

# TABLA DE CONTENIDO

<b>1. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ESTÁNDAR ETSI EN 301 790 (DVB-RCS).....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 MODELO DE REFERENCIA PARA REDES INTERACTIVAS SATELITALES EN DVB .....</b>	<b>3</b>
1.1.1 Modelo de Stack de Protocolos .....	3
<b>1.2 Modelo del Sistema .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 MODELO DE REFERENCIA PARA UNA RED SATELITAL INTERACTIVA .....</b>	<b>6</b>
1.3.1 Arquitectura con NCC, Gateway y Feeder embebidos.....	7
1.3.2 Arquitectura con múltiples Feeders.....	7
<b>1.4 CANAL HACIA ADELANTE .....</b>	<b>8</b>
<b>1.5 CANAL DE RETORNO.....</b>	<b>8</b>
1.5.1 PROCESAMIENTO EN BANDA BASE .....	9
1.5.2 SINCRONIZACION DEL RCST .....	9
1.5.3 FORMATO DE RAFAGAS.....	10
1.5.3.1 Ráfaga de tráfico (TRF) .....	10
1.5.3.2 Ráfagas de adquisición (ACQ) .....	11
1.5.3.3 Ráfaga de sincronización (SYNC) .....	11
1.5.3.4 Ráfaga de señalización del canal (CSC).....	11
1.5.4 ALEATORIZACIÓN PARA LA DISPERSION DE ENERGIA.....	11
1.5.5 CODIFICACIÓN DEL CANAL.....	14
1.5.6 MODULACIÓN.....	14
1.5.7 ACCESO MÚLTIPLE .....	15
1.5.7.1 MF - TDMA.....	15
1.5.7.2 SEGMENTACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL ENLACE DE RETORNO .....	16
<b>2. REFERENCIAS.....</b>	<b>18</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estructura de capas para el modelo de referencia[2].....	3
<b>Figura 2.</b> Arquitectura del RCST[1] .....	5
<b>Figura 3.</b> Arquitectura con NCC, Gateway y Feeder.[1].....	7
<b>Figura 4.</b> Arquitectura con múltiples Feeders.[1] .....	8
<b>Figura 5.</b> Diagrama de bloques del procesamiento de la señal en el enlace de retorno[2].	9
<b>Figura 6.</b> Aleatorización tipo “set-reset”[3].....	12
<b>Figura 7.</b> Generación de una secuencia pseudo aleatoria.[3].....	12
<b>Figura 8.</b> Esquema de Aleatorización[3].....	13
<b>Figura 9.</b> Proceso de Aleatorización[3].....	13
<b>Figura 10.</b> Proceso después de la codificación.[1].....	14
<b>Figura 11.</b> Mapeo dentro la constelación QPSK[1]. .....	15
<b>Figura 12.</b> MF-TDMA con slots fijos.[1] .....	15
<b>Figura 13.</b> MF-TDMA con slots dinámicos.[1].....	16

## TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Codificación del canal para la detección y corrección de errores .....	14
--	----

# 1. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ESTÁNDAR ETSI EN 301 790 (DVB-RCS)

En este Anexo, tomando como fuente el documento del estándar ETSI EN 301 190 [2] y la guía para la utilización del estándar [1], se destacan las características físicas más importantes de la tecnología DVB-RCS, entre ellas: la arquitectura física del Terminal satelital, las etapas de procesamiento en banda base para la señal del canal de retorno, y una descripción breve de la tecnología de Acceso Múltiple MF-TDMA utilizada por éstos sistemas.

## 1.1 MODELO DE REFERENCIA PARA REDES INTERACTIVAS SATELITALES EN DVB

### 1.1.1 Modelo de Stack de Protocolos

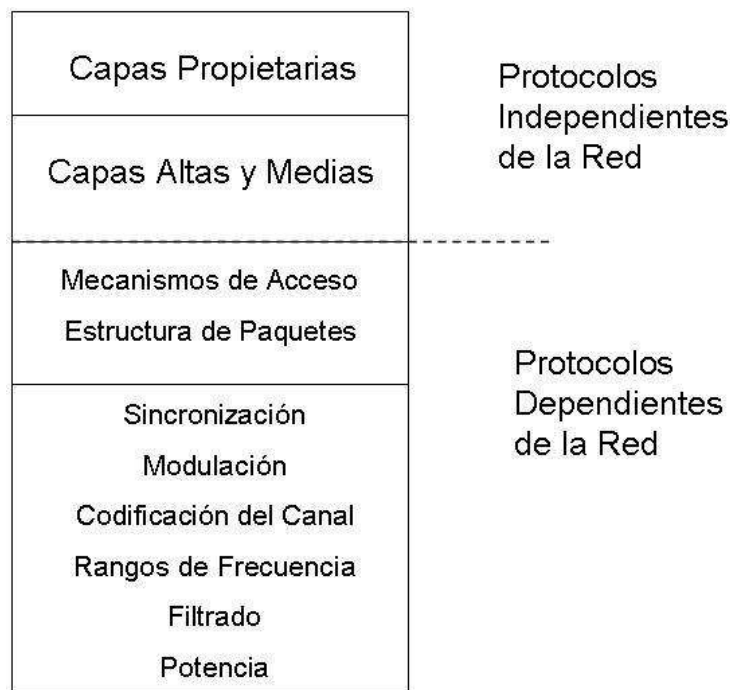
Un modelo de comunicaciones básico para una red que soporte difusión de servicios interactivos hacia el usuario final con canal de retorno por satélite, consta de las siguientes capas:

**Capa Física:** Se definen todos los parámetros eléctricos de transmisión.

**Capa de Transporte:** Define toda la estructura de datos y los protocolos de comunicaciones, como contenedores de datos, etc.

