

RISCE Revista Internacional de Sistemas Computacionales y Electrónicos

ENERO 2011

Número 1, Volumen 3, Año 3



RISCE Revista Internacional de Sistemas Computacionales y Electrónicos; es una publicación bimestral del Instituto Politécnico Nacional, Av. Luis Enrique Erro S/N, unidad “Profesional Adolfo López Mateos”, Del. Gustavo A. Madero, C.P. 07738, México D.F. a través de la Escuela Superior de Computo; Av. Juan de Dios Bátiz S/N esquina Miguel Othón de Mendizábal. “Unidad Profesional Adolfo López Mateos”. Col. Lindavista C.P. 07738, México, D. F. tel. 57296000 ext. 52000. Certificado de reserva de Derechos al uso Exclusivo del título No. 04-2008-062613190500-203, ISSN en trámite. Los artículos son responsabilidad exclusiva del autor y no reflejan necesariamente el criterio de la institución, a menos que se especifique lo contrario. Se autoriza la reproducción total o parcial, siempre y cuando se cite explícitamente la fuente.

La revista se especializa en el área de los sistemas computacionales y electrónicos; tanto en el desarrollo, como en la investigación en:

Ciencias de la Computación
Cómputo educativo
Cómputo Móvil
Comunicaciones
Disciplinas Emergentes
Electrónica
Física Electrónica
Ingeniería de Cómputo
Ingeniería de Software
Innovación Tecnológica
Inteligencia artificial
Matemática computacional
Procesamiento de señales
Robótica y cibernetica
Sistemas de Información
Tecnologías de la Información

Distribución

La revista cuenta con 300 ejemplares que se distribuyen en:

Europa, Asia y América Hispana; mediante CD ROM y correo electrónico

Directorio



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

DRA. YOLOXÓCHITL BUSTAMANTE DÍEZ
DIRECTORA GENERAL

ING. JUAN MANUEL CANTÚ ALVAREZ
SECRETARIO GENERAL

DR. EFREN PARADA ARIAS
SECRETARIO ACADEMICO

DR. JAIME ALVAREZ GALLEGOS
SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ING. ERNESTO MERCADO ESCUTIA
SECRETARIO DE SERVICIOS EDUCATIVOS

ING. OSCAR JORGE SÚCHIL VILLEGAS
SECRETARIO DE EXTENSIÓN E INTEGRACIÓN SOCIAL

M. EN C. FERNANDO ARELLANO CALDERON
SECRETARIO DE GESTIÓN ESTRÁTÉGICA

C.P. ROBERTO ALVAREZ ARGUELLES
SECRETRARIO DE ADMINISTRACION

LIC. JUDITH CLAUDIA RODRIGUEZ ZUÑIGA
DEFENSORA DE DERECHOS POLITÉCNICOS



ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO

ING. APOLINAR FRANCISCO CRUZ LÁZARO
DIRECTOR

DR. FLAVIO ARTURO SÁNCHEZ GARFIAS
SUBDIRECTOR ACADÉMICO

DR. JESÚS YALJÁ MONTIEL PÉREZ
JEFE DE LA SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

LIC. ARACELI LOYOLA ESPINOSA
SUBDIRECTORA DE SERVICIOS EDUCATIVOS E INTEGRACIÓN SOCIAL

M. EN C. JUAN VERA ROMERO
SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO

DR. EDUARDO BUSTOS FARÍAS
EDITOR DE RISCE

Miembros del comité Revisor

(Todo el comité técnico está formado por doctores en ciencias o su equivalente)

Francisca Losavio de Ordaz (Venezuela) (Universidad Central de Venezuela)
Alfredo Matteo (Venezuela) (Universidad Central de Venezuela)
Emmanuel F. Moya Anica (Méjico)
Edgardo Manuel Felipe Riverón (Cuba) (Méjico) (CIC)
Luis Enrique Palafox Maestre (Méjico)
Eduardo F. Caicedo Bravo (Colombia)
Hilda Ángela Larrondo (Argentina)
Guillermo Leopoldo Kemper Vásquez (Perú)
Elizabeth León Guzmán (Colombia)
María Cecilia Rivera (Chile)
Satu Elisa Schaeffer (Finlandia) (UANL)
Rafael Canetti (Uruguay)
Javier Echaiz (Argentina)
Pablo Belzarena (Uruguay)
Carlos Beltrán González (Italia) (Universitá di Genova)
Elena Fabiola Ruiz Ledesma (Méjico)
Jonatan Gómez (Colombia)
Armando De Giusti (Argentina)
Juan José Torres Manríquez (Méjico)
Jesús Yaljá Montiel Pérez (Méjico)
Luis Alfonso Villa Vargas (Méjico)
Marco Antonio Ramírez Salinas (Méjico)
Félix Moreno González (España) (UPM)
Salvador Godoy Calderón (Méjico) (CIC)
José Luis López-Bonilla (Méjico) (IPN ESIME ZAC)
Lorena Chavarria Báez (Méjico)
Miguel Santiago Suárez Castañón (Méjico)

INDICE

A Stochastic Estimator for a Black Box System	6
SIGAPO: Sistema de Información Geográfica de Apoyo a la Población del D. F.	13
Distributed system of security and vehicular access (Trisquel).....	24
Análisis de desempeño de un nodo B	32
Propagation Analysis in Rectangular Tunnels	38
Instrucciones para los autores.....	47

A Stochastic Estimator for a Black Box System

José de Jesús Medel-Juárez¹, Romeo Urbieta-Parrazales¹, Rosaura Palma-Orozco²

Centro de Investigación en Computación, 2 Escuela Superior de Cómputo
Av. Juan de Dios Bátiz s/n casi esq. Miguel Othón de Mendizábal. Unidad Profesional Adolfo
López Mateos Col. Nueva Industrial Vallejo Delegación Gustavo A. Madero C. P. 07738, México
D. F.

5729 6000 Ext. 56570 Fax 52003 email: rpalma@ipn.mx

Abstract

In this paper we will be describe the design of a recursive stochastic filter by a proposed stochastic estimation algorithm in function of the output signal using the mathematical operators mean, variance and covariance. We compare the original and the estimated output signals in order to determinate the accuracy and the error of the filter. The design of the recursive stochastic filter is given by three principal processes, the simplify model of the black box, the innovative stochastic estimator and the recursive stochastic estimator, these processes are given in three principal theorems.

Keywords: Stochastic processes, identification, recursive stochastic filter

1 Introduction

Recursive state estimation problems for a black box systems with unknown inputs, can be formulated as a single problem usually referred to as descriptor Kalman filtering. Solutions to this problem have been proposed in the literature; however, these solutions either neglect possible contributions of future dynamics to the current estimate or make unnecessary assumptions on the structure of the system [1]. While there are many application-specific approaches to “computing” (estimating) an unknown state from a set of process measurements, many of these methods do not inherently take into consideration the typically noisy nature of the measurements. The model is represented by equation (1). Where $f(x, k) \in \mathbb{R}$ is the filter’s function, ϵ is the measurement error.

$$\tilde{y}_k = f(x, k) + \epsilon \quad (1)$$

The equation describing the model contains adjustable parameters that are unknown a priori and not possible to get them by fundamental principles, because it has stochastic properties. The parameter estimation algorithm is involved in the formulation and validation of a mathematical model that describes the process of interest [1, 2, 3]. The problem is to determine a stochastic estimator for a black box system with bounded inputs and outputs in the form given in equation (1).

1.1 The black box model simplified

In this section we formalize the black box model in the Theorem 1.

Theorem 1. *Let be the model of black box system with stochastic input and output x_{k+1} and \tilde{y}_k , respectively with domains in $N(\mu, \sigma^2 < \infty)$. There is a stochastic process of the simplified black box model given by (2).*

$$\tilde{y}_k = \tilde{a}\tilde{y}_{k-1} + \tilde{\nu}_k. \quad (2)$$

Where \tilde{a} is the stochastic parameter and $\tilde{\nu}_k$ is the process noise.

Proof. The system is represented by the equations (3) and (4).

$$x_{k+1} = ax_k + bw_k \quad (3)$$

$$y_k = cx_k + d\nu_k \quad (4)$$

Where (3) is the equation of the state transition, x_k is the state vector, $\{w_k\} \subseteq N(\mu_w, \sigma_w^2 < \infty)$ is the noisy signal, y_k is the output observed, $\{\nu_k\} \subseteq N(\mu_\nu, \sigma_\nu^2 < \infty)$ is the noisy signal added to the output, a, c are the parameters of the system and b, d are the parameters of the noisy signal and the measurement [7, 8, 9]. Considering that (3) is delayed in the time.

$$x_k = ax_{k-1} + bw_{k-1} \quad (5)$$

Replacing (5) in (4).

$$\begin{aligned} y_k &= c(ax_{k-1} + bw_{k-1}) + d\nu_k \\ &= cax_{k-1} + cbw_{k-1} + d\nu_k \end{aligned} \quad (6)$$

Using (4) we get (7).

$$\begin{aligned} y_k &= cx_k + d\nu_k \\ y_k - d\nu_k &= cx_k \\ x_k &= c^{-1}y_k - c^{-1}d\nu_k \\ x_{k-1} &= c^{-1}y_{k-1} - c^{-1}d\nu_{k-1} \end{aligned} \quad (7)$$

Replacing (7) in (6).

$$\begin{aligned} y_k &= ca(c^{-1}y_{k-1} - c^{-1}d\nu_{k-1}) + cbw_{k-1} + d\nu_k \\ &= cac^{-1}y_{k-1} - cac^{-1}d\nu_{k-1} + cbw_{k-1} + d\nu_k \end{aligned} \quad (8)$$

$$= \tilde{a}_k y_{k-1} + \tilde{\nu}_k \quad (9)$$

QED

1.2 Innovative stochastic estimator

In the Theorem 2 we give the recursive algorithm in order to get the innovative stochastic estimator.

Theorem 2. *There is a stochastic recursive estimator $\hat{\tilde{a}}_k$ for a black box system in the form of (2) given by (10).*

$$\hat{\tilde{a}}_k = \frac{(\tilde{y}_k \tilde{y}_{k-1}) + (k-1)P_{k-1}}{\tilde{y}_{k-1}^2 - d(\tilde{\nu}_{k-1} \tilde{y}_{k-1}) + (k-1)Q_{k-1}}. \quad (10)$$

Proof. The normalization of signals, both input and output of the black box is required for the attainment of the proper use of space filtering. The second moment of probability of (9) respect to \tilde{y}_{k-1} , is given by (11).

$$\begin{aligned} E\{\tilde{y}_k \tilde{y}_{k-1}\} &= E\{\tilde{a}_k \tilde{y}_{k-1} \tilde{y}_{k-1}\} + E\{\tilde{\nu}_k \tilde{y}_{k-1}\} \\ &= \tilde{a}_k E\{\tilde{y}_{k-1} \tilde{y}_{k-1}\} + E\{\tilde{\nu}_k \tilde{y}_{k-1}\} \\ &= \tilde{a}_k E\{\tilde{y}_{k-1}^2\} + E\{\tilde{\nu}_k \tilde{y}_{k-1}\} \end{aligned} \quad (11)$$

Replacing $\tilde{\nu}_k$ of (8) in (11):

$$\begin{aligned} E\{\tilde{y}_k \tilde{y}_{k-1}\} &= \tilde{a}_k E\{\tilde{y}_{k-1} \tilde{y}_{k-1}\} + E\{(-cac^{-1}d\nu_{k-1} + cbw_{k-1} + d\nu_k)\tilde{y}_{k-1}\} \\ &= \tilde{a}_k E\{\tilde{y}_{k-1} \tilde{y}_{k-1}\} + E\{(-cac^{-1}d\nu_{k-1})\tilde{y}_{k-1}\} + E\{(cbw_{k-1})\tilde{y}_{k-1}\} + E\{(d\nu_k)\tilde{y}_{k-1}\} \\ &= \tilde{a}_k E\{\tilde{y}_{k-1}^2\} + (-cac^{-1}d)E\{\nu_{k-1} \tilde{y}_{k-1}\} + (cb)E\{w_{k-1} \tilde{y}_{k-1}\} + (d)E\{\nu_k \tilde{y}_{k-1}\} \\ &= \tilde{a}_k E\{\tilde{y}_{k-1}^2\} + \tilde{a}_k dE\{\nu_{k-1} \tilde{y}_{k-1}\} + cbE\{w_{k-1} \tilde{y}_{k-1}\} + dE\{\nu_k \tilde{y}_{k-1}\} \\ &= \tilde{a}_k E\{\tilde{y}_{k-1}^2\} + \tilde{a}_k dE\{\nu_{k-1} \tilde{y}_{k-1}\} \end{aligned} \quad (12)$$

$$\therefore E\{\tilde{y}_k \tilde{y}_{k-1}\} = \tilde{a}_k (E\{\tilde{y}_{k-1}^2\} + dE\{\nu_{k-1} \tilde{y}_{k-1}\}) \quad (13)$$

Considering, $E\{w_{k-1} \tilde{y}_{k-1}\} = E\{\nu_k \tilde{y}_{k-1}\} = 0$, because there is no correlation between the noisy signal and the past state in the system as in (8). The system (11), has the form (13) and we get the unknown parameter (14).

$$\tilde{a}_k = \frac{E\{\tilde{y}_k \tilde{y}_{k-1}\}}{E\{\tilde{y}_{k-1}^2 - d(\tilde{\nu}_{k-1} \tilde{y}_{k-1})\}} = \frac{P_k}{Q_k} \quad (14)$$

Delaying (14) in the time:

$$\tilde{a}_{k-1} = \frac{P_{k-1}}{Q_{k-1}} \quad (15)$$

Considering the ergodicity of (14), with respect to P_k :

$$P_k = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \tilde{y}_i \tilde{y}_{i-1} \quad (16)$$

$$P_k = \frac{1}{k} \left[(\tilde{y}_k \tilde{y}_{k-1}) + \sum_{i=1}^{k-1} \tilde{y}_i \tilde{y}_{i-1} \right] \quad (17)$$

$$P_k = \frac{1}{k} [(\tilde{y}_k \tilde{y}_{k-1}) + (k-1)P_{k-1}] \quad (18)$$

Considering the ergodicity of (14) with respect to Q_k :

$$Q_k = \frac{1}{k} \left[\sum_{i=1}^k \tilde{y}_{i-1}^2 - d \sum_{i=1}^k \tilde{\nu}_{i-1} \tilde{y}_{i-1} \right] \quad (19)$$

$$Q_{k-1} = \frac{1}{k-1} \left[\sum_{i=1}^{k-1} \tilde{y}_{i-1}^2 - d \sum_{i=1}^{k-1} \tilde{\nu}_{i-1} \tilde{y}_{i-1} \right] \quad (20)$$

From (19) and (20):

$$Q_k = \frac{1}{k} [\tilde{y}_{k-1}^2 - d\tilde{\nu}_{k-1}\tilde{y}_{k-1} + (k-1)Q_{k-1}] \quad (21)$$

Finally, the stochastic parameter is given by (22), replacing (18) and (21) in (14).

$$\begin{aligned} \hat{\tilde{a}}_k &= \frac{1/k [(\tilde{y}_k \tilde{y}_{k-1}) + (k-1)P_{k-1}]}{1/k [\tilde{y}_{k-1}^2 - d\tilde{\nu}_{k-1}\tilde{y}_{k-1} + (k-1)Q_{k-1}]} \\ &= \frac{\tilde{y}_k \tilde{y}_{k-1} + (k-1)P_{k-1}}{\tilde{y}_{k-1}^2 - d\tilde{\nu}_{k-1}\tilde{y}_{k-1} + (k-1)Q_{k-1}} \end{aligned} \quad (22)$$

QED

1.3 Covariant stochastic recursive filter

In this section we define the covariant stochastic recursive filter by the Theorem 3 and 4.

