

Diseño e Implementación de Red Académica Experimental aplicando IPv6

Gustavo Mercado*, Javier Gitto*, Rubén Soria[§], Carlos Taffernaberry*, Cristian Pérez Monte*, Marcela Orbiscay[§], Sebastián Tobar*, Ana Diedrichs*

*GridTICS – Grupo UTN de I&D en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones /
Departamento de Electrónica / Facultad Reg. Mendoza / UTN Rodríguez 273, Capital –
Mendoza,
{gustavo.mercado}@gridtics.frm.utn.edu.ar

[§]Centro Científico Tecnológico de Mendoza CONICET,
Av. Dr Ruiz Leal S/N, Capital - Mendoza
{rsoria, morbis}@mendoza-conicet.gob.ar

Resumen: Las redes académicas científicas regionales y metropolitanas están poco desarrolladas en Latinoamérica. Generalmente cada institución académica o científica tiene su propio acceso a la red institucional de su organización o a un proveedor de Internet privado y toda comunicación entre distintas instituciones se desarrolla a través de este esquema. Este trabajo contiene los lineamientos generales del diseño y despliegue de una red metropolitana experimental de avanzada, (Red Académica Científica y Tecnológica), que permite la conexión en forma confiable, con altas prestaciones y bajo costo a instituciones académicas y científicas de la ciudad de Mendoza - Argentina. Esta red se basa en una infraestructura de telecomunicaciones heterogénea, con enlaces inalámbricos y fibra óptica sobre la que se montan nuevas tecnologías tales como movilidad IPv6, multicast, gamestreaming e IOT; además de explorar otras tecnologías y aplicaciones emergentes. La experiencia obtenida sirve en la capacitación, la difusión y la diseminación del diseño e implementación de redes interinstitucionales fomentando los proyectos científicos y tecnológicos en ambientes colaborativos regionales basados en la infraestructura de red de telecomunicaciones propuesta.

Palabras Clave: Redes de Avanzada, Entornos colaborativos, IPv6, QoS, VoIP, Movilidad IP, Virtualización, IOT

1 Introducción

La revolución del siglo XX produjo la aparición de Internet, la cual introdujo cambios en todos los estados de nuestras vidas. Sin embargo, a poco tiempo de su incorporación en nuestro quehacer, se fue sintiendo un vacío e insatisfacción en la comunidad científica y educativa, en la academia y en la investigación [1]. La solución casi no tardó en aparecer, y fueron los avances en infraestructura tecnológica, desarrollados por las redes avanzadas, lo que reinstaló la esperanza en las comunidades de investigación, científicas y académicas, pues pusieron a su disposición a través de una gran infraestructura tecnológica condiciones de uso casi

en exclusividad de herramientas y aplicaciones que les permitieron el desarrollo e incremento de sus actividades, lo que era insostenible a partir de la Internet comercial.

Hoy estas redes son conocidas como redes académicas avanzadas o redes de investigación [2], y su característica principal es que ofrecen una red de prueba segura dirigida al ambiente de investigación y desarrollo, permitiendo a la comunidad de investigadores trabajar con mecanismos (herramientas o aplicaciones) de colaboración, para compartir información o el uso de recursos a través de esta serie de redes interconectadas [3].

Las redes académicas avanzadas, propiciaron el desarrollo de herramientas y aplicaciones tales como IPv6, IP Multicast y Calidad de Servicio (QoS), dando un fuerte impulso a la investigación y a la educación. Este recurso tecnológico y la rápida evolución de las tecnologías de telecomunicación, particularmente, las de intercambio y comunicación de datos, posibilita a los investigadores y académicos llevar cabo un sin número de proyectos afines que están en la frontera del conocimiento.

