

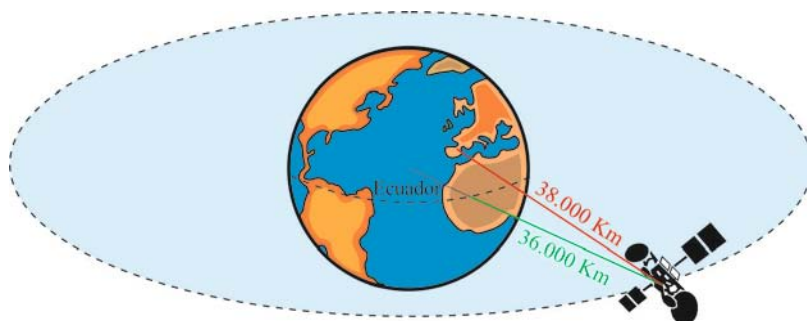
5. Recepción y distribución de la televisión satélite

Actividades de comprobación

5.1. b) 10,7-12,75 GHz.

5.2. c) 38.000 km.

La distancia de la órbita geoestacionaria de un satélite hasta el ecuador es de unos 36.000 km, pero hasta cualquier punto de la península es de 38.000 km aproximadamente, dependiendo del satélite y de la localización del lugar.



5.3. b) Transpondedor.

5.4. a) El inclinómetro para la elevación.

La brújula se utiliza para el ajuste del azimut y el inclinómetro se utiliza para el ajuste de la elevación.

5.5. d) Transmodulador QPSK-COFDM.

Tanto el amplificador de FI, como el repartidor conmutable y el procesador FI-FI distribuyen la señal en la banda FI satélite (950 MHz-2.150 MHz).

5.6. b) Para cambiar la banda de recepción.

5.7. c) 950-2.150 MHz.

5.8. a) 1.877 MHz.

$$f_{FI} = f_i - f_{OL} = 11.627 \text{ MHz} - 9.750 \text{ MHz} = 1.562 \text{ MHz}$$

5.9. b) 50,7 K.

$$F = 10^{F/10} = 10^{0,7/10} = 1,17489$$

$$T_e = T_o \cdot (F - 1) = 290 \cdot (1,17489 - 1) = 50,7 \text{ K}$$

5.10. c) 32 MHz.

A diferencia de un canal de TV terrestre que su ancho de banda siempre es de 8 MHz, el ancho de banda de un canal de TV satélite varía en función del número de programas que transmite y de otros aspectos relacionados con la modulación utilizada, aunque típicamente es de 32 MHz.

5.11. b) LNB.

5.12. d) Depende de la calidad deseada.

El número de canales transmitido en un transpondedor satélite digital es variable, aunque típicamente puede llegar hasta 10.

5.13. a) La banda mediante un tono de 22 kHz y la polaridad mediante la tensión de alimentación aplicada.

5.14. b) DiSEqC.

Como alternativa la tensión de alimentación y al tono de 22 kHz el protocolo DiSEqC permite conmutar la banda y la polaridad de un satélite.

5.15. a) 47-77 dB μ V.

5.16. b) Del nivel de señal que se recibe y de la ganancia.

Debido a la alta ganancia que tiene el LNB, el resto de la instalación prácticamente no influye en la Figura de ruido de la instalación y, por lo tanto, no depende de las pérdidas de la red de distribución y del receptor satélite utilizado. Aunque sí que depende de la ganancia de la antena, el nivel de señal recibido también es fundamental para una buena C/N_o .

5.17. c) Amplificador de FI.

En el caso de que una instalación colectiva satélite esté completamente operativa, en el momento de comprobar el nivel de señal en la toma de usuario, el dispositivo encargado de alimentar el LNB de la instalación es el amplificador de FI. En las instalaciones individuales el propio receptor satélite puede alimentar el LNB.

5.18. b) Simulador de FI.

El simulador de FI genera tres señales de radiofrecuencia de la banda de FI para comprobar el buen funcionamiento de una instalación antes de tener operativa las antenas y el equipo de cabeza. Una vez operativa la instalación la medida de la calidad puede realizarse directamente con los canales recibidos.

5.19. b) 2.

5.20. a) Distribución en FI.

Actividades de aplicación

5.1. Recopilación de información.

Orientaciones

El objetivo de esta actividad práctica es recopilar y analizar la información sobre las emisiones de los operadores de telecomunicaciones por satélite, que será útil para la planificación e instalación de un sistema de recepción de la señal satélite.

La programación de los diferentes operadores varía de manera constante, ya que aparecen nuevas emisiones o existen emisiones que varían de frecuencias. Para estar siempre al día existen innumerables páginas web que permiten la consulta de las características técnicas de las emisiones.

Como ejemplo, en la siguiente dirección web, de Lyngsat, se puede encontrar información de los canales y programas que emiten los diferentes satélites:

<http://www.lyngsat.com>

Además, se puede encontrar información de los dos operadores que emiten canales en castellano en las direcciones web siguientes:

Hispasat: <http://www.hispasat.com>

ASTRA: <http://www.ses-astra.com>

5.2. Análisis de documentación técnica.

Orientaciones

El objetivo final es que el alumno identifique los diferentes tipos y las principales características de los elementos que forman parte de un sistema de recepción de la señal satélite.

El alumno debe obtener información a partir de los catálogos técnico-comerciales disponibles en el aula-taller o a partir de una búsqueda selectiva en Internet, de los diferentes elementos estudiados en este capítulo.

Para ello el estudio puede englobarse en las tres partes que forman una instalación: sistema captador, equipo de cabeza y la red.

5.3. Instalación individual satélite.

Orientaciones

El objetivo de esta actividad es que el alumno sea capaz de identificar los elementos que forman parte de una instalación satélite individual, justificando la necesidad o no de utilizar un equipo de amplificación en el sistema de cabeza.

a)

El tipo de antena satélite que se utiliza en la instalación es una antena de tipo offset. Este tipo de antena presenta la ventaja que debido a que su rendimiento es mayor, el diámetro necesario es más pequeño que en otro tipo de antenas.

b)

Partiendo de la base de que a la salida de la antena se obtiene un nivel de señal de 20 dBμV (S_i), el nivel de señal que se recibe en la toma de usuario es:

$$S_{o\ TOMA} = S_i + G_{LNB} - L_{CABLE} - L_{TOMA} = 20\ \text{dB}\mu\text{V} + 60\ \text{dB} - 0,28\ \text{dB/m} \cdot 20\ \text{m} - 4\ \text{dB} = 70,4\ \text{dB}\mu\text{V}$$

c)

La normativa especifica un nivel de señal satélite en la toma de usuario comprendido entre 47 dB μ V y 77 dB μ V, por lo que el nivel de señal recibido es adecuado sin la necesidad de utilizar un amplificador de FI.

d)

El PIRE del satélite y la ganancia de la antena utilizada determina el nivel de señal que se obtiene a la salida de la antena.

Según las especificaciones técnicas, la ganancia de la antena (G_{ANT}) es de 35,9 dB. El nivel de señal de salida de la antena (S_i):

$$\begin{aligned} P_r(\text{dBw}) &= \text{PIRE}(\text{dBw}) + G_R(\text{dB}) - L_{\text{MEDIO}}(\text{dB}) - \text{FC}(\text{dB}) = 52\ \text{dBw} + 35,9\ \text{dB} - 205,5\ \text{dB} - 2\ \text{dB} = \\ &= -119,6\ \text{dBw} \end{aligned}$$

$$S_i = -119,6\ \text{dBw} + 138,8\ \text{dB} = 19,2\ \text{dB}\ \mu\text{V}$$

Este valor es muy parecido al del enunciado inicial de la actividad por lo que el nivel de señal será muy parecido al calculado en el apartado b:

$$S_{o\ TOMA} = S_i + G_{LNB} - L_{CABLE} - L_{TOMA} = 19,2\ \text{dB}\mu\text{V} + 60\ \text{dB} - 0,28\ \text{dB/m} \cdot 20\ \text{m} - 4\ \text{dB} = 69,6\ \text{dB}\mu\text{V}$$

Consideraciones:

La atenuación desde un satélite hasta cualquier punto de nuestro país es prácticamente constante, aunque dependerá de la localización de ambos, aunque de manera aproximada podemos considerar una atenuación 205,5 dB sin cometer un error excesivo.

El PIRE del satélite se expresa en términos de dBw.

Para la conversión a dB μ V utilizaremos la expresión de equivalencia entre unidades:

$$\text{dB}\mu\text{V} = \text{dBw} + 138,8\ \text{dB}$$

e)

C/N_o en la toma de usuario de una instalación satélite depende básicamente del LNB utilizado y de la antena.

