

Comunicaciones Espaciales

Sistemas de difusión de TV DBS

Fernando D. Quesada Pereira¹

¹Departamento de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
Universidad Politécnica de Cartagena

15 de octubre de 2010

Índice de Contenidos

- 1 Introducción y definiciones
- 2 características del enlace
- 3 Modulaciones de TV analógica y digital
- 4 Equipos de recepción DBS
- 5 Ejemplo de Diseño

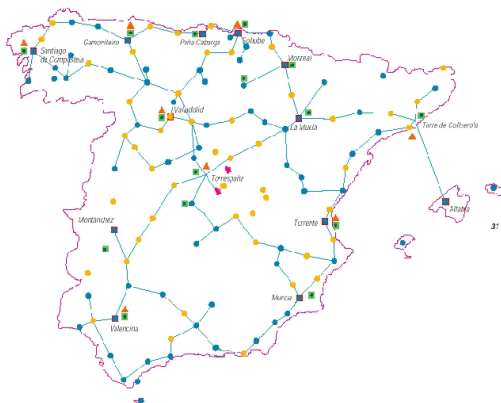
Características generales y origen de los sistemas DBS

- Definición **DBS (Direct Broadcast System)**: radiodifusión (normalmente de TV) a los usuarios domésticos.
- Nació del acceso de los usuarios privados al transporte de TV profesional a la red terrestre en EEUU.
 - Se utilizaba el satélite como red de distribución profesional.
 - En las **zonas más inaccesibles** aparecieron los primeros receptores en **banda C** con grandes antenas.
 - **EEUU** tiene su **propio estándar** basado en MPEG: **ATSC** (Advance Television System Committee)
 - **Redes de satélites**: Panamsat, Echostar, etc. . .
- DBS es más atractivo donde no llega la televisión por cable **CATV** (2 millones de terminales receptores de TV satélite en EEUU)

Distribución de la televisión terrestre

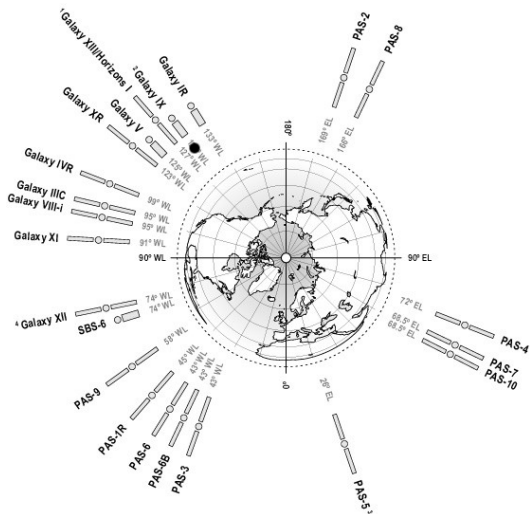
Distribución TV terrestre

- Se realiza una distribución terrestre de televisión desde los **centros de producción** mediante **radioenlaces** en puntos estratégicos.
- En cada región los canales se encuentran en distintas bandas.
- Limitaciones por la orografía del terreno y curvatura de la Tierra.



Distribución terrestre de la señal de Televisión en España.

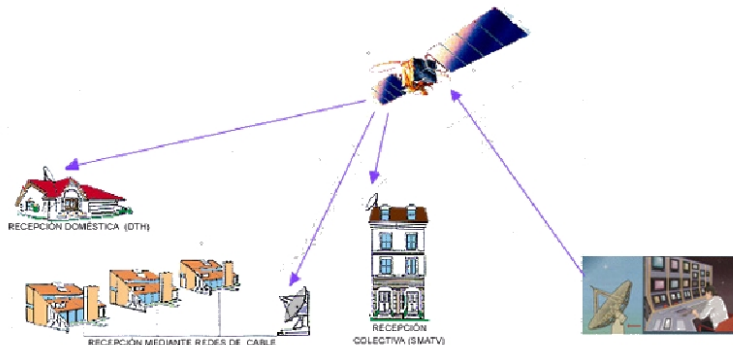
Flota de satélites Panamsat



Flota de Satélites DBS PANAMSAT. Existen compañías con conjuntos de satélites de DBS.

Televisión por Satélite

El satélite actúa como **repetidor** con una gran visibilidad colocado en órbita geoestacionaria.



Distribución de señal de televisión DBS del centro de producción a los hogares.

Siglas y conceptos útiles en sistemas de televisión

- **BSS, FSS, MSS** (Broadcast Satellite Service, Fixed Satellite Service, Mobile Satellite Service. . .)
- **DBS** Direct Broadcast System (difusión de TV por satélite al usuario final, general).
- **DTH** Direct to Home (antena parabólica individual).
- **DVB** Digital Video Broadcasting (estándar europeo MPEG–2).
- **SMATV** Satellite Master Antenna TV.
- **MATV** Master Antenna TV.
- **CATV** Cable TV (antes Community Antenna TV).
- **MDU** Multiple Dwelling Unit, Antena colectiva en EEUU.
- **LMDS** Local Multipoint Distribution Service, datos.
- **MMDS** Microwave Multipoint Distribution Service, datos.

Características de la difusión de TV por Satélite

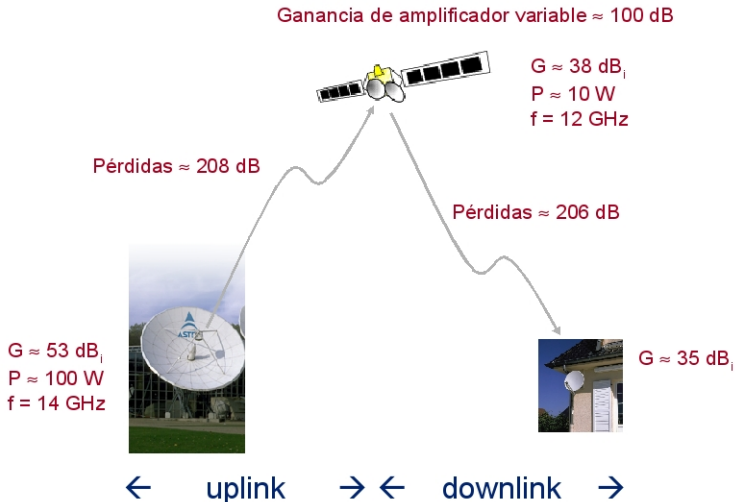
Propiedades de la televisión por satélite

- Tiene una **capacidad de despliegue inmejorable**, geometría satélite, comunicación punto–multipunto.
- Comunicación asimétrica:
 - El **centro emisor** tiene **alta potencia** y tamaño de antena.
 - El usuario utiliza **antenas de sólo recepción** (RO (recepción only)) **simples y baratas** (es típico emplear antenas de 50 cm).
 - El **satélite debe ser más potente** que en topología punto a punto para poder superar los requerimientos del enlace de bajada ya que la antena de recepción es pequeña.



Sistemas de difusión

Parámetros habituales



Valores típicos de un sistema de televisión por satélite.

Características del enlace ascendente

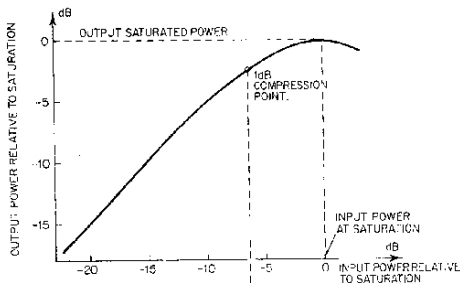
- Sufre una **atenuación extrema** (por la distancia).
- Se deben buscar **modulaciones sobretodo robustas**: que mejoren la calidad (S/N) a base de emplear más espectro. En **analógicas** esta propiedad la cumple la modulación **FM**. En **digitales**, la más adecuada es PSK (**BPSK o QPSK**).
- La **polárización** sufre el efecto de la **ionosfera** (**rotación** de la polarización): (3 dB de pérdidas si utilizo circular–lineal).
- El **más crítico** en un sistema DBS es el **descendente**.
 - En el **satélite** hay **menos potencia** disponible y **antenas menores**.
 - En tierra el receptor es el usuario, con **equipo barato y pequeño**.
- Parámetros clave en recepción y transmisión.
 - **PIRE** en transmisión, depende de si se trabaja en saturación (TWTA back–off).
 - **Factor de mérito** G/T en recepción (determina la calidad del receptor).