2 Identificación del Problema y Justificación

Las redes académicas y científicas, regionales y metropolitanas están poco desarrolladas en Argentina. Generalmente cada institución académica o científica tiene su propio acceso a la red institucional de su organización o a un proveedor de Internet privado y toda comunicación entre distintas instituciones se desarrolla a través de este esquema. Además la Argentina sufre de un fuerte centralismo de la ciudad de Buenos Aires, de manera que la mayoría de las comunicaciones (públicas y privadas) de alguna manera se encaminan hacia nodos ubicados en Buenos Aires. Esto significa que las comunicaciones entre instituciones de una misma ciudad del interior, distantes algunos cientos de metros, deben pasar obligatoriamente por nodos centrales (NAP) ubicados en la ciudad de Buenos Aires, en el mejor de los casos, o en nodos del exterior, en otros casos. El diseño de las redes centradas en Buenos Aires no es privativo de las comunicaciones de datos, sino también se puede apreciar en el tendido de carreteras y de líneas férreas.

Además y debido a este esquema, los anchos de banda de acceso a Internet de las instituciones son en general bajos o muy bajos en comparación de instituciones similares características de países vecinos, dificultando la implementación de tecnologías de avanzada. Al ser topologías WAN en estrella, las redes académicas argentinas actuales resultan en estructuras ineficientes, costosas y no fomentan la cooperación entre instituciones vecinas.

Algunas iniciativas de redes académicas se han realizado tales como la RIU (Red de Interconexión Universitaria - www.riu.edu.ar) que nuclea a la mayoría de las universidades nacionales públicas y la RUT (Red Universitaria Tecnológica – www.utn.edu.ar/secretarias/tic/rut.utn) que conecta a las Facultades Regionales de la Universidad Tecnológica Nacional dispersas en el territorio nacional. Pero estas redes, que son de carácter nacional, sólo relacionan a instituciones de la misma naturaleza y presentan también el mismo problema de centralismo, es decir sus nodos principales están ubicados en la ciudad de Buenos Aires.

El proyecto, tiende a subsanar los problemas planteados implementando una red experimental metropolitana con la participación de instituciones académicas y científicas de la ciudad de Mendoza, y que entre sus objetivos, también sirva de ejemplo para que otras ciudades/regiones adopten soluciones similares. Esta red se basa tanto en infraestructura inalámbrica como de fibra óptica. Inicialmente se ha previsto implementar todas las características esperadas compatibles con el protocolo IPv4 y gradualmente el montaje del protocolo IPv6 nodo a nodo, obteniendo así, una infraestructura que permite el ensayo de nuevas tecnologías y aplicaciones emergentes basadas en IPv6 inclusive. En su diseño se privilegian características de robustez, confiabilidad y bajo costo operativo, destacando la facilidad de instalación inicial.

3 Antecedentes

Hay varios ejemplos en el mundo de Redes Avanzadas centradas en IPv6 desde la red de avanzada por excelencia como Internet 2 (www.internet2.edu) en Estados Unidos, pasando por la red europea Geant2 (www.geant.net) y la asiática APAN (Asia-Pacific Advanced Network Consortium-apan.net). También en Latinoamérica han sido creadas tales redes, como: Clara (Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas - www.redclara.net), RNP de Brasil (RNP – Rede Nacional de Ensino e Pesquisa - www.rnp.br), CUDI de México (Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet – www.cudi.edu.mx), Reuna de Chile (Red Universitaria Nacional - www.reuna.cl) y RENATA (www.renata.edu.co) en Colombia, de notable crecimiento. También está el caso de la red Innova (www.innova-red.net) en Argentina, que da acceso a redes avanzadas a las instituciones nacionales por intermedio de Clara.

Un ejemplo significativo de redes es la red Redecomep (www.redcomep.rnp), que es una iniciativa del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil (MCT), coordinada por Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), que tiene como objetivo implementar redes de alta velocidad en regiones metropolitanas del país servidas por los Puntos de Presencia de RNP. Ya en el año 2004, Redecompe implementó una red piloto en el área metropolitana de Belém, capital del estado de Pará. Allí se montó infraestructura óptica para 12 instituciones logrando mejorar la conectividad y bajando significativamente los costos.

