

Televisión Satelital

Pablo Flores Guridi, pablof@fing.edu.uy

Curso Distribución y Aplicaciones Multimedia
Instituto de Ingeniería Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

22 de agosto de 2024



DVB-S

- Miembro de la familia europea de normas de televisión digital DVB (Digital Video Broadcasting).
- Describe la modulación y codificación de canal para transmisiones satelitales de televisión digital.
- Descrita en el estándar ETSI EN 300 421.
- Su primera edición data de diciembre de 1994 y la segunda (actual) de agosto de 1998.
- Cada vez más está siendo reemplazada por DVB-S2 (ETSI EN 302 307).
- La estudiaremos por ser una norma sencilla que sigue siendo utilizada hasta la fecha.

Diagrama de bloques

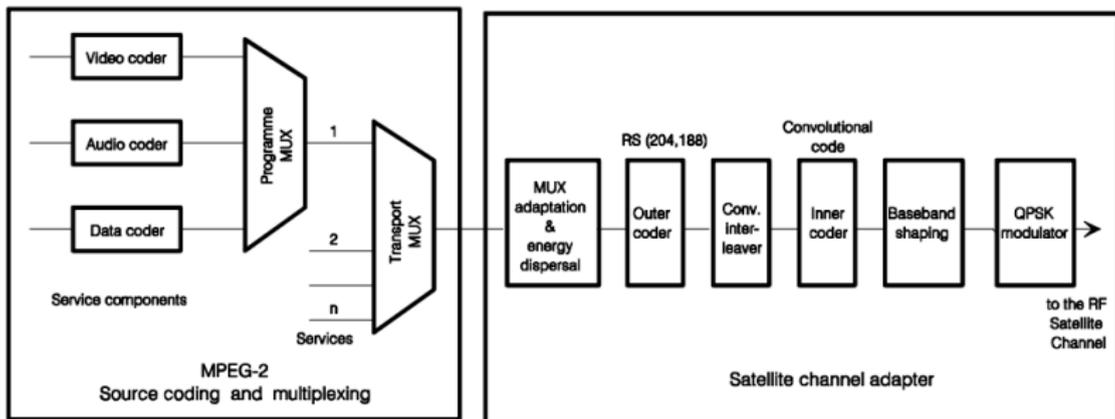


Figura: Diagrama funcional del sistema completo tomado de ETSI EN 300 421.

⇒ Se asume un MPEG-2 MPTS a la entrada del modulador.

Pseudo Random Binary Sequence (PRBS)

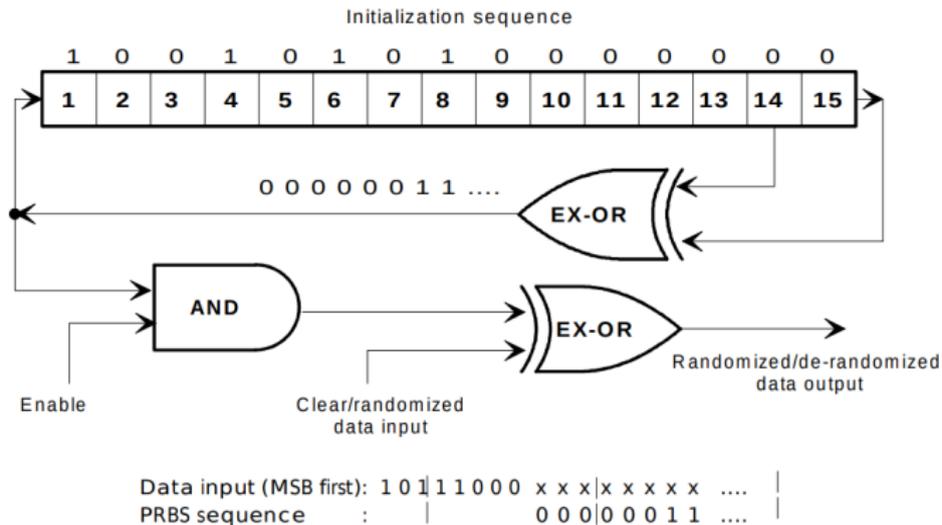


Figura: Diagrama funcional del aleatorizador tomado de ETSI EN 300 421.

- Una vez ingresada al modulador la entrada es aleatorizada.
- Se utiliza una secuencia pseudoaleatoria de polinomio $1 + X^{14} + X^{15}$.