Considerando las características del LNB ($F_{LNB} = 0,3\ \text{dB}$), su temperatura de ruido es:

$$\begin{aligned} f_{LNB} &= 10^{F/10} = 10^{0,03} = 1,0715 \\ T_{LNB} &= T_o \times (f_{LNB} - 1) = 290 \times (1,0715 - 1) = 20,74\ \text{K} \end{aligned}$$

La temperatura equivalente de ruido del conjunto antena-LNB es:

$$T_e = T_A + T_{LNB} = 70\ \text{K} + 20,74\ \text{K} = 90,74\ \text{K}$$

La potencia de ruido equivalente a la salida (N_e) de la antena es:

$$N_e(\text{dBw}) = 10 \times \log(K \times T_e \times BW) = 10 \times \log(1,38 \times 10^{-23} \times 90,74 \times 36 \times 10^6) = -133,5\ \text{dBw}$$

Considerando la relación entre unidades:

$$N_e(\text{dB}\mu\text{V}) = N_e(\text{dBw}) + 138,8\ \text{dB} = -133,5\ \text{dBw} + 138,8\ \text{dB} = 5,3\ \text{dB}\mu\text{V}$$

$$C/N_o = S_i - N_e = 20\ \text{dB}\mu\text{V} - 5,3\ \text{dB}\mu\text{V} = 14,7\ \text{dB}$$

En el segundo caso:

$$C/N_o = S_i - N_e = 19,2 \text{ dB}\mu\text{V} - 5,3 \text{ dB}\mu\text{V} = 13,9 \text{ dB}$$

Con este valor se asegura la recepción de la señal satélite digital $C/N_{\text{QPSK}} \geq 11 \text{ dB}$, pero compromete la correcta recepción de la señal digital 8PSK que requiere una $C/N_{\text{QPSK}} \geq 14 \text{ dB}$.

5.4. Diseño de una instalación individual.

Orientaciones

El objetivo de esta actividad práctica es identificar las características técnicas de los elementos que forman parte de una instalación individual satélite.

Como complemento de la actividad de aplicación 5.3, el alumno debe redefinir las características de los componentes utilizados en la instalación individual, seleccionando componentes reales a partir de catálogos comerciales.

Se recomienda realizar el diseño para el lugar de residencia del alumno, previa elección del satélite deseado. Aunque la elección de los componentes puede realizarse a partir de los criterios de diseño estudiados en este capítulo, debido a la sencillez de este diseño puede optarse por el método de ensayo y error. Para ello, se debe seguir el siguiente proceso operativo:

- Selección del satélite e identificación del PIRE según el lugar de recepción.
- Selección de los componentes de la instalación.
- Cálculo del nivel de señal de salida de la antena. Si el nivel de señal es inadecuado, sustituir la antena por una de mayor ganancia.
- Cálculo del nivel de señal de salida de la toma de usuario.
- Se recomienda el cálculo de la relación C/N_o .

5.5. Orientación de un reflector parabólico.

Orientaciones

El objetivo de esta actividad es que el alumno identifique las correcciones que se deben realizar sobre el resultado del cálculo del azimut, de la elevación y del ángulo de polarización, en función de los componentes utilizados y el método de medida a realizar.

Los parámetros de orientación vienen determinados por el programa informático utilizado para su cálculo. Del análisis de la Figura 5.62, el resultado de los parámetros de orientación de un reflector a un satélite determinado es:

- Azimut: $155,9^\circ$
- Elevación: $39,5^\circ$
- Ángulo de polarización: $-17,7^\circ$

a) La medida de la brújula para orientar el reflector al satélite deseado, debe tener en cuenta la corrección por la declinación magnética de la ciudad de Girona, de aproximadamente $2,5^\circ \text{ O}$:

$$2,5^\circ \text{ O} = -2,5^\circ$$

$$\text{Medida de la brújula} = \text{Azimut} - \text{Declinación magnética} = 155,9^\circ - (-2,5^\circ) = 158,4^\circ$$

b) La medida del inclinómetro para orientar correctamente la antena:

A tratarse de un reflector de tipo offset es necesario corregir el valor de elevación según el ángulo especificado por el fabricante. En este caso, el ángulo de offset es de 26° .

Si se ajusta la elevación actuando sobre el ajuste de elevación situado en el soporte de la antena, el ángulo a aplicar es:

$$\text{Ajuste de elevación} = \text{Elevación} - \text{Offset} = 39,5^\circ - 26^\circ = 13,5^\circ$$

Si se ajusta la elevación mediante un inclinómetro situado sobre la base de la parábola:

$$\text{Inclinómetro} = 90^\circ - (\text{Elevación} - \text{Offset}) = 90^\circ - (39,5^\circ - 26^\circ) = 90^\circ - 13,5^\circ = 76,5^\circ$$

c)

El ángulo de polarización que se debe aplicar al LNB es de $-17,7^\circ$.

Para evitar las interferencias debido a la polarización cruzada de la polaridad contraria no deseada.

d)

Una vez realizada la orientación de la antena con el inclinómetro y con la brújula se realiza un ajuste fino con el mediador de campo hasta obtener el nivel de señal máximo, evitando las interferencias de la polaridad no deseada.

5.6. Búsqueda de información en la red.

Orientaciones

El operador Canal+ emite su programación por dos satélites diferentes. El objetivo de esta actividad es determinar las características que deben cumplir el LNB de la instalación para recibir de manera correcta toda la programación. La información necesaria para realizar esta actividad práctica se ha obtenido de Lyngsat, una página web con información sobre los diferentes satélites: <http://www.lyngsat.com>.

En concreto, para la consulta de la programación de cada satélite:

Satélite Hispasat: <http://www.lyngsat.com/hispa.html>

Satélite ASTRA: <http://www.lyngsat.com/astra19.html>

a)

El operador Canal+ emite su programación tanto por el satélite ASTRA 1KR/1L/1M/2C como por el satélite HISPASAT 1C-1D.

b)

Para cada satélite, el primer transpondedor y el último en el que se emite la programación de este operador se muestra en la Tabla siguiente.

Satélite	Transpondedor		Frecuencia	Polaridad
ASTRA	Primer transpondedor	50	10.729 MHz	V
	Último transpondedor	32	11.686 MHz	V
HISPASAT	Primer transpondedor	151	11.731 MHz	V
	Último transpondedor	93	12.456 MHz	V

(*) El resultado puede variar debido al continuo cambio de programación de los operadores y la reutilización de nuevos transpondedores.

A la vista de los resultados obtenidos de la tabla:

- Los dos satélites emiten la programación de Canal + en polarización vertical (V).
- El satélite ASTRA emite su programación en la banda baja satélite, mientras que el satélite HISPASAT lo realiza en la banda alta satélite.

- Para cada uno de los satélites, la programación de este operador se puede distribuir por la red de distribución utilizando un solo cable, con un LNB simple, ya que solo se utiliza una banda y una polaridad satélite.

Conclusión: En las instalaciones colectivas se puede distribuir la señal de TV satélite de este operador utilizando un solo cable, no siendo necesario además la utilización de un LNB universal, ya que toda la programación se encuentra en la misma polaridad de una de las bandas satélite.

5.7. Orientación de un reflector parabólico.

Orientaciones

En esta actividad práctica se debe realizar la orientación de un reflector parabólico para uno de los satélites presentes en el lugar de residencia del alumno. Después de realizar los cálculos necesarios para orientar el reflector parabólico, con la ayuda de los equipos adecuados, se debe realizar la correcta orientación del reflector, hasta que se observe la correcta recepción de los canales.

El resultado de esta actividad dependerá del lugar de residencia y del satélite deseado.

5.8. Protocolo de pruebas.

Orientaciones

El objetivo de esta actividad práctica es identificar los diferentes apartados que forman parte del protocolo de pruebas de una instalación para la captación y distribución de radiodifusión sonora y televisión satélite y realizar las medidas adecuadas para comprobar el correcto funcionamiento de la instalación.

Según el modelo propuesto de protocolo de pruebas para las instalaciones de ICT el apartado que debe cumplimentarse en esta actividad es el apartado 4 de dicho modelo: Captación y distribución de radiodifusión sonora y televisión satélite.

A continuación se muestra el extracto del apartado 4 del protocolo de pruebas para una instalación de ICT.

4. CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS SEÑALES DE TELEVISIÓN Y RADIODIFUSIÓN SONORA POR SATÉLITE. (Si existe).

4.1. Bases para las antenas parabólicas.

- ☐ Situación respecto a plano.
- ☐ Construcción de acuerdo al pliego de condiciones.

4.2. Cuando en la ICT se incorporen antenas parabólicas para la recepción de señales de satélite se deberá incluir:

Parábola orientada a:	Marca	Modelo	Características
Unidad exterior:	Marca	Modelo	Características
Equipos instalados en el RITS	Marca	Modelo	Características

4.3. Nivel de las señales que se reciben a la entrada y salida del amplificador de cabecera en tres frecuencias significativas de la banda y en toma de usuario y en los casos mejor y peor de cada ramal:

Frecuencia	Nivel de señal de entrada en cabecera según proyecto (dBμV)	Nivel de señal de salida en cabecera según proyecto (dBμV)	Nivel de señal de prueba en el mejor caso de cada ramal (dBμV/75 Ω)					Nivel de señal de prueba en el peor caso de cada ramal (dBμV/75 Ω)				
			Ramal					Ramal				
			1	2	3	4	...N	1	2	3	4	...N
1ª F.I.												
2ª F.I.												
3ª F.I.												

4.4. BER para señales de TV digital por satélite.

Se medirá la tasa de error, al menos, en los canales de televisión digital por satélite en el peor caso de cada ramal.

Frecuencia del canal	BER (ramal 1)	BER (ramal 2)	BER (ramal 3)	BER (ramal 4)	BER (ramal ...N)

5.9. Análisis de una instalación.

Orientaciones

El objetivo de esta actividad es identificar las principales diferencias que existen entre una instalación satélite y una instalación terrestre, así como identificar los parámetros de calidad que debe cumplir una instalación satélite.

