

La conectividad en las zonas rurales

Antonio Castro Lechtaler^{1, 2 y 3}; Alejandro Arroyo Arzubi¹; Fernanda Carmona³;
Antonio Foti⁴; Rubén Fusario¹; Alejandro Oliveros⁵.

¹Laboratorio de Investigación en Técnicas Criptográficas y Seguridad Teleinformática. Escuela Superior Técnica, Facultad de Ingeniería. Instituto Universitario del Ejército, C1426; ²CISTIC/FCE - Universidad de Buenos Aires, C1120; ³Universidad Nacional de Chilecito, Chilecito, Provincia de La Rioja, F5360; ⁴Universidad Nacional de 3 de Febrero, Sáenz Peña, Provincia de Buenos Aires, B1674 y ⁵Universidad Nacional del Oeste, San Antonio de Padua, Provincia de Buenos Aires, B1718.

acastro@est.iue.edu.ar; aarroyo_arzubi@hotmail.com; fcarmona69@gmail.com;
foti.antonio@gmail.com; rfusario@gmail.com; aoliveros@untref.edu.ar.

1. Resumen.

En la Argentina, como en otros países en vías de desarrollo, muchas regiones rurales con baja densidad poblacional carecen de servicios de comunicaciones por falta de interés de las empresas públicas de telecomunicaciones en brindar estas prestaciones. Esta situación dificulta a la población rural la educación, la actividad económica, la atención de la salud en casos de urgencia, y provoca todo tipo de problemas a las comunidades que tienen estas carencias. El presente grupo de investigación organizado en red de varias universidades tiene por objetivo buscar una solución a la problemática de la falta de conectividad en las zonas rurales con el objeto de que se puedan brindar servicios de voz y datos de banda ancha con acceso a la Red Internet.

La idea central de la investigación es buscar distintas alternativas que seguramente diferirán de las utilizadas en los países centrales pero que puede constituir una solución a este problema. En el caso particular de Argentina las distancias son condicionantes y la densidad poblacional es sustancialmente muy inferior al que se puede encontrar en aquellos países.

Es por ello que parecería que las técnicas digitales inalámbricas *wireless technolo-*

gies -en especial aquellas de largo alcance tales como: microondas, 802.11, WiMax, CDMA450, 802.22 y otras similares- podrían dar solución al problema planteado.

Palabras Clave:

PLC, CSMA/CA, WLAN, 802.11, 802.22

2. Contexto.

En Grupo de Investigación trabajando en Red de Universidades viene trabajando en analizar los problemas que se presentan en las comunidades rurales por carecer de conectividad y por tanto de comunicaciones, por ser estas áreas no rentables para las empresas proveedoras de servicios de telecomunicaciones, y simultáneamente buscando soluciones técnicas, a costos razonables, estos problemas.

El Grupo tiene su sede en la Escuela Superior Técnica "Gral. Div. Manuel N. Savio" (EST), Facultad del Ejército - Universidad Nacional de la Defensa (UNDEF) y participan además, la Universidad de Buenos Aires y las Universidades Nacionales de Chilecito, de Tres de Febrero y del Oeste.

Los trabajos han incluido pruebas de campo en base a subsidios obtenidos por parte de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica [1] y fon-

dos aportados por las universidades participantes.

Actualmente luego de varias pruebas efectuadas utilizando diversas tecnologías existentes en el mercado, se está trabajando sobre la base de analizar y probar las posibilidades que brinda en lo técnico los equipos que responden a la Recomendación 802.22 de la IEEE; y desde el punto de vista de su posible implementación, las instalaciones existentes que se utilizan en los predios que posee el Sistema Argentino de Televisión Digital de la Empresa ARSAT.

CITEDEF y el Consejo Profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones, Electrónica y Computación (COPITEC) dieron su aval para este proyecto, dado su interés en ser aplicado en beneficio de los productores rurales, sus propios sistemas y redes.

3. Introducción.

El problema de las comunicaciones rurales ha movilizó a distintos grupos de investigación y empresas de telecomunicaciones a buscar soluciones a este tipo de problemas, por cuanto estas zonas geográficas proporcionan cantidades significativas de productos alimenticios en sus diferentes etapas de fabricación y constituyen una trascendente fuente de productos básicos de exportación e ingresos de divisas. Para muchos países participan generando un porcentaje significativo del producto bruto interno de ellos.

La serie de Recomendaciones 802.XX incluye un conjunto de normas que regulan el funcionamiento de las comunicaciones inalámbricas.

