

Tema 2: Introducción al diseño de ICTs

3º Ingeniería Técnica de Telecomunicación.
Especialidad Telemática.

Profesor: Juan José Alcaraz Espín

Objetivos

- Conocer los elementos y servicios más comunes que componen una instalación de ICT
- Entender las características técnicas especificadas en el RD 401/2003
- Aprender a realizar el análisis de una ICT de acuerdo a la normativa y relacionarlo con los conocimientos previos.

[Bibliografía]

- Real Decreto 401/2003 de 4 de abril
- Orden Ministerial CTE/1296/2003
- <http://www.televes.es>
- <http://www.ikusi.com>
- “Fundamentos Teóricos y Diseño de Instalaciones de Telecomunicación para los Servicios de Radiodifusión”. Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación.
- “Sistemas para la recepción de TV Analógica-Digital”. Ediciones Televés.

[Contenidos]

- Real Decreto 401/2003
- Estructura de una instalación de ICTs
- Servicios de difusión terrenal y vía satélite
- Componentes de un sistema de recepción de TV
- Norma Técnica para Televisión
- Ejemplos de cálculo de ICTs

Real Decreto 401/2003

- Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones.
- Objetivos (establecidos en el preámbulo):
 - Garantizar el acceso de los ciudadanos a los nuevos servicios de telecomunicaciones, y garantizar la competencia efectiva entre los operadores asegurando la igualdad de oportunidades para llegar a las viviendas.
 - Impone las exigencias de presentación de los proyectos de ICT y los boletines de fin de obra y certificaciones.
 - Establece obligaciones de uso común de infraestructuras para evitar proliferación de sistemas individuales.

Real Decreto 401/2003

- Qué se entiende por ICT (RD 401/2003 Artículo 2): Infraestructura destinada a cumplir las siguientes funciones (como mínimo):
 - Captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y televisión.
 - Proporcionar acceso al servicio de telefonía disponible al público y a los servicios que se puedan prestar por dicho acceso.
 - Proporcionar acceso a los servicios de telecomunicaciones prestados por operadores de redes de telecomunicaciones por cable, operadores de servicio fijo inalámbrico, y otros operadores de servicios de banda ancha.
- Artículo 4. Normativa técnica aplicable.
 - Anexo I: Captación, adaptación y distribución de señales de RTV.
 - Anexo II: Acceso a telefonía (TB + RDSI)
 - Anexo III: Acceso a servicios de Banda Ancha (CATV, SAFI)
 - Anexo IV: Obra civil (canalizaciones, registros, tubos...)

Real Decreto 401/2003

- Artículo 8. Proyecto técnico.
 - Memoria:
 - Descripción de la edificación
 - Descripción de los servicios que se incluyen
 - Previsiones de demanda
 - Cálculos de niveles de señal
 - Elementos que componen la ICT
 - Planos
 - Esquemas de instalación
 - Situación de los elementos (tipo y características)
 - Canalizaciones
 - Recintos de instalaciones
 - Detalles de ejecución
 - Pliego de Condiciones:
 - Calidades y condiciones de montaje
 - Presupuesto
 - Número de unidades y precio por unidad de las partes de los trabajos

Real Decreto 401/2003

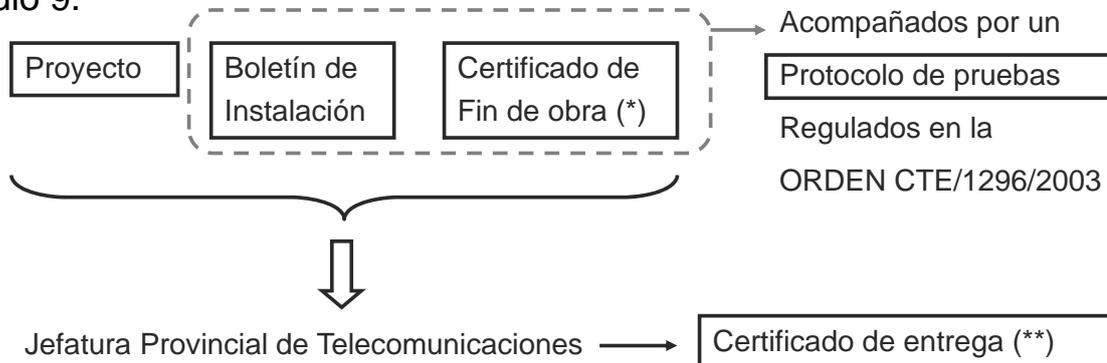
- Artículo 8. Proyecto técnico.
 - La propiedad debe tener una copia del proyecto técnico y otra (en electrónico), la Jefatura Provincial de Telecomunicaciones
 - Las modificaciones, durante la instalación, que no produzcan un cambio sustancial en el proyecto se incorporarán como anexos

Qué son cambios sustanciales (ORDEN CTE/1296/2003):

 - Nuevos servicios
 - Incremento un 12% o más PAUs
 - Incremento en canales que supongan un incremento de 3% o más del AB en los cables
 - Aumento del número de recintos
 - Los proyectos deben estar firmados por un Ingeniero Técnico o Superior
 - Las inspecciones corren a cargo de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información

Real Decreto 401/2003

Artículo 9.



(*) Según ORDEN CTE/1296/2003

- a) Para más de 20 viviendas
- b) Cuando haya elementos activos en la red de distribución
- c) En edificaciones de uso no residencial

(**) Necesario para obtener:

- Licencia de 1ª ocupación
- Cédula de habitabilidad

Real Decreto 401/2003

Anexo 1

- Objeto: ICT destinada a recepción, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y de TV terrenal y terrestre

Elementos de la ICT:

1. Elementos de captación

1. Antenas
2. Mástiles/torretas
3. Sistemas de sujeción
4. Elementos activos (pre-amplificadores) y pasivos (cables)

2. Equipamiento de cabecera

Reciben la señal y la adecuan para su distribución por la red (en las condiciones de calidad y cantidad determinadas).

Real Decreto 401/2003

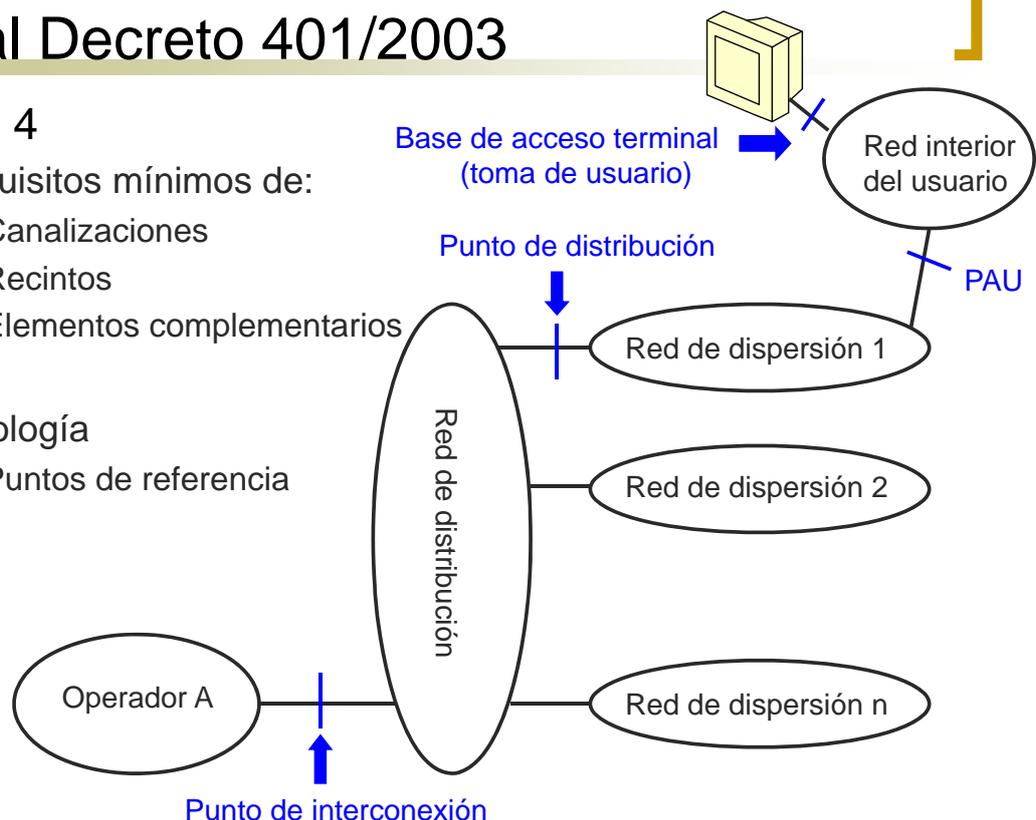
■ Elementos de la ICT:

3. Red: Elementos de distribución desde la cabecera de hasta la toma de usuario
 1. De distribución: Llevan la señal a cada planta
Empieza en el elemento que mezcla y agrupa las señales de los elementos de captación.
Acaba en los elementos que segregan las señales a la red de dispersión (derivadores)
 2. De dispersión: Lleva la señal al PAU del usuario
Empieza en los derivadores y acaba en el PAU
 3. Red interior de usuario: Distribuye la señal del PAU a las tomas de usuario
- PAU: Punto de Acceso al Usuario:
 - Se encuentra en el domicilio del usuario
 - Delimita responsabilidades en cuanto a averías

Real Decreto 401/2003

■ Anexo 4

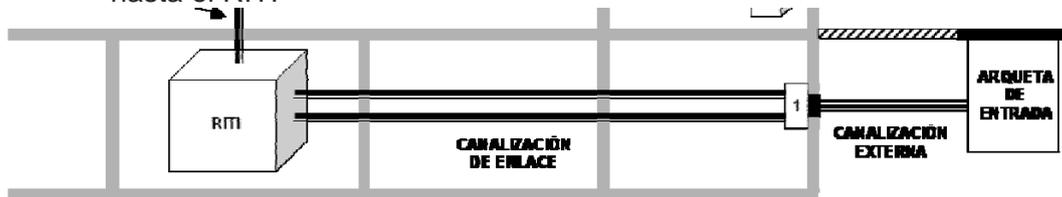
- Requisitos mínimos de:
 - Canalizaciones
 - Recintos
 - Elementos complementarios
- Topología
 - Puntos de referencia



Real Decreto 401/2003

■ Definiciones:

