



Secretaría de Estado de Telecomunicaciones
y para la Sociedad de la Información

Foro Técnico de la televisión digital

Documento sobre PLAN DE EXTENSIÓN DE COBERTURAS

**Subgrupo Nº 2 del GT-2 "Grupo de Trabajo sobre la
Cobertura de la TDT y el Apagado Analógico"
del Foro Técnico de la Televisión Digital.**

Versión 2

Elaborado por

**Subgrupo Nº 2 del Grupo de Trabajo sobre la Cobertura de la TDT y
el Apagado Analógico del Foro Técnico de la televisión digital**

Coordinado por

Subdirección General de Infraestructuras y Normativa Técnica.

Septiembre de 2005

Índice

1	OBJETIVOS DEL SUBGRUPO.....	3
2	MIEMBROS INTEGRANTES.....	4
3	PREÁMBULO.....	5
4	MODELO DE NEGOCIO.....	6
5	MODOS DE EXTENSIÓN DE COBERTURA, FASES EN EL DESPLIEGUE Y DISTRIBUCIÓN DE LA SEÑAL REGIONALIZADA.....	8
5.1	PROCEDIMIENTOS Y FASES EN LA EXTENSIÓN DE COBERTURA.....	8
5.2	DISTRIBUCIÓN DE LA SEÑAL REGIONALIZADA.....	10
5.3	CONCLUSIONES.....	10
6	INVERSIONES Y AGENTES NECESARIOS PARA LAS SOLUCIONES DE LA EXTENSIÓN DE COBERTURA.....	11
6.1	ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN EN EQUIPOS PARA PORCENTAJES DE COBERTURA	11
7	OBJETIVO MÍNIMO DE COBERTURA.....	13
8	PLAN DETALLADO PARA LA EXTENSIÓN DE COBERTURA.....	14
9	REFERENCIAS.....	15
10	ANEXO A: TIPOS DE GAP FILLER.	16

1 Objetivos Del Subgrupo.

1. Fijar el objetivo de cobertura a conseguir, como mínimo imprescindible para que pueda producirse el "apagado analógico".
2. Evaluar las inversiones necesarias para alcanzar el objetivo anterior, e identificar los plazos y los agentes que deben hacer frente a estas inversiones.
3. Elaborar un Plan detallado para la extensión de la cobertura.

2 Miembros Integrantes.

Secretario:

Leandro de Haro Ariet UPM

Colaboradores / participantes:

Josep Ventosa	ABERTIS TELECOM
Javier Sánchez	AETIC
Giuseppe Flores	ASIMELEC
Francisco Hurtado	AXION
Adrián Nogales	COIT
Fernando Ramos	COITT
Manuel Pozo Fariñas	EGATEL
Miguel Ángel García	FENITEL
Alberto J. Marcos	FORTA
Anna Fora	GENERALITAT DE CATALUNYA
Isabel Ledesma	GENERALITAT DE CATALUNYA
Patricia Remiro	GENERALITAT DE CATALUNYA
Ana Urzay	GOBIERNO DE LA RIOJA
Yolanda Blanco	GOBIERNO DE NAVARRA
José Antonio García	JUNTA DE EXTREMADURA
David Ferrer	LOCALRET
Xavier Fustagueras	MIER
M ^a Teresa Casanova	PRESIDENCIA GOBIERNO DE CANARIAS
César Fraile	RTVE
Luis Romero	SERATEL
Jon Gabilondo	SOGECABLE
Ramón M ^a Lois	TELEVES
Jordi Escalera	TELEVISIO DE CATALUNYA
Francisco Javier Laiño	TELEVISION DE GALICIA
Jordi Mata Ferraté	TV CATALUNYA
José Luís Tejerina	VEO TELEVISION
Brendan McWilliams	VODAFONE
Jaime Vázquez	XUNTA DE GALICIA

3 Preámbulo.

Este documento pretende establecer las bases que permitan elaborar un Plan detallado de extensión de cobertura, fijar las inversiones necesarias para ello y finalmente definir el objetivo de cobertura siguiendo los mandatos establecidos al Grupo de Trabajo sobre la cobertura de la TDT y el apagado analógico” del Foro Técnico de la Televisión Digital.

