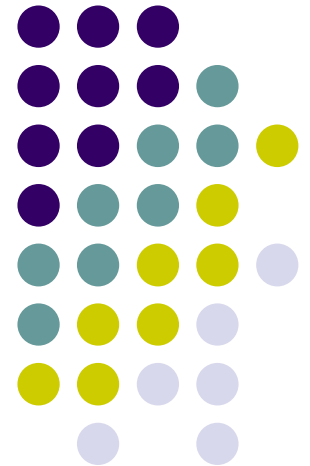




# PRINCIPIOS BASICOS EN TELECOMUNICACIONES

## Técnicas de Acceso Múltiple





# Introducción

En las comunicaciones inalámbricas, es conveniente que el usuario móvil pueda enviar y recibir información en forma simultánea hacia y desde la estación base. A esta “simultaneidad” se la denomina “DUPLEXION” (duplexing).

Para lograr la “duplexión”, existen técnicas en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia.

- *Frequency Division Duplexing (FDD).*
- *Time Division Duplexing (TDD).*



# Introducción

El método de ***Frequency Division Duplexing*** (FDD) provee dos frecuencias distintas para cada usuario.

Dicho método requiere la presencia de un dispositivo denominado “**Duplexor**”, en el aparato móvil, permitiendo la recepción y transmisión simultánea.

La separación entre la frecuencias de Tx y de Rx es constante para todos los canales.



# Introducción

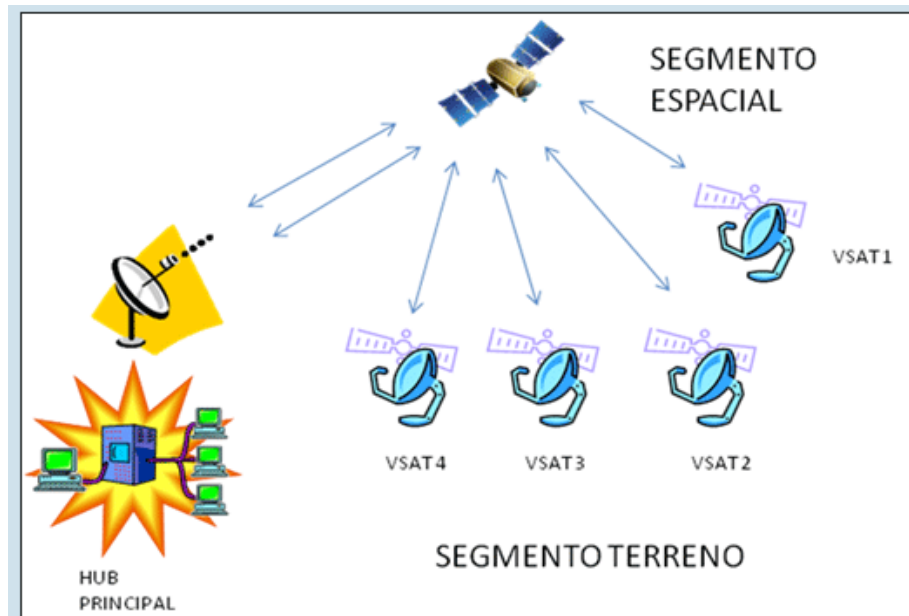
Otro método de “duplexión” es el ***Time Division Duplexing (TDD)***, el cual utiliza un canal de frecuencia por usuario y mediante el uso de ranuras de tiempo para Tx y para Rx, se da la sensación de “simultaneidad” al usuario.

(Nótese que este método no es “full duplex” en estricto rigor.)

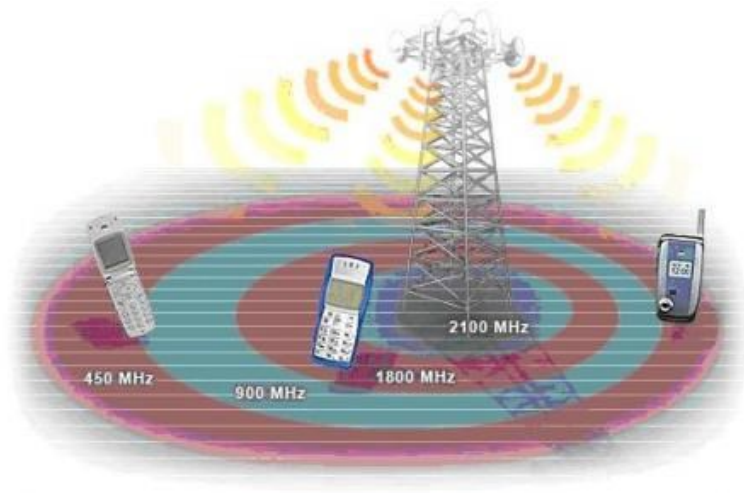
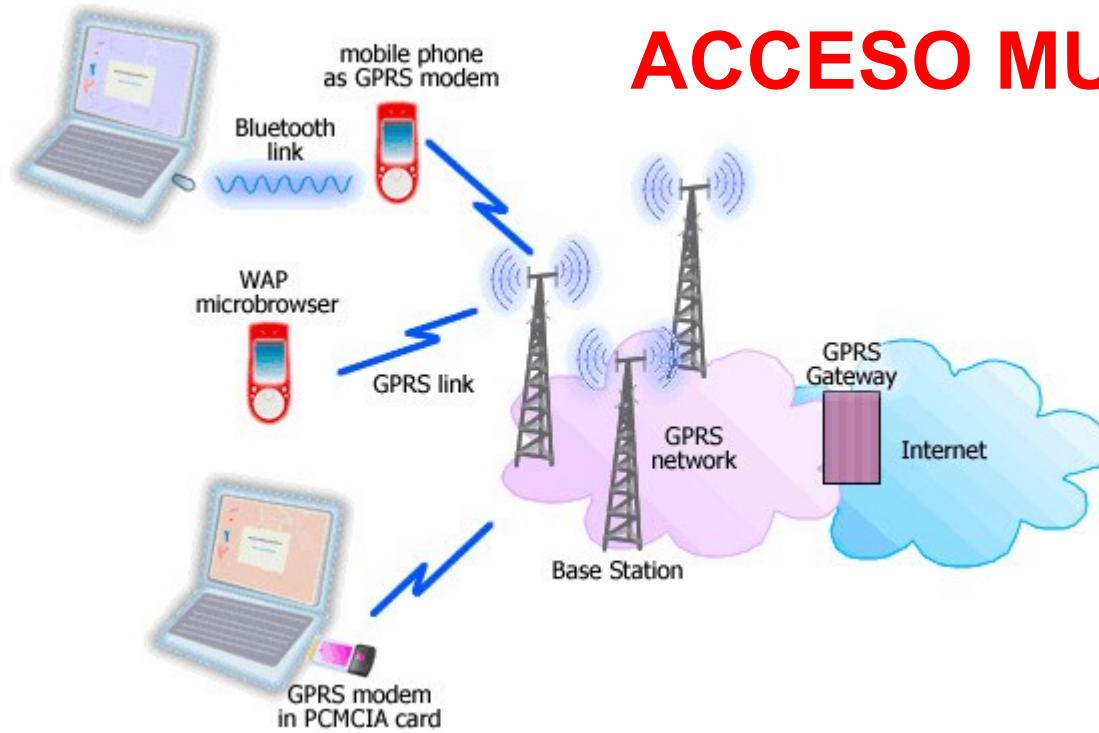


# ACCESO MULTIPLE

Los métodos de acceso múltiple permiten compartir un recurso (canales de radio) entre una gran cantidad de usuarios.

