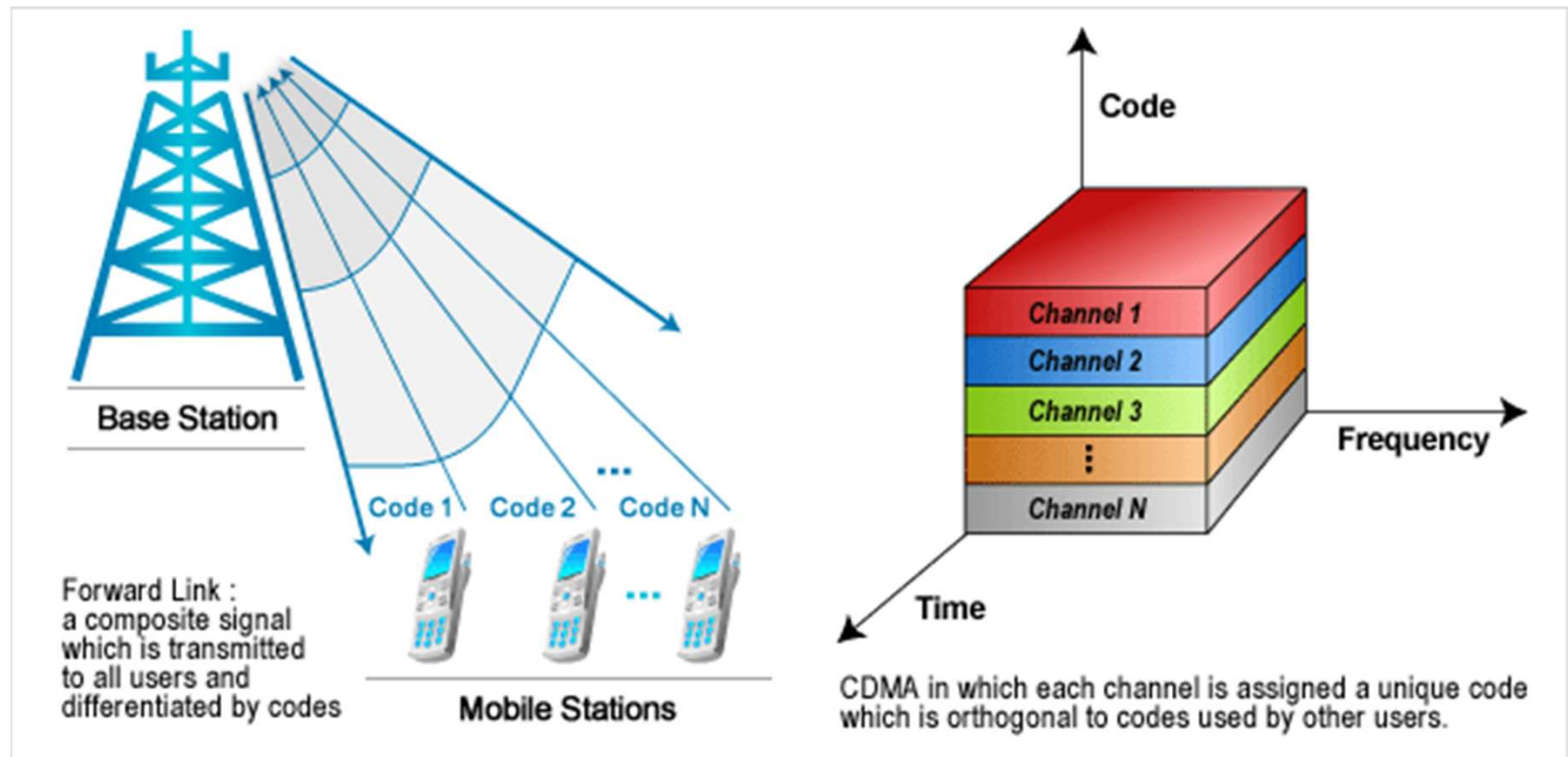


CDMA



CDMA

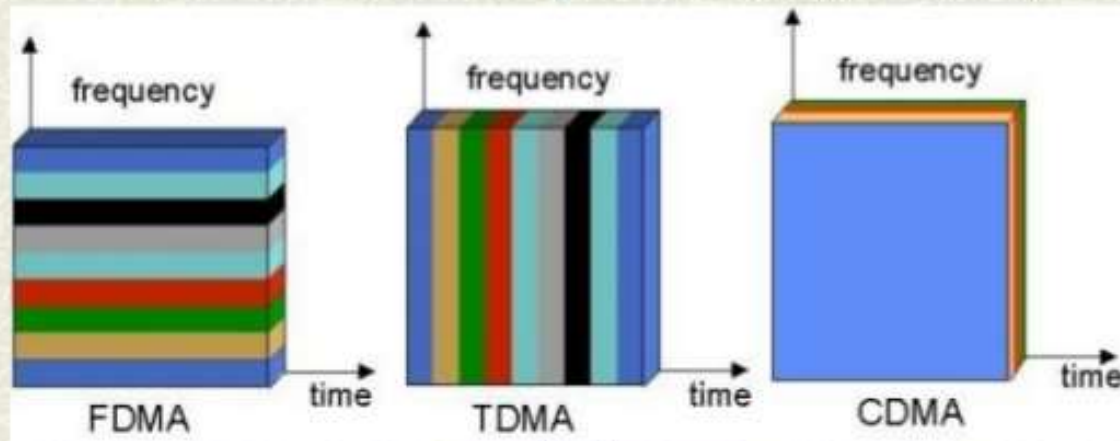
CDMA utiliza un espectro extendido, una tecnología que se desarrolló en la Segunda Guerra Mundial para evitar que los enemigos intercepten y bloqueen las transmisiones. En el espectro extendido, se envía una señal de datos a través de un rango de frecuencias en un espectro de frecuencia asignado.