Theorem 3. Let be the model of black box system with stochastic input x_{k+1} and stochastic output \tilde{y}_k that have the invariance properties in their second moments. Then, there is a covariant stochastic recursive filter defined by (23).

$$\hat{\tilde{y}}_k = \hat{\tilde{a}}_k \hat{\tilde{y}}_{k-1} + \tilde{\nu}_k. \quad (23)$$

Proof. From (14):

$$\hat{\tilde{a}}_k = \frac{P_k}{Q_k} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} \hat{\tilde{a}}_{k-1} &= \frac{P_{k-1}}{Q_{k-1}}, \\ P_{k-1} &= \hat{\tilde{a}}_{k-1} Q_{k-1} \end{aligned} \quad (25)$$

Replacing (25) in (18):

$$P_k = \frac{1}{k} \left[(\tilde{y}_k \tilde{y}_{k-1}) + (k-1) \hat{\tilde{a}}_{k-1} Q_{k-1} \right] \quad (26)$$

Repalcing (26) in (24):

$$\hat{\tilde{a}}_k = \frac{\frac{1}{k} \left[(\tilde{y}_k \tilde{y}_{k-1}) + (k-1) \hat{\tilde{a}}_{k-1} Q_{k-1} \right]}{Q_k} \quad (27)$$

Finally,

$$\hat{\tilde{a}}_k = \left[\frac{(k-1)Q_{k-1}}{kQ_k} \right] \hat{\tilde{a}}_{k-1} + \frac{\tilde{y}_k \tilde{y}_{k-1}}{kQ_k} \quad (28)$$

Replacing (28) in (9) we get the identifier filter (23).

$$\hat{\tilde{y}}_k = \hat{\tilde{a}}_k \hat{\tilde{y}}_{k-1} + \tilde{\nu}_k$$

QED

And the convergence assessment by the error filter is given by (29).

Theorem 4. Sea el error de identificación $\|e\|_k = |\tilde{y}_k - \hat{\tilde{y}}_k|$.

Entonces, el funcional del error J_k está dado de manera recursiva por (29).

$$J_k = \frac{1}{k} (e_k^2 + (k-1)J_{k-1}). \quad (29)$$

Proof.

$$\begin{aligned}
 J_k &= E\{(\tilde{y}_k - \hat{\tilde{y}}_k)^2\} = E\{e_k^2\} \\
 &= \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k (\tilde{y}_j - \hat{\tilde{y}}_j)^2 \\
 &= \frac{1}{k} \left[(\tilde{y}_k - \hat{\tilde{y}}_k)^2 + \sum_{j=1}^{k-1} (\tilde{y}_j - \hat{\tilde{y}}_j)^2 \right] \\
 &= \frac{1}{k} \left[(\tilde{y}_k - \hat{\tilde{y}}_k)^2 + \frac{k-1}{k-1} \sum_{j=1}^{k-1} (\tilde{y}_j - \hat{\tilde{y}}_j)^2 \right] \\
 &= \frac{1}{k} \left[(\tilde{y}_k - \hat{\tilde{y}}_k)^2 + (k-1) \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^{k-1} (\tilde{y}_j - \hat{\tilde{y}}_j)^2 \right]; \quad J_{k-1} = \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^{k-1} (\tilde{y}_j - \hat{\tilde{y}}_j)^2 \\
 &= \frac{1}{k} \left[(\tilde{y}_k - \hat{\tilde{y}}_k)^2 + (k-1)J_{k-1} \right] \\
 \therefore J_k &= \frac{1}{k} [e_k^2 + (k-1)J_{k-1}] \tag{30}
 \end{aligned}$$

QED

2 Results

We discuss two important aspects, i) the output of the equations (4) and (9), ii) two parameters: the stochastic parameter given by (22) and the recurrent parameter given by (27), converging to the parameter a in the original system (4), for values of $|a|<1$. The estimation process was developed using MatLab with different values in the range of (-1, 1). The figure 1, shows the results in the estimation for different values of a . The figure 2, shows the functional error. The figure 3, shows the convergence of the filter in the distribution.

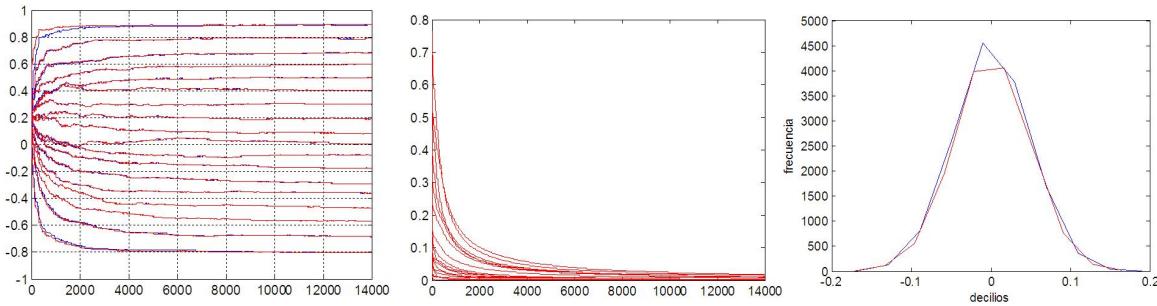


Figure 1. Estimation for different values of a . **Figure 2.** Functional error. **Figure 3.** Convergence of the filter in the distribution

3 Conclusion

The estimated stochastic parameter of the black box system might be represented in algebraic form. From this result, the stochastic parameter estimate is transformed to an expression recursively, which is an expression of interest for the sampled feedback control system. With the

estimated parameter for these channels, the output of black box system can be identified in a simple manner in the two aforementioned terms. Finally, we obtain a mathematical expression of linear model of a stochastic recursive filter, identified as the real system of black box stochastic process, with very little accuracy and the convergence of stochastic parameter is estimated.

References

1. J. Abonyi, *Fuzzy model identification for control*, Birkhauser, Boston 2003.
2. J.J. Medel Juárez and M.T. Zagaceta Alvarez, *Rev. Mex. Fís.* 56 (2009) 1.
3. P. Englezos and N. Kalogerakis, *Applied Paramter Estimation for Chemical Engineers*, Mercel Dekker 2001.
4. A. Aguado Behar and M. Martínez Iranzo, *Identificación y Control Adaptivo*, Pearson 2003.
5. A. Sinha, *Linear Systems: Optimal and Robust Control*, CRC Press 2007.
6. W. S. Levine, *The Control Handbook*, CRC Press 1996.
7. R. E. Curry, *Estimation and Control with Quantized Measurements*, MIT Press 1970.
8. R. E. Curry ,*Hidden Markov Models Estimation and Control*, Springer USA 1995.
9. M. Godin, *Identification and Estimation for Models Described by Differential Algebraic Equations*, Linkoping 2006.
10. T. Soderstrom and P. Stoica, *System Identification*, Prentice Hall 1989.

SIGAPO: Sistema de Información Geográfica de Apoyo a la Población del D. F.*

Miguel S. Suárez Castaño * . Nahun E. Montoya Uribe ** Walter Renteria Agualimpia **

* Escuela Superior de Cómputo - IPN
Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Col. Nueva Industrial
Vallejo, Del. Gustavo A. Madero, C.P 07738, México D.F., Phone
+(52 55) 57.29.60.00 Ext. 52043 (e-mail: sasuarez@prodigy.net.mx)
** CIC-IPN

Abstract: A simple control scheme for changing the position of a microscopic particle immersed in a viscous medium and trapped by optical tweezers is presented. A simple feedback controller is derived considering that the particle mass is so small that it can be discarded from the motion equations. This approximation is well justified in practice, since the inertial force produced by the motion of a micron-scaled trapped particle is completely dominated by the medium viscous drag force. Finally, we formally prove that the obtained controller is able to globally asymptotically stabilize the system when the particle mass is considered, if some suitable values of some control parameter are used. The stability analysis of the controlled system was carried out by using the standard Lyapunov stability theory. Also, by means of numerical simulations, we show that the obtained closed-loop system is robust when random thermal noise is presented.

Keywords: Optical Tweezers, Feedback control, Lyapunov stability.

1. INTRODUCTION

Sin lugar a dudas, el conocimiento es uno de los bienes máspreciados de la humanidad, el conocimiento y en especial la información y su eficaz administración reflejan hoy en día la riqueza y el poder no solo de una persona, sino de un pueblo, de allí que el desarrollo de sistemas de información se hacen indispensables hoy para el avance de una comunidad. Ahora bien, al hablar de información y datos en general, algunos estudios afirman que el 80% de los datos contienen algún componente espacial explícito, ya sea, por que incluye una coordenada, una dirección o un número de localización. La parte espacial del dato permite ser el nexo de integración entre diversos sistemas, de tal manera que el dato y los procesos analíticos sobre el mismo lo convierten en conocimiento útil para las personas.

Este trabajo versa sobre el desarrollo de sistemas de información, haciendo énfasis en la información de carácter geográfica y geoespacial. Definir los sistemas de información geográfica (SIG) no es trivial, dada la diversidad de dominios que se pueden abordar, ya que al mismo tiempo que los sistemas de información geográfica sirven para manejar e integrar datos, permite realizar análisis que posteriormente dan soporte a los procesos de toma de decisiones, tanto a nivel de individuos como de empresas. Aunque existen diversas definiciones, se cita en este trabajo la definición usada por ESRI, una de las empresas líderes en el ámbito de éste tipo de sistemas. En ESRI [5] se define a los SIG como “un sistema compuesto por software, hardware, datos y personal que ayuda a manipular analizar y presentar información ligada a datos espaciales”. En este sentido son cuatro los componentes básicos de un SIG: base de datos, software, hardware y personal.

Cuando se habla de base de datos, más que hacer alusión al repositorio o almacén de los datos, se está enfatizando en los datos mismos, ya que en últimas, la potencialidad del sistema recaerá en qué tanta información y con qué calidad es capaz de proveer el sistema, es decir, ¿Son pocos o muchos datos? ¿Son buenos, regulares o malos datos? ¿Son actuales u obsoletos?

Para el caso de este trabajo los datos van desde archivos en texto plano, archivos en formato vectorial hasta imágenes de sitios de interés de la Ciudad de México.

2. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

En un mapa tradicional (de papel), se representa información como son ciudades y carreteras, montañas y ríos, vías férreas, y las fronteras políticas, donde las ciudades son representadas por puntos, las carreteras por líneas, las montañas por pequeños triángulos, y los lagos por áreas de color azul similar a los verdaderos lagos.

Un mapa digital no es diferente o mucho más difícil de usar que un mapa de papel. Al igual que en los mapas tradicionales, hay puntos o características que representan ciudades, líneas que representan carreteras, etc. Toda esta información, (el punto donde se encuentra una ciudad, la distancia de un camino que parte de un lugar y llega a otro, e incluso la superficie que ocupa un lago), se almacenan como capas en formato digital como un patrón de unos y ceros en un repositorio de datos.

El objetivo principal de los SIG consiste en proporcionar la información necesaria para la gestión de nuestro entorno natural de la manera más efectiva y sostenible, y promover igualmente el crecimiento económico. Además de los usos habituales que ha tenido tradicionalmente la cartografía (estudios geográficos, ordenación del territorio, planeamiento urbanístico, catastro, gestión de infraestructuras y servicios públicos, inventario de recursos naturales, estadísticas, etc.), algunos de los nuevos usos de los SIG son, por ejemplo [1]:

- ✓ El descubrimiento y caracterización de potenciales consumidores, localización de nuevos comercios y servicios mediante técnicas de geomarketing y racionalización de las redes de distribución de comerciales.
- ✓ Soporte a los servicios de emergencia (bomberos, ambulancias, protección civil...), para elaborar planes eficaces de respuesta a emergencias, determinar las prioridades de mitigación, análisis de acontecimientos históricos y predecir eventos futuros.
- ✓ Inventario y gestión del patrimonio y de los dominios públicos.
- ✓ Planeación de redes de telecomunicación, permitiendo un mejor ajuste de la capacidad a la demanda.
- ✓ Organización de sistemas de comunicaciones terrestres (prevención y mitigación de catástrofes, coordinación de rutas...).
- ✓ La planificación del uso del suelo y la gestión del desarrollo de vivienda y urbanismo.
- ✓ La presentación del "panorama general" sobre los recursos y les permite realizar tareas, tales como el desarrollo de estrategias de suministro a largo plazo, la previsión de acciones de silvicultura, la determinación del impacto urbano sobre áreas verdes, y la protección de zonas ecológicas en general.
- ✓ La gestión de áreas agrícolas y los lugares donde se cultivan los diversos productos del campo.

A ello puede añadirse su aplicación en la gestión de numerosos servicios públicos con clara implicación territorial: servicios educativos, de salud pública, sociales y asistenciales, de seguridad ciudadana, y cuya prestación puede verse altamente mejorada en términos de eficacia y calidad con la utilización de información georreferenciada como herramienta básica para la toma de decisiones en las diferentes fases de planificación, diseño y evaluación de dichos servicios.

1.1. LA GEOINFORMACIÓN

La Geoinformación (GI) es un concepto que abarca toda aquella información que tiene un contexto espacial, es decir una referencia geográfica o geoespacial, engloba un creciente número de conjuntos de datos, combinados para proporcionar nueva y más completa información. La GI evolucionó desde aquellas representaciones (habitualmente en formato papel) que tradicionalmente se ha denominado “cartografía”. La GI, también llamada información

geoespacial, hoy en día constituye toda aquella información, en formato digital, relativa a todo tipo de elementos o eventos en la que se incluye la referencia a la localización de la misma sobre o en las inmediaciones de la superficie de la Tierra, mediante un sistema de coordenadas o mediante identificadores geográficos artificiales tales como direcciones o códigos postales [2].

1.1.1. Utilidad social de la GI

Para hacer conciencia del valor de la GI, se requiere ir más allá de las meras estimaciones y utilidades económicas, destacando el punto de vista del bienestar común y general, esto es, el *valor social de la GI*.

Numerosas reflexiones académicas ponen explícitamente de manifiesto la necesidad que se tiene de la GI y de las Tecnologías de la Información Espacial (especialmente de los SIG) si se desean maximizar los beneficios sociales en la era de la información, así como evitar o controlar los potenciales abusos o malos usos de la misma [6, 7].

A un nivel más próximo al ciudadano, las tecnologías de la información espacial (TIE) cada vez estarán más claramente implicadas en los temas relativos a [4, 8]:

- ✓ La incorporación de herramientas y metodologías que permitan a toda empresa o persona individual dotarse de las habilidades propias de la SI, como mejor manera de evitar la brecha digital y fomentar la igualdad de oportunidades a través de la formación y el conocimiento.
- ✓ La participación ciudadana; propiciar participación ciudadana en los procesos de planificación territorial y en la ordenación y definición del espacio geográfico.
- ✓ Los sistemas de gobierno y representación democrática; el potencial del gobierno popular a través de conceptos tales como la democracia electrónica; la responsabilidad legal asociada al uso de la GI; las potenciales invasiones de la privacidad, vigilancia y control de las personas, o el derecho a acceder a datos ambientales o a decidir sobre el uso de un espacio, entre otros.
- ✓ La organización de la esfera productiva y de servicios; son evidentes la importancia e implicaciones de las TIE en el ámbito del trabajo diario de las organizaciones (administraciones y empresas).
- ✓ En la generación de empleo y riqueza

1.2. LA CAPAS DE INFORMACIÓN

Los SIG se pueden pensar como capas de datos geográficos acomodadas una sobre otra, donde cada capa representa un tema en particular o rasgo del mapa, en otras palabras, representan información sobre determinada área geográfica. Los temas que pueden establecerse en cada capa pueden ser, por ejemplo, todas las carreteras en una zona, otro tema podría representar a todas las zonas verdes, otra a las ciudades de un estado, etc.

El formato en el que se guardan las capas es el formato ESRI Shapefile (SHP) un formato estándar para el intercambio de información geográfica entre Sistemas de Información Geográfica. Éste es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos y se genera por varios archivos. El número mínimo requerido es de tres y tienen las extensiones siguientes:

- ✓ .shp - es el archivo que almacena las entidades geométricas de los objetos.
- ✓ .shx - es el archivo que almacena el índice de las entidades geométricas.
- ✓ .dbf - el dBASE, o base de datos, es el archivo que almacena la información de los atributos de los objetos.