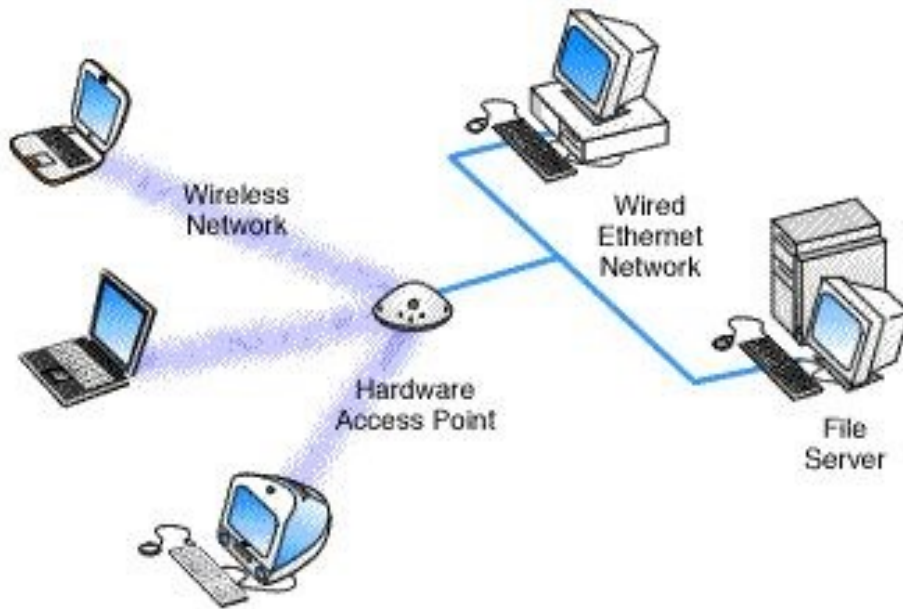


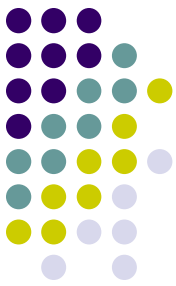
# ACCESO MULTIPLE



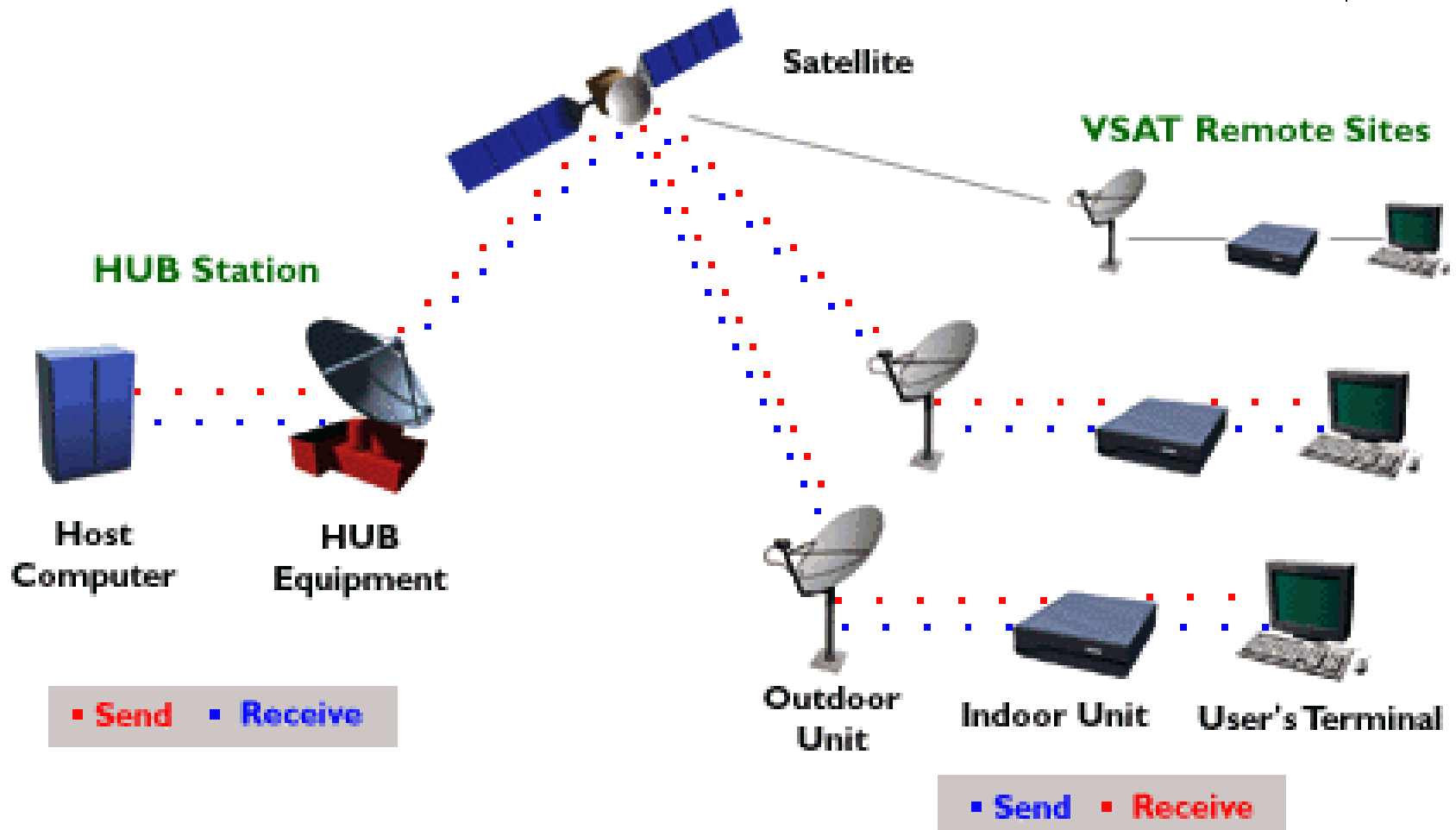


# ACCESO MULTIPLE





# ACCESO MULTIPLE

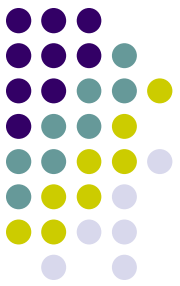




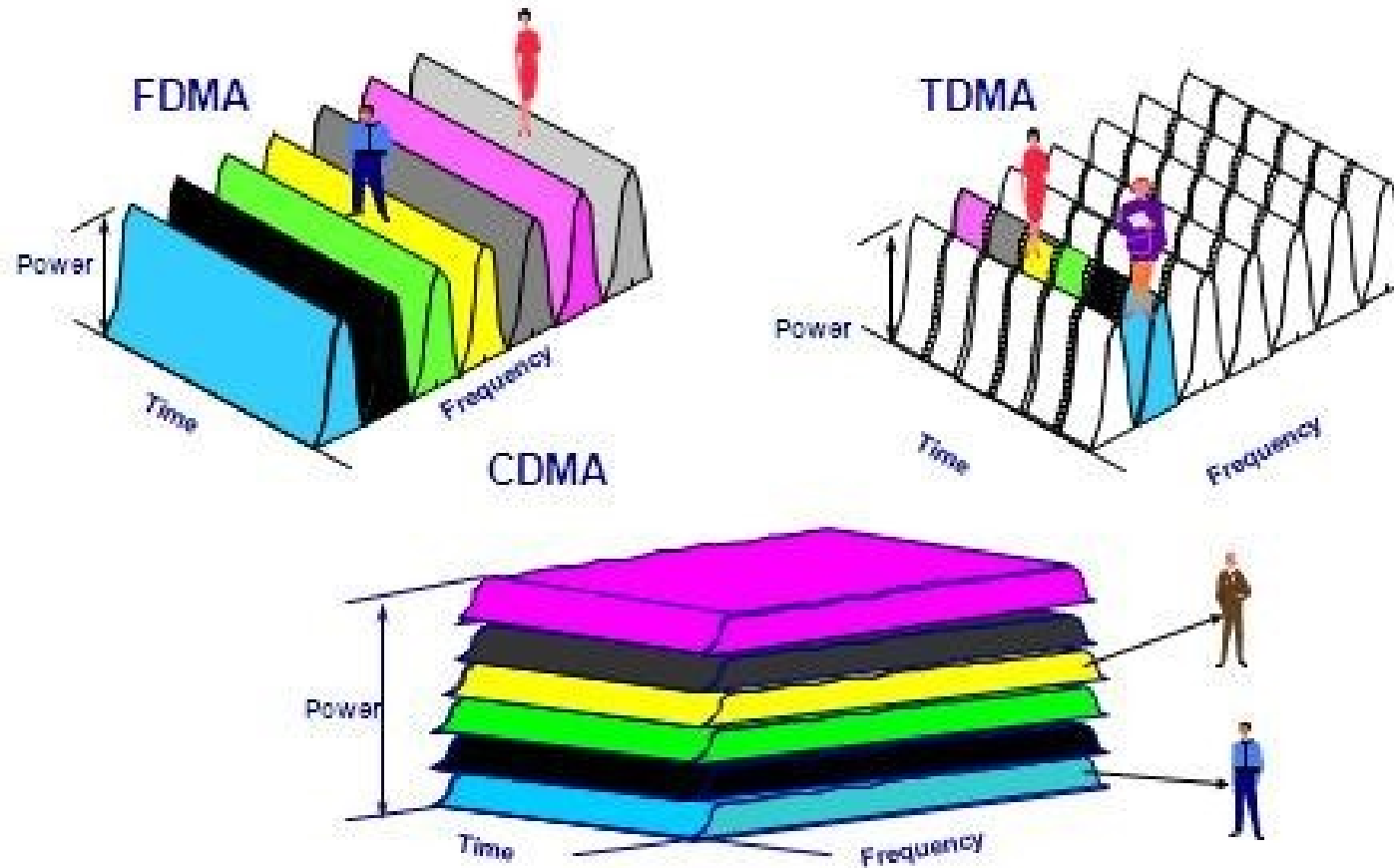


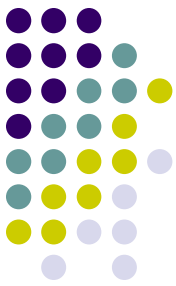
# METODOS DE ACCESO MÚLTIPLE

- Acceso múltiple por división de frecuencia - **FDMA**
- Acceso múltiple por división de tiempo - **TDMA**
- Acceso múltiple por división de código - **CDMA**
- Acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal - **OFDMA**
- Acceso múltiple por división de espacio - **SDMA**
