



1 Las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (ICT)

Contenidos

- 1.1. El reglamento de ICT
- 1.2. Topología de una instalación con ICT
- 1.3. La red de alimentación
- 1.4. La red de distribución
- 1.5. La red de dispersión
- 1.6. La red interior de usuario
- 1.7. Requisitos de seguridad entre instalaciones
- 1.8. Cálculo de las canalizaciones

Los servicios de infraestructuras de telecomunicaciones se distribuyen por toda la edificación mediante un sistema de cableado (cable coaxial, de pares, fibra óptica). Este cableado discurre por unas canalizaciones (tubos o canales) que hacen la función de soporte y protección.

Objetivos

- Estudiar el reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones.
- Conocer los elementos que intervienen en las instalaciones de telecomunicaciones.
- Saber planificar la distribución de las canalizaciones que integran las redes de instalaciones de telecomunicaciones.
- Realizar el montaje de las canalizaciones que integran las redes de instalaciones de telecomunicaciones.
- Distribuir los diferentes registros en función del tipo de red.
- Aprender a calcular y dimensionar los diferentes elementos que intervienen en las instalaciones.

1.1. El reglamento de ICT

Toda la reglamentación sobre las infraestructuras de telecomunicaciones se rige por una legislación.

1.1.1. Reglamentación sobre los técnicos y las empresas instaladoras de telecomunicaciones

Los titulados en **Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados** que se obtiene con los estudios del ciclo de grado superior **Sistemas Electrotécnicos y Automatizados** se pueden establecer como **empresa instaladora de telecomunicaciones**.

La empresa instaladora de telecomunicaciones será la encargada de la realización de las obras de la ICT conforme a las especificaciones del proyecto técnico. Una vez finalizada dicha ejecución la empresa instaladora que ha ejecutado la obra, entregará un **boletín de instalación** como garantía de que esta se ajusta al proyecto técnico. Además, la empresa instaladora cumplimentará y firmará el **protocolo de pruebas** realizado para comprobar la correcta ejecución de la instalación. Se puede ver el modelo de este protocolo en el anexo V de la Orden ICT/1644/2011 del 10 de junio.

Existen diferentes tipos de empresa instaladora de telecomunicaciones en función del trabajo a realizar:

- Tipo A: infraestructuras de telecomunicación en edificios o conjuntos de edificaciones no definidas en el tipo F.
- Tipo B: instalaciones de sistemas de telecomunicaciones.
- Tipo C: instalaciones de sistemas audiovisuales.
- Tipo D: instalaciones de centros emisores de radiocomunicaciones.
- Tipo E: instalaciones de telecomunicación en vehículos móviles.
- Tipo F: instalaciones de infraestructuras de telecomunicación de nueva generación y de redes de telecomunicaciones de control, gestión y seguridad en edificaciones o conjuntos de edificaciones.

Para ser instalador autorizado se debe inscribir en el Registro de Empresas Instaladoras de Telecomunicación, el cual está adscrito a la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones, mediante una **declaración responsable** indicando que se cumplen los requisitos establecidos para su ejercicio y que dispone de la documentación que acredita su cumplimiento. Los requisitos son los siguientes:

- a) **Cualificación técnica adecuada.** En el caso de persona física ser titulado competente, y en el caso de persona jurídica, que lo sea, al menos, uno de los

titulares de la empresa que deberá contar con una participación mínima del 20 % del capital social o contar entre el personal laboral contratado con uno o varios titulados competentes.

Será titulado competente el que esté en posesión de un título, universitario o de formación profesional, que acredite conocimientos en la instalación o mantenimiento de equipos o sistemas de telecomunicación, en nuestro caso Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados que proporciona este ciclo.

- b) **Disponibilidad de los medios técnicos apropiados** que, por orden ministerial, se determinen. Por ejemplo, para el tipo F, que es el más corriente, son: multímetro, medidor de tierra, medidor de aislamiento y medidor de intensidad de campo con pantalla y posibilidad de realizar análisis espectral y medidas de tasa de error sobre señales digitales QPSK y COFDM, simulador de frecuencia intermedia (5-2150 MHz), medidor selectivo de potencia óptica y testeador de fibra óptica monomodo para FTTH, equipo para empalme o conectorización en campo para fibra óptica monomodo y analizador/certificador para redes de telecomunicación de categoría 6 o superior.
- c) **Tener contratado un seguro** de responsabilidad civil subsidiaria o de la responsabilidad civil que pueda corresponder, cuya cobertura mínima sea de 300 000 euros por siniestro, que cubra los posibles daños que pudieran causar.
- d) **Estar al corriente de las obligaciones tributarias** y para con la Seguridad Social.
- e) Haber realizado el **pago de la tasa por inscripción** en el registro de empresas instaladoras de telecomunicación.

1.1.2. Reglamentación sobre las instalaciones

A la hora de realizar un edificio, este debe cumplir con una serie de requisitos relacionados con los servicios de telecomunicaciones (telefonía, televisión, internet, etcétera).

Al conjunto de todos estos elementos se le denomina **ICT (Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones)**. Aparte de todos estos servicios, la ICT también engloba la obra civil necesaria para prestar estos servicios junto con su instalación eléctrica.

La forma de recibir todos estos servicios está regulada por normativa, de tal manera que el técnico debe conocer y cumplir dicha legislación.

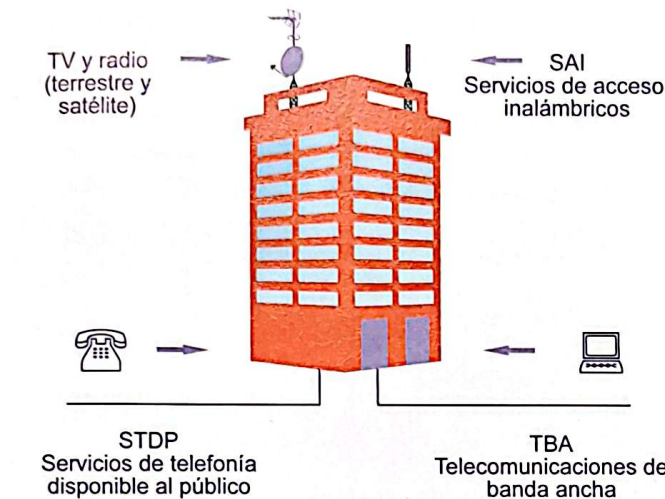


Figura 1.1. Conjunto de servicios de telecomunicaciones necesarios en un edificio.

El reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones se publicó mediante el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo. Este reglamento se compone de 15 artículos y 5 anexos que lo complementan.

Esta normativa se aplicará a todos los edificios de uso residencial o no, sean o no de nueva construcción, que estén acogidos, o deban acogerse, al régimen de propiedad horizontal. También se aplicará a los edificios que hayan sido o sean arrendados por plazo superior a un año, salvo los que alberguen una sola vivienda.

El reglamento establece un mecanismo de consulta e intercambio de información entre el proyectista de la ICT y los operadores de telecomunicación (Movistar, Orange, Vodafone, etc.) de la zona para saber qué infraestructuras y servicios de telecomunicación van a tener utilidad y para confirmar la ubicación de la arqueta de entrada.

Se entregará al usuario final un manual de usuario de la instalación ejecutada. Se incluirá el mantenimiento e inspección de las ICT. Las inspecciones técnicas de edificaciones de más de 30 años de antigüedad se llevarán a cabo cada 10 años. Se realizará una introducción al hogar digital y la tramitación telemática del boletín de la instalación.

Estéticamente el reglamento mejorará el aspecto visual de acumulación de antenas en azoteas y de cableado en las fachadas de los edificios.



Figura 1.2. Edificio con varias antenas.

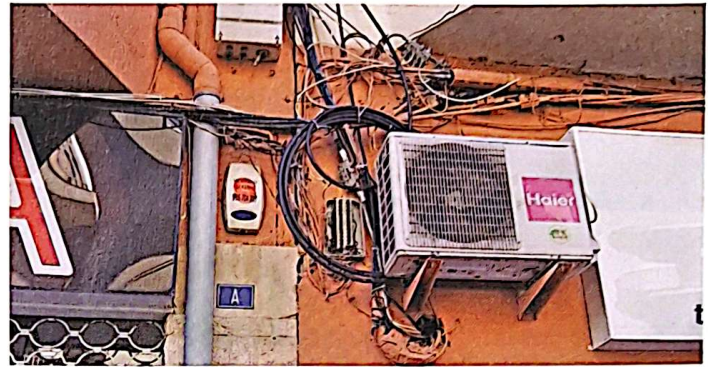


Figura 1.3. Tendido del cableado por fachada.

Este reglamento se compone de 15 artículos y 5 anexos que lo complementan.

Reglamento de ICT

Artículo 1. Objeto.

Artículo 2. Definiciones.

Artículo 3. Ámbito de aplicación.

Artículo 4. Normativa técnica aplicable.

Artículo 5. Obligaciones y facultades de los operadores y de la propiedad.

Artículo 6. Adaptación de instalaciones existentes y realización de instalaciones individuales.

Artículo 7. Continuidad de los servicios.

Artículo 8. Consulta e intercambio de información entre el proyectista de la ICT y los diferentes operadores de telecomunicación.

Artículo 9. Proyecto técnico.

Artículo 10. Ejecución del proyecto técnico.

Artículo 11. Equipos y materiales utilizados para configurar las instalaciones.

Artículo 12. Colaboración con la Administración.

Artículo 13. Conservación de la ICT e inspección técnica de las edificaciones.

Artículo 14. Hogar digital.

Artículo 15. Régimen sancionador.

Anexo I. Norma técnica de ICT para la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y TV, procedentes de emisiones terrestres y de satélite.

Anexo II. Norma técnica de ICT para el acceso a servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público y de banda ancha.

Anexo III. Especificaciones técnicas mínimas de las edificaciones en materia de telecomunicaciones.

Anexo IV.

- Sección 1. Inspección técnica de las ICT.
- Sección 2. Documento normalizado para la realización del mantenimiento de las ICT.
- Sección 3. Documentos normalizados para la realización del análisis documentado y del estudio técnico de las ICT.

Anexo V. Hogar digital.

SABÍAS QUE...

El reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones está publicado en el BOE (RD 346/2011) y disponible en la web: www.boe.es.

1.2. Topología de una instalación con ICT

El reglamento de ICT se aplica a todos los edificios y conjuntos inmobiliarios que tengan más de una vivienda o a los que se alquilen por más de un año, salvo los que alberguen una sola vivienda.

A grandes rasgos, en un edificio, las señales se reciben desde el exterior (mediante cableado o vía ondas), se procesan en unos equipos colocados en unos recintos para luego distribuirlas mediante unas canalizaciones que van de planta a planta y a lo largo de cada planta hasta cada vivienda.

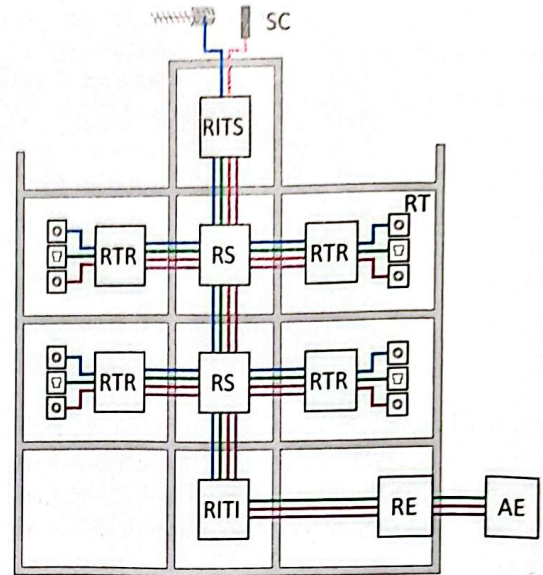


Figura 1.4. Esquema general de una ICT.

Detallando esta forma de distribución se obtiene el esquema general de una instalación con ICT, la cual se compone de las partes indicadas en la Figura 1.5 y que viene recogido en el anexo III del reglamento.

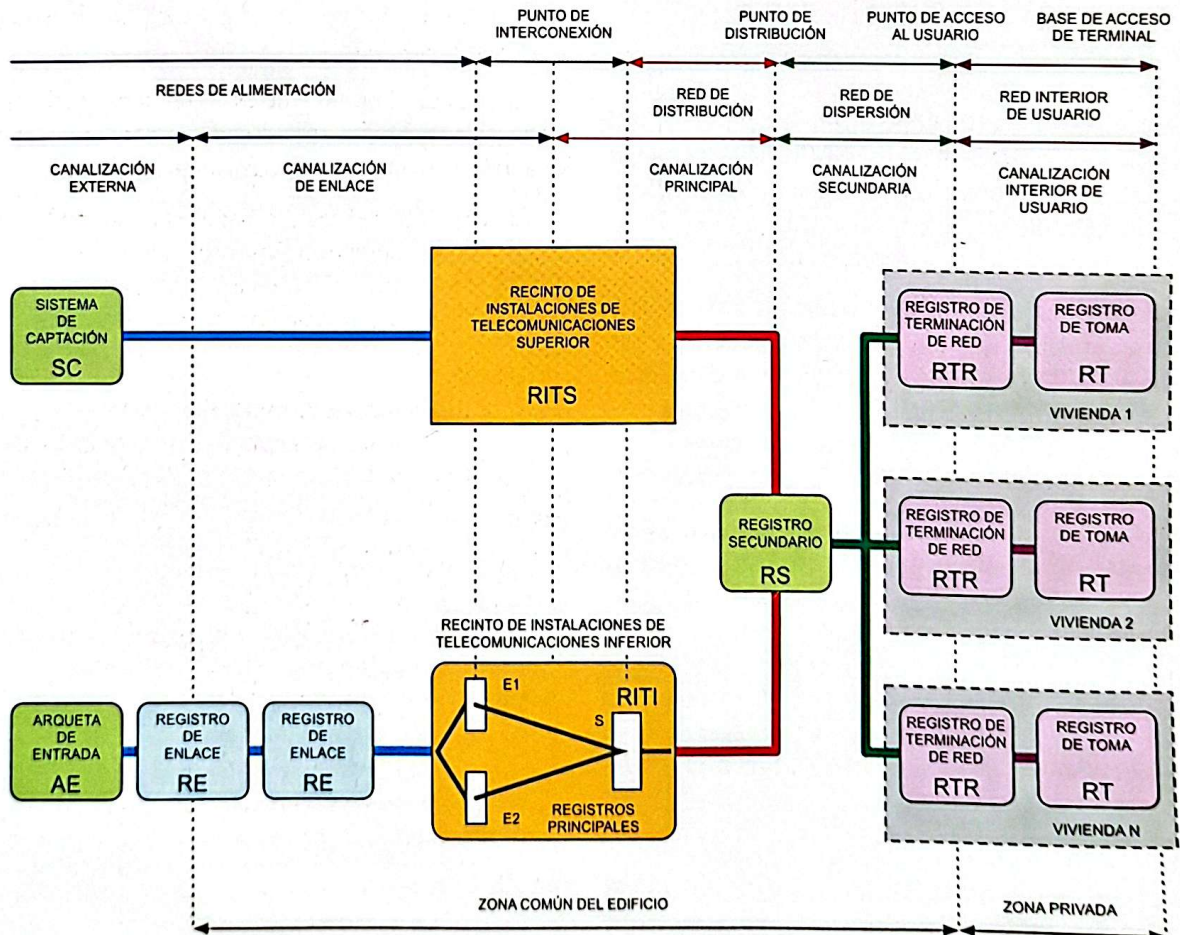


Figura 1.5. Esquema general de una ICT.



La distribución según las redes es la siguiente:

- **Redes de alimentación.** Se introducen en la ICT por la parte inferior de la edificación a través de la arqueta de entrada y de las canalizaciones externa y de enlace hasta el RITI. Son propiedad de los operadores.
- **Red de distribución.** Lleva a cada planta las señales de la ICT. La infraestructura que la soporta está compuesta por la canalización principal, que une los recintos de instalaciones de telecomunicación inferior (RITI) y superior (RITS) y por los registros principales.
- **Red de dispersión.** Se encarga, en cada planta, de llevar las señales de los servicios de telecomunicación hasta el PAU. La infraestructura que la soporta está formada por la canalización secundaria y los registros secundarios.
- **Red interior de usuario.** Su función es distribuir las señales de los servicios de telecomunicación desde el PAU a las bases de acceso de terminal (BAT). La infraestructura que la soporta está formada por la canalización interior de usuario y los registros de terminación de red y de toma.

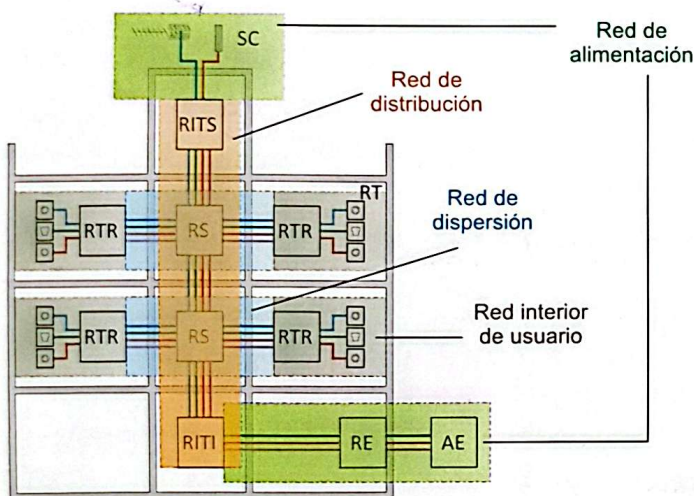


Figura 1.6. Redes en una ICT.

Los distintos puntos de referencia que intervienen en la instalación son:

- **Punto de interconexión o de terminación de red.** Es el lugar donde se produce la unión entre las redes de alimentación de los distintos operadores con la red de distribución de la ICT de la edificación. Se encuentra situado en el interior de los recintos de instalaciones de telecomunicación.
- **Punto de distribución.** Es el lugar donde se produce la unión entre las redes de distribución y de dispersión de la ICT de la edificación. Habitualmente se encuentra situado en el interior de los registros secundarios.

- **Punto de acceso al usuario (PAU).** Son los lugares donde se produce la unión de las redes de dispersión e interiores de cada usuario de la ICT de la edificación. Se encuentran situados en el interior de los registros de terminación de red.
- **Base de acceso de terminal (BAT).** Es el punto donde el usuario conecta los equipos terminales que le permiten acceder a los servicios de telecomunicación que proporciona la ICT de la edificación. Se encuentra situado en el interior de los registros de toma.

La titularidad de los distintos elementos que conforman la ICT se establece de la siguiente manera:

- **Zona exterior.** En ella se encuentra la arqueta de entrada y la canalización externa.
- **Zona común.** Donde se sitúan todos los elementos de la ICT comprendidos entre el punto de entrada general y los puntos de acceso al usuario (PAU).
- **Zona privada.** Comprende todos los elementos de la ICT de la red interior de los usuarios.

1.3. La red de alimentación

La red de alimentación es la encargada de conectar los servicios de telecomunicación del interior del edificio con los proveedores de dichos servicios (telefonía, internet, televisión, radio, etcétera).

La entrada al edificio de estas señales de telecomunicación se puede realizar por dos vías: mediante canalización subterránea o mediante ondas electromagnéticas.

La **arqueta** es el recinto por el cual entran los servicios de telecomunicaciones de los diferentes operadores a la red de ICT de la edificación. Se encuentra en el exterior de la edificación y su construcción corresponde a la propiedad de la edificación.

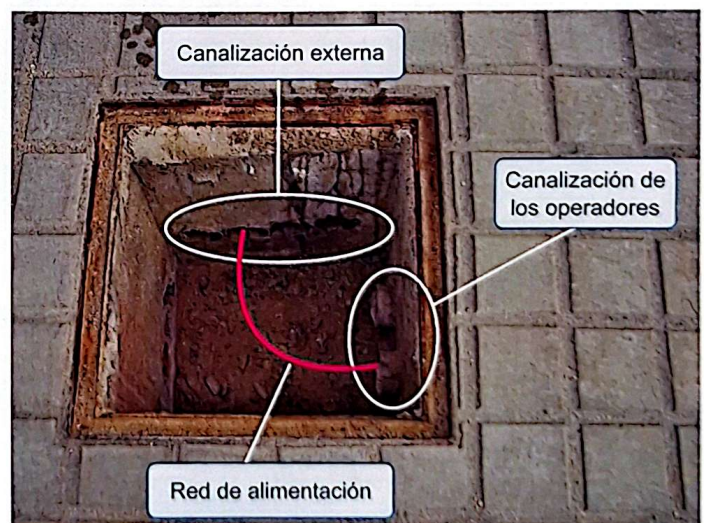


Figura 1.7. Arqueta de entrada.

SABER MÁS

Las arquetas deben soportar una serie de esfuerzos en función de dónde estén instaladas, según la norma UNE-EN-124.

Tabla 1.1. Arqueta de entrada

Clase	Carga	Empleo
A15	15 kN	Zonas verdes, peatones y ciclistas
B125	125 kN	Aceras, zonas peatonales
C250	250 kN	Arcenes, cunetas, aparcamientos
D400	400 kN	Calzadas de carreteras
E600	600 kN	Zonas de cargas elevadas

Para ICT estas deben ser de, al menos, clase B125 figurando en la tapa las siglas ICT y deben poseer un grado de protección IP 55 con cierre de seguridad.

Los elementos relacionados con la arqueta de entrada son:

1. Arqueta de entrada.
2. Canalización externa.

3. Registro de enlace inferior.
4. Canalización de enlace inferior.

En función del número de PAU (punto de acceso al usuario) se dimensionará la arqueta, dándose los casos que se especifican en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2. Dimensiones de la arqueta de entrada

N.º de PAU	Dimensiones en mm (longitud x anchura x profundidad)
Hasta 20	400 x 400 x 600
De 21 a 100	600 x 600 x 800
Más de 100	800 x 700 x 820

Actividad resuelta 1.1

¿Qué dimensiones mínimas interiores tendrá una arqueta de entrada para 75 PAU?

Solución:

Según la Tabla 1.2, 600 x 600 x 800 mm (longitud x anchura x profundidad).

N.º PAU	Tubos	Utilización
Hasta 4	3	2 TBA + STDP, 1 reserva
5 - 20	4	2 TBA + STDP, 2 reserva
21 - 40	5	3 TBA + STDP, 2 reserva
> 40	6	4 TBA + STDP, 2 reserva

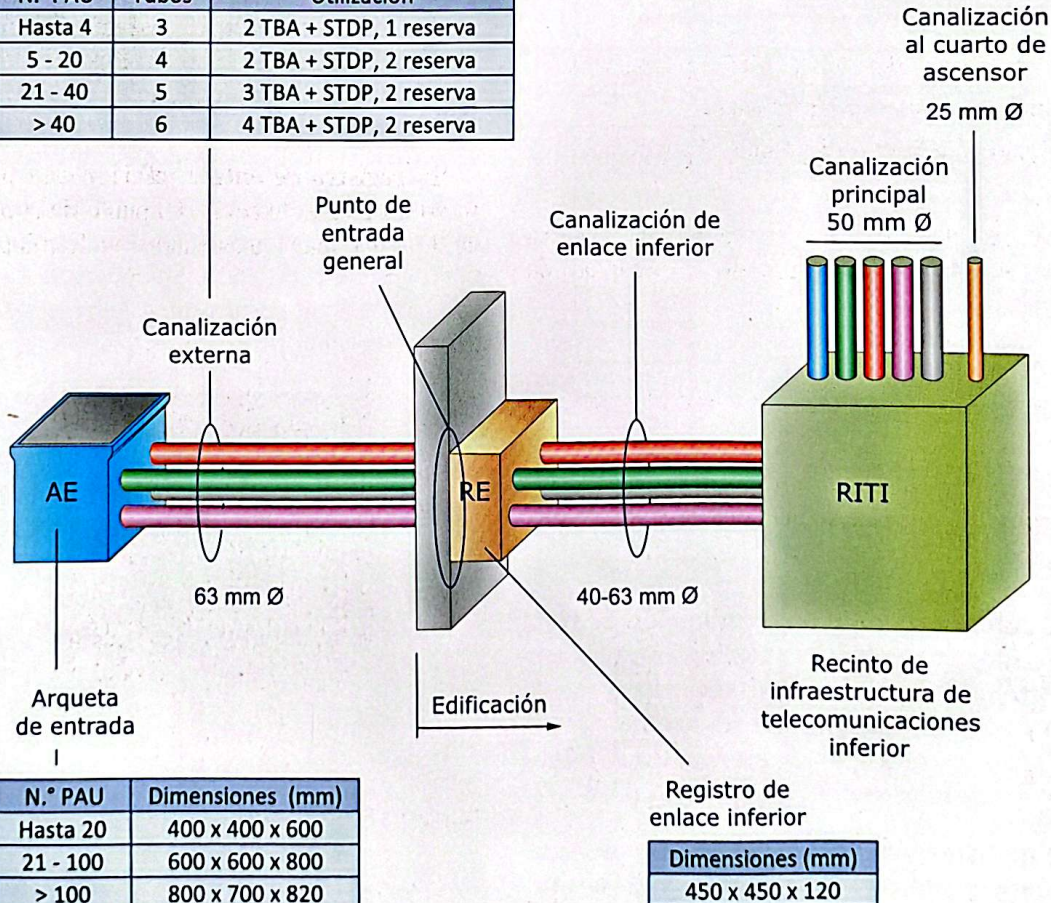


Figura 1.8. Red de alimentación.



Existen casos excepcionales donde no es posible la colocación de la arqueta (por insuficiencia de espacio de la acera o por prohibición). Aquí se podrá colocar un registro de dimensiones mínimas de 400 × 600 × 300 mm. Si tampoco fuese posible, se colocará un pasamuros que coincidirá en su parte interna con el registro de enlace inferior.

La **canalización externa** está constituida por los tubos que discurren por la zona exterior de la edificación. Estos tubos tienen unas dimensiones de 63 mm de diámetro y el número de tubos mínimo a instalar depende del número de PAU (Tabla 1.3).

Tabla 1.3. Número de tubos de la canalización exterior y su utilización

N.º de PAU	N.º de tubos	Utilización de los tubos
Hasta 4	3	2 TBA + STDP, 1 reserva
De 5 a 20	4	2 TBA + STDP, 2 reserva
De 21 a 40	5	3 TBA + STDP, 2 reserva
Más de 40	6	4 TBA + STDP, 2 reserva

Actividad resuelta 1.2

¿Cuántos tubos llevaría la canalización externa en un edificio de 75 PAU? ¿Cuál sería su diámetro y utilización?

Solución:

6 tubos de 63 mm Ø, siendo 4 TBA +STDP, y 2 reserva.

TBA = Telecomunicaciones de banda ancha.

STDP = Servicios de telefonía disponible al público.

Se colocarán registros de paso con unas dimensiones mínimas de 400 × 400 × 400 mm cuando se dé alguno de los siguientes casos:

- Cada 50 m de longitud.
- En el punto de intersección de dos tramos rectos no alineados.
- Dentro de los 600 mm antes de una intersección en un solo tramo de dos que se encuentren (radio mínimo de curvatura de intersección de 350 mm).

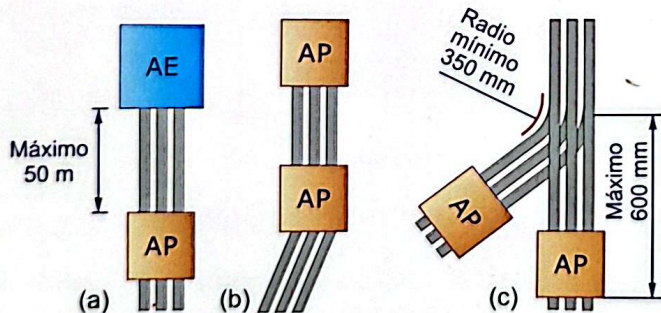


Figura 1.9. Casos en la colocación de arquetas de paso.

Actividad resuelta 1.3

¿Cuántas arquetas de paso se intercalarán en una canalización externa de 60 m y qué dimensiones tendrán estas arquetas de paso?

Solución:

$60 \text{ m} / 50 = 1,2$. Se instalará una arqueta de paso de $400 \times 400 \times 400 \text{ mm}$.

El **punto de entrada general** es el elemento pasamuros que permite la entrada a la edificación de la canalización externa. Debe permitir el paso de los tubos de 63 mm de diámetro.

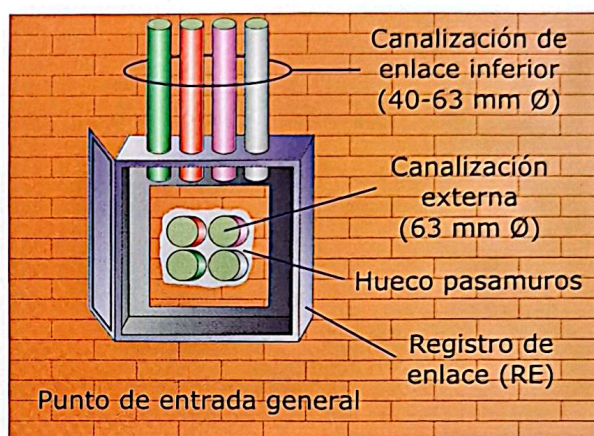


Figura 1.10. Punto de entrada general.

El **registro de enlace inferior** está situado en el lado interior de la edificación del punto de entrada general y da continuidad hacia la canalización de enlace.

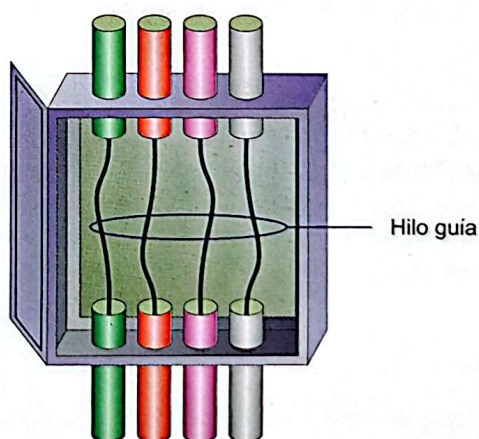


Figura 1.11. Detalle de los hilos guía.

Del registro de enlace inferior parte una canalización, llamada **canalización de enlace inferior**, hasta un registro denominado RITI.

Esta canalización se puede realizar mediante tubo o mediante canales, con las siguientes características:

- **Tubos.** Será de la misma cantidad de tubos que en la canalización externa, con un diámetro entre 40 y 63 mm dependiente del número y diámetro de los cables que aloja y considerando una ocupación máxima del 50 %. Los tubos de reserva serán iguales a los de mayor diámetro.
- **Canales.** Dispondrán de cuatro espacios independientes, en una o varias canales, con una superficie útil mínima de 335 mm².

La sección útil de cada espacio (S_i) se determinará según la fórmula:

$$S_i \geq C \times S_j$$

Siendo:

$C = 2$ para cables coaxiales y $C = 1,82$ para el resto de cables.

S_j = Suma de la sección de los cables que se instalen en ese espacio.

Actividad resuelta 1.4

¿Cuántos tubos tendrá la canalización de enlace inferior de un edificio, si su canalización externa es de 5 tubos de 63 mm de diámetro? ¿Qué dimensiones y utilización tendrán los tubos?

Solución:

5 tubos de 40 a 63 mm de diámetro exterior (dependiendo de la ocupación máxima de los tubos, que no será superior al 50 %). La utilización será idéntica a la principal, es decir, 3 de TBA + STDP y 2 de reserva.

Todos los tubos de las canalizaciones de ICT, estén vacíos o no, deben contar con un **hilo guía** (Figura 1.11) para facilitar las tareas de mantenimiento. Dicha guía será de alambre de acero galvanizado de 2 mm de diámetro o cuerda plástica de 5 mm de diámetro, sobresaldrá 200 mm en los extremos de cada tubo y deberá permanecer aun cuando se produzca la primera o siguientes ocupaciones de la canalización. En este último caso, los elementos de guiado no podrán ser metálicos.

Si la canalización se realiza mediante tubo, se instalarán **registros de enlace** en los siguientes casos:

- Cada 30 m de longitud en canalización empotrada y 50 m de longitud en canalización por superficie.
- Cada 50 m de longitud en canalización subterránea para tramos totalmente rectos.

- En el punto de intersección de dos puntos rectos no alineados.
- En un cambio de dirección. Con un radio de giro mínimo de 350 mm y 600 mm antes de la intersección.

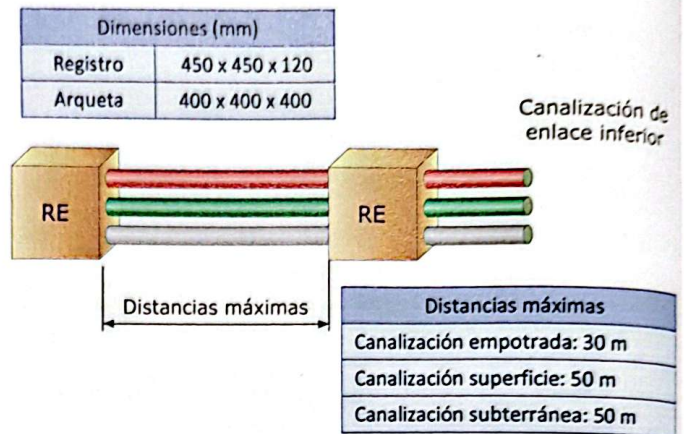


Figura 1.12. Separación entre registros de enlaces o arquetas.

Actividad resuelta 1.5

En una canalización de enlace inferior de 52 m, realizada con tubos empotrados, ¿cuántos registros de enlace se colocarán?

Solución:

$52/30 = 1,73$; es decir, un registro.



Figura 1.13. Registro de enlace inferior. (Cortesía de IDE).

Las dimensiones mínimas de estos registros serán de 450 x 450 x 120 mm para registros en pared y de 400 x 400 x 400 mm en el caso de las arquetas.



Si la entrada de señales se realiza mediante ondas radioeléctricas (señales de televisión, radio, etc.), el sistema captador se sitúa sobre el tejado o azotea y acceden al edificio mediante un pasamuros. El sistema captador estará formado por antenas de RTV (radio y televisión) y antenas SAI (servicio de acceso inalámbrico).

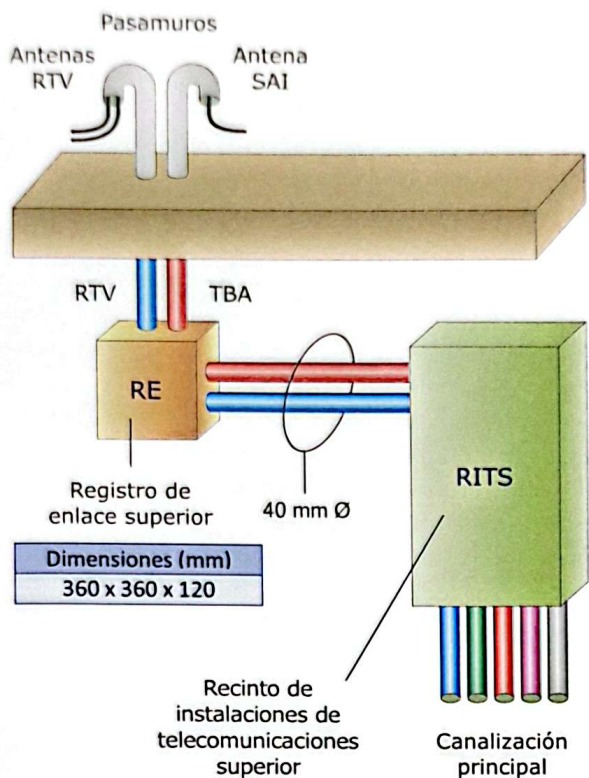


Figura 1.14. Canalización de enlace superior.

Esta canalización de enlace superior puede ser de dos tipos:

- Tubo. Se emplearán dos tubos de 40 mm de diámetro.
- Canal y bandeja. De 3000 mm² con dos compartimentos.

Cuando sea necesario, se podrán colocar registros de enlace en los mismos casos que la canalización de enlace inferior y con unas dimensiones mínimas de 360 x 360 x 120 mm.

1.4. La red de distribución

Una vez que las señales de telecomunicaciones entran en el edificio o red de ICT, tanto a través de la canalización de enlace inferior como superior, estas llegan a unos recintos.

La red de distribución debe discurrir por las zonas comunes de la edificación. Su construcción, mantenimiento y titularidad corresponden a la propiedad de la edificación.

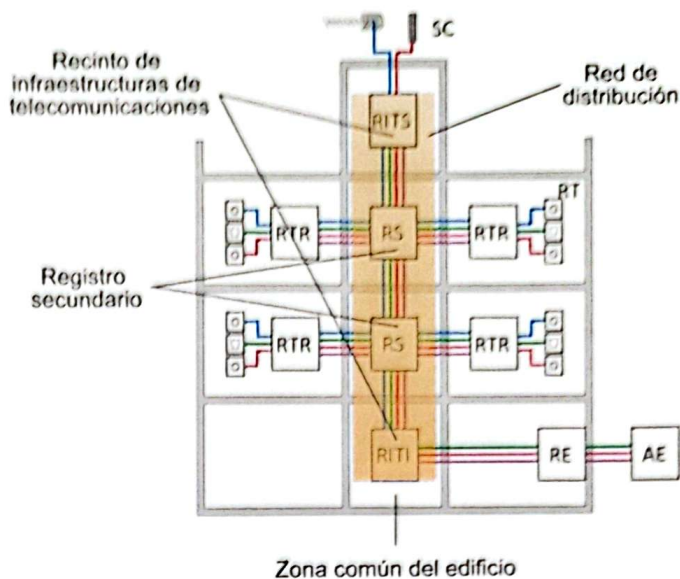


Figura 1.15. Red de distribución.

1.4.1. Recintos de infraestructuras de telecomunicaciones

El reglamento contempla cinco tipos de recintos de infraestructuras de telecomunicaciones:

Recinto de instalaciones de telecomunicación inferior (RITI). Es el local o habitáculo donde se instalarán los registros principales y los elementos necesarios correspondientes a los distintos operadores de los servicios de telefonía disponible al público (STDP) y de telecomunicaciones de banda ancha (TBA).

Si la red de distribución atiende a un número reducido de PAU, puede contener el punto de distribución.

Recinto de instalaciones de telecomunicación superior (RITS). Es el local o habitáculo donde se instalarán los elementos necesarios para el suministro de los servicios de radio y televisión (RTV) y, en su caso, elementos de los servicios de acceso inalámbrico (SAI).

Las dimensiones mínimas tanto para el RITI como para el RITS son las indicadas en la Tabla 1.4.

Tabla 1.4. Dimensiones mínimas de los recintos de instalaciones de telecomunicaciones RITI y RITS

Número de puntos de acceso de usuario	Medidas mínimas (mm)		
	Altura	Anchura	Profundidad
Hasta 20	2000	1000	500
De 21 a 45	2000	1500	500
De 46 a 74	2300	2000	1000
Más de 74	2300	2000	2000

Actividad resuelta 1.6

En un edificio de 6 plantas y 4 viviendas por planta (24 viviendas en total), ¿qué dimensiones mínimas tendrán el RITS y el RITI?

Solución:

24 viviendas = 24 PAU.

Según la Tabla 1.4, las dimensiones mínimas serán de 2000 mm de altura, 1500 mm de ancho y 500 mm de profundidad.

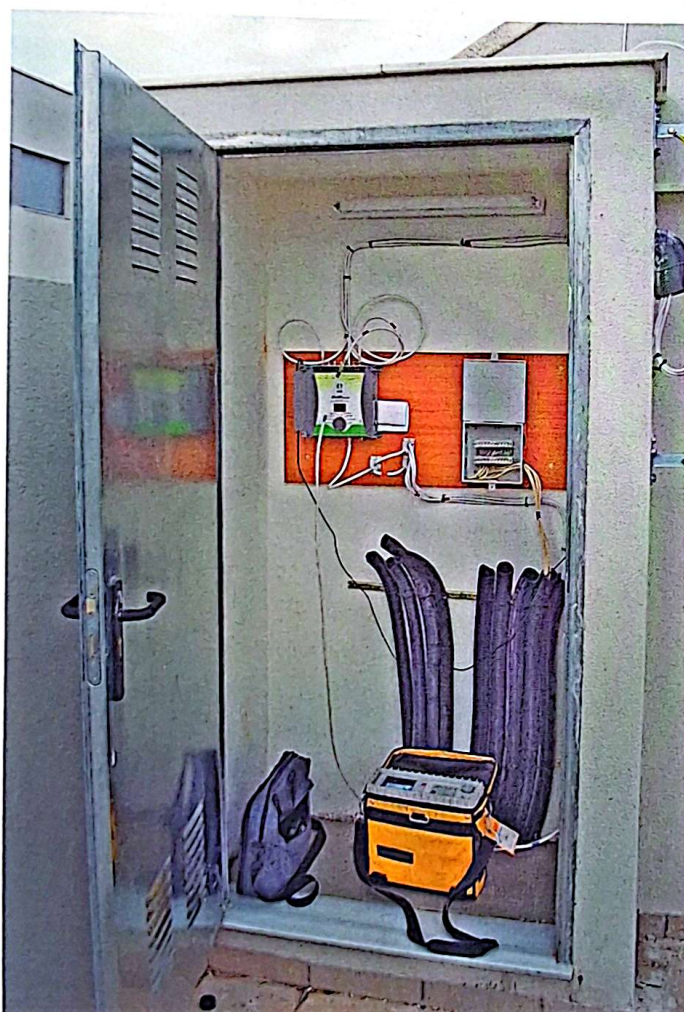


Figura 1.16. RITU.

Recinto de instalaciones de telecomunicación único (RITU). Para el caso de edificios o conjuntos inmobiliarios de hasta 3 alturas y planta baja y un máximo de 16 PAU, y para conjuntos de viviendas unifamiliares (sin limitación en el número de PAU), se puede construir un único recinto de instalaciones de telecomunicación (RITU) que acumule las funcionalidades del RITI y del RITS.

Las dimensiones mínimas del RITU son las recogidas en la Tabla 1.5.

Tabla 1.5. Dimensiones mínimas de los recintos de instalaciones de telecomunicaciones RITU

Número de puntos de acceso de usuario	Medidas mínimas (mm)		
	Altura	Anchura	Profundidad
Hasta 5 (*)	1000	500	300
Hasta 5 (**)	1000	1000	500
De 6 a 16	2000	1000	500
De 17 a 30	2000	1500	1000
Más de 30	2000	2000	1500

* Edificios sin zonas comunes
** Edificios con zonas comunes

Recinto de instalaciones de telecomunicación único ampliado (RITU-A). Para edificios o conjuntos inmobiliarios de más de 3 alturas y planta baja y un máximo de 16 PAU, y para aquellos que dispongan entre 17 y 30 PAU, sin limitación en el número de alturas, se puede construir un único recinto de instalaciones de telecomunicación ampliado (RITU-A), siempre que tenga una anchura accesible que sea el doble que la que correspondería a uno de los recintos a los que sustituye, manteniendo el resto de dimensiones, y que esté situado donde lo estaría cualquiera de ellos.

Las dimensiones mínimas del RITU-A son las especificadas en la Tabla 1.6.

Tabla 1.6 Dimensiones mínimas de los recintos de instalaciones de telecomunicaciones RITU-A

Número de puntos de acceso de usuario	Medidas mínimas (mm)		
	Altura	Anchura	Profundidad
Hasta 16 (*)	2000	2000	500
De 17 a 20 (**)	2000	2000	500
De 21 a 30 (**)	2000	3000	500

* Edificios con planta baja y más de tres alturas
** Edificios de cualquier altura

Actividad resuelta 1.7

En un edificio de 3 plantas y 4 viviendas por planta (12 viviendas en total), ¿se instalará un RITU o un RITU-A para sustituir al RITI y al RITS?

Solución:

12 viviendas = 12 PAU.

Podría instalarse un RITU, ya que tiene menos de 16 PAU y tres plantas. Tendría unas dimensiones de 2000 mm de altura, 1000 mm de anchura y 500 mm de profundidad.

Recinto de instalaciones de telecomunicación modular (RITM). En los casos de edificaciones de pisos de



hasta 45 PAU y de conjuntos de viviendas unifamiliares de hasta 20 PAU, los recintos superior, inferior y único podrán ser realizados mediante armarios de tipo modular no propagadores de la llama. Estos tendrán una protección mínima IP 55 e IK 10 para ubicación en exterior, IP 33 e IK 07 para ubicación en el interior, todos con ventilación suficiente.



Figura 1.17. RITM. (Cortesía de Himel-Schneider).

Actividad resuelta 1.8

En un edificio de 5 plantas y 4 viviendas por planta (20 viviendas en total), ¿podrían instalarse 2 RITM para sustituir al RITI y al RITS?

Solución:

20 viviendas = 20 PAU.

Sí, porque son menos de 45 PAU.

Los recintos de instalaciones de telecomunicaciones se instalarán atendiendo a las siguientes consideraciones:

- El RITI (o el RITU, en los casos que proceda) estará a ser posible sobre la rasante; de estar a nivel inferior, se le dotará de sumidero con desagüe que impida la acumulación de aguas.
- El RITS estará preferentemente en la cubierta o azotea y nunca por debajo de la última planta de la edificación.
- En los casos en que pudiera haber un centro de transformación de energía próximo, caseta de maquinaria de ascensores o maquinaria de aire acondicionado, los recintos de instalaciones de telecomunicación se distanciarán de estos un mínimo de 2 metros, o bien se les dotará de una protección contra campo electromagnético.

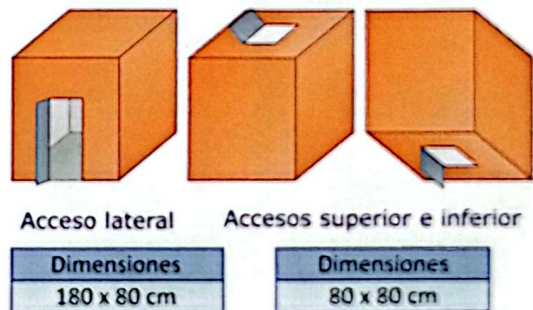
- Se evitará, en la medida de lo posible, que los recintos se encuentren en la proyección vertical de canalizaciones o desagües y, en todo caso, se garantizará su protección frente a la humedad.
- Deberá contar con ventilación (natural o forzada) de manera que permita una renovación total del aire del local al menos dos veces por hora.

Además, deben de contar con los siguientes elementos:

- Tendrán una puerta de acceso metálica de dimensiones mínimas 180 x 80 cm en el caso de recintos de acceso lateral, y 80 x 80 cm para recintos de acceso superior o inferior, con apertura hacia el exterior, y dispondrán de cerradura con llave común para los distintos usuarios autorizados.
- Alrededor de todo el perímetro y a una distancia de 300 mm del techo, se instalará un sistema de bandejas o canales para el tendido de los cables oportunos (Figura 1.28). No será de aplicación en los RITM.

Los recintos de telecomunicaciones deben llevar una placa de identificación de dimensiones mínimas de 20 x 20 cm resistente al fuego y situada en lugar visible entre 1,2 y 1,8 m de altura, donde aparezca el número de registro asignado por la Jefatura Provincial de Inspección de Telecomunicaciones al Proyecto Técnico de la instalación.

Recintos de instalaciones de telecomunicación



Acceso lateral	Accesos superior e inferior
Dimensiones 180 x 80 cm	Dimensiones 80 x 80 cm

Figura 1.18. Tipos de accesos.

SABER MÁS

El número de registro que asigna la JPIT a cada proyecto de ICT consta de 14 caracteres con el siguiente formato:

- Identificador de la provincia (dos caracteres) seguido de un guion.
- Dos cifras para indicar el año de presentación del proyecto.
- Cinco cifras con el número que asigna la JPIT.
- Las siglas ICT, precedidas de un guion.

Ejemplos:

A-1412345-ICT CS-1200112-ICT

1.4.2. La instalación eléctrica en los recintos

La instalación eléctrica de los recintos RITI, RITS y RITU debe contar con una instalación eléctrica acorde al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RD 842/2002). Esta instalación se utiliza para proveer de energía eléctrica a los elementos de telecomunicaciones que lo necesiten, además de proporcionar iluminación al recinto.

La instalación eléctrica partirá desde la centralización de contadores. En ella se debe reservar un espacio para la colocación de, al menos, dos contadores de energía eléctrica. Además, se instalarán al menos dos canalizaciones hasta el RITI o RITU y una canalización hasta el RITS, todas ellas de 32 mm de diámetro como mínimo.

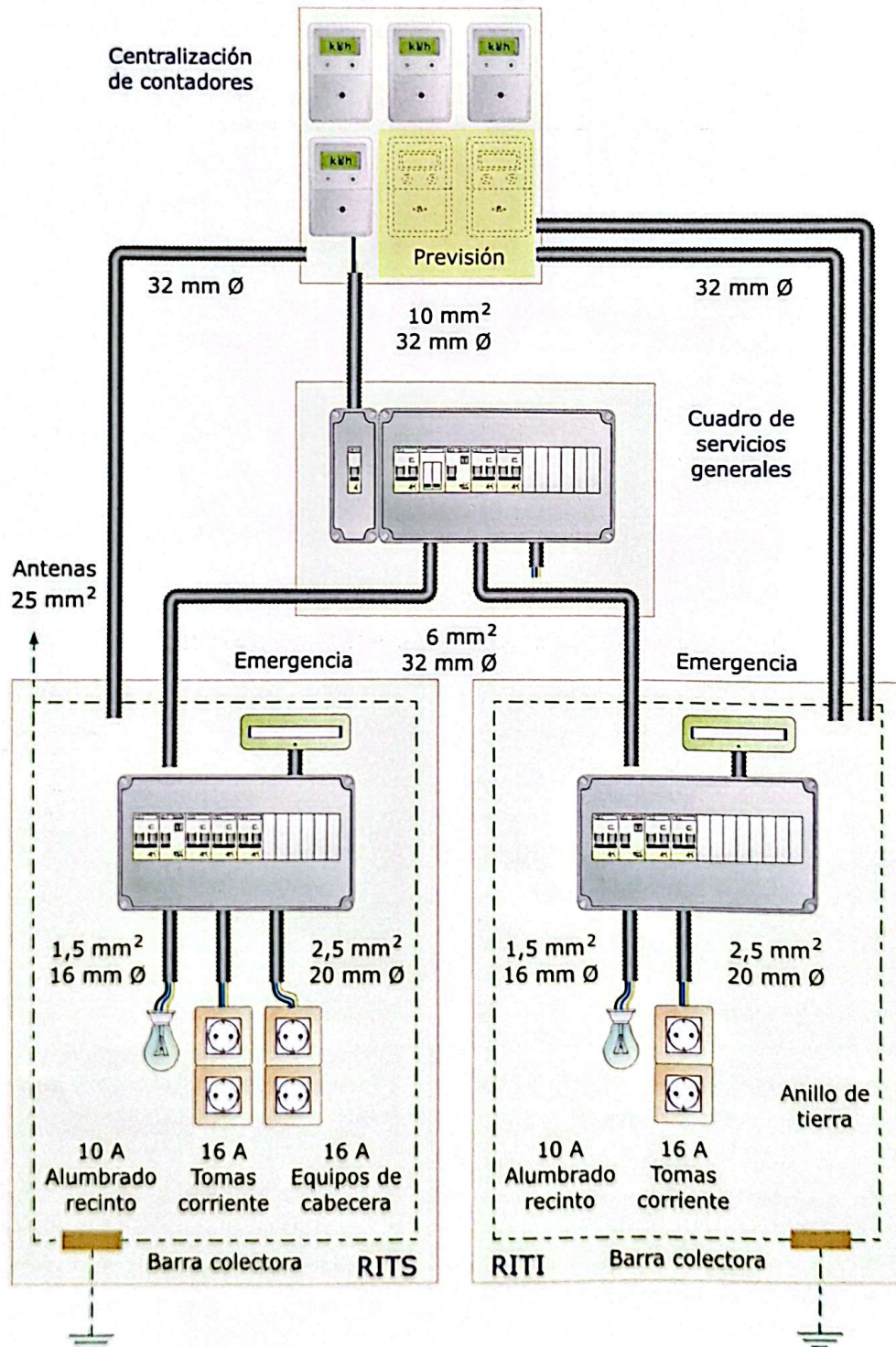


Figura 1.19. Instalación eléctrica en RITS y RITI.



Desde el cuadro de servicios generales de la edificación se alimentarán también los servicios de telecomunicación, para lo cual estará dotado de los siguientes elementos:

- Caja para los posibles ICP (interruptor de control de potencia).
- IGA (interruptor general automático) de 25 A.
- ID (interruptor diferencial) de 25 A y 300 mA de sensibilidad de tipo selectivo o retardado.

- Dispositivo de protección contra sobretensiones.
- PIA (pequeño interruptor automático), tantos como se considere necesario.

Las líneas eléctricas, que van desde el cuadro de servicios generales hasta cada recinto de telecomunicaciones, serán de cobre con aislamiento de 450/750 V y de $2 \times 6 + PE \text{ mm}^2$ bajo tubo de 32 mm de diámetro o canal equivalente.

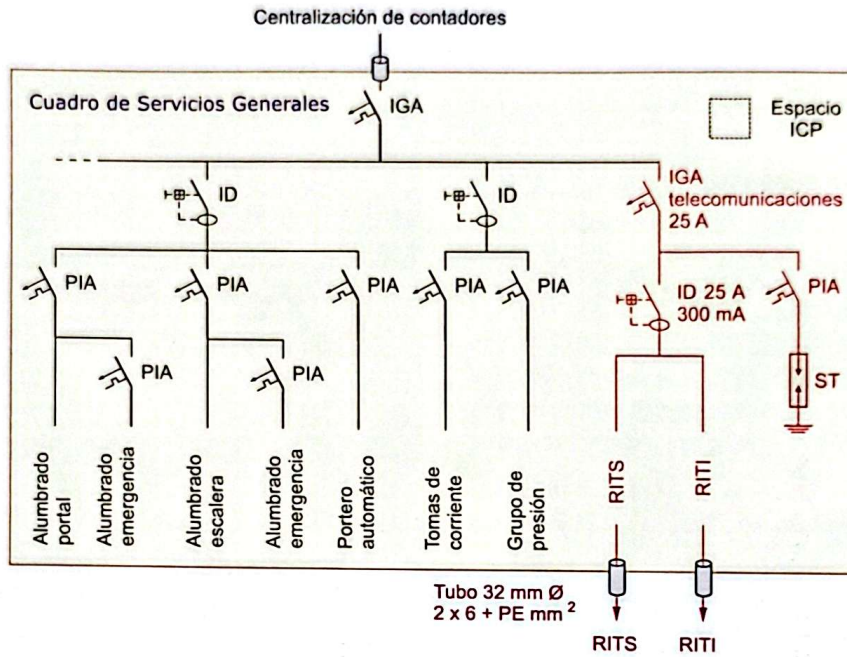


Figura 1.20. Alimentación de los servicios de telecomunicación desde el cuadro de servicios generales.

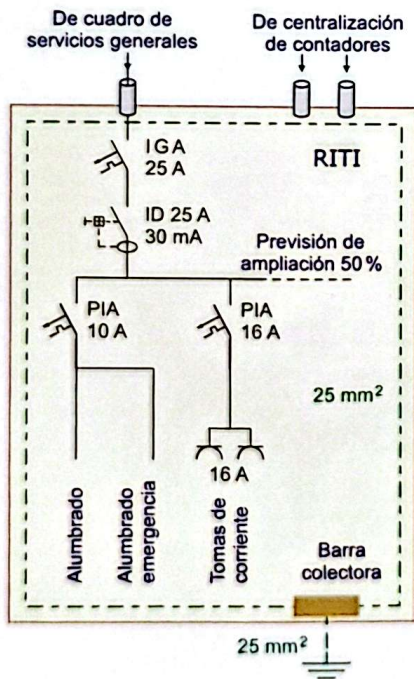


Figura 1.21. Cuadro de protección en RITI.

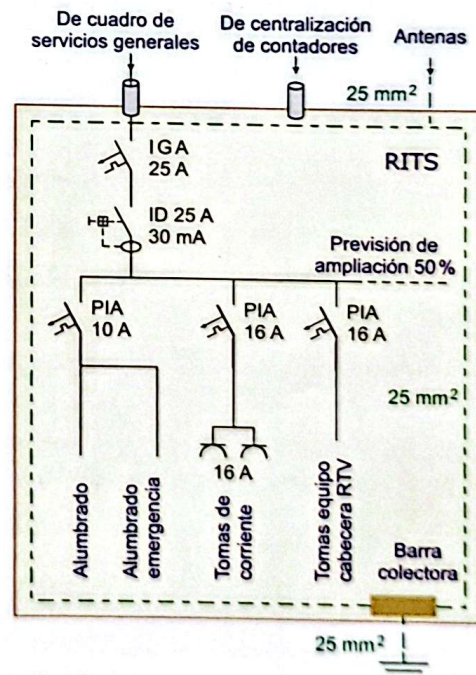


Figura 1.22. Cuadro de protección en RITS.

Actividad propuesta 1.1

Compara las Figuras 1.21 y 1.22 con 1.23 y 1.24 y razona con tus compañeros las siguientes preguntas:

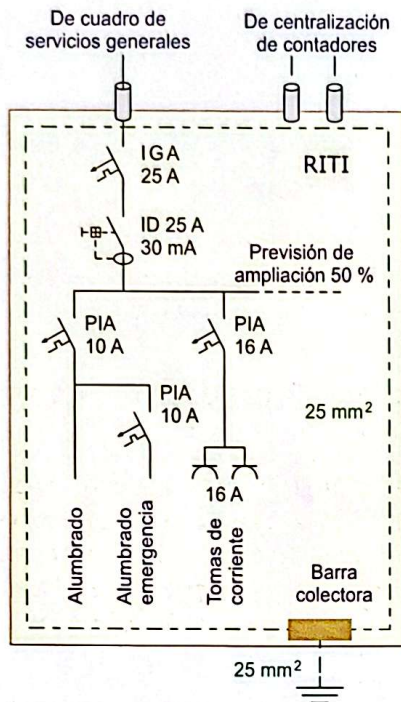


Figura 1.23. Cuadro de protección en RITI.

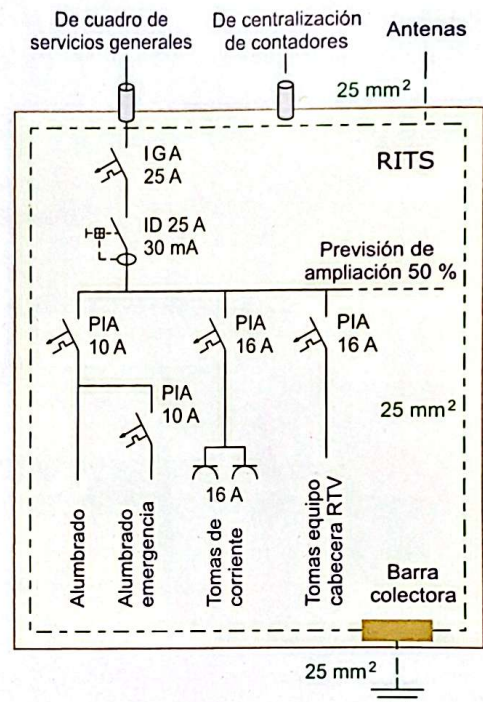


Figura 1.24. Cuadro de protección en RITS.

- ¿Qué circuito sería el idóneo cuando la sección del circuito de alumbrado es superior a $1,5 \text{ mm}^2$ y la del circuito de alumbrado de emergencia es de $1,5 \text{ mm}^2$?
- Si vamos a sustituir o revisar la emergencia, ¿qué circuito permite hacerlo con la iluminación del recinto?
- Si la conexión del circuito de emergencia la colocamos en paralelo o aguas arriba del magnetotérmico del circuito de alumbrado, ¿cuándo entraría en funcionamiento el alumbrado de emergencia?
- ¿Cumplen los dos con el reglamento de ICT?

En los recintos de telecomunicaciones se instala un cuadro de protección eléctrica con los siguientes elementos:

- IGA (interruptor general automático) de 25 A.
- ID (interruptor diferencial) de 25 A y 30 mA de sensibilidad.
- PIA (pequeño interruptor automático) para protección de alumbrado del recinto de 10 A.
- PIA (pequeño interruptor automático) para protección de las bases de corriente del recinto de 16 A.

En el RITS, además, un PIA (pequeño interruptor automático) para protección de los equipos de cabecera de 16 A.

Si se precisara alimentar eléctricamente cualquier otro dispositivo situado en cualquiera de los recintos, se dotará el cuadro eléctrico correspondiente con las protecciones adecuadas.

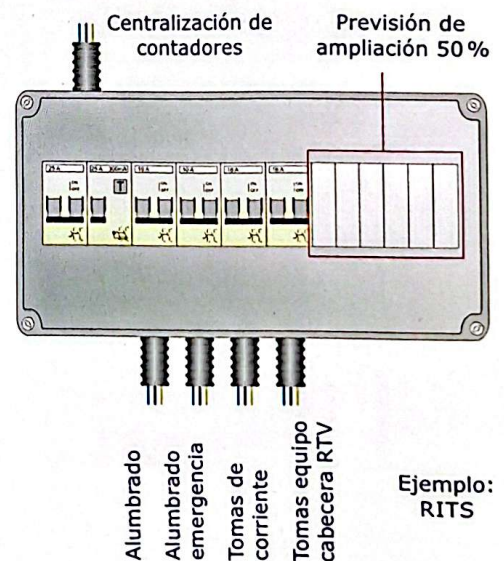


Figura 1.25. Cuadro de protección con previsión de ampliación.



Estos cuadros de protección se sitúan lo más cerca posible de la puerta de entrada y se dejará un hueco disponible para posibles ampliaciones de un 50 %.

En cada recinto habrá, como mínimo, dos bases de enchufe con toma de tierra de 16 A. El cableado será de cobre de $2 \times 2,5 + PE \text{ mm}^2$ de sección. En el recinto superior (RITS) se dispondrá, además, de las bases de toma de corriente necesarias para alimentar las cabeceras de RTV.



Figura 1.26. Iluminación de los recintos de telecomunicaciones.

El alumbrado de los recintos debe tener un nivel de iluminación medio de 300 lux y estarán dotados de un aparato de alumbrado de emergencia.

El sistema de puesta a tierra debe tener un valor de resistencia eléctrica no superior a 10Ω . En los recintos no modulares, la puesta a tierra estará formada por un anillo interior cerrado de cobre de una sección mínima de 25 mm^2 . Los conductores del anillo de tierra estarán fijados a las paredes de los recintos a una altura que permita su inspección visual y la conexión de los equipos.

Este anillo llevará intercalada, al menos, una barra colectora como terminal de tierra y estará conectada al sistema general de tierra de la edificación.

1.4.3. La distribución en el interior de los recintos

La forma de realizar la distribución física en el interior de los recintos de telecomunicaciones no está estipulada aunque se suele seguir un orden dejando un espacio que será el asignado para los registros principales. Dentro de estos registros principales se instalan los dispositivos relacionados con el servicio a realizar.

A modo de ejemplo se muestra una distribución típica para el RITI y el RITS (Figura 1.27).

Hay que tener en cuenta que en RITS no hay registros principales, solo hay en el RITI o en el RITU.

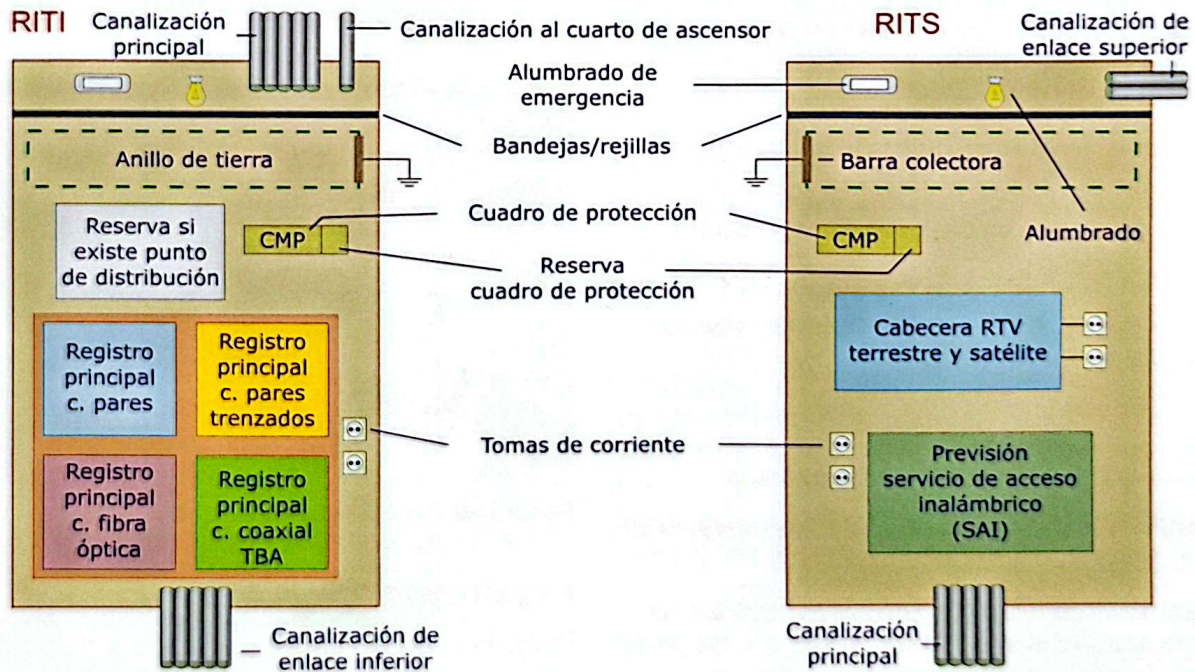


Figura 1.27. Distribución en recintos de infraestructuras de telecomunicaciones.

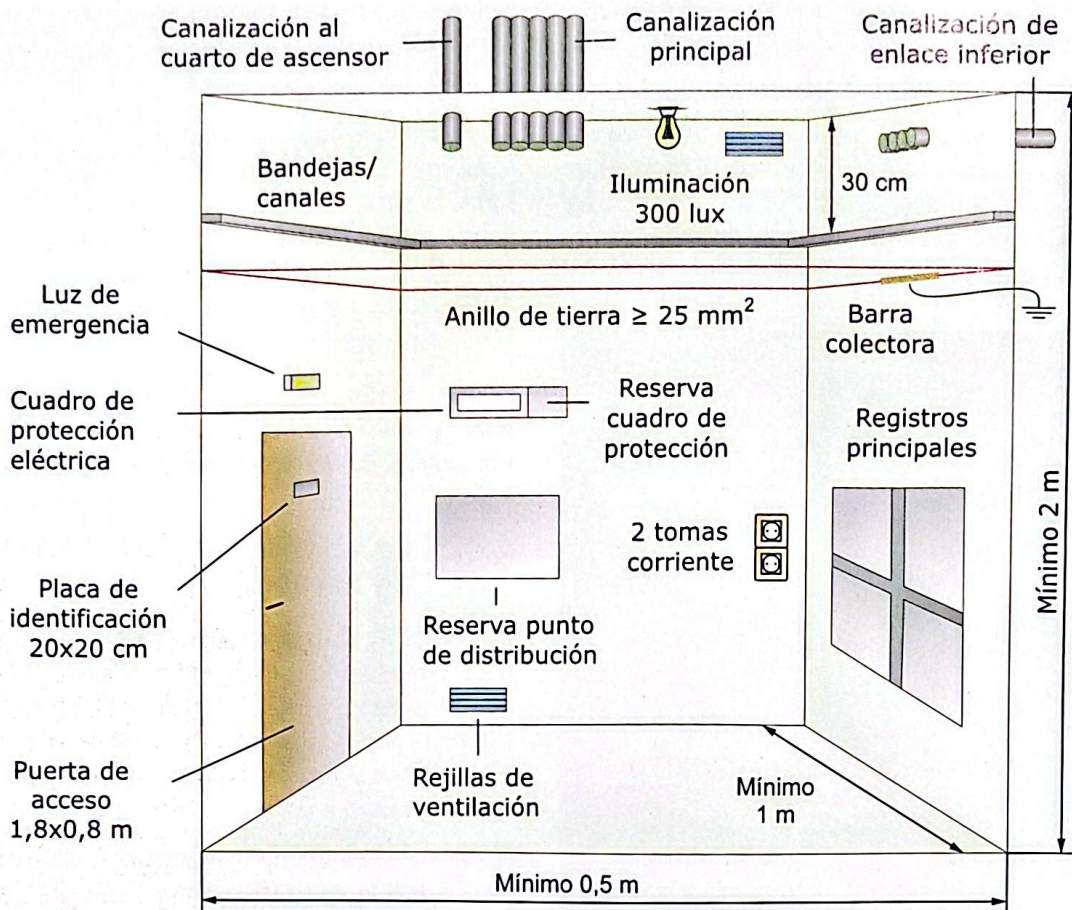


Figura 1.28. Ejemplo de distribución en RITI.

1.4.4. Los registros principales

Los registros principales para los servicios de telefonía disponible al público (STDP) y de telecomunicaciones de banda ancha (TBA) son las envolventes donde se realiza la conexión entre las redes de alimentación de los diferentes operadores y la red de distribución del edificio.

El reglamento de ICT determina cuatro registros principales:

- Registro principal para cables de pares trenzados.
- Registro principal para cables de pares.
- Registro principal para cables coaxiales de los servicios de TBA.
- Registro principal para cables de fibra óptica.

Registro para cables de pares trenzados

Alberga los pares de las redes de alimentación y los paneles de conexión de salida.

Para el dimensionamiento del espacio necesario, se tendrá en cuenta que el número total de pares (para todos los operadores del servicio) de los paneles o regletas de entrada será como mínimo 1,5 veces el número de conectores

de los paneles de salida, salvo en el caso de edificaciones o conjuntos inmobiliarios con un número de PAU igual o menor que 10, en los que será, como mínimo, dos veces el número de conectores de los paneles o regletas de salida.

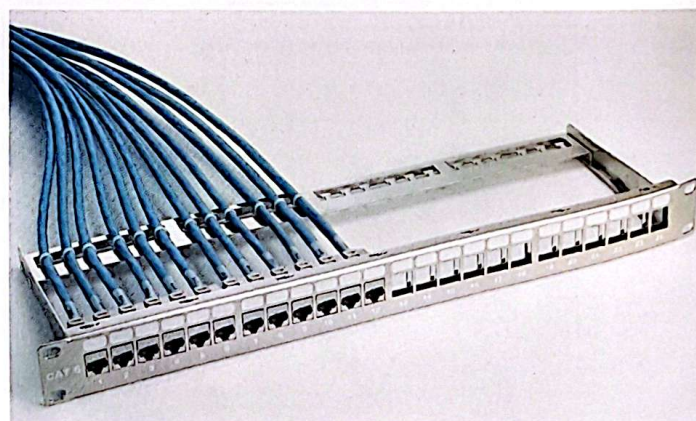


Figura 1.29. Panel de conexión para cables trenzados.

Registro para cables de pares

Debe tener las dimensiones suficientes para alojar las regletas del punto de interconexión, así como las guías y soportes necesarios.



Para el dimensionamiento del espacio necesario, se tendrá en cuenta que el número de pares de las regletas de salida será igual a la suma total de los pares de la red de distribución y que el de las regletas de entrada será **1,5 veces** el de salida, salvo en el caso de edificios o conjuntos inmobiliarios con un número de PAU igual o menor que 10, en los que será, como mínimo, **dos veces** el número de pares de las regletas de salida

Importante

El diámetro de todos los tubos del reglamento de ICT mencionados por este libro tienen la condición de **diámetro exterior mínimo**, a no ser que se indique otro dato.

Actividad resuelta 1.9

El registro principal de cables de pares de un edificio utiliza 10 regletas de salida de 10 pares cada una. ¿Qué espacio mínimo se debe dejar para las regletas de entrada?

Solución:

Pares de las regletas de salida = 10 regletas x 10 pares =
= 100 pares

Espacio para las regletas de salida = 100 pares x 1,5 =
= 150 pares; o sea, espacio para colocar 150 pares con todos sus accesorios.

Registro para cables coaxiales de los servicios de TBA

El registro principal de cables coaxiales contará con el espacio suficiente para permitir la instalación de elementos de reparto (derivadores o distribuidores) con tantas salidas como conectores de salida se instalen en el punto de interconexión y, en su caso, de los elementos amplificadores necesarios.



Figura 1.30. Regleta para cables coaxiales. (Cortesía de Channel Vision).

Registro para cables de fibra óptica

Contará con el espacio suficiente para alojar el repartidor de conectores de entrada, que hará las veces de panel de

conexión y el panel de conectores de salida. El espacio interior previsto para el registro principal óptico deberá ser suficiente para permitir la instalación de una cantidad de conectores de entrada que sea **dos veces** la cantidad de conectores de salida que se instalen en el punto de interconexión.

A su vez se deberá disponer de espacio suficiente para permitir la instalación de elementos de almacenamiento de la longitud sobrante de los latiguillos de interconexión.

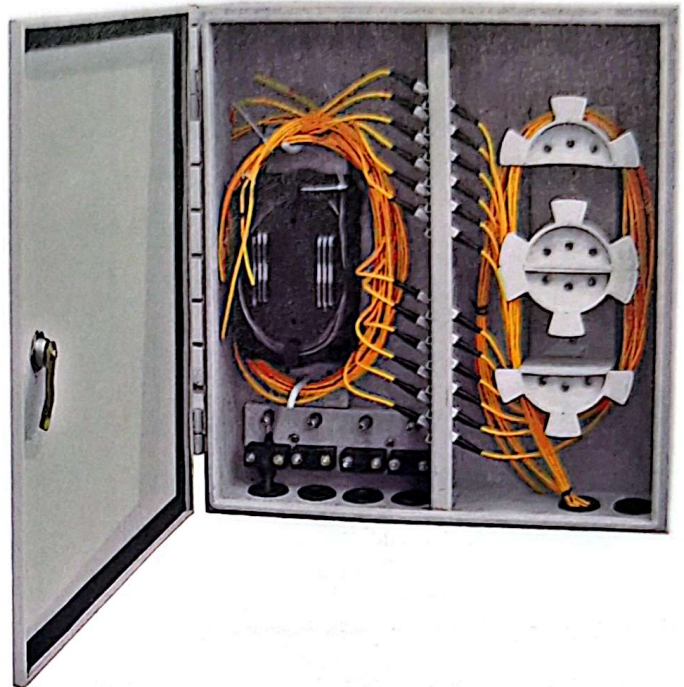


Figura 1.31. Registro para cables de fibra óptica. (Cortesía de Openetics).

A su vez, se deberá disponer de espacio suficiente para permitir la instalación de elementos de almacenamiento de la longitud sobrante de los latiguillos de interconexión.

1.4.5. Canalización al cuarto de ascensor

En el cuarto de máquinas de cada ascensor, caja de mecanismos de control o espacio equivalente, se instalará una canalización constituida por un tubo de 25 mm de diámetro que, partiendo del registro principal del RITI (o RITU) y dotado del correspondiente hilo guía, terminará en un registro de toma provisto de tapa ciega.

En los paneles de conexión o regleteros de salida situados en los registros principales, para todas las tecnologías que se instalen, se hará la previsión correspondiente para dar servicio a esta estancia.

1.4.6. La canalización principal

La **canalización principal** es aquella que une los recintos RITI y RITS; por esta canalización discurre la red de distribución de todos los servicios de telecomunicaciones de la edificación.

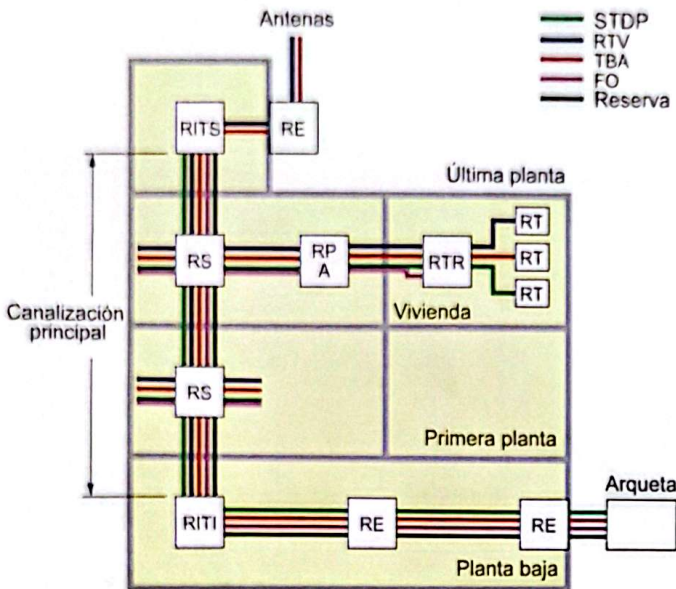


Figura 1.32. Canalizaciones de infraestructuras de telecomunicaciones.

En el caso de edificaciones en altura, la canalización principal deberá ser rectilínea, fundamentalmente vertical y de una capacidad suficiente para alojar todos los cables necesarios para los servicios de telecomunicación de la edificación.

SABÍAS QUE...

En la mayoría de los casos de rehabilitación de edificios, la canalización principal se debe realizar por el patio interior por la dificultad de su realización por las zonas comunes interiores del edificio.

Cuando el número de usuarios (viviendas, oficinas, locales o estancias comunes de la edificación) por planta sea superior a 8, preferentemente se dispondrá de más de una distribución vertical y atendiendo cada una de ellas a un máximo de 8 usuarios por planta.

En edificaciones con distribución en varias verticales, cada vertical tendrá su canalización principal independiente, y partirán todas ellas del registro principal único.