Pseudo Random Binary Sequence (PRBS) (2)

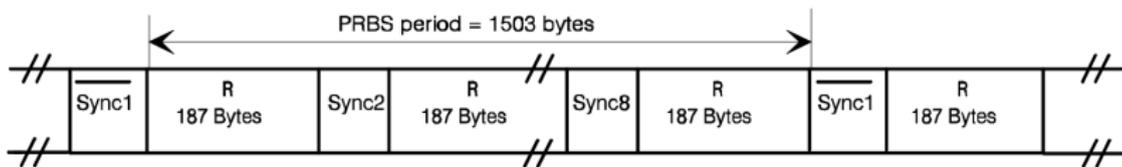


Figura: Secuencia aleatorizada tomada de ETSI EN 300 421.

- **Período PRBS:** ocho paquetes TS agrupados.
- Los registros son reinicializados al inicio de cada período PRBS.
- El primer byte de sincronismo del período PRBS es negado.
 - $0x47 \rightarrow 0xB8$.
 - De esta manera se logra sincronización con el receptor.
- Evolución de la secuencia:
 - Comienza y se aplica a partir del segundo byte del período PRBS.
 - Evoluciona durante $188 \times 8 - 1 = 1503$ bytes.
 - Se deshabilita su salida durante los bytes de sincronismo.

Código Reed Solomon (outer code)

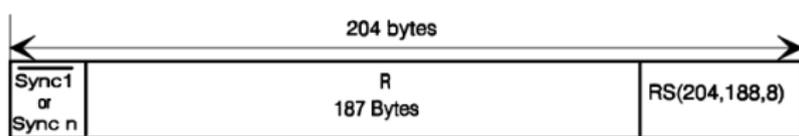


Figura: Tomada de ETSI EN 300 421.

- Se agrega un código Reed Solomon (204,188).
- A cada paquete de 188 bytes se le agregan 16 bytes de paridad.
- Se logra una capacidad de corrección de hasta 8 bytes errados.

Entrelazamiento de bytes

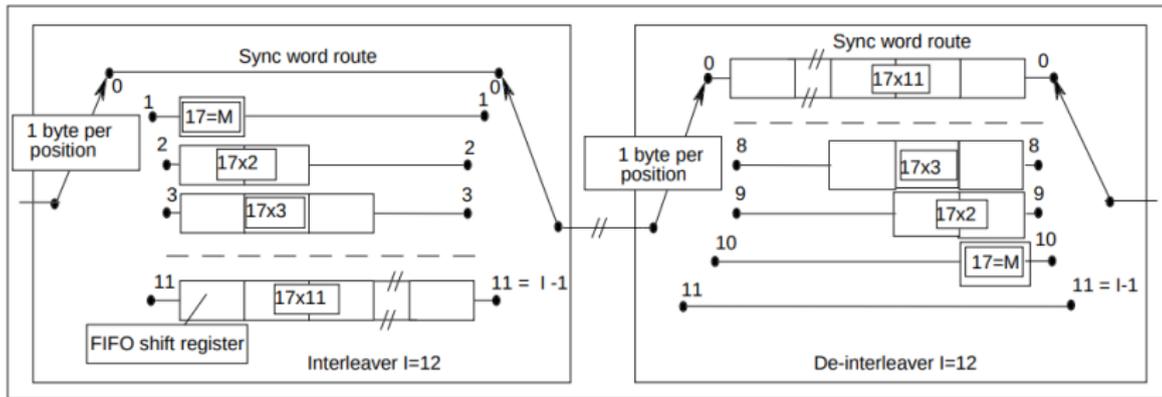


Figura: Diagrama conceptual del entrelazador/desentrelazador de bytes tomado de ETSI EN 300 421.

- Compuesto por $l = 12$ ramas.
- Cada rama cuenta con registros FIFO de profundidad $M * j$.
 - Con $M = 17$.
 - Con $j = 0 \dots 11$ el índice de la rama.
- Los bytes de sincronismo son enrutados siempre por $l = 0$.
- Es sencillo realizar el proceso inverso en recepción.

Código convolucional

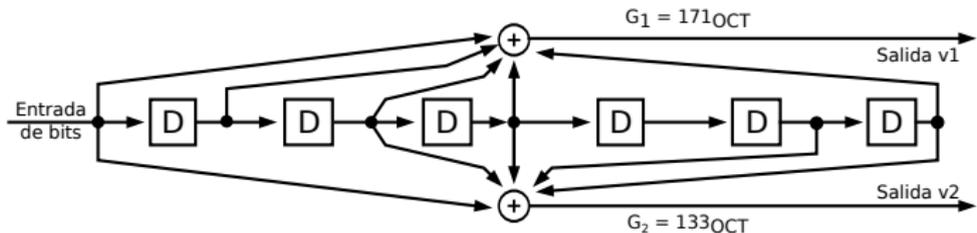


Figura: Código convolucional madre utilizado en DVB-S.

