



Basic theory of ISDB-T

Nobuyuki Sato
JICA Expert

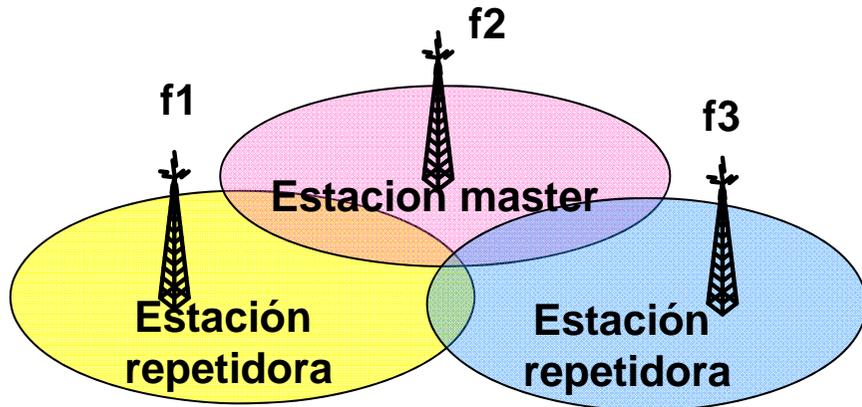


-
- ① Summary and characteristic of DTV and ISDB-T(12th .Mar)
 - ② Basic technology of ISDB-T (19th .Mar)
⇒ Lecture cancellation(26th .Mar)
 - ③ **Basic theory of ISDB-T (2nd .Apr)**
 - ④ Channel plan and Radio wave propagation (9th .Apr)
⇒ Lecture cancellation(16th 23th 30th Apr)
 - ⑤ NHK and its new technology(7th .May)
 - ⑥ Systems of Transmitter and Receiver (14th .May)
(including measurment)

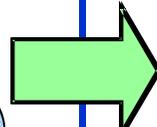
Qué es una red RFU?

Sistema Analogico

Red analogica

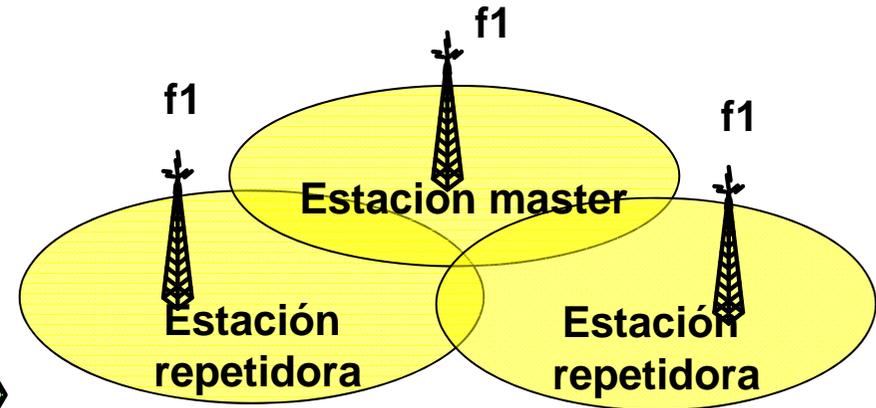


f1, f2, f3 ⇒ Canales de frecuencia

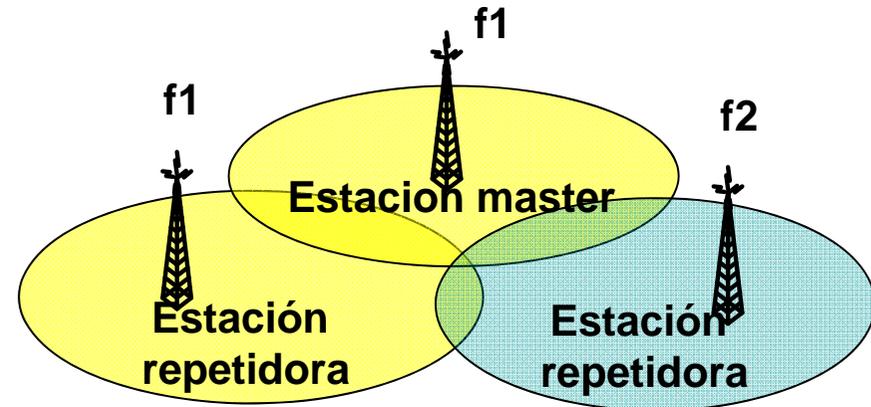


Sistema Digital

Red Frecuencia Unica



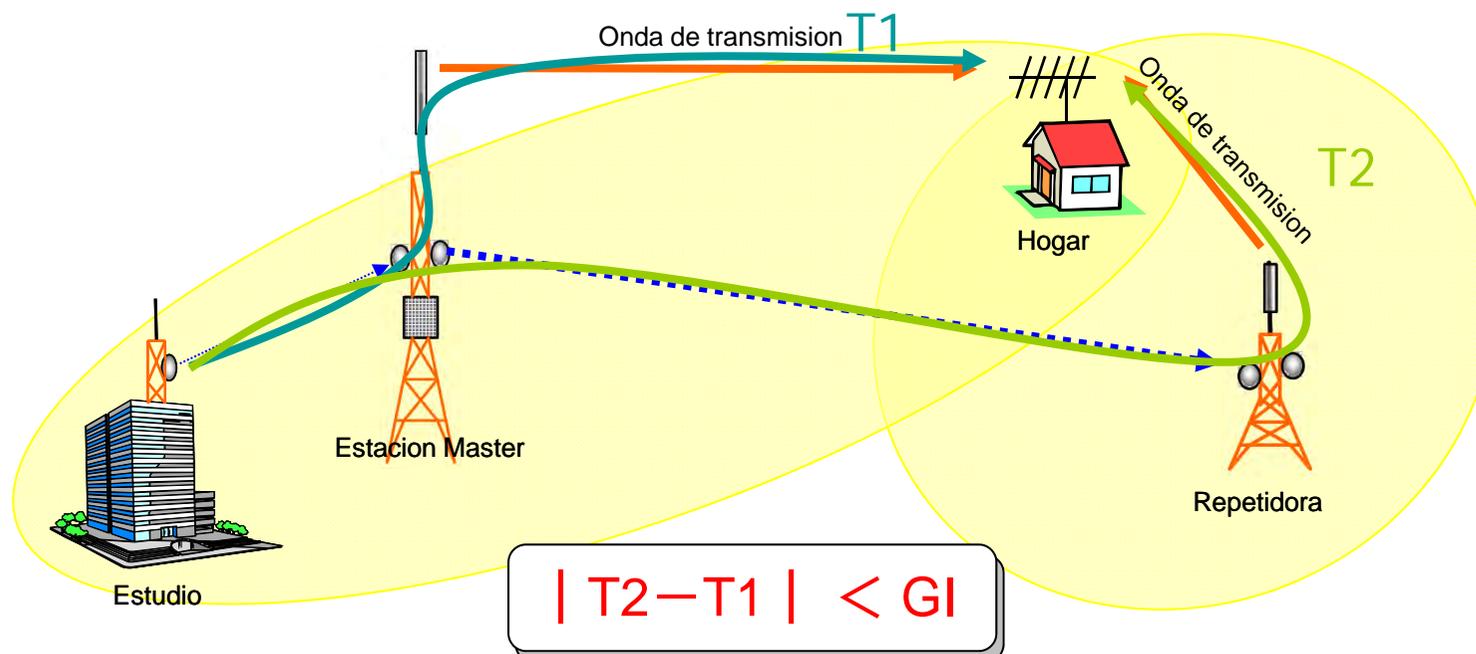
SFN and MFN Network



Condiciones para conformar una RFU

- **Sincronización de la red de transmisión**

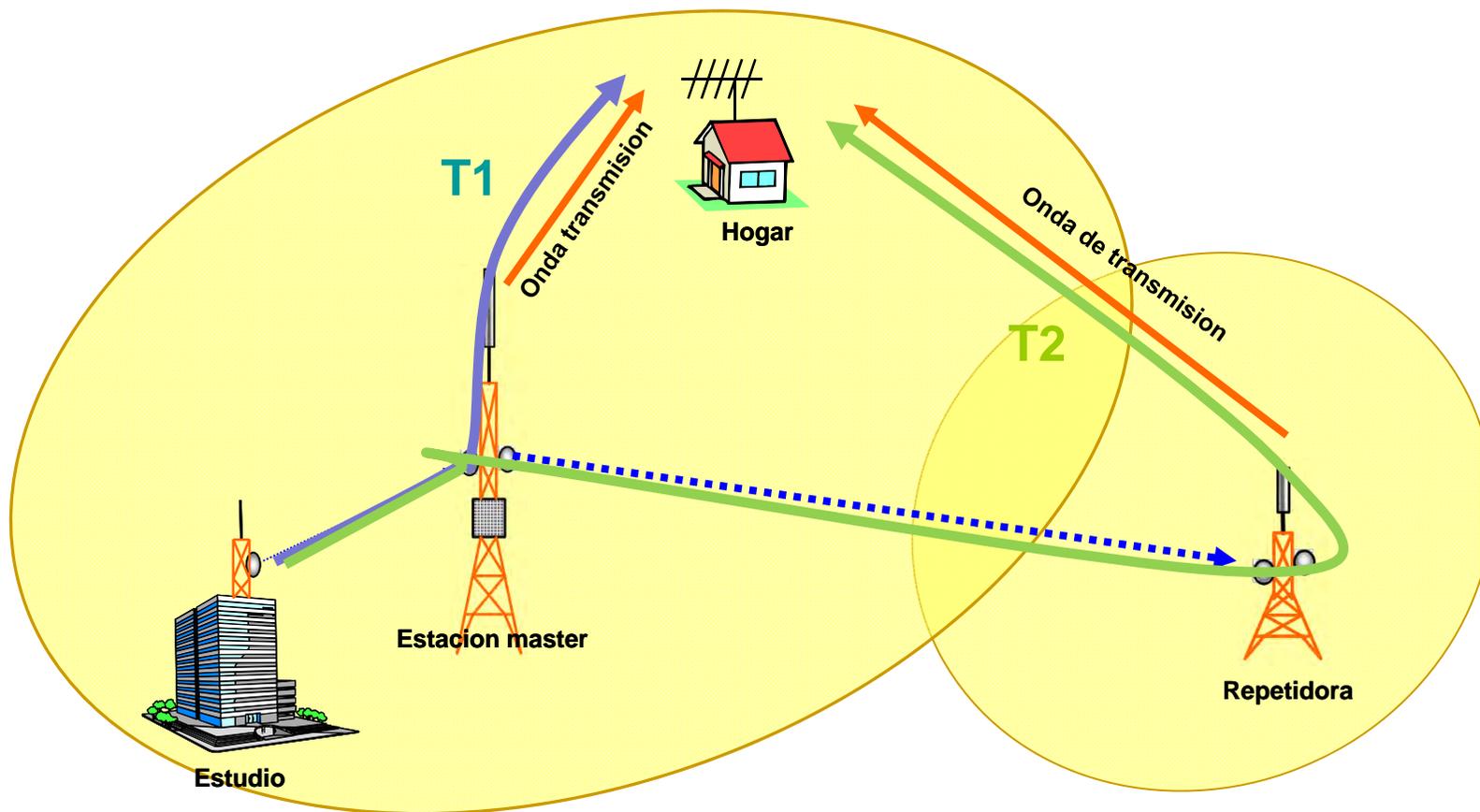
En el punto de recepción, los retardos entre 2 o mas señales deben ser igual o menores al Intervalo de Guarda. (GI^*).