Ganancia de los amplificadores de potencia

Funcionamiento en zona lineal (*Back-off*)

Para evitar productos de intermodulación, los **amplificadores** de alta potencia funcionan **por debajo de su límite teórico** un margen de **backoff**.

Output Back-Off power (OBO)

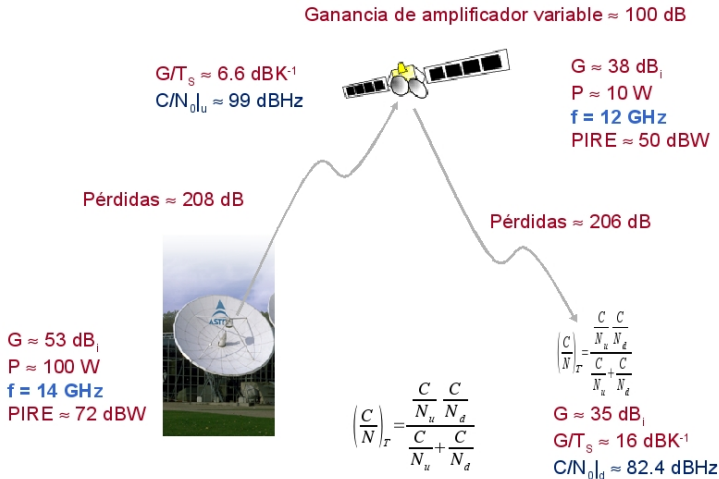


Input Back-Off power (IBO)

$$\text{Ganancia}_{\text{amplificador}} = (\text{OBO}/\text{IBO}) \cdot G_{\text{saturación}}$$

Enlaces ascendente y descendente

Valores típicos y relación señal a ruido total



Enlace descendente

Cálculo de la relación portadora a ruido (como en el tema 5)

Relación **portadora a densidad espectral de ruido** ($dBHz$). Es independiente de la modulación, codificación y BW.

$$\frac{C}{N_0} = \frac{P_t G_t A_e}{4\pi R^2 k T_s} \text{ (Hz)} \quad ; \quad A_e = \frac{G_r \lambda^2}{4\pi} \text{ (m}^2\text{)}$$
$$\frac{C}{N_0} = PIRE + \left. \frac{G_r}{T_s} \right|_{dB} - L_s - L_R - L_i - k \text{ (dBHz)}$$

Definición de parámetros del enlace

$PIRE = 10 \log_{10}(P_t G_t)$ (dBW) del transmisor (alrededor de 50W).

$G_r / T_s|_{dB} = 10 \log_{10}(G_r / T_s)$ (dBK⁻¹) factor de mérito del receptor.

$L_s = 20 \log_{10}(4\pi R / \lambda)$ (dB) pérdidas de propagación (alrededor de 200 dB).

L_R pérdidas atmosféricas.

L_i pérdidas varias (apuntamiento).

T_s Temperatura equivalente de ruido.

k Constante de Boltzmann ($1,379 \cdot 10^{-23}$ (W/(HzK)) o $-228,6$ (dBW/(HzK))).

Características de la atenuación por lluvia

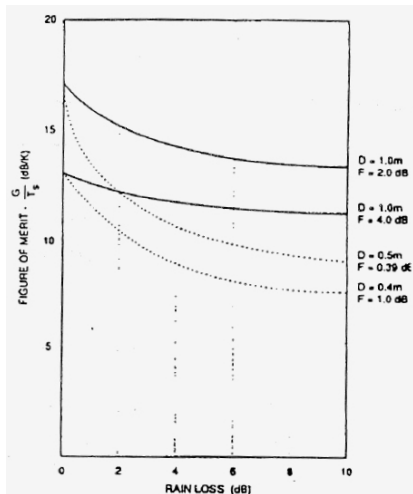
- Es **complicado estimarlas con exactitud** en un enlace de satélite.
 - Aumentan con la **frecuencia**.
 - Dependen del **ángulo de elevación** y la **zona geográfica** (tabulado empíricamente por la ITU). Se establece una cota máxima.
- Existe un **umbral de demodulación de FM**. Si no se llega a él no funciona. La TV satélite empeora en calidad cuando llueve (**sparklies**).
- El ruido por el Sol no se considera cuando se tiene en cuenta el de lluvia (no suelen coincidir Sol y lluvia).
- En la **tabla ITU** para la **zona mediterránea E** (La atenuación es menos de 1,5 dB para 12 GHz el 99% del tiempo del peor mes del año)

Pérdidas por lluvia

Doble efecto de la lluvia

Efecto de la lluvia en recepción

- La lluvia afecta doblemente al enlace. **Atenua la señal e incrementa la temperatura de ruido.**
- Para **igual G/T** , la **antena de mayor G será mejor** ante la lluvia. Es decir, G/T se mantiene más estable al aumentar la atenuación por lluvia.



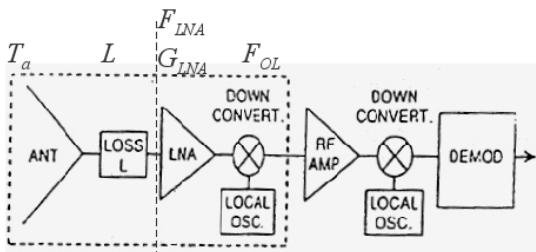
Factor de Mérito G/T en el usuario

Efecto de la lluvia en recepción

Parámetros clave en la temperatura de ruido:

- La **señal es muy débil** (grandes pérdidas en el enlace de bajada).
- Se debe introducir **pocas pérdidas antes del LNA** (LNB integrado).
- Se debe introducir **poco ruido antes del amplificador RF** (F_{LNA} , F_{OL}).

$$T_s = L^{-1} T_{in} + L^{-1} T_{amb}(L - 1) + T_0(F_{LNA} - 1) + \frac{T_0(F_{OL} - 1)}{G_{LNA}} \text{ (K)}$$

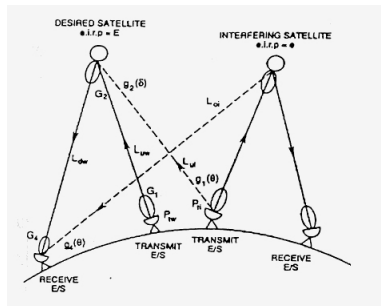


Interferencias entre enlaces (C/I)

Cálculo del ruido adicional por las interferencias

Interferencias

- El más crítico es el descendente.
- Se debe separar orbitalmente:
 - 2^o FSS, 9^o BSS → 3^o.
 - Si los satélites comparten espectro y polarización.



$$\left(\frac{C}{I}\right) = \frac{\frac{C}{I_d} \frac{C}{I_u}}{\frac{C}{I_d} + \frac{C}{I_u}}$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_T = \frac{\frac{C}{I} \frac{C}{N}}{\frac{C}{I} + \frac{C}{N}}$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_d = E - e - (L_{dw} - L_{di}) + (G_4 - g_4(\theta)) + Y_d$$

$$\left(\frac{C}{I}\right)_u = P_{tw} - P_{ti} + (G_1 - g_1(\theta)) - (L_{tw} - L_{ti}) + Y_u$$

Orientación de la antena

Cálculo del acimut y la elevación (estudiado en detalle en el tema 2)

- Az:** Acimut, ángulo en superficie desde la dirección Norte en el sentido de las agujas del reloj.
- Ei:** Elevación levantada desde el suelo en el plano de acimut.
- La:** Latitud N de la antena.
- D:** Longitud E antena – Longitud E sat.