**Capa de Aplicaciones:** Son las aplicaciones Interactivas y entornos de trabajo.

*Figura 1. Estructura de capas para el modelo de referencia[2].*



En la Figura 1 se muestra un modelo simplificado de las capas OSI adoptado para facilitar la producción de especificaciones en estas capas, para cada capa se muestran los parámetros que son necesarios definir para la red satelital.

## **1.2 Modelo del Sistema**

En el modelo del sistema usado en las redes interactivas DVB, en este se definen 2 canales para establecer la comunicación extremo a extremo, un canal de difusión y un canal interactivo.

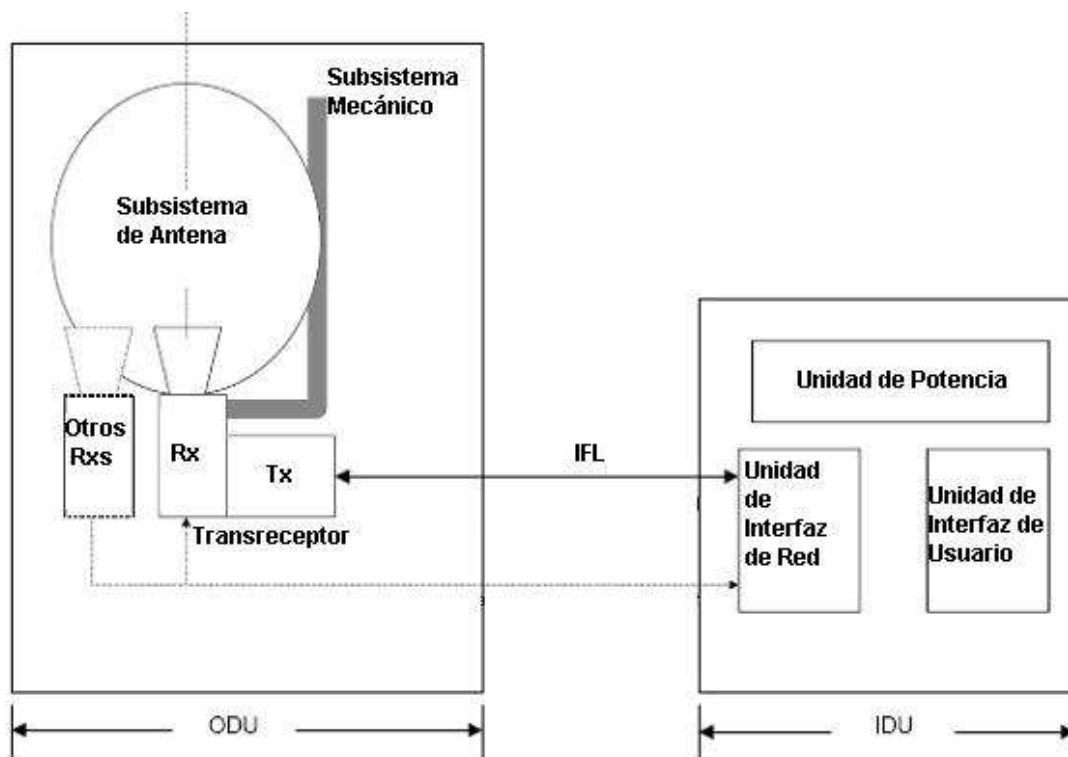
**Canal Interactivo:** el canal interactivo bidireccional se establece entre el proveedor de servicios y el usuario y viceversa, para propósitos interactivos. Este canal esta formado por:

- *“Return Interaction Path”* (canal de retorno): desde el usuario al proveedor de servicios. Este es usado para hacer peticiones al proveedor de servicios por parte del usuario, y transportar datos.
- *“Forward Interaction Path”(canal hacia adelante)*: va desde el proveedor de servicios al usuario. Es utilizado para proporcionar información desde el proveedor de servicios al usuario, y cualquier otra comunicación requerida por los servicios interactivos. Este puede ir embebido en el canal de difusión *“broadcast”*.

**Canal de Difusión:** es una canal unidireccional de banda ancha que puede llevar video, audio y datos desde el proveedor de servicios a los usuarios. Este puede incluir el *“Forward Interaction Path”* (Canal Interactivo Directo).

Dentro de la terminología de la ETSI, las plataformas satelitales de 2 vías se conocen como RCST (*Return Channel Satellite Terminal*), este esta formado por la unidad externa (*Outdoor Unit*, ODU), por el enlace entre medios (*Interfacility-Link*, IFL) y por la unidad interna (*Indoor Unit*, IDU), y se interconectan como la se ve en la figura 2.

**Figura 2.** Arquitectura del RCST[1]



El "ODU" está compuesto de los siguientes subsistemas: El Subsistema Antena (ANT), El Transreceptor (TRx) y el Subsistema Mecánico (MECH). El enlace entre los subsistemas (IFL) es un ensamblaje de cable que interconecta el "IDU" con el "ODU".

El subsistema "ANT" consiste de uno o varios reflectores y un alimentador combinado de transmisión y recepción. Opcionalmente la "ANT" puede incluir un alimentador receptor adicional para que reciba señales de un satélite de una ubicación orbital diferente. La parte de recepción del TRx incluye el amplificador de bajo ruido y el selector de la banda de frecuencia.

La parte transmisora del TRx realiza la conversión de frecuencia así como la amplificación de potencia. El subsistema "MECH" sujeta el "ODU" a una estructura firme y proporciona los medios para un buen apuntamiento.

El "IDU" consiste de los siguientes subsistemas: La Unidad de Interfaz de Red (*Network Interface Unit*, NIU), Unidad de Interfaz de Usuario (UIU, *User Interface Unit*), la unidad de suministro de potencia (*Power Supply Unit*, PSU). Estos subsistemas pueden ser implementados en un sistema individual "IDU" en una caja que puede ir conectada a un PC.

El "UIU" es la interfaz entre todos los elementos receptores/transmisores del "IDU" y el dispositivo del usuario.

