

3. Componentes de un sistema de recepción de la señal de TV

Actividades de comprobación

3.1. d) 4 dBμV.

3.2. b) Dipolo.

3.3. a) Sistema captador.

3.4. c) 470-862 MHz.

3.5. b) Transmodulador.

3.6. a) Conversor.

3.7. b) 4,8 dB.

$$L = 40 \text{ m}, \text{Atenuación} = 12 \text{ dB}/100\text{m} = 0,12 \text{ dB/m}$$
$$L_{TOTAL} = L \cdot \text{Atenuación} = 40 \text{ m} \cdot 0,12 \text{ dB/m} = 4,8 \text{ dB}$$

3.8.c) Derivador.

3.9. d) Modulador.

3.10. d) Modulador.

3.11. c) En la red de distribución.

3.12. a) PAU.

3.13. b) PAU.

3.14. d) Derivador.

3.15. b) 2.

Actividades de aplicación

3.1. Medidor de campo.

Orientaciones

El objetivo de esta actividad es que el alumno se familiarice con las características de los medidores de campo así como el uso de los manuales de usuario para identificar el funcionamiento y la configuración de estos equipos de manera autónoma.

La mayoría de fabricantes permiten la descarga de los manuales de instrucciones de sus equipos. Para trabajar en esta actividad se recomienda la utilización de estos manuales en formato pdf. Algunos enlaces donde encontrar estos manuales son los siguientes:

- Televes. <http://www.televes.es/es/catalogo/equipamiento>
- Promax. www.promax.es

A partir del manual de usuario del medidor de campo utilizado en el aula-taller, el alumno debe identificar, con ayuda del profesor si es necesario, las principales características técnicas, prestaciones y modos de funcionamiento del equipo que utilizarán en el resto de actividades prácticas.

Paraninfo

En especial, es importante que el alumno compruebe el proceso de configuración del medidor para realizar las medidas de calidad de un canal de TV digital terrestre.

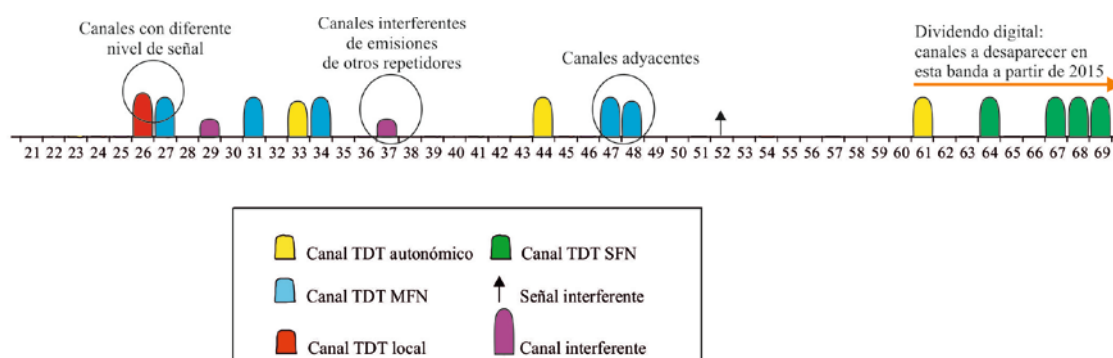
3.2. El espectro de radiofrecuencia.

Orientaciones

El objetivo de esta actividad práctica es que el alumno analice el espectro de radiofrecuencia en el lugar de instalación de las antenas, para ello debe configurar de manera adecuada el medidor de campo, con ayuda si es necesario del manual de usuario.

Esta actividad sirve de apoyo y puede utilizarse de manera conjunta con los resultados de la actividad de aplicación 2.1.

El alumno debe identificar las frecuencias de los canales visualizados en el medidor de campo y analizar sus características. También se puede comprobar si en la banda asignada al dividendo digital existen emisiones de señal.



3.3. Apuntamiento de antenas de UHF.

Orientaciones

El objetivo de esta actividad es poner en práctica un procedimiento para la orientación de antenas de TV terrestre con la ayuda de un medidor de campo.

3.4. Análisis del diagrama de radiación de una antena de UHF.

Orientaciones

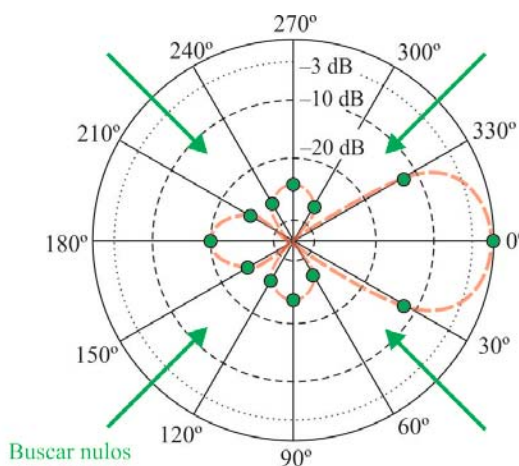
El objetivo de esta actividad es comprobar el comportamiento de una antena en función de su orientación, con el fin de representar su diagrama de radiación.

En la figura siguiente se muestra una posible solución, ya que esta dependerá de la antena utilizada.

Para definir claramente la forma del diagrama de radiación es interesante identificar los nulos de radiación de la antena, girándola ligeramente hasta que el nivel de señal recibido sea el más pequeño posible.

Orientación (θ)	S_i (dB μ V)	$S_i(\theta) - S_i(0^\circ)$
0°	70	70 - 70 = 0 dB
30°	58	70 - 58 = 12 dB
60°	43	70 - 43 = 27 dB
90°	48	70 - 47 = 23 dB
120°	44	70 - 44 = 26 dB
150°	45	70 - 45 = 25 dB
180°	50	70 - 50 = 20 dB
210°	45	70 - 45 = 25 dB
240°	44	70 - 44 = 26 dB
270°	48	70 - 47 = 23 dB
300°	43	70 - 43 = 27 dB
330°	58	70 - 58 = 12 dB

a) Tabla de medidas.