En todos los análisis realizados se ha tomado como unidad de trabajo el múltiplex, unidad indivisible de la radiodifusión de TV digital, como el canal lo es de la radiodifusión de TV analógica. Múltiplex y canal son físicamente equivalentes.

El planteamiento que se le da ha este estudio es el siguiente. Inicialmente se definen los elementos en el modelo de negocio y se aclaran sus definiciones, funciones e interacciones empleando nomenclatura estándar DVB. A continuación se realizan propuestas detalladas de extensión de cobertura y se analizan las implicaciones técnicas de cada una de ellas.

El siguiente paso es definir la inversión de la red. Esta inversión se ha estimado sólo en el coste de equipos puesto que existen ya emplazamientos disponibles de la red de Televisión Analógica. A continuación se enuncian los agentes que se puedan implicar en la realización de la inversión.

Los dos últimos apartados son consecuencia de todo lo dicho definiendo un objetivo mínimo de cobertura y un plan detallado para extender la misma hasta ese valor.

4 Modelo de Negocio.

El estándar ETSI EN 300 468 [1] y el documento de guía ETSI TR 101 211 [2] definen los elementos del modelo de negocio de la radiodifusión digital contiene varios elementos hasta llegar al usuario final:

1. Proveedor de Servicios Audiovisuales (Radiodifusor):

Organización que ensambla una serie de eventos o programas para que sean entregados al usuario final basados en un esquema temporal.

2. Operador de Red de Distribución:

Es la organización que opera y gestiona la red que transporta los eventos o programas del radiodifusor y los entrega al Operador de múltiplex.

3. Operador de múltiplex:

Es la organización que opera y gestiona un múltiplex. Uno de ellos podría gestionar varios múltiplex, pero dicha gestión realiza de modo independiente.

4. Operador de Red de Transporte:

Es la organización que opera y gestiona la red que transporta el múltiplex hasta los equipos radiantes de la red de radiodifusión.

5. Operador de Red de Radiodifusión:

Es la organización que opera y gestiona los equipos radiantes que desplegados en la red de radiodifusión, es decir, la región geográfica en la cual, uno o más streams de transporte DVB-T se reciben idénticamente en la totalidad de la región.

6. Operador de Red de Retorno:

Es la organización que opera la red que permite proporciona servicios interactivos. Este operador y su red son independientes de la red de radiodifusión o de cualquiera de las mencionadas como se indica en ETSI EN [3].

Las relaciones entre los elementos del modelo de negocio están recogidas en la Figura 1 que resume los elementos del modelo para un multiplex.

En España las redes de radiodifusión están definidas mediante un Plan de Adjudicación, por lo que comparten una frecuencia única (SFN), y en función de la región que a la que dan servicio, son de tipo:

- Nacional
- Autonómico
- Provincial
- Local
- Transmisor único

A su vez el tipo de los equipos radiantes influye en la gestión /operación de la red. Así DVB [1] distingue los siguientes tipos de equipos radiantes:

1. Transmisor:

Equipo, que permite modular un stream de transporte en banda base y radiodifundirlo en una frecuencia, es decir, transmitirlo.

2. Repetidor:

Equipo, que permite recibir una señal DVB-T y retransmitirlo. No permite cambiar los bits TPS y por tanto el cell_id.

3. Transposer:

Es un tipo de repetidor que permite recibir una señal DVB-T y retransmitirla en una frecuencia diferente.

4. Gap filler:

Es un tipo de repetidor que permite recibir una señal DVB-T y retransmitirla en la misma frecuencia. Técnicamente existen dos distintos tipos de gap filler profesional y doméstico, pero atendiendo a la gestión del gap-filler en este documento se introduce el gap filler institucional:

- Gap filler profesional que incluye elementos de cancelación de ecos para mejora la calidad de la señal transmitida, y está costeadado y operado por el operador de red
- Gap filler institucional, costeadado por una corporación administrativa (locales, autonómicas), pero explotado por un tercero bajo autorización de la corporación¹.
- Gap filler doméstico, último elemento en la cadena de repetición y que está costeadado y operado por los usuarios finales.

