

A2.8.

Propagación de las señales vía satélite. Satélites estacionarios



UD2

Transmisión de ondas de radio
y TV terrestres y satélite

Propagación de la televisión satélite

La propagación de TV satélite se hace a través de los **satélites de comunicaciones**. Los satélites artificiales son estaciones espaciales, situados en una órbita geoestacionaria o cinturón de Clarke a 36 000 km de la Tierra, que permiten la recepción, ampliación y emisión de señales de telecomunicación.

La radiodifusión de televisión por satélite requiere, además del satélite en sí, una **estación terrestre** para la emisión de las señales electromagnéticas y una estación para la recepción de las mismas.

Este tipo de comunicación es unidireccional, ya que la estación receptora no emite ningún tipo de señal hacia el satélite. La ventaja fundamental de este tipo de sistema es que no hay obstáculos entre el emisor y el receptor.

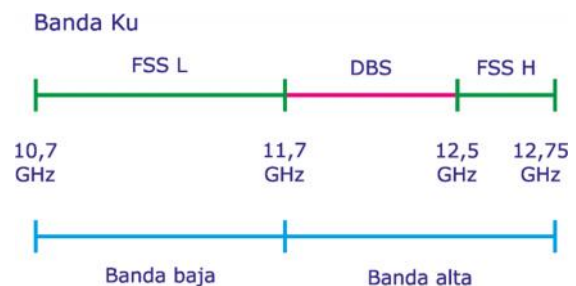


Las frecuencias que se utilizan en la radiodifusión vía satélite están en la zona de las microondas u ondas centimétricas (SHF) dentro del espectro electromagnético. Estas frecuencias atraviesan las sucesivas capas de la atmósfera con un bajo índice de atenuación y refracciones, que permiten el uso de unas antenas receptoras de menor tamaño. Además se puede enviar información mucho más rápido que a frecuencias más bajas.

Para el envío de señales desde el emisor terrenal al satélite, se utiliza un rango de frecuencias denominado **enlace ascendente** (uplink) que abarca desde 14 GHz hasta 17,8 GHz. Para el retorno desde el satélite al dispositivo receptor, para el mismo tipo de comunicación se usa un rango de frecuencias diferente denominado **enlace descendente** (downlink) donde el intervalo de frecuencias va desde 10,7 hasta 12,75 GHz. Este intervalo de frecuencias se denomina **banda Ku**.

La banda Ku es una banda en el rango de las ondas centimétricas (SHF) y se utiliza básicamente para establecer los enlaces descendentes de los servicios de radiodifusión en Europa. Esta banda se divide en dos sub-bandas:

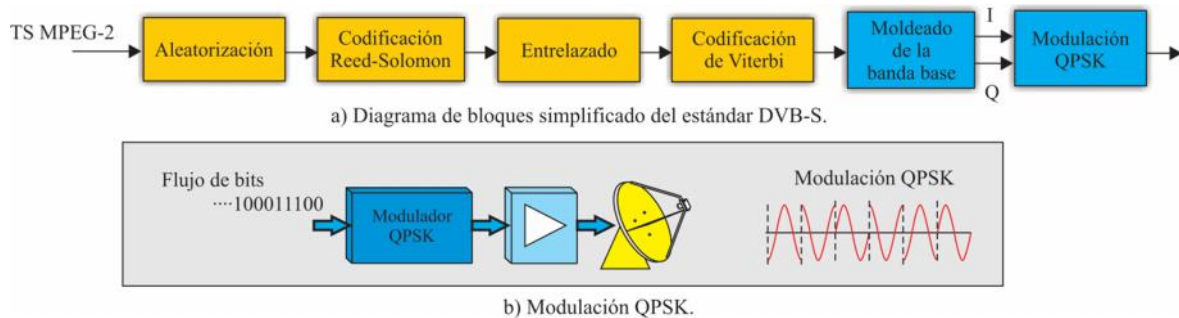
- **Banda FSS baja:** que abarca desde 10,7 GHz a los 11,7 GHz
- **Banda FSS alta:** que abarca desde 11,7 GHz a los 12,75 GHz. (Con una subdivisión la banda DBS de 11,7 a 12,5 GHz)



