

Seminario Técnico de ISDB-T en  
Argentina (2007)

Sección #2

# Estructura/Características of ISDB-T

June, 2007

Digital Broadcasting Expert Group (DiBEG)

Japan

Yasuo TAKAHASHI

(Toshiba)

# Contenidos

## 1. Estructura del ISDB-T

### (Características of ISDB-T)

## 2. Alta calidad/Flexibilidad de Servicio

## 3. Características del sistema de transmisión

(1) Tecnología de transmisión OFDM (robustez ante multi camino, SFN)

(2) Intercalación Temporal (Robustez ante ruido urbano, movilidad & portabilidad)

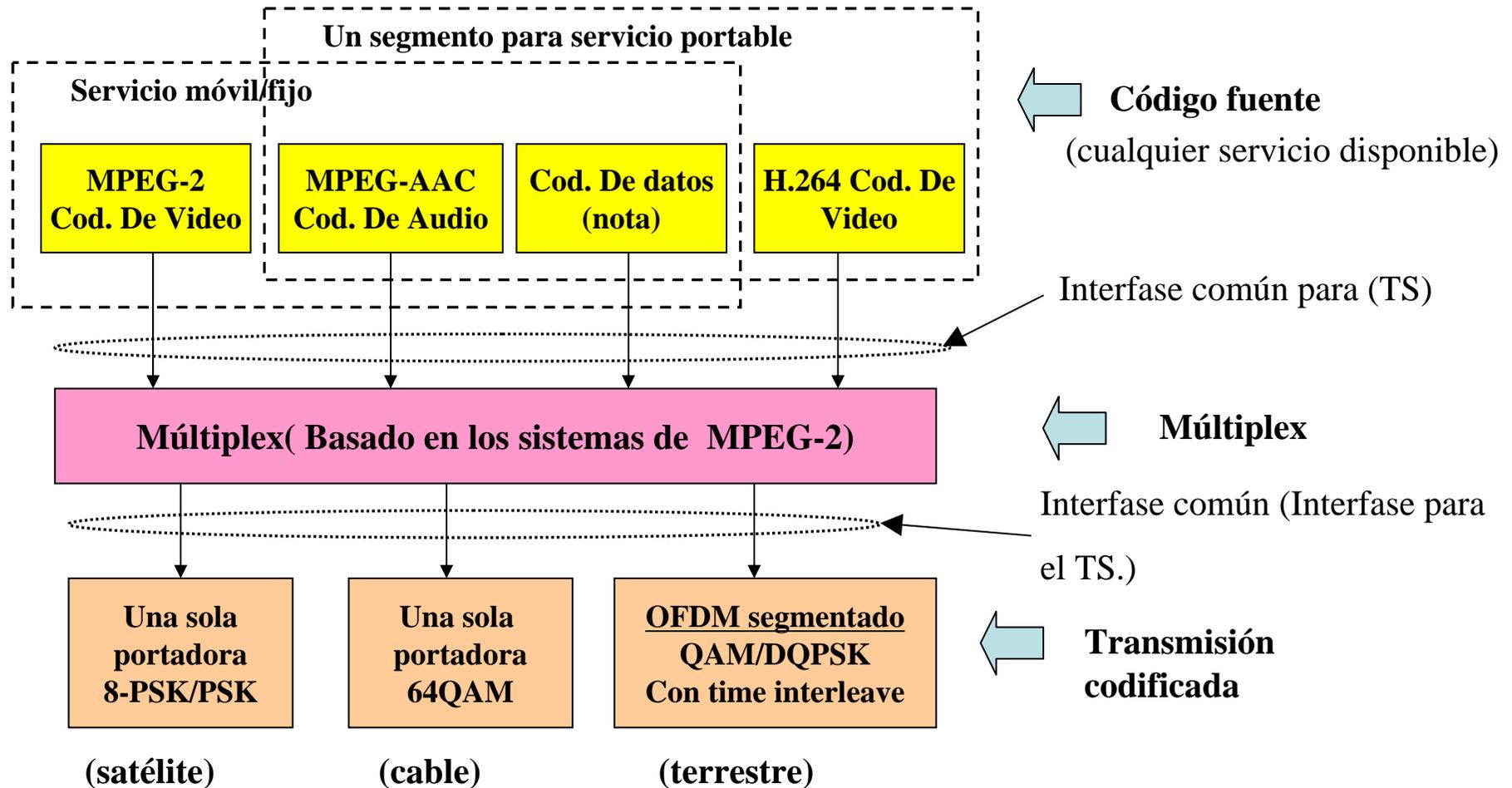
(3) Transmisión OFDM segmentado ( servicio portátil en el mismo canal)

## 4. Generalidad

## 5. Servicio de “un segmento” (one-seg) en el mismo canal

# 1. Estructura de ISDB-T

FIGURA 1-1



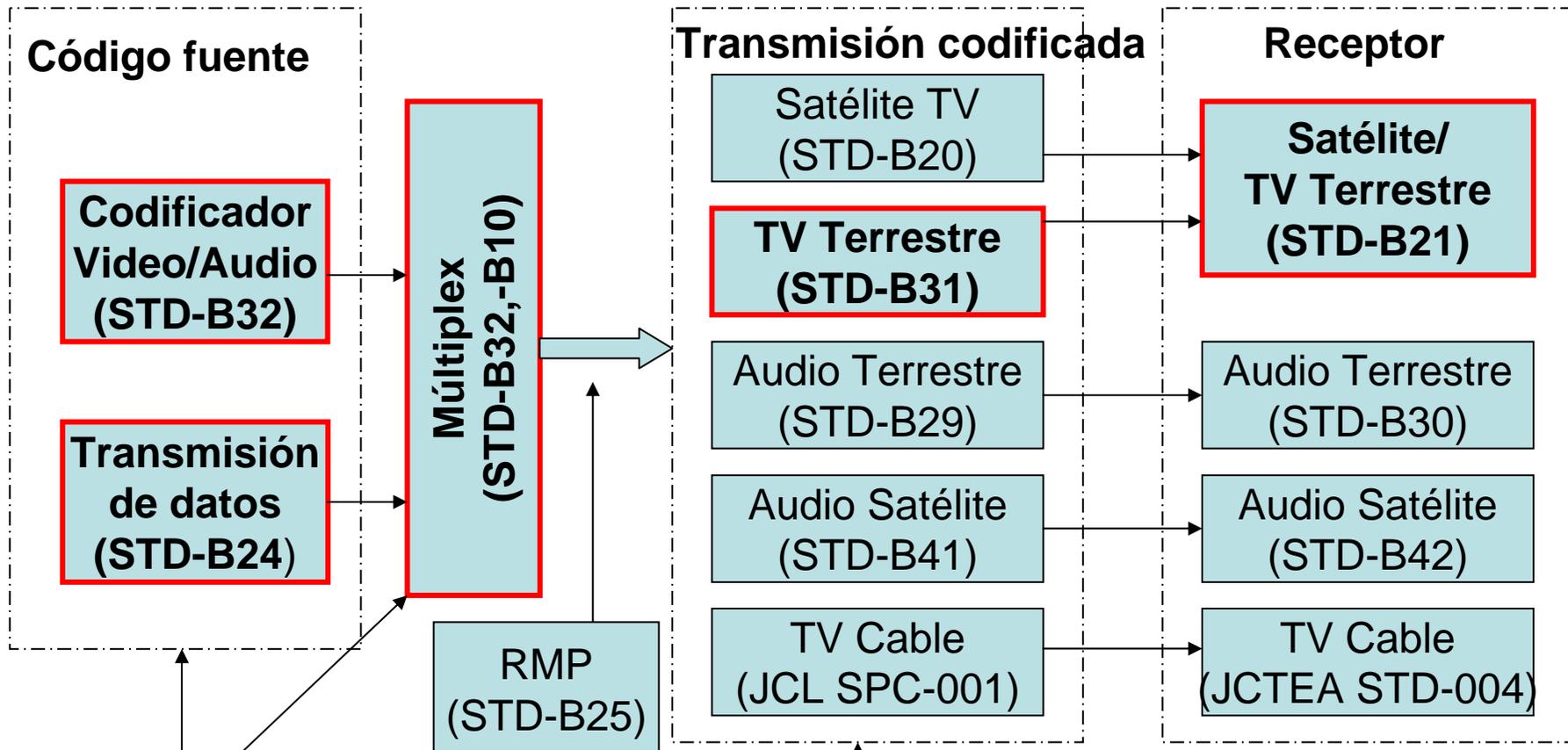
(nota) Ambos BML y MHP son disponibles, Pero en Japón ahora solo BML esta solo en servicio.