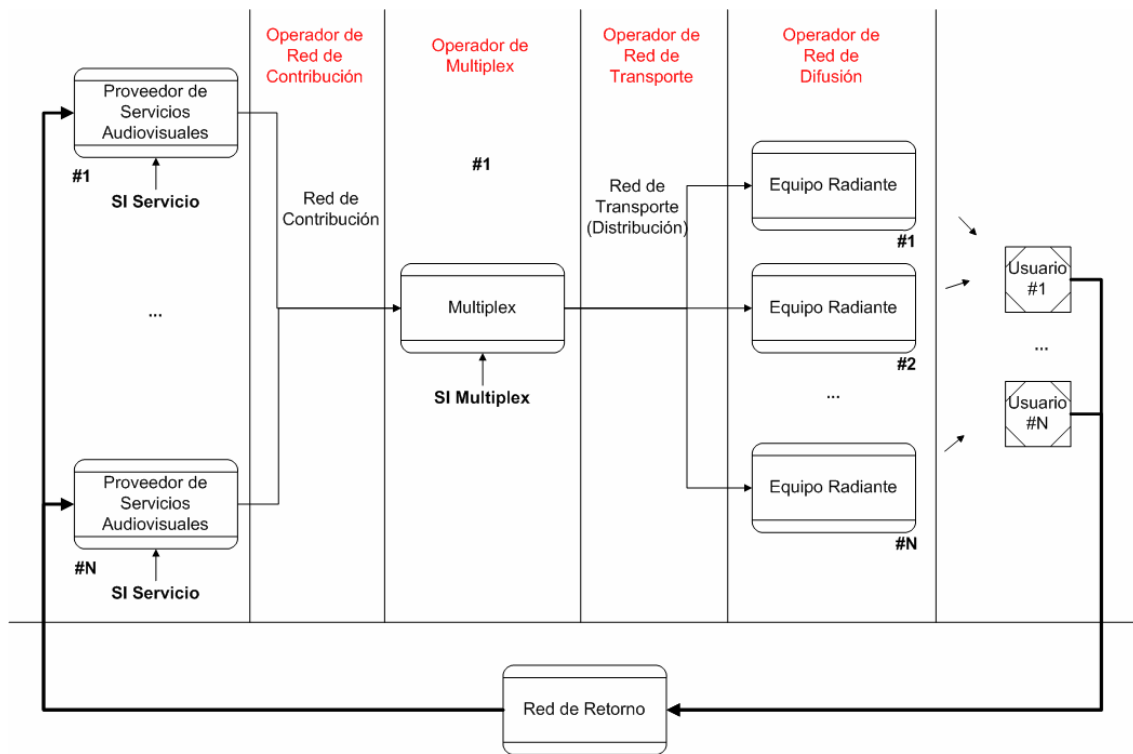


Figura 1. Relación entre los elementos del modelo de negocio.

La existencia de los gap fillers institucionales y domésticos plantea problemas como son la necesidad de su consideración por parte de la CNAF, la existencia de una guía de instalación y operación, la existencia de un proyecto técnico realizado por un profesional colegiado así como la implicación de instaladores autorizados en la instalación.

¹ Esta solución podría ser legal, puesto que no se produce una competencia desleal, como ha señalado la CMT en el caso de la operación de redes por corporaciones públicas frente a corporaciones de derecho privado.

5 Modos de Extensión de Cobertura, Fases en el Despliegue y Distribución de la Señal Regionalizada.

Existen varias posibilidades de extender la zona de cobertura actual, de las cuales unas están basadas en la inclusión de nuevos elementos (transmisores, gap fillers) en la red de radiodifusión de la TDT y otros están basados en la modificación de los esquemas de modulación.

Además se van a considerar dos fases en la extensión de cobertura: la primera hasta la consecución del porcentaje fijado como objetivo mínimo de cobertura en donde los agentes principales deberán ser los operadores de red de difusión; y una segunda después en el cual terceros agentes se puedan integrar en el papel de operadores de red para la extensión de la cobertura más allá de ese mínimo. Estas dos fases pretenden considerar el hecho de que una parte de la población no va a recibir el servicio de la TDT y buscará soluciones que deben ser previamente reguladas.