Condiciones para conformar una RFU

Si: $|T2 - T1| \geq GI$

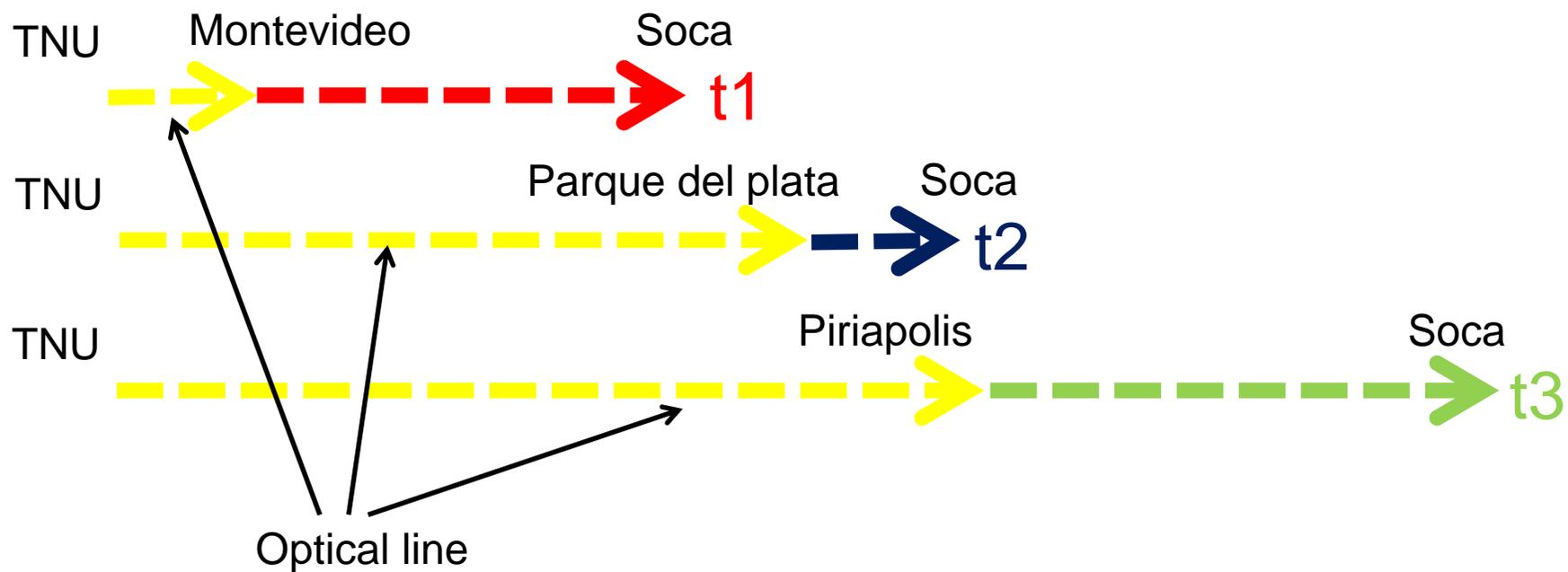
$D/U \geq$ tasa de protección... **OK**
 $D/U <$ tasa de protección... **(X)**



SFN image in URUGUAY 1

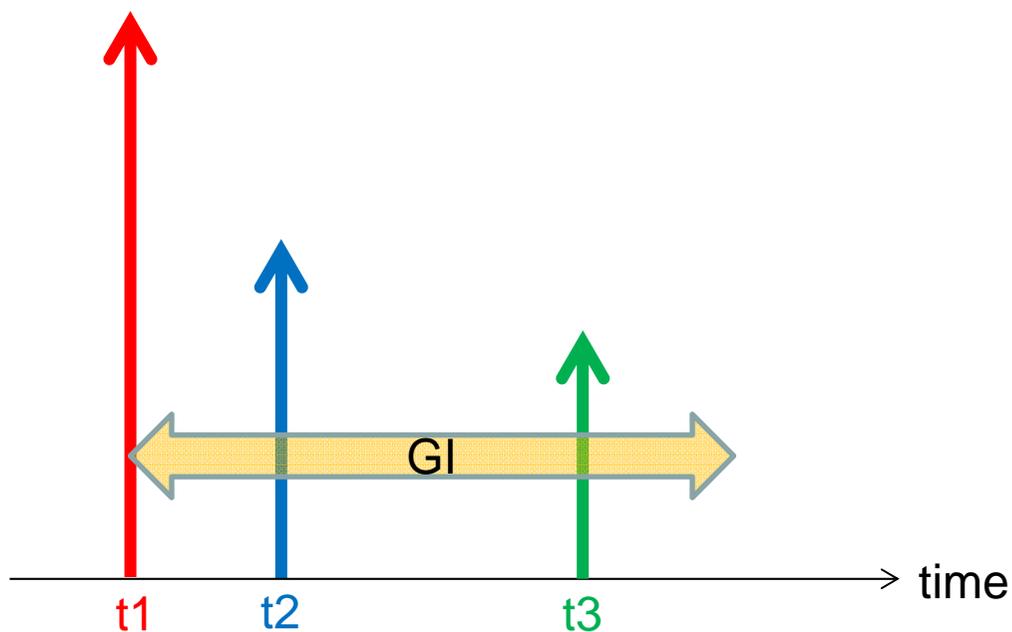


SFN image in URUGUAY 2



SFN image in URUGUAY 3

Case1 : Desire wave = Montevideo

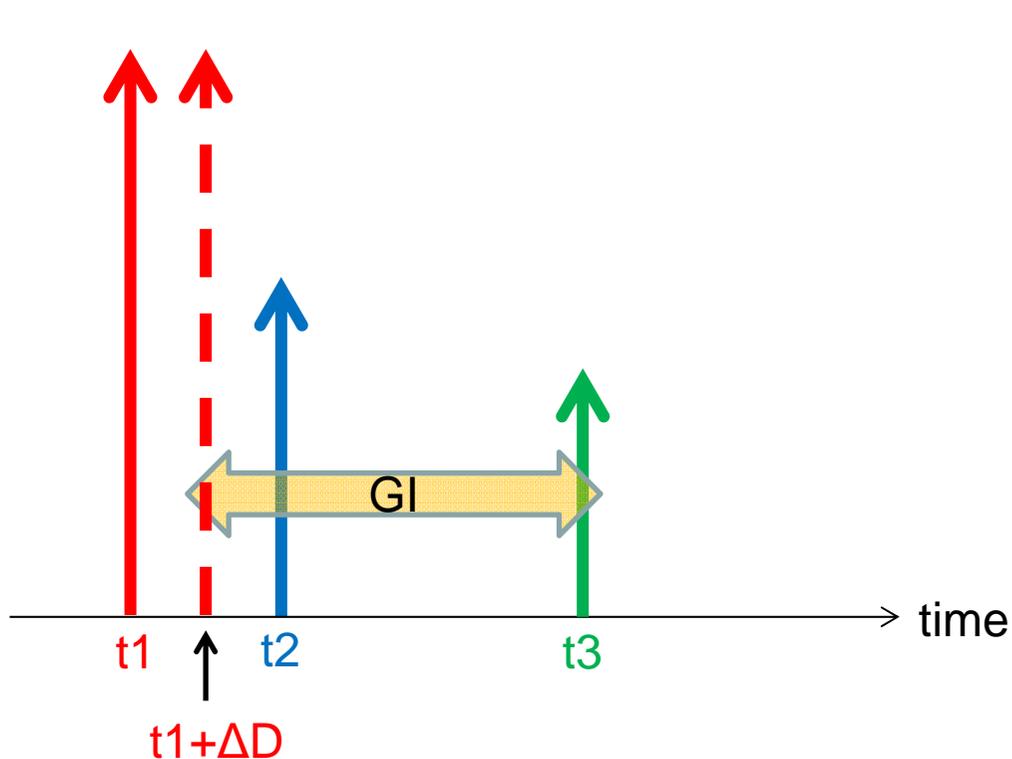


$$t_3 - t_1 < GI(126\mu s)$$

→ OK!!

SFN image in URUGUAY 4

Case1 : Desire wave = Montevideo



$$t_3 - t_1 > GI(126\mu s)$$

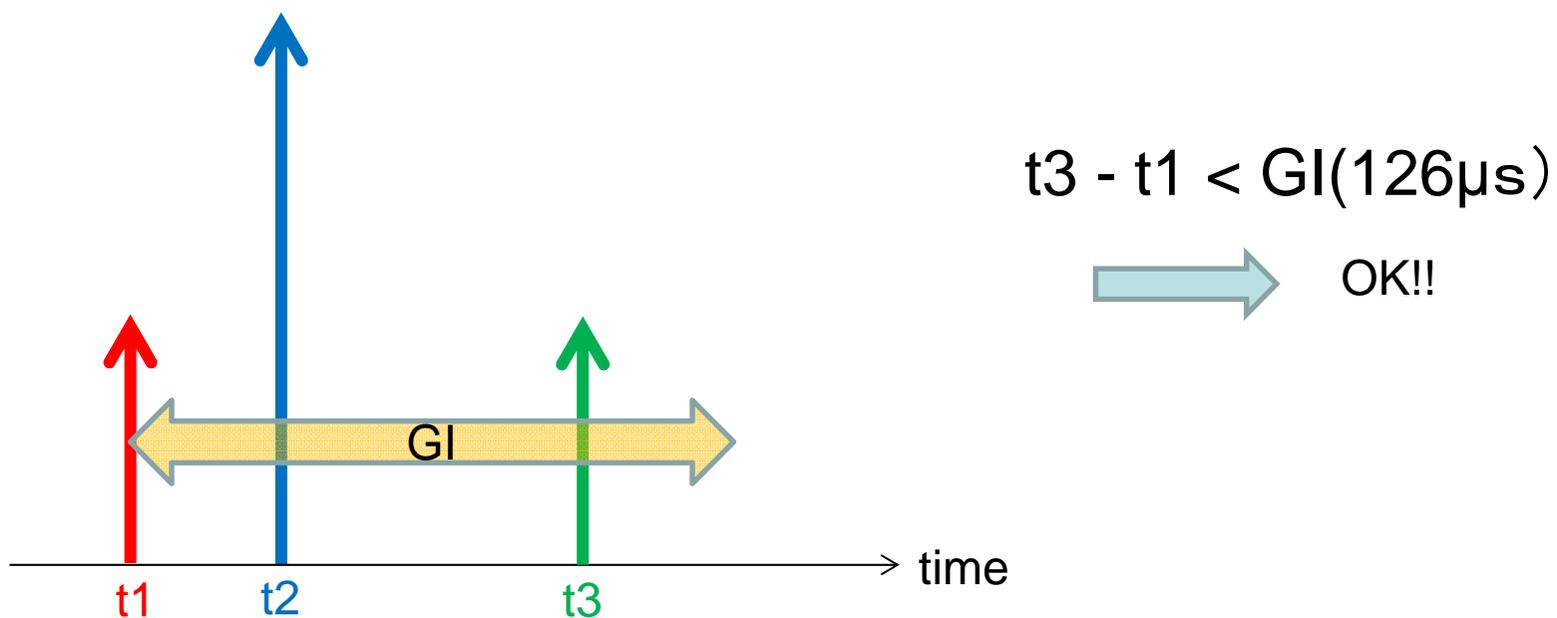
NG!!

$$t_3 - t_1 - \Delta D < GI(126\mu s)$$

OK!!

