

# 1. Introducción a las comunicaciones

## Introducción

1.1. Conceptos básicos de transmisión de datos

1.2. Medios de Transmisión. Capacidad de un canal

1.3 Técnicas de transmisión

**1.4 Distribución de ancho de banda**

1.5. Técnicas de comunicaciones de datos

1.6 Suscripciones: Tema 1

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 1.4 Distribución de ancho de banda

## 1.4.1 Multiplexación

1.4.1.1 En Frecuencia (MDF)

1.4.1.2 En el tiempo (MDT)

## 1.4.2 Espectro expandido

1.4.2.1 Por salto de frecuencia

1.4.2.2 Por secuencia directa

1.4.2.3 Por división de código

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## 1.4 Distribución de ancho de banda

### ✓ Multiplexación

**conjunto de técnicas que permiten la transmisión simultánea de múltiples señales a través de un único canal**

- Multiplexación en frecuencia
  - Multiplexación por división de longitud de onda
- Multiplexación en el tiempo

### ✓ Espectro expandido

Cartagena99

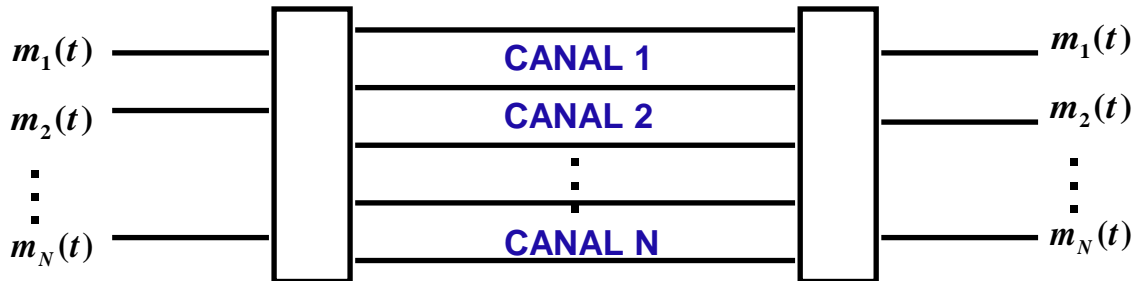
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Multiplexación en Frecuencia (Frequency Division Multiplexion FDM)

Para utilizar FDM es necesario que el ancho de banda del enlace sea mayor o igual que los anchos de bandas de las señales a transmitir.