Como se muestra en la Figura 1-1, en general un sistema de transmisión digital se compone por tres bloques funcionales, (1) Bloque de código fuente, (2) Bloque Múltiplex, y (3) Bloque de transmisión de código.

En el diseño de un sistema de transmisión digital, se consideran los temas de servicio, configuración para el servicio de transmisión (ejemplo: recepción fija, móvil, y recepción portable), se decide también la estructura tecnológica para el sistema de transmisión como lo son especificaciones y guías técnicas para la transmisión.

En Japón, de acuerdo a la estructura del sistema de transmisión digital, las especificaciones de cada bloque funcional, son estandarizadas como estándar ARIB ver siguiente (nota).

(nota) ARIB: Asociación de la industria y negocios de la radio, (Association of Radio Industries and Business), Organización voluntaria para la radio y estandarización de sistemas de transmisión.



**El código fuente y el MUX son sistemas comunes para cada sistema**

**Los sistemas de transmisión son diferentes**

Nota: Los estándares para sistemas de transmisión por cable se definen en otros documentos

# Características de ISDB-T

## 2. Alta calidad/Flexibilidad de servicio

### 2.1 Alta calidad

### 2.2 Flexibilidad de servicio

### 2.2 Características del sistema de transmisión

- (1) Tecnología de transmisión OFDM (robustez ante multi camino, SFN)
- (2) Transmisión OFDM segmentada (Servicio portátil en el mismo canal)
- (3) Intercalación temporal (Robustez ante ruido urbano, movilidad & portabilidad)
- (4) Comparación de sistemas de transmisión

### 2.3 Generalidad

## 2.1 Alta calidad / Flexibilidad de servicios

### (1) Alta calidad

Japón comenzó con la investigación y desarrollo de la HDTV hace aproximadamente 30 años, y es un líder mundial en hardware/software de la HDTV. Debido a estos antecedentes, la Alta calidad es el requerimiento más importante para un sistema de transmisión digital.

La transmisión satelital en Japón, empezó desde 1997, el servicio de HDTV es un servicio real de transmisión satelital, por lo que también para el servicio de transmisión digital terrestre se adopta la HDTV.

Japón adopto el sistema de compresión MPEG-2 para HDTV/SDTV, por lo que ambos sistemas son soportados en la transmisión digital.

## 2.2 Flexibilidad del servicio

En el sistema ISDB-T, la flexibilidad del servicio se lleva a cabo por medio de dos técnicas descritas a continuación.

**(1) MPEG-2 tecnología de codificación de video y MPEG-AAC tecnología de codificación de audio.**

MPEG-2 es la tecnología de codificación de video adoptada en el sistema Japonés de transmisión digital, soporta varios tipos de calidad de video/formatos descritos en la tabla 2-1.

Para el sistema de audio, se adopta en Japón, el MPEG-AAC, sistema de alta compresión y calidad en codificación de audio, que también soporta varios tipos de audio calidad/formato mostrados en la tabla 2-2.

Los receptores para la transmisión digital en Japón, deben de cumplir con la especificación de decodificar cualquier tipo de video/audio calidad/formato descritos en el la tabla 2-1 y en la tabla 2-2.

En adición a lo anterior, las especificaciones del receptor digital, especifican que la salida del formato de video a mostrar, debe de poderse seleccionar de acuerdo a la especificación mostrada..

La siguiente conversión de formatos es posible, (1)HDTV→SDTV, (2)SDTV→HDTV.

Como se describió anteriormente, el receptor de ISDB-T tiene flexibilidad para reproducir video/audio calidad/formato. Así es posible disfrutar programas en HDTV y en SDTV convirtiendo formatos.

Por esto, los receptores ISDB-T soportan la variación en los servicios de transmisión, tales como HDTV, HDTV + SDTV, multi SDTV, etc., en un solo receptor.

Para el sistema de audio, se soportan varios formatos, tales como monoaural/ stereo/bi-lingue/ multicanal stereo, y también conversiones de multicanal a monoaural y stereo, asi que estos pueden ser usados y ligados al sistema de audio.

## Tabla 2-1

Numero de lineas		525	525	750	1125
Numero de lineas activas		483	483	720	1080
Scanning system		Interlaced	Progressive	Progressive	Interlaced
Frecuencia de cuadro		30/1.001 Hz	60/1.001 Hz	60/1.001 Hz	30/1.001 Hz
Frecuencia de campo		60/1.001 Hz	\	\	60/1.001 Hz
Aspect ratio		16 : 9 or 4 : 3	16 : 9	16:9	16 : 9
Line frequency $f_H$		15.750/ 1.001kHz	31.500/ 1.001 kHz	45.000/ 1.001 kHz	33.750/ 1.001 kHz
Sampling frequency	Luminance signal	13.5 MHz	27 MHz	74.25/1.001MHz	74.25/1.001MHz
	Color-difference signals	6.75 MHz	13.5 MHz	37.125/ 1.001MHz	37.125/ 1.001MHz
Numbers of samples per line	Luminance signal	858	858	1650	2200
	Color-difference signals	429	429	825	1100
Number of samples per active line	Luminance signal	720	720	1280	1920
	Color-difference signals	360	360	640	960
Filter characteristics		See Fig. 1	See Fig. 2	See Fig. 3	
Line synchronizing signal		See Fig. 4		See Fig. 5	See Fig. 6
Field synchronizing signal		See Fig. 7	See Fig. 8	See Fig. 9	See Fig. 10

(ARIB STD-B32 Parte 1, capitulo 2.4 )

## Tabla 2-2

Parámetro	Restricciones
<p>Modo de audio</p> <p>Modos posibles de audio</p>	<p>Monoaural, stereo, multicanal stereo (3/0, 2/1, 3/1, 2/2, 3/2, 3/2+LFE) <sup>(Nota 1)</sup>, 2-señales de audio (dual monoaural), multi-audio (3 o mas señales de audio) y combinaciones de lo anterior.</p>
<p>Modo de audio recomendado</p>	<p>Monoaural, stereo, multicanal stereo (3/1, 3/2, 3/2+LFE) <sup>(Nota 2)</sup>, 2-audio señales (dual monoaural)</p>
<p>Énfasis</p>	<p>Ninguna</p>

<p>(Nota 1) Numero de canales frontales y traseros (Bocinas):</p>	<p>Ejemplo: 3/1 = 3 frontales + 1 trasero 3/2 = 3 frontales y 2 traseros</p>
<p>(Nota 2) LFE = Low frequency enhancement channel</p>	<p>Canal de enlace de baja frecuencia</p>