Buscar nulos de radiación

b) Diagrama de radiación.

3.5. Análisis de catálogos comerciales.

Orientaciones

El objetivo de esta actividad es identificar las principales características de los elementos que forman parte de un sistema de recepción y distribución de la señal de TV terrestre a partir de catálogos técnico-comerciales.

3.6. Construcción de un dipolo experimental.

Orientaciones

El objetivo de esta actividad es comprobar el comportamiento de un dipolo como los utilizados en las antenas comerciales, a partir de la construcción de un dipolo experimental.

A continuación se detallan los aspectos teóricos que el profesor puede ampliar con el alumno durante el desarrollo de la actividad.

Impedancia de la antena

Las características eléctricas de una antena pueden modelarse mediante su impedancia, que es una combinación de resistencia y reactancia. La impedancia de la antena depende del punto de la antena considerado, generalmente el punto de conexión de la antena a la línea de transmisión.

La impedancia de una antena depende, además, de otros factores: rango de frecuencias que capta, tipo de antena, características de los materiales utilizados, etc.

Como, ejemplo, la impedancia de una antena dipolo, de media longitud de onda, tiene una impedancia del orden de 50 Ω , mientras que la línea coaxial utilizada en las instalaciones de distribución de la señal de TV tiene una impedancia característica de 75 Ω .

La desadaptación entre la impedancia de la antena y la impedancia característica de la línea provoca la denominada onda estacionaria, dando lugar a la Relación de Onda Estacionaria (ROE).

Reactancia de la antena

Además de la resistencia, una antena puede presentar una reactancia capacitiva o inductiva., que influye de manera decisiva a la ROE, ya que influye decisivamente en la desadaptación de impedancia ente la antena y la línea de distribución.

Frecuencia de resonancia

A la frecuencia de resonancia, la impedancia inductiva de una antena se cancela con la impedancia reactiva, por lo que la antena presenta en sus bornes una impedancia puramente resistiva.

Dipolo

Un dipolo está asociado a una línea de transmisión de una longitud física igual a la de media longitud de onda de la señal que se desea captar.

Cuando la longitud del dipolo es aproximadamente $\lambda/2$ de la señal que capta, una antena presenta una impedancia puramente resistiva, por lo que la transferencia de potencia a la línea de transmisión es máxima.

Balun

Un dipolo es una línea balaceada o simétrica (balanced), es decir, la tensión en bornes de la antena es simétrica.

En cambio, una línea de transmisión coaxial, es una línea no balanceada o asimétrica (unbalanced), es decir, uno de los terminales de la línea está directamente conectado a la masa.

Para la conexión de un dispositivo balanceado a uno no balanceado se recurre a un dispositivo denominado *balun* (BALanced-UNbalanced).

Además, el *balun*, permite adaptar la impedancia de la antena a la impedancia de la línea de transmisión, para evitar las ondas estacionarias. La adaptación puede realizarse modificando las características de la antena o utilizando un dispositivo especial

Ancho de banda

Si se incrementa el diámetro de los elementos utilizados, se incrementa el ancho de banda la antena, ya que varía el factor de calidad (Q) del circuito resonante.

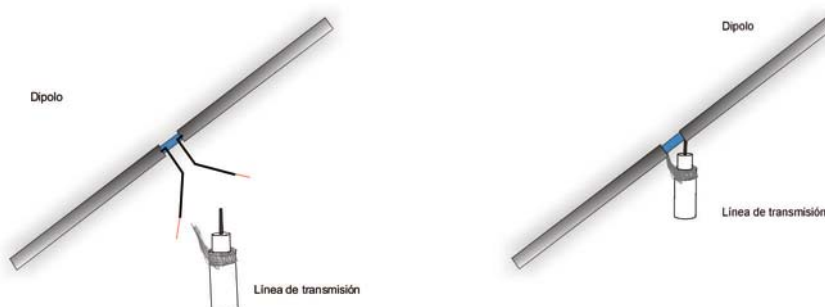
El mismo efecto se consigue doblando el dipolo, pero a costa de variar considerablemente su impedancia (300 Ω). En este caso se hace imprescindible la utilización del balun para adaptar la impedancia con la línea de transmisión.

Es lo mismo que decrecer el Q de un circuito serie sintonizado.

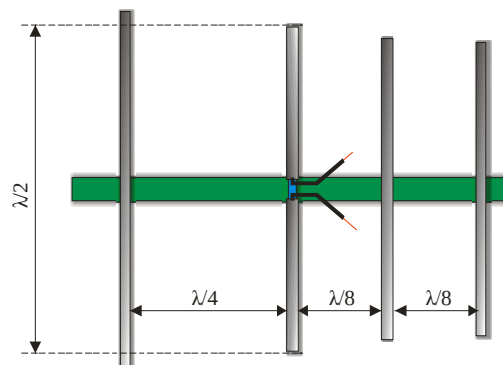
Desarrollo práctico

- Alambre de cobre esmaltado
- Tubo PVC
- Cinta aisladora
- Cable de cobre trenzado
- Estaño

La construcción de un dipolo experimental es muy sencilla. Mediante dos varillas metálicas de longitud $\lambda/4$ (dipolo de $\lambda/2$) y el soporte adecuado se consigue una antena omnidireccional de ganancia 0 dB. Como dipolo también puede utilizarse alambre de cobre esmaltado.



Para modificar el diagrama de radiación podemos añadir el reflector y los directores. Hay que tener en cuenta que el diagrama de radiación depende de la longitud de estos elementos, de su grosor y de la distancia entre ellos.



La figura muestra el resultado de la construcción de este dipolo experimental.



Actividades de ampliación

3.1.

Todas las instalaciones para la recepción y distribución de la señal de TV están formadas por tres partes principales: el sistema captador, el equipo de cabeza y la red.

3.2.