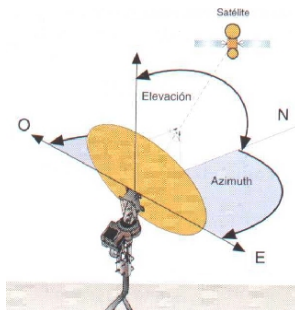
Cálculo para el hemisferio norte

$$E_i = \arctan \left(\frac{\cos B - 0,151269}{\sin B} \right)$$

$$A_z = 180^0 + \arctan \left(\frac{\tan(D)}{\sin B} \right)$$

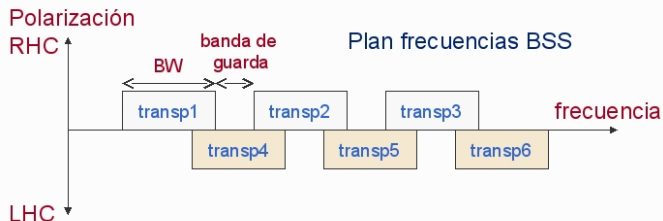
$$d = 35786 \sqrt{1 + 0,41999(1 - \cos B)}$$

$$B = \arccos(\cos D \cos La)$$



Características planes de frecuencia

- Banda de frecuencias reservada en **banda Ku**:
 - 10,7 a 11,7 GHz y **polarización circular** a derechas o a izquierdas *RHC/LHC* para servicios de difusión.
 - 11,7 a 12,75 GHz y **polarización V/H** para servicios fijos (utilizados para TV digital).
- Se tiene un **desfase de medio canal** entre polarizaciones y existen **bandas de guarda**.
- Hoy en día se emplea tanto polarización RHC como lineal para DBS y la banda alta se suele emplear para TV digital.



TV analógica y digital por satélite

Características

TV analógica por satélite: modulación FM para vídeo y para audio

- Existen pérdidas muy grandes en el enlace, se **incrementa la robustez (S/N) incrementando el ancho de banda** de la modulación (BW).
- Un **canal satélite analógico** ocupa **30 MHz en FM**, mientras que un canal de **TV analógico terrestre** ocupa **7–8 MHz** en modulación BLV.

TV digital por satélite: datos, modulación digital QPSK

- Se emplea modulación **QPSK** por su robustez (más ancho de banda que otras modulaciones digitales).
- Gracias a técnicas de compresión MPEG–2 se pueden enviar **5–6 canales de TV en un transpondedor** (alrededor de 30 MHz).
- Europa sigue la norma DVB–S (S corresponde al adaptador de canal de satélite), basada en MPEG–2.

Tipos de Difusión de TV analógica

Comparación entre terrestre y por satélite

TV terrestre analógica

- Bandas VHF, UHF: 46 a 862 MHz (elección depende de la zona). La banda VHF se ha dejado de utilizar recientemente.
- Modulación BLV para vídeo (FM para audio).
- Ancho de banda 7–8 MHz por canal TV.

TV satélite analógica

- Banda baja Ku: 10,7 a 11,7 GHz.
- Modulación FM (para vídeo y para audio).
- Ancho de banda de 27 a 36 MHz (un transpondedor) por canal TV.

Tipos de difusión de TV digital

TV terrestre digital

- En estos momentos en fase de implatación hasta 2010 con el apagón analógico.
- Banda UHF: hasta 862 MHz (generalmente en los últimos canales).
- Modulación QAM, también COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
- Caben 5–6 canales en ancho de banda 7–8 MHz, reservados para 1 canal de TV analógico.

TV satélite digital

- **Banda alta Ku:** 11,7 a 12,75 GHz
- Modulación QPSK sobre trama MPEG–2
- Ancho de banda 27 a 36 MHz (un transpondedor) por 5 a 6 canales TV de calidad estándar.

Modulación de TV analógica

Características

- **Terrestre**: BLV vídeo y FM audio, todo cabe en 7 u 8 MHz.
- **Satélite**: FM vídeo y FM audio, todo cabe de 27 a 36 MHz.
 - Vídeo (1 luminancia y 2 de crominancia) y 2 canales de audio se modulan en portadoras FM.
 - **Mejora de S/N en vídeo FM** gracias a la modulación.

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{\text{Video}} = 3\beta \left(\frac{\Delta f}{f_m}\right)^2 \frac{1}{2f_m} \left(\frac{C}{N_0}\right) W_{TV} \sim \left(\frac{C}{N_0}\right) + 35$$

Valores para sistema PAL de televisión

$\beta = 4$ Constante de normalización.

Δf Máxima desviación en frecuencia.

f_m Frecuencia máxima de vídeo.

W_m Factor de preénfasis que depende el estándar.

$$\frac{C}{N} = \frac{C}{N_0} - BW > \text{Umbral de FM (típicamente 7dB)}$$

Propiedades (Modulación y codificación)

- Se basa en la **norma DVB-S**.
 - **MPEG-2** con adaptador de canal de satélite.
- **TDM** con una portadora por transpondedor (evita PIM (intermodulación)).
 - En un transpondedor (alrededor de 30 MHz) caben 5 o 6 canales TV.
- Se ajusta la **protección de errores** a la calidad del enlace.
 - La protección de errores sirve para proporcionar un determinado BER para un determinado ancho de banda.
- Enlaces satélite frente a sistemas terrestres:
 - Se dan condiciones de **no linealidad** en el repetidor, PIM.
 - No hay casi contribución de señal multicamino.
 - **Nivel más pobre de señal** → modulación robusta QPSK.

TV digital: tasa binaria según calidad

Televisión Digital Estándar

- SDTV
- 6 Mbps
- TV calidad convencional ($l : c : c$) $4 : 2 : 2$ con relación de aspecto $4 : 3$

Televisión digital mejorada

- EDTV
- 9 Mbps
- TV calidad mejorada con relación de aspecto $16 : 9$.

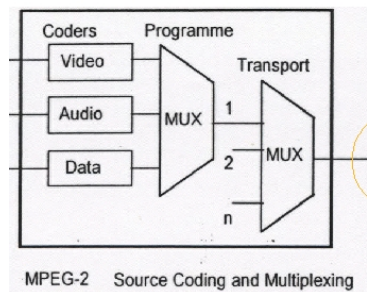
Televisión digital alta definición

- HDTV
- 20 Mbps

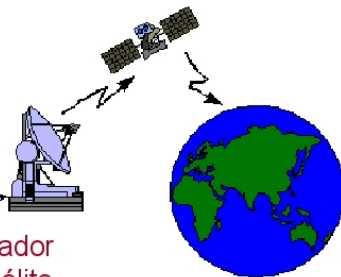
TV digital por satélite: norma DVB-S

Características

- Múltiplex a nivel de programa y de transporte.
- Paquetes de transporte de 188 bytes
- 1 de sincronía, 3 de cabecera y 184 de información.



