



CAPÍTULO VII. RESULTADOS Y APORTACIONES

7.1. Resultados y Aportaciones del Proyecto

Para la campaña de UFMG los resultados para Recepción Fija en modo 4QAM son mejores que los obtenidos en modo 16QAM, esto se tenía previsto ya que el modo 4QAM es más robusto que el modo 16QAM.

Para la determinación de los umbrales de recepción nos basamos en las gráficas obtenidas de las tablas en las que ordenamos los resultados. Así mismo la cobertura la determinamos viendo estas gráficas y corroborando los resultados con ayuda de los archivos KML generados por uno de los programas modificados. Por otro lado, los resultados de umbrales de recepción en movimiento los obtuvimos de las gráficas generadas con el programa especial que hicimos para este mismo propósito y con las modificaciones hechas al programa procesa.m determinamos la cobertura en movimiento.

En el modo 4QAM el área de cobertura alcanza los 12 km y el umbral de recepción calculado fue de 26 dB [$\mu\text{V}/\text{m}$] para el Campo Eléctrico y 8 dB para el SNR, aproximadamente. Para la Recepción en Movimiento se tiene una cobertura de 12 km aproximadamente con algunas zonas en las que no se recibe bien.

En el modo 16QAM el área de cobertura se reduce un poco ya que la calidad de audio recibida no es tan buena como en el modo 4QAM, por lo que la distancia determinada a la que se tiene una buena calidad es a los 9 km aproximadamente. Los valores de Campo Eléctrico y SNR calculados para el umbral de recepción fueron de 36 dB [$\mu\text{V}/\text{m}$] y de 14 dB, respectivamente. En Recepción en Movimiento, el área de cobertura es aún menor que la obtenida en Recepción fija, resultando de 7 km; distancia a la que se obtienen las mismas zonas sin recepción de señal que en 4QAM.



Para la campaña de Itatiaia, se tiene una cobertura de 15 km para ambos modos, aunque los resultados para el modo 4QAM son mejores que para el modo 16QAM, inclusive en una ruta se obtuvo una cobertura hasta los 50 km. Para los umbrales de recepción sólo se pudo calcular el valor del Campo Eléctrico debido a que no había datos suficientes en el análisis del valor mínimo para SNR. Esos valores fueron 40 dB [$\mu\text{V}/\text{m}$] para el modo 4QAM y 35 dB [$\mu\text{V}/\text{m}$] para el modo 16QAM. Para Recepción en Movimiento se obtuvo un área de cobertura de 30 km aproximadamente.

En General para ambas campañas:

- ✓ Los resultados de calidad de audio recibida y el área de cobertura en 4 QAM son mejores que en 16 QAM, debido a la diferencia en cuanto a Robustez de ambos modos. También los umbrales de recepción son menores para 4QAM.
- ✓ El área de cobertura obtenida en recepción fija es mayor que en recepción en movimiento
- ✓ Se obtuvo la misma área de cobertura, y en algunas mediciones un poco mayor respecto a la transmisión analógica. A pesar de que la transmisión digital utiliza una menor potencia y la transmisión analógica utiliza más potencia.

Para la campaña de Tv Cultura no se obtuvieron resultados en cuanto al área de cobertura ni umbrales de recepción para ninguno de los 2 modos de transmisión, debido a que los datos de las pruebas se consideraron como no válidos.

En cuanto a aportaciones, una de las más importantes que otorgó este proyecto a la Universidad Nacional Autónoma de México fue el reconocerla como una de las Universidades que contribuyeron en su proceso. La UNAM participó tanto en la instalación de un sistema transmisor como en el procesamiento y análisis de la información, así como en la obtención de resultados. Con la participación de: M.I. Alejandro Velázquez Mena, encargado del desarrollo de SW que controla la captura de datos; M.I. Juventino Cuéllar González, encargado del equipamiento de medidas; la M.I. Margarita Bautista González,



encargada de análisis de datos; el Dr. José María Matías Maruri, encargado de la coordinación del proyecto; y un grupo de estudiantes auxiliando en estas tareas.

Otra de las aportaciones son los reportes hechos para Anatel de Brasil, los cuales servirán para que el Ministerio de Comunicaciones tenga una opción más para decidir qué sistema de radio digital adoptar. Estos reportes cumplen con el formato que la misma institución que los evaluará pidió para que exista imparcialidad en la decisión que se tomará.