Esta banda **FSS** se utiliza con polarización lineal utilizando satélites con cobertura europea de baja potencia, con el objeto de minimizar la posibilidad de interferencias con las redes de microondas terrestres y con gran número de canales limitado solo por el ancho de banda y el ancho de canal. Por ello esta banda es la adecuada para los servicios de transmisión directa.

Anteriormente, se destinó también la banda **DBS** (11,7 GHz a 12,5 GHz) para servicios de transmisión directa a la vivienda DTH (Direct To Home), con polarización circular, utilizando satélites de alta potencia (60 dBW), con un número máximo de cinco canales y con cobertura restringida a cada país. Pero luego más tarde dejó de utilizarse en polarización circular y se utiliza en polarización lineal, por lo que pasó a integrarse en la FSS.

El estándar que regula las transmisiones satélites es el DVB-S el diagrama de bloques del proceso de codificación y modulación definido por este estándar es el siguiente:



La modulación que se utiliza en la transmisión vía satélite es la modulación QPSK, que tiene en cuenta la gran atenuación del medio de transmisión, la limitación en potencia del satélite de comunicaciones transmisor y el ruido atmosférico.

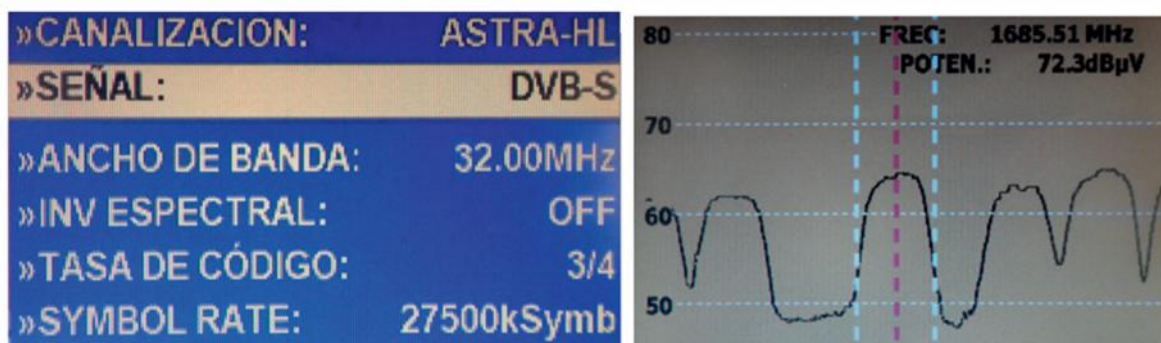
La modulación QPSK no incorpora ningún tipo de información en la amplitud de la señal para evitar el ruido atmosférico, y la información se envía en las variaciones de fase de la señal.

El principal inconveniente de esta modulación es que requiere un ancho de banda de transmisión relativamente alto.

Las principales características que definen un canal DVB-S son:

- **SR-Symbol Rate** (velocidad de símbolo): velocidad de transmisión en símbolos por segundo. Valores típicos utilizados en la TV satélite digital son 30.000, 27.500, 22.000 y 20.000 kbaudios.
- **FEC o relación de Viterbi**, que define la relación entre el número de bits de datos y el número de bits totales transmitidos. Valores típicos son de 3/4 y 5/6.
- **Ancho de banda del canal**. Los canales digitales que se transmiten en la banda satélite tienen un ancho de banda que varía entre 27 y 36 MHz, con un valor de pico de 32 MHz.

