

ISBT-T reporte técnico

ANEXO-AA. Contenidos técnicos y estructura del sistema ISDB-T

Como está escrito en la sección 2 características técnicas del “ISDB-T Reporte Técnico”, el ISDB-T tiene muchas ventajas técnicas. Esas ventajas se basan principalmente en su estructura. Por lo tanto, en este ANEXO, se presentan su estructura y características.

1. Estructura del ISDB-T

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.

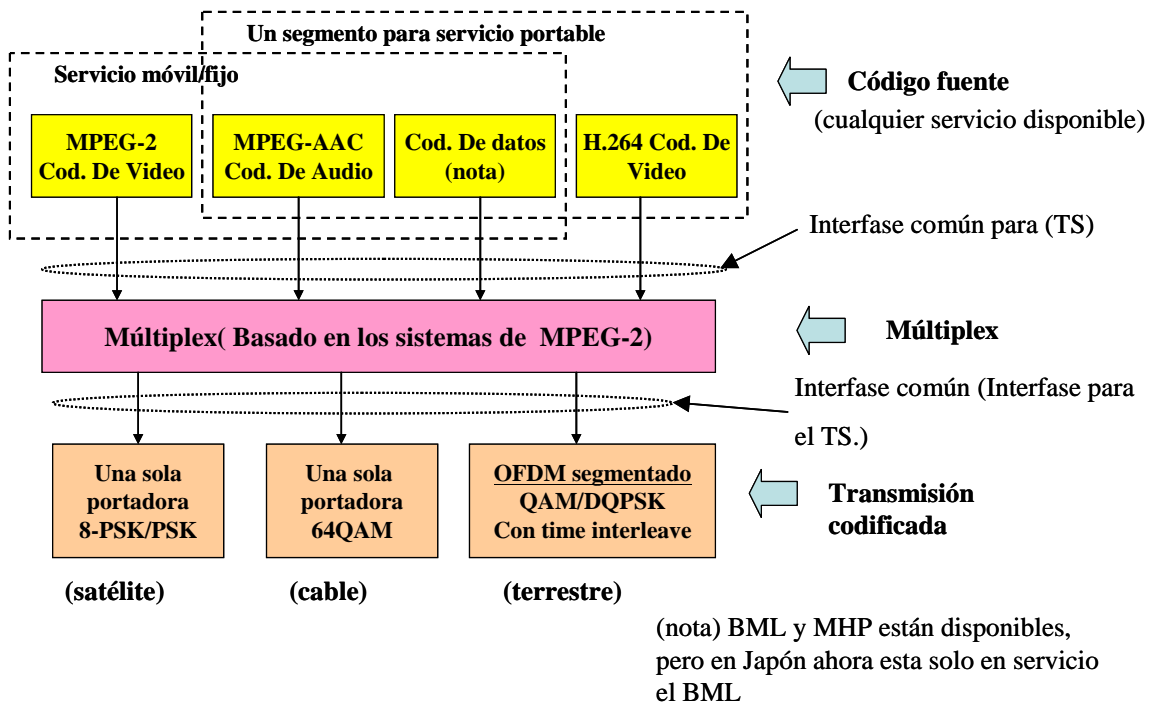


Figura 1-1 Estructura del sistema de transmisión digital (ISDB-T Japonés)

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 estándar para el sistema de transmisión digital es como se muestra en la figura 1-2.