En Argentina, en el ámbito de la UTN (Universidad Tecnológica Nacional) existe la red RUT2 (Red Universitaria Tecnológica 2) que conecta a las Facultades Regionales pero tiene el inconveniente antes mencionado, a saber; el de basar su infraestructura en una topología WAN en estrella, con nodo central en Bs. As. y enlaces institucionales de ancho de banda extremadamente bajo (2/4Mbps en promedio por institución), además, no se ha desplegado el protocolo IPv6 sobre esta red hasta la fecha y no se desplegaría antes del 2017.

Es así que tanto en Argentina como en la mayor parte de Latinoamérica, no están desarrolladas las redes metropolitanas/provinciales como en Brasil.

3.1 Acerca de Red Experimental

La Red Experimental [4] pretende ser la red de interconexión de avanzada de las instituciones metropolitanas de Mendoza. Actualmente está siendo impulsada por una serie de proyectos de aplicación activos; desde conectividad alternativa (red de transporte) entre dependencias de instituciones, o bien, la instalación y evaluación de aplicaciones competitivas y cooperativas, tales como IPv6, Movilidad, Clustering, Virtualización, VoIP, Computación de Alto Desempeño, IOT entre otras.

Características:

- Ámbito colaborativo interinstitucional
- Sinergia y recursos compartidos
- Grandes anchos de banda y calidad de servicio
- Disponibilidad de nuevo protocolo IPv6
- No distribuye “default gateway”
- Proyectos de aplicación interinstitucionales
- Políticas de acceso a la red normalizadas
- Enlaces propios de las instituciones

3.2 Topología proyectada

Se trata una topología MAN/WAN tipo malla, como se aprecia en la figura 1, en donde cada institución miembro se conecta a la red mediante dos encaminadores de base; uno de borde denominado ANR (ACyT.net Network Router), que forma parte de la estructura troncal o de núcleo y un segundo tipo de encaminador denominado rName, de contacto directo con las redes de la institución.

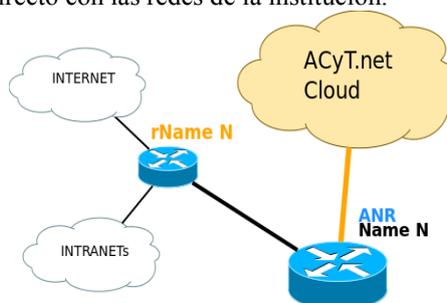


Fig. 1. Diseño conceptual y arquitectura global

Los encaminadores ANR aseguran la conectividad entre otros ANR y conforman el troncal de una red orientada al transporte de datos transparente; una virtual nube de ACyT.net. Por su parte los encaminadores de la institución rName se constituyen en el nexo que vincula las redes de cada institución con la nube de ACyT.net, siendo su función primaria la de declarar y propagar las redes públicas concernientes a cada institución (IPv4/IPv6) y que serán conocidas a través de toda la nube ACyT.net.

ACyT.net se conforma mediante un esquema de topología MAN/WAN tipo malla para mayor robustez y confiabilidad de la infraestructura base. Se pretende que cada uno de los nodos ANR sean conectados con un mínimo de dos enlaces hacia ANR distintos para asegurar los caminos alternativos ante fallas y cortes parciales de enlaces. Se considera obligatorio y como parte de la política de acceso a la red el uso de los protocolos de encaminamiento dinámico OSPF/OSPF6 [5] entre distintos nodos ANR y RIP2/RIPng [6] entre los encaminadores de la institución rName y los ANR, como se denota en la figura 2.

