



Universidad
Zaragoza

Proyecto Fin de Carrera

Implementación de un servidor multimedia para clientes
multiplataforma mediante redes fijas y móviles

Autor

David Jiménez Hernández

Director

Javier Mateo Gascón

E.I.N.A
2016

AGRADECIMIENTOS

Quisiera dar las gracias a mis padres, Emilio y M^a Victoria, a mis abuelos maternos, Darío y Araceli, y a mi tía Adela, por hacerme como soy y por ayudarme todo este tiempo, sin ellos la consecución de este título no hubiera sido posible.

A mis amigos de la carrera: Peré, LLombart, Héctor, Javier, Lázaro, Milla, Alberto, Óscar, Anita, y a los que se me olvidan, por aguantarme tantos años, estando en los malos y buenos momentos, y que de una forma u otra me han apoyado hasta este momento.

A mis amigos: Adrián (que siempre me ha dicho que haré algo grande en esta vida y este es el primer paso hacia ello), Ruesta, Cano, Rubén, Enjuanes, Vero, Jon y Fran. Todos ellos y algunos más han pagado los platos rotos de conocer a un estudiante de ingeniería.

A todos los componentes de la secretaria del departamento del D.I.E.C, en especial a Agustín, por vuestro apoyo incondicional y ayuda a todos los niveles.

Al grupo de Comunicaciones Ópticas, en especial a María Ángeles y Alicia, por su apoyo en el laboratorio.

A todos mis superiores en las becas tanto del S.I.C.U.Z., Cardeñosa, David y Rafa, como en otras becas como Anabel.

A la secretaria del E.I.N.A., en especial a Alejandro y Sagrario, por solucionarme todas las dudas.

A mí mismo por no sucumbir ante los problemas, y seguir el camino difícil pese a no ver el final.

Y a Javier, mi director, por su paciencia y apoyo, con el que he pasado grandes momentos y al que le tendré siempre en alta estima.

GRACIAS

“El que resiste, gana”.- Camilo José Cela.

“Born to lose, live to win”.- Lemmy Kilmister.

Resumen

El objetivo de este proyecto es la implementación de un sistema de contenido multimedia con capacidad de reproducción en directo para todo tipo de redes de banda ancha, mediante clientes multiplataforma. Estas plataformas podrán estar implementadas en diferentes sistemas operativos como en distintos dispositivos físicos; los primeros serán: Windows, Mac OS, Linux, incluyendo diferentes distribuciones de este último, incluyendo en estas Android. Los dispositivos físicos desde los que se podrá tener acceso podrán ser: equipos informáticos, ya sean sobremesa o portátiles, móviles, tabletas y Raspberry Pi.

El usuario final desde su dispositivo con acceso a internet podrá acceder al servidor y reproducir en tiempo real televisión o cualquier otro contenido almacenado que tenga. Sea cual sea su conexión, siendo accesible desde su red local o una red externa, mediante conexiones fijas o móviles.

El medio de transmisión puede ser fibra óptica de plástico (POF), cable RJ45 o inalámbricamente, y en el caso de acceso externo, se podrá acceder además de los métodos anteriormente comentados, también por medio de redes inalámbricas móviles 3G y el 4G en dispositivos móviles. La implementación de la red interna cableada realizada en el laboratorio constituye a su vez un lugar de pruebas de las aplicaciones de la fibra óptica de plástico (POF).

La recepción del contenido de televisión en directo se realizará a través de cuatro dispositivos sintonizadores duales de canales TDT, que actuarán como ocho captadoras de señal conectadas a un concentrador USB, para finalmente acceder al servidor. Tras este primer paso, el servidor se configurará para distribuir, procesar y almacenar los canales de TDT y podrá gestionarse remotamente a través de una página web.

Además, se compararán diferentes programas Open Source para servidor de contenidos multimedia y para los diferentes clientes multiplataforma. Para ello se usará software gratuito, para una mayor accesibilidad por parte de cualquier usuario. Se realizará una comparativa con las diferentes posibilidades que hay en la actualidad, eligiendo finalmente Media Portal como programa suministrador de contenidos multimedia y más en concreto, de televisión en directo.

En otro apartado se estudiará la capacidad del servidor tanto en pequeños entornos domésticos conectados con fibra de plástico, como en difusión a través de cable RJ45 y fibra óptica o conexiones móviles, desde las diferentes alternativas para las que se puede acceder al contenido ofrecido. Se probará el servidor en diferentes situaciones, comparándolas según sea su cliente y plataforma, discerniendo cual es la más adecuada según los requisitos de calidad que sean necesarios.

Tras la implementación del sistema y su posterior configuración, cualquier cliente desde cualquier plataforma debe tener acceso a todos los contenidos ofrecidos por el servidor: TDT en directo, radio en directo, archivos de vídeo, imágenes y audio. Además del acceso y reproducción también se ha de poder programar grabaciones de televisión y radio. El usuario debe tener un control sobre el cliente total, fácil e intuitivo.

Palabras clave: Sistema multimedia, Fibra óptica de plástico, Televisión en directo, TDT, Triple play, Redes domésticas.

Tabla de contenidos

RESUMEN	1
TABLA DE CONTENIDOS	4
TABLA DE ILUSTRACIONES	6
1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. OBJETIVOS GENERALES	8
1.2. ANTECEDENTES	8
1.2.1. <i>Situación actual de los servidores multimedia</i>	8
1.2.2. <i>Justificación de los objetivos</i>	9
1.3. CONTENIDO Y ALCANCE DEL PROYECTO	10
1.4. CONTENIDO DE LA MEMORIA	11
2. INFRAESTRUCTURA DE RED	12
2.1. INTRANET	12
2.1.1. <i>La fibra de plástico frente a las otras alternativas</i>	12
2.1.2. <i>Distribución de la intranet</i>	13
2.2. CONEXIÓN A LA RED EXTERNA (INTERNET).....	14
3. EL SERVIDOR	16
3.1. ALTERNATIVAS PARA LA ELECCIÓN DE SOFTWARE DE SERVIDOR	16
3.2. LA ELECCIÓN DE MEDIAPORTAL.....	17
3.2.1. <i>La capacidad multimedia</i>	17
3.2.2. <i>Actualizaciones</i>	17
3.2.3. <i>Facilidad de interface</i>	17
3.2.4. <i>Menos intrusivo en el sistema operativo</i>	17
3.2.5. <i>MediaPortal como programa para el servidor</i>	17
3.3. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN DEL SERVIDOR	18
3.3.1. <i>El servidor</i>	18
3.3.2. <i>Elementos que intervienen en el tratamiento de la señal de TDT</i>	18
3.3.3. <i>Medición de las principales componentes de la señal de televisión digital terrestre</i>	21
3.4. SOFTWARE DEL SERVIDOR: CONFIGURACIÓN DE PROGRAMAS, EXTENSIONES Y COMPLEMENTOS.	23
3.5. CONFIGURACIÓN DE WINDOWS 7 Y DE LAS TARJETAS DE RED.....	26
4. LOS CLIENTES	27
4.1. CLIENTES MULTIPLATAFORMA.....	27
4.2. KODI	27
4.2.1. <i>Requisitos de cliente en plataforma Windows</i>	28
4.2.2. <i>Requisitos de cliente en plataforma Mac OS</i>	28
4.2.3. <i>Requisitos de cliente en plataforma Linux</i>	29
4.2.4. <i>Requisitos de cliente en Raspberry Pi</i>	29
4.2.5. <i>Requisitos de cliente en Android</i>	29
4.2.6. <i>Instalación de programas, extensiones y complementos en el cliente</i>	29
4.3. VIDEOLAN CLIENT.....	31
4.3.1. <i>Requisitos de VLC para Windows</i>	32
4.3.2. <i>Requisitos de VLC para Mac OS X</i>	32

4.3.3.	<i>Requisitos de VLC para Android</i>	32
4.3.4.	<i>Requisitos de VLC para distribuciones Linux</i>	32
4.3.5.	<i>Creación de listas de reproducción de canales</i>	32
4.4.	POR WEB.....	33
4.5.	MEDIAPORTAL	34
4.5.1.	<i>Requisitos MediaPortal</i>	35
5.	RESULTADOS OBTENIDOS CON EL SISTEMA MULTIMEDIA	36
6.	CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS	38
7.	BIBLIOGRAFÍA	39
ANEXOS		40
ANEXO 1		40
ANEXO 2		41

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1-1 Comparativa de media de horas de visionado de video a la semana según dispositivos.....	9
Ilustración 2-1 Concentrador usado en la subred con conectividad de RJ45 y POF.....	12
Ilustración 2-2 Conexiones realizadas en el laboratorio con POF.	13
Ilustración 2-3 Esquema resultante de la instalación de los clientes de la intranet.	14
Ilustración 2-4 Esquema resultante de los clientes del servidor por Internet.	15
Ilustración 3-1 Esquema llegada de la señal de televisión al servidor.....	18
Ilustración 3-2 Múltiples de los que recibimos señal en la antena.....	20
Ilustración 3-3 Canales asociados a cada múltiples que recibe el servidor.....	20
Ilustración 3-4 La oferta de canales de los operadores de ámbito nacional.....	21
Ilustración 3-5 Medidor de campo usado para medir la señal bajante de la antena.	21
Ilustración 3-6 Comparativa señal recibida con o sin amplificador:	22
Ilustración 3-7 Esquema distribución de los canales a través de la diferentes subredes	23
Ilustración 3-8 Configuración del servidor con las tarjetas sintonizadoras y los canales recibidos.	24
Ilustración 3-9 Configuración de las carpetas tanto de retransmisión como de grabación.....	24
Ilustración 3-10 Configuración del complemento de XBMC (Kodi) con MediaPortal.	25
Ilustración 3-11 Asociación de la IP del servidor en la configuración.	25
Ilustración 3-12 Configuración tarjeta externa del servidor.....	26
Ilustración 3-13 Configuración tarjeta interna del servidor.....	26
Ilustración 4-1 Kodi en sus múltiples plataformas	27
Ilustración 4-2 Configuración de la televisión en directo con el cliente Kodi.	29
Ilustración 4-3 Configuración del complemento de Kodi para la televisión en directo.	30
Ilustración 4-4 Kodi ejecutando la televisión en directo.	30
Ilustración 4-5 Lista de reproducción y visionado de un canal con VLC como cliente.....	31
Ilustración 4-6 VLC en sus múltiples plataformas	32
Ilustración 4-7 Visionado de la televisión mediante VLC.	33
Ilustración 4-8 Visionado de la televisión por el cliente Web.	34
Ilustración 4-9 Configuración del servidor para MediaPortal.	35
Ilustración 5-1 Capturas de pantalla del administrador de tareas durante la prueba de carga.....	37

1. Introducción

1.1. Objetivos generales

El objetivo del proyecto es la creación de un sistema de difusión de contenido multimedia, especializado en televisión en directo, a través de internet. El usuario podrá acceder a toda la información fácilmente, mediante varias alternativas desde la propia red a la que está conectado el servidor, como desde una externa. La televisión en directo tendrá el contenido de la Televisión Digital Terrestre, la cual incluye: EPG, subtítulos, teletexto.

Así con este proyecto se creará un nexo de unión del contenido multimedia actual con la Televisión Digital Terrestre, consiguiendo así una mayor dimensión de esta última, quitándose las limitaciones de ser usada en una televisión. Dando lugar a una mayor divulgación de todo su contenido a través de los diferentes clientes y plataformas, diversificándose y distribuyéndose en situaciones y circunstancias anteriormente no viables.

De esta forma un usuario que quiera tener acceso a la TDT podrá crearse su propio servidor de contenidos multimedia, de una forma sencilla y sin coste alguno, adaptándose a sus propias necesidades tanto a nivel doméstico como a un nivel de distribución en masa, teniendo ese contenido accesible desde cualquier punto de acceso con internet sea cual sea su localización física.

1.2. Antecedentes

1.2.1. Situación actual de los servidores multimedia

En la actualidad han proliferado muchas alternativas para el uso de servidores multimedia, partiendo de las ofrecidas por las propias compañías de telecomunicaciones, debido a la introducción de la fibra óptica, como de otro tipo de servicios de contenido multimedia por demanda, o en su defecto por programas de uso particular para la creación de sistemas propios de distribución de contenidos.

En los servicios ofrecidos con las teleoperadoras se adjunta un decodificador propio de cada una de las compañías, e incompatible con la competencia, dando lugar a una exclusividad que desemboca en discrepancias entre lo que el usuario necesita o desea y lo que se le ofrece finalmente, por no hablar de tener otro equipo electrónico con una obsolescencia programada muy corta.

Todos los contenidos son en su mayoría de pago y van empaquetados con otros contenidos indeseados, produciendo una adquisición final por el usuario sobredimensionada y de la que se hace un uso muy singular o puntual por el cliente. Además, estos contenidos, pueden ser canales de televisión de pago que llegan a tener un precio sobrevalorado, ya que en su adquisición no se incluye dentro de los paquetes ofertados, desmereciendo la compra de estos servicios.