El análisis de una instalación satélite parte de la base aprendida en el análisis de una instalación de TV terrestre, teniendo en cuenta el diferente margen de frecuencias. Por lo tanto, se deben identificar las características de los componentes utilizados en la banda de FI y la atenuación del cable coaxial en los dos extremos de esta banda, es decir, para una frecuencia de 850 MHz y para una frecuencia de 2.150 MHz.

a) Para el cálculo de las pérdidas de la red se deben identificar las características de los componentes utilizados en la banda de FI, así como la atenuación del cable coaxial en los extremos de esta banda. El cálculo de la atenuación que añade el cable coaxial, se realizará para una frecuencia de 850 MHz y para una frecuencia de 2.150 MHz.

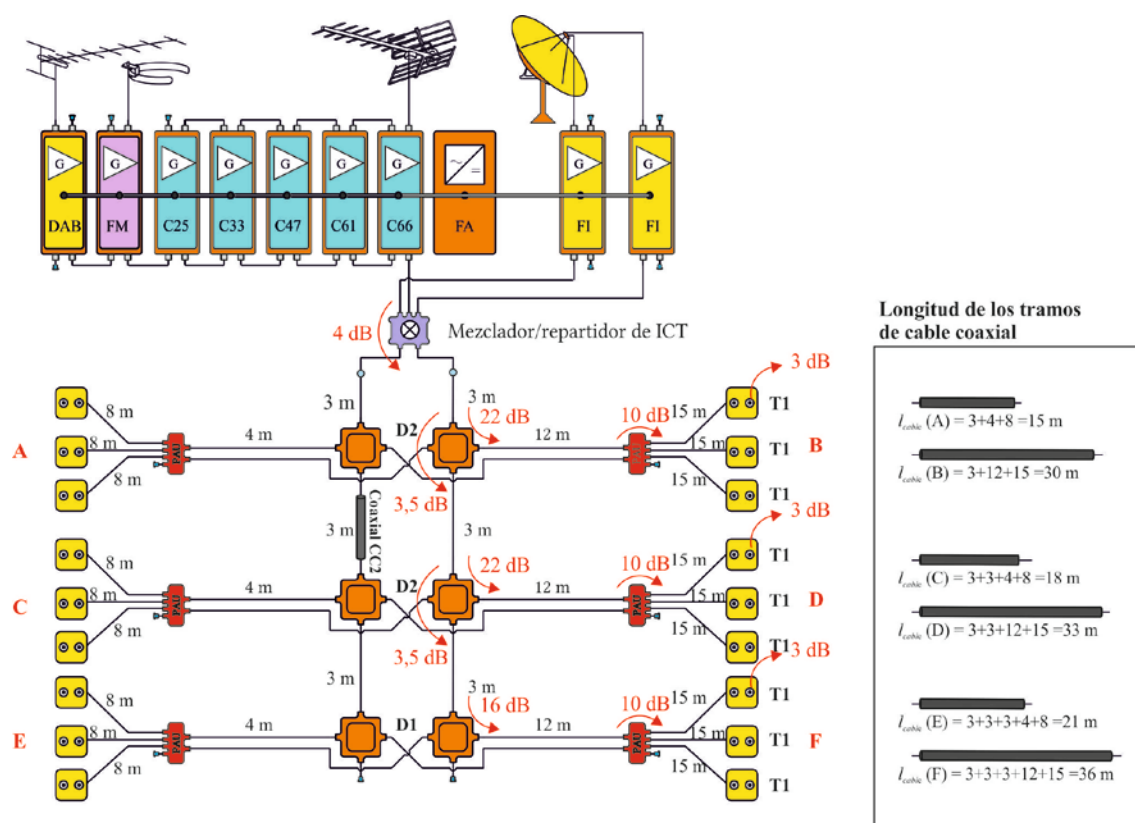
Los cálculos se realizarán a partir de las características de los componentes utilizados en el libro, recopilados en la tabla siguiente:

Fabricante: Televes

(*) Características de los componentes en la banda de FI.

Repartidor/mezclador ICT	Referencia	Pérdidas de inserción (dB)	
Repartidor-mezclador	M1	4 dB (FI) / 2 dB (UHF)	
Derivadores	Referencia	Pérdidas de inserción (dB)	Pérdidas de derivación (dB)
Planta 1ª	D1	3,8	16
Planta 2ª	D2	3,5	22
Planta 3ª	D2	3,5	22
Repartidor+PAU	Referencia	Pérdidas de inserción (dB)	
PAU	4 salidas	10 dB	
Toma de usuario	Referencia	Pérdidas de derivación (dB)	
Toma final	T1	---	3 dB
Cable coaxial	Referencia	Atenuación a 850 MHz	Atenuación a 2.150 MHz
Cable coaxial	CC2	14,6 dB/100 m	19,1 dB/100 m

En la figura siguiente se recopila la atenuación de los elementos que tiene que atravesar la señal de TV satélite.



Las características del cable coaxial utilizado son las siguientes:

- $L_{\text{CABLE}} (950 \text{ MHz}) = 14,6 \text{ dB}/100 \text{ m}$
- $L_{\text{CABLE}} (2.150 \text{ MHz}) = 19,1 \text{ dB}/100 \text{ m}$

El análisis de la red de distribución se resume en las tablas siguientes.

Atenuación del cable coaxial			
Toma	d(m)	$L_{\text{CABLE}} (950 \text{ MHz})$	$L_{\text{CABLE}} (2.150 \text{ MHz})$
A	15 m	2,2 dB	2,9 dB
B	30 m	4,4 dB	5,7 dB
C	18 m	2,6 dB	3,4 dB
D	33 m	4,8 dB	6,3 dB
E	21 m	3,1 dB	4,0 dB
F	36 m	5,3 dB	6,9 dB

Atenuación de la red a 950 MHz			
Toma	$L_{\text{COMPONENTES}} (\text{dB})$	$L_{\text{CABLE}} (\text{dB})$	$L_{\text{RED}} (\text{dB})$
A	$22+10+3=35 \text{ dB}$	2,2 dB	37,2
B	$22+10+3=35 \text{ dB}$	4,4 dB	39,4
C	$3,5+22+10+3=38,5 \text{ dB}$	2,6 dB	41,1
D	$3,5+22+10+3=38,5 \text{ dB}$	4,8 dB	43,3
E	$3,5+3,5+16+10+3=36 \text{ dB}$	3,1 dB	39,1
F	$3,5+3,5+16+10+3=36 \text{ dB}$	5,3 dB	41,3

Atenuación de la red a 2.150 MHz			
Toma	$L_{\text{COMPONENTES}} (\text{dB})$	$L_{\text{CABLE}} (\text{dB})$	$L_{\text{RED}} (\text{dB})$
A	$22+10+3=35 \text{ dB}$	2,9 dB	37,9
B	$22+10+3=35 \text{ dB}$	5,7 dB	40,7
C	$3,5+22+10+3=38,5 \text{ dB}$	3,4 dB	41,9
D	$3,5+22+10+3=38,5 \text{ dB}$	6,3 dB	44,8
E	$3,5+3,5+16+10+3=36 \text{ dB}$	4,0 dB	40,0
F	$3,5+3,5+16+10+3=36 \text{ dB}$	6,9 dB	42,9

La toma más desfavorable es la D, a 2.150 MHz, con 44,8 dB de atenuación.
La toma más favorable es la toma C, a 950 MHz, con 37,2 dB de atenuación.

La atenuación de la red estará comprendida, por lo tanto, entre estos dos valores:

$$37,2 \text{ dB} < L_{RED} < 44,8 \text{ dB}$$

b) El nivel de señal a que se debe ajustar el amplificador de FI para compensar las pérdidas de la red dependerá del nivel de señal deseado en las tomas de usuario, que en todo caso deben cumplir con la normativa:

Teniendo en cuenta la atenuación adicional que añade el mezclador-repartidor de ICT presente a la salida del amplificador de FI, de 4 dB, las pérdidas que deben compensarse (L'_{RED}) son:

$$37,2 \text{ dB} < L_{RED} < 44,8 \text{ dB}$$

$$37,2 \text{ dB} + 4 \text{ dB} < L_{RED} + L_{INSERCIÓN \text{ MEZCLADOR-REPARTIDOR DE ICT}} < 44,8 \text{ dB} + 4 \text{ dB}$$

$$41,2 \text{ dB} < L'_{RED} < 48,4 \text{ dB}$$

El nivel de señal en toma según la normativa:

$$S_{MÍN \text{ TOMA}} = 47 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$S_{MÁX \text{ TOMA}} = 77 \text{ dB}\mu\text{V}$$

El nivel de señal a que debe ajustarse el amplificador de FI

$$L'_{MÁX \text{ RED}} + S_{MÍN \text{ TOMA}} < S_o < L'_{MÍN \text{ RED}} + S_{MÁX \text{ TOMA}}$$

$$48,4 \text{ dB} + 47 \text{ dB}\mu\text{V} < S_o < 41,2 \text{ dB} + 77 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$95,4 \text{ dB}\mu\text{V} < S_o < 118,2 \text{ dB}\mu\text{V}$$

El nivel de salida del amplificador se debe ajustar en el margen de nivel de señal calculado anteriormente, pero sin superar el nivel de señal que puede suministrar el amplificador sin producir distorsión. Como criterio y sin tener en cuenta el nivel máximo de salida del amplificador de FI, ajustamos el nivel de salida a su nivel medio:

$$S_o = (118,2 \text{ dB}\mu\text{V} + 95,4 \text{ dB}\mu\text{V})/2 = 106,8 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Con este valor, el nivel de señal en las tomas de usuario estará comprendido entre estos dos valores siguientes, niveles de señal que cumplen con la normativa:

$$S_{TOMA \text{ MÁX}} = S_o - L'_{RED \text{ MÍN}} = 106,8 \text{ dB}\mu\text{V} - 41,2 \text{ dB} = 65,6 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$S_{TOMA \text{ MÍN}} = S_o - L'_{RED \text{ MÁX}} = 106,8 \text{ dB}\mu\text{V} - 48,4 \text{ dB} = 58,4 \text{ dB}\mu\text{V}$$

c)

Dependiendo del satélite a recibir deseado en la instalación y de las polaridades y bandas deseadas, el LNB debe ser adecuado. En este caso, se propone la selección del satélite HISPASAT, para recibir la señal de Canal+ y la señal de otra de las bandas y polaridades del mismo satélite. De esta manera se distribuyen dos señales satélite por la instalación, siendo necesaria la utilización de un LNB de dos salidas: se selecciona el LNB Offset Twin (2 salidas Ha/Va/Hb/Vb) de referencia 747802 del fabricante Televés.