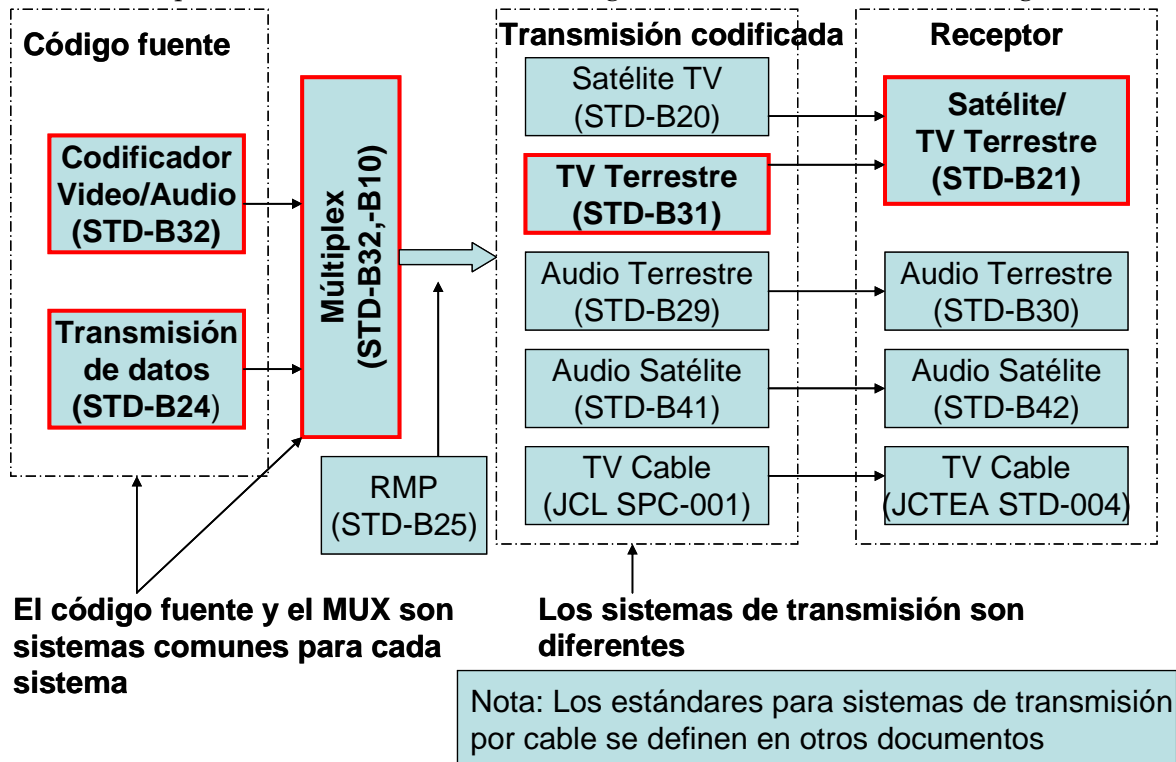


Figura 1-2 Estándar de transmisión digital en Japón

En las siguientes secciones se describen los métodos técnicos para obtener las características del sistema ISDB-T.

2 Alta calidad / Flexibilidad del servicio.

2.1 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 adoptó 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, así que estos pueden ser usados y ligados al sistema de audio.

Numero de líneas	525	525	750	1125
Numero de líneas activas	483	483	720	1080
Barrido	Entrelazado	Progresivo	Progresivo	Entrelazado
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
Relación de aspecto	16:9 o 4:3	16:9	16:9	16:9
Frecuencia de línea fh	15.750/1.001 khz	31.500/1.001 khz	45.000/1.001 khz	33.750/1.001 khz
Frecuencia de muestreo	Luminancia	13.5 Mhz	27 Mhz	74.25/1.001 Mhz
	Diferencia de color	6.75 Mhz	13.5 Mhz	37.125/1.001 Mhz
Numero de muestras por línea	Luminancia	858	858	1650
	Diferencia de color	429	429	825
Numero de muestras por línea activa	Luminancia	720	720	1280
	Diferencia de color	360	360	640
Características del filtro	Ver Fig. 1	Ver Fig. 2	Ver Fig. 3	
Sincronización de línea	Ver Fig. 4		Ver Fig. 5	Ver Fig. 6
Sincronización de campo	Ver Fig. 7	Ver Fig. 8	Ver Fig. 9	Ver Fig. 10

(ARIB STD-B32 Parte 1, Capitulo 2.4)

Tabla 2-1 Video Calidad/formato adoptado en la transmisión digital.