Adaptador
de satélite

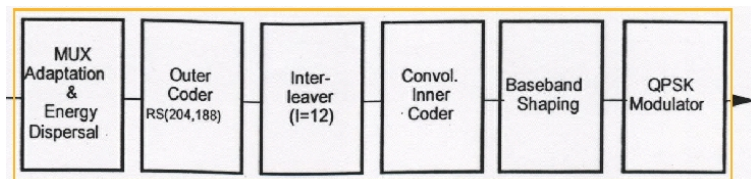


Formación del Multiplex

Adaptador de satélite en DVB-S

Pasos a realizar

- Aleatorización, cambia la polaridad de un byte sincronización.
- Protección errores bloques Reed–Solomon (204, 188).
- Entrelazado.
- Protección errores convolucional (1/2, 2/3, ..., 7/8).
- Baseband Shaping.
- Modulador QPSK



Adaptador de satélite

Características

- E_b/N_0 sustituye a C/N_0 como parámetro de calidad del enlace, están relacionados por el tiempo de bit.
- Se debe escoger el **nivel de protección de errores** para lograr un **Bit Error Rate (BER)** para un nivel de señal E_b/N_0 , que a su vez depende:
 - De la **ubicación** geográfica (lluvias).
 - De la **PIRE** disponible
 - Del **tamaño de la antena** en recepción.
- Como **ejemplo típico**, un transpondedor transmite mediante una sola portadora.
 - De 5 a 6 canales de TV (calidad normal) con FEC 2/3 y Reed–Solomon (204, 188).
 - 3 canales de TV digital de calidad mejorada con FEC 2/3 y Reed–Solomon (204, 188).

Ejemplo de estimación del número de canales

- Número de canales de TV que se pueden enviar en transpondedor de 33 MHz de ancho de banda a -3dB :
 - Zona climática E, $PIRE = 51\text{ dBW}$, 50 cm diámetro antena, $C/N = 5,8\text{ dB}$.
 - Se quiere asegurar BER de $2 \cdot 10^{-4}$ el 99,9 % del tiempo con un transpondedor de 33 MHz, FEC de $2/3$.
 - Roll-off de 35 %, incluyendo efectos de IMUX, OMUX, $BW/RS = 1,28$
 - Número de canales calidad convencional?: $31,7/6 \sim 5$ canales.

Elementos de la unidad exterior

- **Antena.**
- **Dispositivo multisatélite:** soporte mecánico para varios LNBS en posiciones desplazadas de foco.
- **LNB Low Noise Block** (incluye el alimentador).
 - Tiene un **amplificador de bajo ruido (LNA)** y **convertor a FI**.
Ganancia típica $G \sim 55$ dB, Figura de ruido típica $F \sim 0,7$ dB.
 - **Salida en coaxial**, en Frecuencia Intermedia FI.
 - Se necesitan tantos LNBS como posiciones orbitales.
 - El LNB universal ofrece: salidas de dos bandas (tiene 2 Osciladores Locales), salidas de dos 2 polarizaciones cruzadas (ortomodo interno).
 - **Brazo robotizado:** actuador lineal (sólo para individuales).

Antenas

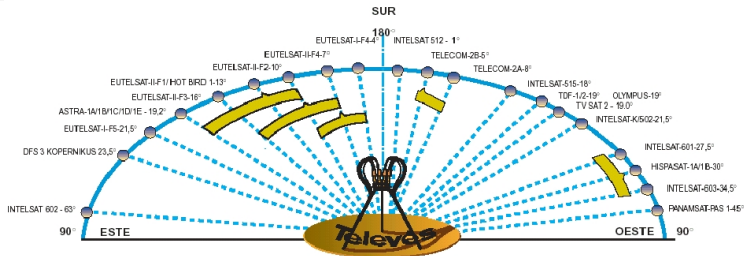
Imágenes típicas



Dispositivo multisatélite: soporte

Características de los multisatélite

- Permite la **recepción de varias posiciones orbitales** con un reflector.
 - Cada **posición orbital** puede tener **un satélite o más** (por ejemplo ASTRA) que comparten espectro y actúan como un solo supersatélite.
 - Deben tener **poca distancia orbital**: típico 3 o 4 posiciones separadas 3° .
- Cada **posición** orbital necesita un **LNB**.



Equipo Antiguo



LNB compacto
con alimentador



Ortomodo

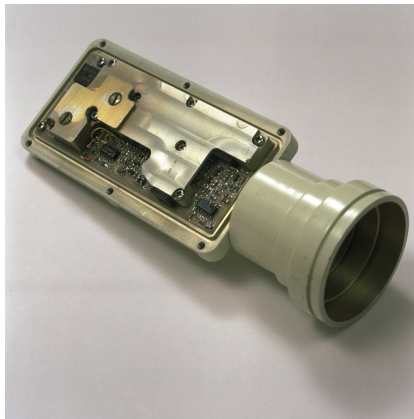


Alimentador
corrugado

Equipo actual: tipos de LNB



Interior de un LNB



Equipo actual con LNB de cuatro salidas



Salidas	Banda (GHz)	Polaridad	Oscilador local (GHz)	SWR	Imp. (dB)	Piñón (dB)	Bandas (MHz)	Mod. (dB)
1	10,7-11,7	H	9,75	1	20	35	10,7-11,7	10,7-11,7
2	10,7-11,7	V	9,75	1	20	35	10,7-11,7	10,7-11,7
3	11,7-12,75	H	10,6	1	20	35	11,7-12,75	11,7-12,75
4	11,7-12,75	V	10,6	1	20	35	11,7-12,75	11,7-12,75

LNB universal de 4 salidas

División de bandas y polarizaciones

- Recibe canales digitales y analógicos a la vez con **4 salidas en FI**:
 - Polarización horizontal con OL 1 (banda baja analógica).
 - Polarización horizontal con OL 2 (banda alta digital).
 - Polarización vertical con OL 1 (banda baja analógica).
 - Polarización vertical con OL 2 (banda alta digital).
- Incluye el alimentador, LNA, conversor, ortomodo y 2 OL.

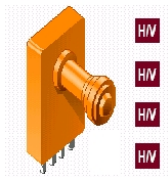
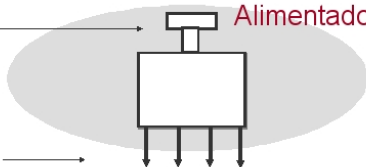
RF en guía

10,7 - 11,7 GHz
11,7 - 12,75 GHz

Alimentador en foco

FI coaxial

950 MHz - 1950 MHz
1100 MHz - 2150 MHz



Instalación individual para TV satélite digital

- Requiere antena, LNB y conmutador.
- Requiere IRD–QPSK (Integrated Digital Receiver) en el hogar.

Instalación colectiva para TV satélite digital

- **Opción 1: Repartir la señal en FI QPSK** tal y como llega del satélite. Tirar tantos cables como salidas de LNB en foco de antena y **multiconmutadores** $\times 4$ controlando cada vivienda una salida. También se puede **procesar la señal** en frecuencia y **combinar todo en un cable FI**. Requiere IRD–QPSK en el hogar.
- **Opción 2: Transmodular la señal a QAM y distribuir en UHF** junto a las terrestres. Requiere IRD–QAM en el hogar.

Características del receptor en el hogar

- Se utiliza para un solo equipo con sintonizador OL variable.
 - Es necesario en todos los hogares con distribución de la señal en FI.
- Funciones:
 - **Convertor de FI a RF (UHF).**
 - Demodula QPSK y decodifica MPEG—2.
 - Modula vídeo BLV y modula audio FM. Ahora modula en digital para que reciba como canal TDT.
 - **Inyecta la señal de alimentación del LNB** hacia arriba y controla posibles multiconmutadores.

RS DIGITAL 7255



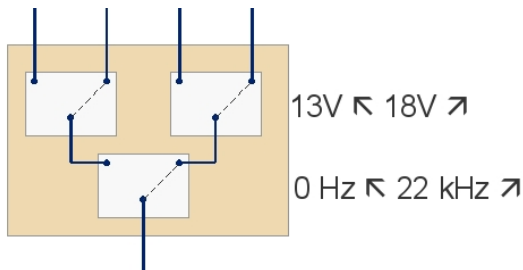
- Demodulador QPSK.
- SR: 1-45 Msp.
- Frec. de entrada: 900-2150 MHz.
- Tensión LNB: 13/18 V (400mA).
- Tono de 22 KHz.
- 2 Euroconectores.
- Salida de audio (L/R) 2 RCA.
- Salida video 1 RCA.
- Mando a distancia.
- Menú en pantalla.
- Conector RS232 de comunicación para dispositivos en serie.
- Nivel de señal en pantalla.
- Guía electrónica de programas.