- Acceso múltiple con escucha de portadora y detección de colisiones – Acceso al medio – **CSMA/CD**

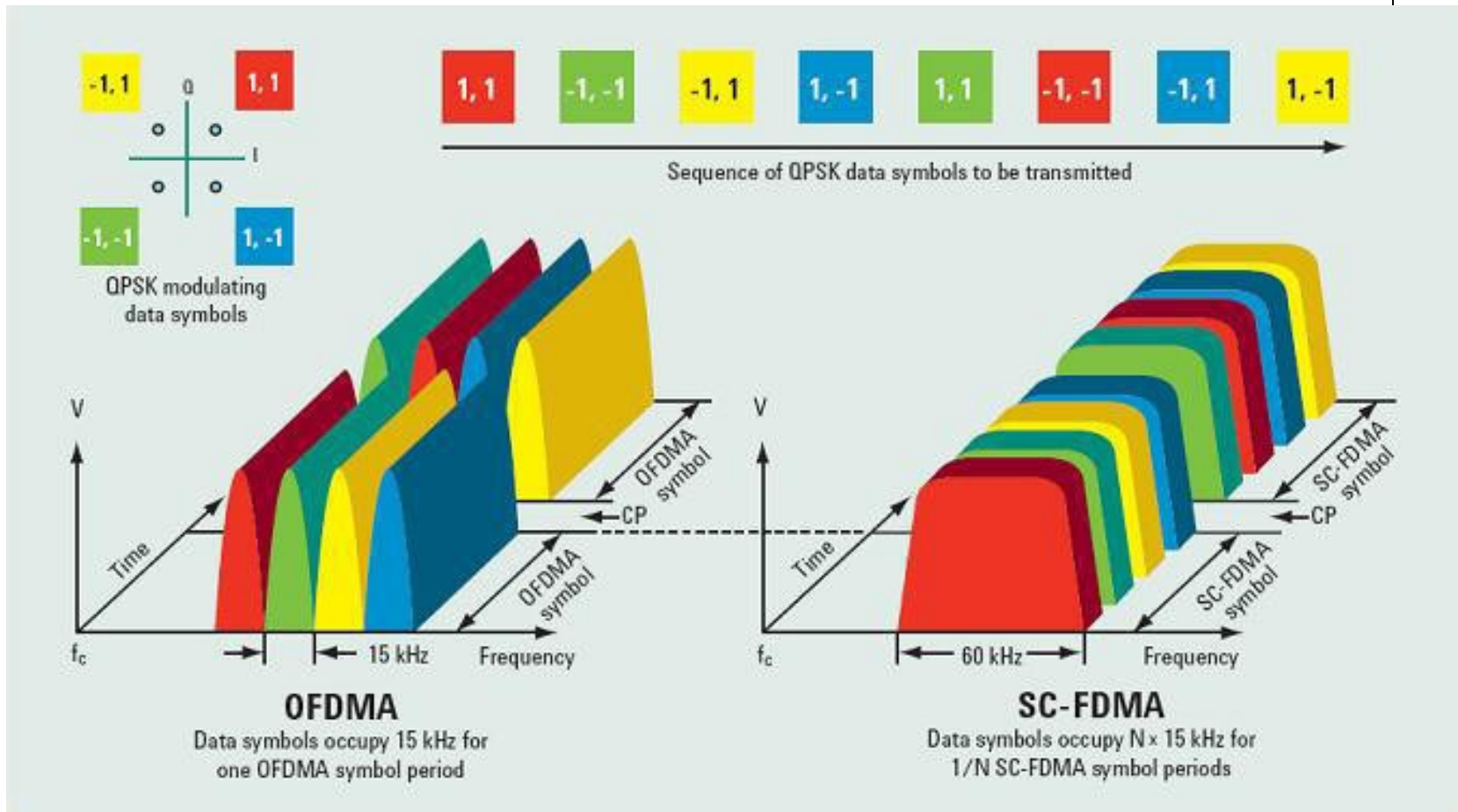


# METODOS DE ACCESO MÚLTIPLE





# METODOS DE ACCESO MÚLTIPLE

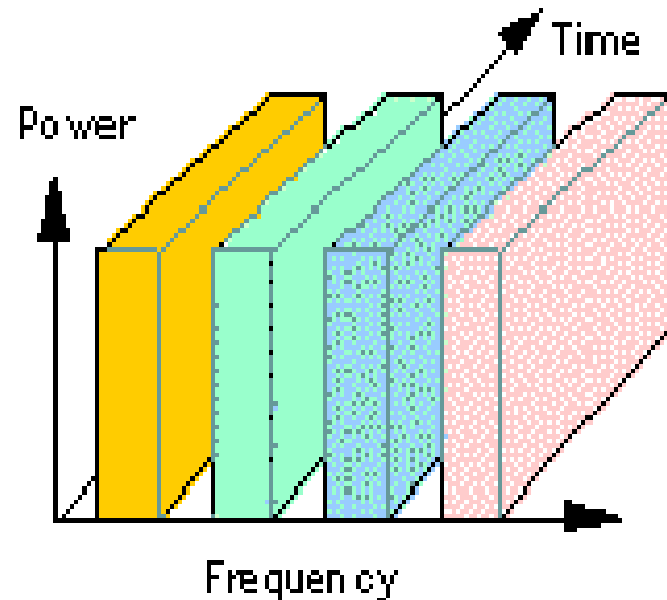


# FDMA

## Frequency Division Multiple Access



- Se asignan canales individuales a cada usuario.
- Los canales son asignados de acuerdo a la demanda.
- Una frecuencia es para Tx y otra para Rx.
- Normalmente FDMA se combina con multiplexing FDD ( ej: sistema AMPS).
- Transmisión en forma continua y simultanea.
- BW de FDMA es de 30 kHz. (Banda Angosta).

