

Las técnicas Cognitive Radio y Software Defined Radio en las Comunicaciones Rurales: la Recomendación IEEE 802.22

Antonio Castro Lechtaler^{1, 4, 5}; Alejandro Arroyo Arzubi¹; Antonio Foti²; Rubén Fusario¹;
Jorge García Guibout³; Alejandro Oliveros²; Fernanda Carmona⁴; Matías Carden^{1, 5}.

¹ Escuela Superior Técnica, Facultad de Ingeniería, Instituto Universitario del Ejército, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1426; ² Universidad Nacional de 3 de Febrero, Sáenz Peña, Provincia de Buenos Aires, B1674; ³ Instituto Tecnológico Universitario - Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Provincia de Mendoza, M5500; ⁴ Universidad Nacional de Chilecito, Chilecito, Provincia de La Rioja, F5360; ⁵ Universidad Tecnológica Nacional - FRBA, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1179.

acastro@est.iue.edu.ar; arroyo_arzubi@hotmail.com; foti.antonio@gmail.com;
jgarcia@itu.uncu.edu.ar; aoliveros@untref.edu.ar; fbcarmona69@gmail.com; matiascarden@gmail.com

1. Resumen.

En la actualidad muchas jurisdicciones nacionales, provinciales y municipales de nuestro país, y en otros lugares similares de otros países, se han hecho cargo de reducir la “Brecha Digital” instalando servicios de Internet en lugares públicos y en especial, en las escuelas de sus respectivas jurisdicciones por medio de la tecnología 802.11, en cualquiera de sus versiones, y actualmente, mediante las recomendaciones IEEE 802.16 conocida como WIMAX, y últimamente la IEEE 802.22 que permite un mayor alcance.

Paralelamente, se están instalando una cantidad significativa de estaciones de Televisión Digital Abierta.

El trabajo busca determinar en base a estudios previos ya realizados, si utilizando los equipamientos actualmente construidos por empresas de diversos orígenes y en base a la Recomendación 802.22 se pueden aprovechar los *White Spaces* (bandas de frecuencias vacantes) que existen entre las distintas portadoras de los distintos canales que transmiten para cada estación, sin necesidad de utilizar nuevas bandas de frecuencia; brindando así servicios de comunicaciones rurales

(llamados “Regionales”) en forma simultánea con los de la TV Digital.

Palabras Claves.

Cognitive Radio. IEEE 802.22. White Spaces. Televisión Digital Abierta. Comunicaciones Regionales.

2. Contexto teóricos utilizados.

Esta línea de trabajo recibió el apoyo del FONCyT a través de un subsidio que permitió efectuar importantes adelantos sobre esos problemas [1].

Se buscó solucionar con alternativas de bajo costo, los problemas que afectaban a comunidades rurales muy aisladas que incluían escuelas de campo, establecimientos agrícola-ganaderos, pueblos pequeños, etc.

Este Grupo de Investigación realizó diversos trabajos de campo en la Provincia de Mendoza que dieron lugar a publicaciones sobre los resultados obtenidos [2] [3].

Posteriormente se comenzó a operar sobre la base de la Recomendación IEEE 802.22 diseñada especialmente para Comunicaciones Rurales (Regionales).

Básicamente, esta recomendación¹ está pensada, por un lado para dar una solución a los Grupos Poblacionales alejados de los grandes centros, que no cuentan con la conectividad adecuada para utilizar la Red Internet; y por el otro, para utilizar adecuadamente los denominados “*White Spaces*” permitiendo un mejor uso del espectro de frecuencias, problema de gran actualidad dado el congestionamiento en amplias zonas del espectro. [4] [5].

3. Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

Las sociedades modernas están confiando y utilizando cada día más las comunicaciones radioeléctricas para todo tipo de servicios de comunicaciones. Esta situación repercute en el espectro radioeléctrico, que como se sabe es un recurso limitado.