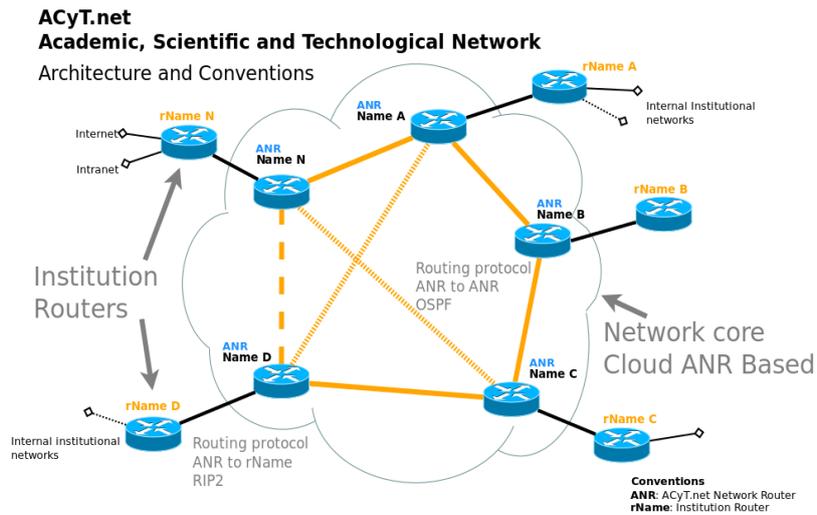


Fig. 2. Arquitectura y convenciones

Cada par de encaminadores rName y ANR se dispondrán en un mismo lugar físico, preferentemente dentro de los centros de datos de las instituciones respectivas.

4 Objetivos y Resultados

4.1 Objetivo Principal

Estudiar, diseñar e implementar una red metropolitana experimental de avanzada, denominada ACyT.net, que permita conectar en forma confiable, con altas prestaciones y bajo costo a instituciones académicas y científicas de la ciudad de Mendoza; y que sea útil para capacitar, difundir y diseminar en el medio local y nacional, el estudio, diseño e implementación de redes interinstitucionales de tecnología avanzada.

4.2 Objetivos Secundarios

- Punto de presencia POP IPv6 único para todas las instituciones participantes.

Igualmente se avanza sobre el objetivo de "Movilidad en redes de avanzada con IPv6" [7], previendo en primer lugar, la implementación de Movilidad IPv6 (MIPv6) [8]. Un Home Agent vinculado a ACyT.net proveerá movilidad global a los usuarios locales de la red, permitiéndoles conservar su dirección IPv6 local independientemente del punto y tecnología de conexión a Internet. Posteriormente, se implementará un esquema de movilidad localizada, Proxy Mobile IPv6 (PMIPv6) [9], orientado a mejorar la experiencia en el uso de aplicaciones en tiempo real dentro del ámbito de la red de avanzada.

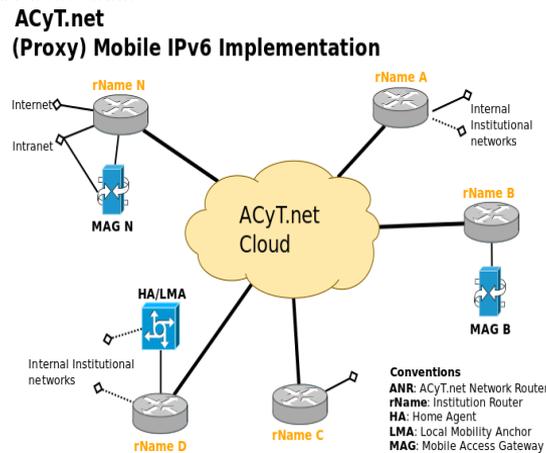


Fig. 4. Implementación de PMIPv6

Se avanza sobre el objetivo "Sistema de paralelismo y Distribución de cómputo para la Visualización de Volúmenes en tiempo real", el cual permite la representación gráfica (rendering) distribuida de volúmenes mediante la utilización de numerosos nodos CPU-GPU procesadores e integradores conectados por red Gigabit Ethernet con la utilización de un protocolo [10] especialmente diseñado para tal fin. Si bien actualmente tanto el control del sistema visualizador como la visualización del resultado se realiza sobre la misma red local Gigabit en donde se realiza el procesamiento, se está desarrollando una implementación que permite el control mediante IPv6 multicast y la visualización sobre IPv6 unicast mediante compresión H264 en tiempo real con GPU ambos remotamente desde puntos alejados en la red ACyT.net según lo establecido en RFC 3306 [11] tal como se puede observar en la figura 5.