Un tercer problema lo plantea la necesidad de regionalizar (ya sea en provincias o en comunidades autónomas) la señal de la TDT, puesto que no se radiodifunde la señal del multiplex nacional, proveniente por ejemplo de una señal de satélite, sino señales diferentes que han de ser transportadas hasta cada transmisor (sincronizado) mediante radioenlaces punto a punto desde cada centro de producción regional. Queda claro que el problema de regionalización solo aparece en la fase de extensión de la cobertura hasta el objetivo mínimo de cobertura.

5.1 Procedimientos y Fases en la Extensión de Cobertura

En cuanto a los posibles procedimientos de extensión de cobertura que se analizan son:

1. Inclusión de nuevos transmisores (sincronizados) en la Red
Desde luego extiende la cobertura pero a costa de la realización de una inversión económica, la cual repercute en todos los agentes del modelo de negocio. No obstante, en general, parece que será necesario incluir nuevos transmisores en la Red en la primera fase para la obtención del objetivo mínimo fijado de cobertura.
2. Inclusión de Gap fillers en la Red
Estos gap fillers pueden implementarse con o sin filtro de cancelación de ecos:
 - Denominados Gap fillers profesionales cuando se incluye el filtro cancelador de ecos, lo que garantiza una señal radiodifundida de gran calidad. No obstante, queda por investigar el número de gap fillers con filtro cancelador de ecos que se pueden emplear en cascada, puesto que cada gap filler introduce un pequeño nivel de interferencia no corregido que degrada paulatinamente la calidad de la señal. Además si el montaje de la antena receptora no es correcto o el canal de propagación es muy dispersivo el efecto de la dispersión temporal no corregida puede acumularse y degradar paulatinamente la calidad de señal.
 - Si no se emplea un filtro cancelador de ecos este gap filler debe ser el último elemento de la red y su señal no utilizarse para ser repetida en una cascada de Gap fillers. Este es así puesto que su señal se ha degenerado por la realimentación que aparece entre el transmisor y el receptor del gap filler.

El uso de gap fillers puede abaratar en el despliegue de la red en la fase inicial hasta la obtención del nivel de cobertura mínimo, puesto que no es necesario hacerles

llegar señal alguna con los multiplex y además no es necesario implementar ningún procedimiento de sincronización.

Además la creación del que aquí se denominará, como gap filler institucional, puede permitir la extensión de la cobertura una vez terminada la fase inicial donde no sea posible extender la red por razones económicas.

El empleo de gap fillers institucionales se debería aclarar que no plantee problemas legales y sea posible su operación por parte de terceros, y necesita como ya se ha señalado antes, una consideración dentro de la CNAF, así como una guía de instalación, proyecto técnico realizado por un profesional colegiado y una instalación realizada por parte de instalador autorizado.

Aún con los inconvenientes o estudios necesarios el gap filler parece una solución viable para extender la cobertura de modo definitivo.

3. Inclusión de Transposers

La inclusión de Transposers de baja potencia, al modo de los repetidores analógicos puede ser una solución técnica viable para la fase de despliegue de la red hasta el objetivo cuando transmisores o gap fillers sean técnicamente problemáticos. Sin embargo, el empleo de estos elementos rompe el Plan de Adjudicación y hace falta la inclusión de un Plan De asignación, pudiendo crearse interferencias a otras redes nacionales, autonómicas, provinciales, siendo necesario un proceso de coordinación con el resto de redes que puede alcanzar un nivel internacional. Es necesario, por tanto, incluir en este caso una aprobación expresa de la SETSI para ello.

4. Modificación de los esquemas de modulación.

Técnicamente la modificación del esquema de modulación es una solución directa para extender la cobertura. El pasar de emplear 64-QAM en cada subportadora OFDM a emplear 16QAM basta para reducir 5,5 dB [3] el nivel de potencia de señal recibida o lo que es lo mismo ampliar el radio de cobertura aproximadamente en un 40%². Por otra parte, el cambio de modulación de 64 QAM a 16 QAM supone a su vez una reducción en la capacidad en un 66% [3], pasando de 19,91 Mbit/s a 13,27 Mbit/s, la aplicación en toda la red supondría un impacto muy importante, por lo que sería posible:

Podría resultar interesante plantear escenarios en los que se cambien otros parámetros de la red (intervalo de guarda, corrección de errores, etc.). Así por ejemplo, en el modelo inglés se han realizado modificaciones en los parámetros de modulación (paso a 16-QAM y FEC $\frac{3}{4}$) lo que ha permitido un aumento de unos 4dB en la relación C/N, con el consiguiente aumento de cobertura que eso conlleva.