## (b) MPEG-2 systems for multiplex

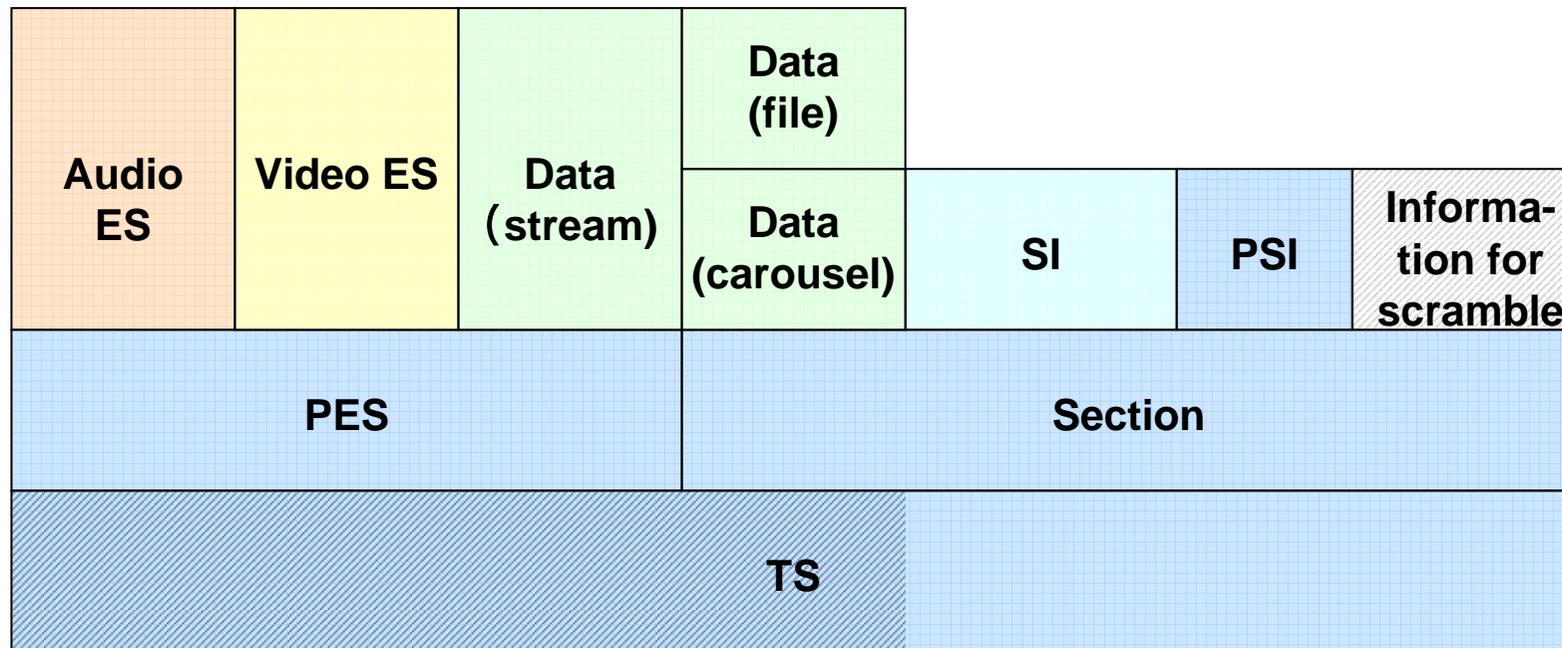
### (1) MPEG-2 Sistemas para Multiplex

ISDB-T adopto el sistema MPEG-2 como tecnología múltiplex. En los sistemas MPEG-2, todos los contenidos transmitidos, video/audio/datos son multiplexados en un paquete llamado Flujo de transporte (Transport stream). Aunque, cualquier tipo de contenido/servicio puede ser multiplexado.

El concepto múltiplex se muestra en la figura 2-3

Como se muestra en la figura 2-3, los contenidos de flujo, tales como video, audio y flujo de datos, son convertidos al formato PES(Packet Elementary Stream) Paquete de Flujo Elemental y finalmente son convertidos al TS y multiplexados; por otro lado, los contenidos que no son del tipo de flujo de datos , son convertidos al formato de Sección y finalmente convertidos al formato TS y multiplexados.

Figura 2-3 Formato Múltiplexado en el sistema ISDB-T.



(nota) los formatos de la señal PES, TS están definidos por ARIB STD-B32, basados en el sistema MPEG-2.

(nota) PSI esta definido en ambos STD-B32 y STD B10. En el STD-B32, solo en el esquema establecido para el sistema MPEG-2 es definido.

# Características de ISDB-T

## 2. Características del sistema de transmisión (Robustez, flexivilidad en el sistema de recepción, utilización de frecuencia, movilidad & portabilidad)

- (1) Tecnología de transmisión OFDM (robustez ante multi-camino, SFN)
- (2) Transmisisón OFDM segmentada(servicio portátil en el mismo canal)
- (3) Intercalación Temporal (Robustez ante ruido urbano, movilidad & portabilidad)

Los detalles del sistema de transmisión de ISDB-Y serán explicados en la parte 3 del seminario donde estudiaremos las características avanzadas del sistema de transmisión.

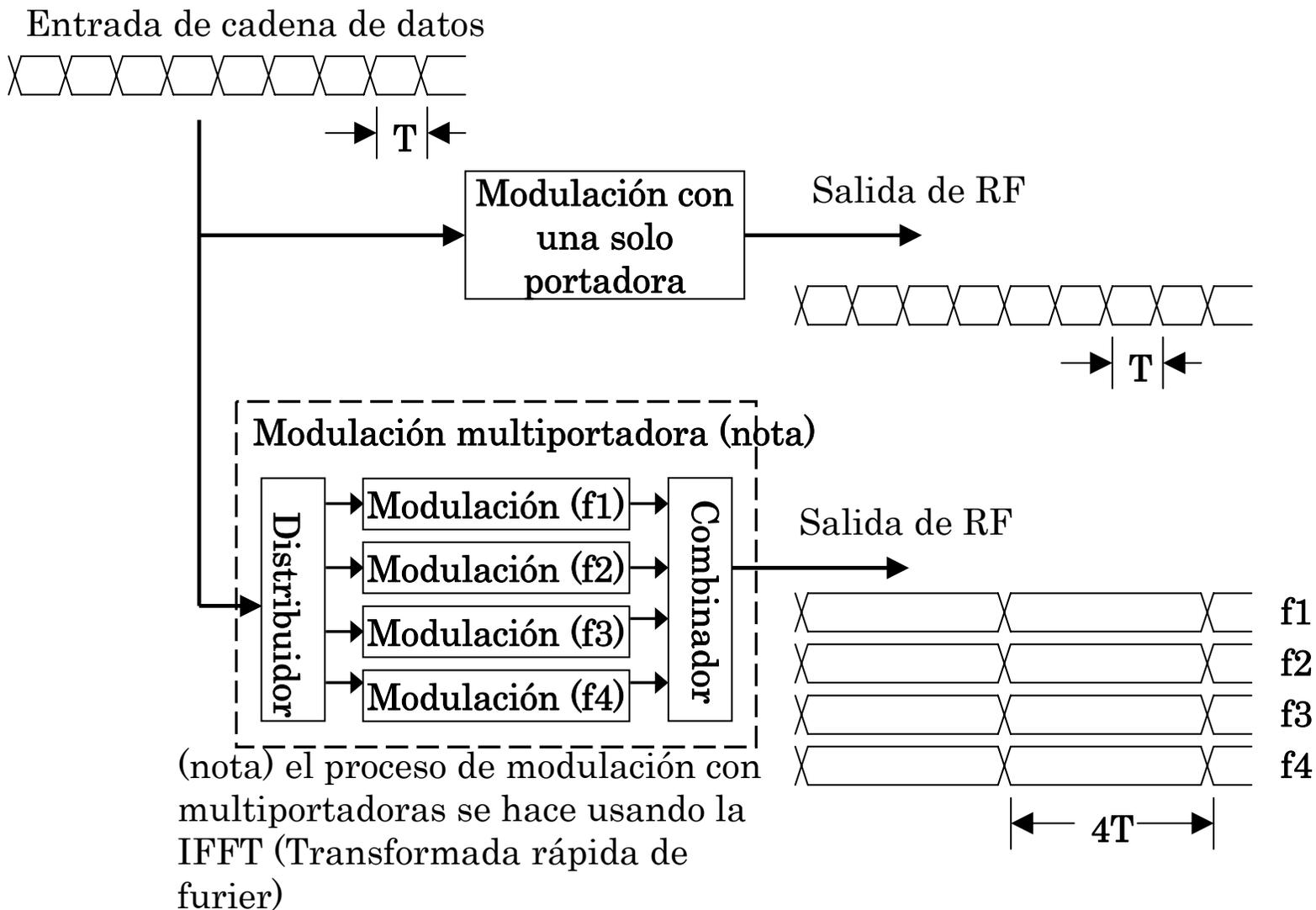
## 1) Tecnología de transmisión OFDM (robustez en contra de multi-path, SFN red isofrecuencia)

La tecnología OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplex) de transmisión, es un sistema de transmisión de multi portadoras. En el sistema de transmisión OFDM, los datos digitales son divididos en multi portadoras y enviados. Como resultado, la longitud del símbolo de transmisión tiene mayor longitud que en un sistema de transmisión de una sola portadora.

Si el símbolo de transmisión tiene mayor longitud habrá menos degradación por la Interferencia Inter Símbolo (ICI), causada por la interferencia multi-path (a esta interferencia se le llama “fantasma”)

En la figura 3-1 se muestra el concepto de la diferencia entre un sistema multi portadora y de una sola portadora.

# Figura 3-1



La figura 3-1 nos muestra 4 portadoras como un sistema multi portadoras. Como se muestra, en un sistema multi portadoras, la longitud del símbolo se extiende 4 veces, por otro lado, en un sistema de una sola portadora, la longitud del símbolo tiene la misma longitud que el de señal de entrada.