La capacidad de penetración de los servicios inalámbricos y dispositivos de comunicación (teléfonos móviles, Wi-Fi, comunicaciones de policía, radiodifusión de televisión digital, etc.) son ejemplos de esta dependencia. Los mismos se han convertido en uno de los recursos más necesarios de los tiempos modernos [6] [7].

Por otra parte el crecimiento de la demanda mundial por el tráfico de datos móviles se ha incrementado entre 2011 y 2013 a una tasa de más del 100%; y la tasa de crecimiento esperado de esta demanda para el período 2008 y 2015 se estima en un promedio de 140% por año [4], superior a 2.500.000 terabytes por mes para finales del año en curso.

El uso intenso del espectro, hasta los 5 GHz, y más específicamente en la cobertura por debajo de 1 GHz, ha dado lugar a una revisión a fondo de las políticas de

regulación, junto con un renovado interés en la investigación los llamados *White Spaces*² [8].

Si bien se están estudiando posibles soluciones al tráfico de radio creciente, tales como la revisión y rediseño del marco regulatorio, la reducción de los servicios inalámbricos de difusión, la mejora de los estándares de compresión, etc., desde el punto de vista tecnológico apreciamos que el camino más indicado es el desarrollo de las nuevas tecnologías relacionadas con la llamada *radio cognitiva*.

La Tecnología Radio Cognitiva - CRT³ toma en consideración otra posibilidad para hacer frente a la creciente escasez del espectro, que se basa en la utilización de métodos de detección dinámicos y una adecuada gestión del espectro.

Por otra parte, la tecnología conocida como *Software Defined Radio - SDR* permite que una parte o la totalidad de las funciones de la capa física de un equipo radioeléctrico funcionen con un software definido en base a aplicaciones previamente estudiadas.

Los programas obtenidos como resultado de los distintos desarrollos se implementan por medio de un software procesado en un ordenador o en un sistema embebido.

Estos conceptos, si bien no son nuevos, si lo es la electrónica digital que permite realizar muchos procesos que requieren velocidades de procesamiento importantes que antes eran sólo factible en forma teórica [9].

¹ IEEE 802.22.

² Expresión que no tiene una traducción, por lo que se expresa como se la conoce internacionalmente.

³ Cognitive Radio Technology.

4. Introducción a la ejecución de las tareas.

Las tareas a ejecutar continuaran por un lado, buscando la actualización necesaria que impone este tipo de nuevas tecnologías, que están en continua evolución, buscando dirigir esta actividades hacia los resultados finales que se desean obtener; y por el otro, analizar y estudiar los distintos equipamientos que puedan dar satisfacción a las necesidades de nuestro país.

Actualmente y desde el punto de vista práctico se ha tomado contacto con los fabricantes de este tipo de equipamiento para analizar si el mismo se puede adaptar al espectro de frecuencias que se utiliza en el sistema Televisión Digital Abierta - TDA que se está instalando en nuestro país.

La idea es emplear los *White Spaces*⁴ que deja este sistema para llegar a zonas rurales con comunicaciones adecuadas.

La Figura 1, muestra las diferentes opciones dentro de las normas elaboradas por el Comité 802.

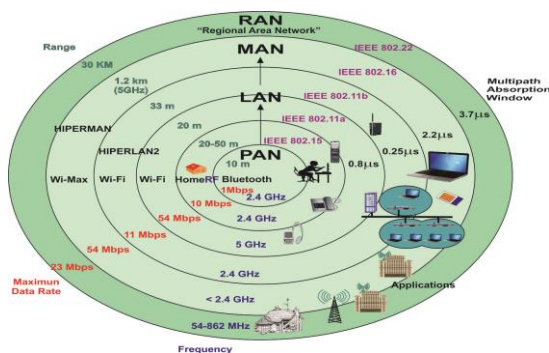


Figura 1. Diferentes estándares radioeléctricos desarrollados por el Comité IEEE 802

Se puede apreciar que la de mayor alcance es precisamente la 802.22 lo que facilitaría el despliegue con menor cantidad de

equipamiento en lo que a estaciones bases se requieren

5. Resultados a obtener.

Los resultados que se esperan obtener se estima que se basaran en los estándares internacionales estudiados. En especial el IEEE 802.22.