- Código madre de:
 - Tasa $1/2$.
 - Profundidad $k = 7$.
 - Polinomios generadores 171_{OCT} y 133_{OCT} .

Código convolucional (2)

Original code			Code rates									
			1/2		2/3		3/4		5/6		7/8	
K	G1 (X)	G2 (Y)	P	dfree	P	dfree	P	dfree	P	dfree	P	dfree
7	171 _{OCT}	133 _{OCT}	X: 1 Y: 1 I=X1 Q=Y1	10	X: 1 0 Y: 1 1 I=X1 Y2 Y3 Q=Y1 X3 Y4	6	X: 1 0 1 Y: 1 1 0 I=X1 Y2 Q=Y1 X3	5	X: 1 0 1 0 1 Y: 1 1 0 1 0 I=X1 Y2 Y4 Q=Y1 X3 X5	4	X: 1 0 0 0 1 0 1 Y: 1 1 1 1 0 1 0 I=X1 Y2 Y4 Y6 Q=Y1 Y3 X5 X7	3
NOTE: 1 = transmitted bit 0 = non transmitted bit												

Figura: Matriz de *puncturing* tomada de ETSI EN 300 421.

- Mediante la remoción de ciertos bits generados por el código convolucional es posible obtener otras tasas menos robustas.
- A este proceso se lo denomina *puncturing*.
- Las tasas disponibles en DVB-S son 1/2, 2/3, 3/4, 5/6 y 7/8.

Conformación y modulación

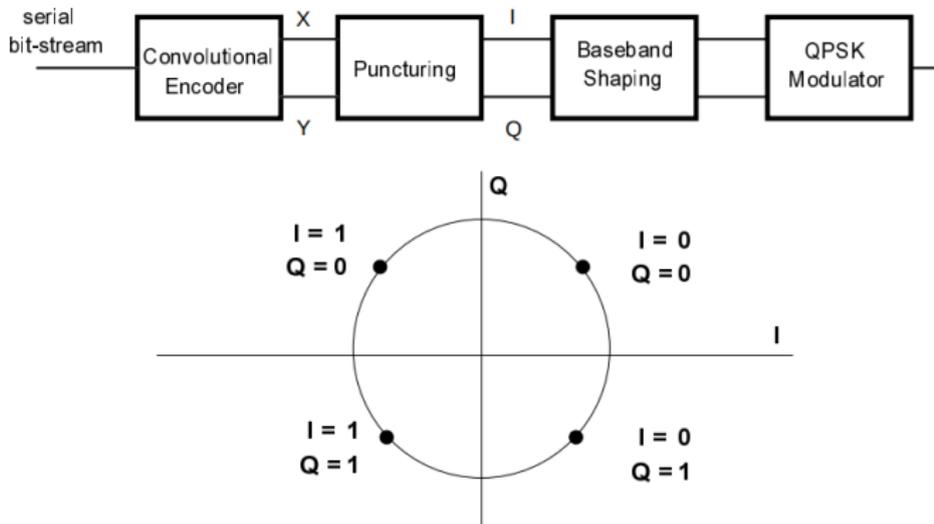


Figura: Mapeo de la constelación QPSK tomado de ETSI EN 300 421.

- Se utiliza modulación QPSK con codificación Gray.
- El pulso conformador es un SRRC con factor de roll-off $\alpha = 0,35$.

Ejercicios

- (1) Halle una expresión genérica para el bitrate útil en una transmisión DVB-S.
- (2) La señal Globo Internacional actualmente está disponible en el satélite Intelsat 34, polarización horizontal. Utiliza el estándar DVB-S, con una tasa de símbolos de $4,444 \text{ MSym/s}$ y una tasa de código convolucional de $3/4$. ¿Cuál será el bitrate de datos disponible?

Soluciones

(1) Una ecuación genérica sería la siguiente:

$$r_b = r_s \times m \times R_{CC} \times R_{RS} = r_s \times 2 \times R_{CC} \times \frac{188}{204}$$

con

- r_b : tasa de datos útiles,
- r_s : tasa de símbolos,
- m : índice de modulación,
- R_{CC} : tasa de código convolucional,
- R_{RS} : tasa de código Reed Solomon.

(2) Evaluando la ecuación del ejercicio (1) es posible ver que:

$$r_b \approx 6,14 \text{ Mbps.}$$