Figura 3-2 Muestra la influencia de la interferencia Multi-path, como podemos ver, es fácil entender que la Interferencia Inter Símbolo (ICI) es inversamente proporcional a la longitud del símbolo, entonces, en una condición de multi-path, un sistema con longitud de símbolo mas grande, es mejor.

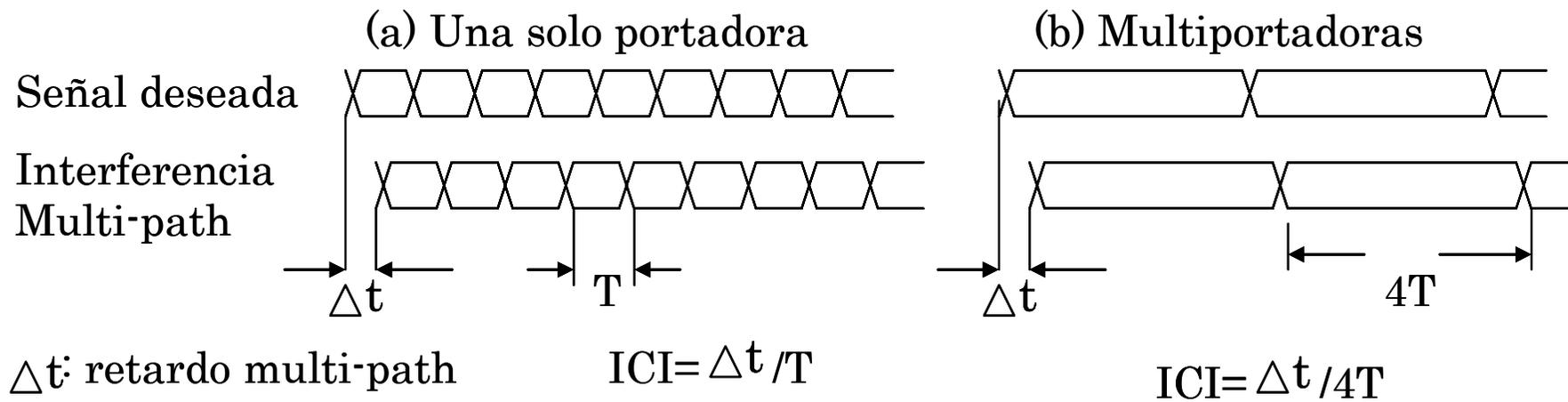
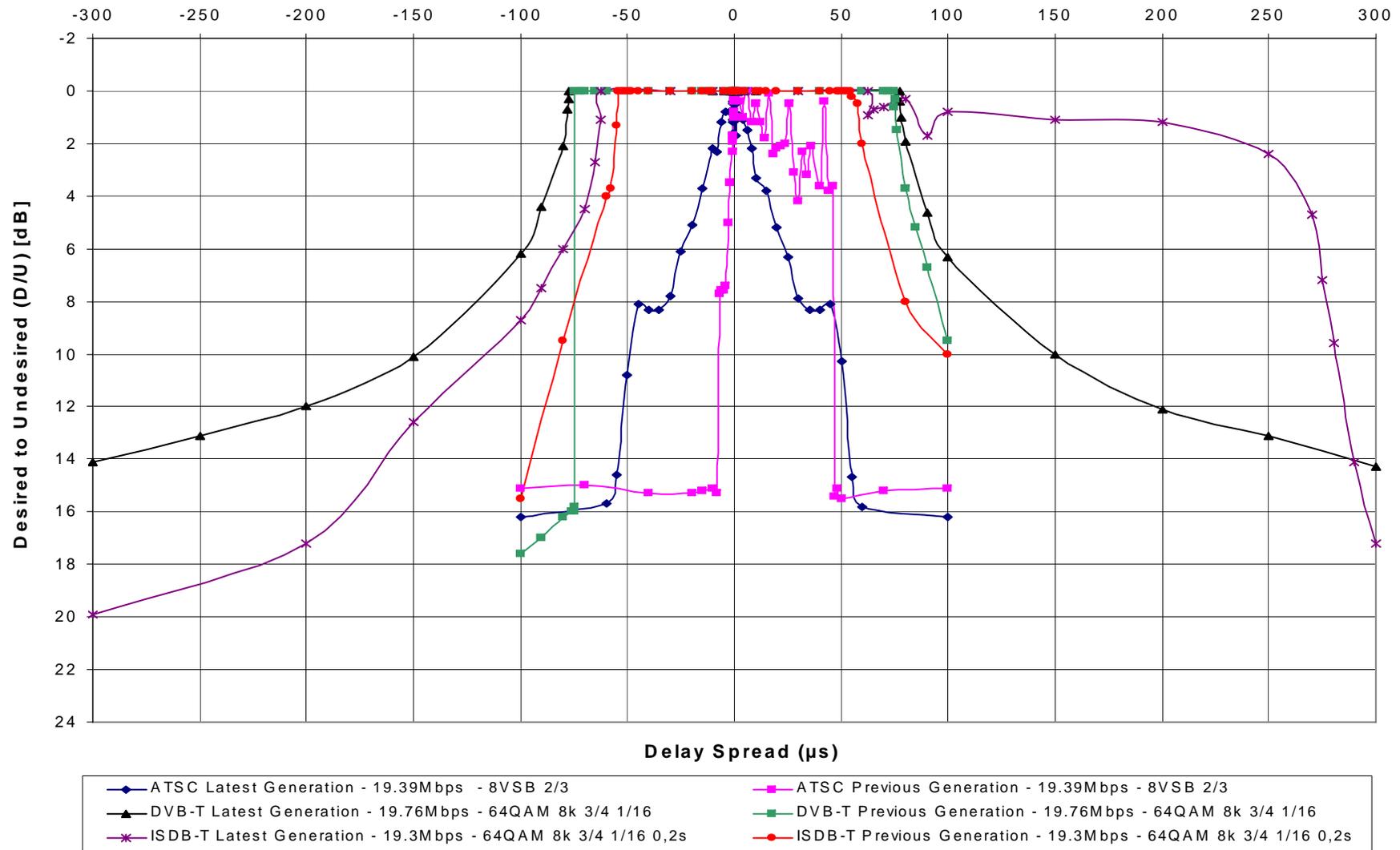


Figura 3-2 relación de retardo multi path e ICI

En adición a lo anterior, en el sistema ISDB-T, se agrega un Intervalo de Guarda a cada símbolo. Como resultado, la robustez en contra de la interferencia multi-path es mejorado hasta en una relación de 0dB D/U (Desired to Undesired ratio – Relación entre Deseado y No deseado) durante el período de longitud del Intervalo de Guarda..

Como se muestra en la figura 3-3, El sistema ISDB-T muestra la robustez durante el +/- la longitud del Intervalo de Guarda. DVB-T también tiene características similares por que adoptó el sistema OFDM, por otro lado el sistema ATSC es débil, por que en este sistema de transmisión se utiliza una sola portadora. ATSC adopto la tecnología del filtro adaptativo para mejorar la robustez, pero, el funcionamiento nos es muy bueno comparado con el sistema ISDB-T.



**Figura 3-3 Robustez en contra de la interferencia estática multi-path (3 sistemas DTTB)**

La robustez en contra del multi-path es muy importante para la transmisión terrestre debido a las siguientes razones.

(11) En la banda VHF/UHF, el multi-path siempre existe. Ustedes la conocen como, simplemente imagen con fantasmas en la TV analógica. La interferencia multi-path ocurre debido a las montañas, edificios y otros accidentes, así que este efecto no solo existe en las zonas con montañas, sino también en la zona urbana. El ISDB-T muestra un excelente funcionamiento en la recepción, aun con las condiciones antes mencionadas.

(22) Debido a la construcción de la robustez en contra de la interferencia multi-path, redes isofrecuencia se pueden fácilmente construir (SFN, Single Frequency Network). Esto permite las siguientes ventajas; (a) Ahorro en el espectro de frecuencia, (b) No hay necesidad de cambiar de canal en los servicios de recepción móvil/portátil, (c) amplia cobertura de área, aún con sombras ocasionadas por montañas o los edificios, usando pequeños repetidores.

### 3.2 Time interleave(Robustez en contra del ruido urbano, Movilidad & Portabilidad)

En un sistema de transmisión digital, generalmente se adoptan sistemas de corrección de errores para reducir la degradación causada por diferentes tipos de interferencias (Incluyendo ruido térmico).