Luego de evaluar con resultados poco satisfactorios los equipos que utilizaban la norma 802.11 fueron apareciendo distintas tecnologías que permitieron ampliar

esta Serie merced al trabajo de distintos grupos de investigación [2], [3], [4], [5], [6].

Estos trabajos culminaron el 1 de julio de 2011 cuando finalizó el proceso de aprobación, del estándar “IEEE 802.22 - “IEEE 802.22: Cognitive Wireless Regional Area Network - Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY). Specifications: Policies and Procedures for Operation in the TV Band¹”.

La misma fue aprobada con el apoyo del Comité LAN/MAN² de la IEEE [7].

Este nuevo estándar proporciona una opción que permite establecer enlaces inalámbricos full dúplex a distancias de entre 30 a 70 km entre antenas, utilizando frecuencias no restringidas por las regulaciones gubernamentales.

La norma que pertenece a la serie 802.XX³ tiene por objeto establecer los criterios para el despliegue de múltiples productos interoperables de la misma, ofreciendo acceso a la banda ancha fija en diversas áreas geográficas, incluyendo especialmente los de baja densidad de población en las zonas rurales, y evitar la interferencia a los servicios que trabajan en la televisión de radiodifusión.

La misma es conocida actualmente como Red Inalámbrica de Área Regional y está pensada para operar principalmente como una forma de poder acceder a servicios de banda ancha a redes privadas de datos ubicadas en Zonas Rurales.

¹ “IEEE 802.22 - Red de Área Regional Cognitiva Inalámbrica de Control de Acceso al Medio (MAC) y la Capa Física (PHY). Especificaciones, Políticas y Procedimientos para la Operación en las Bandas de Televisión”.

² LAN: Local Area Network; MAN: Metropolitan Area Network.

³ Redes Inalámbricas.

4. Características particulares de la 802.22 - IEEE.

Las características técnicas de la norma, además de proporcionar una solución al problema que nos ocupa, permiten resolver dos problemas que afectan seriamente el uso del espectro de frecuencias. Uno es el problema de los llamados White Spaces [8, 9], y otro, el de las interferencias entre canales, ambos cada día más frecuentes debido al uso intensivo de las comunicaciones inalámbricas para todo tipo de servicios de comunicaciones.

Dichas características son desde el punto de vista de los sistemas de información muy interesantes, pues combinan un problema de comunicaciones, como es el uso adecuado del espectro, con el desarrollo de software especial que permite emplear las técnicas denominadas “radio cognitivas”.

Las mismas moderan la interferencia que pueden ocasionar otros operadores existentes que trabajan en las mismas frecuencias y otorgan capacidad de geolocalización. Esto se ejecuta a través del acceso a una base de datos de los servicios establecidos, y así para detectar la presencia de otros servicios a través de la tecnología de espectro de detección, Para ello la norma señalada, se utiliza en combinación con otra conocida como WRAN o por su denominación IEEE 802.22.1.

Los sistemas WRAN se sirven de canales que van desde 54 a 862 MHz en las bandas de VHF y UHF. El uso de las tecnologías de radio cognitiva permite utilizar los espacios ubicados entre dos canales de TV abierta evitando la interferencia de estos servicios con las estaciones de televisión. Ambos operan en las mismas bandas.

La idea es utilizar las frecuencias que se han asignado para la transmisión del Sistema Nacional de Televisión Abierta para

combinarlo con un sistema basado en estas normas, pero utilizado para comunicaciones rurales.

5. IEEE 802.22 COMO UNA SOLUCIÓN PARA ÁREAS RURALES.

5.1 Introducción.

En la República Argentina, así como en varios países de América del Sur, los Servicios de Radiodifusión Digital Terrestre han adoptado el estándar japonés con algunas variantes (tales como la sustitución del sistema de compresión MPEG-2 por el MPEG-4).

Este estándar fue desarrollado por la Asociación de Industrias y Empresas de Radiocomunicaciones conocida como ARIB⁴, que promueve el uso eficiente del espectro de frecuencias. El mismo se conoce como Integrated Services Digital Broadcasting⁵ - ISDB / Terrestrial Brazilian Version⁶ ISDB-TB.

Este estándar está compuesto por cuatro normas diferentes diseñadas en función del medio que será utilizado a saber: ISDB-S (sistemas satelitales); ISDB-T (terrestre), ISDB-C (cable) y la radiodifusión móvil 2.6 GHz. Todas ellas radican en la multiplexación de las señales, con una estructura de flujo que permiten transportar señales de Televisión de Alta Definición (HDTV) o de Televisión de Definición Estándar.