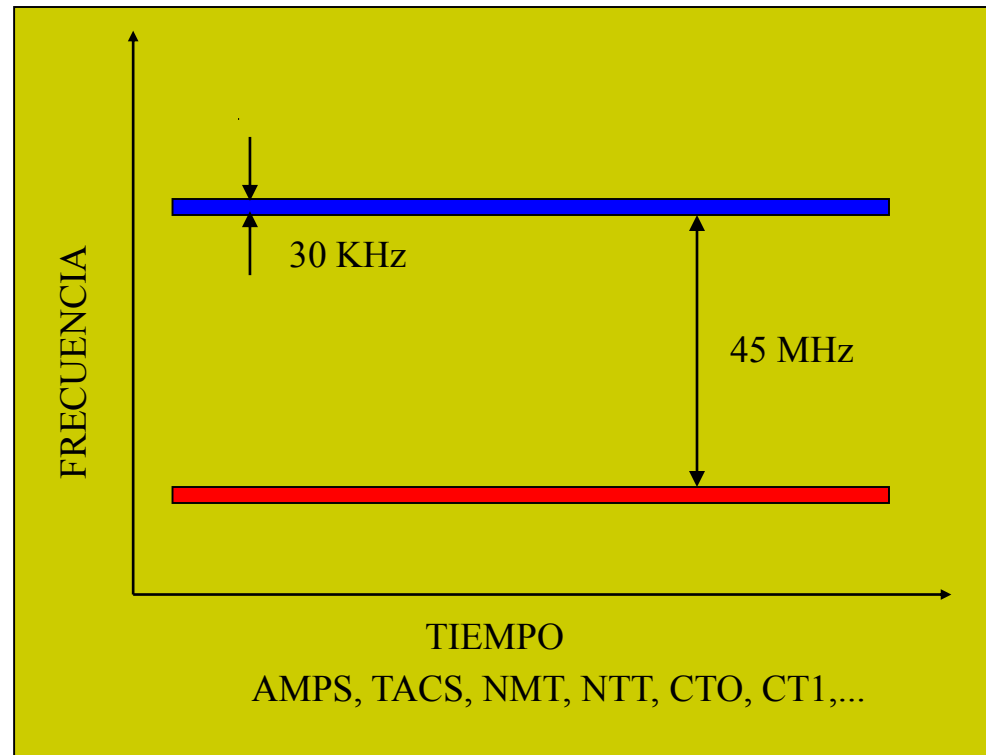




# FDMA

## Frequency Division Multiple Access

### □ FDMA

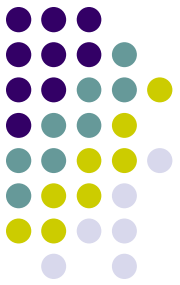


ESTACION BASE

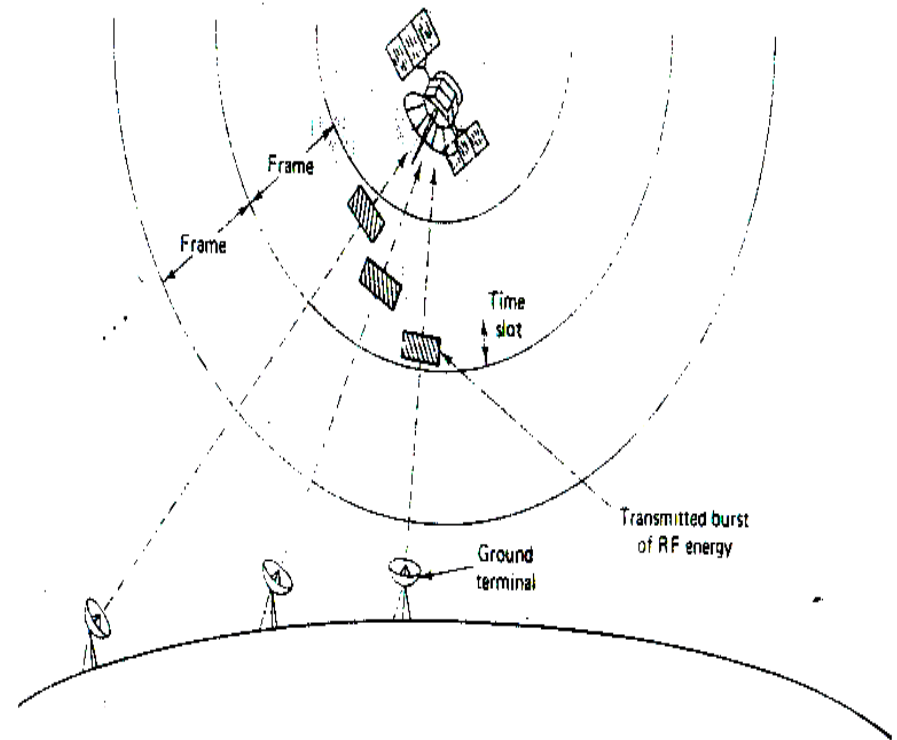
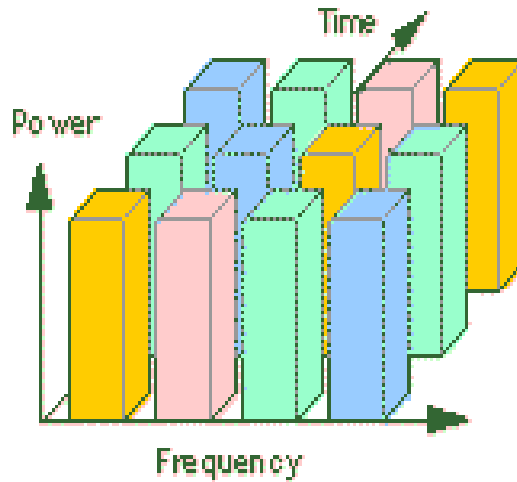
ESTACION MOVIL