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

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

ARIB STD-B32 Parte 2 Capitulo 5.1

Tabla 2-2 Audio Calidad/formato adoptado en la transmisión digital

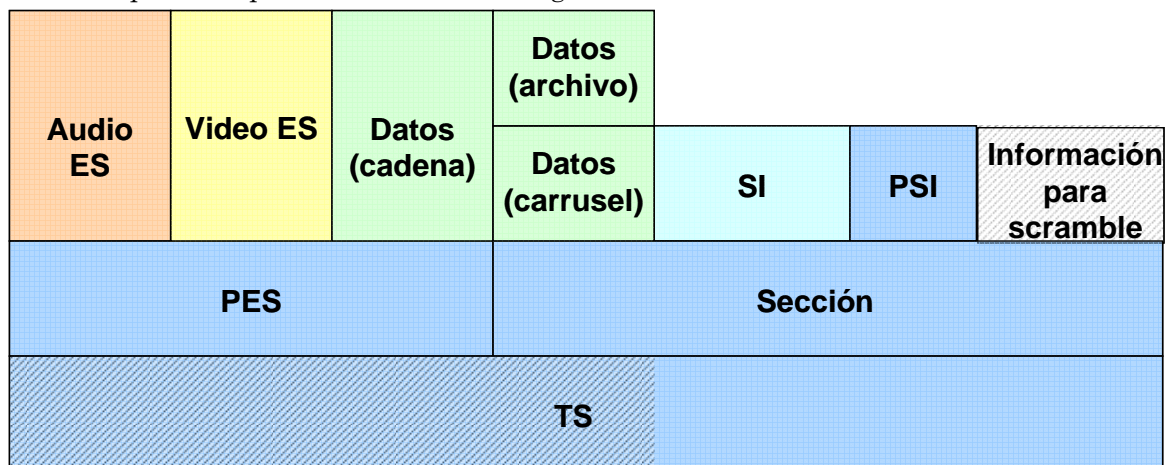
Como se describió anteriormente, adoptando el estándar ISDB-T, cualquier tipo de servicio de transmisión es posible en un receptor

(nota) En Sudamérica, ya se usa el sistema Dolby 5.1 surround. Para compatibilidad entre MPEG-AAC y el Dolby surround, se utiliza un convertidor AAC/DTS asegurando la compatibilidad. (En Brasil, se logro esta conclusión en Marzo del 2007).

(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



(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.

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

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.

3.- Características del sistema de Transmisión (Robustez, Flexibilidad del Sistema de Recepción, Utilización de Frecuencia, Movilidad & Portabilidad)

La característica más importante del ISDB-T es su sistema de transmisión. En las siguientes secciones se describen las características y tecnologías usadas en el ISDB-T.