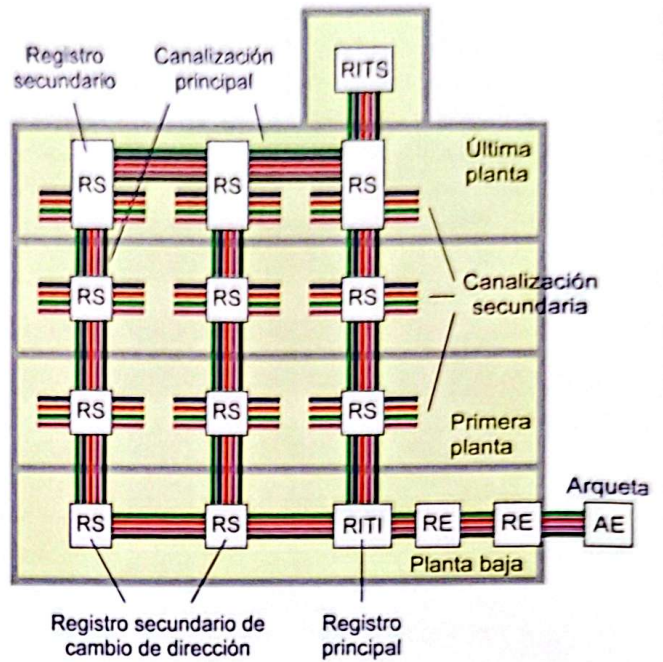


Figura 1.33. Canalizaciones con varias verticales.

En el caso de varios bloques de viviendas con una ICT común, las canalizaciones principales que correspondan a escaleras donde no esté ubicado el RITS finalizarán en el registro secundario de la última planta. La canalización discurrirá próxima al hueco de ascensores o escalera y en zonas comunes de la edificación.

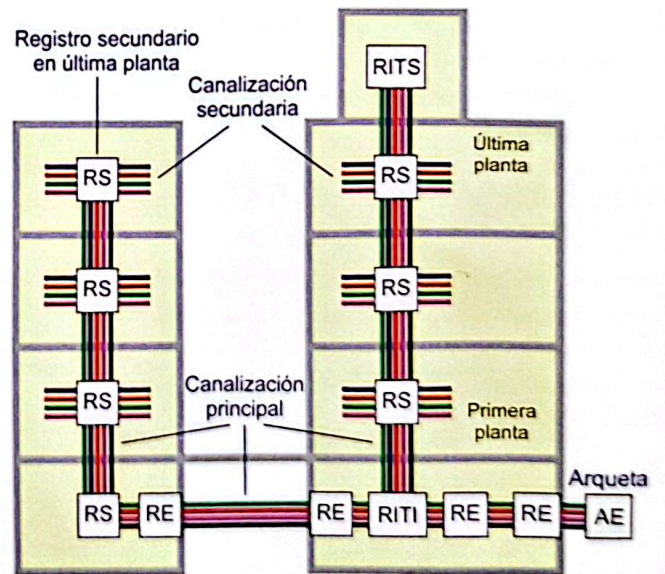


Figura 1.34. Canalizaciones con varias verticales en edificios independientes.

En el caso de viviendas unifamiliares, la canalización deberá ser lo más rectilínea posible y discurrirá siempre que sea razonable, por la zona común y en cualquier caso por zonas accesibles (Figura 1.35).

Si la canalización principal se realiza mediante tubos estos serán de 50 mm de diámetro exterior y de pared interior lisa.

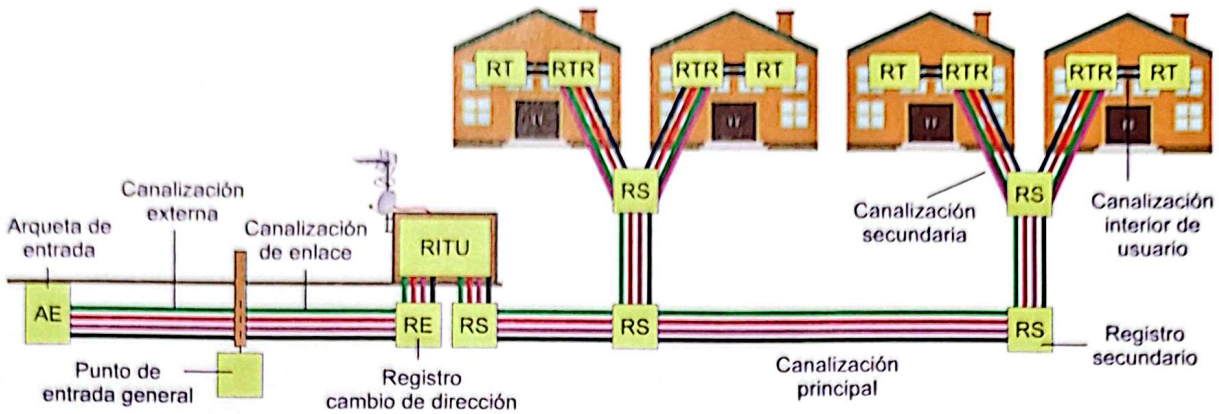


Figura 1.35. Canalizaciones para viviendas unifamiliares.

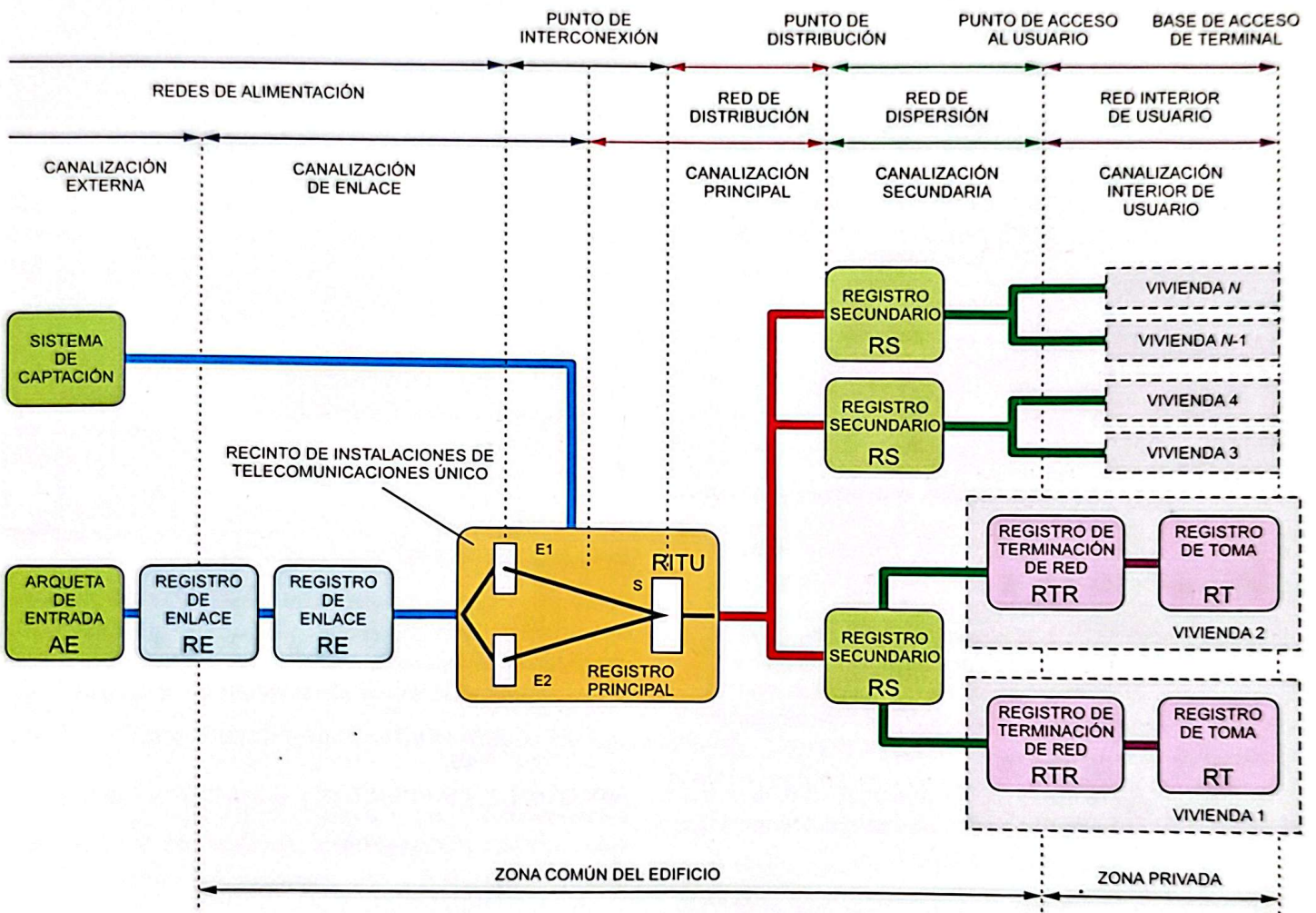


Figura 1.36. Esquema general de la ICT para viviendas unifamiliares.

SABÍAS QUE...

La canalización principal estará formada por tubos (empotrados, montaje superficial, aéreos, en huecos de la construcción o enterrados), o canales (empotrados siempre que sea accesible su tapa, en montaje superficial, aéreos o huecos de la construcción) o bandejas (en montaje superficial, aéreo o a través de huecos de la construcción).

El número de cables por tubo será tal que la suma de las superficies de las secciones no superará el 50 % de la superficie de la sección del tubo.

Su dimensionamiento mínimo será el indicado en la Tabla 1.7.

Tabla 1.7. Dimensionamiento y utilización de tubos en función del número de PAU en una canalización principal

Número de PAU	Número de tubos	Utilización
Hasta 10	5	1 tubo para RTV. 1 tubo para cables de pares/pares trenzados. 1 tubo para cable coaxial. 1 tubo para cable de fibra óptica. 1 tubo de reserva.
De 11 a 20	6	1 tubo para RTV. 1 tubo para cables de pares/pares trenzados. 2 tubos para cables coaxiales. 1 tubo para cable de fibra óptica. 1 tubo de reserva.
De 21 a 30	7	1 tubo para RTV. 2 tubos para cables de pares/pares trenzados. 1 tubo para cable coaxial. 1 tubo para cable de fibra óptica. 2 tubos de reserva.
Más de 30	Cálculo específico en el proyecto de ICT	Según cálculo, pero con un mínimo de: 1 tubo para RTV. 1 tubo/20 PAU o fracción de cables de pares trenzados o 2 tubos para cables de pares. 1 tubo para cable coaxial. 1 tubo para cable de fibra óptica. 1 tubo de reserva por cada 15 PAU o fracción con un mínimo de 3.

En cambio, si la canalización principal se realiza mediante canales, estas se dimensionarán de igual manera que en el caso de la canalización de enlace.

En el caso de que por cada compartimento discurrieran más de ocho cables, estos se encintarán en grupos de ocho como máximo, identificándolos convenientemente.

Actividad resuelta 1.10

La canalización principal de un edificio es de 20 PAU. ¿Cuántos tubos se necesitan, de qué sección y qué utilización deben tener?

Solución:

6 tubos de 50 mm Ø, con la siguiente utilización:

- 1 tubo para RTV.
- 1 tubo para cable de pares/pares trenzados.
- 2 tubos para cables coaxiales.
- 1 tubo para cable de fibra óptica.
- 1 tubo de reserva.

Actividad resuelta 1.11

La estructura de un inmueble es como la de la Figura 1.34, compuesta de dos bloques, cada uno de 6 plantas y tiene 12 viviendas (2 viviendas/planta). ¿De cuántos tubos es la canalización principal de cada bloque? ¿De qué sección debe ser y qué utilización debe tener?

Solución:

Cada bloque se trata por separado, o sea para 12 viviendas (no para el total de 24); por tanto, la canalización principal estará compuesta de 6 tubos de 50 mm Ø, con la siguiente utilización:

- 1 tubo para RTV.
- 1 tubo para cable de pares/pares trenzados.
- 2 tubos para cables coaxiales.
- 1 tubo para cable de fibra óptica.
- 1 tubo de reserva.

1.4.7. Los registros secundarios

Sobre esta canalización principal se colocan los **registros secundarios** que conectan la canalización principal con la canalización secundaria. También se utilizan para seccionar o cambiar de dirección la canalización principal.

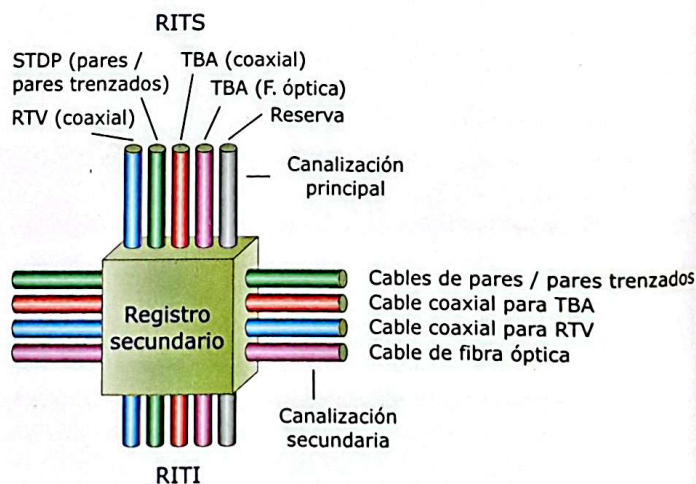


Figura 1.37. Registro secundario.



Estos registros se ubican en la zona comunitaria del edificio, siendo de fácil acceso y contarán con un sistema de cierre. Si su interior contiene algún elemento de conexión, el cierre será con llave.

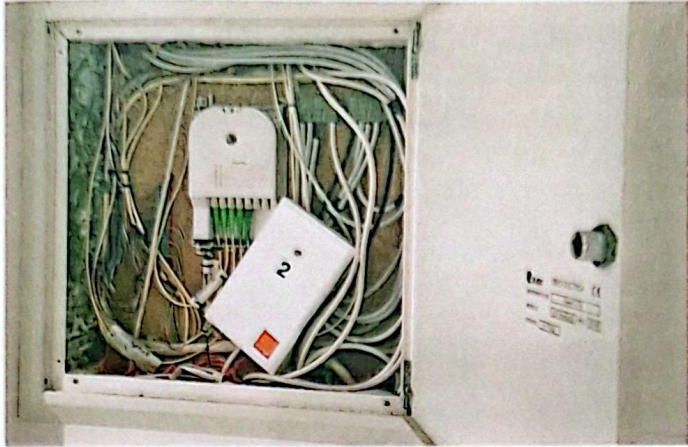


Figura 1.38. Registro secundario.

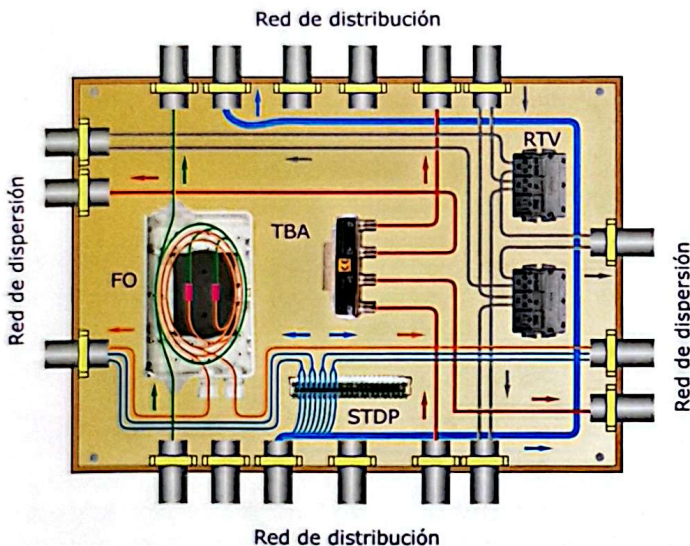


Figura 1.39. Registro secundario con todos los servicios.

El registro secundario se coloca en los siguientes casos:

- a) Punto de encuentro de la canalización principal con la secundaria. Deberá disponer de espacios delimitados para cada uno de los servicios. Alojará, al menos y cuando proceda:
 - Los derivadores de la red de RTV y de la red de cables coaxiales de TBA.
 - Las regletas o cajas de segregación que constituyen el punto de distribución de cables de pares y de fibra óptica.
 - El paso de cables de pares trenzados, coaxiales y de fibra óptica.

- b) En cada cambio de dirección o bifurcación de la canalización principal.
- c) En cada tramo de 30 m de canalización principal.
- d) En los casos de cambio en el tipo de conducción.

Sus dimensiones mínimas serán:

1. 450 × 450 × 150 mm.

En edificaciones con un número de PAU por planta igual o menor que tres, y hasta un total de 20 en la edificación.

En edificaciones con un número de PAU por planta igual o menor que cuatro, y un número de plantas igual o menor que cinco.

En edificaciones, en los casos b) y c).

En viviendas unifamiliares.

2. 500 × 700 × 150 mm (formato horizontal o vertical).

En edificaciones con un número de PAU comprendido entre 21 y 30.

En edificaciones con un número de PAU menor o igual a 20 en los que se superen las limitaciones establecidas en el apartado anterior en cuanto a número de viviendas por planta o número de plantas.

3. 550 × 1000 × 150 mm (formato horizontal o vertical).

En edificaciones con número de PAU mayor de 30.

4. Arquetas de 400 × 400 × 400 mm.

Cuando la canalización sea subterránea.

Si en algún registro secundario fuera preciso instalar algún amplificador o igualador, se utilizarán registros complementarios de 450 × 450 × 150 mm, solo para estos usos.

En los casos en que se utilicen un RITI situado en la planta baja, o un RITS situado en la última planta de viviendas, podrá habilitarse una parte de este en la que se realicen las funciones de registro secundario de planta.

El registro secundario se podrá realizar:

- a) Practicando en el muro o en la pared de la zona comunitaria de cada planta (descansillos) un hueco de 150 mm de profundidad a una distancia mínima de 300 mm del techo en su parte más alta. Las paredes y laterales quedarán enlucidas y, en la del fondo, se adaptará una placa de material aislante (madera o plástico) para sujetar los elementos de conexión.
- b) Empotrando en el muro, o montando en superficie, una caja con la correspondiente puerta o tapa.

Las puertas de los registros dispondrán de cerradura con llave de apertura.

Actividad resuelta 1.12

En un edificio de 6 plantas y 4 viviendas por planta, ¿qué dimensiones tendrá el registro secundario?

Solución:

24 viviendas = 24 PAU con unas dimensiones de 500 × 700 × 150 mm (formato horizontal o vertical).

Actividad resuelta 1.13

En una canalización principal de 38 metros, ¿cuántos registros secundarios (RS) se instalarán?

Solución:

$38 / 30 = 1,2$. Se instalará un registro secundario (RS).

1.5. La red de dispersión

La red de dispersión es aquella que, en cada planta del edificio, lleva los servicios de telecomunicaciones a cada vivienda.

1.5.1. La canalización secundaria

La canalización secundaria conecta la canalización principal en el registro secundario con la canalización interior de usuario en el registro de terminación de red (RTR).

Del registro secundario podrán salir varias canalizaciones secundarias que deberán ser de capacidad suficiente para alojar todos los cables para los servicios de telecomunicación de las viviendas a las que sirvan.

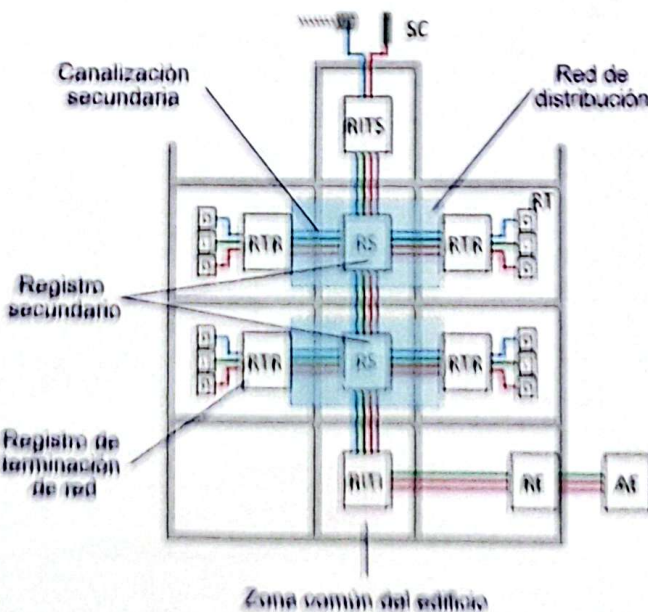


Figura 1.40. Red de dispersión.

Si esta canalización en sus tramos comunitarios se realiza mediante tubo, se emplearán como mínimo 4 tubos, que se destinarán a lo siguiente:

- Uno para cables de pares o pares trenzados.
- Uno para cables coaxiales de servicios de TBA.
- Uno para cables coaxiales de servicios de RTV.
- Uno para cables de fibra óptica.

Su número, en función del tipo de cables que alojen del número de PAU que atiendan, y sus dimensiones mínimas se determinarán por separado de acuerdo con la Tabla 1.8.

Tabla 1.8. Diámetro del tubo en función del número de PAU atendidos

Ø exterior mínimo del tubo (mm)	N.º PAU atendidos por cables de pares trenzados/pares + FO		N.º PAU atendidos por cables coaxiales para servicio	
	Acometida Interior	Acometida exterior	TBA	RTV
25	3	2	2	2
32	6	4	6	6
40	8	6	8	8

Actividad resuelta 1.14

En el tramo comunitario de una canalización secundaria interior, para 2 PAU, compuesta por cables de pares trenzados, ¿cuál será el diámetro exterior mínimo del tubo?

Solución:

Según la Tabla 1.8, el diámetro mínimo será de 25 mm.

Si la canalización se realiza mediante canales en tramos comunitarios, estas dispondrán de 4 espacios independientes

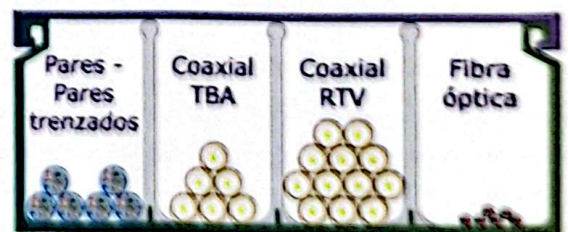


Figura 1.41. Canalización mediante canales.

Actividad resuelta 1.15

En el tramo comunitario de una canalización secundaria interior, para 6 PAU, compuesta por cables coaxiales de RTV, ¿cuál será el diámetro exterior mínimo del tubo?



Solución:

Según la Tabla 1.8, el diámetro mínimo será de 32 mm.

Si la canalización se realiza en tramos de acceso a viviendas, entonces el número de tubos será de 3 de una medida de 25 mm de diámetro, siendo:

- Uno para cables de pares o pares trenzados y cables de fibra óptica.
- Uno para cables coaxiales de servicios de TBA.
- Uno para cables coaxiales de servicios de RTV.

1.5.2. Los registros de paso

Los registros de paso son cajas que se intercalan en las canalizaciones para facilitar el tendido del cableado.

Se definen tres tipos de registros de paso con las características de la Tabla 1.9.

Tabla 1.9. Registros de paso

Registro	Dimensiones (mm)	N.º de entradas en cada lateral	Diámetro
Tipo A	360 x 360 x 120	6	40 mm
Tipo B	100 x 100 x 40	3	25 mm
Tipo C	100 x 160 x 40	3	25 mm

Los registros de paso se colocan en los siguientes casos:

- Como mínimo un registro cada 15 metros.
- En los cambios de dirección de radio inferior a 120 mm en viviendas y 250 mm en oficinas.

- Solo se admiten dos curvas de 90° entre dos registros de paso.

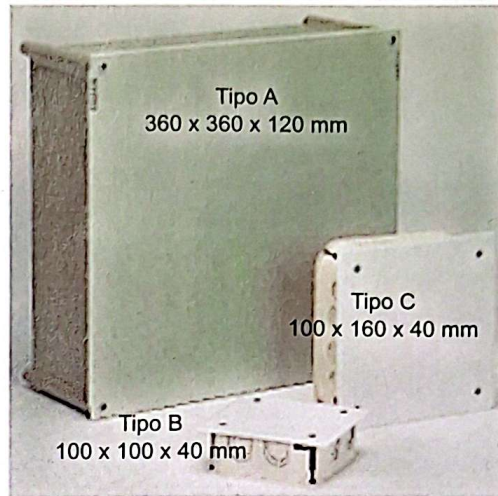


Figura 1.42. Registro de paso. (Cortesía de Himel-Schneider).

Los diferentes tipos de registros de paso se emplean en los siguientes casos:

- De tipo A para las canalizaciones secundarias en tramos comunitarios.
- De tipo B para las canalizaciones secundarias en tramos de acceso a las viviendas y para canalizaciones interiores con cables trenzados.
- De tipo C para las canalizaciones interiores de usuario con cables coaxiales.

El reglamento de ICT establece dos formas de realizar la canalización secundaria en función del número de PAU:

- Si el número de PAU por planta es mayor o igual a 6, se debe poner un registro de paso de tipo A (Figura 1.43).

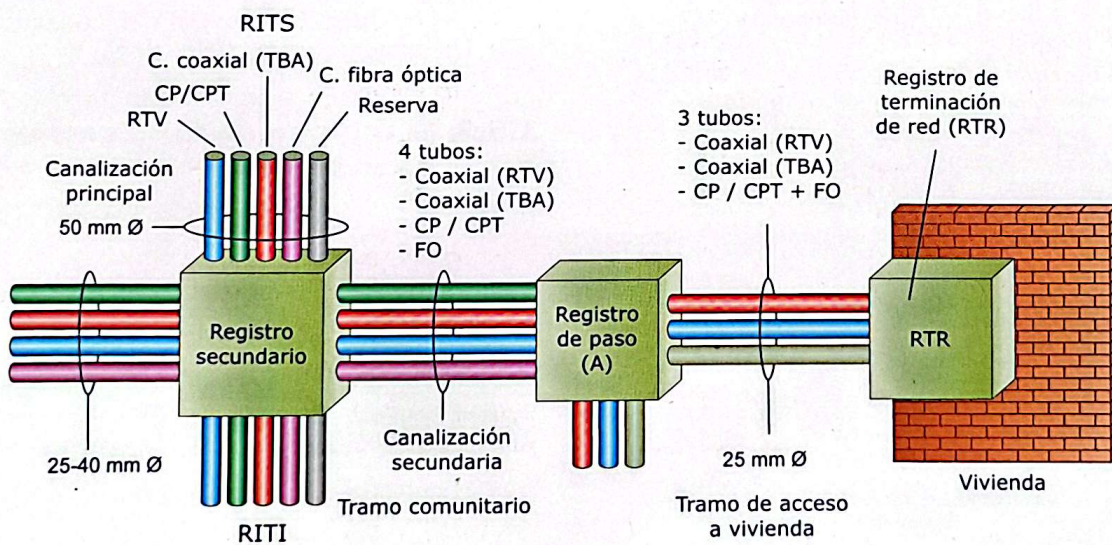


Figura 1.43. Canalización secundaria para 6 o más PAU por planta.

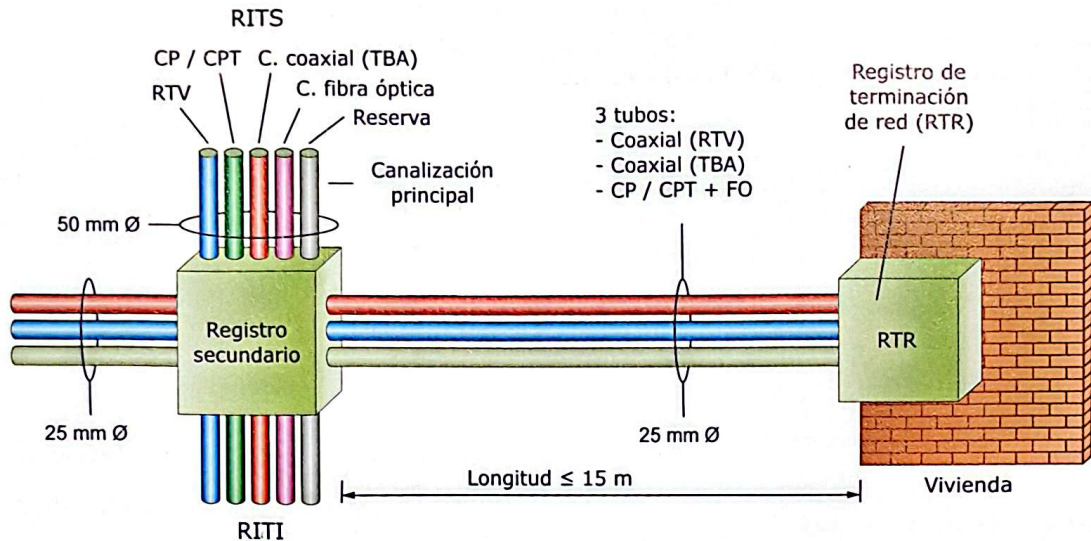


Figura 1.44. Canalización secundaria para menos de 6 PAU por planta.

- Si el número de PAU por planta es inferior a 6 o en el caso de vivienda unifamiliar, se puede prescindir del registro de paso de tipo A (siempre que la longitud sea inferior a 15 m) (Figura 1.44).

1.6. La red interior de usuario

La red interior de usuario es la parte de la red de ICT que discurre por el interior de la zona privada de la vivienda u oficina. Conecta con la red de dispersión, transmitiendo las señales de telecomunicaciones, hasta cada punto final o BAT (base de acceso de terminal).

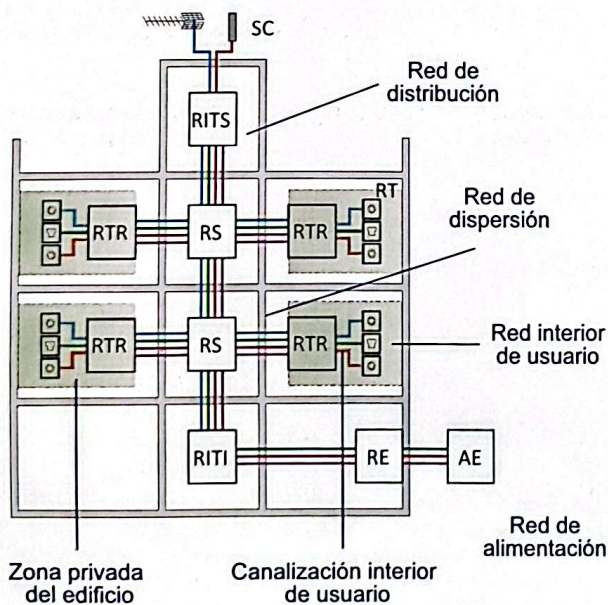


Figura 1.45. Red interior de usuario.

1.6.1. La canalización interior de usuario

Soporta la red interior de usuario y conecta los registros de terminación de red con las diferentes tomas de usuario.

Esta canalización se realiza mediante tubos o canales y en configuración en estrella. Si se realiza en tubos, estos serán rígidos o flexibles que irán empotrados y con un diámetro mínimo de 20 mm.

Si se realiza mediante canales, estas irán en montaje superficial o enrasado. Dispondrán de 3 espacios independientes:

- Un espacio para cables de pares trenzados para servicios de TBA.
- Un espacio para cables coaxiales para servicios de TBA.
- Un espacio para servicios de RTV.

1.6.2. El registro de terminación de red (RTR)

El registro de terminación de red (RTR) conecta la canalización secundaria con la canalización de red interior de usuario. En su interior se alojan los puntos de acceso de usuario (PAU).

Este registro se instala en el interior de las viviendas empotrado en la pared (canalización mediante tubo) o en montaje superficial (canalización mediante canales).

Las dimensiones mínimas serán:

- 500 x 600 x 80 mm: si son empotrados en tabique y en disposición del equipamiento en vertical.



- 500 × 300 × 80 mm: si se colocan dos envoltentes adyacentes y comunicadas entre sí. Uno de los RTR será dedicado íntegramente para la instalación de equipos activos.
- 300 × 400 × 300 mm: si se empotran en otro elemento constructivo (columna, altillo accesible, etcétera).

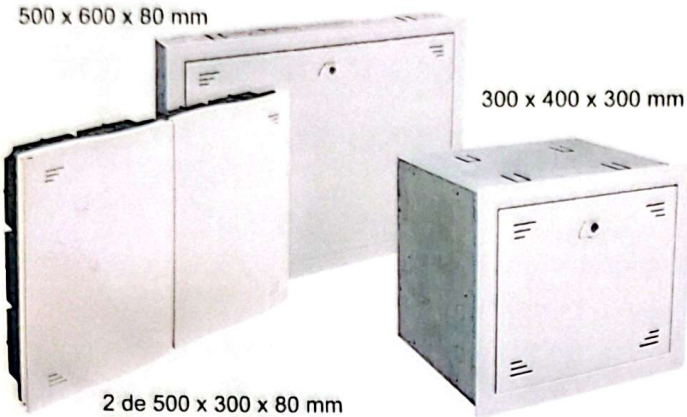


Figura 1.46. Registros de terminación de red. (Cortesía de IDE).

En cualquiera de las tres opciones anteriores, deberán instalarse dos tomas de corriente o bases de enchufe.

- Si se opta por independizar los servicios de STDP y TBA de los servicios de RTV, el registro de STDP y TBA mantendrá sus dimensiones de 500 × 600 × 80 mm y el de RTV de 200 × 300 × 60 mm. Ambos registros estarán comunicados entre sí.

En la envoltente de STDP/TBA deberán instalarse dos tomas de corriente y una toma en la de RTV.

En las envoltentes con dimensiones 500 × 600 mm, se reservará un espacio de 500 × 300 mm para la instalación de equipos activos.

Todos los registros se instalarán a una distancia mínima de 200 mm y máxima de 2300 mm del suelo.

Las tapas de los RTR deberán ser de fácil apertura con tapa abatible y, en los casos que alberguen equipos activos

(se estima en 25 W su potencia) dispondrán de una rejilla de ventilación.

1.6.3. El registro de toma

Los registros de toma alojan las bases de acceso de terminal (BAT) o tomas de usuario. Representan los puntos finales de la instalación de ICT.

Los registros de tomas irán empotrados en la pared. En locales y oficinas podrán ir empotrados en el suelo o en torretas.

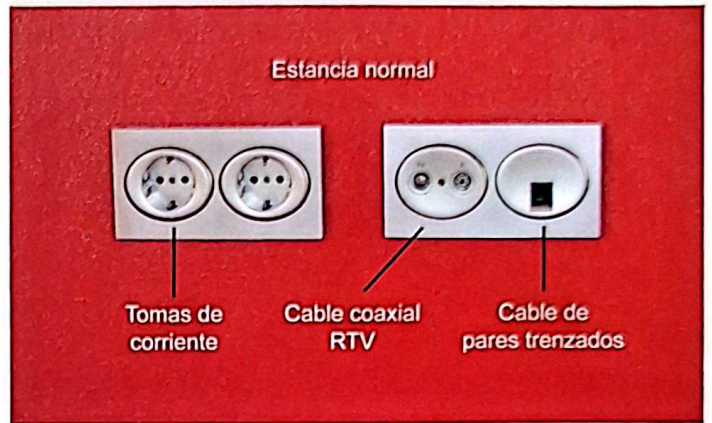


Figura 1.47. Registros de toma y toma de corriente.

En viviendas se colocarán, al menos, los siguientes registros de toma:

- En cada una de las dos estancias principales:
 - 2 registros para tomas de cables de pares trenzados.
 - 1 registro para toma de cables coaxiales para servicios de TBA.
 - 1 registro para toma de cables coaxiales para servicios de RTV.
 - 1 registro para toma de cable de fibra óptica, en una de las estancias principales, preferiblemente en el salón.

Tabla 1.10. Diferentes configuraciones del RTR

Dimensiones del RTR			
Tabique	Otros	STDP/TBA y RTV independientes	
500 × 600 × 80 mm	2 de 500 × 300 × 80 mm	300 × 400 × 300 mm	500 × 600 × 80 + 200 × 300 × 60 mm

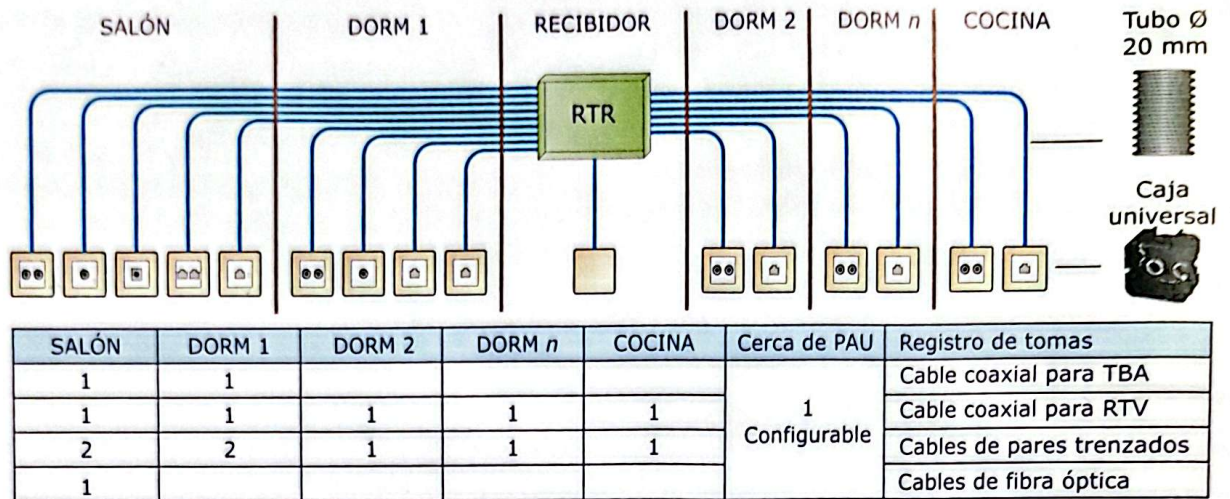


Figura 1.48. Canalización interior de usuario y la distribución mínima de los registros de toma de usuario.

b) En el resto de las estancias, excluidos baños y trasteros:

- 1 registro para toma de cables de pares trenzados.
- 1 registro para toma de cables coaxiales para servicios de RTV.

c) En la cercanía del PAU:

- 1 registro para toma configurable.

Los registros de toma tendrán en sus inmediaciones (máximo 500 mm) una toma de corriente, o base de enchufe.

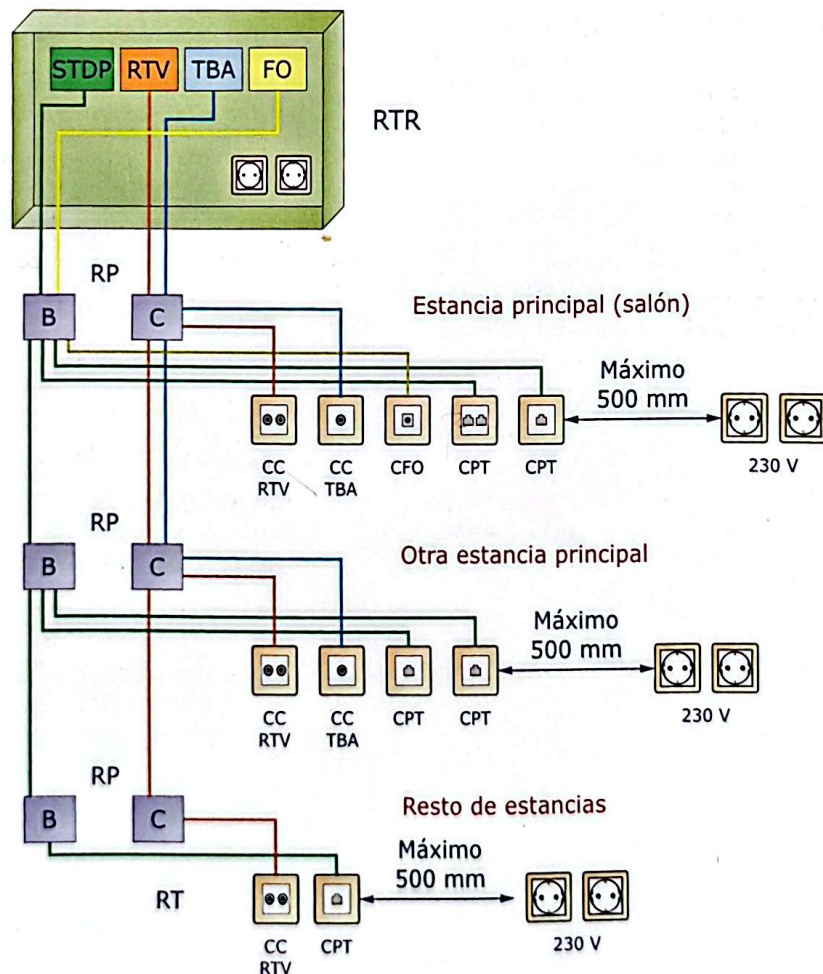


Figura 1.49. Registros de paso y de toma en canalización interior de usuario.



En los edificios de viviendas y locales, cuando no esté definida su distribución, los registros de toma no se instalan. Se instalarán cuando se ejecute el proyecto siendo responsabilidad del propietario.

Los registros de paso a utilizar son los del tipo B para cables de pares o pares trenzados y los registros de paso de tipo C para los cables coaxiales (Figura 1.49).

Actividad resuelta 1.16

En una vivienda de 1 salón, 3 dormitorios, 1 cocina, 2 baños y 1 trastero, ¿cuántos registros de toma (RT) mínimo se instalarán en cada estancia y cuál será su utilización?

Solución:

Salón y dormitorio principal, en cada uno de ellos:

- 2 registros de toma de pares trenzados.
- 1 registro de toma de cable coaxial para TBA.
- 1 registro de toma de cable coaxial para RTV.
- 1 registro de toma de cable de fibra óptica, solo en el salón.

Cocina, resto de los dormitorios, en cada uno:

- 1 registro de toma de pares de cables trenzados.
- 1 registro de toma de cable coaxial para RTV.

Cercanía del PAU:

- 1 registro de toma configurable.

1.7. Requisitos de seguridad entre instalaciones

En una edificación concurren varios tipos de instalaciones de servicios (electricidad, etc.). Por ello se deben tener una serie de consideraciones a la hora de plantear la instalación de telecomunicaciones.

Como norma general, se debe procurar la máxima independencia entre las instalaciones de telecomunicaciones y el resto de servicios. Y salvo excepciones justificadas, las redes de telecomunicaciones no se alojarán en el mismo compartimento junto con otros servicios.

Los cruces entre servicios se realizan, preferentemente, pasando las canalizaciones de telecomunicaciones por encima de las de otros servicios.

Las distancias entre las canalizaciones de telecomunicaciones y el resto serán de 100 mm en tramos paralelos y de 30 mm en cruces, excepto en la canalización interior de usuario donde serán de 30 mm en todos los casos.

Respecto a los tabiques de separación, la rigidez dieléctrica será como mínimo de 1500 V. Y si son metálicos se deben conectar a la puesta a tierra.

Cuando los sistemas de canalización sean metálicos, estos se conectarán a la red equipotencial.

1.8. Cálculo de las canalizaciones

Para poder realizar el cálculo de las canalizaciones se debe tener claro cuáles son las partes que intervienen en la instalación.

- Número de PAU.
- Arqueta de entrada.
- Canalización externa.
- Punto de entrada general.
- Canalización de enlace entrada inferior.
- Registro de enlace inferior.
- Canalización de enlace entrada superior.
- Registro de enlace superior.
- Recinto de instalaciones de telecomunicación.
- Canalización a cuarto de ascensor.
- Canalización principal.
- Registros secundarios.
- Canalización secundaria.
- Registros de paso.
- Registros de terminación de red.
- Canalización interior de usuario.
- Registros de toma.



SABÍAS QUE...

Para cumplimiento de la compatibilidad electromagnética entre sistemas en el interior de los recintos de instalaciones de telecomunicación se podrán utilizar como referencia las normas armonizadas como la ETS 300386.

Actividad propuesta 1.2

Rellena los cuadros marcados con el nombre de una instalación de ICT en un edificio como el mostrado.

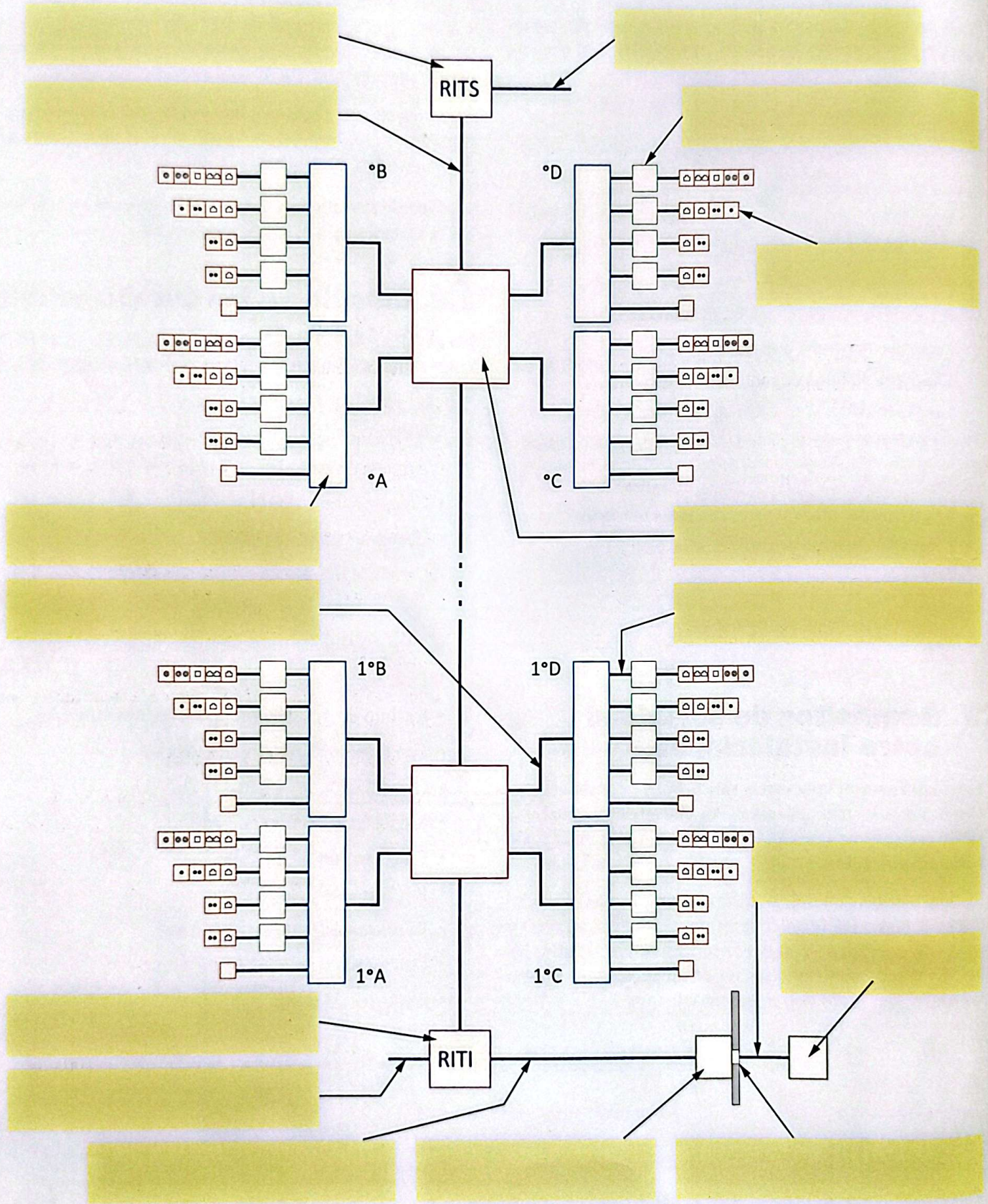


Figura 1.50. Representación de un edificio de n plantas con 4 viviendas por planta con los puntos más representativos de su instalación de ICT.



En la Actividad resuelta 1.17 se estudian los pasos que se siguen en el cálculo de las canalizaciones según el anexo III del reglamento de ICT.

Actividad resuelta 1.17

Diseña y calcula la infraestructura de telecomunicaciones según el anexo III del reglamento de ICT, para un edificio de 7 plantas de viviendas y 4 viviendas por planta (1 bajante). Cada vivienda consta de 1 salón, 2 dormitorios, 2 cuartos de baño, 1 cocina y 1 trastero. El RITI está ubicado en el sótano y el RITS en la azotea. Las canalizaciones serán mediante tubos.

Solución:

1. Diseño de la red.

El primer paso es diseñar la red, para de esta manera identificar cada uno de los elementos necesarios.

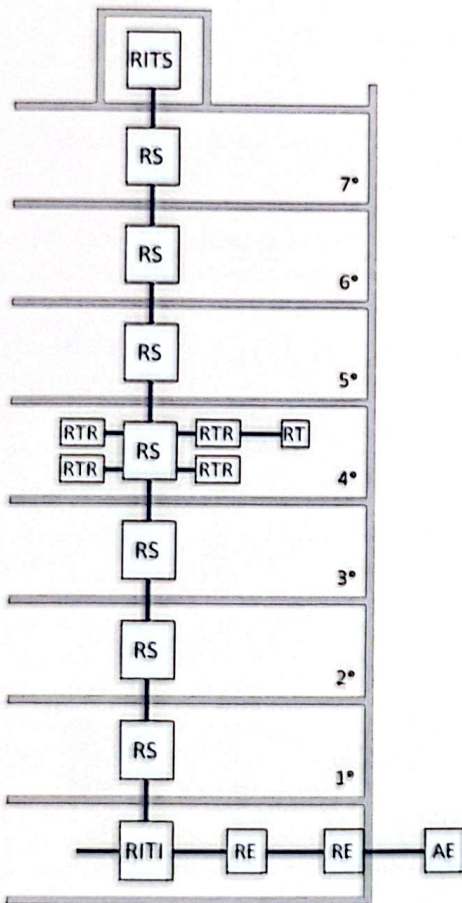


Figura 1.51. Elementos.

2. Número de PAU.

El número de PAU es el parámetro más importante para el dimensionamiento. Según el reglamento de ICT, se entenderá un único punto de acceso al usuario

por cada vivienda, oficina, local comercial o estancia común de la edificación, teniendo en este caso:

$$28 \text{ viviendas} \times 1 \text{ PAU / vivienda} = 28 \text{ PAU.}$$

3. Arqueta de entrada.

Con el dato del número de PAU se consulta la Tabla 1.2, obteniendo:

Arqueta de entrada de 600 × 600 × 800 mm (alto × ancho × profundidad).

4. La canalización externa.

Con el mismo dato del número de PAU se consulta la Tabla 1.3, obteniendo:

Canalización externa de 5 tubos de 63 mm de diámetro, compuesta de:

- 3 tubos para TBA + STDP.
- 2 tubos de reserva.

La arqueta de paso en canalización externa, si existiese, tendría dimensiones interiores de 400 × 400 × 400 mm.

5. Punto de entrada general.

Pasamuros para 5 tubos de 63 mm de diámetro, ya que depende de la canalización externa.

6. Registros de enlace (para canalización de enlace inferior).

Armario en pared de 450 × 450 × 120 mm (alto × ancho × profundidad).

7. Canalización de enlace inferior.

Compuesta de 5 tubos entre 40 y 63 mm de diámetro exterior (para una ocupación máxima de los tubos del 50 %), con la siguiente utilización:

- 3 tubos para TBA + STDP.
- 2 tubos de reserva.

Los registros de enlace en canalización de enlace inferior, si fuesen necesarios, serían de 450 × 450 × 120 mm (alto × ancho × profundidad) para registros en pared y para el paso de las arquetas las dimensiones interiores mínimas serían de 400 × 400 × 400 mm.

8. Punto de entrada general superior.

Elemento pasamuros en pared.

9. Canalización de enlace entrada superior.

La entrada de señales desde las antenas se realiza mediante dos tubos de 40 mm de diámetro.

El registro de enlace en canalización de enlace superior, si fuese necesario, sería de $360 \times 360 \times 120$ mm (alto \times ancho \times profundidad).

10. Recintos de instalaciones de telecomunicaciones (RITS, RITI).

Con el dato del número de PAU (28 PAU) se consulta la Tabla 1.4, obteniendo unas dimensiones de:

Recinto de $2000 \times 1500 \times 500$ mm (alto \times ancho \times profundidad).

No obstante, como el número de PAU es inferior a 45, se pueden sustituir por 2 RITM.

11. Registros principales.

Son espacios suficientes en el RITI para alojar los puntos de interconexión.

12. Canalización al cuarto de contadores.

Se emplea un tubo de 25 mm de diámetro desde el registro principal del RITI hasta un registro de toma con tapa ciega situado en el cuarto de máquinas del ascensor.

13. Canalización principal.

Para dimensionar la canalización principal, el dato a tener en cuenta es el número de PAU (28 PAU). Se consulta la Tabla 1.7, obteniendo un número de 7 tubos de 50 mm de diámetro con la siguiente utilización:

- 1 tubo para RTV.
- 2 tubos para cables de pares/pares trenzados.
- 1 tubo para cables coaxiales.
- 1 tubo para cables de fibra óptica.
- 2 tubos de reserva.

14. Registros secundarios.

Para un número de PAU de 28, los registros secundarios tendrán unas dimensiones mínimas de $500 \times 700 \times 150$ mm.

15. Canalización secundaria.

Para el acceso a las cuatro viviendas por planta las canalizaciones estarán formadas por 3 tubos de 25 mm de diámetro para los servicios:

- 1 tubo para cables de pares o pares trenzados y fibra óptica.
- 1 tubo para cables coaxiales de servicios de TBA.
- 1 tubo para cables coaxiales de servicios de RTV.

El registro de paso en canalización secundaria para acceso a viviendas, si existiese, sería del tipo B de $100 \times 100 \times 100$ mm (alto \times ancho \times profundidad).

16. Registro de terminación de red (RTR).

Se empleará una envolvente de $500 \times 600 \times 80$ mm (siendo la última la profundidad).

17. Canalización interior de usuario.

Se emplearán por vivienda 14 tubos independientes de 20 mm de diámetro exterior desde el RTR hasta cada registro de toma. La distribución será:

- Para el salón y el dormitorio principal, en cada una 2 tubos para cables de pares trenzados, 1 tubo para cable coaxial de TBA y 1 tubo para cable coaxial de RTV. En el salón, además, 1 tubo para cable de fibra óptica.
- Para el resto de dormitorios y cocina, en cada una 1 tubo para cables de pares trenzados y 1 tubo para cable coaxial de RTV.
- En las cercanías del PAU: 1 tubo sin asignación.

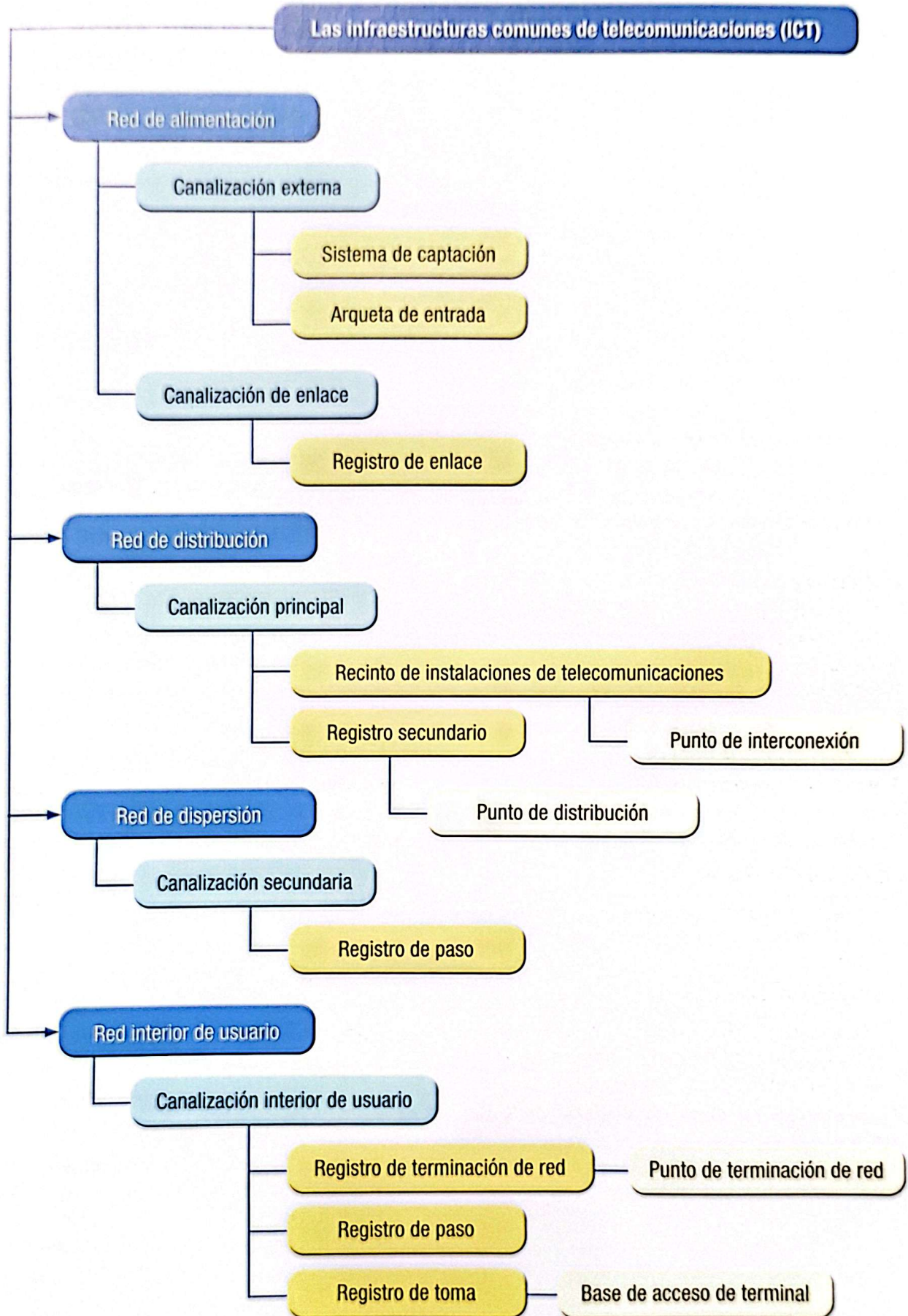
Los registros de paso en la canalización interior de usuario, si existiesen, serán de tipo B de $100 \times 100 \times 40$ mm (altura \times anchura \times profundidad) cuando alojen cables de pares trenzados, y de tipo C de $100 \times 160 \times 40$ mm (altura \times anchura \times profundidad) cuando alojen cables coaxiales.

18. Registros de toma.

Se emplearán 14 cajas universales de empotrar con la siguiente distribución:

- En el salón y el dormitorio principal, en cada una 2 registros para cables de pares trenzados, 1 registro para cables coaxiales de TBA y 1 registro para cables coaxiales de RTV. En el salón, además, 1 registro para cable de fibra óptica.
- En el resto de los dormitorios y cocina, en cada una 1 registro para cables de pares trenzados y 1 registro para cables coaxiales de RTV.
- En las cercanías del PAU: 1 registro para toma con figura variable.

Los registros de toma RT, aunque en cada estancia dibujen juntos, a la hora de instalarlos o en el proyecto pueden estar separados.



De comprobación

- 1.1. ¿A través de qué elemento se introducen, por la parte inferior de la edificación en una ICT, las redes de alimentación de los operadores?
- Arqueta de entrada.
 - Registro de enlace.
 - Canalización principal.
- 1.2. ¿Cómo se llama el elemento por donde se introducen, por la parte superior de la edificación en una ICT, las redes de alimentación de los operadores?
- Registro secundario.
 - Pasamuros.
 - Canalización superior.
- 1.3. ¿Cuál es la función principal de la red de distribución?
- Llevar a cada RTR de la edificación las señales necesarias para alimentar la red de dispersión.
 - Llevar a cada recinto de la edificación las señales necesarias para alimentar la red de dispersión.
 - Llevar a cada planta de la edificación las señales necesarias para alimentar la red de dispersión.
- 1.4. ¿Qué recintos une la canalización principal?
- RITS y RITI.
 - RITU y RITM.
 - RTR y RS.
- 1.5. ¿Cómo se llama la red que va por dentro de la canalización principal?
- Red de dispersión.
 - Red de distribución.
 - Red principal.
- 1.6. ¿Cuál es la función principal de la red de dispersión?
- Llevar las señales de los RITI hasta los PAU de cada usuario.
 - Llevar las señales de los diferentes servicios de telecomunicación hasta las BAT de cada usuario.
 - Llevar las señales de los diferentes servicios de telecomunicación hasta los PAU de cada usuario.
- 1.7. ¿Cómo se llama la red que va por dentro de la canalización secundaria?
- Red secundaria.
 - Red de distribución.
 - Red de dispersión.
- 1.8. ¿Cuál es la función principal de la red interior de usuario?
- Distribuir las señales de los diferentes servicios de telecomunicación en la canalización principal.
 - Distribuir las señales de los diferentes servicios de telecomunicación en el interior de cada vivienda, oficina, local o estancia común de la edificación.
 - Distribuir las señales de los diferentes servicios de telecomunicación entre RITI y RITS.
- 1.9. ¿Qué dos canalizaciones une la arqueta de entrada?
- Por un lado, las canalizaciones de los distintos operadores y, por otro, la canalización de enlace de la ICT.
 - Por un lado, las canalizaciones de los distintos operadores y, por otro, la canalización principal de la ICT.
 - Por un lado, las canalizaciones de los distintos operadores y, por otro, la canalización externa de la ICT.
- 1.10. ¿Cómo se llama el registro donde se encuentra situada la BAT?
- Registro secundario.
 - Registro de toma.
 - Registro de terminación de red.
- 1.11. ¿De dónde a dónde va la canalización externa?
- Desde la arqueta de entrada hasta el punto de entrada general de la edificación.
 - Desde el registro de enlace hasta el punto de entrada general de la edificación.
 - Desde la arqueta de entrada hasta el punto de interconexión de la edificación.
- 1.12. ¿Cómo se llama el lugar por donde la canalización externa accede a la zona común de la edificación?
- Punto de interconexión.
 - Punto de enlace.
 - Punto de entrada general.
- 1.13. En un edificio de 3 plantas y 2 viviendas por planta (6 viviendas en total), ¿podría instalarse un RITU que sustituya al RITI y al RITS?
- Sí, 6 viviendas = 6 PAU.
 - No, 6 viviendas = 6 PAU.
 - No, 6 viviendas = 12 PAU.



- 1.14.** En un edificio de 5 plantas y 4 viviendas por planta (20 viviendas en total), ¿podría instalarse dos RITM que sustituyan al RITI y al RITS?
- No, menos de 45 PAU (20 viviendas = 20 PAU).
 - Sí, menos de 45 PAU (20 viviendas = 20 PAU).
 - No, más de 45 PAU (20 viviendas = 20 PAU).
- 1.15.** En un edificio de 6 plantas y 3 viviendas por planta (18 viviendas en total), ¿podría instalarse un RITU-A?
- No, tiene más de 16 PAU.
 - No, tiene más de tres alturas.
 - Sí, no tiene más de 30 PAU.
- 1.16.** ¿Qué dos canalizaciones conectan los registros de terminación de red RTR?
- Las canalizaciones secundarias con las canalizaciones interiores de usuario.
 - Las canalizaciones principales con las canalizaciones interiores de usuario.
 - Las canalizaciones secundarias con las canalizaciones principales.
- 1.17.** ¿Dónde se ubica el RTR?
- Siempre en el RITI.
 - Siempre en el RITS.
 - Siempre en el interior de la vivienda.
- 1.18.** ¿Cómo se llama el registro donde se ubica el PAU?
- RTR (registro de terminación de red).
 - RE (registro de enlace).
 - RS (registro secundario).
- 1.19.** ¿Cómo se llaman los registros que se intercalan en la canalización interior de usuario?
- Registros de enlace.
 - Registros de terminación de red.
 - Registros de paso.
- 1.20.** En una canalización de enlace inferior de 52 m, realizada con tubos en montaje superficial, ¿cuántos registros de enlace se colocarán?
- $52/50 = 1,04$; dos registros.
 - Un registro.
 - $52/15 = 3,4$; cuatro registros.
- 1.21.** ¿Cuál es el nivel medio de iluminación de los RITS?
- 300 lux.
 - 200 lux.
 - 100 lux.
- 1.22.** Los RITS se alimentan desde el cuadro de servicios generales. ¿Cuál será el número de conductores y la sección de esta acometida?
- $2 \times 2,5 + T \text{ mm}^2$.
 - $2 \times 6 + T \text{ mm}^2$.
 - $3 \times 2,5 + T \text{ mm}^2$.
- 1.23.** ¿Qué dimensiones mínimas tendrán el RITI y el RITS de un edificio de 36 viviendas?
- $2000 \times 2000 \times 1000 \text{ mm}$ (altura \times anchura \times profundidad).
 - $2000 \times 1500 \times 500 \text{ mm}$ (altura \times anchura \times profundidad).
 - $2000 \times 2000 \times 500 \text{ mm}$ (altura \times anchura \times profundidad).
- 1.24.** En el cuadro que alimenta los servicios de telecomunicación, ¿qué intensidad nominal mínima, tensión nominal e intensidad de defecto tendrá el interruptor diferencial?
- $I_n = 25 \text{ A}$, tensión nominal 230/400 V, $I_d = 30 \text{ mA}$ de tipo selectivo o retardado.
 - $I_n = 32 \text{ A}$, tensión nominal 230/400 V, $I_d = 30 \text{ mA}$ de tipo selectivo o retardado.
 - $I_n = 25 \text{ A}$, tensión nominal 230/400 V, $I_d = 300 \text{ mA}$ de tipo selectivo o retardado.
- 1.25.** Si la canalización secundaria en su tramo de acceso a viviendas la quisiéramos realizar mediante canales, ¿cuántos espacios independientes tendrían dichas canales?
- 3 espacios independientes (1 \times STDP y FO; 1 \times TBA; 1 \times RTV).
 - 4 espacios independientes (1 \times STDP; 1 \times FO; 1 \times TBA; 1 \times RTV).
 - 2 espacios independientes (1 \times STDP y FO; 1 \times TBA y RTV).
- 1.26.** ¿Cada cuántos metros, como máximo, se colocará un registro de paso?
- Cada 30 m de longitud.
 - Cada 50 m de longitud.
 - Cada 15 m de longitud.

- 1.27. Los tubos utilizados en la ICT que estén ocupados, ¿llevarán también un hilo guía?
- Si.
 - No.
 - Solo los vacíos.
- 1.28. Los tubos de la canalización principal, ¿tendrán su interior liso o podrá ser corrugado?
- Corrugado.
 - Liso.
 - Depende de si es interior o exterior.
- 1.29. ¿A qué distancia máxima de un registro de toma colocaremos una toma de corriente?
- Máximo 1000 mm.
 - Mínimo 500 mm.
 - Máximo 500 mm.
- 1.30. El conductor en anillo de puesta a tierra de los recintos de ICT, ¿qué sección tendrá y de qué material será?
- Cable flexible de cobre de un mínimo de 25 mm² sección.
 - Cable flexible de cobre de un mínimo de 10 mm² sección.
 - Cable flexible de cobre de un mínimo de 2,5 mm² de sección.
- 1.31. ¿A qué distancia del suelo se instalarán la/s envolventes del RTR?
- Mínima de 180 mm y máxima de 2000 mm.
 - Mínima de 200 mm y máxima de 2300 mm.
 - Mínima de 200 mm y máxima de 2000 mm.

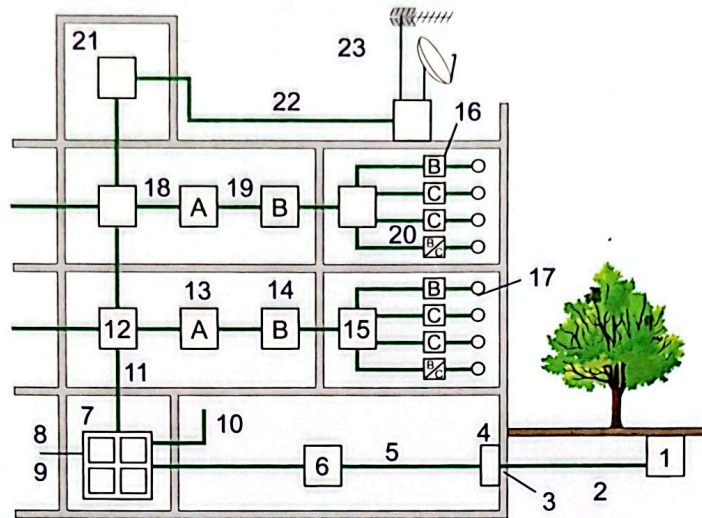
De aplicación

- ¿Qué dimensiones tendrá una arqueta de entrada para un edificio de 100 PAU?
- ¿De cuántos tubos estará formada la canalización externa en un edificio de 100 PAU? ¿Cuál sería su diámetro y utilización?
- ¿Cuántos tubos tendrá la canalización de enlace inferior de un edificio si su canalización externa es de 4 tubos de 63 mm de diámetro? ¿Qué dimensiones y utilización tendrán los tubos?
- En un edificio de viviendas de 30 PAU, ¿se podrían realizar el RITI y el RITS mediante armarios modulares (RITM)?
- ¿Cuántos tubos de 32 mm de diámetro salen de la centralización de contadores y llegan al RITI?
- La canalización principal de un edificio para 30 PAU, ¿de cuántos tubos consta? ¿Qué sección deben tener? ¿Qué utilización deben tener?
- En un edificio de 3 plantas y 4 viviendas por planta, ¿qué dimensiones tendrá el registro secundario?
- En el tramo comunitario de una canalización secundaria, para 6 PAU, compuesta por cables coaxiales para RTV, ¿cuál será el diámetro exterior mínimo del tubo?
- En una vivienda de 1 salón, 2 dormitorios, 1 cocina y 2 baños, ¿cuántos registros de toma mínimo se instalarán en cada estancia y cuál será su utilización?
- ¿Cuál es el valor máximo del sistema general de tierra de un edificio con ICT?



De ampliación

1.1. En el edificio de la siguiente figura, coloca el nombre de los elementos numerados:



1.	9.	17.
2.	10.	18.
3.	11.	19.
4.	12.	20.
5.	13.	21.
6.	14.	22.
7.	15.	23.
8.	16.	

1.2. Calcula y diseña una infraestructura para telecomunicaciones para un edificio de 5 plantas, con 4 viviendas por planta. Cada vivienda consta de salón, cocina, tres baños y dos dormitorios. Sigue los pasos de la Actividad resuelta 1.17 del libro.

1.3. Busca en diferentes catálogos los registros, tubos, armarios, etc., calculados en la actividad anterior y haz una tabla indicando, al menos, el nombre del elemento, el fabricante y la referencia.

2

Televisión terrestre



Contenidos

- 2.1. Las ondas
- 2.2. La modulación de las señales
- 2.3. Los sistemas de transmisión digital de televisión
- 2.4. Unidades de medida
- 2.5. La digitalización de la imagen
- 2.6. La estructura de las instalaciones receptoras de TV terrestre
- 2.7. El sistema captador de señales
- 2.8. El equipo de cabecera
- 2.9. La red
- 2.10. El cable
- 2.11. Tipos de instalaciones
- 2.12. Cálculo de instalaciones

Objetivos

- Conocer los aspectos generales sobre las ondas electromagnéticas y su propagación.
- Estudiar los diferentes métodos de modulación de las señales.
- Reconocer los elementos de los sistemas captadores de señal.
- Examinar los elementos que componen las cabeceras.
- Distinguir los elementos que componen la red de distribución de señales.
- Analizar los diferentes sistemas de instalaciones, tanto de recepción individual como colectiva, de las señales de radiodifusión.
- Saber realizar el cálculo de las instalaciones.

Desde las emisiones en blanco y negro, el paso por la televisión en color, el cambio de analógico a digital, la alta definición, etc., la televisión ha estado y estará en continua evolución. También las instalaciones interiores receptoras de televisión han aumentado su complejidad hasta el punto de tener que ser reguladas por el reglamento de ICT.

Es importante que el técnico conozca todos los elementos que intervienen desde la captación de las señales hasta su distribución hacia las tomas de los usuarios. También es importante el conocimiento de las diferentes configuraciones en el diseño de las instalaciones y su cálculo.

2.1. Las ondas

La señal de televisión se transmite por el espacio en forma de ondas hasta que llegan a las antenas donde se reciben. Estas ondas viajan a una velocidad de 300 000 km/s y poseen unas determinadas características.

2.1.1. Las ondas electromagnéticas

Una onda electromagnética es una perturbación de energía que se propaga en un medio y que va acompañada de una transmisión de energía pero no de materia.

Sus características principales son las siguientes:

A: amplitud de la onda.

f: frecuencia de la onda [Hz].

λ : longitud de onda [m].

v: velocidad de transmisión.

T: período [ms].

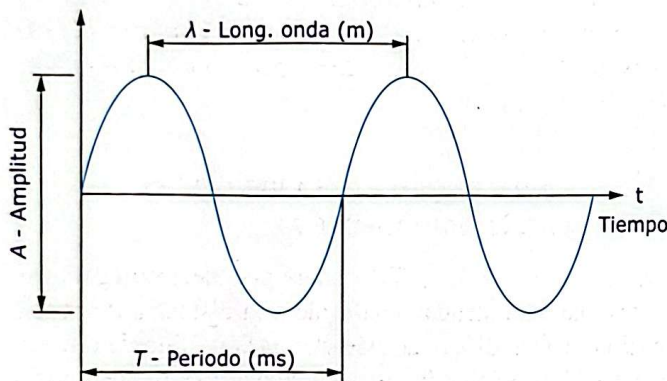


Figura 2.1. Características de una onda.

- **Amplitud.** La amplitud de una onda es el margen de variación de la señal entre el máximo y el mínimo.
- **Frecuencia.** Indica el número de veces que se repite una onda durante un segundo. Se representa por la letra f y su unidad de medida es el **hercio** (Hz). Se emplean los múltiplos MHz (megahercio 1 MHz = $1 \cdot 10^6$ Hz) y GHz (gigahercio 1 GHz = $1 \cdot 10^9$ Hz).



Recuerda

Cuanto mayor es la frecuencia, menor es el tiempo en el cual vuelve a repetirse la onda.

- **Período.** Expresa el tiempo que tarda en completarse un ciclo. Es la inversa de la frecuencia. Se representa por la letra T y su unidad de medida es el **segundo** (s), aunque se emplea el submúltiplo ms (milisegundos).

$$f = \frac{1}{T} \quad ; \quad T = \frac{1}{f}$$

- **Longitud de onda.** Indica la distancia entre dos picos o valles consecutivos de la onda. Se representa por la letra λ y su unidad de medida es el **metro** (m), a la que se emplean submúltiplos.

$$\lambda = v \cdot T \quad ; \quad \lambda = \frac{v}{f}$$

- **Velocidad de propagación de la onda.** Se representa por la letra v , siendo su valor de 300 000 km/s.

Una onda electromagnética posee dos componentes fundamentales, que van a ser perpendiculares en todo momento: el campo eléctrico y el campo magnético.



SABÍAS QUE...

La velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas es la misma que la velocidad de la luz, 300 000 km/s.

Dependiendo de la posición del campo eléctrico en la transmisión se pueden distinguir dos tipos de polarización:

- **Polarización lineal**, que se divide en polarización horizontal y vertical.

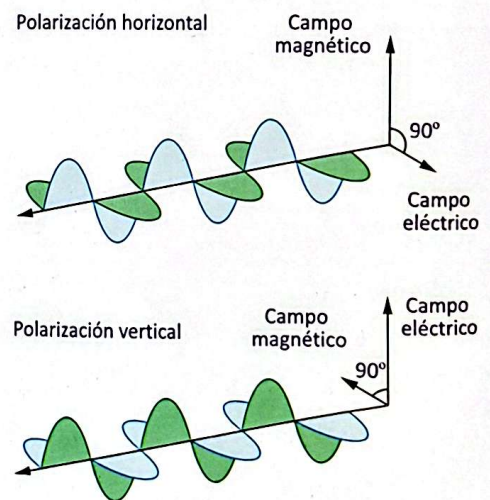


Figura 2.2. Polarización lineal.

- **Polarización circular**, que se divide en polarización a derechas y polarización a izquierdas en función del sentido de giro del campo eléctrico.

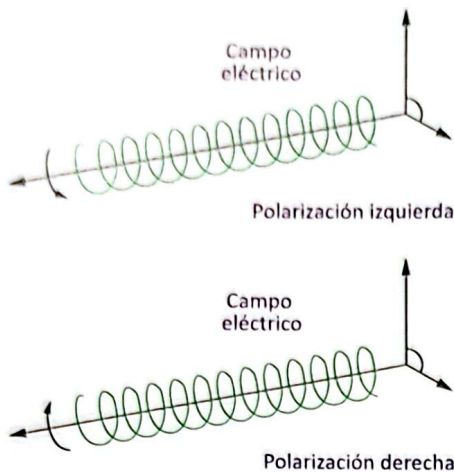


Figura 2.3. Polarización circular.

2.1.2. El espectro radioeléctrico

El espectro radioeléctrico para radiocomunicaciones está comprendido entre 8,3 kHz y 3000 GHz. En España, el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) indica la atribución y el uso de cada banda de frecuencia del espectro radioeléctrico.

SABER MÁS

Busca en internet el CNAF (busca con la referencia BOE-A-2021-21346) y consulta la cantidad de frecuencias que recoge.

En las Tablas 2.1 y 2.2 se pueden ver las bandas, los canales y las frecuencias asignadas a los servicios de RTV; hay que tener en cuenta que en la banda V quedan excluidos los canales del 49 al 69 para TDT por los dividendos digitales.

Tabla 2.1. Banda de radiodifusión de radio y televisión

	Onda larga	0,15 - 0,285 MHz
	Onda media	0,52 - 1,605 MHz
	Onda corta	2,30 - 26,1 MHz
VHF	Banda I	47 - 68 MHz
	Banda II (FM)	87 - 110 MHz
	Banda III	174 - 230 MHz
UHF	Banda IV	470 - 606 MHz
	Banda V	606 - 862 MHz
Ku	FSS Banda inferior	10,7 - 11,7 GHz
	DBS	11,7 - 12,5 GHz
	FSS Banda superior	12,5 - 12,75 GHz

Las tecnologías digitales permiten unos sistemas de compresión de información de modo que, si el ancho de banda de cada canal de TV analógico (8 MHz en UHF) alojaba un solo un canal, ahora en el mismo ancho de banda de un canal digital, llamado **canal múltiple** o **múltiplex (Mux)**, se permiten hasta 6 canales de TDT con calidad equivalente. Actualmente el servicio de televisión digital terrestre se presta a través de 7 múltiples de cobertura estatal (RGE1, RGE2, MPE1, MPE2, MPE3, MPE4, MPE5), y uno de cobertura autonómica (MAUT).