Dispositivo multiconmutador

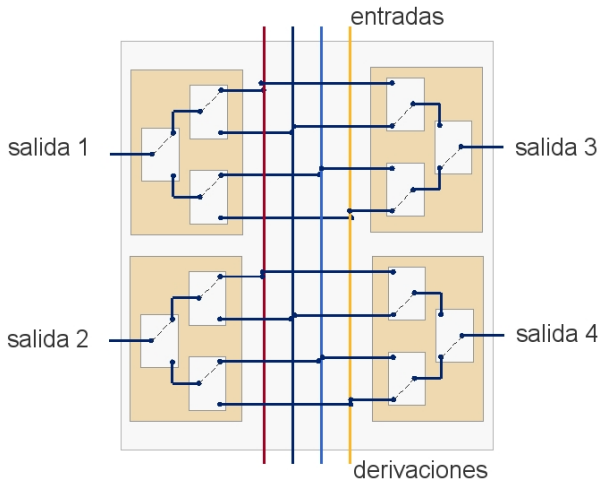
- Control: tono de 0 o 22kHz y 13/18 Voltios.
- Elige la salida deseada de las 4 entradas al dispositivo.

Conmutador de polarización

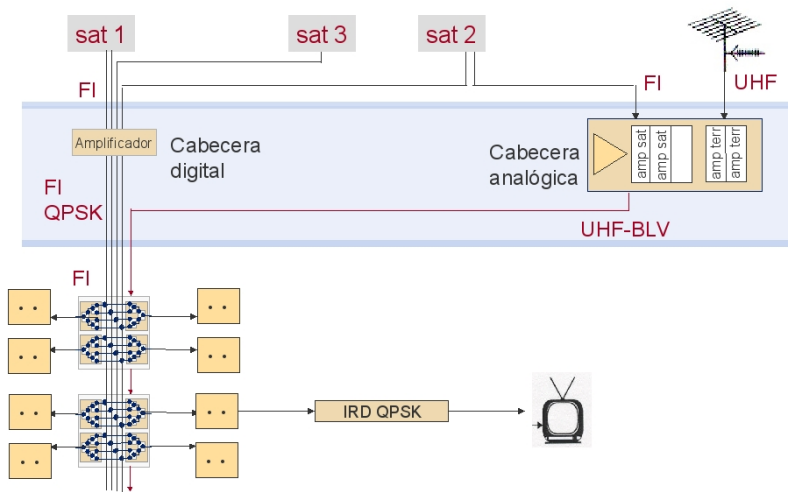
Conmutador de banda alta/baja



Dispositivo multiconmutador $\times 4$

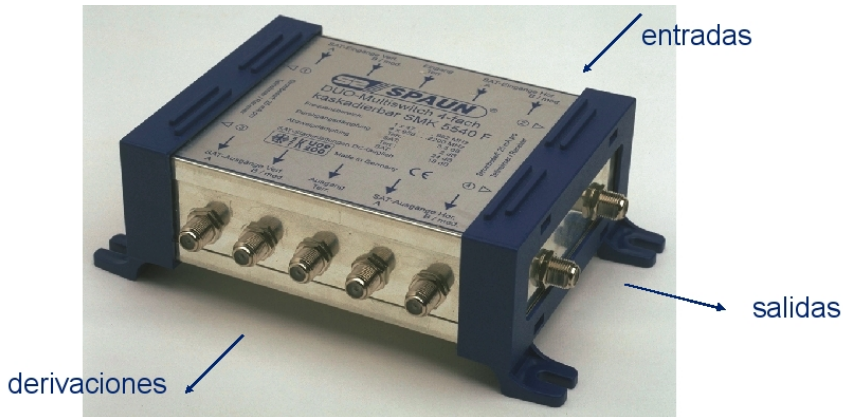


Integración de TV satélite digital en FI: multiconmutador



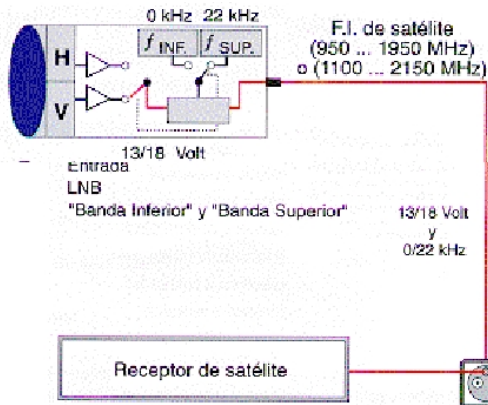
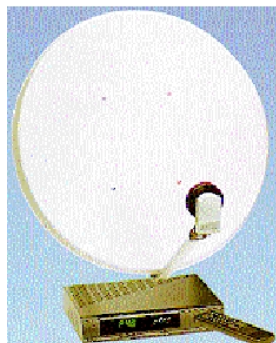
Multiconmutador de 4 salidas

- Cada salida controla la señal deseada (+terrestre).
- Además deriva todas las entradas para pisos inferiores.



Recepción individual TV satélite digital

- LNB universal y Multiconmutador.
- IRD QPSK FI



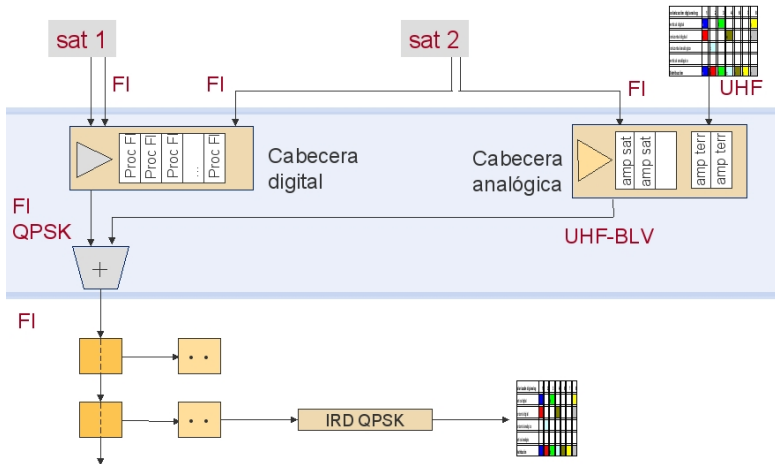
Procesador de FI

Unidad que traslada los canales en frecuencia para integrarlos en un solo cable de FI.

- Cambia de frecuencia canales para que no se solapen.

polarización dig/analog	1	2	3	4	6	7	8
vertical digital	a		d				g
horizontal digital	b			e			h
horizontal analógico		c					
vertical analógico							
Distribución	a	b	d	c	e	g	h

Integración de TV sat digital en FI: proc. FI



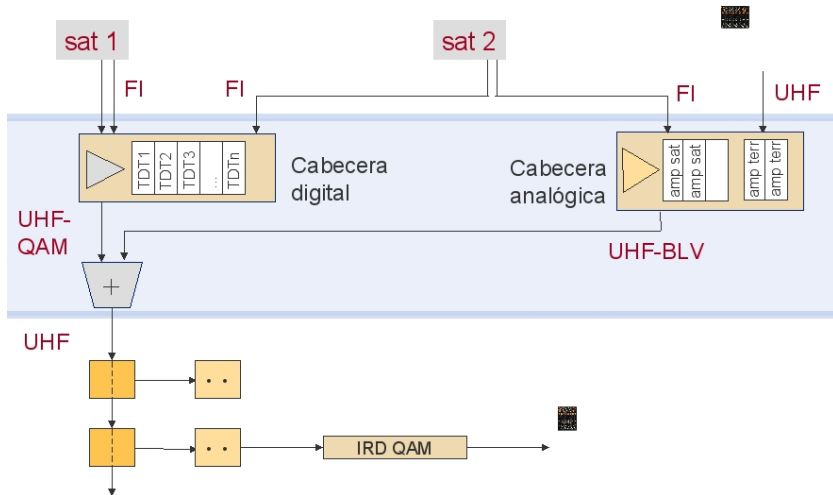
TDT: Transmodulador digital transparente (no confundir con televisión digital)

- Se utiliza para instalaciones colectivas grandes en UHF.
 - Son módulos caros
 - Se utiliza un **TDT por transpondedor** (transporta de 5 a 6 canales de TV de calidad estándar).
 - Requiere un **receptor digital IRD–QAM en UHF** en el hogar.
- Funciones:
 - Conversor de FI a RF (UHF).
 - Demodula QPSK (30 MHz)
 - Elimina errores y **remodula 64QAM** (8 MHz).
 - **Inyecta la señal de alimentación del LNB** hacia arriba.