Además de estos tres archivos requeridos, opcionalmente se pueden utilizar otros para mejorar el funcionamiento en

las operaciones de consulta a la base de datos, información sobre la proyección cartográfica, o almacenamiento de metadatos. Estos archivos son:

- ✓ .sbn y .sbx - Almacena el índice espacial de las entidades
- ✓ .fbn y .fbx - Almacena el índice espacial de las entidades para los shapefiles que son inalterables (solo lectura)
- ✓ .ain y .aih - Almacena el índice de atributo de los campos activos en una tabla o el tema de la tabla de atributos.
- ✓ .prj - Es el archivo que guarda la información referida a sistema de coordenadas.
- ✓ .shp.xml - Almacena los metadatos del shapefile.

3. EL SIGAPO

El SIGAPO es un sistema desarrollado en conjunto por la Escuela Superior de Computo del Instituto Politécnico Nacional y el apoyo del Gobierno del Distrito Federal a través del Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal, el objetivo es poner a disposición del ciudadano en forma gratuita una herramienta para consultar información básica georeferenciada, con características topológicas y prevista para un gran número de funcionalidades.

Los beneficios que se obtienen con el desarrollo se listan a continuación:

- ✓ Diferentes tipos de acceso y uso de la información,
- ✓ Participación pública, administración electrónica, mejora de la gestión, cooperación y colaboración interadministrativa,
- ✓ Reducción de la brecha digital, marginación social derivada de la falta de equidad en el acceso a los recursos informacionales,
- ✓ Potenciación de la economía del conocimiento, y
- ✓ Concientización en aspectos ambientales.

El sistema cuenta con la característica de permitir a cualquier persona con una conexión a internet, conocer la principales universidades, rutas de transporte, líneas y estaciones del metro, y del metrobús, zonas arqueológicas y áreas verdes de el Distrito Federal, entre otras, con lo que se pretende mejorar la atención al público en cuanto a disposición de información sobre los siguientes temas:

Difusión de sitios culturales y turísticos

Actualmente se incluye una capa de las principales zonas arqueológicas, con lo que se pretender hacer del conocimiento del ciudadano la ubicación de los asentamientos prehispánicos existentes en el D. F. con la finalidad de facilitarle la llegada. Este punto puede ser ampliado con el aumento de información cultural como son: Capa de Museos, Capa de Galerías de Arte, Capa de Teatros, entre otras.

Difusión de lugares académicos

Se pone a disposición la principal oferta educativa universitaria, para proporcionarle a los interesados información suficiente sobre la ubicación de de dichas instituciones y de la cercanía o lejanía de su hogar, un factor importante a considerar en el D. F. Para enriquecer esta información se pueden incluir Capas de Bibliotecas, librerías, educación básica, media, centros de investigación, etc.

Localización de oficinas de servicios públicos

Facilita la consulta de información para la localización de oficinas institucionales, ofreciéndole al ciudadano un valor agregado como es el proporcionarle la dirección de la oficina más cercana o que le sea conveniente al alcance de su mano de forma fácil y rápida, de donde también se obtienen beneficios como es la difusión de las oficinas que se encuentran dentro del área de interés del ciudadano.

Recursos naturales

Siendo el tema ecológico de suma importancia en general en nuestro país, el Distrito Federal, para normar la administración de los recursos ambientales cuenta con la Ley Ambiental del Distrito Federal. En este caso se propone el uso del SIGAPO como apoyo para el establecimiento y regulación de áreas verdes, áreas de valor ambiental y áreas naturales protegidas, una vez obtenida ésta información, se pueden realizar seguimientos de su conservación e incremento, y obtener información para la toma de decisiones con respecto a su protección, preservación, restauración y mejoramiento, como lo marca el artículo 3 fracción I de la Ley antes mencionada; la concientización y el fomento de la educación ambiental.

Transporte

Se presenta la capa de rutas de transporte público, con la finalidad de que el ciudadano tenga la posibilidad de consultar información suficiente sobre las rutas que lo pueden llevar de un lugar a otro, haciéndole conocer el recorrido, dándole la opción de elegir la que más le convenga.

1.3. EL DESARROLLO DEL SIGAPO

1.3.1. Recopilación de datos

El problema principal en la elaboración de un SIG es la recopilación de los datos. En una sociedad donde la información es sinónimo de poder, es difícil, o incluso a veces imposible, tener acceso a la información. Y aunque esta información sea accesible, es delicado apropiarse una información producida por otros.

En el caso de la recopilación de datos para el SIGAPO, también nos enfrentamos a dicho problema, siendo éste proceso el más tardado. Con la finalidad de reducir los costos del desarrollo del proyecto se realizó una ardua búsqueda de datos, y finalmente, gracias al apoyo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), institución federal que tiene por objetivo Generar, integrar y proporcionar información estadística y geográfica de interés nacional, así como normar, coordinar y promover el desarrollo de los Sistemas Nacionales Estadístico y de Información Geográfica, con objeto de satisfacer las necesidades de información de los diversos sectores de la sociedad; y de Metrópoli 2025, Metrópoli 2025, asociación civil, independiente, plural y no lucrativa, que tiene por objetivo estudiar, reflexionar y plantear alternativas, tendientes a mejorar tanto la situación actual, como las perspectivas a largo plazo de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), entre sus objetivos particulares están el facilitar información estadística y cartográfica a nivel; región, entidad federativa, zona metropolitana, delegación y/o municipio, localidad y ageb (área geoestadística básica); se pudo obtener gran parte de la información en forma gratuita, pero una tercera parte tuvo que ser comprada.

La información temática recopilada corresponde a:

- Área del Distrito Federal,
- Delegaciones,
- Colonias con nombres,
- Calles y sus nombres,
- Rutas de transportes,
- Carreteras,
- Líneas y estaciones del metro con sus respectivos nombres,
- Líneas del metrobus,
- Centrales Camioneras, y
- Sitios culturales.

Debido que la información obtenida no era precisa, se procedió a la selección, formateo y eliminación del ruido existente, reproyección y transformación de los formatos a tablas; con la información resultante de este proceso se construyó la base de datos geográfica.

1.3.2. Selección de las herramientas para el desarrollo

Tomando en cuenta el objetivo del proyecto, se optó por el uso de Software libre debido a las ventajas que proporciona para un desarrollo público con carácter social, las cuales se mencionan a continuación:

- ✓ Independencia Tecnológica, al no existir dependencias del propietario del producto que puedan limitar la evolución del proyecto. Al conocer el código fuente y ser libre para realizar las modificaciones se es capaz de marcar el ritmo de crecimiento.
- ✓ Optimización de la inversión al convertir la parte de la inversión no productiva (compra de licencias en forma de cajas que contienen productos cerrados) en desarrollo propio que se paga una sola vez.
- ✓ Libertad que proporciona el conocimiento de los archivos fuentes y su libertad para poder modificarlos.

Si bien existen otras alternativas de software libre, uno de los más maduros y populares para el desarrollo de aplicaciones web espaciales es GeoServer; su modo de funcionamiento se muestra en la Figura 1.

GeoServer es un servidor de mapas OpenSource, basado en estándares OGC, desarrollado en Java (J2EE) [3], una de sus principales ventajas radica en que implementa:

WMS, WFS, WCS,
SLD,
GML y
FE

GeoServer permite ser administrado en entorno Web. Sumado a lo anterior tienen soporte para bases de datos espaciales (PostGis, Oracle, ArcSDE, DB2 y shapefile). Con su entorno sencillo, se pueden desarrollar aplicaciones SIG para Internet (o cualquier otra red donde pueda instalarse este servidor), además permite visualizar, consultar y analizar información geográfica a través de la red.

El objetivo principal de GeoServer es permitir mayor interoperabilidad geográfica haciendo cumplir los estándares de OpenGIS, es decir ser un integrador.

Donde el GeoServer tiene la capacidad de leer diferentes formatos de archivos (shapefile, GML, VPF), además puede interconectarse con diversas bases de datos, tomando como una de las principales a PostGIS/PostgreSQL e incluso el GeoServer puede comunicarse con servidores a través de WFS.

Además esta interoperabilidad se amplía con la variedad de formatos en la que el servidor es capaz de entregar los nuevos datos, ya sea como servicios WFS o servicios WMS (desde imágenes hasta archivos PDF o archivos KML/KMZ).

4. RESULTADOS DEL SIGAPO

En esta sección se ilustran las fases principales de la arquitectura del sistema desarrollado, como se ilustra en la Figura 2. La primera fase se centra en la recopilación de todos los archivos que contienen los datos que luego alimentan la base de datos, estos archivos se encuentran en formato vectorial y otros son imágenes en formato jpg y gif y png. Estos archivos vectoriales que representan capas temáticas de la Ciudad de México, han sido reproyectados y transformados de su formato original para hacer parte de la base de datos, donde cada tabla corresponde a una nueva capa a ser sobreuesta sobre la capa base del área de la ciudad.

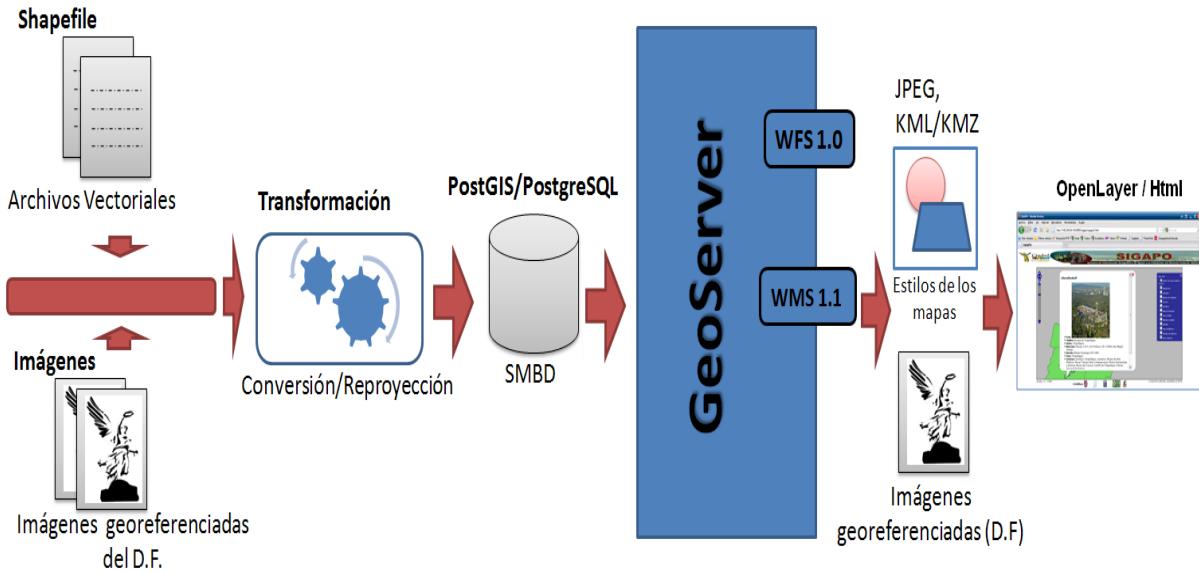


Figura 2. Arquitectura de SIGAPO

Las tablas “capas temáticas” de la base de datos son administradas por el Sistema Manejador de Bases de Datos (SMBD) PosGIS/PostgreSQL. Este servidor tiene como ventajas, la implementación de funciones propias para hacer consultas sobre la información geográfica, con la facilidad de un sistema de bases de datos relacional.

La base de datos sirve entonces como fuente para el GeoServer, el cual permite establecer estilos de visualización para cada capa y a su vez para cada elemento visual de la capa (punto, su tamaño, color, su nivel transparencia, etiquetas, estilos de líneas, entre otros), esta configuración de estilos está contenida en archivos internos en formato xml.

Cuando se realiza una petición al GeoServer este responde consultando primero los datos en el SMBD y en función del servicio que se solicita, el servidor proporciona las respuestas, para este caso, a través de Servicios de Web de Mapas (WMS). Finalmente las capas son incrustadas en una página Web por medio de una librería JavaScript para desplegar mapas denominada OpenLayer [9],

3.2.1 Interfaz gráfica

En primer lugar, el sistema es presentado al usuario final a través de una aplicación Web, la cual se describe a través de las Figuras 3, 4 y 5, en la cual puede apreciarse el área geográfica que abarca este sistema, es decir, la zona comprendida por las delegaciones del Distrito Federal, igualmente las siglas que identifican al sistema (SIGAPO), especial reconocimiento para las instituciones que han dado soporte y han hecho posible el desarrollo de este sistema, entre las cuales están: el Instituto Politécnico Nacional, la Escuela Superior de Computo, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), SIG Metrópoli 2025 y el Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal.



Figura 3. Presentación de la Interfaz gráfica

En la Figura 4 se ilustran los controles para manipulación y visualización del Mapa y cada capa, en el cual se señalan los puntos de Interés de una capa activa y en la parte inferior izquierda la escala actual del mapa.



Figura 4. Componentes de la Interfaz gráfica

La Figura 5 se señala el selector de las capas disponibles, el control de desplazamiento del mapa, el control de ampliación y reducción, también conocido como el nivel de zoom.



Figura 5. Controles de la Interfaz gráfica

Con la descripción de la interfaz, se puede pasar a la visualización de los resultados en concreto. En la Figura 6 se observa desplegado el selector de capas, el cual siempre tiene activo el mapa base, y como opciones cada una de las capas que pueden superponerse, con información específica por cada capa, se resalta que algunas capas, despliegan información (etiquetas, puntos o líneas) según el nivel de zoom actual, de tal manera que al ampliar aparecerán más detalles.



Figura 6. Mapa base y Capas temáticas.

Después de haber seleccionado varias capas, como ilustra la Figura 7, es posible observar información de capas inferiores, dada la funcionalidad del sistema para hacer transparente algunas capas, por ejemplo, al seleccionar la capa de Delegaciones, colonias y vialidades, la capa de colonias adquiere un alto nivel de transparencia y se superpone a la de las vialidades y predios, de tal forma que es posible seguir observando la información de fondo.



Figura 7. Superposición de capas.

Esta misma posibilidad de seleccionar capas está presente en la Figura 8, donde al mapa base se han superpuesto las capas de las líneas del metro y sus correspondientes estaciones.

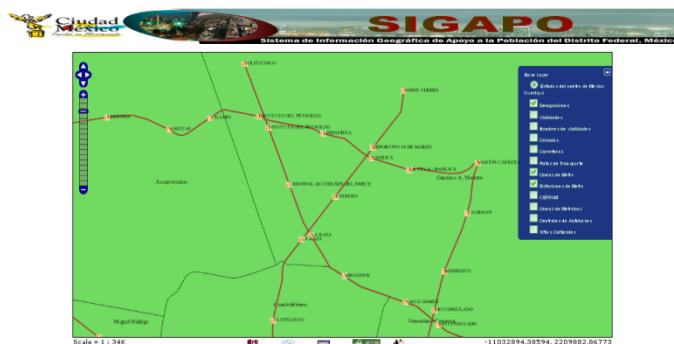


Figura 8. Capa temática de las líneas y estaciones del metro

En la Figura 9 se muestra cómo el sistema permite consultar información, en este caso el procedimiento a seguir es: seleccionar la capa temática de interés, luego manipular los controles de desplazamiento, reducción o ampliación para ubicarse en el lugar de interés y al hacer clic sobre un punto o ícono representativo de la capa, entonces se desplegará información detallada de ese sitio, para este caso, la información corresponde a las terminales de transporte, para las cuales se proporciona información de ubicación y dirección, nombre, estación del metro más cercana, principales destinos, líneas de autobuses que salen desde esa terminal, teléfonos y si corresponde página Web.