En la actualidad el mercado de contenido multimedia se está expandiendo a gran velocidad, alejándose de cualquier medio físico (tanto en formato, como en soporte) e incitando a una conjunción entre peticiones por demanda de contenidos concretos, a través de plataformas estancas e

independientes, y un usuario final, que no necesite nada más que una conexión a internet y una pantalla para poder hacer uso de él. (Bolaños 2016) (Ortiz 2016)

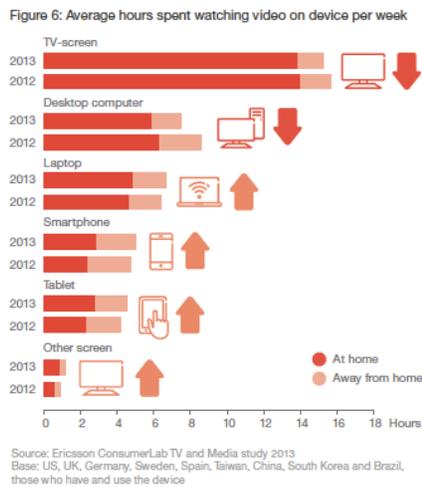


Ilustración 1-1 Comparativa de media de horas de visionado de video a la semana según dispositivos.

1.2.2. Justificación de los objetivos

Atendiéndonos a lo ofertado en el mercado con todas las alternativas y lo que demanda el usuario final queda claro que, ni los clientes están dispuestos a usar nuevos equipos electrónicos incompatibles con los ya existentes, ni a adquirir contenidos de pago con precios fuera de su alcance, ni a rechazar alternativas sin coste que se adapten y personalicen más al gusto del usuario, porque están hechas por el mismo.

La evolución de las televisiones actuales convirtiéndose en un centro multimedia, ofrecen opciones de uso personal al usuario como pueden ser DLNA (Digital Living Network Alliance), o aplicaciones propias ampliando su capacidad en el uso multimedia, sin olvidar la casi obligatoria conexión a internet de la televisión para exprimir todo su potencial, hace necesario que un usuario con una mínima o nula inversión consiga satisfacer todas sus necesidades mediante un servidor propio.

A parte de la televisión, y según estudios recientes, la tendencia del consumo de contenido multimedia sea del tipo que sea, se empieza a alejar de la televisión, cogiendo protagonismo otras alternativas electrónicas como son móviles y tabletas, de gran uso en la actualidad. Tampoco hay que descartar los ordenadores y los portátiles, ya que el uso de cada uno de ellos es muy personal, adaptándose perfectamente a cada cliente con sus gustos y singularidades. (Redondo 2015) (Reina 2015)

Por ello con la aparición de clientes multiplataforma se puede aunar la conexión de todos ellos con un único servidor, y más si el servidor, como en este caso, es accesible desde cualquier sitio que tenga conexión de internet. Todo ello es producto de la expansión en las telecomunicaciones de nuevas conexiones con mayor capacidad, tanto por parte cableada como inalámbrica, desde la instalación de fibra óptica y de plástico pasando por el 4G, y los nuevos estándares de Wifi, o el reciente LiFi que en estos momentos está en prueba, y augura unas grandes mejoras en el sector de las telecomunicaciones.

1.3. Contenido y alcance del proyecto

El proyecto se puede resumir como la creación de un sistema de difusión de contenido multimedia centrado en televisión en directo, que trabaja mediante distribución vía internet con clientes multiplataforma. Al trabajar mediante conexión a internet, se ha creado una subred de diferentes clientes multiplataforma, conectados por un conmutador de fibra de plástico y se han hecho conexiones de los mismos clientes, mediante una IP externa a la del servidor, para comprobar si era viable tener un servidor compatible con cualquier situación dada.

La señal de TDT le llega a la antena a través de la red de transpondedores que hay distribuidos por todo el territorio nacional, una vez recibida, es decodificada y tratada para su correcta adquisición por parte del servidor, para que este a su vez lo distribuya bajo demanda a todos los terminales a través de intranet, en el caso de la subred, o internet si el usuario es externo a la red. Para que ver las posibilidades del sistema hay que calcular la capacidad de los recursos del servidor, porque estos son limitados, y por consiguiente estos acotaran el número de usuarios a los que podrá atender. El servidor tendrá dos tarjetas de red para poder trabajar en caso de que sea necesario simultáneamente en intranet e internet, para así poder distribuir los contenidos por ambas redes a la hora de hacer las pruebas. En la intranet se dispondrá de dos equipos informáticos con Windows, una Raspberry Pi 1 modelo B+ conectada a una televisión, una Raspberry Pi 2 modelo B conectada a un monitor HDMI y un Macbook, con el fin de hacer pruebas en diferentes escenarios de sistemas operativos. Además de estos dispositivos se tienen 10 equipos que forman parte del laboratorio de Comunicaciones Ópticas para realizar las pruebas de carga al servidor. Para la red externa se dispondrá de los mismos elementos incluyendo un móvil y una tableta, ambos basados en Android.

La red intranet está compuesto por un conmutador Fast Ethernet que proporciona la conectividad a los equipos mediante una red troncal de fibra de plástico, terminada en conmutadores a los que los clientes se pueden conectar tanto por RJ 45 como por fibra de plástico. En cambio, la red con la que se accede desde internet es una red con IP fija de RJ45, a través de la cual se distribuirá todo el contenido, pudiendo llegar a los clientes mediante su red fija o móvil.

Los clientes de ambas redes tendrán acceso a todos los contenidos multimedia del servidor, principalmente la televisión en directo, u otro tipo de contenidos de audio y video, también almacenados en el servidor. Estos contenidos podrán ser reproducidos por los clientes multiplataformas configurados a tal efecto, para su correcto funcionamiento. En concreto, la televisión en directo podrá ser grabada y programada para su grabación por cualquier cliente, y al estar almacenada en el servidor, cualquier otro cliente podrá acceder a ese contenido, pudiendo por ejemplo programar desde un cliente la grabación y su posterior reproducción en otro cliente.

Todos los equipos clientes pueden ser sustituidos por equivalentes actualizados sin futuros problemas de incompatibilidades, hecho que no sucede con los equipos proporcionados por otras alternativas de pago, sin contar de su precio inferior y su mayor diversidad a la hora de su elección.

La consecución de los objetivos tiene que llevar a la creación de un sistema de contenido multimedia accesible desde cualquier red mediante varios tipos de clientes, que deben ser fácilmente configurables y usables, sea cual sea el escenario en el que será usado. El comportamiento del cliente no

sólo tiene que ser equivalente al de una televisión tradicional, sino que tiene que aportar opciones nuevas que mejoren la experiencia final del usuario. Las funciones de reproducción, almacenaje y distribución del servidor deben ser aplicables desde cualquier cliente, sea cual fuere su plataforma o equipo sobre el cual se estén desarrollen en ese momento.

1.4. Contenido de la memoria

A continuación, se detalla el esquema que seguirá la información contenida en la memoria del proyecto.

Capítulo 1: Introducción

En este apartado se describen la finalidad y situación actual para la necesidad de la realización de este proyecto.

Capítulo 2: Infraestructura de red

Se analiza la composición de la subred interna del servidor, la cual se usa para realizar pruebas, y se comenta cómo es la conexión del servidor para todos los clientes ajenos a su red a través de internet.

Capítulo 3: El servidor

Se explica cómo se tiene que configurar el servidor en su totalidad para que pueda distribuir, retransmitir televisión en directo y compartir ficheros de video y audio.

Capítulo 4: El cliente

Se configuran los diferentes clientes según sean las necesidades del usuario final o su plataforma.

Capítulo 5: Pruebas de carga del sistema multimedia

Se explica el escenario de la prueba de carga, y se analiza y comenta los diferentes resultados obtenidos de las pruebas de carga del sistema multimedia.

Capítulo 6: Conclusiones y líneas futuras

Se sacan las conclusiones de la finalización del proyecto y las posibles líneas futuras de investigación y desarrollo de este proyecto.

Capítulo 7: Bibliografía

En este apartado están todos los datos y el origen de la información relacionada y en la que se ha basado el proyecto.

2. Infraestructura de red

La conectividad del sistema se va a estudiar en dos ramas, una desde conexiones en una red propia interna (intranet) para el estudio más acotado del mismo, y otra desde la conectividad desde un escenario más real, como puede ser con accesos desde el exterior al servicio.

2.1. Intranet

La subred interna está basada en Ethernet y encaminamiento IP mediante un conmutador de fibra de plástico que funciona en modo Fast Ethernet, el cual reparte la conexión a internet a las bancadas que forman el laboratorio de Óptica, sin tener en cuenta los medios inalámbricos.



Ilustración 2-1 Concentrador usado en la subred con conectividad de RJ45 y POF.

El medio de transmisión troncal de la intranet es la fibra de plástico, pero también es posible realizarla sobre un cable de pares mediante conectores RJ45 o fibra óptica. En el caso de tener clientes que se conecten por redes inalámbricas como por ejemplo Wifi, con la conexión a las redes propias de la universidad “Eduroam” y “WiuZ” es más que suficiente.

2.1.1. La fibra de plástico frente a las otras alternativas

La elección de fibra de plástico en detrimento de la de vidrio o del cable de pares de cobre habitual, ha sido por su robustez ante interferencias de todo tipo, su bajo coste y su fácil instalación en cualquier red pequeña, además de en este caso particular, el de poder usar toda la red instalada en el laboratorio de fibra de plástico como posibles clientes para hacer pruebas de capacidad. (M. Á. Losada 2010) (López 2011) (M. A. Losada 2012) (López 2010)

Asimismo, al no requerir ningún tipo de herramientas para su instalación, sólo hace falta la propia fibra, y como la red no se extiende en exceso, debido al supuesto de una red doméstica, sus pérdidas a la hora de transmisión no son significantes a la hora de su utilización. Igualmente, a la implantación de la POF por toda la subred, proceso el cual se realizará por los mismos conductos ya instalados del par de cobre, se le añade otro beneficio, la no existencia de ningún tipo de radiación electromagnética evitando problemas de interferencias.

Como consecuencia del envío de contenido multimedia, se necesita un gran ancho de banda, principal razón por la que actualmente se expande tanto la fibra óptica, en este caso, en la intranet no es

necesario tanta cantidad de ancho de banda por lo que con la POF es suficiente para las necesidades requeridas.

Desde el punto de vista económico la fibra de plástico es la opción más barata, porque aporta el ancho de banda necesario para la red a un precio más bajo, ya que la instalación de fibra óptica de vidrio es muy superior y no sale rentable para este tipo de casos, y la opción del par de hilos de cobre es la más asequible a costa de no cumplir los requisitos necesarios para el correcto funcionamiento de la red, debido al coste de la instalación de cableado por todo el “hogar doméstico”.

2.1.2. Distribución de la intranet

La red interna está formada por: 5 clientes, el servidor y 10 equipos del laboratorio. La subred se crea con un conmutador COMOSS SFP CS-FX2 con 6 entradas de RJ45 (eléctricos) y dos SFP (ópticos). Para las entradas eléctricas se usan los cables habituales de RJ45, y para las de plástico fibra de plástico no haría más falta que fuera dúplex.



Ilustración 2-2 Conexiones realizadas en el laboratorio con POF.

La topología elegida para realizar la intranet es en estrella, donde se conectarán los equipos con Windows, un Macbook, dos Raspberry Pi y finalmente el servidor de contenido multimedia. El servidor tiene dos tarjetas de red, una con la que puede formar parte de la subred y que se conectaría a la subred mediante el conmutador de red a través de POF y otra mediante RJ45, con la que se conecta a internet con una IP fija, a través de la cual el servidor trabaja fuera de la intranet.

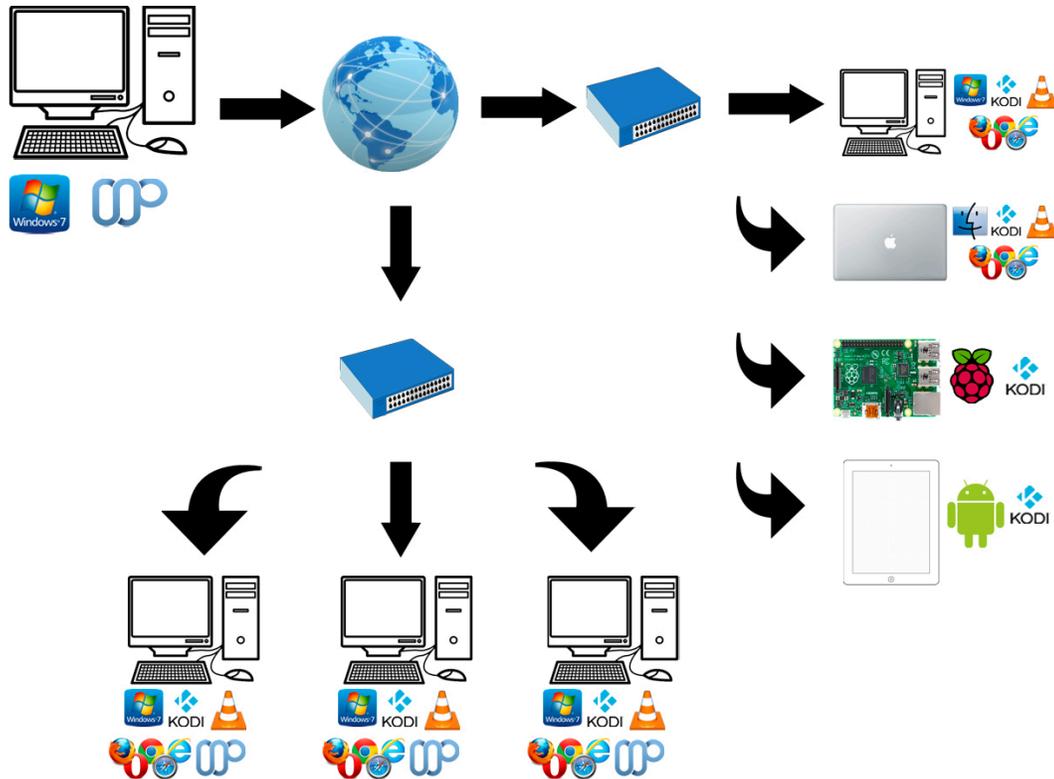


Ilustración 2-3 Esquema resultante de la instalación de los clientes de la intranet.

