

Análisis de los Modelos de Propagación Outdoor para la Transmisión de datos entre Estaciones Meteorológicas Remotas.

Giovanardi, Gabriel Walter Ezequiel
Grupo de Investigación y Desarrollo
Instituto Universitario Aeronáutico
Córdoba, Argentina
ggiovanardi961@iua.edu.ar

Galleguillo, Juan Cayetano
Grupo de Investigación y Desarrollo
Instituto Universitario Aeronáutico
Córdoba, Argentina
jgalleguillo@iua.edu.ar

Abstract—En este paper se describen las diferentes metodologías de transmisión de datos desde estaciones meteorológicas remotas hacia una estación central ubicada en la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC).

La información a transmitir consiste en datos de temperatura del aire, humedad relativa, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, cálculo de punto de rocío y sensación térmica, radiación global y fotosintéticamente activa. Los datos experimentales se registran en estaciones de uso científico localizadas en la provincia de Córdoba, más precisamente, en los alrededores de la localidad de Río Cuarto.

Se estudian los Modelos de Propagación Outdoor (Exterior), especialmente los vinculados a la telefonía móvil GSM/GPRS (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles/Servicio General de Paquetes vía Radio) y al Radioenlace de Microondas, y como consecuencia se diseña una red compatible para la transmisión de datos remotos.

Para el caso del sistema GSM/GPRS, como emisor se entiende al conjunto de un Datalogger (almacenador de datos) y a un Módem GSM/GPRS. Como medio de transmisión se utilizará la red GPRS existente y como receptor un Módem GSM/GPRS conectado a una computadora. Esta tecnología es útil para la transmisión de datos siempre y cuando no se supere la limitación en la longitud del radio de la celda celular a la cual se brinda servicio. Para zonas sub-urbanas y rurales se emplea como máximo un radio de 24 Kilómetros. Por este motivo se empleará el Radioenlace de Microondas como alternativa en la transmisión de datos, analizando detalladamente el modelo de Propagación Troposférico, constituyendo finalmente la red de estaciones remotas.

Palabras claves: Transmisión de datos, Estación meteorológica, GSM, GPRS, Outdoor, Radioenlace, Microonda, Propagación.

I. INTRODUCCIÓN

Una estación meteorológica mide y registra regularmente diversas variables de fenómenos atmosféricos. Estos datos se utilizan tanto para la elaboración de predicciones meteorológicas a partir de modelos numéricos. Además el

conocimiento de la radiación solar en un lugar determinado es fundamental para la posible instalación de sistemas solares, tanto térmicos como fotovoltaicos. La importancia de la variabilidad de la radiación solar incidente con la topografía en determinadas aplicaciones es fundamental. Para dicho estudio se disponen de Estaciones Meteorológicas localizadas en zonas de topografías complejas y de difícil acceso en su mayoría.

Existen dos modelos de estaciones instalados actualmente: DAVIS y LI-COR, los cuales se adaptan a las diferentes necesidades y exigencias y se diferencian entre sí de acuerdo al tipo de información que brindan.

Las estaciones DAVIS miden temperatura ambiente, humedad relativa, precipitación, velocidad y dirección del viento, temperatura del suelo modificando los sensores de temperatura interior y otros elementos importantes. Las estaciones LI-COR son similares a las DAVIS y disponen además de sensores que miden radiación solar. Éstas se caracterizan por ser estaciones manuales, es decir, el dato meteorológico observado es recopilado manualmente por el personal capacitado, viajando constantemente hacia su punto de ubicación en vehículos especializados.

En cuanto a las estaciones DAVIS son del tipo automáticas, ya que la información meteorológica es enviada automáticamente a la estación central vía GSM utilizando la cobertura de señal celular que provee la operadora Movistar. Este sistema de transmisión es poco estable, ya que se retrasa el tratamiento de la información por disponer de una cobertura de señal débil.

Actualmente, con la tecnología GPRS, ha empezado a tener auge la transmisión vía teléfono móvil. Dicha tecnología abre nuevas posibilidades de comunicación, sobre todo en el caso donde las redes convencionales no tienen alcance. Por este motivo se estudian los modelos de propagación relacionados con la transmisión vía GPRS y con la propagación espacial en los Radioenlaces de Microondas donde la comunicación de telefonía móvil no es posible.

Los modelos de propagación tienen como objetivo calcular el valor medio de la atenuación del canal de radio. Éstos nacen a partir de un conjunto de expresiones matemáticas, diagramas

y algoritmos usados para representar las características de radio de un ambiente dado.