Conversores LNB

REF.	DESCRIPCION	
OFFSET		
7475	LNB Offset Universal Ha/Va/Hb/Vb	Na
747701	LNB Offset Quattro Ha-Va-Hb-Vb	Na
747802	LNB Offset Twin (2 Salidas Ha/Va/Hb/Vb)	Na
761001	LNB Offset Quad (4 Salidas Ha/Va/Hb/Vb)	Na
7613	LNB Offset Octo (8 Salidas Ha/Va/Hb/Vb)	Na
7611	LNB Offset Monoblock (2 LNBs Universales)	G
2353	LNB Óptico 1310nm "FC/PC" G 72dB con Alimentador Offset	G
FOCO CENTRADO		
7494	LNB F.C. Quattro (Ha-Va-Hb-Vb)	G
2363	LNB Óptico 1310nm "FC/PC" G 72dB sin Alimentador	G



Referencia				7475	747701	7494	747802	761001	7611	7613	2353	2363
Frecuencia de entrada		GHz		10,7...12,75								
Frecuencia de salida		MHz		950...1950 (Banda Baja) / 1100...2150 (Banda Alta)							950...5450	
Longitud de onda		nm		-							1310	
Anclaje		Tipo		Offset		Foco Centrado		Offset		Foco Centrado		
Nº de salidas	Polaridad y banda	H	Baja	1	1	-	-	-	-	-		
			Alta	1	1							
		V	Baja	1	1							
			Alta	1	1							
	H/V	Baja	1	-	-	2	4	1	8	1		
		Alta										
Ganancia		dB		58	57	57	57	58	57	57	72	
Figura de ruido		dB		0,3		0,5		0,3		0,5		0,5
Osciladores locales		GHz		9,75 (0KHz - Banda Baja) / 10,6 (22KHz - Banda Alta)							9,75(Vertical) / 7,3 (Horizontal)	
Conector de salida		Tipo		F							FC/PC	
Tensión de alimentación		V _{dc}		12...20							12	
Consumo máximo		mA		90	190	320	170	180	120	230	<250	<350
Temperatura de trabajo		°C		-30...+60								

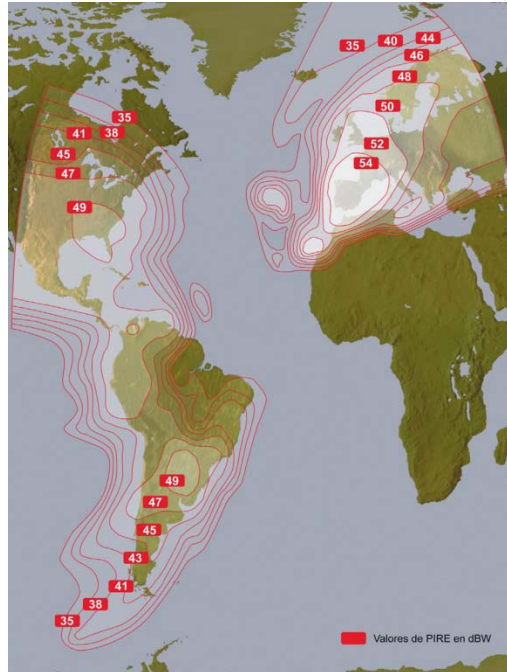
Este dispositivo tiene una ganancia (G_{LNB}) de 57 dB y una figura de ruido (F_{LNB}) de 0,3 dB.

d)

Conocido el PIRE del satélite, la frecuencia de emisión, la distancia del satélite y la potencia de ruido, se puede evaluar la ganancia de la antena necesaria para recibir la señal de TV para una C/N_0 deseada:

$$G_{ANT}(\text{dB}) > C/N_0 \text{ DESEADA}(\text{dB}) - \text{PIRE}(\text{dBw}) + L_{\text{MEDIO}} + FC(\text{dB}) + N_e$$

Como ejemplo, se calcula las características de la antena para recibir el satélite HISPASAT:



El PIRE de este satélite para cualquier localización de la península es de 54 dBw.

El ruido equivalente de entrada de la instalación depende del LNB seleccionado, que en nuestro caso tiene una figura de ruido de 0,3 dB. Su temperatura de ruido es:

$$f_{LNB} = 10^{F/10} = 10^{0,03} = 1,0715$$

$$T_{LNB} = T_0 \times (f_{LNB} - 1) = 290 \times (1,0715 - 1) = 20,74 \text{ K}$$

La temperatura equivalente de ruido del conjunto antena-LNB, sabiendo que T_A para este tipo de comunicaciones es de 70 K, es:

$$T_e = T_A + T_{LNB} = 70 \text{ K} + 20,74 \text{ K} = 90,74 \text{ K}$$

La potencia de ruido equivalente a la salida (N_e) de la antena, considerando el ancho de banda de un canal de TV satélite de 36 MHz, para tener en cuenta el caso más desfavorable, es:

$$N_e(\text{dBw}) = 10 \times \log(K \times T_e \times B_w) = 10 \times \log(1,38 \times 10^{-23} \times 90,74 \times 36 \times 10^6) = -133,5 \text{ dBw}$$

Considerando la relación entre unidades:

$$N_e(\text{dB}\mu\text{V}) = N_e(\text{dBw}) + 138,8 \text{ dB} = -133,5 \text{ dBw} + 138,8 \text{ dB} = 5,3 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Para garantizar la recepción de la señal satélite de TV-8PSK DVBS-2, es necesario asegurar una C/N_0 en la toma de usuario de 15 dB.

Consideramos una atenuación media del medio de transmisión de la señal satélite de 205,5 dB y un factor de seguridad FC de 2 dB:

$$G_R(\text{dB}) > C/N(\text{dB}) - \text{PIRE}(\text{dBw}) + L_{\text{MEDIO}} + FC(\text{dB}) + N_e(\text{dBw}) = 15 \text{ dB} - 54 \text{ dBw} + 205,5 \text{ dB} + 2 \text{ dB} - 133,5 \text{ dBw} = 35 \text{ dB}$$

Referencia		7902 / 790201	7903 / 790301
Dimensiones (An x Al)	mm	750 x 850	850 x 950
Ganancia	dB	38,5	39,5
Margen de frecuencia	GHz	10,7...12,75	
Ancho de haz (- 3 dB)	°	2,3	1,9
Relación f/D		0,6	
Límites ángulo elevación	°	10 – 80	
Peso aproximado	Kg	11	14,5
Carga al viento	130 Km/h	N	523,2
	150 Km/h		672
			719,4
			924

Se selecciona el modelo de referencia 7902, con una ganancia de 38,5 dB.

e)

El nivel de salida a la salida de la antena:

$$C \text{ (dBw)} = \text{PIRE (dBw)} + G_{\text{ANT}} \text{ (dB)} - L_{\text{MEDIO}} - \text{FC} = 54 + 38,5 - 205,5 - 2 = -115 \text{ dBw}$$

$$C \text{ (dB}\mu\text{V)} = -115 \text{ dBw} + 138,8 \text{ dB} = 23,8 \text{ dB}\mu\text{V}$$

El nivel de señal a la salida del LNB teniendo en cuenta que su ganancia es de 58 dB:

$$S_{o \text{ LNB}} = C \text{ (dB}\mu\text{V)} + G_{\text{LNB}} = 23,8 \text{ dB } \mu\text{V} + 57 \text{ dB} = 80,8 \text{ dB}\mu\text{V}$$