El NIU está constituido de por lo menos un receptor de enlace directo que recibe la señalización y el tráfico proveniente de este enlace. Si solo se dispone de un receptor de

enlace directo, el tráfico y la señalización deben recibirse en un mismo flujo de Transporte. Los receptores adicionales de enlace directo permiten a la transmisión de tráfico y señalización ir en flujos de transporte diferentes. Esto produce una mejora significativa de flexibilidad operacional y debe ser la solución preferida. El número de receptores de enlace directo disponibles es un parámetro intercambiado entre el RCST y el NCC durante el "logon" del RCST.

### **1.3 MODELO DE REFERENCIA PARA UNA RED SATELITAL INTERACTIVA**

El modelo de referencia definido por la ETSI para una red satelital interactiva en el cual se tienen varias terminales DVB-RCS (RCST)[2] contempla los siguientes elementos:

- **Network Control Center (NCC):** el NCC proporciona funciones de control y monitoreo (CMF). Este genera señales de control y de temporización para la operación de la red satelital interactiva para ser transmitidas a través de estaciones alimentadoras (*Feeder Stations*). Todos los relojes de la red satelital interactiva deben estar sincronizados con el reloj del NCC.
- **Traffic Gateway (TG):** el TG recibe todas las señales de retorno de las RCST, mantiene la cuenta de los usuarios, proporciona servicios interactivos y/o de conexión a la red publica externa, proporciona servicios de proveedores privados o propietarios (bases de datos, "pay-per view", fuentes de videos, descarga de software, tele compras, tele bancos, servicios financieros, acceso al mercado de la bolsa de valores, juegos interactivos, etc.) y acceso a redes (Internet, PSTN, ISDN)
- **Alimentador (Feeder):** el *Feeder* transmite la señal de enlace directo en el estándar DVB-S. En este enlace se multiplexan las señales de datos para el usuario, las señales de control y las señales de temporización necesarias para la operación de la red satelital interactiva.

El enlace directo lleva la señalización del NCC y el tráfico del usuario a las RCST's cuando sólo se dispone de un receptor de enlace directo. La señalización desde el NCC a las RCST's es necesaria para operar el sistema del enlace de retorno. Tanto el tráfico de usuario y la señalización pueden ser transportados sobre diferentes señales de enlace directo o flujos de transporte dependiendo del número de receptores de enlaces directos presentes en el RCST como se explicó anteriormente.

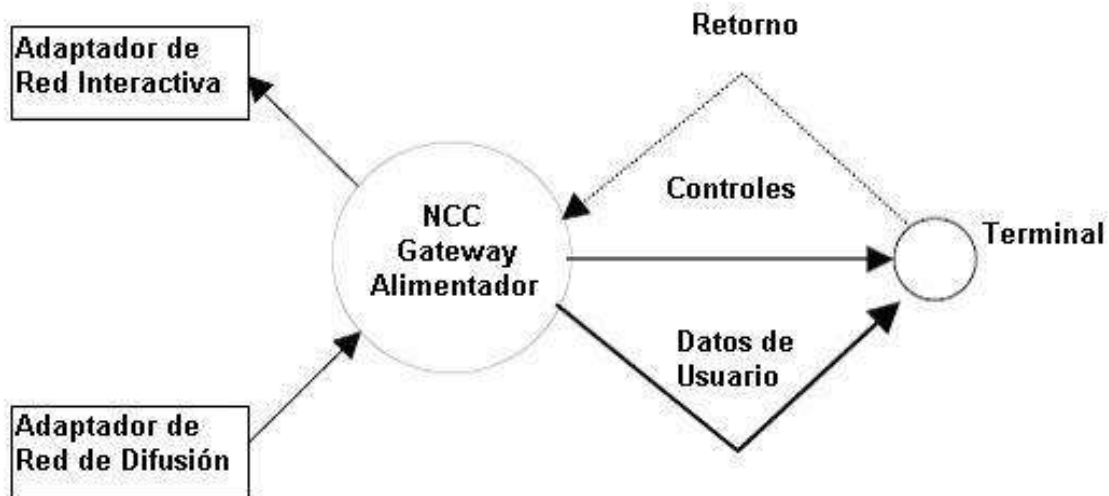
En los modelos simplificados que muestran una red satelital interactiva, casi nunca se presentan los 3 módulos separados (NCC, TG y *Feeder*), sino que se encuentra un sólo componente que es el HUB, lo cual quiere decir que en éste vienen embebidos los 3 módulos anteriormente expuestos.

Este modelo muestra todas las interconexiones entre componentes necesarias que hay en una red satelital interactiva, pero en la práctica algunas veces no se puede seguir al pie de la letra. Por lo tanto existen varias arquitecturas para una red satelital interactiva.

### 1.3.1 Arquitectura con NCC, Gateway y Feeder embebidos

Esta es la arquitectura más simple que puede tener una red satelital interactiva, donde hay un solo *Gateway* y un solo *Feeder* juntos en una estación terrestre, como se muestra en la figura 3. También el NCC puede estar junto a ellos. Esta estación terrestre tiene tanto el Adaptador de Red Interactiva y el Adaptador de Red *Broadcast*.