ACyT.net Parallel Distributed Volume Photorealistic Rendering System

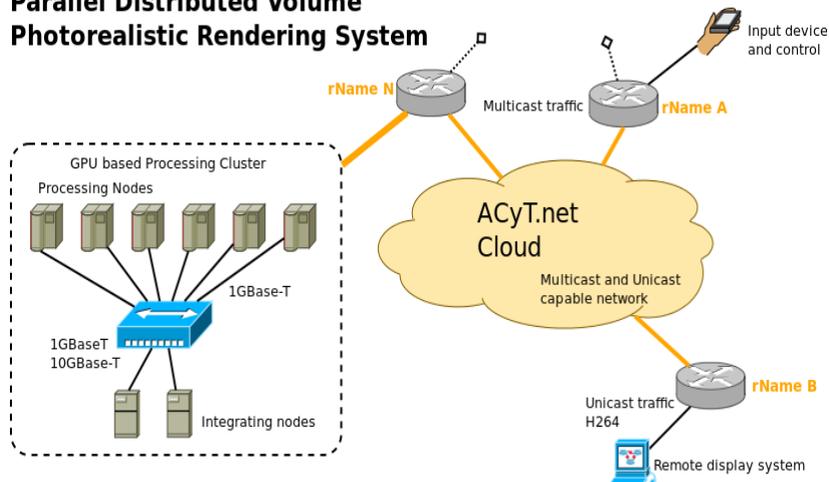


Fig. 5. Concepto de sistema de procesamiento de volúmenes gráficos fotorealistas integrado a ACyT.net con capacidad de tráfico multicast.

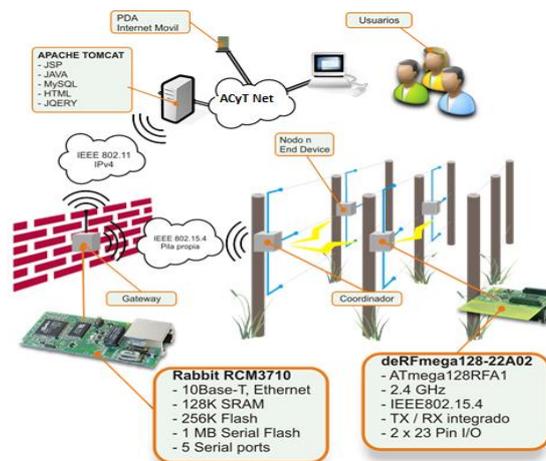


Fig. 6. Red SIPIA, (gridTICs) para la WSN

Se avanza sobre el objetivo "Clustering y Virtualización en redes de avanzada con IPv6" [12] realizando estudios de métodos y tecnologías de clustering y virtualización y su implicancia en IPv6. Se comienza con la construcción de la extensión de la red ACyT.net desde su nodo principal hasta el laboratorio del gridTICS de la UTN mediante el tendido de fibra óptica.

Se avanza en el objetivo de integrar Redes de Sensores a la red. Se ha diseñado e implementado la red SIPIA [13], red de sensores inalámbricos basada en la norma IEEE 802.15.4, aplicada al entorno agropecuario en el ámbito de agricultura de precisión, en convenio entre la UTN-FRM y la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo (www.fca.uncu.edu.ar). La red SIPIA se encuentra

implementada en una parcela de la FCA y se conecta a la red experimental, como se observa en la figura 6.

4. Líneas de investigación y Agradecimientos

El proyecto ACyT.net tiene sus antecedentes de creación, sostén y apoyo tecnológico, académico y financiero en los proyectos de Investigación y Desarrollo.