Los reportes que serían enviados a la UIT tienen la función de dar una opinión, mas no tendrán influencia alguna para emitir recomendaciones por parte de la institución. El propósito de los informes es crear un antecedente por si se requiere emitir una opinión donde DRM+ se establecería como uno de los sistemas oficiales recomendados por la UIT para difundir radio digital en la banda de FM.

7.2. Resultados y Aportaciones Personales

Uno de los resultados personales obtenidos en este proyecto, fue haber logrado integrar los programas de Parse y Procesa en Matlab, actividad que fue muy complicada. El trabajo en equipo de todos los colaboradores y la ayuda del Dr. Matías fue fundamental para terminar con esa parte en tiempo; pues sus aportaciones como: consejos, ideas para resolver los problemas, explicaciones, fueron de mucha utilidad para solucionar o evitar posibles errores.

Se pudieron obtener las gráficas de Distancia del transmisor vs Campo Eléctrico y de SNR vs Campo Eléctrico, y así poder calcular el área de cobertura aproximada y los umbrales de recepción, respectivamente.



Algunos resultados no eran tan convincentes por lo que tuvimos que revisar repetidas ocasiones los métodos utilizados, la forma de manejar la información, y revisar frecuentemente las aplicaciones realizadas en Matlab, incluso hacer investigaciones con el material adicional enviado de Brasil (memorias y fotos).

Dentro de lo más destacado en la utilización de dicho material, fue encontrar el motivo de la mayoría de las interferencias recibidas en la campaña de Itatiaia, para ello nos basamos en las observaciones que el grupo de trabajo, el cual realizó las pruebas en Brasil, anotaba en cada uno de los puntos medidos. Se observó la orografía en esos puntos y empezamos a descartar posibles problemas.

Además, las tablas ayudaron a encontrar anomalías en los resultados obtenidos, y de esta forma si se detectaba alguna incongruencia, como mala calidad de audio cuando se tenía un buen SNR, un comportamiento diferente al de los puntos de medición adyacentes o un dato inconsistente, se podía saber en qué punto se presentó esa anomalía.

Se procedía a investigar si se trataba de algún error de procesado, del equipo de medición o si sencillamente las circunstancias ambientales provocaron el error, ya sea que algún camión obstruyera en ese momento al vehículo donde se hicieron las mediciones o alguna fuente de ruido externo extraordinario o un cerro obstruyendo la línea de vista con el transmisor.

Obtuvimos las gráficas de las rutas radiales completas para la campaña de Itatiaia agregando el campo eléctrico. Ese proceso también fue complicado ya que el sincronizar las horas obtenidas del analizador de espectros con las horas obtenidas del GPS no fue tarea sencilla debido a la variación existente entre esas 2 horas. Sin embargo, al analizar las gráficas observamos unos saltos en los valores del campo eléctrico, los cuales no son normales. De este problema se encargarán otros compañeros para corregirlo y poder utilizarlo en futuras pruebas.



El compromiso de nuestra parte fue fundamental en las tareas realizadas, ya que debían ser muy meticulosas pues de aquí la información pasaba directamente a los reportes y el tamaño del proyecto era proporcional a la responsabilidad que caía en que los resultados fueran confiables; por falta de tiempo no se le hicieron mejoras a la presentación de los resultados ni a los programas pues el proyecto tenía una fecha límite para ser entregado y la carga de trabajo era alta.

En relación a las aportaciones realizadas en este proyecto se encuentran todos los programas que creamos, modificamos y desarrollamos en el entorno del software de Matlab para utilizarlos como herramientas en la obtención de resultados globales y en general para el procesamiento de la información para las pruebas en DRM+. Esto es de gran importancia, puesto que estos programas se pueden utilizar en un futuro en próximas campañas de DRM+. Teniendo así un gran avance en el proceso del análisis de resultados y dejando abierta la posibilidad de una modificación a la misma sin problema alguno.

Cada área de trabajo fue fundamental y requirió de toda la precisión posible ya que un error en las primeras etapas del proyecto significaría un error que sería arrastrado a las partes siguientes, teniendo que trabajar constantemente en ellas.

Además, el realizar un proyecto de esta magnitud para el Gobierno de Brasil ha sido una gran experiencia, ya que no solamente se hicieron informes para ANATEL de Brasil, sino también para la UIT, actividad en la cual los estudiantes no siempre tenemos la oportunidad de participar ni llevar a cabo, pues hablamos de un proyecto internacional y trascendente.