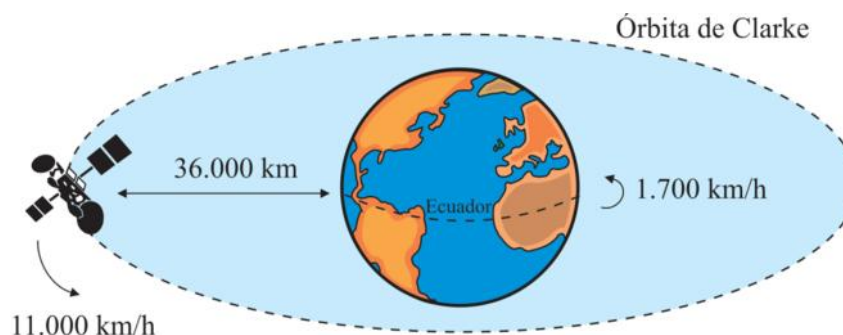
En la figura se muestra el espectro típico de los canales de TV digital satélite. El ancho de banda aproximado es de 32 MHz. El canal seleccionado tiene una velocidad de símbolo de 27.500 ksímbolos/s y utiliza un FEC (tasa de código) de 3/4.



El sistema de segunda generación DVB-S2 puede utilizar tanto la codificación de fuente MPEG-2 como la codificación de fuente MPEG-4 AVC. Como modulaciones preferentemente utiliza QPSK y 8PSK.

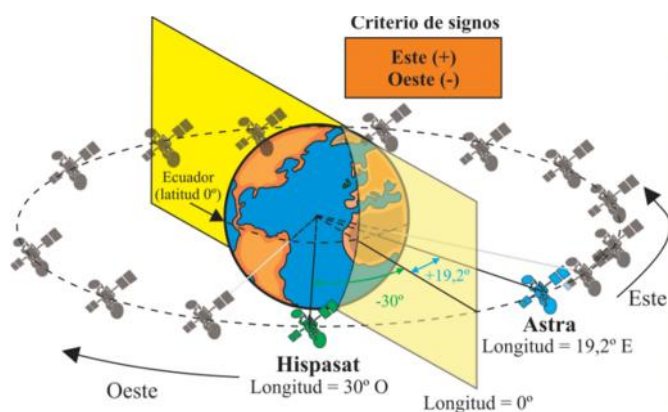
Características de los satélites

Un satélite de comunicaciones es un sistema receptor/transmisor de señales radioeléctricas, situado en una órbita alrededor del planeta. La **órbita geoestacionaria** donde están colocados todos los satélites geosíncronos de comunicaciones, describe un círculo alrededor de la Tierra a nivel del ecuador, girando en el mismo sentido y a la misma velocidad angular que la Tierra en su movimiento de rotación. Para mantener esta posición el satélite debe estar a una altura sobre el ecuador de unos 36.000 km, a esta distancia la fuerza de atracción gravitatoria y la fuerza centrífuga del satélite en su movimiento de translación alrededor de la Tierra se igualan.



Así, para un observador situado en la superficie terrestre, un satélite geoestacionario se mantiene siempre sobre la misma vertical del observador, es estacionario a cualquier punto de la Tierra. De esta manera se puede definir su **posición orbital**, de modo que conocida esta es fácil la orientación de la antena receptora para recibir la señal satélite que emite.

La posición orbital de un satélite queda definida por las coordenadas geográficas del punto donde está posicionado, es decir, por su longitud y por su latitud. Como los satélites geoestacionarios están situados sobre el ecuador su latitud será 0° , por tanto su posición orbital queda definida simplemente por su longitud geográfica.



a) Posición orbital de los satélites.

Longitud	Satélite
60,0° E	Intelsat 904
36,0° E	Eutelsat 36 A/B
23,5° E	6Astra 3B
19,2° E	Astra 1KR/1L/1M/2C
16,0° E	Eutelsat 16 A
13,0° E	Hot Bird 13 B/C/D
7,0° E	Eutelsat 7A
18,0° O	Intelsat 901
30,0° O	Hispasat 1C-1D
34,5° O	Intelsat 903

b) Principales satélites comerciales.