Figura 9. Ubicando Puntos de interés (Terminales de Transporte)

Otro ejemplo al consultar información es mostrado en la Figura 10, donde los círculos corresponden a sitios de interés cultural, entre los cuales hay monumentos, plazas entre otros.

De estos sitios también se despliegan datos específicos, tales como una imagen, su nombre, una estación del metro cercana, la dirección, el horario de servicio (si aplica al lugar), la zona de la ciudad, servicios que ofrece, persona

encargada (si aplica al lugar), contacto (teléfono y/o correo electrónico) y página Web (cuando aplica al lugar).



Figura 10. Ubicando Puntos de interés (Capa de Sitios Culturales)

Las Figuras 11 y 12 son ampliaciones de los detalles que se pueden obtener al consultar la información de cada uno de los sitios de interés cultural, de tal forma que incluso puede verse una imagen del lugar al que se hace referencia en el mapa, esta función puede consultarse en la sección 2.2 donde se describieron las fases de la arquitectura del sistema.



Figura 11. Despliegue de información relativa a punto de la Capa de Sitios Culturales



Figura 12. Despliegue de información relativa a punto de interés culturales (monumentos)

5. Conclusiones

El uso de sistemas y herramientas de software libre, es factible para el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica, incluso en tareas de amplia y variada información, tanto a nivel de desarrollos experimentales como profesionales.

Las bondades de los Sistemas de información Geográfica se hacen más notorias cuando éstos tienen una utilidad en la cotidianidad de las personas de una comunidad, con especial énfasis, si éstos hacen más simple, claro e intuitivo el acceso a la información.

La disponibilidad de información geográfica no es suficiente si esta es proporcionada al usuario (sobre todo a personas no especialistas en el área de Geoinformática) de una forma difícil de entender, ya que los seres humanos están familiarizados con información integrada, tales como imágenes, direcciones y no con un par de coordenadas tal y como lo procesan actualmente las máquinas.

Desarrollar sistemas de información en el dominio geográfico, que den apoyo a la población, se está convirtiendo en una tarea cada vez más común, sobre todo en aéreas de *protección* (sistemas de riesgo que ayuden a ubicar las entidades oficiales de emergencia, bomberos, defensa civil,...) *diversión* (sitios de interés cultural, deportivo,...) *trámites* (sitios de gestiones ante entidades gubernamentales) y *comercio* (lugares de compra y venta), entre otras, que cada vez reflejan más la necesidad de sistemas de información geográfica que den apoyo a los procesos de toma de decisiones de la población en general.

Acknowledges

This paper was supported by the Secretaría de Investigación y Postgrado of the Instituto Politécnico Nacional (SIP-IPN) under the research grants 20100587 and 20101756. L.I. Rosas-Soriano is a doctoral student at the Centro de Investigación en Computación of the Instituto Politécnico Nacional and a scholarship holder of the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología of México.

REFERENCES

- [1] CGDI, 2002. *Canadian Geospatial Data Infrastructure*. En <http://www.geoconnections.org/CGDI.cfm/fuseaction/>
- [2] INSPIRE, 2004. *Iniciativa INSPIRE - Infrastructure for Spatial Information in Europe*. Unión Europea. En <http://www.ec-gis.org/inspire/>
- [3] [http://www.gis.com/whatisgis/index.html](http://geoserver.org/display/GEOS>Welcome[4] DG XIII, 2002. “<i>Desarrollo de Iniciativas para la Sociedad de la Información (RISI)</i>”. European Directorate General for Telecommunications. Bruselas.[5] ESRI 2006, What is GIS?, <a href=).
- [6] NGCIA, 1995. *Advancing Geographic Information Science*. National Center for Geographic Information Analysis, 1995. En <http://www.ncgia.ucsb.edu/conf/InfoSoc/secC.html>
- [7] WTU, 2000. Panel-GI. *A guide to GI and GIS*. Wien Technical University, Viena.
- [8] UE, 2001. “*La Gobernanza Europea: un Libro Blanco*”. Libro Blanco de la Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas.
- [9] <http://www.openlayers.org/>

Agero, U., Monken, C., Ropert, C., Gazzinelli, R., and Mesquita, O. (2003). Cell surface fluctuations studied with defocusing microscopy. *Phys. Rev. E*, 67(5), 051904. doi:10.1103/PhysRevE.67.051904.

Distributed system of security and vehicular access (Trisquel)

Topic: Software Engineering

Jorge Cortes Galicia, Antonio Gustavo Juárez Gracia, Yazmín Elizabeth Patiño Gómez
Escuela Superior de Cómputo-I.P.N.
Av. Juan de Dios Bátiz s/n, tel: 57296000 ext. 52039, México D.F.
e-mail: jcortesg@ipn.mx, yazmin.patinog@gmail.com

Contact: Jorge Cortés Galicia (jcortesg@ipn.mx)
Venue: México City, march 17 – 18, 2011

Abstract

This paper describes the design and implementation of the distributed system called Trisquel which uses the Radio Frequency Identification (RFID). This system is oriented to provide a solution to accelerate the vehicular access process to National Polytechnic Institute (campus Zácatenco) using devices RFID installed in the cars of polytechnic community users and a distributed system as main controller. Inside the distributed system have been considered both main aspects related to the vehicular access: vehicular speed access and security. The distributed system was implemented using a study case which includes one part of the campus Zácatenco and over this study case was created a prototype that shows an improvement in the vehicular access time.

Resumen

El presente trabajo describe el diseño e implementación de TRISQUEL como un sistema distribuido con el uso de la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID) orientado a proporcionar una solución que agilice el proceso de acceso vehicular a las instalaciones del Instituto Politécnico Nacional (unidad Zácatenco) con dispositivos instalados en los automóviles de los usuarios de la comunidad politécnica que deseen ingresar a las mismas. Dentro de la solución se han considerado las dos vertientes principales relacionadas con la problemática: velocidad de acceso y seguridad vehicular. El sistema distribuido se desarrolló utilizando un caso de estudio, el cual incluye una parte de la unidad Zácatenco, y sobre este caso de estudio fue creado un prototipo que proporciona una mejora en los tiempos de acceso vehicular.

Key words: Vehicular access, RFID, distributed systems.

Palabras clave: Acceso vehicular, RFID, sistemas distribuidos.

1 Introduction

Actually, there are implementations of distributed systems from some workstations connected by a local area network, large collections of wide area network to Internet network. These systems are useful to satisfy requirements of high level reliability, security against external interference, information privacy, fast response times, access points that are distributed geographically, scalability and integration of systems used by different companies and users. Such systems range from small groups of users to complex systems providing computing capacity [1].

Through this type of systems and using Radio Frequency Identification (RFID) [2] technology is possible develop an integral distributed system with the advantages of both technologies. The system will resolve one problem which is focused on vehicular access points physically located in the main access streets to the campus Zacatenco of National Polytechnic Institute, where the access time is increased especially in critical hours of the morning and evening. It is observed that the actual methodology applied to allow or deny access to user cars is entirely manual.

In this context is designed and implemented the Distributed System of Security and Vehicular Access (Trisquel). The question during the development of Trisquel has been: Is it possible to accelerate the vehicular access process in areas of high traffic flow considering the factors of speed and security at the campus Zacatenco?

Whereas it is a real problem which consists of two aspects (speed and security), Trisquel has provided a technology solution that included both aspects, however, given the scope of work, the estimated implementation time and the feasibility of test implementation, the system was delimited to a study case which include one part of the campus Zacatenco. Study case is based on the facilities of “Escuela Superior de Cómputo (ESCOM)”, “Centro de Investigación en Computación (CIC)” and “Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CIDETEC)”. This paper presents in section 2 the methodology used in the system, section 3 presents some results obtained from the implementation and proofs of the system, section 4 presents conclusions, finally section 5 presents the references.

2 Methodology

Trisquel was development using a distributed system and RFID technology [3] considering work it under a client-server paradigm [4]. The distributed system consists of three clients whose roles will be as access or monitoring points. In the study case used are defined two access points and one monitoring point. The server role is assigned to one of the access points.

Access points described above are located in the vehicular access points of facilities housing the ESCOM, CIC, and CIDETEC. The monitoring point will be located near to CIDETEC facilities and it is considered that the server is into the ESCOM facilities for practical purposes (Figure 1).

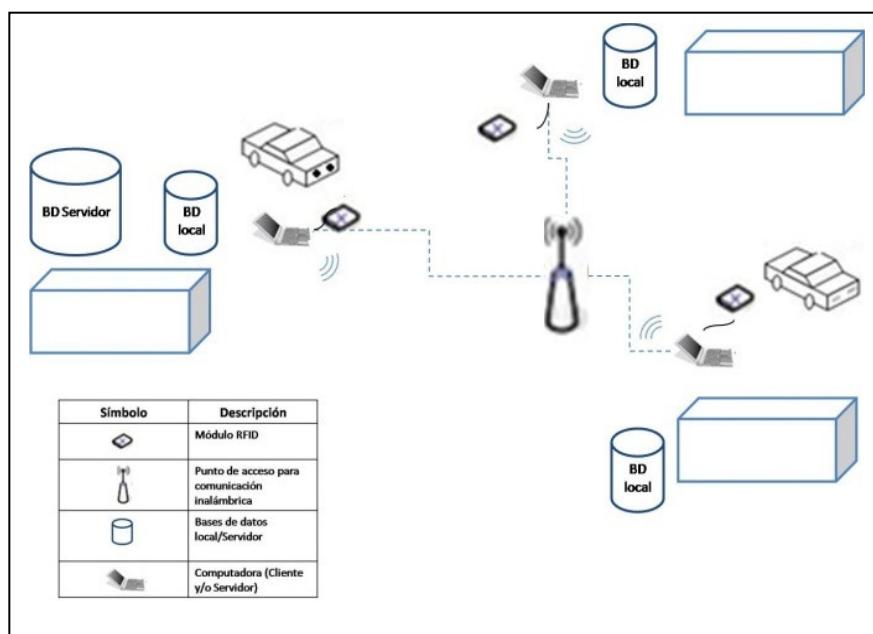


Figure 1. General distribution of Trisquel.

The components of Trisquel are:

1. Tag. The car has a tag attached, which has a unique identifier. The tag is powered by the module to send this information, then the data is decoded (i.e., it gets the unique identifier) and captured by the Client (since it is a passive tag).
2. Client. The Client has an RFID module to detect tags and it is located near to vehicular access point. We considered implement two clients, each one for two vehicular access points in facilities of ESCOM, CIC and CIDETEC. These clients allow or deny access to cars depending on if they are registered or not in the system. Once the Client detects a car and obtains ID tag, it queries its local database (Client database) to verify the register of the ID tag. If the identifier is found then allows access to car. Otherwise, i.e. if it is not found, the Client sends a request to the Server, and then it performs an information search

in its global database (Server database). The Client obtains server answer and depending on this answer, it allows or denies car access. In case of access allowed, Client database is updated with the information obtained from Server. Next same car access will not have to do a new remote search on the Server because register of the car will be in this Client database. This management is useful to prevent high traffic in network and to support load balancing and fail tolerance on Trisquel.

3. Client Monitor. The Client Monitor monitors cars flow through monitoring points. This client supports the security to keep registry of cars that continually go through these monitoring points. The Client Monitor identifies and storage the location of cars using RFID technology. Subsequently, storage data of these points can be used by the Server queering the path follow by a car and also its location at a given time.
4. Server. The server is also a node in the system. It is originally assigned to the same node Client (Client/Server) located near to ESCOM. The server accepts requests from Clients to search tag identifiers, in this case, it is a search request. The server receives information to perform this search: it queries its database (General database) to verify if the car is registered in any school. In any situation, the answer is sent to Clients and they perform an action depending on the case (allow or deny access). It keeps track of incoming and out coming of the cars, and also monitoring points. Server storages vehicular access registered by Clients in the General database. Another Server is used to support fail tolerance by replicating the General database (mirror database).
5. Server database (General database). This database has all information stored to registered cars from ESCOM, CIC and/or CIDETEC. Has the same fields considered in the Client database. Information contained in General database can be consulted when a Client requires this through a search request to Server. Another Server has a replication or mirror of this database.
6. Client database. These databases are built dynamically, i.e. first time that car incomes in Client node, information send by Server is storage in this database. If the tag to identify is registered on the Server then:

Initially, the Client databases are empty so first time that were accessed by a Client the query is performed by a petition to Server and its General database, which has all user records. Thus, the Server sends to the Client the complete user record then the Client can

storage this record in its database so this record will be available for next same car query.

The speed query of tags verification is incremented with this approach.

However, also we have developed elimination record criteria for Client databases in order to maintain only records most often detected by the Clients (as a Cache memory). This criteria supports have Client databases with optimal data storage.

Figure 2 shows Trisquel operation through a block diagram.

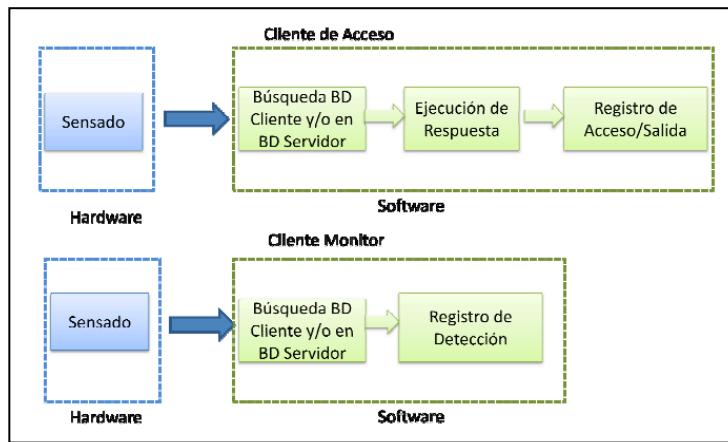


Figure 2. Block diagram of Trisquel.

The diagram shows blocks that represent stages of Trisquel system. It defines two main processes kind: one is performed by a Client Monitor and other by a Client Access.

Client Access.

Sensing: Each Client has an RFID Module (Integrated RFID reader and antenna) which senses tags that are within range of detection (3 inches for this case).

Search: A tag detected by a Client (RFID module) is read and obtained its identification which is queried on the Client database to check existence of the registry, depending on query result another search is perform but now in the Server database, i.e. if the identifier is not found in the Client database then it sends this identifier to the Server invoking a consult method in it.

Execution Answer: A final answer is executed to allow or deny access.

Access or exit register. If is allowed car access or exit then it is registered, i.e. the date and the access or exit time are stored in the database.

Client Monitor.

It performs the same activities that a Client Access, however the execution answer stage is not performed because this client only perform monitoring and detection activities.

3 Result

In this section we show the practical operation of Trisquel. After the analysis presented en section 2, it was recognized complex nature of the problem, i.e. the problem required an integral solution that covers both aspects of access speed and security in the study case. On this hand, Trisquel implementation adopted two useful technological designs. These designs were a distributed system in software level and RFID in hardware level.

Step Operation.

The steps taken in Trisquel when is detected a tag, query the identifier in the same Client, and this is found in Client database are:

Step 1) Read tag. A tag is near to the antenna (integrated RFID Reader) and is read by the RFID reader, as shown below (Figure 3).



Figure 3. Step read tag.