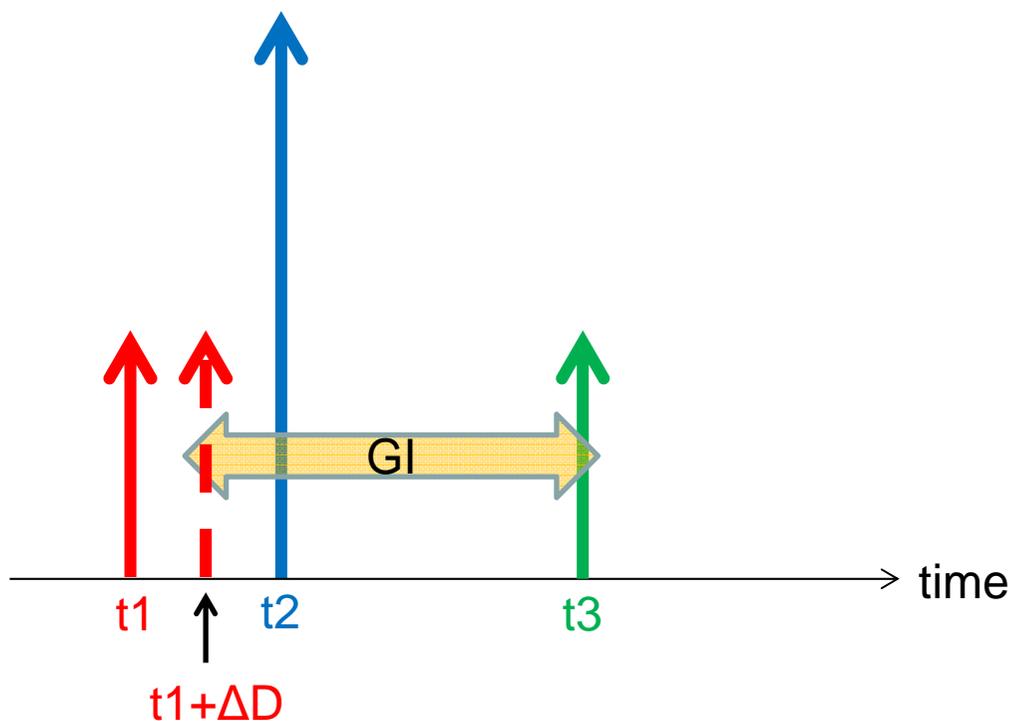
SFN image in URUGUAY 5

Case1 : Desire wave = Parque del plata



SFN image in URUGUAY 6

Case1 : Desire wave = Parque del plata



$$t_3 - t_1 > GI(126\mu s)$$

→ NG!!

$$t_3 - t_1 - \Delta D < GI(126\mu s)$$

→ OK!!



Homework1

- ① Explain the difference between ISDB-T and ISDB-Tb
(Reference ARIB-Standard B-31, ABNT-NBR15601)

	ISDB-T	ISDB-Tb
Video coding(HD)	MPEG2 Video Main profile @High level	H.264/MPEG4 AVC Main profile @Level 4.0
Video coding(1seg)	H.264/MPEG4 AVC Baseline profile @1.2	H.264/MPEG4 AVC Baseline profile @1.3
Audio coding (HD)	MPEG2 AAC-LC ADTS	MPEG4 AAC+SBR LATM/LOAS
Audio coding (1seg)	MPEG2 AAC-LC+SBR ADTS	MPEG4 AAC+SBR+PS LATM/LOAS
Middleware	GINGA(NCL,J)	BML
Contents protection	Yes	No

Homework1

② In Mode3 , how many carriers per one segment.

$$5617/13 = 432.07 \dots$$

$$(5617-1)/13=432$$

1seg: 432 carriers

12seg: $432 \times 12 + 1$ carriers

(1 carrier is CP(Continual pilot))



Agencia de Cooperación Internacional del Japón



Homework2

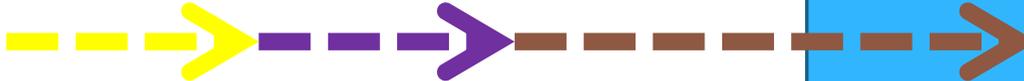
③ When transmitting at the same frequency from the location of the three different (A,B,C), interference occurs at the point D. The transmission time between studio and A,B,C are 300 μ s, 500 μ s, 800 μ s. The distance between D and A,B,C are 60km, 27km, 9km. How do you eliminate the interference? ($G_I=126\mu$ s)



Agencia de Cooperación Internacional del Japón



Studio Station A Point D



$$60000/3 \cdot 10^2 + 300 = 500 \mu\text{s}$$

Studio Station B Point D



$$27000/3 \cdot 10^2 + 500 = 590 \mu\text{s}$$

Studio



$$9000/3 \cdot 10^2 + 800 = 830 \mu\text{s}$$

$$830 - 126 = 704 \mu\text{s}$$

$$830 + 126 = 956 \mu\text{s}$$

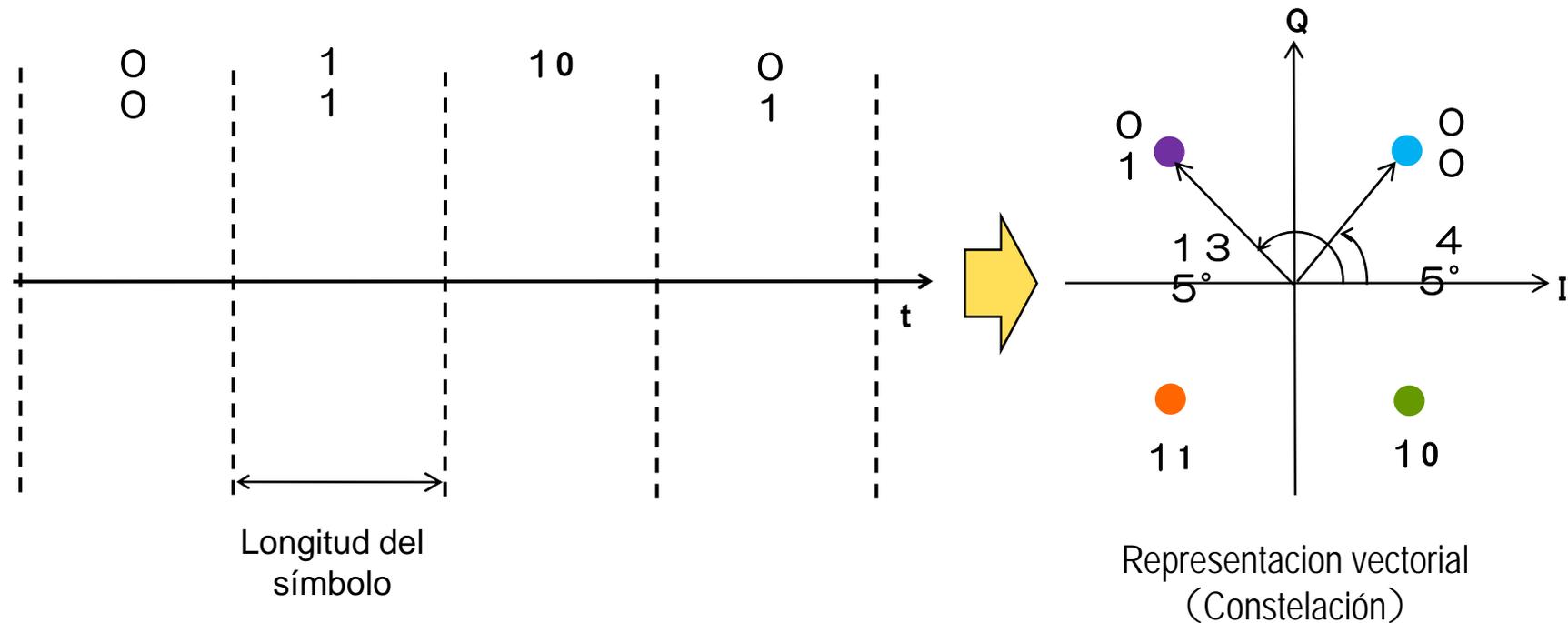


Aspectos Básicos sobre Tecnología Digital



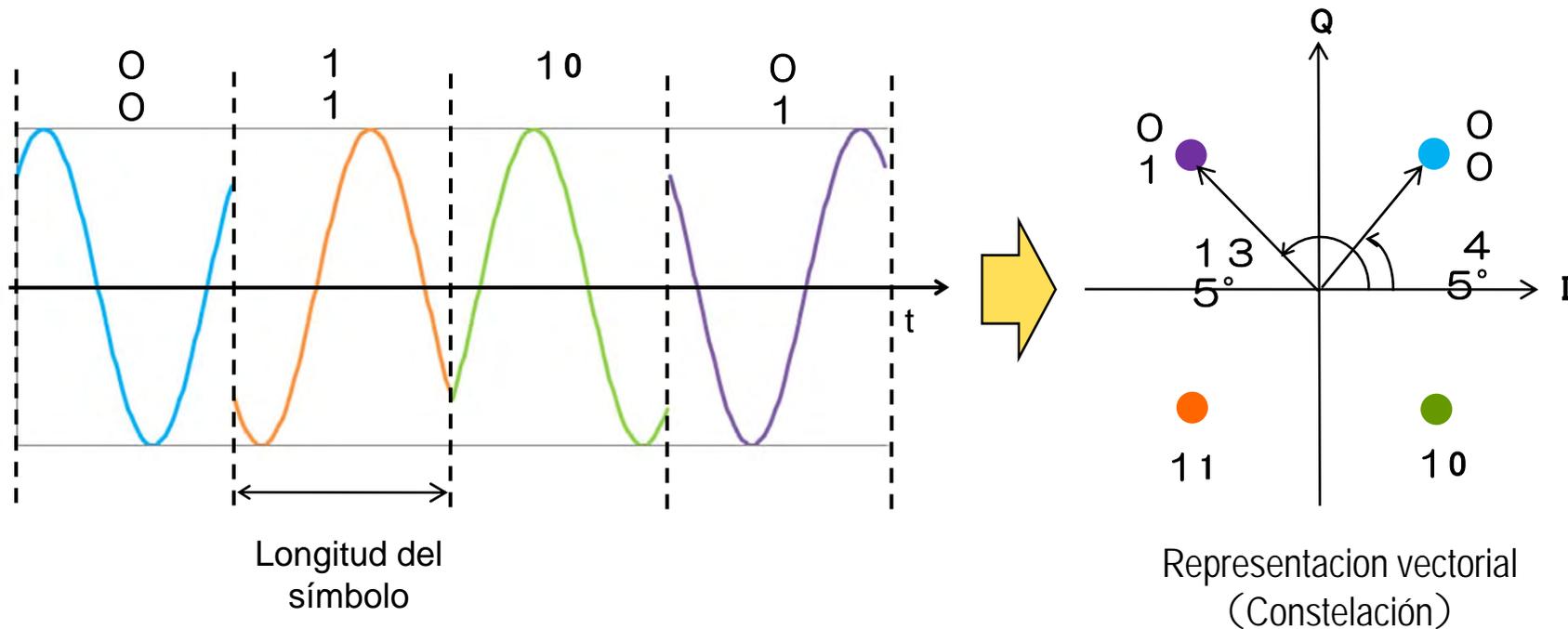
Ejercicio 1

■ Veamos el QPSK (Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura) !