$S(f)$

Cartagena99

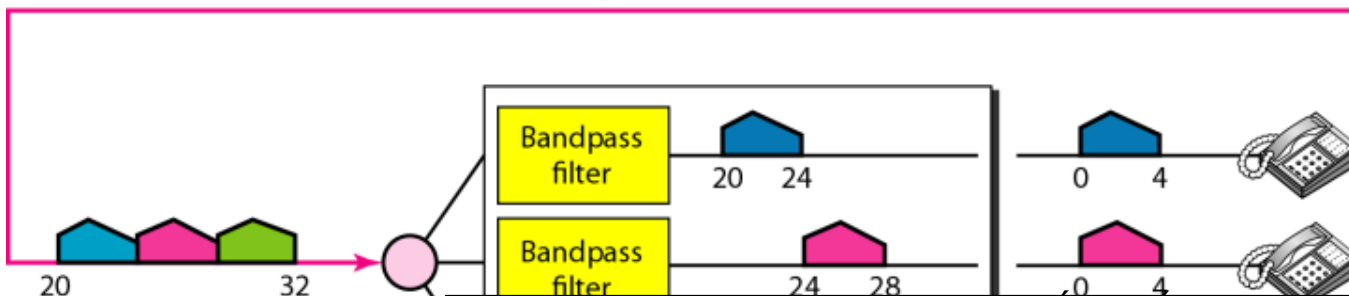
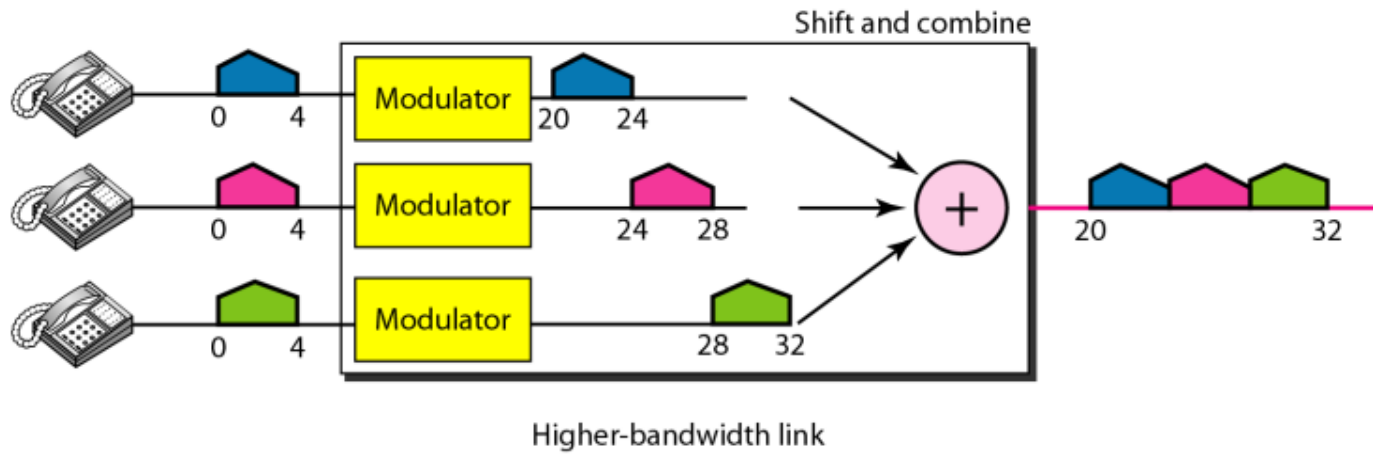
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

sc2

# Multiplexación en Frecuencia (Frequency Division Multiplexion FDM)



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

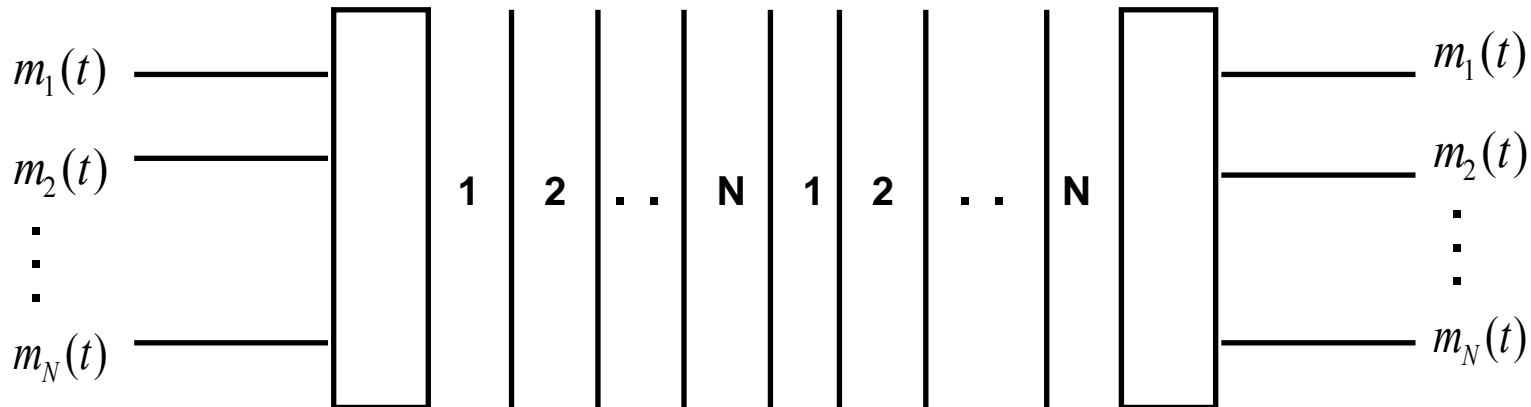
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Multiplexación por División en el Tiempo

## (Synchronous Time Division Multiplexion TDM)

Permite que los datos provenientes de varias fuentes compartan todo el ancho de banda de canal durante un periodo de tiempo.