- Arqueta de entrada: Recinto que permite la unión entre las redes de las operadoras y la ICT
- Canalización externa: Conductos que discurren por la zona exterior del inmueble (desde la arqueta al punto de entrada general).
- Punto de entrada general: Por donde entra la canalización externa. Es un elemento pasamuro que termina en el lado interior en un registro de enlace.
- Canalización de enlace:
 - Superior: Conductos y registros intermedios desde los elementos de captación hasta el RITS
 - Inferior. Conductos y registros intermedios desde el punto de entrada general hasta el RITI



Real Decreto 401/2003

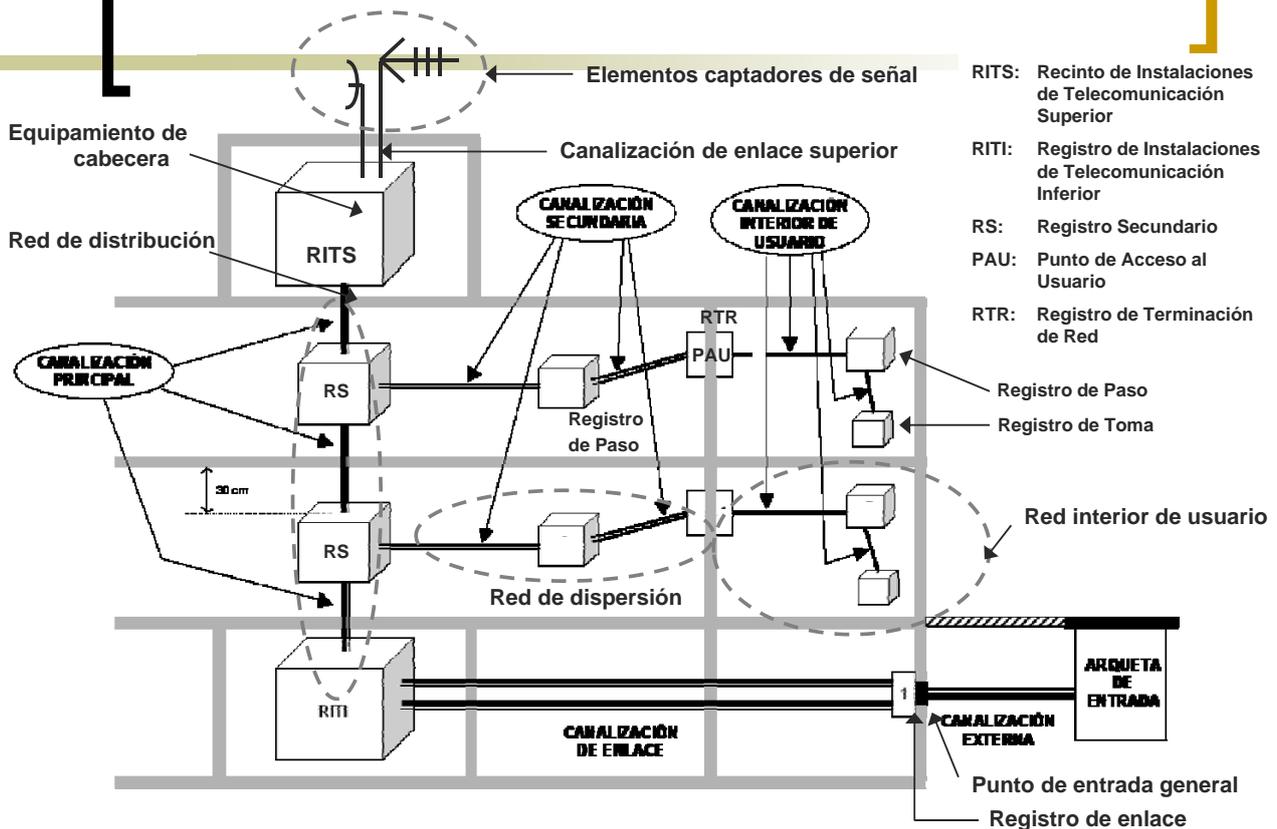
■ Recintos de instalaciones

- Recinto Inferior (RITI)
 - Donde se instalan los PUNTOS DE INTERCONEXIÓN de los servicios de Telefonía Básica (TB) y RDSI, Televisión por cable (TLCA) o Servicios de Acceso Fijo Inalámbrico (SAFI)
 - En TB-RDSI, si hay 30 pares o menos, puede albergar el PUNTO DE DISTRIBUCIÓN
- Recinto Superior (RITS)
 - Elementos para el suministro de Radiodifusión de señales de Televisión (RTV) y SAFI. Las señales de SAFI se deben trasladar al RITI).
- RITU: Recinto único (RITI + RITS)
 - Se puede instalar en edificios de planta baja + 3 alturas y 10 PAUs como máximo. También se instala en conjuntos de edificaciones unifamiliares.

Real Decreto 401/2003

- Registros de instalaciones
 - RS: Registro Secundario: Albergan los puntos de distribución
 - RTR: Registro de Terminación de Red: Albergan los PAUs
 - Registros de Paso: Cajas o arquetas para facilitar el tendido de los cables.
- Canalizaciones:
 - Canalización principal:
 - Conecta el RITI y el RITS pasando por los RS
 - Alberga la **Red de distribución**
 - Canalización secundaria:
 - Conecta los RS con los RTR
 - Alberga la **Red de dispersión**.
 - Se intercalan Registros de Paso
 - Canalización interior de usuario
 - Conecta los RTR con las tomas de usuario
 - Alberga la **Red interior de usuario**

Estructura de una instalación de ICTs



Test 1

- La canalización principal de una ICT
 - Alberga la red de dispersión
 - Alberga la red de distribución
 - Alberga la red interior del usuario
- El presupuesto de una ICT debe figurar
 - En la memoria
 - En los planos
 - En el pliego de condiciones
 - En ninguna de las anteriores
- ¿Cuándo es necesario entregar el boletín de instalación de una ICT a la Jefatura provincial de telecomunicaciones?
 - Siempre
 - Cuando hay más de 20 viviendas
 - Cuando hay elementos activos en la red de distribución
 - Cuando la edificación es de uso no residencial

Test 1

- ¿Cuándo es necesario entregar el certificado de fin de obra de una ICT a la Jefatura provincial de telecomunicaciones?
 - Siempre
 - Cuando hay más de 20 viviendas
 - Cuando hay elementos activos en la red de distribución
 - Cuando la edificación es de uso no residencial
- ¿Qué servicios alberga el RITI?
 - RTV
 - TB+RDSI
 - TLCA
 - SAFI
- ¿Cuándo se emplea RITU?
 - En conjuntos unifamiliares
 - En edificios de planta baja + 3 alturas
 - En edificios de planta baja + 3 alturas y 10 PAUs como máximo

Test 1

- ¿Dónde se encuentran los puntos de distribución?
 - En los registros de enlace
 - En los registros secundarios (RS)
 - En los RTR
 - En los registros de paso
- Los conductos y registros intermedios entre el punto de entrada y el RITI se denominan:
 - Canalización de enlace superior
 - Canalización de enlace inferior
 - Canalización externa
 - Canalización principal
- Los cálculos de niveles de señal en un proyecto de ICT están en
 - La memoria
 - Los planos
 - El pliego de condiciones

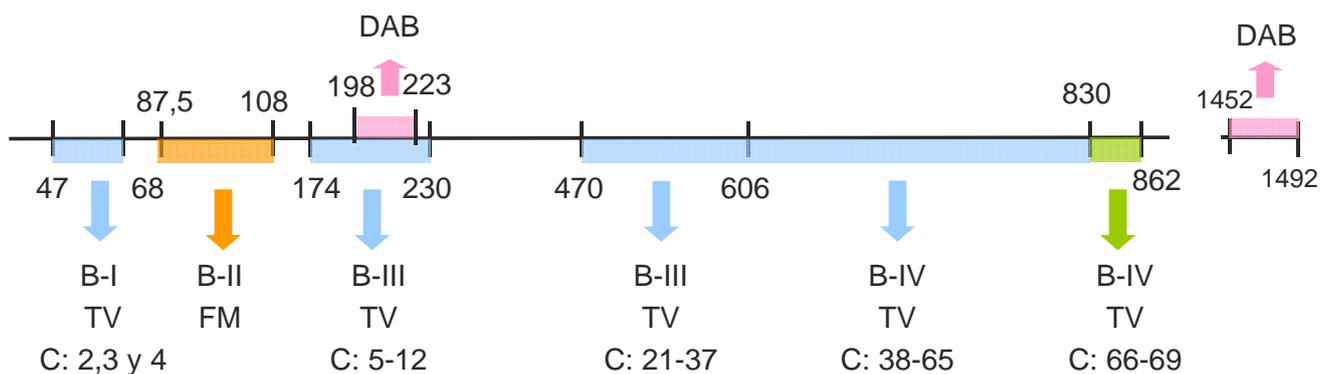
Servicios de difusión terrenal y vía satélite

- Servicio de radiodifusión sonora analógica, mono y estéreo (Radio-FM)
- Servicio de radiodifusión sonora terrenal digital (DAB)
- Servicio de radiodifusión de televisión vía satélite analógico
- Servicio de radiodifusión de televisión digital (TV-COFDM)

Servicios de difusión terrenal y vía satélite

Espectro ocupado por la radiodifusión terrenal (Radio FM, TV-AM (en desuso), DAB y TV-COFDM)

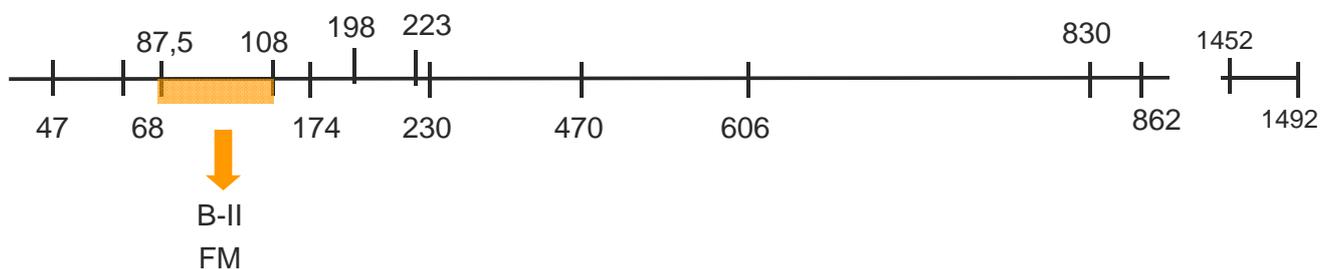
(Frecuencias en MHz)