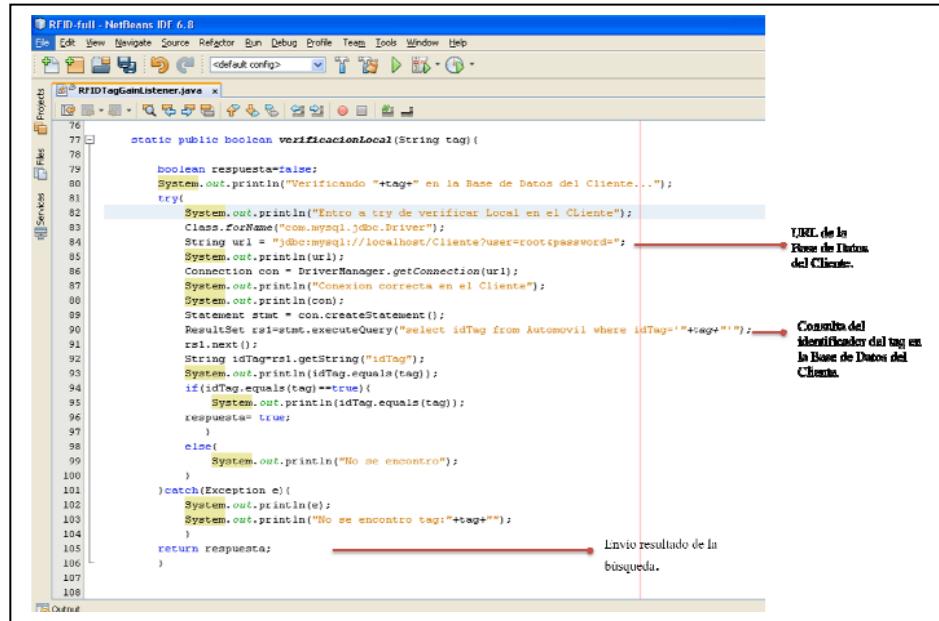
In the Client database are registered follow tags (Figure 4):

idTag	matricula	marca	modelo	year	idUsuario
01068dc1a9	123ABC	mini	cooper pepper	2010-01-01	1
01068dd3c3	456DEF	nissan	altima	2010-01-01	2

Figure 4. Tags registered on Client database.

Step 2) Verify the existence of tag. The client performs a search for this tag in its database. The procedure is using the verificacionLocal() method, establishing a connection to its data base and searching the tag information (Figure 5).

In the snapshots can see the internal process execute to search on the database and storage the log detection (Figure 6 and Figure 7).



```

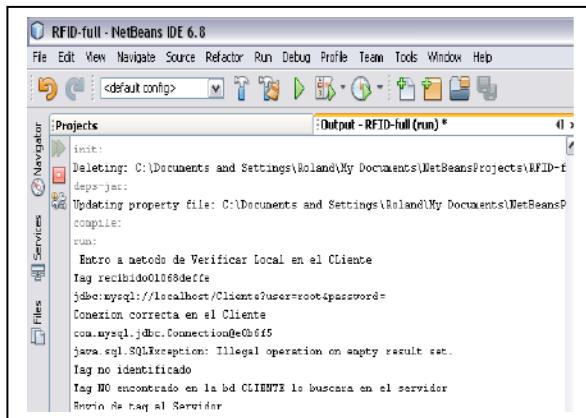
    static public boolean verificacionLocal(String tag) {
        boolean respuesta=false;
        System.out.println("Verificando "+tag+" en la Base de Datos del Cliente...");
        try{
            System.out.println("Entro a try de verificar Local en el Cliente");
            Class.forName("com.mysql.jdbc.driver");
            String url = "jdbc:mysql://localhost/Cliente?user=root&password=";
            System.out.println(url);
            Connection con = DriverManager.getConnection(url);
            System.out.println("Conexion correcta en el Cliente");
            System.out.println(con);
            Statement stat = con.createStatement();
            ResultSet rs1=stat.executeQuery("select idTag from Automovil where idTag='"+tag+"'");
            rs1.next();
            String idTagrs1=rs1.getString("idTag");
            System.out.println(idTagrs1.equals(tag));
            if(idTag.equals(tag)==true){
                System.out.println(idTag.equals(tag));
                respuesta= true;
            }
            else{
                System.out.println("No se encontro");
            }
        }catch(Exception e){
            System.out.println(e);
            System.out.println("No se encontro tag:"+tag);
        }
        return respuesta;
    }

```

Annotations on the right side of the code:

- Línea de la Base de Datos del Cliente.
- Consulta del identificador del tag en la Base de Datos del Cliente.
- Envío resultado de la búsqueda.

Figure 5. verificacionLocal() method.



```

init:
Deleting: C:\Documents and Settings\Roland\My Documents\NetBeansProjects\RFID-f\deps-jar
Updating property file: C:\Documents and Settings\Roland\My Documents\NetBeansProjects\RFID-f\compile:
run:
Entro a metodo de Verificar Local en el Cliente
Tag recibido01058d0f
jdbc:mysql://localhost/Cliente?user=root&password=
Conexion correcta en el Cliente
com.mysql.jdbc.Connection@0b6f6
java.sql.SQLException: Illegal operation on empty result set.
Tag no identificado
Tag NO encontrado en la bd CLIENTE lo buscara en el servidor
Envio de tag al Servidor

```

Figure 6. Result of search.



Figure 7. Authorization message.

The main result of all this is the fact that Trisquel can reduce in 50% the vehicular access time in no critical hours and 40% in critical hours on the study case worked.

4 Conclusion

Trisquel development involved the design of a distributed system using FID technology. This design accelerated the process of vehicular access to the geographic area of the study case. This study case included the geographic space integrated for the facilities of ESCOM, CIC and CIDETEC. In the same way, Trisquel implemented devices installed in user cars that use RFID

technology (RFID tags). The result of all this were presented with a prototype which has been in the context with the results expected.

The characteristics of a distributed system were an important factor in the design: geographical location distance between computers, sharing resources, transparency, among others. Considering characteristics of the problem, the distributed system designed in Trisquel was the better choice and after implementation of this, its potential was real test. Trisquel are providing flexibility, fail tolerance, security and fast vehicular access with its design. In this context, it was possible to take decisions to improve response times, such as Client databases which are dynamically build, and a General database in the Server which uses a search query criteria to optimize these times (i.e. first local search, and only if is necessary, a search remotely.)

5 References

- [1] G. Coulouris, J. Dollimore, and T. Lindbergh, *Sistemas Distribuidos: Conceptos y Diseño*, Ed. Pearson Educación, España, 2001.
- [2] L. Godínez González, *RFID: Oportunidades y Riesgos, su Aplicación Práctica*, Ed. Alfaomega Grupo Editor, México, 2008.
- [3] M. Zhang, Y. Jiao, F. Zhang, and W. Wang. *Design of Antennas for RFID Application Development and Implementation of RFID Technology*, I-Tech Education and Publish KG, Austria, 2005.
- [4] M.L. Liu, *Cómputo Distribuido: Fundamentos y Aplicaciones*, Ed. Pearson Addison-Wesley, España, 2004.

ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE UN NODO B

Sonia Jazmín Ponce Rojas¹, Sergio Vidal Beltrán², José Iván Zamudio Castro³
Mariana Alejandra Eslava Gutierrez⁴

Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, ESIME Zac.-IPN, México D.F., México
Teléfono (55) 5729-6000 ext. 54630 Y 54799 E-mail: ponce_jaz7@hotmail.com

Resumen. - *El presente trabajo presenta un análisis experimental del desempeño de un nodo B bajo la tecnología WCDMA; tomando en cuenta el canal piloto, multirayecto, el nivel de potencia de la relación de energía de chip a interferencia Ec/Io, la potencia de la señal de código.*

INTRODUCCIÓN

WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) es una tecnología de tercera generación (3G) que incrementa las tasas de transmisión de datos mediante la interfaz de aire a través del Acceso Multiple por División de Código, en vez del Acceso Multiple por División de Tiempo de los sistemas GSM. En un sistema de comunicación de acceso múltiple varios usuarios desean acceder al canal al mismo tiempo. WCDMA es una tecnología de secuencia directa de espectro ensanchado (*Spread Spectrum*), esta tecnología expande las señales sobre un ancho de banda de 5 MHz ocultándolas en el ruido presente en el canal, y tiene la capacidad de portar simultáneamente voz y datos. WCDMA Brinda altas tasas de transferencia, soporte eficiente del tráfico asimétrico, transmisión mediante commutación de paquetes a través de la interfaz de radio y una alta eficiencia en la utilización del espectro.

La Estación Base (BS) conocida también como nodo B; es parte de la Red de Acceso de Radio Terrestre de UMTS (UTRAN). El Nodo B tiene como tareas fundamentales realizar la transmisión y recepción de la señal de radio, filtrado de la señal, amplificación, modulación y demodulación de la señal y ser una interfaz hacia el Controlador de Radio de la Red (RNC) [1].

El Canal Piloto Común (CPICH) transmite una portadora usada para estimar los parámetros del canal. Es la referencia física para otros canales. Es empleado para el control de potencia, transmisión y detección coherente, la estimación de canal, medición de celdas adyacentes y obtención del código de mezclado (Scrambling Code SC) [2].

A pesar de recibir un nivel de potencia alto, la comunicación puede ser pobre a causa del efecto de interferencia. En estas situaciones, UMTS es más tolerante que GSM y la interferencia, en lugar de producir una desconexión en la comunicación, conduce a una reducción de la tasa de transmisión. Esto, sin embargo, produce una carga adicional en el canal de radio.

La potencia se divide en diferentes caminos (*paths*) los cuales, dependiendo de la calidad del receptor *Rake* incluido en el

teléfono móvil, proporcionan un mayor o menor número de componentes de señal. En el caso de obtener diferentes retardos de señal (*delays*), la ortogonalidad de los códigos transmitidos por una estación base se desvanece. Esto causa en todas las señales enviadas por la estación, y en particular en las señales de otros abonados, una interferencia muy fuerte en móviles que soportan recepción multirayecto. [3]

El RSCP es el valor de la energía después del proceso de correlación/separación, usualmente en dBm y debe ser medido para cada código específicamente, denota la potencia medida por un receptor en un canal físico de comunicaciones en particular. Se utiliza como indicador de la intensidad de la señal, como un criterio de entrega en el control de enlace descendente de energía y para el cálculo de perdidas por trayectoria. Esta potencia de código es de interés para las siguientes etapas del receptor solamente para juzgar la calidad de la recepción. Y únicamente puede ser medido una vez que el receptor encontró el piloto dominante.

Configuración de la Medición

Para realizar las mediciones se utilizó un analizador de espectro con rango de frecuencia de 9 kHz a 7.1 Ghz que cuenta con aplicaciones de software para llevar acabo el análisis de la señal WCDMA. El analizador de espectro tiene una especificación de Nivel de Ruido Desplegado Promedio DANL <-163 dBm, en un ancho de banda de resolución de 1 Hz a 1 GHz. El analizador, a través de las aplicaciones de software enfocadas al análisis de la tecnología WCDMA/HSDPA.

Se realizaron mediciones "A través de aire" en el área seleccionada interés, la cual, se muestra delimitada por un cuadro en color rojo en la figura 1. La portadora de frecuencia con un valor de $f_c = 887.5$ MHz empleada para este análisis, pertenece a la Banda V de canales adicionales de WCDMA del Enlace de Bajada. Para realizar las mediciones, se utilizó una antena omni-direccional que opera en la banda de frecuencia de 870 a 960 MHz, conectada en el puerto de entrada de RF del instrumento. En la figura 2 pueden observarse las ubicaciones que tienen las cinco Estaciones Base - Nodos B- más cercanos al área de estudio. El área definida está conformada por distintas construcciones representativas por su altura, como son, los 9 edificios con estructura alargada de 3 pisos -aproximadamente de 13.0 metros de altura- ubicados de oriente-poniente, un edificio adyacente, perpendicular a éstos 9, con una orientación norte-sur -con la misma altura-, el auditorio con una altura aproximada de 13 metros, la biblioteca, el planetario, y la zona deportiva en la que también se encuentra un estadio con una altura de 6 metros.



Figura 1 Área de análisis

Todas las mediciones se realizaron con el equipo de medición colocado a una altura de 1 metro y 10 cm sobre el nivel del piso y desplazándose con él a pie por los exteriores de las construcciones del área determinada. De esta forma se considera la altura promedio en que los usuarios hacen uso de sus Terminales Móviles o modems inalámbricos de tecnología WCDMA en los corredores, pasillos, áreas verdes y de estacionamiento, así como también en el área de estacionamientos.

Al tiempo que se obtenían las mediciones, fue necesario contar con la información geo-referenciada en el punto en donde se realizaban las mediciones. Para agregar esta información de posición en cada una de ellas, se activó la funcionalidad de GPS que se encuentra ubicada en el menú de "Sistema" del analizador de espectro y se conectó la antena de GPS en el conector disponible para este propósito, localizado en el panel superior de conectores del analizador indicado en []. Esta funcionalidad requiere que la antena GPS se encuentre en exteriores y esperar unos cuantos minutos para que consiga rastrear al menos 4 satélites y así poder contar con la información de posición Latitud, Longitud, Altitud y Tiempo.



Figura 2 Ubicación de estaciones bases que cubren la Unidad Profesional Adolfo López Mateos

Para analizar el funcionamiento y desempeño del Nodo B, se eligieron los siguientes parámetros

- ✓ Distribución de potencia del CPICH
- ✓ Multitrayectorias
- ✓ RSCP
- ✓ Ec/Io

En las secciones siguientes se citan los resultados de las mediciones de estos parámetros.

Mediciones de CPICH

Cuando un receptor UMTS se sincroniza con una estación base, busca el canal piloto que es específico de esa estación y que está modulado en QPSK con una tasa de chip de 3.84 Mcps. Su contenido se repite cada 10 ms. Con excepción de la correlación cruzada, el filtro en el receptor suprime el resto de señales aproximadamente 10 dB más que un filtro estándar y, de este modo, permite la sincronización con un rango mejorado en 10 dB.

Se encontraron 5 estaciones base radiando con una potencia considerable el área de estudio (Figura 2). De las 1519 mediciones realizadas 669 pertenecen a los pilotos dominantes, de las cuales 509 son del Scrambling Code 226. Es decir, la estación base con los sectores pertenecientes a los SC 224, 225 y 226 es la estación principal, la cual será llamada estación base Lindavista. De acuerdo a la Tabla 1 se puede apreciar que el SC 246 es el que produce la mayor interferencia, ya que es el segundo SC con mayor número de incidencias.

Tabla 1 Incidencia de piloto dominante

SC	181	217	224	226	245	246	249	252
Piloto Dom.	15	12	3	509	3	117	1	9

Mediciones de Multitrayectoria

Posteriormente se realizaron 280 mediciones de RSCP, se encontraron 1382 trayectorias, por las cuales la señal se propaga. El SC 226 tiene el mayor número de multitrayectorias, como se muestra en la **Tabla 2** ya que es el SC con mayor aparición de potencias de CPICH.

Tabla 2 Número de multitrayectorias por SC

SC	165	181	192	226	246
RSCP	6	18	6	877	482

La relación señal a interferencia en UMTS es un valor fijo y establece las constantes físicas del proceso de correlación. Dentro de las regiones de cobertura, la interferencia es en parte dominada por el nivel recibido de la estación cercana. Por lo tanto, el RSCP mínimo puede ser mucho mayor a la sensibilidad del receptor en esas áreas.

Mediciones de RSCP

Una estación de usuario normalmente recibe señales de múltiples estaciones base, con un alto RSCP, el inicio de sesión no es posible, debido a los altos niveles de interferencia de las estaciones base cercanas. Este efecto es llamado "Contaminación de pilotos" por lo cual los planificadores de redes tratan de evitar cerrar el espaciamiento entre estaciones base para minimizar las regiones donde esto puede ocurrir.

En la **Figura 3** se muestra la distribución de potencia de los niveles de RSCP medidos para el piloto dominante en la zona de cobertura. Naturalmente los niveles de potencia son mayores en el área más cercana a la Estación Base. Sin embargo en la parte superior izquierda de la Figura 3 se aprecia el incremento de potencia debido a las múltiples trayectorias de propagación de la señal, ya que al ser los obstáculos más irregulares en dicha zona los fenómenos de reflexión y difracción se presentan de manera menos uniforme.