La distancia del equipo de captación y del equipo de cabecera es de 12 m, por lo que es necesario calcular la atenuación adicional del cable de bajada, que a 2.150 MHz (caso más desfavorable), es de 2,3 dB:

$$L_{\text{CABLE}} = 12 \text{ m} \times 0,191 \text{ dB/m} = 2,3 \text{ dB}$$

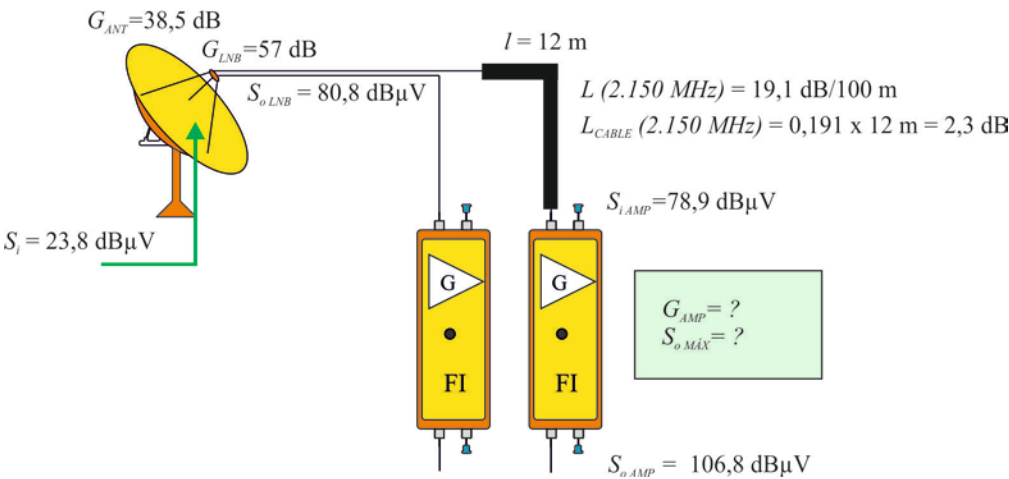
El nivel de señal a la entrada del amplificador es de:

$$S_{i \text{ AMP}} = S_{o \text{ LNB}} - L_{\text{CABLE}} = 80,8 \text{ dB}\mu\text{V} - 2,3 \text{ dB} = 78,5 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Si el nivel de salida del amplificador de FI se ajusta a 106,8 dB μ V la ganancia necesaria en el amplificador de FI es:

$$G_{\text{AMP}} = S_{o \text{ AMP}} - S_{i \text{ AMP}} = 106,8 \text{ dB}\mu\text{V} - 78,5 \text{ dB}\mu\text{V} = 28,3 \text{ dB}$$

En la figura siguiente se resume el cálculo.



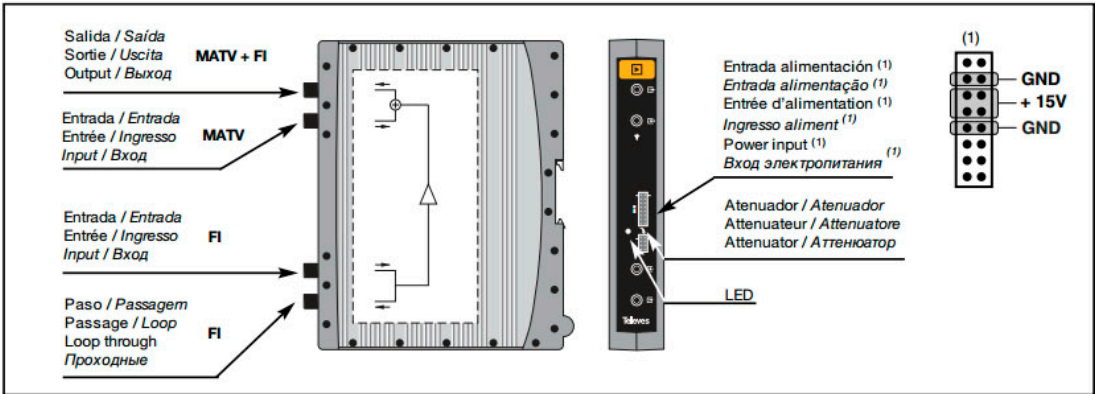
Se selecciona el amplificador de FI del fabricante Televes de referencia 5865.

Televes

SMATV

Central FI / Central FI
Amplif. FI / Central FI
IF Amplifier / Усилитель IF

Ref. / Мод. 5865



Características Técnicas	Características Técnicas	Caractéristiques Techniques	
AMPLIFICADOR FI	CENTRAL FI	AMPLIFICATEUR FI	
Margen frecuencia	Margem frequência	Marge fréquence	(MHz) 950 ... 2150
Ganancia (950 MHz)	Ganho (950 MHz)	Gain (950 MHz)	(dB) 35 ± 2
Ganancia (2150 MHz)	Ganho (2150 MHz)	Gain (2150 MHz)	(dB) 40 ± 3
Atenuación	Atenuação	Attenuation	(dB) 20
Tensión salida	Tensão saída	Voltage sortie	(dBμV) > 123 typ (121 min)
Pérdidas en paso FI	Perdas passagem FI	Pertes de puiss. FI	(dB) < 1 typ (2 max)
Pérdidas retorno FI entrada	Perd. retorno FI entrada	Pertes retour FI entrée	(dB) 10 typ
Pérdidas retorno FI salida	Perd. retorno FI saída	Pertes retour FI sortie	(dB) 10 typ
Consumo máximo	Consumo max.	Consommation max.	(mA) 200
PASO MATV	PASSAGEM MATV	PASSAGE MATV	
Margen frecuencia	Margem frequência	Marge fréquence	(MHz) 47 ... 862
Pérdidas (47-862 MHz)	Perdas (47-862 MHz)	Pertes (47-862 MHz)	(dB) 1,5
Pérdidas retorno	Perdas retorno	Pertes retour	(dB) > 7,5 typ
Índice de protección	Índice protecção	Indice protection	IP20

El nivel de salida máximo del amplificador seleccionado es de 123 dBμV. Si suponemos que el sistema amplifica 24 transpondedores satélite (valor típico), el máximo nivel de señal que puede suministrar el amplificador sin distorsión es de 112,8 dBμV.

$$R = 7,5 \cdot \log(N - 1) = 7,5 \cdot \log(24 - 1) = 10,2 \text{ dB}$$

$$S'_{o \text{ MÁX}} = S'_{o \text{ MÁX}} - R = 123 - 10,2 = 112,8 \text{ dBμV}$$

El amplificador de FI seleccionado debe permitir, teniendo en cuenta la reducción por número de canales, un nivel de salida de 106,5 dBμV. Como no se supera los 112,8 dBμV, la señal de salida no presentará distorsión por intermodulación de los canales de entrada.

Actividades de ampliación

5.1.

La órbita geostacionaria es aquella donde están colocados todos los satélites geosíncronos de comunicaciones, que 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.

5.2.

Aunque todos los satélites comerciales emiten a la misma frecuencia (10,7-12,75 MHz), no se interfieren las emisiones de cada uno de ellos en el punto de recepción porque cada satélite se encuentra en una posición orbital diferente y se utilizan antenas muy directivas orientadas a cada satélite.

5.3.

Hay diferentes sistemas de encriptación, los más utilizados en Europa son:

- **Eurocrypt.** Sistema de codificación utilizado en asociación con el estándar de difusión MAC. Utilizado por un gran número de canales de TV nórdicos. A su desarrollo para TV digital se le denomina Viaccess. .
- **Mediaguard:** Sistema de acceso condicional desarrollado y comercializado por SECA.
- **Nagravision:** Tipo de codificación utilizado para las emisiones de TV satélite y por cable, especialmente las de Canal + y el resto de canales desarrollados en su entorno.

Existen diferentes versiones de la codificación Nagravision, siendo la que actualmente se utiliza Nagravision 3.

5.4.

La ganancia de un reflector depende de los siguientes parámetros:

$$G = 10 \log \left(\frac{4\pi S \eta}{\lambda^2} \right)$$

- Cuanto mayor sea la superficie (S) del reflector, mayor será la cantidad de radiación concentrada y, por lo tanto, la ganancia de la antena.
- De la longitud de onda (λ) y, por lo tanto, de la frecuencia (f). Un reflector tendrá más ganancia a frecuencias altas que a las bajas.
- Del rendimiento (η).

Paraninfo

A igualdad de condiciones una antena de tipo offset tiene mayor ganancia, ya que su rendimiento es mayor.

El rendimiento determina el porcentaje de la energía que incide en la parábola y se dirige al foco de la misma. El rendimiento de un reflector de foco centrado es más pequeño que la de reflector de tipo offset debido a las sombras que provocan los soportes del LNB.

5.5.

Los componentes de distribución de una instalación individual o colectiva por distribución en FI deben estar preparados para transmitir la señal en el margen de frecuencia de 950 a 2.150 MHz (FI). En ocasiones también deben permitir el paso de corriente CC para controlar o alimentar determinados dispositivos.

5.6.

Los pasos necesarios para instalar y orientar una parabólica al satélite deseado son:

- Elección del satélite a recibir y determinación de su posición orbital.
- Determinación de las coordenadas geográficas del lugar de instalación.
- Cálculo de los parámetros de orientación de la antena: azimut, elevación y ángulo de polarización.
- Aplicación de los factores de corrección adecuados si es necesario: ángulo de offset y declinación magnética.
- Ajuste de la elevación, del azimut y del ángulo de polarización (ajuste de *skew*) con ayuda de la brújula y el inclinómetro.
- Ajuste fino de la antena con ayuda del medidor de campo.