SABER MÁS

Busca en internet la Ley 7/2010, de 31 de marzo, General de la Comunicación Audiovisual, artículo 2, y entre otra información podrás encontrar las diferencias entre programa, canal, múltiplex y cadena.

La **radio digital** o **DAB** (*Digital Audio Broadcasting*) en España trabaja en las frecuencias de 195 a 223 MHz dividida en dos bandas, de 195 a 216 MHz para redes (SFN) provinciales y de 216 a 223 MHz para redes (SFN) nacionales y autonómicas.

2.1.3. La propagación de las ondas electromagnéticas

Las ondas de radio y TV son ondas electromagnéticas. Estas ondas se atenúan conforme a la distancia de propagación, a más distancia más atenuación. También sufren atenuación según su frecuencia; cuanto mayor frecuencia, mayor atenuación.

Las ondas radiadas por una antena pueden propagarse de dos formas distintas:

- Por la superficie de la tierra.
- Por el espacio.

Dependiendo del tipo de emisión (banda de frecuencia), se producirá un tipo u otro de propagación, teniendo los siguientes casos:

- Emisiones de onda larga:** el tipo de propagación que se produce generalmente a esta frecuencia es del tipo de onda de superficie (a baja frecuencia la tierra es un buen conductor).
- Emisiones de onda media:** las propagaciones de este tipo de emisión pueden efectuarse por ondas de espacio o por ondas de superficie.
- Emisiones de onda corta:** con este tipo de emisión la onda de superficie sufre una gran atenuación, por lo que la propagación más típica es la de onda de espacio.

Tabla 2.2. Tabla de canales-frecuencia según CCIR

Distribución de canales – frecuencias según la norma CCIR

Bandas	Canal	Frecuencia canal MHz	Bandas	Canal	Frecuencia canal MHz
I	2	47...54	IV	21	470...478
	3	54...61		22	478...486
	4	61...68		23	486...494
Sub. Band	L1	68...75		24	494...502
	L2	75...82		25	502...510
	L3	82...89		26	510...518
II	FM	88...108		27	518...526
S baja o Mid Band	S1	104...111		28	526...534
	S2	111...118		29	534...542
	S3	118...125		30	542...550
	S4	125...132	31	550...558	
	S5	132...139	32	558...566	
	S6	139...146	33	566...574	
	S7	146...153	34	574...582	
	S8	153...160	35	582...590	
	S9	160...167	36	590...598	
	S10	167...174	37	598...606	
BIII o High Band	5	174...181	38	606...614	
	6	181...188	39	614...622	
	7	188...195	40	622...630	
	8	195...202	41	630...638	
	9	202...209	42	638...646	
	10	209...216	43	646...654	
S alta o Upper Band	11	216...223	44	654...662	
	12	223...230	45	662...670	
	S11	230...237	46	670...678	
	S12	237...244	47	678...686	
	S13	244...251	48	686...694	
	S14	251...258	49	694...702	
	S15	258...265	50	702...710	
	S16	265...272	51	710...718	
	S17	272...279	52	718...726	
	S18	279...286	53	726...734	
Hiperbanda	S19	286...293	54	734...742	
	S20	293...300	55	742...750	
	S21	302...310	56	750...758	
	S22	310...318	57	758...766	
	S23	318...326	58	766...774	
	S24	326...334	59	774...782	
	S25	334...342	60	782...790	
	S26	342...350	61	790...798	
	S27	350...358	62	798...806	
	S28	358...366	63	806...814	
	S29	366...374	64	814...822	
	S30	374...382	65	822...830	
	S31	382...390	66	830...838	
	S32	390...398	67	838...846	
	S33	398...406	68	846...854	
	S34	406...414	69	854...862	
	S35	414...422			
	S36	422...430			
	S37	430...438			
	S38	438...446			
			V	43	646...654
			V	44	654...662
			V	45	662...670
			V	46	670...678
			V	47	678...686
			V	48	686...694
			V	49	694...702
			V	50	702...710
			V	51	710...718
			V	52	718...726
			V	53	726...734
			V**	54	734...742
			V**	55	742...750
			V**	56	750...758
			V**	57	758...766
			V**	58	766...774
			V**	59	774...782
			V**	60	782...790
			V**	61	790...798
			V**	62	798...806
			V**	63	806...814
			V**	64	814...822
			V*	65	822...830
			V*	66	830...838
			V*	67	838...846
			V*	68	846...854
			V*	69	854...862

(*) Primer dividendo digital. Canales de la banda de los 800 MHz. Canales del 61 al 69.

(**) Segundo dividendo digital. Canales de la banda de los 700 MHz. Canales del 49 al 60.



- d) **Emisiones en banda I de VHF:** se puede propagar por onda de espacio o por emisión directa u óptica.
- e) **Emisiones a frecuencias superiores a la banda III de VHF:** las ondas se propagan por emisión directa rectilínea, por lo que cualquier obstáculo que se interponga puede limitar la potencia de recepción.

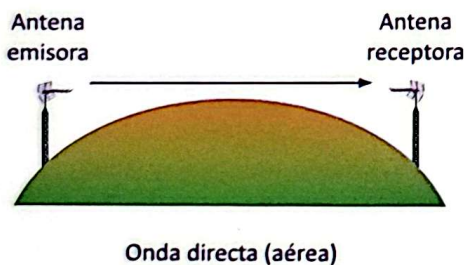
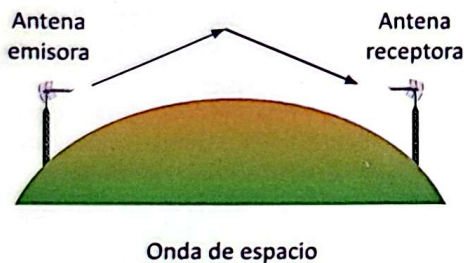
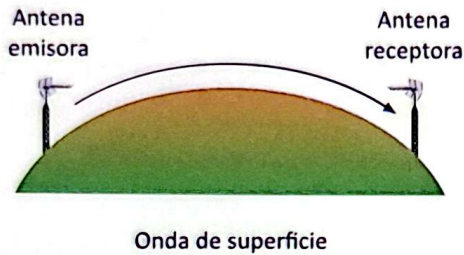


Figura 2.4. Tipos de transmisión de las ondas electromagnéticas.

La propagación de ondas, a veces, se ve afectada por los obstáculos entre la antena emisora y la receptora.

Así, al llegar la onda a un obstáculo se puede producir el fenómeno de **difracción** en el cual el obstáculo devuelve parte de la radiación que incide sobre él, lo que puede prolongar el alcance de una onda.



Figura 2.5. Difracción de las ondas.

Al incidir una onda electromagnética sobre un obstáculo se produce una **reflexión**. Si al receptor llegan la onda directa y la onda reflejada, se pueden producir imágenes fantasma o ecos.

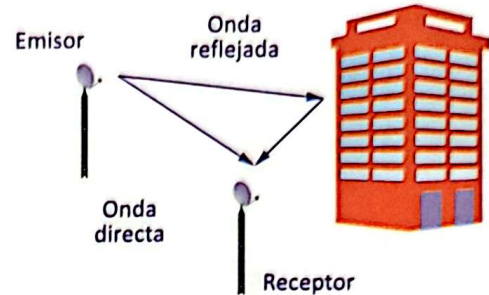


Figura 2.6. Reflexión.

A veces, el alcance máximo de una emisión puede verse aumentado por reflexiones y refracciones que se producen en el mar y en las nubes respectivamente.

Hay que tener en cuenta que la presencia de gases (oxígeno, vapor de agua, etc.) y las incidencias meteorológicas como la lluvia, producen atenuaciones en función de la frecuencia.

2.2. La modulación de las señales

La modulación es un conjunto de técnicas que se usan para transportar la información, que permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación además de mejorar la resistencia contra posibles ruidos e interferencias.

En la televisión analógica consiste en modificar una onda de alta frecuencia llamada **portadora** con la información de otra onda de baja frecuencia llamada **moduladora**.

En la TV digital la modulación se hace mediante complejos códigos numéricos sobre la onda electromagnética.

En la transmisión de señales analógicas se utilizan principalmente las modulaciones de amplitud (AM) y frecuencia (FM). Mientras que en la transmisión de señales digitales se utiliza QPSK para satélite, COFDM para terrestre y QAM para cable.

2.2.1. La modulación en amplitud (AM)

En un sistema de modulación en amplitud, la señal senoidal portadora producida por un oscilador ve variada su amplitud de forma proporcional a la amplitud de la señal moduladora o información a transmitir. Esta modulación se utiliza en la transmisión de la imagen en la televisión analógica terrestre.

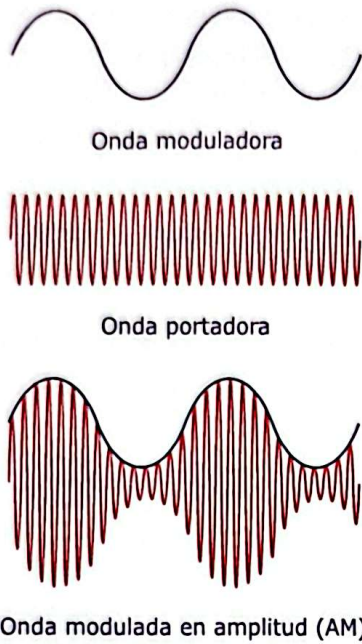


Figura 2.7. Modulación en amplitud.

En AM se producen dos **bandas laterales**, una por encima de la frecuencia de la portadora (BLS) y otra por debajo (BLI).

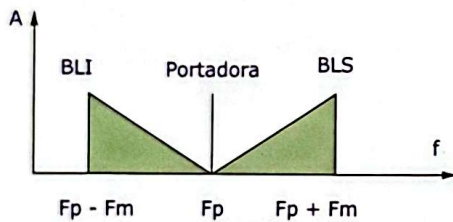


Figura 2.8. Bandas laterales.

Para mejorar el rendimiento en la transmisión se elimina algún componente, creando dos tipos nuevos de modulación:

- **Modulación en BLV** (banda lateral vestigial): se elimina una BL con lo que se reduce el ancho de banda
- **Modulación en DBL** (doble banda lateral): se elimina la portadora y solo quedan las dos BL.

2.2.2. La modulación en frecuencia (FM)

En un sistema de modulación en frecuencia, la señal senoidal portadora producida por un oscilador ve variada su frecuencia de forma proporcional a la amplitud de la señal moduladora o información a transmitir.

Esta modulación se utiliza para transmitir la señal de audio en la TV analógica terrestre y el audio y vídeo en la TV analógica por satélite.

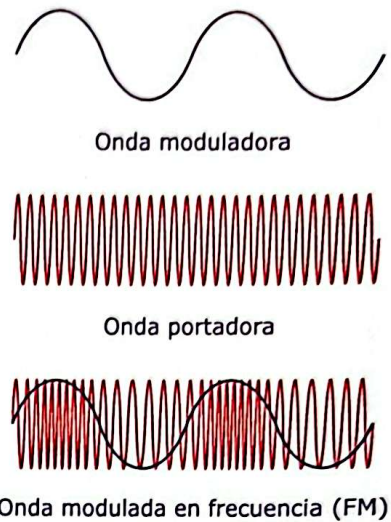


Figura 2.9. Modulación en frecuencia.

2.2.3. La modulación digital QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)

La modulación QPSK se emplea normalmente en **sistema de transmisiones digitales de televisión por satélite**.

Este sistema de modulación digital consiste en desfasar la portadora 90°, generando dos portadoras, una en fase (0°) y otra en cuadratura (90°), que se multiplican cada una de ellas por dos señales digitales. Sumando estos dos productos, se obtiene la señal modulada en QPSK.

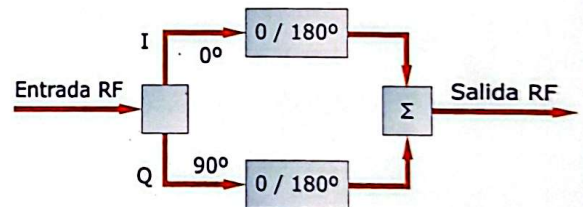


Figura 2.10. Modulación QPSK.

Este tipo de modulación es muy robusta frente a ruido e interferencias, además de consumir poca energía. Por ello es idóneo para las transmisiones por satélite.

2.2.4. La modulación digital QAM (Quadrature Amplitude Modulation)

La modulación QAM es otra forma de modulación digital

En los **sistemas de transmisión por cable** la principal restricción se encuentra en el limitado ancho de banda. Las ventajas se encuentran en que la atenuación y las pérdidas de señal son limitadas y cuentan con una elevada relación señal ruido.

Con estas características surge la modulación QAM en la cual la modulación se realiza por variación de amplitud y fase.



Este tipo de modulación es idónea para la transmisión por cable coaxial (SCATV).

En este tipo de modulación QAM, los bits se agrupan en símbolos y según el número de bits que se empleen se obtienen diversos tipos: QAM-16 (4 bits por símbolo), QAM-32 (5 bits por símbolo), QAM-64 (6 bits por símbolo), etcétera.

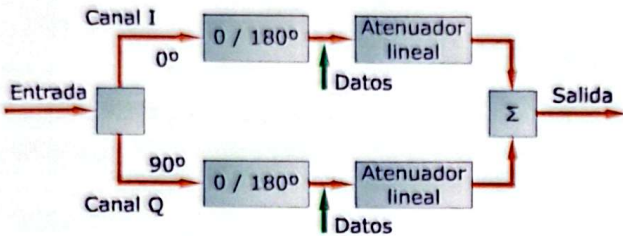


Figura 2.11. Modulación QAM.

2.2.5. La modulación digital COFDM (Coded Orthogonal Frequency Multiplexing)

En la transmisión terrestre la señal sufre reflexiones (ecos) debido a la gran cantidad de obstáculos que se encuentra en su camino, con lo cual a un receptor le llega varias veces la misma señal con retardos. Lo que se busca en esta modulación es la robustez frente a ruidos, ecos e interferencias.

La modulación COFDM se emplea normalmente en sistemas de TV digital terrestre.

En este tipo de modulación se emplea un gran número de portadoras, las cuales se encuentran separadas en frecuencia, y moduladas cada una de ellas en QPSK o QAM, de tal manera que toda la información a transmitir se reparte entre todas ellas.

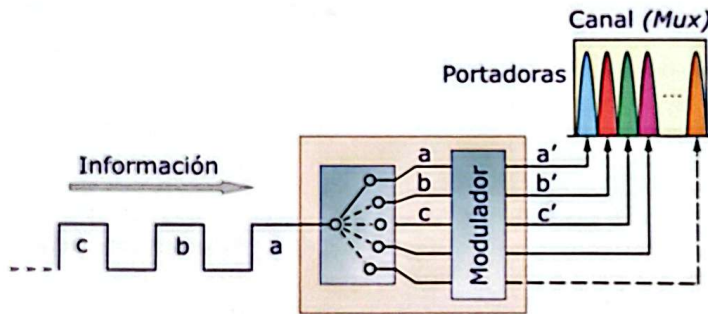


Figura 2.12. Modulación COFDM.

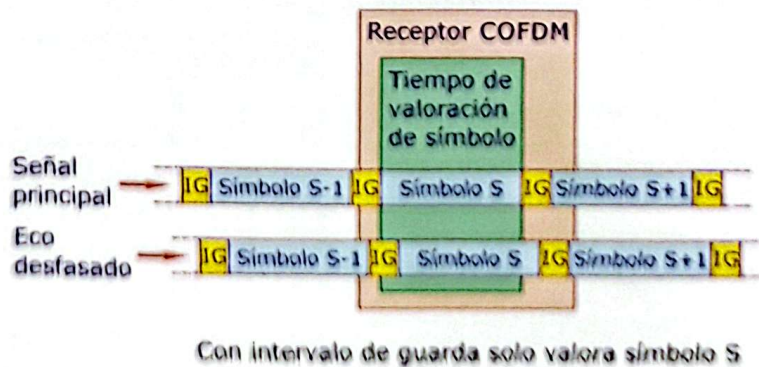
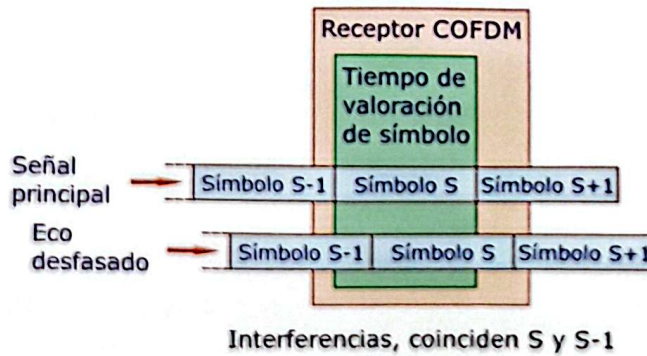


Figura 2.13. Comparativa de señales sin y con intervalos de guarda.

Una de las características más importantes de la modulación COFDM es la introducción de un tiempo que se denomina **intervalo de guarda** entre cada dos símbolos COFDM consecutivos, evitando interferencias entre la señal principal y sus ecos.

SABER MÁS

El número de portadoras en la codificación COFDM varía, estando normalizadas. Las más comunes son: **2k** que emplea 1705 portadoras (se emplea en países con orografía suave y poco accidentada) y **8k** que emplea 6817 portadoras (se emplea en países con gran orografía adversa como España).

Sus características están basadas en el sistema PAL y ha sido desarrollado por el grupo europeo DVB que agrupa a varios fabricantes de equipos de televisión europeos. La modulación utilizada es COFDM.

En España se utiliza el estándar DVB-T y MPEG-2 como técnica de compresión de vídeo. Actualmente por su segunda generación (DVB-T2).

SABÍAS QUE...

En la TV analógica existían tres estándares: NTSC (de origen americano), PAL (de origen alemán) y SECAM (de origen francés). En España se implantó el tipo PAL.

2.3. Los sistemas de transmisión digital de televisión

Existen varios estándares para la transmisión de televisión digital terrestre distribuidos en tres zonas de normalización: Japón, Estados Unidos y Europa.

En las tres zonas se utiliza MPEG-2 como técnica de compresión de vídeo:

- **ATSC (Advanced Television System Committee):** desarrollado en Estados Unidos en 1993. Sus características están basadas en el sistema NTSC. El sistema de modulación utilizado es el 8VSB.
- **ISDB-T (Terrestrial-Integrated Services Digital Broadcasting):** desarrollado en Japón en los años ochenta como consecuencia del desarrollo de la HDTV (TV de alta definición). Ocupa un ancho de banda de 12 MHz. Utiliza un sistema de modulación BST-OFDM.
- **DVB-T (Digital Video Broadcasting-Terrestrial):** TDT (Televisión Digital Terrestre) es el nombre popular con el que se conoce. Diseñado para la transmisión de emisiones de televisión mediante técnicas de modulación y codificación digitales. El estándar DVB-T forma parte de una familia de estándares para la transmisión de emisiones de televisión digital según diversas tecnologías (Tabla 2.3).

2.4. Unidades de medida

Cuando hablamos o leemos sobre instalaciones de antenas irremediamente nos encontramos con unidades como dB, dBµV, dBm, y palabras como ganancia o atenuación que nos interesa conocer y saber operar con ellas.

2.4.1. Ganancia y atenuación

Se dice que un dispositivo tiene **ganancia** cuando en la salida hay un valor superior al de la entrada. Del mismo modo se dice que un dispositivo tiene una **atenuación** o pérdida cuando el valor en la salida es menor que el de entrada.

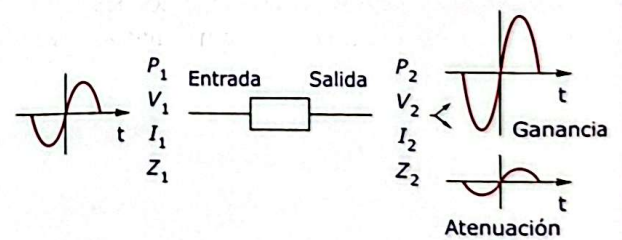


Figura 2.14. Ganancia y atenuación.

La ganancia puede ser de potencia, de tensión o de corriente, y para su cálculo es la relación de la magnitud de salida (P_2, V_2, I_2) con relación a la de entrada (P_1, V_1, I_1).

$$G_p = \frac{P_2}{P_1} \quad G_v = \frac{V_2}{V_1} \quad G_i = \frac{I_2}{I_1}$$

Si el resultado de la ganancia es mayor que la unidad se tratará de un dispositivo amplificador, y si es menor que 1, será atenuador.

$$G_p = \frac{P_2}{P_1} \quad > 1 \text{ Amplificador} \\ < 1 \text{ Atenuador}$$

Tabla 2.3. Estándares DVB

DVB-S	Emisiones desde satélites geoestacionarios.
DVB-C	Transmisiones por redes de cable.
DVB-T	Emisiones mediante la red de distribución terrestre.
DVB-H	Emisiones destinadas a dispositivos móviles con reducida capacidad de proceso y alimentados por baterías.



Actividad resuelta 2.1

Los siguientes circuitos tienen una potencia de entrada y otra de salida. Calcula las ganancias de cada uno.

Solución:

$$\begin{array}{c}
 \text{3 mW} \quad \triangle \quad \text{6 mW} \\
 \hline
 G_p = \frac{P_2}{P_1} = \frac{6}{3} = 2 \quad (>1, \text{amplificación})
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \text{8 W} \quad \triangle \quad \text{2 W} \\
 \hline
 G_p = \frac{P_2}{P_1} = \frac{2}{8} = 0,25 \quad (<1, \text{atenuación})
 \end{array}$$

Figura 2.15.

Actividad resuelta 2.2

Calcula la señal a la salida del siguiente amplificador:

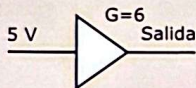


Figura 2.16.

Solución:

$$V_2 = V_1 \cdot G_v = 5 \cdot 6 = 30 \text{ V}$$

2.4.2. Logaritmos

Para los siguientes cálculos necesitamos conocer un poco los logaritmos, por lo que necesitaremos una calculadora científica.

Actividad resuelta 2.3

Calcula el logaritmo de 100 000 000.

Solución:

$\log 100\,000\,000 = 8$ (el logaritmo de un número seguido de ceros es el número de ceros).

En calculadora, pulsar las teclas **Número** **log** **=**

Actividad resuelta 2.4

Calcula el logaritmo de 0,0000001.

Solución:

$\log 0,0000001 = -7$ (el logaritmo de un número menor de 1 es negativo).

Actividad resuelta 2.5

Calcula el logaritmo de -9 .

Solución:

$\log -9 = \text{ERROR}$ (no existen logaritmos de números negativos).

Actividad resuelta 2.6

Calcula el número cuyo $\log = 3$.

Solución:

$$\log X = 3 ; X = 10^3 = 1000$$

En calculadora, pulsar las teclas **Número** **Inv/Shift**

log **=**

La ventaja del empleo de logaritmos es que la multiplicación de dos números se transforma en la suma de los logaritmos de esos números, y que la división de dos números se transforma en la diferencia o resta de los logaritmos de esos números.

Esto, en el cálculo de instalaciones de TV, es una gran ventaja ya que para obtener la ganancia o atenuación de algún dispositivo no tenemos que dividir o multiplicar, sino solo restar o sumar.

Actividad resuelta 2.7

Dados dos números, $X = 3162,27$ e $Y = 1\,258\,925,4$. Calcula $(X \cdot Y)$.

Solución:

Multiplicándolos simplemente:

$$(X \cdot Y) = 3162,27 \cdot 1\,258\,925,4 = 3\,981\,062\,024$$

Sacando el logaritmo de cada número:

$$\log X = \log 3162,27 = 3,5$$

$$\log Y = \log 1\,258\,925,4 = 6,1$$

Como el producto de dos números es igual a la suma de los logaritmos de estos números:

$$\log (X \cdot Y) = \log X + \log Y = 3,5 + 6,1 = 9,6$$

Si ahora pasamos de logaritmo a número: $\text{Inv } \log 9,6 = 3\,981\,062\,024$ ($10^{9,6}$), nos da lo mismo que la multiplicación simple.

Actividad resuelta 2.8

Dados los mismos dos números, $X = 3162,27$ e $Y = 1\ 258\ 925,4$. Calcula (X/Y) .

Solución:

Dividiéndolos simplemente:

$$(Y/X) = 1\ 258\ 925,4 : 3162,27 = 398,11$$

Empleando logaritmos:

Como el cociente de dos números es la diferencia de los logaritmos de esos números:

$$\text{Log}(Y/X) = \text{log } Y - \text{log } X = 6,1 - 3,5 = 2,6$$

Si sacamos el número del logaritmo, $\text{Inv log } 2,6 = 398,11$, que da lo mismo que con la división simple.

2.4.3. Decibelio

Al logaritmo de una ganancia lo llamamos **belio**. Si el resultado es mayor que 0, se tratará de un amplificador, y si es menor que 0, de un atenuador. Explicamos anteriormente que $G_p = P_2 / P_1$, luego:

$$\text{Belio} = \log \frac{P_2}{P_1} \quad \begin{array}{l} > 0 \text{ Amplificador} \\ < 0 \text{ Atenuador} \end{array}$$

El belio es la relación entre dos magnitudes homogéneas empleando logaritmos. Como el belio es una unidad muy grande, utilizamos el **decibelio**.

Dependiendo de si utilizamos potencias, tensiones o corrientes, obtenemos:

$$\text{dB} = 10 \log \frac{P_2}{P_1} \quad \text{dB} = 20 \log \frac{V_2}{V_1} \quad \text{dB} = 20 \log \frac{I_2}{I_1}$$

Actividad resuelta 2.9

Los siguientes circuitos tienen una potencia de entrada y otra de salida. Calcula las ganancias de cada uno.

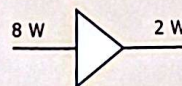
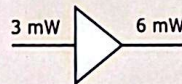


Figura 2.17.

Solución:

$$G(\text{dB}) = 10 \log \frac{P_2}{P_1} = 10 \log \frac{6}{3} = 3 \text{ dB}$$

$$G(\text{dB}) = 10 \log \frac{P_2}{P_1} = 10 \log \frac{2}{8} = -6 \text{ dB}$$

2.4.4. Decibelio-microvoltio (dBμV)

El decibelio microvoltio (dBμV) y el decibelio (dB) más utilizados en los catálogos de TV. El decibelio voltio expresa el nivel de tensión en un punto con referencia a 1 μV.

Lo utilizaremos para pasar unidades de tensión a belios-microvoltios.

$$\text{dB}\mu\text{V} = 20 \log \frac{V_{\mu\text{V}}}{1 \mu\text{V}}$$

Actividad resuelta 2.10

Calcula cuántos dBμV son 1,4 mV.

Solución:

Las unidades tienen que ser homogéneas, o sea hay que pasar la tensión a μV ($1,4 \text{ mV} = 1400 \mu\text{V}$).

$$\begin{aligned} \text{dB}\mu\text{V} &= 20 \log \frac{V_{\mu\text{V}}}{1 \mu\text{V}} = 20 \log \frac{1400}{1} = 20 \log 1400 \\ &= 63 \text{ dB}\mu\text{V} \end{aligned}$$

Como cualquier número dividido entre 1, da ese número, a partir de ahora prescindiremos del 1 de los cálculos.

Actividad resuelta 2.11

Pasa 6 dBμV a tensión.

Solución:

$$\text{dB}\mu\text{V} = 20 \log V_{\mu\text{V}}$$

$$\log V_{\mu\text{V}} = \frac{6}{20}$$

$$V = 10^{\frac{6}{20}} = 2 \mu\text{V}$$

2.4.5. Decibelio-milivatio (dBm)

Se lee textualmente «de-be-eme» (dBm). Es el nivel de potencia en un punto con referencia a 1 mW. También es utilizado en instalaciones de telecomunicación.

$$\text{dBm} = 10 \log \frac{P_{\text{mW}}}{1 \text{ mW}}$$



Actividad resuelta 2.12

Calcula cuántos dBm son 2 W.

Solución:

Hay que pasar la potencia a milvatios (mW).

$$(2 \text{ W} = 2000 \text{ mW})$$

$$\begin{aligned} \text{dBm} &= 10 \log \frac{P_{\text{mW}}}{1 \text{ mW}} = 10 \log \frac{2000}{1} = 10 \log 2000 = \\ &= 33,01 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Actividad resuelta 2.13

Pasa 12 dBm a potencia.

Solución:

$$\begin{aligned} \text{dBm} &= 10 \log P_{\text{mW}} \Rightarrow \log P_{\text{mW}} = \frac{12}{10} \Rightarrow P = 10^{\frac{12}{10}} = \\ &= 15,84 \text{ mW} \end{aligned}$$

2.4.6. Paso de dBμV a dBm

Hemos visto el paso de una tensión a decibelios (dBμV), también el paso de una potencia a decibelios (dBm). Ahora vamos a ver la ecuación para pasar los dBμV a dBm y viceversa:

$$\text{dBm} = \text{dB}\mu\text{V} - 108,75 \text{ dB} \quad (\text{Solo para } 75 \Omega)$$

Actividad resuelta 2.14

Pasa 65 dBμV a dBm.

Solución:

$$\text{dBm} = \text{dB}\mu\text{V} - 108,75 \text{ dB} = 65 - 108,75 = -43,75 \text{ dBm}$$

Actividad resuelta 2.15

Pasa 23 dBm a dBμV.

Solución:

$$\text{dB}\mu\text{V} = \text{dBm} + 108,75 \text{ dB} = 23 + 108,75 = 131,75 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Actividad resuelta 2.16

Pasa 14 mV a dBm.

Solución:

$$1,4 \text{ mV} = 1400 \mu\text{V}$$

Primero pasamos la tensión a decibelios:

$$\text{dB}\mu\text{V} = 20 \log V_{\mu\text{V}} = 20 \log 1400 = 63 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Ahora pasamos los dB a dBμV:

$$\text{dBm} = \text{dB}\mu\text{V} - 108,75 \text{ dB} = 63 - 108,75 = -47,75 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Actividad resuelta 2.17

Calcula cuántos dBμV son 2 W.

Solución:

$$2 \text{ W} = 2000 \text{ mW}$$

De forma similar al ejercicio anterior:

$$\text{dBm} = 10 \log P_{\text{mW}} = 10 \log 2000 = 33,01 \text{ dBm}$$

$$\text{dB}\mu\text{V} = \text{dBm} + 108,75 \text{ dB} = 33,01 + 108,75 = 141,76 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Para finalizar, hacemos un cálculo completo en un esquema de bloques, que semeja a una instalación de TV.

Actividad resuelta 2.18

En el circuito de la Figura 2.18, una antena recibe una señal de 1 mV, sigue un amplificador con una ganancia de 12 dB, a continuación una atenuación de 30 dB, y al final otro amplificador de 25 dB. Calcula los dBμV y los dBm en los puntos A, B, C y D.

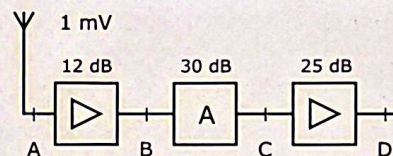


Figura 2.18.

Solución:

Procederemos de forma semejante a las actividades anteriores, comenzando por convertir la tensión que recibe la antena a decibelios:

$$1 \text{ mV} = 1000 \mu\text{V};$$

$$\text{dB}\mu\text{V} = 20 \log 1000 = 60 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Una vez hecho esto, cada vez que la señal pasa por un amplificador se suma a los 60 dBμV su ganancia y cuando pase por un atenuador se resta su atenuación.

Después, mediante la fórmula conocida, se pasan los dBμV a dBm.

Observa que se pueden pasar los 60 dBμV a dBm y después se suman las ganancias y se restan las atenuaciones.

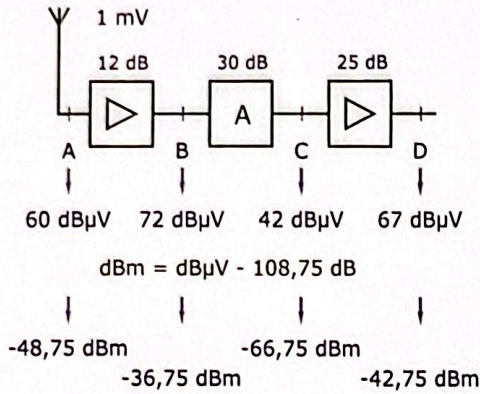


Figura 2.19.

IMPORTANTE. Un dB se puede sumar a un dBμV y el resultado se convierte en dBμV. De igual modo, un dB se puede sumar a un dBm y el resultado se obtiene en dBm. Pero NO se pueden sumar dBμV con dBm, ni viceversa.

Hay que tener en cuenta que cada suma o resta que hacemos al paso por cada amplificador o atenuador empleando dB (log), sería una multiplicación o división si utilizásemos unidades.

SABER MÁS

A modo de resumen, las expresiones estudiadas son:

• **CÁLCULOS dB y dBμV**

- La ganancia de potencia de un dispositivo es $Gp = \frac{P_{sal}}{P_{ent}}$

- La ganancia de potencia empleando logaritmos se llama belio, $B = \log \frac{P_{sal}}{P_{ent}}$

- La décima parte del belio se llama decibelio y en potencia es $dB_{(w)} = 10 \cdot \log \frac{P_{sal}}{P_{ent}}$

- El decibelio en tensión $dB_{(v)}$ es $dB_{(v)} = 10 \cdot \log \frac{P_{sal}}{P_{ent}} = 10 \cdot \log \frac{\frac{V_{sal}^2}{R_{sal}}}{\frac{V_{ent}^2}{R_{ent}}} = 10 \cdot \log \frac{V_{sal}^2}{R_{sal}} \cdot \frac{R_{ent}}{V_{ent}^2} = 10 \cdot \log \left(\frac{V_{sal}}{V_{ent}} \right)^2 = 20 \cdot \log \frac{V_{sal}}{V_{ent}}$ ($R_{ent} = R_{sal} = 75 \Omega$)

- Si al $dB_{(v)}$ se fija la tensión de entrada a 1 μV, se tiene $dB\mu V = 20 \cdot \log \frac{V_{sal}}{1\mu V} = 20 \cdot \log V_{(\mu V)}$

• **CÁLCULOS dB_m**

- Si en el dB de potencia $dB_{(w)}$ se fija la potencia de entrada a 1 mW, se tiene $dBm = 10 \cdot \log \frac{P_{sal}}{1mW} = 10 \cdot \log P_{(mW)}$

• **CÁLCULOS dBm y dBμV**

- Sacando log y multiplicando por 20 a $V = \sqrt{P \cdot R}$ queda: $20 \cdot \log V = 20 \cdot \log \sqrt{P \cdot R} = 20 \cdot \log (P \cdot R)^{\frac{1}{2}} = 10 \cdot \log (P \cdot R) = 10 \cdot \log P + 10 \cdot \log R$

- Resumiendo, $20 \cdot \log V = 10 \cdot \log P + 10 \cdot \log R$, operando:

- En $20 \cdot \log V = dB_{(v)}$, para pasar V a μV se multiplica por 1000000 y queda: $dB\mu V = 20 \cdot \log (1000000 \cdot V_{(v)}) = 20 \cdot \log 1000000 + 20 \cdot \log V_{(v)} = 120 + dB_{(v)}$

- En $10 \cdot \log P = dB_{(w)}$, para pasar W a mW se multiplica por 1000 y queda: $dBm = 10 \cdot \log (1000 \cdot P_{(w)}) = 10 \cdot \log 1000 + 10 \cdot \log P_{(w)} = 30 + dB_{(w)}$

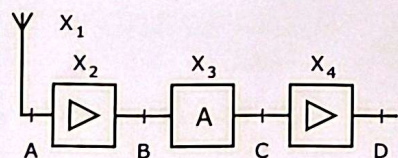
- En $10 \cdot \log R = 10 \cdot \log 75 = 18,75 \text{ dB}$

- Enlazando todo queda: $20 \cdot \log V = 10 \cdot \log P + 10 \cdot \log R$ y operando: $-120 + dB\mu V = -30 + dBm + 18,75 \text{ dB}$

- Al final: $dBm = dB\mu V - 108,75 \text{ dB}$



2.4.7. Ejercicios con resultados para practicar

1	Log 30.	1,47
2	Log 2,37456.	0,375
3	Log 100000.	5
4	Log -12.	No existe
5	Calcula x en: $\log x = 5$.	100 000
6	Ganancia de un amplificador con 12 V de entrada y 32 V de salida.	2,66
7	Calcula la salida de un amplificador con $G_p = 12$, si en la entrada tiene 2,4 W.	28,8 W
8	Calcula la entrada de un amplificador con $G_v = 5$, si en la salida tiene 1000 V.	200 V
9	Ganancia de un amplificador con 5 W de entrada y 3 W de salida.	0,6
10	Calcula la ganancia en dB de un amplificador que tiene 24 W de entrada y 240 W de salida.	10 dB
11	Ganancia de un amplificador con 1 W de entrada y 1000 mW de salida.	1
12	Calcula la entrada de un amplificador con $G_p = 700$, si en la salida tiene 1000 mW.	1,43 mW
13	¿Cuántos dB μ V son 4 μ V?	12,04 dB μ V
14	Calcula la ganancia en dB de un amplificador que tiene 24 V de entrada y 25 V de salida.	0,35 dB
15	¿Cuántos dB μ V son 14 V?	142,92 dB μ V
16	¿Cuántos dBm son 100 μ W?	-10 dBm
17	Calcula la ganancia en dB de un amplificador que tiene 1 mW de entrada y 25 mW de salida.	13,98 dB
18	¿Cuántos dBm son 34 mW?	15,31 dBm
19	¿Cuántos dBm son 1,2 dB μ V?	-107,55 dBm
20	¿Cuántos dBm son 3,64 W?	35,61 dBm
21	Calcula la ganancia en dB de un amplificador que tiene 2 V de entrada y 2500 mV de salida.	1,94 dB
22	¿Cuántos dB μ V son 0,2 μ V?	-13,98 dB μ V
23	¿Cuántos dBm son 15 dB μ V?	-93,75 dBm
24	¿Cuántos dB μ V son 2,4 dBm?	111,15 dB μ V
25	Calcula la ganancia en dB de un amplificador que tiene 350 V de entrada y 25 V de salida.	-22,92 dB
26	¿Cuántos dB μ V son 0,3 dBm?	109,05 dB μ V
27	¿Cuántos μ V son 60 dB μ V?	1000 μ V
28	¿Cuántos dB μ V son 2,4 mW?	112,55 dB μ V
29	¿Cuántos dBm son 3,64 mV?	-37,53 dBm
30	¿Cuántos W son 10 dBm?	0,01 W
31	<p>Calcula los dBμV y los dBm en los puntos A, B, C y D: $X_1 = 64 \mu\text{V}$, $X_2 = 34 \text{ dB}$, $X_3 = 20 \text{ dB}$, $X_4 = 10 \text{ dB}$</p>  <p style="text-align: center;">Figura 2.20.</p>	<p>A = 36,12 dBμV/-72,63 dBm B = 70,12 dBμV/-38,63 dBm C = 50,12 dBμV/-58,63 dBm D = 60,12 dBμV/-48,63 dBm</p>
32	¿Cuántos V son 3 dB μ V?	0,0000014 V

Calcula los dB μ v y los dBm en los puntos A, B, C y D:

$X_1 = 0,4 \text{ V}$, $X_2 = 50 \text{ dB}$, $X_3 = 12 \text{ dB}$, $X_4 = 16 \text{ dB}$

33

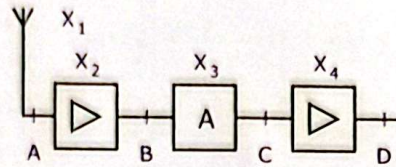


Figura 2.21.

A = 112,04 dB μ v/3,29 dBm
 B = 162,04 dB μ v/53,29 dBm
 C = 150,04 dB μ v/41,29 dBm
 D = 166,04 dB μ v/57,29 dBm

2.5. La digitalización de la imagen

Cuando se diseñó la televisión analógica en color, un objetivo primordial fue conservar la compatibilidad con los receptores en blanco y negro existentes. La solución técnica fue construir una señal de vídeo, llamada **señal de luminancia Y** (que es la suma en proporciones adecuadas del rojo, verde y azul [RGB] y que hace la misma función que la señal de blanco y negro), y transmitir junto con esta misma señal la información de color en otra señal llamada **señal de crominancia**.

SABÍAS QUE...

RGB es el acrónimo de *Red*, *Green* y *Blue*, que son los colores primarios a partir de los cuales se pueden generar otros.

Para digitalizar la señal de vídeo, primero se separa en estas dos componentes: la señal de luminancia Y y la señal de crominancia, que a su vez consta de dos componentes, las señales B-Y y R-Y, denominadas componentes U y V (por esto la señal PAL se expresa normalmente con las siglas YUV).

SABÍAS QUE...

La componente de luminancia Y se obtiene mediante la expresión:

$$Y = 0,299 R + 0,587 G + 0,114 B$$



Figura 2.22. Componentes de la señal de vídeo. De RGB a YUV.

Una vez hecho, para cada una de las tres señales se siguen los siguientes pasos:

- Muestreo de la señal analógica.
- Cuantificación de las muestras.

- Codificación de la señal muestreada.
- Paquete de transporte.

En el **muestreo** se trata de obtener el nivel de señal unos instantes determinados. Para ello se toma el valor de la señal a ciertos intervalos de tiempo.

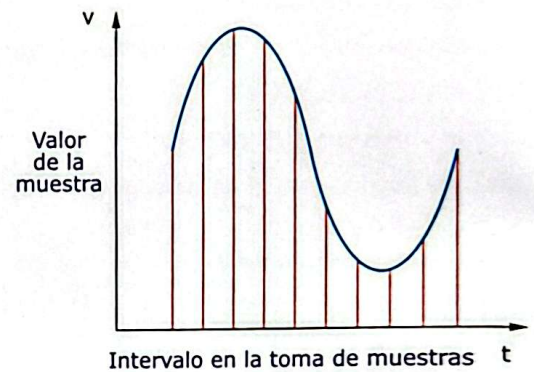


Figura 2.23. Muestreo.

Según el criterio Nyquist, la frecuencia de muestreo (f_m) es el doble del ancho de banda (B_w):

$$f_m = 2 \cdot B_w$$

Recuerda

Cuanto mayor es la frecuencia de muestreo, mayor es la información sobre la señal, pero en la práctica es un problema de cara a su transmisión, debido a que se necesitan mayores recursos.

La **cuantificación** consiste en, después de realizar muestreo, dar valores decimales a cada una de las muestras obtenidas.

La **codificación** consiste en convertir los valores analógicos a digitales. La codificación es función de la cuantificación elegida para cada nivel muestreado, entendiéndose como cuantificación el número finito de valores que se consideran para cada muestra.

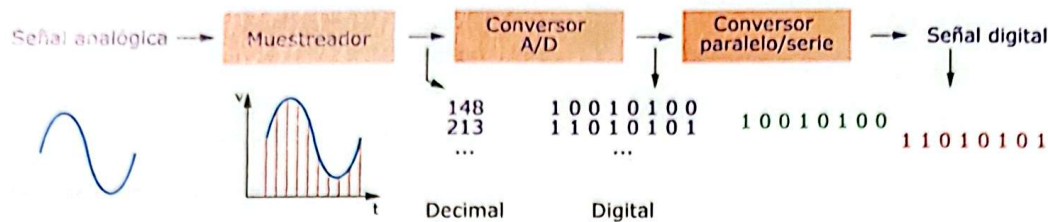


Figura 2.24. Esquema completo de la digitalización.



Figura 2.25. Proceso de detección o corrección de errores.

El circuito que codifica digitalmente la señal se denomina **convertor analógico digital**, y en función de sus características (número de bits por muestra) se obtendrá la cuantificación elegida.

Después de codificadas las muestras, pasan por un **convertidor paralelo-serie** y se genera una trama organizada en paquetes de 188 bits (1 byte de sincronismo, 3 de cabecera y 184 de carga útil) que se conoce como paquete de transporte MPEG-2 TS (*Transport Stream*).

Esta señal digital obtenida (TS) pasa un proceso para la detección o corrección de posibles errores en la transmisión (este proceso hace la transmisión más robusta y fiable pero aumenta la cantidad de bits a transmitir).

Pasado este proceso, la señal se modula en el sistema deseado (QPSK para satélite, QAM para cable, COFDM para terrestre, etc.), y se transmite. En la recepción el proceso es el inverso.

2.5.1. La compresión de la información

El hecho de pasar una imagen de vídeo de su formato analógico a digital supone un consumo de recursos de velocidad y ancho de banda sumamente elevado. En consecuencia, es necesario comprimir la señal de alguna forma para ajustarla a los 8 MHz del canal terrestre.

Para reducir el caudal binario requerido se utiliza la técnica de compresión MPEG-2, que se basa en las siguientes propiedades de la señal:

- **Redundancia temporal:** un punto de la imagen suele repetirse en las imágenes siguientes. Con esta técnica,

ca, las tramas de vídeo se dividen en regiones de 8×8 píxeles, llamadas **bloques**. Cuatro bloques forman a su vez un **macrobloque** de 16×16 píxeles. Si un macrobloque no cambia respecto a la trama de referencia, se indica que no hay cambio y no se envía.

- **Redundancia espacial:** trabaja dos aspectos:

- Eliminación de información no perceptible por el ojo humano, como los colores fuera del espectro visible.
- Eliminación de la información redundante. Se basa en que varios puntos adyacentes suelen ser iguales, por lo que se envían solo una vez.

- **Redundancia estadística:** existen grupos de bits que se repiten continuamente, a los que se asigna un código más corto cuanto mayor sea su repetición.

El audio también se comprime. El sistema MPEG-2 utiliza la codificación de audio que se basa en la **codificación perceptual**, es decir, solo considera las frecuencias perceptibles por el oído humano.



SABÍAS QUE...

La banda de frecuencias habilitada para radio digital DAB en España es de 195-223 MHz y de 1452-1492 MHz, la banda de FM es la de 87,5-108 MHz y la habilitada para onda media o AM es la de 526,5-1606,5 kHz.

2.6. La estructura de las instalaciones receptoras de TV terrestre

Las instalaciones receptoras de TV terrestre se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- **Instalaciones individuales.** Pertenecen a un solo usuario y constan de una o varias tomas.
- **Instalaciones colectivas.** Pertenecen a una comunidad de vecinos y constan de varias tomas.

En ambos casos la instalación se puede dividir en tres partes:

- **Conjunto de elementos de captación de señales.** Son los elementos encargados de recibir las señales de TV.
- **Equipo de cabecera.** Son los elementos que reciben las señales del conjunto captador y las preparan para su distribución por la red.
- **Red.** Distribuye las señales procedentes del equipo de cabecera hasta las tomas de los usuarios.

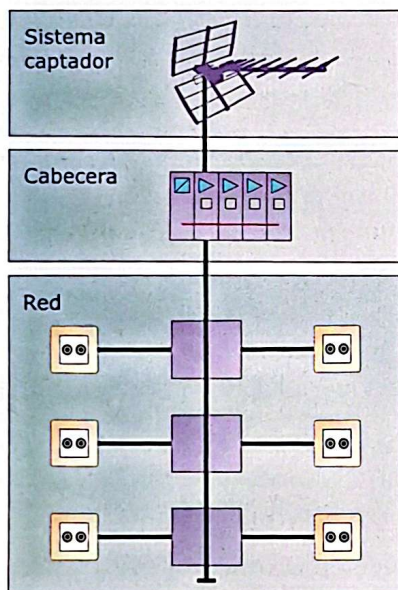


Figura 2.26. Estructura de una instalación receptora de TV.

2.7. El sistema captador de señales

El sistema captador es el conjunto de elementos y dispositivos encargados de recibir las señales de radio y televisión procedentes de los emisores y reemisores terrestres.

La ubicación de estos equipos se encuentra generalmente en el exterior del inmueble, en el tejado o azotea del edificio.

Se compone de antenas, mástiles, torretas, elementos de sujeción y todos los elementos activos o pasivos (pream-

plificadores, repartidores, etc.) encargados de adecuar señales para entregarlas al equipo de cabecera.

2.7.1. Las antenas

La antena receptora se emplea para recibir las ondas electromagnéticas. Se encarga de convertir esa señal electromagnética en una señal eléctrica.

Recuerda

Las antenas pueden ser receptoras y emisoras. Las antenas receptoras convierten una señal electromagnética en una señal eléctrica y las antenas emisoras convierten una señal eléctrica en una onda electromagnética que se emite. Una misma antena puede servir como emisora o receptora.

Las antenas se basan en un circuito resonante en paralelo, formado por una bobina y un condensador.

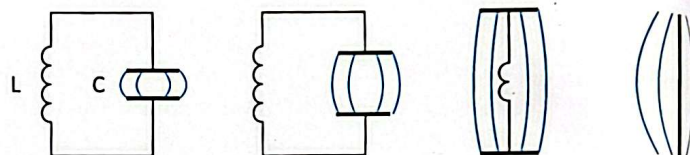


Figura 2.27. De circuito resonante a dipolo.

La antena básica es el **dipolo**, que apenas tiene ganancia. Hay dos tipos de dipolos, el **dipolo simple** con una impedancia de 75Ω , y el **dipolo plegado** de 300Ω . Generalmente, se utiliza el **dipolo plegado**, ya que es más compacto y tiene mayor ancho de banda.

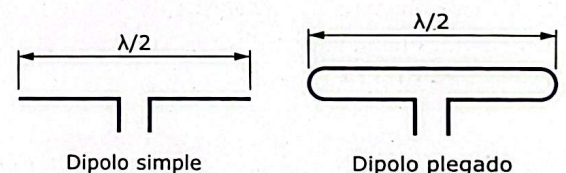


Figura 2.28. Dipolos.

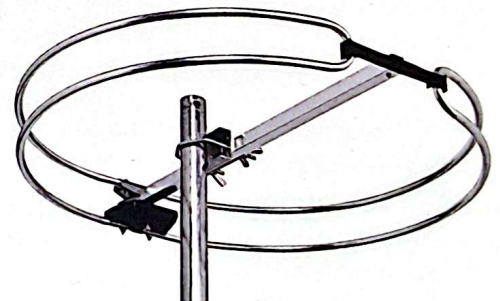


Figura 2.29. Antena de FM.

El dipolo tiene una longitud que corresponde a la mitad de la onda irradiada, y posee la característica de no ser muy directivo.



La longitud del dipolo viene determinada por la frecuencia de emisión que debe captar, según la ecuación:

$$\lambda = \frac{300}{f}$$

Donde:

λ = longitud de onda (m).

f = frecuencia (MHz).

Actividad resuelta 2.19

Calcula la longitud de un dipolo para una frecuencia de 703 MHz (canal 50).

Solución:

Aplicando la ecuación, se obtiene:

$$\lambda = \frac{300}{f} = \frac{300}{703} = 0,42 \text{ m}$$

Como el dipolo es una antena de media onda, su longitud aproximada será de:

$$L = \frac{\lambda}{2} = \frac{0,42}{2} = 0,21 \text{ m} = 21 \text{ cm}$$

2.7.2. Características de una antena

Al determinar el tipo de antena para una instalación concreta, hay que tener en cuenta numerosos factores:

- a) **Ancho de banda o respuesta de frecuencia.** Es el margen de frecuencias sobre las que una antena puede trabajar. Está relacionada con la longitud del dipolo.

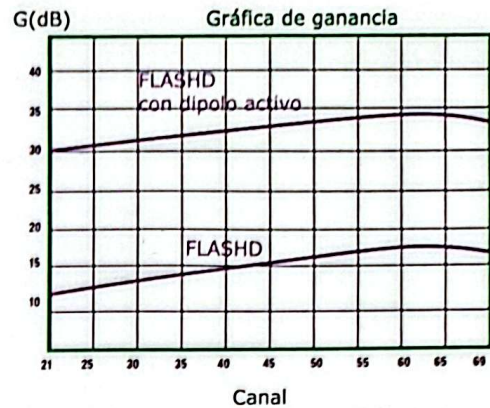


Figura 2.30. Gráfica de ganancia. (Cortesía de Ikusi).

Actividad resuelta 2.20

Determina cuál es la ganancia máxima y para qué frecuencia ocurre, de la tabla siguiente proporcionada por un fabricante de antenas.

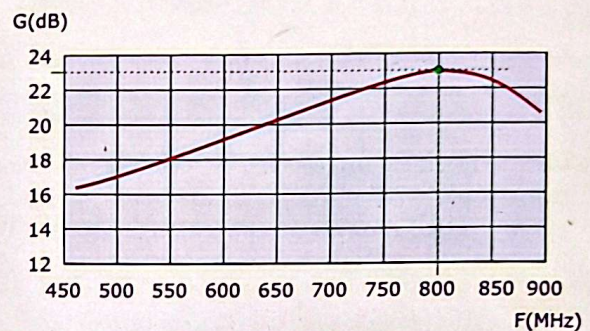


Figura 2.31. Tabla de respuesta en frecuencia de una antena.

Solución:

Se observa que la ganancia máxima es de 23 dB para una frecuencia de 800 MHz.

Tabla 2.4. Características de antenas. (Cortesía de Ikusi)

MODELO			FLASHD (HDT517V)		FLASHD con dipolo activo (HDT534V)	
Referencia			1782		1787	
Canales		dB	21 - 69 (470 - 862 MHz)			
Ganancia nominal		dB	17,5		34,5	
Relación D/A			≥ 20			
Ángulo de abertura	Modo Diedro 90°	H/V	470 MHz	670 MHz	860 MHz	
	Modo Diedro 120°		55°/ 65°	40°/ 50°	25°/ 30°	
			55°/ 55°	40°/ 40°	25°/ 23°	
Carga de viento		N	130 km/h : 105 150 km/h : 150			
Longitud		Cm	105			
Peso		kg	3			

b) **Ganancia.** La ganancia es la relación entre la tensión recibida y entregada por una antena y la recibida o entregada por la antena patrón que es el dipolo.

Cuando la expresamos en dB, la ganancia es la diferencia entre los dB μ V de entrada y los dB μ V de salida.

En los catálogos, la ganancia se expresa en dB. Por ejemplo, una antena con una ganancia de 12 dB quiere decir que la antena entrega 12 dB más a la salida de los que ha recibido, o sea que si a la antena llegan 60 dB μ V, en la salida tendremos 60 + 12 = 72 dB μ V.



SABÍAS QUE...

Cuando la ganancia se obtiene desde un **dipolo** como antena de referencia, esta se expresa en dB o dBd.

Cuando la ganancia se obtiene desde una antena **isotrópica** (omnidireccional), esta se expresa en dBi.

La diferencia entre las dos es: **dB = dBi - 2,14**. O sea que una antena de 6 dBi realmente con respecto a un dipolo tiene una ganancia de 3,86 dB.

Algunos fabricantes emplean dBi porque es más elevada.

c) **Directividad.** Es la capacidad de recibir la señal de una determinada dirección del espacio. La directividad nos indica el ángulo con que puede recibir una antena.

Actividad resuelta 2.21

Observando el siguiente diagrama de radiación de una antena, contesta:

- ¿Cuál será su nivel de salida, si la apuntamos a un emisor de 40 dB μ V?
- ¿Cuál será su nuevo nivel de salida, si se gira 15° del foco emisor?
- ¿Cuál será su nuevo nivel de salida, si se gira 180° del foco emisor?

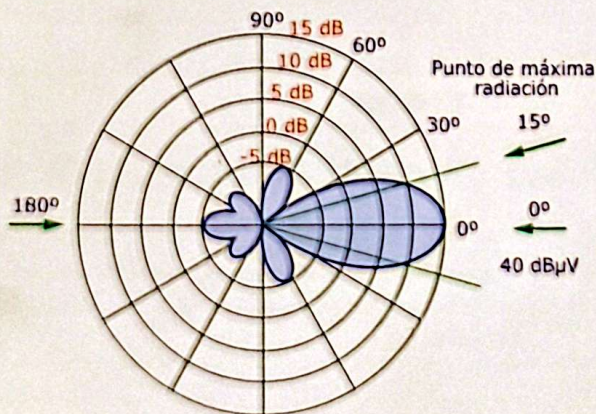


Figura 2.32. Diagrama de radiación.

Solución:

Prolongamos la línea de la señal hasta que corte con lóbulo de radiación, entonces fijándonos en el valor de los círculos concéntricos, leemos la amplificación de la antena en ese punto:

- 40 dB μ V + 15 dB de ganancia = 55 dB μ V.
- 40 dB μ V + 10 dB de ganancia = 50 dB μ V.
- 40 dB μ V - 5 dB de ganancia = 35 dB μ V.

d) **Ancho de haz o abertura de haz.** Es el ángulo formado por los dos ejes imaginarios que unen el centro del diagrama con los puntos donde la ganancia caído 3 dB respecto del punto máximo de radiación. Cada parte del diagrama de radiación formado por una antena se denomina **lóbulo**.

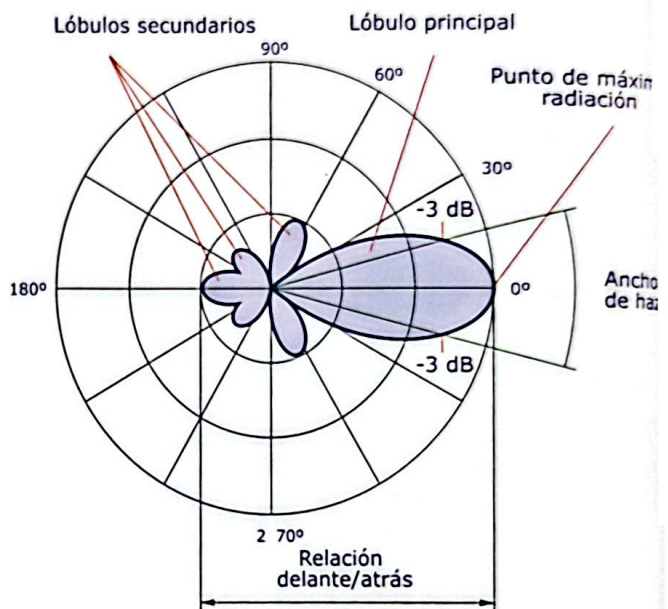
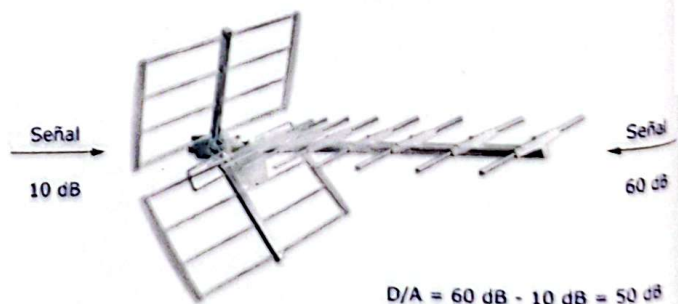


Figura 2.33. Diagrama de radiación.

e) **Relación delante/atrás.** Es la relación entre la ganancia de la antena en la dirección máxima de radiación (lóbulo principal) y la ganancia de la antena en cualquier otra dirección. Normalmente, los fabricantes proporcionan el dato respecto al punto opuesto al lóbulo principal (180°).



$$D/A = 60 \text{ dB} - 10 \text{ dB} = 50 \text{ dB}$$

Figura 2.34. Relación delante/atrás.



f) **Impedancia.** Depende de las dimensiones y elementos de la antena. En las instalaciones de TV la impedancia utilizada es de 75Ω . Como el dipolo plegado presenta una impedancia de 300Ω , para ser acoplado al cable coaxial de 75Ω , necesita de un **adaptador de impedancia** denominado **balun**, que va incluido en el interior de la caja de la antena.

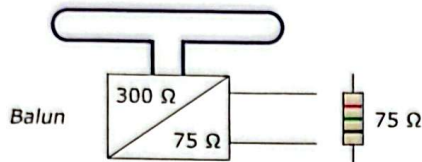


Figura 2.35. Adaptador de impedancias.



SABÍAS QUE...

El término *balun* significa *balanced-unbalanced lines transformer*, es decir, transformador de líneas balanceadas-no balanceadas.

g) **Relación de onda estacionaria (ROE).** Es una medida del grado de adaptación entre la antena (carga del circuito) y la impedancia del propio circuito. Para evitar la desadaptación entre la antena, la línea y los receptores se debe:

- No oprimir ni curvar demasiado el cable.
- Cerrar las líneas y salidas que no se utilicen. Para ello, se emplea una resistencia de 75Ω .

h) **Carga al viento.** Nos indica la resistencia de la antena ante el viento y sirve para calcular el mástil. El fabricante, generalmente, la expresa para una velocidad de 130 km/h (altura de la antena desde el suelo inferior a 20 m) y de 150 km/h (altura de la antena superior a 20 m).

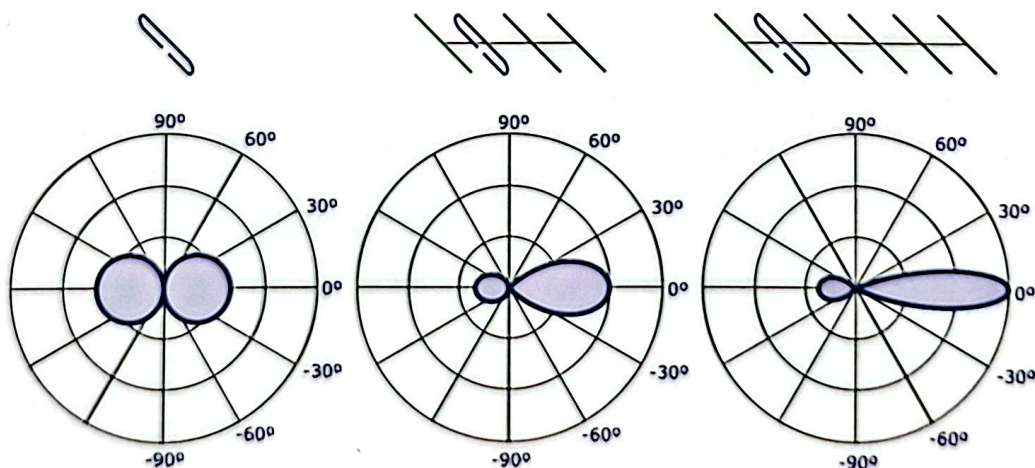


Figura 2.37. Efectos de los directores y reflectores en una antena.

2.7.3. Tipos de antenas

Las antenas pueden sintonizar uno o varios canales, teniendo dos tipos:

- **Monocanales.** Preparadas para sintonizar un canal o un grupo muy pequeño de canales.
- **Multicanales.** Cuando sintonizan una sola banda se llaman de **banda única**, y si sintonizan varias bandas se llaman **multibanda** o banda ancha.

Atendiendo a su constitución física, las antenas se pueden clasificar en:

- a) **Antenas Yagi.** Son las más utilizadas. Estas antenas están formadas por un **dipolo**, un **reflector** y uno o varios **directores**.

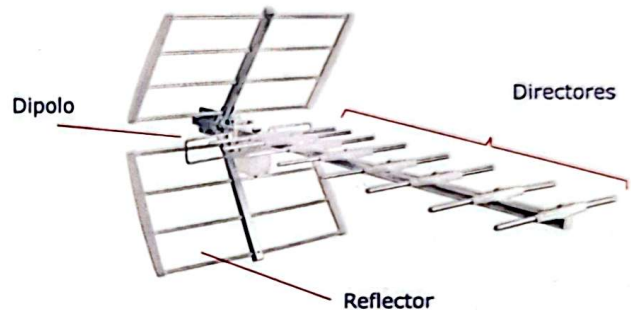


Figura 2.36. Partes de una antena.

El **dipolo** es el elemento esencial, es el que capta la señal y se halla conectado a la línea de bajada. No tiene apenas ganancia.

El **reflector** colocado detrás del dipolo sirve para evitar que entren señales no deseadas al dipolo por la parte posterior y mejorar así su relación D/A.

Los **directores** se colocan delante del dipolo, recogen la señal y la envían al dipolo. Cuantos más directores más ganancia y más directividad tiene la antena.

Los directores estrechan el haz o lóbulo de recepción a la vez que lo prolongan. De esta forma se consigue recibir a mayor distancia y, al ser la antena más directiva, se pueden eliminar con mayor facilidad las señales indeseables procedentes de otras direcciones, aumentando al mismo tiempo la ganancia de la misma.

- b) **Antena Marconi.** Es una antena de pequeño tamaño que solo utiliza medio dipolo, la otra varilla del dipolo se sustituye por un plano conductor perpendicular a la varilla (puede ser la tierra). Tiene una longitud de $\lambda/4$ y una impedancia de 36Ω .

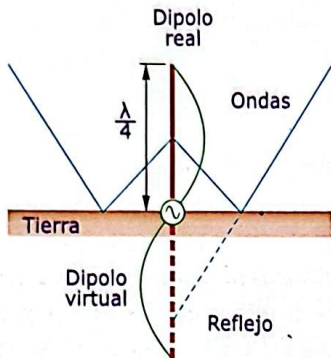


Figura 2.38. Antena Marconi.

- c) **Antena panel.** Es otra estructura muy utilizada en la recepción de señales de TV, también recibe el nombre de panel de dipolo apilado.

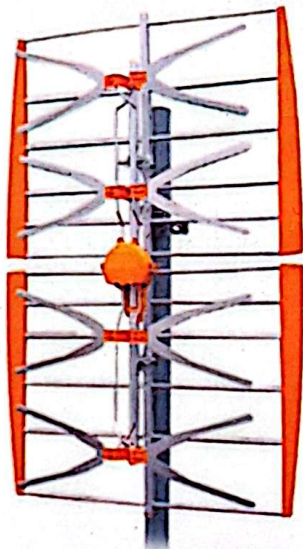


Figura 2.39. Antena panel. (Cortesía de Televés).

Esta estructura consiste en un número par de dipolos (generalmente, 2 o 4), separados y conectados de tal forma que se suman los efectos de los dipolos, consiguiéndose una antena de ganancia media y un buen ancho de banda.

- d) **Antena logarítmico-periódica.** Esta antena está formada por una serie de dipolos activos, cada uno

sintonizado a una frecuencia distinta. Se utiliza en instalaciones donde el nivel de señal es bueno, ya que su ganancia es inferior a la de las antenas Yagi.

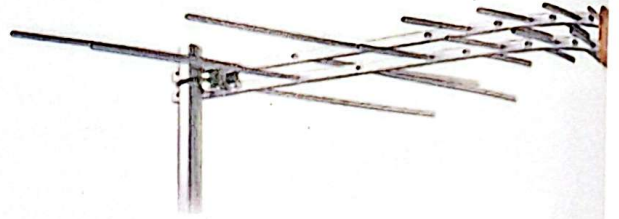


Figura 2.40. Antena logarítmico-periódica. (Cortesía de Televés).

- e) **Antena de interior.** Se emplea para trabajar en el interior de edificios.



Figura 2.41. Antenas de interior. (Cortesía T'nB).

- f) **Antena helicoidal.** Es un tipo de antena de VHF/UHF de banda ancha, para irradiar/captar ondas electromagnéticas con polarización circular.

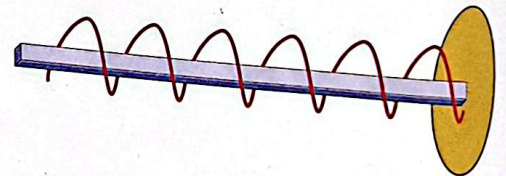


Figura 2.42. Antena helicoidal.

2.7.4. Las antenas de radio

Existen tres tipos de antenas para la recepción de señales de radio:

- **Tipo AM.** Diseñadas para la recepción de señales de modulación AM. Son las más antiguas. Sus principales ventajas son el alcance y su tecnología de bajo coste; por el contrario la calidad en la recepción de sus señales es mala.



- Tipo **FM**. Diseñada para la recepción de señales con modulación FM. La banda de frecuencia va desde los 87 MHz a los 110 MHz. Es una antena de tipo omnidireccional formada por un dipolo plegado y doblado en forma circular.
- Tipo **DAB**. Diseñada para la recepción de señales digitales de radio en modulación COFDM. La antena utilizada es de tipo Yagi con dipolo, reflector y directores, aunque a veces esté formada únicamente por el dipolo como en la Figura 2.44.

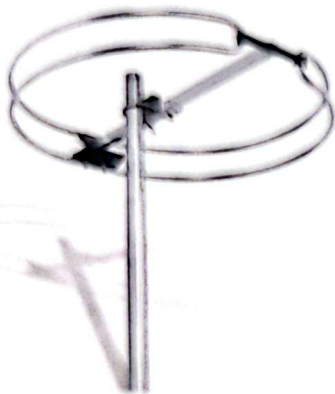


Figura 2.43. Antena FM. (Cortesía de Fagor).



Figura 2.44. Antena DAB. (Cortesía de Fagor).

2.7.5. Simbología

El símbolo general que representa a las antenas es el de la Figura 2.45.



Figura 2.45. Símbolo de antena.

2.7.6. La elección de la antena

Para la selección de la antena se deben tener en cuenta una serie de consideraciones:

- Se utilizará como mínimo **una antena por cada banda** existente BI, FM, III-DAB, UHF, etcótera.
- Será necesaria **una antena por cada polaridad** aunque sean del mismo repetidor.
- Cuando los canales se reciben de direcciones distintas se utiliza una antena por cada dirección.
- Para evitar reflexiones ha de recurrirse a antenas de alta directividad. Si la utilización de una antena directiva

no basta, se puede intentar girar la antena un pequeño ángulo respecto a su dirección de apuntamiento.

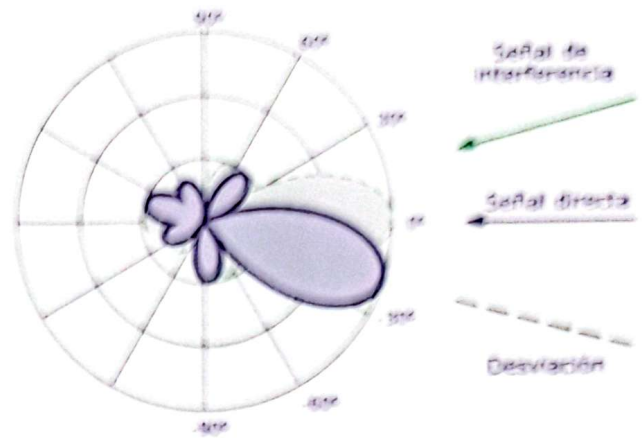


Figura 2.46. Método para evitar reflexiones.

- Se recurrirá al **acoplamiento horizontal** cuando se pretendan **eliminar reflexiones horizontales** provenientes de montañas, edificios, etc. Es decir, cuando la señal interferente difiere muy poco de la señal principal.

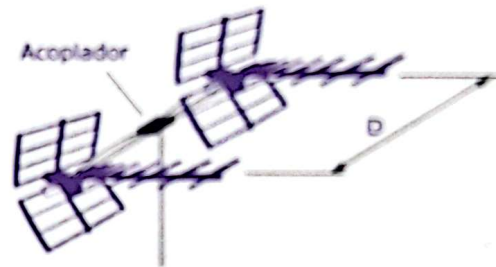


Figura 2.47. Acoplamiento horizontal.

- Por el contrario, se recurrirá al **acoplamiento vertical** cuando interese **eliminar ondas reflejadas verticalmente**, es decir, reflexiones en el suelo, en tejados de edificios más bajos, etc. En este caso, separaremos las antenas entre sí 1 m aproximadamente para disminuir el ángulo de apertura y eliminar la interferencia (este acoplamiento supone un incremento de la ganancia en 3 dB).

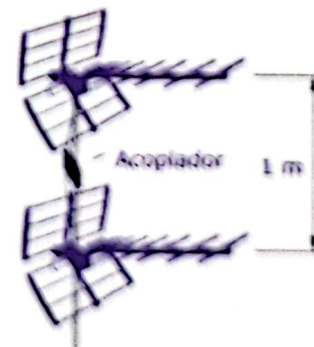


Figura 2.48. Acoplamiento vertical.

2.7.7. Los elementos de fijación de antenas

Para la colocación y fijación de las antenas, se emplean una serie de elementos, entre ellos los que se explican en los siguientes apartados.

Mástiles

Son tubos de acero galvanizado preparados para trabajar en la intemperie con resistencia a la corrosión y oxidación.



Figura 2.49. Mástiles. (Cortesía de Fagor).

Dependiendo de la longitud deseada, estos mástiles se pueden acoplar unos sobre otros.

Torretas

Cuando la altura deseada para el mástil es superior a 6 m, o cuando se desea dotar a la instalación de una mayor estabilidad y robustez frente a fuertes rachas de vientos, en lugar de los mástiles se emplean las torretas.

Las torretas se componen de tramos que se pueden acoplar entre sí.

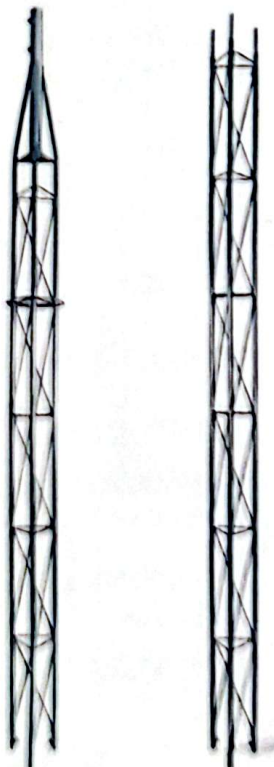


Figura 2.50. Torretas. (Cortesía de Fagor).

Garras

Son los elementos de fijación del mástil para colocarlo sobre una superficie vertical. Existen de dos tipos: empotrables y de fijación mediante taco y tornillo.



Figura 2.51. Garra empotrable. (Cortesía de Fagor).

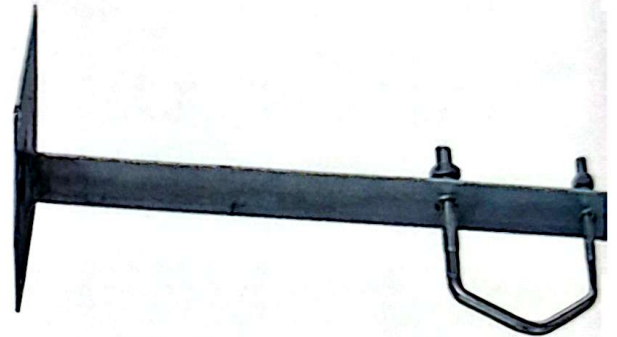


Figura 2.52. Garra de fijación mediante tornillos. (Cortesía de Fagor).

En el extremo opuesto de la fijación posee una abridera, la cual mediante presión fija el mástil a la garra.

Bases

Se emplean para fijar el mástil sobre una superficie horizontal (suelo). Se fijan a este mediante tacos y tornillos. Existen de dos tipos: las fijas y las abatibles con el objeto de facilitar su instalación.

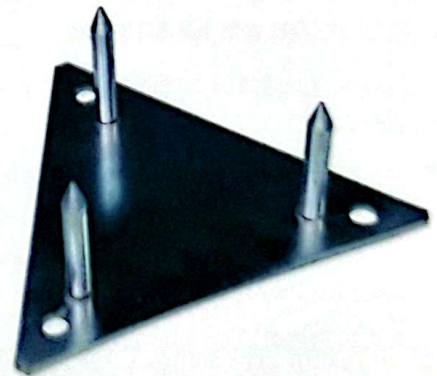


Figura 2.53. Base para torreta con fijación mediante tornillo. (Cortesía de Fagor).



Figura 2.54. Base para torreta empotrable. (Cortesía de Fagor).

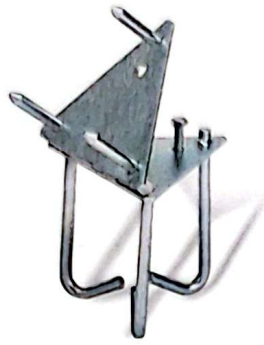


Figura 2.55. Base para torreta empotrable y abatible. (Cortesía de Fagor).



Figura 2.58. Aprietacables.



Figura 2.59. Tensor.



SABÍAS QUE...

El aprietacables también recibe el nombre de sujetacables o, más comúnmente, perrillo.

Vientos

Los vientos son unos cables de acero destinados a sujetar al mástil o torreta frente los fuertes vientos que podrían tirarla.



Recuerda

Cuanto mayor es la altura del mástil o de la torreta, mayor es la necesidad de colocar vientos.

Al menos es necesario colocar tres vientos para dotar de estabilidad al mástil o torreta. La separación de estos vientos se realiza a ángulos iguales, que para tres vientos es de 120° .

Existe una serie de elementos complementarios al cable que forman el viento, como son el **tensor** (es una pieza metálica destinada a tensar el cable de acero), la **argolla** (elemento que se sitúa en el mástil y donde se engancha uno de los extremos del cable), los **cáncamos** (se fijan sobre una superficie sólida y actúan como elementos de fijación del otro extremo del cable) y los **aprietacables** (son los elementos destinados a atar el cable).



Figura 2.56. Cable de acero.



Figura 2.57. Argolla.

2.7.8. La instalación de las antenas receptoras

Las características de los elementos de captación se recogen en el anexo I del reglamento. Para su instalación se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se debe evitar la existencia de obstáculos en la orientación de la antena que pudieran obstaculizar la recepción de la señal transmitida.



Figura 2.60. Obstáculos.

- Se procurará no colocar la antena en el lado de calles con mucho tráfico, anuncios luminosos, etc., que son causa de innumerables interferencias.

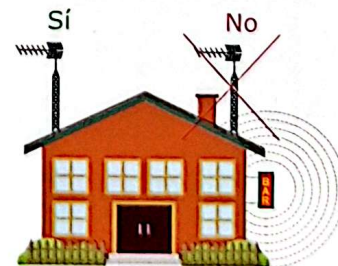


Figura 2.61. Luminosos.