Ejercicio 1

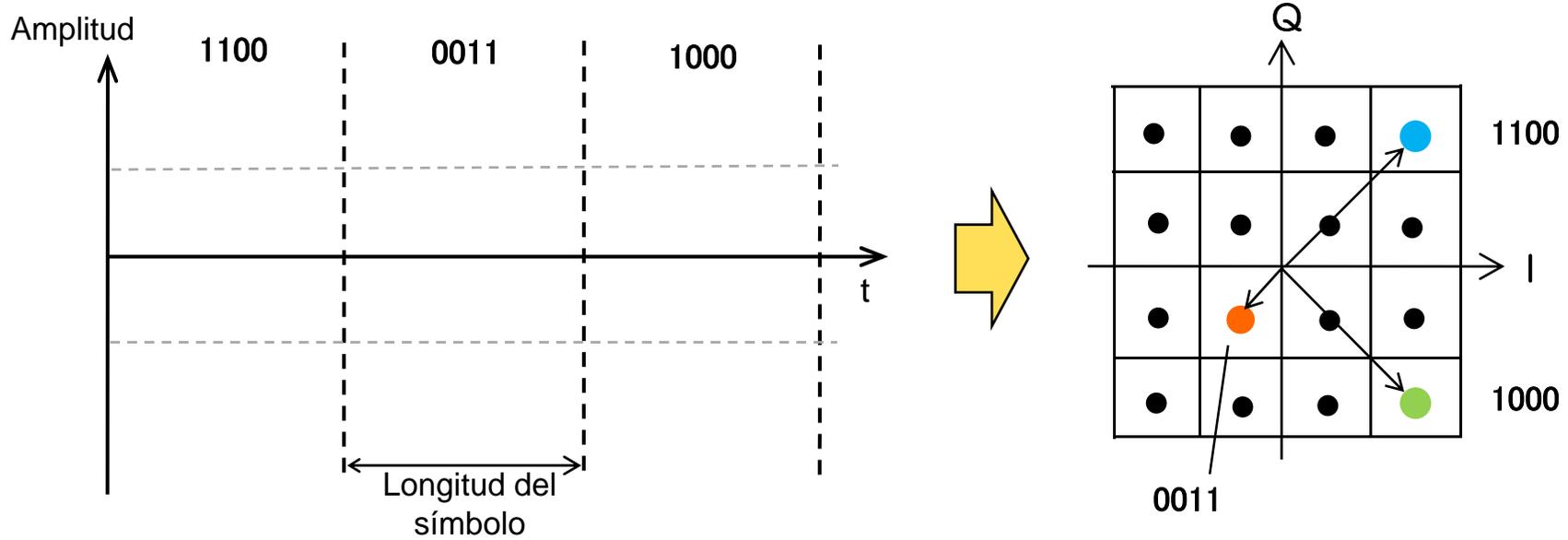
■ Veamos el QPSK (Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura) !



■ Transmisión de la información de 2bits en 1 símbolo por la fase de la portadora.

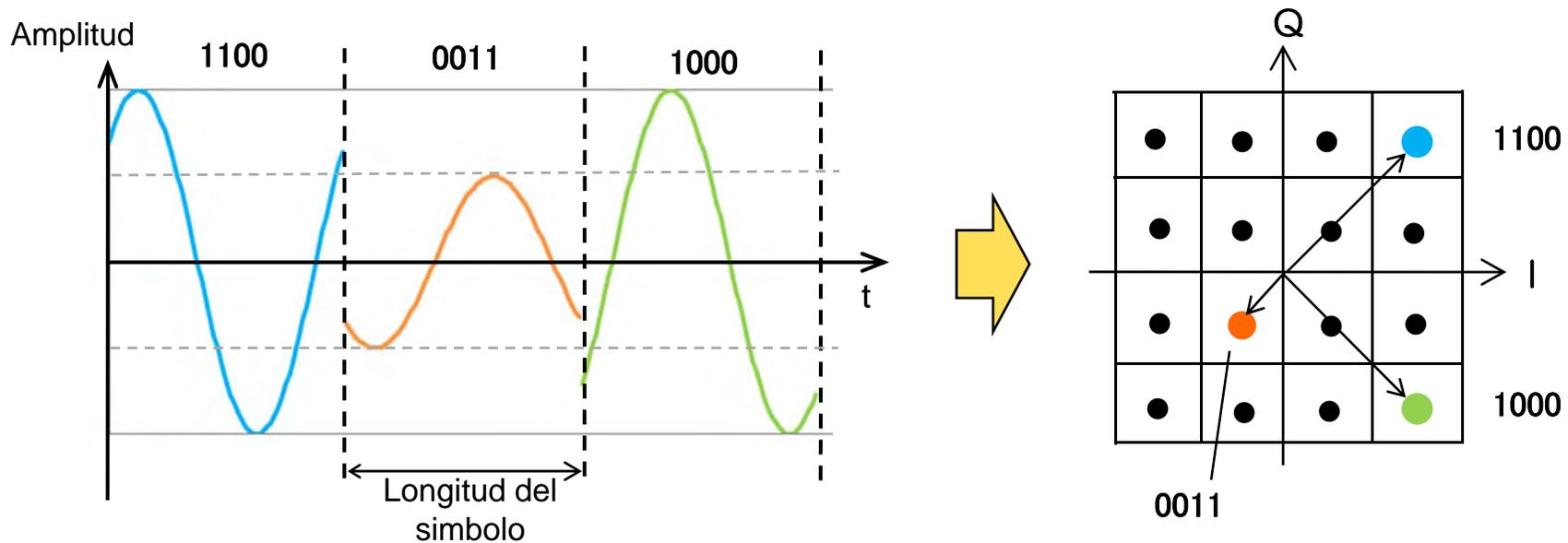
Ejercicio 2

■ Veamos el 16 QAM (Modulación de Amplitud en Cuadratura) !



Ejercicio 2

- Veamos el 16 QAM (Modulación de Amplitud en Cuadratura) !

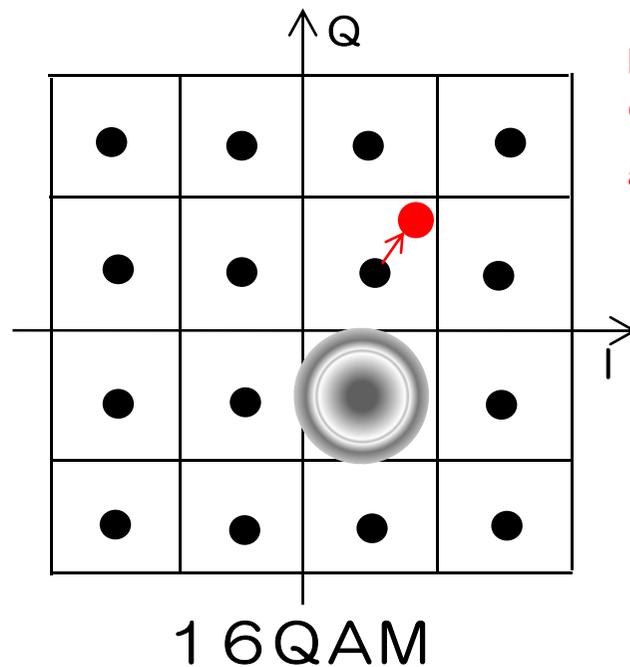


- Transmisión de la información por amplitud y fase de la portadora.
- En el caso de 16QAM, 4bits ($2^4=16$) van en 1 simbolo.

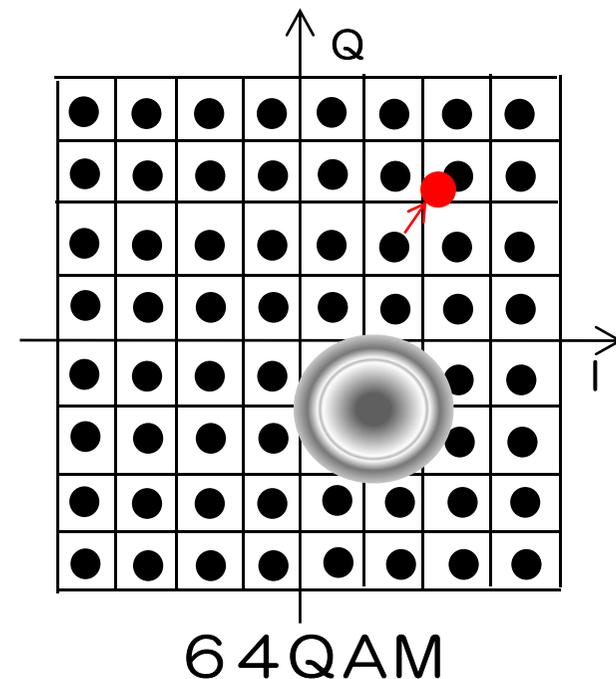
64QAM

Modulacion usada en el ISDB-T

- Se transmite la informacion de 6 bits ($2^6 = 64$) en 1 simbolo a traves de la amplitud y fase de la portadora.
- Para una misma potencia, la señal 64QAM es más debil que la 16QAM debido a la sensibilidad a los ruidos. (facil de producir errores)



Diagramas para iguales diferencias de amplitud y fase.



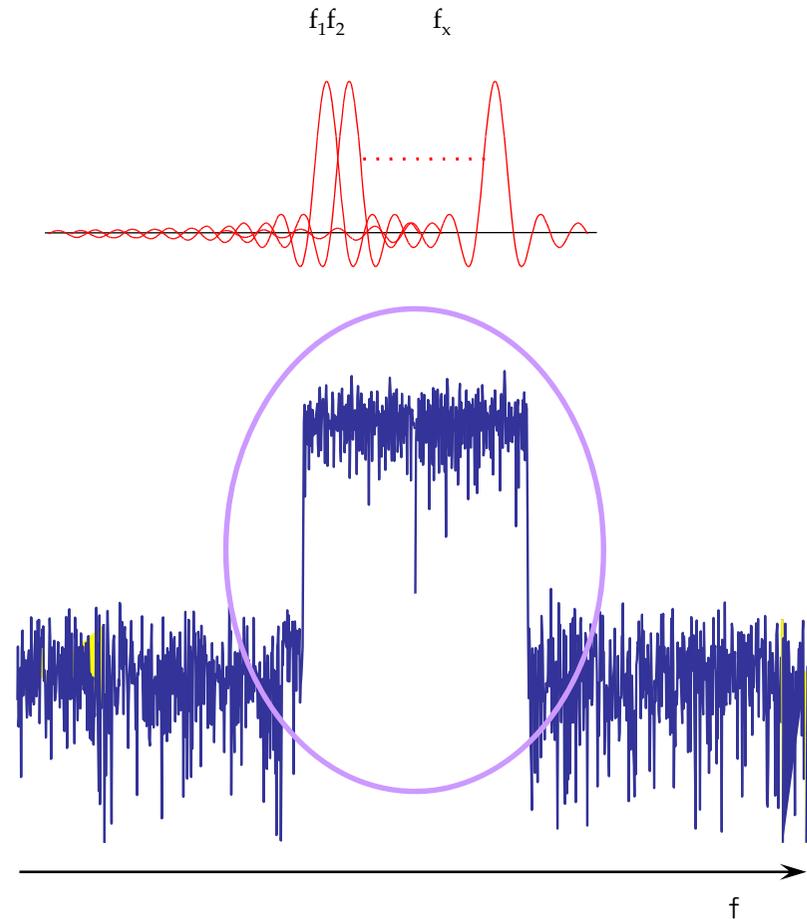
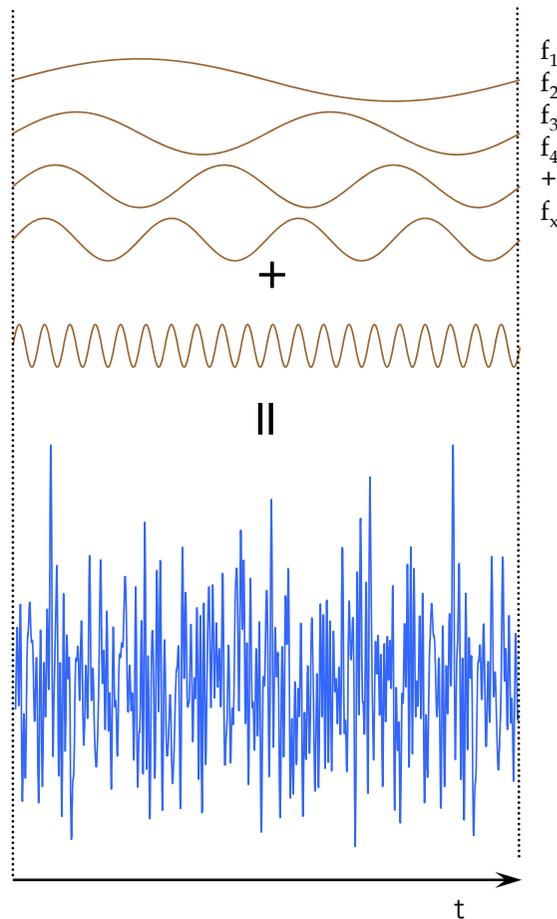
Qué es la OFDM ?