Para los 10 equipos del laboratorio, se crea una subred a base de conmutadores de fibra de plástico conectándose los clientes a ellos distribuyéndose el ancho de banda equitativamente entre todos.

Una vez montados todos los clientes y el servidor al conmutador, y cada uno de ellos configurados según se explicará más adelante en su capítulo correspondiente, la intranet funciona sin ningún tipo de problemas tanto los equipos cercanos con RJ45, como los equipos más alejados con fibra de plástico.

2.2. Conexión a la red externa (Internet)

La conexión del servidor a internet se realiza por una tarjeta de red de cobre con conexión de GigaBit Ethernet, conectada a una IP fija de la universidad. Mediante la IP del servidor se dará contenido multimedia a los clientes no pertenecientes a la red interna del servidor.

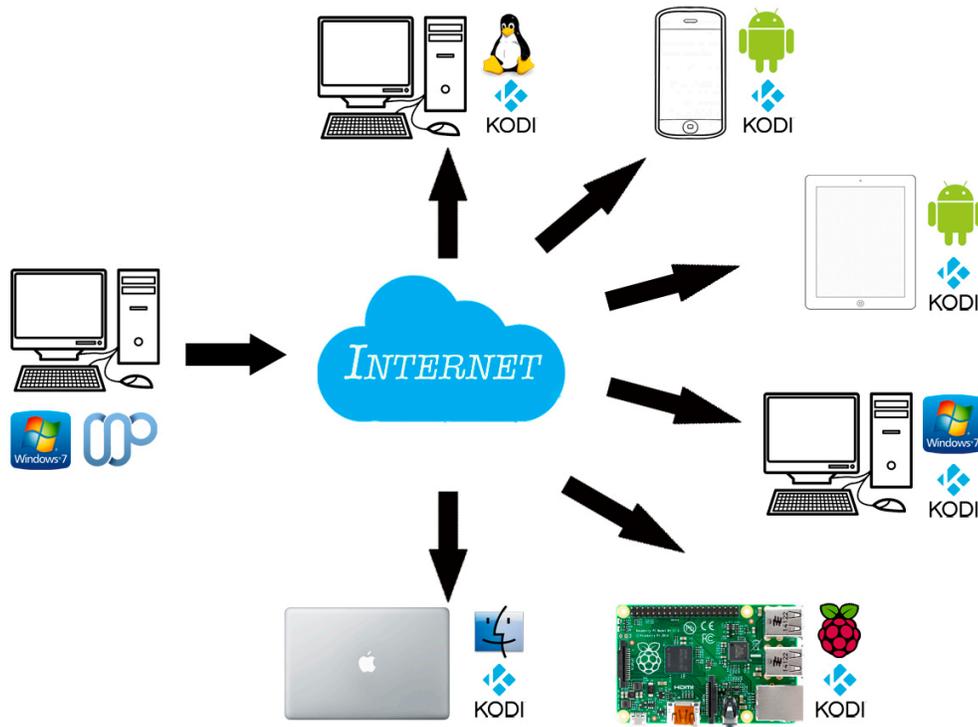


Ilustración 2-4 Esquema resultante de los clientes del servidor por Internet.

Los clientes que se conectan fuera de la intranet realizarán la conexión al servidor mediante la clásica conexión a través de un enrutador, ya sea por conexión cableada o no, como por conexión 4G o 4G+ en dispositivos móviles, ya que sólo con estas conexiones inalámbricas se puede conseguir el ancho de banda suficiente para recibir la señal de video del servidor. Además, los terminales inalámbricos que llevan este tipo de conexiones tan recientes, tienen los chipsets de aceleración gráfica con la precisa potencia, para la decodificación de la señal.

3. El servidor

El servidor del proyecto es un HP ProLiant ML310e Gen8 v2 cuyo hardware es: un Intel Xeon E3-1220 a 3.1 GHz, 8 GigaBytes de RAM, 2 TeraBytes de disco duro y una gráfica Matrox G200eH. Esta configuración es de un servidor profesional, debido al uso intensivo que se le va a dar durante todas las pruebas que se realizan a lo largo de la investigación y uso extensivo en posteriores años, lo cual no quita que se pueda montar en equipos con menores requisitos, ya que antes de la compra de este equipo se instaló y funcionó correctamente en otros dos equipos de ocho y cinco años de antigüedad respectivamente, con el consecuente inferior potencial de hardware.

A la hora de la creación de un sistema de contenidos multimedia hay que considerar el coste del equipo, y si es accesible y compensa su realización, en comparación con las alternativas a su montaje. Para ello se dispondrá un equipo con requisitos fácilmente accesibles para cualquier ordenador de un usuario medio. En el caso del servidor actual se tendrá una tarjeta de red con conexión RJ45, a parte se le conectará un concentrador activo, para suministrar suficiente amperaje para las 4 tarjetas sintonizadoras de TDT duales, que son las responsables de la adquisición de la señal de televisión. También hay un amplificador de la señal bajante de la antena, con lo que se evita futuros problemas de calidad en el momento en el que se conecten las sintonizadoras. Esto es necesario porque la señal de la televisión tiene un umbral mínimo, por el cual la señal no es posible su decodificación correcta y como resultado, no se ven los canales y el servidor sólo transmitiría una serie de píxeles aleatorio con un sonido irreconocible.

El servidor para ser lo más accesible se compone de un sistema operativo basado en Windows, y más en concreto Windows 7, ya que es la plataforma más extendida entre los usuarios y además se tienen drivers para todos los periféricos evitando incompatibilidades tras el montaje. Con esta elección a parte de la total disponibilidad de drivers y compatibilidad de los componentes, hay un mayor abanico de opciones a la hora de elegir programas, porque no todos se actualizan y funcionan correctamente para versiones posteriores de Windows.

Con estas premisas se han visto las diferentes alternativas para la elección del programa que hará de servidor de contenido multimedia y más en concreto que transmita la televisión en directo. Como se quiere una alternativa sin coste, se han buscado las principales alternativas gratuitas que a la vez permitan clientes gratuitos multiplataforma y que tengan como base el sistema operativo de Windows.

3.1. Alternativas para la elección de software de servidor

Las principales alternativas a la hora de elegir el software que distribuirá el contenido multimedia se aglutinan principalmente en seis. Estas son: Argus TV, DVBLink, DVBViewer, NextPVR, MediaPortal, ServerWMC. De entrada, son descartadas DVBLink, DVBViewer, NextPVR, ServerWMC, porque las tres primeras son de pago (las dos primeras gratuitas con muchas limitaciones y la tercera con su uso restringido a ámbito personal), y la última al igual que las tres anteriores no es software libre, aunque si gratuito. Pese a estar descartadas por no cumplir algunos de los requisitos del proyecto comentados al principio de este, se compararán también con las otras alternativas que si han pasado los requisitos para tener una visión más global.

3.2. La elección de MediaPortal

La elección definitiva de MediaPortal frente a sus competidores se fundamentó en varios puntos, que a continuación se van a desgranar:

3.2.1. La capacidad multimedia

En el caso de Argus TV, DVBLink y ServerWMC, únicamente ofrecen la distribución de televisión en directo mientras que el resto de las opciones, además de la televisión también incluyen la posibilidad de contenido de video y audio.

3.2.2. Actualizaciones

Argus TV en comparación con el resto de opciones sigue sin actualizarse desde la versión 2.3. Por lo contrario, MediaPortal desde que se instaló en el servidor, ha recibido 3 actualizaciones y la comunidad que le da soporte sigue trabajando en la mejora y ampliación de capacidades del susodicho. A día de hoy la última actualización de la página web de Argus data de Julio 2015, y la última versión de MediaPortal está disponible justo desde junio de 2016. Al igual que lo sucedido con MediaPortal y sus actualizaciones, estas siguen sucediéndose en las otras alternativas comentadas anteriormente, por ejemplo: ServerWMC con fecha 22 de septiembre de 2016, DVBLink con fecha 29 de Julio de 2016, DVBViewer con fecha de 11 de julio de 2016, y por último NextPVR con fecha de 20 agosto de 2015.

3.2.3. Facilidad de interface

El MediaPortal es mucho más accesible gracias a que su instalación y configuración viene explicada paso a paso y en español, cosa que sus oponentes no cumplen en la mayoría de los casos. En el caso del resto de opciones o son completamente en inglés las instalaciones, o en su defecto, necesitan una complicada guía de pasos para su instalación.

3.2.4. Menos intrusivo en el sistema operativo

Para la opción del Argus TV hay una instalación menos estanca, ocultando carpetas y modificaciones en el equipo que no son deshechas en posteriores desinstalaciones produciendo así, errores de instalación y degradaciones del sistema, llegando a producirse errores que no son fáciles de encontrar. Para DVBLink, DVBViewer y NextPVR, se produce una instalación bastante estanca, aunque dejan archivos en el registro debido al tipo de licencias de pago o de prueba que tienen, que al ser desinstalados quedan sin ser borrados, hecho habitual en este tipo de programas Shareware o Freeware. Para el caso concreto de ServerWMC se necesita ya en un comienzo el Windows Media Center, que viene de serie con Windows 7, suceso que obliga a “degenerar” la instalación del sistema operativo original, al desinstalar este programa, ya que no es una totalmente estanca su desinstalación.

3.2.5. MediaPortal como programa para el servidor

Tras estos puntos, queda claro que la única opción que sale victoriosa tanto con los requisitos originales de ser Open Source, como de ser mejor que las otras alternativas es MediaPortal.

3.3. Componentes de la instalación del servidor

El servidor no sólo se compone del equipo informático y los periféricos que se le conectan para su correcto funcionamiento, a parte de estos elementos, hay otros que van antes del servidor que tienen la labor de tratar optimizar y mejorar la calidad de señal con la que posteriormente se retransmitirá a los clientes.

3.3.1. El servidor

El servidor está formado por un Windows 7 de 64 bits con el service pack 1 instalado, en el cual se ubicará el programa que hace de base de centro multimedia, MediaPortal en su versión 1.8, que es el que hará la labor de distribuir a todos los clientes los servicios multimedia. No hay que decir que el equipo está debidamente actualizado tanto en drivers en el caso de hardware como de software.

Además, para que MediaPortal pueda emitir la televisión en “streaming”, se necesita conectar un concentrador de USB (Bus Universal en Serie, puerto de serie universal) al cual se le conectarán las cuatro sintonizadoras de TDT.

3.3.2. Elementos que intervienen en el tratamiento de la señal de TDT

Para que la señal de la TDT llegue al servidor necesita antes pasar por unos elementos intermedios que tratarán de adecuarla a las necesidades de este proyecto. El primero de ellos es el amplificador de Televés que es necesario para que la señal de la bajante se amplifique por todas las sintonizadoras que se conectan al servidor, produciéndose una ganancia de alrededor de 16 dB en la señal de salida respecto a la bajante de la antena. La instalación del amplificador se debe a las pérdidas producidas por la bajante y las conexiones intermedias, lo que da lugar a la necesidad de regenerar la señal e introducir una ganancia adicional para tener un nivel de señal adecuado, con la consecuente futura correcta sintonización por parte de las sintonizadoras. Al estar trabajando con canales de televisión digital terrestre, los cuales son muy sensibles al umbral mínimo de señal, si se da la situación por la cual la señal recibida es inferior a este umbral, ésta no es decodificada por la sintonizadora y como consecuencia no se puede ver el canal.

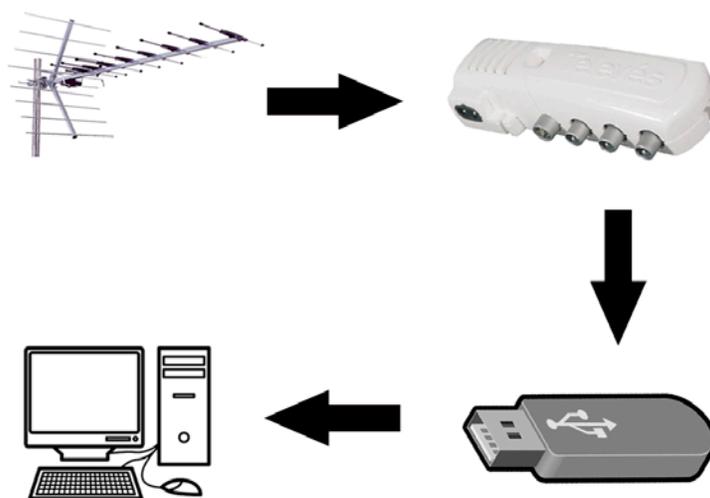


Ilustración 3-1 Esquema llegada de la señal de televisión al servidor

Las sintonizadoras USB están conectadas a la bajante de la antena del edificio Ada Byron, a través un amplificador de Televes con cinco salidas del cual se ha hablado en el anterior párrafo, y proporciona señal a las cuatro sintonizadoras existentes. Estas sintonizadoras son cuatro Sveon SL22, y son cuatro porque se quiere poder trabajar con varios transpondedores, ya que si se quieren usar diferentes canales simultáneamente en diferentes dispositivos es necesario poder tener suficiente capacidad de sintonización, y que además sea posible trabajar con distintos transpondedores a la vez. Por ello una de las características de las sintonizadoras que se usan en el servidor es que son duales, porque así se tiene la posibilidad tanto de sintonizar dos canales de diferentes transpondedores a la vez, como de poder sintonizar uno y a la vez grabar de otro, ampliándose esta capacidad de adquisición de canales al tener cuatro sintonizadoras conectadas en el servidor, con el lógico aumento en el número de clientes simultáneos. En el caso de que los canales fueran del mismo transpondedor parte de la problemática comentada anteriormente desaparecería.