Servicios de difusión terrenal y vía satélite

Radio FM

- Ancho de banda de los canales:
 - Mono: 180 KHz
 - Estéreo: 250 KHz
- Espectro reservado por cada canal: 300 KHz
- Número de canales en la banda asignada: 69



Servicios de difusión terrenal y vía satélite

Servicio de radiodifusión de televisión digital terrestre

- Cada canal modulado en COFDM, con 6817 portadoras, cada una de ellas con modulación digital 64-QAM.
- COFDM protege frente al efecto multitrayecto (desvanecimiento selectivo en frecuencia).
- A la señal digital que ocupa cada uno de los antiguos canales de 8 MHz se le denomina “múltiple digital” en la normativa, para diferenciarla de “canal digital”, ya que cada “múltiple digital” puede multiplexar varios “canales digitales”, dependiendo de su calidad

Canales digitales en un múltiple digital	Calidad
1 canal de 24 Mbit/s	HDTV (alta definición)
2 canales de 12 Mbit/s	PAL-plus (DVD)
4 canales de 6 Mbit/s	PAL (TV convencional)

Servicios de difusión terrenal y vía satélite

Servicio de radiodifusión de televisión

- Asignación de canales por el CNAF (Cuadro Nacional de Asignación de Frecuencias): cada repetidor tiene una asignación de canales distinta.
- Debemos conocer qué repetidor da cobertura a la edificación.
- Ejemplo. Repetidores de la Región de Murcia:

AGUILAS-MESA

ALEDO

ALHAMA MURCIA

ALUMBRES

CALASPARRA

CARAVACA 1

CARAVACA 2

CARTAGENA-ATALAYA

CEHEGIN

CIEZA

ISLA PLANA

JUMILLA-STA ANA

LORCA2

LORCA3

MURCIA-CARRASCOY

PACA

PLIEGO

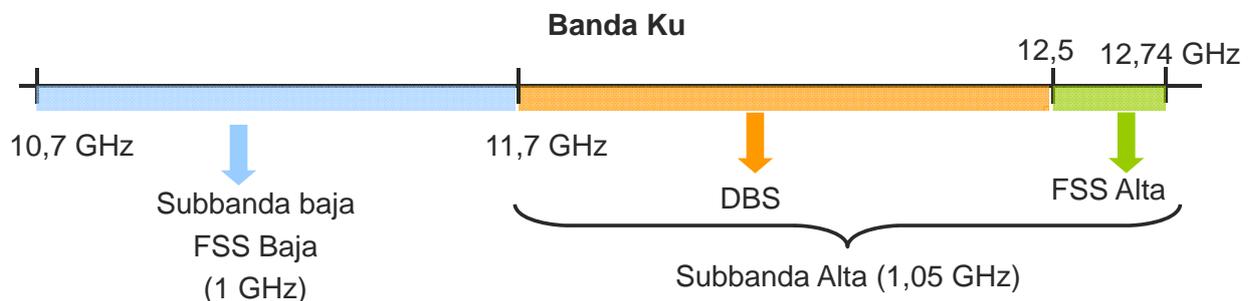
PUERTO LUMBRERAS

RICOTE-ALMECES

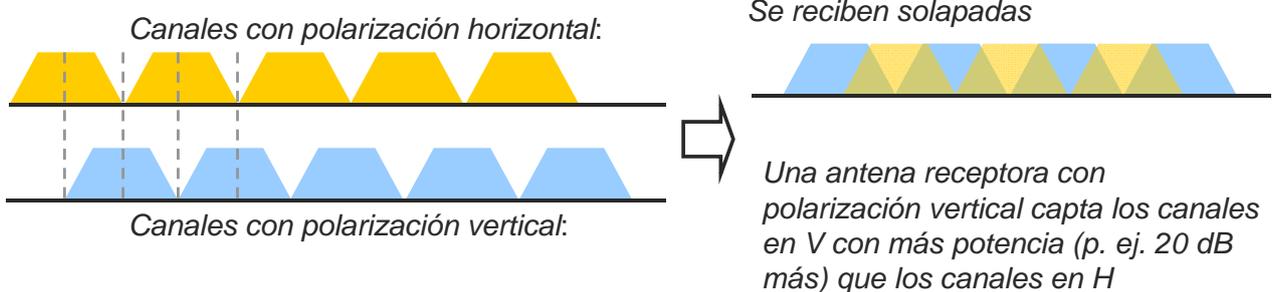
YECLA-PRINCIPE

Servicios de difusión terrenal y vía satélite

Servicio de radiodifusión de televisión vía satélite



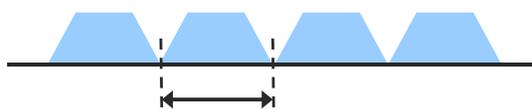
Señal procedente del satélite:



Servicios de difusión terrenal y vía satélite

Servicio de radiodifusión de televisión vía satélite

Canales digitales → Se denominan transpondedores



AB: 36 MHz

Codificación digital: MPEG-2

Modulación en QPSK:

No incorpora información de amplitud

Se emplean códigos de corrección de errores

El objetivo es reducir la relación C/N requerida (llegan hasta $C/N_{\min} = 11$ dB), ya que la propagación desde satélite presenta una gran atenuación (del orden de 200 dB).

En cada transpondedor se multiplexan de 5 a 8 programas (cadenas de TV)

Un una instalación de ICT la señal de satélite se transmite en Frecuencia Intermedia (FI) por el coaxial. FI: 950 MHz – 2150 MHz.

En FI “cabén” 33 transpondedores. Como hay dos coaxiales, el máximo es 66.

Servicios de difusión terrenal y vía satélite

■ Resumen de características de televisión digital: DVB

DVB: Digital Video Broadcasting:

Emplea el estándar MPEG-2 de codificación digital

La modulación cambia según el medio de transmisión:

Servicio	Modulación	Optimiza	Banda	BW canal
TV Digital Terrenal	COFDM	Protege contra multitrayecto	470 – 862 MHz	8 MHz
TV Digital Satélite	QPSK	C/N	10,7 – 12,75 GHz	36 MHz
TV Digital Cable	64 QAM	Ancho de banda	86 – 862 MHz	8 MHz

Test 2

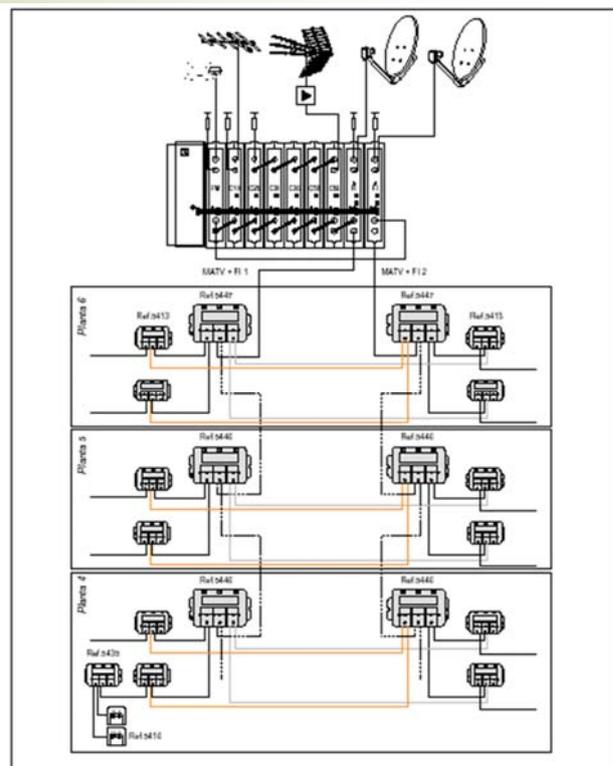
- El ancho de banda reservado en UHF para los canales de televisión es
 - 6 MHz
 - 7 MHz
 - 8 MHz
- En cuanto a la distribución de canales de TV en una ICT
 - Es igual en toda España
 - Cambia en cada comunidad autónoma
 - Cambia en cada provincia
 - Cambia en cada municipio dependiendo de el repetidor
- La modulación empleada en DVB por satélite está modulada en:
 - COFDM para minimizar el efecto del multicamino
 - QPSK para minimizar el C/N mínimo
 - 64-QAM para maximizar el uso del ancho de banda

Test 2

- En una ICT, la señal de satélite se transmite:
 - En banda Ku
 - En FSS
 - En DBS
 - En FI

Componentes de un sistema de recepción de televisión

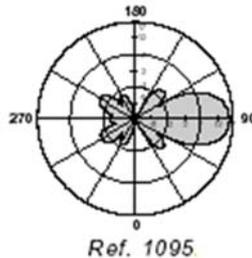
- Sistema captador de señales:
 - Antenas
 - Preamplificador
- Equipo de cabeza
 - Amplificador de Banda Ancha
 - Amplificadores Monocanales
 - Conversores
 - Moduladores
 - Filtros
 - Mezcladores
 - Atenuadores
- Red de Distribución
 - Repartidores
 - Derivadores
 - Tomas de Cajas de Paso
 - Cable Coaxial
 - Conectores



Sistema captador de señales: Antenas

Es el elemento encargado de la captación de señales. Debe seleccionarse a partir del nivel de señal recibido en el edificio y de los canales que se deben captar. Se debe orientar adecuadamente para maximizar la señal recibida, y minimizar la captación de señales reflejadas e interferencias.