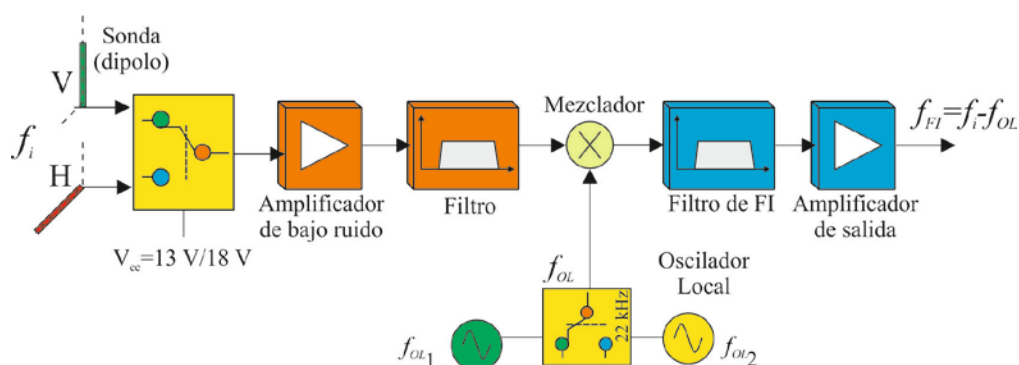
5.7.

Las diferentes polaridades y bandas de un satélite se pueden seleccionar mediante tonos y niveles de tensión. Los dispositivos más modernos también pueden controlarse mediante el protocolo DiSEqC

5.8.

a) La principal función de un LNB es recoger la débil señal concentrada por el reflector parabólico, rechazar la polarización no deseada y convertir la señal recibida por la antena en una señal eléctrica comprendida en el margen de FI (950-2.150 MHz).

b) Un diagrama de bloques típico es el de la figura siguiente.



5.9.

La siguiente tabla recoge las principales ventajas e inconvenientes de los diferentes sistemas de distribución.

Sistema de distribución	Ventajas	Inconvenientes
a) Sistema de distribución en FI.	Sólo es necesario un módulo receptor (amplificador de FI) para la distribución de los canales, el número de canales que se puede distribuir es elevado y el sistema es de muy bajo coste, incluso cuando el número de usuarios es reducido	Necesita un receptor de satélite por cada toma de usuario.
b) Sistema de distribución mediante repartidores conmutables.	Permite distribuir de manera simultánea diferentes polaridades, bandas y satélites, donde cada usuario puede elegir la señal del cable de baja que desee.	Es un sistema caro y sólo puede utilizarse en instalaciones colectivas pequeñas.
c) Transmodulación QPSK-QAM.	Es posible convertir un canal satélite digital en otro terrestre (UHF) también digital, manteniendo la información intacta.	Es necesario utilizar un decodificador QAM, de las mismas características de los utilizados en TV por cable.
d) Transmodulación QPSK-COFDM.	No es necesario un receptor satélite para recibir los canales de satélite.	Se pierden las características principales de las modulaciones digitales: se pierde eficiencia espectral, la televisión digital utiliza multiplexación de programas para cada canal, por lo que se necesita un transmodulador QPSK-PAL para cada programa y se pierde la información de servicio digital, como por ejemplo la guía electrónica de programas.
e) Procesadores FI-FI.	Se aprovechan los huecos de una banda satélite para aumentar el número de canales distribuidos. Permite reordenar y filtrar el espectro a voluntad.	Complica la instalación del equipo de cabecera.

5.10.

Los **transmoduladores** son dispositivos que realizan un cambio de modulación de la señal recibida.

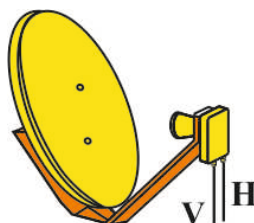
Para distribuir la señal de TV satélite existen dos tipos diferentes de transmoduladores:

- Transmodulador QPSK/QAM.
- Transmodulador QPSK/COFDM.

5.11.

a)

Por el tipo de LNB utilizado, se reciben y se distribuyen dos salidas, en este caso dos polaridades del satélite sintonizado.

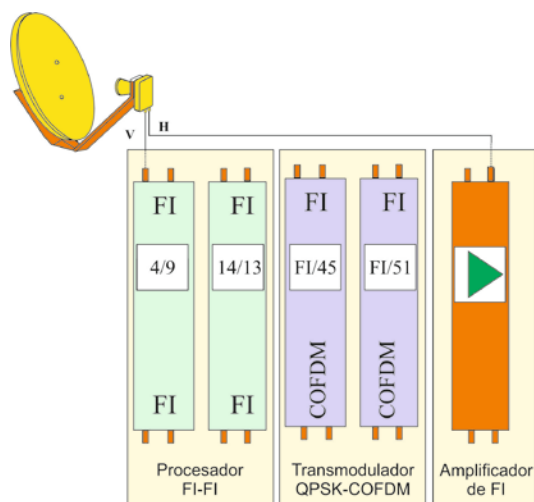


b)

El tipo de LNB utilizado es un LNB de doble polaridad que tiene dos salidas y no cubre toda la banda.

c)

El equipo de cabeza satélite, tal y como se muestra en la figura, está formado por tres tipos diferentes de unidades internas: procesadores de FI-FI, transmoduladores QPSK-COFDM y un amplificador de FI.



El procesador de FI-FI convierte cualquier canal dentro de la banda 950-2.150 MHz en otro de la misma banda, de manera que podemos reordenar y filtrar el espectro a voluntad.

El transmodulador QPSK-COFDM realiza un cambio de modulación de la señal de entrada, convirtiendo un canal satélite digital modulado en QPSK en la banda de FI, en un canal digital terrestre modulado en COFDM en la banda de UHF.

El amplificador de FI amplifica la señal de entrada sin realizar ninguna modificación en frecuencia ni en tipo de modulación.

d)

La señal recibida por la antena es de bajo nivel, por lo que los canales distribuidos en FI se deben amplificar para compensar las pérdidas que introduce la red. Además, los equipos de cabecera que realizan procesamiento de la señal, como por ejemplo los transmoduladores y procesadores, suministran un nivel de salida bastante limitado, normalmente entorno a los 80 dBμV, por lo que también será necesario amplificarlos.

e)

Distribución mediante procesadores FI-FI

Dos de los transpondedores digitales seleccionados (4 y 14) de la polaridad V del satélite se procesan y se distribuyen en la banda de FI pero en una frecuencia diferente. El objetivo es aprovechar dos de los huecos de la polaridad H para distribuir la señal con el resto de transpondedores de dicha polaridad. Por lo tanto, es necesario utilizar un receptor satélite en la toma de usuario para poder visualizar estos canales.

Distribución mediante en FI

Toda la polaridad H del satélite se distribuye en la banda de FI sin sufrir ningún procesamiento, de manera que en la toma de usuario es necesario utilizar un receptor satélite en la toma de usuario para poder visualizar estos canales.

Distribución mediante Transmodulación de canales QPSK/COFDM.

Paraninfo

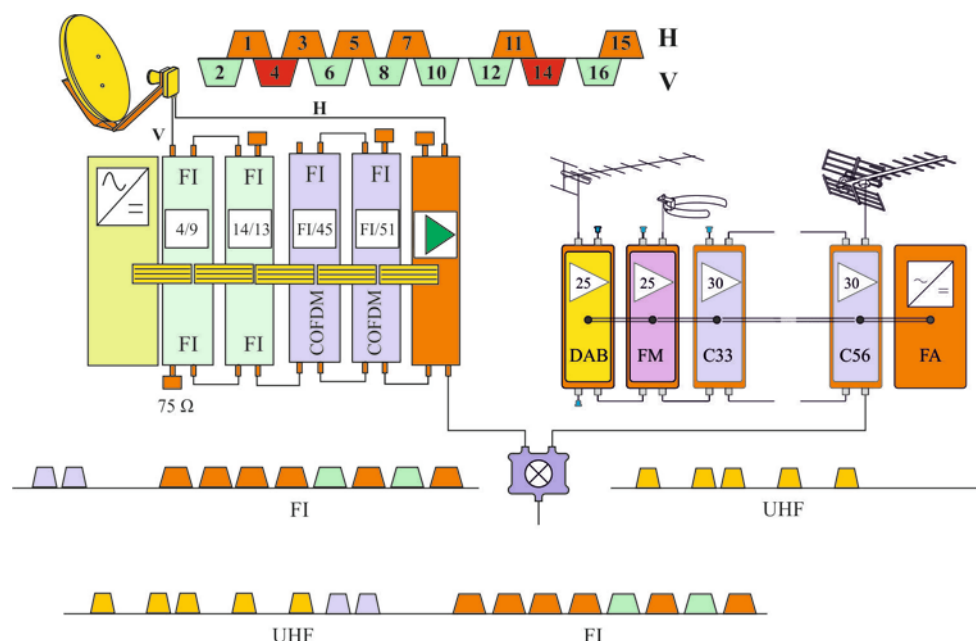
Dos de los transpondedores seleccionados de la polaridad V del satélite se distribuyen en la banda UHF utilizando una modulación COFDM, por lo tanto, no es necesario utilizar un receptor satélite en la toma de usuario para poder visualizar estos canales, ya que se utiliza la misma modulación que los canales de televisión digital terrestre.

f)

Es necesario mezclar las señales de cada cabecera para distribuirlos por el mismo cable. Recordar que esta solución no es compatible con la ICT ya que solo se distribuye un cable de bajada.

g)

Dependiendo del fabricante y del modelo seleccionado el modo de conexión puede diferir, pero es común que la mayoría de equipos utilicen la técnica de automezcla en Z, de manera que al tiempo que se realiza la amplificación y/o el procesamiento de la señal se distribuya la señal mezclada al resto de equipos de la instalación. Una posible solución se muestra en la figura siguiente.