# TDMA

## Time Division Multiple Access



- Divide el canal en slots de tiempo

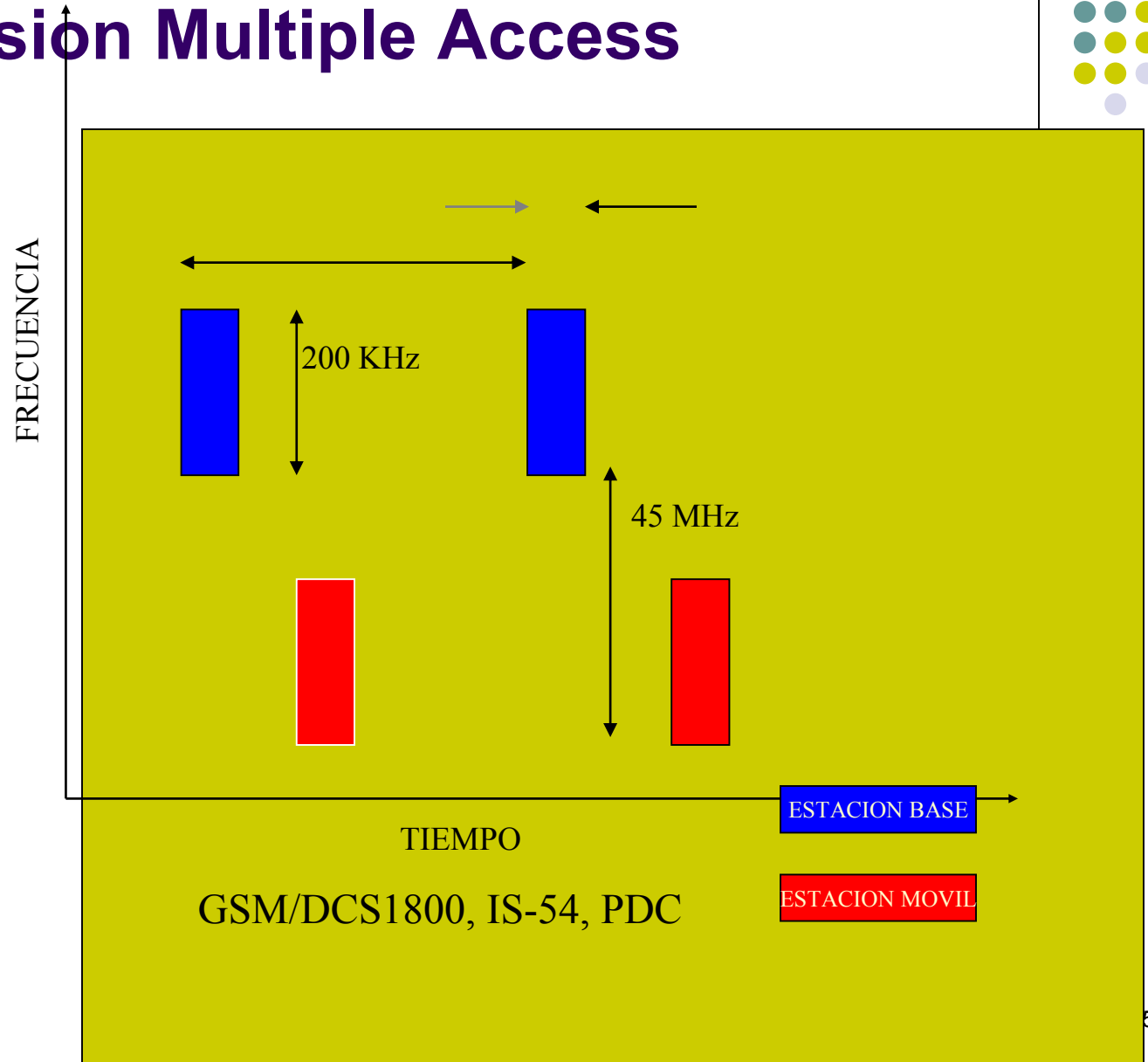


# TDMA

## Time Division Multiple Access



□ TDMA/FDD :



# TDM-TDMA



- Un solo canal puede soportar 4, 6 y 8 conversaciones si cada conversación es dividida en fragmentos relativamente cortos, se asignan a una ranura de tiempo y se transmiten en ráfaga en forma sincronizada. Una vez que la última ranura es transmitida, el proceso se repite.

|              |   |  |
|--------------|---|--|
| Conversation | A | Mary had a little lamb.                            |
|              | B | Hickory Dickory Dock – the mouse ran up the clock. |
|              | C | There was an old woman who lived in a shoe.        |
|              | D | Jack and Jill ran up the hill.                     |

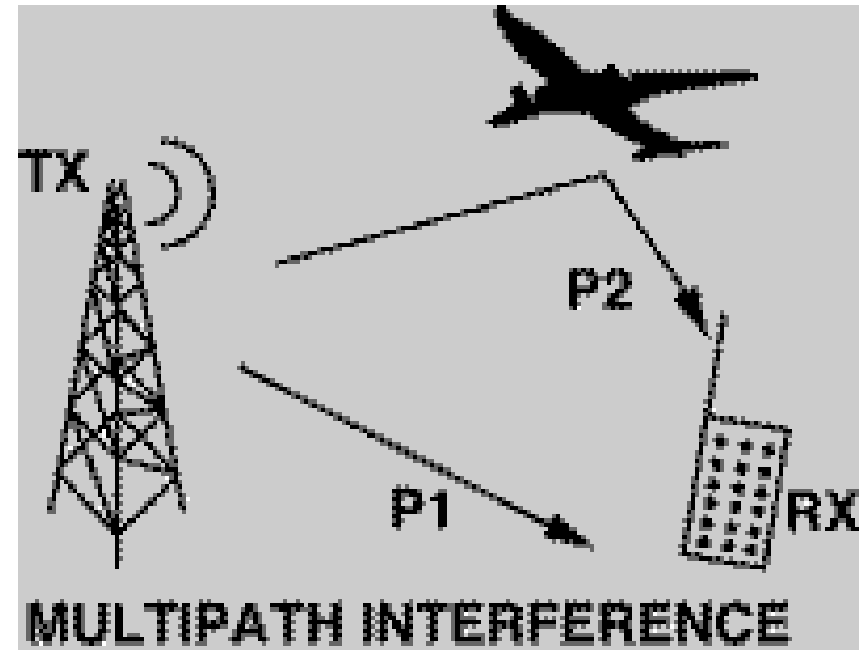
|         |            |                   |              |               |
|---------|------------|-------------------|--------------|---------------|
| RF Ch.  | Mary had a | Hickory, dickory, | There was an | Jack and Jill |
| Freq. 1 | Slot 1     | Slot 2            | Slot 3       | Slot 4        |



# Desventajas de TDMA



- Una de las desventajas de TDMA es que cada usuario tiene una ranura de tiempo asignada. Sin embargo, cuando un usuario cambia de una celda a otra (handover), no tiene una ranura asignada. Además, si todas las ranuras están ocupadas en la siguiente celda, la llamada se puede perder. De forma similar, si todas las ranuras de la celda en la cual se encuentra un usuario están ocupadas, este no recibirá un tono de marcación.
- Otro problema con TDMA es que esta sujeta a distorsión por multipath. Una señal procedente de una torre a un móvil puede haber rebotado por varios edificios antes de llegar, lo que puede causar interferencia.





## CDMA Code Division Multiple Access

- La señal del mensaje en Banda Angosta es multiplicada por un señal de BW larga, llamada señal ensanchada (código PN ortogonal).
- En CDMA se utiliza la misma portadora y los usuarios transmiten en forma simultanea.
- Cada usuario utiliza un “*codeword*” en cada conexión el que es ortogonal con los otros.

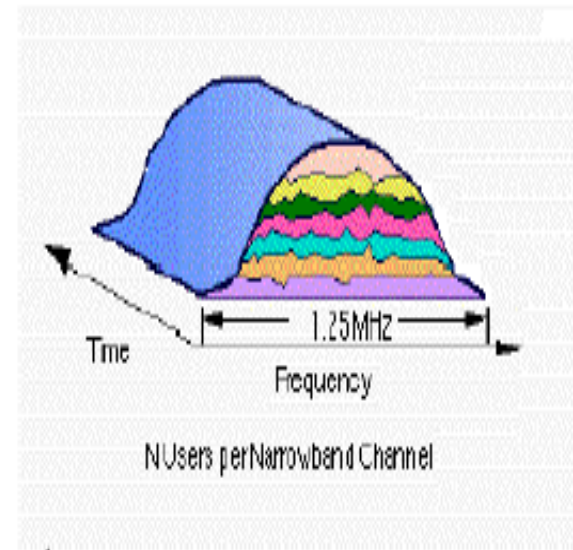


Figure 5-1: CDMA allows all users access to their entire allocated spectrum.



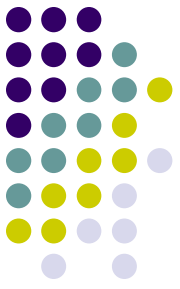
## CDMA

- Si la potencia de cada usuario no es controlada por la E.B.
  - ↓ problema cercano-lejano.
- Este problema aparece cuando muchos usuarios acceden al mismo canal

¿ Qué sucede?

Se captura la señal que llega con mayor potencia y genera un piso de ruido muy alto.

El problema cercano-lejano, es indeseado, por lo que se utiliza un detector de alta potencia y se compara con la deseada.