- En el caso de que en el tejado de la casa haya varias antenas para distintos usuarios, se respetará una **distancia entre las antenas** de por lo menos 5 m, y una diferencia de altura de al menos 1 m.

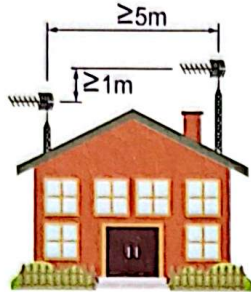


Figura 2.62. Distancias entre antenas.

- Si en las cercanías hubiera **líneas eléctricas**, se mantendrá la antena separada de las mismas al menos 1,5 veces la longitud del mástil.

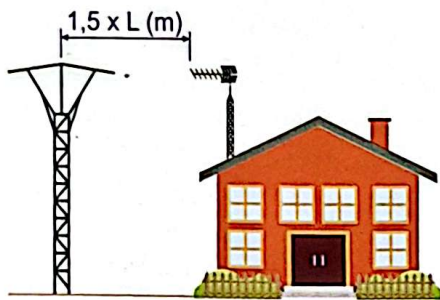


Figura 2.63. Separación con líneas eléctricas.

- Cuando se coloquen varias antenas en un mismo mástil, estas irán colocadas a una distancia de al menos un metro entre ellas.

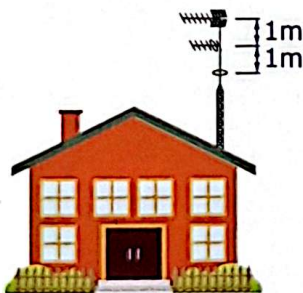


Figura 2.64. Separación entre antenas en un mismo mástil.

- La instalación debe estar **puesta a la tierra** del edificio con un cable al menos de 25 mm² de sección.

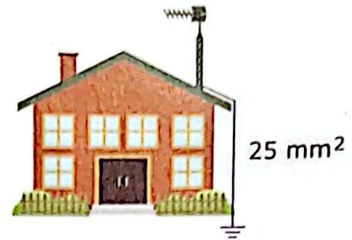


Figura 2.65. Toma de tierra.

- El cable entre cada dispositivo de la instalación se realizará en **una sola tirada en toda su longitud**. Bajo ningún concepto se realizarán empalmes. No obstante, si fuese imprescindible se haría con el material adecuado.
- Las bridas o puentes sobre el cable **no se apretarán excesivamente**, evitando la deformación del mismo (recordemos que la señal resultante que baja por el cable coaxial posee una elevada frecuencia y cualquier deformación en el cable supondría un aumento en su atenuación).
- La **altura máxima del mástil** será de 6 m. Para alturas superiores se utilizarán torretas.
- Los mástiles de antena se **fixarán a elementos de fábrica**, resistentes y accesibles.
- Los mástiles deben tener una estructura mecánica capaz de **resistir los esfuerzos** originados por el viento sobre el conjunto de las antenas, la oxidación y corrosión.
- La **separación mínima entre las bridas de sujeción** será como mínimo 1/8 de la longitud del mástil.

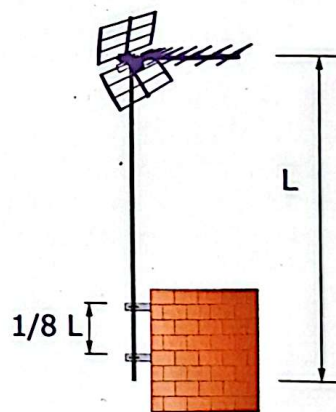


Figura 2.66. Separación mínima entre bridas de sujeción del mástil.

- Los mástiles o tubos estarán diseñados **para impedir la entrada de agua**, en todo caso, garantizarán su evacuación.
- Los mástiles se podrán sostener por sí mismos o estar **arriostrados**, recomendable para mástiles de mayor altura.



de 3 m o en zonas barridas por viento intenso. Para arriostrar los mástiles se colocarán al menos tres vientos en cada nivel (unión de dos mástiles), dispuestos 120° entre sí.

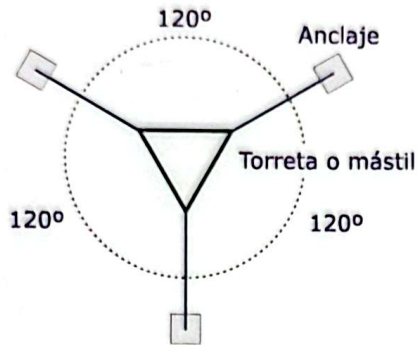


Figura 2.67. Separación de vientos a 120° .

SABÍAS QUE...

Un cálculo aproximado del radio del círculo imaginario donde se colocan los tres anclajes de los vientos de la torreta consiste en dividir la altura de la torreta por 2. Ejemplo: en una torreta de 20 m, el radio sería 10 m.

- Los anclajes (tornillos y pletinas) de los cables se fijarán a puntos que tengan una resistencia conveniente. El extremo superior de los vientos se fijará a una argolla de vientos colocada a menos de 2 metros de la cima del propio mástil permitiéndole así girar libremente.

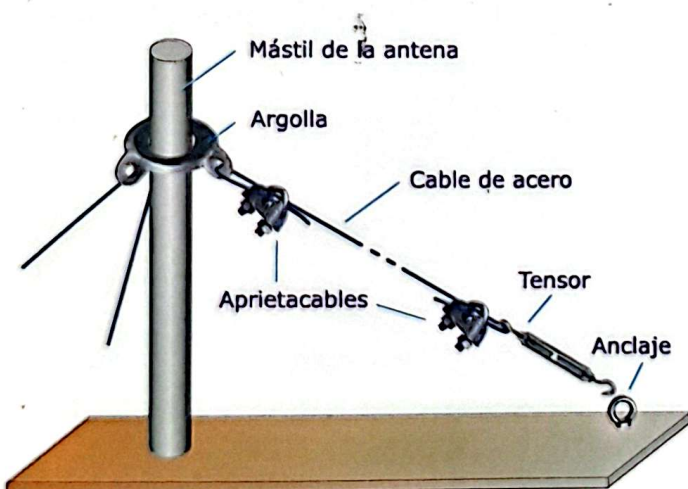


Figura 2.68. Vientos.

- Los cables de los vientos se tensarán lo suficiente, teniendo en cuenta las dilataciones y contracciones

producidas por las variaciones de temperatura; se emplearán para este fin sensores.

- El montaje de la torre se podrá hacer por tramos con ayuda de una pértiga, o mediante una base pivotante.
- El mástil debe soportar una velocidad del viento de 130 km/h cuando esté a menos de 20 m, y una velocidad de 150 km/h a más de 20 m.

2.7.9. Cálculo del momento flector de un mástil

Los mástiles que soportan las antenas deben poder resistir la fuerza que ejerce el viento sobre ellas.

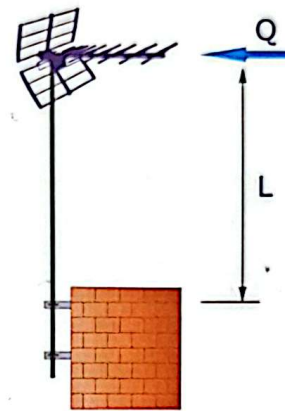


Figura 2.69. Carga del viento sobre la antena.

Se distinguen los siguientes parámetros:

- **Carga del viento (Q):** es la fuerza que actúa sobre el mástil en el punto de sujeción de la antena debido a la presión del viento sobre la misma
- **Momento flector en un mástil (M):** es el momento en el extremo superior de empotramiento o anclaje (pared, vientos, etc.), debido a la fuerza de todas sus antenas y del propio mástil por el viento.
- **Longitud (L):** distancia desde el punto de anclaje del mástil a la antena.

Por tanto, un mástil que soporte una antena debe poder aguantar un momento flector de:

$$M_a = Q \cdot L$$

Si el mástil soporta varias antenas, el momento flector de todas estas antenas será de:

$$M_a = M_{antena\ 1} + M_{antena\ 2} + \dots + M_{antena\ N}$$

Si el mástil o torre está sujeto con vientos, la altura a considerar se toma desde el punto de los vientos.

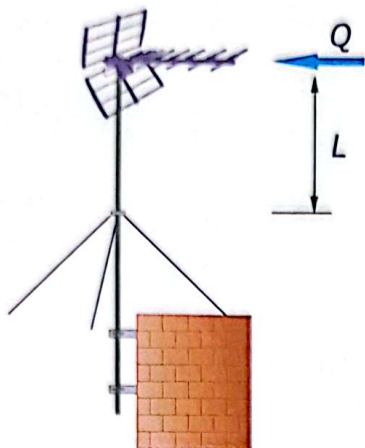


Figura 2.70. Carga del viento sobre una antena con vientos.

El momento flector del propio mástil lo suele incluir el fabricante en el valor que nos proporciona en el catálogo, siempre que no se supere su longitud. En el caso de que la

longitud sea mayor habría que sumar al momento momento de ese añadido, o colocar el punto de sujeción los vientos al mástil a una distancia que no supere la longitud del fabricante.

SABÍAS QUE...

Hay dos criterios a la hora de distribuir las antenas en el m

- Mejor momento flector. Se colocan las antenas con mayor exposición al viento en la parte inferior.
- Mejor calidad en la recepción de la señal. Se coloca la antena que interesa que tenga la mejor calidad de recepción en la parte superior (generalmente la de TV). Siempre prevalecer este criterio.

Actividad resuelta 2.22

Calcula el momento flector resultante al que está sometido el mástil de la figura.

Las cargas de viento para cada antena son: $Q_1 = 54 \text{ N}$, $Q_2 = 36 \text{ N}$ y $Q_3 = 27 \text{ N}$.

Verifica si el mástil con referencia 3010 (Televés) es idóneo para este montaje.

Tabla 2.5. Características técnicas de mástiles. (Cortesía de Televés)

Características técnicas (catálogo Televés)							
Referencia		3007	3008	3009	3010	3072	3042
Longitud	mm	2500	2500	2500	3000	3000	2500
Diámetro	mm	30	35	40	45	40	35
Espesor	mm	1	1,5	2	2	2	1
Momento flector	N·m	81	162	275	355	275	112

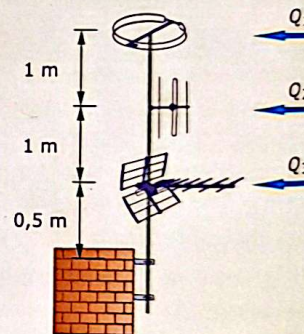


Figura 2.71. Composición de mástil

Solución:

El momento de cada antena es:

$$M_{a1} = Q_1 \cdot L_1 = 54 \cdot (0,5 + 1 + 1) = 135 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_{a2} = Q_2 \cdot L_2 = 36 \cdot (0,5 + 1) = 54 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_{a3} = Q_3 \cdot L_3 = 27 \cdot 0,5 = 13,5 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Por tanto, el momento flector resultante es la suma de los momentos de cada antena, siendo de:

$$M_T = M_{a1} + M_{a2} + M_{a3} = 135 + 54 + 13,5 = 202,5 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Conclusiones:

- Como el mástil de referencia 3010 tiene un momento flector de 355 N·m, superior al calculado (202,5 N·m), se puede utilizar.
- En el caso de que el mástil tenga un valor inferior al calculado, la solución es cambiar el mástil o disminuir la distancia al extremo superior de anclaje, por ejemplo con vientos, ya que las distancias a las antenas comenzarían a contar desde el punto donde se enganchan los cables de los vientos al mástil.



2.7.10. Preamplificadores

La misión de un **preamplificador** o **previo** es recoger la señal proveniente de la antena y adaptarla para entregarla al amplificador de cabecera.

La ubicación será lo más próxima a la antena, situándose en la propia caja de la antena o en el mástil. Cuanto más se aleje de la antena, más empeorará la **calidad de la señal**; este dato se mide con los parámetros C/N y S/N.

- **Relación señal/ruido (S/N):** es la relación entre la potencia de la señal útil y la potencia de ruido. Para una buena calidad de imagen, este valor debe ser igual o superior a 43 dB.
- **Relación portadora/ruido (C/N):** es la relación entre la portadora de imagen modulada y la potencia del ruido. Este valor debe ser igual o superior a 25 dB en COFDM-TV.

SABÍAS QUE...

El nivel mínimo de la relación portadora/ruido (C/N) para ICT se fija en el reglamento, anexo I, apartado 4.5.

- C/N COFDM DAB (radio digital) ≥ 18 dB.
- C/N COFDM TV (televisión digital) ≥ 25 dB.

La alimentación eléctrica del preamplificador se realiza por el mismo cable de antena.

Los preamplificadores están indicados en aquellos casos que se tenga una señal muy débil a la salida de la antena o se tenga una señal elevada pero con una relación C/N muy pobre.

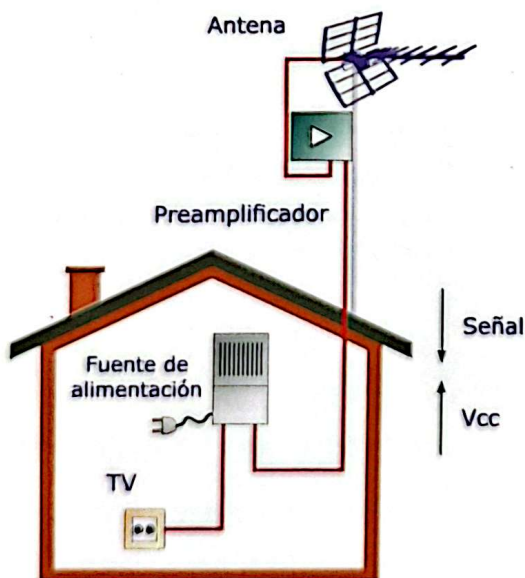


Figura 2.72. Alimentación del preamplificador.

Las características más importantes de un preamplificador son: la **figura ruido**, la **ganancia** y la **tensión máxima de salida**, que se definirán más adelante cuando se vean los amplificadores.

2.7.11. Cálculo de la C/N de una instalación

La calidad de la imagen de TV se ve afectada principalmente por el ruido. El ruido es una señal no deseada y difícil de eliminar, que se une a la señal útil y la empeora. Hay muchos tipos de ruido, aunque podemos dividirlos en dos grupos: los **ruidos externos**, que son los que captan las antenas, provenientes del espacio o de la propia Tierra (tormentas, motores, etc.), y los **ruidos internos**, que se producen en el interior de los dispositivos (amplificadores o atenuadores), el más importante de estos es el ruido térmico producido por el movimiento de los electrones en un conductor.

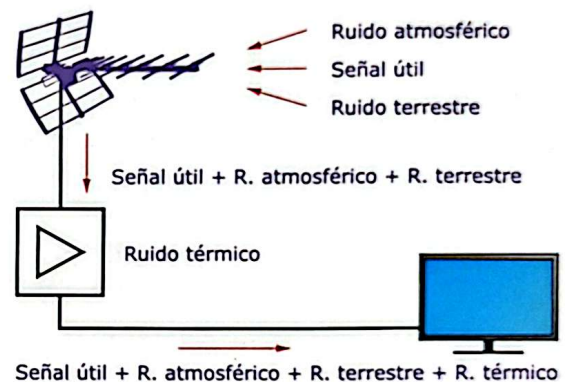


Figura 2.73. Ruido.

Como se ve en la Figura 2.73, al receptor de TV le llega el ruido que capta la antena más el ruido que incorpora el amplificador.



Figura 2.74. Composición de una señal con ruido.

El ruido se manifiesta en el TV generalmente en forma de nieve, y en la radio en forma de soplido. En la TDT produce una decodificación incorrecta de la señal COFDM, lo cual se traduce en anomalías en la imagen, congelación o incluso desaparición momentánea de la imagen.

El ruido se puede medir con el **medidor de campo** mediante las relaciones **S/N (relación señal/ruido)** y la **C/N (relación portadora/ruido)**.

Como se ha explicado la relación señal/ruido es la relación entre la señal y el ruido y la relación portadora/ruido es la relación entre la portadora y el ruido, que empleando dB es la diferencia de una y otra

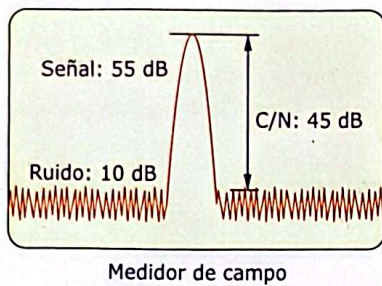


Figura 2.75. Medición de la C/N de una señal.

Las dos se calculan mediante una fórmula similar:

$$\frac{C}{N} = V_m - F - TN$$

Donde:

V_m = nivel de señal de entrada del amplificador en $\text{dB}\mu\text{V}$ (es el dato de partida).

F = figura ruido del sistema en dB (lo calcularemos mediante la fórmula de Friis).

TN = ruido térmico en $\text{dB}\mu\text{V}$ (en terrestre aproximadamente $2 \text{ dB}\mu\text{V}$ en analógico y $4 \text{ dB}\mu\text{V}$ en digital).

Cálculo de la figura ruido F

En toda instalación de TV los elementos pueden ser de dos tipos, **amplificadores** o **atenuadores**. Cada uno de ellos tiene su ganancia o atenuación y el ruido que produce.

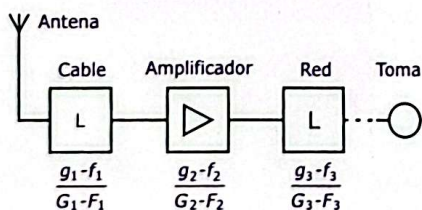


Figura 2.76. Esquema de la instalación.

Para el cálculo del ruido total de una instalación se emplea la **fórmula de Friis** que es la siguiente:

$$f_t = f_1 + \frac{f_2 - 1}{g_1} + \frac{f_3 - 1}{g_1 \cdot g_2} + \frac{f_4 - 1}{g_1 \cdot g_2 \cdot g_3} + \dots$$

Donde f_1, f_2, f_3 , etc., es el factor ruido de cada etapa expresado en unidades, y g_1, g_2, g_3 , etc., es la ganancia expresada en unidades de cada etapa.

De los amplificadores en los catálogos viene la **figura ruido (F)** expresada en dB y no el **factor ruido (f)** expresado en unidades. Para pasar de uno a otro se utiliza la siguiente fórmula:

$$F(\text{dB}) = 10 \cdot \log f \text{ (und)}$$

De igual manera, de los amplificadores en los catálogos viene la **ganancia (G)** expresada en dB y no la **ganancia (g)** expresada en unidades. Para pasar de una a otra se utiliza la fórmula:

$$G(\text{dB}) = 10 \cdot \log g \text{ (und)}$$

Hay que tener en cuenta que en los catálogos, de elementos pasivos como los cables, solo se informa de **atenuación L** en dB. Para obtener la ganancia (g) y el factor ruido (f), emplearemos las siguientes fórmulas:

$$G(\text{dB}) = -L \text{ (dB)} \quad \text{y} \quad f(\text{und}) = \frac{1}{g} \text{ (und)}$$

Actividad resuelta 2.23

El cable tiene una atenuación de 5 dB, se entenderá que tiene una ganancia $G(\text{dB}) = -5 \text{ dB}$. Pasa esta ganancia $G(\text{dB})$ a $g(\text{und})$ y calcula el factor ruido.

Solución:

Mediante $G(\text{dB}) = 10 \log g$ pasamos de $G(\text{dB})$ a $g(\text{und})$. Tenemos: $-5 \text{ dB} = 10 \log g$; luego $g = 0,316$.

De la misma forma, utilizando la fórmula $f(\text{und}) = 1/g(\text{und})$ conseguimos el factor ruido $f = 1/0,316 = 3,16$.

Actividad resuelta 2.24

A la salida de una antena se tienen $316 \mu\text{V}$. El **amplificador interior** tiene una ganancia de 15 dB y una figura ruido de 3 dB. El cable de 25 m tiene una atenuación de $0,2 \text{ dB/m}$.

- Calcula la señal en $\text{dB}\mu\text{V}$ a la entrada del TV.
- Calcula la relación C/N de la instalación.



Solución:

Pasamos los 316 μV de señal de la antena a dBμV.
 Nivel de señal: $316 \mu V = 20 \log 316 \mu V = 50 \text{ dB}\mu V$.
 La atenuación del cable es de: $0,2 \text{ dB/m} \cdot 25 \text{ m} = 5 \text{ dB}$.
 Realizamos el esquema de la instalación:

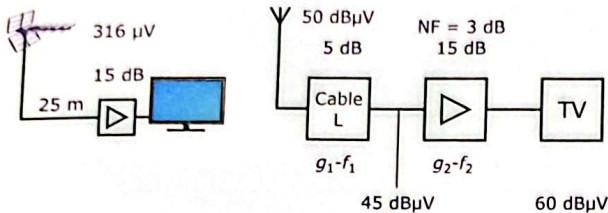


Figura 2.77. Esquema de la instalación.

a) Cálculo de la señal en la toma.

$$\text{dB}\mu V (\text{entrada del TV}) = 50 (\text{antena}) - 5 (\text{cable}) + 15 (\text{amplificador}) = 60 \text{ dB}\mu V$$

b) Cálculo de C/N.

Emplearemos la fórmula descrita anteriormente:

$$C/N = V_{in} - F - TN$$

V_{in} es el nivel de señal a la entrada del amplificador = 50 dBμV antena - 5 dB de cable = 45 dBμV

TN es el ruido del sistema, aproximadamente 4 dBμV.

Para calcular F utilizaremos la fórmula de Friis:

$$f_1 = f_1 + \frac{f_2 - 1}{g_1} + \frac{f_3 - 1}{g_1 \cdot g_2} + \frac{f_4 - 1}{g_1 \cdot g_2 \cdot g_3} + \dots$$

Calculamos g_1, f_1, g_2 y f_2 (Tabla 2.6).

Tabla 2.6. Tabla de resultados

Unidad	Fórmulas	Resultado
g_1	$G = -5; G(\text{dB}) = 10 \cdot \log g_1;$ $-5 = 10 \cdot \log g_1$	$g_1 = 0,316$
f_1	$f_1 = 1 / g_1; f_1 = 1 / 0,316$	$f_1 = 3,1645$
g_2	$G(\text{dB}) = 10 \cdot \log g_2;$ $15 \text{ dB} = 10 \cdot \log g_2$	$g_2 = 31,62$
f_2	$F(\text{dB}) = 10 \cdot \log f_2;$ $3 \text{ dB} = 10 \cdot \log f_2$	$f_2 = 1,995$

Completando la fórmula de Friis:

$$f_1 = 3,1645 + \frac{1,995 - 1}{0,316} = 6,31$$

Calculamos la figura ruido F:

$$F(\text{dB}) = 10 \cdot \log f_1 = 10 \cdot \log 6,31 = 8 \text{ dB}$$

Completamos la fórmula de la C/N:

$$C/N = V_{in} - F - TN = 45 \text{ dB}\mu V - 8 \text{ dB} - 4 \text{ dB}\mu V = 33 \text{ dB}$$

Actividad resuelta 2.25

A pie de antena tenemos 316 μV. El amplificador de mástil tiene una ganancia de 15 dB y una figura ruido de 3 dB. El cable de 25 m tiene una atenuación de 0,2 dB/m.

- Calcula la señal en dBμV a la entrada del TV.
- Calcula la relación C/N de la instalación.

Solución:

Este problema es similar al anterior, pero ahora el amplificador es de mástil.

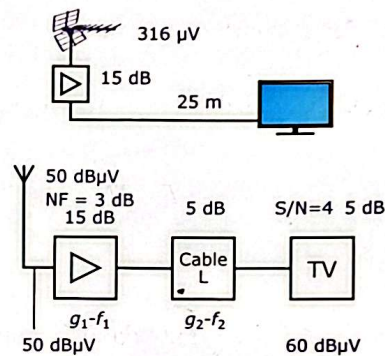


Figura 2.78. Esquema de la instalación.

a) Cálculo de la señal en la toma.

$$\text{dB}\mu V (\text{entrada del TV}) = 50 (\text{antena}) - 5 (\text{cable}) + 15 (\text{amplificador}) = 60 \text{ dB}\mu V$$

b) Cálculo de C/N.

Emplearemos la fórmula descrita anteriormente:

$$C/N = V_{in} - F - TN$$

V_{in} es el nivel de señal a la entrada del amplificador = 50 dBμV directos de la antena.

TN es el ruido del sistema, aproximadamente 4 dBμV.

Calculamos g_1, f_1, g_2 y f_2 :

Tabla 2.7. Tabla de resultados

Unidad	Fórmulas	Resultado
g_1	$G(\text{dB}) = 10 \cdot \log g_1 ;$ $15 \text{ dB} = 10 \cdot \log g_1$	$g_1 = 31,62$
f_1	$F(\text{dB}) = 10 \cdot \log f_1 ;$ $3 \text{ dB} = 10 \cdot \log f_1$	$f_1 = 1,995$
g_2	$G = -5; G(\text{dB}) = 10 \cdot \log g_2 ;$ $-5 = 10 \cdot \log g_2$	$g_2 = 0,316$
f_2	$f_2 = 1 / g_2; f_2 = 1 / 0,316$	$f_2 = 3,1645$

Completando la fórmula de Friis:

$$f_i = f_1 + \frac{f_2 - 1}{g_1} = 1,995 + \frac{3,1645 - 1}{31,62} = 2,063$$

Calculamos la figura ruido F :

$$F(\text{dB}) = 10 \cdot \log f_i = 10 \cdot \log 2,063 = 3,15 \text{ dB}$$

Completamos la fórmula de la C/N , $C/N = V_m - F - TN = 50 \text{ dB}\mu\text{V} - 3,15 \text{ dB} - 4 \text{ dB}\mu\text{V} = 42,85 \text{ dB}$

Conclusión: comparando esta actividad con la anterior, aunque la señal que llega a la TV es la misma (60 dB μ V), la calidad de la imagen (C/N) es mejor cuando el amplificador está lo más cerca posible a la antena.

El **dipolo activo** es la unión de un preamplificador y un dipolo. Están diseñados para su montaje y sustitución de los dipolos en algunas antenas.

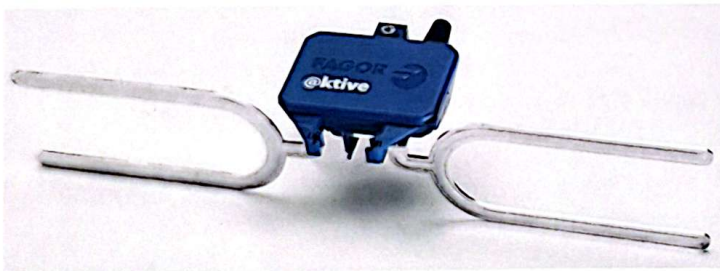


Figura 2.79. Dipolo activo.

Tabla 2.8. Características de un dipolo. (Cortesía de Televés)

Referencias		5550
Margen de frecuencias	MHz	470-862
Ganancia	dB	12+2
Nivel de salida	dBmV	102
Figura de ruido	dB	2
Alimentación	Vdc	12-24
Consumo	mA	40

2.7.12. El inyector de corriente

Son dispositivos encargados de alimentar amplificadores de mástil o preamplificadores para caja de antena, en el caso que el amplificador principal no permita esa alimentación.

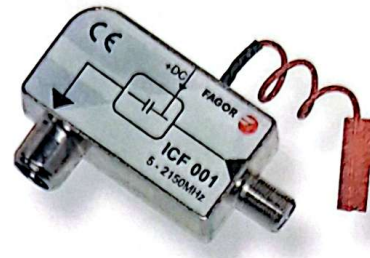


Figura 2.80. Inyector de corriente. (Cortesía de Fagor).

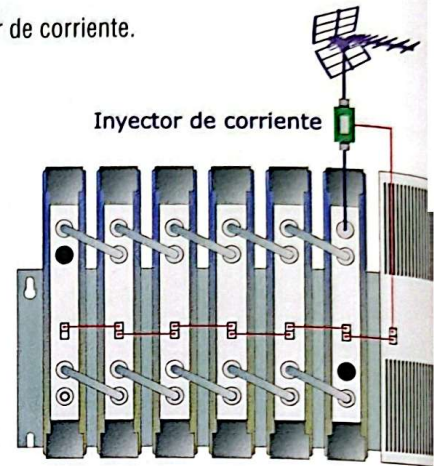


Figura 2.81. Aplicación del inyector de corriente.

2.7.13. Mezclador de mástil

Se encarga de canalizar las señales provenientes de varias antenas a una única salida. A veces el mezclador va incluido en el propio amplificador (**amplificador-mezclador**).

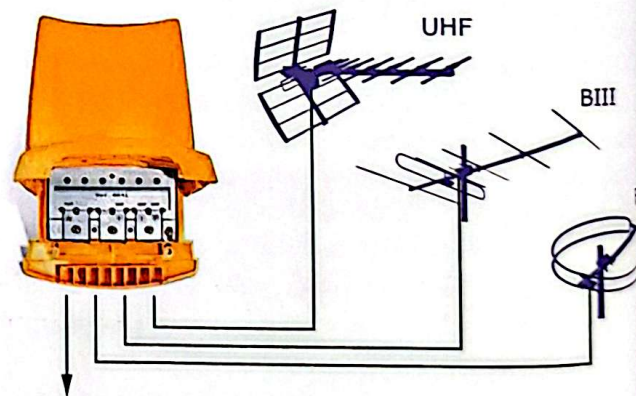


Figura 2.82. Instalación de un mezclador de mástil.

La simbología que representa al mezclador es la que se indica en la Figura 2.83.

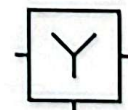


Figura 2.83. Símbolo del mezclador.



2.8. El equipo de cabecera

El equipo de cabecera es el conjunto de elementos activos y pasivos que se encargan de recibir las señales provenientes del sistema captador y adecuarlas para su distribución al usuario en unas condiciones óptimas.

Los elementos que intervienen son los siguientes:

- Amplificadores.
- Mezcladores.
- Conversores.
- Ecuilibradores.
- Moduladores.
- Atenuadores.
- Filtros.

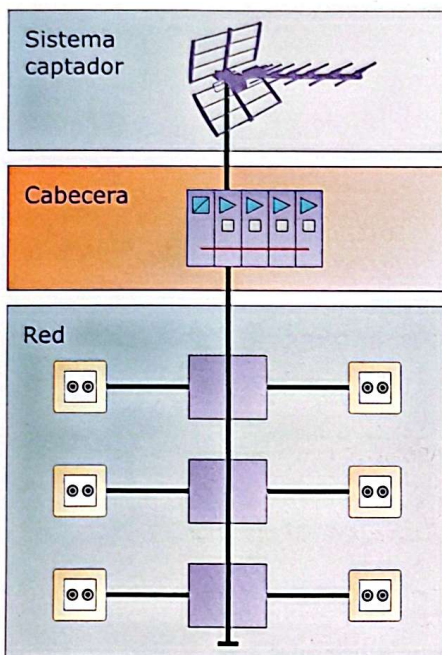


Figura 2.84. Situación del equipo de cabecera.

2.8.1. Amplificadores

Son dispositivos encargados de aumentar el nivel de la señal.

Las características más importantes que definen un amplificador son:

- **Ganancia:** se mide en dB, y representa la diferencia de nivel de señal existente entre la entrada y la salida del dispositivo.
- **Figura de ruido:** se expresa en dB, y representa la cantidad de ruido que se añade a la señal al pasar por el amplificador. A mayor nivel de ruido, peor calidad de imagen.
- **Tensión máxima de entrada:** es el nivel de señal máximo que se permite a la entrada del amplificador para que no exista modulación cruzada ni distorsión.
- **Tensión máxima de salida:** se expresa en mV, dBmV o dB μ V, y representa el nivel máximo de señal que el

amplificador es capaz de entregar a su salida sin distorsionar o intermodular.

- **Frecuencia de trabajo:** representa el margen de frecuencia para el que el amplificador trabaja correctamente (rango de canales que amplifica nuestro amplificador).
- **Impedancia de entrada y salida:** 75 Ω .
- **Tensión de alimentación:** representa el voltaje necesario para el funcionamiento del amplificador. Normalmente, son 24 V en corriente continua.
- **Consumo:** corriente continua (mA) necesaria para el funcionamiento.

Los amplificadores pueden dividirse en tres grandes grupos:

- a) Amplificadores de banda ancha.
- b) Amplificadores monocanales.
- c) Centrales programables.

a) Amplificadores de banda ancha

Son dispositivos que amplifican una o más bandas de frecuencia. Los más utilizados son: amplificadores de mástil, amplificadores de interior, centrales amplificadoras de amplificación conjunta (utilizan un solo amplificador) y centrales amplificadoras de amplificación separada (utilizan un amplificador para cada entrada).

Amplificadores de mástil: están compuestos de un bloque exterior que es el amplificador, colocado en el mástil, y un bloque alimentador conectado a 230 Vac, colocado en el interior de la vivienda.

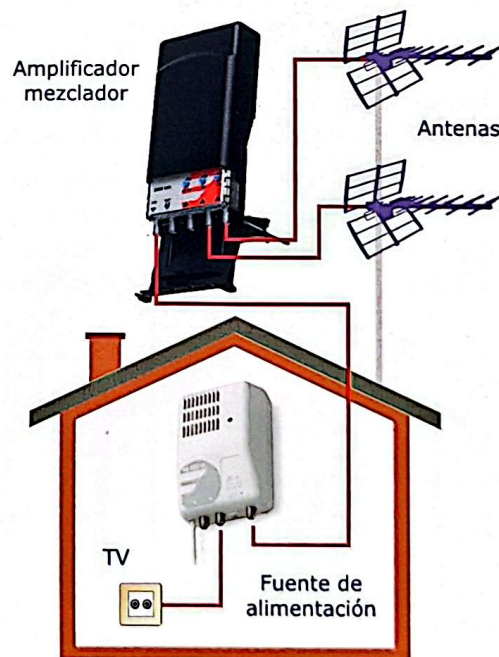


Figura 2.85. Amplificador de mástil.

Tabla 2.9. Características de los amplificadores de banda ancha para mástil. (Cortesía de Ikusi)

MODELO		SAB-120	SAB-110	SAB-100	SAB-290	SAB-220	SAB-210	
Referencia		3390	3391	3398	1213	3394	3399	
Entradas RF		1	1	1	2	2	2	
Bandas de frecuencia		UHF	BI/DAB/BIII/UHF	UHF -SAT	FM - SAT	FM - UHF	BI/DAB/BIII-UHF	
Ganancia nominal	dB	UHF:35	BI/DAB/BIII: 30 UHF: 40	UHF : 40	UHF : 35 SAT: -2	FM: 22 UHF: 40	BI/DAB/BIII:30 UHF: 40	
Figura de ruido	dB	≤ 3	BI/DAB/BIII: ≤ 3 UHF: ≤ 2	≤ 2	≤ 3	FM: ≤ 5 UHF: ≤ 2	BI/DAB/BIII:≤3,5 UHF ≤ 2	
Nivel de salida	dBμV	114	105					
Rechazo BII (FM)	dB	—	≥ 25	—			≥ 25	
Desacoplo entradas	dB	—	—				≥ 26	
Tensión alimentación	Vdc	+ 24			+12 a +24		+ 24	
Consumo	mA	50	30		50 (12V) 70 (24V)		30	
Dimensiones	mm	96 x 125 x 46						

SABÍAS QUE...

En los amplificadores de banda ancha, si los canales de entrada tienen diferente nivel de señal y la tensión de salida es elevada, se produce un fenómeno llamado modulación cruzada que produce distorsiones en la señal de salida.

Amplificadores de interior: se instalan en el interior de la vivienda. Están formados por un solo bloque con alimentación incorporada.

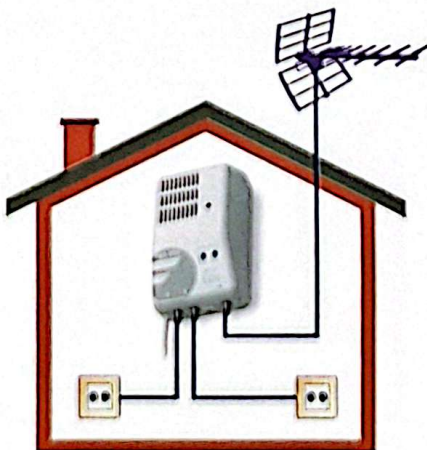


Figura 2.86. Amplificador de interior.

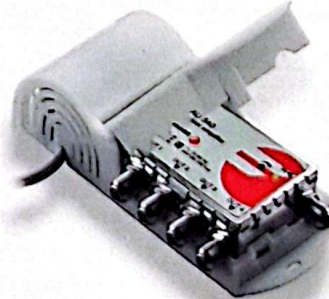
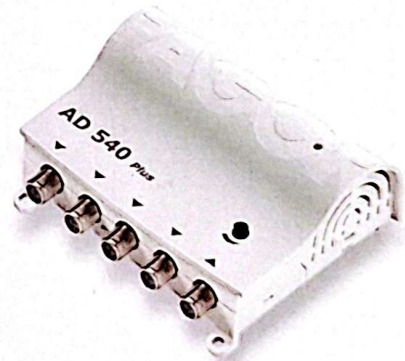


Figura 2.87. Varios amplificadores de interior. (Cortesía de Fagor)

Centrales amplificadoras: tienen varias entradas dependientes, permitiendo regular la señal en cada una de ellas.

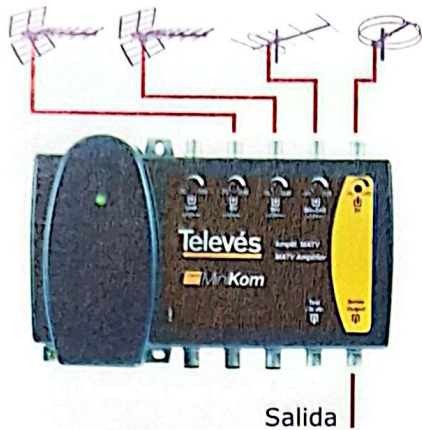


Figura 2.88. Central amplificadora. (Cortesía de Televés).

Existen de dos tipos:

- Con **amplificación separada** (Figura 2.89), donde se emplea un amplificador por cada entrada.
- Con **amplificación conjunta** (Figura 2.90), donde se emplea un solo amplificador para las entradas de la misma banda.

Según el reglamento de ICT su uso se limita a edificaciones con menos de 30 tomas.

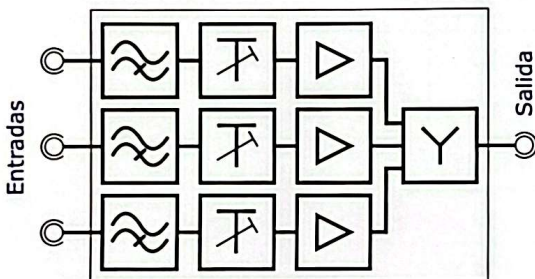


Figura 2.89. Amplificación separada.

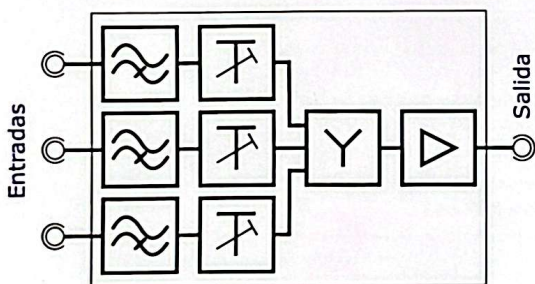


Figura 2.90. Amplificación conjunta.

A la hora de montar amplificadores en banda ancha hay que **reducir la tensión de salida**, conforme aumentan los canales a amplificar. A medida que se va aumentando el nivel de tensión de salida en un amplificador, también aumenta el nivel de señales indeseadas producidas por la **modulación cruzada** y la **intermodulación**.

Tabla 2.10. Reducción del nivel de salida en función del número de canales digitales

Reducción para la modulación FM, QPSK o COFDM (dB = 10 log (n - 1)).										
Número de canales digitales	(n)	2	4	5	6	8	16	24	32	64
Reducción del nivel de salida	dB	-3	-6	-7	-8	-9	-12	-14	-15	-18

Actividad resuelta 2.26

Si una central amplificadora de banda ancha tiene un nivel de salida de 120 dBμV, ¿a cuánto se deberá reducir el nivel de salida para 8 canales?

Solución:

Se reduciría a: 120 - 9 dB = 111 dBμV

Cuando se instalan amplificadores de banda ancha (iguales) en cascada, hay que reducir, **además de la atenuación anterior**, su nivel de salida ($dB = 10 \log m$).

Tabla 2.11. Reducción del nivel de salida en función del número de amplificadores

Número de amplificadores	(m)	—	2	3	4	5	6	7
Reducción del nivel de salida	dB	0	3	4,8	6	7	7,8	8,5

b) Amplificadores monocanales

Los amplificadores monocanales son dispositivos que amplifican un solo canal de TV, eliminando todos los demás canales existentes a su entrada. La característica para rechazar estos canales se llama **selectividad**, y se mide en dB.

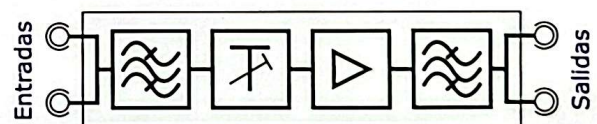


Figura 2.91. Bloques de un amplificador monocanal.

Una evolución de estos amplificadores monocanales son los multicanales, los cuales pueden amplificar varios canales. El número de canales varía en función del modelo comercial.

Tabla 2.12. Características de los amplificadores monocanales. (Cortesía de Ikusi)

MODELO		MZB-129	MZB-168	MZB-139	MZB-141
Referencia		3253	3261	3254	3260
Banda cubierta		FM	DAB	1 canal BIII	1 canal UHF analóg. o digital
Ganancia	dB	42	44	43	39 / 36
Figura de ruido	dB	7,5	8	7	11
Nivel de salida	dB μ V	(2x) 104		(2x) 117 analógico (2x) 112 digital	
Pérdida de retorno salida Z	dB	≥ 6			
Consumo	mA	30	35	30	35

Tabla 2.13. Características de los amplificadores multicanales. (Cortesía de Televés)

Referencia		5860						
Ancho de banda	MHz	8	16	24	32	40	48	56
N.º de canales		1	2	3	4	5	6	7
Banda		UHF						
Rango de frecuencia		470 - 862						
Ganancia	dB	50						
Tensión salida analóg.	dB μ V	125	115	114	113	112	112	111
Tensión salida digital		118	113	111	108	107	104	102
Norma		EN 500083-5						
Figura de ruido	dB	< 9						
Margen de regulación		30						
Margen de actuación CAG		—						
Rechazo entre canales		20 (n \pm 2)			15 (n \pm 2)		11 (n \pm 2)	
Planicidad		< 3						
Consumo a 24 Vdc		90 \pm 5						
Alim. previos (24 Vdc)	mA	100						
Dimensiones	Mm	35 x 197 x 83						



Figura 2.92. Bastidor para amplificadores monocanales.



Figura 2.93. Puente Z.



Figura 2.94. Cofres para amplificadores monocanales. (Cortesía de Fagor).

Se montan sobre un bastidor metálico. Cada módulo corresponde a un canal a amplificar. El ajuste del canal viene dado por el fabricante; la conexión entre los módulos se hace con la automezcla «Z» mediante un puente. Con ello se consigue tener en la salida la señal de los canales mezclados y amplificados.

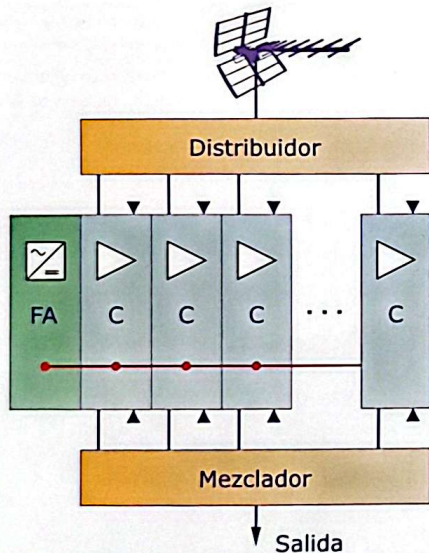


Figura 2.95. Amplificadores sin técnica Z.

Para utilizar la llamada **técnica Z** hay que tener en cuenta las siguientes reglas:

- Procurar dejar un canal de separación entre dos utilizados, por ejemplo C-25, C-27, no C-26.
- La colocación física se hará de mayor a menor canal, extrayendo la salida y conectando la entrada por el canal más alto.

- Las entradas o salidas vacías hay que taparlas con una resistencia de carga de 75 Ω.

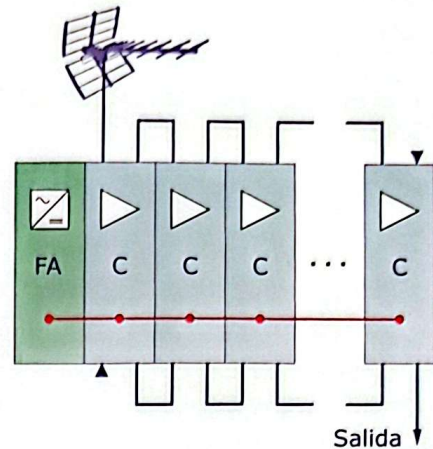


Figura 2.96. Amplificadores con técnica Z (puentes).

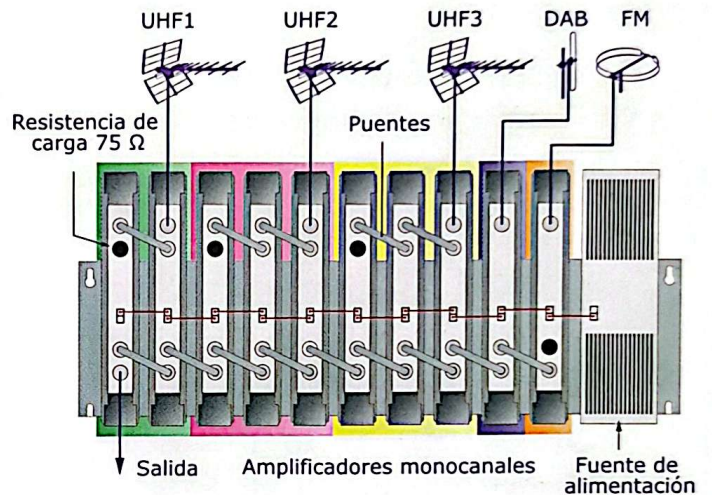


Figura 2.97. Montaje de amplificadores monocanales y fuente de alimentación.

Cuando se utiliza un amplificador en técnica Z, el nivel de salida del conjunto se reduce por las pérdidas de los puentes (VHF = 0,3 dB y UHF = 0,5 dB en cada uno de ellos).

Los 24 Vcc de alimentación de los amplificadores monocanales los proporciona una fuente de alimentación externa; su dimensionamiento debe ser igual o superior a la suma de la corriente absorbida por todos los módulos.



SABÍAS QUE...

Cuando se sobrepasa la tensión máxima de salida en un amplificador monocanal se produce un fenómeno llamado **intermodulación**, que distorsiona la señal de salida y empeora la imagen.

Actividad resuelta 2.27

Determina cuál es el valor de la corriente mínima que debe proporcionar una fuente de alimentación que alimenta una cabecera compuesta de 6 amplificadores monocanales con un consumo unitario de 100 mA cada uno.

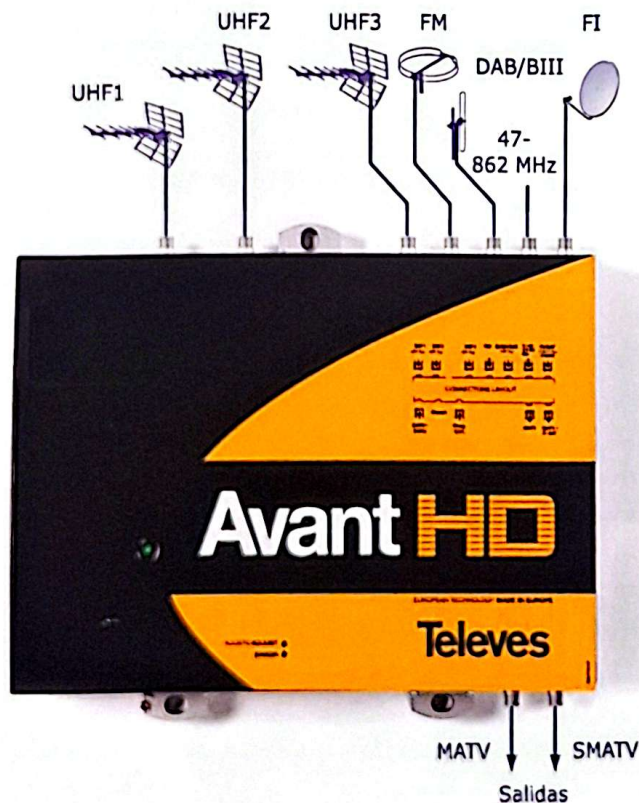
Solución:

$$I_{TA} = 6 \cdot 100 \text{ mA} = 600 \text{ mA}$$

El empleo en una instalación de amplificadores monocanales frente a los amplificadores de banda ancha lleva consigo una serie de ventajas:

- Insensibilidad a interferencias.
- Permite obtener mayor tensión de salida.
- Permite la incorporación de nuevos canales de una manera sencilla.
- Permite la ecualización canal a canal.
- Evita la avería total del equipo amplificador.

Sin embargo, sus desventajas son el elevado número de módulos de la instalación y el coste muy superior al empleo de amplificadores de banda ancha.



Recuerda

Se emplean tantos amplificadores monocanales como canales se necesiten recibir y amplificar en el sistema.

c) Centrales programables

Son amplificadores compactos, fusión entre los amplificadores monocanales y los de banda ancha. Constata unos filtros programables que se conectan a un amplificador de banda ancha. Son configurables por el usuario en canal a amplificar y en su ganancia. En ocasiones, necesitan de amplificadores exteriores.

Se emplean en pequeñas instalaciones de antena colectiva cuando los niveles de las señales no son muy diferentes. Constan de varias entradas, normalmente para todas las bandas. Su fuente de alimentación eléctrica es interna.

Su principal ventaja es la versatilidad a la hora de cambiar canales de frecuencia, ya que se realiza sencillamente con una pequeña consola de programación mientras que con amplificadores monocanales deberíamos desmontar el monocanal antiguo, desecharlo, comprar el nuevo monocanal y montarlo. Naturalmente, cuando se estropea la central programable se deja de ver todo.

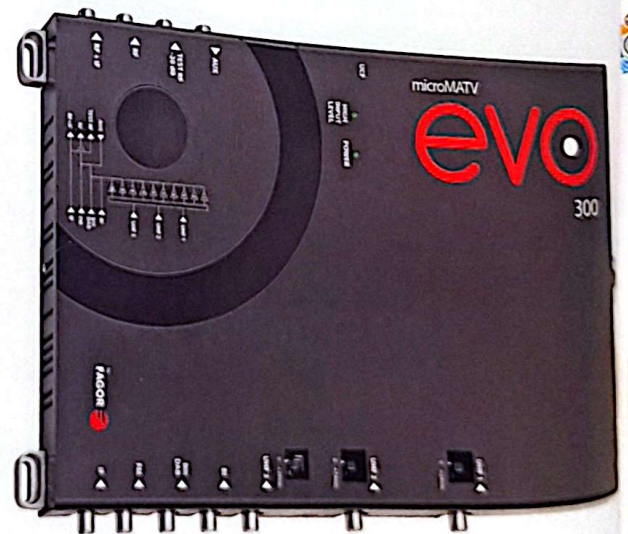


Figura 2.98. Central amplificadora programable. (Cortesía de Televes y Fagor).



Tabla 2.14. Características de una central programable. (Cortesía de Televés)

Referencia		532810							
Entradas		UHF1	UHF2	UHF3	FM	BIII/DAB	47-862 MHz 47-790 MHz		FI/SAT
Bandas de frecuencia	MHz	470-862			87-108	47-68 174-230	47-370	370-862	950-2150
Ganancia	dB	Auto Máx 51+3			Auto Máx 41+3	Auto Máx 44+3	Auto Máx 36+3	Auto Máx 39+3	42..45
Configuración de filtro		10	0	0	—	—	—	—	—
		9	0	1	—	—	—	—	—
		7	2	1	—	—	—	—	—
		6	3	1	—	—	—	—	—
		5	3	2	—	—	—	—	—
N.º de canales por filtro		0 - 5			—	—	—	—	—
Regulación de ganancia		0 - 20			0 - 25 - OFF		—	—	0-12-OFF
Margen de entrada óptimo	dBµV	60 - 105			60 - 85	62 - 87	69 - 87	70 - 74	—
Regulación manual de ganancia		±9 (por monocanal)			±9	±9	—	—	0 - 24
Regulación de pendiente		0 - 9			—	—	—	—	0 - 12
Nivel de salida	dBµV	120			120		120		123
Regulación nivel salida		96 - 111			86 - 101	91 - 106		96 - 111	
Figura ruido		9 tip			10		—	—	9
Rechazo		20 (± 16 MHz)					—		40 (862 MHz)
Salida alimentación por los puertos de entrada		24			—	24	—	—	13/17 (22 kHz)
Corriente máxima en cada puerto		60			—	60	—	—	300
Tensión de red		196 - 264 (50/60 Hz)							
Consumo		30							
Índice de protección		IP 20							

SABÍAS QUE...

Las centrales programables tienen una entrada auxiliar 47-862 MHz, que permite mezclar una señal exterior proveniente, por ejemplo, de un equipo amplificador de monocanales o de otra central programable.

Actividad resuelta 2.28

Realiza el esquema captador mediante amplificadores monocanales para captar los siguientes canales: en UHF: 25, 62, 34 y 65; en VHF: 10, 8 y FM.

Solución:

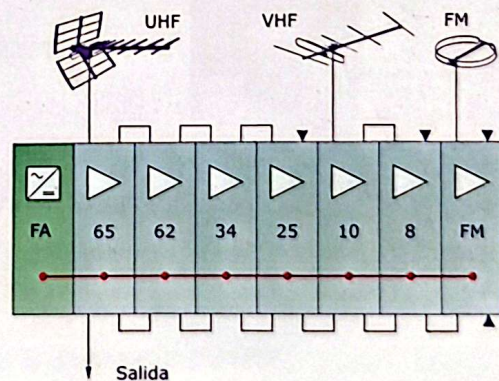


Figura 2.99. Solución.

Actividad resuelta 2.29

Realiza el esquema captador mediante amplificadores monocanales para captar los siguientes canales: repetidor A canales: 23, 50, 34 y 39; repetidor B canales: 37, 64, 65 y 66 (utilizar amplificador multicanal), 3, 4, FM y DAB.

Solución:

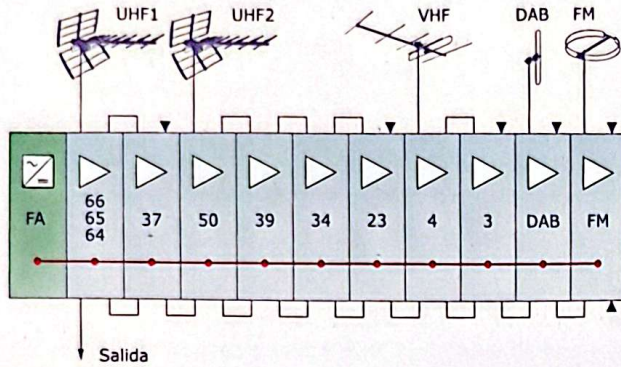


Figura 2.100. Solución.

2.8.2. Conversores y procesadores de canal

Los conversores y los procesadores de canal permiten seleccionar cualquier canal analógico o digital y cambiándole la frecuencia colocarlo en cualquier otro canal de la misma banda. En general, son dispositivos que cambian la frecuencia.

Su principal utilidad es:

- Convertir canales altos en canales bajos para disminuir la atenuación producida cuando el cable es muy largo.
- Cuando se reciben canales muy próximos o incompatibles porque se pueden mezclar sus frecuencias.



Figura 2.101. Procesador de canal. (Cortesía de Televes).

Los procesadores también pueden cumplir con la función de amplificador cuando el canal de salida es el mismo canal de entrada.

Estos conversores o procesadores de canal también emplean la técnica Z de automezcla.

2.8.3. Transmoduladores

Los transmoduladores son dispositivos que toman un canal con una modulación y lo transforman en otro canal con una modulación distinta.

Hay varios tipos de transmoduladores:

- **COFDM-PAL:** transforma un canal digital terrestre en uno analógico terrestre en VHF o UHF.
- **COFDM-COFDM:** permite reeditar un canal para minar o descryptar servicios.

Existen más tipos, como QPSK-PAL, QPSK-COFDM etc., que se estudiarán en la siguiente unidad de telecomunicaciones por satélite.

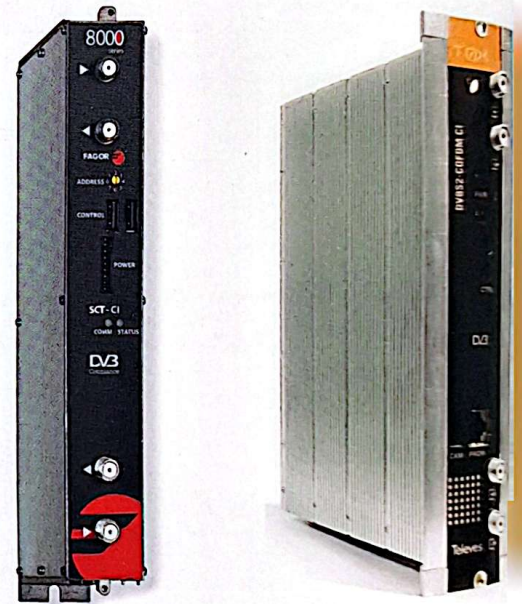


Figura 2.102. Transmoduladores. (Cortesía de Fagor y Televes).

Estos transmoduladores también emplean la técnica de automezcla.

2.8.4. Moduladores

Son dispositivos que permiten, a partir de las señales de entrada de audio y vídeo (A/V), generar un canal o frecuencia. Se utilizan fundamentalmente en circuitos cerrados de televisión, en señales procedentes de videoreproductores, en instalaciones de antena colectiva con servicio de vigilancia.

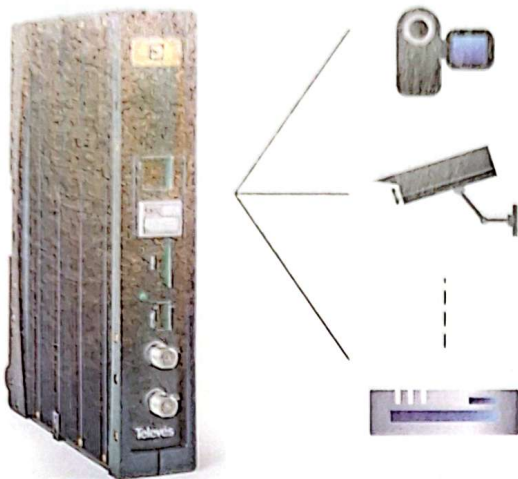


Figura 2.103. Modulador. (Cortesía de Televés).

Para el interior de las viviendas existe un modulador doméstico que a partir de una señal A/V genera un canal analógico o digital (TDT).



Figura 2.104. Modulador doméstico de interior. (Cortesía de Ikusi).

2.8.5. Mezcladores

Son dispositivos destinados a recibir diferentes señales de TV por sus distintas entradas, y canalizarlas a su salida. Constan, por tanto, de varias entradas y de una o dos salidas.

Los mezcladores pueden ser físicamente de varios tipos: para caja de antena, de mástil o enchufables.

Algunos modelos pueden llevar incorporado un ecualizador en su interior.



Figura 2.105. Mezclador con conector IEC. (Cortesía de Fagor).



Figura 2.106. Mezclador con conector F. (Cortesía de Fagor).

Los mezcladores MATV/FI, también llamados **combinadores** o **diplexores**, mezclan las señales de TV terrestre y FI satélite. Pueden tener una o dos salidas.

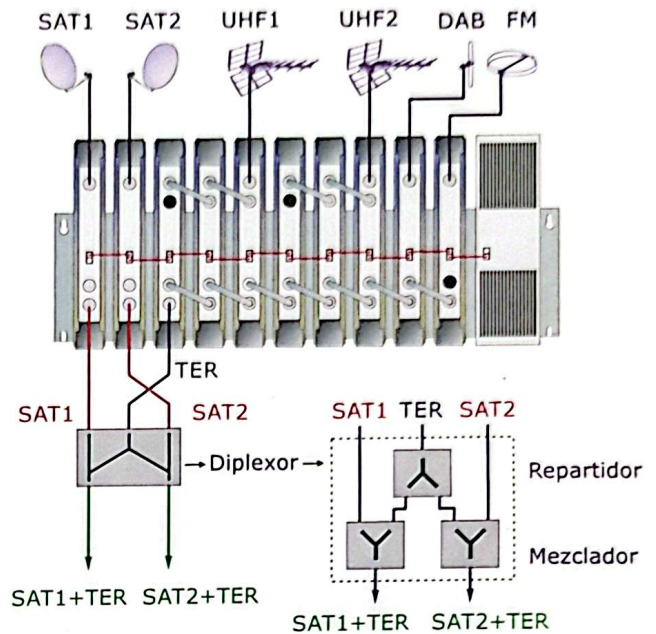


Figura 2.107. Montaje del diplexor.

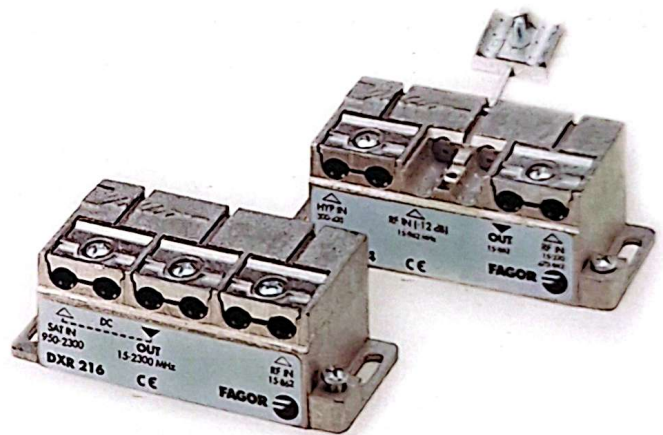


Figura 2.108. Diplexor. (Cortesía de Fagor).

Las características de los mezcladores más importantes a nivel práctico son:

- Número de entradas y frecuencia en cada una.
- Atenuación.

2.8.6. Separadores

Son dispositivos destinados a separar distintas señales de TV presentes en su entrada, y mediante unos filtros,

canalizarlas a sus diferentes salidas. Es la función inversa del mezclador.

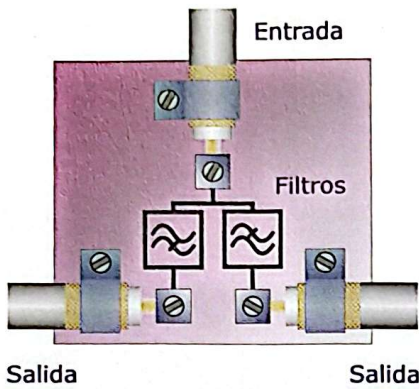


Figura 2.109. Esquema del separador.

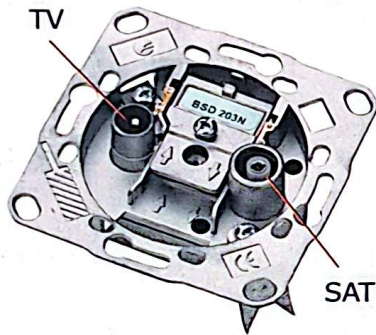


Figura 2.110. Separador en toma de usuario.

2.8.7. Filtros

Son dispositivos destinados a seleccionar o rechazar determinadas frecuencias. En algunos casos son ajustables por el usuario.

Existen diversos tipos de filtros:

- **Filtros paso alto:** dejan pasar las frecuencias por encima de un determinado valor, llamado frecuencia de corte. Las frecuencias por debajo de este valor son atenuadas.
- **Filtros paso bajo:** dejan pasar las frecuencias por debajo de un determinado valor, llamado frecuencia de corte. Las frecuencias por encima de este valor son atenuadas.
- **Filtros paso banda:** dejan pasar una banda de frecuencias comprendidas entre una frecuencia de corte inferior y una de corte superior. Las frecuencias fuera de esta banda son atenuadas.
- **Filtros elimina banda (filtro trampa):** eliminan una banda de frecuencias comprendidas entre una frecuencia de corte inferior y una de corte superior. Las frecuencias fuera de esta banda no son atenuadas.

La simbología de estos filtros es la representada en la tabla 2.15.

Tabla 2.15. Simbología de filtros

Paso alto	Paso bajo	Paso banda	Elimina banda



Figura 2.111. Filtro LTE. (Cortesía de Fagor).

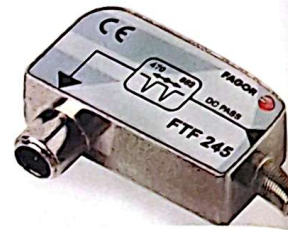


Figura 2.112. Filtro trampa. (Cortesía de Fagor).

SABER MÁS

Un filtro LTE es un filtro destinado a eliminar las interferencias producidas por la telefonía móvil.

En la Figura 2.113 se muestra una aplicación de un filtro. Se desea recibir los canales 50, 40, 36 y 33. Desde el repetidor se recibe el canal 39 que da problemas sobre el canal 40. Para eliminar las señales del C39 se intercala un filtro trampa.

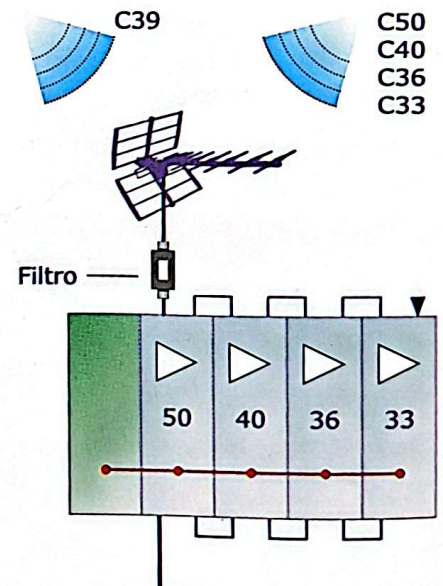


Figura 2.113. Ejemplo de aplicación de un filtro.



2.8.8. Atenuadores

Son elementos que se encargan de producir un descenso o atenuación de la señal.

Se emplean en aquellos casos en los que se necesita igualar señales disminuyendo aquellas con mayor nivel. También se emplean en aquellos casos en los cuales es necesario evitar una saturación, como por ejemplo en amplificadores.

Existen dos tipos de atenuadores:

- **Atenuación fija.** Provocan una atenuación constante en dB.
- **Atenuación variable.** Permiten seleccionar la cantidad de dB de atenuación.

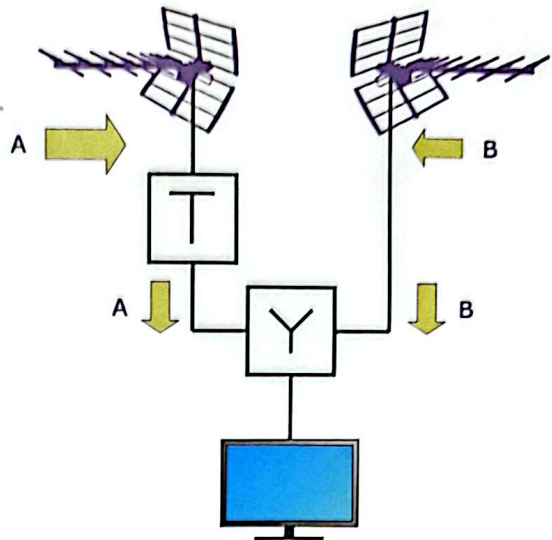


Figura 2.116. Ejemplo de aplicación de un atenuador.

2.8.9. Ecuilibradores

Son dispositivos electrónicos encargados de equilibrar en la salida o salidas los niveles de las señales presentes en la entrada o entradas. Se utilizan en instalaciones en las que se reciben canales de TV con distintos niveles de señal.



Figura 2.114. Atenuador fijo. (Cortesía de Fagor).

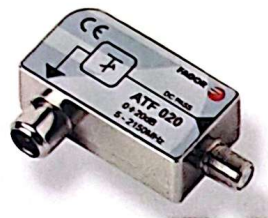
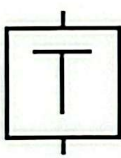
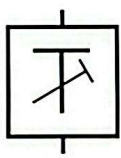


Figura 2.115. Atenuador variable. (Cortesía de Fagor).

La simbología que representa a los atenuadores es la mostrada en la Tabla 2.16.

Tabla 2.16. Simbología de los atenuadores

	
Atenuador fijo	Atenuador variable

En la Figura 2.116 se muestra una aplicación de un atenuador. Se van a mezclar las señales procedentes de dos antenas. Las señales procedentes de la antena A son de mayor nivel respecto a las señales procedentes de la antena B. Para que ambos niveles tengan la misma amplitud, se atenúa la señal A.

Los parámetros más importantes en un atenuador son:

- Atenuación en dB.
- Frecuencia de trabajo.
- Si tiene paso de corriente continua.

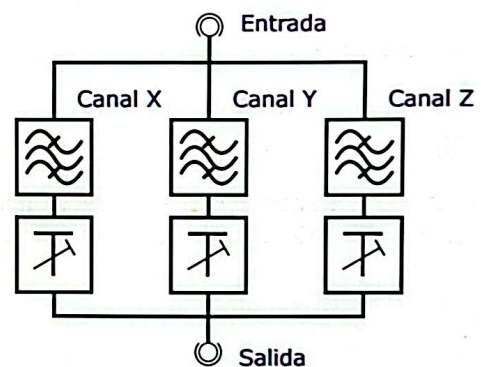


Figura 2.117. Esquema de bloques de un ecualizador.

Su simbología es la que se muestra en la Figura 2.118.

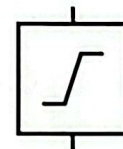


Figura 2.118. Símbolo del ecualizador.

Los parámetros más importantes en los ecualizadores son:

- Número de canales de entrada.
- Pérdidas (en dB).
- Margen de regulación.

2.9. La red

Se encarga de recoger las señales a la salida del equipo de cabecera y distribuirlas a las tomas de usuario. Comienza a la salida del dispositivo de mezcla del equipo captador.

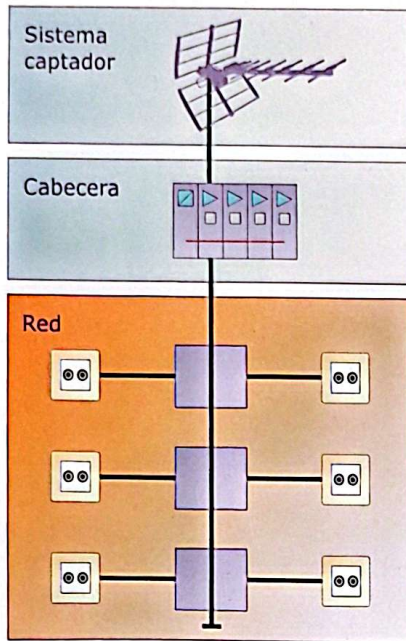


Figura 2.119. Esquema de bloques de un sistema de recepción de TV.

El reglamento de ICT la divide en tres tramos: **red de distribución**, **red de dispersión** y **red interior de usuario**.

Los elementos principales que constituyen esta red son: **repartidores**, **derivadores**, **tomas** y **tomas de paso**.

2.9.1. Repartidores

También llamados **distribuidores**, **divisores** o *splitters*, son dispositivos que reparten la señal de entrada entre las diferentes salidas.

Tienen unas pérdidas llamadas **pérdidas de paso (PpR)**.

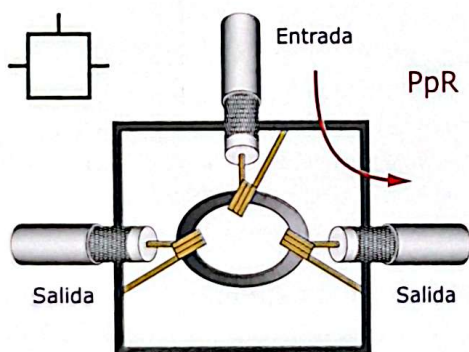


Figura 2.120. Pérdidas de paso (PpR).

Recuerda

Las salidas que no se utilicen se deben cerrar con una resistencia de carga de 75 Ω.

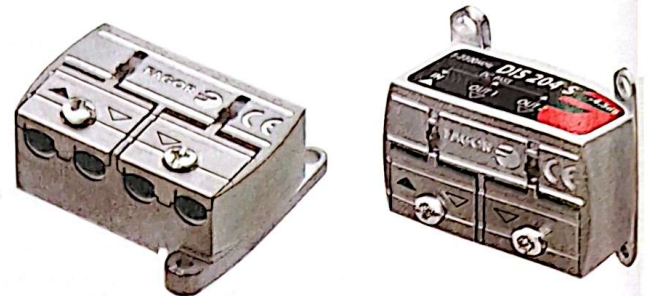


Figura 2.121. Distribuidor de dos salidas con conexión a brida. (Cortesía de Fagor).

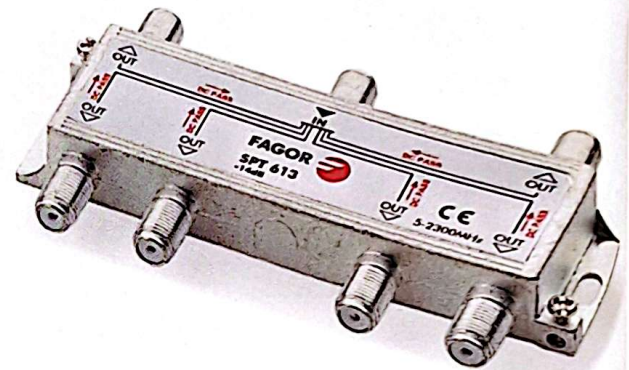
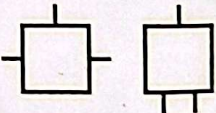
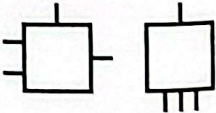
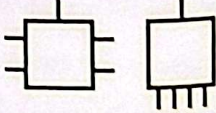


Figura 2.122. Distribuidor de seis salidas con conector F. (Cortesía de Fagor).

La simbología relacionada con el repartidor o distribuidor es similar entre sí y está en función del número de salidas (Tabla 2.17).

Tabla 2.17. Simbología del distribuidor o repartidor (Nota: solo se han incluido hasta 4 salidas siendo similares para más salidas)

Repartidor de 2 salidas	
Repartidor de 3 salidas	
Repartidor de 4 salidas	



Actividad resuelta 2.30

Si el repartidor de la Figura 2.123 tiene unas pérdidas de paso $PpR = 4,5$ dB, ¿qué nivel de señal tendría en cada salida si en la entrada IN hay 60 dB μ V?

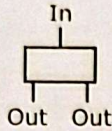


Figura 2.123. Repartidor.

Solución:

$$\text{Señal} - PpR = 60 - 4,5 = 55,5 \text{ dB}\mu\text{V en cada salida}$$

Las pérdidas de paso cuentan cuando la señal entra y sale por cualquier salida del repartidor.

Actividad resuelta 2.31

Si el repartidor «a» de la Figura 2.124 tiene unas pérdidas de paso $PpRa = 4,5$ dB, y el repartidor «b» tiene $PpRb = 7$ dB, ¿qué nivel de señal tendría en cada salida del repartidor «b» si en la entrada del repartidor «a» hay 60 dB μ V?

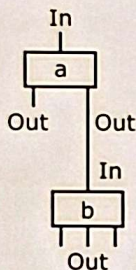


Figura 2.124. Repartidores.

Solución:

$$\begin{aligned} \text{Señal} - PpRa - PpRb &= 60 - 4,5 - 7 = \\ &= 48,5 \text{ dB}\mu\text{V en cada salida de «b»} \end{aligned}$$

Las pérdidas de paso cuentan cuando la señal entra y sale por cualquier salida del repartidor.

2.9.2. Derivadores

Los derivadores, también llamados *tap*, son dispositivos que producen una o varias ramificaciones en una línea de distribución, a la vez que permiten el paso de la señal hacia su salida.

Tienen dos tipos de pérdidas:

- Pérdidas de paso o inserción (PpD).
- Pérdidas de derivación (PdD).

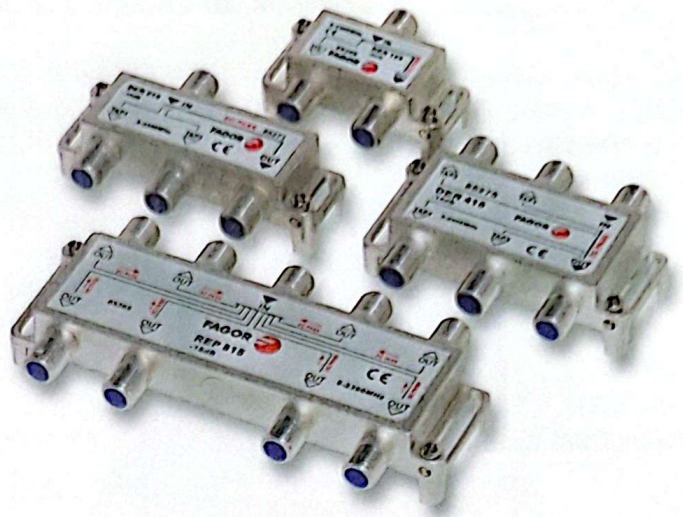


Figura 2.125. Derivadores. (Cortesía de Fagor).