Hay que tener en cuenta que Zaragoza se trabaja con ocho transpondedores, uno de ellos para uso autónomo, o lo que es lo mismo ocho frecuencias portadoras, los cuales se agrupan en múltiples digitales. El número de canales que van en cada transpondedor varía si trabaja en calidad SD o HD y si también incluyen emisoras de radio, en el primer caso el espacio ocupado es de casi el doble porque se utiliza alrededor de 11 Mbits/s en vez de en SD que oscilan entre 4 y 5 Mbit/s dependiendo de las características técnicas del canal, (resolución, subtítulos, etc). (Wikipedia 2016)

Llegados a este punto hay que hablar de qué es un múltiple digital y cuales son con los que se trabaja en este proyecto debido a estar en Zaragoza, porque depende donde se esté, estos serán diferentes. Un múltiple digital es la señal compuesta para transmitir un canal o frecuencia radioeléctrica y que, al utilizar la tecnología digital, permite la incorporación de las señales correspondientes a varios canales de televisión y de las señales correspondientes a varios servicios asociados y a servicios de comunicaciones electrónicas.

El servicio de televisión digital terrestre de cobertura estatal se presta a través de la capacidad de siete múltiples digitales especificados en el Plan técnico nacional de la televisión digital terrestre, que se corresponden con cinco múltiples digitales basados en los múltiples RGE1, RGE2, MPE1, MPE2 y MPE3 que ya se venían explotando, y con dos nuevos múltiples digitales MPE4 y MPE5.79.

La Corporación de Radio y Televisión Española continuará con la explotación del múltiple digital de cobertura estatal RGE1 (Red Global de cobertura Estatal -1) y de la mitad de la capacidad del múltiple digital de cobertura estatal RGE2, para la prestación del servicio público de comunicación audiovisual televisiva.80.

Los titulares de licencias del servicio de comunicación audiovisual televisiva de cobertura estatal explotarán los canales de televisión a que les habilitan sus licencias a través de la capacidad de los tres múltiples digitales MPE1, MPE2, MPE3, MP4 y MP5, así como la mitad de la capacidad del múltiple digital RGE2.

Se reserva a cada una de las comunidades autónomas en su correspondiente ámbito territorial el múltiple digital de cobertura autonómica MAUT especificado en el Plan técnico nacional de la televisión digital terrestre. En el caso de Cataluña, mantendrá dos múltiples digitales.

Para el caso concreto de Zaragoza, que es el que interesa a efectos prácticos, en la siguiente tabla se sitúan físicamente los canales que retransmiten los diferentes múltiples con los que se trabaja en el proyecto. (Ministerio de energía, turismo y agenda digital 2016)

Múltiple	Situación actual
Rge1	Zaragoza Juslibol 46
Rge2	Zaragoza Juslibol 33
Mpe1	Muela_Rtv 22
Mpe2	Muela_Rtv 54
Mpe3	Muela_Rtv 30
Mpe4	Muela_Rtv 42
Mpe5	Muela_Rtv 28
Maut	Monte Yerga 2

Ilustración 3-2 Múltiples de los que recibimos señal en la antena

Con los múltiples anteriormente listados, los canales que es capaz de sintonizar el servidor son los siguientes: (Ministerio de energía 2016)

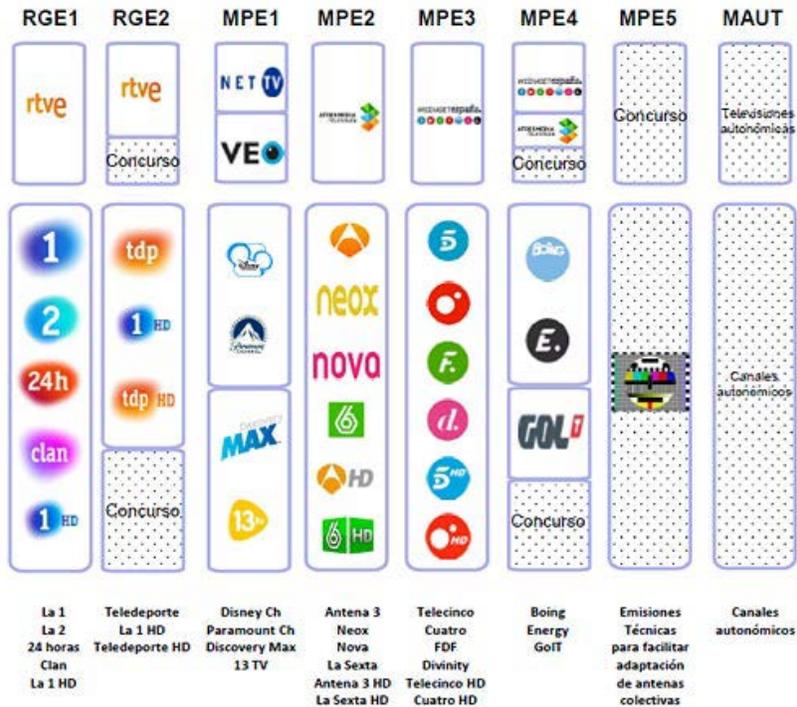


Ilustración 3-3 Canales asociados a cada múltiple que recibe el servidor

RGE1	RGE2	MPE1	MPE2	MPE3	MPE4	MPE5
Corporación RTVE	Corporación RTVE	Net TV	Atresmedia Televisión	Mediaset España	Atresmedia Televisión	Atresmedia Televisión
Corporación RTVE	Corporación RTVE	Net TV	Atresmedia Televisión	Mediaset España	Mediaset España	Mediaset España
Corporación RTVE	Grupo Secuoya	Veo Televisión	Atresmedia Televisión	Mediaset España	Mediaset España	Real Madrid Televisión
Corporación RTVE	Kiss TV	Veo Televisión	Atresmedia Televisión	Mediaset España	13 TV	

Ilustración 3-4 La oferta de canales de los operadores de ámbito nacional

Finalmente, el último periférico que se conecta antes de la llegada de la señal al servidor es un concentrador USB usado para conectar las cuatro sintonizadoras, el cual está alimentado externamente para poder abastecer con suficiente amperaje a todas ellas, ya que, de otro modo, sería inviable la posibilidad de tener tantas sintonizadoras trabajando en paralelo para dar capacidad a todos los canales sintonizados a todos los clientes que los sintonizaran. A tal fin, antes de su adquisición se calculó el amperaje máximo necesario para cumplir los requisitos necesarios, teniendo en cuenta que la corriente máxima para el USB 2.0 de las sintonizadoras es de 500 mA y que son cuatro, se necesitan al menos 2 Amperios de alimentación y que ésta no sea de pico, porque hay muchos concentradores que cumplen este requisito pero a efectos prácticos no es real, porque es amperaje de pico, por lo que se buscó uno que lo superará, en este caso el modelo Belkin Ultra Slim de 7 puertos con 3.8A .

3.3.3. Medición de las principales componentes de la señal de televisión digital terrestre

Con el fin de optimizar la calidad de la señal recibida al servidor, se realiza una medición de las principales componentes de la señal de televisión digital terrestre, para ello se utiliza un medidor de campo en el cual se indican las diferentes características de la señal recibida por la antena que hay instalada en el edificio Ada Byron.



Ilustración 3-5 Medidor de campo usado para medir la señal bajante de la antena.

Las medidas realizadas son con y sin amplificador, para ver la mejora y ajustar más adecuadamente el amplificador que hay instalado para el montaje, ya que si no se realizará así se tendrían problemas de diversa índole. Estos problemas que se pueden dar van desde: una saturación de potencia de señal a las sintonizadoras colocadas en el concentrador, con la consecuente incapacidad de estas últimas de realizar la decodificación, hasta empeorar la calidad de señal al aumentar en demasía la potencia de la señal aumentando a su vez el nivel de ruido, con la imposibilidad de una decodificación de la señal por parte de las sintonizadoras y ver una señal en muy malas condiciones hasta extremos de no verse nada.

En el anexo 1 se adjunta la lista de los equivalentes de los canales tal como son conocidos en el ámbito práctico a como son reconocidos numéricamente por el medidor de campo. En el anexo 2 se adjuntan las dos tablas de mediciones con y sin amplificador realizadas con el medidor de campo cedido por el departamento de alta frecuencia.

Con la tabla de resultados del anexo 2, se ha realizado una comparativa de los datos con y sin amplificador que dan como resultado la tabla que se muestra a continuación. En ella se puede apreciar que, para los canales que se sitúan en la zona central de la banda del espectro radioeléctrico de la TDT, se consigue una mejora muy significativa que varía según canal desde los 5 dBuV hasta 10 dBuV. Este hecho es debido al previo ajuste manual del amplificador Televés, para una mejora de esa banda en concreto, porque viendo la primera gráfica sin amplificador salta a la vista la gran pérdida producida repentinamente. En el caso del valle producido en el canal 28, no se realiza ninguna mejora significativa debido a que es un canal que no emite nada, por lo que se desestimó cualquier tipo de mejora al no ser apreciable de ningún modo.

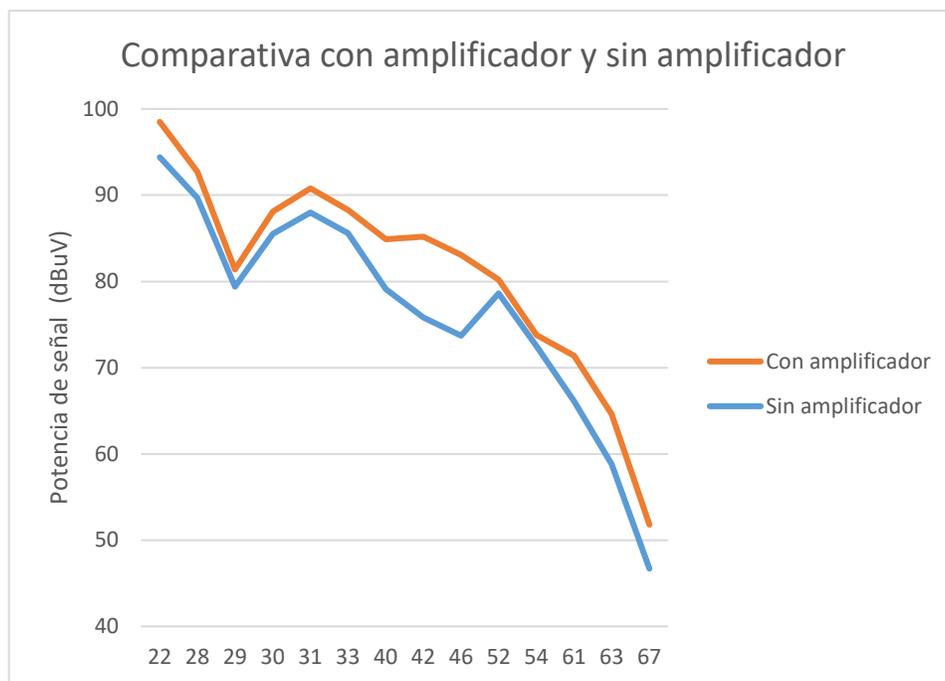


Ilustración 3-6 Comparativa señal recibida con o sin amplificador:

3.4. Software del servidor: configuración de programas, extensiones y complementos.

Una vez instaladas las cuatro sintonizadoras en el concentrador y siendo totalmente funcionales, se procederá a la instalación del Media Portal. Durante el proceso de instalación a parte del programa se necesitan diferentes complementos para que este sea operativo. Para eso se instalará también la última versión estable del Mysql, el cual es necesario para crear la base de datos con la que trabajará tanto el servidor como el cliente con los canales sintonizados, a parte del Mysql también son necesarios los codecs para codificar y decodificar la señal que es recibida en el programa a través de un amplificador de sintonizadoras. Dichos codecs son una opción a elegir en la instalación del servidor si no se va a utilizar con fines de retransmitir TV y obligatorios en este caso.