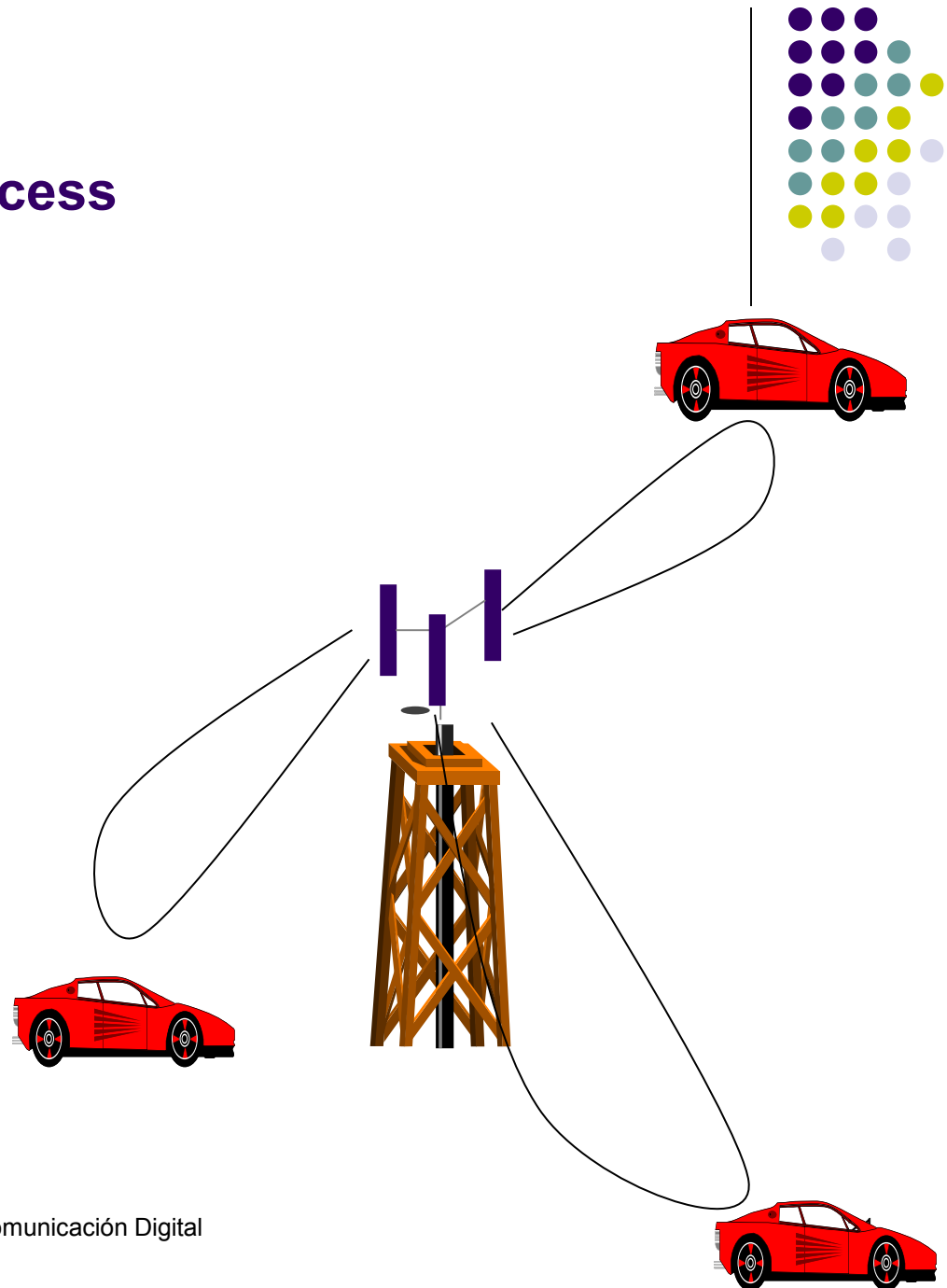
## Características de CDMA

- Se utiliza la misma frecuencia.
- Se combina con TDD o FDD.
- Al aumentar el  $N^{\circ}$  de usuarios aumenta el piso de ruido de manera lineal.
- Si se tuviese un número infinito de códigos ortogonales, no existiría limitación en el  $N^{\circ}$  de usuarios, pero...
- Al aumentar  $n^{\circ}$  de usuarios aumenta la probabilidad de error (sube el piso de ruido en forma lineal). Además, el número de códigos ortogonales no es infinito, ya que esta limitado por la cantidad de bits dedicados a formar dicho código ortogonal.

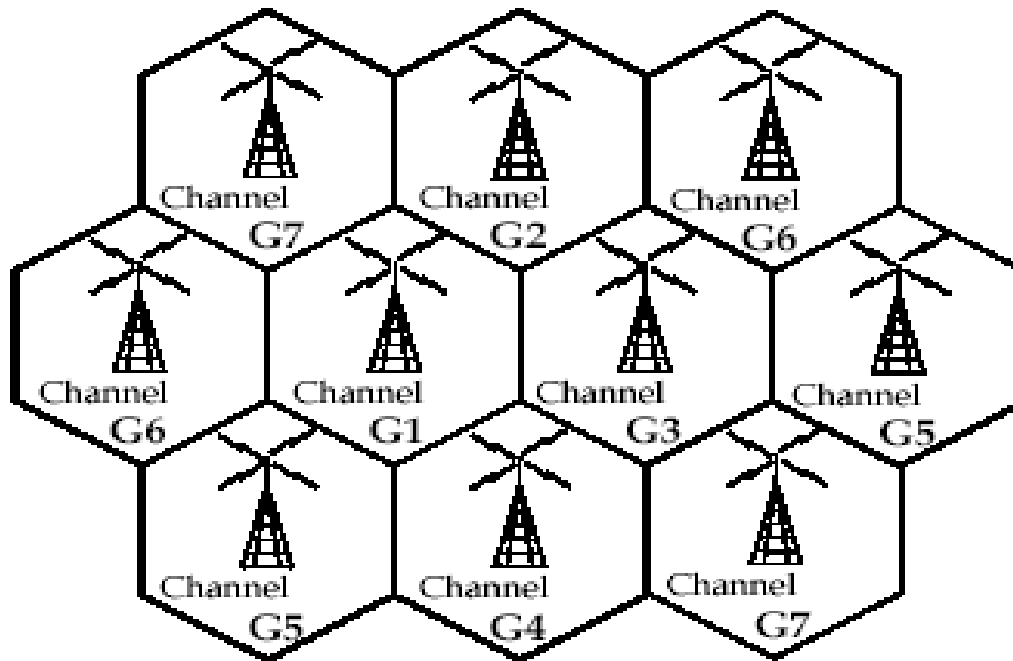
# SDMA

## Space Division Multiple Access

- Controla la energía irradiada por cada usuario en el espacio.
- La sectorización de antenas es una técnica SDMA
- Se utilizan antenas adaptativas.