Características

- Sólo se emplea en instalaciones satélite colectivas con distribución de la señal en UHF con uso de TDT–QAM.
- Funciones:
 - Demodula 64QAM y decodifica MPEG–2.
 - Modula vídeo BLV y modula audio FM (ya no es necesario para televisión digital terrestre).

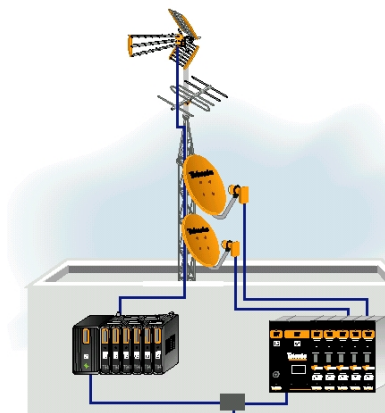
Integración de TV sat digital en red UHF: TDTs



Distribución TDT (Transmodulador digital transparente)

Propiedades de la distribución

- Toda la información integrada en cable UHF. 1 toma por vivienda.
- Muy costosa en equipos (TDT).
- Barata en cable.



TDT: Transmodulador digital transparente con salida analógica

- Se utiliza para instalaciones colectivas grandes en UHF.
 - Son **módulos caros**
 - Se utiliza un **TDT por canal de televisión** (multiplica el número de equipos en cabecera por 5 con respecto a la solución TDT–QAM)
 - En contrapartida, no requiere un receptor digital en el hogar.
 - **Ya no tiene sentido con** la televisión digital terrestre.
- Funciones:
 - **Convertor de FI a RF** (UHF)
 - Demodula QPSK (30 MHz)
 - Elimina errores, decodifica un canal de MPEG–2 y modula PAL (8 MHz).
 - **Inyecta la señal del LNB** hacia arriba.

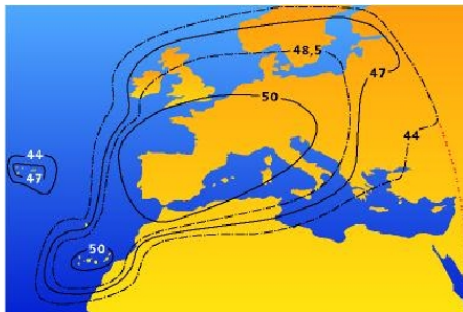
Tipos

- Instalaciones **individuales**
- Instalación **colectiva**: muchas opciones, cable versus equipos.
 - Número de usuarios pequeño (IRD QPSK FI). Transmisión en FI con 4 cables. Transmisión en FI procesada 1 cable. Transmisión en FI procesada 1 cable FI y 1 cable UHF.
 - Número de usuarios elevado (IRD QAM UHF). Transmisión en UHF con un solo cable y unidades TDT.
 - Cabeceras de CATV o SCATV: TDT (IRD QAM UHF)

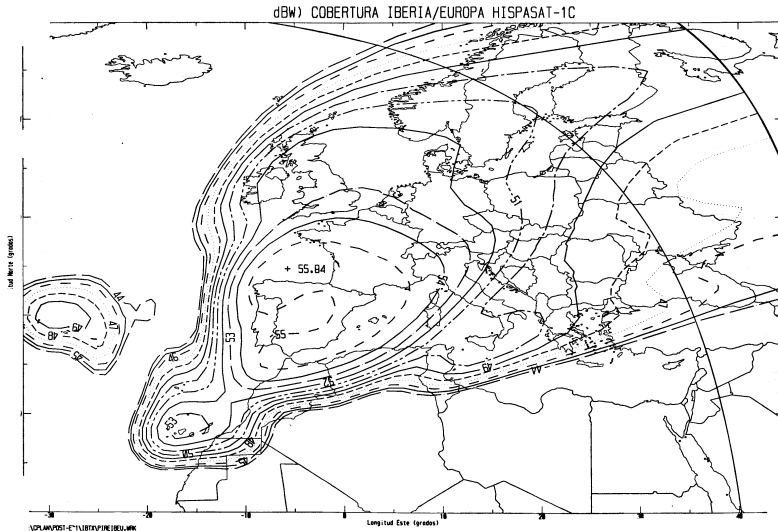
Flotillas de satélites

- **ASTRA** (SES, Sociedad Europea de Satélites): 4 Posiciones orbitales asignadas: $19,2^{\circ}E$ es la más importante con:
 - 7 satélites
 - 148 transpondedores
 - Más de 1100 canales de TV y radio (analógica y digital).
 - Canal de retorno en Astra 1H para datos banda ancha.
- **Eutelsat**:
 - $13^{\circ}E$, Eutelsat II F1, Hot Bird 1, 2 y 3
- **Hispasat**: 4 satélites en 30° Oeste.
- **Intelsat**: se dedica más al transporte de TV profesional.

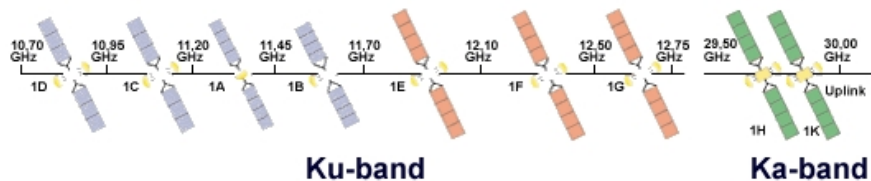
Hispasat 1C: América, Europa, Iberia



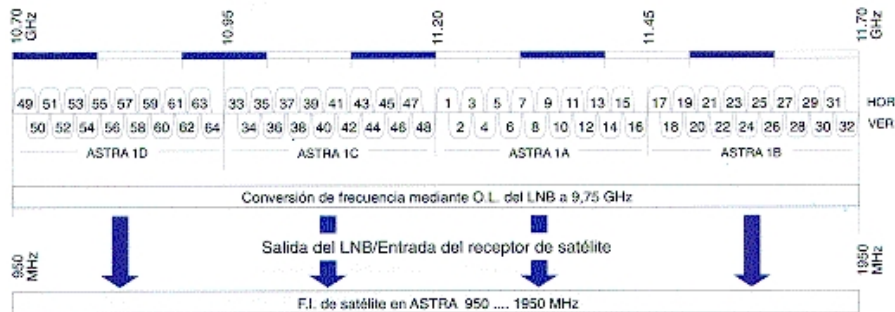
Cobertura IBERIA/EUROPA HISPASAT 1C



Astra: sistema satelital



Astra: plan frecuencial



Plan de frecuencia de los satélites de ASTRA 1 trabajando en espectro bajo Ku

Nuevas posibilidades

- Las **plataformas digitales** son un ejemplo.
- El **canal de retorno** puede ser:
 - Mediante la red conmutada DVB–RC.
 - Mediante un canal de retorno por satélite: mejor solución pero más difícil porque el equipo de usuario es sencillo DVB–RCS.
- Las tendencias son:
 - **Integrarlo con tecnología IP adaptada al satélite** (ventanas de corrección de errores deben soportar el retardo del enlace GEO).