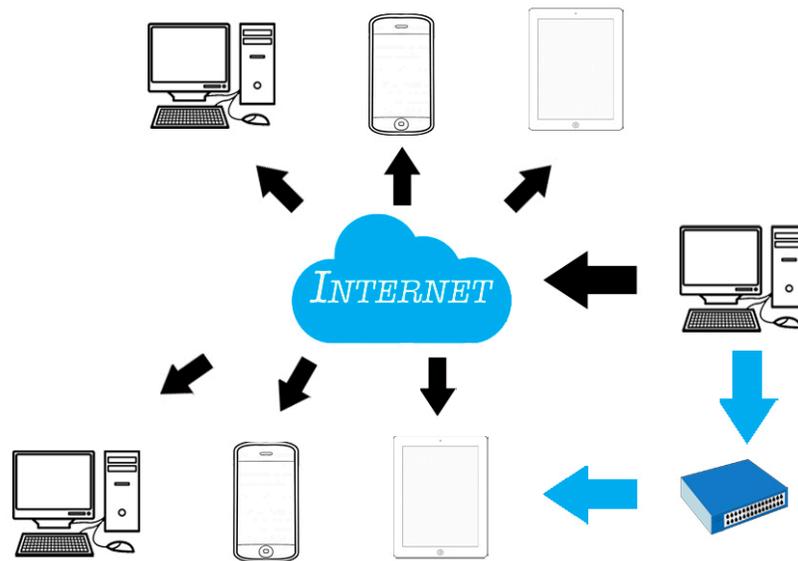


Ilustración 3-7 Esquema distribución de los canales a través de la diferentes subredes

A posteriori es necesario configurar el servidor de servicios de multimedia, al empezar su configuración se iniciará el servicio de televisión con el que se emitirá en este caso "TvServer", para que siempre esté activado el servicio, es necesario configurar dentro de Windows, "Servicios", y este servicio concreto con la opción de automático. Dentro de la configuración del Media Portal Server, se empezará sintonizando los canales, para ello se elegirá la región que nos ocupa en este caso, España, y se seleccionará una de las 4 sintonizadoras, porque todas son de idénticas características, realizado la detección de todos los canales de televisión y de radio. Una vez hecho esto, se procederá la asociación de los canales detectados a las sintonizadoras en la opción de "Tv Mapping", que está en " Tv Channels", para ello se irá seleccionando una tras otra las sintonizadoras conectadas y asociándoles la lista de canales que deben sintonizar en caso de petición por parte del programa.

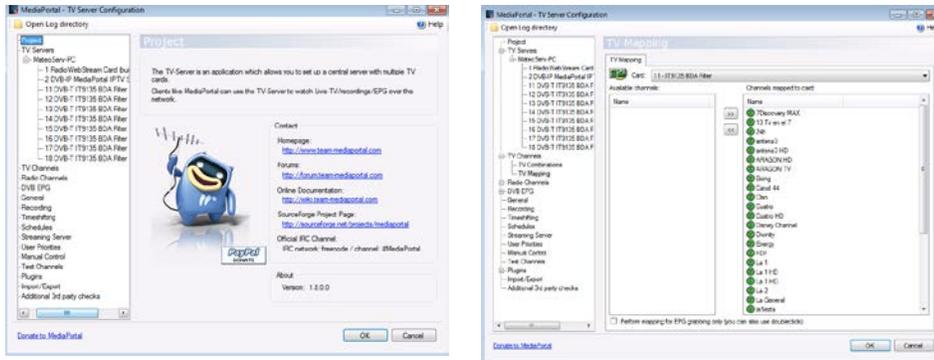


Ilustración 3-8 Configuración del servidor con las tarjetas sintonizadoras y los canales recibidos.

Ya con las sintonizadoras asociadas con los canales, se tiene que indicar en qué carpetas se crearán los archivos TS (Transport Stream) que se crearán para el streaming de los canales, tanto para la grabación de los canales de televisión como para la retransmisión. Ambas carpetas se deberán crear y asociar para tal fin, y además compartidas en Windows para todos los usuarios con derechos de lectura y escritura. Para ello habrá que ir a las opciones de “Timeshifting” y “Recording” donde se seleccionarán cada una de las sintonizadoras, y se le asociará a cada una carpeta anteriormente creadas, se activará también la asociación de todas las sintonizadoras a todas las carpetas. Realizado este primer paso de configuración del servidor, se pedirá por parte del programa el reinicio del servidor (“TvServer”) para que se hagan efectivos los cambios realizados antes.

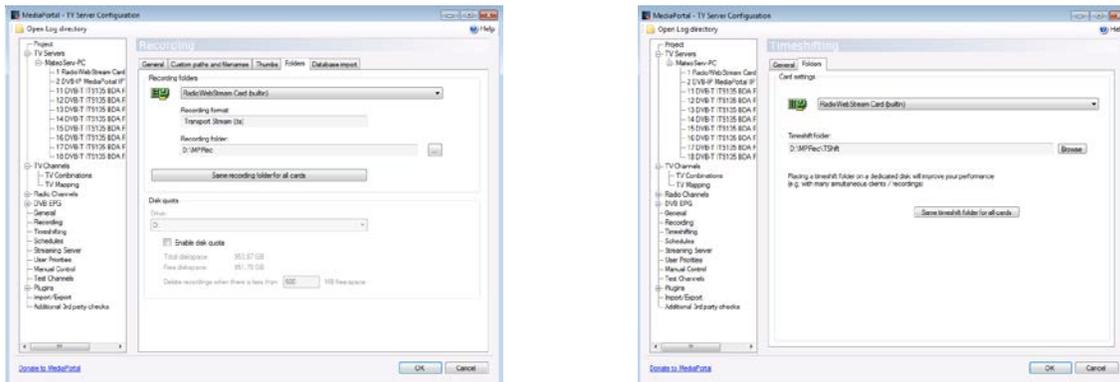


Ilustración 3-9 Configuración de las carpetas tanto de retransmisión como de grabación.

A continuación, se procederá a la instalación de la extensión de Xbmc (actualmente Kodi) que será uno de los clientes para el servidor de Media Portal. Para ello se ejecutará TvServerXbmc-1.6.0.125 que es la única extensión compatible con las versiones recientes del servidor con versión 1.8, el cliente con versión estable Kodi v15.2 “Isengard”. Tras su instalación se pasará a configurar la nueva extensión que aparecerá en la opción de extensiones del configurador del servidor televisión, desplegando esta opción se activará y se verá cómo se asocia al puerto 9596 de la máquina. Después de esta puesta en marcha de la extensión para el cliente de Kodi, se volverá necesitar reiniciar el servicio asociado al servidor de televisión.

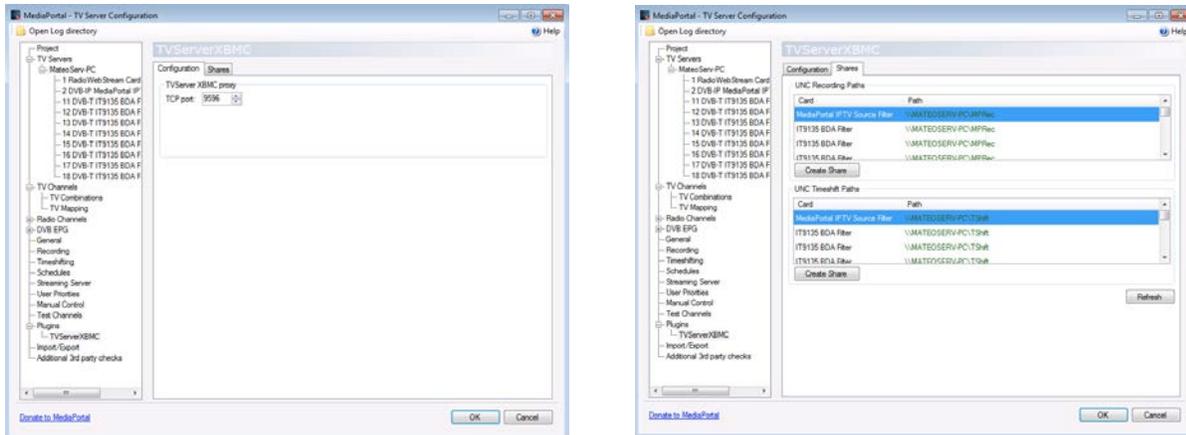


Ilustración 3-10 Configuración del complemento de XBMC (Kodi) con MediaPortal.

Por defecto, cuando se configura el servidor en el programa se asocia dentro de su pestaña de “Streaming Server” la opción de “Auto”, que realmente es la asociación de la IP 155.210.158.200, por ser de las dos direcciones IP que se tiene (una para cada tarjeta de red que se tiene) la que tiene conectividad con Internet. A parte de esta se tienen otras dos opciones, la propia 155.210.125.200 y la 192.168.137.1, la que da servicio a los clientes dentro de la subred propia a través de un conmutador de POF, esta última es opcional ya que con poner la primera funcionaría. A efectos prácticos, elegir Auto y la 155.210.158.200 es lo mismo porque el programa se comporta por igual en ambos casos, en cambio para el caso de 192.168.137.1, se tendría el caso de sólo ser un servidor para la subred propia y no se podría acceder desde cualquier otra IP externa de otro cliente, para evitar este efecto se ha optado por poner un enrutador, la cual es la configuración habitual en un hogar común.

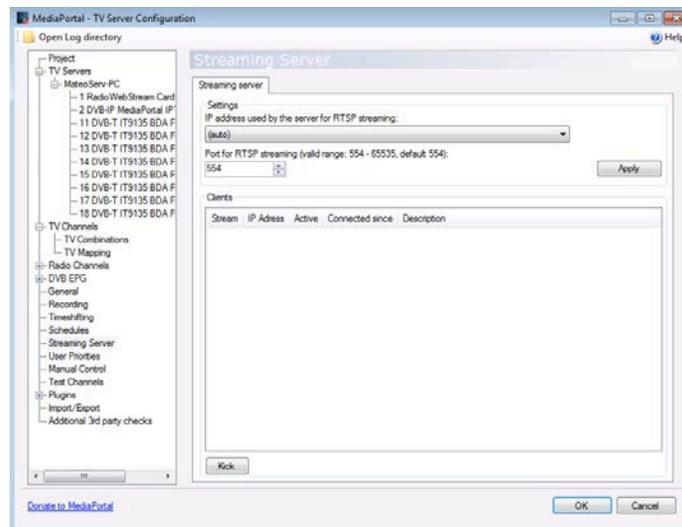


Ilustración 3-11 Asociación de la IP del servidor en la configuración.

Además de esta extensión se añadirán dos programas complementarios con el servidor de Media Portal, los cuales aportarán las opciones, de además de usar de cliente el Kodi, el VLC y acceso mediante Web a los servicios del servidor. Con tal finalidad se instalará el MPExtended Service 0.5.4 en el cual se tendrá que activar además de la cuenta de administrador, la cuenta del cliente en este caso GTC, mediante la cual se conectará con el VLC al servidor. Con el MPExtended Service instalado y funcionando se procederá a instalar también el MPExtended WebMediaPortal 0.5.4, el que permitirá acceso al servidor a través de un portal Web, como otra posibilidad de cliente.

Tras su instalación se entrará con el usuario y contraseña creados anteriormente y a partir de ahí se configurará el acceso a través de “ajustes”. Una vez ahí se activará el uso de VLC y el streaming con la opción “directo si es posible, si no por proxy”. Además de esta última acción, se puede acceder ya a los canales de televisión con la pestaña “Guía TV” en la cual aparecerán los canales que proporciona el servidor de Media Portal, con seleccionarlos se podrá ver el canal en sí, además proporcionará abajo un enlace para verlo a través de VLC, el cual se usará para crear una propia lista de reproducción de canales en VLC y verlos directamente en cualquier parte, ahorrando el acceso mediante web para ver la televisión.

3.5. Configuración de Windows 7 y de las tarjetas de red

Con todos los programas, extensiones, y complementos del servidor instalados y debidamente configurados, se procederá a configurar el propio sistema operativo y más en concreto las tarjetas de red que forman la red de comunicación con la red interna y externa.

Para empezar, se deberá de poner a 1 el bit IPEnableRouter en el registro de Windows 7 en la siguiente ruta, “HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\services\Tcpip\Parameters”, realizado este cambio se procederá a la configuración de las tarjetas.

El servidor está compuesto por dos tarjetas de red, una de ellas conectada a la red local de la universidad mediante una IP fija con un RJ45, y la otra es una tarjeta de red de POF que puede dar servicio a la red interna mediante un conmutador de ambas tecnologías.

Se comenzará a la configuración de la primera de las tarjetas, una tarjeta de 1 GB/s. que funciona mediante un RJ45, esta tarjeta contendrá lo que será la IP externa para acceder a nuestro servidor desde cualquier dirección externa. La configuración que le introduciremos será la siguiente:

Tarjeta Externa	Direcciones
Dirección IP	155.210.158.200
Máscara de subred	255.255.255.0
Puerta de enlace predeterminada	155.210.158.254
Servidor DNS preferido	155.210.12.9
Servidor DNS alternativo	155.210.33.4

Ilustración 3-12 Configuración tarjeta externa del servidor

A partir de la aplicación de esta configuración no habrá que activar en ningún caso el compartir internet con la subred pequeña debido a una incompatibilidad de la que se hablará más adelante, esto deberá respetarse siempre y cuando no se quiera usar un enrutador en la configuración.

A continuación, se configurará la tarjeta interna que forma una subred con los demás equipos clientes de la red interna. La tarjeta es de 100 Mb/s que está conectada al conmutador mediante fibra de plástico, esta tarjeta hará de puerta de enlace de la subred interna con la red externa.

Tarjeta Interna	Direcciones
Dirección IP	192.168.137.1
Máscara de subred	255.255.255.0
Puerta de enlace predeterminada	
Servidor DNS preferido	
Servidor DNS alternativo	

Ilustración 3-13 Configuración tarjeta interna del servidor

4. Los clientes

Los requisitos que se exigen en este proyecto para ser cliente continúan la línea del servidor, primero que sea gratuito o lo que es lo mismo GNU/GPL, segundo que sea multiplataforma, tercero que sea fácil de usar y configurar y por último que no requiera grandes requisitos por parte del sistema sobre el que se funcione.