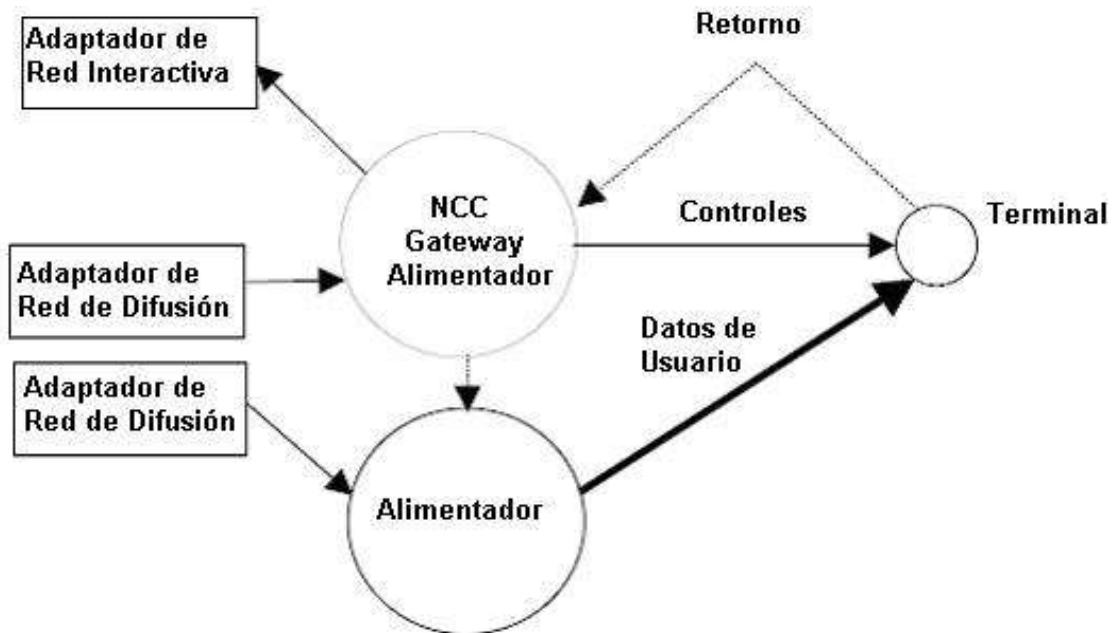
**Figura 3.** Arquitectura con NCC, Gateway y Feeder.[1]



### 1.3.2 Arquitectura con múltiples Feeders

Cuando en una red satelital interactiva existen múltiples *Feeders*, como en la figura 4, el terminal debe tener la capacidad de cambiar de un *Feeder* a otro sin perder la sincronización de la red; para lograr esto las terminales deben estar por lo menos equipadas con 2 receptores. Un receptor es sintonizado continuamente con la cadena de transporte DVB-S MPEG emitida por el *Feeder* primario, donde van las señales de temporización y control que proporcionan monitoreo sobre el enlace. El otro receptor esta sintonizado a la señal transmitida por el otro *Feeder*, correspondiente a datos de usuario. En esta configuración, diferentes terminales sintonizadas con diferentes *Feeders* primarios (normalmente pertenecientes a redes distintas) pueden recibir información del mismo *Feeder* secundario.

**Figura 4.** Arquitectura con múltiples Feeders.[1]



## **1.4 CANAL HACIA ADELANTE**

En canal hacia adelante (Forward Channel) proporciona un servicio punto – multipunto, debido a que este envía información desde el HUB hacia múltiples terminales, este canal se encuentra especificado en el estándar DVB-S, el cual está compuesto por un canal de difusión con una única portadora que usa todo el ancho de banda disponible del *transponder*, así como su potencia.

Las comunicaciones hacia los terminales comparten el canal usando diferentes *slots* en una portadora TDM.

Las principales características de este canal son:

- Modulación QPSK
- TDM
- Tasa de Bits configurable entre 1 y 50 Mbps.
- Tramas acordes con lo especificado en la norma DVB-S

## **1.5 CANAL DE RETORNO**

Los terminales comparten la capacidad del canal de retorno de uno o más transpondedores de un satélite, transmitiendo ráfagas usando MF-TDMA. En un sistema, esto significa, un grupo de frecuencias portadoras para el canal de retorno, divididas en ranuras de tiempo las cuales son asignadas a diferentes terminales, esto permite que múltiples usuarios puedan transmitir simultáneamente al HUB.



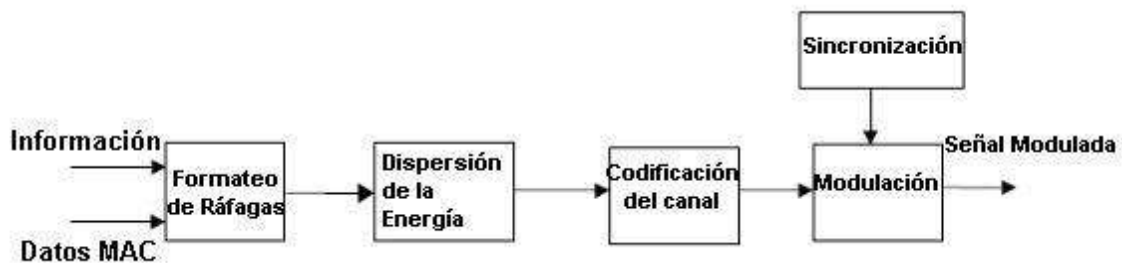
El canal de retorno puede ser usado para múltiples propósitos y por consiguiente se ofrecen diferentes opciones en cuanto a las características del canal, entre ellas se pueden mencionar:

- Modulación QPSK
- Selección entre codificaciones Reed-Solomon y códigos de Viterbi, para proporcionar FEC.
- Selección entre el tipo de formato de trama en la capa física: ATM o MPEG2TS

### 1.5.1 PROCESAMIENTO EN BANDA BASE.

La transmisión de los datos de la RCST se realiza siguiendo el esquema que se ve en la figura 5, donde cada bloque desempeña un papel fundamental.