DIAGRAMA RADIACION

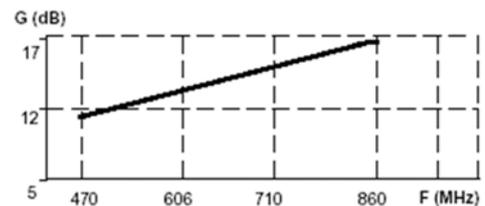


UHF/DDT DAT-45

CARACTERISTICAS TECNICAS

Referencia		1095
Elementos		45
Canal		21-69
Ganancia	(dB)	17
Relación D/A	(dB)	28
Longitud	(mm)	1020
Carga al Viento	785 N/m ²	33
	1080 N/m ² (N)	46

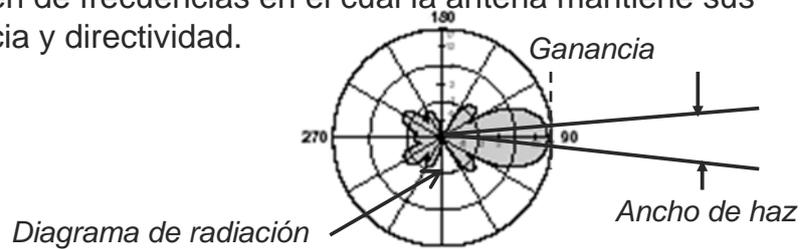
RESPUESTA EN FRECUENCIA



Sistema captador de señales: Antenas

Características técnicas de las antenas

- **Ganancia:** Cociente entre la potencia a la salida de la antena y la potencia de señal presente en el emplazamiento
- **Directividad:** Variación de la ganancia en función de la orientación (la ganancia se da en la dirección de máxima captación de energía).
- **Diagrama de radiación:** Representación de la ganancia en función de la dirección de llegada del frente de ondas
- **Ancho de haz (a - 3 dB):** Intervalo de direcciones alrededor del máximo en el que la ganancia no decae más de 3 dB (menor ancho de haz → mayor directividad).
- **Ancho de banda:** Margen de frecuencias en el cual la antena mantiene sus prestaciones de ganancia y directividad.



Sistema captador de señales: Preamplificador

También se denominan **amplificadores de mástil**. Su uso no será necesario si los niveles de señal entregados por la antena son suficientes para poder ser tratados por los dispositivos de la instalación. Su parámetro de más importancia es la figura de ruido, que deberá ser especialmente baja. Deberá ubicarse lo más cerca posible de la antena, evitando la atenuación del cable.

CARACTERISTICAS TECNICAS

Referencia	5001	5002	5003	5033
Ganancia VHF (dB)	-	-1,5	20	20
Ganancia UHF (dB)	31	31	31	30
Reg. Ganancia VHF (dB)	-	-	>20	>20
Reg. Ganancia UHF (dB)	-	-	>15	>15
Nivel de salida DIN 45004-B (dBμV)	105	105	105	105
Fig. de ruido (dB)	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
Rechazo FM (dB)	>30	>30	>30	>30
Rechazo 27MHz (dB)	>20	>20	>20	-
Rechazo V-U (dB)	>50	>50	>50	>50
Consumo a 24V. (mA)	30	30	30	30
Conectores Tipo	Brida	Brida	Brida	F



Ampl. Blindado sin paso de corriente. (5003)

Amplificadores

Parámetros de interés:

- Ganancia, G (dB), suele ser variable, se da un valor máximo G_{max}
- Figura de Ruido, F (dB)
- Tensión máxima a la salida (mV, dBmV ó dBμV). Es la máxima señal a la salida sin distorsión.

Amplificadores de banda ancha



Central amplificadora.

Amplificadores monocanal



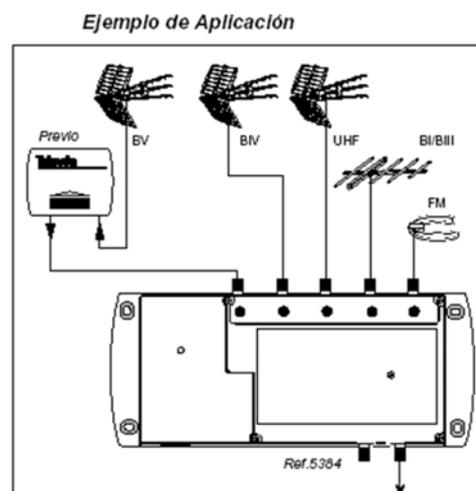
Estación «SZB»

Equipo de cabecera: Amplificadores de banda ancha

Los **amplificadores de banda ancha** amplifican una o más bandas de frecuencia.

Los de **amplificación conjunta** realizan la amplificación de las distintas bandas de frecuencia mediante la utilización de un solo circuito amplificador.

Los de **amplificación separada** utilizan circuitos amplificadores distintos para amplificar las bandas de UHF y VHF



Central amplificadora.

Equipo de cabecera: Amplificadores de banda ancha

Problema de la amplificación de banda ancha:

- Modulación cruzada entre distintos canales
- Cuantos más canales se reciban, menor debe ser la potencia a la salida

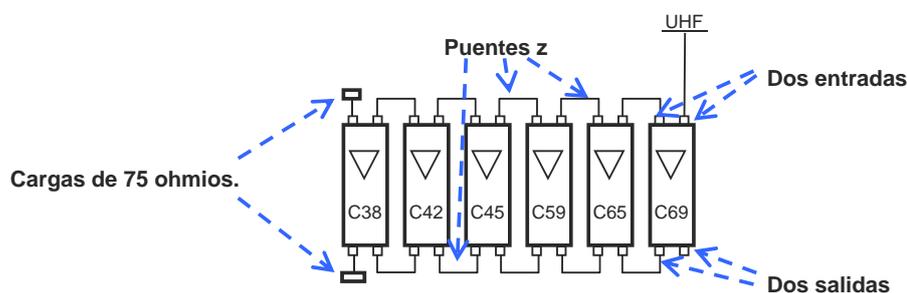
¿Cuándo se puede usar amplificación de banda ancha?

- Amplificación conjunta: sólo en instalaciones individuales.
- Amplificación separada: cuando los niveles de potencia son similares para los distintos canales a la salida de la antena. En algunas centrales amplificadores se pueden ecualizar las bandas (B-I, ... B-V).



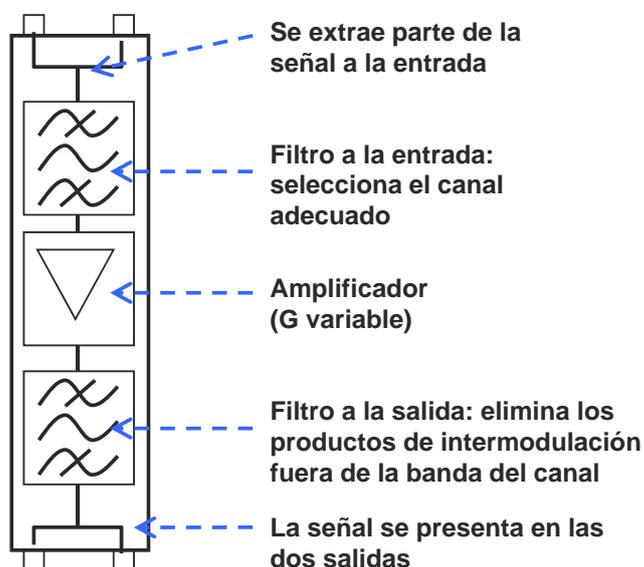
Equipo de cabecera : Amplificadores monocanal

- La amplificación puede ser mayor ya que el único problema es la intermodulación dentro del propio canal.
- En la actualidad se utilizan mayoritariamente amplificadores monocanales con técnica Z, que hacen separación de canales a la entrada y mezcla a la salida.
- Van provistos de dos entradas y dos salidas que les permite la interconexión entre ellos.
- Si una entrada o una salida no está conectada a una línea deberá estar cargada con una carga de 75 ohmios.



Equipo de cabecera: Amplificadores monocanal

- Amplifican un solo canal de TV eliminando todos los demás canales existentes a su entrada.



Amplificadores monocanal
conectados con técnica "Z"

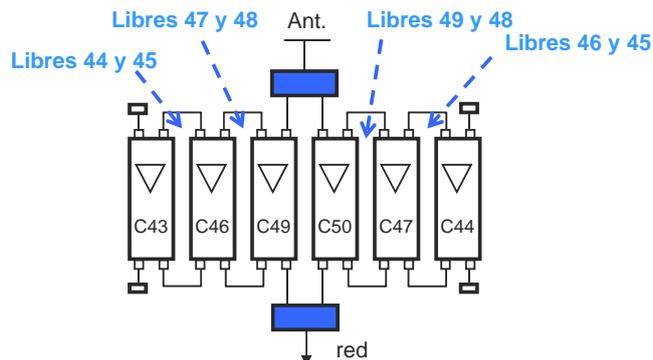
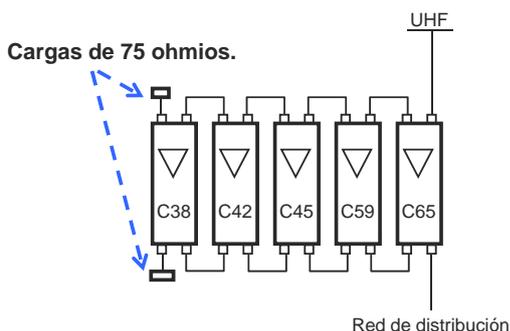


Estación «SZB»

Equipo de cabecera: Amplificadores monocanal

Reglas de uso de la técnica Z

- VHF (canales 2-12): Dejar una canal libre entre 2 utilizados
- UHF (Canales 21-69): Dejar dos canales libres entre 2 utilizados
- Colocar los canales ordenados de menor a mayor, conectando la entrada de antena y la salida a red al monocanal más alto.
- Las salidas no usadas se cargan con una impedancia de 75 Ω (carga adaptada)

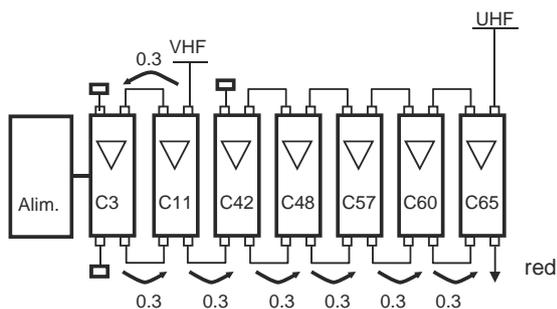


Equipo de cabecera: Amplificadores monocanal

Reglas de uso de la técnica Z

- Pérdidas en puentes Z. En general:
 - Canales VHF (Canales 2- 12): 0.3 dB por puente
 - Canales UHF (Canales 21 – 69): 0.5 dB por puente

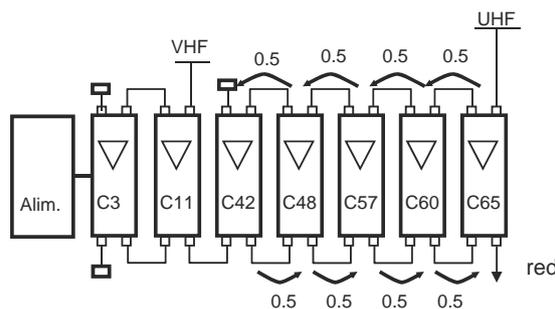
Ejemplo: Pérdidas del monocanal 3:



Pérdidas en puentes Z a la entrada: 0.3 dB

Pérdidas en puentes Z a la salida: 0.3 x 6 = 1.8 dB

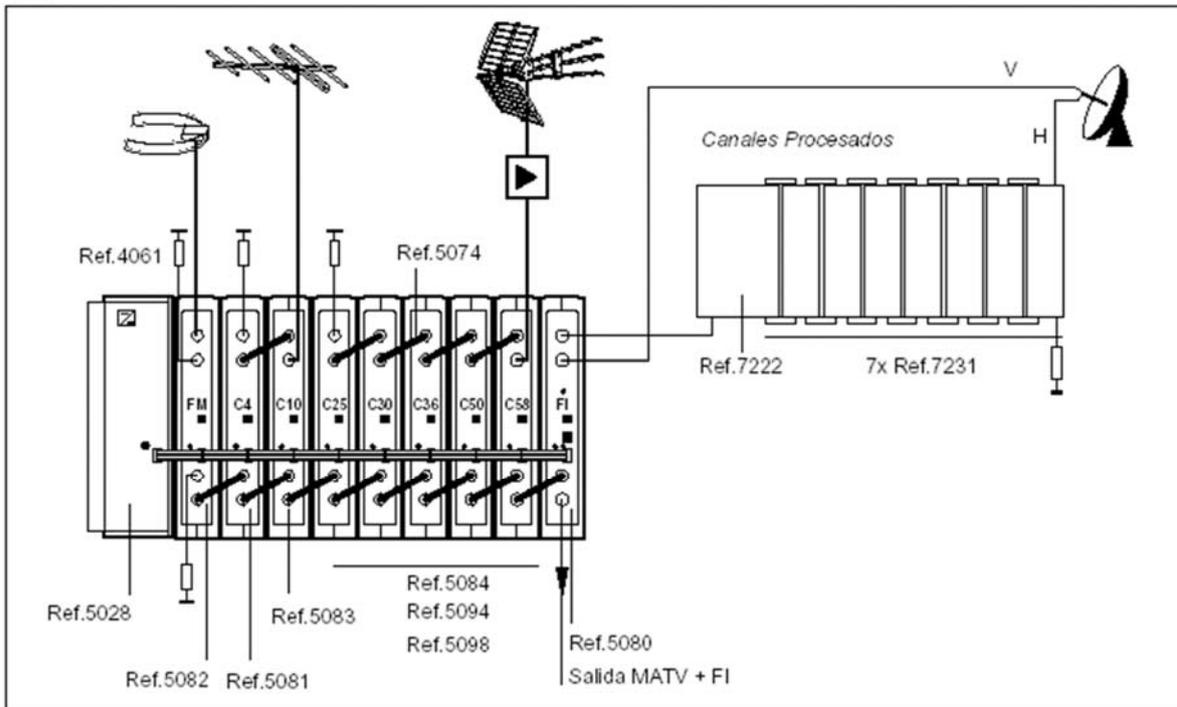
Ejemplo: Pérdidas del monocanal 42:



Pérdidas en puentes Z a la entrada: 0.5 x 4 = 2.0 dB

Pérdidas en puentes Z a la salida: 0.5 x 4 = 2.0 dB

Equipo de cabecera: Amplificadores monocanal



Equipo de cabecera: Convertidores

Actualmente se implementan con procesadores (analógicos o digitales)

Son dispositivos que convierten un canal de entrada en otro distinto de salida.

La utilización de estos dispositivos es aconsejable en el caso de instalaciones de antena colectiva con un número muy elevado de tomas y en el que la longitud del coaxial hasta la última toma es muy grande. En este caso puede ser aconsejable distribuir canales de UHF en otros de VHF.

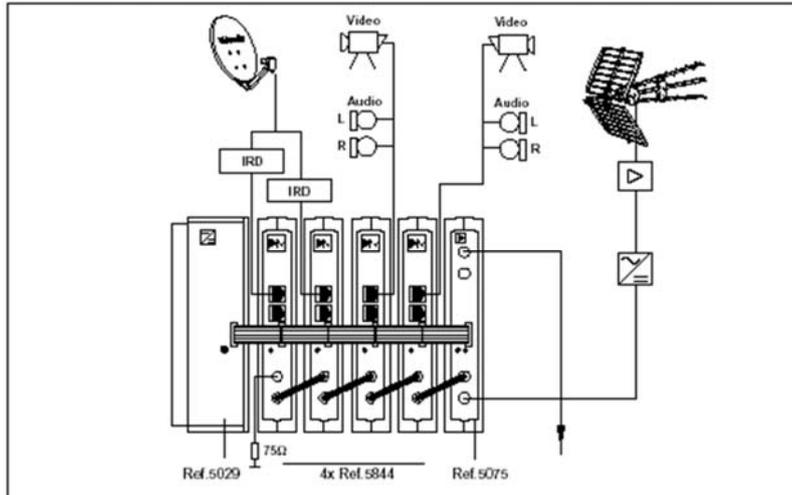
También es aconsejable si se reciben canales entre los que puedan producirse interacciones.



Procesador analógico

Equipo de cabecera: Moduladores

Permiten generar una señal modulada en RF a partir de señales de entrada de vídeo y audio en banda base. Se utilizan fundamentalmente en sistemas de recepción de TV por satélite cuando la señal se pasa a banda base en el equipo de cabeza. También se emplean para circuito cerrado de TV, por ejemplo en ICTs con vigilancia integrada.



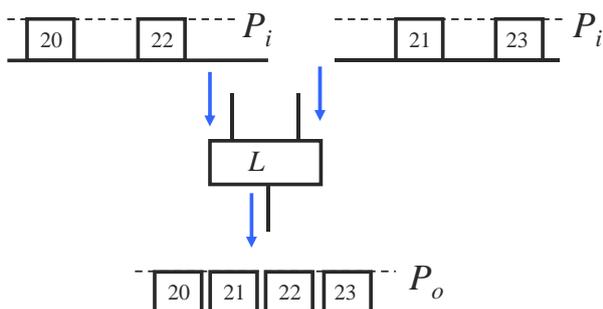
Modulador

Equipo de cabecera: Mezcladores

Son dispositivos destinados a recibir distintas señales de TV por sus distintas entradas y canalizarlas a su salida por un solo cable.

Sus principales características son:

- Pérdidas (L)
- Adaptación entre las entradas y la salida



$$P_o = P_i - L$$



Mezclador de canales adyacentes Ref 5254



Repartidor Mezclador (5-2015 MHz) Ref 5155

Red de Distribución: Repartidores / Distribuidores

Son dispositivos que distribuyen la señal de entrada en múltiples salidas permitiendo la generación de varias líneas de bajada a partir de una sola entrada.

Sus principales características son:

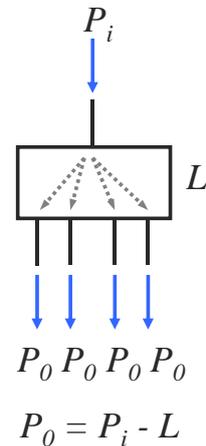
- Pérdidas (L)
- Adaptación entre las entradas y la salida
- Rechazo ente salidas



Repartidor 4532 3D
(5-1000 MHz)



Repartidor 7428 2D
(5-2150 MHz)



Red de Distribución: Derivadores

Son dispositivos que producen una o varias ramificaciones en una línea de distribución de bajada tomando parte de la señal que circula por ella sin prácticamente afectarla.

Sus características más importantes son:

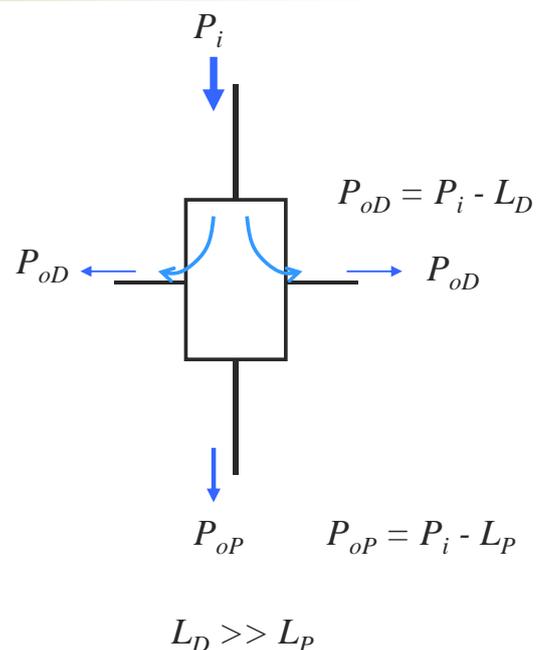
- Atenuación / Pérdidas en derivación (L_D)
- Atenuación / Pérdidas de paso (L_P)
- Rechazo entre salidas



Derivador 2D 5-2150 MHz



Derivador 4D 5-2150 MHz



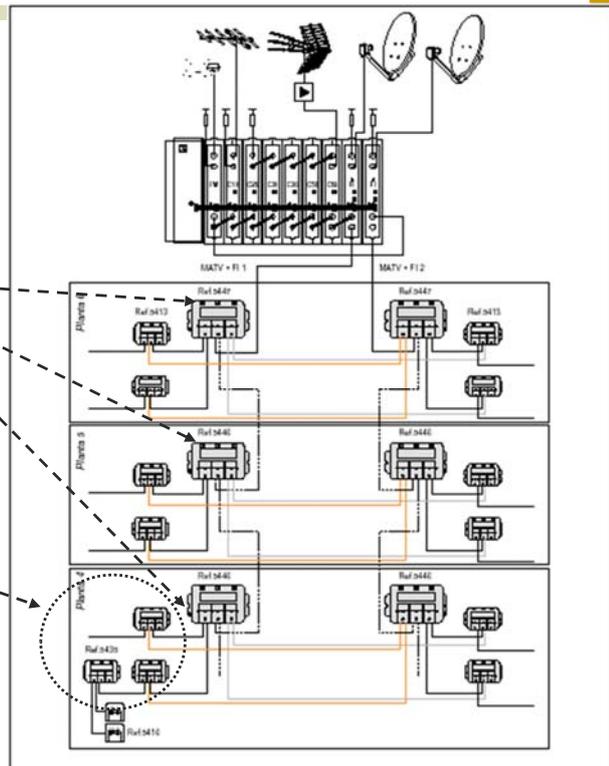
Red de Distribución: Derivadores

Configuración habitual:
Topología mixta Estrella/árbol

Derivadores
En los puntos de distribución
(topología en árbol)

Repartidores
Para repartir la señal en
las redes de dispersión
(topología en estrella)

Nota: en la red de usuario la topología
siempre es en estrella



Equipo de cabeza: Atenuadores

Su función es atenuar la señal cuando se desean equilibrar señales (ecualizar la banda), evitar saturación en los amplificadores o sencillamente bajar el nivel de potencia para cumplir los objetivos dados en la norma. La atenuación es variable. Un característica importante de estos dispositivos es que deben mantener una impedancia de entrada constante para todos los posibles valores de atenuación.