Los 3 sistemas de DTTB adoptaron sistemas de corrección, llamados corrección de errores concatenados (cadena de codificación convolucional/decodificación Viterbi + codificación/decodificación Reed Solomon (RS))

Los sistemas de error de corrección, generalmente, tienen un mejor funcionamiento en contra de los errores aleatorios tales como el ruido térmico, pero no trabajan bien en contra de los errores de burst (error concatenado).

Por lo tanto, se adopta una tecnología para la aleatorización del error, a través de un sistema de corrección de errores, a esta tecnología se le llama tecnología “Interleave”.

Como se muestra en la figura, el ISDB-T tiene 4 tipos de Interleave. Estos son:

Byte interleave, (2) Bit Interleave, (3) Time interleave, (4) Frequency interleave

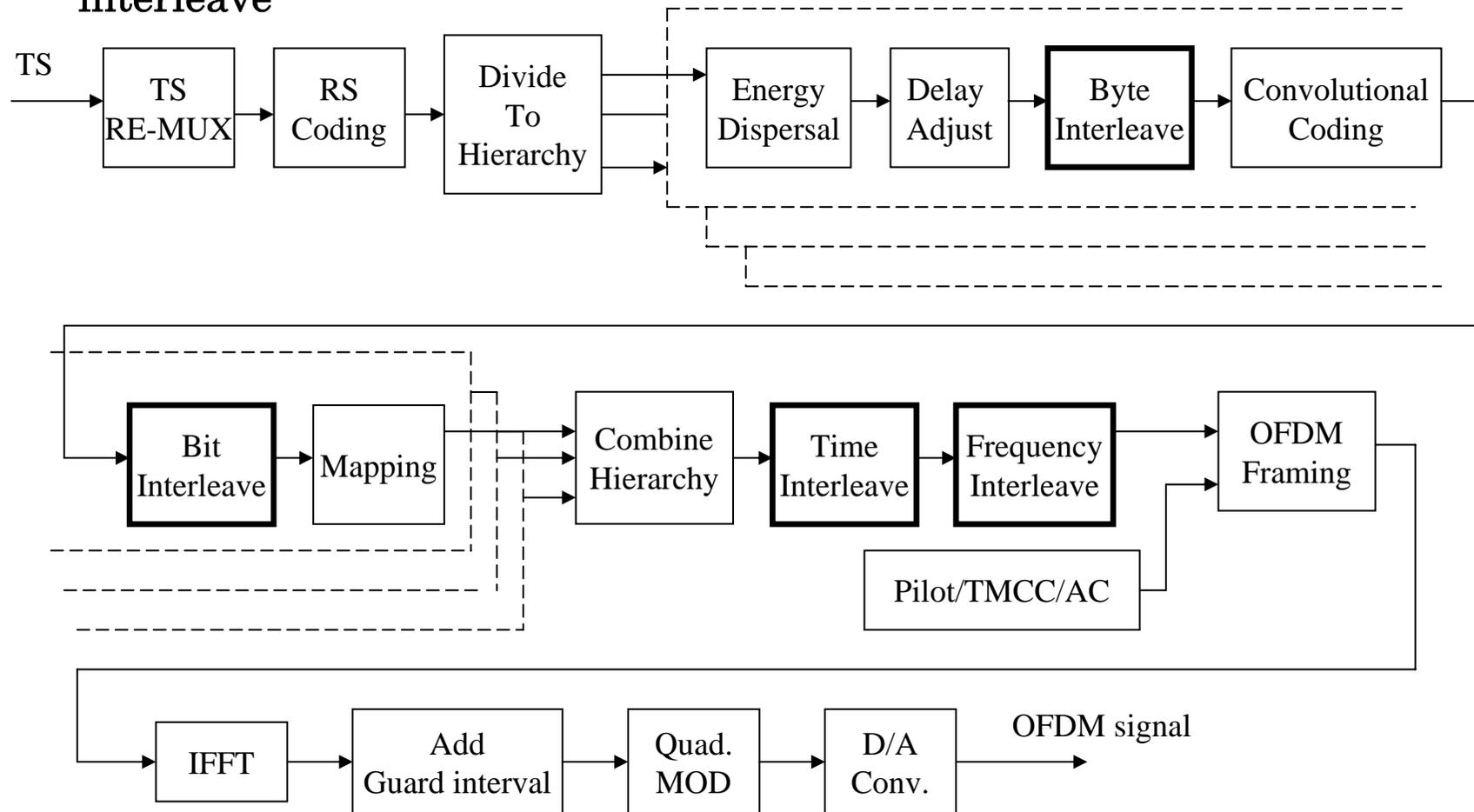
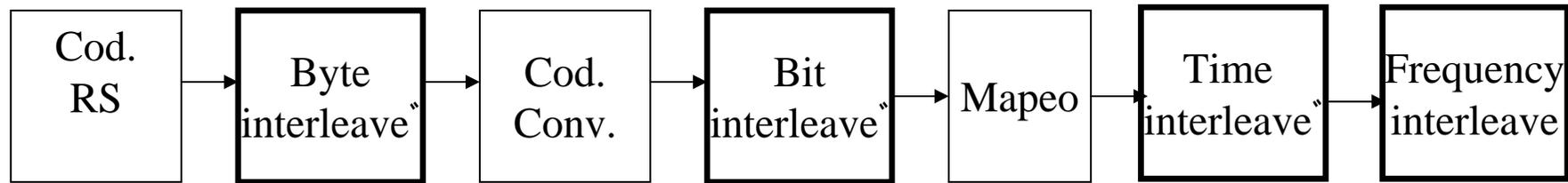


Figura 3-4 Diagrama de bloques funcional del ISDB-T



### **Byte interleave**

Byte interleave esta localizado entre el codificador externo e interno. Aleatoriza el error de burst a la salida del decodificador Viterbi

### **Bit interleave**

Bit interleave esta localizado entre el codificador convolucional y el mapeo. Aleatoriza el error del símbolo antes del decodificador Viterbi.

### **Time interleave**

Time interleave esta antes del frequency interleaver y después del mapeo. Aleatoriza el burst de error en el dominio del tiempo el cual es causado por ruido de impulso, degradando la recepción portátil etc.

### **Frequency interleave**

Frequency interleave esta a la salida del Time interleave. Aleatoriza el burst de error en el dominio de la frecuencia el cual es causado por el efecto multi-path ,interferencia de portadoras, etc.

**Figura 3-5 Posición de los circuitos Interleave y su efecto.**

Como se muestra en la figura, “Time interleave” es verdaderamente efectivo para mejorar la robustez en contra del ruido de impulso y funciona mejor para recepciones móvil/portable.

El ruido de impulso es dominante en el factor de degradación en un área urbana, los cuales son causados desde el motor de un auto, el arranque de equipo eléctrico, son llamados “ruidos hechos por el hombre”.

El sistema ISDB-T es el único que tiene la función de “Time Interleave”. Los sistemas ATSC y DVB-T no tienen esta función.

Como resultado tenemos que el sistema ISDB-T es significativamente superior a los otros dos sistemas ATSC y DVB-T, en el desempeño de recepción en áreas urbanas y desempeño en la recepción móvil/portable.

Como ejemplo, la figura 3-6 nos muestra el desempeño de recepción bajo las condiciones de ruido de impulso.