También es cierto, que implementar en toda la cobertura esta modificación plantea serios inconvenientes:

- Si no se habilitan nuevas frecuencias se reduce el número de programas transmitidos y se puede penalizar a unos radiodifusores frente a otros.
- Para mantener el número de programas la Administración debe proveer nuevas frecuencias para canales adicionales donde alojar a los programas excluidos.

Puesto que la aplicación de estos cambios en toda la red supone un importante impacto que implicaría una reestructuración de la red actual, sería posible plantearse actuaciones en zonas concretas y limitadas:

- Implementar la modificación de los esquemas de modulación en las células próximas a las zonas de no cobertura de modo que en las zonas sin servicio reciban al menos algunos programas digitales, y esto pueda suponerles un estímulo para que instalen gap fillers institucionales para recibir nuevos canales. Probablemente para reducir la interferencia sería necesario modificar el Plan de

² Se ha considerado un modelo de tierra plana que cumple que la atenuación varía con $1/r^4$, siendo r la distancia al trasmisor.

Adjudicación para adjudicar nuevas frecuencias a estas áreas modificadas en cada red.

- Implementar una modulación jerárquica de modo que automáticamente los usuarios puedan recibir los bits de alta prioridad con los programas seleccionados. De nuevo esto podría ser una solución interina para que se instalaran gap fillers institucionales y permitir recibir también los bits de baja prioridad con el resto de programas.

Aunque aquí no sería probablemente necesario modificar el Plan de Adjudicación, se suscita un serio problema adicional porque muchos de los receptores instalados no interpretan la modulación jerárquica, y muchos de los receptores del mercado sólo son capaces de recibir el flujo de alta prioridad. Es evidente que esta situación puede cambiar si se toman las medidas adecuadas, pero siempre subsistirá un problema con los receptores legados.

Estas actuaciones solo podrían ser interinas puesto que plantean serias implicaciones que afectan a la viabilidad de las mismas.

En definitiva, aunque es posible discutir acerca de nuevos esquemas de modulación, su aplicación para extender la cobertura presenta problemas serios que hacen discutible la viabilidad. Estos problemas son:

- Nuevas adjudicaciones de frecuencias.
- Modificaciones probables de la actual infraestructura de Red.

Además, la aplicación de soluciones interinas relacionadas con los esquemas de modulación tiene también inconvenientes.

5.2 *Distribución de la Señal Regionalizada*

En cuanto al problema de la regionalización de la señal del multiplex se analizan dos propuestas de regionalización:

1. Regionalización estricta.

Todos los transmisores se regionalizan, es decir, se conectan a una red terrestre de transporte desde los centros regionales para que radiodifundan el múltiplex regionalizado.

2. Regionalización relajada.

Se diferencia entre dos tipos de estaciones en función de la dificultad de transporte del multiplex regionalizado.

- Cuando la estación transmisora (sincronizada) se fácilmente accesible desde otra estación transmisora de la red que posea la señal regionalizada que se quiere radiodifundir desde la primera. En este caso se procede a la radiodifusión de la señal regionalizada
- Cuando la estación transmisora (sincronizada) no es alcanzable fácilmente desde ninguna de las estaciones de la red, se radiodifunde la señal del multiplex nacional (no regionalizado) procedente del satélite.

5.3 *Conclusiones*

Por tanto y, aunque el tipo de cobertura requiere un análisis de cada zona concreta, en términos generales, puede decirse que una buena solución es una solución híbrida de nuevos transmisores y gap fillers profesionales en la fase de despliegue hasta el mínimo objetivo y gap fillers institucionales en la fase posterior.