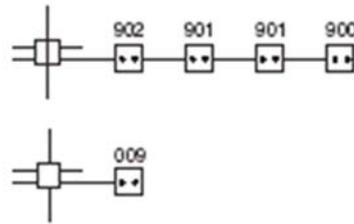


Atenuador 4005

Red de Distribución: Tomas y Cajas de Paso

Son los elementos que permiten al usuario obtener la señal en la línea para aplicarla a la entrada del televisor. Las cajas de paso se instalan sobre la línea de forma que tras pasar por ellas la señal puede continuar hacia otras cajas o tomas. Se puede decir que son derivadores con tomas de usuario. Las características principales de una caja de paso son:

- Atenuación en derivación
- Atenuación de paso
- Rechazo entre salidas



Ejemplo de distribución con cajas de paso



Toma serie (Caja de paso)

Test 3

- En una antena, el ancho de haz a -3 dB disminuye
 - Cuando aumenta la directividad
 - Cuando disminuye la directividad
 - No tiene relación con la directividad
- Los amplificadores de banda ancha
 - Deben entregar menos potencia cuantos más canales reciban
 - Deben entregar más potencia cuantos más canales reciban
 - La potencia máxima entregada no está determinada por el n^0 de canales
- Los monocanales con puentes Z
 - Deben colocarse de menor a mayor, conectando el mayor a la red
 - Deben colocarse de mayor a menor, conectando el menor a la red
 - Pueden colocarse con cualquier orden

[Test 3]

- Cuando la red de distribución tiene topología en árbol
 - Se emplean repartidores en los puntos de distribución
 - Se emplean derivadores en los puntos de distribución
 - La red de distribución siempre tiene topología en estrella

[Norma Técnica para Televisión]

- Anexo I: NORMA TÉCNICA DE INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES PARA LA CAPTACIÓN, ADAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE SEÑALES DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y TELEVISIÓN, PROCEDENTES DE EMISIONES TERRENALES Y DE SATÉLITE.
- **(1) Objeto:** establecer las características técnicas que deberá cumplir la infraestructura común de telecomunicaciones (ICT) destinada a la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y de televisión procedentes de emisiones terrenales y de satélite.
- (2) Elementos de la ICT
- (3) Dimensiones mínimas
- (4) Características técnicas de la ICT
- (5) Características técnicas de los cables

Norma Técnica para Televisión

- **Apartado 4.3: CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPAMIENTO DE CABECERA.** Se indican las características técnicas que deberá presentar la instalación a la salida de dicho equipamiento. Parámetro ajustable en el diseño.
 - Nivel máximo de trabajo a la salida
- **Apartado 4.5: NIVELES DE CALIDAD PARA LOS SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y DE TELEVISIÓN.** Se definen los niveles de calidad de las señales distribuidas a cada toma de usuario. Parámetros ajustables en el diseño:
 - Nivel de Señal en la toma de usuario
 - Respuesta amplitud/frecuencia en banda de la red
 - Relación Portadora/Ruido aleatorio
 - Relación de intermodulación

Norma Técnica para Televisión

Dimensiones mínimas

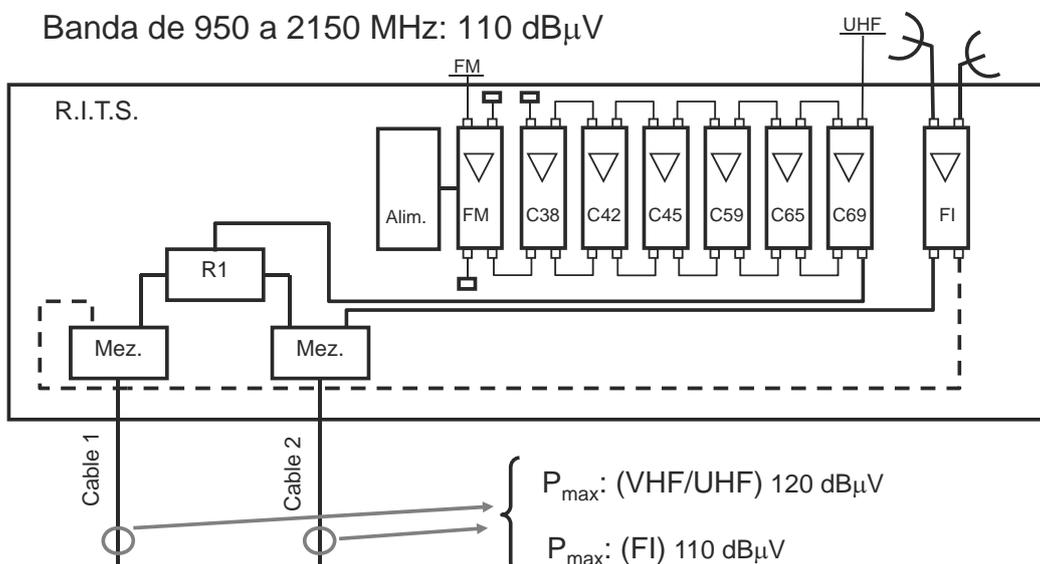
- Dimensionamiento del número de tomas y salidas del repartidor
Viviendas:
 - Número de tomas: Una toma por cada dos estancias (o fracción) excluidos baños y trasteros. Mínimo dos tomas.
 - Número de salidas del repartidor:
 - Viviendas de 4 o menos estancias: una por estancia
 - Viviendas de más de 4 estancias: no se especifica, pero debe ser capaz de alimentar una toma por estancia.
- Locales y oficinas
 - Edificaciones mixtas (viviendas y locales)
 - Distribución en planta definida: 1 PAU por local, 1 toma (mínimo) por PAU
 - Distribución en planta no definida: n° de PAUs = n° de viviendas en planta tipo
 - Edificaciones de locales y oficinas
 - Distribución no definida: 1 PAU por cada 100 m² ó fracción. 1 Toma por PAU

Norma Técnica para Televisión

- Características técnicas generales
 - Ancho de banda de la red: de 5 a 2150 MHz
 - La red de distribución y dispersión está compuesta de 2 cables. Ambos contienen la señal de TV Terrenal (46 – 862 MHz) y cada uno de ellos puede contener distintas señales en Frecuencia Intermedia (TV satélite)
- Elementos de captación
 - Conectados a toma de tierra del edificio por el camino más corto con un cable de 25 mm² de sección, como mínimo.
 - Ubicación del mástil o torreta:
 - Distancia mínima al obstáculo más próximo: 5 m
 - Distancia mínima a una línea eléctrica: 1,5 metros x altura del mástil
 - Altura máxima del mástil: 6 metros (si hace falta más se emplean torretas)
 - Velocidad máxima del viento, para los cálculos de tracción:
 - A menos de 20 metros: 130 Km/h
 - A más de 20 metros: 150 Km/h

Norma Técnica para Televisión

- Potencia máxima a la salida del último elemento mezclador de la cabecera:
 - Banda de 15 a 862 MHz: 120 dB μ V
 - Banda de 950 a 2150 MHz: 110 dB μ V



Norma Técnica para Televisión

- Nivel de Señal:

PARÁMETRO	UNIDAD	BANDA DE FRECUENCIA	
		15 - 862 MHz	950 - 2150 MHz
Nivel de señal			
Nivel AM-TV	dB μ V	57-80	
Nivel 64QAM-TV	dB μ V	45-70 (1)	
Nivel FM-TV	dB μ V	47-77	
Nivel QPSK-TV	dB μ V	47-77 (1)	
Nivel FM Radio	dB μ V	40-70	
Nivel DAB Radio	dB μ V	30-70 (1)	
Nivel COFDM-TV	dB μ V	45-70 (1, 2)	

Norma Técnica para Televisión

- **Respuesta amplitud/frecuencia en banda de la red:** se especifica sólo para la atenuación introducida por la red entre la salida de cabecera y la toma de usuario con menor nivel de señal, de forma independiente para las bandas de 15 – 862 MHz y 950 – 2150 MHz. El parámetro indica la diferencia máxima de atenuación en cada una de las dos bandas anteriores.

PARÁMETRO	UNIDAD	BANDA DE FRECUENCIA	
		15 - 862 MHz	950 - 2150 MHz
Respuesta amplitud/frecuencia en banda de la red	dB	16	20

Norma Técnica para Televisión

- Relación Portadora/Ruido aleatorio

Relación Portadora/Ruido aleatorio		
C/N FM-TV	dB	≥ 15
C/N FM-Radio	dB	≥ 38
C/N AM-TV	dB	≥ 43
C/N QPSK-TV	dB	≥ 11
C/N 64 QAM-TV	dB	≥ 28
C/N COFDM-DAB	dB	≥ 18
C/N COFDM-TV	dB	≥ 25 (5)

Norma Técnica para Televisión

- **Relación de intermodulación:** se refiere a la intermodulación de tercer orden producida por batido entre las componentes de dos frecuencias cualquiera de las presentes en la red.

