

Tasa de transmisión en ISDB-T_b y restricción al flujo de entrada

Autor: José Luis Rojel - jose.rojel@alumnos.usm.cl

Introducción

La norma de TV digital terrestre ISDB-T_b emplea la técnica de transmisión OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) segmentando jerarquicamente el canal de 6[MHz]. Cada servicio (1Seg, SDTV o HDTV) puede ser modulado empleando una técnica independiente con parámetros que gobiernan métodos de corrección y prevención de distorsiones que introduce el canal. Esto determinará una máxima tasa de transmisión para cada servicio, imponiendo una restricción a los *bitrates* con que se codifican los archivos multimedia a ser transmitidos. A continuación se deducen estas expresiones en función de los parámetros elegidos por el administrador para un servicio en particular.

Sistema de transmisión

El sistema ISDB-T_b permite organizar la información a transmitir en tres capas jerárquicas o servicios. Cada servicio tendrá asignada una cantidad de segmentos OFDM, cuyos parámetros de transmisión pueden ser determinados por el administrador de la radiodifusión. Esta elección determinará una tasa binaria de transmisión de datos útiles $R[\text{bps}]$, mediante el procesamiento de los datos en las etapas del sistema de transmisión destacadas en la Figura 1.

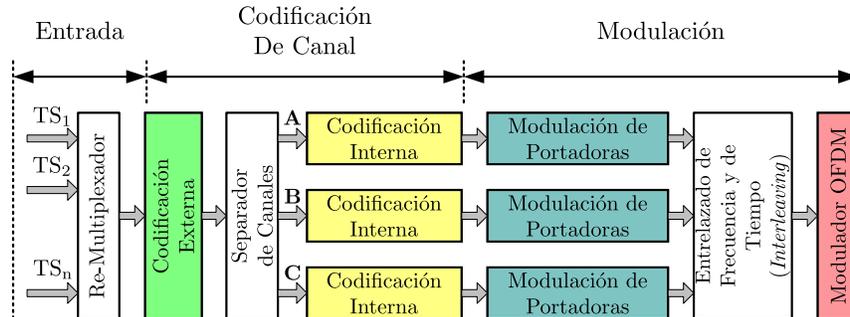


Figura 1: Diagrama del sistema de transmisión ISDB-T_b

- **Codificación Externa (K_0):**

En la re-multiplexación los diversos flujos de datos encapsulados en paquetes MPEG-TS de **188[bytes]** se unen en un flujo único de tasa constante denominado BTS (*Broadcast Transport Stream*). En este proceso se modifican los paquetes TS adicionándoles 16[bytes], formando los denominados paquetes TSP (*Transport Stream Packets*) de **204[bytes]**, además de introducir paquetes TSP nulos de forma de mantener la condición de flujo constante y sincrónico.

Los bytes adicionados en el proceso se conforman de 8[bytes] destinados a información de control (indicador de capa jerárquica, contador e información auxiliar) y 8[bytes] destinados al bloque de paridad *Reed-Solomon*, que será calculado en el bloque de **codificación externa**, permitiendo la corrección de hasta 4[bytes] erróneos en cada TSP del flujo BTS.

En esta etapa se define el factor fijo de codificación externa $K_0 = \frac{188}{204}$, que da cuenta de que por

cada 204[bytes] transmitidos, solo 188[bytes] serán datos útiles.

- **Codificación Interna (K_I):**

Una vez que cada paquete TSP es separado según a la capa que corresponde, se efectúa la codificación interna a través de un algoritmo convolucional. Este algoritmo introduce datos redundantes, cuyo grado es determinado por el administrador. El factor de redundancia K_I puede tomar los siguientes valores $\{\frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \frac{5}{6}, \frac{7}{8}\}$.

- **Modulación de Portadoras (b_P):**

La técnica de modulación que se empleará en cada servicio es determinada por el administrador, teniendo como opción **DQPSK/QPSK**, **16QAM** y **64QAM**. La técnica escogida se empleará a cada portadora, transmitiendo cada una b_P [bits] (**2**, **4** y **6** bits respectivamente) por el tiempo que dura un símbolo. La cantidad de portadoras con datos útiles por segmento L_D y la duración del símbolo T_S dependerá del modo escogido (Ver Cuadro 1).