Cartagena99

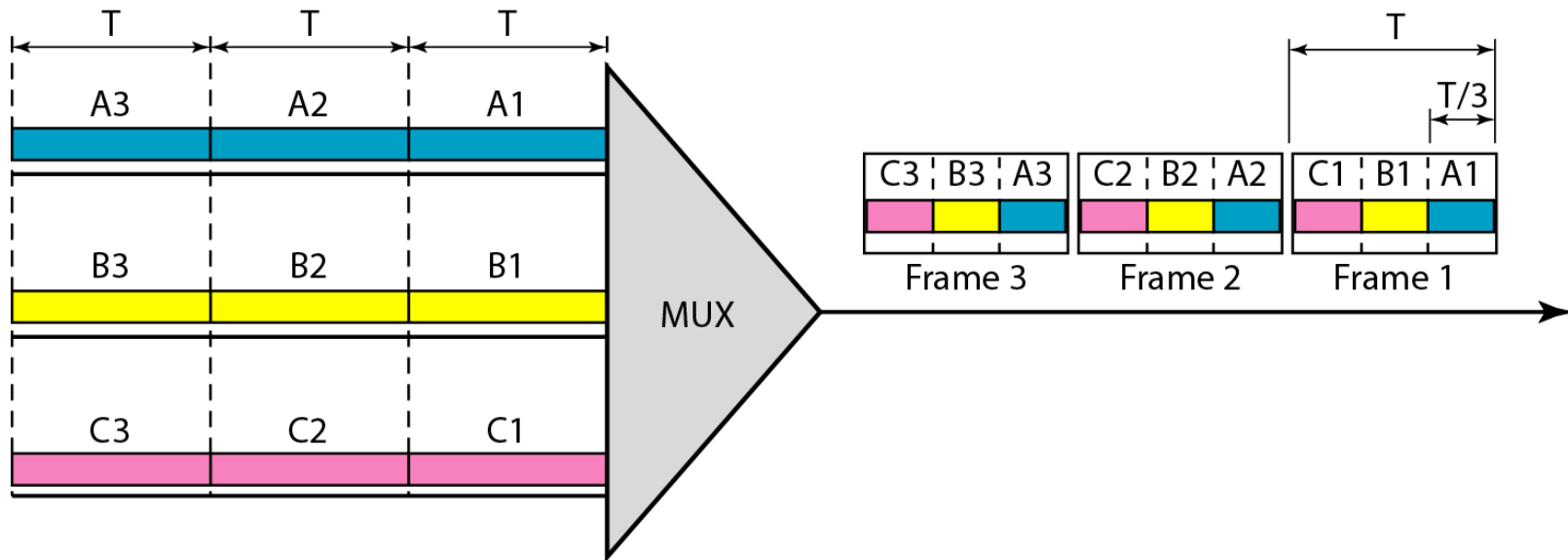
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Multiplexación por División en el Tiempo