- Multiplexación por División de frecuencias ortogonales
- Modulación por portadoras múltiples
- Intervalo de Guarda

Es el sistema mas robusto contra interferencias multivía (fantasmas)

Formas de Onda de la OFDM

- La multiplexación se realiza por portadoras que tienen relación ortogonal una de otras.



Qué es ortogonalidad de la frecuencia (1)

- Tomamos 2 ondas $f(x)$, $g(x)$ y los multiplicamos.
- Calcular el promedio de $f(x) \cdot g(x)$ para un cierto período. (Integración en un período de tiempo)

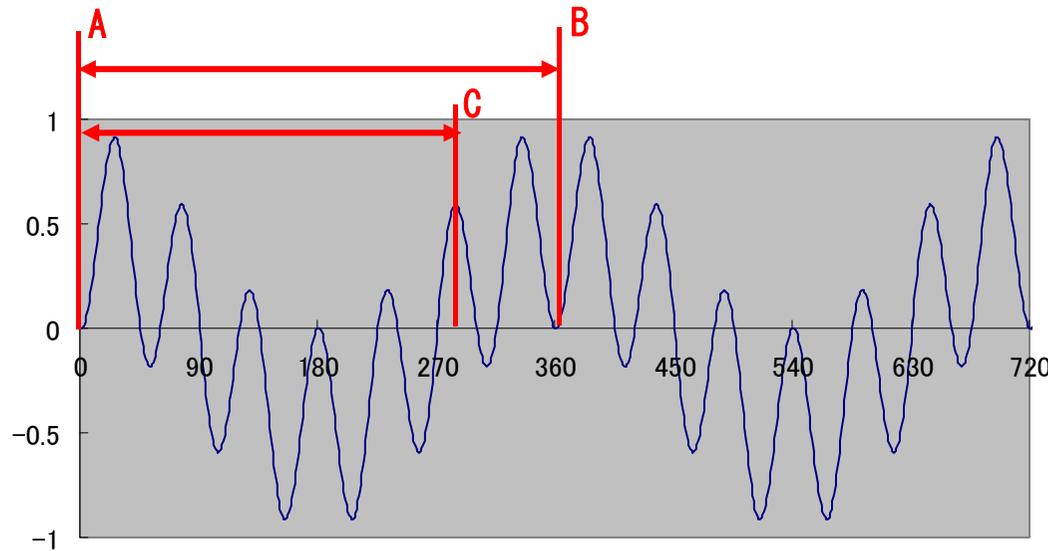


Si el producto resulta cero, las 2 ondas tienen relación ortogonal.

Ejemplo 1:
$$\frac{1}{2\pi} \int_{t=0}^{t=2\pi} \sin(t) \cdot \sin(2t) dt = 0$$

Ejemplo 2:
$$\frac{1}{2\pi} \int_{t=0}^{t=2\pi} \sin(t) \cdot \cos(t) dt = 0$$

Qué es ortogonalidad de la frecuencia (2)



$$1.2 \sin 3 \omega t \times 0.8 \sin 4 \omega t$$

Período A-B → promedio = 0 → ortogonal

Período A-C → promedio ≠ 0 → no es ortogonal

$$\int_A^B A \sin m x * B \sin n x dx$$

$$= 0 \quad (m \neq n)$$

$$\neq 0 \quad (m = n)$$

Fijando un período adecuado, las ondas pueden transformarse en ortogonales.

Efectividad de la relación ortogonal

- A partir de una onda compuesta, es posible extraer la frecuencia objetivo.



Conocida la f. objetivo, puede determinarse la fase.

(La modulación/demodulación digital se realiza en base a la Transformada de Fourier)

→ Esto permite la modulación con portadoras múltiples.

Número y rango de portadoras OFDM

■ Rango de portadoras OFDM

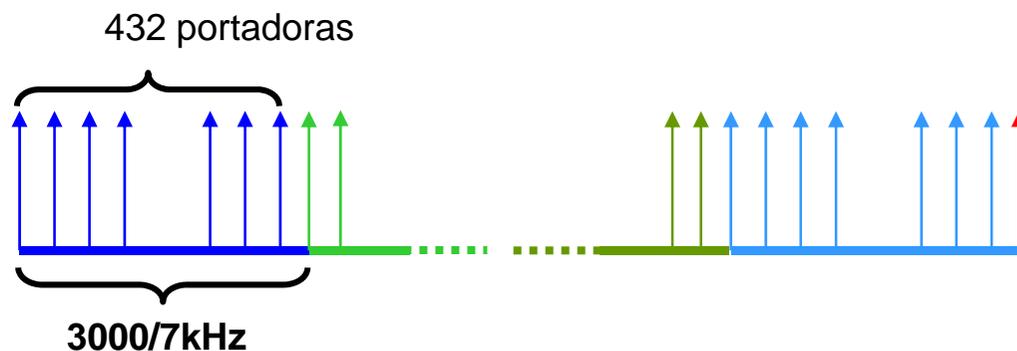
Ancho de banda de 1 segmento:

$$\boxed{6 \text{ Mhz}} / 14 = 3000/7 \text{ kHz}$$

Dado que cada segmento tiene 432 portadoras:

$$(3000/7) / 432 = 125/126 = 0.992 \cdot \cdot \text{ kHz}$$

■ Numero total de portadoras y sus AB:



Total portadoras:

$$432 \times 13 + 1 = 5617$$

(CP)

Ancho de banda

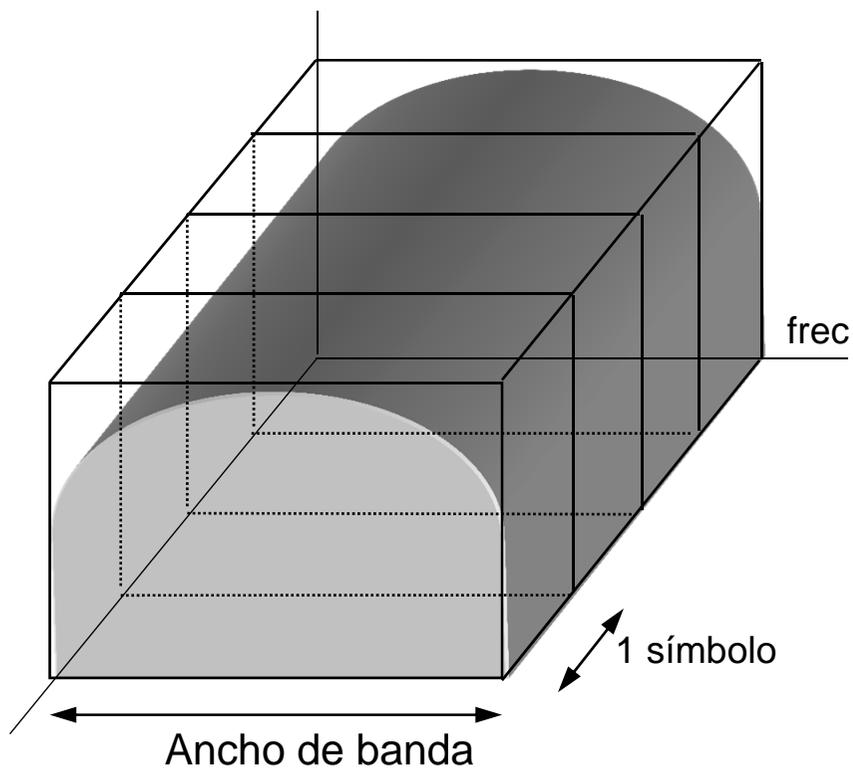
$$3000/7(\text{kHz}) \times 13 + 125/126(\text{kHz})$$