La principal característica de una antena es su ganancia, pero siempre teniendo en cuenta otras características que pueden influir en el comportamiento de la antena, como son su ancho de haz, la relación delante detrás y su comportamiento en frecuencia.

3.3.

En la figura siguiente se identifican los principales tipos de antenas utilizadas en los servicios de radiodifusión.



Paraninfo

La antena Yagui se utiliza fundamentalmente para recibir la señal de TV terrestre y la señal de radio digital DAB (banda III).

La antena circular se utiliza para recibir la señal de radio de FM de la banda II.

La antena tipo V es una variante de la antena Yagui utilizada para la recepción de la señal de TV terrestre.

Los reflectores parabólicos son la base utilizada en las antenas de recepción de la señal de TV satélite.

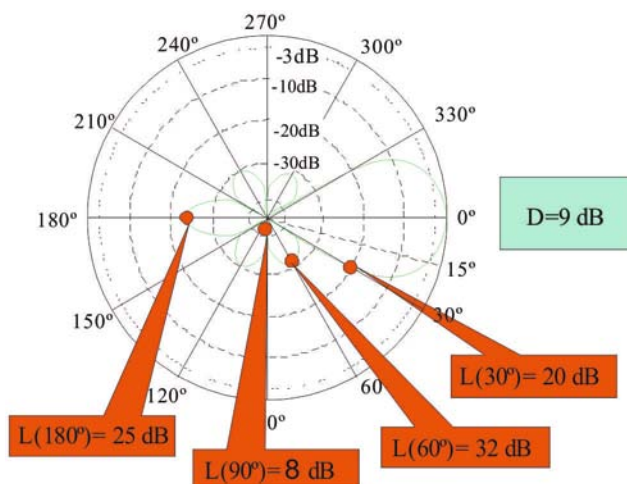
3.4.

a)

La directividad representa la ganancia máxima de una antena. Como el diagrama de radiación está normalizado respecto de esta dirección, podemos calcular la ganancia de la antena en cada dirección (θ) a partir de la atenuación o pérdida de ganancia de la antena (L) según la dirección de la señal recibida mediante la expresión:

$$G(\theta) = D - L(\theta).$$

En la figura siguiente se muestra la atenuación que sufre la señal para cada una de las direcciones indicadas.



Para la antena del ejercicio con una directividad de 9 dB, la ganancia que se corresponden con las direcciones indicadas se muestra en la tabla siguiente:

Dirección	0°	30°	60°	90°	180°
Pérdida de ganancia	0 dB	20 dB	30 dB	∞	25 dB
Directividad	9 dB				
Ganancia	9 dB	-13 dB	-23 dB	$-\infty$	-16 dB

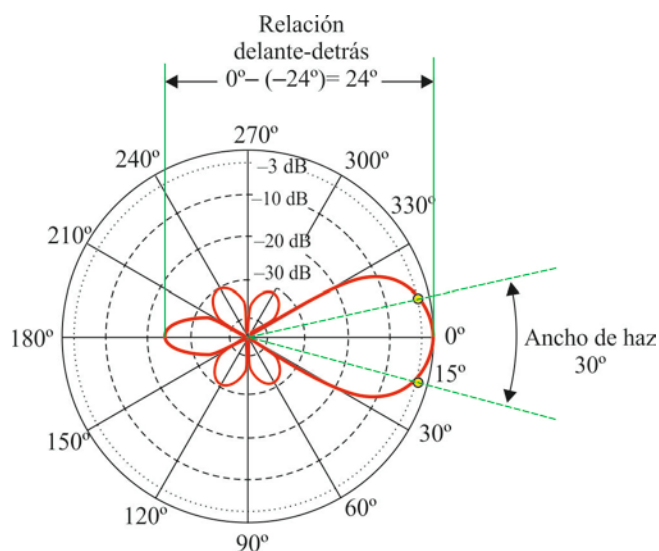
b)

En la antena del ejercicio, la relación delante-detrás se corresponde con:

$$G(0^\circ) - G(180^\circ) = 9 \text{ dB} - (-15 \text{ dB}) = 24^\circ$$

El mismo resultado se obtiene a partir del diagrama de radiación:

$$L(0^\circ) - L(180^\circ) = 0 \text{ dB} - (-24 \text{ dB}) = 24^\circ$$



c)

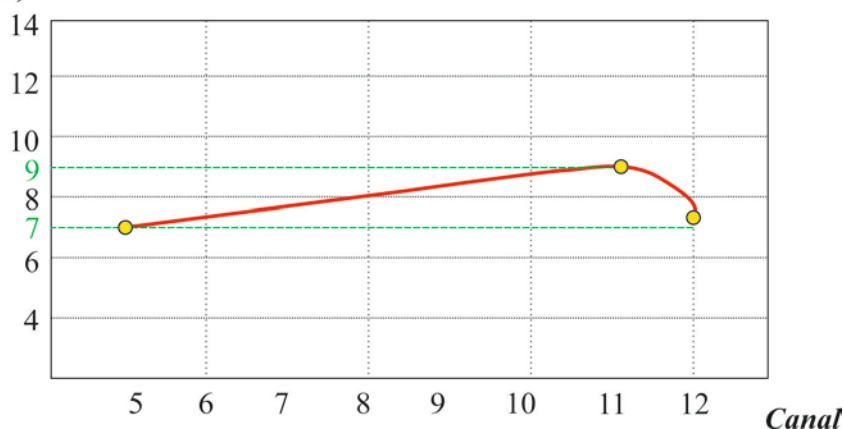
Las principales características de la antena que se obtienen a partir de su respuesta en frecuencia son:

- **Margen de frecuencias que capta.** La antena capta el margen de frecuencias que cubre los canales 5 a 12 de VHF. A partir de la canalización de frecuencias podemos comprobar que el margen de frecuencias que capta la antena es de 174 MHz (canal 5) a 230 MHz (canal 12)

Banda	Canal	Frecuencias (MHz)
Banda III (VHF)	5	174-181
	6	181-188
	7	188-195
	8	195-202
	9	202-209
	10	209-216
	11	216-223
	12	223-230

- **Servicio de radiodifusión para la que ha estado diseñada.** Actualmente la banda III se utiliza en el servicio de radiodifusión digital DAB, por lo tanto puede utilizarse para captar esta señal.
- **Ganancia máxima de la antena y su frecuencia.** La antena tiene una ganancia máxima de 9 dB para el canal 11. Este canal comprende el margen de frecuencias de 216-223 MHz.