## (Synchronous Time Division Multiplexion TDM)



Cartagena99

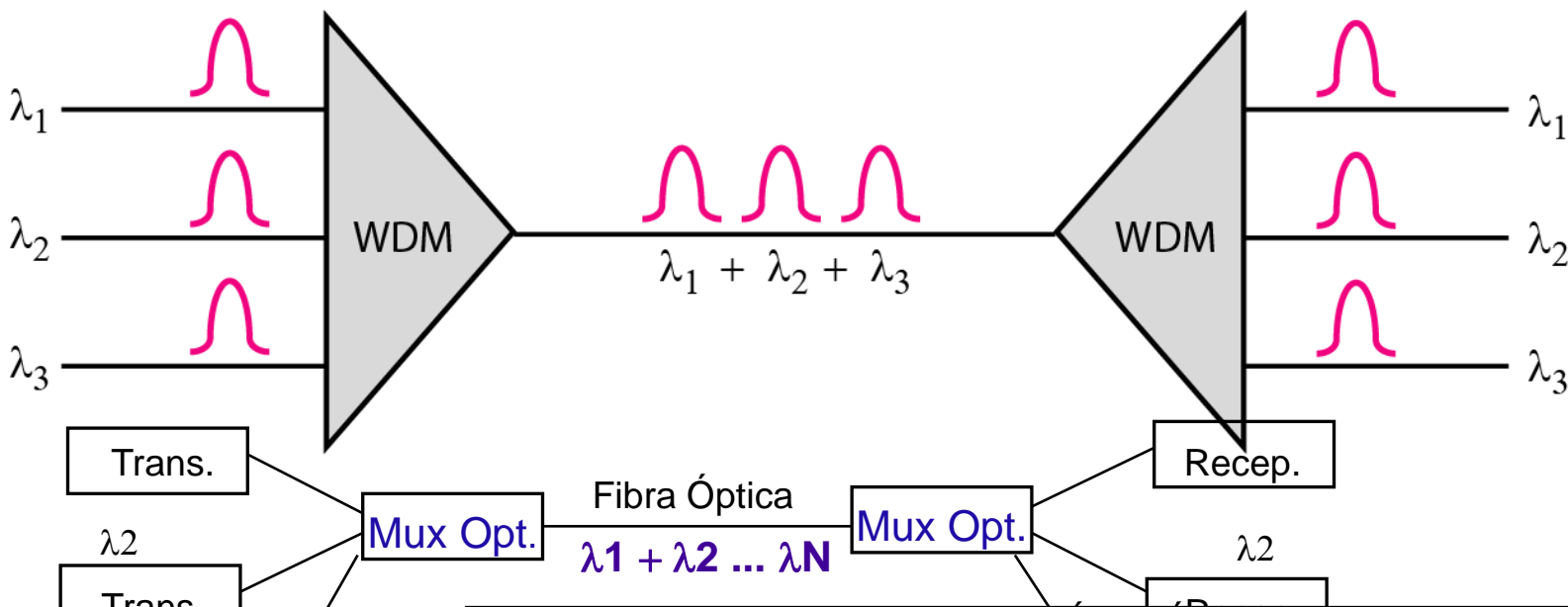
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Multiplexación por Longitud de Onda

- **WDM:** Wavelength Division Multiplexing) se pueden transmitir varios láseres de distintas frecuencias/longitudes de onda en la misma fibra, multiplicando así la capacidad de transmisión de la fibra.
- **DWDM:** Dense WDM



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

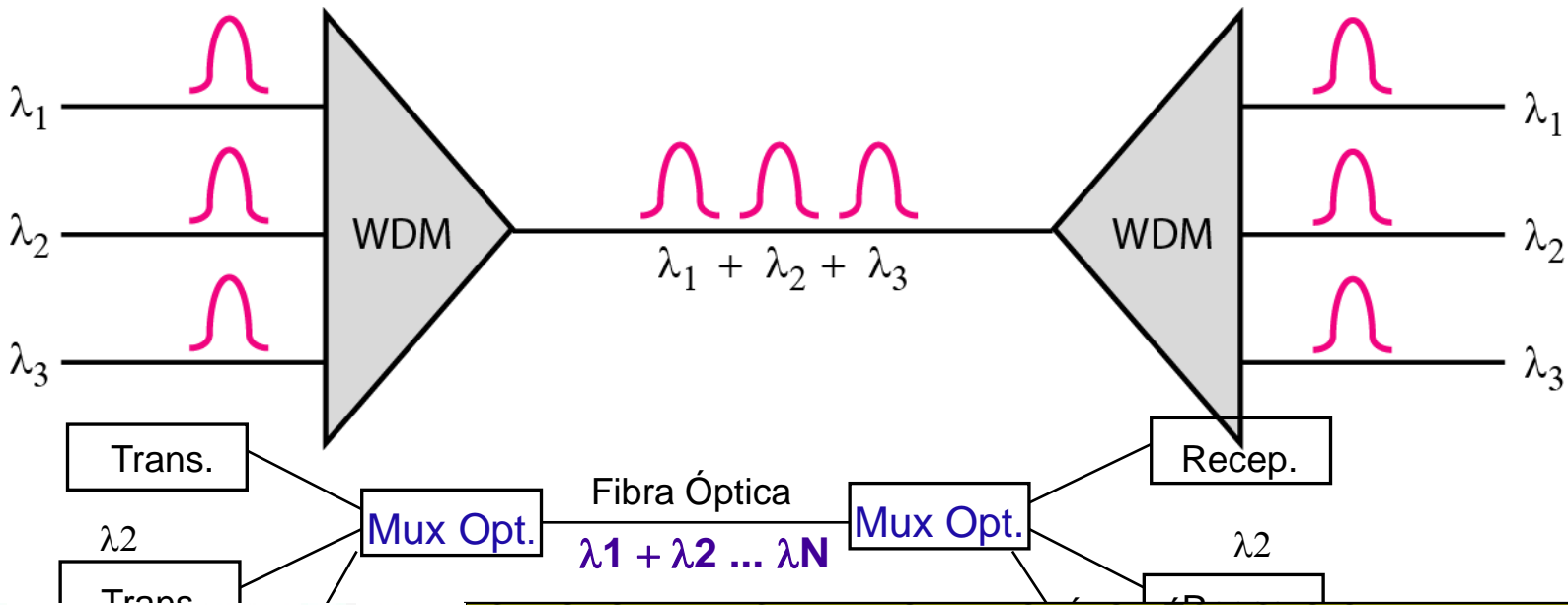
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# Multiplexación por Longitud de Onda