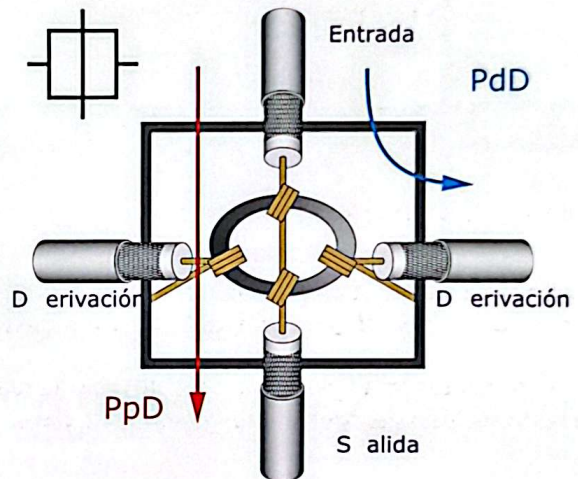


Figura 2.126. Pérdidas en el derivador.

Según la constitución interna de los repartidores y derivadores, estos pueden ser de diferentes tipos:

- **Resistivos.** Están constituidos por resistencias y tienen grandes atenuaciones. Por estos motivos están en desuso.
- **Inductivos no compensados.** Están constituidos por transformadores con núcleos toroidales de alta frecuencia. La atenuación que producen es menor en comparación con los de tipo resistivo y el rechazo entre salidas es mayor. La atenuación es mayor cuanto mayor sea la frecuencia.
- **Inductivos compensados.** Están constituidos por unas trampas de alta frecuencia con núcleos toroidales. Compensan las pérdidas producidas por el cable coaxial (pérdidas mayores cuanto más elevada es la frecuencia).

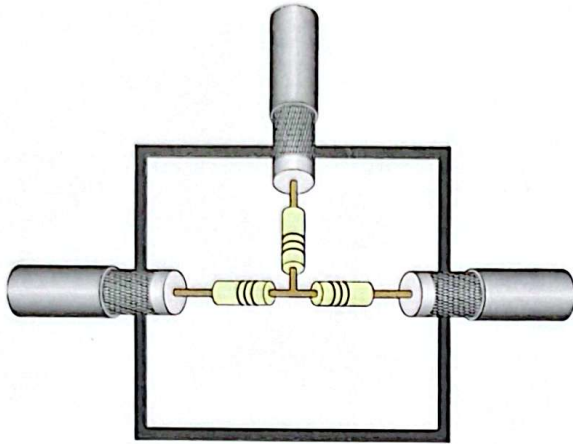


Figura 2.127. Tipo resistivo.

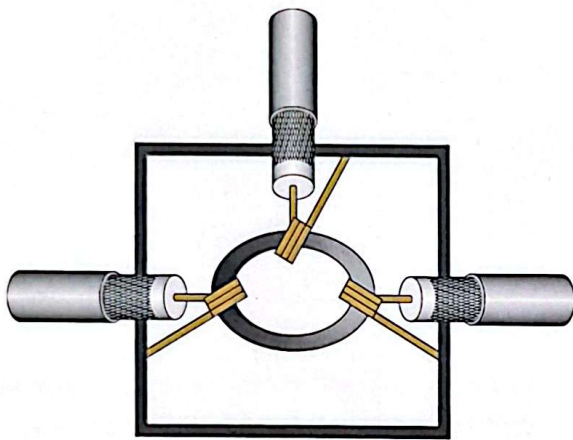


Figura 2.128. Tipo inductivo no compensado.

Actividad resuelta 2.32

Si el derivador de la Figura 2.129 tiene unas pérdidas de paso $PpD = 2$ dB, unas pérdidas de derivación $PdD = 18$ dB y en la entrada tiene 40 dB μ V:

1. ¿Qué nivel de señal tendría en la salida OUT?
2. ¿Qué nivel de señal tendría en cada derivación tap?

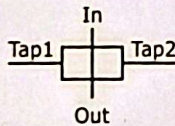


Figura 2.129. Derivador.

Solución:

1. Señal - $PpD = 40 - 2 = 38$ dB μ V.
2. Señal - $PdD = 40 - 18 = 22$ dB μ V en cada tap.

Las pérdidas de paso cuentan cuando la señal entra y sale del derivador. Si entra y deriva, solo cuentan las pérdidas de derivación.

Actividad resuelta 2.33

El derivador «a» y el derivador «b» de la Figura 2.130 tienen unas pérdidas de paso $PpD = 2$ dB y unas pérdidas de derivación $PdD = 18$ dB. En la entrada del derivador «a» se tienen 40 dB μ V. Las pérdidas en el cable (Pc) son de $0,5$ dB.

1. ¿Qué nivel de señal habría en la salida OUT del derivador «b»?
2. ¿Qué nivel de señal habría en cada derivación tap del derivador «b»?

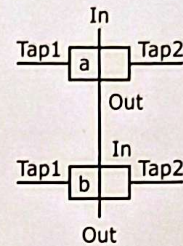


Figura 2.130. Derivadores.

Solución:

1. Señal - $Pc - PpDa - PpDb = 40 - 0,5 - 2 - 2 = 35,5$ dB μ V
2. Señal - $Pc - PpDa - PdDb = 40 - 0,5 - 2 - 18 = 19,5$ dB μ V

Las pérdidas de paso cuentan cuando la señal entra y sale del derivador. Si entra y deriva, solo cuentan las pérdidas de derivación.

2.9.3. Punto de acceso al usuario (PAU)

El punto de acceso al usuario es un elemento que permite seleccionar uno de los dos cables de bajada de la red de distribución.

Se instala en el registro de terminación de red. Dispone de dos entradas, una se conecta con la salida y la otra a una carga interna de 75Ω . En algunos casos, este dispositivo incluye un repartidor.

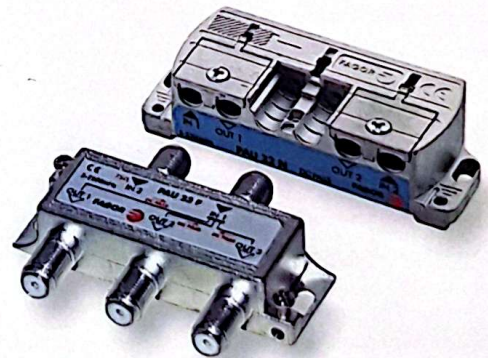


Figura 2.131. Punto de acceso al usuario. Conector de brida y tipo F. (Cortesía de Fagor).

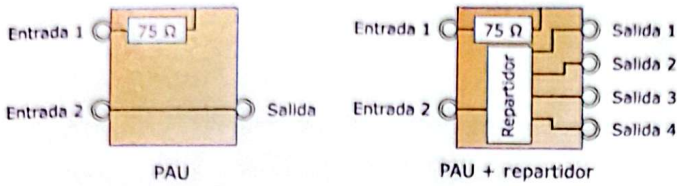


Figura 2.132. Punto de acceso al usuario.

Actividad resuelta 2.34

Si el PAU repartidor de la Figura 2.133 tiene unas pérdidas de paso $PpP = 5 \text{ dB}$, ¿qué nivel de señal tendría en cada salida si en la entrada In hay $45 \text{ dB}\mu\text{V}$?

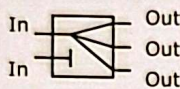


Figura 2.133. PAU repartidor.

Solución:

Señal $- PpP = 45 - 5 = 40 \text{ dB}\mu\text{V}$ en cada salida

Las pérdidas de paso cuentan cuando la señal entra y sale por cualquier salida del PAU repartidor.

2.9.4. Tomas de usuario

Las tomas de usuario, también llamadas **BAT** (base de acceso de terminal), permiten al usuario obtener la señal de la línea de distribución y la conexión de los equipos de usuario. Todas (excepto la toma puenteada) son tomas separadoras porque separan señales de radio, TV y SAT.

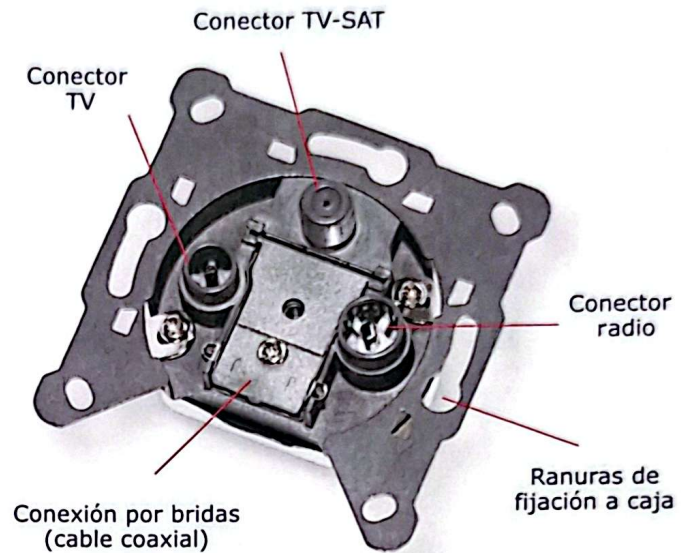


Figura 2.135. Toma de usuario de 3 salidas. (Cortesía de Fagor).

Actividad resuelta 2.35

El repartidor de la figura tiene unas pérdidas de paso $PpR = 4,5 \text{ dB}$, los derivadores tienen unas pérdidas de paso $PpD = 2 \text{ dB}$ y unas pérdidas de derivación $PdD = 18 \text{ dB}$, el PAU tiene unas pérdidas de paso de 7 dB y el cable tiene unas pérdidas $Pc = 1 \text{ dB}$. Si en la entrada del repartidor tenemos $65 \text{ dB}\mu\text{V}$, ¿qué nivel de señal tendría en cualquier salida del PAU repartidor?

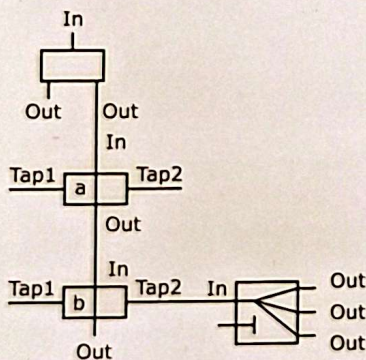


Figura 2.134. Enunciado del problema con cálculo de PAU.

Solución:

$$\text{Señal} - Pc - PpR - PpDa - PdDb - PpP = 65 - 1 - 4,5 - 2 - 18 - 7 = 32,5 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Existen los siguientes tipos de tomas:

- **Toma de paso.** Permite la continuación de la línea tras pasar por ella (instalación en serie). Tiene dos tipos de pérdidas: de paso (PpT) y de derivación (PdT).
- **Toma final.** Se emplea en la terminación de la línea. Solo tiene pérdidas de derivación (PdT).

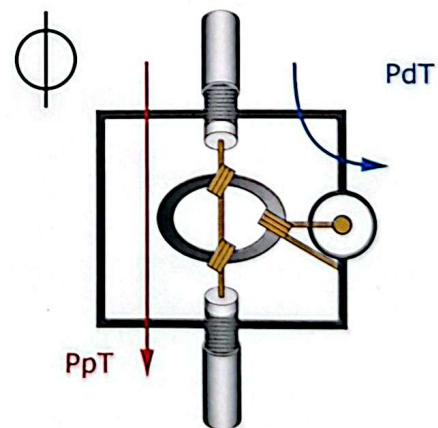


Figura 2.136. Toma de paso.

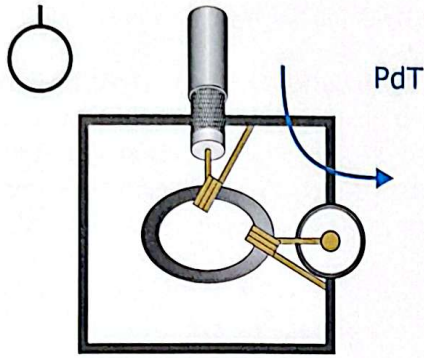


Figura 2.137. Toma final.

- **Toma puentada.** Se emplea en instalaciones con derivadores y repartidores. Solo tiene pérdidas de derivación.

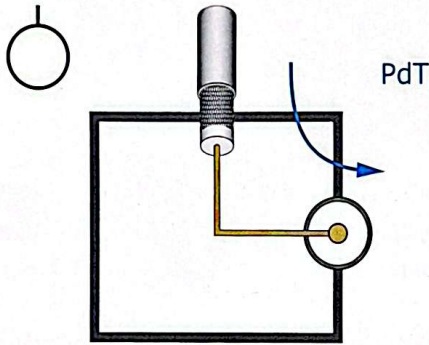


Figura 2.138. Toma puentada.

La simbología para las tomas de usuario es la indicada en la Tabla 2.18.

Tabla 2.18. Simbología de las tomas de usuario

Toma de paso	Toma final

Actividad resuelta 2.36

Si la toma final de la Figura 2.139 tiene unas pérdidas de derivación $PdT = 1,5$ dB, ¿qué nivel de señal tendría en cada salida si en la entrada In hay 60 dB μ V?

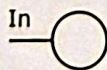


Figura 2.139. Toma de usuario.

Solución:

$$\text{Señal} - PdT = 60 - 1,5 = 58,5 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Las pérdidas de derivación de la toma se cuentan cuando la señal entra y sale por cualquier salida.

Actividad resuelta 2.37

El repartidor que se muestra en la figura tiene unas pérdidas de paso $PpR = 4,5$ dB, los derivadores tienen pérdidas de paso $PpD = 2$ dB y unas pérdidas de derivación $PdD = 18$ dB, el PAU tiene unas pérdidas de paso $PpP = 7$ dB, la toma final tiene unas pérdidas de derivación $PdT = 1,5$ dB, y el cable tiene unas pérdidas de 5 dB. Si en la entrada del repartidor tenemos 65 dB μ V, ¿qué nivel de señal tendría cualquier salida de la toma?

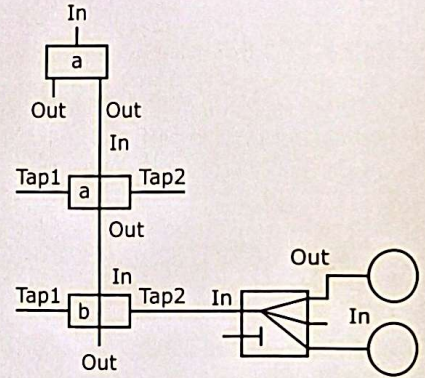


Figura 2.140. Enunciado del problema.

Solución:

$$\text{Señal} - Pc - PpR - PpDa - PdDb - PpP - PdT = 65 - 5 - 4,5 - 2 - 18 - 7 - 1,5 = 27 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Actividad resuelta 2.38

Si la toma de paso de la Figura 2.141 tiene unas pérdidas de derivación $PdT = 15$ dB y unas pérdidas de paso $PpP = 1,2$ dB y en la entrada tenemos 60 dB μ V:

1. ¿Qué nivel de señal tendría en la salida OUT?
2. ¿Qué nivel de señal tendría en la salida a TV?



Figura 2.141. Enunciado del problema.



Solución

1. Señal - PpT = 60 - 1,2 = 58,8 dBμV

2. Señal - PdT = 60 - 15 = 45 dBμV

Igual que en los derivadores, las pérdidas de paso cuentan cuando la señal entra y sale de la toma. Si entra y deriva, solo cuentan las pérdidas de derivación.

Actividad resuelta 2.39

El repartidor de la figura tiene unas pérdidas de paso PpR = 4,5 dB, las tomas de paso tienen unas pérdidas de paso PpT = 1,2 dB, unas pérdidas de derivación PdT = 15 dB y unas pérdidas del cable Pc = 0,2 dB/m. Si en la entrada del repartidor tenemos 55 dBμV, ¿qué nivel de señal habría en la salida de la última toma de paso?

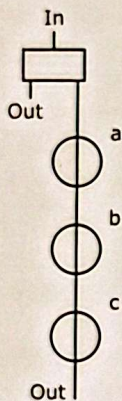


Figura 2.142. Enunciado del problema.

Solución:

Las pérdidas del cable son:

$P_c = 9 \text{ m} \cdot 0,2 \text{ dB/m} = 1,8 \text{ dB}$

Señal - Pc - PpR - PpTa - PpTb - PdTc =
= 55 - 1,8 - 4,5 - 1,2 - 1,2 - 15 = 31,3 dBμV

2.9.5. Los sistemas de distribución

La red de distribución de la señal se puede realizar de diferentes maneras en función de los elementos empleados.

Red con toma de paso

La distribución de la señal se realiza en serie entre las diferentes tomas que componen la instalación. Este tipo de distribución se llama **en línea**. Solo se realiza en una misma instalación de abonado debido a que es sensible a la ma-

nipulación y el corte de una de ellas deja fuera de servicio al resto de tomas aguas abajo. Aun así, en las instalaciones interiores de usuario de ICT solo se utilizará la configuración en estrella (anexo III, apartado 5.12).

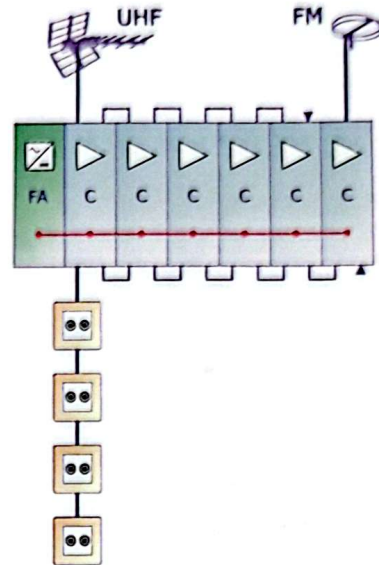


Figura 2.143. Red con tomas de paso.

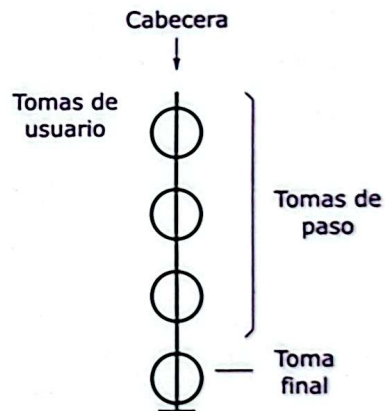


Figura 2.144. Red con tomas de paso.

SABÍAS QUE...

La distribución en serie, también llamada en cascada, la tienen instalada muchos edificios anteriores a la entrada del reglamento de ICT.

Red con derivadores

La distribución de la señal se realiza en serie entre los diferentes derivadores que componen la instalación. Desde cada derivador se lleva la señal hasta las tomas de usuario.

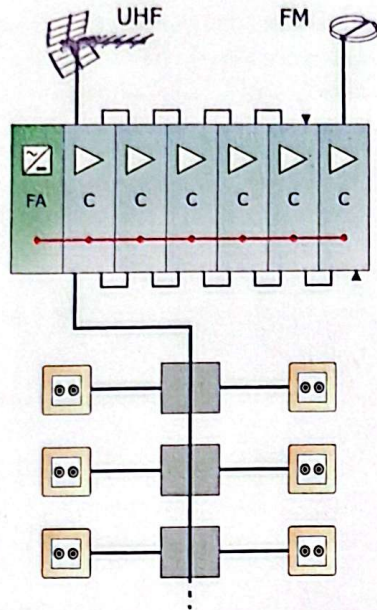


Figura 2.145. Red con derivadores.

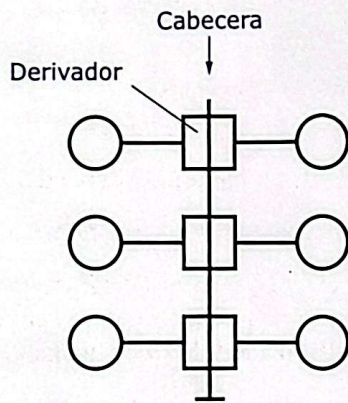


Figura 2.146. Red con derivadores.

Red con repartidores o distribuidores

La distribución de la señal se realiza a partir de un repartidor, el cual distribuye la señal hacia las tomas de usuario.

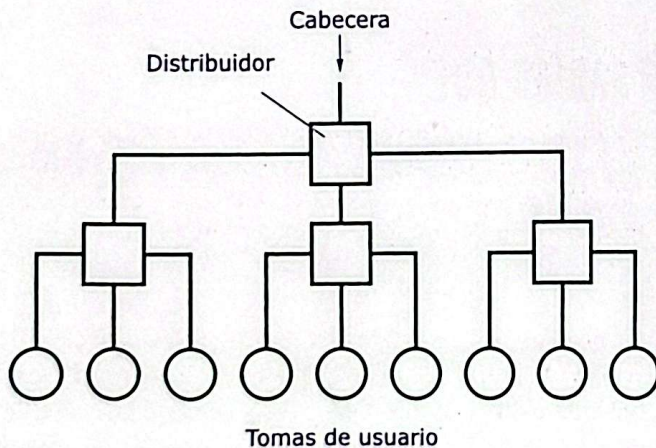


Figura 2.147. Red con repartidores.

Como el número de salidas de un distribuidor es limitado, se conectan varios distribuidores entre sí formando una distribución llamada en árbol.

Red mixta

Es un tipo de distribución en la cual se combinan de los métodos anteriormente descritos. Es el sistema empleado puesto que se adapta a cualquier situación.

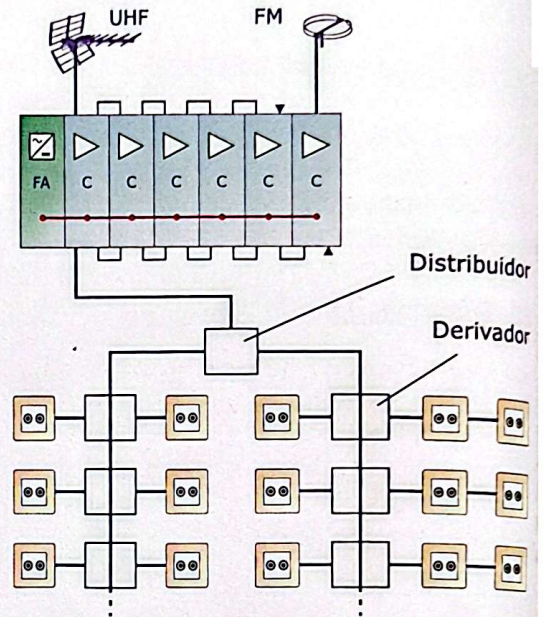


Figura 2.148. Red mixta.

En las instalaciones de distribución pequeñas se puede colocar el mismo tipo de derivador o tomas de paso, ya que la diferencia de atenuación sufrida entre la toma más favorable y la menos favorable no es muy elevada.

Sin embargo, en las instalaciones de distribución grandes esa diferencia de atenuación se hace muy acusada. El problema radica en que las primeras tomas pueden sufrir una saturación de señal y las más alejadas en cambio recibirán una señal muy débil.

Tabla 2.19. Tabla de derivadores. (Cortesía de Televés)

Ref.	Descripción			
	Direc.	Aten.	Tipo	Plantas
542502	2D	12 dB	TA	1
542602	2D	16 dB	A	2
542702	2D	20 dB	B	4 a 6
542802	2D	25 dB	C	7 a 12

Para solucionar este problema se emplean derivadores y tomas de paso de diferente atenuación, colocando la mayor atenuación en las plantas superiores y los de menor en las inferiores.



atenuación en las plantas inferiores. De esta manera, el amplificador puede proporcionar una señal adecuada a todas las tomas de la instalación.

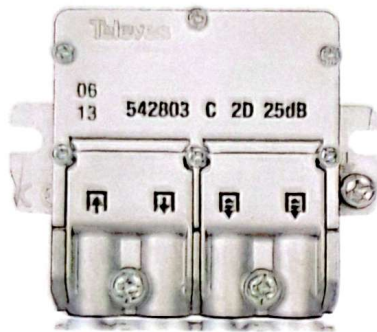


Figura 2.149. Derivador de dos salidas. (Cortesía de Televés).

2.10. El cable

La línea de transmisión utilizada para llevar las señales adaptadas por el sistema captador hasta los subsiguientes sistemas es el cable coaxial. Está constituido por un conductor central de cobre o aluminio, denominado **vivo** o **vivo**, y otro conductor concéntrico al anterior que actúa como pantalla denominado **malla**.

La malla suele llevar una lámina conductora que también suele ser de cobre o aluminio. Este terminal se conecta a masa, cumpliendo la función de eliminar interferencias externas.

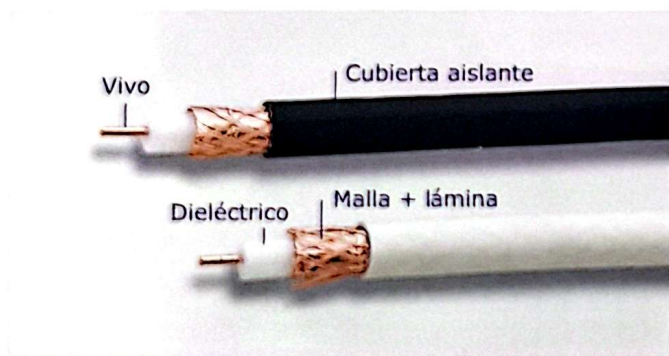


Figura 2.150. Partes de un cable coaxial.

Estos conductores de **vivo** y **malla** están aislados entre sí por un dieléctrico, normalmente de polietileno.

Los parámetros más significativos de los cables coaxiales son:

- Impedancia.
- Atenuación.

La **impedancia** característica de estos cables coaxiales empleados en la transmisión de señales de radio y televi-

sión es de 75Ω . Su valor depende de los diámetros D y d , por lo que cualquier deformación provoca una variación de la impedancia. Asimismo, la **eficacia del apantallamiento** protege de las interferencias externas, por lo que su variación puede producir interferencias.

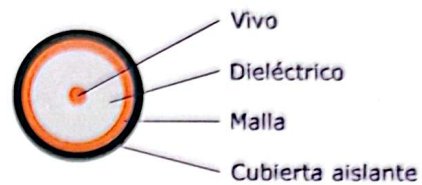


Figura 2.151. Sección de un cable coaxial.

La **atenuación** es la pérdida de señal que se produce en el cable. Depende de la longitud y de la frecuencia de la señal.

Se determina mediante la expresión:

$$At = 20 \log \frac{V_e}{V_i}$$

Siendo:

At : atenuación. Se expresa en dB.

V_e : nivel de tensión de señal al final del cable.

V_i : nivel de tensión de señal al principio del cable.

Los fabricantes de cables coaxiales proporcionan los datos de atenuación por longitud y por frecuencia (por ejemplo, 0,12 dB/m a 860 MHz) o mediante gráficas.

Recuerda

Cuanto mayor es la longitud del cable, mayor es la pérdida de señal en el mismo.

Actividad resuelta 2.40

Disponemos de un cable coaxial de 30 metros de longitud; en el catálogo dice que tiene una atenuación de 20 dB/100 m (20 dB cada 100 metros). Si en la entrada hay una señal de 40 dB μ V, ¿qué señal tenemos en la salida?

Solución:

La atenuación por metro es de 0,2 dB (se obtiene mediante regla de tres: en 100 m son 20 dB, en 30 m son x dB), por tanto $0,2 \text{ dB/m} \cdot 30 \text{ m} = 6 \text{ dB}$.

$$\text{Señal al final} = 40 \text{ dB}\mu\text{V} - 6 \text{ dB} = \mathbf{34 \text{ dB}\mu\text{V}}$$

Actividad resuelta 2.41

El repartidor tiene unas pérdidas de paso $PpR = 4,5$ dB, los derivadores tienen unas pérdidas de paso $PpD = 2$ dB y unas pérdidas de derivación $PdD = 18$ dB, el PAU repartidor tiene unas pérdidas de paso de 7 dB, la toma final tiene unas pérdidas de derivación $PdT = 1,5$ dB, el cable tiene unas pérdidas $Pc = 0,2$ dB/m. Si en la entrada del repartidor tenemos 65 dB μ V, ¿qué nivel de señal tendría en cualquier salida de la toma?

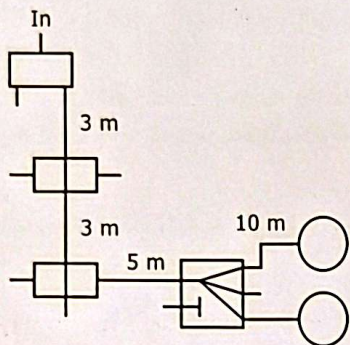


Figura 2.152. Enunciado del problema.

Solución:

Calculamos las pérdidas del cable hasta la toma según su longitud:

$$3 + 3 + 5 + 10 = 21 \text{ m}$$

$$Pc = 21 \text{ m} \cdot 0,2 \text{ dB/m} = 4,2 \text{ dB}$$

Luego:

$$\text{Señal} - Pc - PpR - PpDa - PdDb - PpP - PdT = 65 - 4,2 - 4,5 - 2 - 18 - 7 - 1,5 = 27,8 \text{ dB}\mu\text{V}$$

2.10.1. Las conexiones del cable coaxial

Las conexiones del cable coaxial con los diferentes elementos de la instalación se pueden realizar de los siguientes modos.

Conexión mediante brida

Consiste en la **conexión directa** del cable coaxial con el dispositivo a conectar sin el empleo de ningún elemento auxiliar o conector. Para ello se deja descubierto el vivo del cable y se retira hacia atrás la malla. El vivo se conecta fijándose mediante tornillo y la malla se conecta mediante presión a través de una brida uniéndose con la parte metálica del dispositivo.

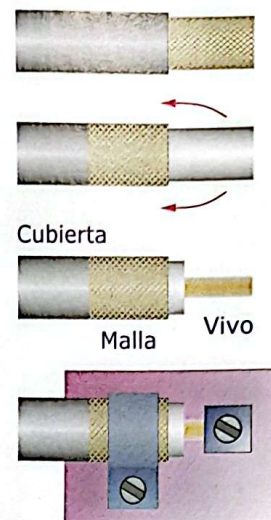


Figura 2.153. Conexión mediante brida.

Conexión mediante conectores tipo IEC o CEI

La conexión se realiza mediante unos conectores especiales de tipo clavija también llamados IEC o CEI.

El vivo queda conectado mediante tornillo y la malla queda conectada, normalmente, a presión por el cierre del conector.

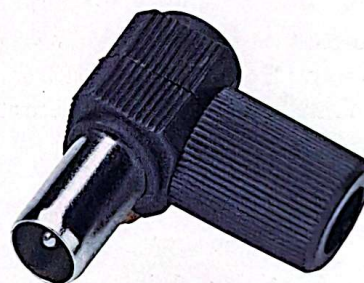


Figura 2.154. Conector IEC.

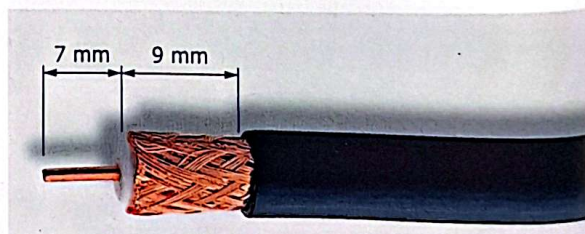


Figura 2.155. Preparación del cable para conectores IEC.

Conexión mediante conectores tipo F

Este tipo de conector se une mediante rosca. Tiene la particularidad de que es el propio vivo el que se utiliza como elemento de contacto.



Figura 2.156. Conectores F.

- Las **conexiones** entre cables se deben evitar en lo posible ya que en el punto de unión se producen pérdidas. No obstante, en caso de realizarlas, estas se llevarán a cabo mediante conectores apropiados.
- En el caso de realizar cambios en la **dirección del tendido**, se evitarán los radios de curvatura muy pequeños.
- Cuando se coloquen **grapas de fijación**, se evitará el apretado excesivo y la consiguiente modificación de la geometría del cable.
- Se debe tener el cuidado de **no deformar el cable**, como por ejemplo evitar pisarlo.

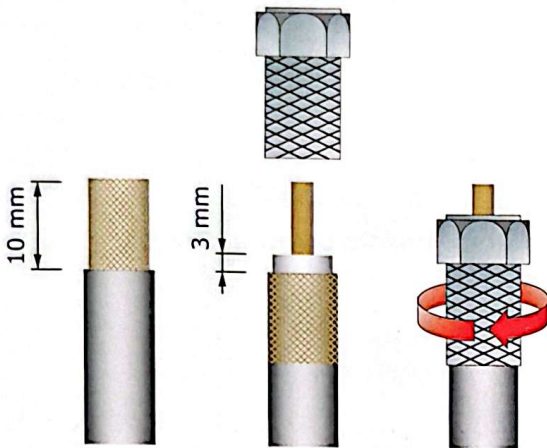


Figura 2.157. Preparación del cable para conectores F.

El cable coaxial se inserta en el conector F. Hay dos tipos de conectores F, los que necesitan de un crimpado final y los de montaje rápido que no lo necesitan por entrar a rosca.

2.10.2. Precauciones en el manejo del cable coaxial

Para que el cable coaxial conserve sus propiedades se debe tener en cuenta una serie de consideraciones sobre su manejo:

2.10.3. Las resistencias de carga

Las resistencias de carga tienen un valor igual al de la línea, 75Ω , y se utilizan para «cargar» las salidas no utilizadas de la instalación.

Cuando se produce un desacople de impedancias por no coincidir dicho valor se generan unas pérdidas llamadas **pérdidas de retorno**. Estas pérdidas se miden en dB.

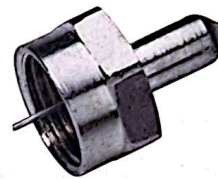


Figura 2.159. Resistencia de carga.

2.10.4. Herramientas

Aparte de las herramientas propias del técnico, tales como destornilladores, alicates de corte, etc., se emplean otras más específicas.

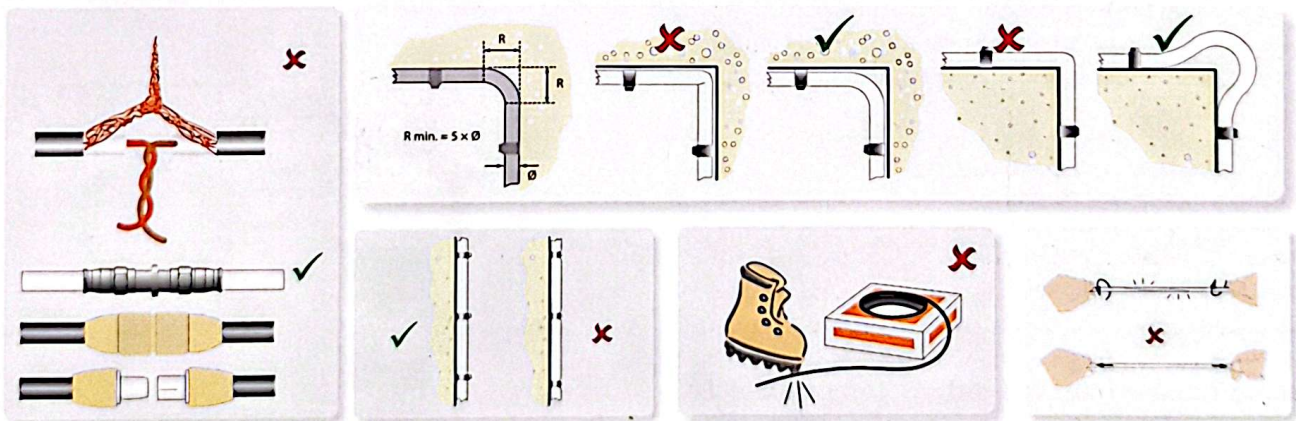


Figura 2.158. Precauciones en el manejo del cable coaxial. (Cortesía de Televés).

Pelacables para cable coaxial

El pelado del cable coaxial es una operación delicada por la facilidad de dañar tanto la malla como el vivo; por ello se emplea un pelacables especial y diferente del pelacables para cable eléctrico.



Figura 2.160. Peladoras de cable coaxial. (Cortesía de Televés).

Crimpadora de conectores F

Los conectores de tipo F que deben ser crimpados emplean una herramienta que fija el conector al cable coaxial.



Figura 2.161. Crimpadoras de conectores F. (Cortesía de Televés e Hyperline).

2.11. Tipos de instalaciones

Existen dos tipos de instalaciones en función del número de usuarios: instalación individual e instalación colectiva.

2.11.1. Instalación individual

Una instalación individual puede adoptar diferentes configuraciones.

Con amplificador en el mástil

Cuando hay varias antenas es necesario poner un mezclador además del amplificador o un amplificador que lleve incorporado el mezclador (Figura 2.162).

El amplificador va alimentado a 24 Vcc, mediante fuente de alimentación en el interior de la vivienda. Este tipo de alimentación tiene salidas a las tomas de usuario.

Esta instalación es mejor que la de amplificador exterior, ya que al estar el amplificador cerca de la antena, mejora el mejor C/N.

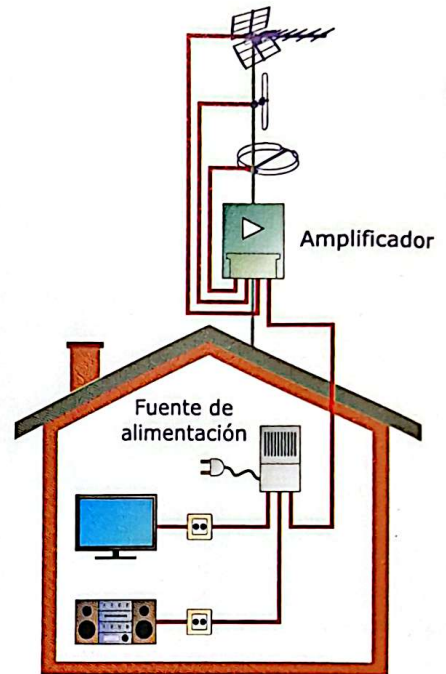


Figura 2.162. Instalación con amplificador en el mástil.

Con amplificador de interior de vivienda

Si hay varias antenas se necesita un mezclador (Figura 2.163).

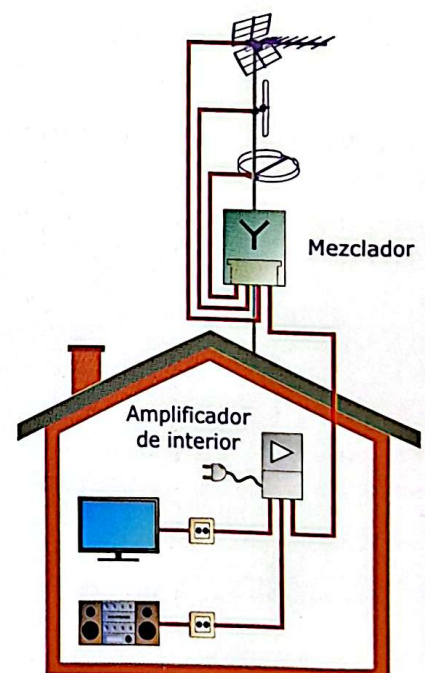


Figura 2.163. Instalación con amplificador de interior.



Este amplificador tiene la fuente de alimentación incorporada.

Este tipo de instalación se utiliza cuando llega una buena señal. La instalación interior es similar a la anterior.

En cualquiera de los dos tipos de instalaciones anteriores se puede ampliar el número de tomas de usuario.

2.11.2 Instalación colectiva

Según el reglamento de ICT la instalación llevará:

- Los elementos de captación y adaptación de señales (cabecera) necesarios.
- Un elemento para mezclar las señales terrestres y satélites.
- Un PAU por vivienda con un repartidor para llevar la señal a las tomas de usuario.
- Al PAU llegarán dos cables desde la cabecera.

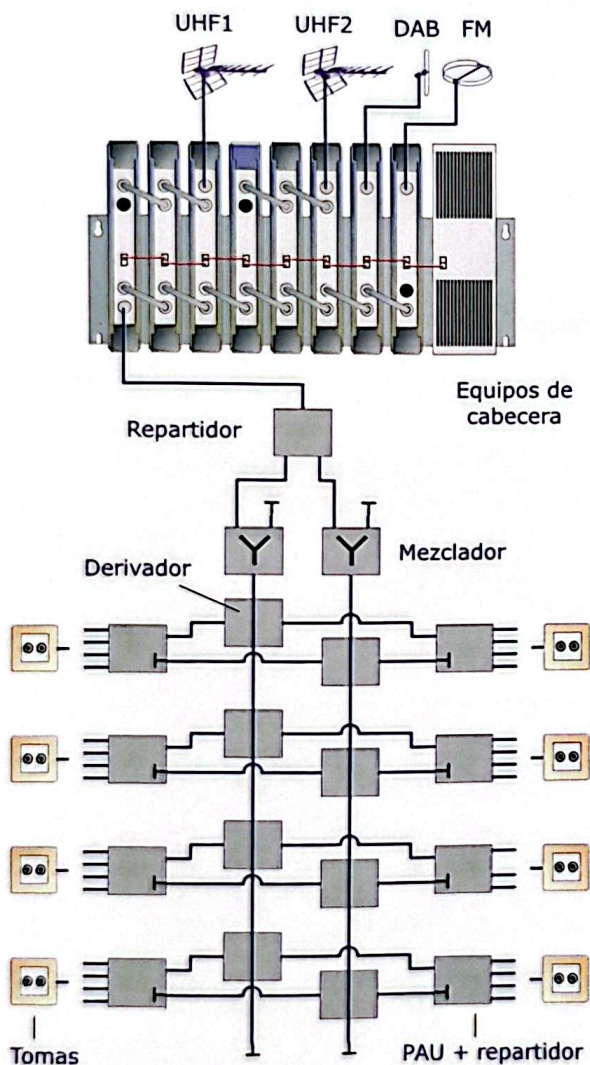


Figura 2.164. Instalación colectiva con una bajante y preparada para SAT.

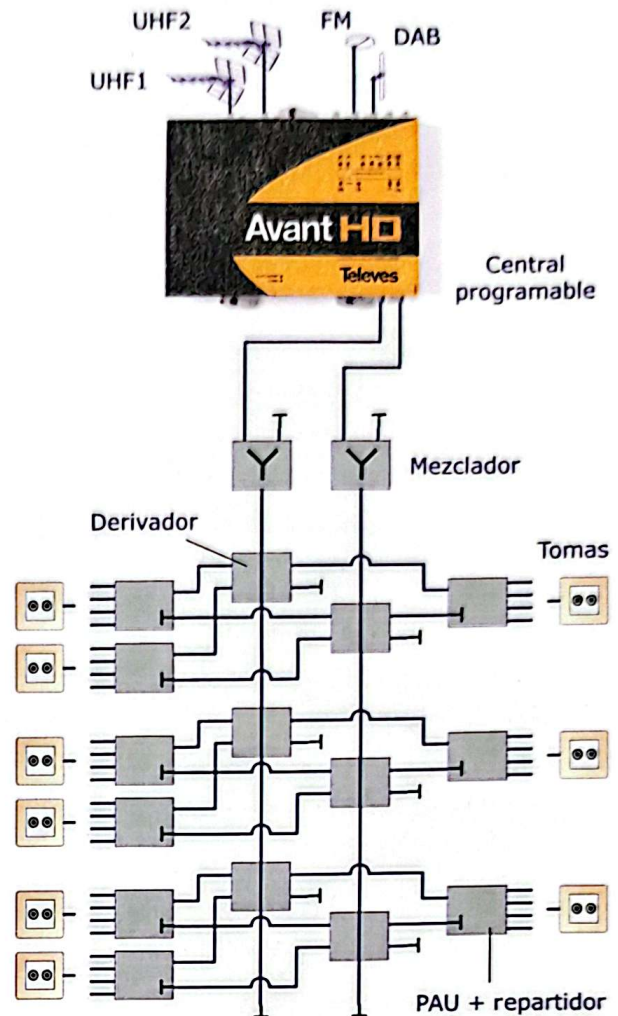


Figura 2.165. Instalación colectiva con central programable y derivadores 4D.

Según el tipo de edificación, la instalación puede ser de tipo vertical u horizontal.

Como se vio anteriormente en la Figura 2.107, el mezclador utilizado es del tipo combinador o diplexor, que tiene dos entradas, una para la señal terrestre y otra para la señal satélite. Estos mezcladores, también llamados MATV-FI, se diferencian de los mezcladores simples porque tienen un filtro en cada entrada. También podemos utilizar mezcladores de tres entradas (Figura 2.166).

La idea general es que los dos cables coaxiales que van desde la salida del mezclador o mezcladores hasta el PAU, distribuya, uno la señal terrestre más la de un satélite A, y el otro la señal terrestre más la de otro satélite B.

En el PAU seleccionaremos la señal coaxial que nos interese y la del otro coaxial queda cerrada con una carga de 75Ω .

La señal seleccionada la pasamos a un repartidor con tantas salidas como estancias a servir.

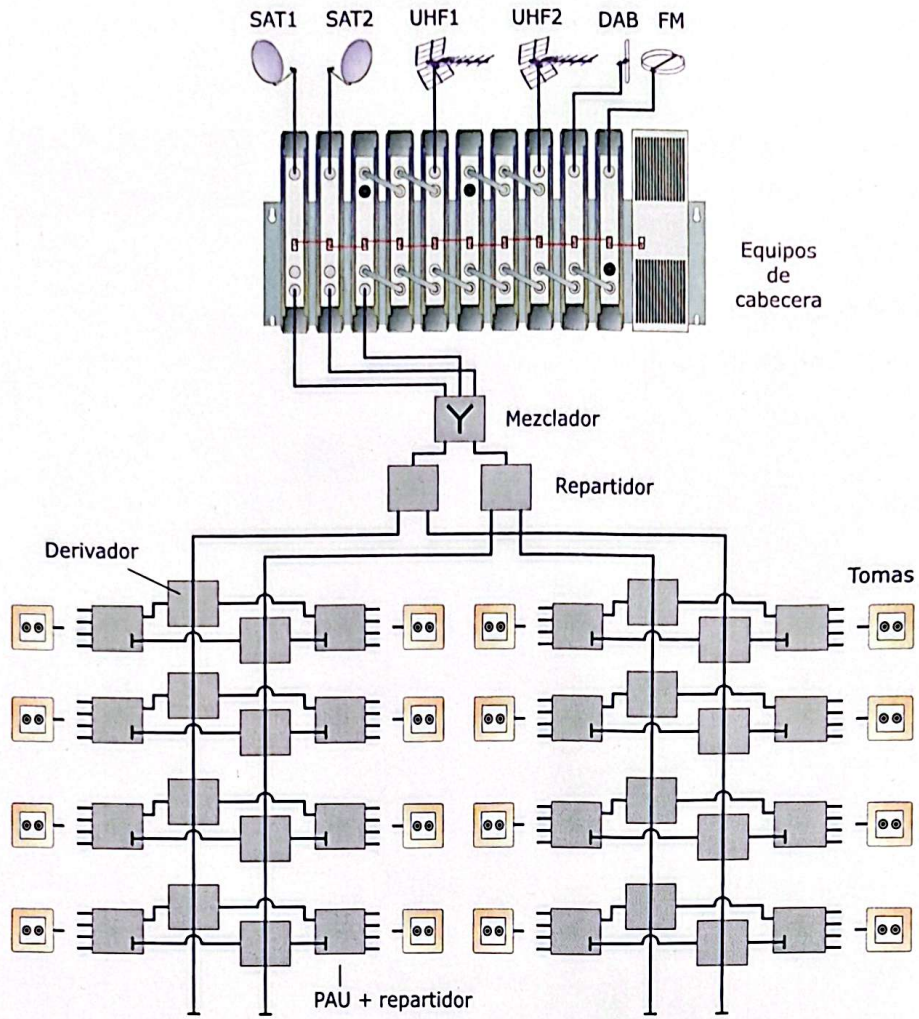


Figura 2.166. Instalación colectiva vertical con dos bajantes y SAT.

Actividad resuelta 2.42

Realiza el esquema de la red (desde mezclador/es) según el reglamento de ICT para un edificio con: 3 bajantes, 4 plantas y 6 viviendas por planta (2+2+2) y 4 tomas por vivienda.

Solución:

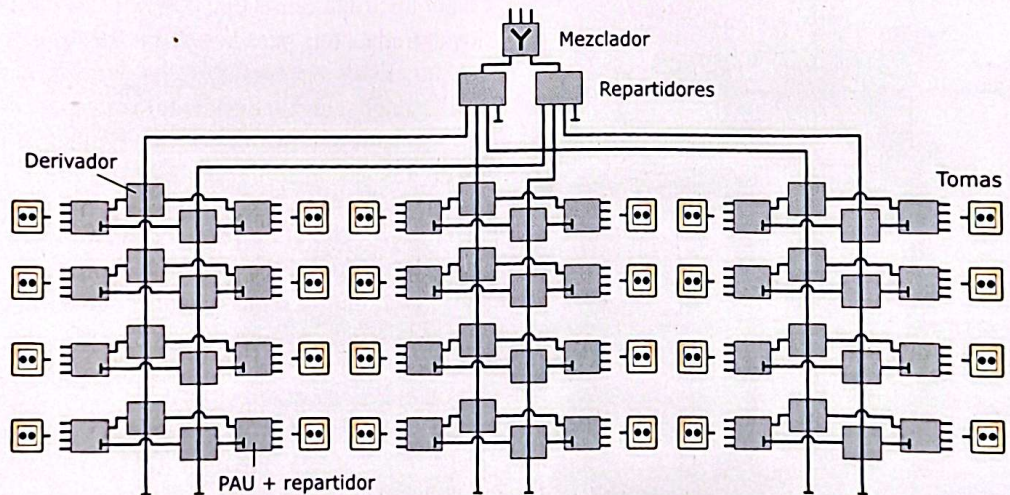


Figura 2.167. Instalación colectiva vertical con tres bajantes y SAT.



2.12. Cálculo de instalaciones

Para el cálculo de una instalación de recepción de TV, lo primero es definir el tipo de distribución y los elementos empleados en ella. A partir de aquí se calculan las pérdidas con el objeto de determinar el grado de amplificación necesaria para la recepción con calidad en todas las tomas de usuario.

2.12.1. Cálculo de las pérdidas

Para facilitar el proceso de cálculo de pérdidas (atenuación) de una instalación, este se realizará según los siguientes preceptos:

1. Estableceremos un orden de cálculo, será desde la antena hasta la toma.

2. Sumaremos, en el orden anterior, las atenuaciones de cada elemento de la red.

Tabla 2.21. Siglas a emplear para el cálculo de las pérdidas

PC	= pérdida del cable.
PpR	= pérdida de paso del repartidor (distribuidor o divisor).
PpM	= pérdida de paso del mezclador.
PpD	= pérdida de paso del derivador.
PdD	= pérdida de derivación del derivador.
PpP	= pérdida de paso del PAU.
PpT	= pérdida de paso de la toma.
PdT	= pérdida de derivación de la toma.

Actividad resuelta 2.43

En el esquema siguiente de una instalación, calcula la señal de TV en las tomas A, B, C y D. Las atenuaciones según catálogo a 862 MHz son las indicadas en la Tabla 2.20.

Tabla 2.20. Tabla de datos

PC	PpR	PpD	PdD	PpP	PpT	PdT (final)	PdT (paso)
20 dB/100 m	4,2 dB	1 dB	18,5 dB	—	1,5 dB	1,2 dB	18 dB

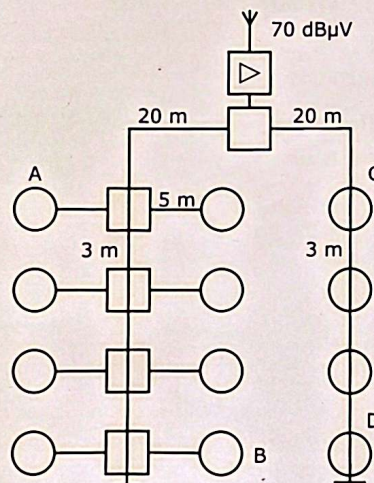


Figura 2.168. Instalación a calcular.

Solución:

Al tener los derivadores y las tomas las mismas pérdidas, las tomas superiores A y C serán las más favorecidas (tienen menos pérdidas y les llega más señal) y las tomas inferiores B y D las menos favorecidas (tienen más pérdidas y les llega menos señal).

Se calculan las pérdidas por metro lineal de cable:

$$PC \text{ (metro)} = \frac{20 \text{ dB}}{100 \text{ m}} = 0,2 \text{ dB/m}$$

En el punto A, las pérdidas del cable son: $PC = 25 \text{ m} \cdot 0,2 \text{ dB/m} = 5 \text{ dB}$.

Para las pérdidas de paso del derivador o de las tomas de paso, se suman las pérdidas de paso de los derivadores anteriores. Por ejemplo, en la toma B, como la señal antes de llegar al derivador de la primera planta donde deriva, **pasa por 3 derivadores**; como cada uno tiene unas pérdidas de paso de $PpD = 1 \text{ dB}$, resulta $PpD = 3 \cdot 1 \text{ dB} = 3 \text{ dB}$. De igual forma, en la toma D se suman las $PpT = 3 \cdot 1,5 = 4,5 \text{ dB}$. Las primeras tomas A y C no tienen pérdidas de paso puesto que la señal solo deriva por el derivador o por las tomas de paso respectivamente.

Rellenando la tabla de pérdidas en cada punto, se obtiene la Tabla 2.22.

Tabla 2.22. Tabla de pérdidas

Pérdidas en dB de la toma A							
PC	PpR	PpD	PdD	PpP	PpT	PdT	Total
(25 m / 5 dB)	4,2	—	18,5	—	—	1,2	28,9 dB

Pérdidas en dB de la toma B							
PC	PpR	PpD	PdD	PpP	PpT	PdT	Total
(34 m / 6,8 dB)	4,2	1 × 3	18,5	—	—	1,2	33,7 dB

Pérdidas en dB de la toma C							
PC	PpR	PpD	PdD	PpP	PpT	PdT	Total
(20 m / 4 dB)	4,2	—	—	—	—	18	26,2 dB

Pérdidas en dB de la toma D							
PC	PpR	PpD	PdD	PpP	PpT	PdT	Total
(29 m / 5,8 dB)	4,2	—	—	—	3 × 1,5	18	32,5 dB

Se observa que la toma más desfavorable es la **toma B**, con unas pérdidas de **33,7 dB**.

2.12.2. Cálculo del amplificador

Para este cálculo se debe tener en cuenta:

1. Ver la toma más desfavorecida, que es la que tiene más pérdidas y por tanto le llegará menos señal.
2. Ver la toma más favorecida, que es la que tiene menos pérdidas y por tanto le llegará más señal.
3. Calcular la amplificación en dB, para que en la toma más desfavorecida haya un nivel según el reglamento de ICT entre 47 y 70 dB μ V, para COFDM-TV (televisión digital terrestre).
4. Con el valor calculado en el punto anterior, comprobar que la toma más favorecida no se sature.

Actividad resuelta 2.44

De la Actividad resuelta 2.43, calcula el valor del amplificador para que en la toma más desfavorecida haya 60 dB μ V y no sature la toma más favorecida. La señal de antena es de 70 dB μ V.

Solución:

La toma más desfavorecida es la B con unas pérdidas de 33,7 dB. La señal que llega a la toma sin amplificar es la señal de entrada menos las pérdidas, siendo 36,3 dB μ V.

Lo reflejamos en el siguiente esquema donde todavía hay amplificador:

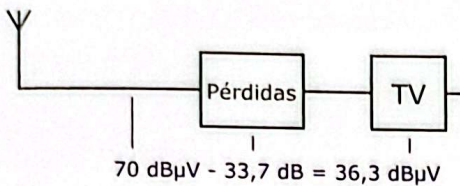


Figura 2.169. Señal en la toma sin amplificador.

La señal es insuficiente porque según el reglamento de ICT debe estar entre 47 y 70 dBμV, luego se necesita un amplificador que suba el nivel a los 60 dBμV pedidos.

Calculamos el valor del amplificador:

$$60 \text{ dB}\mu\text{V} - 36,3 \text{ dB}\mu\text{V} = 23,7 \text{ dB}$$

Es decir, con un amplificador de 23,7 dB, en la toma más desfavorecida habrá 60 dBμV.

Lo reflejamos en el siguiente esquema donde ahora hay un amplificador.

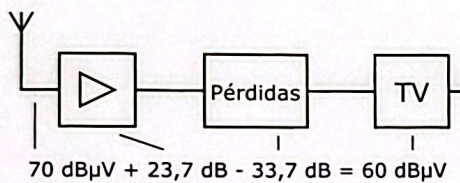


Figura 2.170. Señal en la toma con la amplificación calculada.

Ahora comprobamos si con el amplificador ya instalado se satura la toma más favorecida.

La toma más favorecida es la C con unas pérdidas de 26,2 dB.

$$70 \text{ dB}\mu\text{V} + 23,7 \text{ dB} - 26,2 \text{ dB} = 67,5 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Reflejándolo en el esquema:

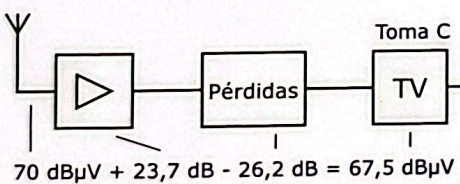


Figura 2.171. Señal en la toma más favorable.

La señal en la toma de 67,5 dBμV es aceptable, está entre 47 y 70 dBμV, que es el valor que fija las ICT. Luego, el valor de la ganancia del amplificador es aceptable para la instalación. Naturalmente, se buscará en los catálogos un amplificador con una ganancia igual o superior a la calculada y se ajustará al valor calculado mediante el regulador de ganancia (generalmente, de -20 dB) que incorporan todos los amplificadores.

En la Actividad resuelta 2.44, para el cálculo del amplificador, hemos fijado el nivel que queremos en toma. Otra forma para que el nivel de dBμV en toma se mantenga dentro de los niveles especificados por el reglamento de ICT (47-70 dBμV en TV digital terrestre y 47-77 dBμV en satélite digital), es calculando los niveles de salida máximo y mínimo que puede tener el amplificador de cabecera.

Esos valores se calculan de la siguiente manera:

Nivel máximo de cabecera = nivel máximo de reglamento + pérdidas de toma más favorecida.

Nivel mínimo de cabecera = nivel mínimo de reglamento + pérdidas de toma más desfavorecida.

Actividad resuelta 2.45

La toma más favorecida de la Actividad 2.43 es la C con 26,2 dB de pérdidas y la más desfavorecida es la toma B con 33,7 dB de pérdidas. Calcula los niveles máximo y mínimo de salida que debería tener el amplificador de TV terrestre digital (COFDM), para que el nivel de señal en toma se mantenga dentro de los límites que marca el reglamento de ICT.

Solución:

- Nivel máximo = nivel máximo de reglamento + pérdidas toma más favorecida = $70 + 26,2 = 96,2 \text{ dB}\mu\text{V}$.
- Nivel mínimo = nivel mínimo de reglamento + pérdidas toma más desfavorecida = $47 + 33,7 = 80,7 \text{ dB}\mu\text{V}$.

Conclusión: el nivel a la salida del amplificador no debería subir de 96,2 dBμV, ni bajar de 80,7 dBμV.

Luego la ganancia del amplificador debería oscilar entre $96,2 - 70 = 26,2 \text{ dB}$ y $80,7 - 70 = 10,7 \text{ dB}$.

2.12.3. Cálculo del derivador

Hasta ahora, se han utilizado derivadores iguales en todas las plantas del edificio, pero cuando el número de plantas aumenta hay que colocar derivadores diferentes.

En las plantas superiores se colocan derivadores con gran atenuación (PdD), puesto que les llega demasiada señal, mientras que en las plantas inferiores se colocan derivadores con poca atenuación (PdD), ya que la señal que les llega es mínima.

Para este nuevo diseño podemos servirnos de los catálogos de los fabricantes en los que nos indican el derivador a colocar en cada planta.



SABÍAS QUE...

Existen programas de cálculo que ayudan en el proceso de diseño de una instalación, entre ellos Facil-on de Fagor o Cast 60 de Televés, entre otros muchos.

Para este proceso de cálculo, seguiremos algunas pautas:

1. Elegimos la diferencia en dB entre las tomas más y menos favorecidas (generalmente de 3 a 6 dB, aunque pueden ser otros) y se hace un pequeño esquema de la instalación con todos los elementos relevantes para el cálculo.

2. Se consultan en un catálogo las pérdidas de los distribuidores, derivadores, PAU, tomas, etcétera.
3. Se comienza a calcular las pérdidas en la toma planta más alta, a la que colocaremos el derivador con las pérdidas en derivación más elevadas (F).
4. Se siguen calculando las pérdidas de la toma planta inmediatamente inferior, en la que se coloca el mismo derivador que en la planta superior. Si la diferencia de las pérdidas con la planta superior es muy elevada, se cambia el derivador siguiente con menos pérdidas.
5. Cuando la diferencia de pérdidas, entre la toma calculada y la de menos pérdidas, se pase del valor visto, se cambia el derivador al siguiente con menos pérdidas.

Actividad resuelta 2.46

Calcula el derivador que tiene que ir en cada planta de la siguiente instalación, para que la diferencia entre las tomas más y menos favorecidas sea por ejemplo menor de 3 dB.

Los cálculos se harán para MATV (862 MHz).

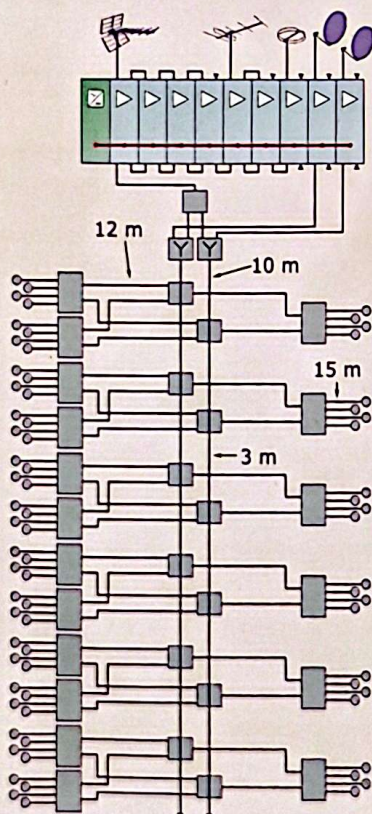


Figura 2.172. Instalación a calcular.

Tabla 2.23. Tabla de toma de datos

Elemento	Referencia	P. paso (dB)	P. deriv. (dB)
Repartidor	85354	4	
Diplexor	86244	1,7	
Derivador 1° P			
Derivador 2°, 3° P			
Derivador 4° P			
Derivador 5°, 6° P			
PAU repartidor	85350	10,4	
Toma	86218		1
Cable	CCFSAT	18,1/100 m	



Tabla 2.24. Tabla de distribuidores y derivadores

MODELO	DISTRIBUIDORES			DERIVADORES								
	DIS 204+	DIS 409+	DIS 513+	DES 211+	DES 216+	DES 220+	DES 225+	DES 411+	DES 416+	DES 420+	DES 425+	
Referencia	85354	85355	85356	85370	85371	85372	85373	85380	85381	85382	85383	
Nº de salidas	2	4	5 3/2	2				4				
Banda cubierta	MHz			5 ÷ 2300								
Atenuación de paso IN-OUT	5 - 47 MHz	3,5	7,5	7,5 / 11	2,5	1,2	0,7	0,5	4	1,8	0,9	0,6
	47 - 550 MHz	3,5	7,5	7,5 / 11	2,2	1,1	0,8	0,5	3,5	1,8	0,9	0,6
	550 - 862 MHz	4	7,5	8 / 11,5	2,4	1,1	0,8	0,6	4	1,9	0,9	0,7
	950 - 1550 MHz	4,5	8,5	9 / 12,5	2,9	1,5	1	1	4,2	2,8	1,4	1,1
	1550 - 2150 MHz	5,5	9,5	10 / 13	3,2	1,5	1,2	1,4	4,4	3,2	1,9	1,6
2150 - 2300 MHz	5,5	9,5	10,5 / 14	3,7	2	1,5	1,8	4,5	3,5	2	1,7	
Atenuación de derivación IN-TAP	5 - 47 MHz				11	16	21	25	11	15,5	20	25
	47 - 550 MHz				11	16	21	25	11	16	20	25
	550 - 862 MHz				11	16	21	25	11	16	20	25
	950 - 1550 MHz				11	16	21,5	25	12	16	20	25
	1550 - 2150 MHz				11,5	16,5	21,5	25	13	16	20	25,5
2150 - 2300 MHz				11,5	16,5	21,5	25,5	13	16,5	20,5	25,5	
Atenuación directa OUT-TAP	47 - 950 MHz				23	24	25	25	23	25	25	25
	950 - 2150 MHz				20	21	25	25	23	25	25	25
Aislamiento entre salidas	47 - 862 MHz	24	24	24	21	22	22	25	21	21	22	21
	950 - 2150 MHz	22	22	22	21	22	22	25	21	21	22	23
Pérdidas de retorno IN	47 - 862 MHz	14	14	12	17	20	20	22	15	16	20	22
	950 - 2150 MHz	12	14	14	20	20	25	17	18	18	18	19

Solución:

Lo primero es buscar en el catálogo del fabricante las atenuaciones de los elementos que vamos a utilizar a 862 MHz. Si el catálogo no indica esa frecuencia, tomaremos la inmediata superior.

Como en el catálogo del fabricante no nos indica qué derivador debemos poner en cada planta, seguiremos los cinco pasos anteriores.

1.º y 2.º Buscamos las pérdidas de los derivadores que necesitamos, de cuatro salidas (como necesitamos tres salidas, taparemos la sobrante con una resistencia de carga de 75 ohmios).

Tabla 2.25. Tabla de datos

Elemento	Referencia	P. paso (dB)	P. deriv. (dB)
Derivador	85380	4	11
Derivador	85381	1,9	16
Derivador	85382	0,9	20
Derivador	85383	0,7	25

3.º Comenzaremos a calcular las pérdidas en la toma de la planta más alta, en la que colocaremos el derivador con las pérdidas en derivación más elevadas, o sea el de PdD = 25 dB, pero en este caso, dado que la instalación no es muy grande, comenzaremos por el siguiente, o sea el de PdD = 20 dB.

Pérdidas en dB de la toma de la 6.ª planta (dB)								
PC	PpR	PpM	PpD	PdD	PpP	PpT	PdT	Total
37 m/6,7 dB	4	1,7	—	20	10,4	—	1	43,8

4.º Seguiremos calculando las pérdidas de la toma en la planta inmediatamente inferior, en la que colocamos el mismo derivador que en la planta superior.

Pérdidas en dB de la toma de la 5.ª planta (dB)								
PC	PpR	PpM	PpD	PdD	PpP	PpT	PdT	Total
40 m/7,2 dB	4	1,7	0,9	20	10,4	—	1	45,2

4.º bis. Como la diferencia de pérdidas entre las plantas más y menos favorecidas es de $(45,2 - 43,8) = 1,4$ dB, que es menor del tope de 3 dB que nos hemos fijado, seguimos poniendo el mismo derivador en la planta inferior.

Pérdidas en dB de la toma de la 4.ª planta (dB)								
PC	PpR	PpM	PpD	PdD	PpP	PpT	PdT	Total
43 m/7,8 dB	4	1,7	1,8	20	10,4	—	1	46,7

4.º bis. Como la diferencia de pérdidas entre las plantas más y menos favorecidas es de $(46,7 - 43,8) = 2,9$ dB, que es menor del tope de 3 dB que nos hemos fijado, seguimos poniendo el mismo derivador en la planta inferior.

Pérdidas en dB de la toma de la 3.ª planta (dB)								
PC	PpR	PpM	PpD	PdD	PpP	PpT	PdT	Total
46 m/8,3 dB	4	1,7	2,7	20	10,4	—	1	48,1

4.º bis. Como la diferencia de pérdidas entre las plantas más y menos favorecidas es de $(48,1 - 43,8) = 4,3$ dB, que es mayor del tope de 3 dB que nos hemos fijado, pasamos al punto 5.º.

5.º Repetimos los cálculos de la planta 3.ª pero cambiando el derivador por el siguiente con menos pérdidas de derivación de $PdD = 16$ dB.

Pérdidas en dB de la toma de la 3.ª planta (dB)								
PC	PpR	PpM	PpD	PdD	PpP	PpT	PdT	Total
46 m/8,3 dB	4	1,7	2,7	16	10,4	—	1	44,1

4.º bis. Como la nueva diferencia de pérdidas entre las plantas más y menos favorecidas, que ahora son la 4.ª y la 6.ª, es $(46,7 - 43,8) = 2,9$ dB, que es menor del tope de 3 dB que nos hemos fijado, seguimos poniendo el mismo derivador en la planta inferior.

Pérdidas en dB de la toma de la 2.ª planta (dB)								
PC	PpR	PpM	PpD	PdD	PpP	PpT	PdT	Total
49 m/8,9 dB	4	1,7	4,6	16	10,4	—	1	46,6

4.º bis. Como la diferencia de pérdidas entre las plantas más y menos favorecidas sigue siendo $(46,7 - 43,8) = 2,9$ dB, que es menor del tope de 3 dB que nos hemos fijado, seguimos poniendo el mismo derivador en la planta inferior.

Pérdidas en dB de la toma de la 1.ª planta (dB)								
PC	PpR	PpM	PpD	PdD	PpP	PpT	PdT	Total
52 m/9,4 dB	4	1,7	6,5	16	10,4	—	1	49



4.º bis. Como la diferencia de pérdidas entre las plantas más y menos favorecidas es $(49 - 43,8) = 5,2$ dB, que es mayor del tope de 3 dB que nos hemos fijado, pasamos al punto 5.º.

5.º Repetimos los cálculos de la planta 1.ª pero cambiando el derivador por el siguiente con menos pérdidas de derivación, el de PdD = 11 dB.

Pérdidas en dB de la toma de la 1.ª planta (dB)								
PC	PpR	PpM	PpD	PdD	PpP	PpT	PdT	Total
52 m/9,4 dB	4	1,7	6,5	11	10,4	—	1	44

5.º bis. Como la diferencia de pérdidas entre las plantas más y menos favorecidas sigue siendo $(46,7 - 43,8) = 2,9$ dB, que es menos del tope de 3 dB que nos hemos fijado, el cálculo de la instalación ha finalizado.

2.12.4. Cálculo de la relación C/N de una instalación

Actividad resuelta 2.47

Calcula la C/N para la instalación de las Actividades resueltas 2.43 y 2.44 a la que se han añadido 15 m de cable de la antena al amplificador (este dato no varía los cálculos de las atenuaciones y del amplificador de la actividad, puesto que los dBµV a la entrada del amplificador son los mismos, 70 dBµV). Según catálogo, el amplificador tiene una figura ruido de $F = 7$ dB.

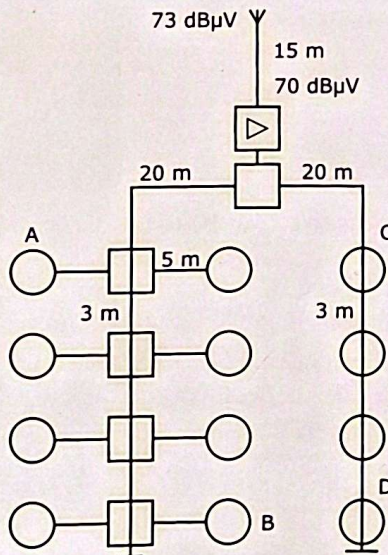


Figura 2.173. Instalación.

Solución:

Los datos calculados son los siguientes:

- Atenuación en la toma más desfavorable: toma B con 33,7 dB ($G_3 = -33,7$ dB).

- Atenuación en la toma más favorable: toma C con 26,2 dB.
- Ganancia del amplificador: $G_2 = 23,7$ dB y con una figura ruido $F_2 = 7$ dB.
- Atenuación del cable antena-amplificador: $15 \text{ m} \times 0,2 \text{ dB/m} = 3 \text{ dB}$ ($G_1 = -3$ dB).

Para calcular la C/N de la instalación, lo calculamos para la toma más desfavorable (la que tiene más pérdidas); de esta forma en las demás tomas habrá una C/N superior.

Recordamos que el reglamento de ICT nos pide una C/N en toma para TV digital terrestre (COFDM TV) ≥ 25 dB y ≥ 43 dB en TV analógica (AM-TV). En el caso de trabajar con digital y analógica deberíamos tomar este último valor (43 dB) que es el más desfavorable.

La instalación la podemos simplificar en tres bloques con sus ganancias G y sus figuras ruidos F, como vemos seguidamente.

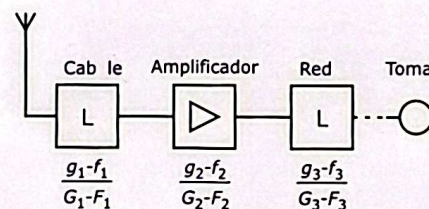


Figura 2.174. Instalación en bloques.

Como vimos, para emplear la fórmula de Friis primero calcularemos las g y las f, obteniendo los valores que se indican en la Tabla 2.26.

Tabla 2.26. Tabla de resultados en bloques

Unidad	Fórmulas	Resultado
g_1	$G_1 = -3$; $G(\text{dB}) = 10 \cdot \log g_1$; $-3 = 10 \cdot \log g_1$	$g_1 = 0,5012$
f_1	$f_1 = 1 / g_1$; $f_1 = 1 / 0,5012$	$f_1 = 1,995$
g_2	$G_2(\text{dB}) = 10 \cdot \log g_2$; $23,7 \text{ dB} = 10 \cdot \log g_2$	$g_2 = 234,423$
f_2	$F(\text{dB}) = 10 \cdot \log f_2$; $7 \text{ dB} = 10 \cdot \log f_2$	$f_2 = 5,012$
g_3	$G_3 = -33,7$; $G(\text{dB}) = 10 \cdot \log g_3$; $-33,7 = 10 \cdot \log g_3$	$g_3 = 4,266 \cdot 10^{-4}$
f_3	$f_3 = 1 / g_3$; $f_3 = 1 / 4,266 \cdot 10^{-4}$	$f_3 = 2,344$

Empleando la fórmula de Friis:

$$f_t = f_1 = \frac{f_2 - 1}{g_1} + \frac{f_3 - 1}{g_1 \cdot g_2} = 1,995 + \frac{5,012 - 1}{0,5012} + \frac{2,34 - 1}{0,5012 \cdot 234,423} = 8,497$$

Calculamos la figura ruido F ;

$$F(\text{dB}) = 10 \cdot \log f_t = 10 \cdot \log 8,497 = 9,29 \text{ dB}$$

Completamos la fórmula de la C/N ,

$$C/N = V_{in} - F - TN = 70 \text{ dB}\mu\text{V} - 9,29 \text{ dB} - 4 \text{ dB}\mu\text{V} = 56,7 \text{ dB}$$

Es una C/N muy superior a los 25 dB puesto que el nivel de señal a la entrada del amplificador ($70 \text{ dB}\mu\text{V}$) es muy alto.

2.12.5. Cálculo mediante el empleo de un programa de diseño

Otra forma de resolver un problema de diseño es mediante el empleo de un programa informático. Se toma como ejemplo el programa Cast60 de Televisión. Este programa permite diseñar (dibujar) el esquema de la red de TV de un edificio.

Estos programas trabajan a partir de la introducción de una serie de datos sobre las características del edificio como son el número de plantas, número de viviendas por planta, así como las distancias.

Con estos datos, el programa genera el esquema de la red de televisión a la vez que proporciona información sobre los niveles de señal y atenuaciones en las diferentes tomas de usuario de la instalación. Y si el programa es proporcionado por algún fabricante de material, permite la generación de la lista de materiales junto con su coste económico.

Actividad resuelta 2.48

Empleando el programa informático Cast60 de la marca Televisión diseña el esquema del circuito de TV para un edificio de 3 plantas que consta de 2 viviendas por planta y cada vivienda cuenta con 3 tomas de usuario. La distancia entre plantas es de 3 m, de la cabecera al primer elemento 5 m, del derivador al PAU 7 m y del PAU a cada toma 5 m.

Solución:

Una vez descargado el programa Cast60 de Televisión:

1. Entrar en la pestaña de Configuración y seleccionar Mostrar cálculo de atenuaciones y Trabajar con redes ICT.

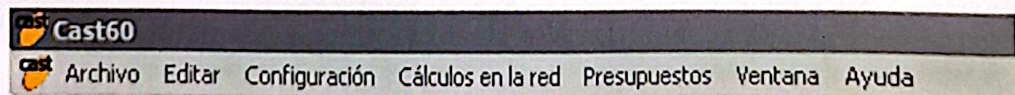


Figura 2.175. Menú del programa Cast60 de Televisión.

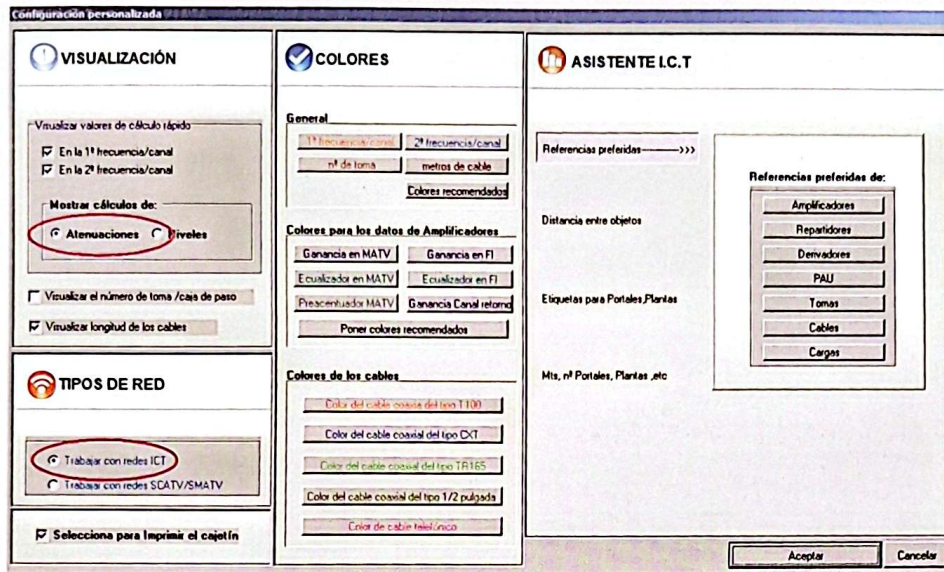


Figura 2.176. Selección de trabajo con redes de ICT, realizando el cálculo de atenuaciones.