El nombre de la norma fue elegida por su similitud con la norma de conocida como RDSI⁷ que es ampliamente conocida por su uso en el transporte de señales de telefonía. Ambas permiten la transmisión si-

4 <http://www.arib.or.jp/english/> - Association of Radio Industries and Businesses.

5 Servicios Digitales Integrados de Radiodifusión.

6 Versión Terrestre Brasileña.

7 Red Digital de Servicios Integrados.

multánea de múltiples canales de datos a través del método de multiplexación.

En el caso de Argentina existe un plan creado en julio de 2013 para la instalación de un Sistema de Televisión Digital Abierta, que cubre un área importante del país y que está estructurado en tres etapas denominadas I, II y III.

El mismo tiene por objetivo cubrir prácticamente la totalidad de las áreas pobladas, dando servicio a 90% de la población nacional. Las etapas I y II comprenden 78 estaciones, las que ya se encuentran funcionando. La etapa III incluye 11 estaciones más que están en construcción.

El uso del espectro de frecuencias para la radiodifusión de televisión ha variado desde las primeras emisiones en blanco y negro a los sistemas actuales de alta definición. Se utilizan básicamente dos bandas: VHF (54 a 88 y 174 a 216 MHz) y la de UHF (512 a 806 MHz).

La distribución geográfica de este sistema de transmisión de señales de televisión con una cobertura tan extensa lleva a proponer que esta inversión ya efectuada y tan importante se pueda utilizar, además, generando un aprovechamiento intenso del espectro de frecuencias.

Precisamente, la norma IEEE 802.22 trabajando en las frecuencias que usa la televisión digital terrestre podría, sin consumir frecuencias adicionales y aprovechando los White Space que dejan estas transmisiones, aprovechar las características de la norma mediante el uso de la tecnología radio cognitiva que la misma utiliza.

5.2 Uso de la IEEE 802.22 en Zonas Rurales.

En nuestros países, el uso intensivo del espectro y la saturación en varias de sus bandas de frecuencia se debe a que las

comunicaciones inalámbricas han sido la única solución viable. En muchos barrios, en especial en zonas suburbanas, las únicas comunicaciones telefónicas posibles son por medio de la telefonía móvil, ya que los mismos por su estructura no pueden ser cableados.

Por otra parte, en nuestro país la televisión en la banda VHF se debería eliminar durante el corriente año (apagón analógico).

Luego para los servicios de televisión digital se utilizarán, tal como se viene haciendo, la banda de UHF. Actualmente, la Autoridad de Aplicación ha licenciado sólo unos pocos canales en las principales ciudades (22 a 36) pero a medida que la nueva tecnología de TV digital permite varios programas de definición estándar en el mismo ancho de banda de un solo canal de alta definición, se produce un ahorro significativo del espectro por lo que se puede obtener gran cantidad de frecuencias libres (canales 38 a 69), principalmente en las ciudades pequeñas.

En Argentina, como en muchos países con grandes zonas rurales, la mayoría de las ciudades se encuentran, en promedio, dentro de un rango de 40 a 80 kilómetros de distancia y la población rural vive alejada no más de esas distancias de los centros poblados.

El estándar IEEE 802.22 tiene un alcance que está dentro de las distancias mencionadas y por otra parte tiene la capacidad de utilizar las frecuencias asignadas al espectro de la Televisión Digital Abierta en la modalidad de radio cognitiva [10, 11].

Ello genera una oportunidad para que esta norma sea considerada en la reasignación del espectro, actualmente en estudio, por parte de la Comisión Nacional de Comunicaciones.

ñalado en este trabajo es cada vez más escaso y congestionado

7. FUTUROS TRABAJOS.

Se estima que se deberá continuar con el estudio de esta recomendación en sus aspectos técnicos, para determinar fundamentalmente sus limitaciones, si ellas existieran.

Se requerirá un relevamiento del equipamiento que el mercado está ofreciendo sobre esta norma y un análisis de las capacidades del mismo. De esa manera se podrá tener una idea de los costos requeridos para cubrir distintas zonas del territorio nacional.

De la misma manera que se hizo con el Proyecto Corral de Lorca se deberá efectuar una prueba de campo para verificar el verdadero rendimiento del equipamiento y la dificultad que requerirá su despliegue.