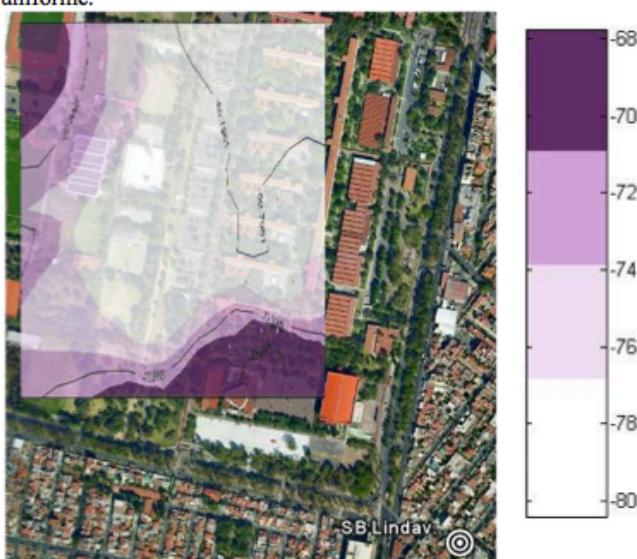


Figura 3 Distribución de potencia del RSCP para el SC 226 en dB

Mediciones de distribución de potencia CPICH

La **Figura 4** muestra los niveles de potencia radiada por cada uno de los sectores de la Estación Base Lindavista. En esta se realiza una apreciación de las zonas de cobertura de cada sector. Es claro que el SC 226 es el que da servicio a la Unidad profesional Adolfo López Mateos. Confirmando que la interferencia generada por los otros dos sectores de la misma Estación base es mínima. Aunque la distribución de potencia es muy irregular, se logra cubrir con niveles de potencia aceptables aproximadamente 1 Km a la redonda de la Estación Base.



Figura 4 Distribución de potencia CPICH BS Lindavista en dBm

La **Figura 5** muestra la distribución de potencia en particular para el SC 226, que es el piloto dominante en la mayor parte de la zona de interés. Tomando en cuenta que la sensibilidad de la mayoría de los equipos móviles disponibles en el mercado es de -80dBm. Los niveles encontrados en las mediciones son aceptables, pues en las fronteras de la zona de cobertura mostrada en la **Figura 5** apenas se alcanzan estos niveles.



Figura 5 Distribución de potencia de CPICH para el SC 226 en dBm

Mediciones de Interferencia

La interferencia es típicamente cuantificada por la energía por chip de la potencia total recibida (Ec/Io) del CPICH, en otras palabras, que tan clara es la señal recibida.

Eb/Io es la relación de energía por bit a interferencia después del desensanchamiento. Este valor es el que tiene efecto directamente sobre la tasa de bit erróneo.

Ec/Io es definida únicamente por el canal piloto, se mide antes del desensanchamiento, todos los canales contribuyen con la potencia total de Io. Eb/Io es la energía por bit a densidad espectral de ruido, es la relación señal a (ruido + interferencia) después del desensanchamiento, de algunos canales excepto el piloto. Después del desensanchamiento dichos canales no contribuirán a la interferencia. La energía de diferentes multirayos no será sincronizada y entonces presentará una fuente de interferencia contribuyendo a No.

Existe una relación uno a uno entre Ec/Io del piloto y Eb/No del canal de tráfico. En un punto en particular, el valor de Ec/Io es casi constante, pero el valor de Eb/No cambia constantemente debido al enlace adelantado del control de potencia.

El valor de Ec/Io debe ser de -9dB o mayor en más del 95% del área de cobertura, como se muestra en la **Figura 6**, para que un UE quede asociado a un Nodo B y establezca en una llamada de voz.

De acuerdo a la **Tabla 3**, el SC 226 es el que en todo momento tiene mayores probabilidades de que el terminal conecte y los Nodos B vecinos lo único que hacen es generar ruido e interferencia en el sistema. Como puede verse el SC 225 no presenta ningún valor arriba de -9 dB lo que significa que una llamada de voz no podría establecerse aunque está presente en el área con valores menores a -9 dB, lo que es entendible ya que pertenece un sector contiguo a 226 de Lindavista. El siguiente SC con mayor probabilidad de conexión es el 246 en el extremo Norte del área.

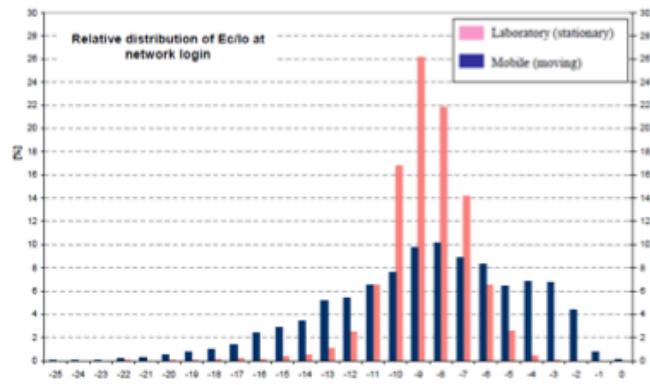


Figura 6 Pruebas de valores ideales de parámetros de calidad. [3]

Tabla 3 Análisis de valores útiles de Ec/Io

Valores de Ec/Io	SC 226	SC 217	SC 181	SC 246	SC 249	SC 252	SC 245
Menores a -9 dB	188	179	76	130	95	117	121
Mayores o iguales -9 dB	404	17	11	100	2	3	0

En la **Figura 7** se muestra la distribución de potencia de los niveles de Ec/Io. Cabe resaltar que aunque la **Figura 5** establece una zona de cobertura de mayores dimensiones para el SC 226, el área mostrada en la **Figura 7**, es en realidad, la zona donde podrá iniciar la sesión fácilmente, ya que es ahí donde se cumple con la condición de que Ec/Io > -9dB para que la interferencia no demerite la calidad del enlace.

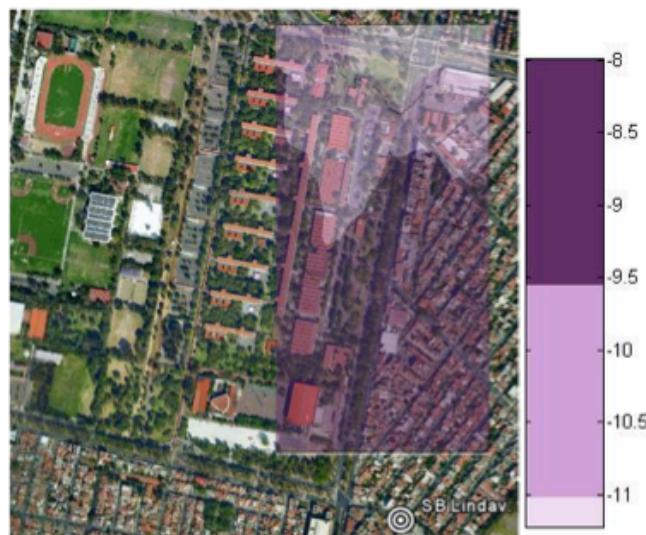


Figura 7 Distribución de potencia de Ec/Io en dB

La relación entre RSCP y Ec/Io es sumamente importante para la calidad de la carga del sistema. La degradación de la Ec/Io es un indicador del incremento de la interferencia de otra célula, como se ilustra en la **Figura 8**.

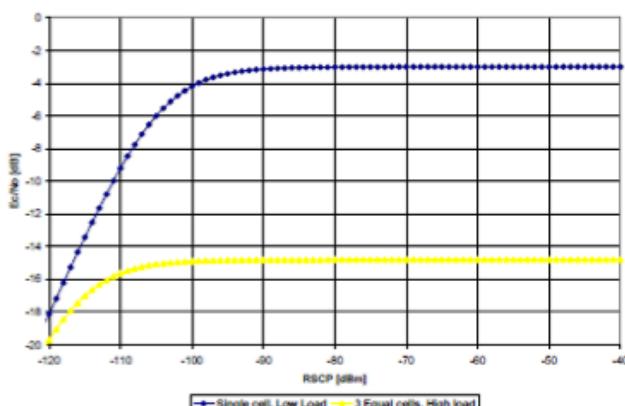


Figura 8 Relación entre los valores de RSCP y Ec/Io [4]

En pruebas de laboratorio se ha encontrado que:

Ec/Io > 9 dB (Figura 8)

RSCP > -114 dBm (Figura 9)

RSSI > -106 dBm (Figura 9)

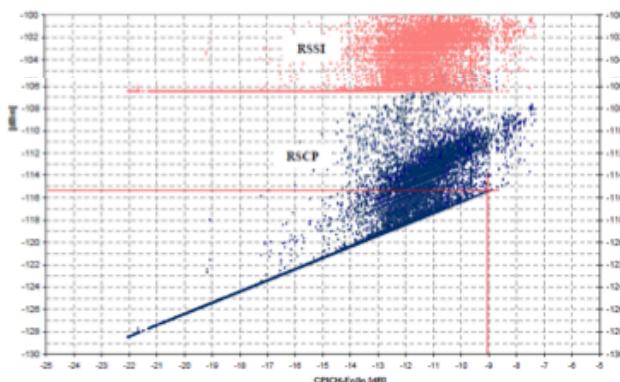


Figura 9 Análisis de valores para optimización de la red. [3]

Esto es el compromiso entre cobertura y capacidad en los sistemas WCDMA, como es demostrado en la **Figura 10**. Siendo justamente tal compromiso el que hace de esta una red inteligente, capaz de modificar su área de cobertura, en función del número de usuarios presentes. La predicción del área de cobertura siempre se basa en ciertos valores de RSCP o Ec/Io

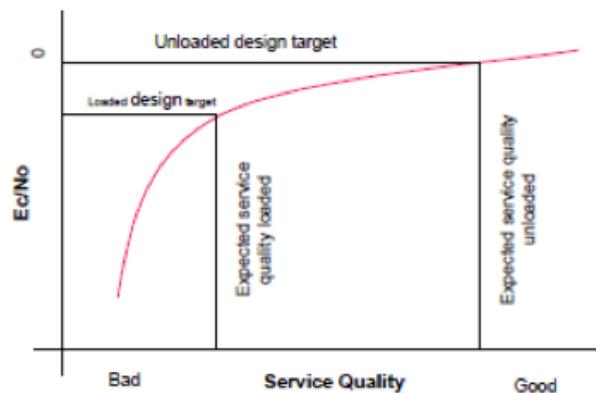


Figura 10 Dependencia de la QoS de Ec/Io [4]

CONCLUSIONES

El crecimiento de las redes celulares en México como en todo el mundo ha sido estrepitoso, de forma tal, que en la búsqueda de un mayor número de beneficios para los usuarios el esquema celular se ha saturado, provocando problemas tales como la interferencia entre estaciones base a pesar del uso de una frecuencia única en todo el sistema. La degradación de la Ec/Io es un indicador del incremento de la interferencia de otra célula. Esto es el compromiso entre cobertura y capacidad en los sistemas WCDMA. Y es justamente esta dependencia lo que hace de WCDMA una red inteligente, pues tiene la capacidad de modificar su cobertura en función de los usuarios y la potencia radiada por otras estaciones base.

Al ser una técnica de espectro ensanchado WCDMA tiene diferentes parámetros para medir la señal recibida, antes y después del proceso de desensanchado y correlación de la señal en cada uno de los *Fingers* del receptor *Rake*.

A pesar de recibir un nivel de potencia alto, la comunicación puede ser pobre a causa del efecto de interferencia que conduce a una reducción de la tasa de transmisión, produciendo una carga adicional en el canal de radio.

El nivel de potencia del CPICH determinará la estación base que dará servicio a la estación de usuario, sin embargo esto no garantiza que la interferencia provocada por el resto de las estaciones base cercanas estará dentro del rango aceptable para establecer la sesión.

Aunque la potencia de CPICH para un SC específico sea la necesaria para ser detectada por una unidad móvil el área efectiva de cobertura se reduce considerablemente cuando se toma en cuenta el valor de Ec/Io.

Si se abusa del recurso de sectorización de las antenas, la interferencia generada será de tal magnitud que los beneficios serán imperceptibles.

Después de las mediciones realizadas cabe resaltar que en aquellas zonas donde el valor de RSCP es cercano a los -114 dBm la potencia del CPICH es también mayor por lo que en consecuencia

al valor del la relación Ec/Io también crece. Es decir, el efecto de la interferencia cerca de la estación base Lindavista no afecta perceptiblemente ni la calidad de la señal recibida, ni el tráfico transportado en dicha señal.

Conforme se aumenta la distancia de la Estación Base Lindavista, se ve un incremento en el efecto de la interferencia, mayormente causada por el sector identificado con el SC 246. Es por ello que en la Figura 7 la distribución de potencia mostrada no cubre la misma superficie que la Figura 6, la cual muestra niveles aceptables de RSCP y CPICH.

REFERENCIAS

- [1] Tachikawa, Keji, WCDMA Mobile Communications System, John Wiley & Sons, 2002.
- [2] Laiho Jaana and Wacker Achim, Novosad Tomás, Radio Network Planning and Optimization for UMTS, Segunda Edición, Editorial John Wiley and Sons, 2006.
- [3] UMTS Coverage Measurements
Electronic Communications Committee (ECC) within the European Conference of Postal And Telecommunications Administrations (CEPT)
Ecc Report 103, Mayo 2007
- [4] WCDMA Network Planning And Optimization
80-W0853-1, Revision B
QUALCOMM, Mayo 2006

Propagation Analysis in Rectangular Tunnels

J. Nancy Mondragón-Medina, Carlos E. García-García, J. Pedro Abarca-Reyna, J. Ernesto Rojas-Lima

Academia de Comunicaciones, Departamento de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica (I.C.E.)

*Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) Zacatenco - Instituto Politécnico Nacional
Unidad Profesional "Adolfo López Mateos", Av. IPN S/N, Col. Lindavista, C.P.0773, México D.F., México
nmondragon@ipn.mx, cegarcia@ipn.mx, jabarca@ipn.mx, errojas@ipn.mx*

Abstract— Over the last decade, the increasing demand of wireless communications services required at any place, anytime for daily personal activities, has motivated a rapid development of emerging technologies for both fixed and mobile wireless systems. In this context, understanding the radio channel behaviour for different environments such as urban, suburban, rural, closed areas including indoor, tunnels and underground passages is crucial to analyse and design any wireless communications system. This work provides a detailed description of a propagation model reported previously in the literature for a straight rectangular tunnel. The model takes into account the dimensions of the tunnel, the dielectric and conductivity constants of the walls, the signal frequency, the antenna polarization as well as the random fluctuations due to slow fading in order to determine the parameters that more impact the propagation losses. As a particular case, the propagation model is applied to the subway tunnels in Mexico City to predict the propagation losses in such environment.

Keywords – *Tunnel propagation; path loss; slow fading; break point.*

Resumen- En la última década, la creciente demanda de servicios de comunicaciones inalámbricas se han convertido indispensables en cualquier lugar, en cualquier momento para las actividades diarias de las personas, esto ha motivado un rápido desarrollo de las nuevas tecnologías para los sistemas inalámbricos fijos y móviles. En este contexto, es importante la comprensión del comportamiento del canal de radio para diferentes entornos tales como: urbanas, suburbanas, rurales, aéreas cerradas entre ellas, túneles y subterráneos, lo cual es fundamental para analizar y diseñar cualquier sistema de comunicaciones inalámbricas. Este trabajo proporciona una descripción detallada de un modelo de propagación un túnel rectangular recto reportado previamente en la literatura. El modelo considera las dimensiones del túnel, la constante dieléctrica y la conductividad de las paredes, la frecuencia de la señal, la polarización de la antena, así como las fluctuaciones aleatorias debido a los desvanecimientos lentos con el fin de determinar los parámetros que más impactan a las pérdidas de propagación. Como caso particular, el modelo de propagación se aplicó a los túneles del metro de la Ciudad de México para predecir las pérdidas de propagación.