3.1 Tecnología de transmission 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.

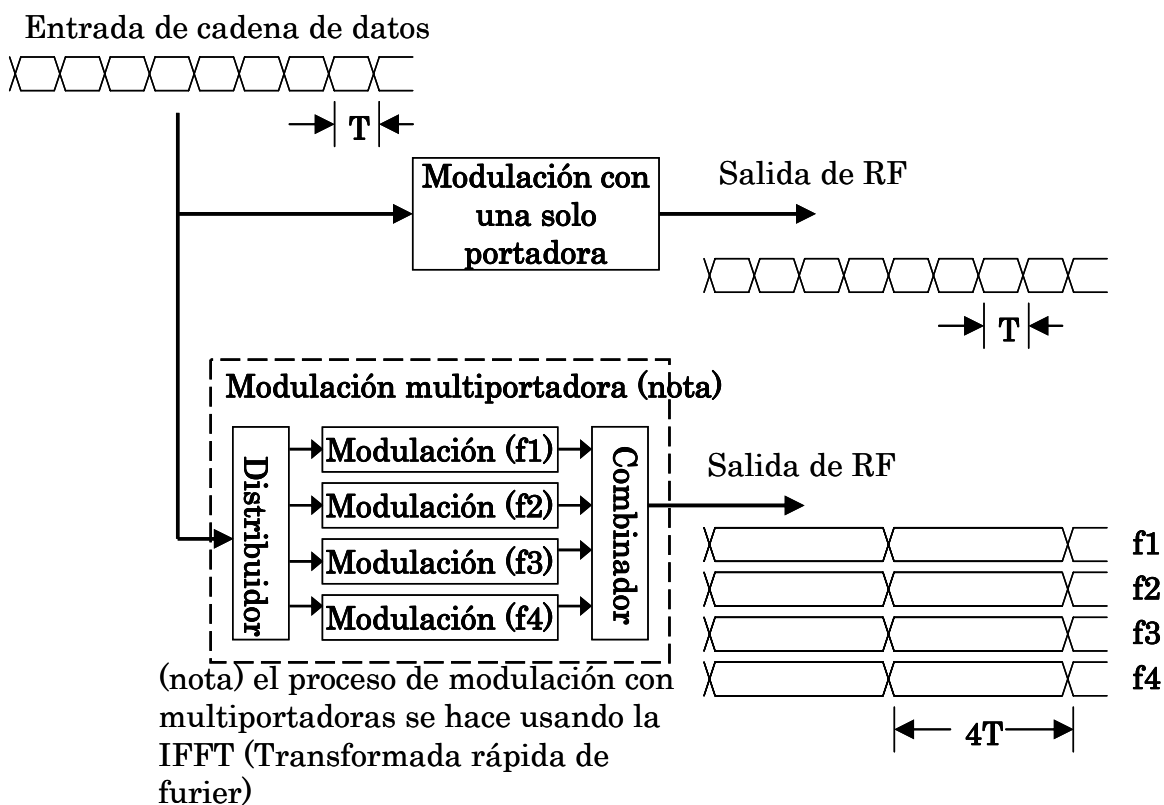


Figura 3-1 Diagrama conceptual para la relación entre la modulación y las longitudes del símbolo.

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.

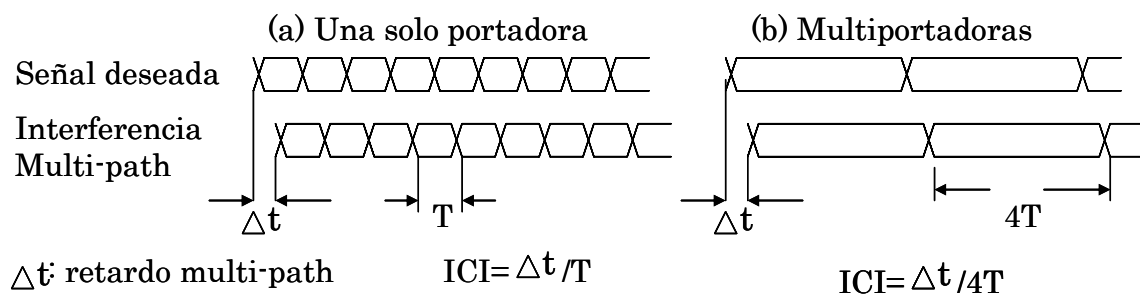
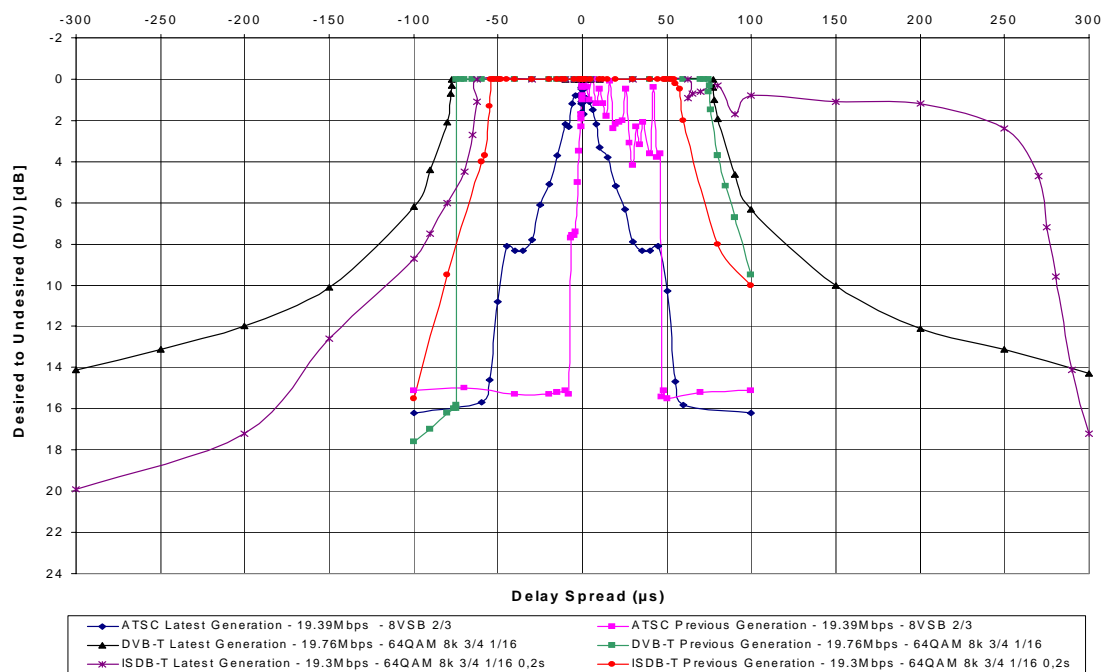


Figura 3-2 relación de retardo multi path e ICI

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.