G (dB)



3.5.

La longitud que debe tener un dipolo para recibir la señal de radio DAB que corresponde a la banda de III de VHF (174 MHz-230 MHz), si consideramos una frecuencia central de la señal de aproximadamente 202 MHz, depende de la longitud de onda:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{202 \cdot 10^6} = 1,48 \text{ m}$$

La longitud del dipolo ha de ser de aproximadamente de 74 cm ($\lambda/2$):

$$L = \lambda/2 = 1,48 \text{ m} / 2 = 0,74 \text{ m} = 74 \text{ cm}$$

Como se puede comprobar, el dipolo de estas antenas tiene una longitud mayor que el dipolo de una antena diseñada para TV.

3.6.

Antena 1

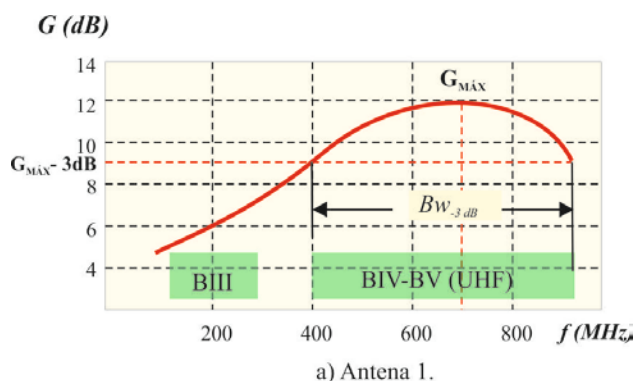
La ganancia máxima de la antena es de 12 dB, a una frecuencia aproximada de 700 MHz.

El ancho de banda a -3 dB es de aproximadamente 400 MHz (toda la banda de UHF).

La antena capta el margen de frecuencias que se corresponde con la banda de UHF (banda IV y banda V), que va desde los 470 MHz hasta los 862 MHz. Este margen de frecuencias cubre el ancho de banda a -3 dB de la antena y es donde se consigue su ganancia máxima de 12 dB.

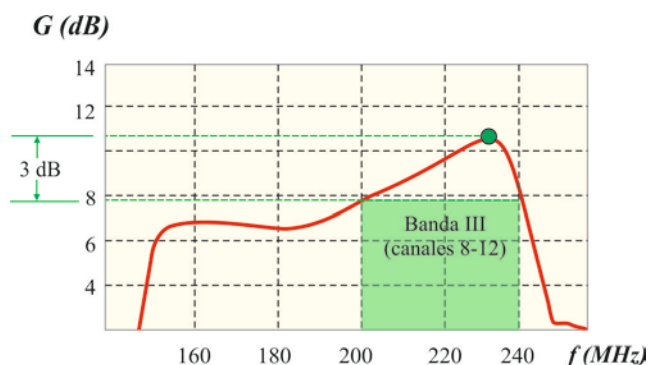
La antena también capta el margen de frecuencias que cubre los canales 5 a 12 de VHF (banda III - 174 MHz a 230 MHz). Para esta banda la ganancia de la antena es de aproximadamente de 6 dB.

En definitiva, esta antena es una antena mixta que permite captar la señal de radio DAB (banda III) y la de TV terrestre (UHF).



Antena 2

La antena capta el margen de frecuencias que cubre los canales 5 a 12 de VHF (banda III - 174 MHz a 230 MHz). En ancho de banda a -3 dB incluye los canales del servicio DAB (canales 8 a 11). Para esta banda la ganancia de la antena es de aproximadamente de 8 dB a 11 dB.



b) Antena 2.

3.7.

La principal clasificación de las instalaciones para la distribución de la señal de TV se realiza en función del número de usuarios a los que se debe distribuir la señal. Desde este punto de vista existen dos tipos de instalaciones: instalación de antena individual e instalación de antena colectiva.

3.8.

Para recibir la emisión del canal 53 en una instalación con amplificadores de banda ancha no es necesario realizar ninguna modificación ya que la frecuencia del canal está dentro del ancho de banda del amplificador. En todo caso, como el amplificador amplifica más canales, se reduce un poco el nivel de salida máximo que puede amplificar sin que aparezca distorsión de intermodulación. Si aparece esta distorsión solo será necesario disminuir un poco el nivel de señal de salida teniendo en cuenta que todas las tomas esta señal sea suficiente.

En cambio, cuando se utiliza un sistema de amplificación monocanal es necesario introducir un nuevo amplificador para este canal sintonizado en la frecuencia de emisión, en este caso el canal 53.

3.9.

Los preamplificadores se utilizan en el sistema captador para realizar una amplificación previa a la realizada en el equipo de cabeza.

Los parámetros que caracterizan a un preamplificador son los mismos que los de los amplificadores, pero la principal diferencia es que los primeros tienen una figura de ruido más pequeña.

3.10.

Existen dos tipos básicos de amplificadores: los de banda ancha y los monocanal. La principal diferencia estriba en el ancho de banda, ya que los amplificadores monocanal sólo amplifican un canal (ancho de banda típico de 8 MHz) mientras que los amplificadores de banda ancha amplifican toda una banda de manera simultánea.

3.11.

Este tipo de amplificador tiene la misión de amplificar el nivel de señal que se distribuye por la red de distribución.

Se utiliza en las redes de distribución de gran tamaño cuando es necesario restituir el nivel de señal en los puntos alejados, debido a que la atenuación de la señal es considerable.

3.12.

