

Resumen

La televisión digital terrestre (TDT) de última generación está orientada a una necesaria mejora de la eficiencia espectral con el fin de abordar los desafíos derivados de la escasez de espectro como resultado de la progresiva asignación de frecuencias - el llamado *emph* Dividendo Digital - para satisfacer la creciente demanda de capacidad para la banda ancha inalámbrica. Los avances tanto en los estándares de transmisión como de codificación de vídeo son de suma importancia para la progresiva puesta en marcha de servicios de alta calidad como la televisión de Ultra AD (Alta Definición). La transición al estándar europeo de segunda generación DVB-T2 y la introducción de la codificación de vídeo MPEG-4/AVC ya permite la transmisión de 4-5 servicios de televisión de AD por canal RF (Radiofrecuencia). Sin embargo, la imposibilidad de asignar una mayor tasa de bit sobre el espectro restante podría poner en peligro la evolución de las plataformas de TDT en favor de otros sistemas de alta capacidad tales como el satélite o las distribuidoras de cable. El siguiente paso se centra en el despliegue del reciente estándar HEVC (High Efficiency Video Coding), que ofrece un 50 % de ganancia de codificación con respecto a AVC, junto con los estándares terrestres de próxima generación, lo que podría garantizar la competitividad de la TDT en un futuro cercano.

Los foros de estandarización ya están planeando la evolución de sus normas. El ATSC (Advanced Television Systems Committee) americano se encuentra desarrollando el ATSC 3.0. DVB también está evaluando la conveniencia de una evolución más allá de DVB-T2. Las técnicas propuestas se centran en acortar la brecha al límite de Shannon a través de esquemas de codificación y modulación más eficientes, la transmisión conjunta de servicios fijos y móviles, la introducción de diversidad espacial, o la agregación de múltiples canales RF.

Esta tesis aborda el uso de tecnologías de agregación de canales RF que permitan incrementar la eficiencia espectral de las futuras redes. La tesis se centra en torno a dos tecnologías: *emph* Time Frequency Slicing (TFS) y *emph* Channel Bonding (CB). TFS y CB consisten en la transmisión de los datos de un servicio de televisión a través de múltiples canales RF en lugar de utilizar

RESUMEN

un solo canal. CB difunde los datos de un servicio a través de varios canales RF convencionales formando un RF-Mux. TFS difunde los datos a través de ranuras temporales en diferentes canales RF. Los datos son recuperados de forma secuencial en el receptor mediante saltos en frecuencia. La implementación de estas técnicas permite obtener ganancias en capacidad y cobertura. La primera de ellas proviene de una multiplexación estadística (StatMux) de servicios de tasa variable (VBR) más eficiente. Además, CB permite aumentar la tasa de pico de un servicio de forma proporcional al número de canales así como ventajas al combinarla con codificación de vídeo escalable. La ganancia en cobertura proviene de un mejor rendimiento RF debido a la recepción de los datos de un servicio desde diferentes canales en lugar uno sólo que podría estar degradado. Del mismo modo, es posible obtener una mayor robustez frente a interferencias ya que la recepción o no de un servicio no depende de si el canal que lo alberga está o no interferido.

TFS fue introducido en primer lugar como un anexo informativo en DVB-T2 (no normativo) y posteriormente fue adoptado en DVB-NGH (Next Generation Handheld). TFS y CB han sido propuestos para su inclusión en ATSC 3.0. Aún así, nunca han sido implementados. Las investigaciones llevadas a cabo en esta Tesis emplean diversos enfoques basados en teoría de la información para obtener los límites de ganancia, en simulaciones de capa física para evaluar el rendimiento en sistemas reales y en el análisis de medidas de campo. Estos estudios reportan ganancias en cobertura en torno a 4-5 dB con 4 canales e importantes ganancias en capacidad aún con sólo 2 canales RF.

Estas mejoras podrían traducirse en una ganancia en planificación de red por medio del efecto combinado de un reuso de frecuencias más estrecho y una capacidad por canal adecuada. Como se discute en esta Tesis, este efecto puede verse amplificado con la introducción de estrategias de planificación de red avanzadas (ANP) sobre las topologías de red existentes. Los resultados indican que es factible retener un número similar de canales RF en el espectro que queda libre tras la liberación de la banda de 700 MHz con una reducción del factor de reuso de frecuencias de 7 a 4.

Esta tesis también se centra en los aspectos de implementación. Los receptores para CB requieren un sintonizador por canal RF agregado. La implementación de TFS con un solo sintonizador exige el cumplimiento de requisitos temporales. Sin embargo, el uso de dos sintonizadores permitiría un buen rendimiento con una implementación más rentable o su introducción junto con las arquitecturas existentes que operan con un doble sintonizador tales como MIMO (Multiple Input Multiple Output).

La aplicación de tecnologías de agregación de canales RF proporcionaría a los sistemas de TDT de última generación de unas capacidades y una flexibilidad espectral sin precedentes en tecnologías de TDT.