**Figura 5.** Diagrama de bloques del procesamiento de la señal en el enlace de retorno[2].



### 1.5.2 SINCRONIZACION DEL RCST

En una red convencional de difusión las estaciones solo necesitan información sobre las frecuencias de transmisión y sobre su posición para efectuar las configuraciones necesarias, sin embargo, al ser esta una red satelital interactiva (canal de retorno), basado en un sistema TDMA, una de las características importantes es la sincronización, con el fin de evitar la interferencia entre los usuarios, además de lograr un máximo rendimiento de la red. Para ello, el NCC realiza tareas para corregir el error de conversión de frecuencias en el satélite y el efecto *Doppler*, por lo cual el esquema de sincronización esta basado en la información contenida en el canal de señalización hacia adelante tal como se describe a continuación:

- NCR (Network Clock Reference);
- Señalización en secciones privadas de DVB/MPEG2 TS

Para realizar la sincronización lo que se hace es enviar información dentro de la señalización del enlace directo, esta información es el NCR (Reloj de referencia de red, *Network Clock Reference*), el cual es una derivación del reloj de referencia del NCC. El NCR debe ser enviado entre 200 y 10 veces por segundo.

El NCR se distribuye en la señalización del flujo de transporte (*Transport Stream, TS*) MPEG2. Si se utiliza DVB-S o DVB-S2 con CCM, el NCR es transportado siguiendo el mecanismo de distribución PCR (*Program Clock Reference*) definido en ISO/IEC 13818-1.

Si en cambio se utiliza DVB-S2 con ACM, se necesita construir un eje temporal para la transmisión TDMA, para lograr esto el RCST deberá asociar una recepción exitosa de un campo NCR con el tiempo de llegada de un punto de referencia (trama N+2) respecto el “símbolo de referencia” del enlace directo. Este “símbolo de referencia” es el SOF (*Start Of Frame*), corresponde al indicador de comienzo de N tramas DVB-S2 de la capa física; a partir de este punto (SOF) se cuentan N+2 tramas, y en ese instante se envía el paquete NCR, que es dividido entre la trama N+2 y la trama N+3.

El máximo error de retardo por tiempo de símbolo es 1/2 de duración del símbolo. Para la sincronización de *bursts* lo que hace el NCC es enviar en la señalización del enlace directo un TBTP. La referencia de tiempo del TBTP es un contador que la RCST compara con el NCR que ha reconstruido.

Cuando un RCST es inicializado la primera acción que realiza es reconstruir su reloj interno a partir del NCR transmitido, posteriormente podrá calcular el retardo que tendrán sus transmisiones y las del satélite de acuerdo a sus posiciones.

En este momento, el RCST se encuentra en capacidad de procesar la información enviada por el NCC examinando el canal de señalización hacia adelante y hacer una sincronización de sus ráfagas, obteniendo pues datos sobre la frecuencia central, tiempos de arranque, y duración de tramas de acuerdo a un plan de tiempo de ráfagas establecido previamente.

La sincronización de la portadora se hace mediante el mismo procedimiento, trasportando información en los TS de MPEG2, la cual proporciona una referencia de 27 MHz del reloj del NCC hacia los RCST.

### **1.5.3 FORMATO DE RAFAGAS**

Existen 4 tipos de *ráfagas*, las cuales son de Trafico (TRF), adquisición (ACQ), sincronización (SYNC) y de señalización del canal (CSC). Estas *ráfagas* van precedidas por un tiempo de guarda, el cual sirve para “apagar” la potencia transmitida y compensar los retardos de tiempo.

#### **1.5.3.1 Ráfaga de tráfico (TRF)**

Es usada para transportar la carga útil de una RCST hacia un *Gateway* o hacia otra RCST.

Esta puede ser de 2 tipos: células ATM o paquetes MPEG2-TS.

Las *Ráfagas* ATM están compuestas por un número N de células ATM, las cuales tienen una longitud de 53 bytes.

El tipo MPEG2-TS es opcional, y se conforma de un número N de paquetes MPEG2 de 188 bytes. Como este tipo es opcional, el RCST debe informar primero al NCC por medio de una *Ráfaga* ACQ que él soporta MPEG2 – TS.

### 1.5.3.2 Ráfagas de adquisición (ACQ)

Las ráfagas de adquisición ACQ y las de sincronismo SYNC son necesarias para una ubicación exacta de la transmisión de las ráfagas del RCST durante el proceso de *logon* y después de éste. La ráfaga ACQ es utilizada para alcanzar la sincronización de la RCST con la red satelital interactiva. La longitud del preámbulo y el contenido de esta ráfaga (incluyendo la frecuencia central) es enviada a la RCST por medio de una tabla TCT.

### 1.5.3.3 Ráfaga de sincronización (SYNC)

Esta ráfaga es usada por la RCST con el fin de mantener la sincronización y el envío de información de control al sistema. Las ráfagas SYNC están compuestas de un preámbulo para su detección (el cual es configurable e indicado a la RCST a través de tablas TCT) y un campo opcional que es el SAC (*Satellite Access Control*). Esta ráfaga también va precedida de un tiempo de guarda.

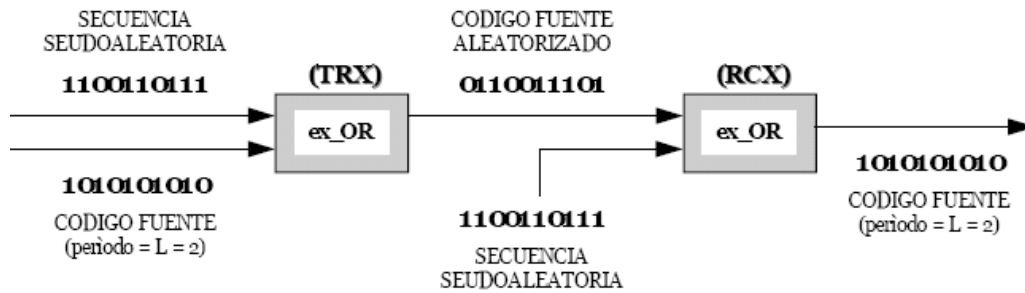
### 1.5.3.4 Ráfaga de señalización del canal (CSC)

Las ráfagas CSC solo son usadas por un RCST para identificarse durante el *logon* o registro. Ellas están compuestas de un preámbulo para su detección; un campo que describe las capacidades de RCST, donde estas capacidades pueden ser soporte de DVB-S.2 con o sin ACM, el rango de *frequency hopping* que esta entre 20 MHz y 120 MHz, soporte de TRF de tipo ATM o de MPEG2 o de ambas, soporte de MF-TDMA dinámico o fijo, y otras opciones más; la dirección MAC del RCST; un campo *frequency hopping* el cual define si el RCST puede soportar *frequency hopping* entre *time slots* adyacentes o no; un campo reservado y un identificador de tipo de *ráfaga*. Esta ráfaga también esta precedida de un intervalo de guarda.