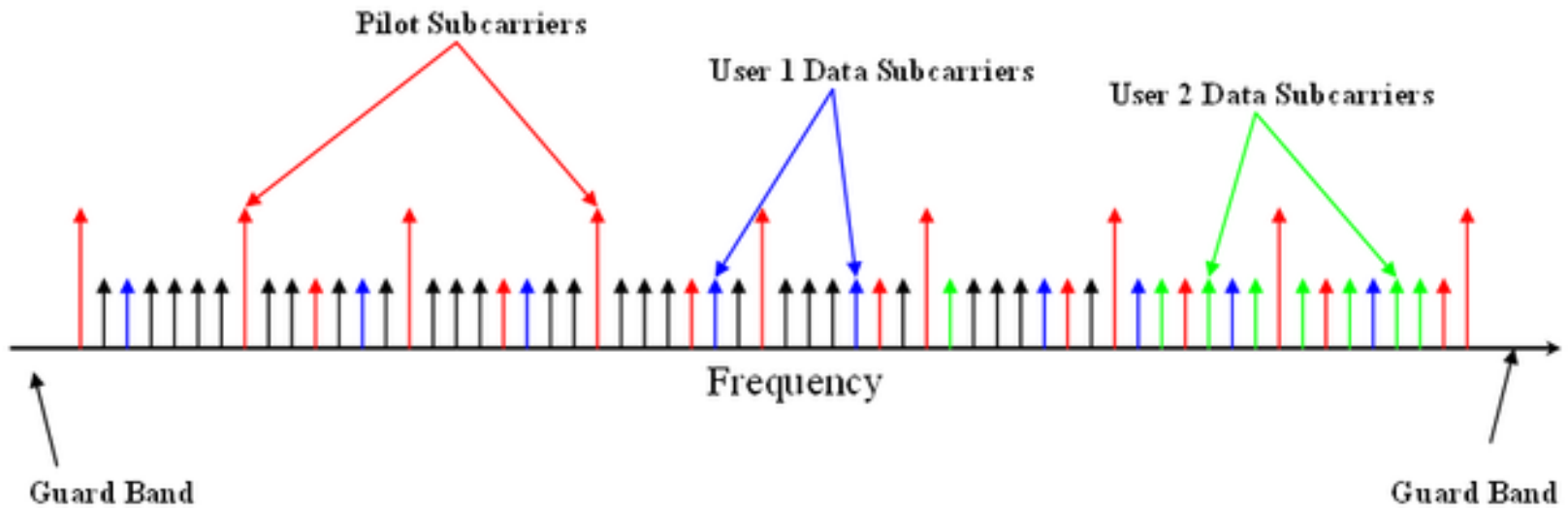


# FDMA- SDMA

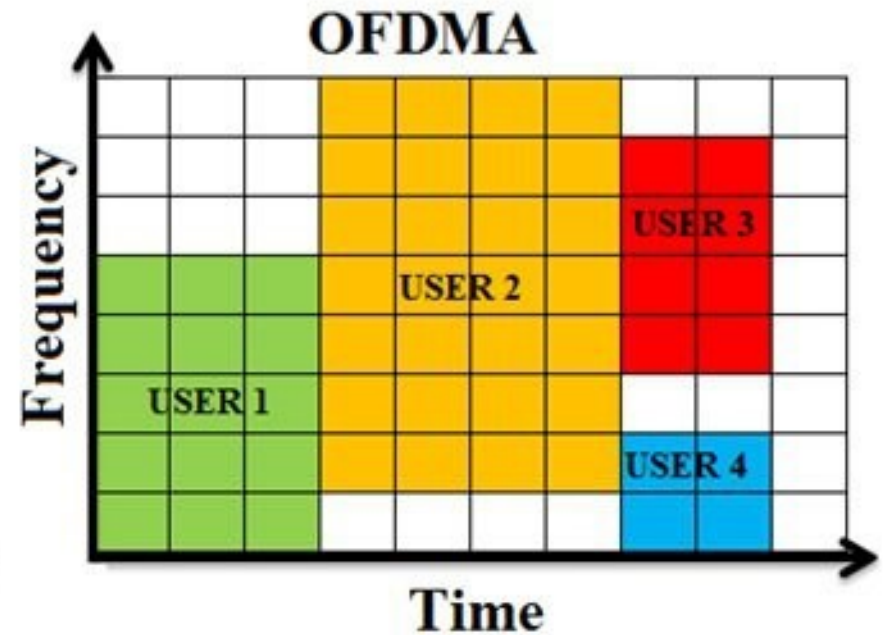
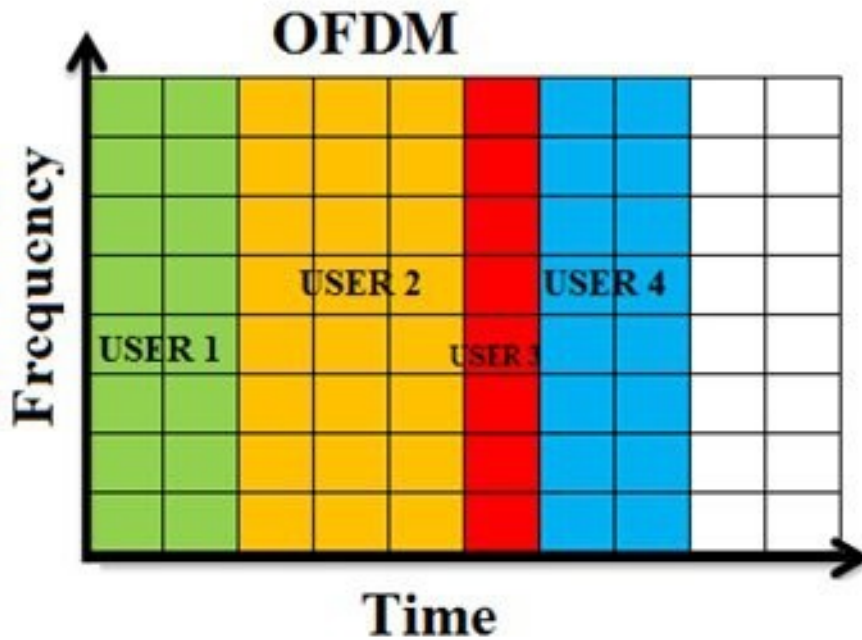


**Figure 3:** Channels  $F_1$ - $F_n$  are divided into 7 groups (G1-G7). Each site is assigned a frequency group different from adjacent sites to minimize co-channel interference.

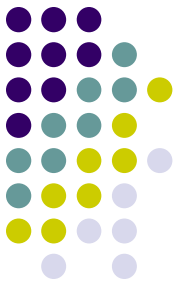
# OFDMA



# OFDMA







# ESQUEMAS DE ACCESO AL MEDIO



# Packet Radio Multiple Access

- Los Abonados intentan acceder a un canal único en forma no coordinada.
- La transmisión se logra usando ráfagas de datos.
- Cuando dos transmisores acceden la mismo tiempo ocurren colisiones.
- Al detectar colisiones, la estación base alerta a los usuarios para que vuelvan a transmitir.
- Los abonados transmiten y esperan respuesta de la estación base: *ACK > Indica que ha recibido exitosamente*
- *NACK>Indica que no se recibió y deberá retransmitir*



# Packet Radio Multiple Access

- Es fácil de implementar
- Eficiencia de bajo espectro
- Los abonados utilizan *técnicas de contienda* para transmitir en un canal común.
- Protocolos ALOHA: Cada abonado transmite cada vez que tenga información que enviar. Luego espera la respuesta de la estación base (Ack o Nack), si se produjo colisión esperará un *tiempo aleatorio* antes de intentar nuevamente.
- La ventaja es que podemos atender a muchos abonados con un muy pequeño Overhead.

# PROTOCOLOS Packet Radio Multiple Access



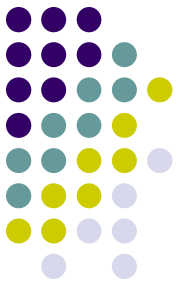
## ALOHA Puro:

- Es un Método de acceso aleatorio.
- El usuario transmite apenas tiene información que enviar.
- Si hay colisión espera un tiempo aleatorio y retransmite.
- El numero de usuarios aumenta el retardo
- $V_p$  es el doble de la duración de un paquete
- La probabilidad de no colisión:  $e^{-2R}$
- El Throughput:  $T = Re^{-R}$