Las características básicas de los elementos siguientes que pertenecen al equipo de cabeza de una instalación son:

- **Atenuadores.** Disminuye el nivel de señal presente en su entrada. El principal parámetro que lo caracteriza es el margen de regulación (en dB).
- **Mezcladores.** Combina las señales presentes en sus entradas en una única salida. Su principal parámetro es la atenuación de paso o atenuación de inserción (en dB).
- **Ecualizadores.** Equilibra el nivel de las señales de entrada. El principal parámetro que lo caracteriza es el margen de ecualización (dB).
- **Conversores.** Modifican la frecuencia de la señal de entrada. Los principales parámetros que lo caracterizan son la frecuencia de la señal de entrada y la frecuencia de la señal de salida.
- **Fuentes de alimentación.** Proporcionan la señal de alimentación necesaria para que funcionen los equipos activos de la instalación. El principal parámetro que lo caracteriza es la corriente máxima que puede suministrar, además de la tensión nominal que suministra.

3.13.

Considerando un consumo típico de los amplificadores monocanal especificados:

- Amplificador monocanal de TV: 70 mA
- Amplificador monocanal de FM: 65 mA
- Amplificador monocanal de DAB: 60 mA
- Preamplificador para mástil de UHF (1 canal): 60 mA

El consumo total del sistema (I_{TOTAL}) dependerá del consumo individual (I_i) de cada uno de los componentes que debe alimentar la fuente:

$$I_{TOTAL} = \sum I_i = 60 \times 1 + 60 \times 1 + 65 \times 1 + 70 \times 10 = 885 \text{ mA}$$

Comprobar que el preamplificador es un elemento activo que necesita alimentarse. En este caso se alimenta de la fuente de alimentación, pero el amplificador monocanal utilizado (C23) debe permitir el paso de la corriente CC hacia el preamplificador.

3.14.

Los parámetros principales que se deben configurar en los siguientes dispositivos son:

- **Conversor de canal:** frecuencia de la señal de entrada del canal que se debe convertir y la frecuencia del canal de salida.
- **Modulador.** Canal RF de salida y las características de la codificación de la señal de vídeo.
- **Transmodulador QPSK/COFDM.** Selección de los parámetros del canal de entrada (frecuencia del canal, modulación de la señal, etc.) y de los parámetros relacionados con el canal de TV de salida: parámetros relacionados con la codificación de fuente () y parámetros relacionados con la codificación de canal (modulación, intervalo de guarda, FEC, etc.).

En la mayoría de estos dispositivos, normalmente también es posible modificar el nivel de la señal de salida, para ajustarlo a las características de la instalación.

3.15.

Las características básicas de los elementos siguientes que pertenecen a la red de distribución de una instalación son:

- **Repartidores:** atenuación de paso.
- **Derivadores:** atenuación de paso y atenuación de derivación.
- **Tomas de paso:** atenuación de paso y atenuación de derivación.
- **PAU:** atenuación de paso

3.16.

$$L \text{ (atenuación del cable coaxial de bajada de la antena)} = 0,16 \text{ dB/m} \times 15 \text{ m} = 2,4 \text{ dB}$$

$$S_{ANT} = S_i + G_{ANT} - L + G \text{ (amplificador)} = 54 + 12 - 2,4 + 30 = 93,6 \text{ dB}\mu\text{V}$$

3.17.

De los elementos estudiados, el PAU (Punto de Acceso al Usuario) es el único elemento específico de las instalaciones de ICT. El resto de elementos se utilizan también en instalaciones convencionales.

3.18.

El tipo de conector o conexión utilizada para la conexión del cable coaxial con los siguientes elementos son:

- a) Caja de conexiones de la antena: conexión directa.
- b) Amplificador: conector F.
- c) Elementos de distribución: el conector más habitual en la actualidad es el conector F y la conexión directa mediante bridas.
- d) Toma de usuario. Conector CEI.
- e) Receptor de TV. Conector CEI.

3.19.

En instalaciones individuales e instalaciones colectivas antiguas, antes de la entrada en vigor de la normativa de la ICT.

3.20.

Se realizará el cálculo de la atenuación de la red para la banda de UHF. Para el resto de bandas es necesario realizar los mismos cálculos a partir de las pérdidas del cable y de los componentes de la instalación para la banda de trabajo.

Como los materiales utilizados en la instalación de la Figura son los descritos en el apartado correspondiente de este capítulo, vamos a recopilar las características técnicas de estos dispositivos en la banda de interés:

Cable coaxial Ref. CC1:

- $L(470 \text{ MHz}) = 13,8 \text{ dB}/100 \text{ m} = 0,138 \text{ dB/m}$
- $L(860 \text{ MHz}) = 18,7 \text{ dB}/100 \text{ m} = 0,187 \text{ dB/m}$

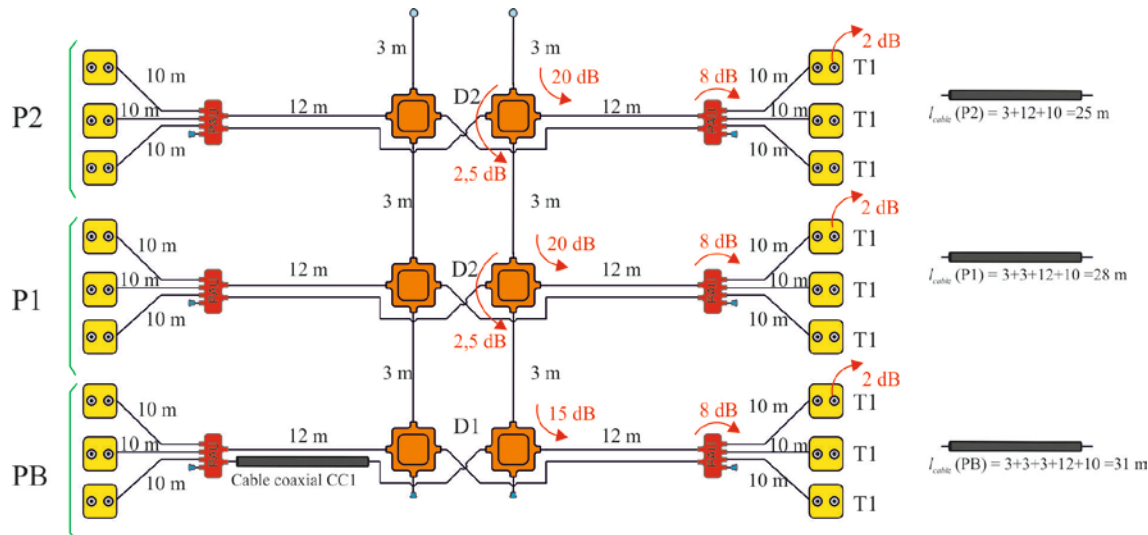
Derivador Ref. D1: $L_{PASO}(\text{IV-V}) = 3 \text{ dB}$; $L_{DERIVACIÓN}(\text{IV-V}) = 15 \text{ dB}$