5.12.

Satélite ASTRA

Los parámetros de orientación de un reflector de foco centrado, para recibir el satélite ASTRA en la ciudad de Castellón son:

- Posición orbital del satélite: $L' = 19,2^\circ E$
- Coordenadas del lugar de instalación (Castellón):
 - Latitud (θ): $39,59^\circ N \rightarrow \theta = +39,59^\circ$
 - Longitud (L): $0,02^\circ O \rightarrow L = -0,02^\circ$
- Diferencia de la longitud de lugar de instalación y la longitud del satélite (δ):
 - $\delta = -0,02 - 19,2^\circ = -19,22^\circ$
- Cálculo del Azimut:

$$A = 180^\circ + \arctg\left(\frac{\operatorname{tg} \delta}{\operatorname{sen} \theta}\right) = 180^\circ + \arctg\left(\frac{\operatorname{tg}(-19,32^\circ)}{\operatorname{sen} 39,59^\circ}\right) = 180^\circ + \arctg\left(\frac{-0,35}{0,637}\right) = 180^\circ + \arctg(-0,5495) = 180^\circ + (-28,79) = 151,21^\circ$$

- Cálculo de la elevación:

$$\beta = \arccos(\cos \theta \cdot \cos \delta) = \arccos[(\cos(39,59^\circ) \cdot \cos(-19,22^\circ))] = \arccos(0,7277) = 43,3^\circ$$

$$E = \arctg\left(\frac{\cos \beta - \rho}{\operatorname{sen} \beta}\right) = \arctg\left(\frac{\cos 43,3^\circ - 0,152}{\operatorname{sen} 43,3^\circ}\right) = \arctg\left(\frac{0,5758}{0,6858}\right) = \arctg(0,8395) = 40,01^\circ$$

- Distancia del satélite al lugar de instalación:

$$d \text{ (km)} = 35.786 \sqrt{1 + 0,41999 (1 - \cos \beta)} = 37.776 \text{ Km}$$

Las correcciones a realizar dependerán de los instrumentos utilizados y del método de orientación. Como el reflector utilizado es de foco centrado no existe corrección por offset.

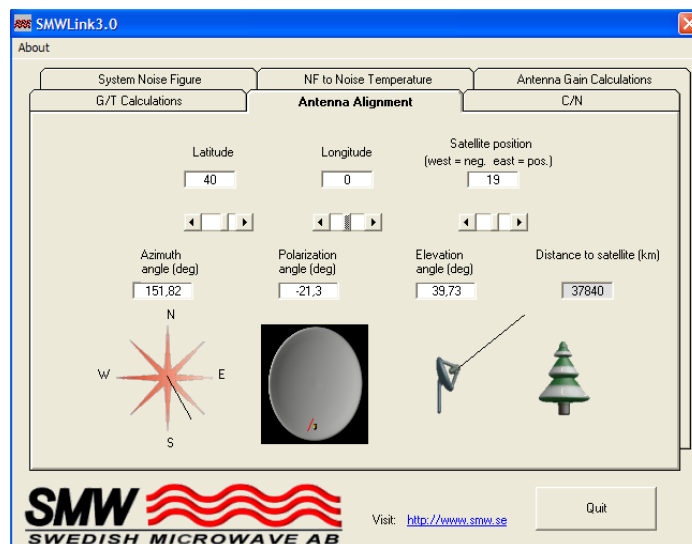
- Parámetros y correcciones a realizar en la elevación:

- Elevación (E): 40°
- Medida del inclinómetro ($H=90^\circ - E$): $90^\circ - 40^\circ = 50^\circ$

- Parámetros y correcciones a realizar en el Azimut:

- Azimut: $151,21^\circ$
- Corrección azimut debido a la declinación magnética: -4° (mapa: 4° O).
- Medida de la brújula: $151,21^\circ - (-4^\circ) = 156,21^\circ$

La figura muestra la utilización de software para el cálculo de los parámetros de orientación del reflector parabólico:



Satélite Hispasat

Los parámetros de orientación de un reflector de foco centrado, para recibir el satélite Hispasat en la ciudad de Castellón son:

- Posición orbital del satélite: $L' = 30^\circ$ O = -30°

- Coordenadas del lugar de instalación (Castellón):

- Latitud (θ): $39,59^\circ \text{ N} \rightarrow \theta = +39,59^\circ$
- Longitud (L): $0,02^\circ \text{ O} \rightarrow L = -0,02^\circ$

- Diferencia de la longitud de lugar de instalación y la longitud del satélite (δ):

- $\delta = -0,02^\circ - (-30^\circ) = +30^\circ$ (aproximadamente)

- Cálculo del Azimut:

$$A = 180^\circ + \arctg\left(\frac{\text{tg}\delta}{\text{sen}\theta}\right) = 180^\circ + \arctg\left(\frac{\text{tg}(30^\circ)}{\text{sen}39,59^\circ}\right) = 180^\circ + \arctg\left(\frac{0,577}{0,637}\right) = 180^\circ + \arctg(0,9063) = 180^\circ + (42,18^\circ) = 222,19^\circ$$

- Cálculo de la elevación:

$$\beta = \arccos(\cos\theta \cdot \cos\delta) = \arccos[\cos(39,59^\circ) \cdot \cos(30^\circ)] = \arccos(0,6674) = 48,13^\circ$$
$$E = \arctg\left(\frac{\cos\beta - \rho}{\text{sen}\beta}\right) = \arctg\left(\frac{\cos 48,13^\circ - 0,152}{\text{sen}48,13^\circ}\right) = \arctg\left(\frac{0,5154}{0,7447}\right) = \arctg(0,6921) = 34,69^\circ$$

- Distancia del satélite al lugar de instalación:

$$d \text{ (km)} = 35.786 \sqrt{1 + 0,41999 (1 - \cos\beta)} = 38.203 \text{ Km}$$

Las correcciones a realizar dependerán de los instrumentos utilizados y del método de orientación. Como el reflector utilizado es de foco centrado no existe corrección por offset:

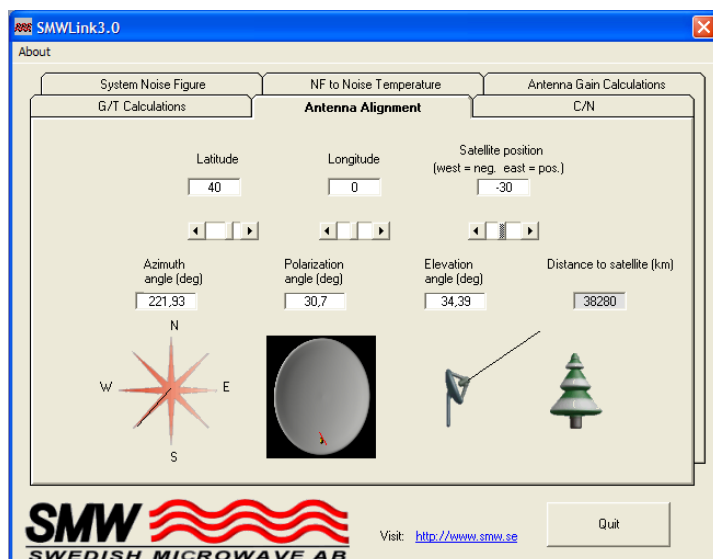
- Parámetros y correcciones a realizar en la elevación:

- Elevación (E): $34,69^\circ$
- Medida del inclinómetro ($H=90^\circ-E$): $90^\circ - 34,69^\circ = 55,31^\circ$

- Parámetros y correcciones a realizar en el Azimut:

- Azimut: $222,19^\circ$
- Corrección azimut debido a la declinación magnética: -4° (mapa: 4° O).
- Medida de la brújula: $222,19^\circ - (-4^\circ) = 226,19^\circ$

La figura muestra la utilización de software para el cálculo de los parámetros de orientación del reflector parabólico:



5.13.

Con un desajuste de 90° en el ángulo de polarización, el LNB captaría la polarización contraria.

5.14.

a)

Será necesario utilizar dos antenas diferentes, una por cada satélite.

Cada antena se orientará al satélite deseado. Por cada satélite solo se distribuye una banda y polaridad por lo que se utiliza un LNB simple. También puede utilizarse un LNB universal alimentado de manera adecuada para seleccionar la banda y polaridad deseada.

b)

Para distribuir la señal de TV satélite se utiliza un amplificador de FI, ya que es un amplificador de banda ancha que amplifica todos los canales recibidos de la banda y la polaridad deseada.