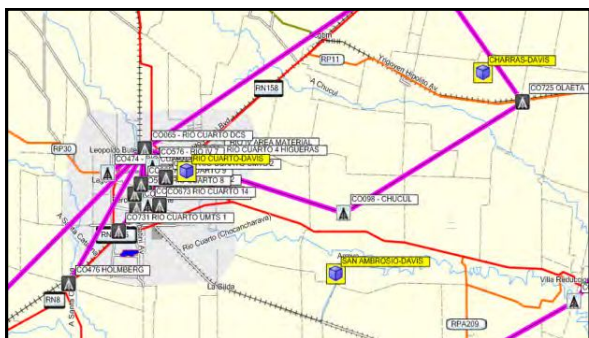
Generalmente los modelos de predicción se pueden clasificar en empíricos o estadísticos, teóricos o determinísticos o una combinación de estos dos (semi-empíricos).

La aplicabilidad de un modelo depende de especificaciones tales como: el tipo de terreno (montañoso, ondulado o cuasi liso), las características del ambiente de propagación (área urbana, sub-urbana o rural), características de la atmósfera (índice de refracción, intensidad de lluvias, etc.), propiedades eléctricas del suelo (conductividad terrestre), tipo de material de las construcciones urbanas, etc.

En este trabajo se analizan varias técnicas para transmitir y recibir datos digitales con el objeto de obtener los mismos en tiempo real a partir de los modelos de propagación Outdoor.

II. DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

La cobertura celular se refiere al sector geográfico que está dentro del área de influencia de una o más celdas celulares y que mantiene un campo eléctrico superior al límite establecido. El sistema de comunicaciones debe garantizar la calidad dentro del área de cobertura de la operadora. Para este proyecto se determinó que la mejor opción en cuanto a la elección de la operadora celular es AMX Argentina S.A. (más conocida como Claro) [1], debido a su amplio porcentaje de cobertura existente en el país, fundamentalmente en la provincia de Córdoba.



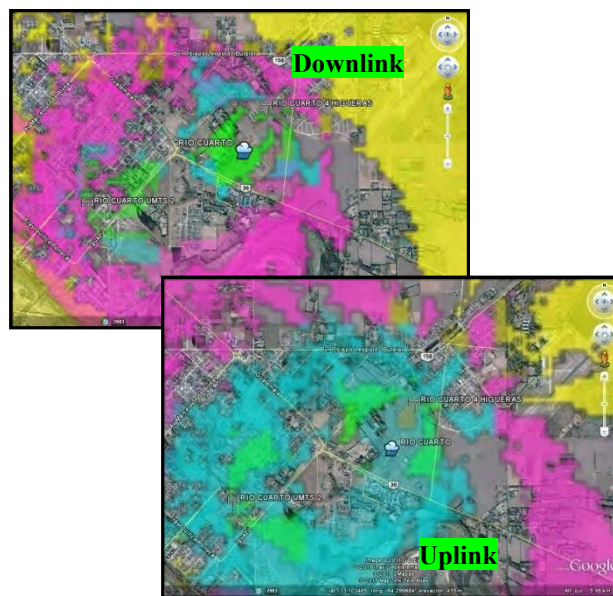
REFERENCIAS	
	ESTACIONES METEOROLÓGICAS
	RADIO-BASES CLARO

Figura1. Ubicación de las estaciones meteorológicas en Río Cuarto, Charras y San Ambrosio dentro del área de cobertura de las Radio-Bases de la Empresa Claro S.A.

Una vez seleccionada la operadora celular se procedió con la simulación de cobertura para las estaciones cercanas a las Radio bases. Para el desarrollo de las mismas se utilizó el Software RadioEarth, una ponderosa aplicación que interacciona con el Software Cartográfico Google Earth para realizar simulaciones de coberturas radioeléctricas de sistemas de comunicaciones.

Para el enlace Downlink entre la estación base y el móvil (modem GSM/GPRS de la estación remota) se utiliza una

potencia de transmisión de 45 dBm, paneles sectoriales de 21 dBi de ganancia y 2 dB de pérdidas totales (1,5 dB en pérdidas por acopladores y 0,5 dB en pérdidas por conectores). El móvil tiene una sensibilidad de recepción de -102 dBm. La localización (latitud y longitud) de las Radio bases está expresada en grados decimales. Los paneles están colocados a una altura promedio de 45 metros sobre el nivel del suelo en las estructuras correspondientes (Autosoportadas, Mástiles Arriostrados o Monopostes). La orientación está conformada por un ángulo de azimuth apuntando hacia la estación meteorológica y ángulo de elevación de 10°. El Módem GSM/GPRS de la estación remota está situado a una altura de 1,5 metros sobre el suelo con una antena isotrópica sin considerar ganancia de recepción. Las simulaciones están desarrolladas en la banda de los 1800 Mhz utilizando el modelo de Propagación de Espacio Libre, considerando un radio de cobertura que varía entre 5 y 24 kilómetros.