4.1. Clientes multiplataforma

Los clientes del servidor de televisión son multiplataforma con la clara intención de llegar a la mayor cantidad de usuarios, sea cual sea su dispositivo y sistema operativo. Por eso se ha elegido como principal programa para los clientes Kodi, en su versión estable 15.2 "Isengard", bajo licencia GNU/GPL, con la que los usuarios pueden ser de: Windows, Mac OS, Linux y Android. De esta forma se abarca desde ordenadores, móviles, tabletas como otro tipo de dispositivos como placas base integradas como Rapsberry Pi, que soporten distribuciones ligeras y optimizadas para Kodi. Aparte de este cliente se incluyen otras alternativas como son: MediaPortal, VLC y mediante Web. Estas alternativas se han descartado como principal por diferentes razones que más adelante se comentan.



Ilustración 4-1 Kodi en sus múltiples plataformas

4.2. Kodi

Kodi es un programa gratuito y de código abierto, con el principal objetivo de ser un reproductor multimedia, desarrollado por la Fundación XBMC que es un consorcio de tecnología sin fines de lucro. Kodi aparte de estar disponible para varios sistemas operativos y plataformas de hardware, ofrece al usuario la posibilidad para la conexión a televisores y mandos a distancia. Permite al usuario además de televisión en directo como en este caso, también el reproducir y ver la mayoría de los vídeos, música, tales como podcasts de Internet, y todos los archivos de medios digitales comunes de medios de almacenamiento locales y de red. (Wikipedia 2016)

Kodi posee la propiedad de que es altamente personalizable: una variedad de “pieles” puede cambiar su apariencia, y varios complementos que permiten a los usuarios acceder al contenido de pago (anteriormente mencionados en el primer tema) a través de servicios en línea como pueden ser: Amazon Prime Instant Video, Pandora Internet Radio, Rhapsody, Spotify, Netflix y YouTube. Estos nuevos servicios no hacen más que complementar la capacidad de reproducción en directo que ya hay con la TDT. (Wikipedia 2016) .

Pese a que el origen de este software fue como una aplicación de reproductor de medios doméstico desarrollada independientemente llamada Xbox Media Center (abreviado como XBMC) para la consola de juegos de Xbox, con el paso del tiempo se fue poniendo a disposición bajo el nombre XBMC como una aplicación nativa para Android, Linux, BSD, MacOS, iOS y sistemas operativos basados en Microsoft Windows.

A partir de la versión 12.0 (XBMC “Frodo”) se incluyen complementos de PVR (Personal Video Recorder), interfaz gráfica para TV en vivo con guía electrónica de programas (EPG) y alta definición grabadora de vídeo digital (DVR o PVR) de apoyo.

Debido a su código abierto y la naturaleza multiplataforma, con su código del núcleo escrito en C++ (estándar ANSI), versiones modificadas de Kodi junto con un JeOS se han utilizado como una suite de software appliance o marco de software en una variedad de dispositivos, incluyendo televisores inteligentes, set-top boxes, señalización digital, sistemas de televisión del hotel, y de la red conectada reproductores multimedia. Aplicaciones de derivados, como MediaPortal, Plex, Tofu, Voddler y TV Horizonte han sido todo inicialmente escindida de Kodi.

El 1 de agosto de 2014, se anunció que a partir de la versión 14, XBMC sería renombrado oficialmente Kodi. El 10 de noviembre de 2015, la marca KODI fue registrada por la Fundación XBMC.

4.2.1. Requisitos de cliente en plataforma Windows.

Para clientes basados en sistemas operativos de Windows, es necesario a nivel de Hardware equipos que soporten arquitecturas basadas en X86 (al menos Core Duo o equivalente), DirectX en versión 9.0c y posteriores, y siempre la posibilidad de decodificación de video por hardware.

A nivel de software las versiones soportadas son: Windows Vista, Windows 7, Windows 8 o finalmente Windows 10, todos ellos tanto en versiones de 32 como de 64 bits. Para el caso de versiones de Windows Server, no hay distribución por la carencia de sentido de la instalación en este tipo de equipos.

4.2.2. Requisitos de cliente en plataforma Mac OS

En Mac OS se necesita a nivel de software, un equipo que soporte la distribución de sistema operativo de Lion (10.7) o posterior. Al ser Mac OS un ecosistema de equipos con fuertes limitaciones de configuración de hardware por definición, el hardware necesario para el funcionamiento vendrá asociado al cumplimiento de requisitos del propio sistema operativo. Por consiguiente, si el equipo funciona con una versión de sistema operativo que soporta Kodi, por hardware también será soportado.

4.2.3. Requisitos de cliente en plataforma Linux

Para Linux es necesario usar una de las siguientes distribuciones de Linux: Ubuntu, Debian, Fedora, OpenELEC, OSMC. Para todas ellas en los diferentes repositorios se puede instalar Kodi. Además de procesadores con arquitecturas basadas en X86, gráficas capaces de soportar OpenGL 2.0 o posterior.

4.2.4. Requisitos de cliente en Raspberry Pi

Para el caso concreto de la Raspberry Pi hay que instalar una distribución propia de Kodi para Raspberry Pi, en este caso se ha elegido Openelec aunque también se podría instalar OSMC.

4.2.5. Requisitos de cliente en Android

En este caso son necesarios procesadores con arquitecturas ARM, que soporten OpenGL ES 2.0, y que sean capaces de decodificar video en alta definición.

4.2.6. Instalación de programas, extensiones y complementos en el cliente

Una vez terminada la instalación del cliente se procederá a la configuración de Kodi en el cliente, para ello lo primero a realizar será ir al menú de sistema y dentro de TV en directo activar la opción. Una vez hecho esto, habrá que elegir un complemento dentro de los clientes PVR, en este caso Media Portal PVR Client.



Ilustración 4-2 Configuración de la televisión en directo con el cliente Kodi.

Una vez activado hay que configurarlo, empezando por la pestaña de conexión donde habrá que poner la IP del servidor, en el caso de una conexión de una red externa la IP de la primera tarjeta de red, en caso de ser interna la de la segunda tarjeta red. En la pestaña de reproducción hay que poner como método de transmisión "ffmpeg".

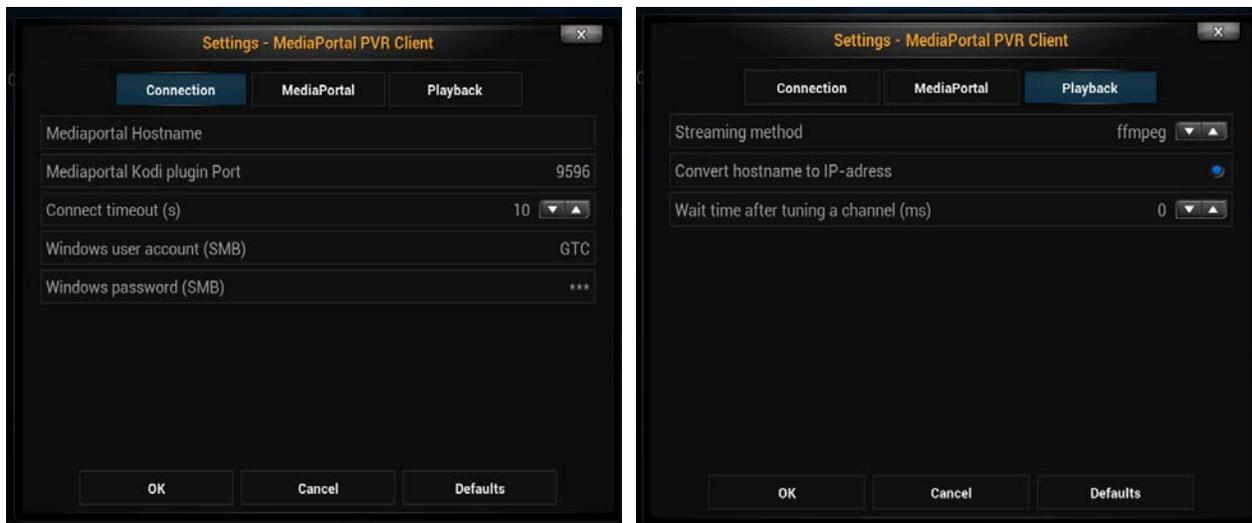


Ilustración 4-3 Configuración del complemento de Kodi para la televisión en directo.

Esta configuración es exactamente la misma para todos los clientes sea cual sea tu plataforma con el que se trabaje, cumpliendo de esta forma todos los requisitos preestablecidos.

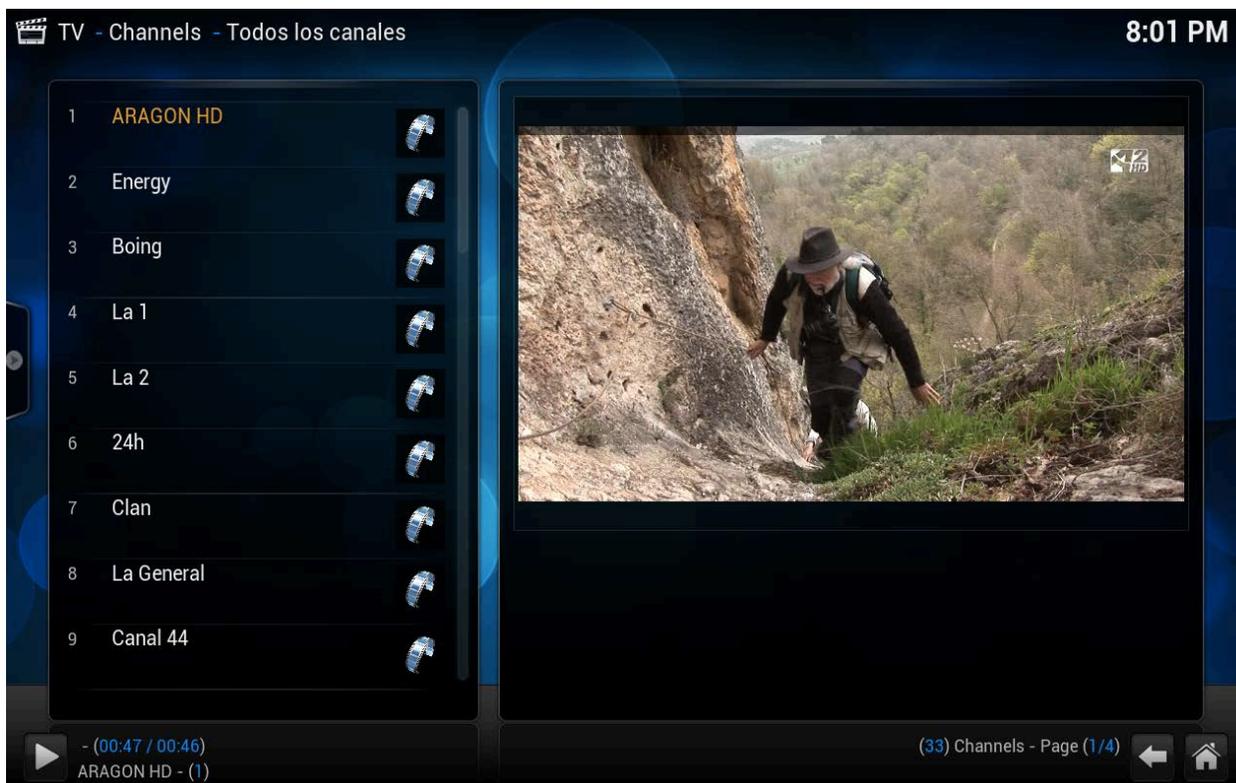


Ilustración 4-4 Kodi ejecutando la televisión en directo.

4.3. VideoLAN Client

Además de la opción Open Source Kodi, tras la instalación de un complemento para Media Portal que está explicado en la sección de servidor, se puede usar como alternativa de cliente multiplataforma el reproductor multimedia VideoLan Client (VLC). En este reproductor, con ejecutar un archivo de una lista de reproducción, la cual se creará con anterioridad y se comentará más adelante, en la que aparecerán todos los canales al igual que en el caso de Kodi, pero con una gran diferencia debido a las limitaciones de este medio. Estas limitaciones se refieren a que ya no se podrá ejecutar ningún tipo de archivo tanto de video como de audio directamente, como era posible con el anterior cliente, si que se podrá guardar lo que se está viendo, pero no en el servidor, sólo en el dispositivo en el que el cliente que se reproduzca, y tampoco en todas las plataformas debido a las diferentes versiones que hay según el dispositivo con el que se use.

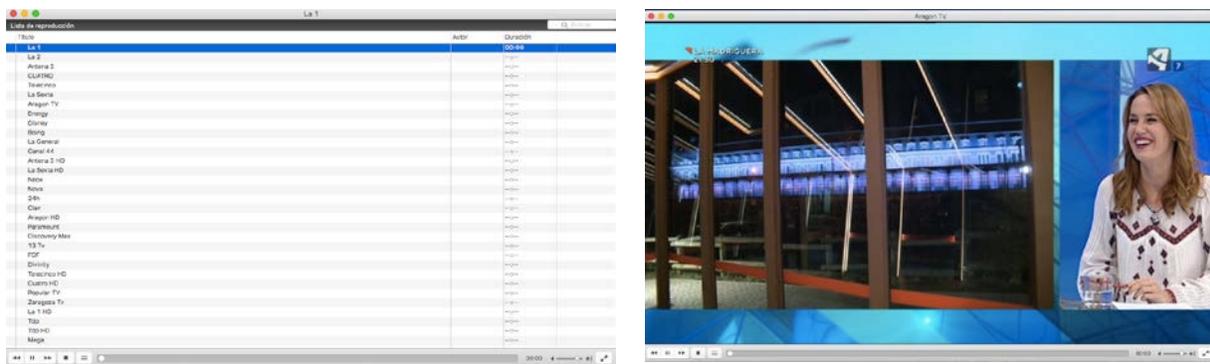


Ilustración 4-5 Lista de reproducción y visionado de un canal con VLC como cliente.