También parece razonable incluir la posibilidad de una regionalización relajada en la fase de despliegue de la red hasta la obtención del mínimo objetivo.

6 Inversiones y Agentes Necesarios para las Soluciones de la Extensión de Cobertura.

Para analizar los costes inherentes a las soluciones propuestas para la extensión de la cobertura se analizan los costos de inversión en equipos relativos a los procedimientos de extensión de cobertura relativos a la extensión de cobertura mediante el uso de transmisores y gap fillers profesionales. Una vez llegado hasta el valor de mínimo de extensión de cobertura, se estima el costo que supondría el empleo de gap-fillers domésticos.

6.1 Estimación de la Inversión en equipos para porcentajes de cobertura

Se ha realizado una estimación de la inversión en equipos supuesta la disponibilidad de emplazamientos analógicos donde instalar las nuevas instalaciones. En todo caso esta estimación habría que incrementarla al alza debido a los siguientes conceptos:

- Nuevos emplazamientos y adecuación de infraestructuras existentes.
- Despliegue de la red de distribución de la señal (no incluida).
- Gastos de instalación y mantenimiento.

La estimación realizada se ha realizado en base a la distribución de población suministrada por el censo de 2004 del INEM [7] y datos de distribución de población dentro de los municipios suministrados por el Anuario Económico del Centro de Estudios Económicos de la Caixa [8] Para dicha estimación se ha considerado que los costes por inversión son los siguientes:

- Transmisor (1W): 35000 €
- Gap filler profesional (1W) : 30000 €
- Gap filler doméstico (1W): 15000 €

La muestra el número de equipos (transmisores y gap-fillers, no se ha supuesto el empleo de transposers) necesarios para dotar de una cobertura nacional para un múltiplex. Estos números se han realizado para los porcentajes del 80%, 95% y el 98%.

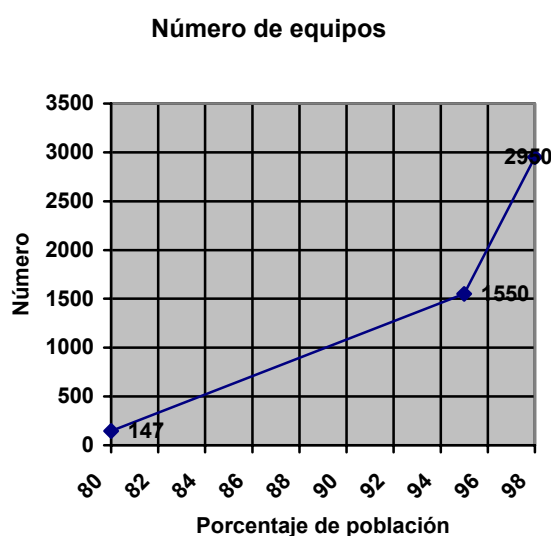


Figura 2. Estimación del número de equipos necesarios

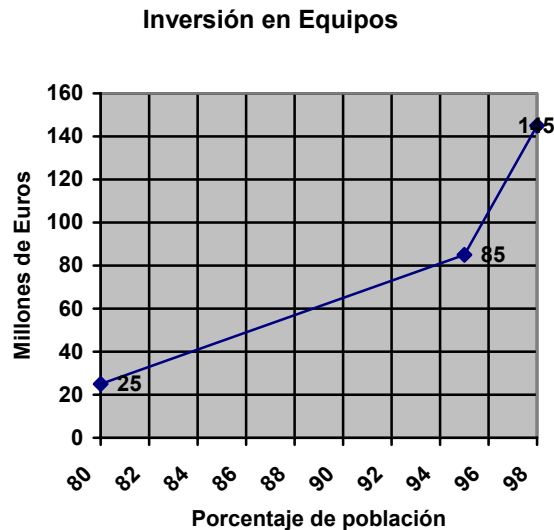


Figura 3. Estimación de la Inversión en equipos.

Subir de porcentajes por encima del 98 % es realmente problemático con la información que se dispone puesto que sería necesario conocer la distribución de la misma en entidades de población. Baste realizar una estimación del número de gap fillers domésticos que podrían ser necesarios para cubrir el 2% de población restante, si la consideramos agrupada en núcleos de población de 250 habitantes supone la instalación de 3360 gap fillers institucionales lo que supondría una inversión de equipos añadida de otros 100 Millones de euros, sin considerar los costes añadidos por emplazamientos, instalación, etc.