Derivador Ref. D2: $L_{PASO}(\text{IV-V}) = 2,5 \text{ dB}$; $L_{DERIVACIÓN}(\text{IV-V}) = 20 \text{ dB}$

PAU + Repartidor (4 salidas): $L_{PASO}(\text{IV-V}) = 8 \text{ dB}$;

Toma de usuario Ref. T1: $L_{DERIVACIÓN}(\text{IV-V}) = 2 \text{ dB}$

La instalación es simétrica y además la distancia de cada toma de la misma planta al equipo de cabeza es la misma, por lo que se simplifica el análisis de la instalación.



Para evaluar las pérdidas, tendremos en cuenta la atenuación del cable coaxial en los extremos de la banda, ya que esta depende de la frecuencia:

Planta 2

$$L_{\text{MÍN}} = l_{\text{cable}}(P2) \cdot L(470 \text{ MHz}) = 25 \cdot 0,138 = 3,45 \text{ dB}$$

$$L_{\text{MÁX}} = l_{\text{cable}}(P2) \cdot L(860 \text{ MHz}) = 25 \cdot 0,187 = 4,67 \text{ dB}$$

Planta 1

$$L_{\text{MÍN}} = l_{\text{cable}}(P1) \cdot L(470 \text{ MHz}) = 28 \cdot 0,138 = 3,86 \text{ dB}$$

$$L_{\text{MÁX}} = l_{\text{cable}}(P1) \cdot L(860 \text{ MHz}) = 28 \cdot 0,187 = 5,24 \text{ dB}$$

Planta baja

$$L_{\text{MÍN}} = l_{\text{cable}}(PB) \cdot L(470 \text{ MHz}) = 31 \cdot 0,138 = 4,28 \text{ dB}$$

$$L_{\text{MÁX}} = l_{\text{cable}}(PB) \cdot L(860 \text{ MHz}) = 31 \cdot 0,187 = 5,80 \text{ dB}$$

La atenuación de la red dependerá de la atenuación del cable y de la atenuación que añaden los dispositivos que debe atravesar la señal.

$$L_{\text{RED MÍN}}(P2) = L_{\text{MÍN}}(P2) + L_{\text{DERIVACIÓN}}(D2) + L_{\text{PASO}}(\text{PAU}) + L_{\text{DERIVACIÓN}}(T1) = 3,45 + 20 + 8 + 2 = 33,45 \text{ dB}$$

$$L_{\text{RED MÁX}}(P2) = L_{\text{MÁX}}(P2) + L_{\text{DERIVACIÓN}}(D2) + L_{\text{PASO}}(\text{PAU}) + L_{\text{DERIVACIÓN}}(T1) = 4,67 + 20 + 8 + 2 = 34,67 \text{ dB}$$

$$L_{\text{RED MÍN}}(P1) = L_{\text{MÍN}}(P1) + L_{\text{PASO}}(D2) + L_{\text{DERIVACIÓN}}(D2) + L_{\text{PASO}}(\text{PAU}) + L_{\text{DERIVACIÓN}}(T1) = 3,86 + 2,5 + 20 + 8 + 2 = 36,36 \text{ dB}$$

$$L_{\text{RED MÁX}}(P1) = L_{\text{MÁX}}(P1) + L_{\text{PASO}}(D2) + L_{\text{DERIVACIÓN}}(D2) + L_{\text{PASO}}(\text{PAU}) + L_{\text{DERIVACIÓN}}(T1) = 5,24 + 2,5 + 20 + 8 + 2 = 37,74 \text{ dB}$$

$$L_{\text{RED MÍN}}(PB) = L_{\text{MÍN}}(PB) + L_{\text{PASO}}(D2) + L_{\text{PASO}}(D2) + L_{\text{DERIVACIÓN}}(D1) + L_{\text{PASO}}(\text{PAU}) + L_{\text{DERIVACIÓN}}(T1) = 4,28 + 2,5 + 2,5 + 15 + 8 + 2 = 34,28 \text{ dB}$$

$$L_{\text{RED MÁX}}(PB) = L_{\text{MÁX}}(PB) + L_{\text{PASO}}(D2) + L_{\text{PASO}}(D2) + L_{\text{DERIVACIÓN}}(D1) + L_{\text{PASO}}(\text{PAU}) + L_{\text{DERIVACIÓN}}(T1) = 5,80 + 2,5 + 2,5 + 15 + 8 + 2 = 35,8 \text{ dB}$$

La toma más favorable es cualesquiera de las tomas de la P2, a la frecuencia de 470 MHz (parte baja de la banda de UHF), con una atenuación de la red de 33,45 dB y la toma más desfavorable es cualesquiera de

Paraninfo

las tomas de la P1, a la frecuencia de 860 MHz (parte alta de la banda de UHF), con una atenuación de 37,74 dB. Por lo tanto la atenuación de toda la red estará comprendida entre estos dos valores:

$$33,45 \text{ dB} < L_{\text{RED}} < 37,74 \text{ dB}$$

3.21.