Esta opción de cliente está cogiendo fuerza últimamente debido a que la propia organización creadora de VLC, está desarrollando un proyecto denominado VideoLan Manager (VLMa) que trata de ser una aplicación de difusión de canales de televisión, ya sean de origen digital terrestre o de satélite. En la cual se es capaz de distribuir en directo archivos de audio y video, y se puede controlar mediante una interfaz web. De esta forma intenta independizarse de otras plataformas que no sean ella misma para realizar todo el proceso de difusión desde el servidor hasta el cliente.

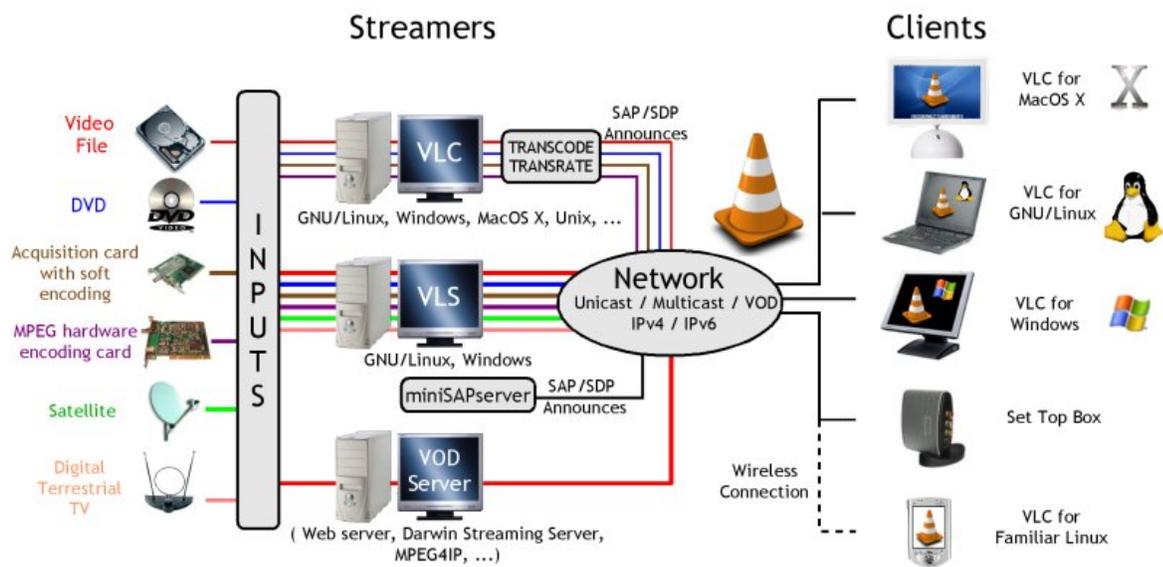


Ilustración 4-6 VLC en sus múltiples plataformas

4.3.1. Requisitos de VLC para Windows

Por parte de Hardware, un procesador de 400MHz en adelante, 128 MB de memoria RAM y 32 MB de disco duro libre. En cuanto a software, desde Windows XP con SP 3 y sus sucesivas versiones más recientes. (VideoLan 2016)

4.3.2. Requisitos de VLC para Mac OS X

Para este caso, con tener un equipo con arquitectura de Intel de 64 bits y una versión de sistema operativo 10.6 (Snow Leopard) o posterior. (VideoLan 2016)

4.3.3. Requisitos de VLC para Android

Requiere una versión de Android 2.2 (platform-8) o posterior y procesadores con arquitecturas ARMv6, ARMv7, ARMv8 / AArch64, MIPS y x86. (VideoLan 2016)

4.3.4. Requisitos de VLC para distribuciones Linux

Dependerá de la distribución con la que se use, pero para la gran mayoría de las importantes hay versión de VLC.

4.3.5. Creación de listas de reproducción de canales

Para la creación de estas listas de reproducción hay que acceder mediante el navegador al servidor de contenido mediante su IP y un puerto en concreto, el 8080. Una vez realizado este primer

paso hay que introducir las credenciales del cliente o administrador para acceder al menú principal, previo a este paso como es obvio habrá que tener activo el usuario con su contraseña, ya que en caso contrario no se puede acceder. Tras entrar al menú se pincha la pestaña de Guía TV y ahí ya se puede elegir el canal. A continuación, aparecerá la opción en la parte inferior izquierda del navegador “descargar playlist (.m3u) para usar con un reproductor externo”. El navegador descargará el archivo y con reproducirlo en cualquier reproductor multimedia se podrá ver ese canal. Para el caso de varios canales se puede repetir los pasos y agruparlos todos los archivos editando todos ellos con un editor de textos, congregando en un único .m3u todos los canales que se deseen ver.

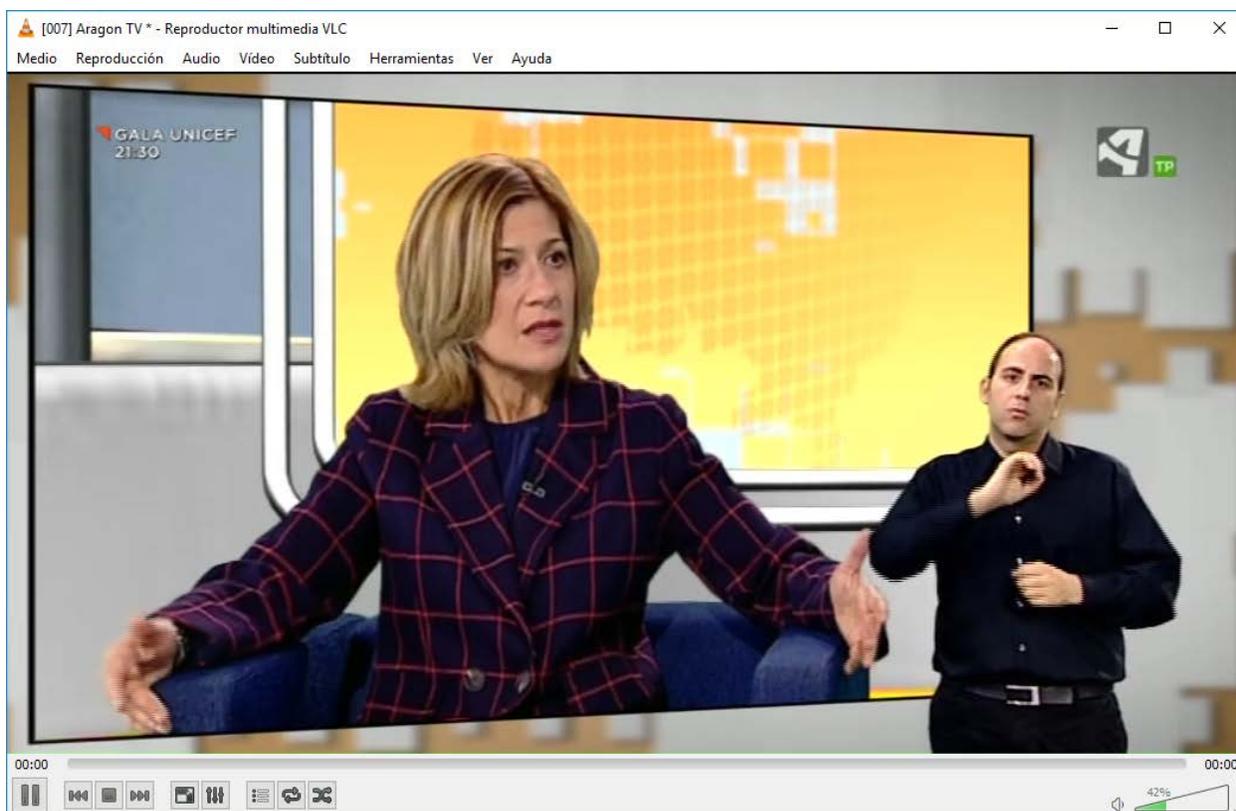


Ilustración 4-7 Visionado de la televisión mediante VLC.

4.4. Por Web

Para este cliente es necesario tener un navegador actualizado, con todos los complementos necesarios habitualmente, desde Adobe Flash Player, las librerías de Microsoft, etc. Una vez se tenga todo esto, sólo se tendrán que repetir los pasos comentados en el punto anterior para la creación de la playlist pero absteniéndose de pinchar la opción de descarga. El usuario ya dentro de la página del canal podrá elegir la configuración deseada de reproducción, tanto la resolución como el tipo de archivo web en el que se visualiza la televisión en directo, a partir de ahí deberá repetir el proceso para los sucesivos canales que quiera ver.



Ilustración 4-8 Visionado de la televisión por el cliente Web.

4.5. MediaPortal

Por último, la versión cliente que viene por defecto con el servidor, que tiene varias limitaciones respecto al resto. Este cliente sólo es posible usarlo en las redes que se compartan con el servidor, en nuestro caso la intranet, esto se debe a que el cliente es incapaz de encontrar la dirección IP del servidor de televisión en directo, ya que cuando se realiza el NAT (Network Address Translation), traducción de direcciones de red, no lo hace correctamente. Esta dificultad se podría solventar modificando el código abierto del cliente, haciendo una correcta adaptación a nuestras necesidades, pero entraríamos en varios incumplimientos de los requisitos originales del proyecto como son: modificación del código, por lo tanto, se perdería la facilidad de instalación, el usuario con un nivel bajo de conocimientos no sería capaz de realizarlo, y por último no poder actualizar el cliente, que es una consecuencia de modificar el código de forma individual. A parte de esta manifiesta limitación, hay otra menos compleja, pero de más de bulto como puede ser, que sólo está para plataformas con sistemas operativos Windows, con lo que uno de los requisitos queda coartado en parte al no poder ser multiplataforma.

Pese a este revés, se puede usar también como cliente, porque el espíritu del MediaPortal original es de un servidor y cliente de uso doméstico, en ningún momento se creó con fines de difusión como es en el caso de este proyecto.

Para su uso el usuario se debe instalar el cliente, con el cual se instalarán automáticamente todas las librerías y complementos necesarios. Una vez realizado este paso previo, con arrancar el programa, sólo se tendrá que configurar la opción de televisión. En el primer arranque se te recomendará configurar todas las opciones para su correcto funcionamiento, en este paso yendo a la opción de televisión y poner la IP del servidor de contenidos en directo, será suficiente. Tras estos primeros pasos ya se tendrá la opción activada y con tal de pinchar en el botón de televisión, esta funcionará, si en algún paso anterior se ha configurado algo incorrectamente o se quiere hacer modificaciones, dentro del propio cliente se podrán hacer en el menú de ajustes, si se realizan se recomienda reiniciar la aplicación para que los cambios surjan efecto de lo contrario, se puede correr riesgo de que no se guarden o no funcionen.

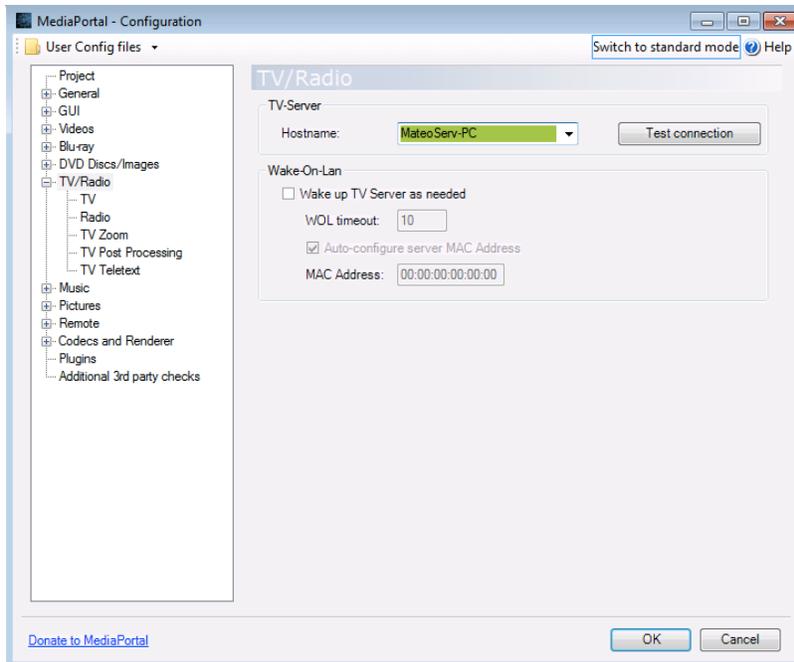


Ilustración 4-9 Configuración del servidor para MediaPortal.

4.5.1. Requisitos MediaPortal

A nivel de software los requisitos varían según la versión de cliente: (Wikipedia 2016)

- Los sistemas operativos soportados para la última versión de cliente 1.7.1 son:
 - Windows Media Center edición 2005 con Service Pack 3
 - Windows Vista 32 y 64-bit con Service Pack 2 o posterior
 - Windows 7 de 32 y 64-bit
 - Windows 8 de 32 y 64-bit (a partir de la versión 1.3.0)
 - Windows 8.1 de 32 y 64-bit (a partir de la versión 1.5.0)

A partir de la versión 1.7, MediaPortal no está soportado oficialmente para Windows XP. Además de estos requisitos hay otros previos que son para todas las versiones:

- Tener instalado Microsoft .NET Framework 4.0 - con .NET 3.5 habilitado, (a partir de la versión 1.6.0)
- DirectX 9.0c

Como condición particular, es necesario tener instalado Windows Media Player 11 (requerido para Windows XP con SP3), en el caso de Windows Vista este ya viene instalado y en Windows 7 está instalado en su versión 12.