7 Objetivo Mínimo de Cobertura.

Dados los elevados costes el objetivo de cobertura se fija en el 95%, valor propuesto en el Plan Técnico de la Televisión Digital Terrestre de 2005 [6].



8 Plan Detallado para la Extensión de Cobertura.

El Plan de Extensión de Cobertura debe realizarse de acuerdo con lo propuesto en el Plan de Estrategia de Apagado. Ambos deben ser concordantes. Por este motivo se propone un plan de extensión de cobertura basado en "islas de extensión de cobertura", donde una vez garantizada la extensión de cobertura se pueda, si así se considera en el plan de apagado, pasar al apagado de la señal analógica.

La estrategia de apagado se ha cubierto por un subgrupo aparte denominado de Estrategia de Apagado, por lo que es, por tanto, parte del trabajo del citado subgrupo.



9 Referencias

- [1] ETSI EN 300 468 V1.6.1 (2004-11). European Standard (Telecommunications series) Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems.
- [2] ETSI TR 101 211 V1.6.1 (2004-05) Technical Report. Digital Video Broadcasting (DVB); Guidelines on implementation and usage of Service Information (SI).
- [3] ETS 300 802 Digital Video Broadcasting (DVB); Network-independent protocols for DVB interactive services
- [4] The Chester 1997 Multilateral Coordination Agreement relating to Technical Criteria, Coordination Principles and Procedures for the introduction of Terrestrial Digital Video Broadcasting (DVB-T). Chester, 25 July 1997.
- [5] ETSI TR 101 190 V1.2.1 (2004-11) Technical Report. Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for DVB terrestrial services; Transmission aspects.
- [6] Real Decreto 944/2005 de 29 de julio de 2005. BOE nº 181- 30 de Julio de 2005.
- [7] Instituto Nacional de Estadística. Cifras de población referidas al 01/01/2004. Real Decreto 2348/2004, de 23 de diciembre.
- [8] Anuario Económico de España 204. Servicio de Estudios de La Caixa.

10 Anexo A: Tipos de Gap filler.

El documento ETSI TR 101 190 [5] recoge los diversos elementos que pueden ser empleados en una red de televisión digital.

1. Gap filler profesional:

Un gap filler profesional debe tener suficiente potencia para cubrir el área con la falta de servicio. La máxima potencia depende de ambos el aislamiento entre la antena de recepción y la antena transmisora, del entorno y de la capacidad del amplificador de potencia del repetidor. Este acoplamiento medido suele ser de 80 dB.

Las soluciones consideradas pasan por la conversión a FI, la compensación de los ecos o la remodulación y la conversión a RF. Pueden aparecer problemas por variación de la atenuación con la frecuencia causada bien por la aparición de retardos de grupo en los filtros SAW. La variación de frecuencia suele ser de hasta 10 dB.

2. Gap filler doméstico:

El gap filler doméstico es un dispositivo para amplificar la señal de una antena de tejado doméstica y retransmitirlo dentro de la casa, compensando la penetración edificadora y las pérdidas de ganancia de altura. Esto permite la recepción portátil dentro de casas en las áreas con fuerza baja del campo.

Se han considerado dos soluciones: la primera es un amplificador de banda ancha, la segunda es una versión filtrada. La posibilidad de una conversión a frecuencia intermedia, y una posterior conversión a RF tiene un costo superior con la desventaja de servir para un canal sólo. Se pueden presentar problemas añadidos en el caso de presencia de canales analógicos que produzcan interferencia en los receptores portátiles.

En este documento se ha introducido además es concepto de **Gap filler institucional**, con prestaciones que deberían coincidir con las del profesional y con una gestión específica por parte de Su utilización tiene una serie de necesidades como son tanto la necesidad de su consideración por parte de la CNAF, como la existencia de una guía de instalación y operación, y la necesidad de un proyecto técnico realizado por un profesional colegiado y de una instalación realizada por instaladores autorizados.