## 1.5.4 ALEATORIZACIÓN PARA LA DISPERSION DE ENERGIA

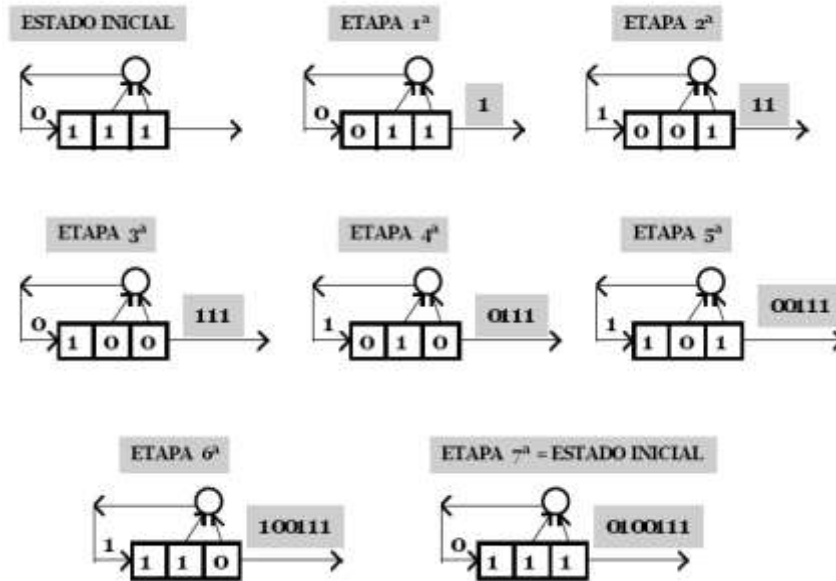
La finalidad de la Aleatorización es conformar el espectro, tal que se distribuya uniformemente (espectro “blanqueado”, denso y limitado), en lugar de concentrarse en rayas espectrales periódicas (lo cual acentuaría la interferencia entre símbolos), para lo cual es necesario convertir el código fuente (el “*Transport Stream*”) en una señal casual (aleatoria), para lo cual se especifica una aleatorización tipo “*set-reset*”, la cual se ilustra en la figura 6[3].

**Figura 6.** Aleatorización tipo “set-reset”[3]



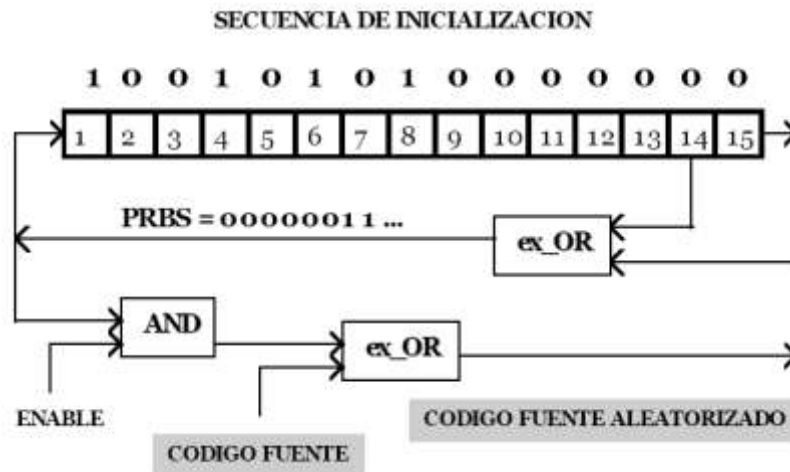
Como se observa, es preciso generar una secuencia binaria seudo aleatoria (“ *seudos Random Binary Sequence*”, **PRBS**), lo cual se realiza mediante un registro de desplazamiento de varias etapas y con algún tipo de realimentación, tal y como, a título de ilustración, se refleja en la figura 7. En donde se puede apreciar, que si el registro de desplazamiento consta de  $k$  etapas, la secuencia binaria seudo aleatoria tendrá una longitud ( $L$ ) de  $2^k-1$  bits.

**Figura 7.** Generación de una secuencia seudo aleatoria.[3]



Tras lo expuesto anteriormente, resulta fácil comprender el esquema de aleatorización contemplado en la norma, que se ilustra en la figura 8. Como se aprecia, el registro de desplazamiento normalizado consta de quince etapas ( $k=15$ ), con realimentación en las dos últimas, por lo que el polinomio generador será  $1+x^{14}+x^{15}$ . La PRBS resultante es “00000011....”.

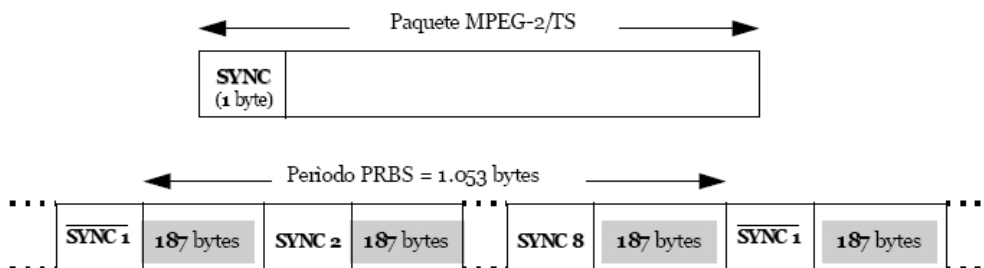
**Figura 8.** Esquema de Aleatorización[3]



Con el fin de soportar la sincronización del proceso que es básica en los aleatorizadores tipo “set-reset”, el byte de sincronismo del paquete MPEG-2/TS (el primero de los 188 bytes del paquete, con valor, prefijado, de 47HEX) no se aleatoriza. Sin embargo, el proceso de aleatorización no se detiene, sino que se inhabilita mediante la puerta AND. En cambio, dicho byte se invierte cada ocho paquetes (pasando del valor 47HEX al valor B8HEX), con el fin de reinicializar el proceso de aleatorización.