FDMA/TDMA/CDMA

Multiple Access Techniques

- ✦ Frequency Division Multiple Access (FDMA)
- ✦ Time Division Multiple Access (TDMA)
- ✦ Code Division Multiple Access (CDMA)



www.edutechlearners.com

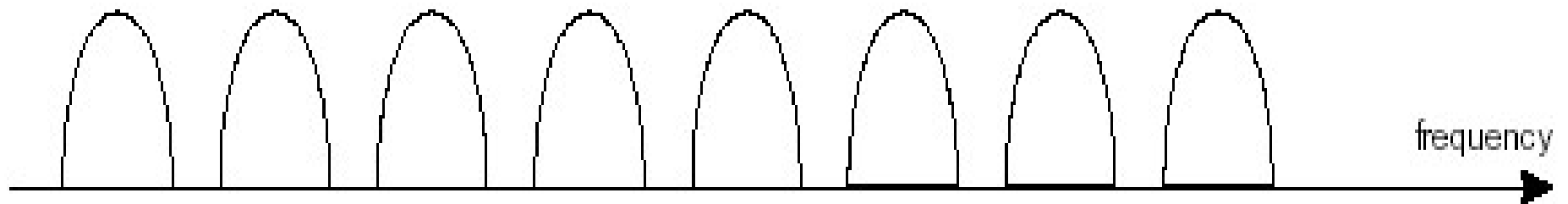
OFDM

(Orthogonal Frequency Division Multiplex)

Multiplex por División de Frecuencias Ortogonales

La multiplexación por división de frecuencias ortogonales —en inglés *orthogonal frequency division multiplexing (OFDM)*— es una técnica de transmisión que consiste en la multiplexación de un conjunto de ondas portadoras de diferentes frecuencias, donde cada una transporta información la cual es modulada en QAM o en PSK.

FDM convencional



Conventional Frequency Division Multiplex (FDM) multicarrier modulation technique