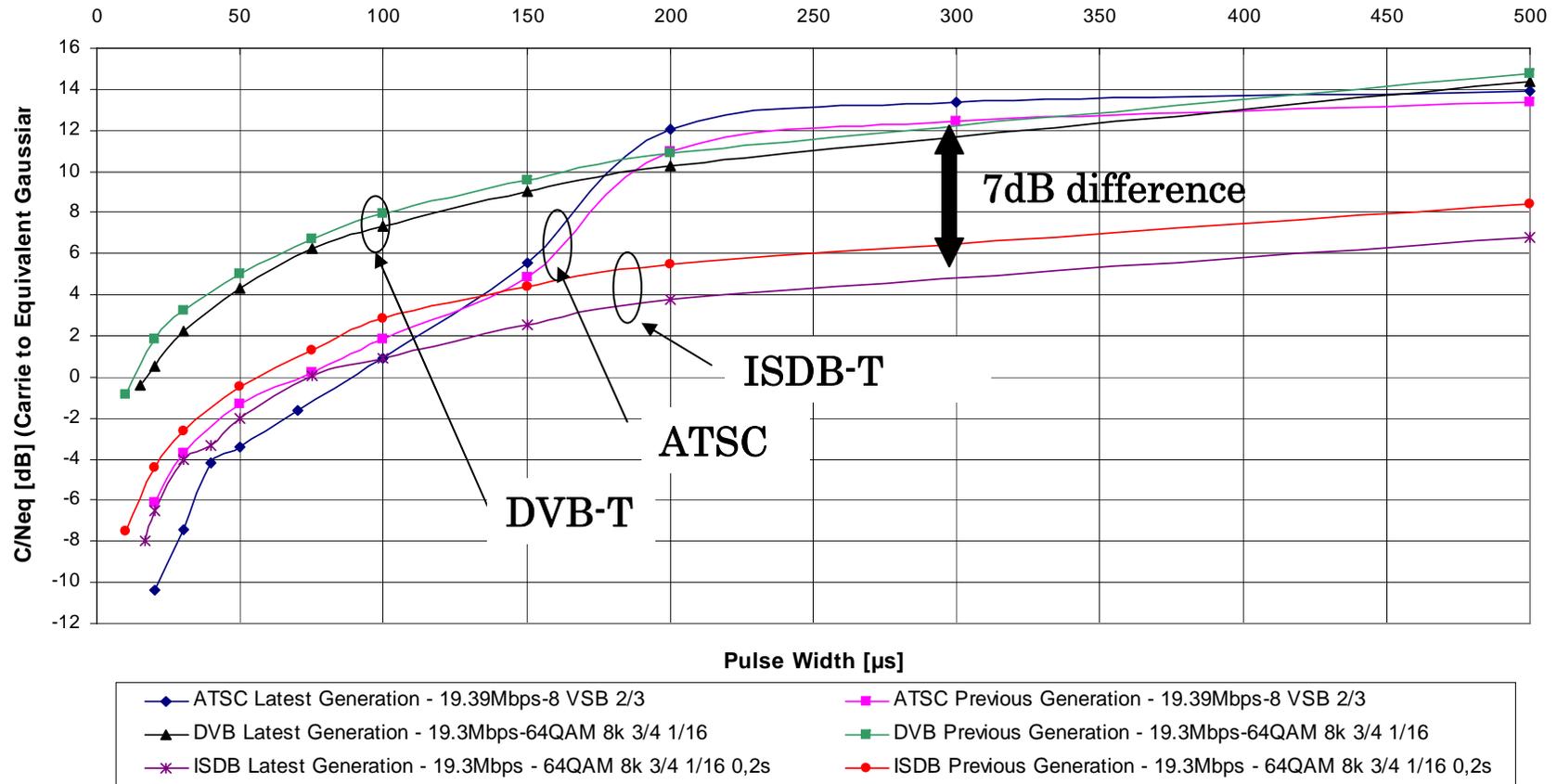


Figura 3-6 Desempeño de recepción bajo las condiciones de ruido de impulso (3 sistemas DTTB).

### 3-3 Transmisión segmentada OFDM (Servicios portables en el mismo canal)

La transmisión segmentada OFDM, es el único sistema de transmisión, que es capaz de transmitir diferentes parámetros de señal en el mismo ancho de banda.

A este sistema de transmisión se le llama “transmisión en modo jerárquico”

La figura 3-7 nos muestra una imagen de la “transmisión en modo jerárquico”

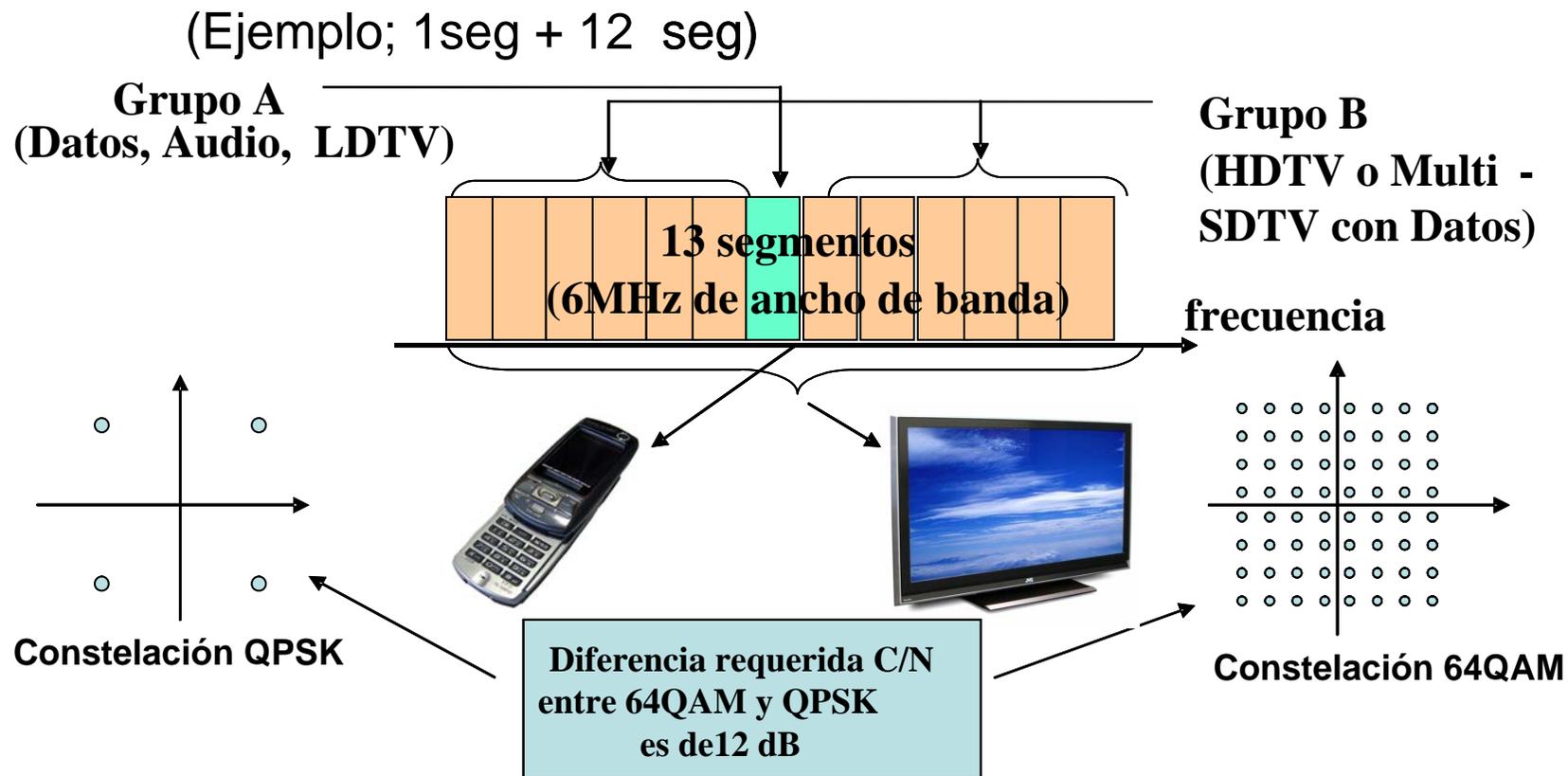


Figura 3-7 Imagen del “Sistema de transmisión en modo jerárquico” (caso de 2 grupos)

La figura 3-7 nos muestra una imagen de la “transmisión en modo jerárquico”

Se usa 1 grupo en el centro del ancho de banda para el servicio de recepción portátil, y los otros 12 grupos se usan para el servicio de recepción fija de HDTV.

Para la transmisión de 1 grupo, las condiciones de recepción, tales como bajo nivel de la altura de la antena, ganancia baja de la antena, fluctuación del nivel de la señal, son necesarios parámetros de transmisión mas fuertes, y para esto se usa QPSK. Por otro lado, para 12 grupos, que se usa para recepción fija, si se considera una gran y alta ganancia de la antena, es deseable una más alta velocidad de transferencia en la transmisión, por lo que se usa 64QAM

Como se mencionó anteriormente, en el modo de transmisión jerárquico, es posible seleccionar el adecuado parámetro de transmisión, de acuerdo al estilo de recepción en el mismo canal.

Con este sistema tenemos las siguientes ventajas;

- (1) Mejor aprovechamiento del espectro de frecuencia; en un canal son posibles múltiples servicios, y no se necesita un canal adicional.
- (2) Ahorro en la infraestructura de transmisión; un solo transmisor es utilizado para los servicios fijos/móviles/servicios portables.