Efectivamente, al llegar el *byte* de sincronismo invertido se carga la secuencia de inicialización en el registro de desplazamiento, y comienza el proceso de aleatorización con el byte que sigue al de sincronismo (puesto que éste, como ya se ha mencionado, no se aleatoriza), manteniéndose dicho proceso hasta la llegada de un nuevo byte de sincronismo invertido (es decir, tras siete bytes de sincronismo no-invertidos), tal y como se ilustra en la figura 9.

**Figura 9.** Proceso de Aleatorización[3].



A fin de controlar la interferencia (evitando la emisión de una portadora no modulada), la norma especifica que el anterior proceso de aleatorización deberá estar activo también en ausencia de señal o, incluso, cuando ésta no responda al formato MPEG-2/TS.

### 1.5.5 CODIFICACIÓN DEL CANAL

Debido a los retardos ocasionados por la distancia de los satélites geoestacionarios, en este tipo de comunicación resulta inadecuado la implementación de mecanismos de retransmisión para la corrección de errores, por ello en DVB-RCS se implementan esquemas FEC en la recepción, introduciendo una cierta redundancia en la estructura de los paquetes de transporte, procedimiento que se conoce como “codificación”.

La codificación llamada “externa” se emplea en todos los estándares DVB y se complementa con otra llamada “interna” en el caso de los estándares de transmisión vía satélite y terrestre.

La codificación para la protección de errores del canal es aplicada para los datos de tráfico y control. Para la codificación se tienen 2 esquemas: Codificación Turbo y Concatenada. Un RCST debe de implementar ambos esquemas. Durante una sesión un RCST no requiere cambiar el esquema de codificación, utilizará codificación Turbo o concatenada, pero no ambas. En el caso de codificación concatenada, la codificación externa es *Reed-Solomon* (RS) y la codificación interna es un código no sistemático convolucional.

Para ambos esquemas de codificación se puede aplicar un CRC (*Cyclic Redundancy Check*) en ráfagas tipo CSC o SYNC para la detección de errores. Si esto se va utilizar el NCC se lo informa al RCST mediante un TCT.

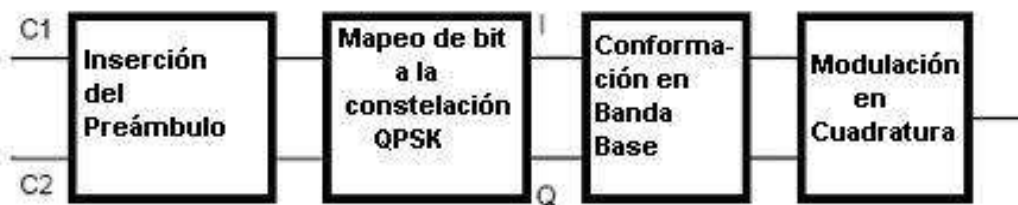
**Tabla 1.** Codificación del canal para la detección y corrección de errores

Detección de Errores	Esquemas de Codificación	Codificación Interna - Externa
CRC	Codificación Turbo	
	Concatenada	Externa: Reed-Solomon (RS) Interna: Convolucional

### 1.5.6 MODULACIÓN

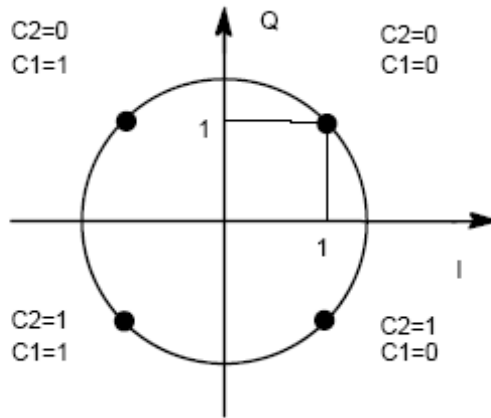
Inmediatamente después de la codificación del canal se inserta un preámbulo, para continuar con el proceso de modulación, como se indica en la figura 10.

**Figura 10.** Proceso después de la codificación.[1]



La modulación se realiza utilizando *Gray-coded* QPSK con mapeo absoluto (no diferencial) como se ve en la constelación de la figura 11.

**Figura 11.** Mapeo dentro la constelación QPSK[1].



En la modulación QPSK los datos binarios son convertidos en símbolos de dos bits, para de esta forma modular en fase la portadora, en este tipo de modulación, cuatro combinaciones de estados contienen 2 bits representados en forma binaria (C1C2), variando la portadora en cuatro estados ( $45^\circ$  - 00,  $135^\circ$  - 10,  $-45^\circ$  - 01,  $-135^\circ$  - 11).

## 1.5.7 ACCESO MÚLTIPLE

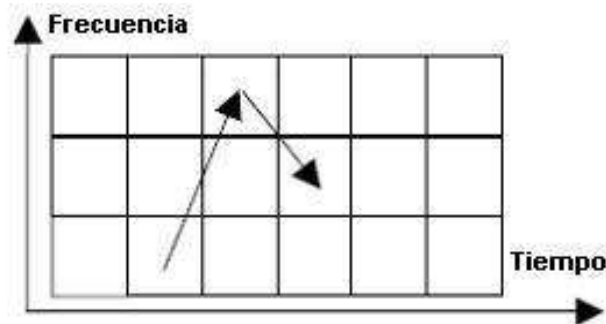
### 1.5.7.1 MF - TDMA

El acceso al medio se realiza mediante la técnica MF-TDMA (*Multi - Frequency Time Division Multiple Access*). El RCST tiene la capacidad de operar bajo MF-TDMA fijo o dinámico, lo cual se lo hace saber al NCC a través de los *bursts* tipo CSC.