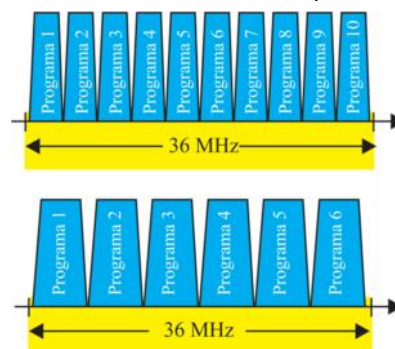
A veces, la longitud se especifica si es Este u Oeste, pero otras veces se indica con el signo, siendo el positivo (+) para indicar el este y negativo (-) para indicar el oeste.

Básicamente el satélite se compone de dos módulos:

- **Módulo de servicio:** Este módulo proporciona la alimentación que mantiene al satélite en funcionamiento y en su posición orbital.
- **Módulo de comunicaciones.** Este módulo está formado básicamente por los transpondedores.

Transpondedores

Los **transpondedores** o transponder son los elementos de comunicaciones que se encargan de convertir la señal de un canal recibido de la banda de frecuencias de 14 GHz (enlace ascendente) a la banda de 12 GHz (enlace descendente) para enviarlos, previa amplificación, de vuelta a la tierra. Cada satélite está formado por varios transpondedores, donde cada uno procesa un canal, por ello los canales de TV satélite también reciben el nombre de transpondedores.



Cada transpondedor digital, de la misma manera que los canales múltiples terrestres, pueden contener, dependiendo la calidad, diferentes programas de TV y radio.

Las principales características que definen a un transpondedor de televisión satélite son la modulación utilizada, la frecuencia y la banda de transmisión (banda alta o banda baja) y la polaridad de la señal (vertical u horizontal)

El sistema DVB-S es el estándar DVB original para las comunicaciones satélite, que establece la modulación utilizada para la transmisión de los canales digitales vía satélite sea la modulación QPSK. Para la codificación de la señal de vídeo se utiliza el estándar MPEG-2. El ancho de banda típico es de 32 MHz a 36 MHz aproximadamente, aunque puede variar según el transpondedor.

El sistema DVB-S ha evolucionado al sistema DVB-S que mejora la eficiencia y permite mantener aproximadamente el mismo número de programas por transpondedor, cuando se utiliza alta definición, con la codificación MPEG-4. Este sistema permite utilizar otras modulaciones digitales como 8PSK, 16PSK o 32PSK.

Los operadores suele proporcionar la información típica que identifica a un transpondedor digital y la información de cada uno de los programas que transmite.

Proveedor	SES
Satélite	ASTRA 1KR/1L/1M/2C
Transpondedor	40
Frecuencia	11.068 MHz
Polarización	V
Codificación de vídeo	DVB-S
SR (velocidad de símbolo)	22.000 ksimbolos/s
FEC	5/6

El símbolo (Symbol Rate) es de 22.000 ksimbolos/s y la tasa de Viterbi (FEC) utilizada en el codificador de Viterbi es de 5/6.

En este ejemplo, se puede el satélite y el número del transpondedor, además el proveedor proporciona la frecuencia de emisión (11.068 MHz) y la polarización (V). Así como los parámetros relacionados con la modulación al utilizar el estándar DVB-S, la modulación será QPSK, la velocidad del

Generalmente, el nombre de un satélite está formado por un conjunto de varios satélites que permanecen dentro de lo que se denomina la **ventana orbital**.