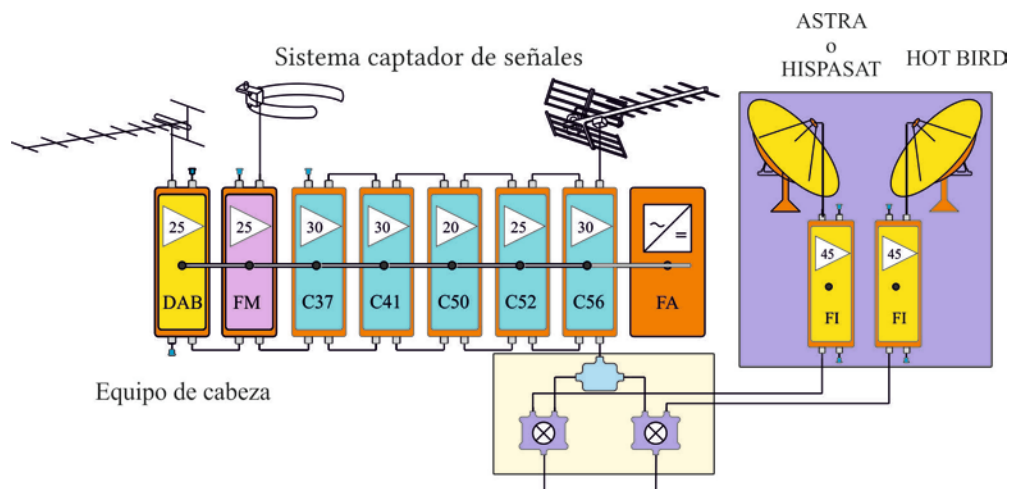
Se necesitan dos amplificadores de FI, uno por satélite.

c)

Aunque no es obligatorio distribuir la señal de TV satélite en una ICT, sí que es necesario dejar preparada la instalación para su distribución futura. El conjunto repartidor-dos mezcladores es el conjunto encargada de distribuir la señal de TV terrestre y satélite por cada una de los ramales de la red de distribución de una ICT.

d)

No, solo es necesario instalar las antenas y los amplificadores de FI y conectarlos a la entrada del mezclador correspondiente. El esquema resultante se muestra en la figura.



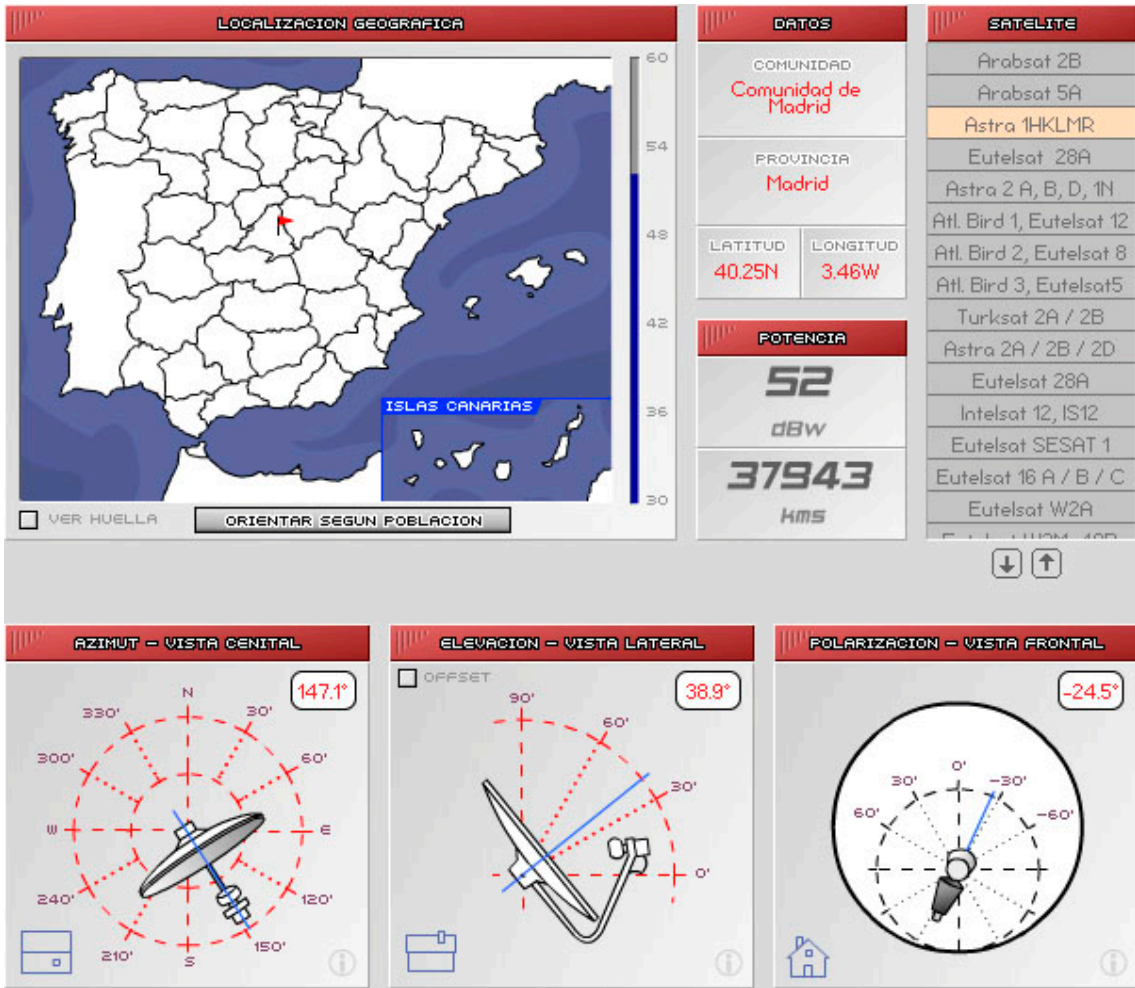
e)

No, ya que la red de la ICT está preparada para distribuir la señal en el margen de frecuencias de 5 MHz a 2.150 MHz.

5.15.

Se necesita conocer las coordenadas geográficas del lugar de instalación y la posición orbital del satélite ASTRA. Conocidos estos dos parámetros, mediante la ayuda de una herramienta informática calculamos los parámetros de orientación y aplicamos las correcciones necesarias.

Las coordenadas de la ciudad de Madrid son 40,24° N y 3,41° O, mientras que la posición orbital del satélite es de 19,2° E. Este último dato el programa lo utiliza internamente cuando se selecciona el satélite ASTRA 1HKLMR, que es el que difunde la señal de la plataforma de Canal + para nuestro país.



A partir de los datos obtenidos y de las características de los equipos utilizados calculamos los datos que necesitamos para orientar la antena al satélite. El ángulo de offset del reflector utilizado es de 25° y la declinación magnética de la ciudad de Madrid es de 5° O.

Satélite ASTRA	Posición orbital	19,2° E = +19,2°
Emplazamiento geográfico de la antena receptora	Latitud	40,24° N = + 40,24°
	Longitud	3,41° O = -3,41°
Elevación	Elevación (E)	38,9°
	Corrección elevación por offset (O)	25° (dato fabricante)
	Elevación real que hay que aplicar (E'= E-O)	38,9° - 25° = 13,9°
	Medida del inclinómetro (H)	90° - 13,9° = 76,1°
Azimut	Azimut	147,1°
	Corrección azimut debido a la declinación magnética	5° O = -5°
	Medida de la brújula	147,1° - (-5°) = 152,1°
Ángulo de polarización		-24,5°

5.16.

Un simulador de frecuencia intermedia es un dispositivo que genera señales de radiofrecuencia de la banda de FI, generalmente tres tonos: en el inicio de la banda (960 MHz), en el centro (1.550 MHz) y al final de la banda (2.140 MHz).

La utilidad del simulador de FI es la posibilidad de comprobar el buen funcionamiento de una instalación antes de tener operativa las antenas y el equipo de cabecera.

5.17.

a)

Se trata de un LNB simple, ya que solo tiene una salida y no se puede seleccionar la banda ni la polaridad.

b)

La primera señal pertenece a la banda baja satélite (10,7-11,7 GHz), mientras que las otras 2 se corresponden a la banda alta (11,7-12,75 GHz)

c)

La frecuencia del oscilador local (f_{OL}) es de 9.750 MHz. La salida del LNB se produce por la mezcla de la señal del oscilador local con la señal de entrada: $f_o = f_i - f_{OL}$

La frecuencia de la señal de salida para cada una de las señales de entrada solicitadas es:

$$\begin{aligned}f_i = 10.743 \text{ MHz} &\rightarrow f_o = f_i - f_{OL} = 10.743 \text{ MHz} - 9.750 \text{ MHz} = 993 \text{ MHz} \\f_i = 11.811 \text{ MHz} &\rightarrow f_o = f_i - f_{OL} = 11.811 \text{ MHz} - 9.750 \text{ MHz} = 2.061 \text{ MHz} \\f_i = 11.950 \text{ MHz} &\rightarrow f_o = f_i - f_{OL} = 11.950 \text{ MHz} - 9.750 \text{ MHz} = 2.200 \text{ MHz}\end{aligned}$$

d)

El LNB está preparado para distribuir la banda baja satélite. El filtro de salida del LNB solo deja pasar las señales de la banda de FI (950-2.150 MHz), de manera que el resto serán eliminadas.

La señal de $f_i = 10.743 \text{ MHz}$ se convierte a una señal de FI y se distribuye por la salida.

Las otras dos señales, al pertenecer a la banda alta deberían eliminarse y no estar presente a la salida. En cambio, la señal de $f_i = 11.811 \text{ MHz}$ se distribuye a la salida, ya que cae dentro del ancho de banda de FI.

Esto es debido a que el ancho de banda de FI de $2.150 \text{ MHz} - 950 \text{ MHz} = 1.200 \text{ MHz}$ es mayor que el ancho de banda satélite ($11.700 \text{ MHz} - 10.700 \text{ MHz} = 1.000 \text{ MHz}$) por lo que siempre habrá parte de la otra banda que se distribuya.

En cambio la señal de $f_i = 11.950 \text{ MHz}$ se elimina y no se distribuye a la salida del LNB.