El sistema ISDB-T es el único que ha adoptado este tipo de transmisión, de los 3 sistemas de DTTB.

Como Usted sabe, el servicio de “One-seg” que únicamente lo tiene el sistema ISDB-T, puede ser habilitado usando la tecnología de “transmisión jerárquica”.

**Tabla 3-1 Ejemplo de parámetros de transmisión (HD + One-seg, en Japón)**

Descripción	Grupo A(nota 1)	Grupo B(nota 2)	Nota
Tipo de servicio	Recepción portátil	Recepción fija	
No. de segmentos	1	12	Total 13
Modo	3		Común para ambos grupos
Intervalo de guarda	1/8 de la longitud del símbolo (nota 2)		
Modulación	QPSK	64QAM	(nota 3)
Relación de código	2/3	3/4	
Velocidad de transferencia	416 Kbps	16.85 Mbps	(nota 2)
Contenido de servicios	LDTV + datos	HDTV +datos	ejemplo

(nota 1) en el sistemas de transmisión jerárquica, el grupo mas fuerte es llamado “A”, el siguiente es el “B”.

(nota 2) En Japón, considerando la operación de SFN redes de isofrecuencia, se usa 1/8 de la longitud del intervalo de guarda, pero en otros casos también es posible 1/16 de la longitud del intervalo de guarda. En este caso, la máxima velocidad de transferencia se incrementa alrededor de 7% (Grupo A: hasta 440 kbps, Grupo B; hasta 17.84 Mbps)

(nota 3) la asignación del parámetro de cada grupo se puede elegir independientemente.

**Tabla 3-2 Comparación de los 3 sistemas de transmisión DTTB.**

Descripción	ISDB-T	ATSC	DVB-T	Nota
Potencia requerida	1	2	2	(nota 1)
Recepcion portátil en el mismo canal	Si	No	No (nota 2)	
Funcionalidad en recepción móvil/portátil.	Buena	Mala	Mala	(nota 3)
SFN & Gap filler	Si	Dificil	Si	

(nota 1) como se describió en la sección 3-2 en una área urbana con el sistema ISDB-T se obtiene un ahorro en la potencia de transmisión.

(nota 2) “En la msima banda de servicio se tiene DVB-T + DVB-H” esto a nivel de prueba y este servicio tiene problemas.

(nota 3) La diferencia la hace la adopción del “Time Interleave”.

## 4. Generalidad

Como se describió en la sección 2 la estructura principal tiene compatibilidad con ISDB-S (Digital satellite broadcasting) transmisión digital satelital, ISDB-C (Digital cable broadcasting) transmisión digital por cable, y ISDB-Tsb (Digital Terrestrial sound broadcasting) transmisión digital de audio.

Especialmente con el sistema ISDB-Tsb tiene compatibilidad no solo para la codificación/decodificación si no que también para el sistema de transmisión.

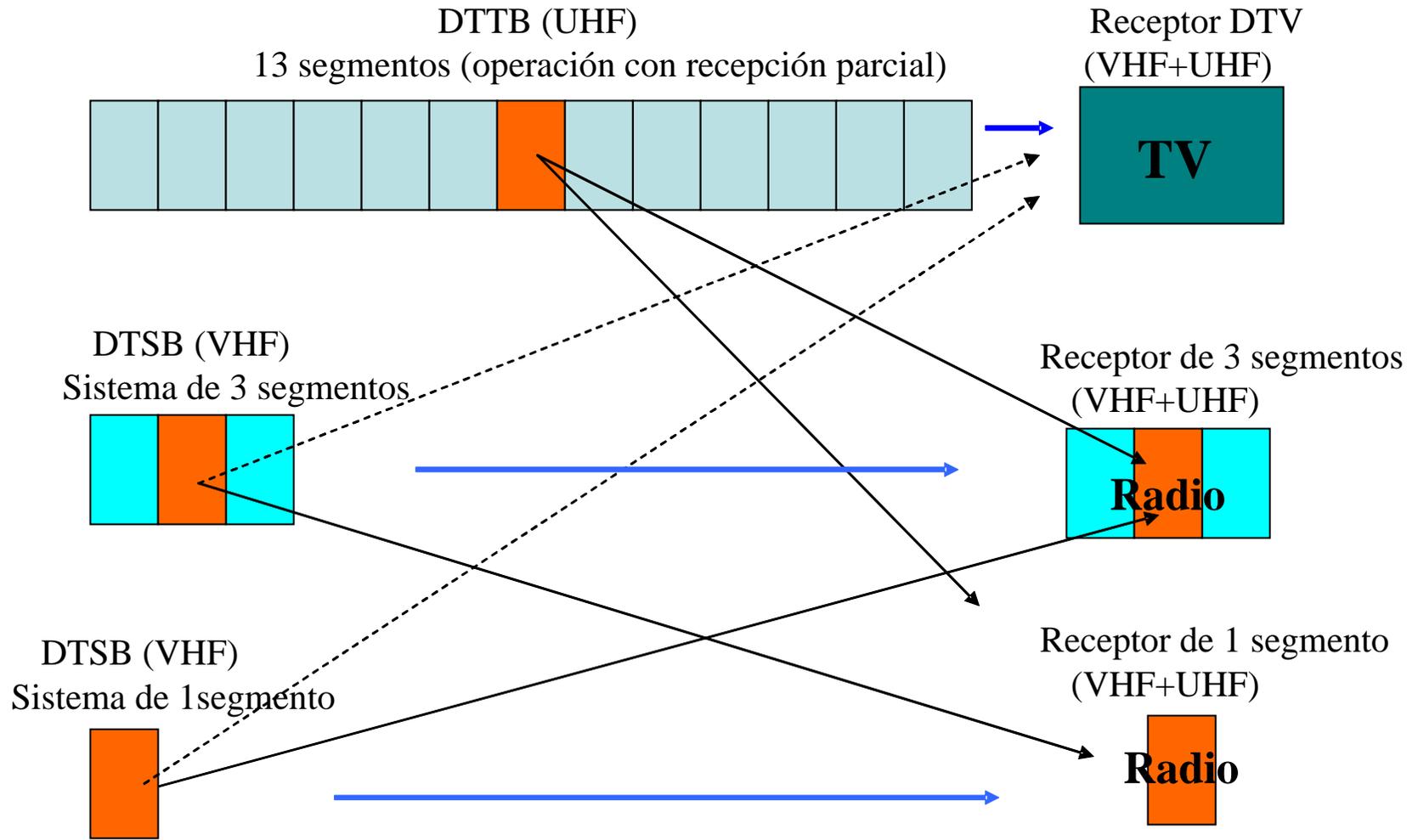
2 tipos de sistemas de transmisión, 1 segmento y 3 segmentos son especificados en el estándar ISDB-Tsb. La construcción de segmentos es la misma que en ISDB-T.

En la figura 4-1 se muestra la relación entre ISDB-T y ISDB-Tsb.

Como se muestra en la figura, un segmento en la estructura de DTTB es la misma estructura para un segmento en radio digital. Aunque, un receptor de un segmento puede recibir cualquier otro servicio de un segmento de DTTB, segmento central de 3 segmentos de radio y un segmento de radio.

Receptores comunes de un segmento para TV digital y radio han sido desarrollados y ahora este en el mercado.

# Figura 4-1



# 5. Servicio One-seg en un mismo canal

## 1 reducción de consumo de energía en el receptor portable

Como se describe en el ANEXO-AA, el servicio One-seg se basa en la tecnología de “Transmisión segmentada OFDM”

Adicionalmente a lo anterior, en el servicio One-seg se adopta una tecnología única, llamada recepción parcial, para reducir el consumo de energía del receptor.

El factor más importante para reducir el consumo de energía, es disminuir la velocidad de procesamiento en el receptor.