Las instalaciones de las estaciones base del sistema de televisión digital terrestre, instaladas sobre *shelters*, sin duda pueden ser útiles para el despliegue de parte de los equipos requeridos por la 802.22.

8. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS.

Desde el año 2012 en este grupo trabajan alumnos de las carreras de grado de Ingeniería en Informática de las distintas Universidades que participan del proyecto.

Durante el año 2015 se han sumado al proyecto un alumno avanzado de la carrera de Ingeniería en Informática. El mismo ha recibido la beca Estímulo a las Vocaciones Científicas, perteneciente al Programa Estratégico de Investigación y Desarrollo, Plan de Fortalecimiento (Componente de Formación de Recursos Humanos) del Consejo Interuniversitario Nacional. Cabría la posibilidad incluso

que pueda realizar su Trabajo Final de Carrera en algún tema de los que aborda la presente línea de investigación.

9. REFERENCIAS.

[1] Proyecto FONCyT - ANPCyT. PICTO 11-18621. Redes Privadas Comunitarias. Proyecto finalizado y aprobado. Antonio Castro Lechtaler (Director).

[2] García Guibout, J., García Garino C., Castro Lechtaler, A. R., Fusario R., y Sevilla, G., (2007) Physical and Link Layer in Power Line Communications Technologies. *Proceedings of 13th of Argentine Congress on Computer Science*. ISBN 978 - 950 - 656 - 109 - 3. Pág. 56 a 67.

[3] García Guibout, G., García Garino, C., Castro Lechtaler, A. R., Fusario R. y Sevilla, G. (2007) Power Line Communications in the Electric Network. *Proceedings of 13th of Argentine Congress on Computer Science*. ISBN 978 - 950 - 656 - 109 - 3. Pág. 68 a 79.

[4] García Guibout, J., García Garino. C., Castro Lechtaler, A. y Fusario, R., (2008). Transmission voice over 802.11. *Proceedings of 14th of Argentine Congress on Computer Science*. ISBN 978 - 987 - 24611 - 0 - 2. Pág. 307 a 318.

[5] Castro Lechtaler, A., Foti, A., Fusario, R., García Garino, C., y García Guibout, J., (2009) Communication Access to Small and Remote Communities: The Corral de Lorca Project. *Proceedings of 15th of Argentine Congress on Computer Science*. ISBN 978 - 897 - 24068 - 4 - 1. Pag. 1.117 a 1.126.

[6] A. Castro Lechtaler, A. Foti, C. García Garino, J. García Guibout, R. Fusario and A. Arroyo Arzubi. Proyecto Corral de Lorca: Una solución de conectividad a grupos poblacionales pequeños, aislados y distantes de centros urbanos. *Proceedings of the Novena Conferencia Iberoame-*

ricana en Sistemas, Cibernética e Informática: CISCI 2010 - Volume III - ISBN - 13: 978 – 1 – 934272 – 96 - 1. pp. 121 a 127. Orlando, USA. June 2010.

[7] IEEE 802.22 - Cognitive Wireless RAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) *Specifications Policies and Procedures for Operation in the TV Bands*.

[8] Gómez, C., (2013). Spectrum Regulation and Policy Officer Radiocommunication Bureau. ITU. Apia, Samoa. www.itu.int/ITU-D/asp/CMS/Events/.../ITU-APT-S3_Cristian_Gomez.pdf

[9] CEPT Report 24. A preliminary assessment of the feasibility of fitting new/future applications/services into non-harmonized spectrum of the digital dividend (namely the so-called "white spaces" between allotments. Report C from CEPT to the European Commission in response to the Mandate on: Technical considerations regarding harmonization options for the Digital Dividend. 1 July 2008.

[10] Mitola, J. and Maguire, G., (1999) Cognitive radio: making software radios more personal. *IEEE Personal Communications Magazine*, Volume 6 Issue 4. Pág. 13 a 18.

[11] Mitola, J. (2000) Cognitive Radio: An Integrated Agent Architecture for Software Defined Radio. Dissertation submitted in partial fulfillment of the degree of Doctor of Technology. Royal Institute of Technology (KTH) - Sweden. Teleinformatics. ISSN 1403 - 5286.

[12] Cordeiro, C., Kiran Challapali, and Dagnachew Birru, Sai Shankar (2006) N. IEEE 802.22: An Introduction to the First Wireless Standard based on Cognitive Radios *Journal of Communications*, Vol. 1, N° 1.