La técnica MF-TDMA permite comunicarse a un grupo de RCST mediante el uso de un conjunto de frecuencias portadoras y a la vez estas están divididas en *time slots*.

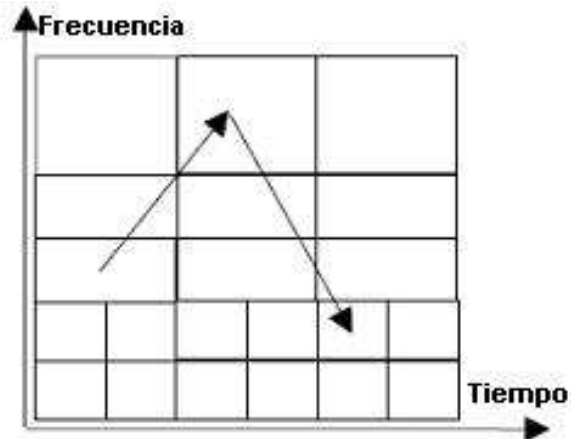
En el modo MF-TDMA con *slots* fijos (figura 12), el ancho de banda y la duración del tráfico sucesivo de *slots* usados por un RCST son fijos. En este caso todos los parámetros enviados por una tabla TCT para los *bursts* de una supertrama son fijos. Si el NCC pide cambios de los parámetros de los *slots* estos solo aplicarán para la próxima supertrama a transmitir.

**Figura 12.** MF-TDMA con slots fijos.[1]



En la técnica de MF-TDMA con *slots* dinámicos (figura 13) se puede variar el ancho de banda y la duración de los *slots* asignados a un RCST. Además de cambiar la frecuencia de la portadora y la duración del *burst*, el RCST también puede cambiar la tasa de transmisión y la codificación entre *bursts* sucesivos. La ventaja de esta flexibilidad para la transmisión es que el RCST puede tener una mejor adaptación para los variados requerimientos que puede haber en una transmisión multimedia.

**Figura 13.** MF-TDMA con *slots* dinámicos.[1]



Para el salto en frecuencia que requiere esta técnica de acceso al medio entre los *time slots*, se especifica que el ancho que tendrán los saltos en frecuencia será de 20MHz ( $\pm$  10 MHz de la frecuencia central).

### 1.5.7.2 SEGMENTACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL ENLACE DE RETORNO

En una red satelital interactiva, los *time slots* del enlace de retorno son organizados y enumerados de tal forma que la red sea capaz de asignarlos a los respectivos RCTs.



- **Supertramas**

Una supertrama es una porción de tiempo y frecuencia del enlace de retorno. Dentro de una red satelital interactiva, un identificador de Supertrama (Superframe\_ID) identifica los recursos del enlace de retorno al que ha accedido un conjunto dado de RCSTs.

En una Red Satelital Interactiva, la capacidad global del enlace de retorno puede ser segmentada entre grupos de RCSTs, y la red gestionará separadamente varios IDs de supertramas. En adelante, sólo se considerará un Identificador de Supertrama.

Las supertramas consecutivas desde un ID dado, son contiguas en tiempo. Cada vez que se forma una supertrama es etiquetada con un número llamado “contador de supertramas”.

Para cada supertrama (de un ID de supertrama dado), la asignación de time slots es comunicada a los RCSTs por medio de la tabla TBTP (Plan de Tiempo para las ráfagas del Terminal). A un RCST se le permite transmitir ráfagas sólo en los time slots que le fueron asignadas mediante un acceso dedicado o un acceso de contención (acceso aleatorio de time slots).

- **Tramas**

Una supertrama está compuesta de tramas, las cuales están compuestas de time slots. La trama es un nivel intermedio entre la supertrama y los time slots. Esto se presenta por razones de eficiencia en la señalización (en el enlace de bajada). La duración de la trama no es usada como base de ningún proceso de asignación de time slots.

En una supertrama, las tramas son numeradas desde 0 (la frecuencia más baja y primera en tiempo) hasta N (la frecuencia más alta y la última en tiempo) y se ordenan en tiempo y en frecuencia, N debe ser menor o igual a 31.

No todas las tramas de una supertrama tienen la misma duración, ancho de banda y composición de *time slots*.

Todas las tramas y supertramas pueden tener la misma duración, en tal caso las tramas pueden ser vistas como sub-bandas de frecuencia de la supertrama. De cualquier forma esta propiedad no es determinante.

- **Time Slots**

Un arreglo de time slots están contenidos dentro de una trama específica, donde el máximo número que pueden haber es de 2047. La forma de enumerarlos es similar como se realiza con las tramas. Los time slots poseen una numeración única para su ubicación debido a que están compuestos por un Superframe\_id, Superframe\_counter, Frame\_number y Timeslot\_number.

La ubicación de los time slots respectivos a un RCST para su transmisión de retorno viene en la tabla TBTP, y el procesamiento de la información de esta tabla desde su llegada para la próxima transmisión no debe de exceder 90 ms.

## **2. REFERENCIAS**

- [1]** Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction channel for Satellite Distribution Systems; guidelines for the use of EN301 790; DVB BlueBook A063 Rev. 2. July 2005.
- [2]** ETSI EN 301 790 V.1.3.1 “Digital Video Broadcast (DVB); Interaction Channel for Satellite Distribution Systems”, ETSI Norm.
- [3]** NORMA DVB-C. SISTEMAS DE ACCESO OPTICOS. Apuntes STEL. UPM, Madrid Diciembre 2001.