- WDM:** Wavelength Division Multiplexing) se pueden transmitir varios láseres de distintas frecuencias/longitudes de onda en la misma fibra, multiplicando así la capacidad de transmisión de la fibra.
- DWDM:** Dense WDM



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Sistema estándar de 50 canales (Lambdas) de la UIT

| Frequency (THz) | Wavelength (nm) | ITU Ch. | Frequency (THz) | Wavelength (nm) | ITU Ch. | Frequency (THz) | Wavelength (nm) | ITU Ch. |
|-----------------|-----------------|---------|-----------------|-----------------|---------|-----------------|-----------------|---------|
| 196.1           | 1528.77         | 61      | 194.4           | 1542.14         | 44      | 192.7           | 1555.75         | 27      |
| 196.0           | 1529.55         | 60      | 194.3           | 1542.94         | 43      | 192.6           | 1556.56         | 26      |
| 195.9           | 1530.33         | 59      | 194.2           | 1543.73         | 42      | 192.5           | 1557.36         | 25      |
| 195.8           | 1531.12         | 58      | 194.1           | 1544.53         | 41      | 192.4           | 1558.17         | 24      |
| 195.7           | 1531.90         | 57      | 194.0           | 1545.32         | 40      | 192.3           | 1558.98         | 23      |
| 195.6           | 1532.68         | 56      | 193.9           | 1546.12         | 39      | 192.2           | 1559.79         | 22      |
| 195.5           | 1533.47         | 55      | 193.8           | 1546.92         | 38      | 192.1           | 1560.61         | 21      |
| 195.4           | 1534.25         | 54      | 193.7           | 1547.72         | 37      | 192.0           | 1561.42         | 20      |
| 195.3           | 1535.04         | 53      | 193.6           | 1548.51         | 36      | 191.9           | 1562.23         | 19      |
| 195.2           | 1535.82         | 52      | 193.5           | 1549.32         | 35      | 191.8           | 1563.05         | 18      |
| 195.1           | 1536.61         | 51      | 193.4           | 1550.12         | 34      | 191.7           | 1563.86         | 17      |
| 195.0           | 1537.40         | 50      | 193.3           | 1550.92         | 33      | 191.6           | 1564.68         | 16      |
| 194.9           | 1538.19         | 49      | 193.2           | 1551.72         | 32      | 191.5           | 1565.50         | 15      |
| 194.8           | 1538.98         | 48      | 193.1           | 1552.52         | 31      | 191.4           | 1566.31         | 14      |
| 194.7           | 1539.77         | 47      | 193.0           | 1553.33         | 30      | 191.3           | 1567.13         | 13      |