- Semejante a DMT.
- Subcanales que no se solapan.
- Fácil ecualización.*

OFDM

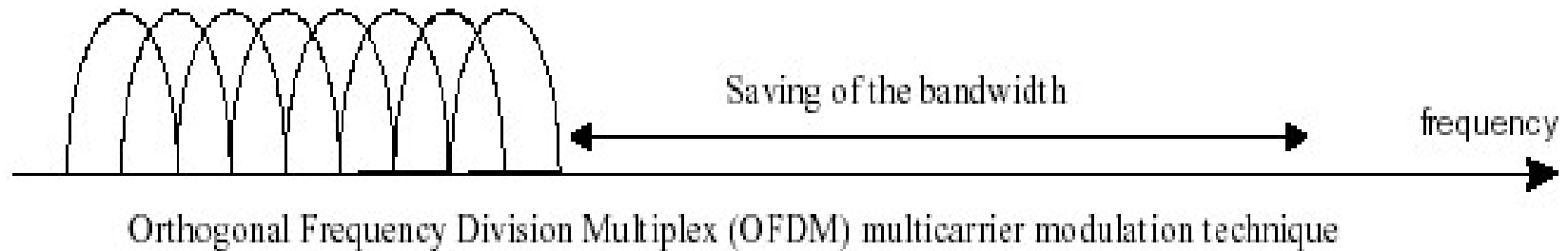
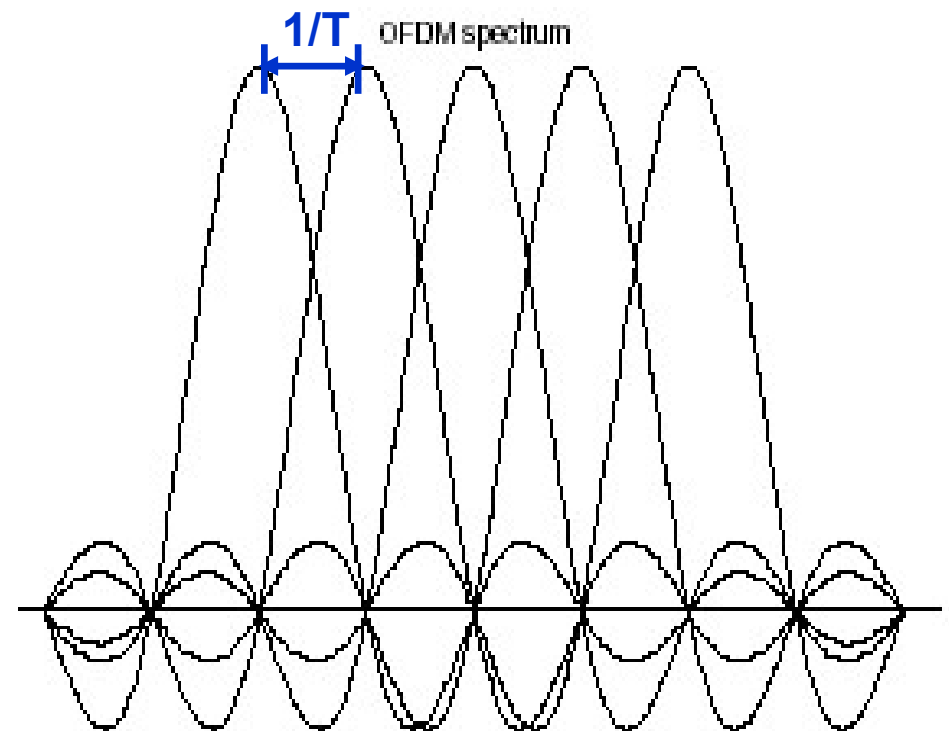
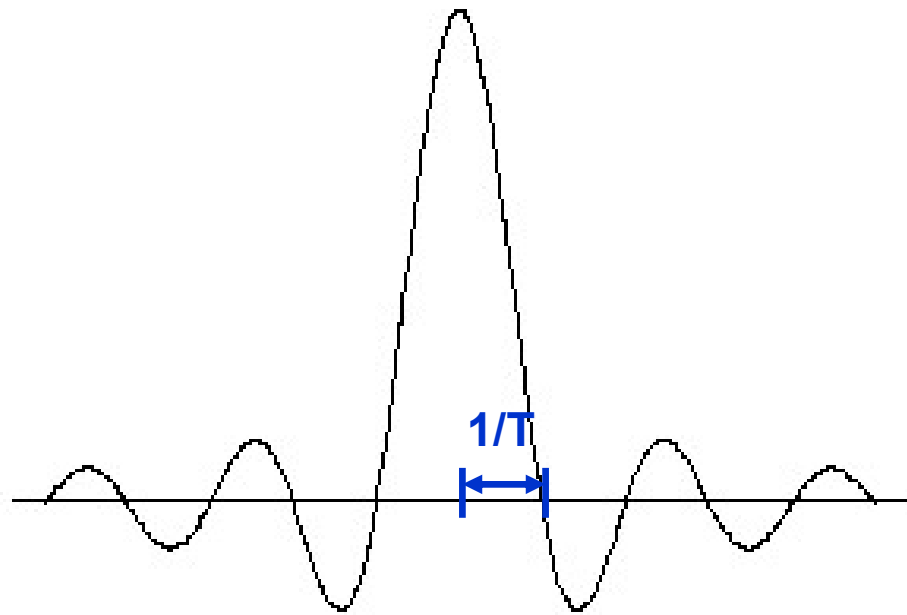


Fig. 2 Comparison of the bandwidth utilization for FDM and OFDM

- Subcanales que se solapan.
- Con portadoras ortogonales.
- Detección coherente.
- Ventajas en ahorro de Bt.
- Permite alcanzar altas velocidades.*

Espectro de los Subcanales Solapados

A spectrum of an OFDM subchannel (during a single bit)



Uso de OFDM en 802.11 para WLAN

Standard	Frequency Band	Bandwidth	Modulation Scheme	Channel Arch.	Maximum Data Rate	Range
802.11	2.4 GHz	20 MHz	BPSK to 256-QAM	DSSS, FHSS	2 Mbps	20 m
b	2.4 GHz	21 MHz	BPSK to 256-QAM	CCK, DSSS	11 Mbps	35 m
a	5 GHz	22 MHz	BPSK to 256-QAM	OFDM	54 Mbps	35 m
g	2.4 GHz	23 MHz	BPSK to 256-QAM	DSSS, OFDM	54 Mbps	70 m
n	2.4 GHz, 5 GHz	24 MHz and 40 MHz	BPSK to 256-QAM	OFDM	600 Mbps	70 m
ah	900 MHz	1, 2, 4, 8, and 16 MHz	BPSK to 256-QAM	SC, OFDM	40 Mbps	1 km

Aplicaciones de OFDM

- 802.11a de la IEEE para WLAN en la banda de 5 GHz y velocidades de 6 – 54 Mbps.
 - Existen soluciones para interiores y exteriores.
- Comunicaciones inalámbricas de banda ancha para servicios multimedia con velocidades de 72/192 Mbps con Bt de 10.5/28 MHz en la banda de 3.5 GHz.
- PLC (Power Line Communication).
- Otros.*

Tipos de duplexación

TDD (Time Division Duplex)

- Utiliza un mismo canal de frecuencia para subida y bajada. Utilizado para operadoras en frecuencias libre.

FDD (Frequency Division Duplex)

- Utiliza dos canales de frecuencia, uno para subida y uno para bajada

Tipos de duplexación