$$= 5.572 \cdot \cdot \text{ MHz}$$

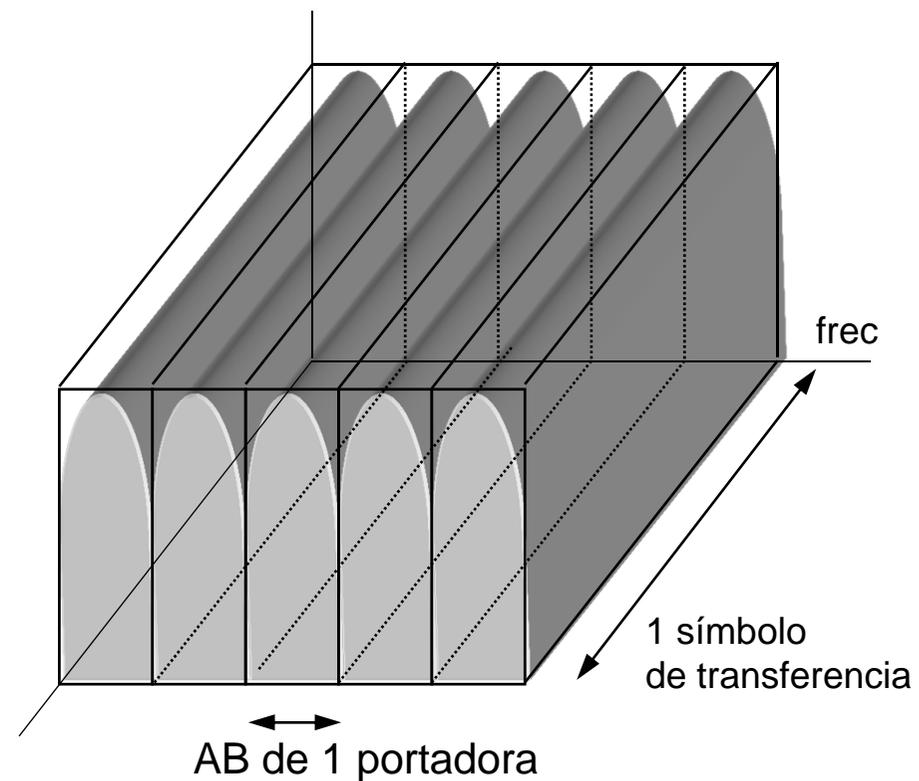


Sistemas de portadora única y multicarrier

Portadora única

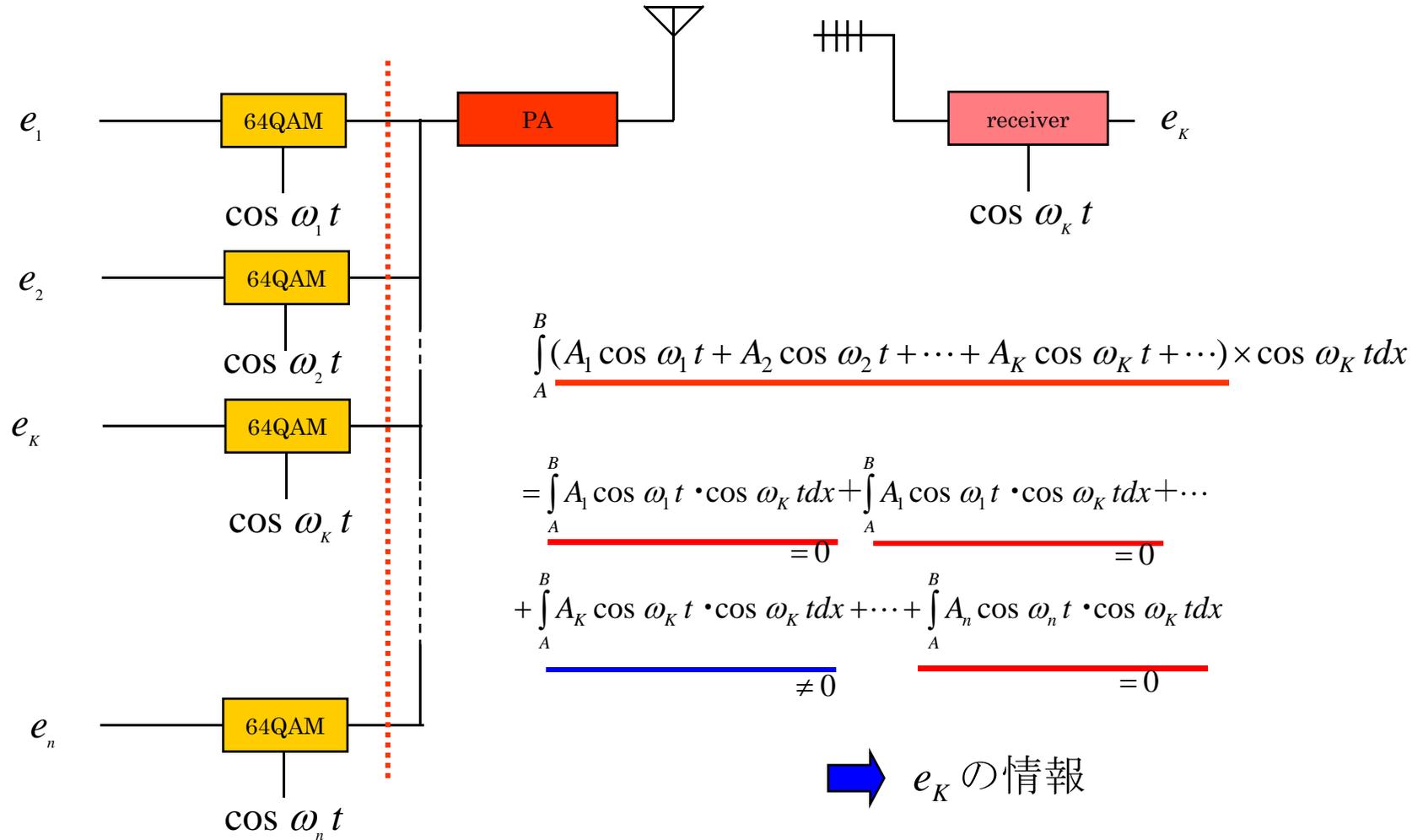


Multicarrier



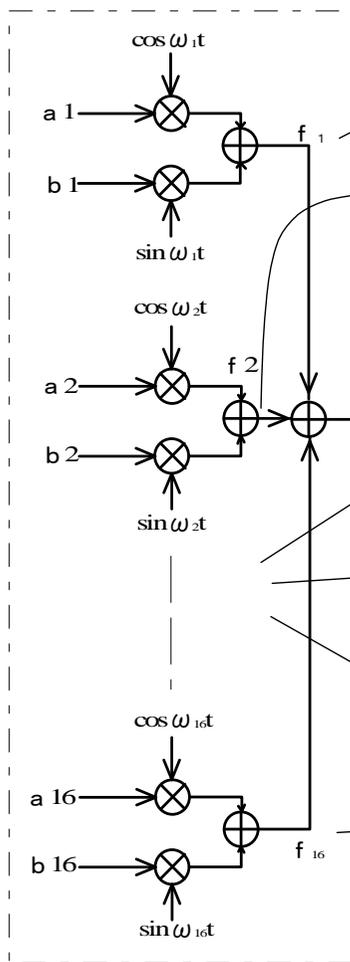
※ El volumen de información transmitido en cada caso es casi equivalente.

Multi carrier

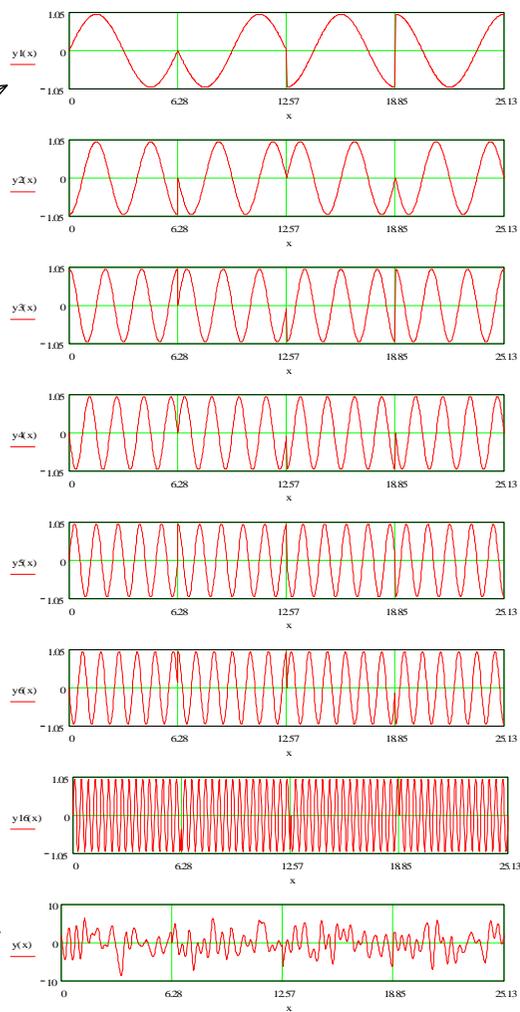


OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplex)

OFDM変調部の原型



QPSKの場合の、各キャリアの被変調波形



1 kHz

2 kHz

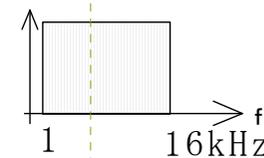
3 kHz

4 kHz

5 kHz

6 kHz

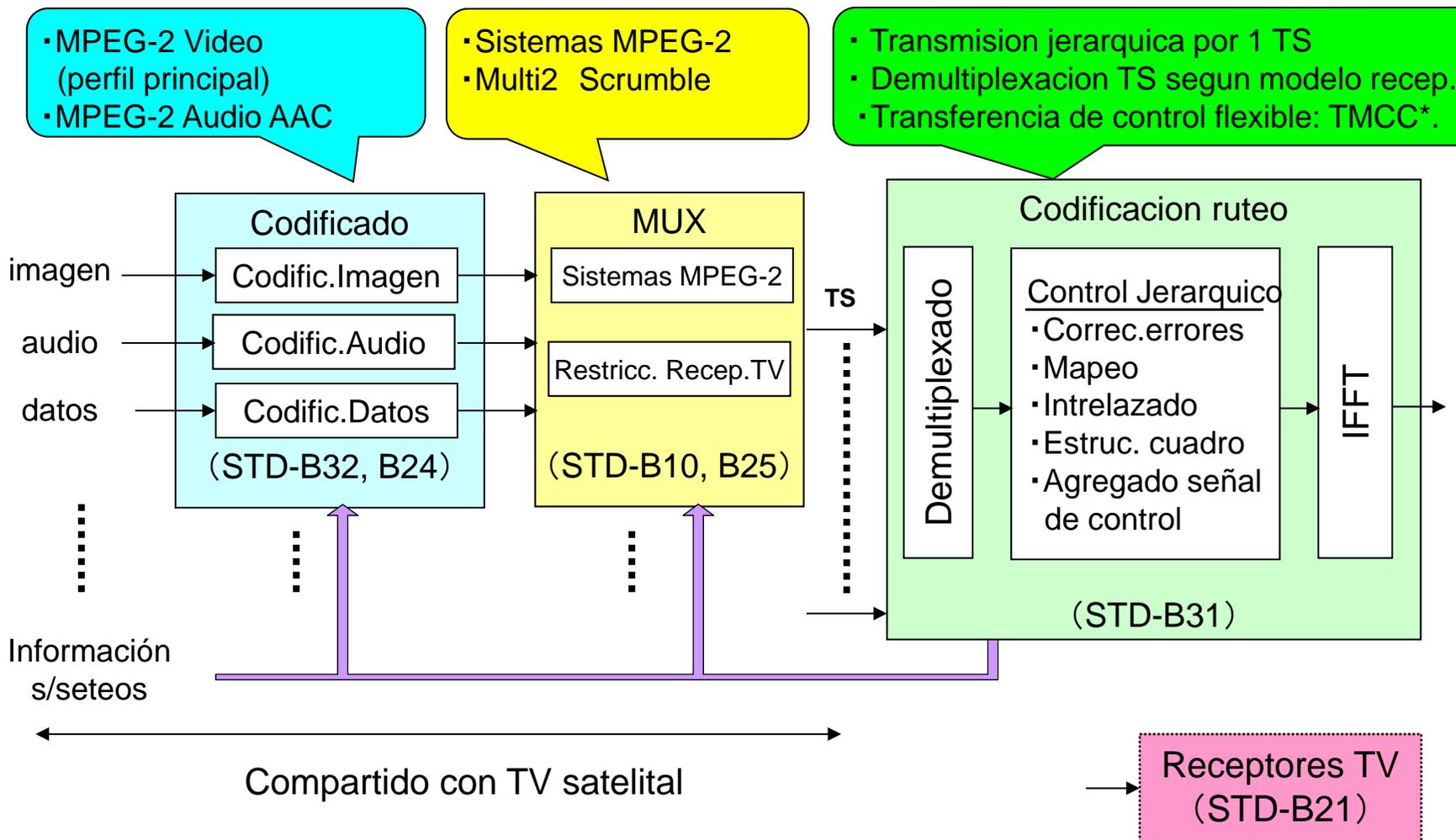
16kHz



MOD出力 = $f_1 \sim f_{16}$ までの合成波形(左)とスペクトル(右)