# PROTOCOLOS Packet Radio

## Multiple Access

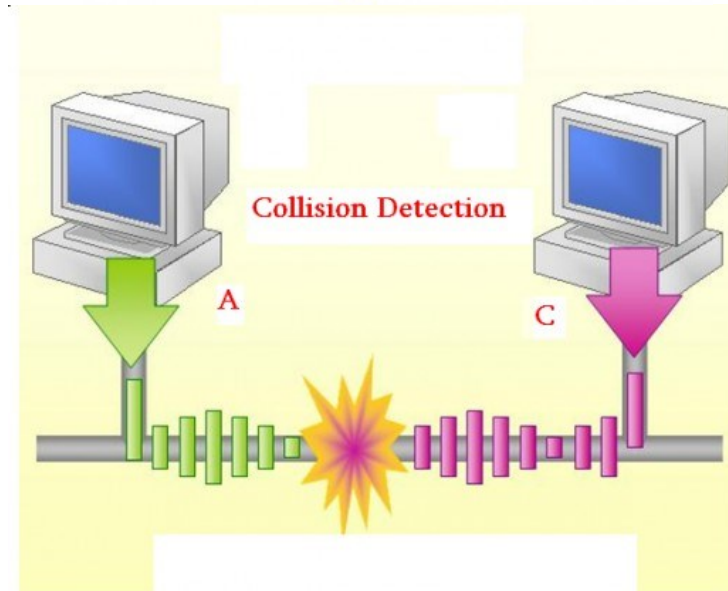
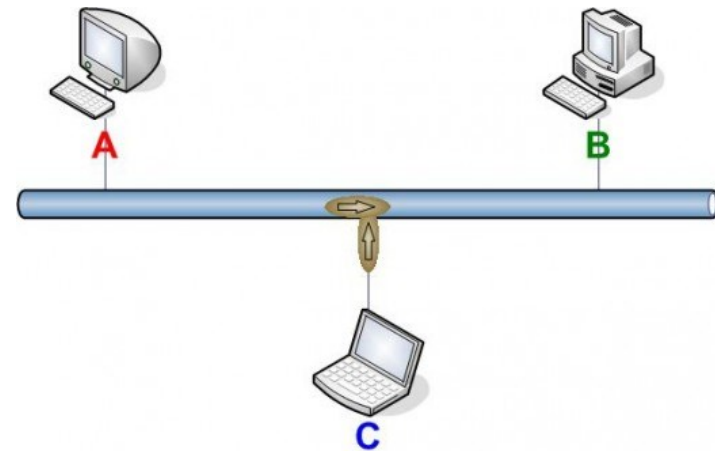
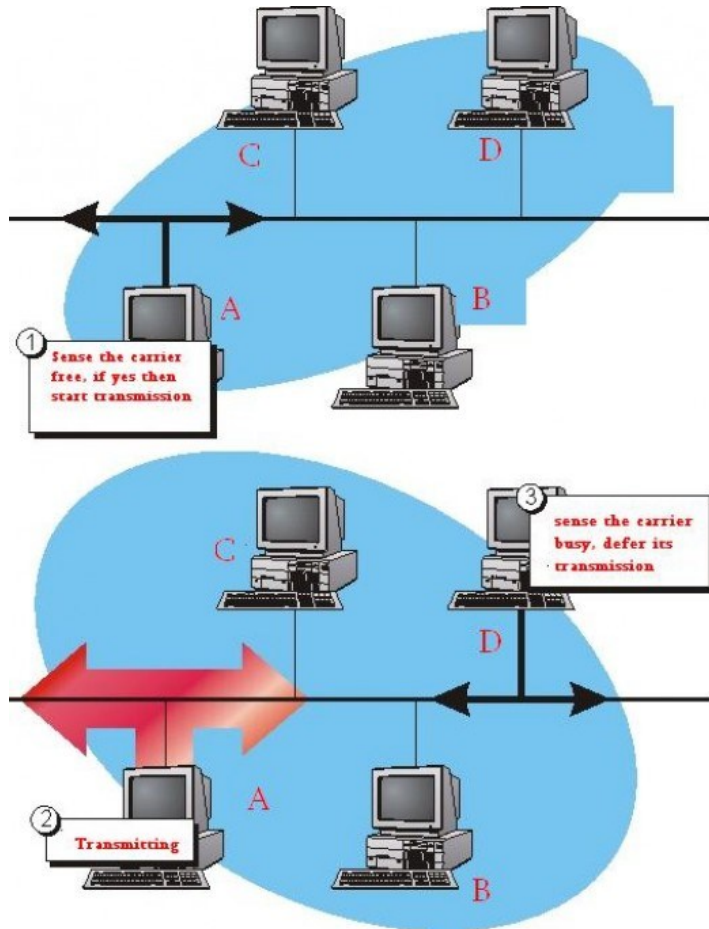
### ALOHA Ranurado:

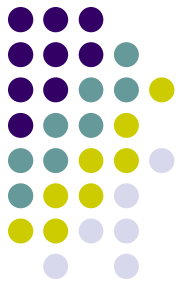


- El tiempo se divide en ranuras iguales.
- Los abonados poseen relojes sincronizados y transmiten solo al comienzo de cada ranura de tiempo (Distribución discreta de paquetes), con esto se evitan colisiones parciales de paquetes.
- Al aumentar el número de usuarios el retardo experimenta un gran crecimiento.
- $V_p$  es igual a la duración de un paquete
- La probabilidad de no colisión:  $e^{-R}$
- El Throughput:  $T = R e^{-R}$

# CSMA/CD

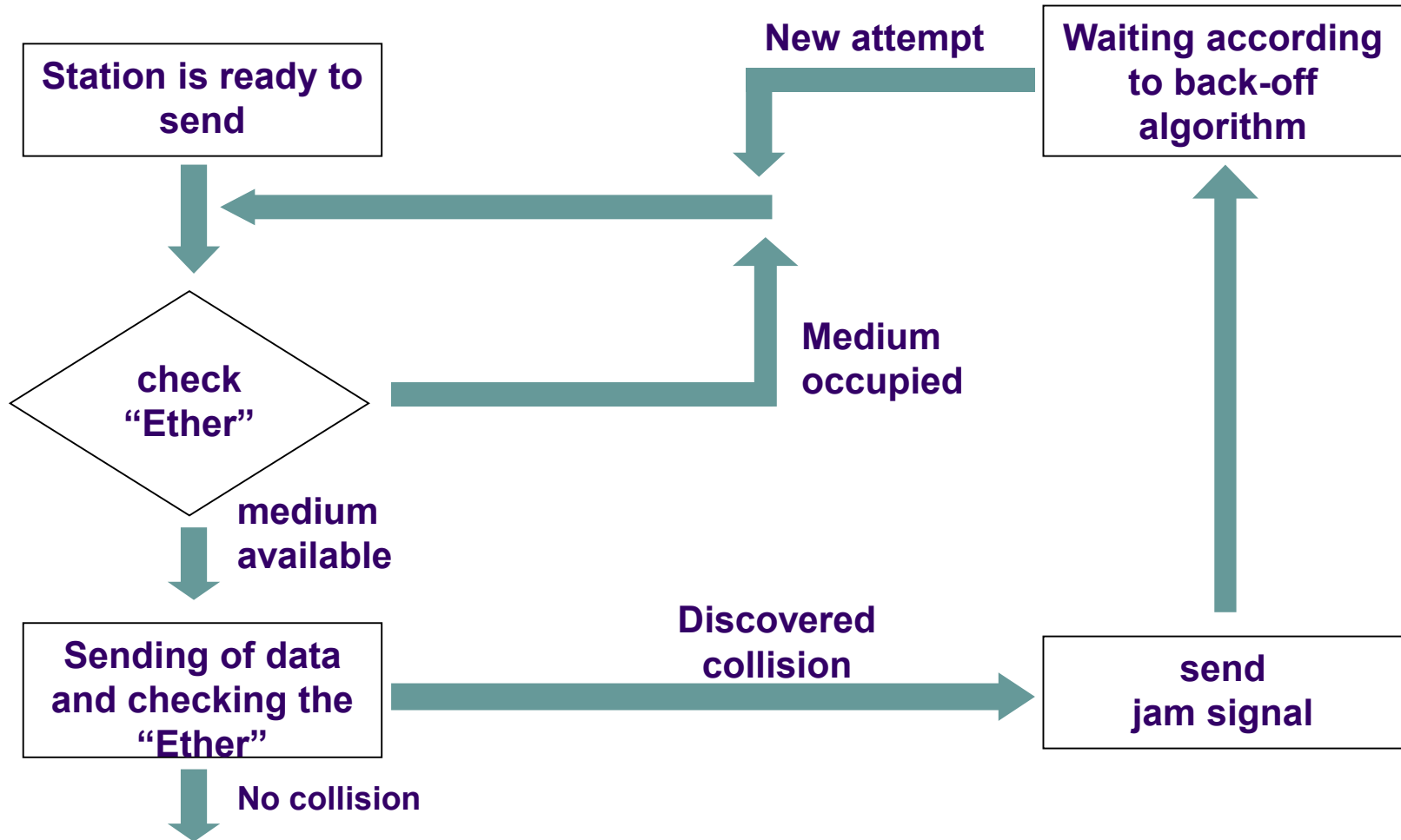
## Carrier Sense Multiple Access





# CSMA/CD

## Carrier Sense Multiple Access



# CSMA

## Carrier Sense Multiple Access



- **CSMA 1-persistente:**

- Detección canal libre  $\Rightarrow$  transmisión
- Si hay colisión espera un  $t$  aleatorio

- **CSMA no-persistente:**

- Igual que 1-persistente..
- Si detecta canal ocupado  $\Rightarrow$  espera  $t$  aleatorio y vuelve a detectar canal

- **CSMA p-persistente:**

- Aplicado a canales ranurados
- Canal desocupado  $\Rightarrow$  transmite ( en 1º ranura prob.  $p$ , 2º con Prob.  $1-p$ )
- Si canal ocupado, espera siguiente ranura





# FIN