Tendencias

- En el futuro se añadirán servicios de valor añadido a la difusión de TV: interactividad.
 - Tomando como canal de retorno el enlace satélite DVB–RCS.
 - Servicio IP/DVB–S permitiendo el acceso a Internet.
 - TV–DMB: SCA (Satellite–Car–Audio)
- Los sistemas de difusión serán imprescindibles para dar servicio en el ámbito rural.
- Se tiende a integrar en un mismo medio digital distintas aplicaciones: internet, TV, audio. . .
- Normativa distribución: Real Decreto–Ley 1/1998, de 27 de febrero, sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación (BOE 1998)

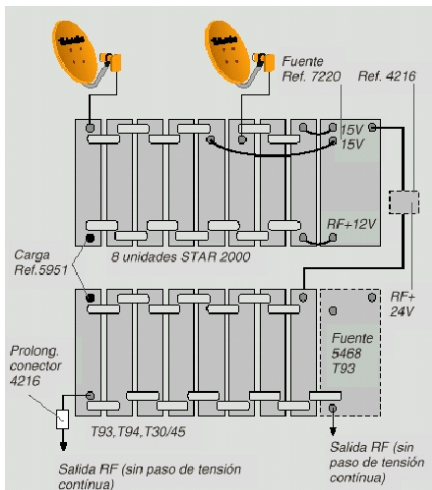
Características

- Cada vez menos usado (**obsoleto**).
- Se utiliza un solo equipo con sintonizador OL variable.
 - Sólo se puede ver **un canal de manera simultánea**.
- Funciones:
 - Conversor de FI a RF (UHF)
 - Amplifica.
 - Demodula vídeo y sonido FM.
 - Ofrece la señal en banda base para poder insertar un sistema de descifrado.
 - Modula vídeo BLV y modula audio FM.
 - Inyecta la señal de alimentación del LNB hacia arriba y controla dispositivos externos (brazos robotizados)

Funciones

- Se utiliza un sintonizador fijo por módulo.
 - Se pueden ver tantos canales como módulos haya
 - Se utiliza en instalaciones colectivas, cada vez menos usado.
- Funciones:
 - Conversor de FI a RF (UHF).
 - Amplifica y ecualiza la potencia de los distintos canales.
 - Demodula vídeo y sonido FM.
 - Ofrece la señal en banda base para poder insertar un sistema de descifrado.
 - Modula vídeo BLV y modula audio FM.
 - Inyecta la señal de alimentación del LNB hacia arriba.
- Las salidas de todos los módulos se suman a los canales terrestres.
- Los de tipo *ágil* ofrecen libertad de elección del canal de salida.
 - Convierte de FI a UHF (elección de canal según el plan UHF local)

Unidad amplificador monocanal de satélite

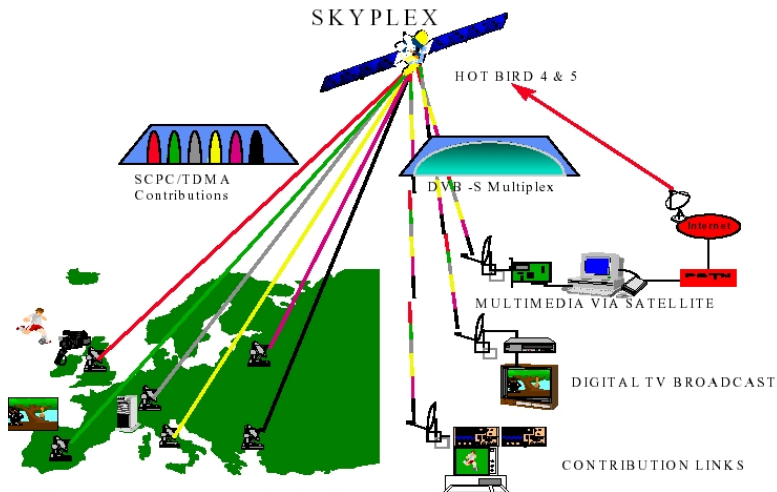


RECEPTORES

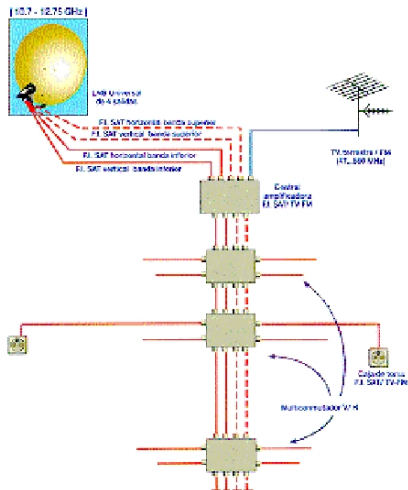
Referencias	7201	7202	7203
	8338*	8339*	8340*
Salida RF			
A. de banda de salida (MHz)	47 - 169	170 - 447	448 - 870
Nivel de salida (dB μ V)	78		
Regul. nivel de salida (dB)	20		
Pérdidas salida (dB)	< 1.2		
Consumo a 12 V (mA)	600		
Entrada de FI			
Rango de frecuencias (MHz)	950...2150		
Nivel de entrada (dB μ V)	40 a 79		
Nivel umbral (dB)	<7		
Pérdidas entrada (dB)	< 1.5		
Proces. Video			
Deénfasis	CCIR 405 - 1 (625-525 lin.) D2MAC/OFF		
Ancho de banda	25 Hz-5MHz		
Proces. de audio			
F. subportadoras (MHz)	5 ... 8.5		
Deénfasis	50/75 us - J17 conmut.		
Relación S/N (dB)	50		
Distorsión armónica (%)	2		
Frec. intermedia (MHz)	10.7/10.52		
Ancho de banda FI (KHz)	280/150 (para 10.7) - 150 (para 10.52)		

* bajo umbral entrada

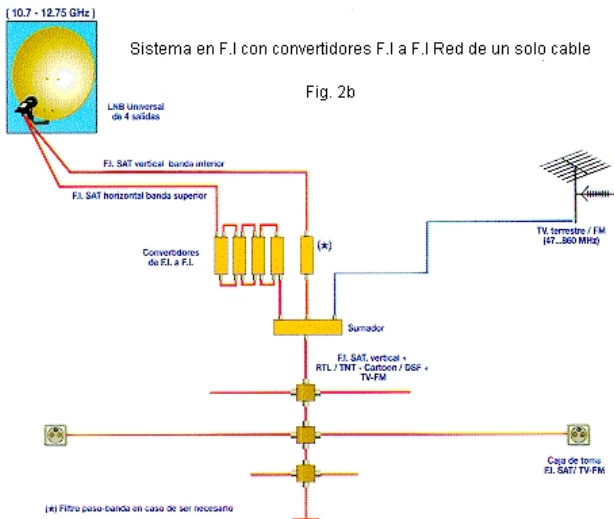
Skyplex de Eutelsat



Distribución FI 4 cables árbol



Distribución FI un solo cable



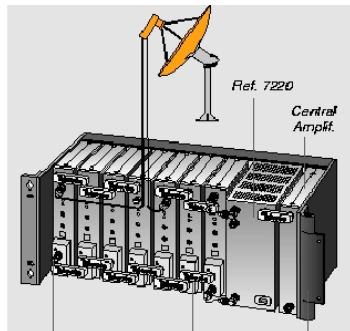
- Ejemplo instalación colectiva
 - Casa 30 plantas y 6 tomas por planta.
 - TV terrestre y audio FM terrestre.
 - TV satélite (digital y analógico)
- Distribución en UHF mediante TDT.
- Satélites:
 - Astra (19,2°E, Eutelsat 13° E, Hispasat 330° E)
 - Se elige la programación en canales deseada.