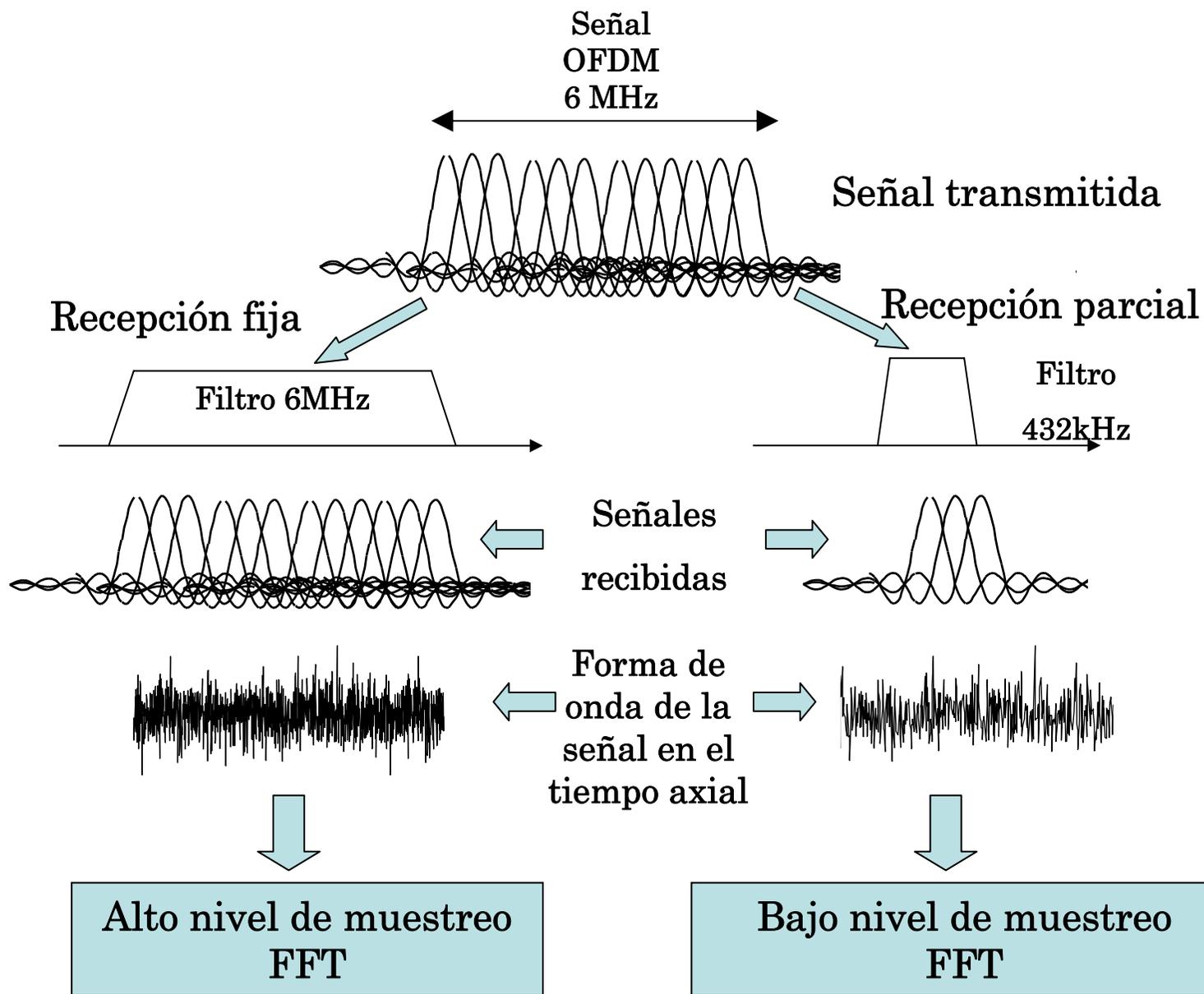


Figura 1-1; procesamiento de la señal en la recepción de banda ancha y recepción parcial

Como se muestra en la figura, en el caso de recepción parcial (figura derecha), el segmento central de la señal OFDM de 6MHz, se filtra por un filtro pasabanda estrecho, cuyo paso de banda es de 432KHz.

La señal filtrada en banda estrecha, se demodula por un rango de muestra baja FFT (Fast Fourier Transform) Transformada Rápida de Furier. El rango de la muestra es de 1/8 del rango de la muestra alta del FFT, que es el que se usa para la demodulación de la banda completa.

Como resultado, la velocidad del proceso de la señal del bloque a demodular se reduce a 1/8.

Por otro lado, el DVD-H, que es el nuevo estándar del DVD-T para la recepción portable, usa los mismos circuitos de demodulación y después de la demodulación, y para reducir la velocidad del proceso de la señal, recoge los datos necesarios del bloque de datos. A esta tecnología se le llama “Time slicing”.

Pero, como se menciona arriba, la velocidad de la señal de demodulación de la porción del DVD-H del receptor, es igual a la del receptor del DVB-T, por lo que, el ahorro de consumo de energía solo se da en el circuito backend.

Por lo que en relación al consumo de energía, la recepción parcial One-seg es mejor que la DVB-H.

## 2. Selección adaptativa en recepción móvil.

La figura 2-1 muestra el flujo de transporte (TS) correspondiente a la transmisión y a la recepción, en el caso de transmisión de dos grupos.

Caso 1: La figura nos muestra la transmisión y recepción en banda ancha. El receptor de banda ancha se usa para los receptores fijos y los receptores móviles.

Caso 2: La figura nos muestra la transmisión en banda ancha y la recepción parcial. La recepción parcial es utilizada para los receptores portables.

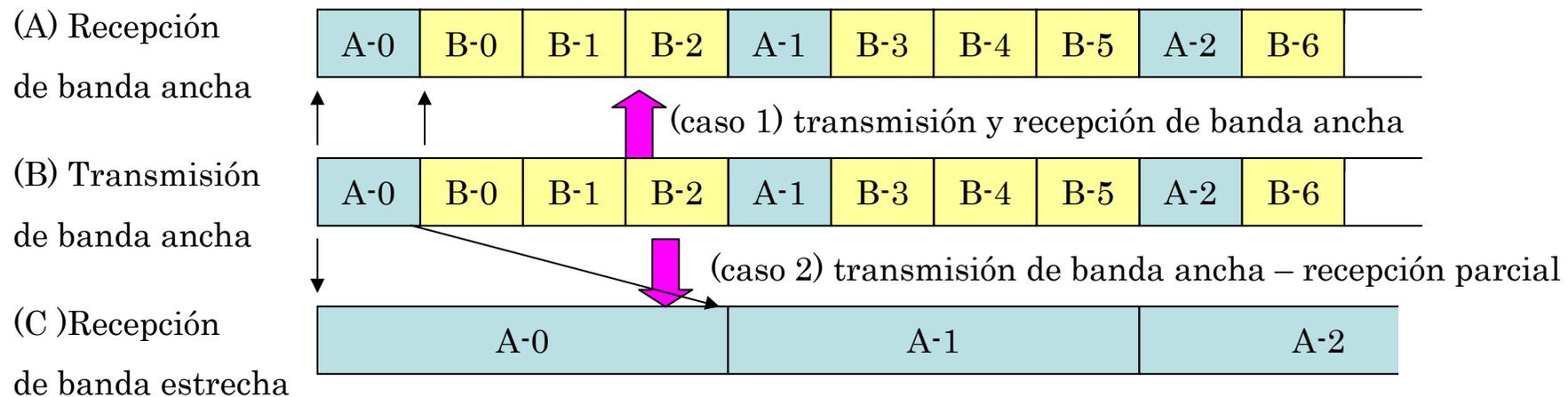


Figura 2-1 Flujo de transporte (TS) para transmisión y recepción

Como se muestra en la figura la transmisión del flujo de transporte (TS) incluye los dos grupos, estos son el grupo A y el grupo B, como resultado, los receptores de banda ancha reciben ambos paquetes del grupo A y del grupo B.

Si los programas del grupo A y del grupo B son los mismos (simultáneos para el grupo A y el grupo B), el receptor móvil puede mostrar cualquier programa del grupo A o del grupo B. Como ejemplo; si las condiciones de recepción para la recepción móvil en HD (grupo B) no son buenas debido al bajo nivel de intensidad de campo entonces se cambiara automáticamente al grupo A.

De otro modo, cuando las condiciones de recepción son buenas, entonces se desplegara el grupo B que se esta transmitiendo en calidad HD.

Durante el proceso de intercambio de selección de datos del grupo A o del grupo B, el receptor móvil continúa con el servicio.

Esta técnica la incluyen los receptores móviles en Japón, lo cual hace que la gente siempre pueda disfrutar de la TV en su vehículo.

Fin de la parte #2

Digital Broadcasting Expert Group  
(DiBEG)

<http://www.dibeg.org/>  
mail; [info@dibeg.org](mailto:info@dibeg.org)