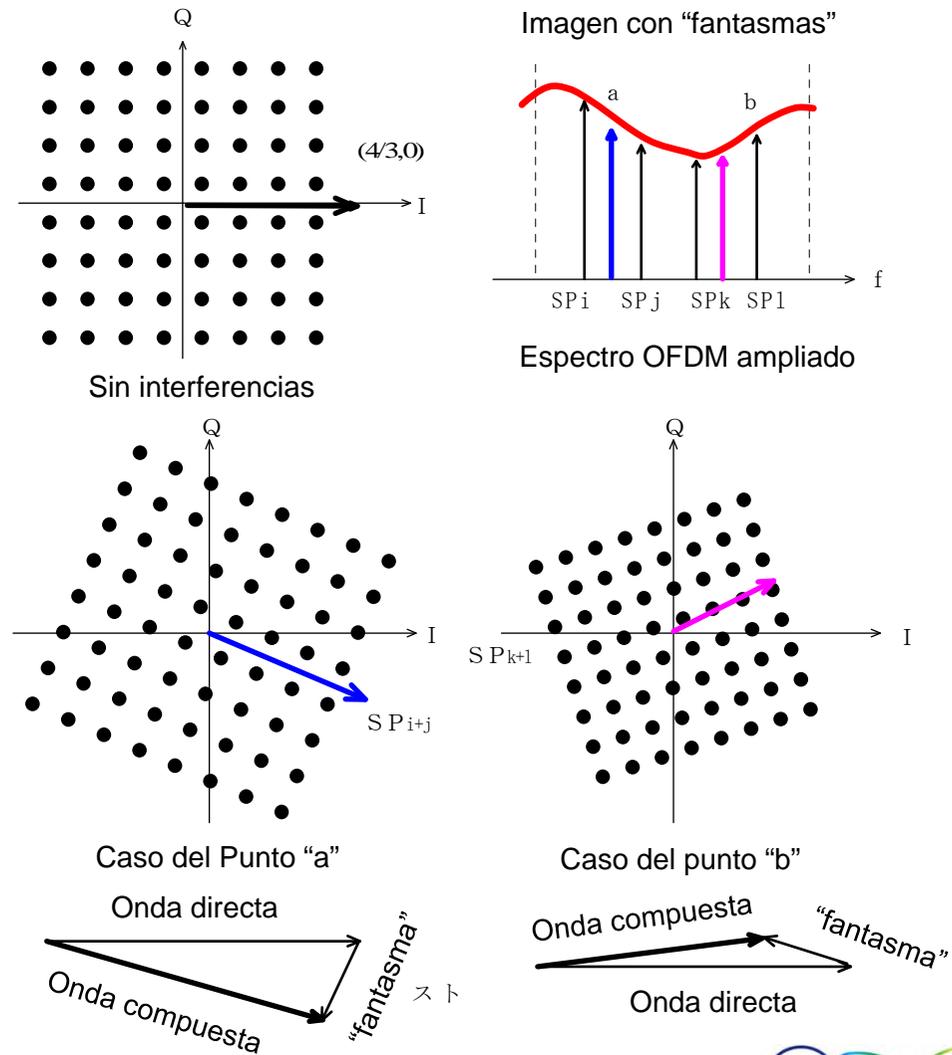
Normas comunes para la TV digital



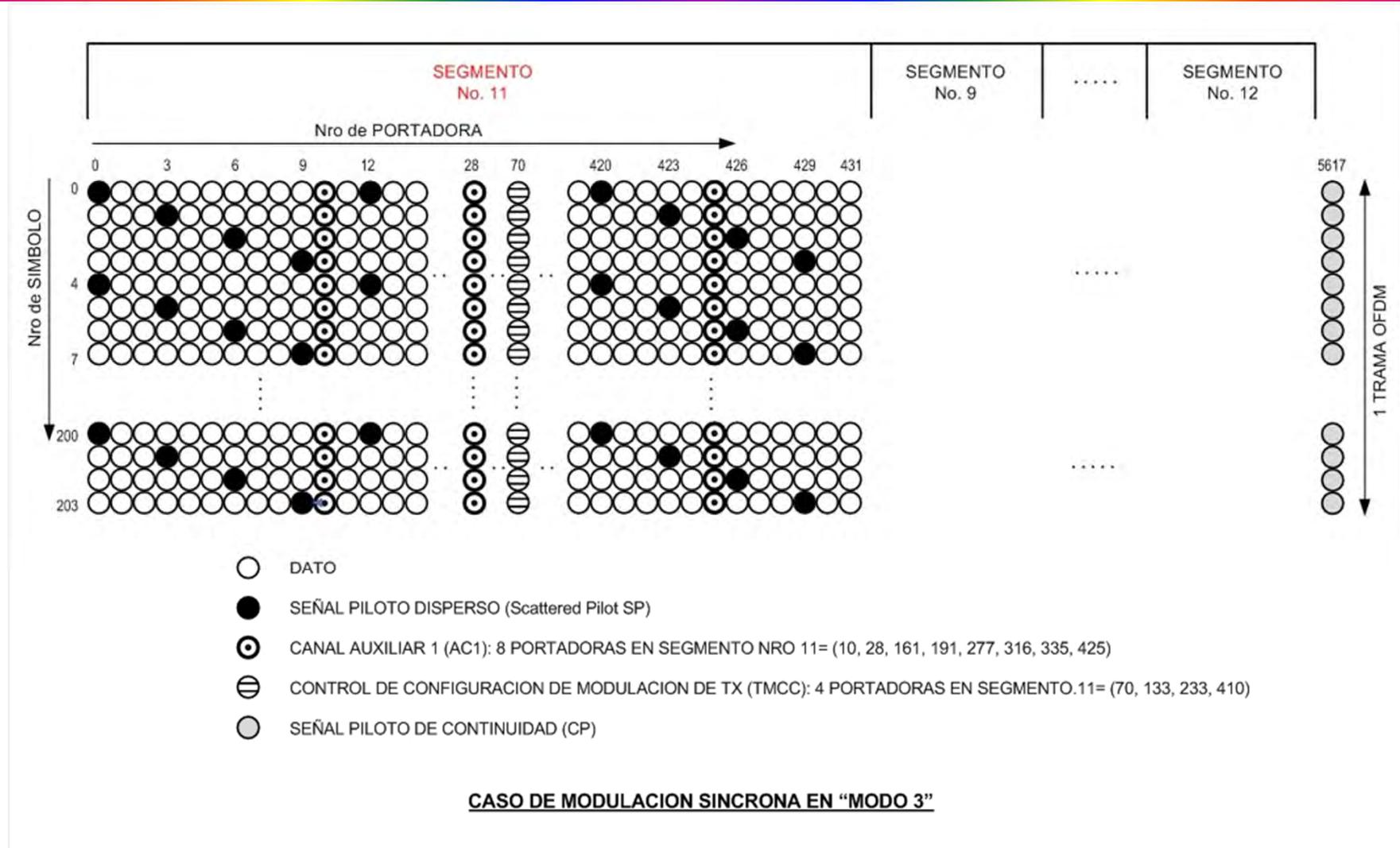
- TMCC: Transmission Modulation Configuration Control
- Los números entre () corresponden a la Norma ARIB.

Ejemplo de ecualización de fases (64 QAM)

- ❑ Cuando ocurre una interferencia multivía, la constelación rota (por cada portadora)
- ❑ La característica en frecuencia oscila (perfil de retardo)
- ❑ Se inyecta una señal por cada frecuencia con fase y amplitud conocidas (SP), y se hace una compensación con respecto a fases-amplitudes en el momento de la detección FFT.



Estructura de la trama OFDM



CASO DE MODULACION SINCRONA EN "MODO 3"

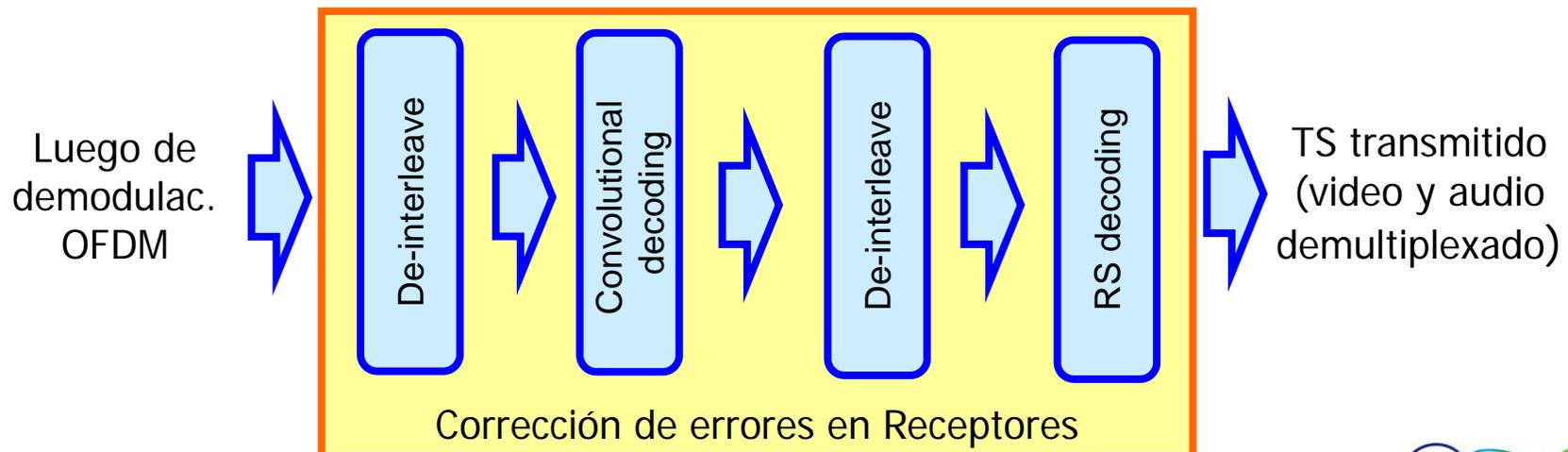


Correcciones de Errores y Entrelazado

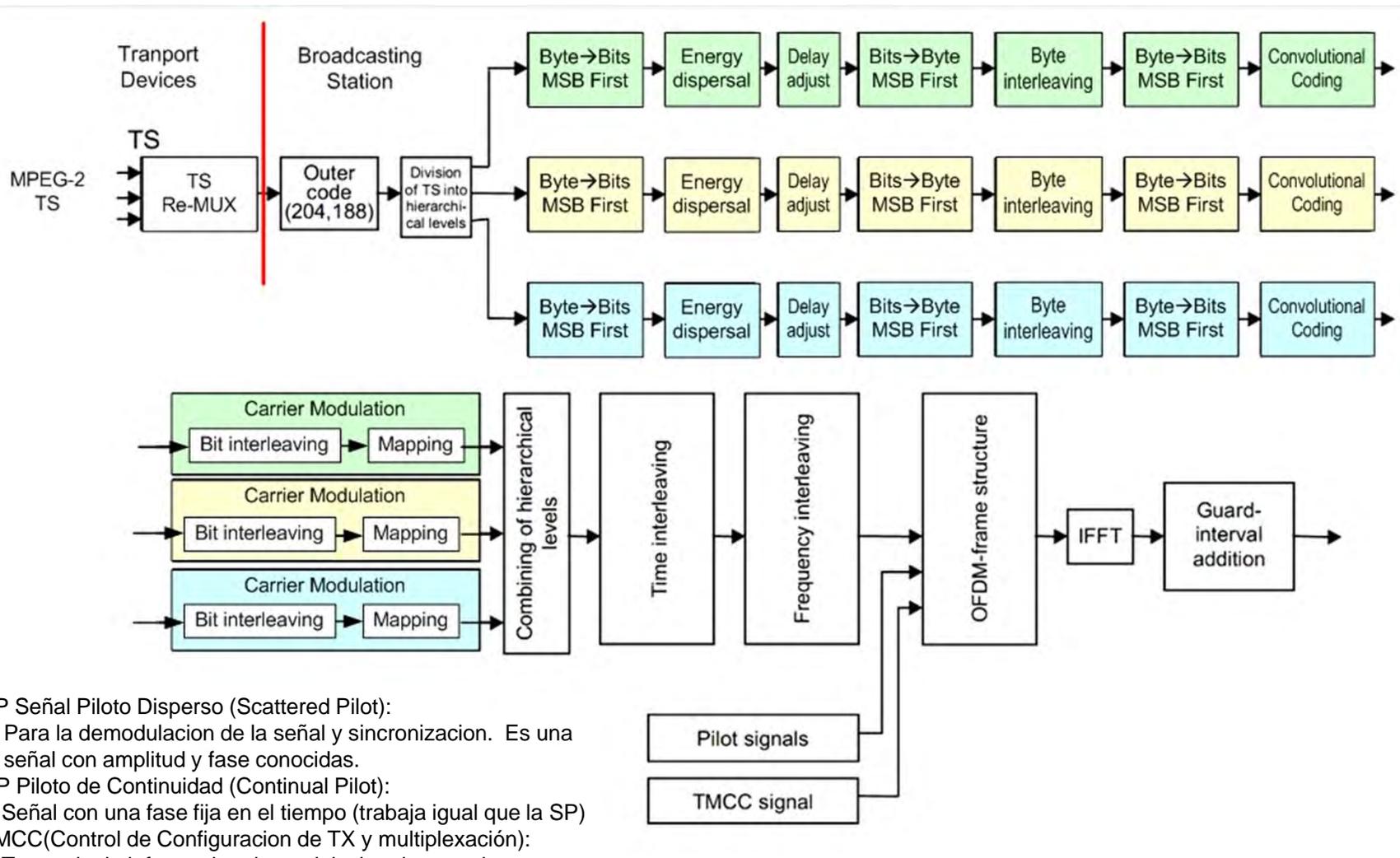


Correcciones de Errores y Entrelazado

- Aplicación simultánea de la Codificación convolucional y RS (Reed-Solomon).
- Reconstrucción de los datos entrelazados.
- Transformar errores “continuous” (por ruidos) en errores “esporadicos”.
- Codificado Convolucional (denominado: Codificación Interna)
 - Ajustar los errores esporadicos aleatorios.
- Codificación RS (denominado: Codificación Externa)
 - Luego de la decodificación convolucional, ajustar los errores continuos(rafagas).