2. En el menú Archivo, hacer clic en Asistente ICT.
3. En el desplegable, hacer clic en N.º de portales: 1 y en Siguiete.

5. Insertar N.º de viviendas: 2, Distancia entre plantas: 3, pulsar en Copiar plantas para que copie los mismos datos a todas las plantas y hacer clic en Editar tomas de Viviendas.

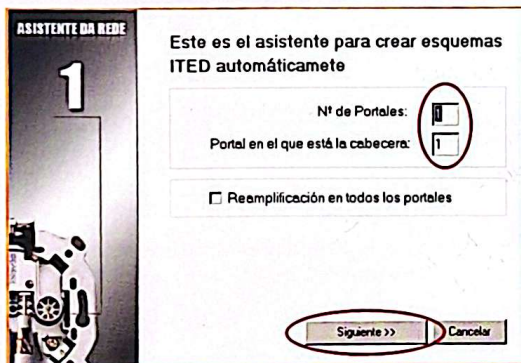


Figura 2.177. Selección del número de portales.

4. Insertar N.º de plantas: 3, Mts hasta primer elemento de la bajante: 5 y hacer clic en Editar Portal (Bajante).

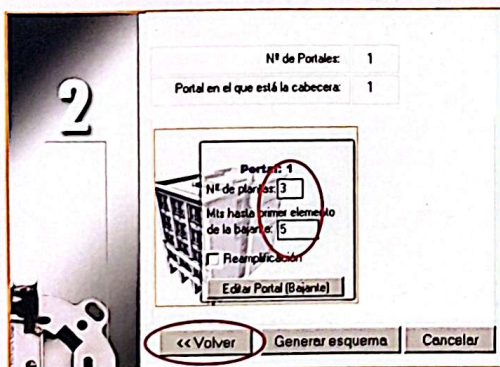


Figura 2.178. Selección del número de plantas.

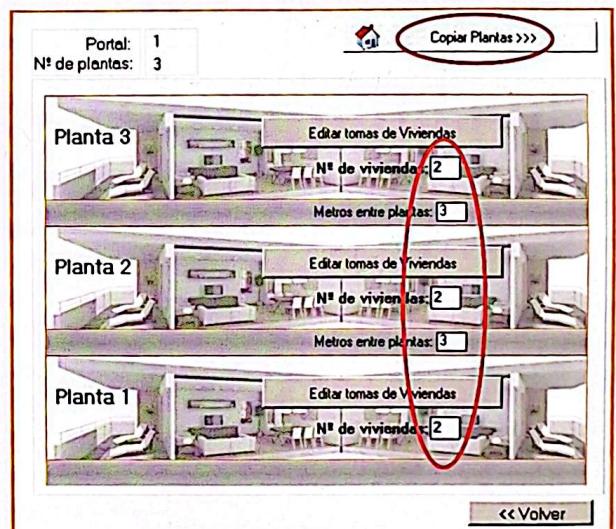


Figura 2.179. Indicación del número de viviendas por planta y la distancia entre plantas.

6. Hacer clic en Vivienda 1 y poner Metros entre Reg. secundario y terminación de red: 5, N.º de estancias computables: 3, N.º de tomas: 3.

Hacer clic sobre N.º de tomas y poner en todas Metros entre TOMA y PAU: 7.

Hacer clic en Copia Viviendas para que copie los mismos datos a todas las viviendas

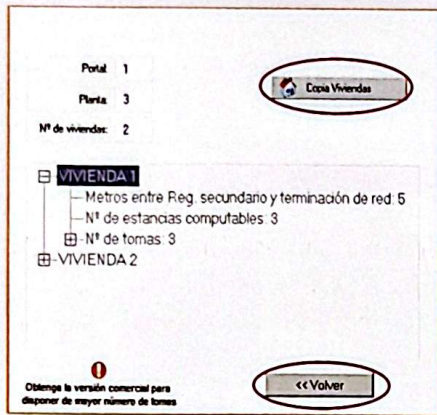


Figura 2.180. Indicación de la distancia entre el registro secundario y la terminación de red.

7. Hacer clic en **Volver** hasta la pantalla del paso 4 y pulsar en **Generar esquema**.

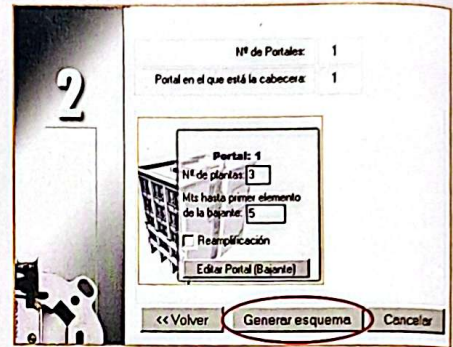


Figura 2.181. Generar esquema.

8. Se generará el esquema con todo detalle.

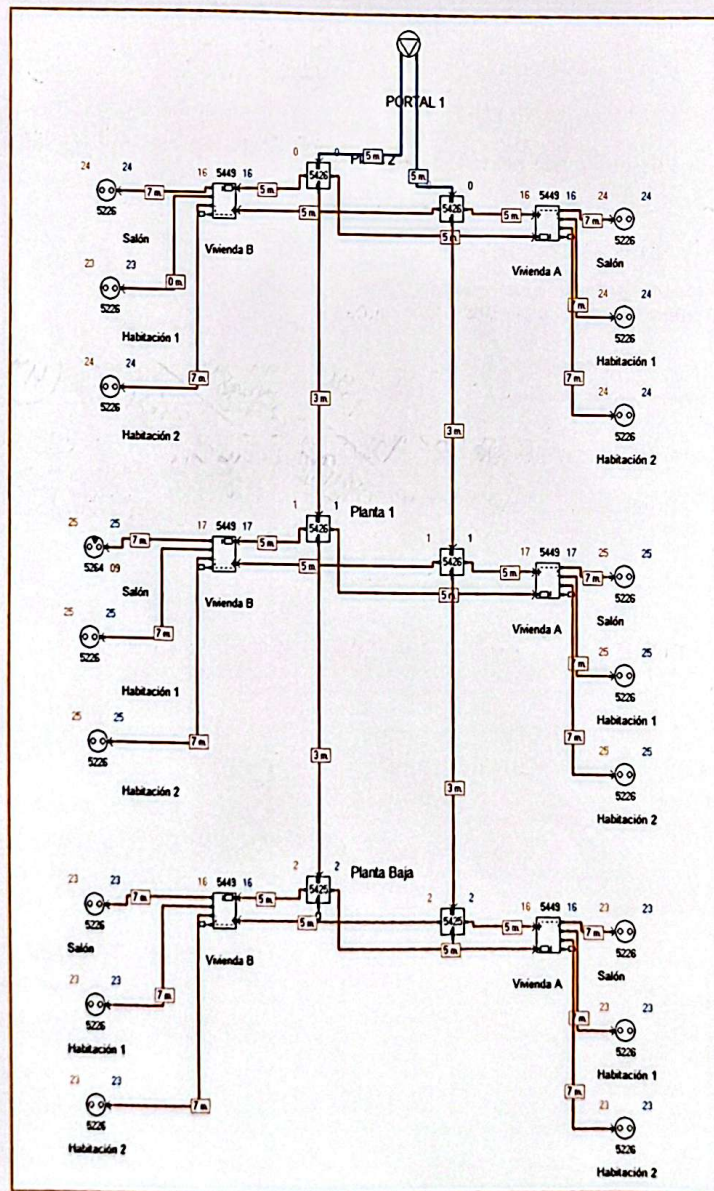


Figura 2.182. Esquema de la solución.

9. Haciendo clic sobre el grupo de cabecera, podemos seleccionar los canales que deseamos distribuir.
10. En la pestaña **Cálculos en la red - Atenuaciones en toma para todas las Bandas - Mostrar Tabla de Atenuaciones**, se despliega una tabla con todas las atenuaciones.

Tabla de Atenuaciones/Niveles en toma													
Toma N° (Atenuaciones)	BI	FM	BS_b	BIIL_1	BIIL_2	DAB	BIV	BIV_BV	BV	FI_1	FI_2	FI_3	FI_4
Toma 1 En Conector Macho	-24,87	-25,18	-25,18	-25,64	-25,64	-25,64	-26,75	-26,98	-27,12	**	**	**	**
Toma 1 En Conector Hembra	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-28,04	-30,28	-31,84	-34,05
Toma 2 En Conector Macho	-24,87	-25,18	-25,18	-25,64	-25,64	-25,64	-26,75	-26,98	-27,12	**	**	**	**
Toma 2 En Conector Hembra	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-28,04	-30,28	-31,84	-34,05
Toma 3 En Conector Macho	-24,87	-25,18	-25,18	-25,64	-25,64	-25,64	-26,75	-26,98	-27,12	**	**	**	**
Toma 3 En Conector Hembra	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-28,04	-30,28	-31,84	-34,05
Toma 4 En Conector Macho	-24,87	-25,18	-25,18	-25,64	-25,64	-25,64	-26,75	-26,98	-27,12	**	**	**	**
Toma 4 En Conector Hembra	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-28,04	-30,28	-31,84	-34,05
Toma 5 En Conector Macho	-24,87	-25,18	-25,18	-25,64	-25,64	-25,64	-26,75	-26,98	-27,12	**	**	**	**
Toma 5 En Conector Hembra	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-28,04	-30,28	-31,84	-34,05
Toma 6 En Conector Macho	-24,87	-25,18	-25,18	-25,64	-25,64	-25,64	-26,75	-26,98	-27,12	**	**	**	**
Toma 6 En Conector Hembra	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-28,04	-30,28	-31,84	-34,05
Toma 7 En Conector Macho	-26,19	-26,55	-26,55	-27,08	-27,08	-27,08	-28,38	-28,60	-28,78	**	**	**	**
Toma 7 En Conector Hembra	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-30,60	-32,98	-34,61	-36,91
Toma 8 En Conector Macho	-26,19	-26,55	-26,55	-27,08	-27,08	-27,08	-28,38	-28,60	-28,78	**	**	**	**
Toma 8 En Conector Hembra	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-30,60	-32,98	-34,61	-36,91

Haga clic en la toma para que el Cast la localice en el esquema

Exportar a Excel Exportar a .CSV Imprimir Salir

Figura 2.183. Tabla de las atenuaciones de la solución.

Como se ve, en la misma pestaña se pueden obtener más datos.

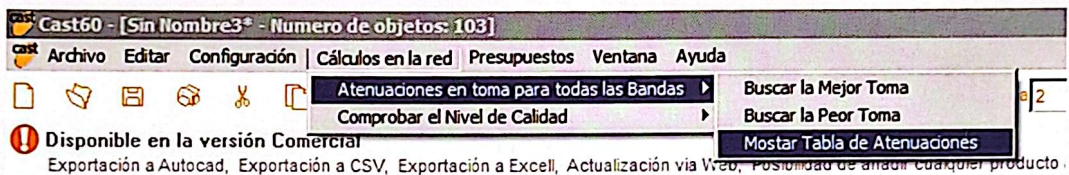
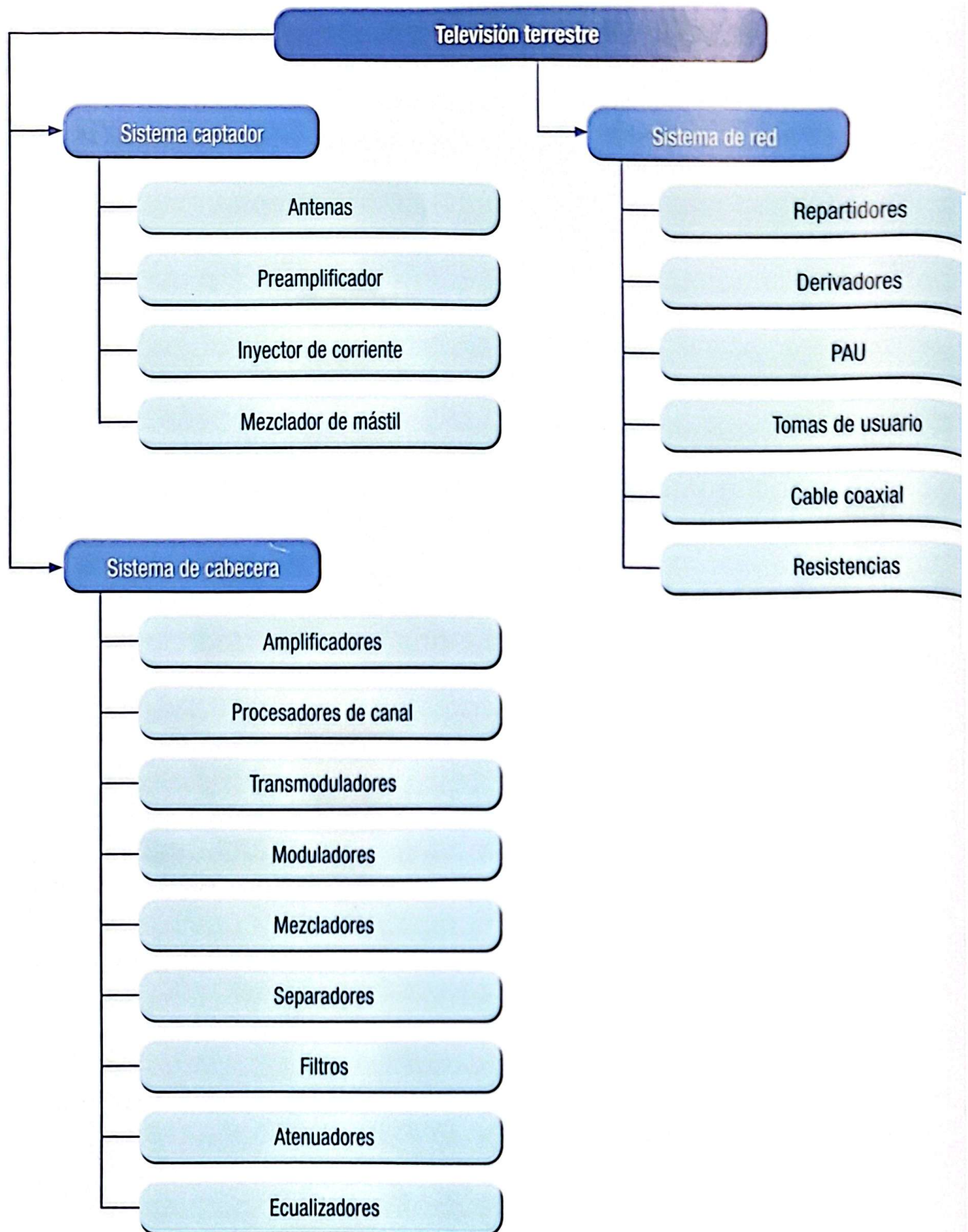


Figura 2.184. Menú de las atenuaciones en toma para todas las plantas.

Para obtener una relación del material empleado se selecciona **Presupuestos y Ejecutar la aplicación de presupuestos**.





De comprobación

- 2.1. 1 GHz, ¿cuántos MHz son?
- 1000 MHz.
 - 100 MHz.
 - 0,001 MHz.
- 2.2. ¿Cómo se llaman los dos tipos de polarización lineal?
- Alta y baja.
 - Longitud y latitud.
 - Vertical y horizontal.
- 2.3. ¿Cuáles son las frecuencias límite del canal 50?
- 590-598 Hz.
 - 702-710 MHz.
 - 702-710 Hz.
- 2.4. ¿Cómo se llama la modulación terrestre digital?
- COFDM.
 - QPSK.
 - QAM.
- 2.5. ¿En qué modulación se introduce el intervalo de guarda?
- FM.
 - COFDM.
 - QPSK.
- 2.6. ¿Qué estándar de televisión utiliza la televisión satélite digital?
- DVB-C.
 - DVB-H.
 - DVB-S.
- 2.7. ¿Qué tres pasos se siguen para digitalizar una señal de TV analógica?
- Muestreo, análisis y resolución.
 - Muestreo, conexión y resolución.
 - Muestreo, cuantificación y codificación.
- 2.8. ¿Qué es un *balun*?
- Un adaptador de impedancias.
 - Una antena esférica.
 - Un tipo de mástil.
- 2.9. ¿Qué tres elementos forman una antena?
- Directores, dipolo y tapa.
 - Directores, prolongadores y dipolo.
 - Directores, dipolo y reflector.
- 2.10. ¿A qué distancia se colocan entre sí las antenas en el mástil?
- 1 metro.
 - 0,5 metros.
 - 2 metros.
- 2.11. ¿Cuál será la sección del conductor a tierra del grupo captador de señales?
- 50 mm².
 - 25 mm².
 - 10 mm².
- 2.12. ¿Cuál será la altura máxima que puede tener un mástil de antenas?
- 3 m.
 - 6 m.
 - 2,5 m.
- 2.13. ¿Cómo se llama el elemento que selecciona cualquier canal analógico o digital y lo coloca en cualquier otro canal de la misma banda?
- Transmodulador.
 - Procesador de canal o conversor.
 - Modulador.
- 2.14. ¿Cómo se llama el elemento que selecciona cualquier canal con una modulación y lo transforma en otro canal con una modulación distinta?
- Transmodulador.
 - Procesador de canal o conversor.
 - Modulador.
- 2.15. ¿Cómo se llama el elemento que a partir de las señales de audio y vídeo genera un canal de TV?
- Transmodulador.
 - Procesador de canal o conversor.
 - Modulador.

- 2.16.** ¿Cómo se llama el transmodulador que pasa un canal satélite digital a terrestre digital?
- QPSK-COFDM.
 - QPSK-PAL.
 - QPSK-QAM.
- 2.17.** ¿Cómo se llaman los componentes pasivos que mezclan las señales de TV terrestre y FI satélite?
- Atenuadores.
 - Procesadores.
 - Combinadores o diplexores.
- 2.18.** ¿Cómo se llaman los componentes pasivos que seleccionan o rechazan determinadas frecuencias?
- Atenuadores.
 - Filtros.
 - Diplexores.
- 2.19.** ¿Cómo se llaman los componentes pasivos que producen un descenso o atenuación de la señal?
- Atenuadores.
 - Filtros.
 - Mezcladores.
- 2.20.** ¿Cómo se llama el filtro destinado a eliminar las interferencias producidas por la telefonía móvil?
- LTE.
 - Pasa banda.
 - Pasa bajos.
- 2.21.** ¿Cómo se llaman los componentes pasivos que equilibran en la salida los niveles de las señales presentes en las entradas?
- Mezcladores.
 - Filtros.
 - Ecualizadores.
- 2.22.** ¿Cómo se llaman los componentes pasivos de la red que reparten la señal de entrada entre las diferentes salidas?
- Distribuidores.
 - Derivadores.
 - Tomas.
- 2.23.** ¿Cómo se llaman los componentes pasivos de la red que producen una o varias ramificaciones en una línea de distribución, a la vez que permiten el paso de la señal hacia su salida?
- Divisores.
 - Derivadores.
 - Tomas.
- 2.24.** ¿Cómo se llaman los componentes pasivos de la red que permiten al usuario la conexión de los receptores de RTV?
- Divisores.
 - Derivadores.
 - Tomas.
- 2.25.** ¿Qué diferencias hay entre un PAU y un PAU repartidor?
- El 1.º tiene una salida y una entrada, y el 2.º tiene dos salidas y dos entradas.
 - El 1.º tiene una salida y dos entradas, y el 2.º tiene dos salidas y dos entradas.
 - El 1.º tiene una salida y una entrada, y el 2.º tiene una salida y una entrada.
- 2.26.** ¿Qué diferencias hay entre una toma de paso y una toma final?
- La 1.ª finaliza la línea, y la 2.ª permite la continuación de la línea.
 - La 1.ª permite la continuación de la línea, y la 2.ª finaliza la línea.
 - La 1.ª permite la continuación de la línea, y la 2.ª tiene conectores.
- 2.27.** ¿Qué pérdidas tiene un repartidor?
- Pérdidas de paso y pérdidas de derivación.
 - Pérdidas de paso.
 - Pérdidas de derivación.
- 2.28.** ¿Qué pérdidas tiene un derivador?
- Pérdidas de paso y pérdidas de derivación.
 - Pérdidas de paso.
 - Pérdidas de derivación.
- 2.29.** ¿Qué pérdidas tiene una toma final?
- Pérdidas de paso y pérdidas de derivación.
 - Pérdidas de paso.
 - Pérdidas de derivación.



2.30. ¿Qué pérdidas tiene una toma de paso?

- a) Pérdidas de paso y pérdidas de derivación.
- b) Pérdidas de paso.
- c) Pérdidas de derivación.

2.31. ¿Cómo se llaman las dos partes principales que forman un cable coaxial?

- a) Paralelo y malla.
- b) Vivo y conductor.
- c) Vivo y malla.

2.32. ¿Cómo se llaman los tres tipos de conectores del cable coaxial a los componentes?

- a) CEI, paralelo y F.
- b) Regleta, F y malla.
- c) IEC, F y brida.

De aplicación

2.1. Calcula la longitud del dipolo de una antena para recibir una frecuencia de 625 MHz.

2.2. Si a una antena le llegan 60 dB μ V y por el coaxial de salida entrega 75 dB μ V, ¿qué ganancia tiene la antena?

2.3. Cuando apuntamos una antena perfectamente a un emisor, obtenemos a su salida 60 dB μ V; si en esa posición la giramos 180°, obtenemos 35 dB μ V. ¿Cuál será el valor de su relación delante/atrás?

2.4. Calcula el momento flector resultante al que está sometido el mástil del dibujo.

Las cargas de viento para cada antena son: $Q_1 = 82$ N y $Q_2 = 25$ N. El mástil utilizado tiene un diámetro de 35 mm, una longitud de 2 m, el momento flector es de 190 Nm y está situado a una altura menor de 20 m.

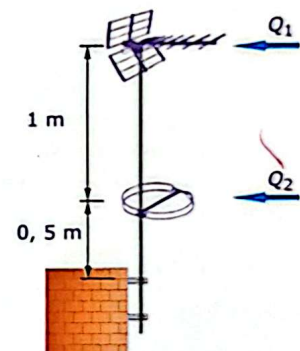


Figura 2.185. Cargas de viento sobre antenas.

2.5. Calcula la C/N de la siguiente instalación. En la salida de la antena hay una señal de 1 mV, el amplificador conectado a continuación tiene una ganancia $G = 20$ dB y una figura ruido de 5 dB, y el cable de 30 metros tiene unas pérdidas de 20 dB cada 100 metros.

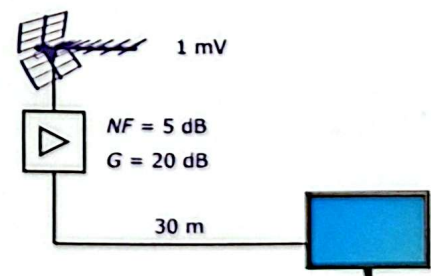


Figura 2.186. Esquema.

- 2.6. Dibuja el esquema de una instalación individual de antenas con amplificador de mástil que consta de una antena de UHF y una de FM. Nombra los elementos que utilices.
- 2.7. Realiza el esquema captador mediante amplificadores monocanal para captar los siguientes canales: en UHF (55, 50, 43, 30, 34), DAB y FM.
- 2.8. Dibuja una red conforme al reglamento de ICT, para un edificio con dos bajantes (cada bajante compuesta de dos coaxiales), tres plantas y cuatro viviendas en cada planta, o sea dos viviendas por planta y por bajante ($2 + 2 = 4$ viviendas) y cinco tomas por vivienda. Conecta esta red al equipo de cabecera de la actividad anterior.
- 2.9. En el esquema de la Figura 2.187, las pérdidas del cable se han desestimado, el repartidor tiene unas pérdidas de paso $PpR = 4,5$ dB, las tomas de paso tienen unas pérdidas de paso $PpT = 1,2$ dB y unas pérdidas de derivación $PdT = 15$ dB. Si en la entrada del repartidor tenemos 60 dB μ V, calcula el nivel de señal en los puntos a, b, c, d y e.

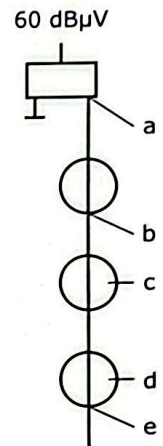


Figura 2.187. Esquema.

- 2.10. En el esquema de la Figura 2.188, el repartidor tiene unas pérdidas de paso $PpR = 4,5$ dB, los derivadores tienen unas pérdidas de paso $PpD = 2$ dB y unas pérdidas de derivación $PdD = 18$ dB, el PAU repartidor tiene unas pérdidas de paso de 7 dB, la toma final tiene unas pérdidas de derivación $PdT = 1,5$ dB y el cable tiene unas pérdidas $Pc = 0,2$ dB/m. Si en la entrada del repartidor tenemos 60 dB μ V, calcula el nivel de señal en los puntos a, b, c y d.

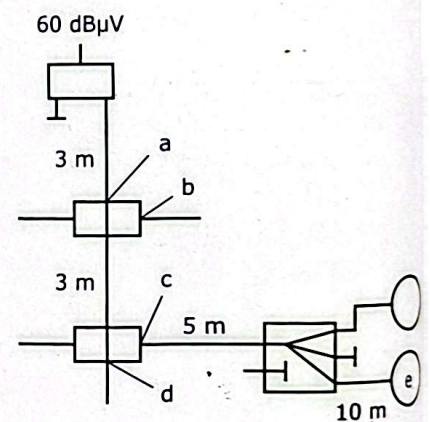


Figura 2.188. Esquema.

- 2.11. En el dibujo siguiente en el que se representa el esquema de una instalación de RTV, ¿qué ganancia debería tener el amplificador, si en la toma queremos un nivel de señal de 55 dB μ V?

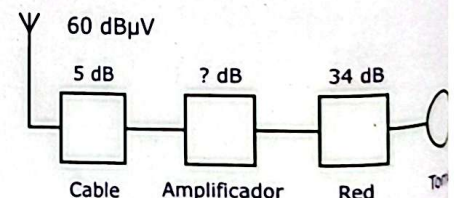


Figura 2.189. Esquema.



2.12. Calcula la señal que tenemos en las tomas A y B, si a la salida del amplificador tenemos 95 dB μ V.

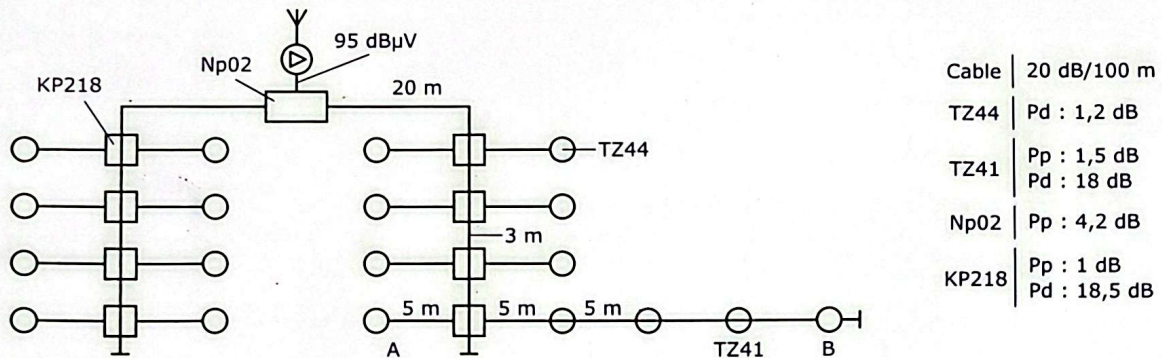


Figura 2.190. Esquema.

2.13. En la siguiente instalación de una vivienda antigua, el vecino de la toma A quiere instalar tres tomas de TV más en la vivienda; opta por colocar un repartidor enchufable (en forma de T) a la salida de la toma A y después las tomas de paso. Calcula la señal en A y en B, y si la señal es insuficiente calcula el amplificador necesario. El nivel de señal en la salida del amplificador de cabecera es de 95 dB μ V.

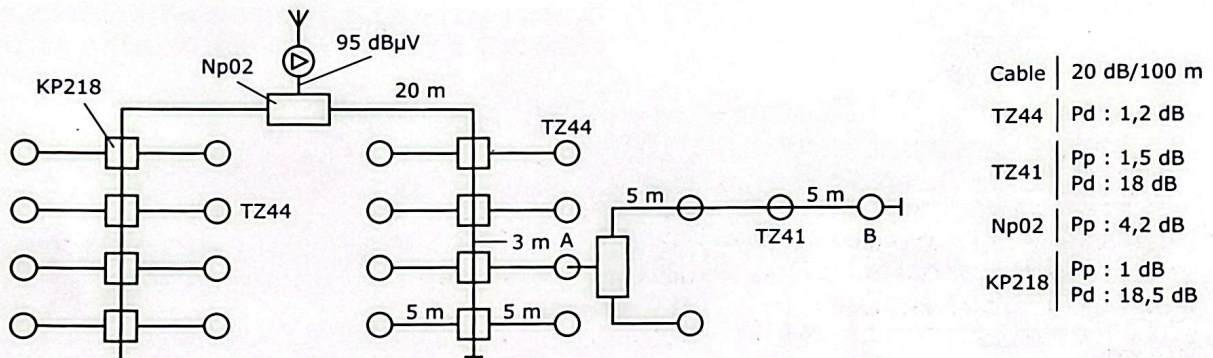


Figura 2.191. Esquema.

2.14. El propietario de la 2.^a planta ha incrementado el número de tomas en su vivienda. Calcula el nivel de señal que llegará a la toma A, si a la salida del amplificador de cabecera tenemos 95 dB μ V. Razona si se debe colocar un amplificador interior de vivienda o no.

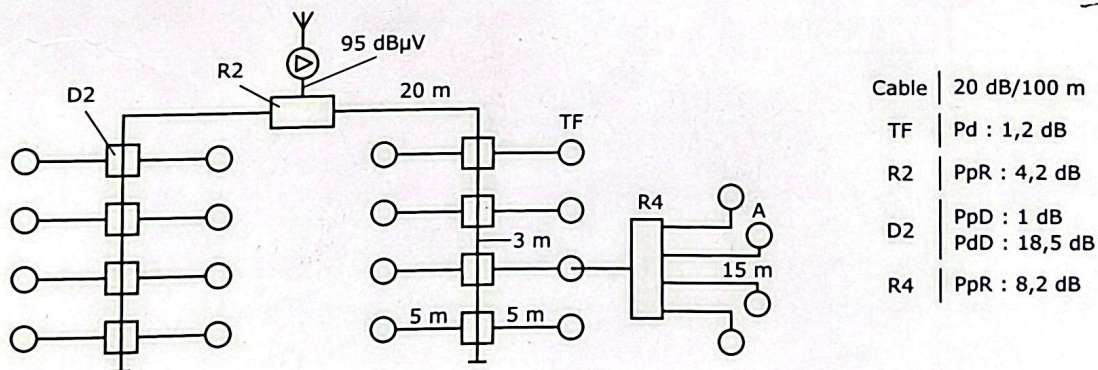
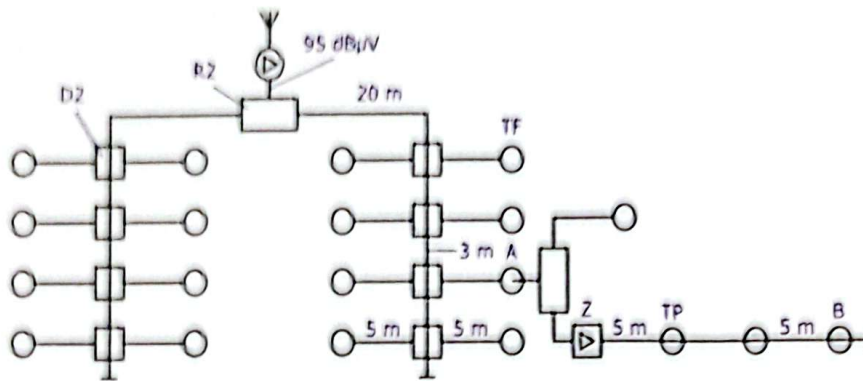


Figura 2.192. Esquema.

2.15. Calcula la ganancia del amplificador Z, para que la toma B tenga un nivel de señal de 55 dB μ V.



Cable	20 dB / 100 m
TF	Pd : 1, 2 dB
TP	PpT : 1, 5 dB PdT : 18 dB
R2	PpR : 4, 2 dB
D2	PpD : 1 dB PdD : 18, 5 dB

Figura 2.193. Esquema.

2.16. Tomando el esquema de la Figura 2.194, rellena las casillas en blanco de las Tablas 2.27 y 2.28 con los datos de pérdidas proporcionados en las Tablas 2.29 y 2.30. Toma las pérdidas del cable como 20 dB/100 m para TV terrestre y 30 dB/100 m para SAT.

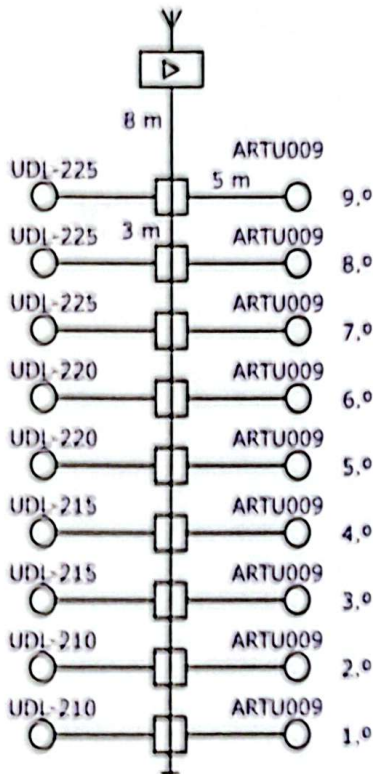


Figura 2.194. Esquema.

Tabla 2.27. Tabla de atenuación en las tomas (862 MHz)

Planta	P. cable	PpD	PdD	PdT	Total
9.º					
8.º					
7.º	19 m/3,8 dB	2,2 dB	25 dB	1,5 dB	
6.º					
5.º					
4.º					
3.º					
2.º					
1.º					

Tabla 2.28. Tabla de atenuación en las tomas (2150 MHz)

Planta	P. cable	PpD	PdD	PdT	Total
9.º					
8.º					
7.º	19 m/5,7 dB	5 dB	25 dB	2 dB	
6.º					
5.º					
4.º					
3.º					
2.º					
1.º					



Tabla 2.29. Tabla del catálogo de IKUSI para derivadores (dos salidas)

Atenuación de derivación (± 0,7 dB)		dB	Dos salidas			
			UDL-210	UDL-215	UDL-220	UDL-225
			10	15	20	25
Atenuación de paso	5-862 MHz	dB	≤ 2,3	≤ 1,6	≤ 1,1	≤ 1,1
	950-1550 MHz		≤ 3,0	≤ 2,0	≤ 1,9	≤ 1,9
	1551-2300 MHz		≤ 3,7	≤ 2,6	≤ 2,6	≤ 2,5
Desacoplo direccional	5-300 MHz	dB	≥ 26	≥ 29	≥ 31	≥ 35
	301-862 MHz		≥ 26	≥ 27	≥ 29	≥ 32
	950-2300 MHz		≥ 20	≥ 22	≥ 26	≥ 28
Desacoplo entre salidas	5-300 MHz	dB	≥ 38	≥ 39	≥ 46	≥ 50
	301-862 MHz		≥ 35	≥ 37	≥ 42	≥ 45
	950-2300 MHz		≥ 28	≥ 37	≥ 39	≥ 35
Pérdidas de retorno		dB	≥ 12 (TV) ≥ 10 (SAT)	≥ 14 (TV) ≥ 10 (SAT)	≥ 12 (TV) ≥ 10 (SAT)	≥ 12 (TV) ≥ 10 (SAT)

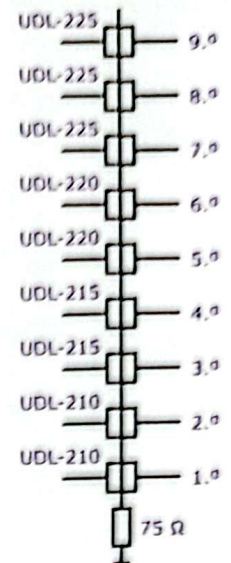


Tabla 2.30. Tabla del catálogo de IKUSI para base de tomas (TV/RD y SAT)

		ARTU-009	
Banda de frecuencias	MHz	TV/RD: 5-862 SAT: 950-2300	
Atenuación de conexión	Entrada - TV/RD	dB	≤ 1,5
	Entrada - SAT		≤ 2
Desacoplo TV/RD-SAT		dB	> 25

Si a la entrada del amplificador llega una señal de 360 μV:

- Pasa la señal a dBμV.
- Calcula el amplificador para TV terrestre (862 MHz) para que en la toma más desfavorable haya 55 dBμV.
- Comprueba que la señal en la toma más favorable cumpla con el reglamento de ICT.

2.17. Partiendo de cualquier catálogo:

- Rellena los espacios vacíos de la Tabla 2.31 para 860 MHz.
- Distribuye los derivadores según la distribución por plantas indicadas en el catálogo o calcula la distribución siguiendo las cinco pautas del Apartado 2.12.3 y la Actividad resuelta 2.46.
- Calcula las pérdidas en las tomas y rellena la correspondiente tabla de pérdidas.
- Calcula la ganancia del amplificador de cabecera, para que en la toma más desfavorable tengamos 55 dBμV, suponiendo una señal a la salida de la antena de 70 dBμV.
- Suponiendo que en el equipo de cabecera necesitamos siete amplificadores de UHF, uno de DAB, uno de FM, además de la fuente de alimentación, y que en el equipo captador montamos las tres antenas, UHF, DAB y FM, confecciona una lista con el material utilizado, sin incluir accesorios (soportes, puentes bastidores, etcétera).

Tabla 2.31. Tabla de datos de elementos

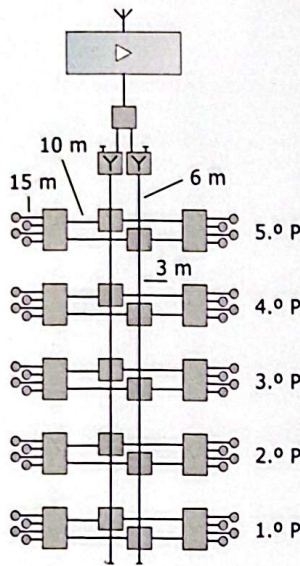


Figura 2.195. Esquema.

Nombre del fabricante:								
Elemento	Referencia	P. cable	PpR	PpM	PpD	PdD	PpP	PdT
Repartidor								
Mezclador								
Derivador A- planta__								
Derivador B- planta__								
Derivador C- planta__								
Derivador D- planta__								
PAU repartidor								
Toma								
Cable								

Tabla 2.32. Tabla de atenuaciones

Cálculo de las pérdidas (dB)									
Planta	Metros	P. cable	PpR	PpM	PpD	PdD	PpP	PdT	Total
5. ^a									
4. ^a									
3. ^a									
2. ^a									
1. ^a									

De ampliación

2.1. Busca en diferentes catálogos de antenas de FM, DAB, BIII, VHF y UHF y rellena la Tabla 2.33.

Tabla 2.33. Tabla de antenas

Fabricante	Banda	Referencia o modelo	Ganancia (dB)



2.2. Busca en diferentes catálogos de amplificadores monocanales de UHF, DAB y FM y rellena la Tabla 2.34.

Tabla 2.34. Tabla de amplificadores monocanales

Fabricante	Banda	Referencia o modelo	Ganancia (dB)	Regulación de ganancia (dB)

2.3. Realiza las uniones entre entradas y salidas (como si cableases) de los siguientes elementos para realizar el montaje de la Figura 2.196.

Nota: no olvides colocar la resistencia de carga donde sea necesario.



Figura 2.196. Esquema.

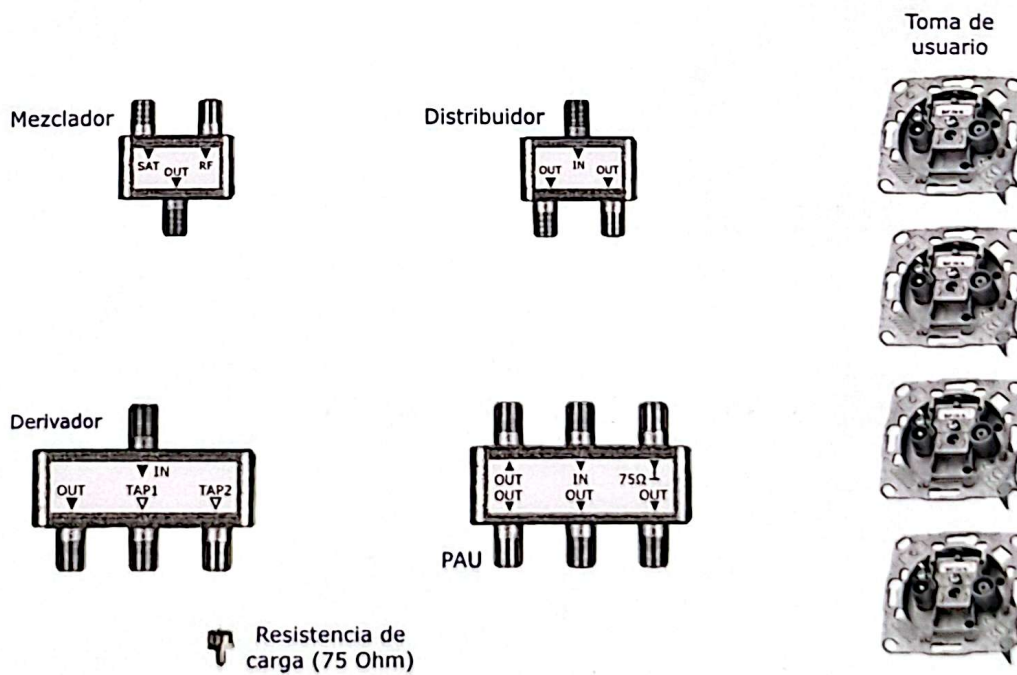


Figura 2.197. Montaje.

Resistencia de carga (75 Ohm)

2.4. Realiza las uniones entre entradas y salidas (como si cableases) de los siguientes elementos para realizar el montaje de la Figura 2.198.

Nota: no olvides colocar la resistencia de carga donde sea necesario.

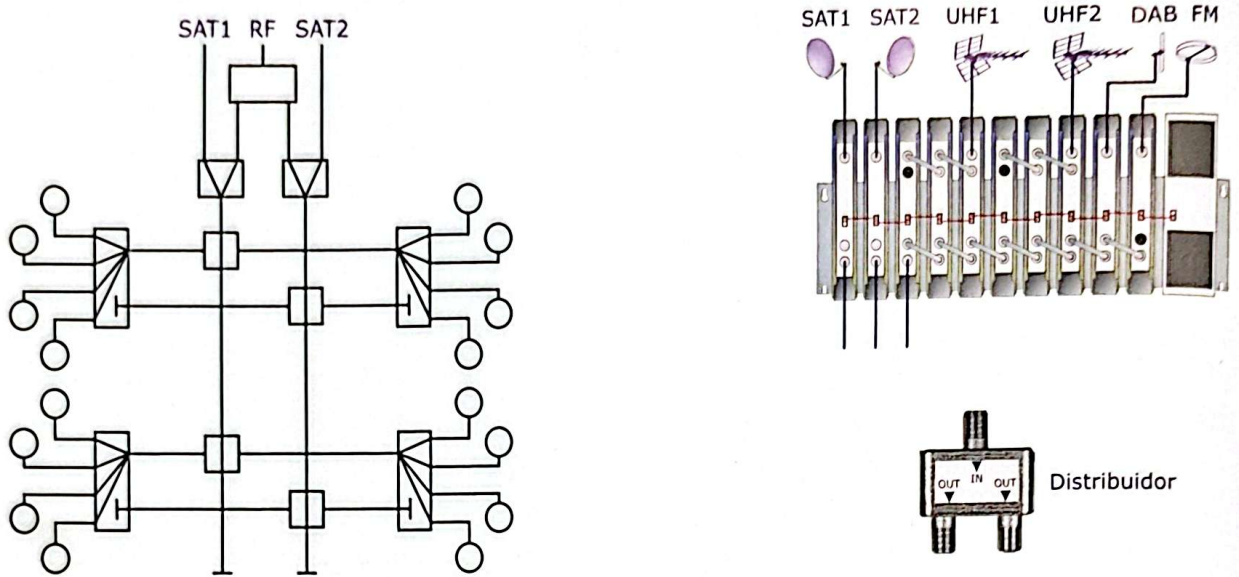


Figura 2.198. Esquema.

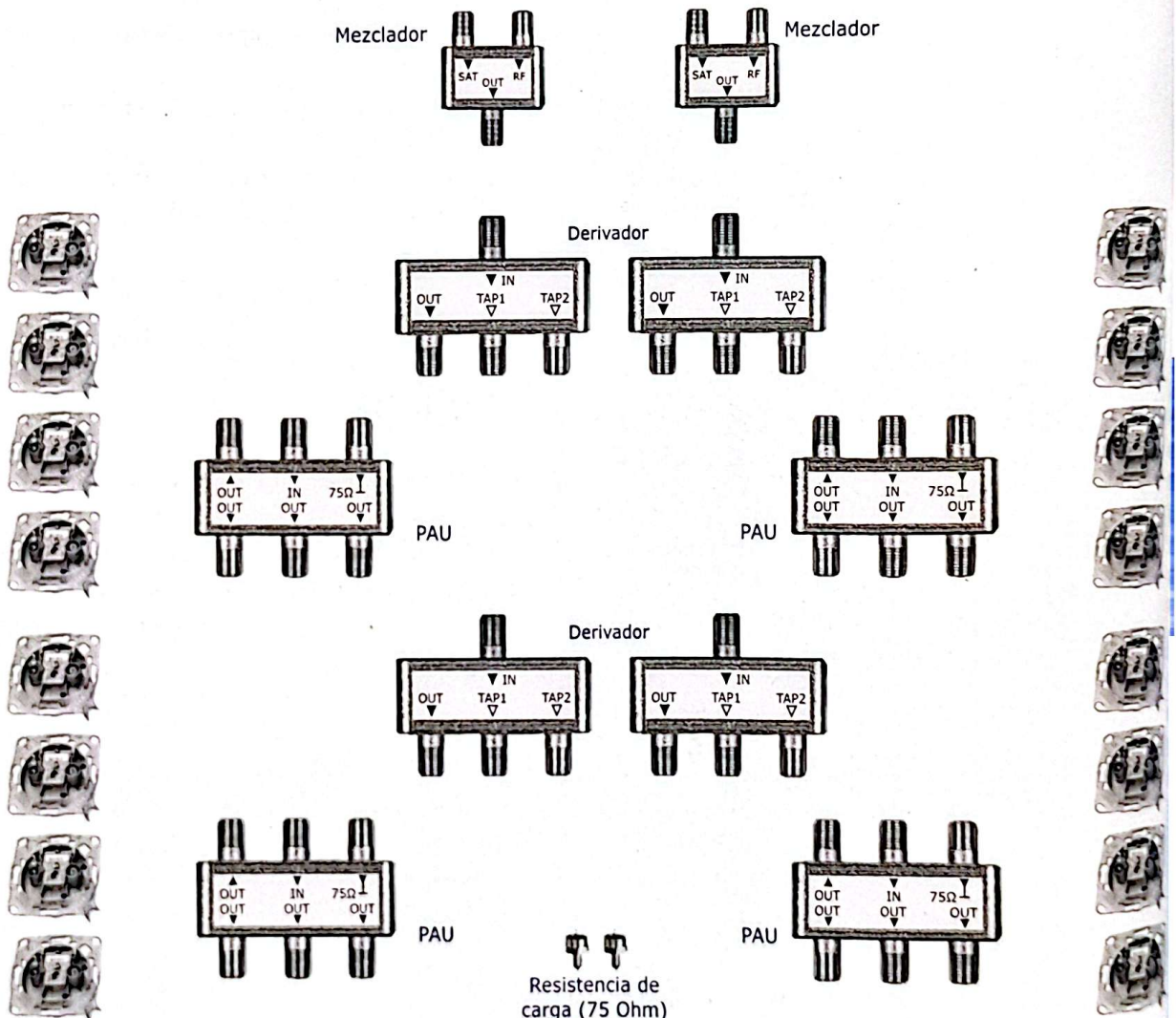
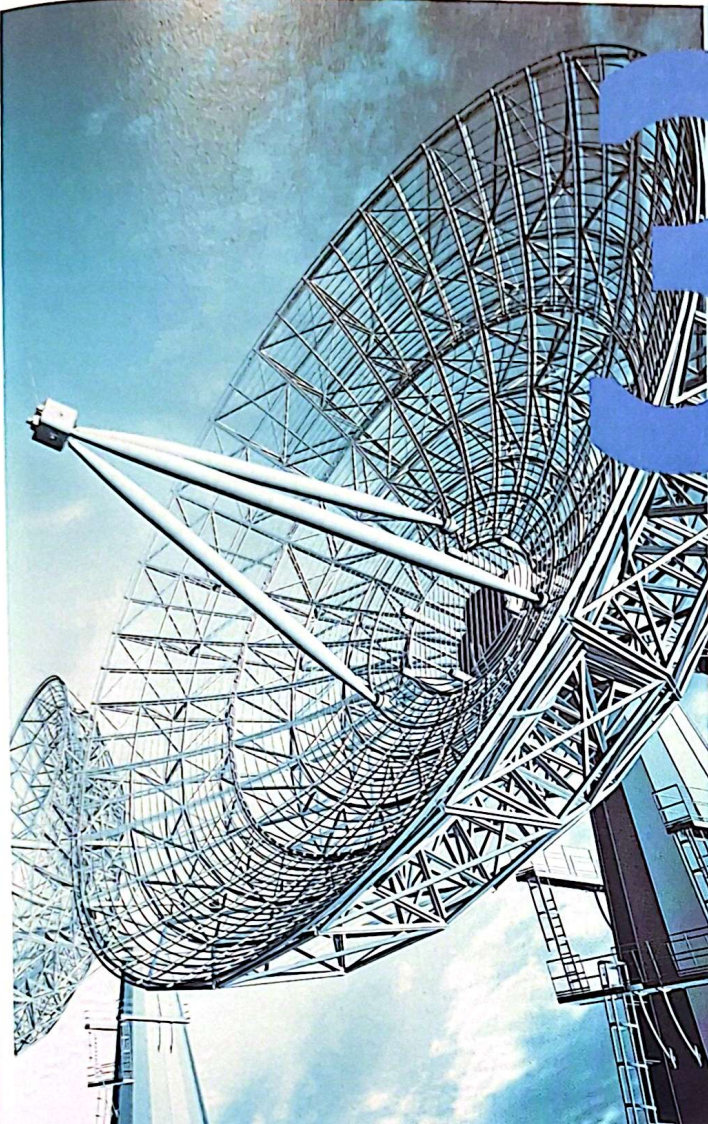


Figura 2.199. Montaje.



3 Televisión por satélite

Contenidos

- 3.1. Conceptos
- 3.2. Bandas de frecuencia y polarización
- 3.3. La estructura de las instalaciones receptoras de TV satélite
- 3.4. El sistema captador de señales
- 3.5. El equipo de cabecera
- 3.6. Los sistemas de distribución de señales de TV satélite
- 3.7. Orientación de una antena parabólica
- 3.8. Cálculo, instalación y ajuste de una antena
- 3.9. Medidas
- 3.10. Sistemas de distribución de TV por cable (CATV/SCATV)
- 3.11. Las instalaciones de radiodifusión sonora y televisión en las ICT

El sistema de recepción de señales de televisión por satélite permite llevar las señales prácticamente hasta cualquier rincón de la Tierra y debido a esta ventaja, cada vez es mayor su aceptación junto a que las dimensiones de las parabólicas (en función del satélite) son cada vez de tamaño más reducido.

Los equipos asociados a la recepción de señales de satélite, y su posterior distribución hasta las tomas de usuario, son similares a los vistos anteriormente en terrestre aunque con algunas variaciones que se verán a continuación.

Objetivos

- Conocer el sistema de recepción de señales de satélite junto con sus peculiaridades.
- Diferenciar entre los diferentes tipos de antenas destinadas a la captación de señales provenientes de satélites.
- Desarrollar una cabecera sabiendo cómo funciona cada elemento que la compone.
- Distinguir los diferentes tipos de planificar una instalación y su aplicación.
- Saber instalar y orientar una antena parabólica.
- Reconocer y saber interpretar las diferentes medidas que se obtienen con un medidor de campo.
- Estudiar los aspectos generales de la distribución de señales por cable.

3.1. Conceptos

Básicamente, el sistema de recepción por satélite se compone de una **estación terrestre emisora** que manda señales a un **satélite** y este después de adaptarlas las reenvía a una **estación terrestre receptora**. La ventaja fundamental de este tipo de sistema es que no hay obstáculos entre el emisor y el receptor.

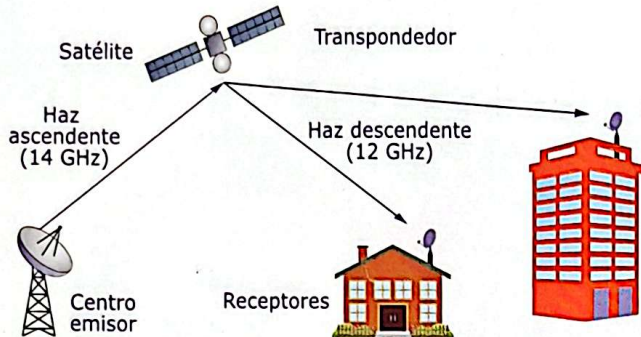


Figura 3.1. Estructura de un sistema de emisión de satélite.

Antes de empezar a estudiar el sistema de transmisión de TV por satélite conviene aclarar una serie de conceptos tales como:

- **Haz ascendente.** Son las señales enviadas desde una estación emisora terrestre al satélite a una frecuencia entre 12,7 y 14 GHz (1 GHz = 1000 MHz).
- **Haz descendente.** Son las señales enviadas desde el satélite a las parabólicas terrestres a una frecuencia entre 10,7 y 12,75 GHz.

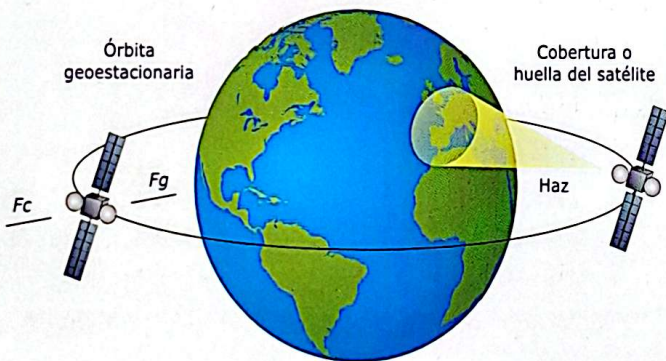


Figura 3.2. Órbita geostacionaria del satélite.

SABÍAS QUE...

La órbita geostacionaria también se llama cinturón de Clarke en honor a su divulgador Arthur C. Clarke.

- La órbita geostacionaria o **cinturón de Clarke** es donde se ubican los satélites y está situada a unos 35 860 km de la Tierra sobre el plano del ecuador. Cualquier objeto en esta órbita gira sincrónicamente con la Tierra, así que un objeto que se mire desde el satélite, se verá

como si estuviera quieto, siempre en el mismo lugar. La distancia a la que se encuentra la órbita geostacionaria se calcula igualando la fuerza gravitatoria terrestre con la fuerza centrífuga del satélite (F_c).

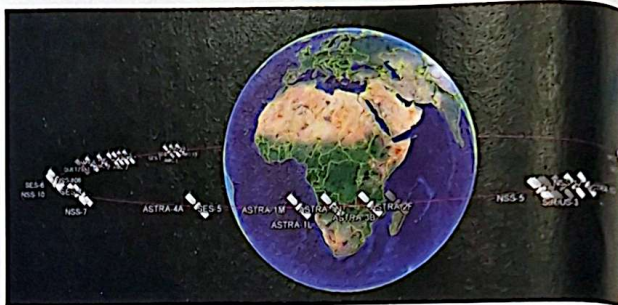


Figura 3.3. Distribución general de satélites en órbita estacionaria del operador SES. (Cortesía de SES).

SABÍAS QUE...

Una señal recorre más de 72 000 km desde que sale del centro emisor hasta que llega a la antena parabólica del usuario.

- La **cobertura o huella del satélite** es la zona de superficie terrestre sobre la que un satélite enfoca su haz de microondas.

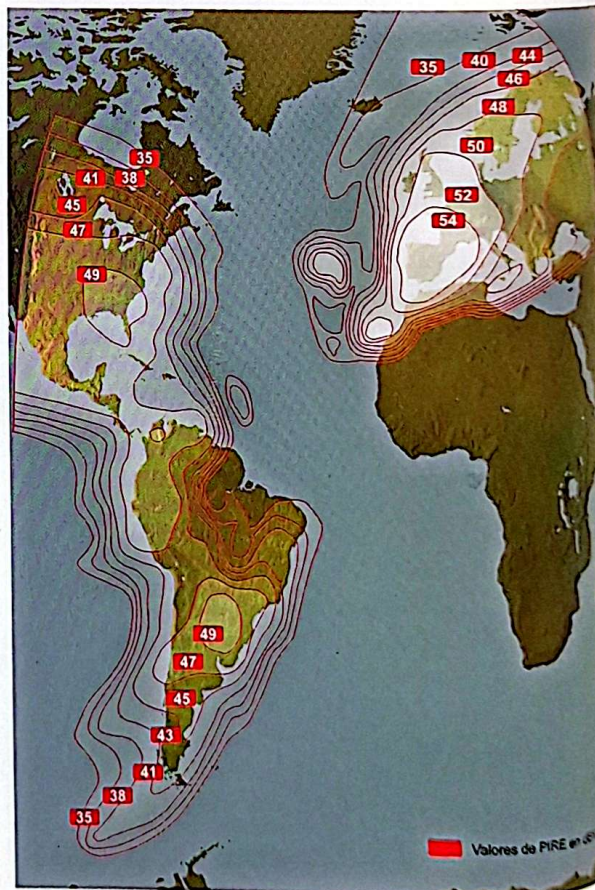


Figura 3.4. Mapa de cobertura o huella del satélite Hispasat 1C (Cortesía de Hispasat).



SABÍAS QUE...

Los satélites más interesantes para los hispanoparlantes son el Hispasat y el Astra. Ambos satélites emiten varios canales en lengua castellana tanto libres como privados de pago.

- **PIRE** (potencia isotrópica radiada efectiva): es la potencia que radia el satélite hacia la zona de emisión y se mide en dBW. En los mapas de zona de cobertura es el valor indicado para cada curva de potencia.

Actividad resuelta 3.1

En la Figura 3.4, ¿cuál es el valor de la PIRE para la península ibérica?

Solución:

54 dBW.

- **Transpondedor** o *transponder*: son aparatos electrónicos dentro del satélite, cada uno con la misión de recibir, amplificar y reemitir un grupo de canales satélite (de 5 a 10). El número de canales de un satélite depende del número de transpondedores.

Tabla 3.1. Ejemplo de las características más importantes de dos transpondedores de satélite

	Astra 1 M	Hispasat 30W-5 (1E)
Posición orbital	19,2° Este	30° Oeste
Banda de cobertura	Ku	Ku
Frecuencia del transpondedor	10758 MHz	12398 MHz
Polarización	V	H
Tasa de símbolo (SR)	22000	27500
Transpondedores	52	54
FEC	5/6	3/4
Modulación	DVB-S / QPSK	DVB-S2 / 8PSK
Canales	Divinity, Fox News, Movistar Disney, Boing, Energy, Barça TV, Eurosport 1, MTV Spain, Gol, Movistar F1	Eurosport 1, 24 Kitchen, AXN, FOX Crime, National Geographic, Eleven Sport 1

- **Posición orbital:** los satélites, al describir una órbita geostacionaria, se encuentran siempre en una posición fija respecto a la Tierra. Cada satélite tiene su posición orbital fija definida por su punto geográfico (longitud y latitud). Su latitud es 0° puesto que se en-

cuentran sobre el ecuador, por eso su longitud es la que se emplea para definirlo.

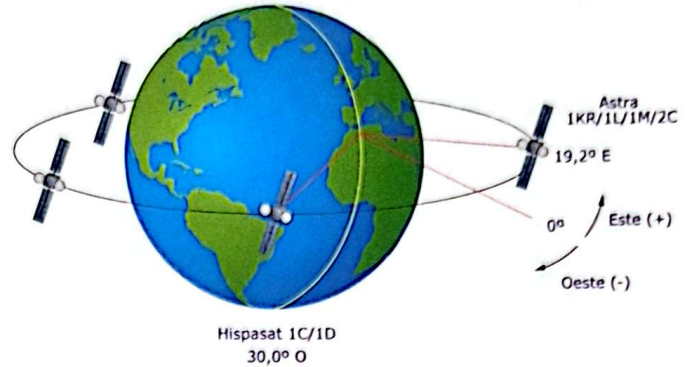


Figura 3.5. Posición orbital.

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 el negativo (-) para indicar el oeste.

Las coordenadas de algunos satélites son las indicadas en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Posiciones de varios satélites de telecomunicaciones

Satélite	Posición
Hispasat 1C/1D/1E	30° O
Astra 1KR/1L/1M/2C	19,2 E
Hot Bird 13 B/C/D	13,3 E
Eutelsat 7A	7° E

3.2. Bandas de frecuencia y polarización

La banda de frecuencias del enlace descendente utilizado en Europa actualmente es la **banda Ku**, que va de 10,7 a 12,75 GHz. Esta banda se divide en dos semibandas:

- **Banda FSS baja:** que va de 10,7 GHz a 11,7 GHz.
- **Banda DBS:** que va de 11,7 GHz a 12,5 GHz.
- **Banda FSS alta:** que va de 12,5 GHz a 12,75 GHz.

Pero en general se habla de banda alta y banda baja.



Figura 3.6. Banda Ku.

Igual que en TV terrestre, en satélite existen dos tipos de polarizaciones:

- **Polarización lineal**, que se utiliza en **FSS** (*Fixed Service Satellite*). A su vez, esta polarización puede ser de tipo horizontal o vertical.
- **Polarización circular**, que se utiliza en **DBS** (*Direct Broadcast Satellite*). A su vez, esta polarización puede ser de giro a derechas o a izquierdas.

Con el fin de ampliar la capacidad de canales y que estos no se 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.

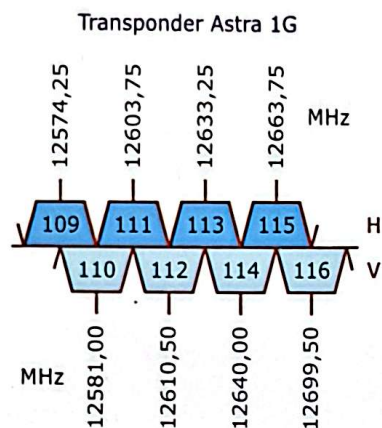


Figura 3.7. Canales de transmisión del satélite Astra 1G.

Actividad resuelta 3.2

En la Figura 3.7 sobre la situación de los canales del satélite, ¿cuál es el ancho de banda de cada canal?

Solución:

De canal a canal, por ejemplo del canal 111 al 109;
 $12603,75 - 12574,25 = 29,5 \text{ MHz}$



Recuerda

La polarización es una característica de las ondas electromagnéticas y es la trayectoria del vector de su campo eléctrico.

3.3. La estructura de las instalaciones receptoras de TV satélite

Las instalaciones receptoras de TV satélite se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- **Instalaciones individuales.** Pertenecen a un solo usuario y constan de una o varias tomas.

- **Instalaciones colectivas.** Pertenecen a una comunidad de vecinos y constan de varias tomas.

Las instalaciones satélite, aunque ahora las estudiamos independientemente de las terrestres, generalmente van instaladas en la misma instalación con las terrestres.

Igual que en las instalaciones terrestres, en las instalaciones satélite se pueden distinguir tres zonas:

- **Sistema captador de señales.** Es el sistema encargado de recibir la señal del satélite y obtener la FI (frecuencia intermedia).
- **Equipo de cabecera.** Son los elementos que reciben las señales FI del conjunto captador, las trata, las procesa en el sistema elegido y las entrega para su distribución por la red.
- **Red.** Distribuye las señales procedentes del equipo de cabecera hasta las tomas de los usuarios.

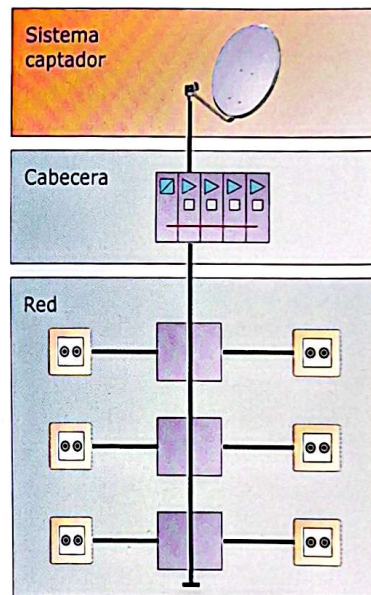


Figura 3.8. Estructura de una instalación receptora de TV por satélite.

3.4. El sistema captador de señales

Es el conjunto de elementos encargados de recibir las señales de radio y televisión procedentes de los emisores terrestres y satélites. La ubicación de estos equipos se encuentra generalmente en el tejado o azotea del edificio.

El sistema captador satélite recibe las señales del satélite descendente del satélite y obtiene la FI (frecuencia intermedia de 950 a 2150 MHz). Está compuesto de:

- Antenas parabólicas (reflectores parabólicos).
- LNB (bloque de bajo ruido).



- Mástiles y demás elementos de sujeción.
- Elementos activos o pasivos para adecuar las señales (amplificadores de línea, conmutadores DiSEqC, que se estudiarán más adelante).

3.4.1. Las antenas

Es el elemento encargado de captar la débil señal procedente del satélite.

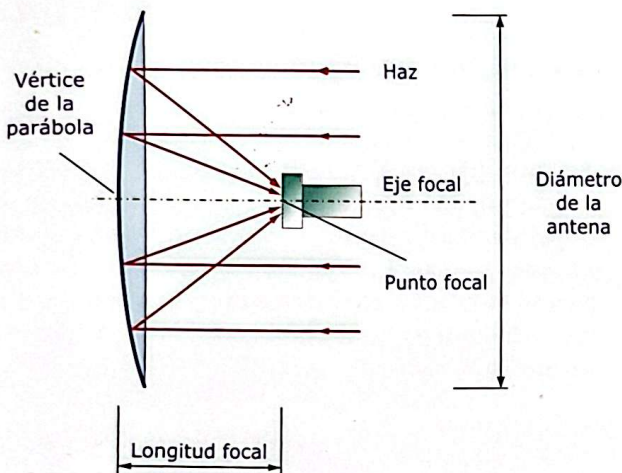


Figura 3.9. Características de la antena de recepción por satélite.

La mayoría de las antenas de satélite son parabólicas. Esta geometría concentra todas las señales recibidas según una dirección paralela a su eje en un solo punto llamado **foco**. En dicho foco se coloca el LNB, que es el elemento encargado de recibir la señal reflejada en la parábola o reflector y pasarla a FI para su distribución.

La ganancia de las antenas depende fundamentalmente de la superficie de la antena A , de la eficiencia η (depende de su fabricación, gira en torno al 65 %) y de la longitud de onda recibida λ .

$$G = 10 \log \frac{4 \pi A \eta}{\lambda^2}$$

Existen diferentes topologías de antena satélite, entre ellas:

- **Antenas de foco primario.** En este tipo de antenas el foco está situado en el sentido de incidencia de la energía electromagnética que recibe el reflector. En la zona central se crea una sombra que no es operativa.
- **Antenas offset.** La unidad exterior no proyecta sombra sobre el reflector porque queda fuera de la línea de visión del satélite. Por esta razón tiene mayor rendimiento que una antena de foco primario.



Figura 3.10. Antena de foco primario.

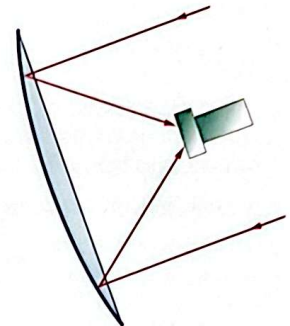


Figura 3.11. Reflexión de la señal en una antena de foco primario.

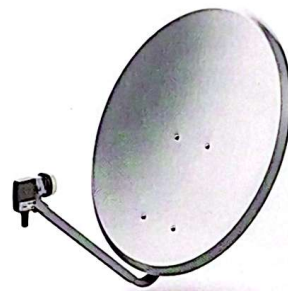


Figura 3.12. Antena offset.

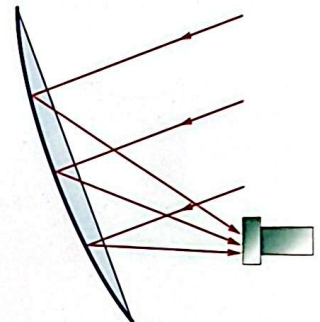


Figura 3.13. Reflexión de la señal en una antena offset.

- **Antenas Cassegrain y Gregorian.** Son antenas en cuyo foco se sitúa un segundo reflector, conocido generalmente con el nombre de subreflector. Este subreflector será hiperbólico en el caso de una antena Cassegrain y elíptico en el caso de una antena Gregorian. La unidad exterior recibe las ondas después de una doble reflexión primero en el reflector principal y después en el subreflector.



Figura 3.14. Antena Cassegrain. (Cortesía de Skybroker).

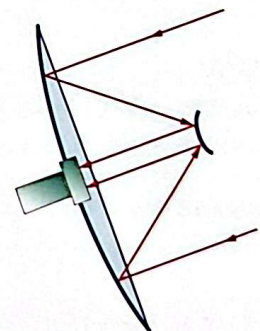


Figura 3.15. Reflexión de la señal en una antena Cassegrain.

- **Antenas multisatélite.** Son antenas que presentan múltiples haces de recepción, utilizando un reflector común y hasta cuatro conversores (LNB). La separación máxima de los satélites es aproximadamente de 20°.

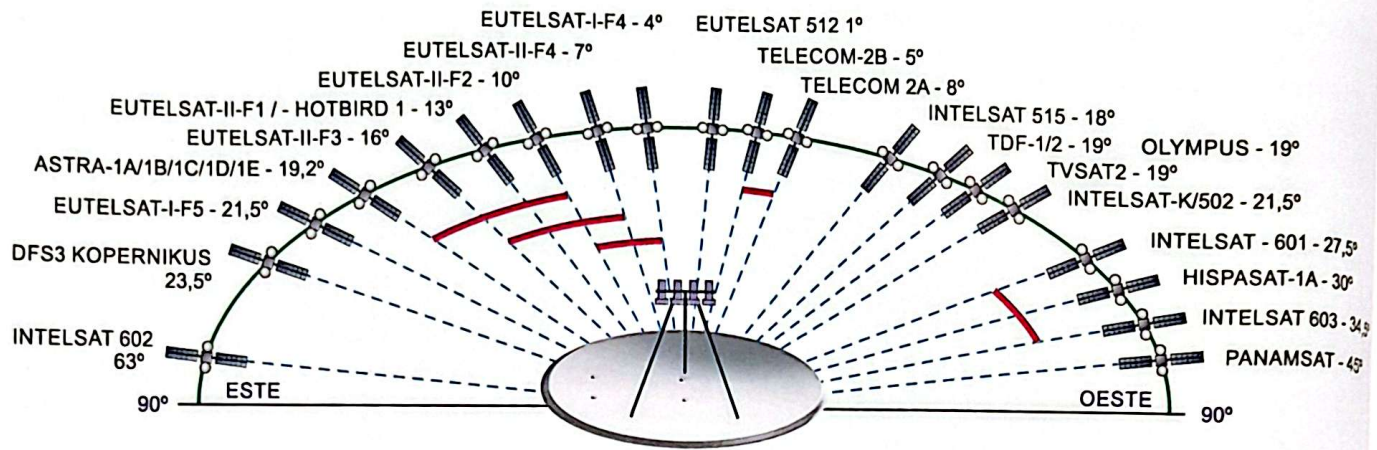


Figura 3.16. Posición orbital de los satélites más importantes y agrupaciones multisatélites. (Cortesía de Televés).

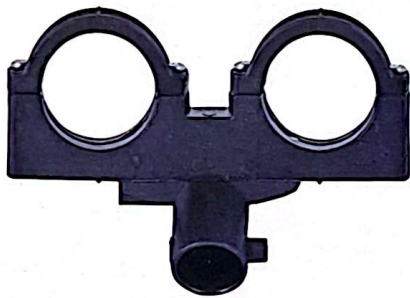


Figura 3.17. Soporte para dos LNB. (Cortesía de Engel).

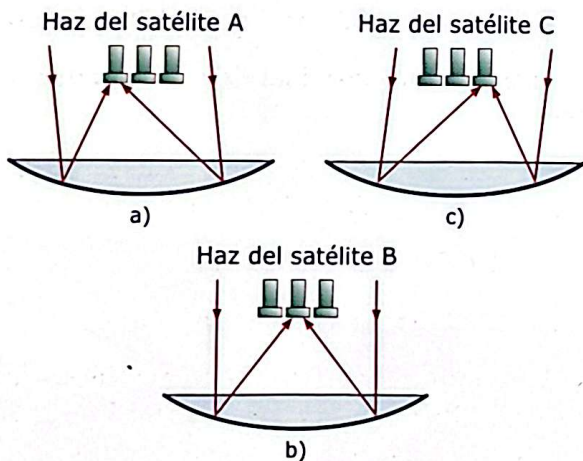


Figura 3.18. Antenas multisatélites.

Actividad resuelta 3.3

¿Podríamos utilizar una sola antena multisatélite para captar los satélites Panamsat con posición orbital 45° W y Telecom 8° W?

Solución:

No, porque $45^\circ - 8^\circ = 37^\circ$. La máxima distancia son 20° .

- **Antenas planas.** Son antenas construidas en base a agrupaciones de pequeñas antenas elementales en configuración diversa, alimentadas de forma adecuada para conseguir un rendimiento óptimo. Creadas para su instalación en sistemas móviles como caravanas, vehículos o náutica, aunque también pueden instalarse en cualquier emplazamiento.

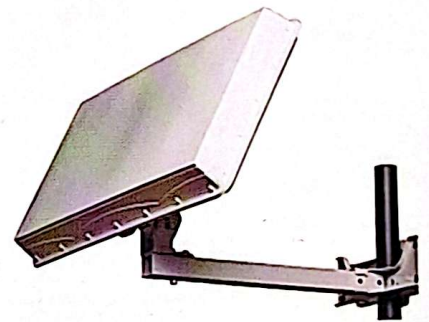


Figura 3.19. Antena plana. (Cortesía de Engel).

- **Antenas motorizadas.** Las antenas motorizadas constan de un motor o actuador que mueve la antena parabólica siguiendo la órbita geostacionaria. Con este sistema se pueden seleccionar todos los satélites visibles de la onda geostacionaria. El receptor selecciona y memoriza la posición de cada satélite y da la orden de orientación al actuador.



Figura 3.20. Soporte con motor. (Cortesía de Engel).



Figura 3.21. Detalle de giro del motor. (Cortesía de Engel).

3.4.2. LNB

El conversor **LNB** (*Low Noise Blockconverter*) es un conjunto de elementos (alimentador, polarizador y conversor), bajo la misma carcasa y con un ruido muy bajo. Su misión es amplificar las señales recibidas del satélite (enlace descendente de aproximadamente 12 000 MHz) y las convierte a frecuencia intermedia FI (generalmente llamada primera frecuencia intermedia, con un valor de 950 a 2150 MHz).

Actividad resuelta 3.4

¿Cuál es el ancho de banda de FI?

Solución:

$$2150 \text{ MHz} - 950 \text{ MHz} = 1200 \text{ MHz}$$

El conversor LNB va instalado en el foco de la parabólica y utiliza un cable coaxial de 75 Ω de impedancia como elemento de transmisión de la señal hacia los dispositivos de cabecera.

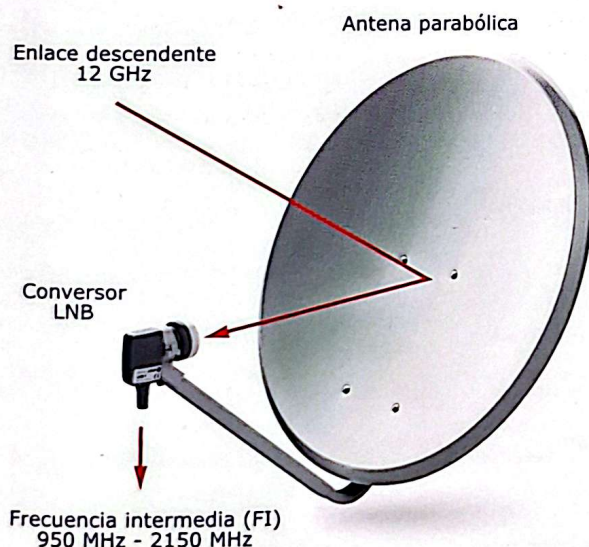


Figura 3.22. Modo de trabajo del LNB.

SABÍAS QUE...

Aunque se puede utilizar un cable coaxial normal de TV para conectar el LNB con los dispositivos de cabecera, es recomendable utilizar un cable de mejores prestaciones con el objeto de minimizar las pérdidas, sobre todo si las longitudes son considerables.

La alimentación eléctrica del conversor LNB se realiza a través del propio cable coaxial a una tensión en corriente continua de 13 o 18 Vcc.

Las características más importantes que presenta el LNB son:

- **Figura de ruido.** En general, representa el ruido que se añade a la salida, cuyo valor suele estar comprendido entre 0,6 y 1,1 dB.
- **Frecuencia del oscilador local.** De esta frecuencia depende la banda que es capaz de trabajar el conversor (OL, oscilador local de 10,6 o 9,75 GHz).
- **Ganancia.** Es la diferencia entre el nivel de salida y el de entrada.

A la hora de elegir un LNB, se debe tener en cuenta:

- Si la instalación es individual o colectiva.
- Los satélites que se desean recibir (banda, polaridad).