(nota) este dato es acotado desde la ref 1

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

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.

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

- (1) 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, si no también en la zona urbana. El ISDB-T muestra un excelente funcionamiento en la recepción, aun con las condiciones antes mencionadas.
- (2) 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))

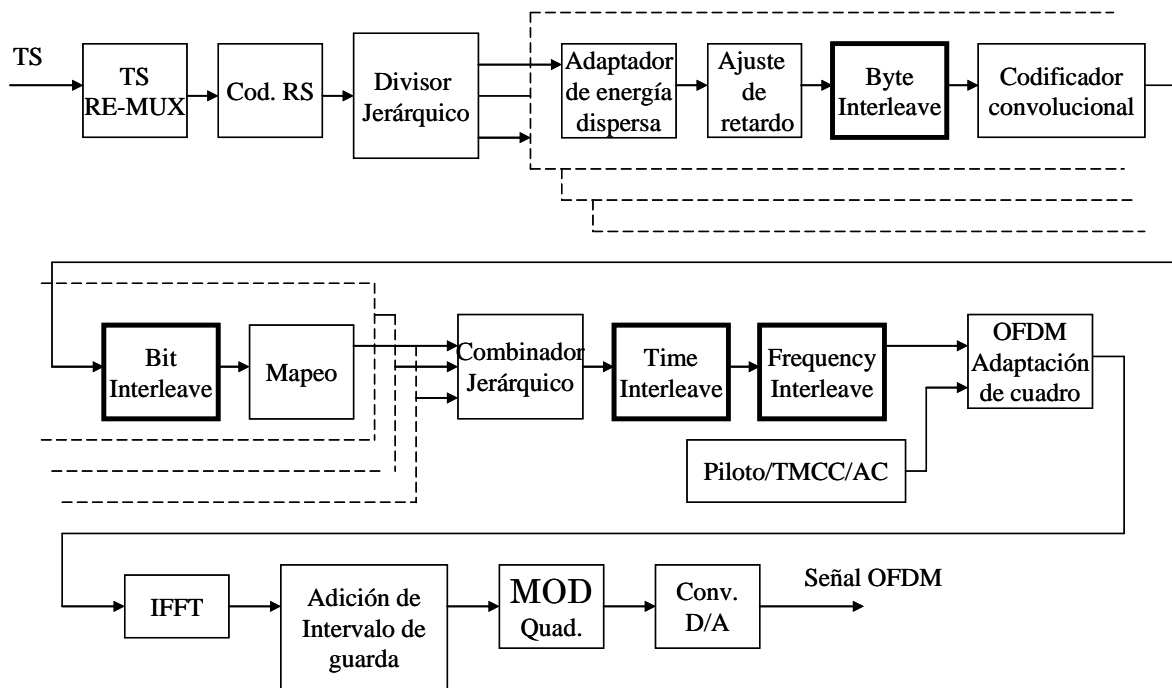


Figura 3-4 Diagrama de bloques funcional del ISDB-T

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).

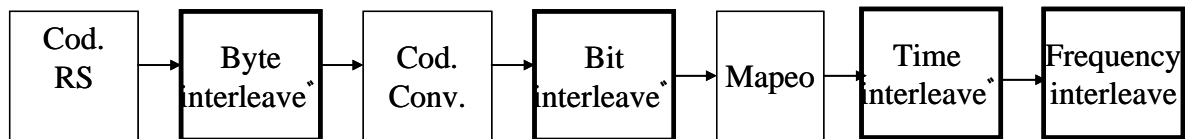
Por lo tanto, se adopta una tecnología para la aleatorización del error, a través de un sistema de corrección de errores, a esta tecnología se le llame tecnología “Interleave”.

Por ejemplo, se muestra en la siguiente página el diagrama a bloques funcional del sistema ISDB-T en la figura 3-4.

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

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

Los efectos de estas funciones de Interleave se describen en la figura 3-5



Byte Interleave

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

Bit Interleave

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

Time Interleave

Time Interleave está 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 está 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.