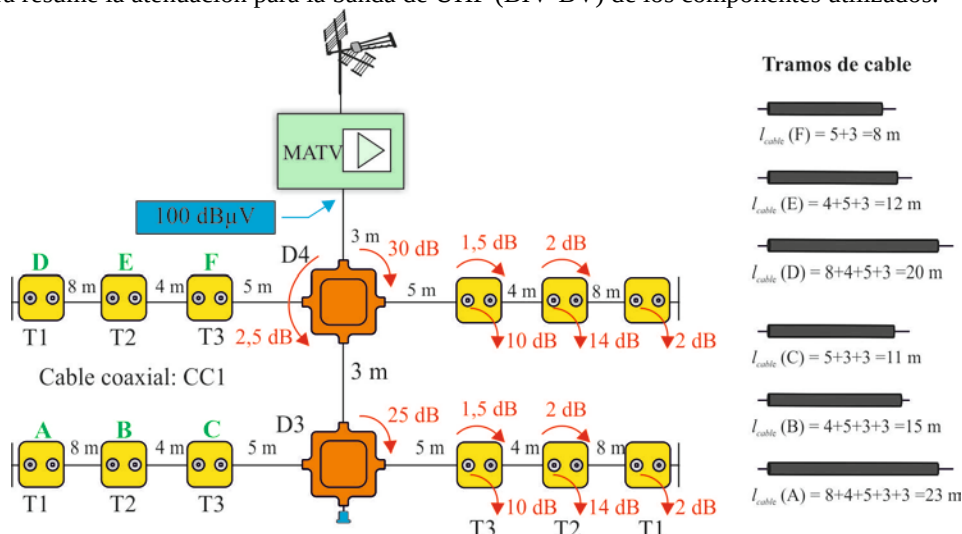
Las dos instalaciones de la figura no son compatibles con la ICT, ya que no disponen de dos ramales que distribuyan la señal de TV satélite de dos bandas o polaridades diferentes de satélites.

Red de distribución interior de usuario en serie

a)

Cálculo de las pérdidas de la red de distribución para la banda IV-V

La figura resume la atenuación para la banda de UHF (BIV-BV) de los componentes utilizados.



La instalación es simétrica, lo que facilita el cálculo de la atenuación de la red.

Las características del cable coaxial utilizado, de referencia CC1, son las siguientes:

- $L_{\text{CABLE}} (470 \text{ MHz}) = 13,8 \text{ dB}/100 \text{ m}$
- $L_{\text{CABLE}} (862 \text{ MHz}) = 18,7 \text{ dB}/100 \text{ m}$

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

Atenuación del cable coaxial			
Toma	d(m)	$L_{\text{CABLE}} (470 \text{ MHz})$	$L_{\text{CABLE}} (862 \text{ MHz})$
A	23 m	3,2 dB	4,3 dB
B	15 m	2,1 dB	2,8 dB
C	11 m	1,5 dB	2,1 dB
D	20 m	2,8 dB	3,7 dB
E	12 m	1,7 dB	2,2 dB
F	8 m	1,1 dB	1,5 dB

Atenuación de la red a 470 MHz			
Toma	$L_{\text{COMPONENTES}} (\text{dB})$	$L_{\text{CABLE}} (\text{dB})$	$L_{\text{RED}} (\text{dB})$
A	$2,5+25+1,5+2+2=33$	3,2 dB	36,2
B	$2,5+25+1,5+14=43$	2,1 dB	45,1
C	$2,5+25+10=37,5$	1,5 dB	39,0
D	$30+1,5+2+2=35,5$	2,8 dB	38,3
E	$30+1,5+14=45,5$	1,7 dB	47,2

F	$30+10=40$	1,1 dB	41,1
----------	------------	--------	------

Atenuación de la red a 862 MHz			
Toma	L _{COMPONENTES} (dB)	L _{CABLE} (dB)	L _{RED} (dB)
A	$2,5+25+1,5+2+2=33$	4,3 dB	37,3
B	$2,5+25+1,5+14=43$	2,8 dB	45,8
C	$2,5+25+10=37,5$	2,1 dB	39,6
D	$30+1,5+2+2=35,5$	3,7 dB	39,2
E	$30+1,5+14=45,5$	2,2 dB	47,7
F	$30+10=40$	1,5 dB	41,5

b)

La toma más desfavorable es la E, a 862 MHz, con 47,7 dB de atenuación.

La toma más favorable es la A, a 470 MHz, con 36,2 dB de atenuación.

En este ejemplo, la atenuación de toda la red estará comprendida entre estos dos valores:

$$36,2 \text{ dB} < L_{\text{RED}} < 47,7 \text{ dB}$$

Una instalación que utiliza una distribución interior de usuario en serie tiene la desventaja que el desequilibrio entre las atenuaciones de las tomas de usuario es grande:

$$L_{\text{MÁX}} - L_{\text{MÍN}} = 47,7 \text{ dB} - 36,2 \text{ dB} = 11,5 \text{ dB}$$

c)

La salida del amplificador se ajusta a un nivel de 100 dBμV. El nivel de señal en la toma de usuario dependerá del nivel de salida del amplificador de cabecera y de la atenuación de la red.

$$S_{\text{TOMA MÁX}} = S_{\text{o AMP}} - L_{\text{MÍN}} = 100 \text{ dB}\mu\text{V} - 36,2 \text{ dB} = 63,8 \text{ dB}\mu\text{V}$$