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Espectro Expandido

- **Qué es**

- Codificación de un bit en un tren de “bits” denominados “chips”
- Expansión de una señal de ancho de banda “w” en un ancho de banda “W” superior (normalmente de otro orden de magnitud)

- **Por salto de frecuencias**

- Patente original (1942) de Hedy Lamarr (actriz) y George Antheil (compositor) para un sistema inalámbrico de guía de torpedos (Segunda guerra mundial)
- Primeros usos en comunicaciones cifradas 1962. Bloqueo de Cuba
- Bluetooth, GPS,....

- **Por secuencia directa DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum).**

- WiFi a 11 Mbps

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

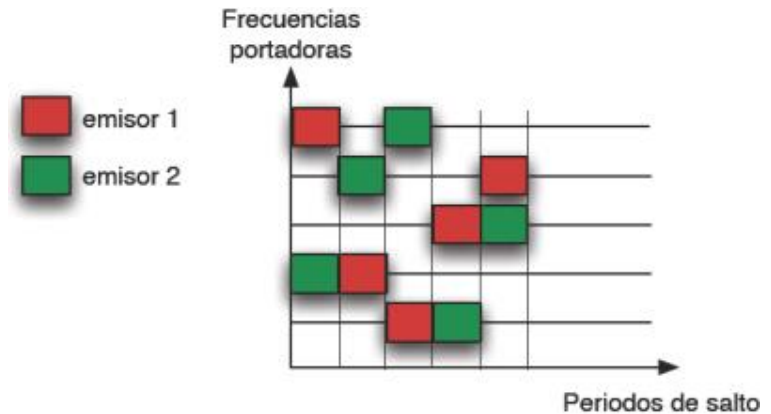
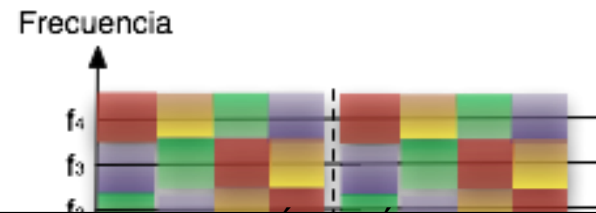
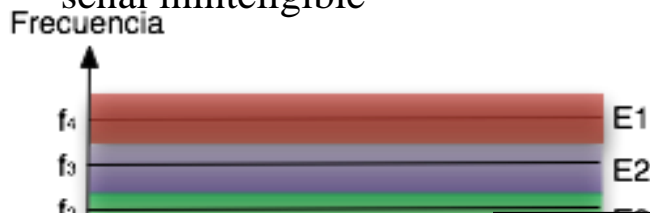
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Espectro Expandido

## Por salto de frecuencias

Es una técnica que utiliza M frecuencias portadoras pseudoaleatorias saltando de frecuencia en frecuencia en intervalos fijos de tiempo

- Las diferentes portadoras son moduladas por la señal origen
- El receptor captará el mensaje saltando de frecuencia en frecuencia sincronizado con el emisor
- Los receptores no autorizados captarán una señal ininteligible



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## DSSS

- Cada bit de la señal original se representa utilizando varios elementos (llamados minibits o chips) en la señal a transmitir, mediante una secuencia pseudoaleatoria
- El receptor usa una secuencia de código que replica la del emisor
- Todas las estaciones de una red utilizan el mismo código de expansión, por lo tanto cuando accede más de una estación las señales pueden colisionar