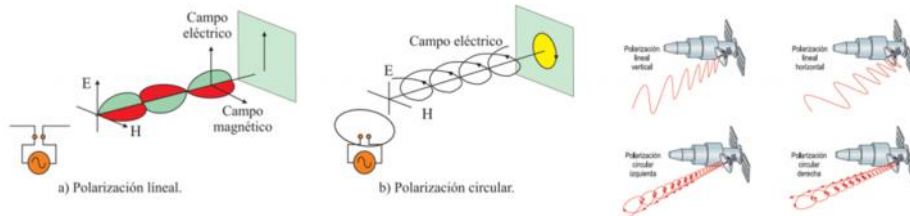
El satélite ASTRA 1KR/1L/1M/2C está formado por diferentes satélites situados en la misma ventana orbital. Cada satélite tiene una vida operativa determinada (unos 10 años). Una vez finaliza la vida operativa de un satélite se deja fuera de servicio y, si es necesario, se sustituye por otro. Es por ello que cuando se sustituye un satélite, el nombre del conjunto del satélite varía.

El satélite **ASTRA 1KR/1L/1M/2C** está situado en una longitud de 19,2° Este, por tanto su posición orbital es de +19,2°. El satélite **Hispasat 1D/1E** está situado en una longitud de 30,0° Oeste, por tanto su posición orbital es de -30°. Estos dos satélites emiten la programación de diferentes programas en castellano. Muchos de los canales están codificados, pero existen canales de emisión libre.

Polarización

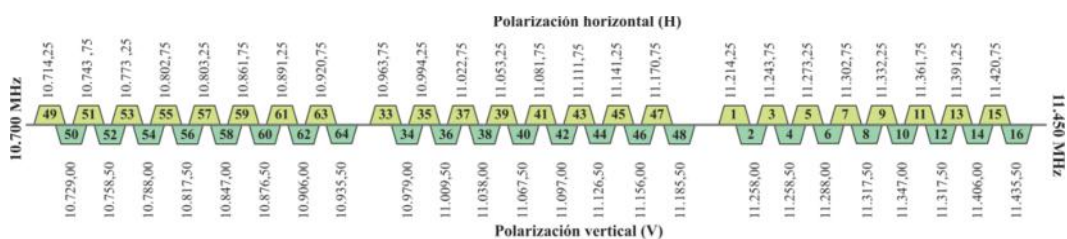
Las ondas electromagnéticas se caracterizan por tener una componente de campo eléctrico que se transmite siempre de forma perpendicular a una componente de campo magnético. En función de la posición relativa de las componentes de campo eléctrico se pueden diferenciar diferentes polarizaciones:

- **Polarización lineal**, que puede ser de tipo horizontal o vertical.
- **Polarización circular**, que puede ser de giro a derechas o a izquierdas.



Con el fin de ampliar la capacidad de canales y que estos no interfieran entre sí, los canales se van alternando en su tipo de polaridad. Así, los canales con polarización lineal alternan la polaridad horizontal con la vertical.

Generalmente, los canales transpondedores emitidos por un satélite se intercalan en frecuencia según la polarización, para facilitar las tareas de recepción, es decir, nunca emiten a la misma frecuencia.



En este ejemplo se puede observar como utilizando dos polarizaciones diferentes aumenta la capacidad de transmisión de un satélite, ya que se distribuye el doble de canales.

Potencia de transmisión



La información sobre la potencia emitida por un satélite se proporciona en términos de PIRE (potencia isotrópica radiada efectiva) y se mide en dBw. El PIRE es la relación entre la potencia radiada (P_T) y la ganancia de la antena del satélite (G_T)

$$\text{PIRE} = P_T \times G_T$$

El satélite actúa focalizando la emisión en una determinada zona de la superficie terrestre. Al igual que un foco de luz, existen zonas de cobertura en función de su distancia respecto al punto central de iluminación. Los diagramas de cobertura se denominan "huella del satélite"

En la práctica, el operador del satélite proporciona para cada zona de recepción la información sobre el PIRE mediante los **mapas de cobertura**. Esto influye en el diámetro de la antena de recepción, ya que la potencia recibida en cada zona es diferente.

Los proveedores de servicio también proporcionan huellas de cobertura de los satélites indicando el diámetro mínimo de las antenas necesario para poder recibir la señal con la calidad suficiente.