- Tres antenas:
 - Antena Audio FM omnidireccional.
 - Antena direccional de banda ancha en UHF dirigida a la estación tx más potente.
 - Antena VHF (canal TVE-1).
- Cable coaxial UHF hasta unidad interior.
- Unidades amplificadoras monocanal.
 - 1 para cada canal TV y otra para FM.
 - Se ecualizan para compensar ganancias en distintas frecuencias y las pérdidas del cable de distribución.

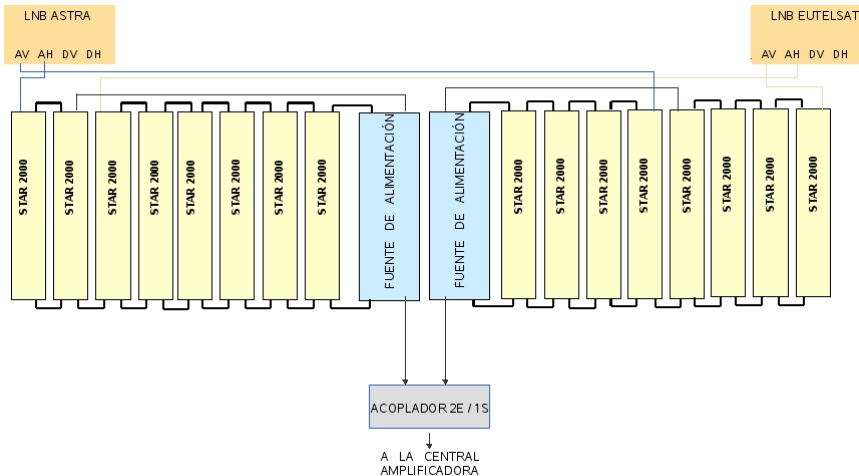
- 2 Antenas, una con multisatélite (13° a 19°).
- 3 LNB Universales de 4 salidas.
- Cable coaxial de FI hasta la unidad interior.
- Se escoge la opción de transmoduladores por ser el número de tomas elevado.

Recepción de TV satélite analógica

- Unidad monocanal rx sat STAR 2000 (16 canales (6 Eutelsat 10 de Astra), luego 16 unidades).
- Técnica de entrada/salida en Z.
- Unidad alimentación.
- Demodula FM FI.
- Modula ágil BLV UHF
- Elección plan frecuencia



Recepción de TV satélite analógica



Recepción de TV satélite digital

- TDTs: un TDT por transpondedor (5 o 6 canales TV).
- 4 TDTs Astra y 6 TDTs Hispasat.
- Canales adyacentes.

MODULOS

Ref. Denominación

725C	TDT salida en UHF
725E	TDT salida en hiperbanda
7215	Amplificador
7224	Fuente de alimentación
7233	Programador portable
5244	Soporte de pared

COD LOGICA

TD	U
TD	HB
BA	TDT 1N
FA	TDT 7224
PR	TDT 7233
CF	TDT 5244

CARACTERISTICAS TECNICAS

Entrada de FI

Rango de frecuencia	950 - 2.150MHz
Paso de frecuencia	1MHz
Nivel de entrada	43 - 63cBµV
Demodulador QPSK	
Frecuencia de símbolo	20 - 30 Mbaud
Roll - off:	35%
FEC Viterbi: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8:	detección automática
FEC R/S 204, 188:	detección automática

Modulador QAM:

Frecuencia de símbolo :	6.9 Mbaud
Roll - off :	15%
Ancho de banda	8MHz
Inversión de espectro :	si, programable
Supresión de portadora:	>40dB
Relación S/N:	>37dB
M.E.R.:	<2.5

Salida de RF:

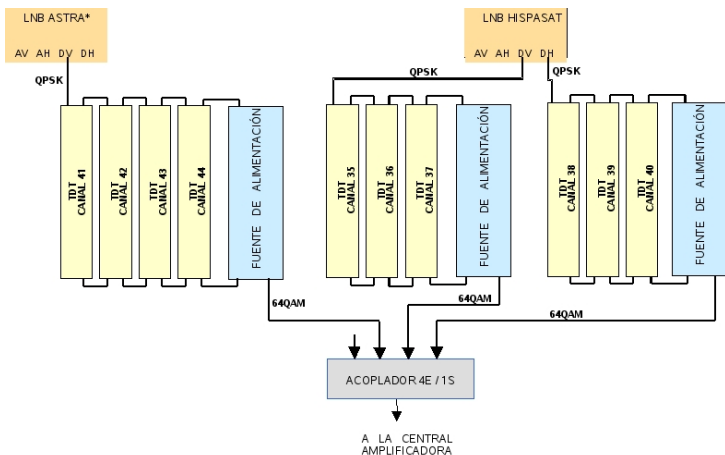
Nivel de salida:	75 - 65 dBµV
Ganancia variable:	0 - 20dB

Amplificador

Banda:	47 - 860 MHz
Ganancia:	54dB
Nivel de salida:	>114 dBµV
Figura de ruido:	< 6.5dB
Consumo	200 mA

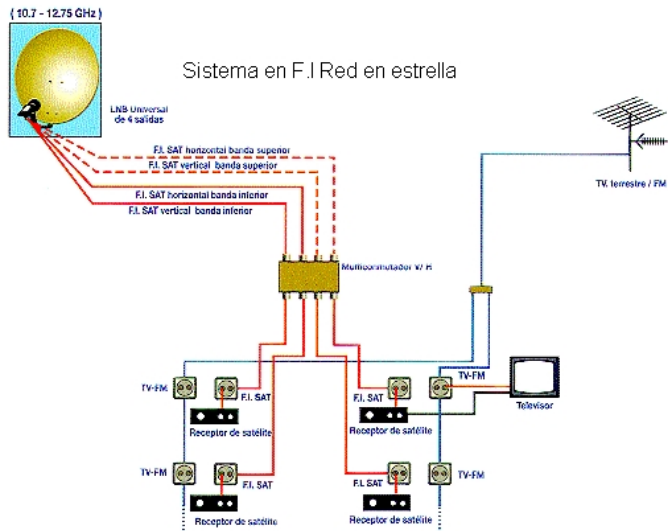
Recepción de TV satélite Digital

- Astra: 4 transp. en pol. V.
- Hispasat: 3 transp. V y 3 transp. H



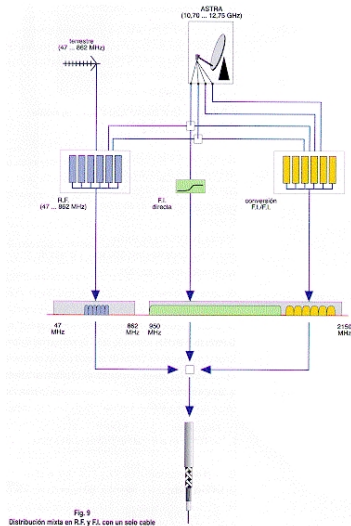
- 1990: BS-3 con HDTV de 1125 líneas
 - Doble resolución horizontal y vertical.
 - Componentes de luminancia y diferencia separados.
 - Múltiples canales de audio con alta fidelidad.
 - Razón de aspecto más ancha.
- Transpondedores apropiados.
 - HDTV ocupa 30 MHz en banda base!.
 - Con compresión, 2 canales de 27 MHz.
- En el resto de países no se ha implantado.
 - Por intereses económicos y políticos.
 - Por avance de técnicas completamente digitales.

Distribución FI 4 cables estrella



FI procesada 1 cable

- Utiliza procesador FI
- Se combinan los canales digitales en FI con la TV terrestre y los analógicos satélite en el mismo cable.
- Cable FI: más caro y de mejor respuesta



DBS multimedia: esquema híbrido

- BC Broadcast Channel: Difusión banda ancha.
- RC Return Channel: Petición usuario y gestión.
- FC Forward Channel: Canal información personalizada.