Relación de intermodulación:		
AM-TV	dB	≥ 54
FM-TV	dB	≥ 27
64 QAM-TV	dB	≥ 35
QPSK-TV	dB	≥ 18
COFDM-TV	dB	≥ 30 (5)

Ejemplo de cálculo

1. Nivel de Señal:

Nivel Máximo/Mínimo en toma de usuario para cada servicio:

S_{\max_U} y S_{\min_U}

Mejor toma \rightarrow menor atenuación a la frecuencia más baja (Att_{\min})

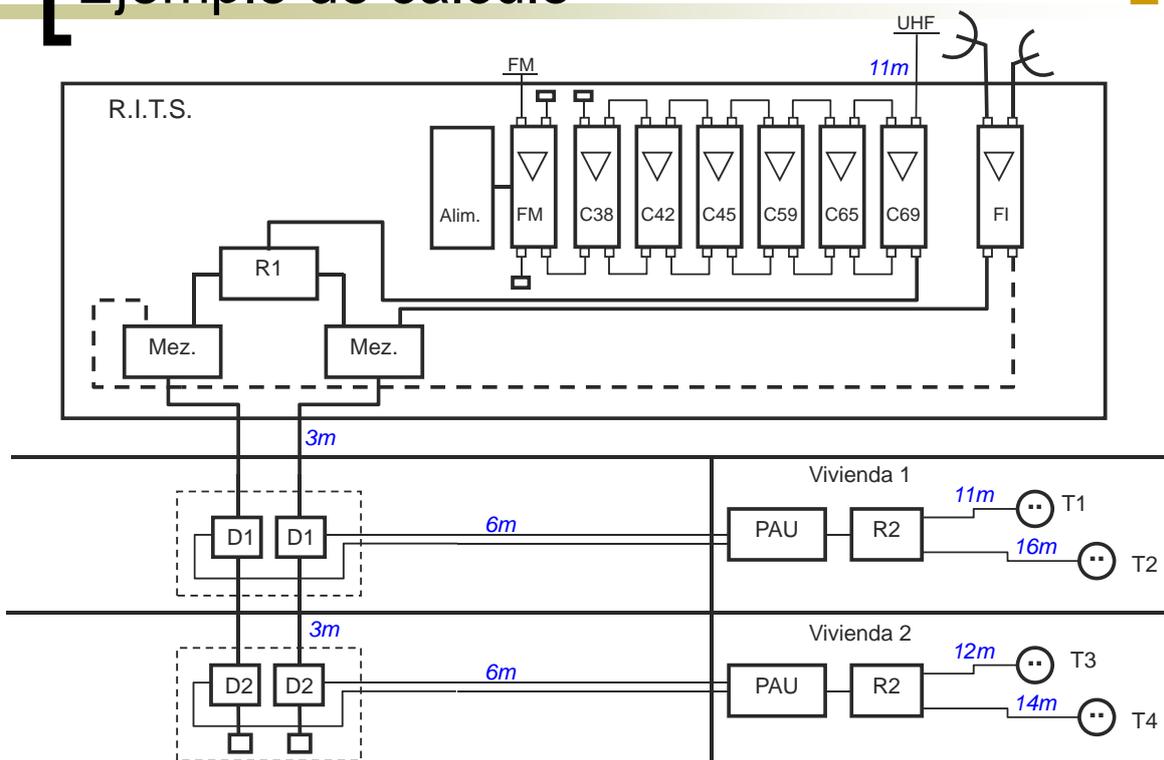
Peor toma \rightarrow mayor atenuación a la frecuencia más alta (Att_{\max})

Niveles de salida del amplificador requeridos para el diseño:

Máximo $\rightarrow S_{\max_U} + Att_{\min}$

Mínimo $\rightarrow S_{\min_U} + Att_{\max}$

Ejemplo de cálculo



Ejemplo de cálculo

- Repartidores:

Repartidor	R1	R2
Banda	47-2150 MHz	
Nº Salidas	2	2
Pérdidas distribución V/U	$4 \pm 0,25$ dB	$6 \pm 0,25$ dB
Pérdidas distribución FI	$5 \pm 0,25$ dB	$7 \pm 0,25$ dB

- Mezclador:

Banda	47-2150 MHz
Pérdidas inserción V/U	$4 \pm 0,5$ dB
Pérdidas inserción FI	$4 \pm 0,5$ dB

Ejemplo de cálculo

- Derivadores:

Derivador	D1	D2
Banda	47-2150 MHz	
Nº Salidas	1	1
Pérdidas derivación V/U	$16 \pm 0,5$ dB	$12 \pm 0,5$ dB
Pérdidas derivación FI	$16 \pm 0,5$ dB	$12 \pm 0,5$ dB
Pérdidas inserción V/U	$2 \pm 0,25$ dB	$2 \pm 0,25$ dB
Pérdidas inserción FI	$3,5 \pm 0,25$ dB	$3,5 \pm 0,25$ dB

- P.A.U.:

Pérdidas inserción V/U y FI: 1 ± 0 dB

Ejemplo de cálculo

- Toma de usuario:

Banda	47-2150 MHz
Pérdidas inserción V/U	$2 \pm 0,5$ dB
Pérdidas inserción FI	$3,5 \pm 0,5$ dB

- Cable Coaxial:

Atenuación	Frecuencia
0,04 dB/m	45 MHz
0,19 dB/m	862 MHz
0,2 dB/m	950 MHz
0,32 dB/m	2150 MHz

Ejemplo de cálculo

- Amplificadores Monocanales:

Banda	47-862 MHz
Figura de Ruido	7 dB
Tensión máxima a la salida	120 dB μ V
Ganancia máxima	40 dB

Ejemplo de cálculo

- Toma de usuario. Cálculo atenuación máxima para AM-TV y COFDM-TV en la banda 15 – 862 MHz:

Toma	Frecuencia	Longitud cable	Atenuación Total cable	Atenuación Elem. pasivos	Atenuación total
T1	47 MHz				
T2	47 MHz				
T3	47 MHz				
T4	47 MHz				
T1	862 MHz				
T2	862 MHz				
T3	862 MHz				
T4	862 MHz				

Ejemplo de cálculo

- Cálculo nivel de salida del amplificador AM-TV:

Datos:

- Nivel Máximo/Mínimo en toma de usuario para AM-TV según Anexo I RD 401/2003: ($S_{\max_U} = 80 \text{ dB}\mu\text{V}$ y $S_{\min_U} = 57 \text{ dB}\mu\text{V}$)
- Att_{\max} y Att_{\min}

Obtenemos el nivel máximo de salida del amplificador: S_{\max}

- Cálculo nivel de salida del amplificador COFDM-TV:

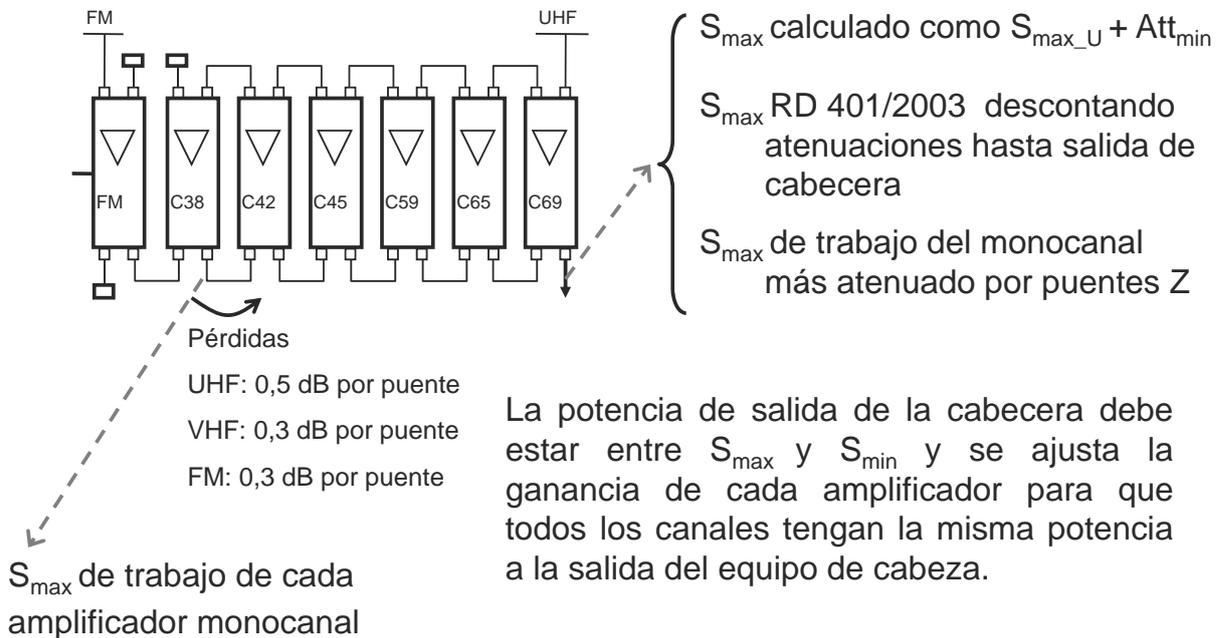
Datos:

- $S_{\max_U} = 70 \text{ dB}\mu\text{V}$ y $S_{\min_U} = 45 \text{ dB}\mu\text{V}$
- Att_{\max} y Att_{\min}

Obtenemos el nivel máximo de salida del amplificador: S_{\max}

Ejemplo de cálculo

■ Ajuste de los amplificadores monocanales



Ejemplo de cálculo

2. Respuesta Amplitud/Frecuencia:

Calcularemos la diferencia máxima de la atenuación (rizado) para la banda 15 – 862 MHz para la peor toma:

1. Obtenemos el rizado producido por el cable en la banda V/U
2. Calculamos el rizado producido por los componentes.
3. Rizado total = 2 x rizado componentes + rizado cable.
4. Se comprueba si Rizado total en banda U/V < 16 dB (RD 401/2003)

Este parámetro está orientado a mantener dentro de un margen aceptable la **distorsión lineal de amplitud**.

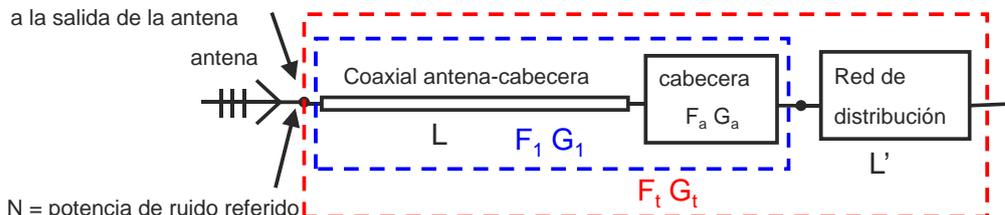
Ejemplo de cálculo

3. Relación Portadora/Ruido aleatorio:

En la práctica la calidad de un sistema de comunicaciones depende de la relación S/N a la salida del demodulador del receptor. Este parámetro de calidad está relacionado con otro, más extendido que es la relación C/N a la entrada.