Palabras clave - *Propagación en túneles; pérdidas por trayectoria; desvanecimientos lentos; punto de ruptura.*

I. INTRODUCTION

Radio propagation pertaining to wireless communications has been an active area of research during several years. One of the reasons is that the radio channel places limitations on the performance of wireless communication systems. The transmission path between transmitter and receiver can vary from line-of-sight (LOS) condition to one that is highly obstructed by objects in the propagation path. Due to this fact, the transmission medium (i.e. the radio channel) is very lossy and dispersive, undergoes deep fades, and the location of one of the terminals is unknown. Unlike wired channels that are predictable and stationary, radio channels are random in nature and do not offer easy analysis [1]-[4].

Due to the importance of understanding the behaviour of the radio channel as an essential issue to analyse and design any wireless system in different operation environments; several propagation studies at various frequencies bands have been performed to determine propagation characteristics for urban, suburban and closed environments such as tunnels and underground passages, so that much effort have been devoted to refining propagation models for such environments.

In general, the propagation models are a mixture of empiricism and the application of propagation theory. The empirical approach relies on fitting curves or analytical expressions to sets of measured data and has the advantage of taking all environment factors into account. Theoretical equations such as those used for the free-space or plane earth propagation loss often requires additional empirical or semi-empirical factors to predict propagation losses [1].

At the same time, the high demand of wireless communication services, requires the deployment of these wireless technologies in practically all places including tunnels and confined environments, in order to be available all the time, so that the vision of “anytime, anywhere” communications (i.e. ubiquitous communications) is becoming a reality [5], [6].

Tunnels exist in cities and mountainous areas (i.e. railroad tunnels, highway tunnels, subway tunnels, underground streets, corridors in buildings, underground mines) so a wireless communication system in such places is a convenience for daily activities to provide personal communication services. In emergencies or disasters it may become vital for survival.

The structure of the paper is as follows: First part provides a detailed description of the tunnel propagation model. The second part describes the general assumptions of evaluation model. In the third part the results obtained from numerical evaluations are provided and analyzed. Finally, concluding remarks of the work are given.

II. TUNNEL PROPAGATION MODEL

This section reviews the radio wave propagation characteristics in a straight tunnel. The cross section of the tunnel is rectangular shaped of width w meters and height h meters surrounded by a lossy nonmagnetic homogeneous medium with relative permittivity ϵ_r and conductivity σ_r . The origin of the tunnel-coordinate system is at the middle of the tunnel cross section as shown in Fig. 1.

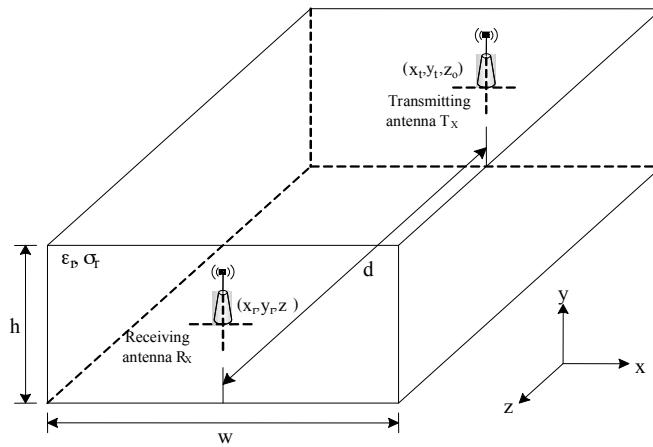


Fig. 1. Coordinates system and geometry of a straight rectangular tunnel.

Inside the tunnel a transmitting antenna T_x is located at point (x_t, y_t, z_0) to radiate a radio signal and a receiving antenna R_x is placed at point (x_r, y_r, z) to receive the radio signal [7]-[9].

The propagation model to predict the total attenuation considers the propagation path loss and slow fading component.

A. Propagation path losses

Due the tunnel considered for the analysis is straight; radio signal propagation into the tunnel can be assumed in LOS condition, so that it exhibits near and far regions with different propagation characteristics. These two regions are separated by a break point (R_b). Before R_b is the near propagation region, which has the first Fresnel zone clearance. In this region of the tunnel, the propagation takes place as if it were the free space, so the propagation path loss in dB can be predicted as [8]:

$$L_f(d) = 10 \log_{10} \left[\frac{\lambda^2}{(4\pi)^2} \left| \frac{G_t G_r}{d} \right|^2 \right] \quad (1)$$

Where d is the separation between transmitter and receiver in meters, G_t y G_r are the gains of the transmitting and receiving antennas respectively, λ is the wavelength in meters.

After R_b is the far propagation region, where the constructive interference dominates, so that the propagation takes place in this region of the tunnel as if it were an imperfect oversized waveguide, so the propagation path loss in dB for this region of a rectangular tunnel can be predicted as [8]:

$$L_{wg}(d) = 5\lambda d \left(\frac{1}{w^2} \log_{10} \frac{1}{|R_1|^2} + \frac{1}{h^2} \log_{10} \frac{1}{|R_2|^2} \right) + CL_t + CL_f \quad (2)$$

where w and h are the width and the height of tunnel in meters respectively as indicated in Fig. 1, R_1 and R_2 are the reflection coefficients of the tunnel vertical and horizontal walls at the grazing angles $\Phi_1 = \lambda/2w$ and $\Phi_2 = \lambda/2h$ respectively as shown in Fig. 2. For horizontal polarization the reflection coefficients are given by [10]:

$$|R_{1(h)}|^2 = \left| \frac{K_1 \sin \phi_1 + (\sin^2 \phi_1 + K_1 - 1)^{1/2}}{K_1 \sin \phi_1 - (\sin^2 \phi_1 + K_1 - 1)^{1/2}} \right|^2 \quad (3)$$

$$|R_{2(h)}|^2 = \left| \frac{\sin \phi_2 - (\sin^2 \phi_2 + K_2 - 1)^{1/2}}{\sin \phi_2 + (\sin^2 \phi_2 + K_2 - 1)^{1/2}} \right|^2 \quad (4)$$

Similarly, for vertical polarization the reflection coefficients are given by

$$|R_{1(v)}|^2 = \left| \frac{\sin \phi_1 - (\sin^2 \phi_1 + K_1 - 1)^{1/2}}{\sin \phi_1 + (\sin^2 \phi_1 + K_1 - 1)^{1/2}} \right|^2 \quad (5)$$

$$|R_{2(v)}|^2 = \left| \frac{K_2 \sin \phi_2 + (\sin^2 \phi_2 + K_2 - 1)^{1/2}}{K_2 \sin \phi_2 - (\sin^2 \phi_2 + K_2 - 1)^{1/2}} \right|^2 \quad (6)$$

In equations (3) to (6), K_1 and K_2 are the propagation constants given by

$$K_1 = \epsilon_{r1} - j \frac{\sigma_1}{2\pi f \epsilon_0} \quad (7)$$

$$K_2 = \epsilon_{r2} - j \frac{\sigma_2}{2\pi f \epsilon_0} \quad (8)$$

where σ_1 and σ_2 are the conductivities of the vertical and horizontal walls of the tunnel respectively, ϵ_{r1} and ϵ_{r2} are the relative permittivity which depends of the material of the tunnel walls, ϵ_0 is the free space permittivity and f is the frequency.

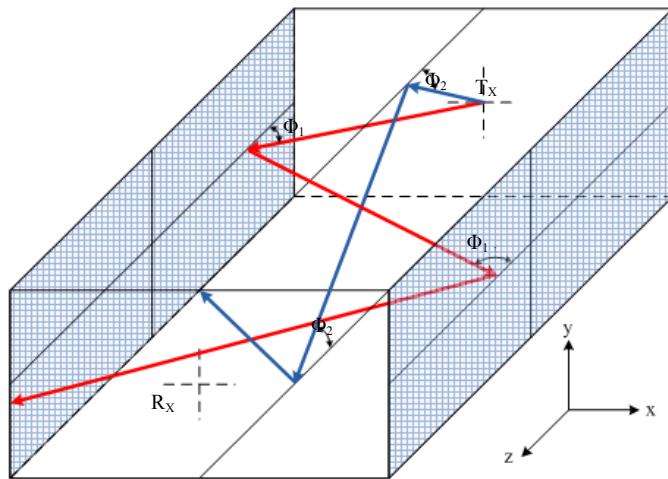


Fig. 2. Schematic representation of the incidence angles Φ_1 and Φ_2 .

From equation (2), CL_t and CL_r are the coupling losses of the transmitting and receiving antennas, respectively. For an antenna located at point (x,y) in the tunnel cross section, the coupling losses are given by [8]:

$$CL_{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{2\pi wh}{\lambda^2 G} \cos^{-2}\left(\frac{\pi x}{w}\right) \cos^{-2}\left(\frac{\pi y}{h}\right) \right) \quad (9)$$

where G is the gain of the antenna, thus the propagation path losses for a rectangular tunnel in LOS condition can be described by two slope model given by:

$$L_p(d, R_b) = \begin{cases} L_f(d) & \text{if } d \leq R_b \\ L_{wg}(d) & \text{if } d > R_b \end{cases} \quad (10)$$

The break point (R_b) is located in the propagation path where propagation losses $L_f(d)$ and $L_{wg}(d)$ are equal, that is, the first solution of equation (11) yields the breakpoint:

$$L_f(d) - L_{wg}(d) = 0 \quad (11)$$

In Fig. 3 a LOS propagation modes separated by a break point distance into a straight rectangular tunnel are illustrated.

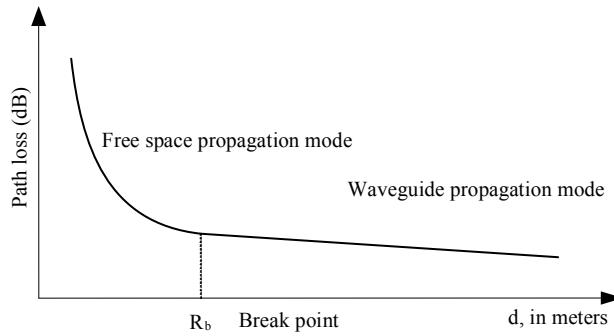


Fig. 3. LOS propagation modes into a straight rectangular shaped tunnel.

B. Slow Fading

Similar to multipath propagation phenomenon observed in several radio propagation channels, multimode propagation in tunnels produces signal fluctuations and intersymbol interference. Due to the random nature of signal fluctuations observed in tunnels propagation, radio channels for tunnels should also be characterized statistically. According to the measurements conducted in [7] for several tunnels, signal fluctuations can be decomposed into slow variations or slow fading due to the global mode variations, pedestrians, vehicles and other objects inside the tunnel and fast fading caused by the interference of local modes.

The slow variations of the received signals follow the lognormal distribution whose standard deviation depends mainly of the operation frequency and the shape of the tunnel.

In [7] an averaged standard deviation of 4.7 dB for 900 MHz channel is reported. In [11], standard deviations of 2 and 3 dB for slow fading have been used in numerical evaluations considering straight cigar-shaped tunnels. In [12], measurements were carried out in the frequency band of 2-5 GHz in underground mine environment, reporting standard deviations of 1.1 dB and 2.95 dB for LOS and non line-of-sight (NLOS) scenarios respectively.

Thus, the lognormal probability density function in decibel values is described by a Gaussian distribution of mean μ_s dB and standard deviation of σ_s dB.

$$f_s(s) = \frac{1}{\sigma_s \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(s - \mu_s)^2}{2\sigma_s^2} \right] \quad (12)$$

III. EVALUATION MODEL DESCRIPTION AND ASSUMPTIONS

In order to evaluate the propagation losses, we consider the rectangular tunnels of the subway public transportation system in Mexico City as a particular case. This public transportation system consists of a total number of 175 stations. Each station has an average length of 150 m and most of the stations are underground and

connected through rectangular tunnels with an average length of 1000 m. An average of 3.9 millions of passengers is transported daily. In Fig. 4, a picture of a typical rectangular tunnel of the Mexico City subway is shown.

In Table 1, the initial evaluation parameters such as the dimensions of the tunnel, the dielectric and conductivity properties of walls, the antenna polarization and the signal frequency are set up.

We consider a transmitting antenna located at the middle of the subway station and a receiving antenna that is moved further away from 1 to 1200 m with respect to the transmitting antenna. In order to understand and determine the parameters that more impact the propagation losses, the following cases of study are analyzed: Impact of the signal frequency, impact of antenna polarization, impact of dielectric and conductivity properties of the tunnel walls and the impact of random fluctuations due to slow fading.



Fig. 4. Typical rectangular tunnels of Mexico City subway

Table 1. Initial evaluation parameters.

Parameter	Value
Height (h)	4.5 m
Width (w)	6.0 m
Average length of the tunnel (d)	1150 m
Conductivity of tunnel walls (concrete) σ	3×10^{-2} S/m
Relative permittivity of walls (concrete) ϵ_r	5.5
Antenna polarization	Vertical
Signal frequency	800 MHz

IV. RESULTS

A. Impact of the signal frequency in propagation losses

As a case of study we consider the parameters of table 1 and two signal frequencies: 800 MHz and 1900 MHz. As expected, we observe that before the break point distance (i.e. the free space propagation mode) the average propagation path losses increases with frequency and also with distance as indicated by equation 1.

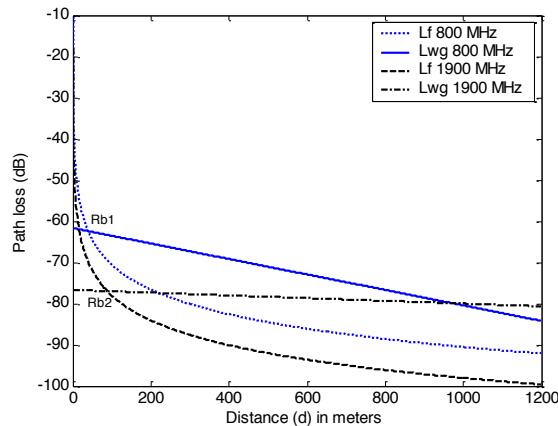


Fig. 5. Predicted path losses in subway tunnels at 800 and 1900 MHz.

After the break point (i.e. the waveguide mode) the slope of propagation path losses increases with the reduction of frequency. The reason is that propagated signal inside the tunnel undergoes more reflections at walls as its frequency approaches to the cutoff frequency of the tunnel. From [7] the cutoff frequency for the tunnel considered here, can be determined to be around 41.67 MHz.

From numerical results, the breakpoint (R_b) location is related with frequency. At 800 MHz, the R_b is located at 39.18 m, while at 1900 MHz the R_b is located at 88.44 m. That is, the location of R_b moves further away from the transmitting antenna as the frequency increases. The reason is that the zone clearance according to the Fresnel zone theory is proportional to the frequency. At 1200 m, considering a frequency of 800 MHz, the path losses are -84.138 dB, while for 1900 MHz the propagation losses are -80.636 dB.

B. Impact of the antenna polarization in propagation losses

In this case, the frequency is 1900 MHz and two antenna polarizations are considered in order to analyze the impact of the polarization in tunnel propagation losses. From the tunnel path loss propagation model, it can be noticed that free space propagation mode is independent of the antenna polarization; meanwhile the waveguide propagation mode includes the reflection coefficients for vertical and horizontal polarization. According to the results shown in Fig. 6, it can be observed that the propagation path losses are higher for vertical polarization. The reason is that at grazing angles, the reflection coefficients magnitudes of the tunnel horizontal walls $R_{2(h)}$ and $R_{2(v)}$ when horizontal polarization is used are higher in comparison to the vertical polarization case, which results in reflected field components of higher strength, obtaining thus a received signal of higher strength.

At 1200 m, considering vertical polarization, the path losses are -80.636 dB, whereas for horizontal polarization the propagation losses are -78.886 dB at the same distance. As far as the R_b location is concerned, from numerical evaluations the R_b is determined to be 87.11 m for horizontal polarization and R_b is 88.44 m for vertical polarization, due to the exponent of the propagation losses at waveguide mode is slightly higher for vertical polarization when compared with the horizontal polarization case. But in general, the location of R_b distance is not affected considerably by the antenna polarization.