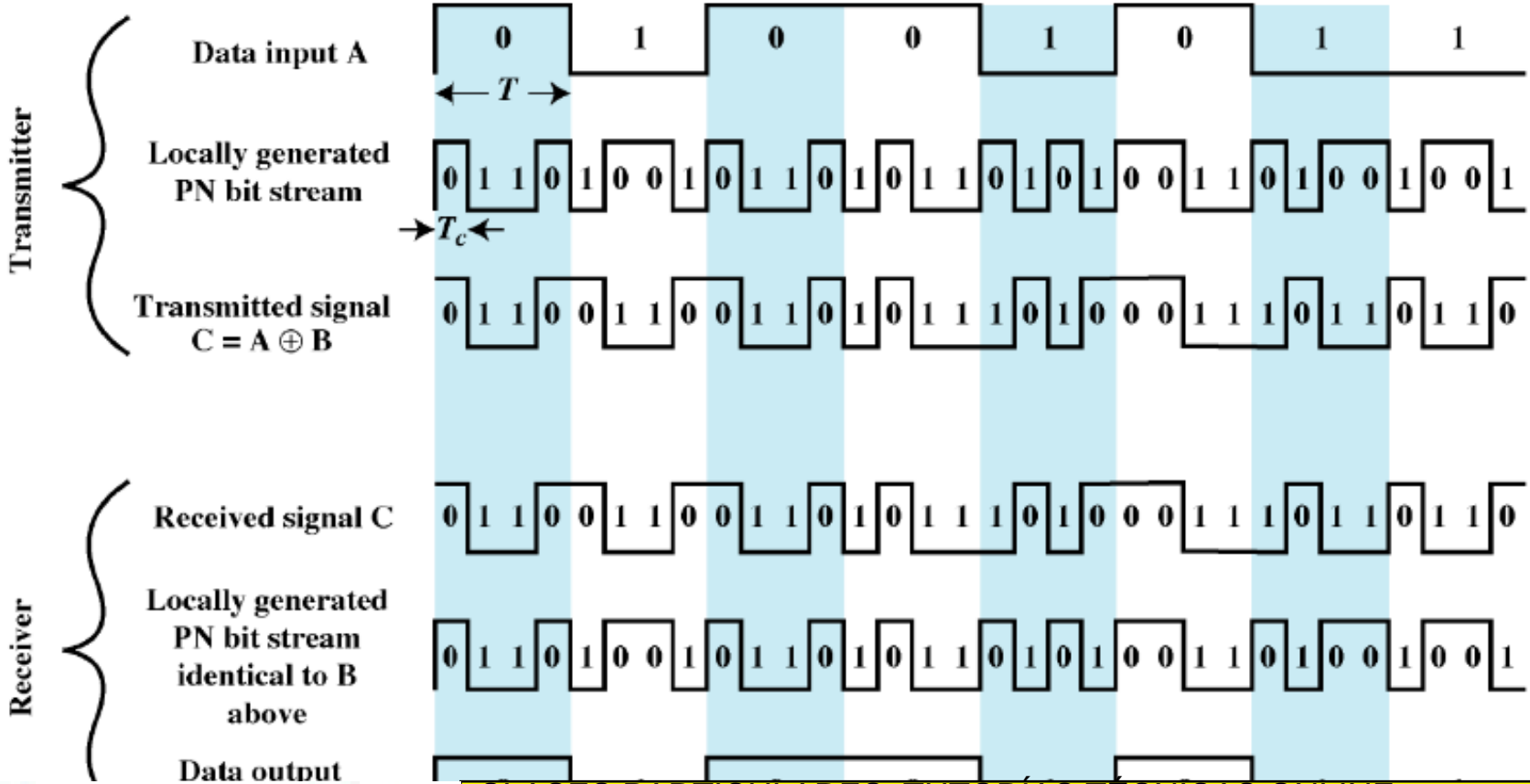
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# DSSS ejemplo



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

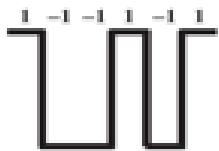
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# CDMA. Ejemplo de operación

Código de expansión:

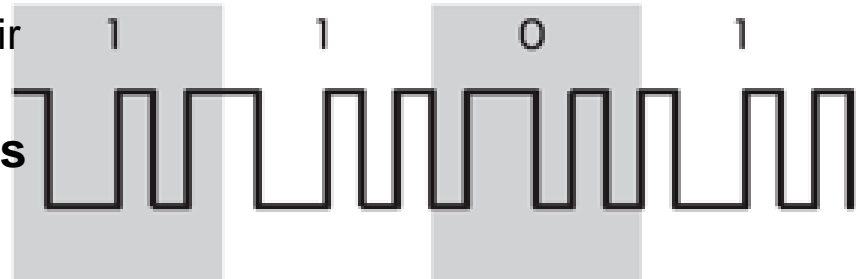
100101



Datos a transmitir

1 1 0 1

Chips transmitidos



El receptor decodifica la transmisión calculando el resultado de multiplicar los valores recibidos por el código del emisor (bit a bit) y sumando (producto escalar)

|           |                |                |                |                |
|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Recepción | 1,-1,-1,1,-1,1 | 1,-1,-1,1,-1,1 | -1,1,1,-1,1,-1 | 1,-1,-1,1,-1,1 |
| Código    | 1,-1,-1,1,-1,1 | 1,-1,-1,1,-1,1 | 1,-1,-1,1,-1,1 | 1,-1,-1,1,-1,1 |
| Resultado | 1+1+1+1+1+1    | 1+1+1+1+1+1    | -1-1-1-1-1-1   | 1+1+1+1+1+1    |

Si el resultado es 6 entonces se ha transmitido un 1

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# CDMA

## Ejemplo de operación

- Ej:
  - Código 1,0,0,1,0 1      1,-1,-1,1,-1,1
  - Datos 1 0 1
  - Transmisión 1,-1,-1,1,-1,1 -1,1,1,-1,1,-1 1,-1,-1,1,-1,1
  
- El receptor decodifica la transmisión calculando el resultado de multiplicar los valores recibidos por el código del emisor (bit a bit) y sumando (producto escalar)
  - Recepción 1,-1,-1,1,-1,1 -1,1,1,-1,1,-1 1,-1,-1,1,-1,1,-1,1,-1,1,1
  - Código 1,-1,-1,1,-1,1 1,-1,-1,1,-1,1

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# Influencia de transmisiones simultáneas

[TANE11  
]

$$S \cdot T \equiv \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i T_i = 0$$

$$A = (-1 \ -1 \ -1 \ +1 \ +1 \ -1 \ +1 \ +1)$$

$$B = (-1 \ -1 \ +1 \ -1 \ +1 \ +1 \ +1 \ -1)$$

$$C = (-1 \ +1 \ -1 \ +1 \ +1 \ +1 \ -1 \ -1)$$

$$D = (-1 \ +1 \ -1 \ -1 \ -1 \ -1 \ +1 \ -1)$$

(a)

$$A: 00011011$$

$$B: 00101110$$

$$C: 01011100$$

$$D: 01000010$$

$$S_1 = C = (-1 \ +1 \ -1 \ +1 \ +1 \ +1 \ -1 \ -1)$$

$$S_2 = B+C = (-2 \ 0 \ 0 \ 0+2 \ +2 \ 0 \ -2)$$

$$S_3 = A+B = (0 \ 0 \ -2 \ +2 \ 0 \ -2 \ 0 \ +2)$$

$$S_4 = A+B+C = (-1 \ +1 \ -3 \ +3 \ +1 \ -1 \ -1 \ +1)$$

$$S_5 = A+B+C+D = (-4 \ 0 \ -2 \ 0 \ +2 \ 0 \ +2 \ -2)$$

$$S_6 = A+B+\bar{C}+D = (-2 \ -2 \ 0 \ -2 \ 0 \ -2 \ +4 \ 0)$$

(c)

$$S_1 \cdot C = [1+1-1+1+1+1-1-1]/8 = 1$$

$$S_2 \cdot C = [2+0+0+0+2+2+0+2]/8 = 1$$

$$S_3 \cdot C = [0+0+2+2+0-2+0-2]/8 = 0$$

$$S_4 \cdot C = [1+1+3+3+1-1+1-1]/8 = 1$$

$$S_5 \cdot C = [4+0+2+0+2+0-2+2]/8 = 1$$

$$S_6 \cdot C = [2-2+0-2+0-2-4+0]/8 = -1$$

(d)

- A y C transmiten un 1 y B transmite un cero (-1 +1 -3 +3 +1 -1 -1 +1)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70