En general, existen dos tipos de LNB: **simples** y **universales**.

Los **LNB simples** solo utilizan un oscilador local (OL), y se elige según qué satélites desemos recibir:

- OL = 10,6 GHz, para banda alta.
- OL = 9,75 GHz, para banda baja.

Los **LNB universales** utilizan dos osciladores locales, de 9,75 GHz y 10,6 GHz, que son conmutados por una señal (tono) de 0/22 kHz. Por tanto, pueden trabajar tanto en FSS (alta y baja) como en DBS.

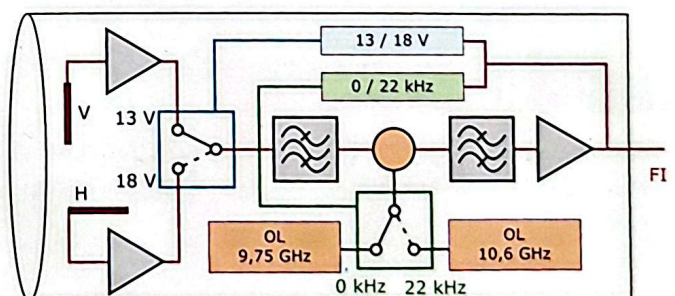


Figura 3.23. Esquema de LNB universal.

Tabla 3.3. Señales de conmutación LNB universal

Tensión de conmutación (V)	Tono (kHz)	Banda (GHz)	Polaridad	Osc. local (GHz)	Banda salida FI (MHz)
13	—	10,7 - 11,7	V	9,75	950 - 1900
18	—	10,7 - 11,7	H	9,75	950 - 1900
13	22	11,7 - 12,75	V	10,6	1100 - 2150
18	22	11,7 - 12,75	H	10,6	1100 - 2150

Así mismo, los LNB universales llevan incorporados un conmutador de tensión 13/18 V para seleccionar la polaridad vertical/horizontal respectivamente.

Como se ha dicho, la FI (950 a 2150 MHz) que sale de un LNB depende del oscilador local (OL) que utiliza. Si la frecuencia del enlace descendente es menor de 11,7 GHz (banda baja) utiliza el oscilador local de 9,75 GHz. Si la frecuencia del enlace descendente es mayor de 11,7 GHz (banda alta) utiliza el oscilador local de 10,6 GHz. El valor de la frecuencia intermedia (FI) se obtiene con la siguiente fórmula:

$$FI = \text{Frecuencia enlace descendente} - \text{Frecuencia OL}$$

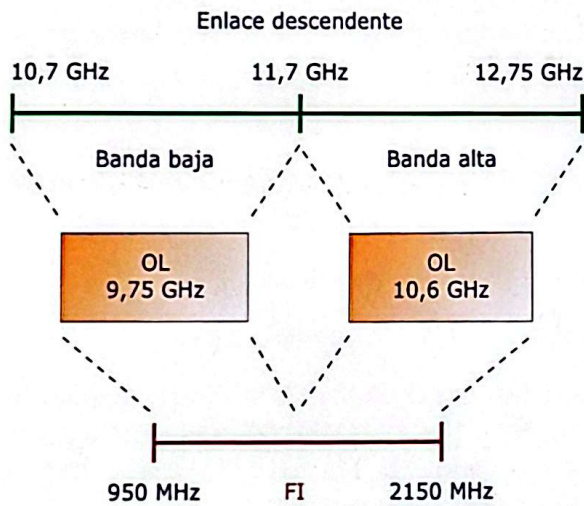


Figura 3.24. Función de los osciladores locales.

Actividad resuelta 3.5

Calcula la frecuencia de FI de salida de un LNB universal cuando reciba una señal del satélite (enlace descendente) de:

- 11,25 GHz.
- 12,5 GHz.

Solución:

Si la frecuencia intermedia FI es:

$$FI = \text{Frecuencia enlace descendente} - \text{Frecuencia OL}$$

Entonces:

- $FI = 11,25 - 9,75 = 1,5 \text{ GHz} = 1500 \text{ MHz}$ (pues que la frecuencia es menor de 11,7 GHz).
- $FI = 12,5 - 10,6 = 1,9 \text{ GHz} = 1900 \text{ MHz}$ (pues que la frecuencia es mayor de 11,7 GHz).

A continuación, en la Tabla 3.4 vemos los tipos de LNB más utilizados.

Tabla 3.4. Tipos de LNB

Tipo	Utilización	Salidas
Simple	Individuales antiguas	1 fija (H o V)
Universal	Individuales	1 conmutable (H _L , H _H , V _L , V _H)
Twin universal	2 usuarios individuales	2 conmutables: A, B (H _L , H _H , V _L , V _H)
Quad universal	4 usuarios individuales	4 conmutables: A, B, C, D (H _L , H _H , V _L , V _H)
Octo universal	8 usuarios individuales	8 conmutables: A, B, C, D, E, F, G, H (H _L , H _H , V _L , V _H)
Quattro	Colectivas	4 fijas: A(H _L), B(H _H), C(V _L), D(V _H)
Monoblock	2 satélites individuales próximos	1 conmutable: A, B (H _L , H _H , V _L , V _H)



En un LNB universal con un tono de 0/22 kHz y una tensión de 13/18 Vcc, podemos recibir cuatro **polaridades-bandas**: polaridad vertical banda baja (V_L), vertical alta (V_H), horizontal baja (H_L) y horizontal alta (H_H).



Figura 3.25. LNB Universal. (Cortesía de Engel).

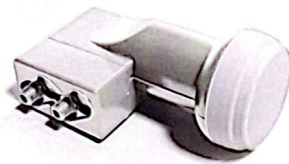


Figura 3.26. LNB Twin.

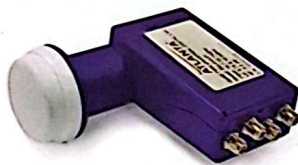


Figura 3.27. LNB Quad.

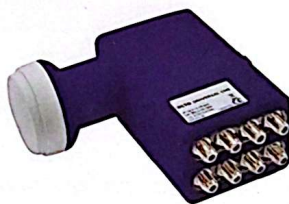


Figura 3.28. LNB Octo.



Figura 3.29. LNB Quattro.



Figura 3.30. LNB Monoblock.

Su función al amplificar la señal es compensar las pérdidas en FI que se producen en la red de distribución. También pueden proporcionar alimentación al LNB.

Se pueden distinguir varios tipos:

- Para montaje en bastidor de cabecera, se alimenta de la fuente de alimentación del grupo y permite la colocación en el mismo bastidor que el resto de módulos terrestres.

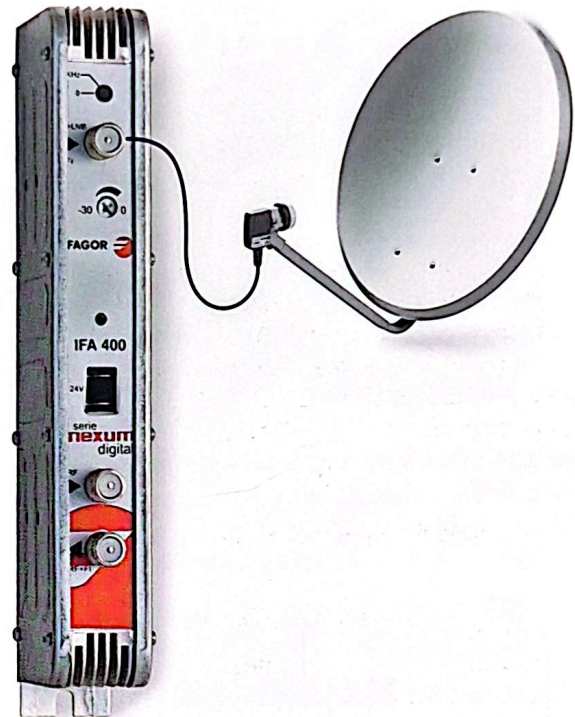


Figura 3.31. Amplificador FI para bastidor. (Cortesía de Fagor).

3.5. El equipo de cabecera

El equipo de cabecera es el encargado de tratar y procesar la señal, para entregarla en óptimas condiciones de reparto a la red de distribución. Los elementos más característicos son:

- Amplificadores.
- Procesadores de FI.
- Transmoduladores.
- Conmutadores.

3.5.1. Amplificadores de frecuencia intermedia FI

Son dispositivos destinados a amplificar las señales de FI en su modulación original, bien sea QPSK o FM (digital o analógico respectivamente).

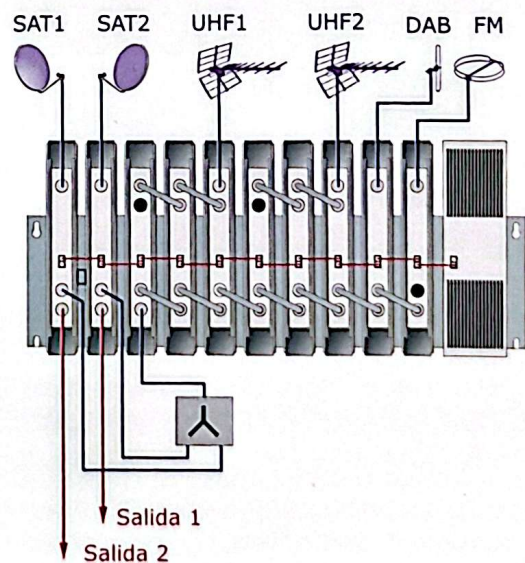


Figura 3.32. Ejemplo de montaje con amplificador FI.

La forma de conexión es tomar la señal del satélite, amplificarla y mezclarla con las señales procedentes del resto de los módulos de cabecera de TV terrestre (Figura 3.32).

- Para **montaje independiente**, existen las centrales amplificadoras de FI con fuente de alimentación incorporada y que permiten mezclar las señales de TV terrestre.



Figura 3.33. Central amplificadora de FI. (Cortesía de Televés).

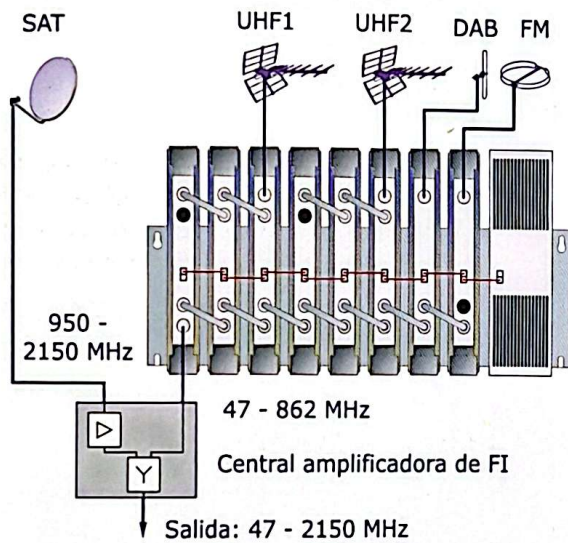


Figura 3.34. Ejemplo de montaje con central amplificadora de FI.

Otra posibilidad es el empleo de centrales amplificadoras programables de banda ancha, en donde además de amplificar la señal de FI, se amplifican las señales de TV terrestre (UHF) y radio (FM y DAB) (Figura 3.35).

Cuando existen grandes pérdidas en la red de distribución se utilizan centrales amplificadoras de línea, que se intercalan donde el nivel de señal baja de un mínimo. Pueden amplificar no solo FI sino las frecuencias de ICT (de 5 a 2150 MHz) (Figuras 3.36 y 3.37).

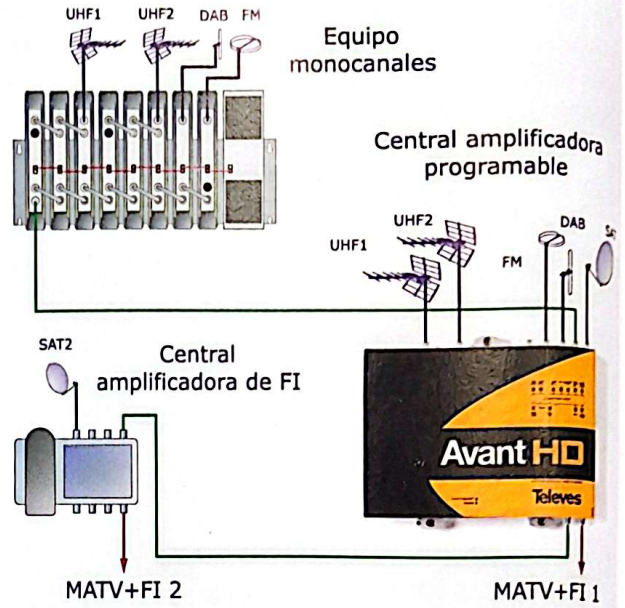


Figura 3.35. Ejemplo de montaje con central amplificadora.



Figura 3.36. Central amplificadora de línea. (Cortesía de Televés).

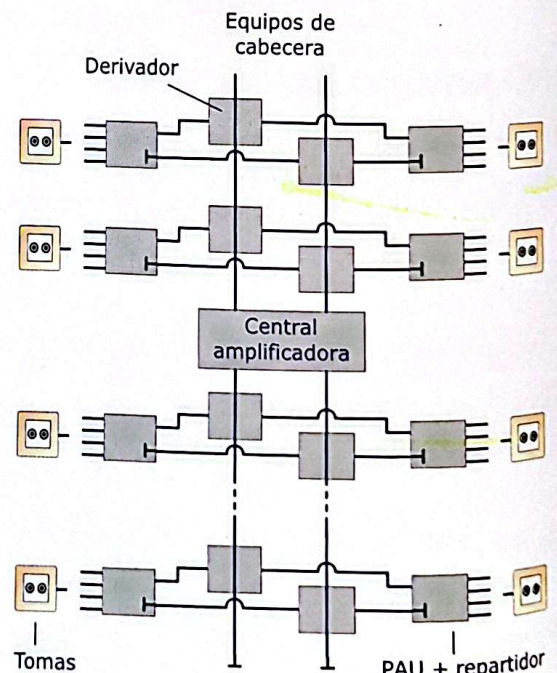


Figura 3.37. Ejemplo de central amplificadora de línea en ICT.



También se dispone de un dispositivo llamado **amplificador de línea** que se conecta a la salida del LNB y sirve para compensar las pérdidas del cable coaxial entre LNB y cabecera. Permite el paso de señal al LNB y se alimenta a través de la tensión que suministra el sintonizador o que proporciona una fuente de alimentación.



Figura 3.38. Conexión del amplificador de línea a LNB.

3.5.2. Procesadores de FI

Un **procesador de FI**, también llamado conversor FI-FI, es un dispositivo que permite seleccionar cualquier canal en la banda FI y su desplazamiento a otro canal dentro de la misma banda y sin cambiar la modulación. Es decir, permite seleccionar y ordenar los canales de satélite de interés dentro de la banda de 950 a 2150 MHz.



Figura 3.39. Procesador FI. (Cortesía de Televés).

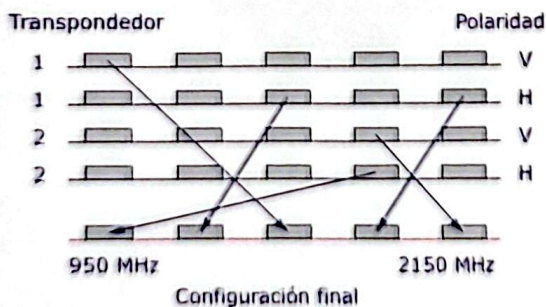


Figura 3.40. Ordenación de canales.

Se fabrican procesadores de FI capaces de convertir hasta 3 canales por módulo.

Cuando queremos reubicar un canal procesado en la frecuencia ocupada por otro canal, el nivel del canal procesado debe ser 10 dB a 20 dB superior al canal original, para que este deje de verse.

Los procesadores de FI necesitan ser programados para poder indicarles la frecuencia de entrada y la de salida (Figura 3.41).



Figura 3.41. Programador. (Cortesía de Televés).



SABÍAS QUE...

Los programadores universales valen para todos los dispositivos que necesitan ser programados, no solo los procesadores de FI, sino también amplificadores, transmoduladores, etc. De esta manera con un solo mando se programan todos ellos.

3.5.3. Transmoduladores

Como ya se vio con la TV terrestre, los transmoduladores son dispositivos que toman un canal con una modulación y lo transforman en otro canal con una modulación distinta.

El proceso consiste en la demodulación de un transpondedor satélite con un ancho de banda entre 27 y 36 MHz, y la posterior remodulación del conjunto de datos, a otra modulación, por ejemplo de tan solo 8 MHz de ancho de banda, permitiendo total compatibilidad con los canales terrestres.

Existen varios tipos de transmoduladores, entre ellos:

- **Transmodulador QPSK-COFDM.** Permite seleccionar los servicios de un transpondedor y empaquetarlos en un múltiple COFDM que puede ser posicionado en cualquier frecuencia de VHF o UHF.

- **Transmodulador QPSK-QAM.** Transforma un canal digital de satélite (QPSK) a un canal digital para redes de distribución por cable (QAM) en VHF o UHF.
- **Transmodulador QPSK-FM.** Selecciona una señal de radio o el audio de una señal TV de entre los canales en QPSK y genera una señal con modulación FM estéreo (se emplea con frecuencia en hostelería y restauración).
- **Transmodulador QPSK-PAL.** Transforma un canal digital de satélite con modulación QPSK en un canal analógico PAL en VHF o UHF.

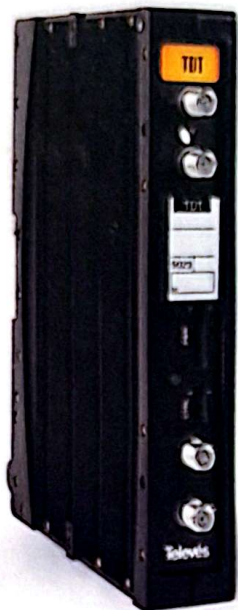


Figura 3.42. Transmodulador QPSK-QAM. (Cortesía de Televés).

3.5.4. Conmutador DiSEqC

Es un dispositivo que permite seleccionar entre varias opciones de entrada, generando una sola línea de bajada. Las señales de conmutación empleadas las suele generar el sintonizador satélite, son 13/18 V, 0/22 KHz y DiSEqC.



Figura 3.43. Conmutador DiSEqC. (Cortesía de Alcad).

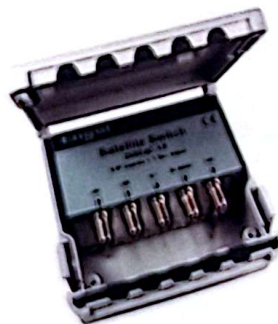


Figura 3.44. Conmutador DiSEqC. (Cortesía de Engel).

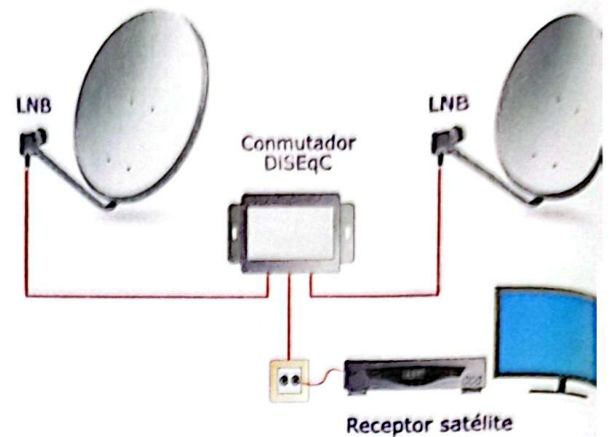


Figura 3.45. Conmutador DiSEqC para seleccionar antenas.

Tono DiSEqC

DiSEqC (*Digital Satellite Equipment Control*) es un protocolo de comunicación entre los receptores de TV satélite y sus periféricos. El sistema DiSEqC introduce una modulación en la señal de 22 kHz para subir más información por el cable coaxial. Dependiendo de las versiones de este protocolo, pueden enviarse a través del cable coaxial informaciones como selección de antena, selección de banda, selección de polaridad, posición de la antena, etcétera.

Para sacar provecho de los comandos DiSEqC es preciso disponer de conmutadores, conversores y receptores compatibles con este sistema. Todos los elementos de conmutación DiSEqC dejan pasar la tensión y el tono 0/22 kHz convencional.

Las señales de control son:

- Para la polaridad (H/V) 13/18 voltios.
- Para las bandas baja y alta (L/H) tono de 0/22 kHz.

Para más controles (varias antenas o parabólicas motorizadas) utiliza mensajes con «0» y «1», obtenidos modulando

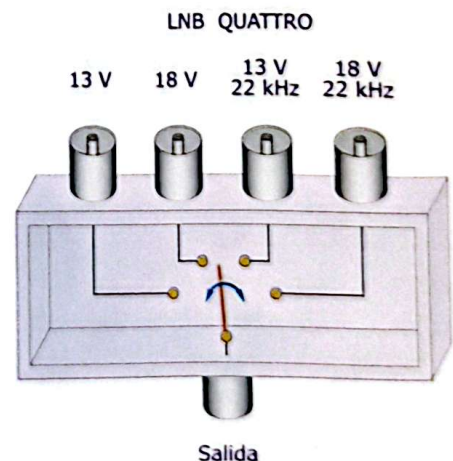


Figura 3.46. Conmutador DiSEqC, 1 satélite.

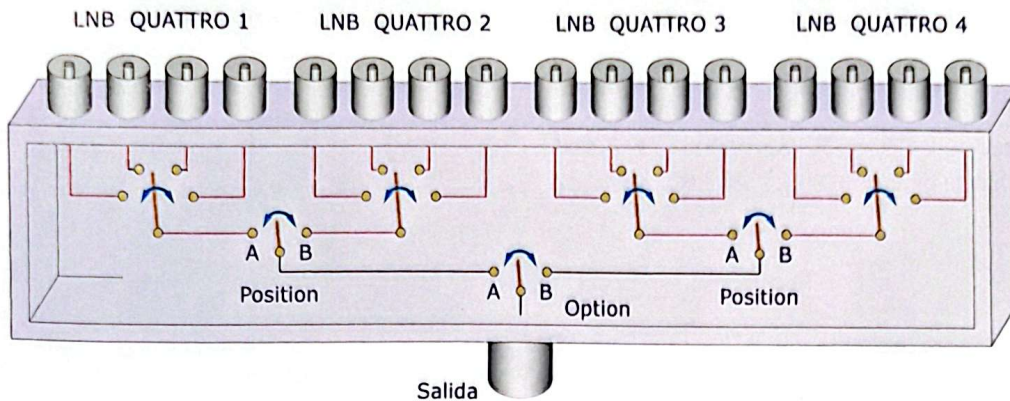


Figura 3.47. Conmutador DiSEqC, 4 satélites.

la señal de 22 kHz. Las órdenes viajan por el cable coaxial.

Por ejemplo, en la Figura 3.47, para 4 satélites, el usuario debe seleccionar la *option A/B* y la *position A/B* y después la señal (13/18 V) y el tono (0/22 kHz).

3.5.5. Multiconmutadores (multiswitch)

Los **multiconmutadores**, también llamados *multiswitch* o **multirrepartidores conmutables**, son dispositivos que, utilizando la acción combinada de las señales de conmutación DiSEqC, permiten a un usuario o grupo de usuarios la conmutación de uno o varios satélites con sus polaridades. También pueden permitir la mezcla con señal terrestre.

Existen varios tipos de repartidores conmutables, entre ellos:

- **Multiconmutador autónomo.** Lleva integrada la fuente de alimentación y es la versión compacta y más simple en su modo de trabajo.

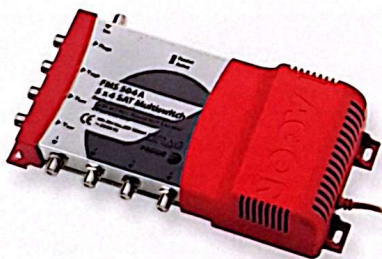


Figura 3.48. Multiconmutador de 4 polaridades / 4 salidas. (Cortesía de Fagor).

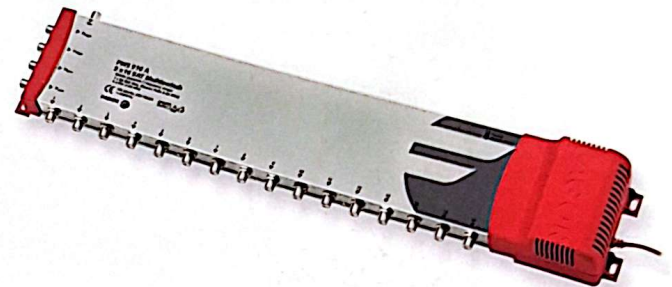


Figura 3.49. Multiconmutador de 4 polaridades / 16 salidas. (Cortesía de Fagor).

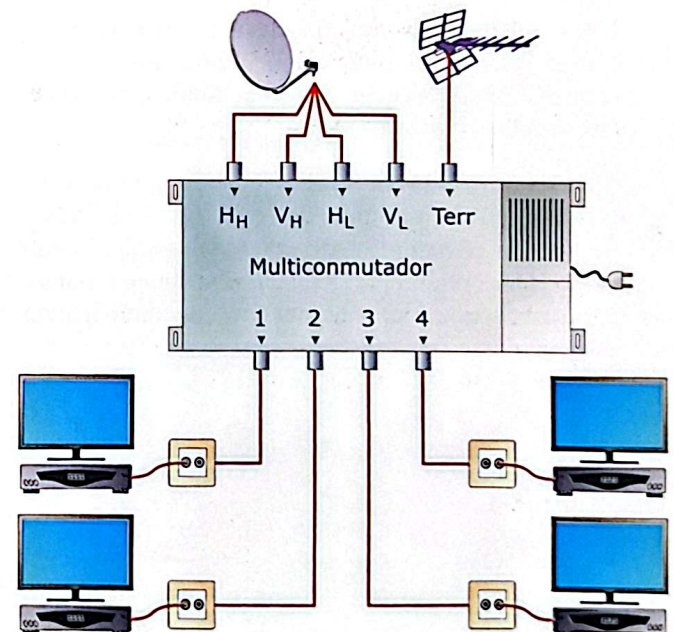


Figura 3.50. Ejemplo de instalación con multiconmutador autónomo.

- **Multiconmutador encadenable.** También llamado **multiderivador conmutable**, permite la conmutación de varias líneas de bajada a varios usuarios.

Recuerda

Las salidas no utilizadas se deben cerrar con una resistencia de 75 Ω.

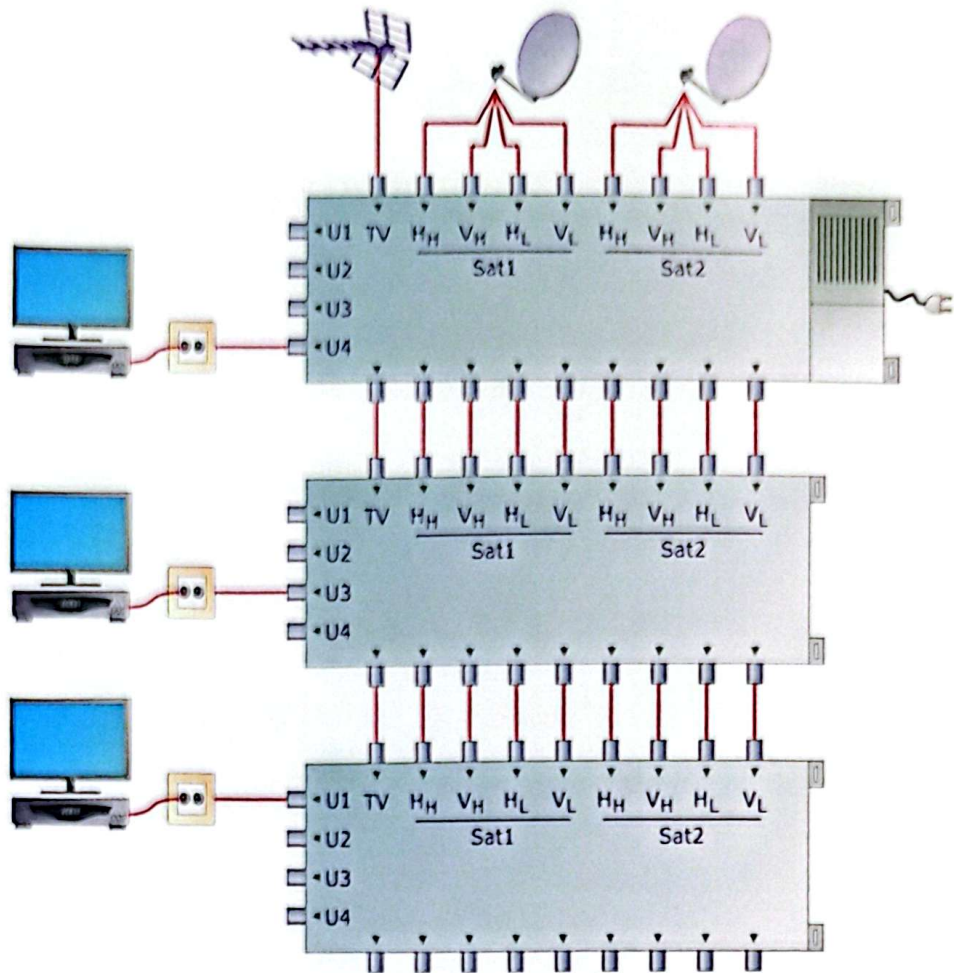


Figura 3.51. Ejemplo de instalación con multiconmutadores encadenables.

Estos multiconmutadores encadenables suelen tener un primer módulo que actúa como amplificador de cabezera, al cual se conectan los demás multiconmutadores en cascada.

- **Multiconmutador modular.** Permite que la instalación se pueda ir ampliando según las necesidades. Se pueden encadenar módulos tanto verticalmente como horizontalmente. Existen diferentes módulos para cada aplicación: conmutadores, de alimentación, combinadores, adaptadores, etcétera.

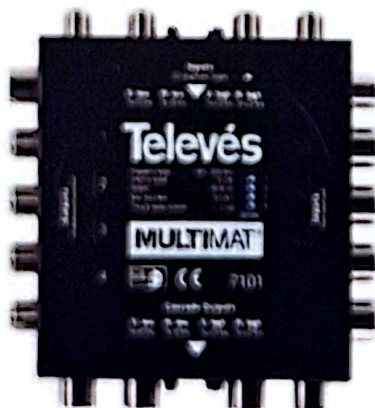


Figura 3.52. Multiconmutador modular. (Cortesía de Televisión).

SABÍAS QUE...

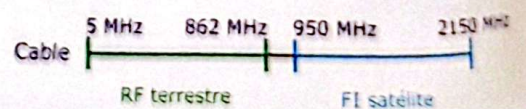
Las entradas y salidas de los multiconmutadores modulares están fabricadas para que se puedan conectar directamente uno con otro sin necesidad de un cable o adaptador.

Importante

Un cable coaxial solo puede soportar una polaridad de satélite en FI (950 – 2150 MHz). Si intentáramos pasar la polaridad en FI por el mismo cable coaxial, los canales de la nueva polaridad y los de la antigua, al estar en la misma frecuencia, se mezclarían y no se vería nada.

Como se puede ver en los catálogos, un cable coaxial porta hasta 2150 MHz; esta frecuencia se reparte entre las frecuencias terrestres y la FI satélite.

Reparto de frecuencias en cable coaxial



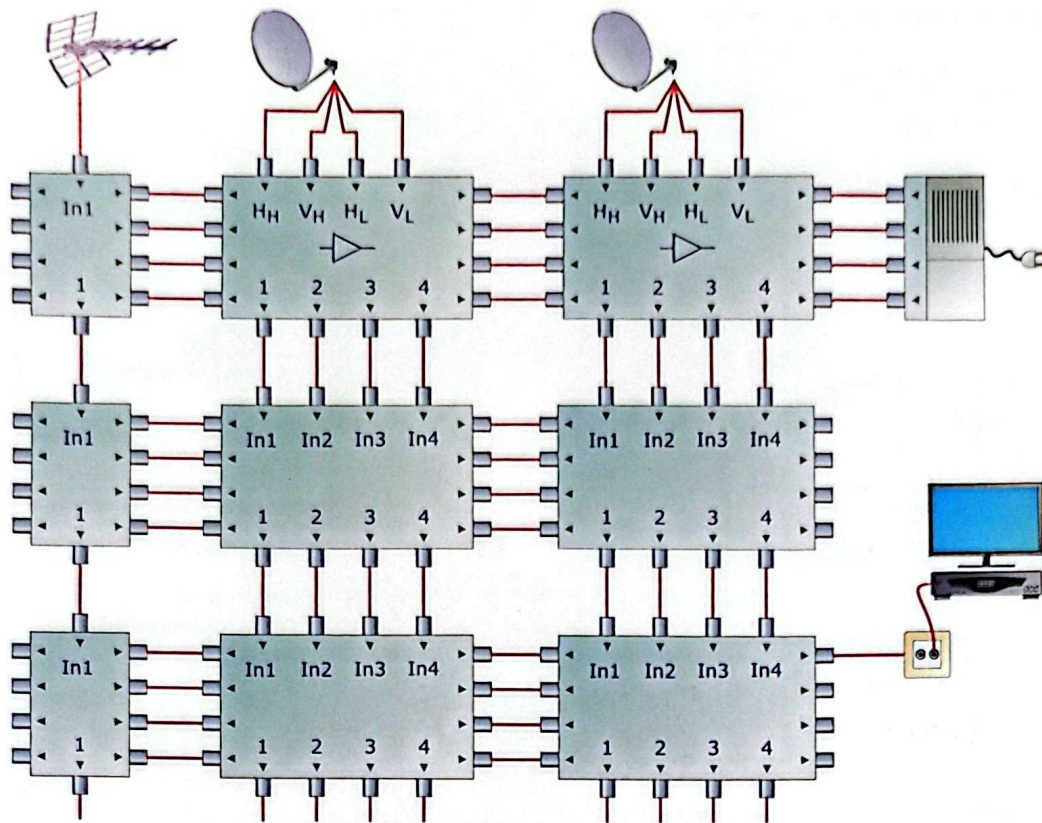


Figura 3.53. Ejemplo de instalación con multiconmutador modular.

3.6. Los sistemas de distribución de señales de TV satélite

Hay dos formas de realizar una instalación receptora de TV:

- Instalaciones individuales.
- Instalaciones colectivas.

3.6.1. Instalaciones individuales

El objetivo de una instalación de TV satélite individual es distribuir canales de satélite a una toma o a un número reducido de tomas pertenecientes a un solo usuario. El tipo de distribución empleado suele ser por FI (frecuencia intermedia), caracterizada por distribuir la señal en su formato original (QPSK o FM según el caso), tal y conforme la recogemos del LNB.

El sistema captador puede ser:

- **Sistema motorizado.** Se pueden recibir todas las posiciones orbitales deseadas, mediante la reorientación automática de la parabólica al satélite deseado.
- **Sistema fijo.** Con este sistema la antena parabólica permanece fija en su orientación.

La instalación individual de recepción de TV por satélite se puede realizar con diversas configuraciones:

- **Un satélite, un usuario.**

Material utilizado:

- Antena parabólica.
- LNB universal.
- Receptor satélite universal.

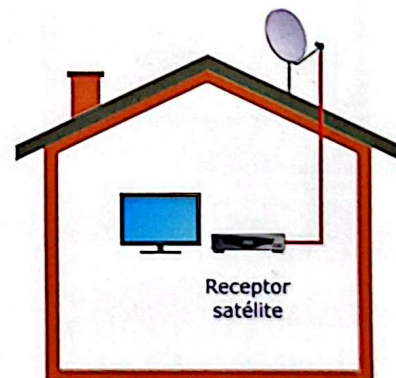


Figura 3.54. Un satélite, un usuario.

- **Un satélite, varios usuarios.**

Se emplea el siguiente material:

- Antena parabólica.
- LNB universal Twin, Quad u Octo.
- Receptores satélites universales (de 2 a 8).

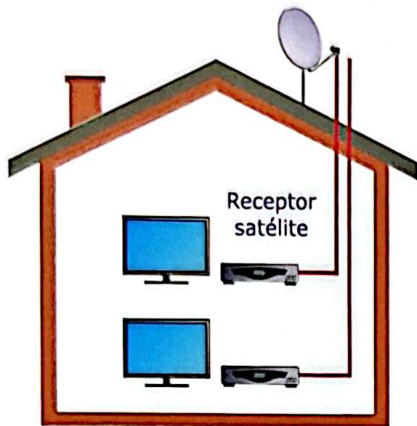


Figura 3.55. Un satélite, varios usuarios.

- **Dos satélites, un usuario.**

Se emplea el siguiente material:

- Antena parabólica.
- LNB monoblock.
- Receptor satélite con DiSEqC.

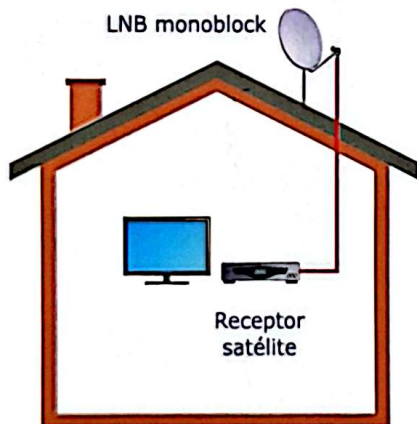


Figura 3.56. Dos satélites, un usuario.

- **Dos satélites, un usuario.**

Se emplea el siguiente material:

- Antena parabólica.
- Soporte multisatélite.

- 2 LNB universales.
- Receptor satélite para 2 LNB.

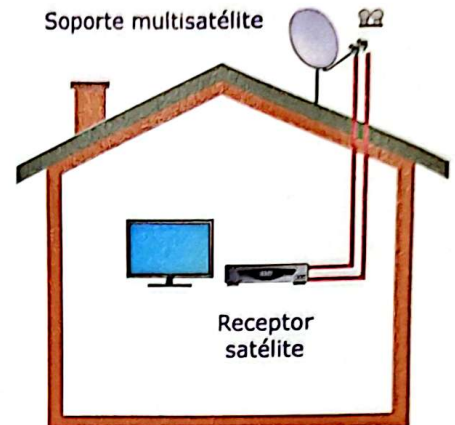


Figura 3.57. Dos satélites, un usuario.

- **Varios satélites, un usuario.**

Sistema motorizado.

Se emplea el siguiente material:

- Antena parabólica.
- Motor.
- LNB universal.
- Receptor satélite con DiSEqC.

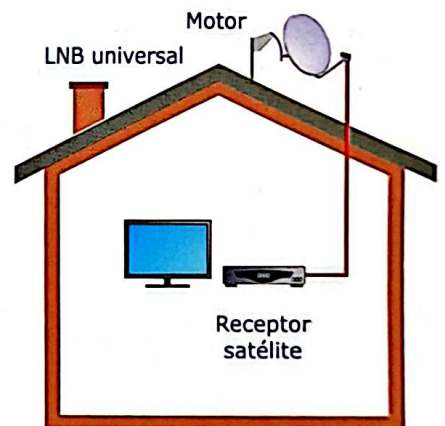


Figura 3.58. Varios satélites, un usuario.

- **Varios satélites, un usuario.**

Mediante conmutador DiSEqC.

Se emplea el siguiente material:

- Antenas parabólicas.
- Conmutador DiSEqC.
- LNB universal.
- Receptor satélite con DiSEqC.

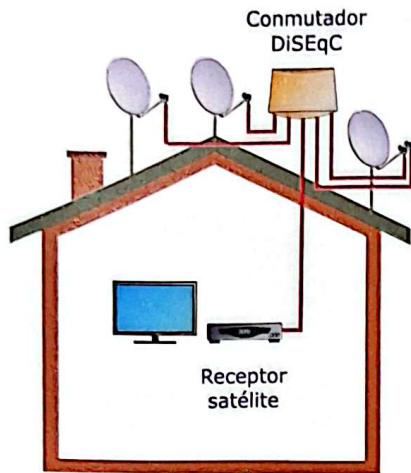


Figura 3.59. Varios satélites, un usuario.

• Sistema integrado con terrestre.

Un usuario, satélite junto con señales terrestres.

Se emplea el siguiente material:

- Antena parabólica.
- Antenas terrestres.
- LNB universal.
- Amplificador de mástil (no amplifica satélite).
- Fuente de alimentación.
- Receptor satélite individual.

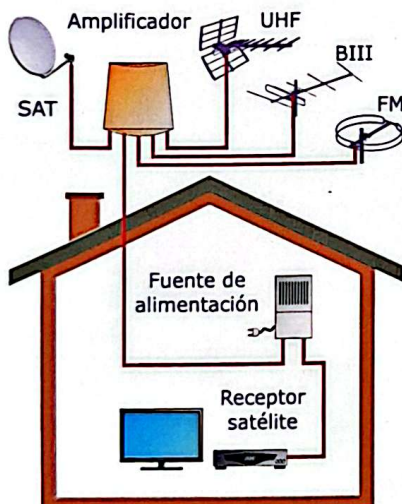


Figura 3.60. Sistema integrado con terrestre.

3.6.2. Instalaciones colectivas

Según el reglamento de ICT (anexo I, apartado 4.1.3), por cada uno de los dos cables que componen las redes de distribución y dispersión viajará la señal de un satélite más la señal terrestre, es decir, por el cable 1 viajarán Sat A +

Terrestre, y por el cable 2, Sat B + Terrestre. Este tipo de instalaciones se denominan SMATV.

Las formas de distribuir la señal satélite en los edificios son las siguientes:

1. Distribución en frecuencia intermedia.
2. Distribución en frecuencia intermedia mediante multiconmutadores.
3. Distribución en frecuencia intermedia mediante procesadores de FI.
4. Distribución mediante transmoduladores.

1. Distribución en FI

Consiste en distribuir las señales procedentes del LNB en su modulación original, es decir, QPSK o FM (según el caso), y dentro de la banda de frecuencias comprendida entre 950 y 2500 MHz (FI). Así pues, el usuario en su toma tendrá la señal tal y como se encuentra a la salida del conversor (LNB), debiendo disponer de un receptor satélite analógico o digital que le permita remodular el canal satélite a un formato terrestre que se pueda ver en el televisor.

Una posible instalación para una polaridad-banda de satélite sería (Figura 3.61) empleando un amplificador de FI sin mezcla. Desde los mezcladores se realizarían las bajadas, teniendo en una de ellas señales terrestres y en la otra bajada terrestres + SAT.

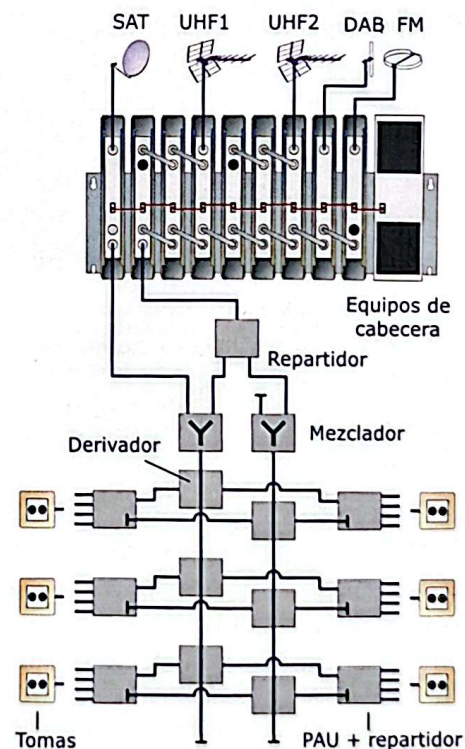


Figura 3.61. Distribución de una polaridad de FI.

Si queremos emplear dos polaridades-bandas de satélite, la instalación se puede realizar de dos formas (Figuras 3.62 y 3.63). En ambos casos se emplean amplificadores de FI con mezcla. En un caso la señal terrestre se lleva a un repartidor y de aquí se mezcla con la señal del satélite, teniendo dos líneas de bajada (Terrestre + SAT1 y Terrestre + SAT2). En el otro caso, las señales terrestres se llevan por automezcla a cada amplificador de FI y desde aquí las dos líneas de bajada.

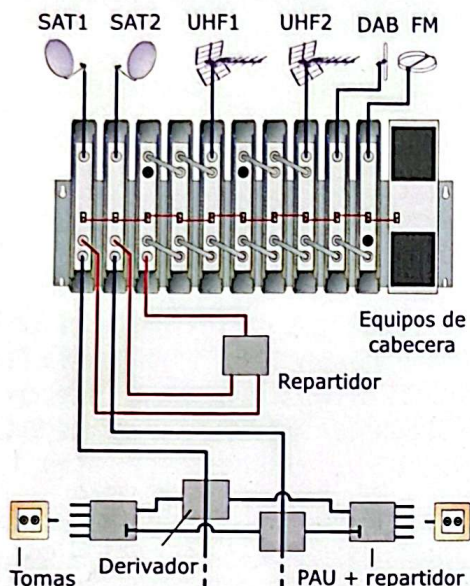


Figura 3.62. Distribución de dos polaridades-bandas de FI con repartidor.

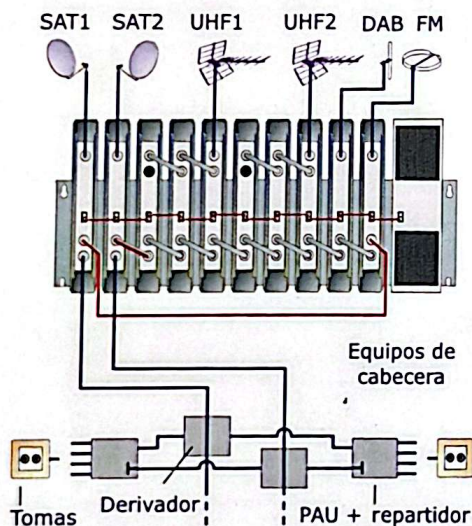


Figura 3.63. Distribución de dos polaridades-bandas de FI sin repartidor.

También se puede realizar la instalación empleando una central amplificadora programable en la que se recibirá la señal proveniente de un satélite junto con el resto de señales. La señal de un segundo satélite se puede recibir en una central amplificadora de FI (Figura 3.64).

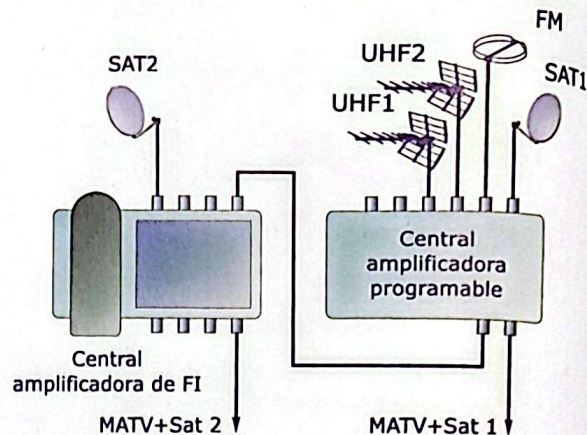


Figura 3.64. Distribución en FI con central amplificadora programable.



SABÍAS QUE...

Las siglas CAG en un amplificador quieren decir control automático de ganancia; consiste en un circuito que compensa las variaciones de nivel de señal de entrada aumentando o disminuyendo la ganancia según convenga.

O emplear dos centrales amplificadoras de FI, cada una de las cuales recibe la señal de un satélite (Figura 3.65).

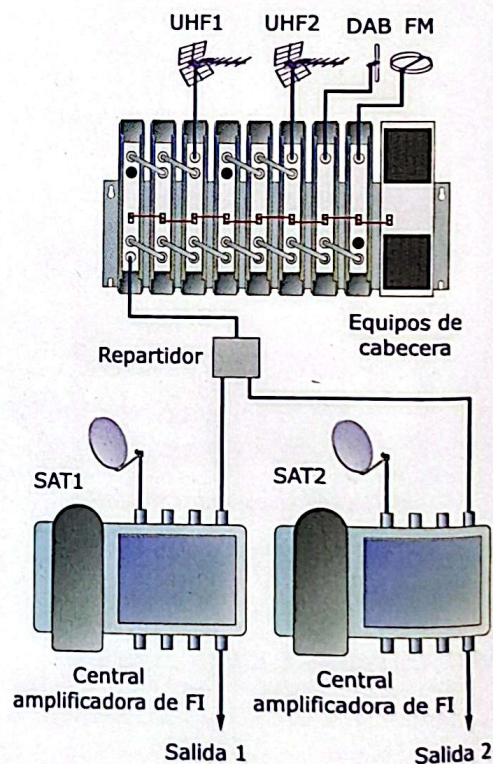


Figura 3.65. Distribución en FI con dos centrales amplificadoras de FI.



2. Distribución en frecuencia intermedia mediante multiconmutadores

Para la distribución de varias polaridades se puede utilizar multiconmutadores (ya estudiados anteriormente). El usuario debe disponer de un receptor satélite con códigos DiSEqC.

3. Distribución en frecuencia intermedia mediante procesadores de FI

Se trata de recolocar los canales satélites de interés en la banda de FI (950-2150 MHz) mediante los **procesadores de FI** (vistos anteriormente). Este sistema permite obtener el máximo rendimiento a la banda de FI.



Recuerda

Por cada cable coaxial de bajada solo se puede transportar una polaridad de FI.

Actividad resuelta 3.6

Realiza el diseño de la cabecera para recibir los siguientes canales:

- 2 canales procesados de polaridad V_H .
- 5 canales procesados de polaridad H_L .

Solución:

Los dos cables de salida del LNB Quattro van a los procesadores, y de estos, mediante automezcla, a un amplificador de FI que compensará las pérdidas de la distribución.

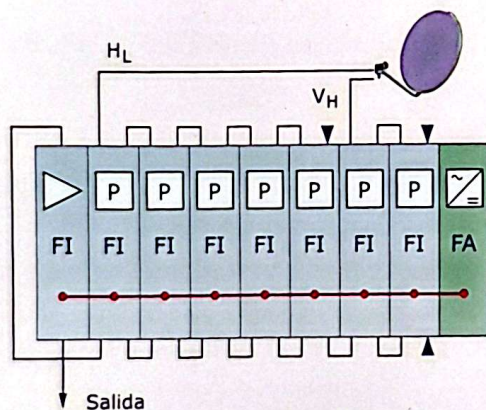


Figura 3.66. Cabecera.

Nota: el esquema es teórico, para su implementación se debe ajustar a las instrucciones y materiales de cada fabricante.

Actividad resuelta 3.7

Realiza el diseño de la cabecera de ICT con las siguientes características:

- Por un cable de la red de distribución bajarán 2 canales de la polaridad H_H del Hispasat.
- Por el otro cable bajará toda la polaridad V_L del Astra incluyendo 5 canales procesados de la polaridad V_H .
- Para el Hispasat procedemos de forma similar a la Actividad resuelta 3.6.
- Para el Astra debemos introducir los canales procesados de V_H en los huecos de la polaridad V_L , utilizando un mezclador a la entrada del amplificador de FI.

Solución:

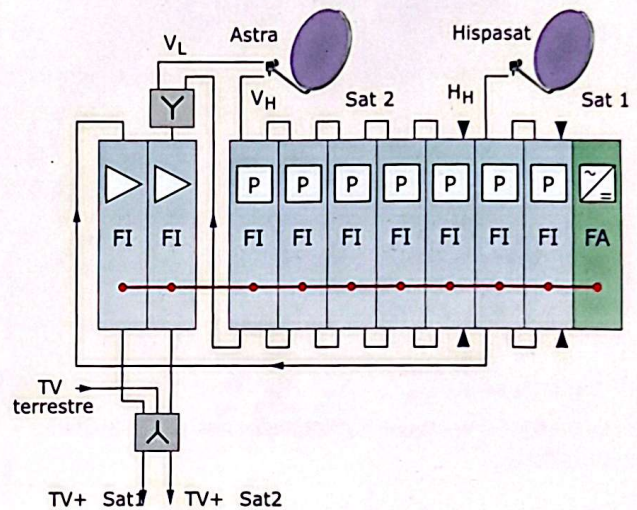


Figura 3.67. Cabecera.

Nota: el esquema es teórico, para su implementación se debe ajustar a las instrucciones y materiales de cada fabricante.

4. Distribución mediante transmoduladores

En la cabecera de la instalación se instala un transmodulador por canal satélite a distribuir. La salida del transmodulador necesita amplificarse para dar a las señales el nivel de potencia necesario.

A partir de este punto, dicho canal ya amplificado se mezclará con los demás canales terrestres y se distribuirá hasta la toma de usuario como un canal terrestre más. El usuario no necesita un receptor satélite para poder ver el canal.

Actividad resuelta 3.8

Realiza el diseño de una cabecera con amplificación a la salida de los transmoduladores, para 4 canales transmodulados de la polaridad V_L y 3 de la polaridad H_L , en los siguientes casos: a) con amplificadores monocanales y b) con amplificador de banda ancha.

Solución:

a) Con amplificadores monocanales.

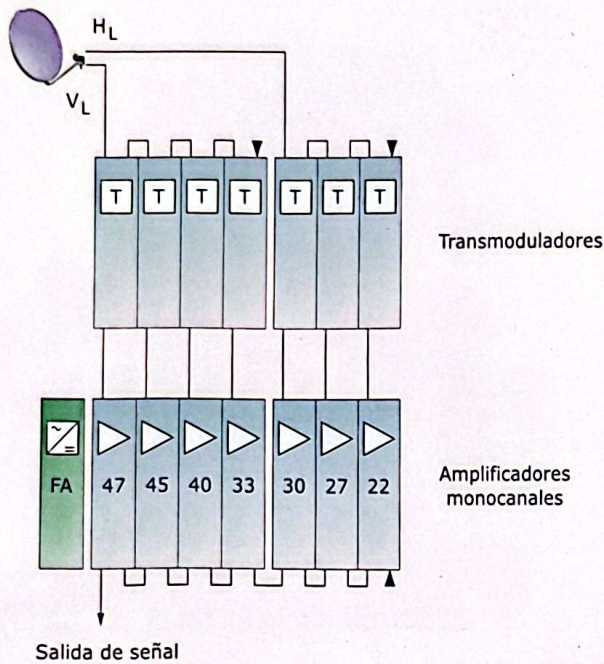


Figura 3.68. Cabecera con transmoduladores y amplificadores monocanales.

La señal FI del LNB se inyecta a los transmoduladores. Cada transmodulador convierte cada canal satélite a un canal terrestre, por ejemplo C-22, 27, 30, 33, 40, 45, 47 y después se amplifican con un amplificador monocanal.

b) Con amplificador de banda ancha.

Similar al anterior, únicamente que la salida de todos los transmoduladores se conecta a un amplificador de banda ancha.

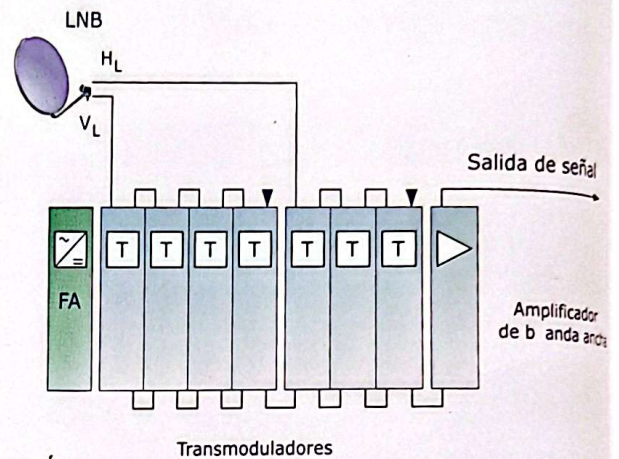


Figura 3.69. Cabecera con transmoduladores y un amplificador de banda ancha.

Actividad resuelta 3.9

Realiza el diseño de una cabecera para amplificar los siguientes canales:

- 5 canales UHF desde un repetidor 1.
- 2 canales UHF desde un repetidor 2.
- DAB.
- FM.
- FI de la polaridad H_L del Hispasat.
- FI de la polaridad V_L del Astra.
- 2 canales transmodulados de la polaridad V_L del Astra.
- 2 canales transmodulados de la polaridad V_H del Astra.
- 1 canal transmodulado de la polaridad H_H del Hispasat.

Escribe sobre cada amplificador el canal que veas conveniente.



Solución:

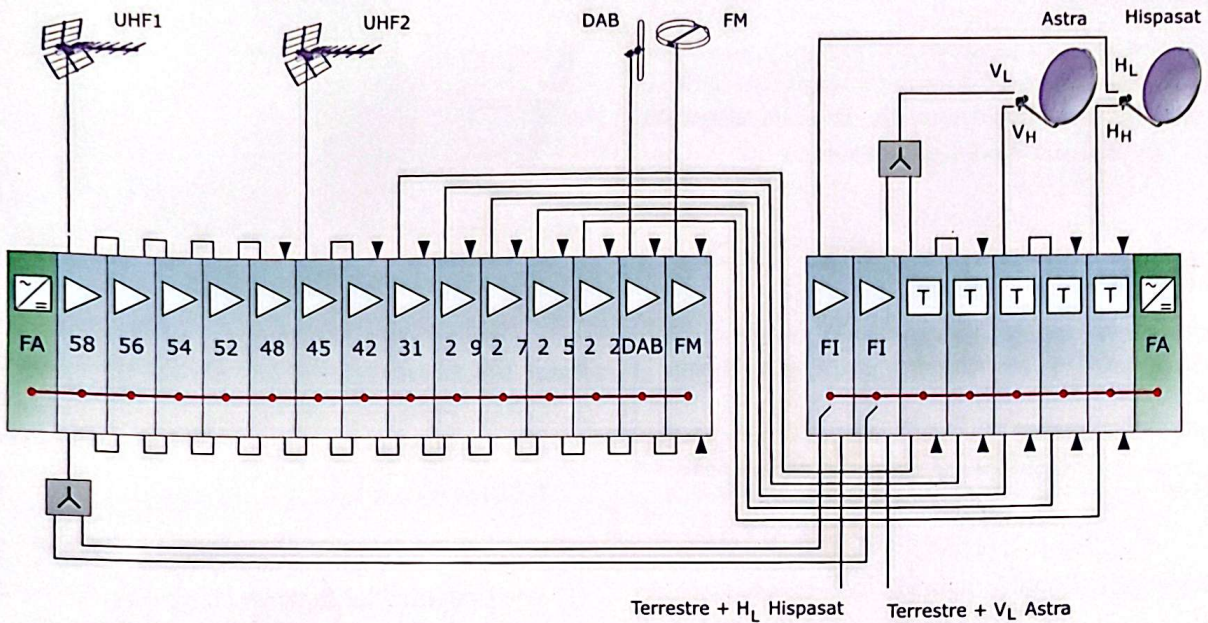


Figura 3.70. Cabecera.

A partir de los dos cables, se realiza la bajada de señal hacia las tomas de los usuarios.

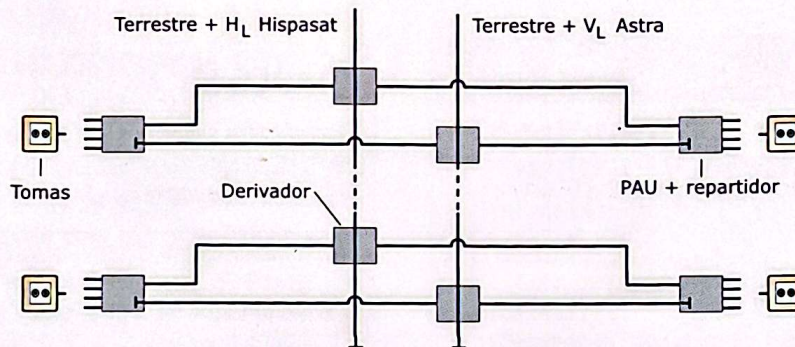


Figura 3.71. Red de dos bajantes.

Nota: los esquemas son teóricos, para su implementación se debe ajustar a las instrucciones y a los materiales de cada fabricante.

Actividad propuesta 3.1

Ayudado por los esquemas vistos anteriormente, dibuja los esquemas de cabecera y red de los siguientes ejercicios:

1. Captar los canales UHF: 25, 42, 34, 45; VHF: 12, 5. FM, DAB y 3 programas transmodulados del ASTRA. Unir a la red de: 1 bajante, 4 plantas, 2 viviendas por planta y 3 tomas por vivienda.
2. Captar los canales del repetidor A canales: 23, 40, 34, 39; repetidor B canales: 37, 43, 48, 6, 12 - FM, DAB - 3 canales transmodulados de la polaridad V_H del ASTRA y 1 canal de la polaridad H_H . Unir a la red de: 3 bajantes, 4 plantas, 6 viviendas por planta (2+2+2) y 2 tomas por vivienda.
3. Captar los canales UHF: 25, 42, 34, 45, FM, DAB, la polaridad V_H del ASTRA con 2 procesados de la H_H , y la polaridad V_H del Hispasat. Unir a la red de: 2 bajantes, 2 plantas, 15 viviendas por planta (8+7), 4 tomas por vivienda.

3.7. Orientación de una antena parabólica

Para orientar una antena parabólica se pueden consultar algunas páginas de internet que proporcionan una serie de datos o se debe conocer/calcular los datos de elevación, azimut y la polarización del conversor.

SABÍAS QUE...

Existen en internet recursos donde se puede obtener ayuda a la hora de realizar la orientación de la antena parabólica, por ejemplo: www.lyngsat.com, o www.satbeams.com.

Elevación (E). También llamada inclinación, es el ángulo que hay que elevar la antena, desde el horizonte.

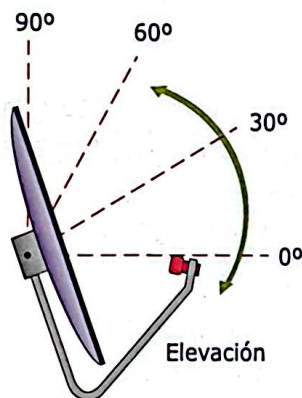


Figura 3.72. Elevación.

Azimut (A). Es el ángulo que hay que girar la antena horizontalmente.

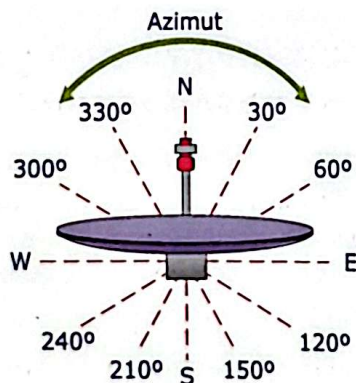


Figura 3.73. Azimut.

Polarización (Pc). Es el ángulo que hay que girar el LNB para recibir correctamente las polarizaciones.



Figura 3.74. Polarización.

El cálculo para la orientación se hace en tres partes:

1. Datos necesarios:

- Latitud del lugar de recepción = θ (theta).
- Longitud del lugar de recepción menos longitud del satélite = δ (delta).
- Relación radio Tierra/órbita satélite: $P = 0,15127$
- Ángulo auxiliar = β (beta).

SABER MÁS

Los cálculos siguientes son para antenas de foco primario. Si se utilizan antenas *offset*, al ángulo de elevación calculado se le deben restar 25°.

2. Se aplican las siguientes fórmulas:

$$\delta = \text{long}_{\text{antena}} - \text{long}_{\text{satélite}}$$

$$\beta = \arccos(\cos \theta \cdot \cos \delta)$$

$$\text{Elevación: } E = \arctan \frac{\cos \beta - P}{\sin \beta}$$

$$\text{Azimut: } A = 180^\circ + \arctan \frac{\tan \delta}{\sin \theta}$$

$$\text{Polarización: } P_c = \arctan \frac{\sin \delta}{\tan \theta}$$

$$\text{Distancia (km): } D = 35\,786 \sqrt{1 + 0,41999(1 - \cos \theta)}$$

Hay que tener en cuenta:

- Longitudes al este se consideran positivas (+).
- Longitudes al oeste se consideran negativas (-).
- Latitudes al norte se consideran positivas (+).
- Latitudes al sur se consideran negativas (-).

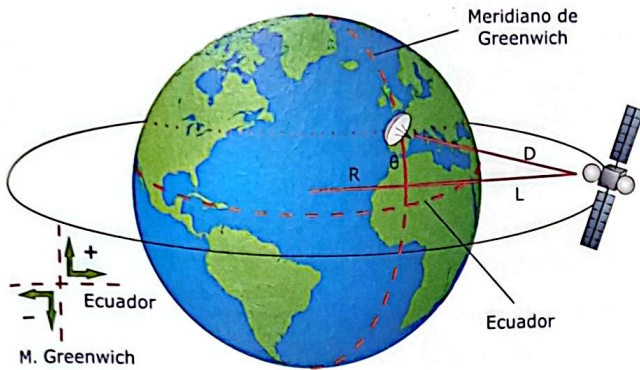


Figura 3.75. Coordenadas para la orientación.



Recuerda

La declinación magnética se debe a que el norte magnético no coincide con el norte geográfico y por tanto se debe corregir esta desviación.



SABER MÁS

Otra forma de obtener los datos es mediante utilidades de páginas web, por ejemplo:

<https://www.dishpointer.com/>

Actividad resuelta 3.10

Calcula la orientación de una antena en Valladolid para el satélite Astra.

Solución:

Buscamos los datos de la posición de Valladolid en tablas o internet y asignamos signos (+,-).

Los datos obtenidos son los siguientes:

θ = latitud de Valladolid = $41,39^\circ$ N.

Longitud de Valladolid = $4,43^\circ$ W ($-4,43^\circ$).

Declinación de Valladolid = $4,5^\circ$.

Longitud Astra = $19,2^\circ$.

Aplicando las fórmulas:

$$\delta = \text{long Valladolid} - \text{long Astra} = -4,43 - 19,2 = -23,63^\circ$$

$$\begin{aligned} \text{Azimut } A &= 180^\circ + \arctan \frac{\tan \delta}{\sin \theta} = 180^\circ + \\ &+ \arctan \frac{\tan (-23,63^\circ)}{\sin 41,39^\circ} = 146,5^\circ \end{aligned}$$

En el caso de que se utilice una brújula para la orientación, debería tener en cuenta la declinación magnética de Valladolid, así el nuevo azimut sería: $A + 4,5 = 151^\circ$.

$$\begin{aligned} \beta &= \arccos (\cos \theta \cdot \cos \delta) = \\ &= \arccos (\cos 41,39^\circ \cdot \cos -23,63^\circ) = 46,6^\circ \end{aligned}$$

Actividad propuesta 3.2

Calcula los datos de posicionamiento de una antena que se va a orientar hacia el satélite Hispasat desde Granada.

Datos de partida:

- θ = latitud de Granada = $37,11^\circ$ N.
- Longitud de Granada = $3,36^\circ$ W.
- Declinación de Granada = $3,5^\circ$.
- Longitud del satélite Hispasat = 30° W.

Resultados: $\delta = 26,64^\circ$; $\beta = 44,535^\circ$; $E = 38,68^\circ$;
 $A = 219,74^\circ$; $\Phi = 30,65^\circ$; $D = 37882,658$ km.

3.8. Cálculo, instalación y ajuste de una antena

Antes de proceder a la instalación de una antena parabólica se debe realizar una serie de cálculos para conocer las necesidades que debe tener la antena en función del lugar geográfico de instalación y del satélite al cual apuntará.

Posteriormente, se instalará. Hay que tener en cuenta los diferentes tipos de antenas (fijas, motorizadas o multisatélite); en función de estos, el método de instalación y ajuste variará.

3.8.1. Cálculo del diámetro de una antena parabólica

Para averiguar el tamaño de una antena parabólica se tiene dos métodos:

- Búsqueda mediante catálogos o en las páginas web específicas. A veces directamente en la huella del satélite.
- Cálculo.

Para obtener su tamaño mediante cálculo, se aplica la siguiente expresión matemática:

$$\frac{C}{N} = PIRE + G_r + 20 \log \frac{\lambda}{4\pi D} - 10 \log (K B T) - A$$

Donde:

C/N : relación entre la portadora y el ruido en dB. Los valores aconsejables son los especificados en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5. Valores aconsejables de C/N

	Analógica	Digital
Individual	15 dB	12 dB
Colectiva	17 dB	15 dB

λ : longitud de onda. Se aplica la expresión:

$$\lambda_{cm} = \frac{30}{f_{GHz}}$$

D : distancia al satélite:

$$D_{km} = 35\,786 \sqrt{1 + 0,41999 (1 - \cos \beta)}$$

K : constante de Boltzmann = $1,38 \cdot 10^{-23} \text{ W s}^\circ\text{K}$.

T : temperatura en grados Kelvin ($^\circ\text{K}$) del conversor de la antena (ofrecida por el fabricante). Para antenas de 1 m: $T_{antena} \approx 90^\circ\text{K}$, $T_{conversor} \approx 84^\circ\text{K}$, $T_{amb} \approx 300^\circ\text{K}$.

B : ancho de banda del canal. $B \approx 27 \text{ MHz}$.

A : pérdidas adicionales. En días despejados se sitúa a: $A \approx 0,5 \text{ dB}$.

$PIRE$: Potencia Isotrópica Radiada Efectiva. Se obtiene de la huella del satélite en dBW.

De esta expresión interesa la ganancia de la antena sustituyendo los valores para antenas de hasta 1 metro se obtiene la siguiente aproximación:

$$G_r \approx 74,3 - PIRE + \frac{C}{N}$$

Actividad resuelta 3.11

Calcula el tamaño de una antena parabólica para recibir los servicios del satélite Astra en Valencia.

Solución:

De la gráfica de la huella o diagrama de cobertura del satélite se obtiene el PIRE, obteniendo un valor de 51 dBW.

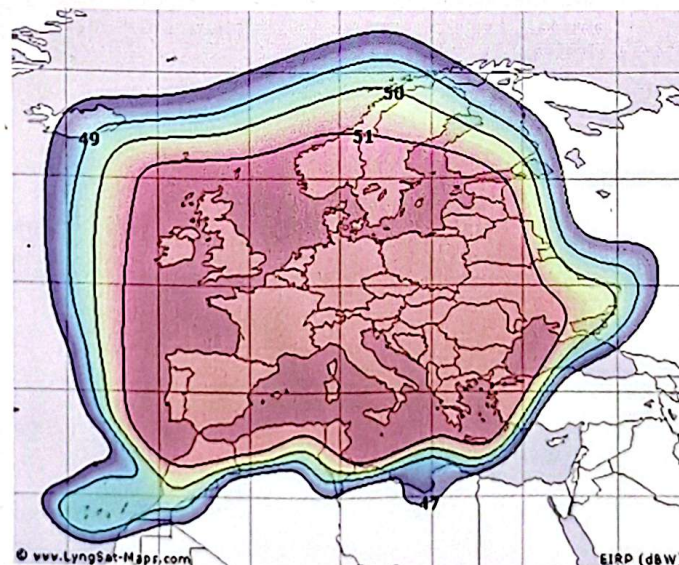


Figura 3.76. Huella o diagrama de cobertura (Astra 1M).



Con estos datos, se sustituye en la fórmula, obteniendo una ganancia de: $G = 74,3 - PIRE + CIN = 74,3 - 51 + 15 = 38,3$ dB. Y consultando el catálogo, para toda la FI (de 10,75 a 12,75 GHz) se busca una antena cuya ganancia sea igual o inmediata superior a la calculada.

Tabla 3.6. Hoja de catálogo del fabricante. (Cortesía de Ikusi)

MODELO suministradas en caja individual		RPA-060 (3065)	RPA-080 (3067)	RPA-100 (3069)
Diámetro	cm	60 / gris claro	80 / gris claro	100 / gris claro
Ganancia	10,75 GHz	dBi	34,7	36,8
	11,75 GHz		35,2	37,8
	12,75 GHz		36,1	38,5
Ángulo offset	°	25	25	25
Ángulo de apertura (a 12,75 GHz)	°	< 3,1	< 2,2	< 1,8
Carga del viento (130/150 km/h)	N	320 / 435	520 / 710	800 / 1095

Se selecciona la antena de 100 cm que proporciona una ganancia mayor de 38,3 dB en todas las frecuencias.

Existen aplicaciones (algunas de ellas provenientes de los operadores de los satélites) que proporcionan directamente el diámetro de la parabólica.

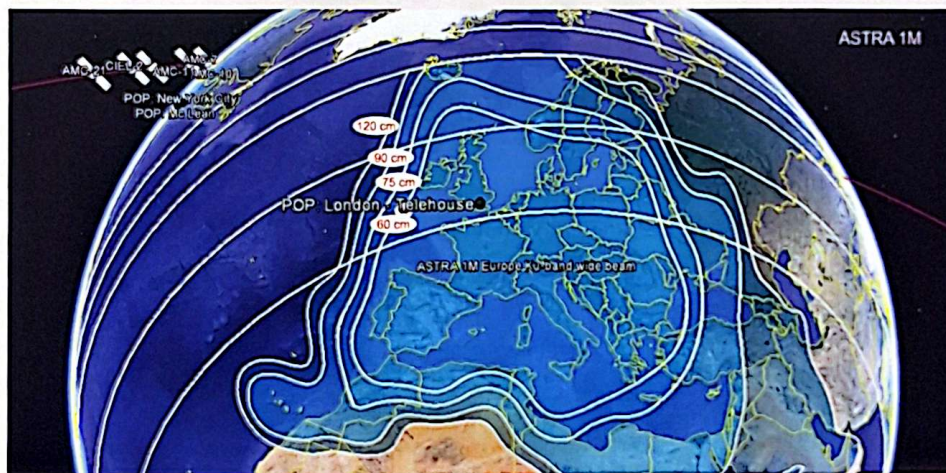


Figura 3.77. Huella o diagrama de cobertura (Astra 1M). (Cortesía de SES).

3.8.2. Instalación y ajuste de la antena parabólica fija

Una vez realizado el cálculo de los ajustes pertinentes, se procede a la instalación de la antena parabólica siguiendo este proceso:

1. Para instalar la antena se elegirá una ubicación adecuada, orientada hacia el **sur**. Lo primero que se debe hacer es comprobar que nada obstaculiza su visión.

2. Una vez escogido el lugar, se procede a la instalación de la base de la parabola. Esta ha de fijarse de manera que quede suficientemente segura para soportar el peso y la carga del viento.
3. Una vez ubicada físicamente la antena, se procederá a orientarla en elevación y azimut, según los datos calculados.

Para dar el valor de **elevación** correspondiente, se actuará sobre el ajuste de elevación situado en el soporte de la antena, utilizando un **inclinómetro** o la escala graduada que suelen traer las parabólicas.



Figura 3.78. Inclinómetro. (Cortesía de Johnson Level).

Si se emplea una antena parabólica con la escala graduada de ángulos sobre su misma estructura, el ángulo a emplear se mide sobre dicha escala. Si no incluye la escala de ángulos se debe emplear el inclinómetro y en este caso se debe tener en cuenta una serie de consideraciones.

Para antenas *offset*, el ángulo de elevación se debe corregir y para ello se le restarán 25° ($E = E - 25^\circ$).

Si se emplea un inclinómetro hay que tener claro sobre qué ángulo es el que se realiza la medida. A veces se utiliza el ángulo complementario, en este caso se debe restar a 90° la elevación (Figura 3.79).

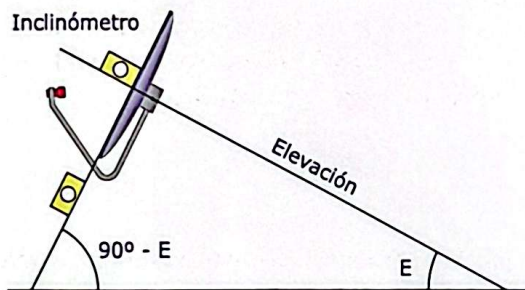


Figura 3.79. Ángulo de elevación y su complementario.

Para realizar el **ajuste de azimut**, se gira la antena (izquierda-derecha) sobre su soporte con la ayuda de una brújula. Hay que tener en cuenta la declinación magnética del lugar de recepción.



Figura 3.80. Brújula.

- El siguiente paso es el **ajuste de la polarización**. Esta polarización es el ángulo que hay que girar LNB para que la polarización horizontal o vertical las señales incidan perfectamente sobre el conversor. Este ajuste de polarización depende de las coordenadas geográficas del lugar donde se sitúe la antena parabólica. Para ello se hace girar el LNB respecto a la vertical.
- Una vez realizados los ajustes, se sintoniza un canal en el medidor de campo y se comprueba su correcta recepción. Si no, se hacen pequeños desplazamientos de la antena hasta visionar correctamente el canal.

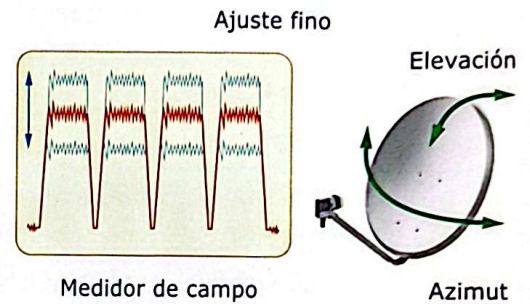


Figura 3.81. Ajuste fino de elevación y azimut.

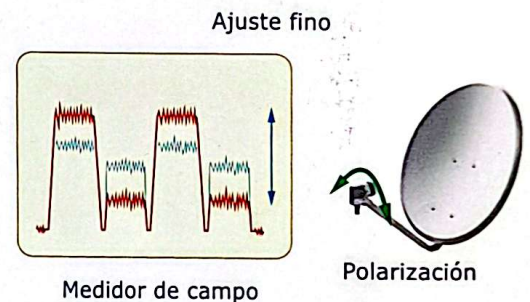


Figura 3.82. Ajuste de la polarización del LNB.

3.8.3. Instalación y ajuste de la antena parabólica polar (motorizada)

La parte más complicada de una instalación de este tipo es el ajuste del arco polar. El arco polar es el movimiento que tiene que describir la parábola para recibir todos los satélites situados en la órbita geostacionaria.

Para su instalación, se siguen en todo momento las instrucciones del fabricante y se busca un lugar despejado hacia el sur. Es importante que no haya obstáculos en el giro y que el soporte de la antena esté bien nivelado.

Se fija la latitud del lugar de recepción en la escala del motor y se pone la escala del azimut a 0° .