Estructura de codificación en la trayectoria de transporte



SP Señal Piloto Disperso (Scattered Pilot):

Para la demodulación de la señal y sincronización. Es una señal con amplitud y fase conocidas.

CP Piloto de Continuidad (Continual Pilot):

Señal con una fase fija en el tiempo (trabaja igual que la SP)

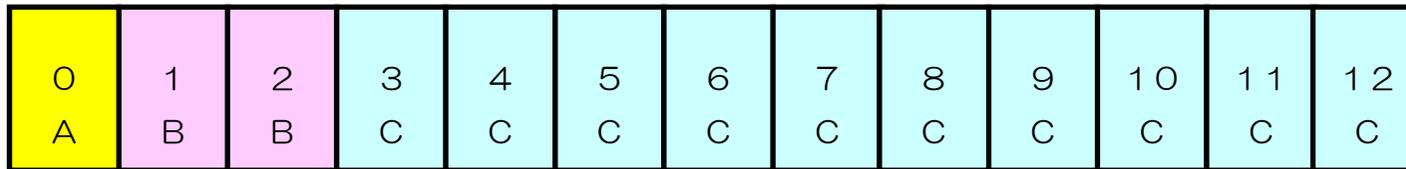
TMCC(Control de Configuración de TX y multiplexación):

Transmite la información de modulación de portadoras, codificación interna etc.

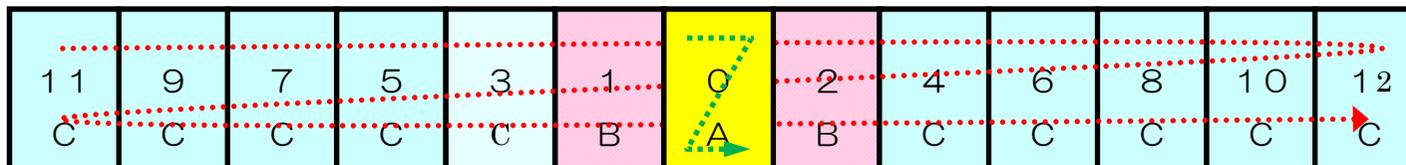
Transmisión Jerárquica

- Se pueden crear hasta 3 tipos de capas en base a combinación de segmentos.
- Para cada capa pueden setearse: tipo de modulación, tasas de codificación, tiempos de entrelazado (cada capa posee características individuales)

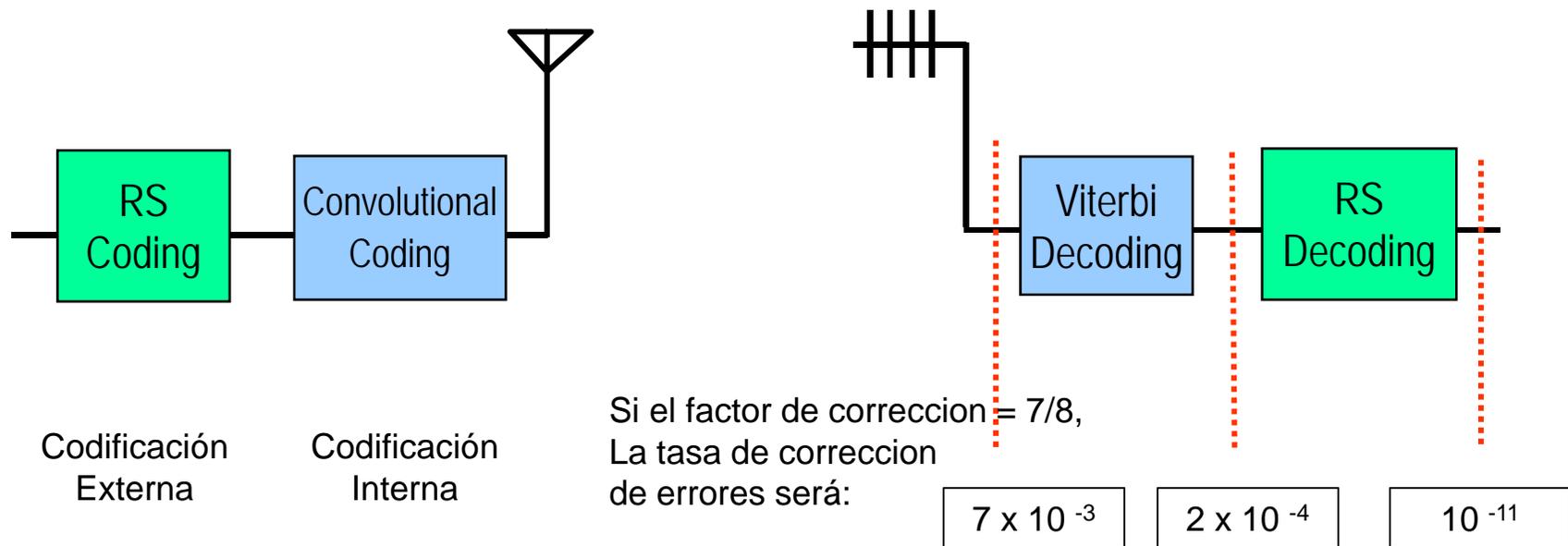
Secuencia de Multiplexado →



Secuencia de Transmisión



Corrección de Errores



Libre de errores pseudo-aleatorias

- Ajuste de capacidad de codificación externa (RS coding)

Cuando la tasa de errores antes del ajuste es menor a 2×10^{-4} , una vez ajustado puede alcanzar a 1×10^{-11} .

- Libre de errores Pseudo-Aleatorias

Esta situación (tener tasa de errores $< 2 \times 10^{-4}$) es lo que se llama “libre de errores Pseudo-Aleatorias”. Cuando el valor real es **menor** a dicho valor, aparece en la imagen una distorsión “**Block Noise**”. Este es un parámetro importante que define la recepción de la transmisión digital.



Codificación Externa

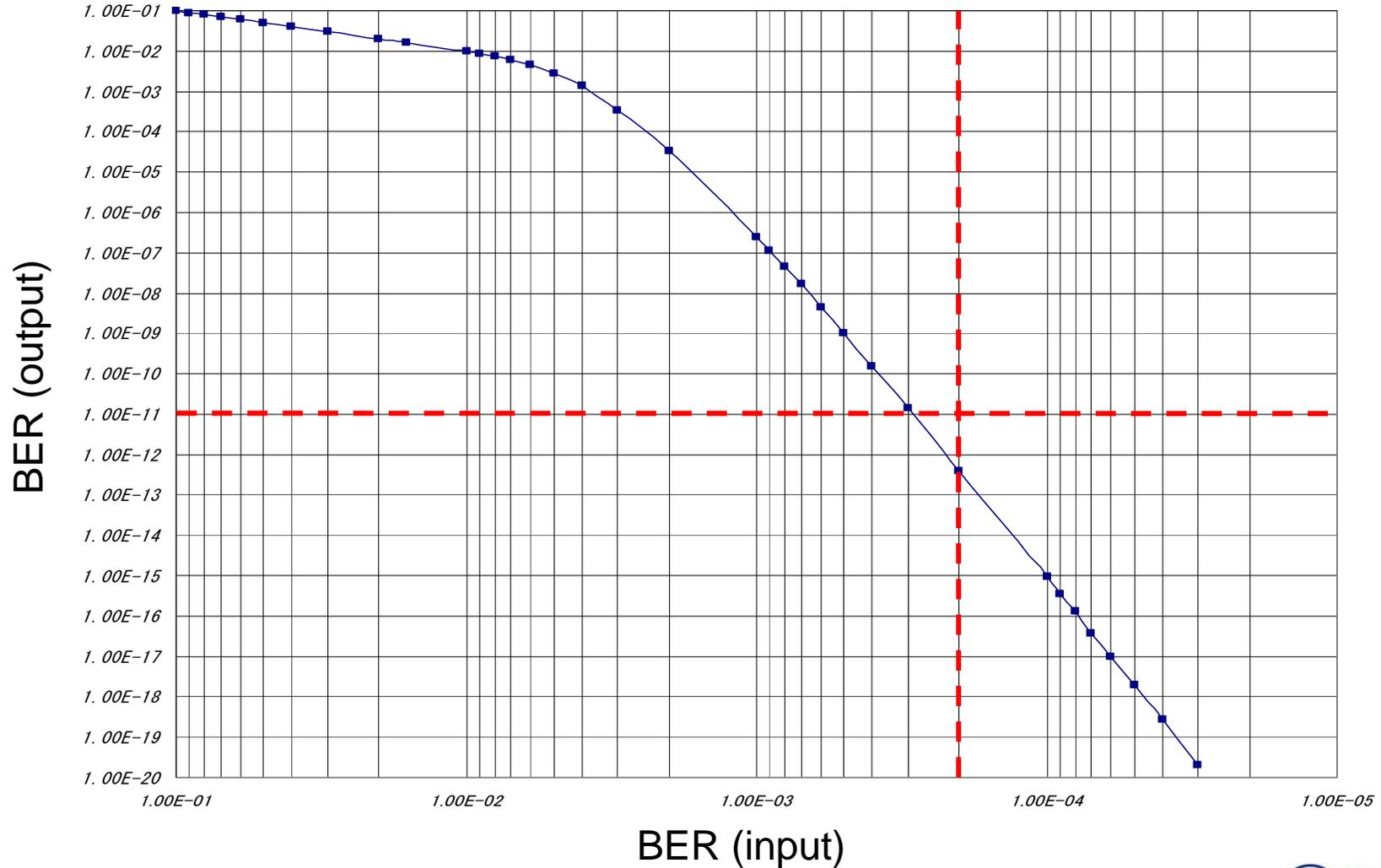
- Se aplica la codificación RS (204,188) de abreviación.
- Pueden corregirse errores aleatorios de hasta 8 bytes en un total de 204 bytes.
- Cuando la tasa de errores de bits antes de la corrección es menor a 2×10^{-4} , puede obtenerse una señal Libre de errores Pseudo-Aleatorias (tasa de errores menores a 1×10^{-11})

TSP (188 bytes)

RS coding (16 bytes)



Capacidad de Corrección de la Codificación RS (204,188) (Referencia)



Parámetros de transferencia y C/N requerido

- C/N Requerido: El valor de C/N de modo de obtener una tasa de errores de 2×10^{-4} luego de la codificación interna, para un ruido ambiental Gaussiano con características estáticas.

Modulación	Tasa de Codificación				
	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
QPSK	4.9dB	6.6dB	7.5dB	8.5dB	9.1dB
DQPSK	6.2dB	7.7dB	8.7dB	9.6dB	10.4dB
16QAM	11.5dB	13.5dB	14.6dB	15.6dB	16.2dB
64QAM	16.5dB	18.7dB	20.1dB	21.3dB	22.0dB



Muchísimas gracias

Next lecture 9th April