“CODAREC6 INTRANET Diseño y simulación de la implementación de tecnologías y procedimientos de transición del protocolo IPv6 en INTRANETS usando el `ipv6 test bed” UTN FRM, [14]

“SARA-Six: Análisis, implementación y evaluación de servicios colaborativos competitivos Aplicados a Red de Avanzada experimental de la región”, [12] [15][16]

“SARA PMIP - Análisis, Evaluación y Comparación de ambientes Proxy Mobile IP en versión 6, aplicado a Redes de Avanzada” [7] [17]

PID FAC PICTO 2010/29 “Visio GPU - Procesamiento para visualización utilizando algoritmos paralelos en GPU y distribuidos en red” UTN FRM, Director. Pérez Monte, Cristian Federico, 2011 – 2012 [10] [18]

“RED SIPIA - Estudio a campo de red de sensores inalámbricos para adquisición de parámetros ambientales, de uso en investigaciones agronómicas y biológicas”, [13] [19] [20]

“SARA-Operation: Diseño y evaluación de metodologías operativas para Servicios colaborativos competitivos aplicados a Red de Avanzada experimental de la región”, [4]

5. Referencias

1. José Silvio "Redes Académicas y Gestión del Conocimiento en América Latina: En Busca de la Calidad Educación Superior y Sociedad", Vol 3, No 2 1992 Copyright © 2010 UNESCO-IESALC.
2. Carmen Labbé, "Redes Avanzadas y Comunidades de Investigación para la Gestión del Conocimiento" Organización Universitaria Interamericana, Dec 2009
3. Pedro Munive S. y Mariana Rodríguez M, "Las redes académicas avanzadas, una oportunidad para compartir eventos interactivos de divulgación", X Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (RED POP - UNESCO) San José, Costa Rica, 9 al 11 de mayo, 2007
4. Gustavo Mercado, Javier Gitto, Rubén Soria, Carlos Taffernaberry, Raúl Moralejo, Cristian Pérez Monte, María Inés Robles, Marcela Orbiscay, Sebastián Tobar, Carlos Tiviroli, Pablo Castorino, Joel Noguera, "ACyT.net Red Académica Científica y Tecnológica Experimental de Mendoza Argentina", WICC 2014, XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación ISBN: 978-950-34-1084-4, organizado por la Universidad Nacional de Tierra del Fuego, Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina, 7 y 8 mayo 2014.
5. R. Coltun, D. Ferguson, J. Moy, A. Lindem "OSPF for IPv6", RFC 5340, IETF, July 2008
6. G. Malkin, R. Minnear, "RIPng for IPv6", RFC 2080, IETF, January 1997
7. Carlos Taffernaberry, Sebastián Tobar, Gustavo Mercado, Joel Noguera, Cristian Perez Monte, Raúl Moralejo, Santiago Perez, "IPv6: Comparison of mobile environments in academic networks", Anales de CACIC 2014 XX CONGRESO ARGENTINO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN, Universidad de Moron, 20 al 24 de Octubre de 2014.
8. C. Perkins, D. Johnson, J. Arkko, "Mobility Support in IPv6", RFC 6275, IETF, July 2011