En particular:

- Desarrollar estudios avanzados sobre el estado del arte de las diferentes tecnologías que interactúan en este tipo de redes.
- Capacitar sobre estas nuevas tecnologías a las comunidades en donde las mismas sean de aplicación.
- Realizar pruebas de campo sobre los resultados preliminares que se vayan obteniendo.
- Establecer modelos de trabajo para las distintas situaciones resolver, en función de las distancias que se deban cubrir entre puntos finales a ser enlazados.
- Definir los alcances de los distintos equipos según las normas señalas.
- Definir las posibles arquitecturas de los sistemas a instalar adecuados a la situación de la República Argentina en particular y a otras regiones en donde estos estudios puedan ser de utilidad.
- Realizar estudios sobre los equipamientos disponibles en el mercado que cubran este tipo de soluciones.
- Definir y diseñar los componentes principales, de los equipamientos disponibles estudiados, que podrían integrar este tipo de sistemas de comunicaciones y los servicios e

⁴ Es decir, sin necesidad de utilizar una banda especial de frecuencias para este servicio.

interfaces que serán necesarios para brindarlos.

6. Formación de Recursos Humanos.

El equipo de trabajo está formado por docentes e investigadores de distintas Universidades Nacionales que vienen trabajando en red.

En cada UUNN las actividades están a cargo de Profesores Titulares que se desempeñan en las Carreras de Ingeniería Informática e Ingeniería Electrónica como docentes investigadores.

En todos los casos los equipos locales cuentan en los Grupos de Trabajo con Profesores y Alumnos que están siendo formados en actividades de investigación en las cátedras relacionadas con estas temáticas.

En los trabajos de campo que se han realizado han concurrido algunos de ellos en la medida de las posibilidades económicas dado los costos de traslado hacia esas poblaciones alejadas de los centros poblados.

7. Referencias y Bibliografía

[1] Antonio Castro Lechtaler (Director). PICTO 11-18621. Redes Privadas Comunitarias. Working Paper Proyecto FONCyT, ANPCyT.

[2] A. Castro Lechtaler, A. Foti, R. Fusario, C. García Garino and J. García Guibout. 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. pp. 1.117 a 1.126. Jujuy. October 2009.

[3] 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 de la Novena Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática: CISCi 2010. - Volume III - ISBN - 13: 978 - 1 - 934272 - 96 - 1. pp. 121 a 127. Orlando, USA. June 2010.

[4] C. Gómez. Spectrum Regulation and Policy Officer Radiocommunication Bureau⁵. ITU. Apia, Samoa. April 2013.

[5] 802.22a-2014 - IEEE Standard for Information Technology Telecommunications and information exchange between systems Wireless Regional Area Networks (WRAN)/Specific requirements - Part 22: Cognitive Wireless RAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: Policies and Procedures for Operation in the TV Bands.

[6] A. Castro Lechtaler, A. Foti, J. García Guibout, R. Fusario, A. Arroyo Arzubi and L. Sens. Radio Communications Solution in Small and Isolated Communities: the IEEE 802.22 Standard. Computer Science & Technologies Series. XIX Argentine Congress of Computer Science. Select Papers. ISBN: 978-987-1985-49-4. Editorial de la Universidad de La Plata - Edulap 2014.

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

[8] 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 space*

⁵ www.itu.int/ITU-D/asp/CMS/Events/.../ITU-APT-S3_Cristian_Gomez.pdf.

es" 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.

[9] Dillinger, M; Madani, K; Alonistioti, N. Software Defined Radio: Architectures, Systems and Functions. Ed. Wiley & Sons, 2003.