C/N (dB) = Señal a la salida de la antena (dB μ V) – Potencia de ruido del sistema referida a la entrada del sistema.

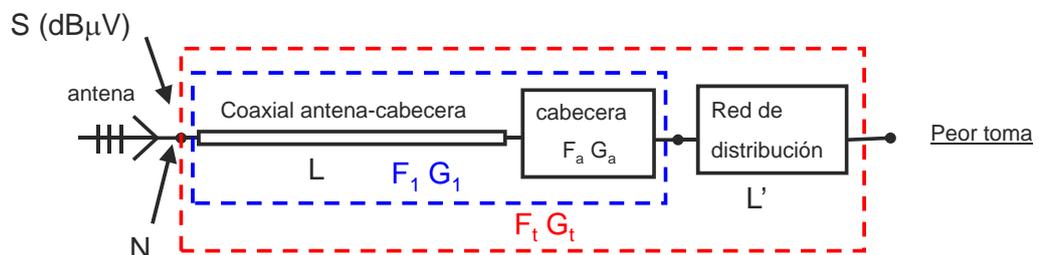
C = potencia de la portadora
a la salida de la antena



N = potencia de ruido referido
a la salida de la antena

Ejemplo de cálculo

3. Relación Portadora/Ruido aleatorio:



$$N = kT_a b + kT_e b$$

$$T_e = T_0 (f_t - 1)$$

Se suele aproximar $T_a = T_0$, por tanto $N = kT_0 f_t b$ (W)

$$N(\text{dB}\mu\text{V}) = F_t(\text{dB}) + 10 \cdot \log(kT_0 b) \cong F_t(\text{dB}) + 2 \text{ dB}\mu\text{V}$$

f_t se calcula aplicando la fórmula de friis

$$C/N \text{ (dB)} = S \text{ (dB}\mu\text{V)} - F_t(\text{dB}) - 2 \text{ dB}\mu\text{V}$$

R.D. 401/2003

En AM-TV: $C/N \geq 43 \text{ dB}$

En COFDM-TV: $C/N \geq 25 \text{ dB}$

Ejemplo de cálculo

4. Relación de intermodulación:

La norma indica que se calcule este parámetro para intermodulación de tercer orden.

Los fabricantes caracterizan sus componentes con la señal máxima a su salida. Los niveles máximos dados por los fabricantes pueden asociarse directamente con una relación S_{\max}/I en la prueba de dos tonos:

$S_{\max}/I = 56$ dB para amplificadores monocanales en la banda 15 – 862 MHz

$S_{\max}/I = 35$ dB para amplificadores en la banda 950 – 2150 MHz

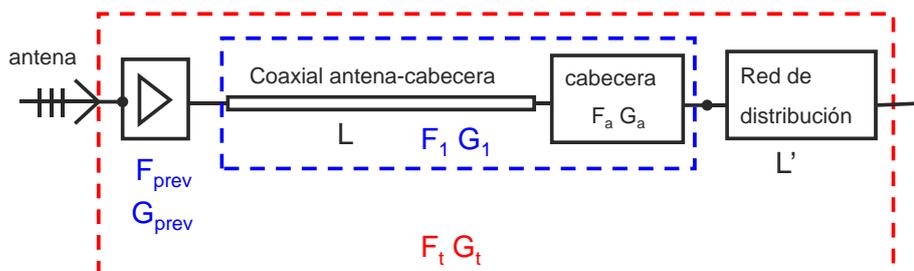
DISPOSITIVOS DE UN SOLO CANAL (amplificadores monocanales) si S_{real} es la señal calculada a la salida del amplificador.

$$S/I \text{ (dB)} = S_{\max}/I \text{ (dB)} + 2 (S_{\max} \text{ (dB}\mu\text{V)} - S_{\text{real}} \text{ (dB}\mu\text{V)})$$

Ejemplo de cálculo

Casos especiales I: Uso de preamplificador.

Por ejemplo si con G_{\max} no se alcanza la potencia mínima en cabecera.



Se empleará la fórmula de Friis con tres cuadripolos para calcular F_t

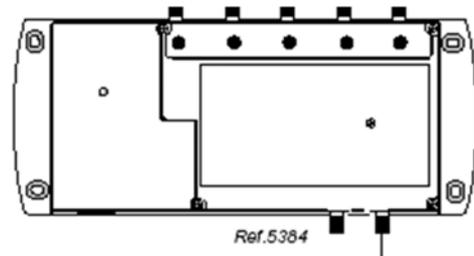
Ejemplo de cálculo

Casos especiales II: Amplificación de banda ancha

- El cálculo de la relación S/I se verá afectado

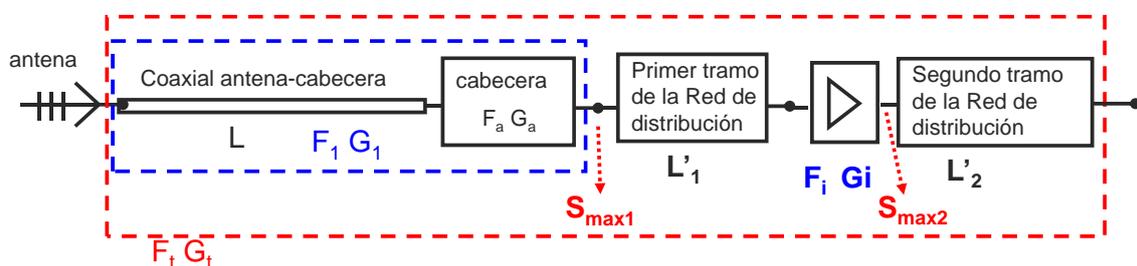
$$S/I \text{ (dB)} = S_{\max} / I \text{ (dB)} + 2 (S_{\max} \text{ (dB}\mu\text{V)} - 7,5 \cdot \log(N-1) - S_{\text{real}} \text{ (dB}\mu\text{V)})$$

- S_{\max} : Es la potencia máxima a la salida del amplificador dada por el fabricante.
- N : es el número de canales amplificados en la banda
- $S_{\max} \text{ (dB}\mu\text{V)} - 7,5 \cdot \log(N-1)$: es la potencia máxima corregida.
- Se debe considerar $S_{\max} \text{ (dB}\mu\text{V)} - 7,5 \cdot \log(N-1)$ para calcular la potencia máxima a la salida de la cabecera



Ejemplo de cálculo

Casos especiales III: Amplificación intermedia



- F_t se calcula con la fórmula de Friis para cuatro cuadripolos
- Para el cálculo de S/I se debe calcular el valor de S_{\max} del conjunto

$$\frac{1}{S_{\max}} = \frac{1}{S_{\max 2}} + \frac{l'_1}{S_{\max 1} \cdot g_i}$$

- El amplificador intermedio es de banda ancha por lo que $S_{\max 2}$ debe ser calculado como $S_{\max}(\text{fab.}) - 7,5 \cdot \log(N-1)$

Amplificación Intermedia

Ejemplo para:

$C = 70 \text{ dBuV}$

$L = 5 \text{ dB}$

$G_a = 35 \text{ dB}$

$F_a = 7 \text{ dB}$

$L_1' + L_2' = 60 \text{ dB}$

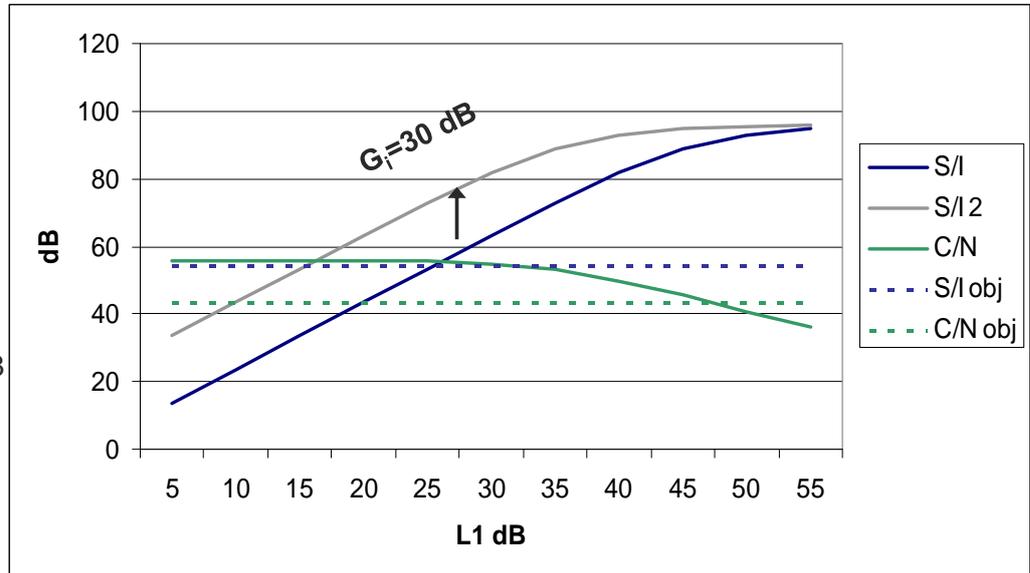
$G_i = 40 \text{ dB}$

$F_i = 7 \text{ dB}$

$N^\circ \text{ canales UHF} = 8$

$S_{\text{max}_a} = 120 \text{ dBuV}$

$S_{\text{max}_i} = 120 \text{ dBuV}$



Test 4

- En una vivienda de 3 dormitorios, 2 baños, una cocina y un comedor debe haber como mínimo
 - 1 toma
 - 2 tomas
 - 3 tomas
 - 4 tomas
 - 5 tomas
- El número mínimo de cables que componen la red ICT es
 - 2 en la red de distribución y 1 en la de dispersión
 - 2 en la red de distribución y 2 en la de dispersión
 - 1 en la red de distribución y 2 en la de dispersión
 - 1 en la red de distribución y 1 en la de dispersión

[Test 4]

- La altura máxima de un mástil para soporte de antenas es
 - 2 metros
 - 6 metros
 - Depende de los obstáculos y líneas eléctricas presentes en la azotea
- La impedancia característica de una ICT es
 - 50 ohmios
 - 75 ohmios
 - 100 ohmios
- Potencia máxima a la salida del último amplificador de la cabecera la determina
 - La potencia máxima en toma del usuario con menos atenuación
 - La potencia máxima de salida de la cabecera según en RD 401/2003
 - La potencia máxima que pueden entregar los amplificadores
 - Todas son correctas