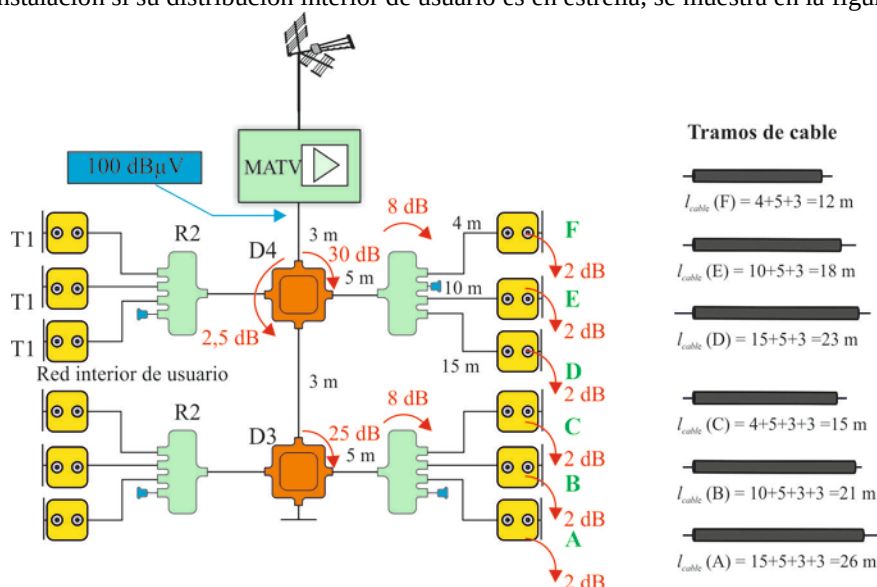
$$S_{\text{TOMA MÍN}} = S_{\text{o AMP}} - L_{\text{MÁX}} = 100 \text{ dB}\mu\text{V} - 47,7 \text{ dB} = 52,3 \text{ dB}\mu\text{V}$$

En las tomas, el nivel de señal estará comprendido entre los dos valores siguientes:

$$52,3 \text{ dB}\mu\text{V} < S_{\text{TOMA}} < 63,8 \text{ dB}\mu\text{V}$$

d) Red de distribución interior de usuario en serie

La misma instalación si su distribución interior de usuario es en estrella, se muestra en la figura.



Las características del cable coaxial utilizado son las siguientes:

Paraninfo

- $L_{CABLE}(470 \text{ MHz}) = 13,8 \text{ dB}/100 \text{ m}$
- $L_{CABLE}(862 \text{ MHz}) = 18,7 \text{ dB}/100 \text{ m}$

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

Atenuación del cable coaxial			
Toma	d (m)	$L_{CABLE}(470 \text{ MHz})$	$L_{CABLE}(862 \text{ MHz})$
A	26 m	3,6 dB	4,9 dB
B	21 m	2,9 dB	3,9 dB
C	15 m	2,1 dB	2,8 dB
D	23 m	3,2 dB	4,3 dB
E	18 m	2,5 dB	3,4 dB
F	12 m	1,7 dB	2,2 dB

Atenuación de la red a 470 MHz			
Toma	$L_{COMPONENTES}(\text{dB})$	$L_{CABLE}(\text{dB})$	$L_{RED}(\text{dB})$
A	$2,5+25+8+2=37,5$	3,6 dB	41,1
B	$2,5+25+8+2=37,5$	2,9 dB	40,4
C	$2,5+25+8+2=37,5$	2,1 dB	39,6
D	$30+8+2=40$	3,2 dB	43,2
E	$30+8+2=40$	2,5 dB	42,5
F	$30+8+2=40$	1,7 dB	41,7

Atenuación de la red a 862 MHz			
Toma	$L_{COMPONENTES}(\text{dB})$	$L_{CABLE}(\text{dB})$	$L_{RED}(\text{dB})$
A	$2,5+25+8+2=37,5$	4,9 dB	42,4
B	$2,5+25+8+2=37,5$	3,9 dB	41,4
C	$2,5+25+8+2=37,5$	2,8 dB	40,3
D	$30+8+2=40$	4,3 dB	44,3
E	$30+8+2=40$	3,4 dB	43,4
F	$30+8+2=40$	2,2 dB	42,2

La toma más desfavorable es la D, a 862 MHz, con 44,3 dB de atenuación.

La toma más favorable es la C, a 470 MHz, con 39,6 dB de atenuación.

En este ejemplo, la atenuación de toda la red estará comprendida entre estos dos valores:

$$39,6 \text{ dB} < L_{RED} < 44,3 \text{ dB}$$

Una instalación que utiliza una distribución interior de usuario en estrella tiene la ventaja que el desequilibrio entre las atenuaciones de las tomas de usuario es pequeña:

$$L_{MÁX} - L_{MÍN} = 44,3 \text{ dB} - 39,6 \text{ dB} = 4,7 \text{ dB}$$

Nivel de señal en las tomas de usuario

La salida del amplificador se ajusta a un nivel de 100 dBμV. El nivel de señal en la toma de usuario dependerá del nivel de salida del amplificador de cabecera y de la atenuación de la red.

$$S_{TOMA MÁX} = S_{o AMP} - L_{MÍN} = 100 \text{ dB}\mu\text{V} - 39,6 \text{ dB} = 60,4 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$S_{TOMA MÍN} = S_{o AMP} - L_{MÁX} = 100 \text{ dB}\mu\text{V} - 44,3 \text{ dB} = 55,7 \text{ dB}\mu\text{V}$$

En las tomas, el nivel de señal estará comprendido entre los dos valores siguientes:

$$55,7 \text{ dB}\mu\text{V} < S_{TOMA} < 60,4 \text{ dB}\mu\text{V}$$

3.22.

La utilización del medidor de campo para el análisis de la señal es adecuada en las siguientes circunstancias:

- **Sistema de captación.** La medida de la señal a pie de la antena permite identificar los canales que se reciben y su nivel de señal, tanto de los canales útiles como de las señales interferentes. Esto facilita el diseño de los elementos necesarios para la distribución de la señal recibida con la calidad adecuada. También permite realizar el apuntamiento óptimo de una antena, tanto terrestre como parabólica.
- **Equipo de cabeza.** Ajuste adecuado del nivel de salida de los amplificadores.
- **Red de distribución.** La medida de la señal en la toma de usuario permite verificar que la calidad de la señal es la adecuada, garantizando la correcta instalación de los equipos que forman la red.