Como se muestra en la figura, sobre 150 μ s del ancho del pulso, el ISDB-T es alrededor de 7dB mejor, que los otros dos sistemas, en el desempeño de recepción.

7 dB de mejora significa 1/5 de menor potencia del transmisor.

Esto significa que para los sistemas ATSC y DVB-T en donde se requiere de 1 KW de potencia de transmisión, para el sistema ISDB-T se requiere solo 200W para cubrir la misma área.

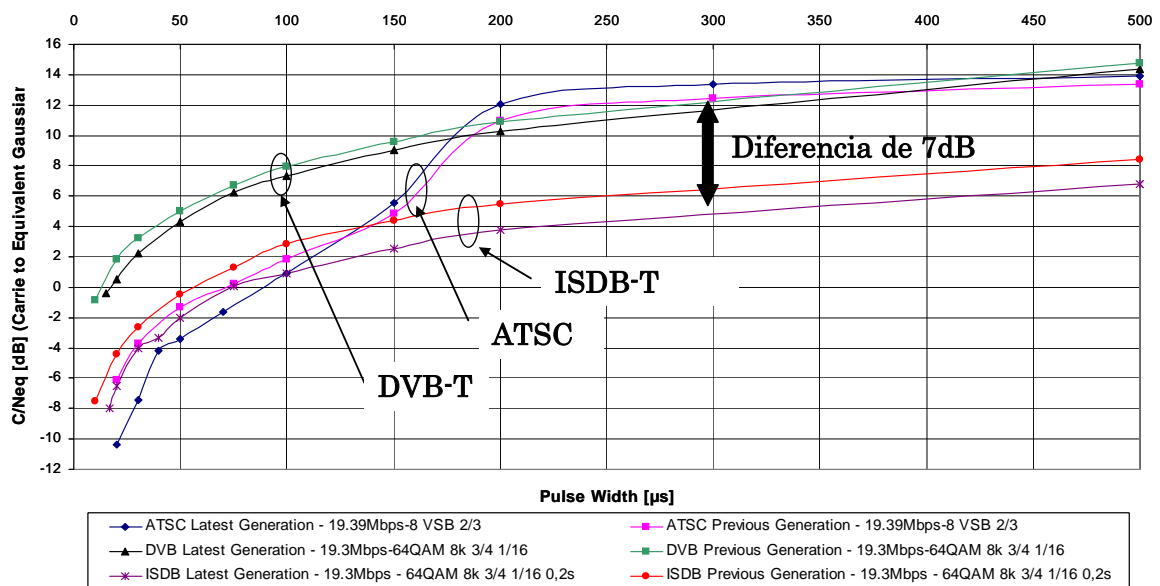


Figura 3-6 Desempeño de recepción bajo las condiciones de ruido de impulso (3 sistemas DTTB).

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”

(Ejemplo; 1seg + 12 seg)