REFERENCIAS DOWNLINK			REFERENCIAS UPLINK		
	-141.3	-100		-135.3	-100
	-90	-80		-90	-80
	-70	-60		-70	-60
	-50	-40		-55	-50
	-30	-18.61		-40	-33.61

Figura2. Simulación de cobertura celular para la estación meteorológica Río Cuarto.

Para el cálculo del enlace Uplink entre la radio base y el móvil se aplica una potencia de transmisión de 29 dBm, manteniendo fijo los demás datos.

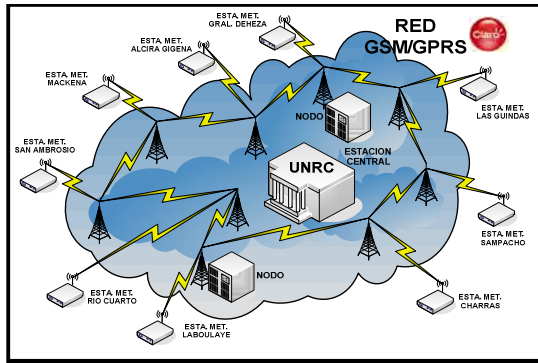


Figura 3. Diseño de la red de datos utilizando la tecnología GPRS hacia la estación central.

El sistema, a través de la red GPRS, es útil siempre y cuando no se supere la limitación en la longitud del radio de la celda celular a la cual se brinda servicio. Para zonas urbanas y rurales se emplea como máximo un radio de 24 kilómetros. En la figura 4 se observa que las estaciones Rodeo Viejo, La Aguada y Huinca Renancó superan esta limitación, encontrándose a una distancia que ronda entre los 27 y 32 kilómetros de la Radio base más cercana.

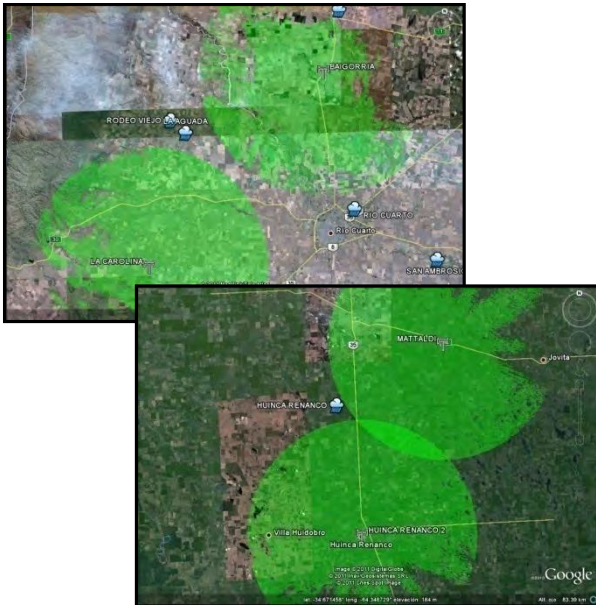


Figura 4. Cobertura de Potencia para las estaciones en Rodeo Viejo, La Aguada y Huinca Renancó.

Con la finalidad de extender la cobertura de comunicación entre las estaciones meteorológicas se empleará el Radioenlace de Microondas para el vínculo de los datos, integrándose de esta forma al sistema GPRS y constituir la red de estaciones remotas con la estación central.

Mediante la ayuda del software de cálculo radioeléctrico "Pathloss 4.0" se ingresan los datos que reflejan las condiciones de enlace entre los puntos a interconectar.

NOMBRE DE LOS SITIOS		COBERTURA GPRS		INLACE WIRELESS	
Nombre de los Sitios	HUINCA RENANCO	COBERTURA GPRS	CORDOBA	Código de Operador	UBQUITIXRS
Sigla				Módulo de Radio	UBQUITIXRS
Código de Estación				Código	
Estado / Provincia	CORDOBA	CORDOBA		Designador de Emisor	
Código de Propietario				Destintivo	
Latitud	34.38.59.66 S	34.33.54.40 S		Potencia de Transmisión (dBm)	27.78
Longitud	064.24.56.89 W	064.19.21.10 W		Frecuencia (MHz)	5800.00
Altitud Verdadero (m)	56.30	236.25		Polarización	Vertical
Distancia Calculada (km)		10.28		Pérdidas de Espacio Libre (dB)	127.98
Distancia del Perfil (km)		10.28		PIRE (dBm)	53.92
Elongación	WGS 84			Señal Recibida (dBm)	-49.42
Elevación (m)	197.30	189.16			
Altura de Torre (m)	18.00	22.00			
Altura de Antena de TR (m)	18.00	22.00			
Pérdidas TX (dB)	5.86	7.28			
Pérdidas RX (dB)	5.86	7.28			

Figura 5. Datos del enlace.