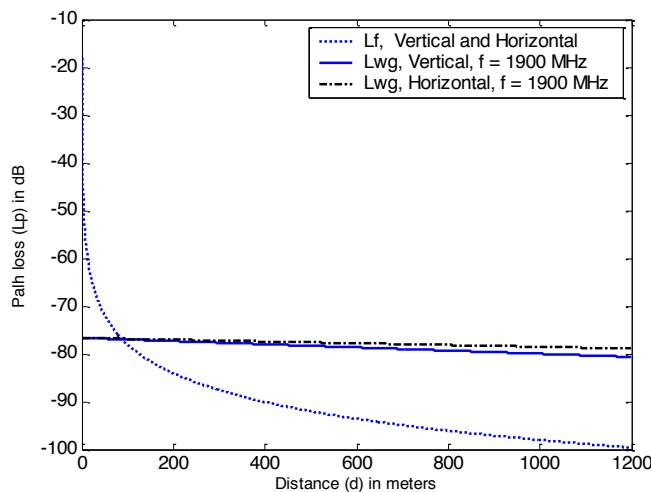


Fig. 6. Predicted path losses in rectangular subway tunnels for vertical and horizontal polarizations.

C. Impact of the material walls in propagation losses

We consider a tunnel of concrete as a case of study, whose dielectric and conductivity constants are provided in table 1, and a coal tunnel with conductivity of 0.01 S/m and dielectric constant of 10 [8], to determine the impact of the dielectric and conductivity properties of the tunnel walls.

From the results obtained, we observe that the path losses in the waveguide mode are less affected by dielectric and conductivity properties of the materials of tunnel walls in comparison with the polarization. More specifically, at 1200 m, considering a tunnel of concrete, the path losses are -80.636 dB, whereas considering a coal tunnel the propagation losses are -81.611 dB at the same distance.

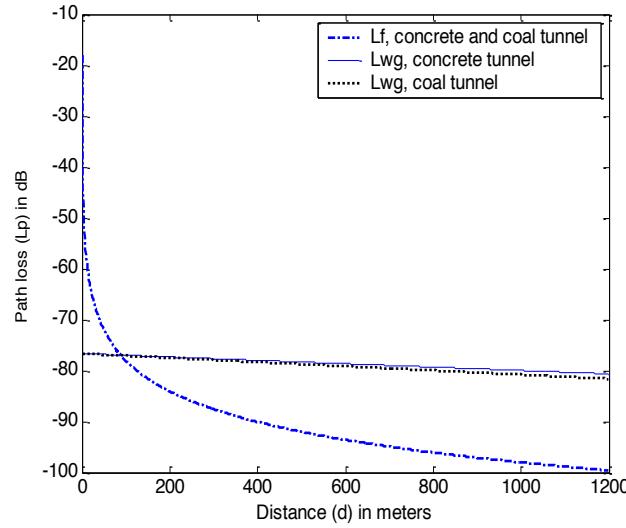


Fig. 7. Predicted path losses in subway tunnels considering concrete and coal materials at 1900 MHz and vertical polarization.

The R_b distance is located at 88.44 m for a tunnel of concrete, whereas for a coal tunnel R_b is located at 89.2 m. This is due to the conductivity of concrete is higher than the conductivity of coal, which results in more electric field reflected and therefore less losses due to the absorbed field components.

D. Impact of the random fluctuations due to slow fading

There is empirical evidence that the slow and random variations of the received signals follow the lognormal distribution whose standard deviation depends mainly of the operation frequency and the shape of the tunnel.

In order to show the random nature of the wireless channel due to slow fading, we simulate a random component in dB following a normal distribution considering a standard deviation of 4.7 dB for 900 MHz channel as in [11] and a standard deviation of 1.1 dB as in [12] for LOS scenario for 2 GHz band.

In Fig. 8 and 9 the results of propagation losses including path loss and slow fading are shown. From these results it can be noticed that the more impact on propagation losses due to slow fading is for a standard deviation of 4.7 dB as compared with the case of 1.1 dB of standard deviation. That is, as the value of the standard deviation increases, propagated signal exhibits more variations indicating a more adverse channel.

At lower frequencies the value of the standard deviation of slow fading increases. This is due to the fact that as the frequency of the signal approaches to the cutoff frequency of the tunnel, the propagated signal inside the tunnel undergoes more reflections at walls so that more variability can be expected.

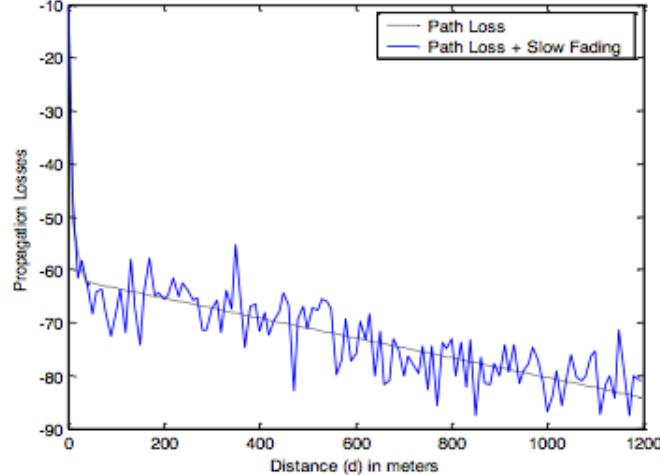


Fig. 8. Propagation losses into a straight rectangular tunnel considering path loss and slow fading with a standard deviation of 4.7 dB, $f = 900$ MHz, vertical polarization.

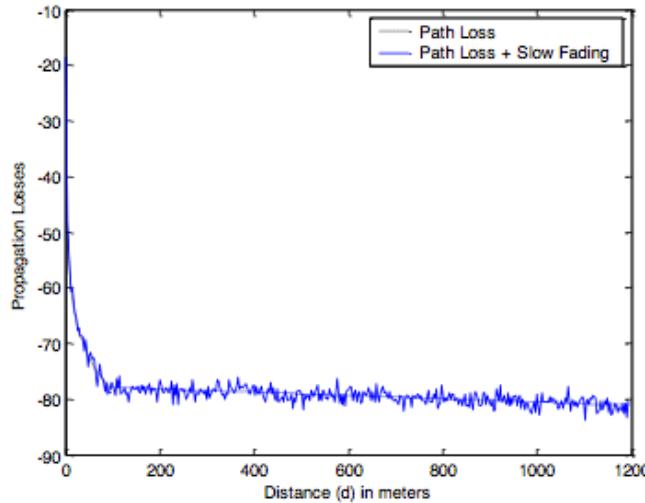


Fig. 9. Propagation losses into a straight rectangular tunnel considering path loss and slow fading with a standard deviation of 1.1 dB of standard, $f = 2$ GHz, vertical polarization.

In Fig. 10, the normalized histograms obtained by simulation of the random component due to slow fading are shown. From these results, we observe a good agreement with Normal probability density function (pdf) for the standard deviations considered.

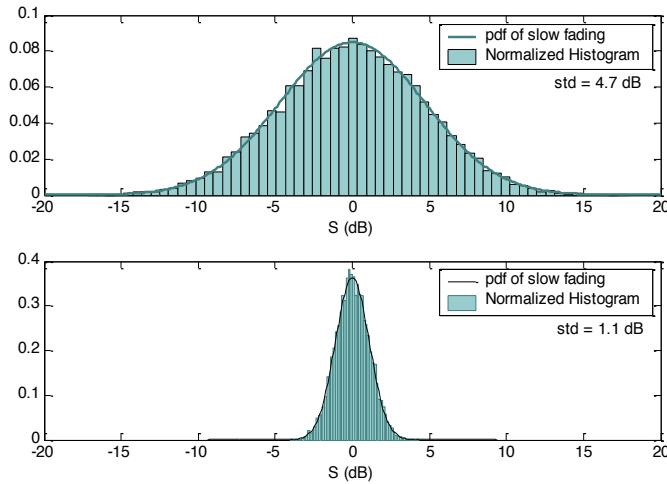


Fig. 10. Normalized histograms of the random component due to slow fading for a standard deviation of 4.7 dB and 1.1 dB respectively.

V. CONCLUSIONS

We have provided a detailed description of a propagation model that has been applied to the subway tunnels in Mexico City to predict the propagation losses. We analysed two propagation regions separated by a break point distance. Before the break point, the propagation of signal takes place as in the free space. After the break point the propagation of signal takes place as if it were an imperfect oversized waveguide.

In the free space mode, the propagation path losses increase with frequency. The location of the break point moves further away from the transmitting antenna as the frequency increases. The reason is that the zone clearance according to the Fresnel zone theory is proportional to the frequency. In the waveguide mode, the slope of propagation path losses increases with the reduction of frequency. The reason is that propagated signal inside the tunnel undergoes more reflections at walls as its frequency approaches to the cutoff frequency of the tunnel.

As far as the antenna polarization is concerned, the propagation path losses are higher for vertical polarization due to the fact that at grazing angles, the reflection coefficients magnitudes of the tunnel horizontal walls are higher

in comparison with the vertical polarization case, which results in reflected field components of higher strength. With respect to the slope of the propagation losses at waveguide mode, we observed that, it is slightly higher for vertical polarization when compared with the horizontal polarization case. The location of R_b distance is not affected considerably by the antenna polarization.

From the results obtained, we observe that the path losses in the waveguide mode are less affected by dielectric and conductivity properties of the materials of tunnel walls in comparison with the polarization. But in general terms, we observed that as the value of the conductivity increases, the propagation path losses tend to decrease due to there are more reflected field components and therefore fewer losses due to the absorbed field components. Regarding the random component of slow fading, that follows the lognormal distribution, whose standard deviation depends of the signal frequency and the shape of the tunnel, we showed by simulation that as the value of the standard deviation increases, propagated signal inside the tunnel exhibits more variations indicating a more adverse channel. As the frequency of the signal approaches to the cutoff frequency of the tunnel, the propagated signal inside the tunnel undergoes more reflections at walls so that more variability can be expected.

Finally, it is worth to point out that the propagation model described here does not replace a detailed propagation study at all, but under the assumptions that were made the model can provide an accurate prediction of propagation characteristics in tunnel environments.

REFERENCES

- [1] D. Parsons, *The Mobile Radio Propagation Channel*, Wiley, New York, 1994.
- [2] W.C. Jakes, *Microwave Mobile Communications*, IEEE Press, 1974.
- [3] T.S. Rappaport, *Wireless Communications – Principles and Practice*, 2nd ed., Prentice Hall Englewood Cliffs, NJ, 2001.
- [4] S.R. Saunders, *Antennas and Propagation for Wireless Communication Systems*, John Wiley & Sons, Chichester, 1999.
- [5] Apostolis K. Salkin, Mike Hammer, Istuma Tanaka, Curt Wong, "Voice Call Handover Mechanisms in Next-Generation 3GPP Systems", *IEEE Communications Magazine*, Vol. 47, No. 2, pp. 46-56, February 2009.
- [6] Ronny Yongho Kim, Inuk Jung, Xiaying Yang, Chao-Chin Chou, "Advanced Handover Schemes in IMT-Advanced Systems", *IEEE Communications Magazine*, Vol. 48, No. 8. pp. 78-85, August 2010.
- [7] Y. P. Zhang and Y. Hwang, "Characterization of UHF Radio Propagation Channels in Tunnel Environments for Microcellular and Personal Communications", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol. 47 No. 1, February 1998, pp. 283-296.
- [8] Y. P. Zhang, "Novel Propagation Model for Propagation Loss Prediction in Tunnels", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol. 52 No. 5, September 2003, pp. 1308-1313.
- [9] Donald G. Dudley, Martine Liénard, Samir F. Mahmoud, and Pierre Degauque, "Wireless Propagation in Tunnels", *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, Vol. 49, No. 2, April 2007, pp. 11-25.
- [10] Alfred G. Emslie, Robert L. Lagace, Peter F. Strong, "Theory of the propagation of UHF radio waves in coal mine tunnels", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol ap-23, No 2, March 1975.
- [11] Bazil Taha Ahmed, Miguel Calvo Ramón and Leandro De Haro Ariet, "WCDMA uplink capacity and interference statistics of a long tunnel cigar-shaped microcells using the hybrid model of propagation with imperfect power control", *Wireless Personal Communications 31: 19-31*, 2004 Kluwer Academic Publishers, printed in the Netherland.
- [12] Abdellah Chehri, Paul Fortier, and Pierre Martin Tardif, "Large-Scale Fading and Time Dispersion Parameters of UWB Channel in Underground Mines", *International Journal of Antennas and Propagation*, Vol. 2008, pp. 1-10, April 2008.

Instrucciones para los autores

Los artículos que se someten a **RISCE** deben contener resultados inéditos y originales, no haber sido publicados con anterioridad ni haber sido sometidos simultáneamente a otra revista científica. Si el artículo ha sido presentado, sometido o publicado en alguna otra parte, deberá informarse al coordinador editorial. Los artículos deben ajustarse a las siguientes especificaciones:

- Idioma Inglés (anexar un resumen y palabras clave en español)
- Idioma Español (anexar un resumen y palabras clave en Inglés)
- Procesador de texto admitido: MS-Word.
- Tamaño de página: carta , utilizar un solo lado de la hoja. Máximo 10 páginas.
- Márgenes: izquierdo 2.5 cm y derecho 2 cm., superior 2.5 cm e inferior 2.5 cm.
- Autores: primer nombre seguido de los dos apellidos (sin abreviaturas), abajo: afiliación y e-mail.
- Tipo de letra del texto regular: Times o Times New Roman de 10 pt (título original 22 pt; secciones 11.5 pt, subsecciones 11.5 pt, en negritas).
- Texto: a una columna y con espaciado sencillo (renglón seguido).
- Resumen/Abstract: entre 70 y 150 palabras, colocado al principio del texto, seguido del de Español o inglés según sea el caso.
- Palabras clave/Keywords: colocadas después del resumen en negritas, y no más de 10.
- Imágenes y fotografías: deben ser de alta calidad, con colores bien definidos y contrastantes, en mapa de bits (no vectorizadas) en formato JPG e incrustadas en el texto de forma que se puedan manipular independiente.
- Fórmulas: Deberán de presentarse en formato de tabla sin bordes, centradas y la numeración de c/u justificada a la derecha con negritas en mapa de bits, no vectorizadas.
- Pies de figura. Deben mencionarse dentro del texto y numerarse de manera consecutiva con un tipo de letra Times New Roman 9 puntos
- Cabecera de tabla. Deberá presentase en la parte superior de la tabla un numeración consecutiva y descripción con tipo de letra Times New Roman 9
- Referencias:

En cualquier caso el nombre del autor del artículo o publicación web deberá mostrarse al principio. Deberán ordenarse conforme aparezcan dentro del texto encerradas entre paréntesis cuadrado —[]|. A continuación algunos ejemplos:

- [1]. Baldonado, M., Chang, C.-C.K., Gravano, L., Paepcke, A.: The Stanford Digital Library Metadata Architecture. Int. J. Digit. Libr. 1 (1997) 108–121
- [2+]. Bruce, K.B., Cardelli, L., Pierce, B.C.: Comparing Object Encodings. In: Abadi, M., Ito, T. (eds.): Theoretical Aspects of Computer Software. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1281. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York (1997) 415–438
- [3]. van Leeuwen, J. (ed.): Computer Science Today. Recent Trends and Developments. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1000. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York (1995)
- [4]. Michalewicz, Z.: Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs. 3rd edn. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York (1996)

Instrucciones:

Enviar el archivo en extenso a la siguiente dirección electrónica: ebustosf@gmail.com

Los revisores técnicos le harán llegar sus observaciones y modificaciones, las cuales deberá realizar y reenviar el archivo corregido al correo arriba mencionado.

El comité editorial se comunicara mediante correo electrónico indicándole la aceptación o rechazo del artículo.

Se le solicitará autorización para publicación; en caso de aceptar se le indica la cuenta donde debe hacer el depósito por cobro de publicación y el costo, el cual no debe exceder de \$1000.00 pesos mexicanos.

Reserva de Derechos 04-2008-062613190500-203