Primero, en el receptor satélite, se introducen los datos del lugar de recepción y se selecciona un satélite.



ejemplo el Astra ($19,2^\circ$), y se memoriza. La antena girará hacia el lugar de orientación donde cree que está este satélite y se parará. Seguidamente se debe verificar y corregir realmente la posición para que esté correctamente orientada, en este caso hacia el Astra.

Nuevamente en el receptor satélite, se introducen los datos de otro satélite, por ejemplo del Hispasat (30°), y la antena girará hasta orientarse al Hispasat, ahora correctamente. Se comprueban los demás satélites por si hay que hacer algún ajuste.

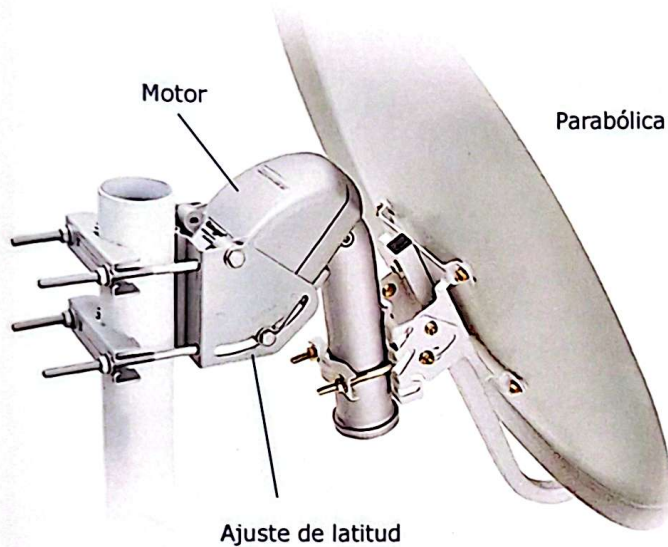


Figura 3.83. Ajuste de latitud.

SABER MÁS

Entra en internet y busca «instalar antena parabólica motorizada»; encontrarás varios videotutoriales que te mostrarán con imágenes este tipo de instalación.

Actividad resuelta 3.12

De la Actividad resuelta 2.49, realiza los cálculos de pérdidas en toma para la frecuencia de 2150 MHz.

Solución:

Las Tablas 3.7 y 3.8 muestran el resumen de los datos que necesitamos de la Actividad resuelta 2.46.

Tabla 3.7. Colocación de derivadores

Plantas	Derivador-referencia	Pérdidas de derivación
4°-5°-6°	85382	20 dB
3°-2°	85381	16 dB
1°	85380	11 dB

3.8.4. Instalación y ajuste de la antena parabólica multisatélite

Los cálculos de ajuste de una antena multisatélite, por ejemplo, para dos satélites Astra ($19,2^\circ$) y Eutelsat (13°), son los mismos que los realizados para una antena fija.

Primero pondremos en el punto focal de la antena el LNB1 de la antena con menor potencia de emisión, en este caso Eutelsat, y la orientamos como una antena fija normal.

Una vez ajustado perfectamente el LNB1, la forma del soporte de los LNB hará que el LNB2 quede orientado hacia Astra, aunque a veces hay que realizar un pequeño retoque.

3.8.5. Cálculo de las pérdidas en FI

Para realizar el cálculo de la instalación, primero se realiza tal y como se ha estudiado en la unidad anterior (TV terrestre).

Este primer cálculo se realizaba para una frecuencia de 862 MHz y se seleccionaban los diferentes elementos que intervenían. Ahora se vuelven a calcular con estos mismos elementos pero para FI (950-2150 MHz); para ello, de los catálogos se toman las atenuaciones para la frecuencia de 2150 MHz.

Las pérdidas en terrestre y en satélite son diferentes, pero la diferencia entre las pérdidas en toma son muy semejantes.

Para la elección del amplificador de FI, los fabricantes suelen tener uno de aproximadamente 35 a 50 dB de ganancia que cumple todas las expectativas.

Dan los valores de pérdidas en dB en cada toma a 862 MHz que se indican en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8. Pérdidas a 862 MHz

Planta	Pc	PpR	PpM	PpD	PdD	PpP	PdT	TOTAL
6. ^a	6,7 dB	4 dB	1,7 dB	—	20 dB	10,4 dB	1 dB	43,8 dB
5. ^a	7,2 dB	4 dB	1,7 dB	0,9 dB	20 dB	10,4 dB	1 dB	45,2 dB
4. ^a	7,8 dB	4 dB	1,7 dB	1,8 dB	20 dB	10,4 dB	1 dB	46,7 dB
3. ^a	8,3 dB	4 dB	1,7 dB	2,7 dB	16 dB	10,4 dB	1 dB	44,1 dB
2. ^a	8,9 dB	4 dB	1,7 dB	4,6 dB	16 dB	10,4 dB	1 dB	46,6 dB
1. ^a	9,4 dB	4 dB	1,7 dB	6,5 dB	11 dB	10,4 dB	1 dB	44,0 dB

Las pérdidas de las tomas a 2150 MHz se calculan con los mismos derivadores, y colocados en la misma posición que hemos calculado para 862 MHz.

En primer lugar hacemos una tabla con las atenuaciones de cada elemento a 2150 MHz obtenidos de la Tabla 2.24.

Tabla 3.9. Tabla de características de los elementos

Elemento	Referencia	P. paso (dB)	P. derivación (dB)
Repartidor	85354	5,5	—
Diplexor	86244	2	—
Derivador 1°	85380	4,4	13
Derivador 2°-3°	85381	3,2	16
Derivador 4°-5°-6°	85382	1,9	20
PAU repartidor	85350	14,7	—
Toma	86218	—	1
Cable	CCFSAT	28,6/100 m	—

Y después rellenamos una tabla con las atenuaciones en cada toma, calculándolas de igual manera.

Tabla 3.10. Pérdidas a 2150 MHz

Planta	Metros	Pc	PpR	PpM	PpD	PdD	PpP	PdT	TOTAL
6. ^a	37	10,6	5,5	2	—	20	14,7	1	53,8 dB
5. ^a	40	11,4	5,5	2	1,9	20	14,7	1	56,5 dB
4. ^a	43	12,3	5,5	2	3,8	20	14,7	1	59,3 dB
3. ^a	46	13,1	5,5	2	5,7	16	14,7	1	58,0 dB
2. ^a	49	14	5,5	2	8,9	16	14,7	1	62,1 dB
1. ^a	52	14,9	5,5	2	12,1	13	14,7	1	63,2 dB



Elección de la antena

La elección de la antena generalmente viene en función de la señal que tengamos en el punto de recepción y del nivel de entrada (dBμV) que necesita el amplificador de cabecera. Con una antena normal de 15 dB tendremos suficiente para atacar cualquier amplificador de cabecera. Hay que tener en cuenta que a la señal que captamos hay que sumarle la ganancia de la antena.

Por ejemplo, si tenemos un nivel de señal de 60 dBμV y colocamos una antena de 15 dB de ganancia, en la salida de la antena tenemos 60 dBμV + 15 dB = 75 dBμV.

En el caso de necesitar un nivel de señal más elevado, tomaremos una antena con más ganancia o recurriremos a la colocación de un preamplificador.

Actividad resuelta 3.13

En la Actividad resuelta 3.12, si en el punto de captación tenemos una señal de 58 dBμV y colocamos una antena de 12 dB de ganancia, ¿cuántos dBμV aplicaríamos a la entrada del amplificador, si están conectados con un cable coaxial de 21 m ($P_c = 0,19$ dB/m)?

Solución:

Si las pérdidas del cable son: $P_c = 21 \cdot 0,19 = 4$ dB.

La señal a la entrada del amplificador será de: $58 \text{ dB}\mu\text{V} + 12 \text{ dB} - 4 \text{ dB} = 66 \text{ dB}\mu\text{V}$.

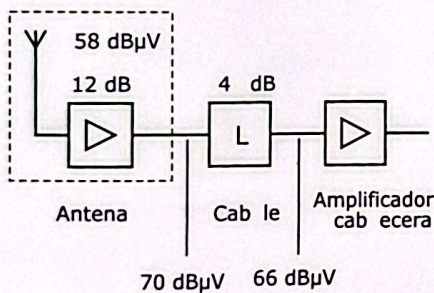


Figura 3.84. Esquema de bloques.

Actividad resuelta 3.14

En la Actividad resuelta 3.12, suponiendo un nivel de señal de 75 dBμV a la salida del LNB, y una distancia de 20 metros entre el LNB y el amplificador de FI, ¿qué nivel de señal tendrá la toma más desfavorable si el amplificador de FI tiene una ganancia de 45 dB y el cable tiene una atenuación de 28,6 dB/100 m?

Solución:

Las pérdidas del cable son de $P_c = 20 \text{ m} \cdot 0,286 \text{ dB/m} = 5,72 \text{ dB}$.

La toma más desfavorable es la de la 1.ª planta con una atenuación de 63,2 dB.

El cálculo del nivel de señal que llega a la toma más desfavorable es de 51 dBμV. Lo vemos gráficamente:

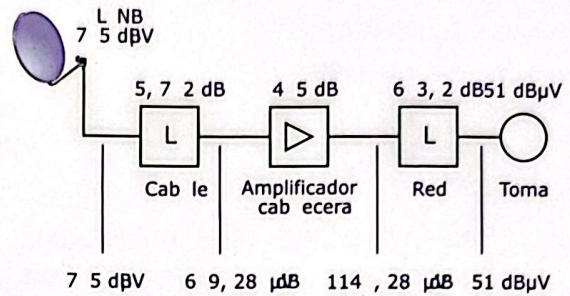


Figura 3.85. Esquema de bloques.

De la misma forma, en la toma más favorable habrá 61,48 dBμV (las dos dentro de los 47-70 dBμV que marca el reglamento).

Actividad resuelta 3.15

Calcula las pérdidas en tomas para FI, según las indicaciones del fabricante en cuanto a la colocación de los derivadores, y rellena las tablas con los datos.

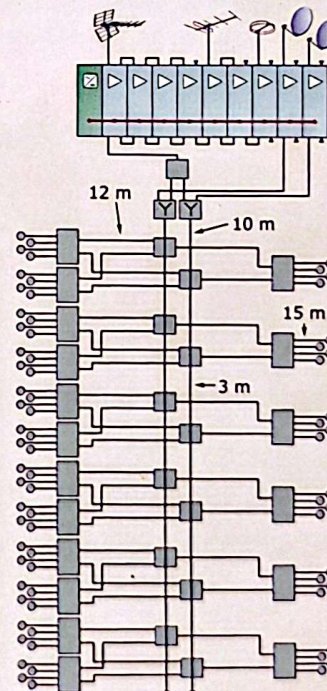


Figura 3.86. Instalación a calcular.

Tabla 3.11. Tabla de toma de datos

Elemento	Referencia	P. paso (dB)	P. deriv. (dB)
Repartidor	5435	5	
Diplexor	7407	4	
Derivador 1.ª P			
Derivador 2.ª, 3.ª P			
Derivador 4.ª P			
Derivador 5.ª, 7.ª P			
PAU repartidor	55160	12	
Toma	5226		1,5
Cable	2141	0,27 dB/m	

Tabla 3.12. Tabla de distribuidores y derivadores

Referencias			5130	5131	5132	5133	5134	5141	5142	5143	5144	5145
N.º de direcciones			2					4				
Tipo			TA	A	B	C	D	TA	A	B	C	D
Planta			1	2...3	4	5...7	8...10	1	2...3	4	5...7	8...10
Pérdidas de inserción	MATV	dB	2,5	1,2	1,5	1	1	4,5	2,3	1,5	1	1
	FI		2,6	2	1,5	1,5	1	5	3,4	2,5	2	1,5
Pérdidas de derivación	MATV	dB	12	15	18	23	27	12	16	19	24	28
	FI		12	15	19	23	27	12	16	20	24	29
Rechazo entre salida-derivación	MATV	dB	>32	>27	>35	>42	>50	>50	>35			
	FI		>25	>24	>30	>35	>35	>30				
Rechazo entre derivaciones	MATV /FI	dB	>30					>25		>20		
Corriente máx. paso			A					1				

Solución:

Primero rellenamos las casillas con los datos del catálogo, teniendo en cuenta las filas de: número de direcciones, planta y las pérdidas de FI.

Tabla 3.13. Tabla de distribuidores y derivadores

Elemento	Referencia	P. paso	P. derivación
Repartidor	5435	5	—
Mezclador	7407	4	—
Derivador 1.ª	5141	5	12
Derivador 2.ª-3.ª	5142	3,4	16
Derivador 4.ª	5143	2,5	20
Derivador 5.ª-6.ª	5144	2	24
PAU repartidor	55160	12	—
Toma	5226	—	1,5
Cable	2141	0,27 dB/m	—



Seguidamente calculamos las atenuaciones según lo que ya sabemos (Tabla 3.14).

Tabla 3.14. Tabla de resultados

Planta	Metros	Pc	PpR	PpM	PpD	PdD	PpP	PdT	TOTAL
6. ^a	37	10	5	4	-	24	12	1,5	56,5 dB
5. ^a	40	10,8	5	4	2	24	12	1,5	59,3 dB
4. ^a	43	11,6	5	4	4	20	12	1,5	58,1 dB
3. ^a	46	12,4	5	4	6,5	16	12	1,5	57,4 dB
2. ^a	49	13,2	5	4	9,9	16	12	1,5	61,6 dB
1. ^a	52	14	5	4	13,3	12	12	1,5	61,8 dB

Nota: las pérdidas se indican en dB.

3.9. Medidas

Las tomas de medidas de las señales de radio y televisión se realizan mediante el instrumento llamado **medidor de campo**.

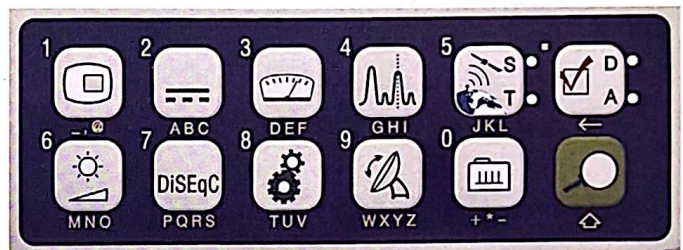


Figura 3.88. Panel frontal de un medidor de campo. (Cortesía de Promax).

El funcionamiento del medidor de campo no lo tratamos ya que cada modelo tiene su propio manual de instrucciones.

El reglamento de ICT, en el anexo I, apartado 4.5, marca los niveles de calidad en toma que se especifican en la Tabla 3.15.

Figura 3.87. Medidor de campo. (Cortesía de Promax).

Tabla 3.15. Tabla de niveles en toma

Parámetro	Unidad	Banda de frecuencia	
		47 MHz - 862 MHz	950 MHz - 2150 MHz
Nivel AM-TV*	dBμV	57-80	
Nivel 64QAM-TV	dBμV	45-70 (1)	
Nivel QPSK-TV	dBμV	47-77 (1)	
Nivel FM Radio	dBμV	40-70	
Nivel DAB Radio	dBμV	30-70 (1)	
Nivel COFDM-TV	dB	47-70 (1)	
C/N FM-Radio	dB	≥ 38	

Parámetro	Unidad	Banda de frecuencia	
		47 MHz - 862 MHz	950 MHz - 2150 MHz
C/N AM-TV*	dB	≥ 43	
C/N QPSK-TV	dB	QPSK DVB-S > 11	
		QPSK DVB-S2 > 12	
C/N 8PSK DBB-S2	dB	> 14	
C/N 64QAM-TV	dB	≥ 28	
C/N COFDM-DAB	dB	≥ 18	
C/N COFDM TV	dB	≥ 25	
BER QAM	(5)	9 · 10 ⁵	
VBER QPSK	(6)	9 · 10 ⁵	
BER COFDM-TV	(5)	9 · 10 ⁵	
MER COFDM-TV	dB	≥ 21 en toma (2)	

(*) Los niveles de calidad para señales de AM-TV se dan a los solos efectos de tenerse en cuenta para el caso de que se desee distribuir con esta modulación alguna señal de distribución no obligatoria en la ICT.

BER: mide tasa de errores después de las dos protecciones contra errores (Viterbi y Reed Solomon) si las hay.

VBER: mide tasa de errores después de Viterbi (si lo hay) y antes de Reed Solomon.

- (1) Para las modulaciones digitales los niveles se refieren al valor de la potencia en todo el ancho de banda del canal.
- (2) El valor aconsejable en toma de 22 dB. Por otra parte, si se tiene en cuenta la influencia de la instalación receptora en su conjunto, el valor mínimo para el MER en antena es 23 dB.
- (3) Para modulaciones 64 QAM 2/3.
- (4) El parámetro especificado se refiere a la intermodulación de tercer orden, producida por batido entre las componentes de dos frecuencias cualesquiera de las presentes en la red.
- (5) Medido a la entrada del decodificador de Reed Solomon.
- (6) Es el BER medido después de la descodificación convolucional (Viterbi).

Las medidas que se pueden realizar con un medidor de campo dependen de si la emisión es analógica o digital y si es terrestre o satélite, pero en general son las indicadas en la Tabla 3.16.

Tabla 3.16. Tipos de medidas

TV terrestre analógica	TV satélite analógica	TV terrestre digital (DVB-C y DVB-T)	TV satélite digital (DVB-S)
Nivel de señal	Nivel de señal	Potencia de canal	Potencia de canal
V/A	C/N	C/N	C/N
C/N		MER	MER
		CBER	CBER
		VBER	VBER



3.9.1. Medidas en TV analógica

- **Nivel de la señal.** Nivel de señal de la portadora sin-tonizada.

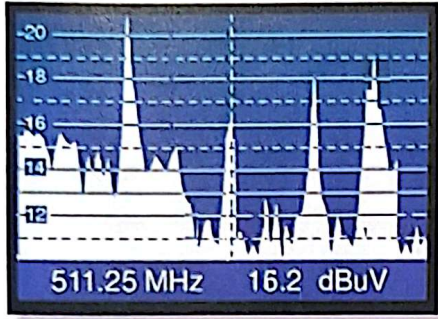


Figura 3.89. Nivel de señal (gráfico). (Cortesía de Promax).

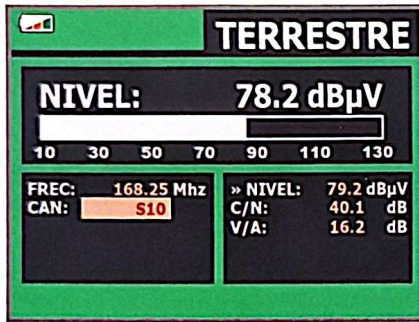


Figura 3.90. Nivel de señal (valores). (Cortesía de Promax).

- **V/A (Vídeo/Audio).** Representa la relación entre los niveles de las portadoras de vídeo y audio.

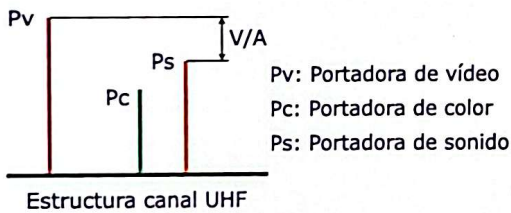


Figura 3.91. Estructura de un canal analógico.

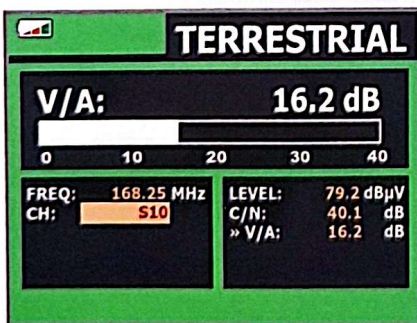


Figura 3.92. Nivel de señal V/A. (Cortesía de Promax).

- **C/N. Portadora/ruido,** mide la relación entre la portadora y el ruido.

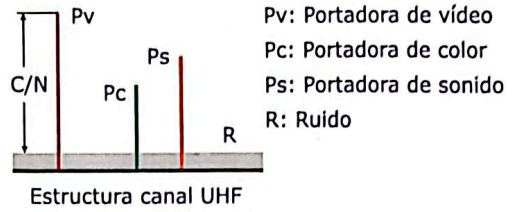


Figura 3.93. C/N sobre la estructura de un canal analógico.

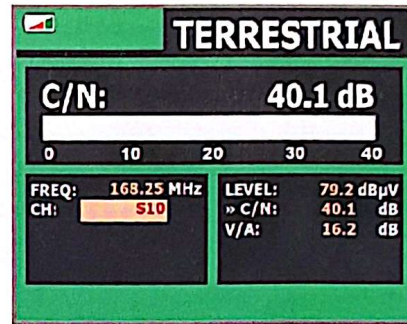


Figura 3.94. Nivel de señal C/N. (Cortesía de Promax).

3.9.2. Medidas en TV digital

Para realizar las medidas, el medidor de campo se debe configurar (si no lo está automáticamente). Por ejemplo, en DVB-T en España los parámetros son los siguientes: ancho de banda = 8 MHz; modo de transmisión = 8 K; code rate 2/3; longitud intervalo de guardia = 1/4; número de portadoras = 6817; ancho de banda efectivo = 19,91 Mbps.

Las medidas más importantes son las siguientes:

- **Potencia del canal.** La medida de potencia de un canal digital valora la energía recibida en todo el ancho de banda del canal, por esto es importante limitar con el cursor el ancho de banda del canal (8 MHz).

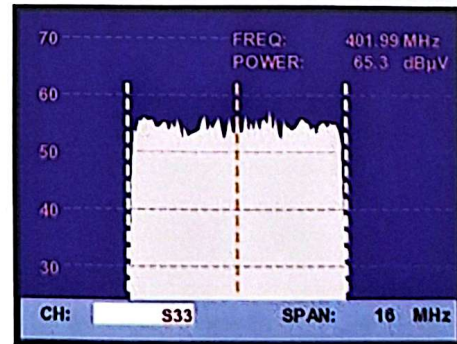


Figura 3.95. Potencia (gráfico). (Cortesía de Promax).



Figura 3.96. Potencia (valores). (Cortesía de Promax).

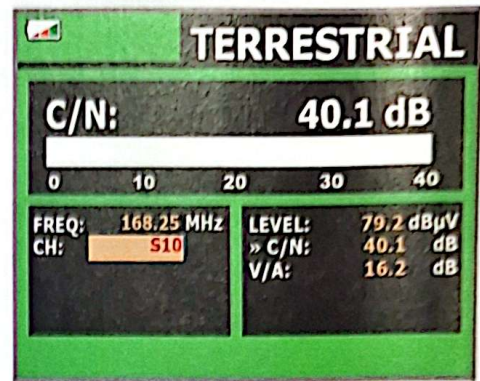


Figura 3.98. Relación C/N (valores). (Cortesía de Promax).

Recuerda

Los valores de frecuencia para los diferentes tipos de señales teniendo en cuenta el dividendo digital son:

- Cable digital: DVB-C (QAM): 47 MHz a 862 MHz.
- Terrestre digital: DVB-T (COFDM): 470 MHz a 790 MHz.
- Satélite digital: DVB-S (QPSK): 950 MHz a 2150 MHz.

- **C/N (Carrier/Noise)**. Representa la relación entre la potencia de la señal modulada y la potencia de ruido equivalente para el mismo ancho de banda. Indica la calidad de la señal que se recibe.

Para poder medirla correctamente, se debe sintonizar el canal en su frecuencia central.

- **BER (Bit Error Rate)**. Tasa de errores de bit, es el parámetro que comprueba el buen funcionamiento de los sistemas de corrección de errores y de la calidad de la trama digital.

$$BER = \frac{\text{n.º bits erróneos}}{\text{n.º bits transmitidos}}$$

Un BER de 1.0E-5 o 1×10^{-5} quiere decir 1 bit erróneo de cada 100 000 transmitidos o recibidos.

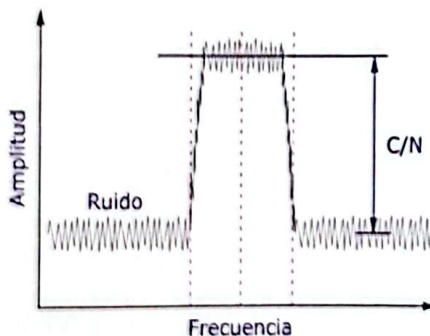


Figura 3.97. Relación C/N (gráfico).

Recuerda

El reglamento de ICT permite un BER de 9×10^{-5} tal y como se indica en el anexo I, apartado 4.5.

Es importante saber dónde se realiza la medida de BER puesto que la tasa de errores no es la misma antes de la entrada de FEC (Forward Error Correction sistema corrector de errores) que a la salida, donde solo quedarían los errores no corregidos.

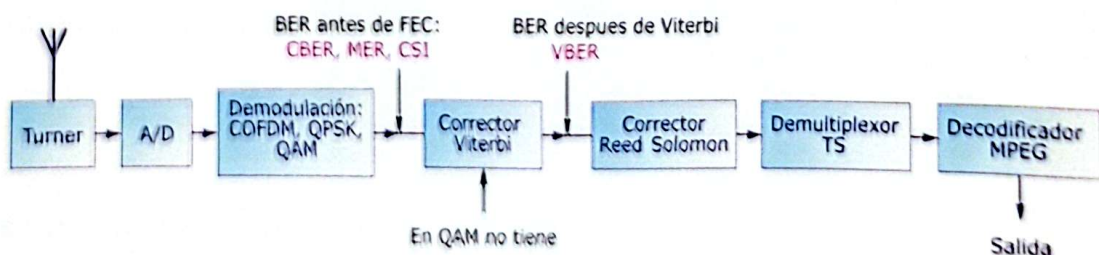


Figura 3.99. Medida de CBER y VBER.



El BER en QAM se mide antes de la corrección de errores Reed Solomon.

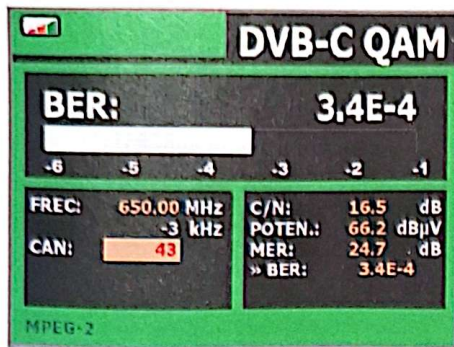


Figura 3.100. Medida de BER en QAM. (Cortesía de Promax).

Si el BER en QPSK se mide antes de la corrección de errores Viterbi se llama CBER, y si se mide después se llama VBER.

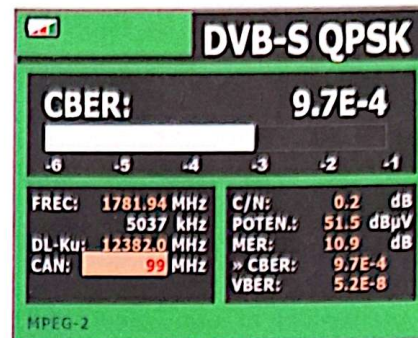


Figura 3.103. CBER en QPSK. (Cortesía de Promax).

Si el BER en COFDM se mide antes de la corrección de errores Viterbi se llama CBER; si se mide después se llama VBER.

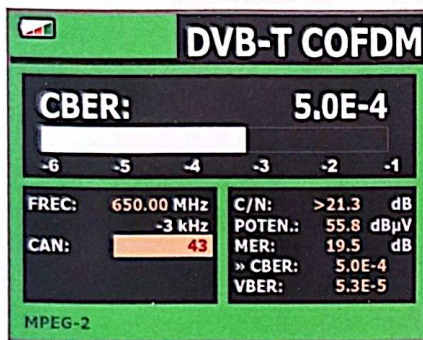


Figura 3.101. Medida de CBER. (Cortesía de Promax).

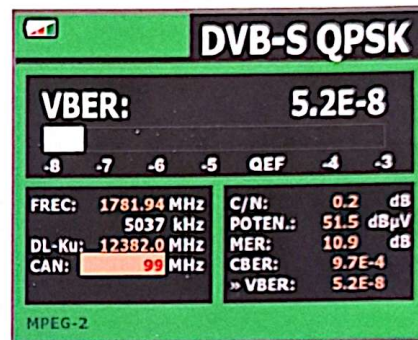


Figura 3.104. VBER en QPSK. (Cortesía de Promax).

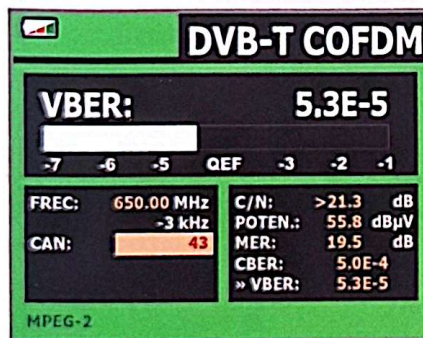


Figura 3.102. Medida de VBER. (Cortesía de Promax).

- **MER (Modulation Error Ratio)**. Indica la calidad de la modulación frente a los errores causados en la transmisión.

El MER representa la relación que existe entre la potencia de la señal DVB y la potencia de ruido presente en la constelación de las señales.

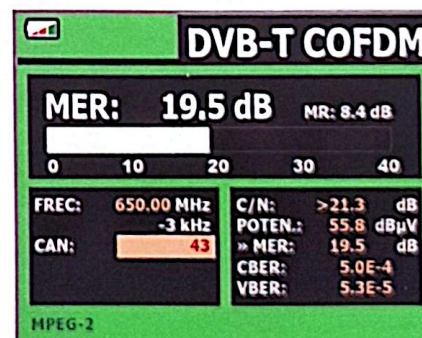


Figura 3.105. Medida de MER. (Cortesía de Promax).

Los medidores de campo pueden darnos más información, como:

- **Analizador de espectros**, donde se puede ver la distribución de los canales en una banda, y actuando

Importante

Para realizar las medidas en satélite DVB-S, lo primero es seleccionar y mandar desde el medidor de campo la tensión (13-18 Vcc) y el tono (0-22 kHz) de conmutación al LNB. A partir de esto, se empieza a recibir señal del satélite.

sobre el botón del SPAN o zoom, podemos ver y realizar medidas sobre un canal concreto.

- **Visión de la constelación**, donde se pueden apreciar de forma visual los puntos de la constelación y su estado.
- **Medidas de radio FM y DAB.**

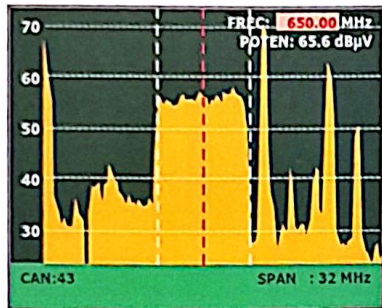


Figura 3.106. Analizador de espectros.

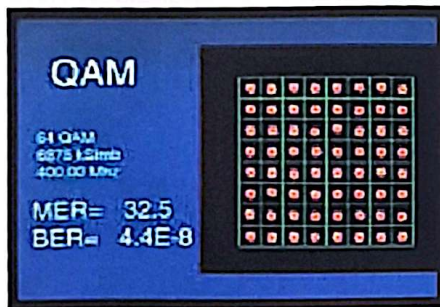


Figura 3.107. Constelación en QAM.

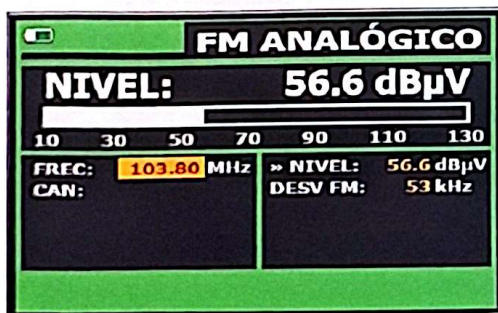


Figura 3.108. Medida de un canal de FM. (Cortesía de Promax).

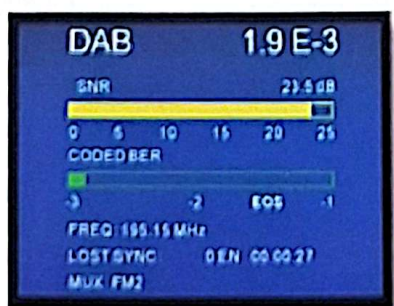


Figura 3.109. Medida de señal de un canal DAB. (Cortesía de Promax).

Aparte de estas medidas, los medidores de campo proporcionan otras informaciones tales como:

- **CSI (Channel State Information)**. Informa de la fiabilidad de la señal recibida.
- **QEF (Quasi Error Free)**. Es cuando se detecta menos de un fallo por hora en una trama. Marca el límite de calidad aceptable para una señal recibida.
- **MR (margen de error)**. Es la cantidad de dB que puede empeorar el MER antes de llegar al QEF del VBER.
- **LM (Link Margin)**. Es equivalente a MR. Indica el margen de seguridad que nos separa del QEF.

Así como datos de información genérica.



Figura 3.110. Información genérica sobre el canal sintonizado. (Cortesía de Promax).

3.10. Sistemas de distribución de TV por cable (CATV/SCATV)

La televisión por cable es un sistema de teledistribución de señales de televisión, radio, vídeo bajo demanda, servicios multimedia interactivos, etc., en urbanizaciones, pueblos y ciudades.

La línea de transmisión de estas señales puede ser el cable, por fibra óptica e incluso por ondas hertzianas en los sistemas de distribución punto-multipunto.

Los sistemas de televisión por cable, además de incorporar un canal de retorno, dotan a todo el sistema de bidireccionalidad (interactividad), que permite que el usuario no solo sea capaz de recibir señales sino que pueda también enviar información hacia la cabecera de la red, lo que trae consigo que este sistema de teledistribución se convierta en un servidor de telecomunicaciones capaz de proporcionar servicios de telefonía, internet, alarmas, telemedidas y telecontrol (agua, energía eléctrica, temperatura, etc.).



por visión (*pay per view*), y en general cualquier tipo de dato que pueda ser soportado por la red.

Las redes de cable utilizan la banda de frecuencias comprendida entre 5 MHz y 862 MHz, proporcionando la posibilidad de distribución de un gran número de canales (usualmente 40 o 60 canales).

La banda comprendida entre los 5 a 55 MHz se utiliza como **canal de retorno** (vigilancia, teledirigida, comunicación entre usuarios, etc.); el resto de la banda se utiliza para la transmisión de canales.

La impedancia característica es 75 Ω.



Figura 3.111. Ejemplo de transmisión por cable. (Cortesía de Televés).

3.10.1. Topología

Una instalación de TV por cable se compone de las siguientes partes:

- La cabecera.
- La red troncal.
- La red de distribución.
- La acometida.
- El equipo terminal del usuario.

Todas ellas son similares y con los mismos elementos que las estudiadas anteriormente en SMATV, pero algunas partes que discurren por el exterior necesitan ser de materiales especiales más resistentes.

La estructura típica de una red de cable utiliza una topología tipo árbol.

La **cabecera** cuenta con las antenas necesarias para recibir las señales. Así mismo, puede generar sus propios materiales audiovisuales.

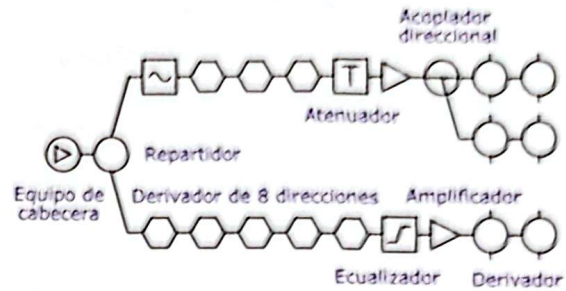


Figura 3.112. Ejemplo de topología de un sistema de transmisión por cable (CATV/SCATV).

La **red troncal** se encarga de transportar la señal hacia las zonas donde se requiere el servicio.

La **red de distribución** que se conecta a la red troncal reparte la señal.

La **acometida** es el cableado de unión de la red de distribución con la red interna de usuario.

El **equipo terminal** de usuario decodifica y acondiciona la señal para poder ser reproducida en la televisión o radio. En algunos equipos, el decodificador va incluido en el equipo reproductor.



Figura 3.113. Amplificador CATV. (Cortesía de Televés).



Figura 3.114. Repartidor CATV. (Cortesía de Televés).

3.11. Las instalaciones de radiodifusión sonora y televisión en las ICT

En el anexo I del reglamento de ICT se fijan las características mínimas que deben cumplir todas las ICT para la captación, adaptación y distribución de las señales de radiodifusión sonora y de televisión procedentes de emisiones terrestres y satélites.

3.11.1. Características mínimas

Los elementos que, como mínimo, conformarán la ICT de radiodifusión sonora y de televisión serán los siguientes:

- Los elementos necesarios para la captación y adaptación de las señales de radiodifusión sonora y televisión terrestres. Su accesibilidad estará garantizada en cualquier situación.
- El elemento que realice la función de mezcla para facilitar la incorporación a la red de distribución de las señales procedentes de los conjuntos de elementos de captación y adaptación de señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite.

En estos puntos, se indica que la instalación ICT debe contar con un sistema de captación de señales terrestres (conjunto de antenas), pero no obliga a la instalación de antenas para la recepción de señales satélites. Sin embargo, se debe prever su instalación en un futuro, por tanto se debe dejar espacio suficiente para dicha ampliación. Así mismo, se debe instalar un mezclador que podrá incorporar las señales de satélite a las líneas de bajada de señal hacia los usuarios.

Estas líneas de bajada estarán compuestas de dos cables coaxiales; por cada uno de los dos cables que componen las redes de distribución y dispersión viajará la señal de FI de un satélite más las señales terrestres, es decir, por el cable 1 viajarán FI Sat 1 + Terrestre, y por el cable 2, FI Sat 2 + Terrestre.

Recuerda

Si no se instalan los equipos de captación de señales satélites, se deben cerrar las entradas al mezclador con las resistencias de 75 ohmios.

Importante

Según el apartado 4.3 del anexo I del reglamento de ICT, la diferencia de nivel, a la salida de cabecera, entre canales de la misma naturaleza no será superior a 3 dB.

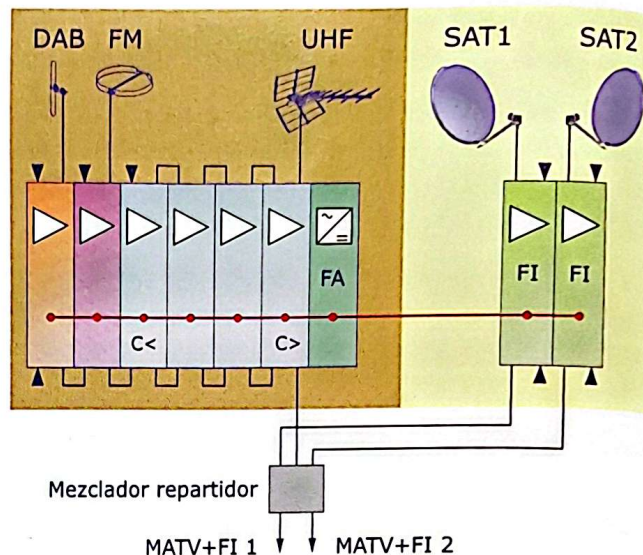


Figura 3.115. Requisitos de la cabecera.

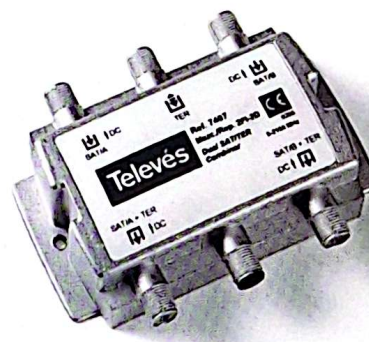


Figura 3.116. Mezclador repartidor. (Cortesía de Televisión).

- A cada PAU (punto de acceso al usuario) le deben llegar dos cables, con las señales procedentes de la cabecera de la instalación.
- Se instala un PAU por cada usuario final (vivienda, local comercial u oficina) y desde este elemento se llevan las señales hasta las tomas de usuario. Si es una vivienda, el número de tomas será de una por estancia salvo los baños y trasteros, con un mínimo de dos.

En el caso de edificios con viviendas, oficinas y locales, si la distribución de las oficinas está definida, se colocará un PAU en cada una de ellas capaz de alimentar un número de tomas fijado en función de la superficie o división interior del local u oficina. Si no está definida la distribución, en el registro secundario que dé servicio a dicha planta se colocará un elemento o elementos de distribución, con capacidad para dar servicio a un número de PAU que, como mínimo, será igual al número de viviendas de la planta tipo de viviendas de la edificación.

Si el edificio es de locales y oficinas y no está definida la distribución, en el registro secundario que dé servicio a dicha planta se colocará un elemento o elementos de distribución con capacidad para dar servicio, como mínimo, a un PAU por cada 100 m² o fracción.

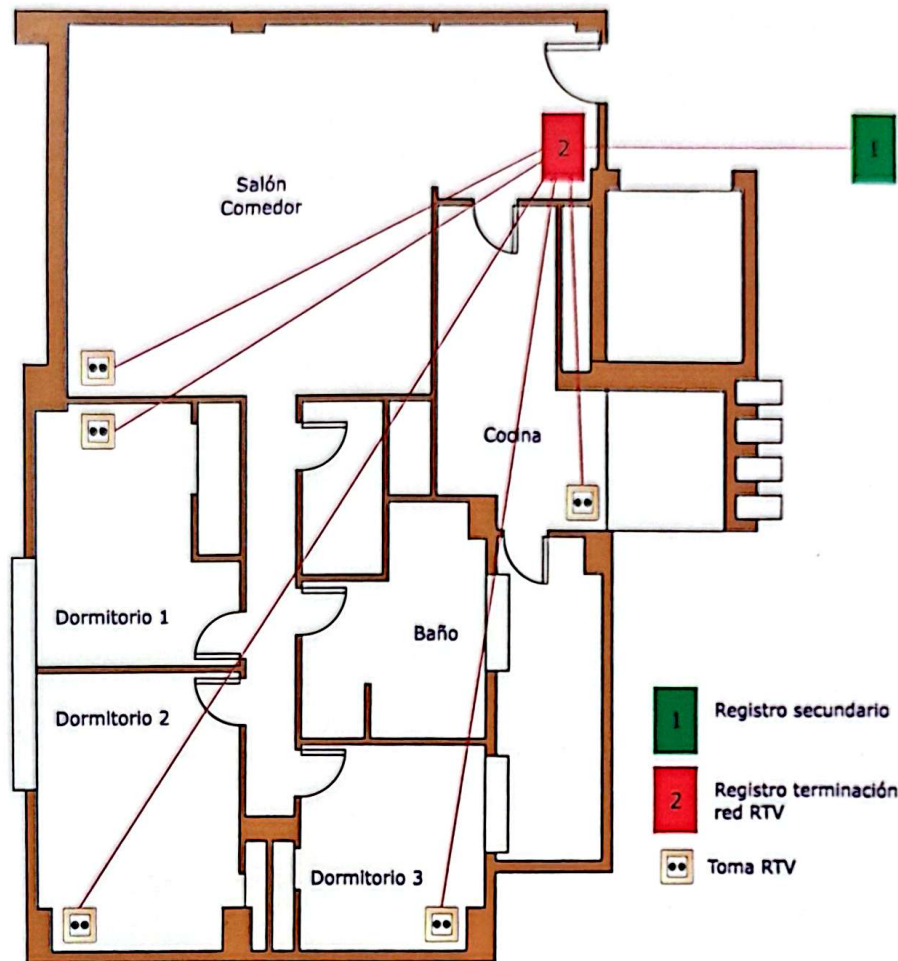


Figura 3.117. Red interior de usuario para la recepción de RTV.

En las estancias comunes de la edificación el número de tomas será de una, salvo en aquellas donde no se requiera de los servicios de radiodifusión y televisión.

3.11.2. Características técnicas

Desde la cabecera hasta las tomas de usuario, los elementos deben estar preparados para la distribución de la señal de manera transparente y en una banda de frecuencias entre 5 MHz y 2150 MHz. Si se dispone de un canal de retorno, este deberá estar comprendido entre la banda de frecuencia de 5 MHz y 65 MHz.

En la realización del proyecto técnico de la ICT se deberá tener en cuenta que las bandas de frecuencias 195 MHz a 223 MHz y 470 MHz a 862 MHz se deben destinar, con carácter prioritario, para la distribución de señales de radiodifusión sonora digital terrestre y televisión digital terrestre, respectivamente.

No obstante, deberá tenerse en cuenta que la subbanda de frecuencias comprendidas entre 694 MHz y 862 MHz, se dejó de utilizar por los dividendos digitales.



SABÍAS QUE...

La subbanda de frecuencias entre 694 MHz y 862 MHz se dejó de utilizar por aplicación del RD 391/2019 de 21 de junio, y donde se indica que las frecuencias para la TDT van desde 470 a 694 MHz.



SABÍAS QUE...

El dividendo digital es el conjunto de frecuencias que han quedado disponibles en la banda de frecuencias de 694-862 MHz, que comprendían los canales del 49 al 69 de UHF. Estas frecuencias se han asignado a los operadores de telefonía móvil para prestar los servicios de banda ancha de cuarta y quinta generación (4G y 5G).

Se deberá distribuir las señales en la ICT con un nivel de calidad adecuado.

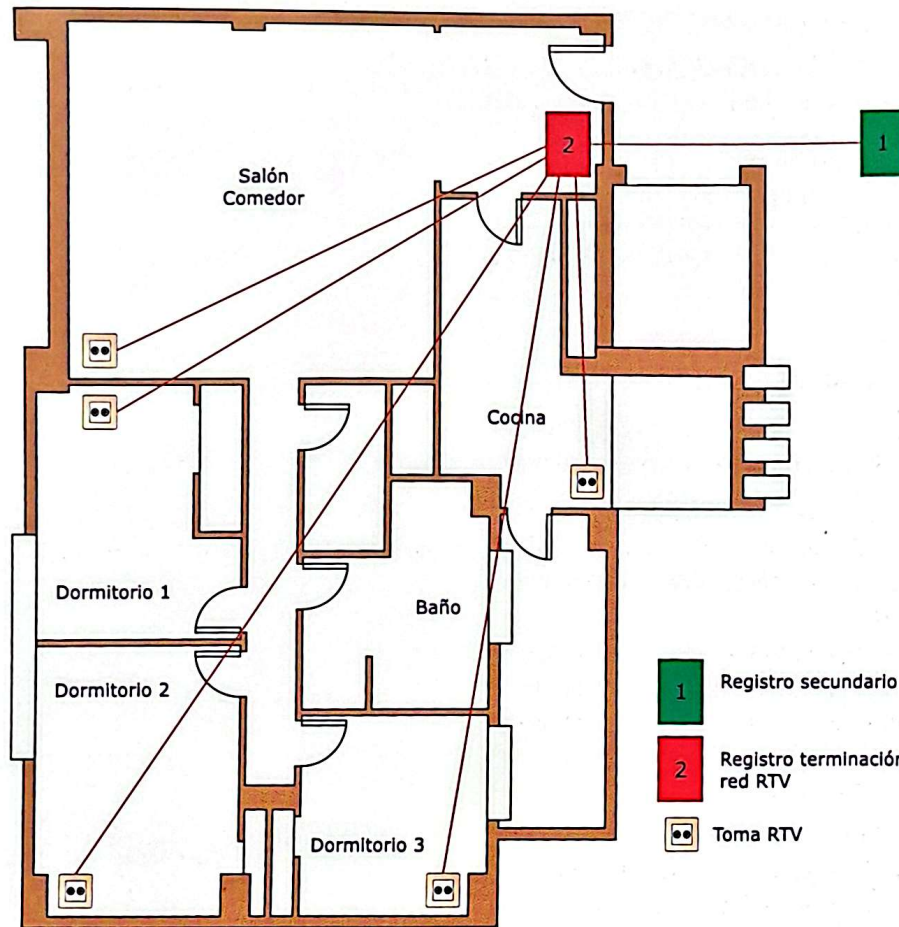


Figura 3.117. Red interior de usuario para la recepción de RTV.

En las estancias comunes de la edificación el número de tomas será de una, salvo en aquellas donde no se requiera de los servicios de radiodifusión y televisión.

3.11.2. Características técnicas

Desde la cabecera hasta las tomas de usuario, los elementos deben estar preparados para la distribución de la señal de manera transparente y en una banda de frecuencias entre 5 MHz y 2150 MHz. Si se dispone de un canal de retorno, este deberá estar comprendido entre la banda de frecuencia de 5 MHz y 65 MHz.

En la realización del proyecto técnico de la ICT se deberá tener en cuenta que las bandas de frecuencias 195 MHz a 223 MHz y 470 MHz a 862 MHz se deben destinar, con carácter prioritario, para la distribución de señales de radiodifusión sonora digital terrestre y televisión digital terrestre, respectivamente.

No obstante, deberá tenerse en cuenta que la subbanda de frecuencias comprendidas entre 694 MHz y 862 MHz, se dejó de utilizar por los dividendos digitales.



SABÍAS QUE...

La subbanda de frecuencias entre 694 MHz y 862 MHz se dejó de utilizar por aplicación del RD 391/2019 de 21 de junio, y donde se indica que las frecuencias para la TDT van desde 470 a 694 MHz.



SABÍAS QUE...

El dividendo digital es el conjunto de frecuencias que han quedado disponibles en la banda de frecuencias de 694-862 MHz, que comprendían los canales del 49 al 69 de UHF. Estas frecuencias se han asignado a los operadores de telefonía móvil para prestar los servicios de banda ancha de cuarta y quinta generación (4G y 5G).

Se deberá distribuir las señales en la ICT con un nivel de calidad adecuado.

3.11.3. Los niveles de calidad

Las señales distribuidas a cada toma de usuario deben reunir una serie de parámetros de calidad que se basan en el nivel de potencia, relación portadora/ruido (C/N) y tasa de errores de bit (BER).

Para la TV digital se fija un valor de BER mejor de 9×10^{-5} , y respecto al parámetro MER, se fija el valor mínimo necesario en una instalación de TDT:

- En la antena: 23 dB.
- En la toma de usuario: > 21 dB, recomendado > 22 dB.

Respecto a los valores de calidad en la cabecera, el nivel máximo de salida para TDT es de **113 dB μ V**, con una diferencia menor de 3 dB entre canales de la misma naturaleza.

Para FI, el nivel máximo de salida es de 110 dB μ V.

Tabla 3.17. Niveles de señal en las tomas de usuario

	Nivel mínimo	Nivel máximo	C/N	BER
TV AM	57 dB μ V	80 dB μ V	≥ 43 dB	—
TV QAM	45 dB μ V	70 dB μ V	≥ 28 dB	$9 \cdot 10^{-5}$
TV QPSK	47 dB μ V	77 dB μ V	≥ 11 dB	$9 \cdot 10^{-5}$
TV COFDM	47 dB μ V	70 dB μ V	≥ 25 dB	$9 \cdot 10^{-5}$
Radio FM	40 dB μ V	70 dB μ V	≥ 38 dB	—
Radio DAB	30 dB μ V	70 dB μ V	≥ 18 dB	—

3.11.4. Señales que se deben distribuir en la ICT

Según el reglamento de ICT en el apartado 4.1.6 del anexo I, se deberán distribuir en la ICT, al menos, aquellas señales correspondientes al servicio público de radio y televisión a que se refiere la Ley 17/2006, de 5 de junio, de la radio y la televisión de titularidad del Estado, y a los servicios que, conforme a lo dispuesto en la Ley 7/2010, de 31 de marzo,

General de la Comunicación Audiovisual, dispongan del preceptivo título habilitante dentro del ámbito territorial donde se encuentre situado el inmueble siempre que presenten en el punto de captación un nivel de intensidad de campo superior a lo indicado en la Tabla 3.18.

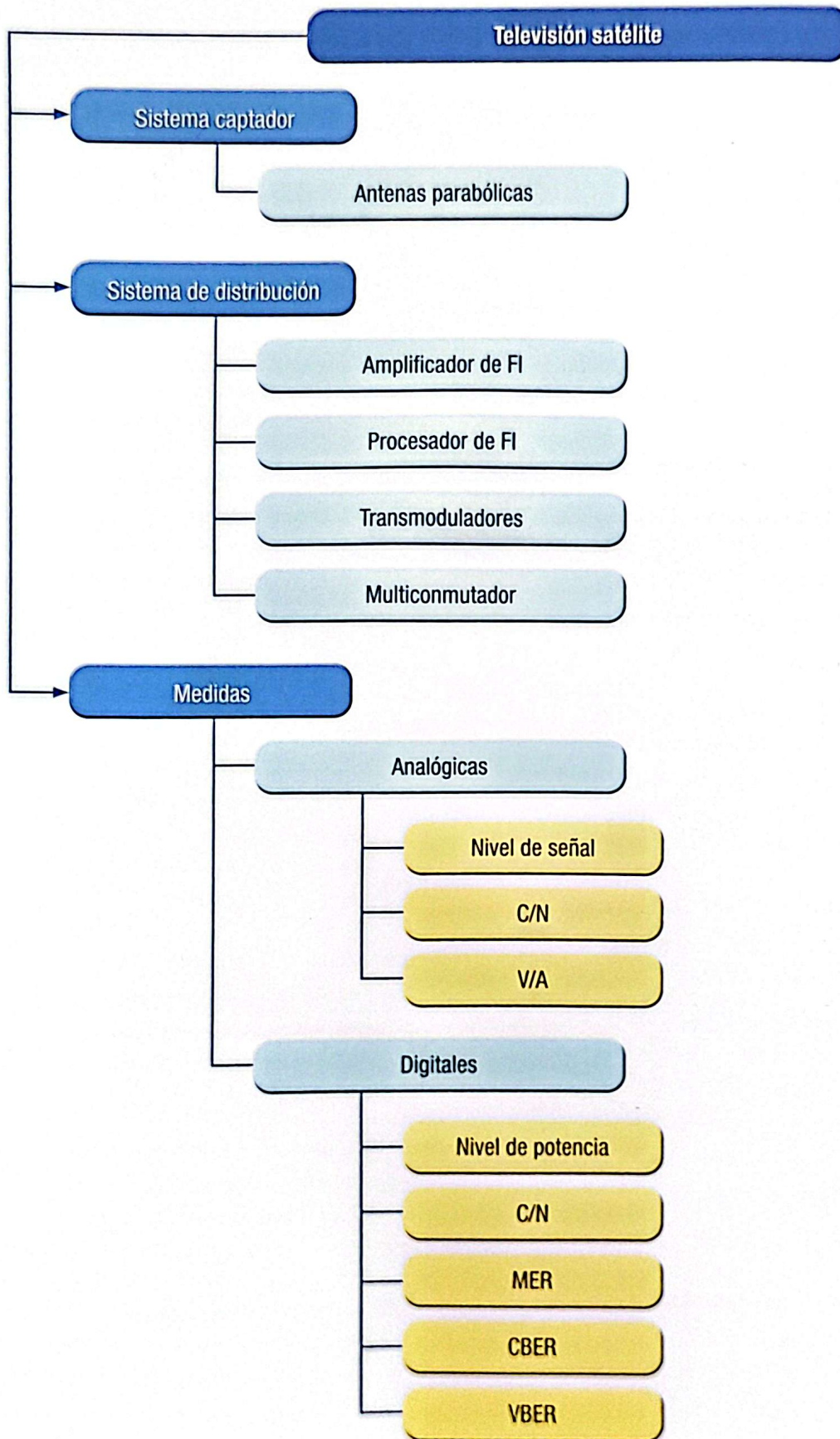
Tabla 3.18. Radiodifusión sonora terrestre

Radiodifusión sonora terrestre			
Tipo de señal	Entorno	Banda de frecuencias (MHz)	Intensidad de campo (dB μ V/m)
Analógica monofónica	Rural	87,5 – 108,0	48
Analógica monofónica	Urbano	87,5 – 108,0	60
Analógica monofónica	Gran ciudad	87,5 – 108,0	70
Analógica estereofónica	Rural	87,5 – 108,0	54
Analógica estereofónica	Urbano	87,5 – 108,0	66
Analógica estereofónica	Gran ciudad	87,5 – 108,0	74
Digital	—	195,0 – 223,0	58

Tabla 3.19. Televisión sonora terrestre

Televisión terrestre		
Tipo de señal	Banda de frecuencias (MHz)	Intensidad de campo (dB μ V/m)
Digital (*)	470 - 862	$3 + 20 \log f$ (MHz)

(*) Los parámetros de calidad de la señal de televisión digital terrestre establecidos en el apartado 4.5 de la presente norma solo serán exigibles si el MER de estas señales es superior a 23 dB.



De comprobación

- 3.1.** ¿Cuál es la frecuencia de la señal del enlace descendente de un satélite?
- 12 a 14 MHz.
 - 12,7 a 11 700 MHz.
 - 10,7 a 12,75 MHz.
- 3.2.** En los mapas de cobertura del satélite, ¿en qué unidades viene la PIRE?
- dBW.
 - dBm.
 - dB μ V.
- 3.3.** ¿Qué otro nombre reciben los mapas de cobertura del satélite?
- Geoestacionarios.
 - Huella del satélite.
 - De flujo de potencia.
- 3.4.** ¿Cómo se llama el dispositivo integrante de un satélite encargado de recibir, amplificar y reemitir un grupo de canales satélite?
- Transpondedor.
 - Transmodulador.
 - Difusor.
- 3.5.** ¿En qué frecuencia trabaja la banda DBS?
- De 10,7 GHz a 11,7 GHz.
 - De 12,5 GHz a 12,75 GHz.
 - De 11,7 GHz a 12,5 GHz.
- 3.6.** ¿En qué frecuencia trabaja la banda FSS alta?
- De 10,7 GHz a 11,7 GHz.
 - De 12,5 GHz a 12,75 GHz.
 - De 11,7 GHz a 12,5 GHz.
- 3.7.** ¿Qué dos tipos de polarización circular conoces?
- Horizontal y vertical.
 - Centrales y externas.
 - A derechas y a izquierdas.
- 3.8.** ¿Cómo se llama la antena que puede captar varios satélites cuando no están separados más de 20°?
- Multisatélite.
 - Cassegrain.
 - Motorizada.
- 3.9.** ¿Cómo se llama la antena que puede captar varios satélites aunque estén separados más de 20°?
- Multisatélite.
 - Cassegrain.
 - Motorizada.
- 3.10.** ¿Cómo se llaman los tres elementos integrados en un LNB?
- Dipolo, reflector y director.
 - Alimentador, dipolo y reflector.
 - Alimentador, polarizador y convertidor.
- 3.11.** ¿Qué frecuencia recibe el LNB del satélite?
- 950 a 2150 MHz.
 - 12,7 a 11 700 MHz.
 - 10,7 a 12,75 MHz.
- 3.12.** ¿Qué frecuencia sale del LNB?
- 950 a 2150 MHz.
 - 12,7 a 11 700 MHz.
 - 10,7 a 12,75 MHz.
- 3.13.** ¿Cuál es la misión del LNB?
- Amplificar la señal satélite y convertirla a FI.
 - Captar la señal del satélite y filtrarla.
 - Captar la señal del satélite, filtrarla y mandarla al receptor.
- 3.14.** ¿Cómo conmuta la banda el LNB?
- Mediante tensión de 13-18 V.
 - Mediante tono de 22 kHz.
 - Mediante tensión de 13-18 V y tono de 22 kHz.
- 3.15.** ¿Cómo conmuta la polaridad el LNB?
- Mediante tensión de 13-18 V.
 - Mediante tono de 22 kHz.
 - Mediante tensión de 13-18 V y tono de 22 kHz.

- 3.16. ¿Qué tipo de LNB utilizarías en una instalación individual para recibir todos los canales satélite?
- Simple.
 - Universal.
 - Quattro.
- 3.17. ¿Qué tipo de LNB utilizarías en una instalación colectiva de un edificio de 15 vecinos?
- Octo.
 - Universal.
 - Quattro.
- 3.18. ¿Qué tipo de LNB utilizarías en una instalación colectiva de siete *bungalows*, para que cada uno reciba todos los programas satélite?
- Octo.
 - Universal.
 - Quattro.
- 3.19. ¿Qué tipo de LNB utilizarías en un *bungalow* para recibir individualmente en dos TV todos los programas satélite?
- Twin.
 - Universal.
 - Monoblock.
- 3.20. ¿Qué tipo de LNB utilizarías en un *bungalow* para recibir individualmente todos los canales de dos satélites cercanos?
- Twin.
 - Universal.
 - Monoblock.
- 3.21. ¿Cómo se llama el amplificador que sirve para compensar las pérdidas del cable coaxial entre LNB y cabezera?
- De mástil.
 - De línea.
 - De FI.
- 3.22. ¿Cómo se llama el aparato que selecciona un canal en la banda FI y lo desplaza a otra frecuencia o canal dentro de la misma banda y sin cambiar la modulación?
- Modulador.
 - Transmodulador.
 - Procesador de FI.
- 3.23. ¿Qué dispositivo utilizarías para convertir un canal de satélite digital a otro en terrestre digital?
- Modulador.
 - Transmodulador.
 - Procesador de FI.
- 3.24. ¿Cómo se llaman los dispositivos que tienen varias entradas y una única salida, y que utilizan la modulación del tono de 22 kHz para seleccionar una de las diferentes entradas?
- Conmutadores DiSEqC.
 - Multiconmutadores.
 - Repartidores de FI.
- 3.25. ¿Cómo se llaman los dispositivos que tienen varias salidas y varias entradas, y que desde cada salida pueden seleccionar una de las entradas utilizando señales DiSEqC de conmutación?
- Conmutadores DiSEqC.
 - Multiconmutadores.
 - Repartidores de FI.
- 3.26. ¿Cómo se llama la distribución satélite que consiste en distribuir las señales como salen del LNB sin cambios?
- Distribución por procesado de canales mediante transmoduladores.
 - Distribución en FI mediante procesadores de FI.
 - Distribución por FI.
- 3.27. ¿Cómo se llama la distribución satélite que consiste en distribuir las señales como salen del LNB pero escogiendo los canales de interés?
- Distribución por procesado de canales mediante transmoduladores.
 - Distribución en FI mediante procesadores de FI.
 - Distribución por FI.
- 3.28. ¿Cómo se llama la distribución satélite que consiste en distribuir las señales procedentes del LNB pero modificándolas, para que puedan verse en un TV sin necesidad de un receptor satélite?
- Distribución mediante transmoduladores.
 - Distribución en FI mediante procesadores de FI.
 - Distribución en FI.

- 3.29.** ¿En qué tipo de distribuciones satélite se tiene que utilizar el receptor interior satélite para ver los canales en la TV?
- Distribución en FI mediante multiconmutadores - Distribución mediante transmoduladores - Distribución en FI.
 - Distribución en FI mediante procesadores de FI - Distribución en FI - Distribución en FI mediante multiconmutadores.
 - Distribución en FI - Distribución mediante transmoduladores - Distribución en FI mediante multiconmutadores.
- 3.30.** ¿Cómo se llama el aparato que se utiliza para medir las señales de RTV en una instalación?
- Medidor de campo.
 - Medidor de espectros.
 - Osciloscopio.
- 3.31.** ¿Cuál es el nivel de señal en toma de usuario para televisión terrestre digital COFDM-TV (apartado 4.5, anexo I de ICT)?
- 47-77 dB μ V.
 - 47-70 dB μ V.
 - 30-70 dB μ V.
- 3.32.** ¿Cuál es el nivel de señal en toma de usuario para televisión satélite digital QPSK-TV (apartado 4.5, anexo I de ICT)?
- 47-77 dB μ V.
 - 47-70 dB μ V.
 - 30-70 dB μ V.
- 3.33.** ¿Cuál es la C/N en toma de usuario para televisión satélite digital QPSK-TV (apartado 4.5, anexo I de ICT)?
- ≥ 25 dB.
 - ≥ 43 dB.
 - > 12 dB.
- 3.34.** ¿Cuál es la C/N en toma de usuario para televisión terrestre digital COFDM-TV (apartado 4.5, anexo I de ICT)?
- ≥ 25 dB.
 - ≥ 43 dB.
 - > 12 dB.
- 3.35.** ¿Cuál es el VBER en toma de usuario para televisión satélite digital QPSK-TV (apartado 4.5, anexo I de ICT)?
- ≥ 18 dB.
 - ≥ 22 dB.
 - 9×10^{-5} .
- 3.36.** ¿Cuál es el BER en toma de usuario para televisión terrestre digital COFDM-TV (apartado 4.5, anexo I de ICT)?
- ≥ 18 dB.
 - ≥ 22 dB.
 - 9×10^{-5} .
- 3.37.** ¿Cuál es el MER en toma de usuario para televisión terrestre digital COFDM-TV (apartado 4.5, anexo I de ICT)?
- ≥ 18 dB.
 - ≥ 22 dB.
 - 9×10^{-5} .
- 3.38.** ¿Dónde se mide el BER?
- Después del corrector Viterbi.
 - A la entrada del demodulador.
 - Antes del corrector Viterbi.
- 3.39.** ¿Qué señales portan los dos cables coaxiales de una distribución SMAT de ICT?
- Por el primero: Terrestre; y por el segundo: FI Sat + Terrestre.
 - Por el primero: FI Sat 1 + Terrestre; y por el segundo: FI Sat 2 + Terrestre.
 - Por el primero: FI Sat 1; y por el segundo: FI Sat 2.
- 3.40.** ¿Para qué frecuencias deben estar preparados los elementos de una instalación de ICT para RTV?
- De 5 MHz a 2150 MHz.
 - De 470 MHz a 862 MHz.
 - De 5 MHz a 862 MHz.



De aplicación

- 3.1. ¿Podríamos utilizar una sola antena multisatélite para captar los satélites Astra con posición orbital $19,2^\circ$ E, y Hot Bird con posición 13° E?
- 3.2. Calcula la frecuencia de FI de salida de un LNB universal cuando reciba una señal del satélite (enlace descendente) de 11 000 MHz.
- 3.3. Calcula la frecuencia de FI de salida de un LNB universal cuando reciba una señal del satélite (enlace descendente) de 12 000 MHz.
- 3.4. ¿Qué señales debe mandar el receptor satélite a un LNB para poder recepcionar un canal en banda alta y polarización vertical?
- 3.5. Calcula los datos de posicionamiento (E, A y D) de una antena que se va a orientar hacia el satélite Astra en la ciudad de Denia (Alicante). Los datos de partida son los siguientes:
 - θ = Latitud de Denia = $38'5''$ N.
 - Longitud de Denia = $0,07^\circ$ W ($-0,07^\circ$).
 - Declinación de Denia = 3° .
 - Longitud del satélite Astra = $19'2''$ E.
- 3.6. Calcula los parámetros E, A y D para apuntar una antena parabólica de Denia (longitud: $0,07^\circ$ W, latitud: $38,5^\circ$ N) al satélite Hispasat (30° W). Toma los datos de la actividad anterior.
- 3.7. En tres chalés adosados pretendemos ver los canales de las cuatro polaridades del satélite Astra. Resuelve las dos opciones de instalación siguientes:
 - a) Dibuja el esquema de la instalación utilizando un LNB y un multiconmutador. Nombra los elementos utilizados.
 - b) Dibuja el esquema de la instalación utilizando un solo LNB y ningún elemento de distribución más. Nombra los elementos utilizados.
- 3.8. Realiza el esquema de cabecera mediante amplificadores monocanales para captar de dos repetidores diferentes los siguientes canales: del repetidor A: 56, 54, 45, 33, 27, DAB, FM, y del repetidor B: 50, 40 y 23, además de una polaridad del satélite Astra y otra del Hispasat. Canaliza todo por los dos cables coaxiales de la red de distribución.
- 3.9. Dibuja el esquema del equipo de cabecera de un edificio para que: por uno de sus dos cables coaxiales de salida fluya, además de la televisión terrestre, la polaridad V_L del satélite Astra. Por el otro cable coaxial fluirá, además de los canales terrestres, la polaridad V_H del satélite Hispasat. La parte terrestre consta de seis módulos monocanales de UHF, tres módulos para amplificar los canales de tres transmoduladores de la polaridad V_H del satélite Astra, un módulo de DAB y un módulo de FM. Dispondremos de dos fuentes de alimentación, una para los equipos terrestres y otra para los satélites.
- 3.10. Dibuja el esquema del equipo de cabecera de un edificio para que: por uno de sus dos cables coaxiales de salida fluya, además de la televisión terrestre, la polaridad V_L del satélite Astra en la que se han insertado cuatro procesadores con los canales de la polaridad V_H del Astra. Por el otro cable coaxial fluirá, además de los canales terrestres, los canales de dos procesadores de la polaridad H_H del satélite Hispasat. La parte terrestre consta de siete módulos monocanales de UHF, uno de DAB y uno de FM. Dispondremos de dos fuentes de alimentación, una para los equipos terrestres y otra para los satélites.

- 3.11. Dibuja el esquema del equipo de cabecera de un edificio para que: por uno de sus dos cables coaxiales de salida fluya además de la televisión terrestre, la polaridad V_L del satélite Astra en la que se han insertado tres procesadores con 1 canales de la polaridad V_H del Astra. Por el otro cable coaxial fluirán, además de las señales terrestres, los canales de 3 procesadores de la polaridad H_H del satélite Hispasat. La parte terrestre consta de ocho módulos monocanales de UHF, tres módulos para amplificar los canales de tres transmoduladores de la polaridad V_H del satélite Hispasat, uno de DAB y uno de FM. Dispondremos de dos fuentes de alimentación, una para los equipos terrestres y otra para los satélites.
- 3.12. Explica estos dos circuitos (antenas, módulos, canales amplificados, señales en cada salida, mezclas, etc.) y las diferencias entre ellos.

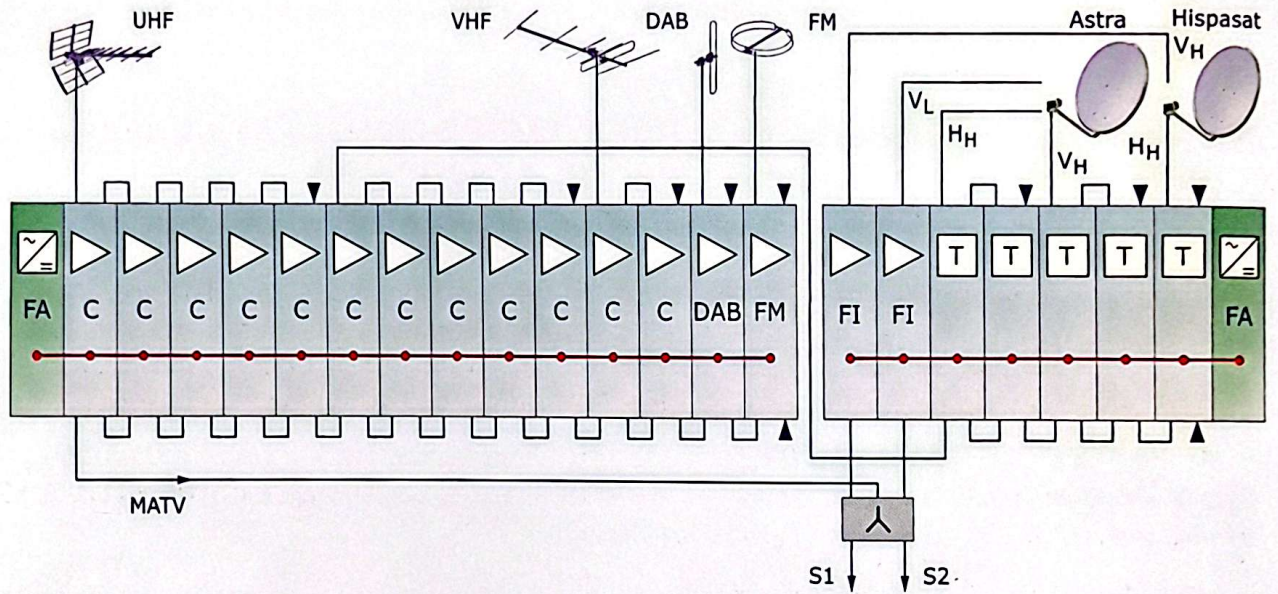


Figura 3.118. Cabecera. Caso A.

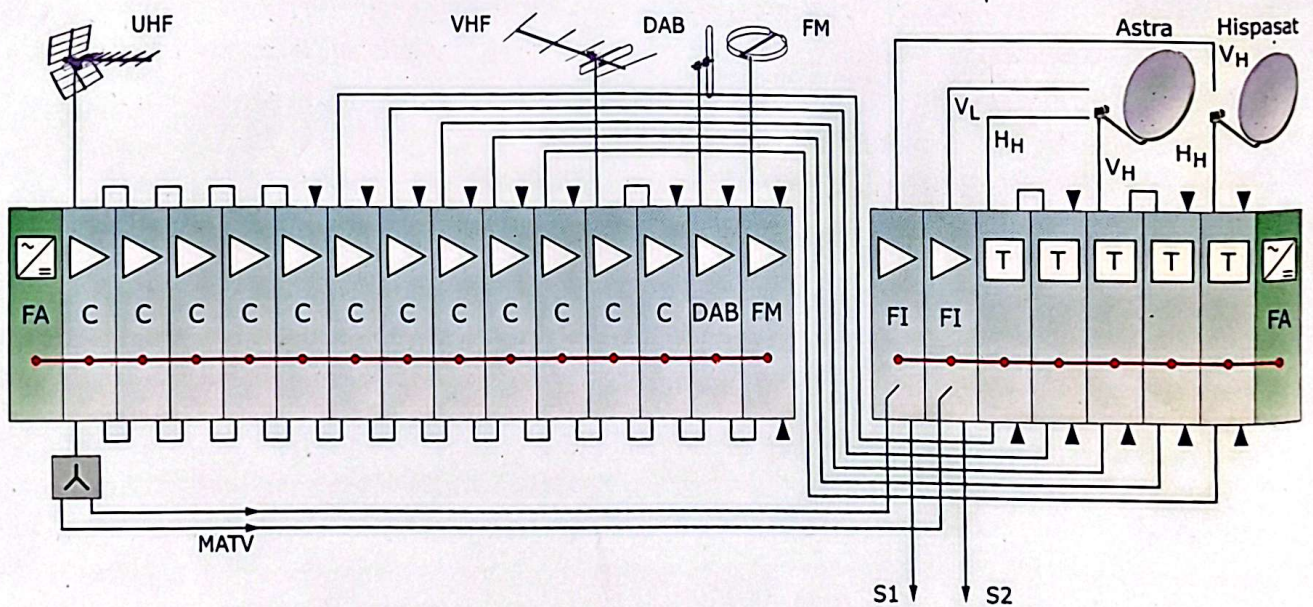


Figura 3.119. Cabecera. Caso B.

- 3.13. Teniendo en cuenta la huella del satélite Astra 1M de la Actividad resuelta 3.11, calcula el diámetro que debe tener una parábola situada en las Islas Canarias para captar dicho satélite.



- 3.14. En una urbanización existe un equipo captador, compuesto por una antena parabólica de 80 cm, con una ganancia de 38 dB_i/V y un LNB Quattro. Desde el LNB hasta el receptor satélite interior de la vivienda hay 30 metros. El cable empleado tiene unas pérdidas de 28 dB cada 100 m.

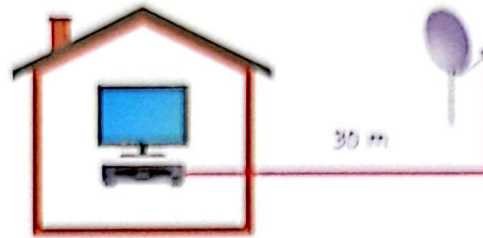


Figura 3.120. Distancia de la antena.

- Si en la salida del LNB hay un nivel de señal de 74 dB_i/V, ¿qué nivel de señal habrá en el receptor satélite?
 - Si cambiamos la antena parabólica por una de 1 metro, con una ganancia de 40,2 dB, ¿qué nivel de señal tendrá ahora el receptor satélite?
- 3.15. Calcula y diseña la red de RTV según ICT, para un edificio de cinco plantas y cuatro viviendas por planta. Cada vivienda consta de salón, cocina, dos baños y dos dormitorios. El equipo captador estará preparado para amplificar seis canales de UHF, DAB y FM, además de distribuir una polaridad del satélite Astra. La distancia de los mezcladores al primer derivador es de 6 m, entre derivadores 3 m, del derivador al PAU de 8 m, del PAU a la toma 12 m. Se pide:
- Haz un dibujo de la instalación.
 - Busca los elementos necesarios en cualquier catálogo y rellena una tabla con las pérdidas a 862 y a 2150 MHz.
 - Distribuye los derivadores como te indica el catálogo.
 - Calcula las atenuaciones en toma de cada planta a 860 y a 2150 MHz.
 - Suponiendo un nivel de señal en la entrada del grupo amplificador de 65 dB_i/V, calcula la ganancia del amplificador de MATV para que en la toma más desfavorable haya 55 dB_i/V y no se sature la más favorable.
 - Suponiendo un nivel de señal de FI en la entrada del grupo amplificador de 70 dB_i/V, calcula la ganancia del amplificador de FI para que en la toma más desfavorable haya 55 dB_i/V y no se sature la más favorable.
 - Calcula los datos de orientación de la antena parabólica suponiendo que está situada en Zaragoza.
 - Calcula el diámetro de la antena parabólica.
 - Realiza la lista de material utilizado sin incluir accesorios (soportes, puentes basidores, etcétera).
- Nota:** por ser el procedimiento similar, no calcules las pérdidas en tomas y la ganancia de los amplificadores para FM y DAB.

De ampliación

- 3.1. Busca en diferentes catálogos antenas satélite de tipo *offset* de cuatro diámetros diferentes y rellena la tabla.

Tabla 3.20. Tabla de recopilación de antenas de tipo *offset*

Diámetro (mm)	Fabricante	Referencia o modelo	Ganancia máxima (dB)

3.2. Busca en diferentes catálogos amplificadores de FI y rellena la tabla.

Tabla 3.21. Tabla de recopilación de amplificadores de FI

Fabricante	Referencia o modelo	Ganancia (dB)	Regulación de ganancia (dB)

3.3. Busca en diferentes catálogos LNB universales y rellena la tabla.

Tabla 3.22. Tabla de recopilación de LNB

Fabricante	Referencia o modelo	Ganancia (dB)	Figura ruido (dB)