En la figura 5 se observa la pantalla principal del software con la información principal de los puntos a vincular.

Para unir los puntos de conexión se utilizarán equipos de radiofrecuencia de marca "Ubiquiti" modelo XR5, con una potencia de transmisión de 27,78 dBm (0,60 Wattios) con antenas de alto rendimiento de 32 dBi de ganancia conectados por cable coaxial LMR-400.

El parámetro PIRE expresado en dBm calculado en base a la siguiente relación [3]:

$$PIRE = P_{TX} (dBm) + G_A (dBi) - P (dB) \quad (1)$$

Para efectos de los cálculos de las pérdidas se trabaja con una frecuencia de 5800 Mhz.

Las pérdidas en el espacio libre calculadas en base a la siguiente expresión [3]:

$$L = 92.45dB + 20 \log(f) + 20 \log(D) + aD \quad (2)$$

En la ecuación 2 podemos ver que está presente la frecuencia de Radio Frecuencia en Ghz, la distancia de propagación en kilómetros [Km]. El parámetro *a* se refiere a la Atenuación debida al aire y al vapor de agua [dB/Km].

Para el cálculo de la "Señal recibida" se considera la siguiente ecuación [2]:

$$P_{RX} = P_{TX} - AC_{TX} - AL_{TX} + G_{TX} - L + G_{RX} - AL_{RX} - AC_{RX} - A_A \quad (3)$$

La expresión anterior se la conoce como ecuación del enlace. En ella se considera la potencia del transmisor, la ganancia de la antena transmisora, ganancia de antena receptora, pérdidas en los conectores, pérdidas en la línea de transmisión, pérdidas en el espacio libre y pérdidas por absorción atmosférica.

Con todos estos datos y con la adquisición de habilidades con el software, se logrará darle la mayor eficiencia al sistema con los menores costos y las condiciones más favorables.

CONCLUSIONES

Para dar inicio a este proyecto se realizó un exhaustivo estudio de los equipos e instrumentación del sistema de estaciones meteorológicas manuales y automáticas que dispone la Universidad Nacional de Río Cuarto. Luego se analizó la ubicación de las 12 estaciones remotas. Esto ayudó a determinar las necesidades, en cuanto a comunicaciones, para mejorar el monitoreo Meteorológico. Del resultado global del proyecto se puede concluir que los estudios iniciales mencionados anteriormente fueron muy útiles y necesarios para determinar el mejor sistema de comunicación.

En este trabajo se han comparado los diferentes sistemas de transmisión de datos remotos, analizando sus ventajas y desventajas. De lo que se puede concluir que para el caso concreto de transmitir datos industriales a grandes distancias, la tecnología GPRS es la que presenta mayores ventajas, debido a la flexibilidad, escalabilidad y al reducido costo de la misma. El único inconveniente es que actualmente las operadoras que brindan este tipo de servicio no cubren la totalidad del territorio Argentino.

El sistema de transmisión de datos presenta facilidad de instalación, mantenimiento y manejo por el usuario, así como también presenta información en forma clara y concisa. Así se puede conocer las condiciones meteorológicas del lugar remoto como si se estuviera presente en el mismo. Esto permite concluir que se consiguió construir un sistema amigable y confiable para el usuario.

El diseño propuesto ha sido estructurado de una forma que permite una futura expansión mediante la inclusión de nuevas estaciones remotas en diferentes lugares del país, ampliando de esta manera el área de cobertura. Consecuentemente, se puede concluir que se ha diseñado una red escalable, característica de suma importancia en los diseños de redes actuales.

La caída del servicio de la red de Claro S.A. ocasionará que las estaciones remotas no se comuniquen con la estación central. Sin embargo, esto no necesariamente significa pérdida de datos puesto que las unidades remotas siguen midiendo y almacenando la información en su memoria. Por consiguiente se puede concluir que las caídas de la portadora no provocarán pérdidas de la información, tan solo un retraso en el envío de los datos desde la estación remota hacia la estación central.

BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA

- [1] Comisión Nacional de Comunicaciones. Consulta: Febrero de 2011. www.cnc.gov.ar.
- [2] Pedro E. Danizio, "Introducción al Cálculo de Enlaces", 3era ed., Editorial: Universitas, 2004.
- [3] Roger L. Freeman, "Radio System Design for Telecommunications", 3era ed, 2006.
- [4] Tomasi Wayne, "Sistema de Comunicaciones Electrónicas", 4ta ed, Editorial: Prentice-Hall, 2003.
- [5] Andrango Paúl G., "Estudio de la Tecnología Sistema General de Transmisiones de Paquetes Vía Radio (GPRS) y sus Aplicaciones en el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM), Ecuador, 2004.