9. S. Gundavelli, K. Leung, V. Devarapalli, K. Chowdhury, B. Patil, "Proxy Mobile IPv6", RFC 5213, August 2008
10. C. F. Perez-Monte, G. J. Mercado, J. C. Taffernaberry, M. F. Piccoli. "Protocolo de comunicaciones para renderización distribuida en tiempo real". I Workshop Pre-IETF - CSBC 2014 - XXXIV Congresso Da Sociedade Brasileira de Computação - Sistemas Sociais e Eventos de Grandes Massas: Ampliando Desafios da Computação. PP 2172-2182. ISSN 2175-2761. Brasilia, Brasil. Julio 2014
11. B. Haberman y D. Thaler, RFC 3306 "Unicast-Prefix-based IPv6 Multicast Addresses", IETF, Agosto de 2012.
12. Gustavo. Mercado, Carlos Taffernaberry, Raúl Moralejo, Cristian Pérez Monte, María Inés Robles, Marcela Orbiscay, Sebastián Tobar, Patricia Clérigo, Carlos Tiviroli, "SARA Six Análisis, Implementación y Evaluación de Servicios Colaborativos Competitivos Aplicados a Redes de Avanzada" publicado en Anales del XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. (WICC 2013). ISBN 978-987-28179-6-1
13. Gustavo Mercado, Roberto Borgo, Francisco González Antivilo, Gisela Ortiz Uriburu, Ana Diedrichs, Sebastián Tromer, Nicolás Ledezma, Matías Aguirre, Cristian Panella, Germán Tabacchi, Juan Martí, Guillermo Grünwaldt, Ignacio Rigoni, Gabriel Antón, Fernando Chamorro, Rodrigo Moreno, Santiago Pérez, "RED DE SENSORES SIPIA", WICC 2012 - XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, ISBN: 978-950-34-0756-1, Abril 2012, Misiones.
14. C. Taffernaberry, G. Mercado, C. Pérez, R. Moralejo, S. Pérez y S. Tobar, "Pro6: Implementación de una Aplicación Layer Gateway (ALG) para transición hacia redes IPv6" EnIDI 2009 Encuentro de Investigadores y Docentes de Ingeniería UTN Facultad Regional San Rafael, ISBN 978-950-42-0121-2, 12 al 14 de noviembre 2009, San Rafael, Mendoza,
15. Cristian Pérez Monte, María Inés Robles, Gustavo Mercado, Carlos Taffernaberry, Marcela Orbiscay, Sebastián Tobar, Raúl Moralejo y Santiago Pérez, "Implementation and Evaluation of Protocols Translating Methods for IPv4 to IPv6 Transition", Journal of Computer Science & Technology, ISSN 1666-6038 Vol. 12 No. 2 August 2012
16. G. Mercado, C. Pérez Monte, C. Taffernaberry, M. Robles, M. Orbiscay, S. Tobar, R. Moralejo, S. Pérez, "Implementación y Evaluación de métodos de Traslación de Protocolos para la transición IPv4-IPv6". Anales del CACIC 2011, ISBN 978-950-34-0756-1, UNLP, La Plata, Octubre 2011.
17. C. Taffernaberry, G. Mercado, S. Tobar, C. Pérez Monte, P. Clérigo, I. Robles, M. Orbiscay, S. Pérez, R. Moralejo, "PMIP6: Análisis, Evaluación y Comparación de ambientes Proxy Mobile IP en versión 6, aplicado a Redes de Avanzada", Anales del WICC 2011. XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, ISBN 978-950-673-892-1, UNR Editora. Editorial de la Universidad Nacional de Rosario, 2011
18. C. F. Perez-Monte, M. F. Piccoli, C. Luciano, S. Rizzi. "Sistema de Comunicación para Renderización Paralela de Volúmenes en Tiempo Real", CoNaIISI 2014, 2º Congreso Nacional de Ingeniería Informática/Sistemas de Información. ISSN: 2346-9927. San Luis, Argentina. Noviembre 2014 PP. 1250-1259.
19. Ana Laura Diedrichs, María Inés Robles, Diego Dujovne, Facundo Bromberg and Gustavo Mercado, "Characterization of LQI behavior in WSN for glacier area in Patagonia Argentina", publicado en Regular Papers, 2013 Fourth Argentine Symposium and Conference on Embedded Systems (SASE/CASE), Book ISBN 978-1-4799-1098-4, Printed Book IEEE CATALOG CFP1346V-PR, pag 15-20, Buenos Aires, Aug 14th-16th, 2013
20. Ana Laura Diedrichs, Germán Tabacchi, Guillermo Grünwaldt, Matías Pecchia, Gustavo Mercado and Francisco Gonzalez Antivilo, "Low-power wireless sensor network for frost monitoring in agriculture research", Anales del Biennial Congress of Argentina (ARGENCON), IEEE, 11 la 13 de Junio 2014, Bariloche.