Los requisitos de hardware son:

- Pentium III a 1.4GHz o equivalente con 256 MB de memoria RAM, para el caso de reproducir televisión en alta definición, se necesita un Pentium 4 a 2.8 GHz o equivalente con 512 MB de RAM.
- Una tarjeta gráfica que soporte aceleración que sea al menos de 128 MB de memoria de video.
- 200 MB de espacio libre en el disco duro para la instalación del cliente.

5. Resultados obtenidos con el sistema multimedia

A la hora de realizar las pruebas de carga del sistema multimedia, se han utilizado diferentes clientes y equipos con el fin de crear las condiciones más variables y extremas con las que se puede enfrentar el sistema, formado por el servidor y los clientes. Para ello se han utilizado los equipos del laboratorio de óptica, los propios de la bancada donde se desarrolla el proyecto y por último equipos conectados en redes externas.

Los equipos del laboratorio tienen como principales características: Pentium 4 con una frecuencia de reloj de 3 GHz, con 2 GB de memoria Ram, una gráfica integrada que soporta DirectX 9.0c, y Windows 7 de 32 bits, con estos datos salta a la vista que son equipos con unos requisitos muy modestos. Estos equipos están todos conectados unos a otros formando una subred, a través de conmutadores de fibra de plástico, y los equipos se conectan por RJ45 a internet.

Los de la bancada también forman parte de la subred antes comentada, pero se conectan a parte de por RJ45 también con tarjetas de red de plástico y por Wifi. En esta bancada ya aparecen distintas configuraciones de equipos como son: dos Raspberry Pi, en versión 1B y versión 2, un ordenador personal Core Duo con 1Gb de Ram y otro basado en un Core 2 Duo con 2 de Ram y por último un MacBook con un Core 2 Duo y 8 Gb de Ram.

Para el caso concreto del MacBook, se ha utilizado la conexión Wifi de Eduroam para conectarse con una IP externa en este caso de simulación.

Una vez encendidos los clientes, y previamente configurados como se ha explicado más arriba, en la prueba se pusieron en marcha seis clientes con VLC y cuatro con Kodi. En la bancada del proyecto funcionaba Kodi, ya que no son de uso para prácticas y se podía instalar, pero en el resto de equipos no porque su configuración se mantiene inalterable.

Con los 10 clientes funcionando a la vez durante dos horas, con diferentes canales de diferentes múltiples, para producir el mayor estrés al sistema y más en concreto, a las tarjetas sintonizadoras duales, se pudo observar que no se produjeron cortes ni fallos en la difusión en los diferentes clientes, dando lugar a una estabilidad absoluta por parte de los clientes.

Por otro lado, hay que analizar la situación en el caso del servidor, el cual permaneció funcional y sin ningún tipo de problema durante toda la prueba, ni dando muestras de fatiga a la hora de ser usado, lo cual se comprueba en los siguientes párrafos.

En las imágenes que aparecen a continuación se puede ver que el uso de RAM no sobrepasa los 1.5GB y el uso de CPU oscila entre el 25 y el 30%, lo que da a entender que ni por recursos de memoria RAM ni de CPU va a haber problemas a la hora de añadir más equipos, superando así la prueba de estrés holgadamente. También se puede observar que el uso de la red durante la prueba no es mayor del 25%, eliminando así otra posible limitación a la hora de pasar la prueba de carga.

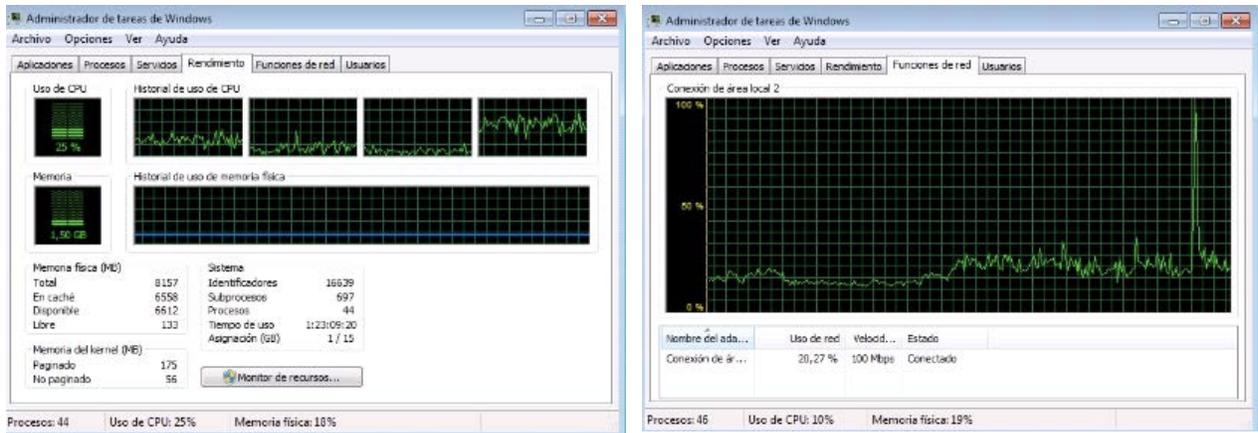


Ilustración 5-1 Capturas de pantalla del administrador de tareas durante la prueba de carga.

Finalmente, y en adición a lo anteriormente expuesto, se han realizado conexiones de varios clientes fuera de la red de la universidad, con un resultado satisfactorio en todos ellos, pero al carecer de datos objetivos que lo respalden y de no ser casos con gran cantidad de clientes simultáneos no se han incluido en este apartado, al no suponer ningún caso extremo como en el que se ha realizado en la simulación.

6. Conclusiones y líneas futuras

En resumen, se ha conseguido el objetivo del proyecto cumpliendo todos los requisitos y observaciones dadas al principio. Se ha creado un sistema de contenido multimedia tanto en redes fijas como móviles. Se ha puesto en marcha un servidor fácilmente accesible al usuario tanto por parte de hardware como de software, que sea gratuito en este último punto y que además sea fácil de instalación y configuración.

Por parte de los clientes, se han dado varias opciones de clientes cada una con sus diferentes características pero siempre cumpliendo todos los requisitos pedidos a su vez al servidor, añadiendo la obligatoriedad de que sea multiplataforma, tanto en el soporte físico sobre el que se utilice, (equipos informáticos, móviles, tabletas, Raspberry Pi), como sobre el sistema operativo sobre el que se ejecute el cliente, dándole al usuario final un abanico de alternativas para que pueda elegir cual se ajusta más a la de sus necesidades.

Además, el cliente podrá ser utilizado tanto en una subred interna como en una externa, ganando libertad de conectividad, ya que el único requerimiento lógico es una conexión a internet con un ancho sencillo de tener, con las actuales conexiones tanto fijas como inalámbricas.

Para futuras líneas de investigación se podría integrar en el servidor contenido de otras fuentes como: contenidos de pago, ya sean canales u otra forma, también se podrían integrar nuevos canales a través de sintonizadoras por satélite, o la posibilidad de compartir elementos audiovisuales con otros servidores de contenidos multimedia creando una red de servidores.

Para el primer cliente Kodi, ya se ha visto que han aparecido complementos, que permiten integrar contenidos de pago ya sean vídeos o música y se podría estudiar más adelante la introducción en los clientes de alternativas gratuitas de productos multimedia. En el caso concreto de VLC, se pueden distribuir canales de televisión de pago, por ejemplo, de la operadora Movistar, siempre y cuando se haga en un ámbito doméstico, pudiéndose trabajar en un futuro en una integración de todos los contenidos a la vez separando los gratuitos de los de pago.

Otra futura línea de estudio es la total integración en las nuevas plataformas de las Smart Tv que están proliferando a grandes pasos en todos los hogares en la actualidad.

7. Bibliografía

Bolaños, David G. *Cinco días*. 26 de Enero de 2016.

http://cincodias.com/cincodias/2015/01/26/smarttv/1422292731_218102.html.

Losada, María Ángeles. «Matrix model of optical power propagation in plastic optical fibres.» *International conference on transparent optical networks*, 2010: 1-4.

Losada, María Ángeles. «Short range (in building) systems and networks :a chance for plastic optical fibers.» En *WDM SYSTEMS AND NETWORKS :MODELING, SIMULATION, DESIGN AND ENGINEERING*. 2012.

López, A. «Application limits of single-wavelength communications by orthogonal modulation formats.» *INTERNATIONAL CONFERENCE ON TRANSPARENT OPTICAL NETWORKS*, 2011.

López, Alicia. «Transmission performance of POF Ethernet links built with commercial transceivers.» 2010.

Ministerio de energía, turismo y agenda digital. 2016.

<http://www.minetad.gob.es/telecomunicaciones/Espectro/RadioTV/TD/Paginas/TD.aspx>.

Ministerio de energía, turismo y agenda digital. *Televisión Digital*. 2016.

<http://www.televisiodigital.gob.es/TDT/Paginas/canales-tdt.aspx>.

Ortiz, Fernanda. *Muy Computer Pro*. 29 de Septiembre de 2016.

<http://www.muycomputerpro.com/2016/09/29/las-companias-de-tv-de-pago-de-eeuu-perderan-1-000-millones-al-ano-por-el-abandono-del-cable>.

Redondo, David. *Cadena Ser*. 6 de Noviembre de 2015.

http://cadenaser.com/ser/2015/11/06/television/1446811216_082269.html.

Reina, Laura. *La Nación*. 18 de Abril de 2015. <http://www.lanacion.com.ar/1785393-una-generacion-que-ya-no-mira-la-television-y-prefiere-%20pasarse-horas-en-youtube>.

Wikipedia. 11 de Noviembre de 2016. https://es.wikipedia.org/wiki/Televisión_terrestre_en_España.

Wikipedia. 2016. [https://en.wikipedia.org/wiki/Kodi_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Kodi_(software)).

Wikipedia. *Wikipedia*. 2016. [https://en.wikipedia.org/wiki/Kodi_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Kodi_(software)).

Anexos

Anexo 1

Múltiple	Canales
22	Disney Channel / Paramount / Canal 13
28	Sin uso
29	Canales publicitarios
30	Telecinco / Cuatro / F.D.F. / Divinity
31	Sin uso
33	Teledeporte / La 1
40	Aragón Tv / Aragón 2
42	Energy / Boing / Gol Tv
46	La 1 / La 2 / 24 Horas / Clan
52	Canal 44 / La General
54	Antena 3 / La Sexta / Neox / Nova
61	La 1 / La 2 / 24 horas / Clan
63	Aragón Tv / Aragón 2
67	Sin uso

Anexo 2

Tablas de mediciones del medidor de campo de la señal de TDT antes y después del amplificador.

SIN AMPLIFICADOR

CANAL	VBER	FREC (MHZ)	C/N (DB)	POTENCIA (DBUV)	MER (DB)	CBER
22	<1,0e-7	482	>30	94,4	25,5	5,3e-3
28	<1,0e-7	530	> 26,3	89,7	23,8	4,5e-4
29	<1,0e-7	538	16,7	79,4	18,4	2,7e-4
30	<1,0e-7	546	23,5	85,5	23,7	1,4e-2
31	<1,0e-7	554	25,1	88	24,5	2,9e-3
33	<1,0e-7	570	24,3	85,6	21,1	1,5e-2
40	<1,0e-7	626	25,1	79,1	21,6	1,1e-2
42	<1,0e-7	642	27,8	75,8	24	7,2e-4
46	<1,0e-7	674	> 27,6	73,7	24,2	2,3e-3
52	<1,0e-7	722	> 22,8	78,6	21,6	5,0e-3
54	3,2e-5	738	20	72,5	18,5	3,2e-5
61	2,5e-5	794	> 21,3	66,1	19,1	3,1e-2
63	7,1e-3	810	> 15,1	58,8	16,9	8,2e-2
67	>1,0e-1	842	9,5	46,7	<0	>1e-1

CON AMPLIFICADOR

CANAL	VBER	FREC (MHZ)	C/N (DB)	POTENCIA (DBUV)	MER (DB)	CBER
22	<1,0e-7	482	> 26,6	98,5	23,3	6,3e-3
28	<1,0e-7	530	25,7	92,7	24,1	2,6e-4
29	<1,0e-7	538	16,5	81,4	18,2	3,2e-4
30	<1,0e-7	546	23,5	88,1	24,1	1,2e-2
31	<1,0e-7	554	24,4	90,8	24,7	2,8e-3
33	<1,0e-7	570	24,8	88,3	21,3	1,3e-2
40	<1,0e-7	626	24,7	84,9	22,8	1e-2
42	<1,0e-7	642	25,8	85,2	24,1	5,4e-4
46	<1,0e-7	674	24,8	83,1	23,4	2,1e-3
52	<1,0e-7	722	23,1	80,2	21,5	4,6e-3
54	2,7 e-5	738	19,3	73,8	18,1	3,5e-2
61	2,6 e-5	794	20,2	71,4	18,8	2,7e-2
63	8,1 e-3	810	15,5	64,6	16,9	7,4e-2
67	> 1e 1	842	9,9	51,8	0	1e-1