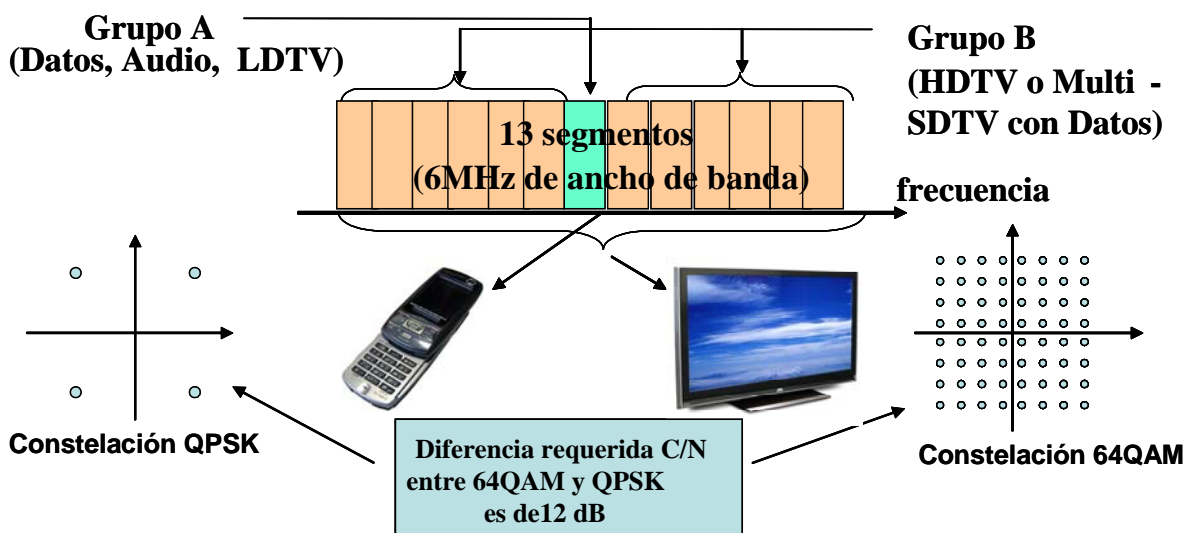


Figura 3-7 Imagen del “Sistema de transmisión en modo jerárquico” (caso de 2 grupos)

Figura 3-7 muestra el caso de transmisión en 2 grupos.

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”.

En la tabla 3-1, como ejemplo, se muestran los parámetros de transmisión para “HDTV Fija (nota)+ el servicio portátil “One-seg” en un mismo canal

(nota) Usando la diversidad tecnológica de recepción, es posible la recepción “HDTV movil en un auto”

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.

3.4 Comparación del desempeño de los 3 sistemas de transmisión DTTB

Como se describió en las secciones anteriores, el sistema ISDB-t ha adoptado tecnologías de transmisión únicas. Como resultado el sistema ISDB-T tiene muchas ventajas en comparación con otros sistemas de transmisión DTTB.

En la tabla 3-2, muestra la comparación de los 3 sistemas de transmisión DTTB desde el punto de vista de sistema de transmisión.

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 misma 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. Compatibilidad

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.

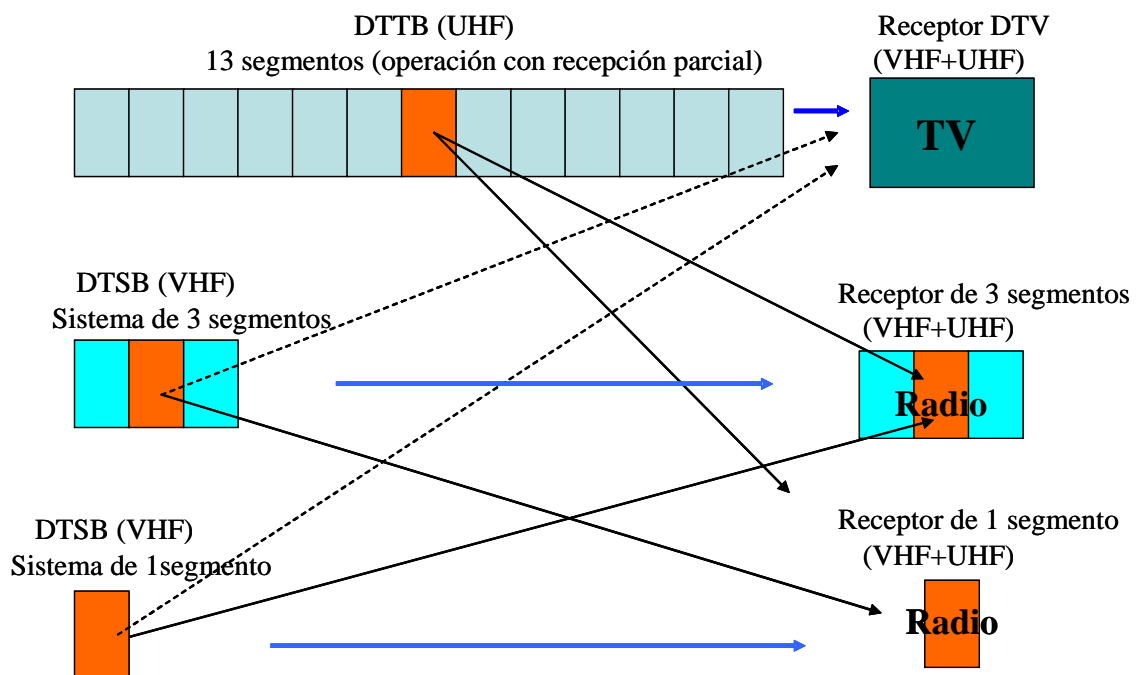


Figura 4-1 Relación entre ISDB-T y ISDB-Tsb

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.