

# Cálculo de Cobertura de un Sistema de Telefonía Móvil a lo largo de una Carretera usando Software de Simulación

Mauricio Postigo<sup>1</sup>, Ronald Coaguila<sup>1,2</sup>, Wildor Ferrel<sup>1</sup>, José Chilo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú

<sup>2</sup> Universidad Católica Santa María, Perú

<sup>3</sup> University of Gävle, Sweden

mpostigom@unsa.edu.pe, ronaldpcg1@yahoo.com, wildorfs@yahoo.com, jco@hig.se

## Resumen

En este artículo, se describe el cálculo de cobertura de un sistema de telefonía móvil en puntos de una carretera utilizando un programa de software de simulación. Se calcula la pérdida de propagación por trayectoria en puntos de la carretera; luego, se determina la potencia recibida en estos puntos en dos casos: cuando todas las estaciones del sistema de telefonía móvil funcionan y cuando algunas estaciones están fuera de funcionamiento. En ambos casos se halla la función de distribución acumulada complementaria de la potencia recibida en puntos de la vía para analizar la performance de la cobertura.

## Palabras clave:

Cobertura, software de simulación, estaciones base, telefonía móvil, pérdida de propagación, WRAP, CCDF.

## Abstract

This article describes the calculation of coverage of a cellular telephone system at points of a road using a software simulation program. Path loss propagation is calculated at points on the road; then, the received power is found at these points in two cases: when all the stations of cellular telephone system are working and in the case when some stations are not functioning. In both cases the complementary cumulative distribution function is calculated for the received power at points of the road to analyze the performance of the coverage

## Keywords:

Coverage, simulation software, base stations, mobile phone, propagation loss, WRAP, CCDF.

---

## Introducción

En la actualidad, la telefonía móvil e Internet constituyen servicios de gran demanda en todos los países. Estos servicios son necesarios no solamente en las áreas urbanas sino también a lo largo de las vías de comunicación terrestre interurbanas, como las carreteras y los ferrocarriles. De esta forma, en los vehículos de transporte interurbano, los pasajeros pueden hacer uso de sus teléfonos móviles y los servicios de Internet durante todo el tiempo que dure su viaje.

En el análisis y diseño de los sistemas de telefonía celular que dan cobertura a una carretera o a un ferrocarril es importante conocer el valor de ciertas magnitudes, como la pérdida de propagación por trayectoria (path loss propagation), la potencia recibida, la intensidad de campo, la densidad de flujo de potencia, etc., en determinados puntos sobre la vía.

Existen programas de software de simulación de sistemas de comunicación inalámbrica que permiten predecir las magnitudes indicadas en áreas donde opera el sistema. Como ejemplo, podemos mencionar el programa WRAP que es un software orientado a la planificación de redes de radiofrecuencia y a la administración del espectro proporcionando soporte de computación para el cálculo de cobertura, interferencia, capacidad de tráfico, etc. Este programa dispone de hasta 25 modelos de propagación [WRAP, 2010], otros programas de software sólo trabajan con uno o dos. Esta última característica es muy relevante al momento de elegir el software de simulación.

En el presente trabajo, utilizamos WRAP para calcular la pérdida de propagación por trayectoria y la potencia recibida en puntos de una vía terrestre para un sistema de comunicación de telefonía celular.

En la sección 2, se mencionan los trabajos previos. En la sección 3, se plantea el problema. En la sección 4, describimos brevemente la creación del proyecto en WRAP. En la sección 5, calculamos la pérdida de propagación por trayectoria. En la sección 6, se realiza el cálculo de la potencia recibida. Luego, en la sección 7, se determina la función de distribución acumulada (CDF) y la función de distribución acumulada complementaria (CCDF). En la sección 8, se discuten los experimentos realizados. Finalmente, en la sección 9, se dan las conclusiones y recomendaciones.

## Conclusiones

Dados los puntos geográficos de una vía de comunicación terrestre y conocidos los datos de un sistema de telefonía móvil, se ha calculado la pérdida de propagación por trayectoria sobre la vía utilizando un programa de software de simulación. También, se ha determinado la potencia recibida en la vía, cuando están en funcionamiento todas las estaciones, y cuando dejan de funcionar algunas estaciones. En ambos casos, se ha determinado la función de distribución acumulada complementaria (CCDF). Los gráficos de las CCDF revelan cuantitativamente la diferencia en la cobertura sobre la vía cuando funcionan todas las estaciones y cuando algunas están fuera de funcionamiento.


Se ha aplicado un software de simulación existente, en la predicción de la cobertura en una carretera de longitud relativamente pequeña que ha sido tomada como ejemplo con fines académicos. Es posible aplicar el procedimiento descrito en este artículo para predecir la cobertura en carreteras de longitud mayor; como por ejemplo, en Sudamérica a lo largo de toda la carretera Panamericana o la carretera Interoceánica.

En trabajos futuros, se sugiere realizar los cálculos de pérdida de propagación por trayectoria, potencia recibida utilizando los otros modelos de propagación terreno-dependientes aplicables al problema planteado y comparar los resultados. También se sugiere estudiar la cobertura en la carretera cuando se usan sólo antenas direccionales.

Finalmente, este trabajo permitió conocer más las bondades de los programas de simulación de sistemas de comunicaciones móviles en la resolución de problemas prácticos; por lo que, sugerimos a las entidades académicas de los Estados en vías de desarrollo la creación de programas de software similares al empleado en este trabajo.

## Referencias

- [1] [Gallegos, 2006] E. D. Gallegos Rodríguez, W. J. Galindo Hidalgo. Diseño y Planificación de Cobertura Celular CDMA 2000 1X mediante un Sistema Repetidor(es)-BTS(s) para la Carretera Atoag-Santo Domingo. Quito, 2006.

- 
- [2] [WRAP, 2010] WRAP International, WRAP Win User's Manual. Introduction and Tutorial, Linköping, Sweden, 2010.
  - [3] [Ahlin, 2010] L. Ahlin, J. Zander, B. Slimane, Principles of Wireless Communications, Ed. Denmark: Narayana Press, 2010.
  - [4] [Mawjoud, 2008] S. A. Mawjoud, Evaluation of Power Budget and Cell Coverage Range in Cellular GSM System. Al-Rafidain Engineering Vol.16 No.1. 2008.
  - [5] [Agilent, 2000] Agilent Technologies, Characterizing Digitally Modulated Signals with CCDF Curves, Application Note. 2000.
  - [6] [Walke, 2002] Walke Bernhard H., Mobile Radio Networks. Networking, Protocols and Traffic Performance, John Wiley & Sons, LTD, England, 2002