Parámetro		Modo 1 (2k)	Modo 2 (4k)	Modo 3 (8k)
Portadoras de datos por segmento L_D		96	192	384
Duración total de símbolo $T_S = (\Delta + 1) \cdot T_{\text{util}}$	1/4	315 μ s	630 μ s	1260 μ s
	1/8	283.5 μ s	567 μ s	1134 μ s
	1/16	267.75 μ s	535.5 μ s	1071 μ s
	1/32	259.875 μ s	519.75 μ s	1039.5 μ s

Cuadro 1: Parámetros del segmento OFDM

- **Modulador OFDM (Δ):**

Antes de procesar la señal en RF se procede a armar el cuadro OFDM insertando señales de control y portadoras piloto. Luego se procede a insertar el **intervalo de guarda Δ** que previene la interferencia entre símbolos (ISI) producida por multi-trayectorias. La elección del intervalo de guarda dependerá de la distancia máxima d que se estima que podría recorrer una señal reflejada, necesitando mayor tiempo de resguardo a medida que mayor sea esta distancia. La norma establece valores fijos para Δ a modo de reducir la complejidad de los receptores, los valores posible son $\{\frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}, \frac{1}{32}\}$.

La elección de cada modo dependerá de la estimación de d , siendo el Modo 1 para reflexiones que recorren una distancia máxima de 18.9[km] y el Modo 3 para una distancia máxima mayor de 75.6[km], a costo de aumentar la duración del símbolo. Esto se aprecia en al Cuadro 1 donde el T_{util} y el número de portadoras por segmento entre cada modo se duplican de manera correspondiente.

Tasa de transmisión

Considerando las etapas descritas en la sección anterior, la tasa de transmisión binaria de datos útiles por segmento R [bps], obedece a la siguiente expresión:

$$R \text{ [bps]} = K_0 \cdot K_I \cdot \frac{b_P \cdot L_D}{T_S} \quad (1)$$

De (1) notamos que independientemente del modo escogido el factor L_D/T_S será constante, por lo tanto, **la tasa de transmisión de datos útiles no dependerá del modo escogido.**

Supongamos por ejemplo que establecemos una configuración típica para transmitir un servicio **1Seg**:

- Modo: 3 (8k)
- Modulación: **QPSK** ($b_P = 2[\text{bits}]$)
- Factor Convolutacional: **2/3**
- Intervalo de Guarda: **1/16**

Obtendríamos la siguiente tasa de transmisión de datos útiles:

$$R = \frac{188}{204} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{2 \cdot 384}{1071 \cdot 10^{-6}} = 440,56[\text{kbps}]$$

Restricción al flujo TS

Según lo expuesto anteriormente, una vez elegidos los parámetros por el administrador para la transmisión de un servicio, queda determinada su tasa de transmisión de datos útiles, a su vez, impone una condición para la máxima cantidad de paquetes TSP que pueden ser asignados a cada segmento. Por lo tanto, una vez escogido el formato de transmisión, **queda definida la tasa de arribo máxima de paquetes MPEG-TS asociados a un servicio en la entrada del sistema de transmisión.**

Supongamos que un servicio de k segmentos tiene asociado n flujos TS, cada uno con una tasa de arribo de $R_i[\text{bps}]$ ($i \in \{1, \dots, n\}$). Para una correcta transmisión se debe cumplir la siguiente condición:

$$\sum_{i=1}^n R_i \leq R = K_0 \cdot K_I \cdot \frac{b_P \cdot L_D}{T_S} \cdot k[\text{bps}]$$

Asegurada la condición anterior, cada flujo MPEG-TS que contenga algún recurso multimedia, debe cuidar de forma independiente que la respectiva tasa de codificación (*bitrate*) no supere a la tasa de encapsulación en paquetes TS para una correcta reproducción del recurso.

Referencias

- [1] Ing. Néstor Pisciotta - “Sistema ISDB-T_b (Primera Parte)” - Universidad Blas Pascal (UBP) Sept. 2010